

ENCYKLOPEDYA ROLNICZA.

ENCYKLOPEDYA ROLNICZA

WYDAWANA STARANIEM I NAKŁADEM

MUZEUM PRZEMYSŁU I ROLNICTWA

W WARSZAWIE.

SKŁAD KOMITETU REDAKCYJNEGO:

Wł. Andrychiewicz, St. Chaniewski, Prof. Fr. Czarnomski, Maks. Dobrski, Prof. St. Dawid, Dr. Emil Godlewski, Ludwik Górski (senior), Ludwik Górski (junior), Dr. Fr. Górski, Dr. T. Jackowski, A. Janasz, Edmund Jankowski, Dr. St. Jentys, Józef Jeziorański, Dr. K. Jurkiewicz, Dr. W. Klęcki, A. Kłobukowski, Wł. H. Korzybski, Dr. T. Kowalski, L. Kronenberg, J. T. Ks. Lubomirski, Tym. Łuniewski, J. Natanson, Dr. M. Natanson, A. Nowicki, St. Okęcki, St. Rewieński, B. Rugiewicz, Dr. A. Sempołowski, A. Suligowski, Al. Trylski, Br. Werner, Stanisław Wroński, Z. Zieliński.

SKŁAD DELEGACYI WYKONAWCZEJ:

Chaniewski Stanisław, Chełchowski Stanisław, Dobrski Maksymiljan, Dr. Górski Franciszek, Górski Ludwik (junior), Janasz Aleksander, Jeziorański Józef, Dr. Kowalski Tadeusz, Dr. Natanson Michał, Nowicki Aleksander, Dr. Sempołowski Antoni, Trylski Aleksander, Wroński Stanisław, Zieliński Zdzisław.

TOM VII.

Młocarnia. — Nawozy.

WARSZAWA.

Druk „Gazety Rolniczej,“ Niecała № 12.

Skład główny w księgarni Gebethnera i Wolffa, Krakowskie Przedmieście № 15.

1898.

63(03)
M 6014/VII/1
6020
63(03)

Дозволено Цензурою.
Варшава, 7 Января 1898 г.

CZYTELNIA Wojewódzka Biblioteka Publiczna w Opolu
CM 258430/VII
CM 260745
V 505/15 63 C

Wpisano do Księgi Akcesji
Akc. D nr 131/2001/Czyt

SPIS PRZEDMIOTÓW

zawartych w Tomie siódmym.

	Str.
Młocarnia przez Stanisława Wrońskiego	1
Młynarstwo zbożowe przez St. Małyszczyckiego	50
Modrzew przez Aleksandra Nowickiego	168
Moneta przez Stanisława Kempnera	174
Monier'a system przez St. Wyganowskiego	195
Morela przez E. Jankowskiego . .	198
Morwa przez Al. Nowickiego i J. Banzemera	202
Mosiądz	203
Mosty	203
Motory przez A. Rosseta, A. Kuczyńskiego, G. Michalikowskiego i D. Winera	212
Motylkowe rośliny przez St. Jentysa	308
Muł (namuł) przez tegoż	354
Muł (zwierzę) przez St. Rewieńskiego	363
Mursze i ich uprawa przez Ig. Jórskiego	365
Myśliwstwo przez A. I. Tomaszewskiego i Al. Nowickiego. .	409
Myszy przez St. Chełchowskiego. .	430
Myto	438
Naftalina	440
Najemnik przez Karola Filipowicza .	440
Narzędzia i przyrządy ogrodowe przez E. Jankowskiego . .	446
Nasienniki przez Al. Nowickiego. .	455
Nasiona i owoce leśne przez tegoż .	455
Nawodnianie przez St. Wrońskiego	461
Nawozy przez Dr. St. Jentysa . .	535

M.

Młocarnia. Młocką nazywamy czynność za pomocą której wydobywamy ziarno z kłosów lub strąków. Oddzielenie ziarna i plew od słomy wykonać można za pomocą wykruszania kłosów w rękach, obijania garści zboża o wystającą żerdź lub wnętrze beczki, wydeptywania końmi, wygniatania ciężkiemi wałami, uderzeń cepami lub nakoniec przy pomocy machin zwanych młocarniami.

Obijanie garści o żerdź lub wnętrze beczki używa się niekiedy dla otrzymania niewielkich ilości najcelniejszego ziarna do zasiewu.

Wydeptywanie ziarn przy pomocy koni, mułów lub wołów było w powszechnem użyciu w starożytności, a nawet i dziś praktykuje się w niektórych krajach południowych i to zwykle pod otwartem niebem. W krajach więcej na północ położonych młócą niekiedy w ten sposób rzepak lub proso lecz zawsze pod dachem. Młocka odbywa się w stodole od razu na kilku klepiskach; podczas gdy na jednem rzepak rozpościerają lub przewracają, należy konie przeprowadzić na inne klepisko gdzie wszystko już do tratowania przygotowano Młocka w ten sposób idzie sporo, jakość jednak produktu cierpi wskutek zanieczyszczenia gnojem lub moczem zwierząt i rozdeptania wielu ziarn kopytami. Zwykle na 3—4 konie użyte do wydeptywania rzepaku używa się 1—2 chłopaków do jazdy, a 2—3 robotników starszych do przewracania, rozpościerania i przegrabiania rzepaku.

Pomimo że *młocka cepami* stanowi jednę z najuciążliwszych robót gospodarskich, jednakże po dziś dzień jest jeszcze w drobnych gospodarstwach włościańskich ogromnie rozpowszechnioną, a nawet bywa w użyciu i w większych gospodarstwach folwarcznych, zwłaszcza gdy chodzi o przygotowanie prostej słomy na powrósła, lub omłot do siewu jęczmienia i pszenicy mającej być przed rozsianiem zaprawianą siarczanem miedzi. W gospodarstwach zmuszonych utrzymywać znaczną ilość czeladzi stałej, aby mieć do robót letnich potrzebną ilość robocizny, użycie takowej zimą do cepów, w braku wszelkiego innego zajęcia, często miewa miejsce.

Głównym zarzutem jaki młocce cepami zrobić można, jest powolność tejże, wskutek czego trudno skorzystać z pomyślnej, lecz, jak to najczęściej bywa, krótkotrwałej konjunktury handlowej, gdyż niepodobna omłócić cepami dość szybko znaczniejszej ilości zboża.

Suche, mroźne powietrze ułatwia młockę, zboże jednak trochę zawilgłe *) omłaca się cepami z wielką trudnością, zwłaszcza jeśli młócić w czas mglisty lub wilgotny, to niekiedy nawet po ośmiokrotnem przemłóceniu jeszcze pewna ilość ziarn pozostaje w słomie. Młocka cepami wymaga bacznego dozoru, gdyż najemnicy rzadko kiedy domłacają zboże na czysto, natomiast zaś dość często zboże rozkradają.

*) Zboże nawet sucho zwiezione zwykle w zasieku *poci się* i dopiero po wyleżeniu się przez 5—6 tygodni znów łatwiej się omłaca.

Po przemłóceniu słomę należy starannie wytrząsnąć i przegrabić, prostą związać w pęki, targaną jeszcze raz przemłócić, wytrząść i związać w wiązki.

Cepy składają się z dzierżaka i bijaka złączonych rzemieniem czyli t. zw. kapą. Bijak jest to gładki kawałek drzewa długości około 63 *cm* wagi 2 *kg*; dzierżak powinien sięgać młócącemu przynajmniej do podbródka czyli mieć 125 — 190 *cm* długości,

Co się tyczy wydajności pracy przy użyciu cepów, to jest ona bardzo różną, zależnie od siły, wytrzymałości i pilności młócących, a także od suchości i plenności zboża; zwykle liczą że 1 człowiek może zmłócić dziennie bez zwiania oziminy średniej więzi kopę jedną, jarzyny zaś $1^1/_4$—$1^1/_2$ kopy. Zmłócić i zwiać oziminy 45 snopów ważących po $7^1/_2$ — 9 *kg*.

Hamm podaje, że dobry młocek jest w stanie zmłócić bez wiania:

pszenicy lub żyta	snopów	60	(po 9	*kg*),
jęczmienia lub owsa	„	90	„ 6	„
gryki	„	130	„ 4	„

Licząc zaś na miarę, ziarna oziminy 1,25 do 1,85 *hl*, jarzyny 1,85—2,5 *hl*.

Dzięki ogólnej dążności czasów nowożytnych do zastępowania ciężkiej pracy ręcznej pracą mechaniczną, popartej usiłowaniami konstruktorów starających się coraz lepiej dostosowywać swe wyroby do wymagań i potrzeb najrozmaitszych tak wielkich, średnich, jakoteż i małych gospodarstw a także rozwojowi dróg żelaznych sięgających obecnie prawie że najodleglejszych zakątków, pierwotne odwieczne metody młocki końmi, walcami, a nawet cepami coraz więcej wychodzą z użycia zastępowane młocką mechaniczną, wykonywaną przy pomocy stosownych machin zwanych *młocarniami*.

Za pomocą machin omłot daje się uskutecznić dokładniej, częstokroć taniej, a co najważniejsza, w czasie stosunkowo krótkim wydać może wielką ilość gotowego na sprzedaż zboża.

Posiadając dobrą młocarnię gospodarz może swobodniej rozporządzać plonami swych pól i wyzyskać każdą nastręczającą się pomyślniejszą konjunkturę handlową; dalej spożytkować może tańsze siły robotników słabszych fizycznie t. j. kobiet i niedorostków, przyczem dozór, względnie do ilości omłóconego dziennie zboża, taniej wypada, a ziarno mniej jest narażone na kradzież.

System spółkowy czyni dostępnem użycie młocarni nawet dla mniej zamożnych wieśniaków, doskonałość zaś konstrukcyi, materyału i odrobienia obecnie budowanych młocarń, mało już pozostawiają do życzenia.

Pierwszą właściwą młocarnię zbudował w roku 1732 Szkot M. Menzies; machina ta składała się z kilkunastu cepów mechanicznie w ruch wprawianych; następnie Sterling urządził młocarnię na podobieństwo międlicy do lnu, Winlaw młocarnię wycierającą ziarno z kłosów za pomocą spiralnie ponacinanego walca zbudowaną na podobieństwo młynka do kawy. Wszystkie te nieudolne pomysły zostały zarzucone skoro w 1786 r. pojawiła się młocarnia pomysłu Meikle'a w której żłobkowane walce pobierały zboże i poddawały je uderzeniom listew osadzonych na szybko obracającym się bębnie otoczonym częściowo płaszczem v. klepiskiem w sposób podobny do używanego dziś jeszcze w młocarniach cepowych.

Szczęśliwy pomysł Meikle'a rozwiązał praktycznie kwestyę młocki mechanicznej; od tego też czasu młocarnie zyskując nowych zwolenników zaczęły się szybko rozpowszechniać, ulegając zaś z biegiem czasu nieustannym ulepszeniom, zdołały nareszcie osiągnąć wysoki stopień doskonałości i dziś należą do najbardziej rozpowszechnionych i rzeczywiście najużyteczniejszych machin gospodarskich.

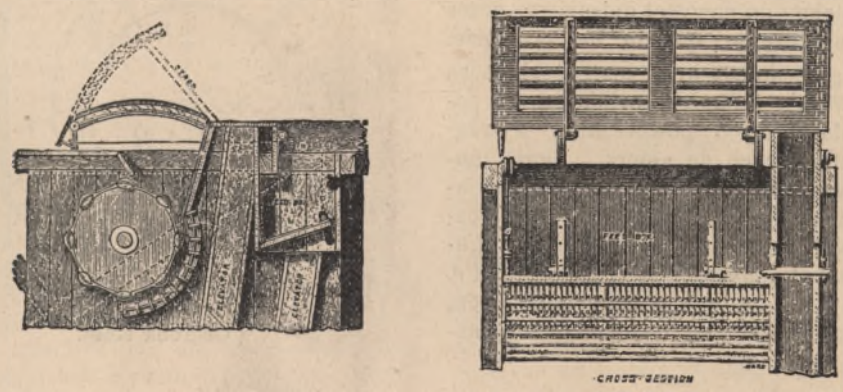
Główny korpus młocarni wyrabia się z drzewa lub żelaza; młocarnie całożelazne są niezaprzeczenie trwalsze, więcej wytrzymałe na zmiany temperatury i wpływy wilgoci natomiast zaś droższe i znacznie cięższe; dla tego też często robią tylko wiązanie główne z winklowego żelaza, boki zaś dają drewniane, lub poprzestają na wzmocnieniu wiązania drewnianego żelaznemi pasami i wsporami. Otwór do wpuszczania zboża (gardło) może być umieszczony z boku lub z wierzchu machiny. Przed otworem znajduje się stół do rozwiązywania snopów i rozpościerania zboża, zaopatrzony po bokach wystającemi deskami dla ochrony zboża od spadania; w pośrodku stołu znajduje się otwór opatrzony kratą przez którą, przy rozwiązywaniu snopów, mogą wypadać kamyki jeśli takowe dostały się przypadkiem w środek snopów. Stół dla ochrony podawacza od ciężkiego kalectwa winien być tak szeroki,

aby podający zboże w żadnym razie nie mógł rękami dosięgnąć będącego w ruchu bębna.

Umieszczenie otworu do puszczania u góry bębna przyspiesza i ułatwia podawanie zboża, lecz grozi większem niebezpieczeństwem podawaczowi; z tego więc powodu otwór młocarni górą biorącej, zwłaszcza wielkiej parowej, powinien być zawsze tak zabezpieczony aby człowiek nie mógł weń wpaść i dostać się nogami, rękami lub głową pod cepy. W Anglii i wielu innych krajach przepisy policyjne wprost nakazują aby każda młocarnia zaopatrzoną była w stosownie urządzone klapy bezpieczeństwa. Klapy te urządzają w sposób najrozmaitszy. Fig. 1 przedstawia urządzenie klapy zamykającej się au-

a nawet więcej siły poruszającej pochłania bierny opór machiny; tego rodzaju młocarnie wtedy tylko mogą ekonomicznie pracować gdy ciągle bez najmniejszego ustanku podchodzi pod bęben tyle zboża ile tenże zmłócić jest w stanie. Ponieważ przy podawaniu ręcznem, w skutek konieczności wykonywania bocznych ruchów rękami, przecięciowo około $^1/_3$ czasu młocki bęben idzie próżno, więc przecięciowa wydajność machiny równa się tylko $^2/_3$ częściom największej wydajności; zatem strata siły poruszającej jest istotnie znaczną, co, łącznie z potrzebą ochrony machiny od szybkiego zużywania się w skutek nieustannych szarpań i drgań powodowanych nierównem podawaniem, skłoniło do wprowadzenia w użycie mechanicznych przyrządów do

Fig 1.



Klapa automatyczna.

tomatycznie. Jak to widać z rysunku, skoro robotnik stanie w zagłębieniu z którego zboże podaje, klapa otwiera się pod ciśnieniem ciężaru ciała robotnika, gdy jednak zagłębienie to opuści choćby na chwilę, klapa natychmiast opada i otwór zupełnie zakrywa.

Fig. 2 objaśnia urządzenie ochrony stałej o wiele tańszej niż poprzednio opisana klapa automatyczna.

Ręczne podawanie zboża w młocarnię nie może być ciągle zupełnie równomiernem wskutek czego bęben bywa kolejno to przeciążonym pracą, to znów biegnie próżno, co jest bardzo niekorzystnem, zwłaszcza przy młóceniu na wielkich kombinowanych młocarniach gdzie 50 do 60%,

nakładania, przy pomocy których podawanie zboża pod bęben iść może bez najmniejszej przerwy warstwą ciągle równej grubości.

Wprawdzie nakładacz mechaniczny zużywa też pewną ilość siły poruszającej, pomimo to jednak przynosi znaczną oszczędność, chroniąc kosztowną machinę od uszkodzeń i szybkiego zużycia, jako też przyspieszając i czyniąc czystszym omłot, zasługuje więc na rozpowszechnienie.

Nakładacze mechaniczne budują się według różnych systemów; wszystkie one mają za zadanie podsuwać pod cepy możebnie równomiernie, ciągle i stale warstwę zboża jednakowej grubości.

Fig. 3 objaśnia urządzenie jednej z licznych konstrukcyj nakładaczy. Zboże rzucane na platformę *F* zostaje pochwycone przez widełki transportera składającego się z listew z widełkami osadzonych na 2 pasach bez końca prowadzonych przez walec *A*. Widełki unoszą zboże i podsuwają je pod regulator zawieszony u góry przyrządu. Zęby wiszące regulatora I i II zgarniają nadmiar zboża i przepuszczają pod sobą taką tylko ilość na jaką nastawionemi zostały.

Należy więc tylko dopilnować aby na platformie *F* nigdy zboża nie brakło, a pod cepy podchodzić będzie zawsze równa ilość zboża. W razie wypadku np. upadnięcia człowieka na platformę *F* ta ostatnia jako na sprężynie osadzona opada i cały przyrząd funkcyjonować przestaje.

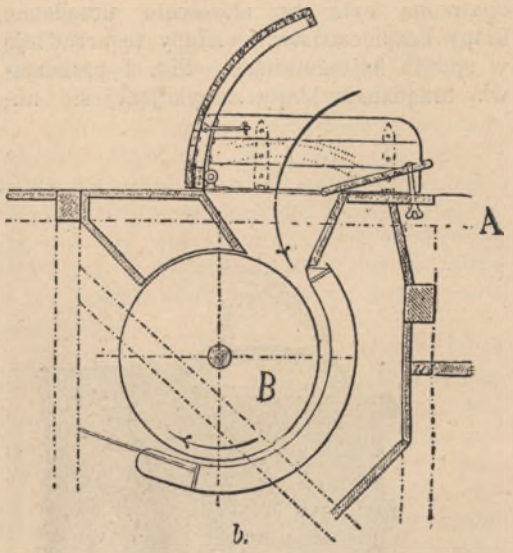
Zamiast pasa z listwami, firma Ruston & Proctor zastosowała w swych podawaczach (fig. 4) szeroki walec drewniany nabity kolcami które zboże chwytają i podsuwają pod wiszący regulator w sposób zupełnie podobny do powyżej opisanego, przez co całe urządzenie zyskało na prostocie.

Fig. 5 przedstawia urządzenie nakładacza firmy Clayton'a i Shuttleworth'a bardzo podobnego do znanych powszechnie wytrząsaczy szufladowych do słomy. Zboże narzucane wpoprzek szufladek *P* (wprawianych w ruch trzęsiony przez korbę *M*) rozpościera się i zostaje podsuwanem pod regulator *L* zaopatrzony zębami zgarniającemi *c*.

Po pochyłej desce umieszczonej pod spodem wstrząsaczy staczają się opadłe kłosy i ziarno wprost w bęben młocarni. Rączka *U* służy do natychmiastowego powstrzymania ruchu całego przyrządu. Chcąc podawać ręcznie, należy otworzyć drzwiczki *N*, wysunąć deskę *E* i puszczać zboże jak zwykle.

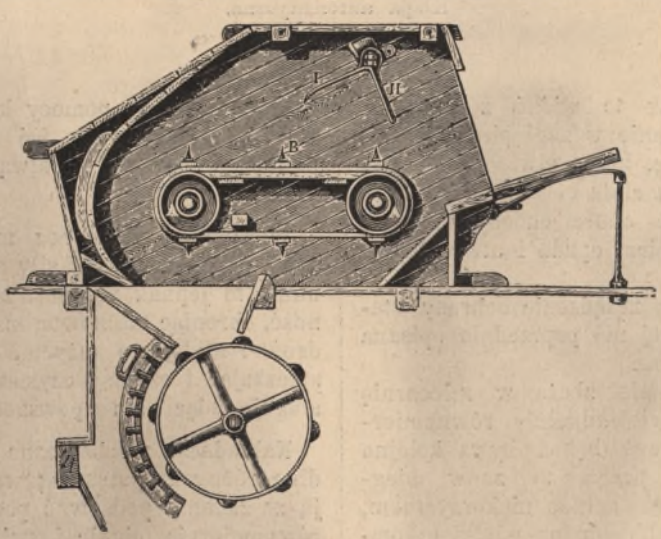
Nakładacze potrzebują siły od 0,5—0,75 koni parowych czyli średnio około 10% całej siły potrzebnej do poruszania młocarni. Według doświadczeń w Taunton, przy użyciu nakładaczy mechanicznych taż sama młocarnia wymłaca więcej na każdą siłę konia parowego i godzinę pracy o

Fig. 2.



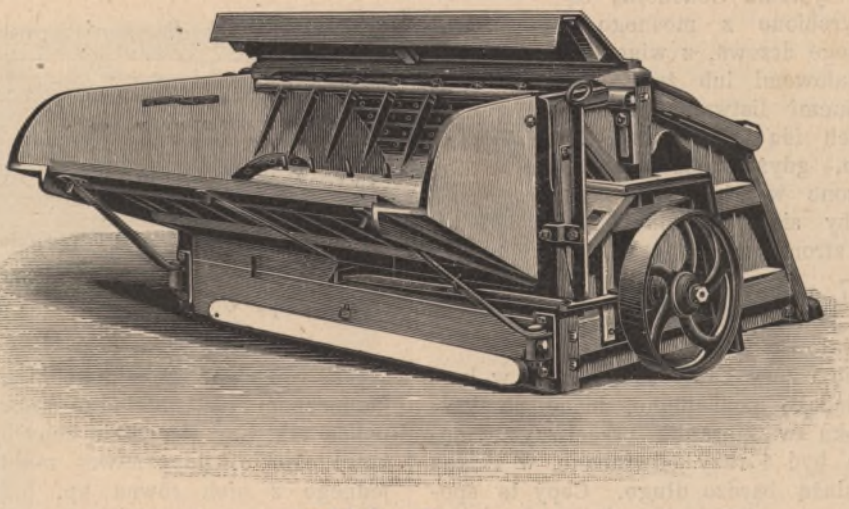
Ochrona stała.

Fig. 3.



Nakładacz z transporterem

Fig. 4.



Nakładacz Rustona.

53—163 *kg* snopów czyli 11—34% więcej niż przy nakładaniu ręcznem.

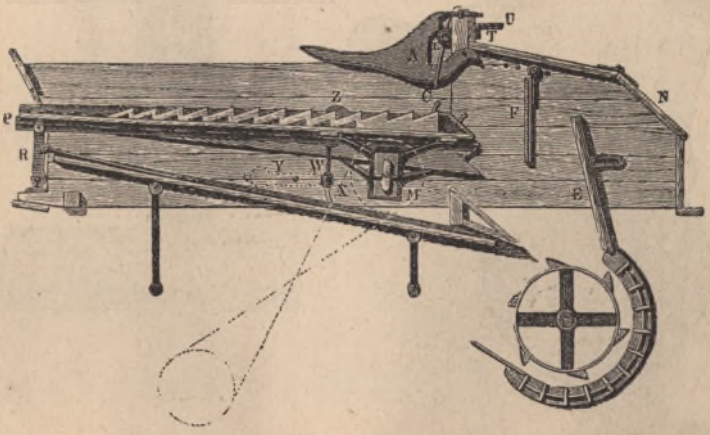
Najważniejszą część młocarni stanowi właściwy przyrząd młócący t. j. bęben i klepisko od dobrego urządzenia których zależy tak czystość omłotu, wydajność pracy, jako też lekki bieg i trwałość machiny.

Bęben powinien być zbudowany nadzwyczaj mocno, najlepiej wyłącznie z żelaza kutego lub stali i troskliwie zrównoważony czyli wybalansowany. Zależnie od systemu jakiego trzymano się przy budowie bębna, młocarnie dzielą się na cepowe, inaczej zwane bijakowemi (szkockie) i sztyftowe (amerykańskie).

W młocarniach systemu cepowego bęben składa się z wału czyli osi, na której osadzono dwie lub więcej tarcz, połączonych na obwodzie listwami (cepami) równoległemi do osi bębna.

Cepy mogą być gładkie lub karbowane. Cepy gładkie wymłacają zboże przeważnie uderzeniem, karbowane głównie tarciem; pierwsze wymagają mniej siły lecz ziarno suche często przetrącają, drugie używane głównie tam, gdzie większa siła jest do rozporządzenia, wydają ziarno mniej uszkodzone. Wadą ich jest że się prędko ścierają, a co gorzej — ścierają nierówno, a wtedy źle młócą.

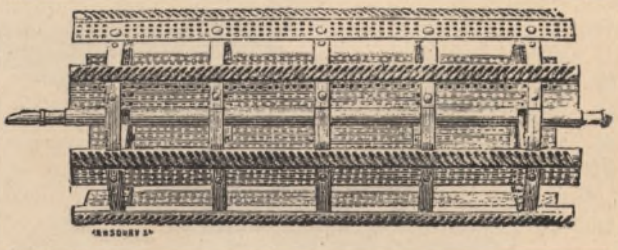
Fig. 5.



Nakładacz Claytona.

Fig. 6 przedstawia cepy karbowane systemu Gouchera; są one wyrobione z mocnego i sprężystego drzewa, z wierzchu obite stalowemi lub żelaznemi karbowanemi listwami. Karby na cepach idą to w prawo, to w lewo, gdyż inaczej zboże wpuszczone w młocarnię, gromadziłoby się po jednej lub drugiej stronie takowej.

Fig. 6.



Cepy Gouchera.

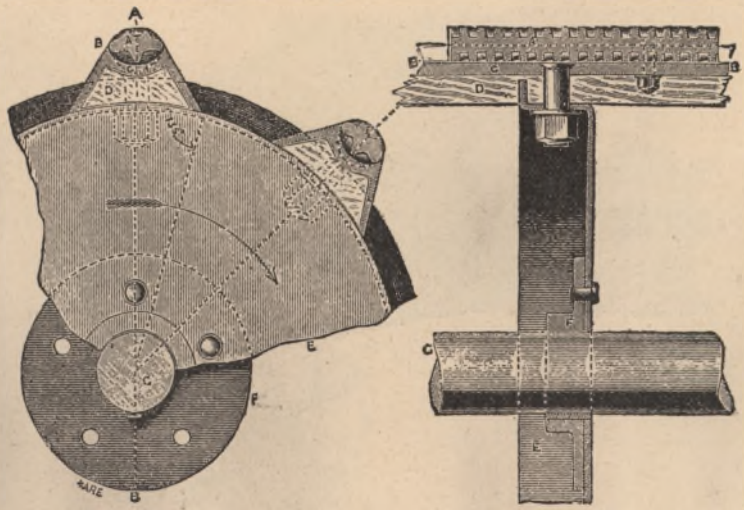
Fig. 7 przedstawia cepy systemu „Garrett-Ellis'a“; są to cepy cało stalowe, mające wszystkie cztery kanty zaopatrzone w karbiki, głęboko ponacinane, idące na każdym boku w kierunku przeciwnym, mogą więc być 4 razy odwracane, w skutek czego służą bardzo długo. Cepy te spoczywają na podkładach podłużnych, wyrobionych z walcowanej stali w kształcie litery **M**, przymocowanych nieruchomo do szajb bocznych. Wewnętrzna strona podkładów wypełniona jest drzewem w celu zapobieżenia nagromadzaniu się kurzu i brudu, co mogłoby naruszyć równowagę bębna. Skoro się cepy podedrą z jednej strony, odwraca się je w drugą, bez poruszania podkładów podłużnych z miejsca.

Oprócz opisanych powyżej istnieje wiele jeszcze różnych odmian cepów karbowanych, którym to odmianom wyrabiające je fabryki przypisują różne cudowne przymioty.

Dla równego, spokojnego biegu machiny koniecznem jest dokładne zrównoważenie bębna tak, aby wszystkie cepy były jednakowo ciężkie, gdyż nawet mała nadwaga jednego z nich równa np. 0,2 *kg* przy 1,000 obrotach na minutę bębna, o średnicy 50 *cm*, wytworzy siłę odśrodkową równą 56 *kg*, która przy każdym obrocie targa bęben to w tę, to w przeciwną stronę, przez co nie tylko całą machinę wprawia w drganie, lecz zwiększając nadmiernie tarcie w panewkach, powoduje grzanie się ich i nierówne wycieranie się walców.

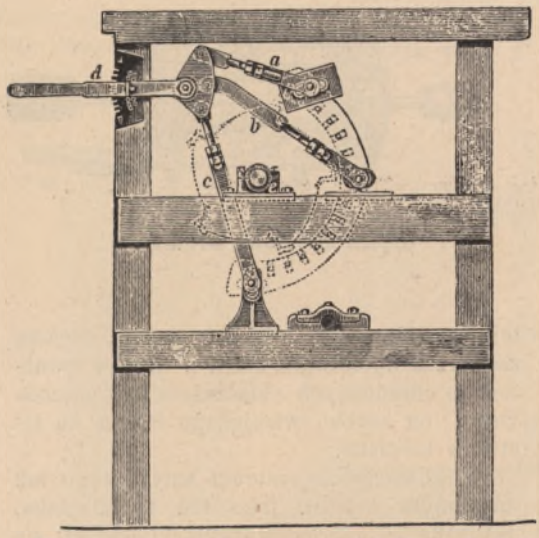
Bęben powinien robić od 600 — 1,000 a nawet do 1,200 obrotów na minutę, a to zależnie od średnicy jaką posiada; im średnica jest mniejszą, tem szybciej bęben obracać się musi, gdyż chodzi tu głównie o uzyskanie należytej szybkości na obwo-

Fig. 7.



Cepy Garret-Ellisa.

Fig. 8.



Nastawianie klepiska za pomocą dźwigni.

dzie, która, jak to z licznych doświadczeń wypośrodkowano, wynosić powinna 4,500 do 5,000 stóp na minutę, przy mniejszej bowiem szybkości, każde zwolnienie chodu koni w kieracie lub ślizganie się pasa odbija się szkodliwie na czystości omłotu.

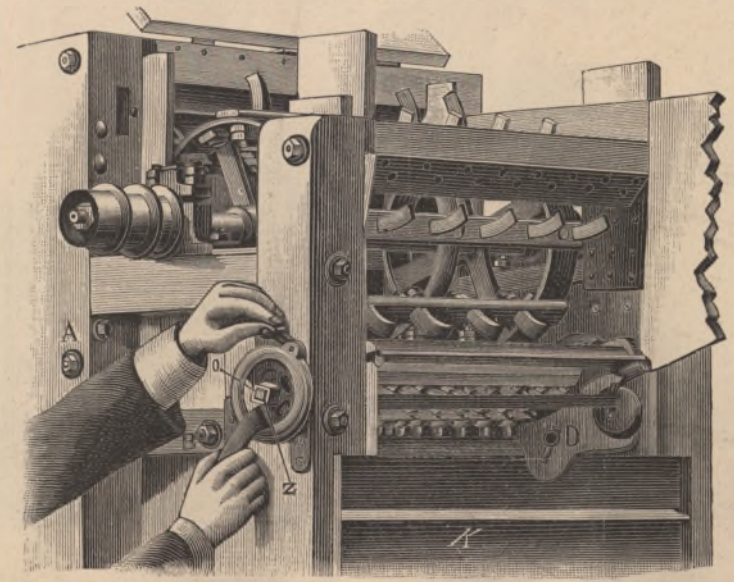
Szerokość bębna zależy od ilości omłotu dziennego na jaki młocarnia obliczoną została, jako też i od tego, czy zboże podawać się w nią ma kłosami naprzód czyli prostopadle do osi bębna, czy też bokiem, to jest równolegle do osi bębna; w tym ostatnim razie szerokość młocarni t. zw. *szerokomłotnej* wynosić musi co najmniej 150 *cm*; w pierwszym zaś, zależnie od siły motoru, wynosić może od 40 *cm* i wyżej.

Młocarnie szerokomłotne wydają słomę znacznie mniej zmiętą i potarganą, dlatego w krajach gdzie istnieje znaczny popyt na słomę prostą, znalazły szerokie rozpowszechnienie.

Połowę do $^2/_3$ bębna otacza t. zw. klepisko, przytwierdzone śrubami do korpusu młocarni, a składające się z równoległych do osi bębna sztab żelaznych lanych (zaopatrzonych w stosowne otwory), lub, co lepiej, ze sztab kutych, przewleczonych na poprzek grubym drutem, co razem tworzy rodzaj kraty lub kosza, przez otwory którego wypadają ziarna, jakie bęben z kłosów wykrusza w czasie przesuwania się po klepisku młóconego zboża. Klepisko może być jednostajne lub składać się z dwóch części złączonych zawiasami, które niezależnie od siebie do bębna dosuwać, lub odeń odsuwać można.

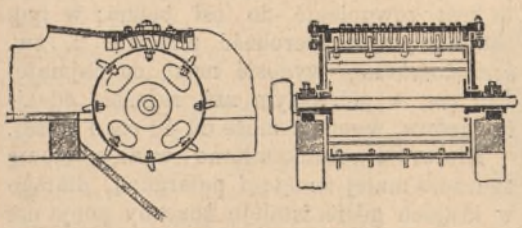
Ponieważ właściwe dosunięcie klepiska do bębna w wysokim stopniu wpływa na jakość omłotu, przeto obmyślono wiele przyrządów ułatwiających regulowanie oddalenia klepiska od bębna, używając w tym celu śrub nastawnych (t. zw. stelśrub) z mutrami

Fig. 9.



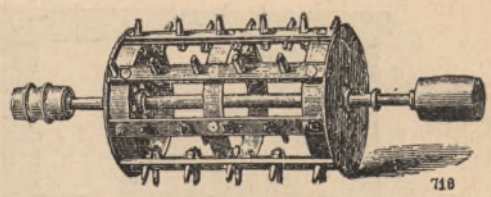
Nastawianie klepiska za pomocą ekscentryka.

Fig. 10.



Bęben sztyftowy pełny.

Fig. 11.



Bęben sztyftowy otwarty.

dokręcanemi kluczem, lub stosownie doprawionemi krążkami; ekscentryków, dźwigni, rączek itp.

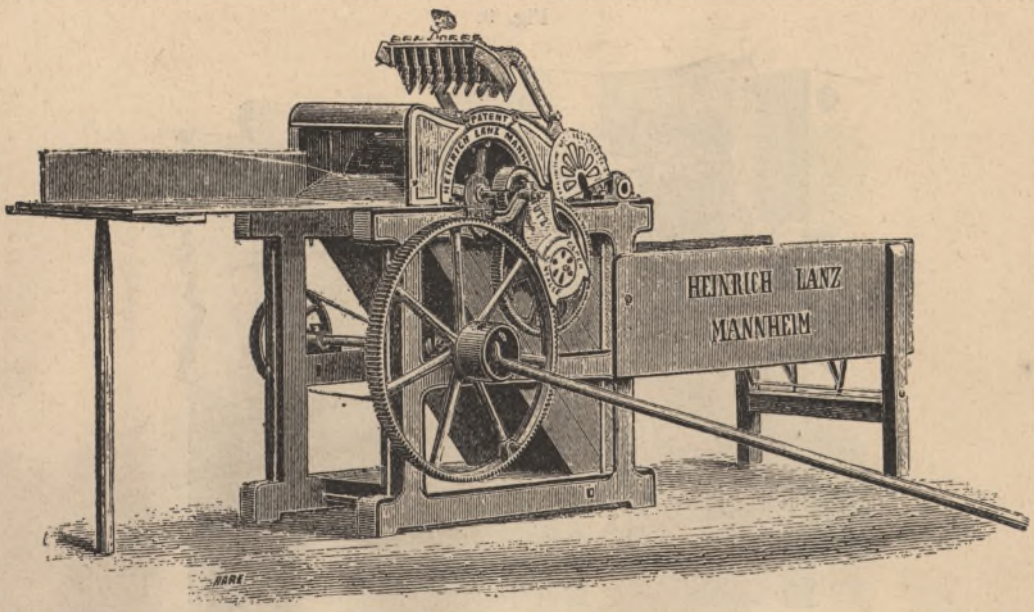
Fig. 8 przedstawia urządzenie do nastawiania za pomocą dźwigni.

Fig. 9 przedstawia przyrząd zastosowany w młocarniach sztyftowych wyrobu wiedeńskiej fabryki Claytona & Shuttlewortha. Klepisko obraca się na przeciągniętym w poprzek młocarni pręcie *A*. Przesuwając rękojeść w kierunku litery *o* lub *z*, klepisko pod działaniem mimośrodu *c* na podstawę *D* przysuwa się lub odsuwa od bębna, poczem podstawę *D* unieruchomia się za pomocą zewnętrznych śrub *B*.

Omłot w młocarniach cepowych odbywa się częścią przez wybijanie ziarn w skutek bezpośrednich uderzeń cepów, częścią zaś przez wycieranie ziarn z kłosów gwałtownie odrzucanych działaniem siły odśrodkowej od szybko wirującego bębna ku listwom klepiska.

W młocarniach systemu sztyftowego tak na samym bębnie, jako też na klepisku, osadzone są szeregi wzajem mijających się zębów. Bębny sztyftowe robią bądź to pełne, bądź otwarte. Bębny pełne mogą być lekkie, zwinięte z mocnej blachy żelaznej, jak np. przedstawiony na fig. 10 lub też ciężkie, wyrobione z grubego drzewa obitego z wierzchu blachą; bębny ciężkie działają na sposób kół rozpędowych, podtrzymując równomierny bieg machiny. Sztyfty przechodzą na wskroś i z wewnątrz

Fig. 12.



Klepisko Lanza automatycznie podnoszące się.

są umocowane mutrami, lub wkręcane w drzewo jak holcśruby. W razie obluzowania się sztyfta w bębnie pełnym, należyte przymocowanie go przedstawia wiele

równowagę i szarpią przy obrocie, obecnie więc coraz bardziej rozpowszechniają się o wiele praktyczniejsze w użyciu bębny otwarte (fig. 11). Sztyfty są tu osadzone



Fig. 13. Młocarnia stała Cegielskiego.

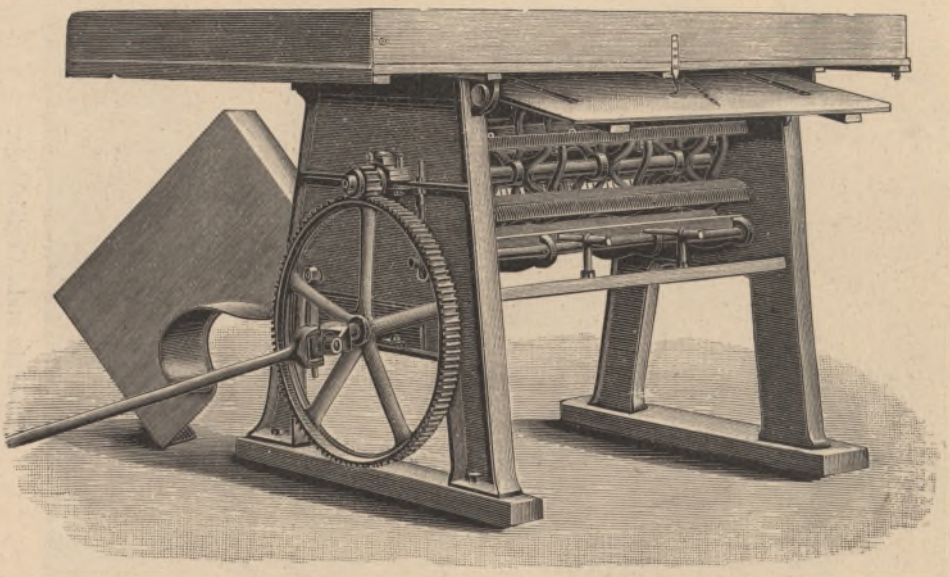
trudności, a manipulowanie kluczem wewnątrz pełnego bębna jest bardzo niedogodnem, w skutek zaś nagromadzania się kurzu i brudu bębny pełne często tracą

w otworach kwadratowych wyciętych w listwach bębnowych i umocowane podwójnemi mutrami, do których dostęp w celu sprawdzenia, czy nie pofolgowały przypad-

kiem, bardzo jest łatwy, ponieważ zaś sprawdzanie stanu muter powinno się odbywać przed każdem puszczeniem w ruch młocarni, dostępność więc muter ważną stanowi zaletę bębnów otwartych w porównaniu z pełnemi; oprócz tego bębny otwarte chciwiej pobierają poddawane im zboże i nie gromadzą na sobie kurzu. Po nad, lub pod bębnem znajduje się wąskie klepisko o 4—5 rzędach sztyftów; oddalenie klepiska od bębna z łatwością regulować można za pomocą śrub nastawnych lub mimośrodów. Młocarnie H. Lanza z Mannheimu (fig. 12) mają klepisko ruchome, podnoszące się automatycznie, w razie nadwciąż przeczesuje, wycierając i wysmykując ziarno z pomiędzy osłon kłosowych; w skutek takiego sposobu działania mniej się ziarn łupie, natomiast słoma wychodzi z pod sztyftówki więcej zmiażdżona niż z pod młocarń cepowych. Im szybciej obraca się bęben, tem więcej ziarn wybije zaraz z początku, tem szerzej może być nastawione klepisko, tem lżej i sporzej się młóci.

Dla tego też najlepiej kupować sztyftówki razem z kieratami specyalnie do obracania sztyftówek budowanymi, a dającymi wielką liczbę obrotów za jednem obejściem koni. Wiele niepowodzeń przy

Fig. 14.



Młocarnia szerokomłotna o działaniu pojedyńczem Lanza.

miernego oporu powstającego w skutek dostania się między sztyfty ciał obcych, nierozkręconych powróseł lub zbyt grubego podania zboża. Urządzenie to chroni bęben od częstych uszkodzeń. Młocka odbywa się między bocznemi powierzchniami sztyftów, mijających się na odległość 4—6 *mm*.

Zanim zboże podsuwane kłosami prosto naprzód dostanie się pomiędzy sztyfty klepiska, już część ziarna zostaje wybitą w skutek uderzeń sztyftów bębna o podsuwane kłosy, następnie nader szybko obracający się bęben sztyftami swemi zboże przeciskające się między sztyftami klepiska

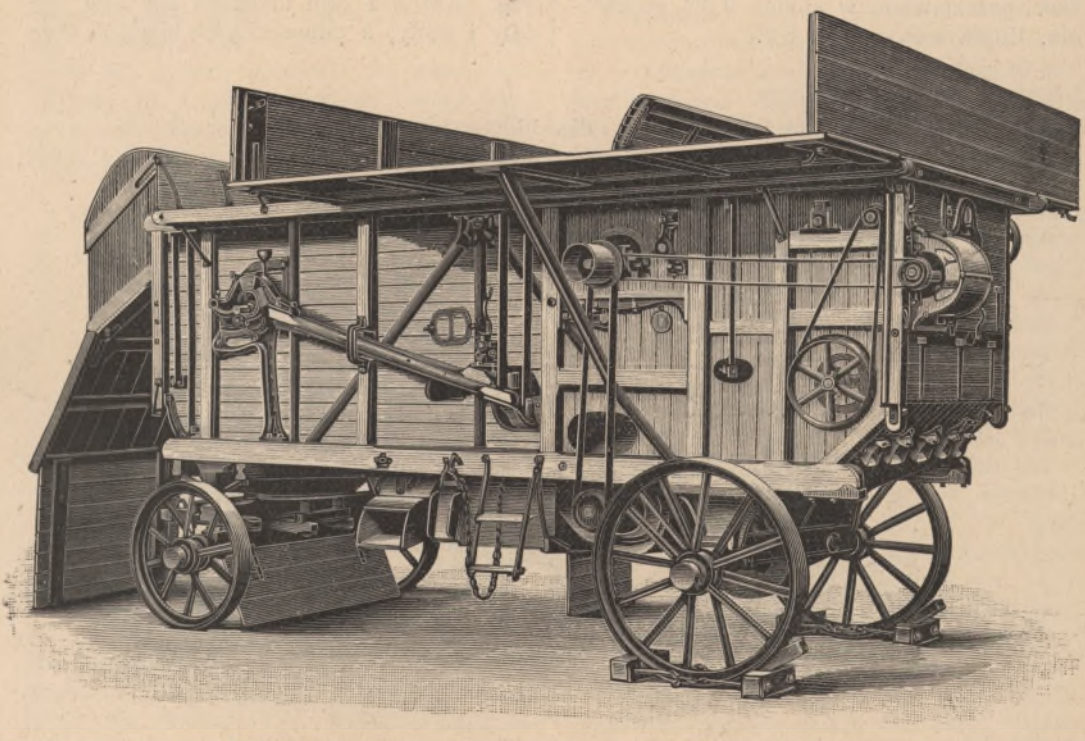
użyciu do młocki sztyftówek przypisać należy zbyt powolnie chodzącym kieratom górnym. Bębny sztyftówek mają zwykle średnicy 35 *cm*, oprócz tego sztyfty wystają jeszcze po nad bęben na 5 — 6 *cm*. Zboże musi być w sztyftówkę podawane koniecznie kłosami zupełnie prosto naprzód, gdyż kłosy podane ukośnie zostają poszarpane, odcięte i niedomłócone, a nadto w skutek nieprawidłowego podawania machina ciężko idzie. Snopy więc przeznaczone do omłotu na sztyftówkach powinny być starannie układane za żniwiarką lub sierpem, a zboże dobrze dosuszone, gdyż zboże mokre źle się młóci, a młocarnie

wtedy idą ciężko i często się psują. Ponieważ zboże musi być prosto podawane, szerokość zatem bębna nie powinna przechodzić miary, przy której podawacz może rozłożyć wygodnie snopek sztorcem do bębna, t. j. wynosić może mniej więcej 45 do 75 *cm*. Do omłotu odmian pszenicy twardo siedzących w plewie, jak np. pszenice jare właściwsze są cepówki.

Doświadczenia porównawcze sztyftówek z cepówkami przekonały, że oba te systemy przy dokładnem odrobieniu machiny, mają klepisko o wiele węższe, w skutek czego słoma hamuje obrót ich bębna tylko na $^1/_5$ do $^1/_7$ obwodu, podczas gdy u cepowych hamowanie to ma miejsce na połowie obwodu a czasem nawet na $^3/_4$ tegoż.

Zdania zasłyszane od praktyków o wyższości jednego systemu nad drugim wypadają bardzo różnie, gdyż powstają zwykle z obserwacyi tej machiny, jaką wypowiadający zdanie, posiada. W jak wysokim zaś stopniu działalność młocarni zależy od jej odrobienia, pouczają dane, zebrane w r.

Fig. 15.



Widok młocarni kombinowanej Rustona i Proctora z boku.

właściwem jej użyciu, a zwłaszcza dostatecznej szybkości obrotu bębna równie dobrze młócą i równie mało ziarn kaleczą. Nowe sztyftówki słomy już tak nie targają jak dawniej budowane, zawsze jednak więcej słomę miętoszą niż młocarnie szerokomłotne.

Doświadczenia przeprowadzane w Svendborg (Dania) wykazały, że ilość wymłotu przypadająca na siłę konia i godzinę u sztyftówek przewyższała prawie o 50% ilość wymłotu otrzymywaną przy użyciu cepówek; tłomaczą to tem, że sztyftówki 1895 na konkursie młocarń kieratowych w Kolonii.

Tak np. co się tyczy czystości omłotu, pozostawiały ziarna w słomie:

	Cepowe		Sztyftowe	
	max.	min.	max.	min.
	w procentach			
przy młocce żyta	2,80	0,00	3,90	1,05
„ „ jęczmienia	4,50	0,40	4,70	0,28

Dawały ziarn potłuczonych:

	Cepowe		Sztyftowe	
	max.	min.	max.	min.
	w procentach			
przy młocce jęczmienia	2,0	1,0	2,0	0,2
przy młocce żyta	8,0	2,0	6,5	2,5

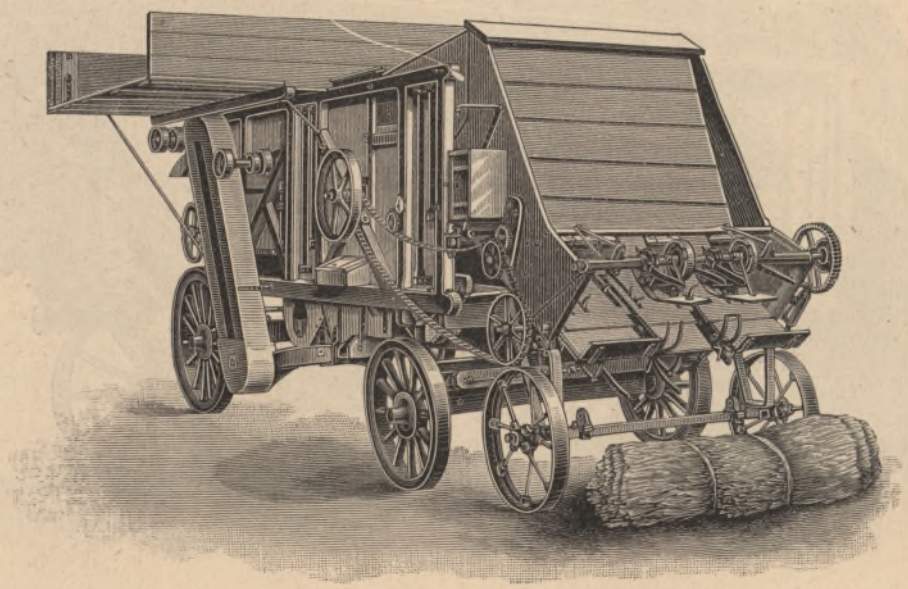
Premiowana cepówka szerokomłotna Fr. Richtera zostawiała w słomie jęczmienia 0,67%, żyta 1,50%, tłukła jęczmienia 1,5%, żyta 2%.

Premiowana sztyftówka Schmidta zostawiała w słomie jęczmienia tylko 0,28%, żyta 1,05%, tłukła jęczmienia 0,2%, żyta 2,5%. Jedna zaś z konkurujących cepówek pozostawiała w słomie 4,5% jęczmienia, tłukła zaś żyta aż 8%!

zaś roboty jest u obu systemów prawie równą, nic dziwnego więc, że się sztyftówki w ostatnich latach coraz więcej rozpowszechniają.

Zależnie od osadzenia klepiska pod lub nad bębnem nazywamy młocarnie dołem lub górą bijącemi, inaczej podsiębiernemi lub nasiębiernemi. W młocarni dołem bijącej zboże pochwycone zostaje przez bęben z góry do dołu gdyż klepisko znajduje się pod dolną połową bębna. U młocarni zaś górą bijącej klepisko znajduje się nad górną częścią bębna, zboże zatem chwytane jest przez bęben z dołu ku górze. Każde z tych urządzeń ma swe zalety i wady; u młocarni górą bijących ziar-

Fig. 16



Wiązacz do słomy

Ostatecznie przyznano z pomiędzy machin konkurujących wyższość i nagrodę zwycięzcy sztyftówce Schmidta.

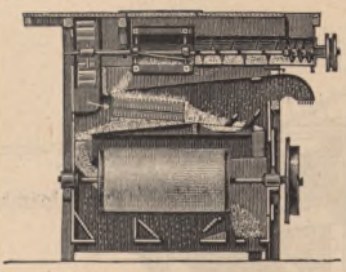
Jeżeli więc tak znaczne różnice zachodziły w machinach przedstawionych do konkursu, cóż dopiero zdarzać się musi w zwykłych młocarniach budowanych na handel; nic więc dziwnego, że zdania o wyższości systemów wypadają tak różnie. Bezstronnie jednak mówiąc przyznać wypada, że sztyftówki pracują sporzej, idą lżej, łatwiej w nich założyć złamany ząb, niż dorobić nowy cep u cepówek; jakość

no pada bliżej bębna, wskutek czego mniej się go dostaje do słomy, którą też łatwiej można dokładnie wytrząsnąć; młocarnie nasiębierne mniej są narażone na uszkodzenia wskutek dostania się pod cepy wraz z podawanem zbożem jakiegobądź ciała twardego gdyż przy podawaniu zboża w kierunku ku górze, ciała obce staczają się ku podawaczowi co jest ważnem dla okolic kamienistych. Nakoniec w skutek trudniejszego podawania w machinę zwykle zboże cieniej idzie pod bęben i dlatego czyściej się omłaca, z drugiej jednak

strony podsuwanie zboża ku górze jest niewątpliwie trudniejszem, stąd obsługa młocarń górą młócących wymaga zręczniejszego i pilniejszego nakładacza, tem więcej że puszczanie w nią snopów potarganych, zgrabów, t. zw. targanu lub luzów jest rzeczywiście trudnem i w skutek tego przeciętna wydajność pracy młocarń nasiębiernych jest zwykle o 10—15% mniejszą niż wydajność młocarń dołem bijących takichże rozmiarów.

Przy umieszczeniu klepiska na dole ziarno więcej się rozpryska i ze słomą miesza, wskutek tego zachodzi potrzeba zaopatrywania młocarń dołem bijących w dłuższe wytrząsacze. Młocarnie podsiębierne łatwiej ulegają uszkodzeniu w skutek wpadania ciał obcych, ponieważ zaś zboże tak chciwie pobierają że prawie wydzierają je z rąk podawacza, łatwo więc mieć może miejsce zbyt grube poddawanie zboża pod bęben, a skutkiem tego omłot

Fig. 17.



Bukownik i sortownik.

nie dość czysty, natomiast skutkiem zsuwania się zboża w dół nakładanie jest łatwe, nie wymaga więc wielkiej zręczności a wskutek tego i wydajność pracy znacznie się zwiększa.

Słoma wypadająca z pod bębna młocarni zawiera w sobie zwykle niemało ziarn wprawdzie wytartych już z kłosów, lecz ze słomą pomieszanych; musi więc być przedewszystkiem dokładnie przetrząśniętą, a dopiero następnie od młocarni odsuniętą; czynność tę spełnia się przy użyciu wideł, lub mechanicznie przy pomocy t. zw. wytrząsaczy których istnieją liczne systemy. W tym celu używają np. rodzaju rusztu z listew drewnianych przymocowanych poprzecznie do dwóch rzemieni bez końca prowadzonych przez walce; przy obrocie rusztu ziarna wypadają przez otwory między listwami, a słoma odprowadza się dalej po za ruszt. Albo też wielkich sit płaskich, nieco pochyłych, osadzonych na sprężynach; sitom nadaje się ruch kołyszący i trzęsący, ziarno wypada otworami, a słoma zsuwa się po powierzchni sit. Sita te słomę dobrze odprowadzają, lecz zbyt mało ją wytrząsają.

Niektóre fabryki budują wytrząsacze palczaste, urządzone w ten sposób, że po nad rusztem w pewnych odstępach znajdują się poprzeczne listwy zaopatrzone w palce, które kolejno to opadają, to podnoszą się uderzając w słomę; przetrząsacze działają zadawalniająco i przytem bardzo niewiele siły wymagają.

Najbardziej jednak rozpowszechnionemi przy młocarniach europejskich konstruktorów są wytrząsacze szufladkowe, inaczej zwane klawiszowymi. Składają się one z pewnej liczby podłużnych korytek bez dna, z wierzchu obitych trójkątnemi drewnianemi listewkami w ten sposób, że pomiędzy listewkami pozostają małe przestworki któremi ziarno, zgoniny i plewy przelatywać mogą; korytka te osadzone pochyło i równolegle obok siebie umocowane są w jednym końcu na żelaznych strzemionach, w drugim zaś przymocowane do ramion żelaznych opatrzonych panewkami. Panewki te obejmują wał żelazny tyle razy wykrępowany z ilu przetrząsacz składa się korytek; każde więc wykrępowane stanowi oddzielną korbę wszystkie zaś razem mają oś wspólną. Tym sposobem korytka nietylko w górę podrzucane zostają, lecz nadto unosząc się jednocześnie posuwają się naprzód. Korytka wznoszą się i opadają naprzemian.

Długość wytrząsaczy wynosi zwykle 2—3 *m*.

Szufladki robią 150 — 250 podwójnych ruchów na minutę z których każdy posuwa słomę naprzód o wysokość skoku korby; ponieważ skok ten wynosi zwykle około 7 *cm*, więc słoma na całej długości wytrząsaczy otrzymuje 28—42 uderzeń i wytrząsa się doskonale. Ruch wytrząsacza nie powinien być jednak nadmiernie szybki, aby podrzucona słoma zdążyła spaść zanim na nowo podrzuconą zostanie. Dla zapobiegnięcia zbyt szybkiemu przesuwaniu się słomy przez wytrząsacze zwieszają się w poprzek korytek płócienne fartuchy lub blaszane zastawki powstrzymujące ruch słomy naprzód.

Dla osiągnięcia spokojnego ruchu machiny ważnem jest aby waga idących jednocześnie w górę szufladek równała się

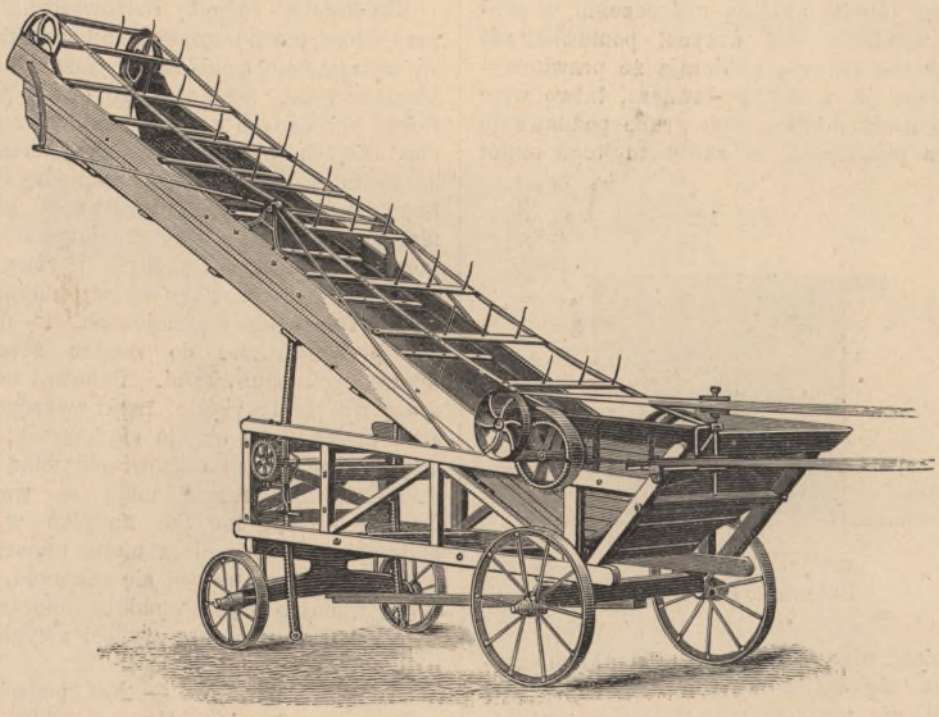
ściśle wadze opadających; przy nieparzystej więc liczbie szufladek, ciężar pojedynczych korytek nie może być jednakowy.

Ponieważ smarowanie panewek osadzonych w środku machiny w miejscach wykrępowania wału jest dość kłopotliwem, a nadto z powodu ogromnego kurzu jaki w tem miejscu machiny zwykle się formuje, przy niedbalstwie karbowych wały krępowane zwykle dość szybko się wycierają, przeto Ruston i Proctor w swych parowych młocarniach, a M. Wolski z Lublina w kie-

Młocarnie mogą być stale do jednego miejsca przymocowane lub też tak urządzone, że się z łatwością z miejsca na miejsce przenosić lub przewozić dają; z tego więc względu rozróżniamy młocarnie stałe, przenośne i przewoźne.

Młocarnie stałe (fig. 13) ustawiają zwykle w stodole na piąterku dla umieszczenia pod nią wialni, kierat w takim razie ustawiony pod kątem znajduje pomieszczenie w obocznej szopie. Trwałe osadzenie

Fig. 18.



Elewator.

ratowych, do poruszania wytrząsaczy stosują zamiast wałów krępowanych ekscentryki czyli mimośrody osadzone zewnątrz młocarni. Urządzenie to wprawdzie wymaga nieco większej siły poruszającej, lecz przez ułatwiony dostęp do smarowania czyni całe urządzenie o wiele trwalszem, a reperacye prostszemi i tańszemi.

Niekiedy po za wytrząsaczami dodają listwę poprzeczną zaopatrzoną w szereg palców które słomę schodzącą już z wytrząsaczy raz jeszcze silnie uderzają i wstrząsają.

młocarni na silnem wiązaniu pod dachem niezaprzeczenie przyczynia się niemało do trwałości machiny, a możność urządzenia zamykanych komórek na ziarno i plewy, najlepiej chroni ziarno od kradzieży, szopa zaś ochrania konie od szkodliwego wpływu szarug jesiennych i zimowych zamieci; z drugiej jednak strony konieczność dowożenia wszystkiego zboża do młocarni stałej na folwarku większej rozległości, powoduje znaczne zużycie robocizny sprzężajnej i ręcznej, co podnosi ogólne koszta wymłotu dość znacznie.

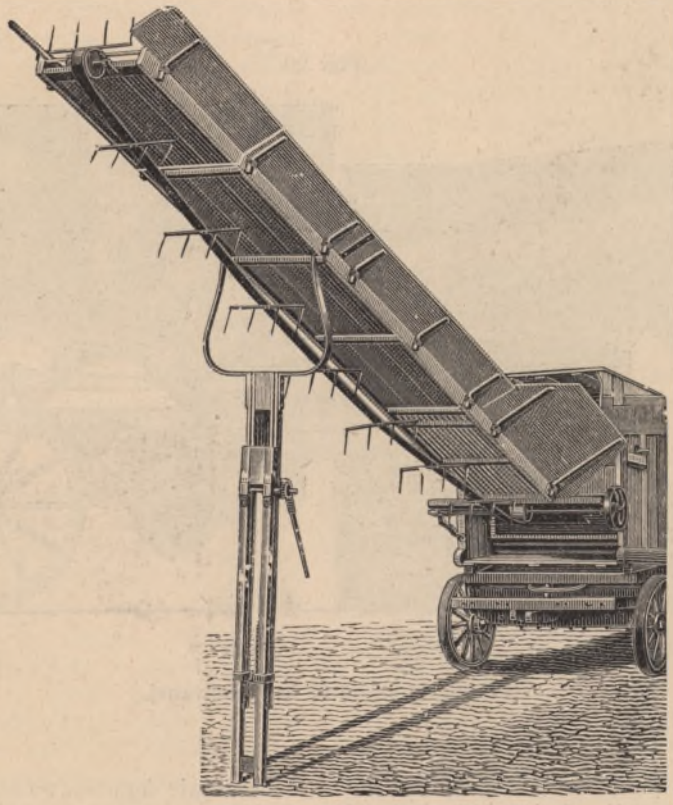
Młocarnie stałe budowane są jako prawe lub lewe, o czem pamiętać należy kupując młocarnię, którą zamierzamy ustawić w pewnem danem miejscu stodoły, lub dokupując do już ustawionego kieratu; młocarnią prawą zowiemy taką, która, jeśli patrzeć na nią od strony maneżu, w prawą stronę słomę wyrzuca, lewa zaś wyrzuca słomę w stronę przeciwną.

Posiadając młocarnię przenośną dowóz zboża do machiny staje się zbytecznym, tuż obok młocarni na klepisku ustawionej.

Ustawiczne przenoszenia nie przyczyniają się wprawdzie do trwałości machiny, lecz oszczędność na czasie, sprzężaju i ludziach używanych do przewózki zboża, jako też wartość wykruszającego się przy przewózkach ziarna są w stanie z lichwą wynagrodzić szybsze zużywanie się machin przenośnych w porównaniu ze stałemi.

Jeszcze dogodniejszemi w użyciu od młocarń przenośnych są młocarnie przewoźne, osadzone na kołach, a sypiące ziarno zwiane wprost do worków; dają się one z łatwością używać do młocki na polu ze stert lub wprost z mendla.

Fig. 19.



Elewator patentowany do słomy.

gdyż młocarnię taką w ciągu kilku godzin z klepiska na klepisko przenieść i wraz z kieratem ustawić można. Młocarnie przenośne są dziś tak budowane, że mogą być ustawione w prawo lub lewo, stosownie do tego, czy z prawego, czy z lewego zasieka, zboże ma być młócone. Zboże spadające wraz z plewami i zgoninami pod młocarnię, od czasu do czasu wygrabia się i przewiewa na wialni ręcznej, carń przenośnych są młocarnie przewoźne,

Wielka ilość fabryk buduje młocarnie najrozmaitszych rozmiarów w zastosowaniu do siły rąk ludzkich, kieratów konnych, motorów parowych, naftowych, wodnych gazowych i elektrycznych. Ze względu na

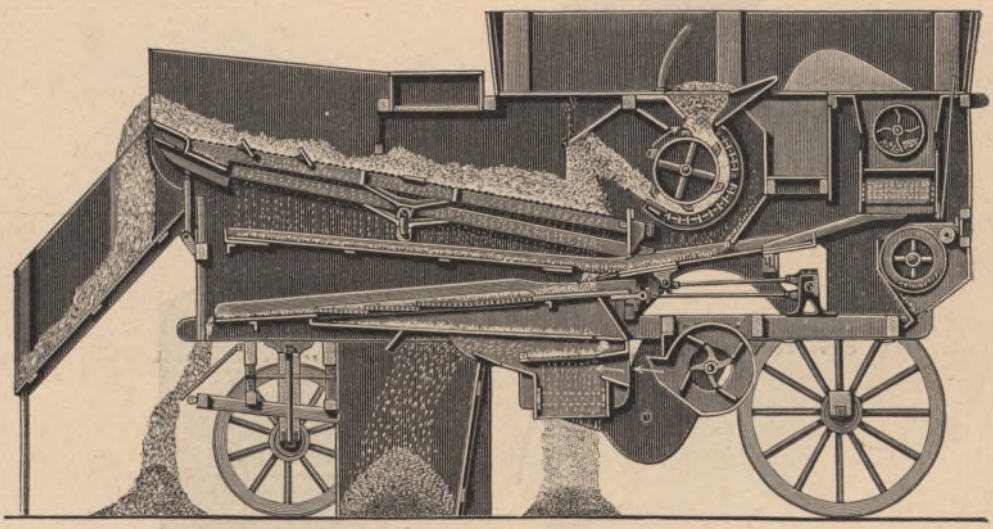
sposób działania wszystkie je podzielić można na: 1) młocarnie o pojedynczem działaniu, to jest wydające ziarno zupełnie z plew i zgonin nieoczyszczone, a tylko z kłosów wytarte 2) młocarnie o działaniu skombinowanem t. j. takie które zboże nie tylko młócą, lecz jednocześnie ziarno dokładnie oczyszczają z plew i wszelkich zanieczyszczeń.

Młocarnie o działaniu pojedynczem składają się najczęściej tylko z przyrządu młócącego t. j. bębna i klepiska osadzonych w silnej ramie (fig. 14) niekiedy zaś oprócz tego posiadają wytrząsacze. Odznaczają się wielką prostotą budowy, siłą, trwałością młynkowaniu, sortowaniu i t. p. czynnościach które młocarnie kombinowane wykonywają za jednym zachodem i drogą mechaniczną.

Młocarnie kombinowane dzielą się na *a*) młocarnie o podwójnem czyszczeniu i sortowaniu, wydające ziarno zupełnie oczyszczone i rozsortowane, *b*) młocarnie o podwójnem czyszczeniu bez sortowania, *c*) młocarnie o pojedynczem czyszczeniu t. j. dające ziarno tylko z plew przewiane.

Młocarnia o działaniu pojedynczem przez postawienie jej na górze i połączeniu z wialnią zmienia się na młocarnię o działaniu kombinowanem.

Fig. 20.



Przecięcie młocarni kombinowanej.

i łatwością obsługi, oraz stosunkowo do zużywanej siły wielką ilością zmłacanego zboża *) natomiast, spełniając tylko część roboty niezbędnej do wydobycia z kłosów i przygotowania na sprzedaż ziarna zbożowego, wymagają wiele pracy przy przenoszeniu omłotu, wianiu, oddzielaniu zgonin,

Młocarnie kombinowane znacznie upraszczają i przyspieszają otrzymanie gotowego na sprzedaż towaru, oszczędzają wiele pracy przy przenoszeniu omłóconego ziarna, czyszczeniu na wialniach, młynkach itp.; natomiast wymagają umiejętnego obejścia się i pilnego dozoru, aby uchronić od uszkodzeń bardzo skomplikowany mechanizm. (Fig. 15 przedstawia widok z boku, fig. zaś 20 przecięcie młocarni kombinowanej).

Zboże pochwycone przez bęben zostaje jak najdokładniej wymłócone, słoma spada z pod bębna na wytrząsacze szufladkowe, które ją po za maszynę na podstawioną pochyło kratę odprowadzają. Ziarno zaś

*) W wielkiem przecięciu przyjąć można, że 4 konie fornalskie pracując stale po 8 godzin na dzień zmłócić mogą: na *cepówce bez wytrząsaczy* do 600 *kg* snopów na godzinę, na takiejże z *wytrząsaczami* 400 *kg*. Na *sztyftówce bez wytrząsaczy* 800 *kg*, z *wytrząsaczami* 600 *kg*, z *wytrząsaczami* i *oczyszczeniem ziarna* tylko 300 *kg*.

tak z pod bębna jako i ze słomy wytrzęsione wraz z plewą i zgoninami, spada na równię pochyłą, umieszczoną pod wytrząsaczami, która je doprowadza do początku pochyłej arfy, poruszającej się w kierunku długości machiny. Po arfie tej, zwykle drewnianej, zsuwają się zgoniny ku przodowi machiny.

Ziarno zaś z plewą zsuwa się po drugiej równi pochyłej znów na sito, gdzie pod działaniem prądu powietrza wychodzącego z wentylatora zostaje z plew oczyszczonem. Siłę wiatru regulować można za pomocą dosuwania klap bocznych przy wentylatorze i podnoszenie lub opuszczanie deski przedniej. W dalszym ciągu ziarno już przewiane spada na sita podwójne z których górne rzadsze oddziela grube zanieczyszczenia jako to: kamyki, grudki ziemi, kawałki niedomłóconych kłosów itp., i na bok je usuwa. Następnie ziarno posuwając się po powierzchni dolnego gęstego sita pozbywa się piasku i drobnych nasion chwastów, poczem dostaje się już wprost do elewatora, który je kubkami blaszanemi w górę podnosi i wpuszcza do bukownika.

Bukownik składa się z rury żelaznej, w połowie długości węższej, w drugiej zaś połowie rozszerzonej lejkowato (fig. 17). Wewnętrzna powierzchnia rury w pierwszej połowie gładka, w drugiej zaś połowie jest rowkowaną podłużnie. Przez całą długość rury przechodzi wał, na którym w pierwszej połowie osadzone są noże w kierunku helissy, w drugiej zaś cztery cepy gładkie. Zadaniem noży jest odcinanie wąsów u jęczmienia, cepów zaś, ostateczne obtarcie plewy z ziarn pszenicy, tudzież wytarcie ziarna z kłosów, któreby się tam niewymłócone dostać mogły. Osadzenie noży w kierunku helissy sprawia, iż ziarno naprzód posuwanem zostaje; celem zaś poddania go silniejszemu naciskowi noży w miejscu, gdzie się noże kończą, a cepy zaczynają, mieści się klapa żelazna z zewnątrz ciężarkiem na drążku przesuwanym obciążyć się dająca. Zwiększywszy obciążenie drążka, klapa wolniej się otwiera, a tym sposobem zboże na dłuższe działanie noży wystawionem zostaje. Ponieważ nie wszystkie gatunki zboża wymagają przepuszczania przez bukownik jako to: groch, rzepak, a zwłaszcza pszenica śniecią dotknięta, zazwyczaj więc umieszcza się przed bukownikiem, w miejscu gdzie takowy ziarno z elewatora odbiera, zasówkę którą odsunąwszy skierujemy zboże wprost w worki, lub w razie potrzeby na sita i sortownik.

Z bukownika ziarno obtarte z plewek i ości przechodzi na drugi przyrząd czyszczący złożony z sit i wentylatora odwiewającego pył, obłamane ości i obtarte plewki, poczem dopiero dostaje się do cylindra sortującego, a z niego wypada wprost w podłożone worki.

Młocarnie kombinowane zwykle osadzają na kołach dla ułatwienia przewozu. Korpus główny związany z mocnego drzewa wzmacniają jeszcze silne wspory żelazne niektóre zaś fabryki jak np. Robey & Co. całe wiązanie budują z winklowego żelaza co powiększa sztywność całego układu.

Oprócz powyżej opisanych urządzeń do niektórych wielkich młocarń kombinowanych, poruszanych siły pary, dodają na żądanie jeszcze następujące przyrządy pomocnicze:

1) przyrząd odsiewający plewy z piasku i pakujący takowe w worki, istotnie ułatwia znacznie odbieranie takowych, składa się z elewatora i skrzynki z wylotami u których zawieszają się worki *).

2) przyrząd do windowania słomy na stertę zwany elewatorem do słomy.

Składa się on zwykle ze skrzynki podłużnej rozsuwanej lub składanej, osadzonej na ramie pochyło i ruchomo tak, że może przybierać różny stopień pochylenia względnie do poziomu. Rama spoczywa najczęściej na czterokołowym wózku. Na dole skrzynki znajduje się blaszany kosz od którego aż do wierzchu idzie pas lub łańcuch bez końca opatrzony grabiami.

Grabie te chwytają słomę i przesuwają do danej wysokości. Elewator ustawia się tak że słoma prosto wpada w kosz skąd ją grabie porywają i na stertę podnoszą. Istnieje wiele odmian elewatorów, dla przykładu podamy rysunki i opis dwóch typów.

Fig. 18 przedstawia elewator urządzony

*) Mówiąc o plewach, wspomnieć musimy o błędnym a powszechnym sposobie przechowywania takowych. Pospolicie plewy wraz z drobniejszą zgoniną z pod młocarni parowej odchodzące, odwożone lub znoszone bywają do stodoły i tam w wielkie kupy składane. Leżąc w wielkich kupach zagrzewają się i tęchną, a nawet pleśnieją, tak iż dobytek jeść ich już nie chce; plewy daleko lepiej przechowywać się dają w niewielkich stożkach słomy, w warstwach nie grubszych nad stopę 1, poprzekładanych słomą; w ten sposób złożone zdrowo aż do wiosny przetrwać mogą. Stożki zwożą się w dzień pogodny i nie wietrzny.

w ten sposób że posuwa słomę po samem dnie skrzynki pod grabiami które ją z wierzchu naciskają, w skutek czego funkcyonować może nawet podczas dość silnego wiatru.

Fig. 19 przedstawia elewator patentowany Simmer'a wyrobu Cegielskiego zawieszany bezpośrednio u młocarni tuż pod wytrząsaczami; nie posiada oddzielnego wózka, jest lekki, zwrotny i daje się użyć przy młocce w stodole do przenoszenia słomy do zasieku. Długość elewatorów wynosi od 7—13 *m*, szerokość 1,2—1,5 *m*, podawać mogą słomę zależnie od długości i pochylenia skrzynki na 5–9 *m*. Użycie elewatora oszczędza robotę kilku ludzi.

3) aparat do wiązania słomy w pęki działający w sposób zupełnie podobny jak przyrządy do wiązania snopów w żniwiarko-wiązałkach z tą różnicą jednak, że wiąże snopy w dwa powrósła szpagatowe. Przyrząd może być stale do młocarni przymocowany lub też jak przedstawiony na fig. 16 osadzony na kołach i tylko w razie potrzeby z młocarnią łączony.

4) niekiedy łączą z młocarnią wielką sieczkarnię która całą ilość słomy tnie odrazu na sieczkę i w worki pakuje, lub z prasą która słomę w bele ściska i wiąże.

5) w krajach gorących, gdzie słoma bywa bardzo twardą, częstokroć łączą z młocarnią przyrząd do miażdżenia i rozrywania słomy, aby ją w ten sposób uczynić miększą i przydatniejszą na paszę; przyrząd taki składa się z jednej lub kilku par walców zębatych.

6) nakoniec niekiedy dodają aparat do wytwarzania światła elektrycznego pędzony tąż lokomobilą co i młocarnia, przy oświetleniu elektrycznem młócą dzień i noc aby korzystając z pogody młockę jaknajprędzej ukończyć i lepiej wyzyskać opał zużywany przez lokomobilę.

Zależnie od rozmiarów, urządzenia oraz ilości przyrządów dodatkowych, młocarnie mogą być pędzone siłą rąk ludzkich, kieratów konnych, machin parowych lub też innych motorów. Stosownie do tego dla jakiej siły poruszającej zostały zbudowane, noszą nazwy młocarń ręcznych, konnych v. kieratowych, parowych itp.

Młocarnie ręczne składają się z samego tylko bębna i klepiska umocowanych w stosownem wiązaniu. Bęben urządzony zwykle według systemu sztyftowego, otrzymuje ruch od dwóch korb ręcznych, przez pośrednictwo dwóch par kół zębatych, które to koła, bezwarunkowo powinny być pokryte osłonami ochronnemi. Klepisko nastawia się za pomocą śrub i przeciwmuter lub, w machinach staranniej zbudowanych, za pomocą kółek nastawnych. Stół miewają przekładany na prawo i lewo. Niektóre fabryki budują młocarnie ręczne z wytrząsaczami do słomy, urządzenie to wszakże nie jest celowi odpowiedniem, gdyż znacznie zwiększa opór bierny machiny; przy małej więc sile poruszającej, ilość omłotu wskutek tego znacznie się zmniejsza.

Dla utrzymania bębna w ruchu możebnie równomiernym każda młocarnia ręczna po-

Fig. 21.

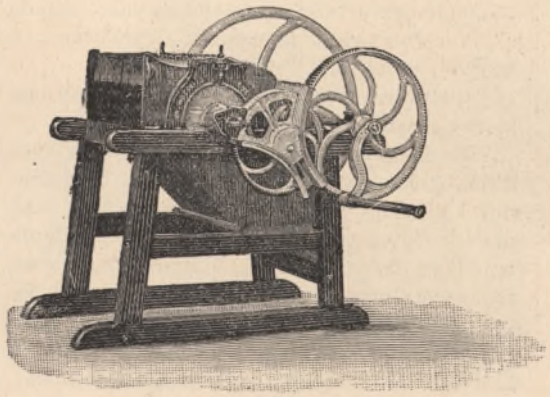
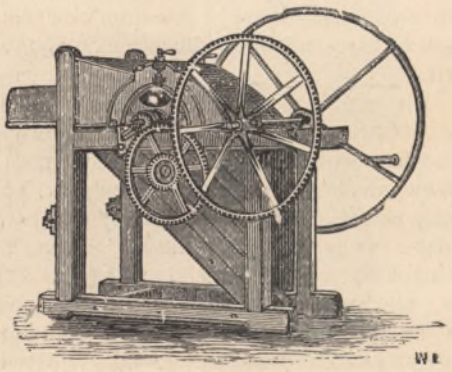


Fig. 22.



winna być zaopatrzoną w koło rozpędowe lub też posiadać bęben dostatecznie ciężki.

Młocarnie poruszane pedałami zawiodły pokładane w nich nadzieje i raczej mogą być uważane za dowcipne zabawki niż za prawdziwie pożyteczne narzędzia gospodarskie.

Fig. 21 przedstawia typ młocarni ręcznej przyjęty przez fabrykę M. Wolskiego w Lublinie, fig. 22 typ wyrabiany przez fabrykę W. Lilpopa w Warszawie.

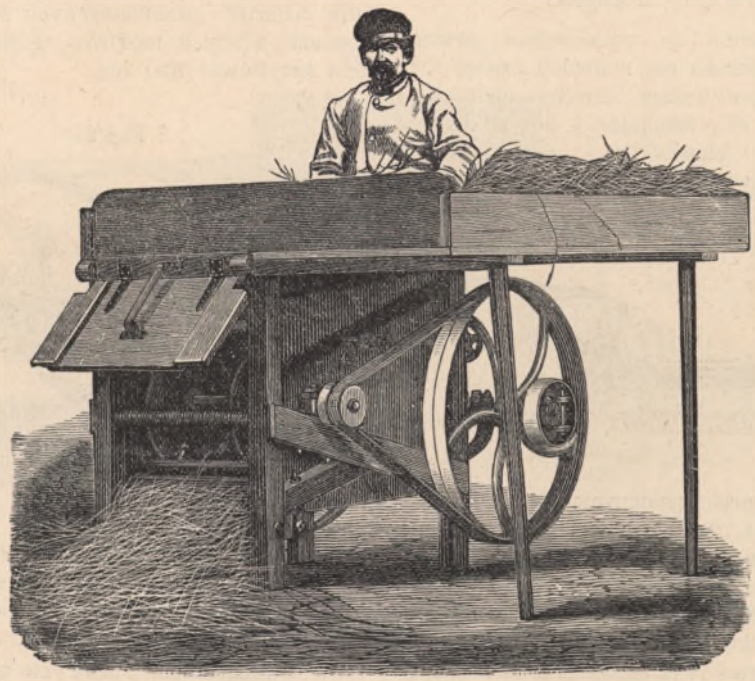
Użycie młocarni ręcznej do młocki zboża zamiast zwykłych cepów przedstawia tę korzyść że jakość roboty nie zależy w tak wysokim stopniu od staranności robotników, dalej że wydajność pracy ludzkiej jest przytem znacznie większą a omłot czystszym, wskutek czego z danej ilości kóp otrzymuje się więcej korcy. Ponieważ szybkość jaką bęben rozwija na swym obwodzie zwykle bywa tylko 12—14 razy większą od szybkości ruchu korb, chcąc przeto młócić czysto należy kręcić korbami bardzo szybko robiąc na minutę 40 do 50 obrotów.

Z powodu konieczności tak szybkiego obrotu dłuższa praca przy korbach jest robotą bardzo wyczerpującą; wymaga więc częstej zmiany robotników zajętych kręceniem.

Średnia wydajność młocarń ręcznych przy użyciu 5—7 robotników zmieniających się kolejno przy korbie wynosi 200—250 *kg* snopów na godzinę; przy większem jednak natężeniu i częstej zmianie robotników kręcących dojść może nawet do 700 *kg*. Według pomiarów Wüst'a bieg próżny młocarni ręcznej pochłania od 0,15—0,23 siły konia parowego *).

Pomimo że młocarnie ręczne zdołały się już w drobnych gospodarstwach włościańskich znacznie rozpowszechnić, to jednak wszędzie tam gdzie się znajduje większa ilość zboża do młocki należy oddać pierwszeństwo młocarniom poruszanym kieratami, z tego też względu większość młocarń ręcznych jest tak urządzoną, że z łatwością daje się zastosować do ruchu kieratowego przy którym wydajność ich znacznie wzrasta.

Fig. 23.



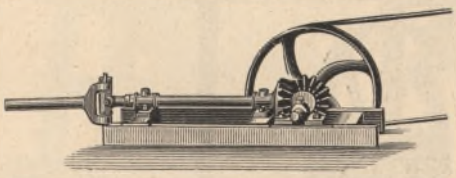
*) Zwykle przyjmują, że siła 1 konia parowego równa się sile 10 ludzi.

Młocarnie kieratowe. Ponieważ przy użyciu do pędzenia młocarni kieratów konnych rozporządzamy siłą o wiele znaczniejszą od siły rąk ludzkich, przeto młocarnie budowane do obrotu kieratowego mogą mieć nie tylko bęben znacznie szerszy, w skutek czego są w pracy wydajniejsze od młocarń ręcznych, lecz nadto, przy dostatecznej sile kieratu mogą być zaopatrzone w przyrządy ułatwiające dokładne oddzielenie ziarn od słomy, plew i zgonin.

Młocarnie kieratowe wyrabiają najrozmaitszych rozmiarów począwszy od małych i prostych potrzebujących do normalnego działania siły tylko 1 lub 2 koni, aż do wielkich kombinowanych pochłaniających siłę kieratów 8 i 10 konnych.

Siła potrzebna do wymłócenia pewnej ilości zboża składa się z dwóch części t. j. 1) z siły pokonywającej bierny opór machiny i 2) z siły niezbędnej do wydzielenia ziarna z kłosów t. j. do właściwej młocki; ponieważ opór bierny nie wzrasta

Fig. 24.

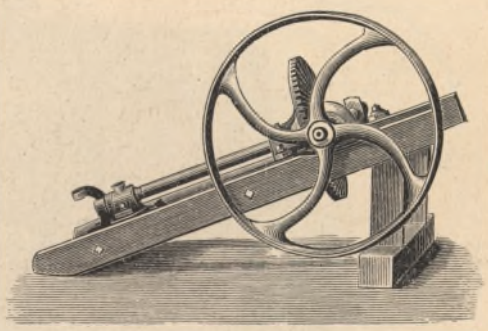


w stosunku wprost proporcyonalnym do szerokości bębna, przeto wydajność młocarń większych jest stosunkowo znaczniejszą, niż wydajność młocarń mniejszych.

Z drugiej jednak strony niezapominajmy że praca kilku koni sprzężonych razem nie wyrównywa bynajmniej sumie pracy tychże koni pojedynczo użytych. Konie pracujące czwórką wywierają siłę $3^1/_4$ koni pojedynczych, szóstką — czterech koni, ósemką—również czterech, a przy dalszem powiększaniu ilości koni nic się prawie nie zyskuje — raczej traci, gdyż konie równo pociągnąć nie mogą i jedne drugim przeszkadzają. Tam więc gdzie młocarnie wymagają większej siły niż 6 koni, tam konie powinny być zastąpione siłą pary, przyczem 1 koń parowy równa się blisko 2 koniom naszym pracującym w pojedynkę; obok tego siła motoru parowego wyrażona w koniach ściśle wyrównywa sumie pojedynczych koni parowych, tak że siła motoru parowego 3 konnego zdolna jest wykonywać pracę sześciu *pojedynczych* koni, dla uzyskania której trzeba byłoby sprządz przynajmniej 12 koni fornalskich.

Młocarnie kieratowe, zwłaszcza większe, powinny być zawsze opatrzone w wytrząsacze, gdyż przez to osiąga się więcej ziarna którego część przy ręcznem wytrząsaniu zazwyczaj ginie. Oprócz wytrząsaczy mogą być zaopatrzone w arfy do zgonin, a nawet w wialnie, sita i inne przyrządy stanowiące części składowe młocarń o działaniu kombinowanem. Bębny młocarń kieratowych wyrabiają bądź to według systemu cepowego, bądź też sztyftowego. Bębny systemu cepowego są niezbędne dla młocarń t. zw. szerokomłotnych *), mających wydawać słomę jaknajmniej pomiętą, prawie prostą — systemu sztyftowego zaś dla młocarń przeznaczonych do obrotu za pomocą słabych motorów, gdyż jak wiadomo sztyftówki lżej idą.

Fig. 25.



Młocarnie otrzymują ruch z kieratu za pomocą transmisyi trybowej lub pasowej; zależnie od tego nazywamy je młocarniami trybowemi lub pasowemi.

W młocarniach trybowych wał bębnowy otrzymuje ruch za pomocą trybu na nim osadzonego zazębiającego się z kołem zębatem umocowanem na drągu transmissyjnym idącym bezpośrednio od kieratu. W pasowych zaś za pomocą pasa idącego z szajby osadzonej na tak zwanej przystawce połączonej drągiem z kieratem.

Obok zwykłych młocarń pasowych fabryka Cegielskiego w Poznaniu wyrabia jeszcze młocarnie różniące się tem od innych, że nie jeden, ale dwa pasy pędzą bę-

*) Próby budowy młocarń sztyftowych wydających słomę prostą pojawiły się dopiero bardzo niedawno w Niemczech, nie przeszły więc jeszcze cgniowej próby szerszej praktyki.

ben i to każdy pas z innej strony młocarni, wskutek czego bęben ma bieg regularniejszy i pasy nie potrzebują być mocno naprężone i nie wywierają na panewki wału bębnowego jednostronnego ciśnienia. Szajby pasowe osadzone są bezpośrednio na samej młocarni (fig. 23).

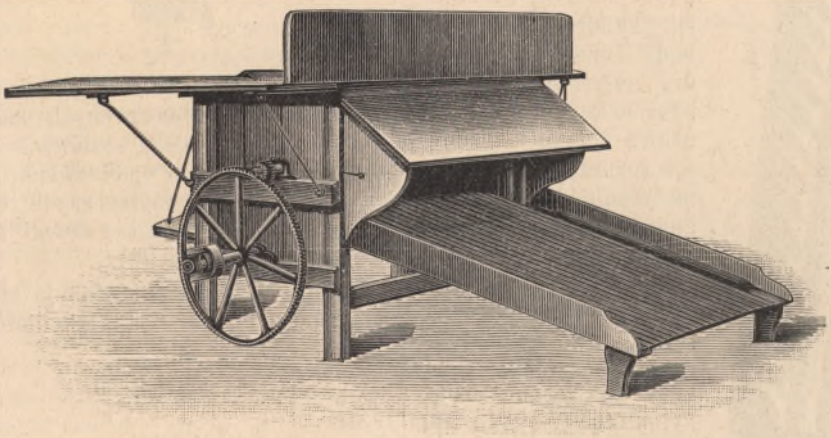
Młocarnie zwykle ustawiają się pod kątem do kieratu; jeśli jednak zachodzi potrzeba ustawienia młocarni w jednej linii prostej z kieratem np. przy ustawieniu młocarni wzdłuż klepiska, wtedy użyć można przystawki zaopatrzonej w zazębienia koniczne lub w tryby i pasy (fig. 25, 24).

Drąg transmisyjny idący od kieratu do przystawki lub młocarni powinien być połączony z kieratem za pomocą łącznika z t. zw. szperradem za pomocą którego dyszli do zaczepiania orczyków służące, w miarę tego czy kierat ma chodzić w lewo lub prawo.

Młocarnie trybowe wymagają od $^1/_4$—$^1/_3$ mniej siły poruszającej aniżeli tychże rozmiarów i przy tejże szybkości obrotów młocarnie pasowe, pracują zatem ekonomiczniej, z drugiej strony częściej ulegają różnym uszkodzeniom, jako to strzaskaniu się cepów, wyłamywaniu zębów w trybach, zgruchotaniu klepiska i t. p.

Młocarnie pasowe idą wprawdzie nieco ciężej, lecz natomiast mają ruch spokojniejszy, równiejszy i mniej są narażone na zepsucia, gdyż przy zmianie chyżości obrotu pas ślizga się po szajbie co ułatwia wprowadzenie machiny w ruch i chroni od uszkodzeń. Przy puszczaniu w ruch młocar-

Fig. 26.



konie w kieracie chodzące, chociażby młocarnia w najszybszem znajdowała się działaniu, w jednej chwili wstrzymane być mogą, gdy bęben pomimo to odbywa w skutek nabytego rozpędu dalej swe obroty, nie przenosząc wszakże ruchu swego na maneż. Szperrad czyni zbytecznem gwałtowne zatrzymywanie dyszli przez poganiających konie i chroni je od uderzeń po nogach dyszlami, co było już nieraz przyczyną smutnych wypadków. Rozumie się, że w młocarni ustawionej na prawo, konie w innym kierunku chodzić muszą niż w młocarni ustawionej na lewo, dla tego też i szperrad ma zęby podwójne, t. j. w prawo i w lewo zwrócone, a klamka (jęczyczek) zaczepiająca o takowe, przekładoną być winna, jak również i haki od ni trybowej, zęby w trybach maneżu znosić muszą ciśnienie o wiele większe niż przy puszczaniu w ruch młocarni pasowej. W młocarniach pasowych w razie napotkania przez bęben niezwykłego oporu, pas sam przez się zwykle spada, w skutek czego niebezpieczeństwo pogruchotania się machiny od razu ustaje, w młocarniach zaś trybowych w takim wypadku zwykle coś pęknąć musi: cep, ząb, tryb lub tym podobnie, dlatego też młocarnie trybowe powinny być koniecznie zaopatrywane w łatwo działające hamulce i łączniki rozprzęgające się automatycznie.

Jako wzór dobrego urządzenia hamulców przytoczyć należy młocarnie wyrabiane przez Fryderyka Richtera w Rathenow (Brandeburgia). Fig. 26 przedstawia

Wojewódzka Publiczna Biblioteka CZYTELNIA w Opolu

młocarnię F. Richtera zwaną „Tryumf“ № 5. Jest to trybówka szerokomłócąca, szerokość bębna wynosi 1650 *mm*, średnica 365 *mm*. Cepy ma winklowe formy przedstawionej na fig. 27 wygięcie na zewnątrz w punkcie *D* części bocznej powierzchni cepów ma zapobiegać nawijaniu się słomy na bęben, kant *b* wystający po nad wierzchnią karbowaną stronę cepa a ściśle równoległy do osi bębna przyczynia się do równego pobierania zboża przez bęben, właściwy zaś kształt karbików dopomaga czystości omłotu. Klepisko stalowe składa się z dwóch części złączonych zawiasami; do nastawiania klepiska służą 3 bolce zapierające się o sprężyny dostatecznie silne do utrzymania klepiska w położeniu prawidłowem przy zwykłych warunkach młocki, skoro jednak pod cepy dostanie się kamień lub jakie bądź inne ciało twarde, natychmiast sprężyny ustępują, klepisko usuwa się, a transmisya rozprzęga się automatycznie, hamując jednocześnie drąg komunikacyjny idący od kieratu.

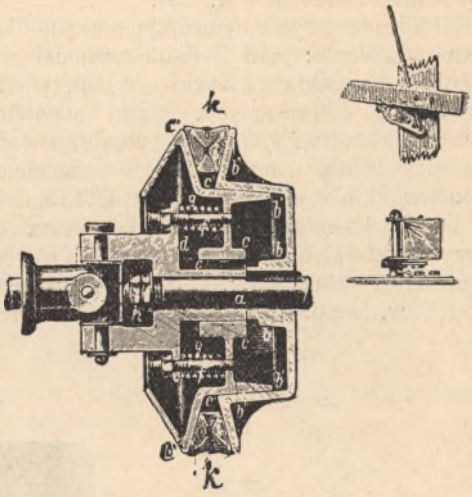
Fig. 27.



Fig. 28 przedstawia szczegółowo całe urządzenie łącznika. Jest to t. zw. łącznik frykcyjny składający się z dwóch wchodzących jedna w drugą misek oznaczonych literami *b* i *c*'. Miska *b* osadzoną jest stale na drągu *a* idącym od kieratu, miska zaś *c*' siedzi na piaście *d* łącznika stawowego znajdującego się na osi wielkiego koła zębatego nadającego ruch bębnowi. Transmisya ruchu z kieratu ma miejsce tylko wtedy gdy obie miski stykają się z sobą; skoro jednak kliny *k* rozsuną je, ruch natychmiast ustaje. Jeżeli pod cepy wpadnie ciało obce, klepisko usuwając się porusza drążki widoczne na fig. 29, drążki wprawiają w ruch hamulec taśmowy którego klinowate części *k* rozsuwają miski i tem samem nie dopuszczają dalszej przesyłki ruchu od kieratu i zarazem hamują oba wały. W razie potrzeby hamulec można wprawić w ruch i ręcznie.

Młocarnia idzie bardzo lekko ponieważ wał bębnowy biega wsparty na 2 szere-

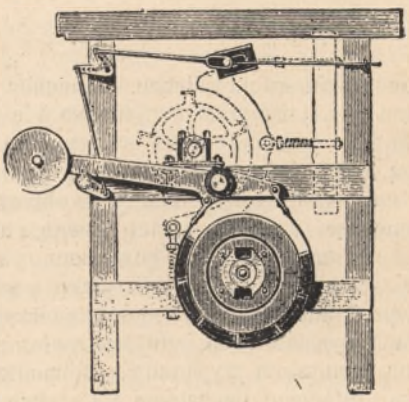
Fig. 28.



gach mocno zahartowanych kulek ułożonych w pierścieniach stalowych. Pierścienie osadzone są w panewkach samosmarnych dobrze zabezpieczonych od kurzu i po zużyciu się łatwo nowemi zastąpionemi być mogą (fig. 30).

Młocarnia Richtera zdobyła sobie pierwszą nagrodę na konkursie młocarń Nie-

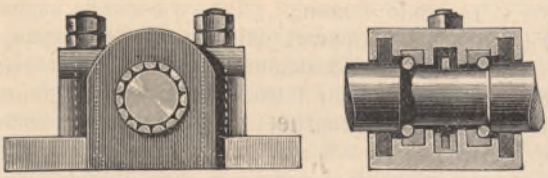
Fig. 29.



mieckiego Towarzystwa Rolniczego w 1895 roku.

Aby zadość uczynić potrzebie gospodarstw zmuszonych skutkiem szczupłości stodół lub odległości pól znaczne ilości zboża

Fig. 30.

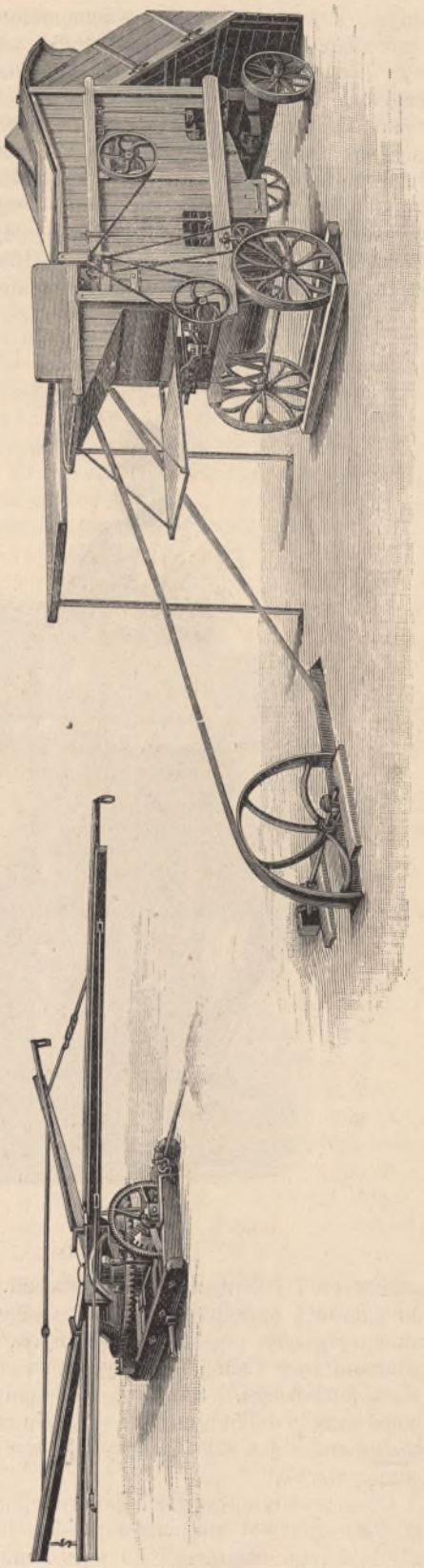


składać w sterty lub szopy polowe, dla których jednak nabycie młocarni parowej z jakichbądź względów mogłoby być zbyt uciążliwem, wiedeńska fabryka Clayton'a i Shutleworth'a już w r. 1877 skonstruowała łatwo przenośny garnitur młocarniany konny, zbudowany zupełnie na podobieństwo wielkich młocarń parowych kombinowanych, tylko o wiele mniejszych rozmiarów i o pojedynczem czyszczeniu ziarna. Młocarnie te zbudowane nader silnie a zwięźle, osadzonemi są wraz z kieratami służącemi do ich poruszania na kołach, skutkiem czego cały garnitur z łatwością w najdalsze pola przeprowadzić się daje i w ciągu 4—5 godzin ustawić na nowem miejscu. Ponieważ młocarnie te ziarno już przewiane sypią za pomocą elewatora czerpakowego wprost do worków, przeto użyte być mogą do młocki w polu czy to ze stert, czy też nawet wprost ze sztyg lub półkopków. Garnitury te okazały się w użyciu bardzo dogodnymi, zwłaszcza przy młocce zboża zaraz po żniwach, oszczędzając w czasie pilnych robót przedsiewnych wiele robocizny, gdyż byle pogoda sprzyjała, tąż samą siłą którąby zużyć potrzeba do zwózki sterty w podwórze do młocarni stałej, tęż stertę omłócić z łatwością można, oszczędzając zarazem część ziarna która przy przewózce wytrząsła by się po drogach a ilość to, zwłaszcza przy zbożu suchem i w czasie suszy sprzątanem, wcale nie mała.

Uznanie jakie zyskały przewoźne garnitury młocarniane skłoniło wielu fabrykantów do naśladowania Clayton'a i obecnie wiele już fabryk zagranicznych i krajowych buduje podobnie urządzone młocarnie.

Fig. 31 przedstawia oryginalną machinę Claytonowską ustawioną do roboty. Młocarnie te oznaczone marką TSP wyrabiają się według systemu sztyftowego w 3 wielkościach o szerokości bębna 18, 22 i 28 cali, szerokość zaś wytrząsaczy dla osiągnięcia większej powierzchni roboczej wynosi 23, 27 i 34 cale. Wiązanie główne

Fig. 31.



mają z drzewa dębowego wzmocnione krytemi rozporami żelaznemi. Bęben sztyftowy odkryty podsiębierny, sztyfty stalowe osadzone w dziurach kwadratowych. Klepisko nastawialne przy pomocy przyrządu mimośrodowego. Wytrząsacze szufladkowe dla ochrony od wiatru i wypryskiwania ziarn górą przykryte wiekiem. Przyrząd czyszczący składa się z wielkiej arfy do oddzielania zgonin, wentylatora i podsiewacza zawierającego sita do oddzielania grubszych i drobnych zanieczyszczeń. Rafa do zgonin i skrzynka z sitami zawieszone na sprężystych prętach drewnianych, wprawianemi są w ruch kołyszący się za pomocą wału korbowego. Elewator czerpakowy umocowany z boku machiny czerpie ziarno zsuwające się z sit i przesypuje w podstawiony worek.

Do wprawienia w ruch potrzebują silnego kieratu 4—6 lub nawet 6—8 konnego, zamiast tego ostatniego do poruszania machiny 28-o calowej lepiej używać lokomobili $1^1/_2$ lub 3 konnej, gdyż w skutek użycia większej i równiej działającej siły, wydajność młocarni znacznie wzrasta. Przy umiejętnem użyciu i troskliwym a przychylnym dozorze, młocarnia taka pracować może długie lata bez znaczniejszych uszkodzeń, przy niedbałem jednak i niechętnem obejściu się szybko bardzo podlega zrujnowaniu lub nawet od razu psuje się zupełnie.

Fig. 32



Przed nabyciem więc młocarni kombinowanej konnej należy się pilnie zastanowić czy będziemy w stanie zapewnić jej podczas działania niezbędną opiekę i przychylne obejście się obsługi, gdyż w razie przeciwnym szkoda wydawać znacznej kwoty pieniędzy na kupno machiny, która acz niezaprzeczenie dobra, rychło ulegnie zepsuciu w niedbałych rękach. W takich więc warunkach najwłaściwiej poprzestać na jaknajmniej skomplikowanej machinie o poje-

dynczem działaniu, byle nadzwyczaj mocno i trwale zbudowanej.

Ponieważ jak zaznaczyliśmy powyżej, młocarnie należą do najbardziej rozpowszechnionych machin gospodarskich, przeto ogromna ilość fabryk zajętą jest wyrobem młocarń przeróżnych rozmiarów i typów.

Opisanie poszczególnych konstrukcyj wszystkich tych fabrykatów przeszłoby o wiele ramy niniejszej pracy; ograniczymy się więc na podaniu rysunków i krótkiego opisu najwięcej u nas rozpowszechnionych młocarń.

Większość młocarń kieratowych używanych obecnie w kraju pochodzi z fabryk: H. Cegielskiego z Poznania, W. Lilpopa z Warszawy, M. Wolskiego z Lublina, Claytona & Shuttleworth'a z Wiednia, Beermana z Berlina i Braci Epple z Buxbaum.

kładającym. Stół można zakładać z prawej lub lewej strony młocarni. Bęben cały z kutego żelaza posiada 6 cepów poprzecznie karbowanych, składających się każdy z 2 części, skutkiem czego po zużyciu się górnych części odnawia się nie cały cep, lecz tylko górną jego połowę. Klepisko składa się z 2 części złączonych zawiasami.

Młocarnie № 4 i № 5 mają całe klepisko z kutego żelaza. Nastawianie klepiska odbywa się za pomocą kółek rękojeściowych na zewnątrz młocarni umieszczonych. Postument w którym mieści się cały mechanizm jest zrobiony z drzewa twardego a ścianki wewnątrz mocną blachą żelazną wybite. Koła trybowe widoczne na rycinie pokrywają się zasłoną ochronną z desek.

Młocarnie pasowe (porównaj rycinę № 13)

Fig. 33.

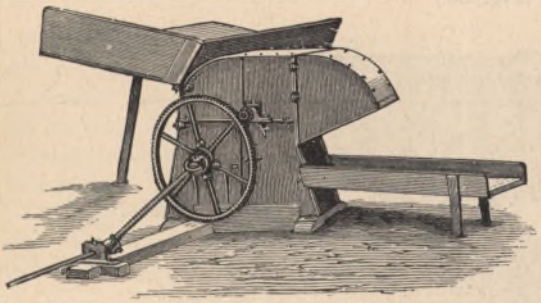
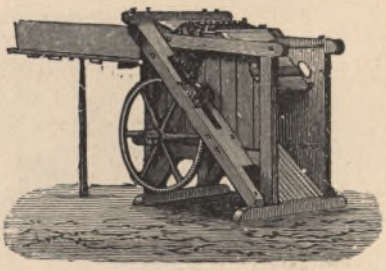


Fig. 34.



H. Cegielski buduje swe młocarnie przeważnie według systemu cepowego w pięciu różnych wielkościach o szerokości bębna 405 — 536 — 628 — 837 i 1,360 *mm*; te ostatnie są to młocarnie szerokomłotne do poprzecznego nakładania zboża pod bęben. Do wszystkich tych młocarń mogą być zastosowane wytrząsacze do słomy. Stosownie do żądania odbiorcy fabryka dostarcza młocarń urządzonych jako stałe, przenośne lub przewoźne, wprawianych w ruch za pomocą transmisyi trybowej, pasowej pojedynczej lub pasowej podwójnej, przyczem sam system budowy młocarni pozostaje w głównych zarysach jednakowym.

Fig. 32 przedstawia młocarnię trybową. Słoma wychodzi z niej w przeciwnym kierunku od nakładacza, który siedzi na młocarni i puszcza zboże z góry bębna. Ziarno omłócone wypada z młocarni pod nastawiać można tak na równym poziomie; jako też na t. zw. górce po nad wialnią, pędzą się one długim pasem wychodzącym z szajby znacznej średnicy umocowanej w przystawce na końcu drąga komunikującego z kieratem. Jeśli młocarnia stoi na górce to słoma z pod bębna wychodzi zwykle na wytrząsacze, a z nich po desce zsuwa się na ziemię. Ziarno wymłócone tak z pod młocarni jako też z pod wytrząsaczy, spada przez lej drewniany wprost na wialnię. Wytrząsacze łączą się pasem z bębnem młocarni, wialnię zaś pędzi pas idący z małej szajby, osadzonej w przystawce tuż obok wielkiej przeznaczonej do pędzenia bębna. Wał bębnowy jest tak urządzony, że szajba pasowa może być na nim założona z prawej lub lewej strony od nakładacza.

Oprócz powyżej wymienionych, H. Cegielski wyrabia też młocarnie przewoźne osa-

dzone na kołach wydające ziarno przewiane wprost do worków; są one zbudowane według systemu cepowego o szerokości bębna 580 *mm*. Młocarnie cepowe Cegielskiego cieszą cię oddawna zasłużonem uznaniem z powodu wielkiej trwałości budowy, doborowego materjału, starannego odrobienia i dobrego odlewu trybów. W ostatnich latach fabryka poznańska zaczęła wyrabiać młocarnie także według systemu sztyftowego.

Fabryka W. Lilpopa w Warszawie wyrabia młocarnie stałe, przenośne i przewoźne z bębnami całostalowemi o cepach bądź karbowanych, bądź gładkich a także młocarnie sztyftowe w różnych rozmiarach i wielkościach.

Fig. 33 przedstawia typ młocarni Lilpopowskiej całożelaznej cepowej, trybowej, fig. 34 trybowej sztyftowej, fig. 35 typ młocarni cepowej z wytrząsaczami, fig. 36 młocarni sztyftowej z wytrząsaczami i sitem podsiewającem. Fig. 37 typ młocarni przewoźnej z wytrząsaczami, podsiewaczem, wialnią i elewatorem podającym czyste ziarno wprost do worków. Młocarnie przewoźne wyrabia W. Lilpop według systemu cepowego (z bębnem całostalowym i cepami karbowanymi) w 2 wielkościach, 28 i 33 calowe, oraz tak samo urządzone sztyftowe szerokości $28^1/_2$ cali.

Fabryka M. Wolskiego i Sp. w Lublinie obrała sobie jako specyalność wyrób młocarni które buduje przeważnie według systemu sztyftowego, choć wyrabia także doskonałe cepówki. Młocarnie M. Wolskiego zastosowane są do ruchu pasowego. Fig. 38 przedstawia typ młocarni całożelaznej ośmiocepowej podsiębiernej wyrabiany w 4 wielkościach o szerokości bębna 16—18—24 i 30 cali; młocarnia ta może być połączoną z wytrząsaczami i ustawioną na górce po nad wialnią.

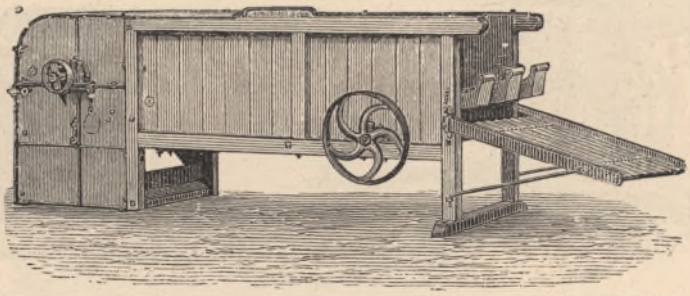
Fig. 39 przedstawia młocarnie systemu sztyftowego typu przyjętego przez fabrykę Wolskiego, która wyrabia je w różnych wielkościach jako nasiębierne i podsiębierz przetrząsaczami, sitami do zgonin i t. p. dodatkami, lub bez takowych; wszystkie mają bębny otwarte, nadzwyczaj mocno zbudowane, o średnicy 18 lub $18^1/_2$ cali łącznie z wysokością sztyftów, szerokość zaś bębna wynosi od 18 do 38 cali.

Młocarnie przewoźne osadzone na kołach, a wydające ziarno przewiane i przesiane wprost do worków, buduje dwóch systemów t. j. zwykłe korbowe i mimośrodowe.

Fig. 40 przedstawia młocarnię mimośrodową, zupełnie nie posiadającą korb, zamiast których zastosowano 4 mimośrody (excentryki) umieszczone po dwa na bokach młocarni, poruszające jednocześnie wytrząsacze, arfę do zgonin i podsiewacz; w ten sposób usunięto z machiny wszelkie korby v. wały kolanowe, które zwykle szybko się zużywają. Młocarnie przewozowe tak korbowe jako też mimośrodowe wyrabia w dwóch wielkościach t. j. markę TSP 27 lub TSS 27, o bębnie $22^1/_2$ calowym przy szerokości w wytrząsaczach $28^1/_4$ cali i markę TSP 34 lub TSS 34 o bębnie 28 calowym, szeroką w wytrząsaczach 35 cali.

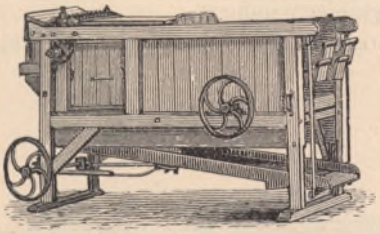
Aby młocarnie kieratowe działały lekko i nie często się psuły potrzeba zachować pewne ostrożności, a przedewszystkiem stosownie ustawić młocarnię i kierat i tak silnie je umocować aby nie dopuścić drgań, wstrząśnień i stukań. Dobrze ustawiony kierat powinien obracać się równo i

Fig. 35.



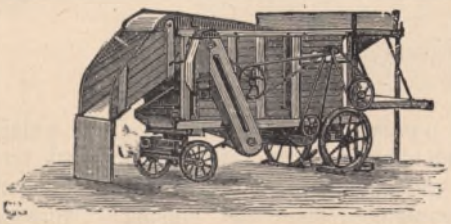
cicho, jeśli zaś od czasu do czasu dają się słyszeć szczękania lub nierówne warczenie trybów, będzie to oznaką złego ustawienia kieratu lub obluzowania się składowych jego części; w takim więc razie należy natychmiast robotę wstrzymać, zło wyśledzić i usunąć, gdyż inaczej tryby łatwo popękać mogą. Machiny stałe zwykle ustawiają fachowi monterzy, niema więc potrzeby rozwodzić się nad tem jak one ustawionemi być winny; co się zaś tyczy machin przewoźnych lub przenośnych, to te ustawiają się zwykle miejscowemi siłami i prowadzący gospodarstwo po każdem przestawieniu machin powinien osobiście sprawdzić czy ustawienie wykonano prawidłowo.

Fig. 36.



Nie należy nigdy przy ustawianiu machin polegać na swem „oku“, lecz posługiwać się zawsze sznurem ciesielskim, węgielnicą i libelką (wasserwagą), trzymając się ściśle instrukcyi dostarczonej przez fa-

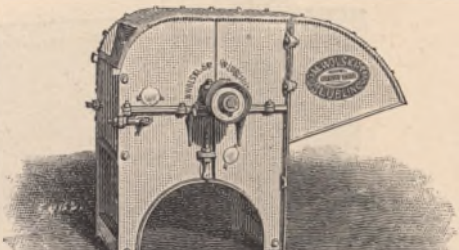
Fig. 37.



brykę; po dokonanem ustawieniu sprawdzić raz jeszcze, nie żałując osobistej fatygi, czy wszystko ustawiono należycie — prosto i poziomo. Wprawdzie drąg komunikacyjny łączący kierat z młocarnią lub przystawką na obu końcach ma łączniki stawowe, niekoniecznie więc zupełnie poziomo leżeć musi, jednak im położenie drąga więcej zbliżać się będzie do poziomu, tem mniej tarcia oba łączniki ponosić będą i tem mniej stawiać oporu. U młocarń trybowych zwykle drąg transmisyjny bywa łamany, t. j. składany z dwóch części, z których dłuższa leży poziomo i ma koniec umocowany za pomocą łożyska do t. zw. proga, część krótsza zaś idzie pochyło od proga do młocarni; im ta pochyłość będzie łagodniejszą, t. j. im młocarnia stoi niżej, tem lepiej, bo tem mniej tarcia sprawia przeginanie się łączników stawowych. Drąg transmisyjny w miejscu gdzie go przekraczają konie, powinien być koniecznie przykrytym zbitem z desek korytkiem. Tor dla koni doprowadzić należy do poziomu, aby konie i dyszle w równej szły mierze, albowiem kolejno podnoszenie i ściąganie dyszli po nierównym torze rujnuje kierat.

Aby kierat leżał równo i mocno, należy podłożyć podeń grube ramy związane z twardego drzewa i wpuścić takowe

Fig. 38.



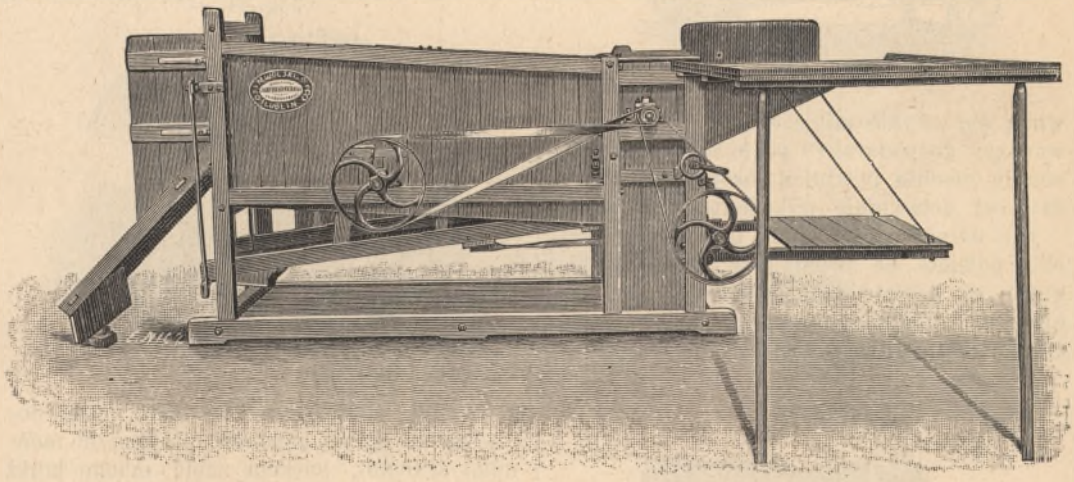
w ziemię. Położywszy na nich kierat doprowadzić go do poziomu, przykręcić mocnemi śrubami, poczem zabić mocne kołki na 4 wystających rogach i to od strony zapierającej kierat przeciw pociągowej sile koni, tak aby kierat o kołki zaparty nie mógł ruszyć się za pochodem koni. W tenże sposób umocowywa się przystawka pasowa (fig. 41 i 42). Dyszle rozpinają się mocno i równo prętami żelaznemi, do czego służą mutry śrubowe na tychże prętach umieszczone.

Młocarnia przynajmniej co kilka dni, jeśli nie co dzień, ściśle zrewidowaną być winna dla sprawdzenia, czy wszystkie części robocze są na swojem miejscu i nie nadwyrężone, zwłaszcza zaś w młocarni oglądać należy sztaby klepiska, cepy lub sztyfty na bębnie, panewki pod głównym wałem, śruby i mutry przytrzymujące żebra klepiska, cepy, sztyfty i panewki. W kieracie znów pilną uwagę zwrócić, czy wały leżące i stojące z właściwego

położenia nie wyszły. Gniazdka (stępki) w których stoją wały stojące, jako też łoża wałów leżących wycierają się z czasem, a czopy wałów przez to z punktu środkowego i położenia prostopadłego zbaczać muszą, przez co nie tylko łożyskom ale i *zębom* kół gwałt zadają. Szczególniej koła koniczne (stożkowe) na wszelką nieregularność nader są czułe, tak, iż najmniejsze zboczenie ich wałów lub zużycie łoża, panewek lub gniazdka, pociąga za sobą nieregularne zazębianie tychże kół i rychłe zepsucie. Szczególną baczność zwracać należy na kółko naciskowe, regulujące bieg koła konicznego czyli t. zw. szpanrollę, nie tylko osie jej wału lecz i obwód winien być nader starannie smarowanym; ich nie schodzą się o $^1/_8$ — $^1/_4$ cala, a to z tego powodu, iż w skutek ich ścierania się przestrzeń ta zmniejsza się stopniowo; że zaś panewki dokładnie wał obejmować powinny, pozostawiając tyle tylko gry iżby takowy lekko w nich mógł się obracać, przeto przestwory pomiędzy ich brzegami mieszczą w sobie dwie podkładki z drzewa twardego, których zadaniem jest zapobiegać aby panewki pomimo silnego dociągnięcia śrub, wału nie ściskały i swobodnie mu się obracać dozwalały. Drewienka te w miarę zużywania się panewek coraz zmniejszane być winny a w końcu zupełnie usunięte być mogą, na grubość ich więc pilną uwagę zwracać należy.

Do utrzymania wałów wielkich stojących

Fig. 39.



nadto ponieważ obwód szpanrolli toczący się po obwodzie koła, jako też i tenże obwód wystawione są na silne i ustawiczne tarcie, przeto zużycie tak jednego, jak drugiego jest nieuchronnem; przy każdym staranniej zbudowanym maneżu znajduje się więc przyrząd, za pomocą którego szpanrolla o tyle opuszczoną być może, iżby ściśle do obwodu koła stożkowego przylegała, na co zawsze pilną zwracać należy uwagę.

Dla utrzymania wałów leżących we właściwem położeniu potrzeba aby one w łożach szczelnie lubo nie zbyt ciasno chodziły.

U machin nowych, panewki nie obejmują zazwyczaj zupełnie wałów, lecz brzegi w położeniu pionowem na ich gniazdkach służą boczne śruby w łożyskach tychże gniazdek, któremi to śrubami gniazdko z wałem uregulować można. Skoro się łoża i czopy wałów zużyją, tak iż wały drgać i chwiać się zaczynają, wtedy kliny drewniane między połówki łoża wsadzone do tyla zebrać należy, aby wał szczelnie w nich siedział. Gdy zebranie lub odrzucenie klinów do szczelnego objęcia czopów już nie starczy, wtedy trzeba założyć nowe panewki.

Kończąc rzecz o młocarniach kieratowych nie możemy pominąć jednej jeszcze ważnej okoliczności. Niekiedy młocarnie maneżowe prędzej się zużywają niż kieraty, wskutek czego nieraz zachodzi potrze-

ba dokupienia nowej młocarni do już posiadanego kieratu. Aby módz dobrać bez straty czasu stosowną młocarnię należy fabryce lub składowi dostarczyć wiadomości o urządzeniu kieratu, a mianowicie wykazać:

1) grubość i długość zębów w głównem kole,

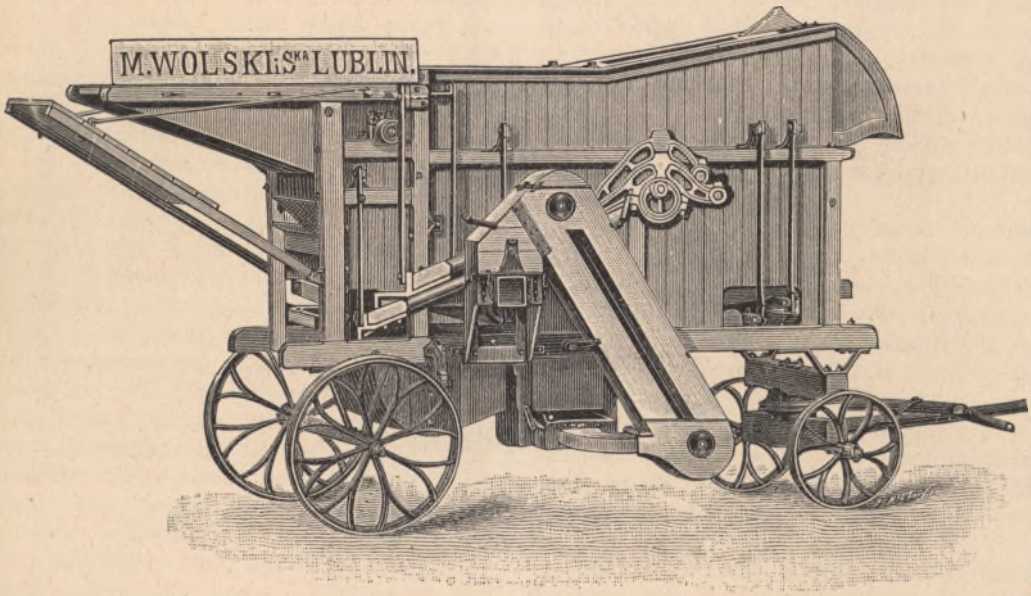
2) ilość obrotów wału transmisyjnego na minutę lub za jednem obejściem koni,

3) oznaczyć czy koło główne ma zęby proste lub stożkowe.

Pierwsze odbywa się wprost przez zmierzenie zębów, lub co jeszcze łatwiej, przez odbicie na papierze. Co do drugiego dwa zagraniczny należy żądać aby szajba pasowa na przystawce miała większą średnicę niż zwykle używają za granicą.

Wprawianie w ruch młocarni kieratowych. Konie do kieratu należy używać spokojne, nie lękliwe, wprawione do równego pociągu. Uzdzienice koni zaprzężonych do kieratu należy połączyć za pomocą lekkich drążków z werblikami z dyszlami kieratu w ten sposób, aby konie ani cofać się ani zbaczać z toru nie mogły. Zbaczanie koni z obwodu koła opisywanego hakami pociągowemi wbitemi w dyszle, ku wewnątrz toru, powoduje ogromną stratę siły pociągowej, gdyż w miarę zbacza-

Fig. 40.



posiadamy sposoby. Pierwszy z nich, prostszy, polega na przeliczeniu obrotów za jednym obrotem koła głównego, drugi zaś na dokładnem przeliczeniu tak ilości zębów u kół, jak u trybów. Pomnożywszy ilość zębów jednego koła przez ilość zębów drugiego a podzieliwszy otrzymany stąd iloczyn przez iloczyn z pomnożenia ilości zębów drugiego, otrzymany iloraz wskaże ilość obrotów, które wał transmisyjny za jednem obejściem koni odbywa.

Kieraty zagraniczne obliczane są zwykle na $2^1/_2$ obejścia koni na minutę; ponieważ konie nasze obchodzą tor zwykle tylko 2 razy na minutę, przeto sprowadzając kierat nia koni linia pociągowa tworzy z dyszlem kąt coraz ostrzejszy. Zakładając pierwszy raz konie, które jeszcze w kieracie nie chodziły, dobrze jest oprowadzić je kilka razy na około, zanim jeszcze pas założonym zostanie, aby się przez to wciągnęły do spokojnego i jednostajnego chodu.

Ruszając machiną nie należy pod żadnym pozorem poganiać lub straszyć koni zanim kierat nie zacznie się obracać, w skutek pociągania za pas rękami; poganianie koni zanim się kierat rozejdzie, powoduje łamanie się zębów w trybach.

Podawacz nie powinien puszczać zboża do młocarni, dopóki bęben nie nabierze

Fig. 41.

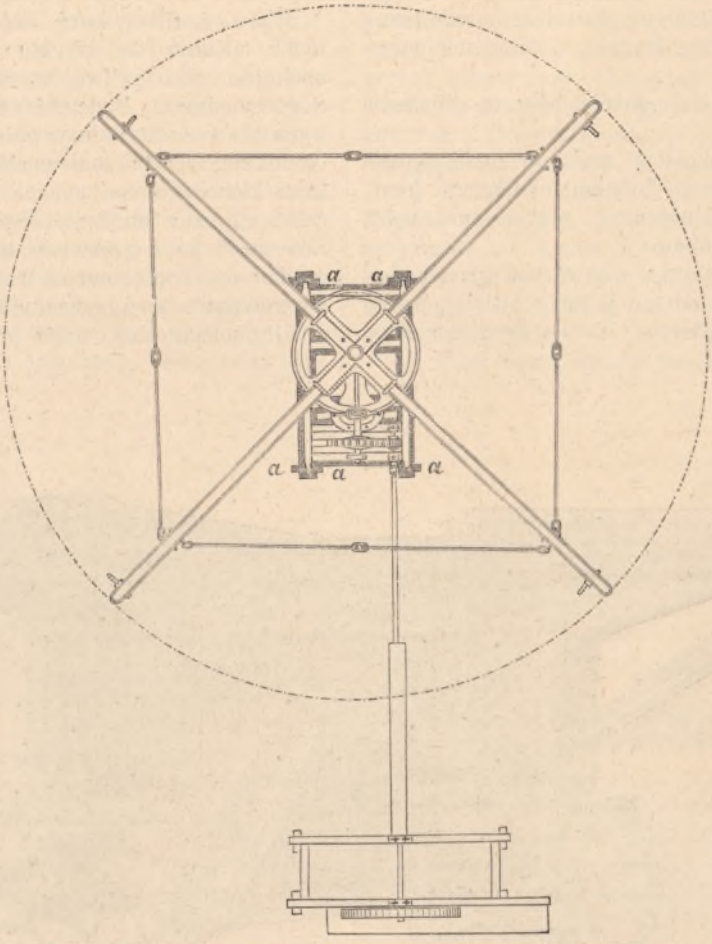


Fig. 42.

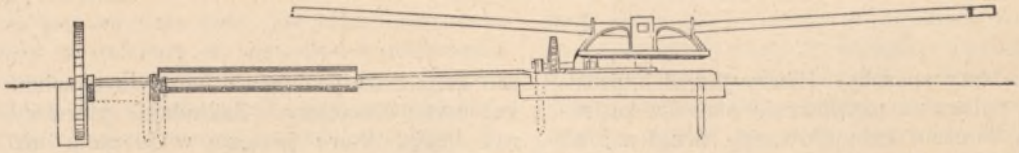
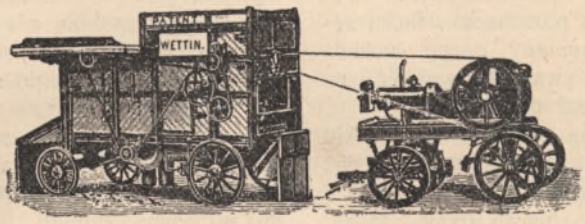


Fig. 43



normalnej szybkości obrotu; nie należy jednak mniemać, że im szybciej bęben obracać się będzie, tem robota lżej pójdzie. Zbyt wielka szybkość obrotu może być osiągniętą tylko z nadmiernym wysiłkiem koni, najwłaściwiej więc zachować średnią miarę, gdyż utrzymanie machiny przez cały dzień w równym, spokojnym ruchu, o wiele jest korzystniejszem, ze względu na osiągnięcie zadawalniającej wydajności pracy, aniżeli zbytnie forsowanie roboty przez parę godzin, aby później dwa razy dłużej bałamucić przy naprawkach.

W ogóle mówiąc, konie pracujące w kieracie należy popędzać ostrożnie i łagodnie, nie podcinając nigdy batem niespodzianie, nie pozwalać koniom ani się opuszczać, ani znów nagle szarpać, zważać aby *wszystkie* konie równo ciągnęły, a przy ciężej idących machinach pracować na przeprząg. Jeśli przypadkiem konie staną, wtedy nie należy ich batem zacinać, lecz raczej ruch machiny wstrzymać i zboże z pod bębna wydobyć, zanim się machinę na nowo w ruch wprawi.

Dla osiągnięcia możliwie największej wydajności pracy młocarni, równie koniecznym jest uważny *poganiacz*, jak i wprawny nakładacz, którzy powinni stale pracować z wzajemną na siebie uwagą.

Nakoniec przy obsłudze młocarni należy zachowywać pewne ostrożności, aby uchronić robotników od ciężkiego kalectwa, a nawet śmierci. Wszelkie wały, tryby, koła rozpędowe i pasowe, tak w młocarni jako też w kieracie, powinny być stosownemi osłonami zaopatrzone, aby robotnicy nie mogli być przypadkiem pochwyceni za odzienie i pokaleczeni — wszelkie śruby, kliny, szplinty powinny być osłonione skrzynkami z desek lub blachy. Wejście na stół lub górkę powinno być dogodne i obaryerowane.

Dopóki z szajby poruszającej bęben nie zrzuci się pasa, nikomu, w żadnym wypadku, nie wolno wkładać do otworu, przez który wpuszcza się zboże, ani ręki, ani nogi.

Smarować panewki wolno tylko podczas postoju machiny. Pasy powinny być tak zabezpieczone, aby będąc w ruchu nikogo nie mogły porwać, spadając zaś zranić, nie powinny też być zakładane podczas ruchu machiny. Koła szprychowe u machin należy wypełnić tarczą z blachy lub z drucianej siatki w taki sposób, aby nie można się dostać ręką ani nogą pomiędzy szprychy.

Wały komunikacyjne powinny być osłonięte drewnianemi rynnami, tryby zaś kieratów skrzynkami.

Niektóre fabryki zaopatrują bęben młocarni w hamulec, za poruszeniem którego bęben wkrótce staje — środek to jednak niedostateczny; właściwie każdy kierat powinien by być połączony z młocarnią za pomocą łącznika rozprzęgającego się automatycznie, gdyż jeśli robotnik zostanie pochwycony przez bęben lub wsadzi tam rękę, to sam już opór ciała jeśli w tejże chwili ustanie dopływ siły z kieratu, wystarczy do powstrzymania biegu machiny. Po przerwaniu więc działania motoru można zaraz nadać bębnowi rękami ruch odwrotny, co jest niezbędnem dla wydobycia rannego. Tymczasem powstrzymanie ruchu bębna hamulcem przy nieprzerwanym dopływie siły od motoru, wymaga już dłuższego czasu, podczas którego ciało rannego wciąż jest wystawione na działanie bębna, co pociąga za sobą zwykle skutki bardzo opłakane. Niektóre fabryki oprócz łącznika rozprzęgającego się dodają do kieratu hamulec, ułatwiający zatrzymanie koni w kieracie.

Młocarnie parowe pojawiły się najpierw w Anglii; pod tą nazwą nie rozumiemy jednak zazwyczaj młocarń stałych, poruszanych machinami parowemi również stałemi, gdyż tego rodzaju młocarnie z powodu swej nieruchomości nie mogły być należycie wyzyskanemi; okazawszy się więc nie dogodnemi w użyciu, nie mogły się rozpowszechnić. Dopiero umieszczenie młocarni na kołach i zastosowanie do niej lokomobili rozwinęło właściwą młockę parową.

Młocarnie kombinowane z podwójnem czyszczeniem i sortowaniem omłóconego ziarna wymagają tak wiele siły poruszającej, że jedynie za pomocą pary lub innego również silnego motoru pędzonemi być mogą.

Dawniej do obrotu parowego budowano prawie wyłącznie wielkie machiny szerokomłotne z kompletnem czyszczeniem i sortowaniem zboża, przedstawiające tę dobrą stronę, że ziarno wprost z pod machiny zdatne było do sprzedaży, nie wymagając już żadnych dalszych zabiegów, co rozumie się przyspieszało i upraszczało całą manipulacyę przygotowania zboża do handlu; machiny te jednak przy zadawalniającej wydajności, wymagały ogromnej siły poruszającej, znacznie większą część której pochłaniał bierny opór machiny; pracowały

więc drogo. Dziś machin takich używają przeważnie w wielkich gospodarstwach stepowych, gdzie, przy braku stodół, przedewszystkiem zależy na największym możliwym pośpiechu w robocie aby skończyć omłot przed nastaniem szarug jesiennych, przyczem wielką zaletę dla wspomnianych okolic stanowi uniknięcie powtórnego doczyszczania zboża w spichrzu, oraz ułatwienie dozoru i kontroli. Oprócz okolic południowych wielkie młocarnie nadają się jeszcze dla przedsiębierców utrzymujących się z wynajmowania młocarń parowych.

W zwykłych zaś stosunkach większości gospodarstw krajowych wielkie młocarnie kombinowane niegodzą się z ogólnemi warunkami gospodarczemi, natomiast małe parowe (o sile 3—6 koni) przy umiejętnem użyciu znaleść mogą racyonalne zastosowanie, zwłaszcza jeśli będą uważane tylko jako machiny zastępcze w miejsce dużych kieratowych młocarń, które odrywają zbyt wiele sił sprzężajnych od roli, a z powodu konieczności sprzęgania na raz znacznej ilości koni, siły robocze tychże marnują bezpożytecznie.

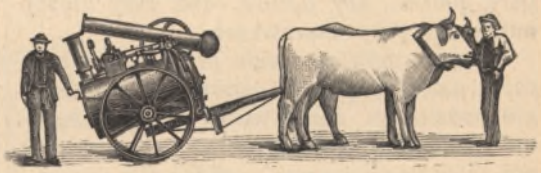
Umiejętność użycia młocarń parowych polega na znajomości faktu, że młocarnie kombinowane próżno biegnące zużywają około 60% normalnej siły odpowiedniego do ich rozmiarów motoru parowego, sama zaś młocka odbywa się przewyżką siły motoru po nad 60% siły normalnej. Jeśli więc lokomobila puszczona jest z siłą nie dochodzącą do normalnej, to przeważna część siły zużywa się na poruszanie samego mechanizmu, a tylko mała cząstka pozostaje na pożyteczną pracę; należy więc zawsze pracować całą parą.

Małe młocarnie parowe budują bądź to jako sztyftowe, bądź jako cepowe wązkie, t. j. do podawania zboża kłosami naprzód, bądź też jako szerokomłotne, zwykle z pojedynczem czyszczeniem, wprawdzie zboże z takiej machiny powtórnie w spichrzu czyścić trzeba, lecz za to młocarnia jest mało skomplikowaną, stosunkowo nie drogo kosztuje, a zwłaszcza wymaga o wiele mniej siły poruszającej.

Opis konstrukcyi i rysunki młocarń parowych angielskich podaliśmy już wyżej przy opisie młocarń kombinowanych; dodamy więc tylko że fabrykanci angielscy budują młocarnie przy tej samej szerokości bębna w różnych wymiarach, t. j. prostym i wzmocnionym, przedstawiających znaczną rożnicę wartości i ceny co skontrolować można sprawdziwszy wagę machiny.

Konstruktorowie niemieccy trzymają się przeważnie wzorów angielskich z nielicznemi wyjątkami; do takich wyjątków należy „Saska fabryka młocarń parowych“ Klingera w Altstadt-Stolpen wyrabiająca młocarnię patentowaną własnego pomysłu zwaną „Wettin“ (fig. 43) różniącą się krótką, zwięzłą budową, oraz wielu szczegółami

Fig. 44.



wewnętrznego urządzenia od zwykłych wzorów angielskich. Wszystkie przyrządy wewnętrzne jako to wytrząsacze, sita, arfy, wentylator poruszane są za pomocą jednego jedynego pasa który kolejno wszystkie szajby obiega. Młocarnia ta chwalona w Niemczech za lekki bieg i wielką wydajność pracy użytecznej, znalazła zastosowanie w gub. Warszawskiej w Chodowie (przez Krośniewice) u p. A. von Treskowa.

Fig. 44 i 45 przedstawiają lekką młocarnię i lokomobilę o sile $4^1/_2$ koni, nadającą się głównie do użytku w położeniach górzystych. Machiny te wyrobionemi zostały w Bolonii w zakładach „Włosko-Szwajcarskiego Towarzystwa konstrukcyi mechanicznych“. Specyalnością fabryki jest wyrób lokomobil i młocarń parowych, zwłaszcza zaś lekkich, przeznaczonych do położeń

Fig. 45.



górzystych, konstrukcyi inż. de Morsier'a, za które wielokrotnie premiowaną we Włoszech została.

Obsługa i użycie młocarń przewoźnych. Sposób obchodzenia się z młocarniami i ich użycie w wielu gospodarstwach naszych przedstawia jeszcze wiele do życzenia. Śmiało twierdzić można że

każda młocarnia znacznie dłużej trwać by mogła, gdyby ją obsługiwano należycie i umiejętnie.

Głównymi warunkami dobrego działania młocarni oprócz częstego smarowania dobrą oliwą, prawidłowego ustawienia i ostrożnego użycia, jest staranne utrzymanie machiny w wielkiej czystości i natychmiastowe reparowanie drobnych uszkodzeń. W czasie działania młocarni wytwarza się zawsze ogromna massa kurzu i pyłu; kurz ten osiadając na częściach oliwą lub smarowidłem zwilżonych, przysycha i znacznie bieg całej machiny utrudnia, dla tego też wszelki brud powinien być jaknajczęściej z machiny usuwany. Kto chce aby mu młocarnia długo trwała, nie psuła się często i pracowała korzystnie, powinien stale zachowywać następujące prawidła postępowania, jakie przytaczamy według cennej pracy prof. F. Czarnomskiego o „Młocce parowej“ *).

Już przy doprowadzaniu machin na miejsce przeznaczenia należy zachować pewne ostrożności, a mianowicie przy jeździe po wybojach, drogach kamienistych lub bruku, należy umocować za pomocą klinów sprężyny drewniane unoszące wszelkie sita i arfy tak, aby się nic w młocarni przy wstrząśnieniach nie klekotało. Szerokie koła lokomobil i wielkich młocarń na drogach śliskich i od śniegu wypukłych zataczają się jak niekute sanie, potrzeba więc przy przewozie w takich warunkach zachować wielką ostrożność i mieć zawsze pod ręką dostateczną ilość silnych ludzi z drągami i powrozami.

Prawidłowe *ustawienie* machin jest rzeczą niezmiernie ważną; szajby pasowe tak motoru jako też młocarni powinny być na przeciw siebie na jednej pionowej płaszczyznie ustawione tak aby na siebie celowały. Najpierw ustawia się lokomobilę (lub kierat) a dopiero do niej stosuje młocarnię. Machiny powinny stać jaknajmocniej, pod każde koło lokomobili podsuwa się deskę półtoracalową, długą na $2^1/_2$ łokcia, którą się dwoma drewnianymi klinami mocuje; zimą należy deski polać gorącą wodą i popiołem posypać. Między przednie i tylne koła lokomobili wbić rodzaj hamulców zeszrubowanych z bali 3 calowych, wyciętych stosownie do obwodu kół.

W razie użycia transmisyi linkowej, przystawkę unoszącą szajbę z linką i pasem należy ziemią posypać i zmocować kołkami w ziemię wbitemi. Młocarnię mocuje się klinami podsuwając deski pod koła. Młocarnia powinna stać zupełnie poziomo, tak w kierunku szerokości swej, jako też długości. Jeśli ustawić młocarnię pochyło ku jednej stronie, to wszystkie wały będą wywierać na panewki jednej strony większe ciśnienie, co znów wywoła nadmierne tarcie. Sita i wytrząsacze będą się trzeć o ścianki pudła młocarni, a ziarno, zamiast równo rozpościerać się po całej powierzchni sit, będzie się staczać na bok; jeśli młocarnię ustawić wyżej przodem niż wylotem lub odwrotnie, to ziarno będzie zbyt szybko lub zbyt wolno zsuwać się z sit, lekki więc bieg i dobra robota ciężkich sit zależy głównie od ściśle poziomego ustawienia machiny. Machiny dźwiga się lewarem podkładając kawałek drzewa między piastę koła i lewar.

Dostęp do młocarni powinien być ze wszystkich stron łatwy, przytem uważać należy aby słoma lub snopki nie mogły spadać na części machiny w ruchu będące. W tym celu młócąc w polu należy postawić z boku przy młocarni wóz ze zbożem, a pomiędzy wozem tym a młocarnią, ustawić skośnie na sztorc deski, opierając je na pomoście młocarni i na ziemi. W ten sposób utworzy się dogodne przejście do smarowania. Zboże dowozi się do stojącego wozu, przez co fornal nigdy o machinę nie zawadzi. Od sąsieka lub sterty tak samo deskami zastawić się trzeba. Pod młocarnię należy podstawić 3 duże skrzynki: jedną na skrążki, drugą na piasek i drobny chwast, trzecią na poślad odwiewany wiatrem.

Bęben cepowy oprócz ruchu obrotowego, powinien wzdłuż swej osi się ruszać; jeśli machina jest dobrze ustawioną, to podczas młocki panewki pod bębnem będą trochę letnie, jeśli jednak bęben nie jest zupełnie poziomo ustawiony, lub pas jest za nadto naprężony, to panewki pomimo smarowania zanadto grzać się będą. Po pewnym czasie używania machiny, należy oś bębna po przeciwległej stronie pasa obrównać, aby grubość osi była jednakową, a bęben mógł powyżej wspomniany ruch w kierunku swej osi odbywać. Libelki umocowane w ramach młocarń parowych wiernie oznaczają poziome położenie bębna tylko dopóki panewki nie są jeszcze wytarte, skoro się jednak podedrą, nie można libelek za rzetelne uważać.

*) „Gazeta Rolnicza“. Rok 1887.

Jeśli na cepach lub pierścieniach dużo kurzu od środka się nalepi, należy je dokładnie oczyścić, gdyż inaczej bęben będzie miał złą równowagę i w działaniu drgać będzie. Im *klepisko* dalej od bębna odsunięte, tem lżej się młóci, a więc tą samą siłą więcej osiągnąć można, a przytem słoma i machina nie niszczą się i ziarno nie przecina; właściwe więc nastawienie klepiska jest rzeczą niezmiernie ważną.

Oddalenie wtedy będzie właściwem, gdy przy najmniejszem dalszem odsunięciu klepiska, znajdować będziemy w kłosach ziarna nie wymłócone. Zwykle z początku ustawia się klepisko nieco za daleko i po zrobieniu próby dosuwa się w miarę potrzeby, byle nie podczas ruchu machiny, gdyż dosunąwszy przypadkowo zbyt blisko, narazilibyśmy je na zgruchotanie przez uderzenie cepów bębnowych.

Przy zbożu wilgotnem klepisko trochę ciaśniej, przy suchem zaś trochę luźniej ustawić trzeba. Zbyt ciasne ustawienie klepiska bywa przyczyną przetrącania ziarn i zbyt małego omłotu, zbyt odległe jest przyczyną nieczystego omłotu. Klepisko powinno być tak nastawione, aby u góry, gdzie zboże wchodzi, najdalej było od bębna odsunięte, środkiem mniej, najmniej zaś dołem i to zależnie od rodzaju młóconego zboża mniej lub więcej. Zwykle nastawia się klepisko na odległość milimetrów:

przy młócce	u góry	w środku	u dołu
Żyta, pszenicy, jęczmienia, owsa	30—40	15—25	7—12
Grochu, wyki, gryki	jak najszerzej	30—40	13—20
Rzepaku	„	40—80	20—50

Przy młócce łubinu lub grochu na sztyftówkach, należy zupełnie odjąć klepisko, a natomiast założyć gładką deskę z otworami na ziarno. Skale do nastawiania u młocarń parowych są rzetelne dopóki panewki się nie zedrą, później trzeba oryentować się otworami z boku.

Po nastawieniu należy zawsze bęben kilkakrotnie rękami obrócić, aby przekonać się, czy się gdzie nie zacina. Jeśli w czasie biegu machiny da się słyszeć, że bęben trze się o klepisko, to powodem tego może być pofolgowanie śrub nastawnych, które też natychmiast przyciągnąć należy. W ogóle należy przy każdym postoju machiny rewidować śruby, panewki, mutry t. j. części, które mogą się podczas biegu machiny luzować.

Drewniana *arfa* do zgonin powinna być czysto utrzymana, szczególniej przy młocce żyta i jęczmienia gromadzi się na niej dużo ości, które usuwać należy. Luzu w swem łożysku mieć nie powinna, bo szarpiąc niszczyłaby machinę.

Sita do podsiewaczy najlepiej zakładać tak gęste, aby tylko ziarno przeszło; wprawdzie wtedy trochę ziarna z nich spadnie, ale zboże będzie czyste. Sita często oczyszczać potrzeba gdyż się zatykają. Zboże czerpane przez elewator powinno być zupełnie czysto zwiane, a więc deski wiatrowe od *wentylatora* należy o ile można najniżej opuszczać, aby tylko ziarno nie przechodziło. Zasuwy boczne powinny być z obu boków równo odsunięte. Codziennie raz lub dwa należy wyjąć zasuwkę z pod *elewatora*, aby miał tam zbierający się wyleciał, gdyż przeszkadza regularnemu funkcyonowaniu czerpaków. Przed puszczeniem machiny w ruch wypróbować, czy pas elewatora nie będzie się ślizgał przy pełnych czerpakach.

Działanie *bukownika* dostatecznie reguluje się zasuwą, umieszczoną na końcu wylotu, zależnie zaś od tego, czy młócone ziarno ma iść na bukownik czy nie, odsunąć należy stosowne szybry.

Cylinder-sortownik należy czysto utrzymywać, a przy ściąganiu go uważać, aby nie było uwięzłych ziarn między drutami, bo inaczej druty się pogną i cylinder zepsuje, przed każdem więc ześrubowaniem najlepiej wpierw go rozciągnąć tak szeroko, aby napewno wszystkie ziarna wypadły. Dobrze jest na ramie młocarni porobić znaki jak bardzo sortownik zsuniętym być ma przy omłocie każdego zboża; w ten sposób uniknie się częstego próbowania.

Nareszcie zwrócić uwagę, czy wszystkie wały we właściwą stronę obracać się będą, co zależy od pozakładania pasów, z których jedne prosto, drugie zaś skrzyżowane biegają. Pasy nie powinny być zbyt mocno naprężone, gdyż wtedy cała machina idzie za ciężko.

Puszczanie zboża w młocarnię może się zacząć dopiero wtedy, gdy bęben nabierze normalnej szybkości obrotu, a machina jest już w pełnym jednostajnym ruchu. Od zręczności nakładacza zależy głównie wydajność t. j. ilość omłotu, a także bezpieczeństwo i trwałość machiny. Snopki powinny być szeroko rozpostarte i równo na całej szerokości bębna bez żadnej przerwy nadawane. Puszczając za cienko nie wyzyskujemy należycie siły motoru, puszczając za grubo otrzymujemy omłot nie czysty, a przytem bęben się zatyka i staje, w skutek czego powstają nader szkodliwe dla machiny wstrząśnienia, oczyszczanie zaś bębna i zakładanie na nowo pasa, który zwykle wtedy spada, powoduje znaczną stratę czasu.

Jeśli puszczać zboże ciągle równomiernie i bezprzestannie, to przy należytej sile motoru i równym ruchu machiny, omłócić można na dzień blisko 2 razy tyle, ile omłaca się przy nakładaniu wadliwem, przerywanem, przy którem machina to próżno idzie, to znów się zapycha. Podawacz powinien mieć zawsze pod ręką dostateczną ilość przygotowanego do puszczania zboża; w razie spiesznej młocki należy nakładacza co parę godzin zmieniać.

Przy młocce długiego żyta czasem nawija się słoma na bęben; w takim razie trzeba zatrzymać puszczanie aż się bęben sam oczyści. Przyczyną tego bywa albo zbyt długie zboże, albo zbyt nagłe podawanie garści zanim poprzednie ujść zdołają. Jeśli nie na bębnie lecz na końcach wału bębnowego słoma się owija, jest to znakiem, że cepy nie dość blisko ścian pudła chodzą i bokami zboże przepuszczają; jeśli się dużo słomy na wał nawinie, to może się ona przez tarcie o boki młocarni zapalić, należy więc ją jaknajprędzej zedrzeć i wydobyć wsuwając ostrożnie haczyk stalowy przez dziurę tuż obok walca.

Skoro robota jest już w pełnym ruchu, należy przekonać się, czy odbywa się wszędzie prawidłowo. W tym celu ogląda się przedewszystkiem słomę wychodzącą z machiny; jeśli znajdziemy w niej kłosy niedomłócone, to klepisko należy do bębna lepiej przysunąć; jeśli znajdziemy ziarna niewytrzęsione, to fartuchy lub klapy blaszane po nad wytrząsaczami umieszczone niżej opuścić wypadnie, bacząc jednak, aby tym sposobem nie spowodować zatykania się bębna. Następnie należy zrewidować plewy: jeśli znajdziemy w nich ziarna, to deskę od wiatru wyżej podnieść, a klapy boczne wialni podosuwać należy. Przeciwnie, jeśli ziarno nie jest dobrze z plew odwiane, należy deskę opuścić, a zasuwy boczne więcej otworzyć. Jeśli w zbożu podnoszonem przez elewator znajdują się kamyki, zwir i t. p. grube zanieczyszczenia, należy założyć gęstsze sito u podsiewacza — i przeciwnie, gdy zbyt wiele ziarn stacza się po sicie, należy założyć sito wierzchnie rzadsze. Potem sprawdza się, czy nie ma ziarn pod podsiewaczem w piasku, czy wiatr drugiej małej wialni dobrze uregulowany, czy cylinder dobrze sortuje.

Nakoniec szukamy ziarn połupanych; jeśli znajdziemy ziarna połupane już w zbożu idącem na elewator, to znaczyć to będzie, że łupie bęben i w takim razie należy odsunąć klepisko; jeśli jednak w elewatorze ziarn łupanych nie ma, lecz znajdują się w zbożu idącym do cylindra, to znaczyć to będzie, że łupie bukownik i wtedy potrzeba albo zboża zupełnie nie puszczać na bukownik, albo też bukownik starannie wyregulować.

Najlepszą kontrolą prawidłowego biegu machiny jest jednakowe stukanie pojedynczych części; gdy więc dozorca jakąkolwiek zmianę usłyszy, natychmiast sprawdzić powinien co jest tego przyczyną.

O ilościach zboża, jakie młocarnie parowe są w stanie w ciągu danego przeciągu czasu omłócić, istnieją dość sprzeczne pojęcia spowodowane ogłoszeniami fabryk takowe wyrabiających, tudzież zachwalaniami osób, trudniących się ich sprzedażą. Cyfry zresztą w korcach podawane nie mogą tu żadnej stanowić zasady, ilość bowiem namłotu zależną jest od wydajności ziarna co rok zmiennej. Wedle doświadczeń w tym względzie przedsiębranych wypada, że młocarnia 54-ro calowa przy użyciu lokomobili ośmiokonnej, omłócić jest w stanie w ciągu 10 godzin rzeczywistej pracy, to jest po odtrąceniu przerw na smarowanie, obiad i konieczne choć krótkie wypoczynki robotników, 90 — 100 kóp pszenicy średniej więzi, a 80 — 85 kóp żyta. Ilości te, używając młocarni 60-cio calowej zwiększają się do 110—120 kóp pszenicy, a 95 — 100 kóp żyta. Cyfry te wszakże osiągnąć można tylko przy użyciu chętnego, wprawnego i dostatecznego robotnika, oraz młócąc na jednem miejscu, gdy nie zachodzi w ciągu dnia potrzeba przestawiania młocarni.

Na ilość omłotu dziennego wpływa również w wysokim stopniu umiejętne poda-

wanie, stan powietrza, suchość zboża itp. okoliczności.

Smarowanie. Częstość smarowania zależy między innemi od temperatury powietrza (latem więcej oliwy wychodzi). Panewki od bębna i wialni najczęściej smarować potrzeba, po za tem panewki bukownika, inne zaś, jeśli oliwa i knoty dobre, dość 2 razy dziennie. Panewki od bębna młocarń parowych zawsze są nieco letnie, inne zupełnie zimne być powinny; w czasie roboty należy temperaturę panewek od czasu do czasu ręką wyczuwać. Przed smarowaniem zwykłych panewek przekonać się czy otwór mają nie zatkany co się nieraz zdarza wskutek wpadnięcia ziarna. Wtedy niewystarcza już przetykanie otworu kijkiem lub gwoździem co złe jeszcze pogorsza, lecz potrzeba cały wierzch panewki odjąć i dopiero otwór dokładnie oczyścić.

Ponieważ wierzchy (dekle) od panewek, zwłaszcza u bębna, narażone są na ciągłe lubo małe wstrząśnienia, przeto mutry w tych miejscach używane bywają podwójne, czyli że oprócz zwyczajnych muter znajdują się nad niemi jeszcze drugie, tak zwane kontr-mutry, których zadaniem jest trzymać w niezmiennem położeniu mutry pierwsze. Kontr-mutry zawsze silnie dokręcone być powinny.

Do wielu młocarń stosują samosmary iglicowe lub zwykłe knoty; knoty są nawinięte na cienkie druty miedziane, dla pewności że w otwory są wsunięte dokładnie i do samych walców dochodzą. Grubość knotów tylko z praktyki wymiarkować można; jeśli knot jest za cienki, to smar wychodzi zbyt prędko; jeśli zaś za gruby lub za mocno zwinięty, to za wolno ciągnie; z czasem knoty gniją lub też kurzem się zaszlamowują; wtedy należy je wyrzucić, gdyż źle ciągną oliwę.

Jeśli panewka bardzo się rozgrzeje, to należy knoty wyjąć i oliwę wprost lać a w razie potrzeby nawet wodą studzić.

Wszystkie panewki należy przynajmniej raz na tydzień dokładnie oczyścić i pooglądać; gdyby jaki wał lub oś była uszkodzoną przez rozgrzanie się panewki, należy wszelkie rysy starannie wyrównać drobnym pilnikiem jak również wszelkie chropowatości i skazy tak na wale jak i w panewkach i uważać aby wał jaknajdokładniej przystawał do panewek i zupełnie gładko w nich się obracał.

Po ukończeniu młocki należy machinę rozebrać i wszystkie części gruntownie wyczyścić i obejrzeć.

Wszelkie zużyte lub nie do użycia będące części natychmiast nowemi zastąpić, a potem machinę napowrót zupełnie złożyć, aby na następną kampanię była do roboty gotową.

Najprędzej niszczą się wały od wytrząsaczy, wał od bębna, panewki z pod bębna i wytrząsaczy oraz wialni; tarki bukownika, cepy i arfy.

Wiele baczności wymaga bęben. Cepy, zwłaszcza zwyczajne, przecięcia prostokątnego, zużywają się po pewnym czasie, mianowicie kanty ich się zaokrąglają, przez co mniej energicznie młócą. Złemu można zaradzić przez odwrócenie cepów, co dopełnione być powinno umiejętnie i starannie, tak aby górne kanty cepów zakreślały obwód ściśle dokładnego cylindra, a cały bęben był dokładnie zrównoważony. Jeżeli tylko jeden cep młocarni parowej się potrzaska to nie potrzeba wyjmować całego bębna, lecz kawałki cepa zebrać co do jednego, wszystkie na wagę włożyć i zrobić cep nowy równej zupełnie wagi, piłując go w razie gdyby ważył więcej lub też dając podkładki.

Jeśli jednak uszkodzenie jest duże i bęben koniecznie wyjąć wypadnie, to trzeba dorobione cepy tak dokładnie do wagi dopasować, ażeby bęben położony temi miejscami swej osi, gdzie były panewki, na dwóch poziomych wązkich żelaznych linijkach, w żadną stronę się nieprzeważał. Takie wyważanie bębna praktyczniejsze od wyważania na t. zw. koernerach. Zdarza się przecież, że chociaż bęben jest dokładnie wyważony, to jednakże w ruch puszczony drga i to każdy koniec w stronę przeciwną. Miewa to miejsce wtedy gdy oś bębna przechodzi przez szajby boczne nieco ekscentrycznie i przytem tak, że każda szajba zchodzi od swego środka o jednakową odległość, lecz w stronę przeciwną drugiej, w skutek tego w czasie postoju szajby te wzajem się równoważą i oś na żadną stronę przeważać nie będzie, lecz w ruchu oś ta równo nie pójdzie, ale każdy jej koniec w stronę przeciwną bujać się będzie, gdyż podczas obrotu oś równowagi przechodzić będzie przez środki ciężkości obu szajb. Należy więc tak przy budowie jako i reparacyi bębnów młocarnianych, niepoprzestawać na wyważeniu całego złożonego już bębna, lecz najprzód wyważyć pojedyncze jego boki, poczem dopiero je

zaklinować i brać się do cepów, przyczem uważać aby się oś przy nabijaniu nie wygięła.

Skoro się wytrą *brązowe panewki* u zagranicznej machiny, trzeba za nie płacić u składników ceny bardzo wysokie. Można tego uniknąć reparując stare przez nakładanie ich białym metalem który kupuje się gotowy.

Stara wytarta brązowa panewka kładzie się w ogień i podczas rozgrzewania smaruje się w miejscu gdzie jest wytarta i nadłożyć ją trzeba, wodą do lutowania *) i pociąga kawałkiem białego metalu, który topiąc się takową pobiela; pobielać samą cyną nie można, boby się metal nie chwycił. Na taką rozgrzaną panewkę, w pobielone miejsce nalewa się biały metal, roztopiony w żelaznej łyżce. Gdyby się metal nie chciał do panewki przylepić, potrzeba, gdy jest jeszcze płynnym, pociągać kawałkiem salmiaku i proszkiem posypywać, aby zaś metal się nie wylał, boki panewki dwoma kawałkami tektury zastawić można. Potem gdy już skrzepnie, lecz jeszcze jest gorący, rozpalonem żelazem nadmiar jego odtopić należy z panewki, aby go się tyle tylko pozostało, ile do obróbki potrzeba. Panewkę w miejscu nadłożonem obrobić trzeba pilnikiem lub na tokarni aby łożysko dla walca przygotować.

Ostrożności ktore zachować należy przy młocce parowej dla uniknięcia pożaru i wypadków z ludźmi. Użycie lokomobili grozi niebezpieczeństwem od ognia, dla tego należy zachowywać wszelkie możliwe środki ostrożności aby uniknąć pożaru. Największe niebezpieczeństwo stanowią sadze w kominie, gdyż łatwo się zapalają skoro się z młocką stanie, należy więc często siatkę na kominie miotłą oczyszczać. Podczas młocki mało iskier wychodzi bo je para gasi, najwięcej zaś, gdy pod kotłem pali się a młocarnia stoi; bardzo niebezpieczne są iskry które przy silnym wietrze z popielnika uniesione być mogą, gdyż stanowią kawałki zarzewia; dla tego należy napełniać popielnik wodą przynajmniej na 2 cale. Węgiel kamienny daje najmniej iskier ale za to najniebezpieczniejszych, drzewo więcej a torf najwięcej.

*) Woda do lutowania robi się rozpuszczając cynk w mocnym kwasie solnym i dodając do tego równą cynkowi na wagę ilość salmiaku.

Ważną jest rzeczą aby nigdy do lokomobili nie dopuszczać nikogo z obsługi młocarni, gdyż na ubraniu łatwo iskrę przenieść. Jedynym jednak radykalnym środkiem zabezpieczenia się od ognia, jest najdalsze o ile możności odsunięcie lokomobili od młocarni, co się da uskutecznić za pomocą transmisyi linkowej, w którą każdy garnitur młocarniany parowy powinien być zaopatrzony (porównaj opis transmisyj linowych w art. „Machiny i narzędzia rolnicze“ str. 99). Palenie tytoniu w pobliżu młocarni bezwarunkowo wzbronionem być winno.

Przy młocce parowej należy zachować wszelkie środki ostrożności o jakich już mówiliśmy przy młocarniach kieratowych, oprócz tego aby ucbronić ludzi od kalectwa zachowywać jeszcze następujące przepisy:

Palacz powinien nieodstępnie *stać* przy lokomobili a pod żadnym warunkiem nie wolno mu siedzieć; musi on ciągle uważać

Fig. 46.



co się przy młocarni dzieje, aby w razie wypadku mógł zaraz machinę zatrzymać. Nakładacz powinien puszczanie wstrzymać tylko wtedy gdy gwizdawkę usłyszy, chcąc więc młocarnię zatrzymać należy tylko parę zamknąć a *nie gwizdać*, wtedy nakładacz nieprzestając puszczać, prędko machinę zahamuje. Jeśli odległość lokomobili jest duża lub wrota od stodoły zamknięte (a pas tylko otworem w nich wyrobionym wchodzi), to dozorca młocarni powinien mieć gwizdawkę aby módz dać sygnał do lokomobili w razie potrzeby zatrzymania tejże, wołania bowiem może palacz nie dosłyszeć.

Robotnicy zajęci przy młocce żadnej z machin w ruchu będących dotykać nie powinni.

Wejście na stół młocarni ma być dogodne i opatrzone poręczami. Otwór stołu przez który nakłada się zboże powi-

nien być tak zabezpieczony aby ludzie donoszący na stół zboże, nawet w razie przewrócenia się nie mogli wpaść do otworu ani też dostać się tam jaką bądź kończyną ciała. Przed puszczeniem w ruch motoru należy dać sygnał gwizdkiem lub dzwonkiem. Koło zamachowe i pas lokomobili najwłaściwiej zagrodzić sztachetami lub drucianemi siatkami w taki sposób, ażeby podczas ruchu lokomobili nie można się było z żadnej strony dostać do koła lub pasa.

Wszystkie części obracające się na zewnątrz młocarni powinny być osłonione drucianemi siatkami w ramach, lub drewnianemi żaluzyami zawieszonemi na zawiasach w ten sposób, aby je w razie potrzeby łatwo unieść było można (fig. 46).

Młocarnie i bukowniki do koniczyny.

Młócenie koniczyny cepami jest robotą uciążliwą, zmudną i niezmiernie powolną, a nadto wymagającą wielkiej suchości powietrza; z tego więc powodu jedynie podczas mrozów odbywać się może. Wszędzie więc tam gdzie chodzi o otrzymanie ziarna koniczynnego w ilościach większych, uciec się potrzeba do pomocy przyrządów mechanicznych, będących w stanie wydzielać ziarna koniczyny w stosunkowo krótkim czasie i nie koniecznie podczas silnych mrozów.

Przyrządów takich istnieje bardzo wiele, różnej wielkości, konstrukcyi i ceny; sposób działania wszystkich tych przyrządów zasadza się na przecieraniu omłacanej koniczyny pomiędzy szorstkiemi powierzchniami. Od wielkości i ukształtowania tych powierzchni zależy jakość i ilość wykonywanej przez machinę pracy pożytecznej; pod tym wszelako względem zachodzą pomiędzy bukownikami różnych typów różnice istotne i znaczne.

Na zwykłych młocarniach zbożowych t. zw. główki nasienne od słomy koniczynnej z łatwością oddzielić się dają; ostateczne jednak oswobodzenie ziarn z okryw nasiennych bez przystosowania do młocarni specyalnych przyrządów bukujących tylko z wielką trudnością i ogromną stratą czasu wykonać można.

Z powodu krótkości klepiska, po jednorazowem przejściu pod bębnem bardzo nie wiele ziarn wypada, znaczna zaś większość pozostaje w plewkach; aby więc wytrzeć wszystko ziarno, potrzeba, dosunąwszy klepisko do bębna jak tylko można najbliżej, przepuszczać główki nasienne wielokrotnie; że przy takiej manipulacyi wiele ziarn ulega rozmiażdżeniu, a sama maszyna niszczy się bardzo, dowodzić nie trzeba. Chcąc choć w części zapobiedz stracie ziarn, należy omłot po każdorazowem przepuszczeniu przez młocarnię zwiać na wialni, a już wytarte ziarna odsiać na sitach. O wiele sporzej idzie robota gdy po omłóceniu koniczyny ze słomy (z pałek) użyjemy dla wytarcia ziarna z główek (z kwiatu) właściwego przyrządu bukującego t. j. zamkniętego ze wszech stron cylindra, w którym wsypane główki nasienne odbywać muszą długą drogę po szorstkiej powierzchni i to pod należytem ciśnieniem. Tak zwane bukowanie koniczyny jest czynnością dość delikatną, gdyż bukując należy porozrywać wszystkie pochewki nasienne w taki sposób, aby zawarte w nich nasionka wypadły zupełnie nieuszkodzone, a plewki (jako nader cenna pasza) nie uległy przytem zmarnowaniu przez nadmierne sproszkowanie.

Aby to osiągnąć, powierzchnie wycierające powinny być najeżone wielką ilością drobnych ostrych kantów o któreby się pochewki zaczepiały i rozdzierały, oraz równie wielką ilością drobnych otworków aby przez nie ziarnka już wyłuskniete natychmiast wypaść mogły chroniąc się przez to od uszkodzenia przy dalszem działaniu ostrzy. Nakoniec powierzchnie trące powinny być ustawione w należytej od siebie odległości, gdyż bukownik powinien wydzielać ziarno z okryw nasiennych bez rozmełania go na kaszkę, co przy zbyt wielkiem zbliżeniu łatwo nastąpić może.

Najtańszym przyrządem do bukowania są tak zwane tarki do koniczyn jakie za dopłatą kilkunastu rubli każda fabryka budująca młocarnie cepowe do swych machin dodaje. Cały przyrząd składa się z tarki blaszanej półokrągło wygiętej, a obejmującej część bębna klepiskiem nie otoczoną. Używając jej, należy wszystkie otwory w klepisku stosownemi zatyczkami drewnianemi pozamykać, tarkę zaś założyć na śrubę u dołu na przodzie młocarni umieszczoną, na której jak na zawiasie poruszać się może. Do skobelka w górnej części tarki przytwierdzonego, zakłada się rzemyk surowcowy, który się przeciąga przez odpowiedni otworek w poprzecznej części górnej ramy młocarni zrobiony; przyciągnąwszy rzemyk ten, tarka się unosi i za-

myka obwód bębna. Sama czynność bukowania koniczyny odbywa się w sposób następujący. Puściwszy w bieg młocarnię, przyciąga się rzemyk i następnie nasypuje się parę szufli łebków koniczyny w bęben, otworem do wpuszczania w młocarnię zbo-

Fig. 47.

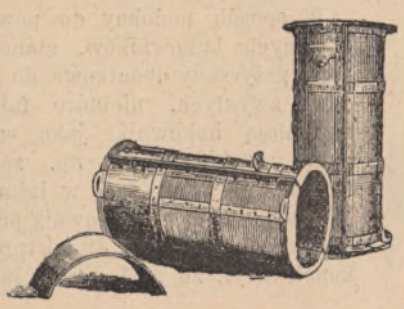
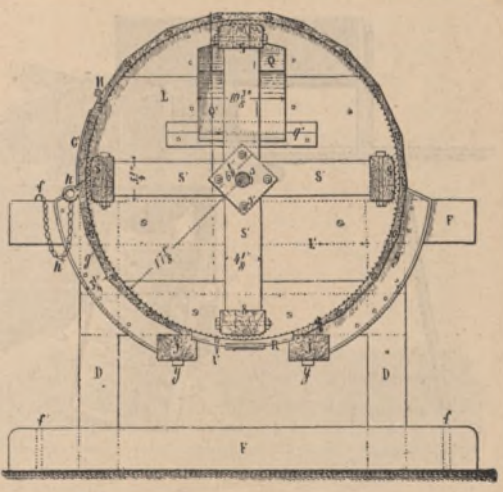


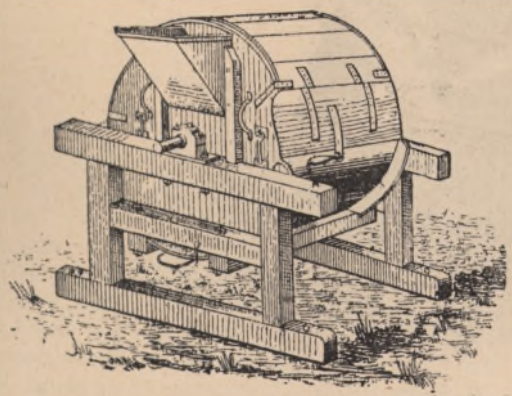
Fig. 49.



ża służącym, poczem otwór ten zamyka się odpowiednią zatyczką na rękojeści osadzoną. Wsypane łebki pozostają przez parę minut w młocarni, a nie mając ujścia, podlegają ciągłemu tarciu przez bęben o tarkę i tym sposobem zostają porozrywane, a ziarno z nich oswobodzone. Za sfolgowaniem rzemyka tarka opada, a koniczyna przez bęben naprzód wyrzuconą zostaje. Czas, przez jaki łebki na działanie bębna wystawione być winny, zależnym jest od pory roku i stopnia suchości koniczyny; najwłaściwsza pora do bukowania koniczyny tym przyrządem jest wówczas, gdy kilkodniowe silne mrozy panują.

Powyżej opisana tarka zastosowaną być może tylko do młocarń cepowych; do młocarń sztyftowych dołem bijących dodają zamiast tarki płaszcz, który łącznie z kle-

Fig. 48



piskiem tworzy zamknięty cylinder otaczający bęben ze wszech stron; wewnętrzna powierzchnia cylindra zaopatrzoną jest w sztyfty.

Do młocarń parowych założyć można t. zw. przyrząd Löhnerta (fig. 47); jest to cylinder w części górnej wyrobiony z blachy, w dolnej zaś z siatki z mocnego drutu stalowego kwadratowego. Cylinder ten zakłada się na około bębna w miejsce zwykłego klepiska. Główki nasienne wpuszczają się do środka przez lej umocowany z jednego boku cylindra, plewy wychodzą przez otwór zamykany zasuwką blizko drugiego końca cylindra, ziarno zaś wytarte wypada przez otwory siatki. Jeżeli koniczyna łatwo się bukuje, to cylinder siatkowy pozostaje na całej długości niepokrytym, jeśli jednak wyciera się z trudnością, to stosownie do potrzeby używa się jednej lub więcej blaszanych pokryw (widocznych

Fig. 50.

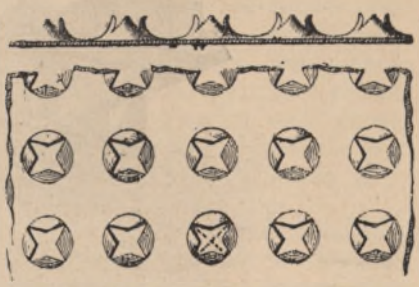
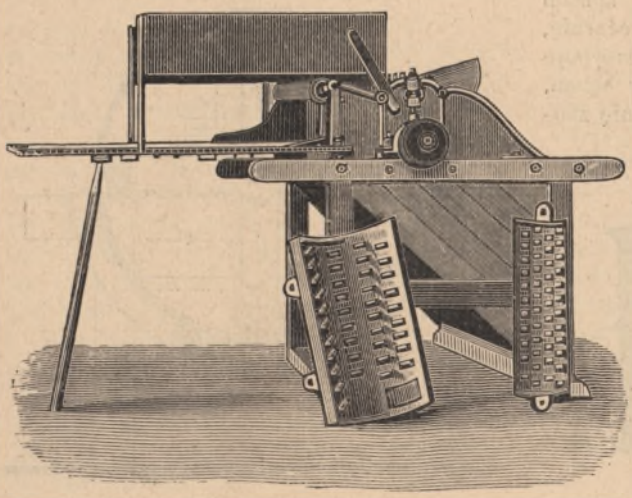


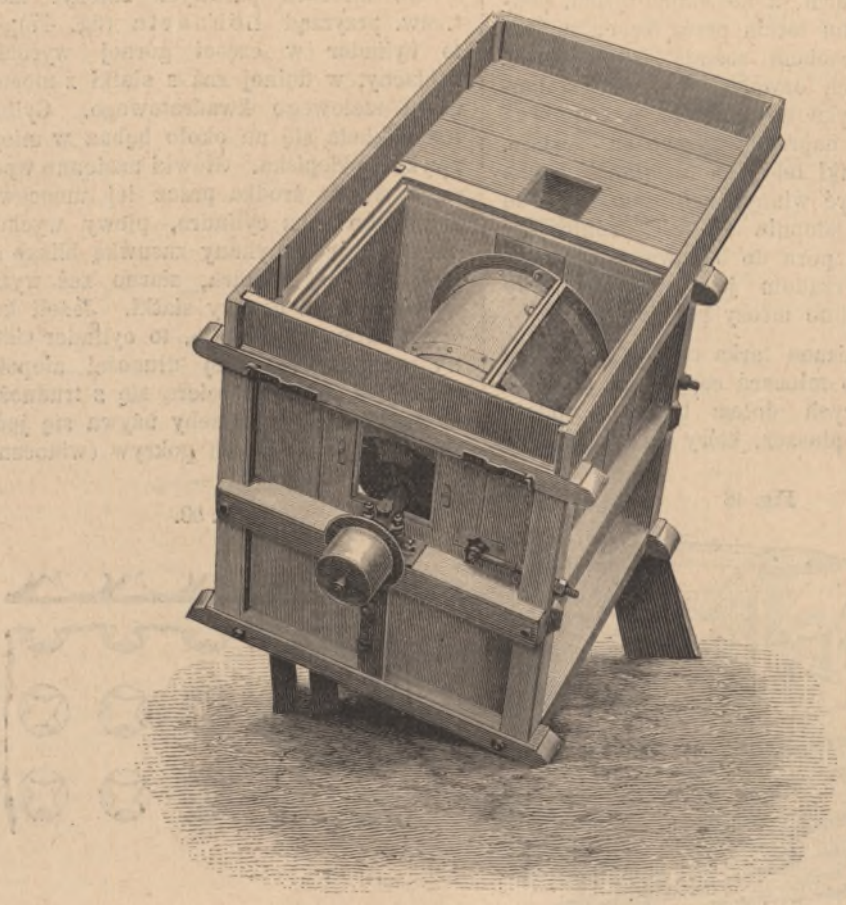
Fig. 51.



z boku rysunku) przykrywając niemi $^1/_3$ lub $^2/_3$ długości cylindra siatkowego. Stalując przyrząd Löhnerta do już posiadanej młocarni podać należy: średnicę i długość bębna cepowego, № młocarni i nazwę fabryki z której młocarnia pochodzi.

W sposób podobny do powyżej opisanych bukowników, stanowiących przyrządy dodatkowe do młocarń zwykłych, niektóre fabryki wyrabiają bukowniki jako samoistne machiny; tak np. zakład Ignacego Alle jun. w Iglau na Morawach wyrabia bukownik przedstawiony na fig. 48 i 49 tak prostej konstrukcyi, że może być z łatwo-

Fig. 52.



Bukownik do koniczyn.

ścią na wsi domowymi środkami zbudowanym. Jest to po prostu drewniane cylindryczne pudło wewnątrz obite tarką blaszaną — tarkę robi się z mocnej blachy przebijając ją gęsto dornikiem (fig. 50). U dołu pudła wstawia się sito blaszane przez otwory którego wypadają wytarte ziarna koniczyny, plewki zaś wypuszczają się od czasu do czasu przez uchylenie drzwiczek bocznych. W środku pudła osadzonego w ramach dębowych obracają się 4 bijaki osadzone na krzyż na osi żelaznej, obite takąż samą tarką jak i wnętrze pudła. Średnica pudła wynosi 39 cali, długość 26 cali, ilość obrotów wynosić powinna 180—200 na minutę.

Prosty ten bukownik działa dość zadawalniająco, zwłaszcza póki się tarka nie stępi; nie jest on wprawdzie bardzo w pracy wydajny, lecz pomimo to, w gospodarstwach produkujących niewielkie ilości nasion bardzo przydać się może, chroniąc jednocześnie młocarnię od zużywania się przy bukowaniu koniczyn.

Fig. 51 przedstawia bukownik sztyftowy Lilpopa urządzony w sposób podobny do wspomnianych powyżej przyrządów bukujących dodawanych do sztyftówek.

Bardzo podobnym do przyrządu Löhnertowskiego jest bukownik konstrukcyi składu machin Alfreda Grodzkiego (fig. 52). Składa się on z cylindra siatkowego z mocnego drutu kwadratowego i blachy, cepy ma karbowane, wszystko osadzone w silnem pudle drewnianem. Kwiat wpuszcza się do bębna z jednego szczytu, plewki zaś wychodzą drugim końcem.

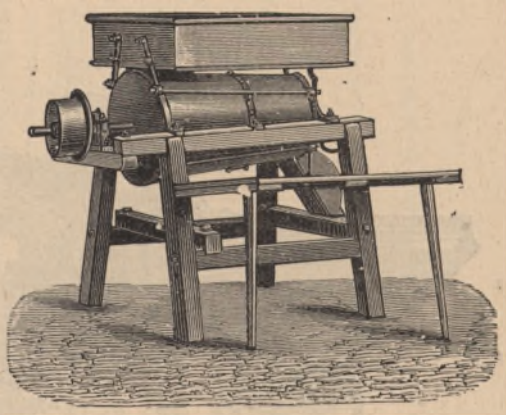
Bukownik to silnie zbudowany, stosunkowo nie drogi i jak doświadczenie w Płockiem gdzie jest dość rozpowszechniony przekonało, działa zupełnie zadawalniająco.

Fig. 53 przedstawia bukownik Hunta. Składa się on z dużego cylindra, kształtu ostrokręga ściętego. Ściany wewnętrzne cylindra rowkowane są spiralnie i w tymże samym kierunku osadzone są cepy w liczbie 10-iu, stanowiące bęben wewnątrz cylindra się obracający. Oś bębna przesuwana być może podłużnie, a tym sposobem cepy oddalają się lub zbliżają do ścian bębna, w skutek czego poddaje się koniczynę mniej lub więcej silnemu działaniu bębna, który winien wykonywać około 600 obrotów na minutę.

Cegielski w Poznaniu wyrabia bukownik własnej konstrukcyi, składający się z cylindra lanego, mającego na swej wewnętrznej powierzchni sterczące karby. W dolnej części cylindra pomiędzy karbami znajdują się sitka żelazne, przez które wybukowana koniczyna w większej części wypada. W cylindrze tym chodzi lany, pełny bęben, także sterczącemi karbami opatrzony. O ile wybukowana koniczyna przez sitka nie wypadnie, wychodzi z plewami rynienką na zewnątrz machiny. W rynience znajdująca się klapa reguluje większy lub mniejszy odpływ koniczyny. Drąg komunikacyjny od manežu zakłada się wprost do machiny dowolnie z prawej lub lewej strony.

Jak widzimy z powyższego, do budowy bukowników używają tarek blaszanych, cylindrów lanych karbowanych pełnych, cylindrów siatkowych z kwadratowego drutu, sztyftów gładkich, lub co lepiej, ukośnie rowkowanych. Tarki blaszane są tanie, lecz nietrwałe, gdyż ostrza szybko się ścierają, a wydajność stępionej tarki ogromnie spada, ziarno dość łatwo kaleczą a plewy zbyt proszkują. Największą ostrożność zachować należy przy użyciu cylindrów pełnych, gdyż bukowniki tego rodzaju przy nieostrożnem użyciu znaczną część ziarn rozmełają na drobną kaszkę; ilość ziarna w ten sposób straconego wynosić może 14% i więcej, co przy nizkiej nawet cenie sprzedażnej koniczyny wielką stratę pieniężną przynosi.

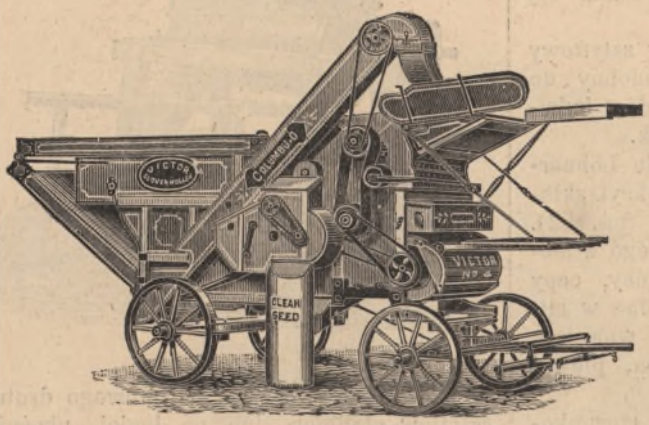
Fig. 53.



Cylindry siatkowe są o wiele bezpieczniejsze, gdyż ziarno wyłusknięte natychmiast wypada, natomiast po pewnym czasie kanty drutów zaokrąglają się, w skutek czego wydajność pracy spada; należy wtedy cylinder siatkowy zmienić, co jednak nie pociąga za sobą nadmiernych kosztów.

Sztyfty wyłuskują ziarno nie tnąc go — muszą być one od czasu do czasu zmieniane, skoro się boczne powierzchnie ich wygładzą. W niektórych latach ziarno koniczyny odznacza się wielką twardością łupinki, w skutek czego z trudnością wschodzi. Lekkie zdrapanie powierzchni ziarna przyśpiesza wtedy kiełkowanie, w skutek czego koniczyna młócona na bukownikach tarkowych lub z pełnymi cylindrami wykazuje większy procent ziarn kiełkujących niż młócona na sztyftówkach; zależnie od sposobu omłotu różnica kiełkowania wynosić może nawet u koniczyny pochodzącej z tego samego pola do 26%. Dodatnia ta właściwość pracy bukowników cylindrowych pełnych nie jest jednak w stanie zrównoważyć strat, jakie powodują łamiąc znaczną ilość ziarn na kaszkę, gdyż procent kiełkowania trudno kiełkujących nasion

Fig. 54.



zwiększyć można bez straty ziarna przez przemłócenie cepami nasion pomieszanych w worku z ostrym piaskiem lub przez obróbkę na specyalnych przyrządach zwanych preparatorami (patrz art. „Machiny i narzędzia rolnicze“ Tom VI, str. 210) podczas gdy z drobnej kaszki koniczynnej żadnego pożytku mieć nie można.

Główne warunki dobrego funkcyonowania bukowników są:

1) suchość koniczyny i suchość powietrza; najwłaściwiej więc młócić zaraz prosto z pola lub w czasie kilkodniowych mrozów; małe ilości główek można przed puszczeniem na bukownik podsuszać na lasach lub w kuchni, przez co robota się przyśpiesza;

2) miałkość kwiatu, to znaczy, że chcąc aby tarki pracowały wydajnie i nie tępiły się szybko, należy główki czyli kwiat przed zasypaniem na bukownik przesiać na arfach lub rzeszotach, aby w ten sposób oddzielić grubsze kawałki łodyg, słomy etc., oraz przewiać kwiat na wialni, aby odwiać czcze kwiatki i pochewki nie zawierające ziarna; przez przygotowawcze oczyszczenie kwiatu można podnieść wydajność pracy bukownika $1^1/_2$—2 razy;

3) równomierne sypanie kwiatu na bukownik umiarkowane w taki sposób, aby się bęben nigdy nie zatykał.

Powyżej opisane bukowniki wykonywają tylko część roboty potrzebnej do otrzymania gotowego na sprzedaż ziarna, gdyż koniczyna przed puszczeniem na bukownik musi być poprzednio omłócona ze słomy na innej maszynie, a ziarno po wybukowaniu czyszczonem na oddzielnych wialniach. Bukowniki więc tego rodzaju zastosować się z korzyścią dają jedynie do średniej wielkości produkcyi i tam, gdzie nie ma potrzeby zbyt wielkiego pośpiechu w omłocie, a miejsca pod dachami jest dosyć. Tam jednak gdzie chodzi o produkcyę nasion pastewnych na wielką skalę, lub o wielki pośpiech w omłocie koniczyn złożonych w sterty na polu, tam pierwszeństwo bezwarunkowo oddać wypada użyciu specyalnych młocarń do koniczyn, o działaniu skombinowanem, wykonywających całą robotę omłotu i wiania ziarna od jednego razu, gdyż przenoszenie wielkich mas plew i główek z pod młocarni na bukownik a z pod bukownika na wialnię, niedomłotu zaś z przed wialni znów na bukownik jest rzeczą wielce kłopotliwą, wymagającą wiele miejsca, ludzi i pilnego dozoru, a przytem zauważyć należy, że kwiat koniczyny, pozostawiony na kupie po zmłóceniu go ze słomy chciwie wilgoć przyciąga i zagrzewa się łatwo, w skutek czego ziarno czerwienieje i bardzo traci na cenie i pokupności. Jeżeli więc bukownik nie może działać jednocześnie z młocarnią, lecz puszczonym w ruch być może dopiero po omłóceniu ze słomy znaczniejszej ilości koniczyny, to na tę okoliczność, to jest na zdrowe przechowanie główek nasiennych należy zwrócić pilną uwagę.

Powyżej zaznaczone niedogodności dają się uczuwać w stopniu jeszcze wyższym przy młocce przelotu, jako wydającego o wiele więcej „kwiatu“ i wrażliwszego na wilgoć.

Wszystkim tym niedogodnościom zapobiega użycie młocarń zbudowanych specyalnie do omłotu koniczyn o działaniu kombinowanem, które koniczynę jednocześnie młócą ze słomy, bukują, ziarno wieją z plew, czyszczą i sypią w worki.

Młocarnie kombinowane zaczęto najpierw wyrabiać w Ameryce, obecnie zaś wyrabiają je już w Niemczech i we Francyi. Znaczniejsze fabryki amerykańskie, trudniące się wyrobem młocarni do koniczyn są: The Newark Machine Comp. Columbus Ohio wyrabiająca machinę zwaną „Victor“; Reeves Comp. New-York wyrabiająca „Nestora“; The Birdsell Manuf. Comp. wyrabiająca „Monitora“; Gaar, Scott & Comp., Richmond, Ind.; Ashland Manuf. Comp. i wiele innych. W Niemczech fabryka Zimmermanna z Halli wyrabia młocarnię typu Victor'a. We Francyi istnieje kilka fabryk

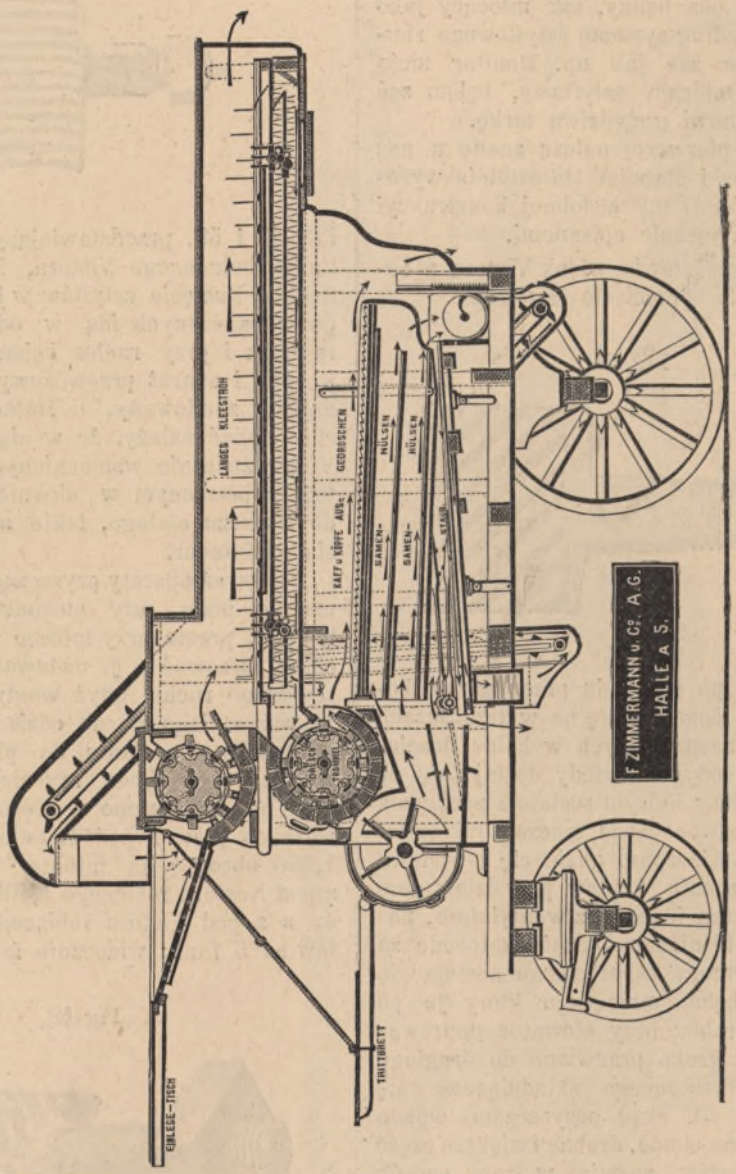


Fig. 55. Bukownik „Matador“, widok w przecięciu.

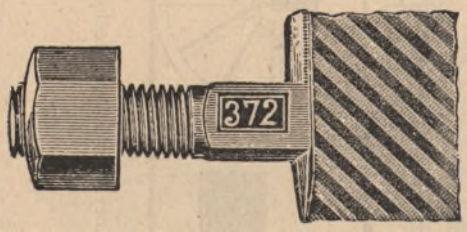
powszechnie znanych z dobrego wyrobu młocarń do koniczyn; tu należą: Lotz Fils de l'Aine w Nantes, M. Cumming, Societe Fran. de Materiel agricole à Vierzon i kilka innych.

Młocarnie amerykańskie w ogólnych zarysach są do siebie podobne różniąc się głównie tem że niektóre z nich jak np. Victor, mają oba bębny, tak młócący jako i bukujący według systemu sztyftowego zbudowane; inne zaś jak np. Monitor mają tylko bęben młócący sztyftowy, bęben zaś bukujący stanowi prawdziwą tarkę.

Do grupy pierwszej należą znane u nas Victor, Nestor i Matador (ta ostatnia wyrobu niemieckiego) tak podobnej konstrukcyi że mogą być łącznie opisanemi.

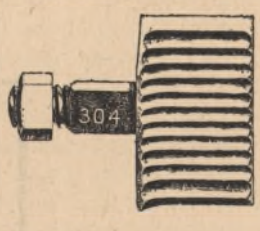
Fig. 54 przedstawia widok Victora z zewnątrz, fig. 55 przecięcie Matadora.

Fig. 56.



Koniczyna po przejściu przez górny bęben młócący pozbywa się na wytrząsaczach listwowych, zaopatrzonych w kolce druciane, słomy i łodyg, i wtedy dostaje się do bębna dolnego w którym zostaje z pochewek nasiennych oswobodzona, poczem już omłot idzie na sita blaszane, gdzie się przesiewa i pozbywa zgonin i plew pod działaniem prądu powietrza idącego z wentylatora, następnie główki niedostatecznie omłócone za pomocą elewatora kubełkowego dostają się do górnego bębna młócącego który je po raz drugi obrabia; inny elewator doprowadza ziarno z gruba przewiane do drugiego przyrządu czyszczącego składającego się z młynka i sit, skąd oczyszczone wpada w worki. Ziarna chude, drobne i większa część nasion chwastów zostają w ten sposób z ziarna wydzielone; pomimo to koniczyna musi być następnie na śpichrzu jeszcze drugi raz na młynkach i sitach doczyszczaną, gdyż ilość zanieczyszczeń znajdujących się w koniczynie z pod machiny wynosi od 5—20%, jak to wykazały badania p. Z. Zielińskiego na Warszawskiej stacyi oceny nasion, któremu przytoczone dane zawdzięczamy. Maszyny powyższe różnią się od siebie szczegółami drugorzędnymi, głównie zaś kształtem nacięć na zębach, jak to zauważyć można na figurach

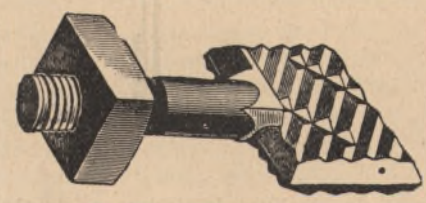
Fig. 57.



56, 57 i 58, przedstawiających zęby z cylindra bukującego Victora, Nestora i Gaar Scotta. Nacięcia sztyftów w bębnie i w klepisku osadzonych idą w odwrotnych kierunkach i przy ruchu bębna krzyżują się. Korpus i aparat przewozowy u Victora jest najlżej zbudowany, u Matadora najcięższej, choć dodać należy, że w ciągu 1896 roku Victor znacznie wzmocnionym został jako też zaopatrzonym w oliwnice Stauffera do tłuszczu stałego, takie same jakie posiada Matador.

Ponieważ aparaty czyszczące opisywanych machin mają rafy stosunkowo nie zbyt wielkie, przeto przy młocce nie należy machiny forsować t. j. nadawać bębnowi zbyt szybkiego ruchu, gdyż wtedy rafy nie zdążą wszystkiego ziarna odsiać i część ziarn przerzuconą zostanie do plew i to tem większa, im bęben szybciej się obracał. Tak np. znaleziono w Koroszczynie w 10 workach plew z pod Matadora, który robił 1,350 obrotów na minutę, ziarna funt. 3, z pod Nestora robiącego 1,400 obrotów funt. 4, a z pod Victora robiącego 1,500 obrotów aż 6 funt.; widocznie że chcąc zmłócić

Fig 58.



przez godzinę największą możebną ilość koniczyny, zanadto forsowano machiny, a robić tego nie należy, gdyż młocarnia kombinowana przedstawia ściśle związaną ca-

łość; dla osiągnięcia więc dobrej roboty praca każdego oddzielnego aparatu musi stosować się i harmonizować ze wszystkiemi innemi. Z pomiędzy młocarń typu amerykańskiego, młocarnie Gaar Scotta posiadają aparaty czyszczące o największej powierzchni pracującej. Nestor zaś posiada nader praktyczny przyrząd umożebniający momentalne dostanie się do bębna i klepiska bukującego na wypadek wpadnięcia pomiędzy nie kamienia lub zapchania się omłotem; klepiska w niem mogą być w każdej chwili z łatwością do bębna dosuwane. Nadto fabryka dostarcza na żądanie patentowany nakładacz automatycznie podsuwający koniczynę pod pierwszy bęben. Sztyftówki amerykańskie ziarno wyłuskują nie przecinając go, gdyż ilość ziarn pociętych wynosi zaledwie od 0,9 do 1,5%.

Do grupy drugiej należy, jak to powiedzieliśmy wyżej, „Monitor“ (fig. 59). Posiada on bęben młócący sztyftowy z kutego żelaza, wał stalowy i klepisko lane składające się z 3 oddzielnych części zaopatrzonych sztyftami. Przy bardzo suchej koniczynie rzędy sztyftów w klepisku zastępują się gładkiemi listwami, aby młocarnia zbytecznie łodyg koniczyny nie cięła. Klepisko może być w miarę potrzeby nawet podczas ruchu machiny dosuwane. Tuż po za bębnem młócącym znajduje się drugi bęben zaopatrzony w wygięte kolce żelazne, obracający się po nad wklęsłem sitem z mocnego drutu. Bęben ten służy do przetrząsania omłotu i oddzielania główek z pomiędzy słomy, zanim jeszcze takowa dostanie się na przyrządy czyszczące. Bęben przegarniacz wyrzuca

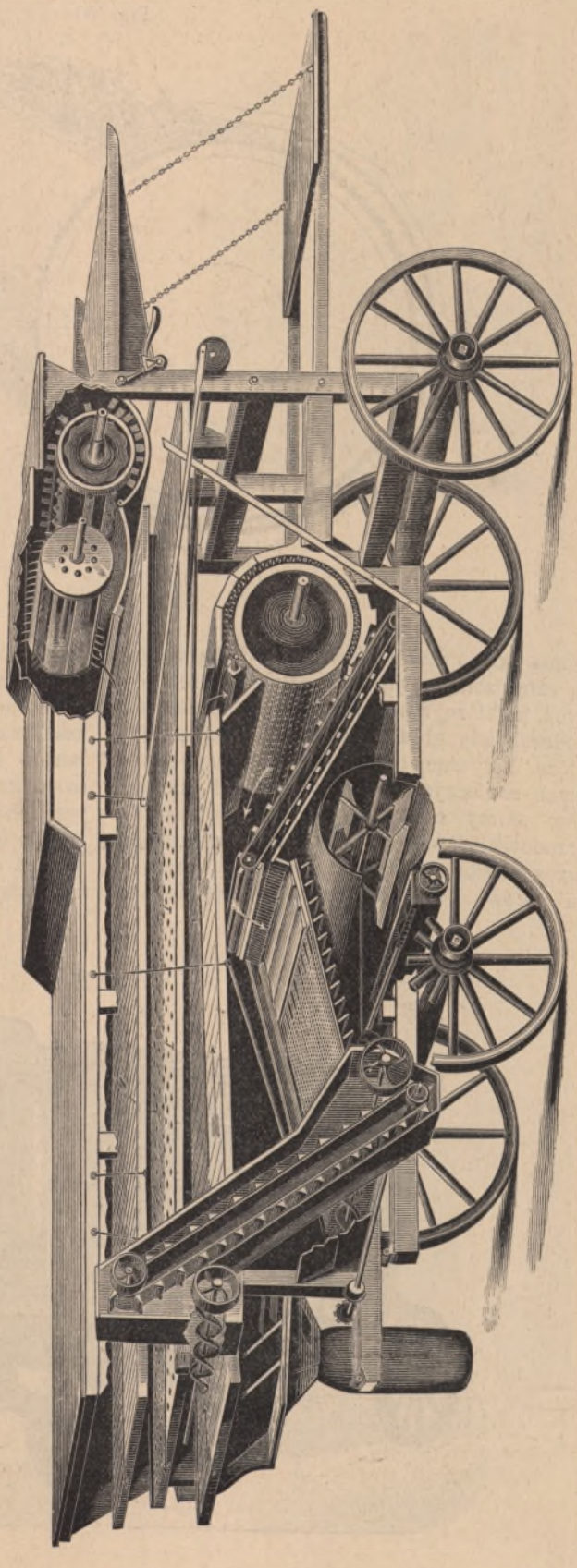
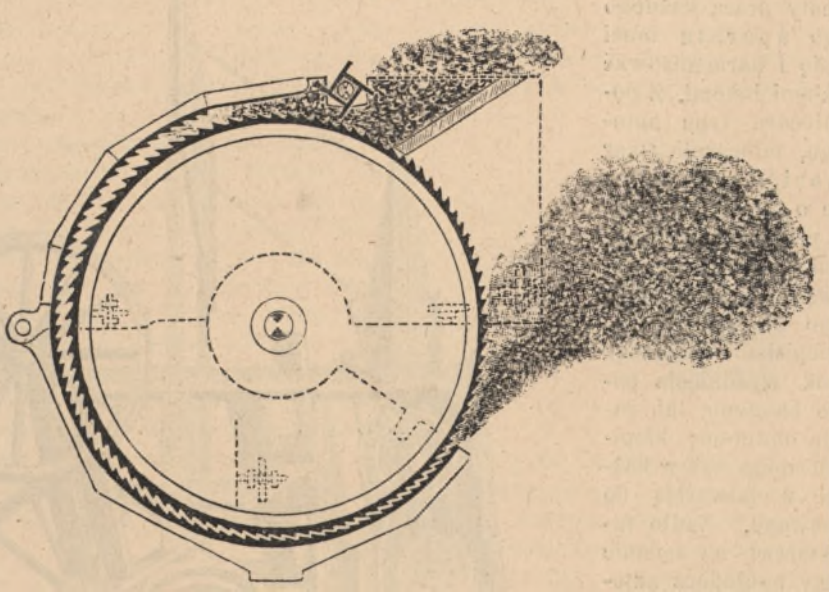


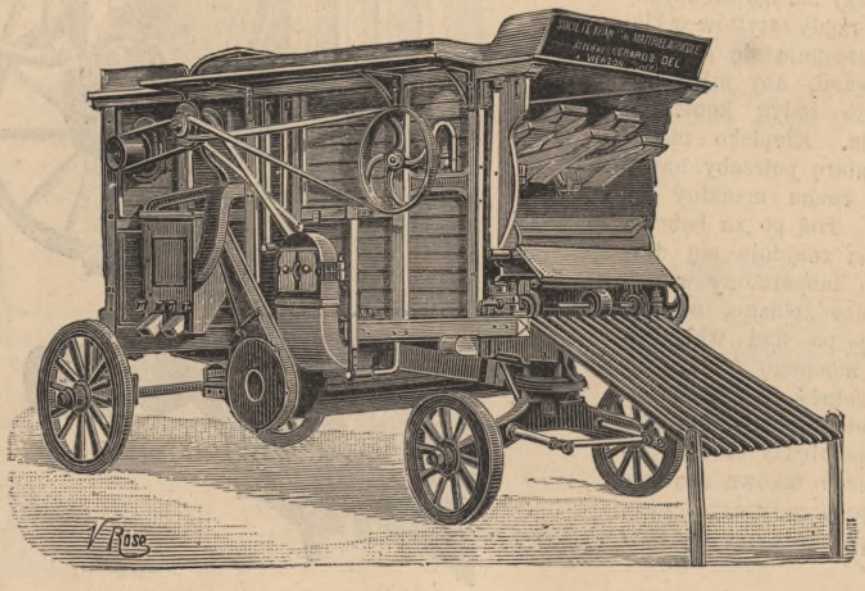
Fig. 59.

Fig. 60



słomę wraz z resztą główek na wielką pochyłą rafę, zbitą z wązkich listewek drewnianych, po której słoma zsuwa się ku przodowi, podczas gdy główki spadają na dolne sito które kołysząc się oddziela resztę grubszych zanieczyszczeń oraz krótkich kawałków słomy zsuwających się również ku przodowi machiny, łebki zaś przechodzą przez otwory sita na platformę pochyłą ku tyłowi po której zsuwają się do bukownika. Sita i platforma mają ruch trzęsiony, nadawany im przez mimośrody niezależnie od siebie pracujące; w ten sposób machina ma ruch spokojny i nie posiada wałów kolanowych. Bęben i klepisko bukownika (fig. 60) pokryte są blachą stalową ponacinaną na podobieństwo raszpli. Po przejściu przez bukownik, omłot dostaje się się na szeroki pas zaopatrzony w poprzeczne listewki, który podnosi i przesypuje o-

Fig. 61



młot na arfę pochyłą, pod nią zaś przechodzi prąd z wentylatora odwiewający plewki; cięższe zaś zgoniny zawierające główki niedostatecznie domłócone, zsuwają się do elewatora który je podnosi i sypie na pochyłą platformę na której, dzięki jej ruchowi kołyszącemu, rozpościerają się równo i w takim stanie całą szerokością platformy zsuwają się na nowo do bukownika, gdzie nie mieszając się bynajmniej ze słomą, jak to miewa miejsce w młocarniach w których niedomłót sypie elewator pod pierwszy bęben, ulegają ponownemu wycieraniu. Ziarno zaś przeszedłszy przez arfę dostaje się za pomocą szneki na drugą małą wialnię z sitami i silnym wiatrem, gdzie oczyszczone wpada w worki.

Odstęp między bębnem bukownika a klepiskiem może być dowolnie regulowany, tak aby koniczyna wycierała się dokładnie nie ulegając pokaleczeniu, co po krótkiem doświadczeniu z łatwością osiągnąć się daje.

Z wyrobów francuskich znaną jest u nas młocarnia do koniczyny zwana „Perfection“ (fig. 61). Posiada ona bęben młócący cepowy karbowany, wytrząsacze szufladkowe. Bęben bukujący ma kształt ściętego stożka na powierzchni którego przymocowane są w kierunku linii śrubowej cepy z blachy stalowej o przekroju litery **V**. W miarę stępienia się cepów w bębnie bukującym, ten ostatni za pomocą prostego mechanizmu posuwa się wzdłuż swej osi. Zamiast elewatorów kubkowych do przenoszenia omłotu na rafki i drugą wialnię, zastosowano wentylatory pneumatyczno-mechaniczne, które przerzucają ziarno za pomocą silnego prądu wytwarzanego przez szybki obrót wiatraczka.

Perfection jest machiną nader silnie i trwale zbudowaną, przy użyciu jednak wymaga pilnego dozoru i ostrożności w nastawianiu bukownika, który tak energicznie działa, że przy zbyt bliskiem dosunięciu cepów łamie bardzo wiele ziarna na kaszkę; może więc przy nieostrożnem użyciu spowodować ogromną stratę ziarna.

Młocarnie specyalnie do koniczyny zbudowane działają bardzo dobrze, lecz mają zastosowanie ograniczone, gdyż mogą być użyte wyłącznie tylko do koniczyn; aby więc machinę wszechstronniej wyzyskać firma Kommnick & Bertram z Neustadt b. Pinne skonstruowała młocarnię parową uniwersalną dającą się użyć tak dobrze do młocki zboża, jako też koniczyn. Młocarnia ta w roku zeszłym funkcyono-

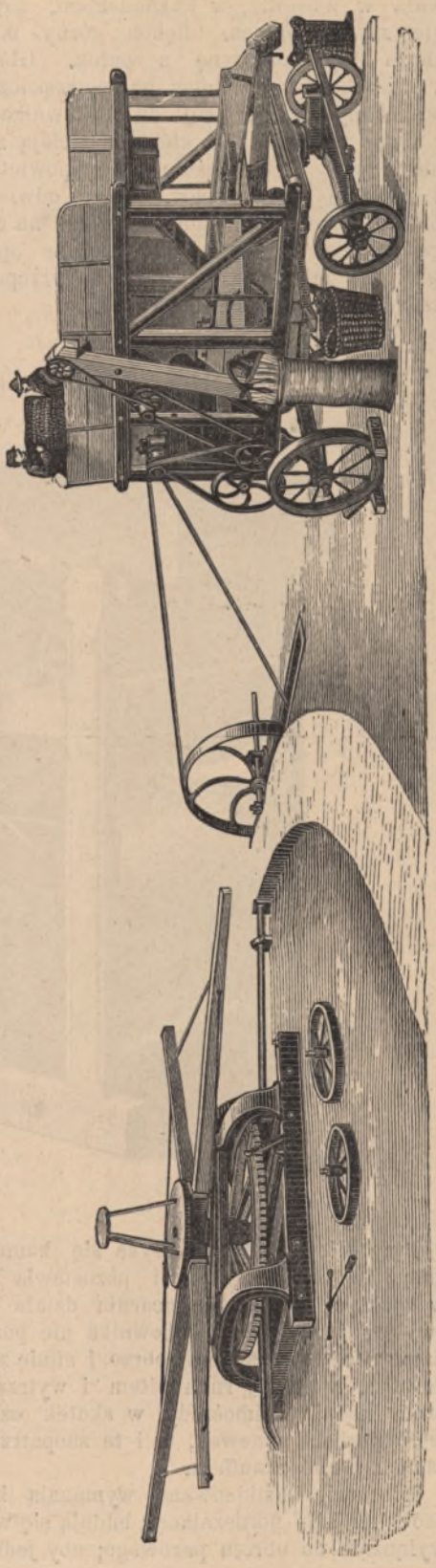
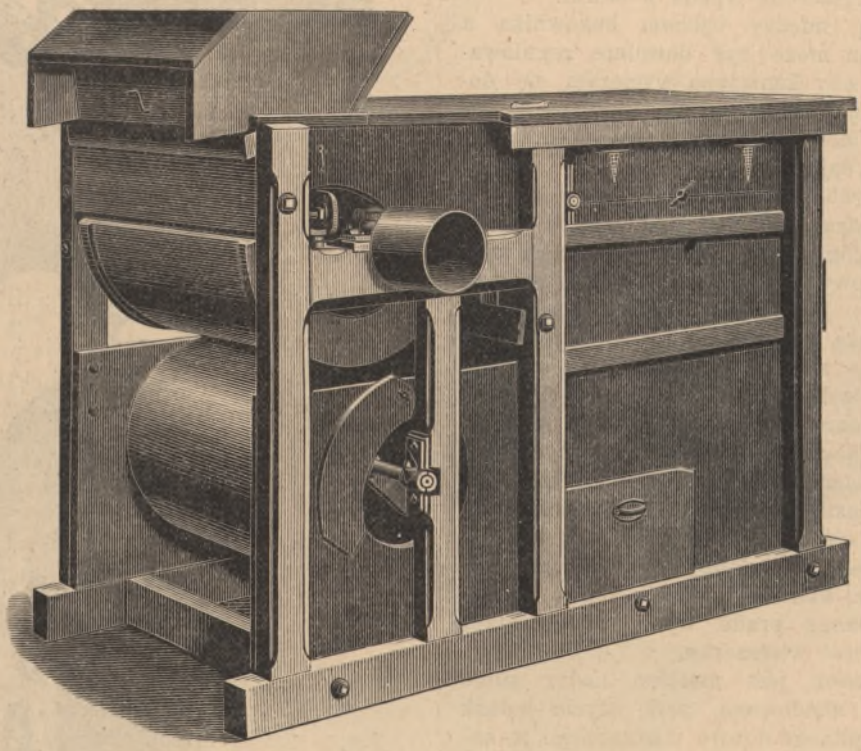


Fig. 62.

wała w Wąsowie, w Poznańskiem, zupełnie zadawalniająco. Bęben górny młóci zboże lub koniczynę z pałek. Główki z nasieniem oddzielone na wytrząsaczach od słomy dostają się do bukownika, a z niego na dolne sita które oddzielają zgoniny, gdy jednocześnie pęd powietrza, z głównej wialni idący, plewy odwiewa. Ziarno przewiane podnosi elewator na drugą wialnię, na której oczyszczone spada w worki lub może być jeszcze przepuszczone przez cylinder-sortownik.

umożebnić i mniej rozległym gospodarstwom użycie ulepszonych bukowników, zaczęto wyrabiać w ostatnich czasach bukowniki połączone z wialniami do obrotu kieratowego nie mające jednak bębna młócącego koniczynę z pałek. Do machin tej kategoryi należy „Hungaria“ wyrobu Hofherra i Schrantza. Bukuje ona koniczynę poprzednio omłóconą ze słomy na innej młocarni. Właściwy bukownik składa się z cylindra siatkowego ze stalowych kwadratowych drutów, w środku którego obra-

Fig. 63.



Przy młocce zboża zamyka się komunikacyę z bukownikiem i pozostawia go w spokoju, a wtedy młocarnia działa jak zwykle, jakby wcale bukownika nie posiadała Jest to machina dobrze i silnie zbudowana, w której ruch sitom i wytrząsaczom nadają mimośrody, w skutek czego mało posiada panewek, a i te zaopatrzono samosmarami Stauffera.

Młocarnie kombinowane wymagają bardzo wiele siły poruszającej; budują się więc wyłącznie do obrotu parowego; aby jednak

ca się bęben zaopatrzony w tępe sztyfty ustawione po linii śrubowej, odgrywające jedynie rolę przenośników od paszczy wschodowej. Łebki nasienne rzucane siłą odśrodkową szybko obracającego się bębna, uderzają o siatkę drucianą i rozrywają się o nią, ziarno zaś łącznie z plewami po przez otwory siatki wydostaje się na arfę po której zsuwają się zgoniny aż do końcowej rynienki, a po niej spadają w podstawiony z boku kosz gdzie ulegają kontroli dozorcy, który jeśli zauważy, że znaj-

dują się pomiędzy niemi jeszcze niedomłócone pochewki, może wysypać cały kosz powtórnie na bukownik. Ziarno wyłuskane wraz z plewami spada przez otwory arfy górnej na podsiewacz, na którym pod działaniem wiatru odłącza się od plew, poczem za pomocą elewatora dostaje się na drugi przyrząd czyszczący t. j. na młynek z sitami, gdzie oczyszczone ostatecznie spada w worki. Młynek odwiewa resztę plew i łebków wprost na sita pierwszego przyrządu czyszczącego skutkiem czego ziarna przerzucane przez silny wiatr młynka, nie giną.

Fig. 62 przedstawia Hungarię ustawioną do roboty przy kieracie 8 konnym. Oprócz kieratowej, Hofherr i Schrantz wyrabiają szerszą (48 cali) Hungarię do obrotu parą i taka ustawia się między młocarnią i lokomobilą; na zamachowe koło zakładają się dwa pasy, jeden do młocarni, drugi do Hungaryi. W ten sposób koniczynę odrazu można młócić ze słomy i bukować.

Fig. 63 przedstawia stosunkowo nie wielki, lecz bardzo wydajny w pracy bukownik kieratowy wyrobu fabryki Birdsell „mały Monitor“. Może on być zastosowany do każdego, dość silnego kieratu, byle tylko transmisya była tak obliczoną, aby bęben mógł wykonać około 1,200 obrotów na minutę, do czego potrzeba siły 4 zwykłych koni fornalskich, które dzień cały bez zbytecznego zmęczenia pracować w nim mogą. Koniczynę wyciera bardzo dokładnie nawet w dzień wilgotny, rozumie się że w suchy robota idzie spieszniej. Nawet przelot, tak trudny do wybukowania, po dwukrotnem przepuszczeniu nie zawiera już ziarna w plewach. Jest on wprawdzie zbudowany po amerykańsku, to jest lekko i bez wyjmowanych panewek; pomimo to przy dbałym dozorze i starannem obejściu się nie psuje się często. Bęben ma pełny drewniany, obity, również jak i klepisko, blachą stalową nazębianą na wzór raszpli w taki sam sposób jak w parowym Monitorze (porównaj figurę 60). Blacha ta składa się z oddzielnych pasków które w miarę zużycia się ząbków nowemi z łatwością zastępowane być mogą. Główki koniczyny, omłóconej z pałek na innej machinie, sypią się przez kosz, otwór którego reguluje zasuwka; obrót bębna wyrzuca przebukowane główki wraz z ziarnem i plewami na trzęsące się sito podwójne, ziarna wyłuskane wysiewają się i wpadają do skrzynki widocznej na rysunku; plewy, unoszone wiatrem z wentylatora spadają daleko przed machiną, łebki zaś niedomłócone zsuwają się po sicie i układają tuż przy machinie, skąd zebrane i powtórnie na bukownik sypane być winny. Siłę wiatru klapami bocznemi przy wentylatorze można regulować. Nadzwyczaj ostre i drobne ząbki bukownika rozpruwają pochewki nasienne tak lekko, że na pierwszy rzut oka nie można poznać, czy to plewy leżą, czy niebukowane jeszcze główki. Dobrze nastawiony bukownik ziarna nie kaleczy, źle (t. j. zbyt blizko) nastawiony tępi się nader szybko, gdyż jeśli ostrza bębna zetkną się z ostrzami klepiska, to wzajem szlifować się będą i przy szybkim obrocie bębna już w kilka godzin zanieczyścić się ostatecznie mogą. Główną wadą tego bukownika jest niedogodnie urządzone podnoszenie i opuszczanie klepiska, które reguluje się za pomocą 4 stelśrub umieszczonych w ciasnych miejscach i brak dostatecznej wielkości wziernika którymby właściwość nastawienia dogodnie sprawdzić można; inne wady są: brak panewek, brak samosmarów oraz sit na zmianę; pomimo jednak tych drobnych wad któreby przy dobrej woli fabryki z łatwością usunąć się dały i pomimo dość wysokiej ceny machina ta szybko opłacić się może gdyż bukuje tak sporo, że trzeba dwa dni młócić na 27 calowej Claytonowskiej młocarni aby omłócić tyle główek, ile ten bukownik w ciągu jednego dnia wytrze. Niepodaję tu wydajności bukownika, tak tego, jak i wszystkich innych, w korcach lub centnarach dla tego, że zależną jest ona w tak wysokim stopniu od zmiennej plenności koniczyn, że nic stanowczego pod tym względem sumiennie powiedzieć się nieda.

Kończąc opis młocarń i bukowników nie mogę pominąć milczeniem bardzo trafnej uwagi jaką znalazłem w dziełku „Przegląd Wystawy wiedeńskiej“ *) sformułowaną w sposób następujący:

„W żadnej innej gałęzi przemysłu mechanicznego, reklama i powierzchność nie doszły do takiej potęgi, jak w fabrykacyi machin rolniczych. W ręku zagranicznych, zwłaszcza amerykańskich handlowców, reklama rozwinęła się do bajecznych rozmiarów. Każdy fabrykant ogłasza że jego machina jest najlepszą i że na rozmaitych wystawach otrzymała sto, dwieście, lub wię-

*) Przegląd wystawy powszechnej w Wiedniu z roku 1873, praca zbiorowa pod kierunkiem Stefana Kossutha. Warszawa, 1875 rok.

cej medali. Przyczyną tej przesady jest o ile się zdaje niski stopień ukształcenia mechanicznego nabywców tych machin tj. rolników. Dla czego fabrykant machin parowych nie ogłasza że jego machina jest najlepszą, lecz podaje rysunek i ogranicza się wyszczególnieniem tych udoskonaleń, jakie w machinie zaprowadził? Oto dla tego że machina parowa pójdzie pod sąd przemysłowców i mechaników, którzy są w stanie wydać o niej słuszne zdanie, częstokroć posiadając sam tylko rysunek. Sąd rolników o machinach rolniczych, rzadko bywa kompetentnym; rozstrzyga tu głównie doświadczenie (kosztowne jak każde doświadczenie), i mnóstwo innych okoliczności, nie mających nic wspólnego z techniką".

Uwaga powyższa odnosząca się do ogółu machin gospodarskich została wypowiedzianą przez technika specyalistę jeszcze przed dwudziestoma laty; pomimo jednak upływu tak długiego czasu nie straciła po dziś dzień wartości, zwłaszcza odnośnie do różnych bukowników amerykańskiego i nie amerykańskiego pochodzenia, pomiędzy którymi niema innych jak tylko najlepsze, i każdy z nich przewyższa swych współkonkurentów pod wszelkimi możebnymi względami.

Stanisław Wroński.

Młynarstwo zbożowe.

Młynarstwu zbożowemu, jako odbiorcy najważniejszych płodów rolnych, należy się oddawna pierwszorzędne miejsce w przemyśle krajowym i winno ono znajdować usilne poparcie w rolnictwie, gdyż dalszy rozwój jego zwiększa zapotrzebowanie ziarna na miejscu, podnosi przemysłowość kraju, pozostawiając przy tem odpadki dla hodowli inwentarza żywego. Przemysł młynarski w naszym kraju rolniczym, jako produkującym od wieków zboże na wywóz, ma szczególnie doniosłe znaczenie także z tego względu, że, wywożąc stale ziarno w stanie surowym, zubożamy systematycznie naszą glebę przez pozbawianie jej tych części składowych otrąb, które, po przekarmieniu inwentarza żywego, powinny wrócić do niej w postaci nawozu. Jak dalecy zaś jeszcze jesteśmy od tego szczytu polityki ekonomicznej każdego kraju rolniczego, na którym zatknięty jest sztandar z nakazem wywozu ziarna w stanie zmielonym, dowodzi ten fakt, że nietylko wszystkie ziarno, znajdujące zbyt za granicą, wysyłamy wyłącznie w stanie surowym, lecz pozbywamy się tamże nawet znacznej ilości otrąb, otrzymywanych w młynach naszych, a w dodatku sprowadzamy na własne spożycie olbrzymie ilości, bo dochodzące już do kilku milionów pudów rocznie, gotowej mąki z głębi Rosyi.

Wobec tak przygnębiającego stanu rzeczy, nie należy nam tracić ani jednej sposobności, mogącej dać impuls do podźwignięcia z upadku rodzimego przemysłu młynarskiego, chociażby w jak najmniejszym zakresie. Zdaje się więc, że w interesie rolnictwa krajowego będzie nieco obszerniejsze zapoznanie w tem miejscu szerszego grona naszych ziemian z nowoczesną techniką młynarską, świadczącą wymownie o stałej i usilnej pracy całego zastępu ludzi fachowych nad ciągłem doskonaleniem urządzeń młynowych, w celu otrzymywania coraz lepszych rezultatów z przemiału ziarna.

1. Zadanie młynarstwa w ogólnym zarysie.

Młynarstwo zbożowe, w całem znaczeniu tego słowa, zajmuje się przetwarzaniem na mąkę lub kaszę następujących ziarn: pszenicy, żyta, jęczmienia, gryki, prosa, ryżu, owsa, kukurydzy i t. p.; ściślejsze zaś określenie młynarstwa oznacza przemiał pszenicy i żyta na mąkę, podczas gdy wyrób kasz mianuje się odrębnie — kaszarstwem. Odnośnie do tego ostatniego pojęcia słowa młynarstwa, poniższa treść dotyczyć będzie wyłącznie przemiału pszenicy i żyta na mąkę.

Pojedyncze ziarnko zboża składa się z dwóch zasadniczych części, t. j. łuski i jądra, z których pierwsza, jako giętsza i ciągliwsza, stawia większy opór sile, rozdrabniającej ziarnko, aniżeli drugie, jako więcej kruche, w następstwie czego jądro mączne podczas procesu mielenia traci prędzej i łatwiej spójność swych cząstek, aniżeli łuska zewnętrzna, która, ulegając podówczas mniejszemu rozdrobieniu, może być następnie wydzieloną z produktu mielenia w postaci otrąb. Do tej właśnie elementarnej czynności sprowadza się całe zadanie młynarstwa zbożowego.

Chociaż przy wyżej zaznaczonym podziale ziarna na cząstki jądra, otrzymywane

w postaci mąki i na cząstki łuski, otrzymywane jako otręby, pewna znaczna część zawartości pożywnej ziarna pozostaje jeszcze w tych ostatnich, to wszakże mąka, otrzymana z wewnętrznego jądra ziarna jest o tyle smaczniejszą i strawniejszą w pieczywie, o ile jest więcej wolną od przymieszek otrębowych, posiadających smak gorszy i mniej strawnych dla organizmu ludzkiego. Mając powyższy stan rzeczy na uwadze, młynarstwo zbożowe dąży usilnie do wytwarzania mąki, możebnie wolnej od otrąb, a otrąb—wolnych od mąki.

Racyonalność powyższego poglądu staje się zupełnie jasną, skoro weźmiemy pod uwagę, że otręby idą na karm inwentarza, który je strawia lepiej od nas i dostarcza nam za to mięsa, tłuszczu i mleka, spożywanych przez nas ze smakiem i prawdziwym pożytkiem dla organizmu, pozostawiając jeszcze w dodatku nawóz. Z tego widzimy, że wszystkie części pożywne, pozostałe w otrębach, przy użyciu ich za karm inwentarza, nie tylko nie są straconemi dla człowieka, lecz zostają nawet lepiej i wszechstronniej spożytkowane, aniżeli to miałoby miejsce przy bezpośredniem wprowadzeniu ich do organizmu ludzkiego. Ten ostatni bowiem, na mocy licznych doświadczeń naukowych, nie jest w stanie przetrawić pożywnych części otrąb, gdyż one nie są dostępne dla soków żołądkowych organizmu ludzkiego, jako zasklepione w drzewniku odnośnych komórek, podczas gdy zwierzęta domowe, posiadające silniejsze organa trawienia, należycie je sobie przyswajają. Spożywanie zatem otrębowego chleba, jak razowego, „zdrowia“ lub „Graham'a“ ma wartość w pewnych tylko razach, jako środek drażniący i przeczyszczający narządy trawienia, jest zaś bezwartościowem, a czasem nawet szkodliwem tam, gdzie stanowi stały pokarm organizmu. Im wyższą jest kultura danego kraju, tem jaskrawiej zarysowuje się owa delikatność soków żołądkowych, powodująca niestrawność dla części otrębowych, to też w takich krajach chleb razowy wyszedł oddawna z użycia nawet u prostego ludu.

Jeżeli do tego, co już wyżej zostało nadmienionem, zauważy się jeszcze potrzebę jaknajstaranniejszego oczyszczania ziarna z wszelkich obcych przymieszek przed mieleniem, wówczas zadanie młynarstwa sprowadza się *do wytwarzania możliwie czystej mąki, t. j. bez otrąb i obcych przymieszek.*

2. Budowa organiczna ziarna.

Do bliższego badania budowy organicznej ziarna zbożowego najlepiej nadaje się pszenica, która przytem posiada ustrój bardzo zbliżony do innych ziarn zbożowych; należy więc ją uważać jako typowe ziarno. wchodzące w zakres młynarstwa zbożowego.

Ziarnko pszenicy, przedstawione w zdwojonej wielkości i w dwóch widokach na fig. 1, posiada łuskę, złożoną z wielu cieniutkich błonek, z których zewnętrzna w ścienionym końcu ziarnka tworzy z tkanek włoskowatych tak zwaną *bródkę a*, podczas gdy w drugim, zgrubiałym końcu ziarna, zauważa się jednostronnie wklęśniętą *błonkę chrząstkowatą b*, przykrywającą *zarodek* czyli *kiełek* („embryo“); na podłużnej wreszcie powierzchni ziarnka spostrzega się dość głęboką *bródzkę podłużną c.*

Fig. 1.



Ta powierzchowna obserwacya ziarnka pszenicznego poucza, że *całkowite wyłuskanie jądra mącznego sposobem mechanicznym jest wprost niemożebnem, ze względu na zbyt głęboko wciskającą się ku wnętrzu ziarnka bródzkę podłużną i na bezpośrednie łączenie się zarodka, ukrytego pod wklęsłą błonką chrząstkowatą, z jądrem mącznem ziarnka, jak również w skutek zbyt silnego zrastania się ostatniej warstwy glutenowej ze ściankami komórek jądra mącznego.* Na mocy zaś odnośnych badań, zostało stwierdzonem, że *wyborowa pszenica sucha zawiera przeciętnie 82% ciała mącznego i 18% części otrębowych*, co zgadza się z otrzymywanemi rezultatami przemiałów w młynach, pracujących doskonałym systemem mielenia wysokiego, czyli kaszkowego.

3. Własności fizyczne ziarna.

Ogólne cechy dobrego ziarna stanowią: dojrzałość, suchość, zdrowie, czystość i względnie znaczna ciężkość gatunkowa. Każda z wyżej zaznaczonych cech ziarna rozpoznaje się po fizycznych jego własnościach, a mianowicie: *ziarno dojrzałe* ma wygląd *gładki* i *jędrny*, *żywą barwę* i *połysk*, jest *wewnątrz pełne*, posiada *cien-*

ką łuskę i wydaje *wyraźny dźwięk* przy przesypywaniu, natomiast *ziarno niedojrzałe* przedstawia się na zewnątrz jako *szczupłe* i *pomarszczone*, *przejrzałe* zaś odznacza się więcej *matową barwą* i posiada zbyt *grubą łuskę*, przystającą nadzwyczaj silnie do jądra mącznego; *ziarno suche* jest *gatunkowo cięższe*, więcej *twarde* i *kruche*, przyczem przy rozgryzaniu zębami, we właściwy sobie sposób *chrupie*, podczas gdy *ziarno wilgotne* jest *gatunkowo lżejsze*, a będąc przytem więcej *miękkiem* i *elastycznem* daje się rozgniatać i spłaszczać w zębach; *ziarno zdrowe* odznacza się *świeżym zapachem* i *smakiem*, właściwymi dobrej mące, *ziarno* zaś ogólnie *niezdrowe* wydaje *zapach stęchły* i posiada *smak gorzko-kwaskowaty*, co zdradza stan, zachodzącego w ziarnie rozkładu; oprócz tego, *niezdrowem* mianuje się w praktyce młynarskiej ziarno *porośnięte* czyli *kiełkujące*; wreszcie ziarno bywa zakażonem i uszkodzonem przez różne *choroby*, jak *rdzę zbożową* („puccinia graminis"), spowodowywaną przez *grzybki rdzawnikowate* („uredineae"), *śnieć*, wywoływaną przez *grzybki śnieciowate* („ustilagineae"), osobliwie szkodliwą jest *kamienna*, czyli śmierdząca („tilletia caries"), gdyż sprowadza ona rozkład wewnętrzny ziarna i t. p., jak również przez liczne *szkodniki zbożowe*, np. *mola ziarnika* („tinea granella"), którego gąsienice, oplótłszy pajęczynkami po kilka ziarnek razem, wgryzają się w nie, żywiąc się ich zawartością, *mątnika zbożowego* („anguillula tritici"), którego obecność w ziarnie pszenicznem zeszczupla, marszczy i nadaje ciemniejszy wygląd pojedynczym ziarnkom (przyczem wewnątrz nich spostrzega się zagłębienia, wypełnione szarym proszkiem, który po zwilżeniu wodą, ujawnia w sobie mniej lub więcej szybko poruszające się gąsieniczki nitkowate) i t. p.; *ziarno czyste* przedstawia zawartość *jednorodnych ziarnek* właściwego gatunku zboża, natomiast *ziarno nieczyste* posiada mniejszą lub większą domieszkę częścią ziarn, częścią ciał obcych, jak *ziarna niedojrzałe*, *chude*, *uszkodzone* przez szkodniki lub młocarnię, *ziarna grzybkowate* (pasorzytne) i *obcych roślin* (chwastów), np. *sporyszu* („sclerotium clavus", „secale cornutum"), *kąkolu* („bromus arvensis"), *kąkolnicy odurzającej* („odontites rubra"), *wyki* („vicia segetalis"), *mietlicy* („agrostis spica venti"), *czosnku dzikiego* („allium sativum") i t. p., jak również *ciał obcych*, np. *źdźbła słomy*, *plewy*, *piasek*, *kamyki*, *grudki* i t. p.; wreszcie *ziarno o względnie znacznej ciężkości gatunkowej* posiada *ziarnka obfite w mączkę*, *należycie rozwinięte* i *duże* (o ile powiększenie ziarnek nie pochodzi w skutek nasiąknięcia wodą); zresztą ciężkość gatunkowa ziarna znajduje się w ścisłej zależności od składu chemicznego pojedynczych ziarnek, co znowu zależy od gleby, warunków klimatycznych i t. p.

Zanieczyszczenia, *pasorzyty i choroby ziarna* są w większej części niebezpieczne z powodu szkodliwego wpływu, jaki mogą wywrzeć na organizm ludzki, będąc przeniesione doń za pośrednictwem pieczywa. Obecnie wszakże niebezpieczeństwo to grozi w znacznie mniejszym stopniu, dzięki postępom nowoczesnej techniki młynarskiej, na mocy których ziarno przed mieleniem poddaje się nadzwyczaj starannemu *oczyszczaniu*, *gatunkowaniu* i *obłuskiwaniu* za pomocą całego szeregu specyalnie do tego zbudowanych przyrządów i machin. Tym sposobem *najgroźniejszy pasorzyt—sporysz* bardzo rzadko i w nader nieznacznej ilości daje się wykrywać dziś w mące.

Należy na tem miejscu jeszcze zauważyć ogólnie, że ziarno dla zachowania wszystkich swych dodatnich własności, jakiemi cechuje się ono w stanie zdrowym, powinno być możliwie przechowywanem w *suchych*, *chłodnych*, *dobrze przewietrzanych* i *na działanie światła wystawionych spichrzach*, ponieważ *wilgoć*, *ciepło*, *brak dostępu świeżego powietrza* i *światła*, sprzyjają pojawianiu się grzybków (pleśni), przenikających do wnętrza pojedynczych ziarnek i wywołujących następnie rozkład chemiczny ich części składowych.

4. Własności chemiczne ziarna.

Bliższe badanie *własności chemicznych* ziarna odgrywa obecnie dość ważną rolę w racyonalnem młynarstwie zbożowem, nietylko ze względów *teoretycznych*, lecz także *praktycznych*, ponieważ to poznanie składu chemicznego ziarna może służyć za najpewniejszy środek tak dla właściwej oceny przy kupnie, jak i dla *racyonalnego traktowania ziarna w młynie*. Za dowód tego mogą służyć własne *laboratorya chemiczne* przy wielkich zakładach młynów zbożowych, osobliwie w Budapeszcie, czynność których oddaje tak wielkie usługi, że są one tam obecnie uważane za niezbędne pracownie.

W skład ziarna wchodzą zarówno ciała *mineralne* jak i *organiczne* (*substancye bezazotowe i białkowe*), pierwsze wszakże w nieznacznej stosunkowo ilości. Znaczenie ziarna, jako materyału pokarmowego, zależy od *stosunku składowych jego części*, od *trwałości ich połączenia*, przedewszystkiem zaś od *stopnia rozpuszczalności w wodzie i kwasach*.

Do *ciał nieorganicznych*, wchodzących w skład ziarn zboża, należy *woda* i t. zw. *sole mineralne*, a właściwie *tlenki metalów* (*potasu, sodu, wapnia, magnezu i żelaza*) i *bezwodniki kwasów* (*siarczanego, fosforowego i krzemnego*). Do *ciał bezazotowych* ziarna zaliczają się: *węglowodany* (*mączka, guma, cukier gronowy, włóknik*, czyli *celluloza*) i *tłuszcze;* do ciał *białkowych—gluten* i *białko roślinne*. Do tych ostatnich zaliczyć również wypada odkrytą przez Mège-Mouriès'a *cerealinę* i inne małozbadane substancye wątpliwej egzystencyi, które pomijamy.

A. Ciała nieorganiczne. 1. *Woda* znajduje się w zbożu w ilości, wahającej się między 10% a 15%; zawartość jej jest zależną od stopnia wilgoci powietrza.

2. Sole mineralne, wchodzące w skład ziarn zboża, pozostają jako *popiół* przy ich spaleniu. *Ilość popiołu w obezwodnionem zbożu* wynosi średnio 1,9%.

Popiół pszenicy i żyta składa się przeważnie z *tlenku potasu* i *bezwodnika kwasu fosforowego*, mających ważne znaczenie dla odżywiania organizmu ludzkiego.

B. Ciała organiczne. *a*) Bezazotowe. 1. *Drzewnik* (C_6 H_{10} O_5) tworzy przeważnie zewnętrzną łuskę ziarna, oddzielaną po większej części z mlewa, jako otrębę. We wnętrzu jednak ziarna ścianki tkanek komórkowych składają się również z *włókna drzewnego*, zatem mąka pewną jego ilość zawsze zawierać musi.

2. Mączka (*skrobia, krochmal*). Skład chemiczny takiż sam, jak drzewnika, o ciężarze właściwym 1,6 (po wysuszeniu); jest nierozpuszczalną w zimnej wodzie, wyskoku (alkoholu), ani w eterze. W gorącej wodzie ziarenka nabrzmiewają, nierozpuszczają się, ale łączą z sobą, tworząc jednolitą masę (klajster). Jeżeli jednak cała ilość wody wiąże się mechanicznie z ziarnkami skrobi, to przy gotowaniu jej w wodzie tworzy się pulchna, gębczasta masa, jaką widzimy w gotowanych kartoflach, jaka się też tworzy wewnątrz chleba. Woda z ciasta podczas pieczenia łączy się przynajmniej w części z mączką, zamieniając ją w pulchny miękisz chleba. Pod działaniem fermentów przechodzi mączka w połączeniu z wodą w *dekstrynę* i *cukier gronowy*. Jak wiadomo, podobnejże przemianie podlega mączka wewnątrz organizmu ludzkiego pod działaniem śliny, żółci, soku żołądkowego i t. p. Mączka, gotowana w wodzie lub ogrzana w suchym stanie, w której już przemiana w dekstrynę i cukier następuje, przechodzi z łatwością, pod działaniem soków żołądkowych, w stan rozpuszczalny. Z tego wynika, jak niezbędnem jest ogrzanie mąki w obecności wody (wypiekanie), jeżeli mąka służyć ma za pokarm. Mączka leży głównie w wewnętrznych warstwach ziarna, zwanych bielmem lub jądrem mącznem, stanowiąc jedną z najgłówniejszych jego części składowych. Ma ona znaczenie nietylko dla pożywności chleba, lecz, wydzielając podczas fermentowania ciasta kwas węglowy, warunkujący pulchność pieczywa, jest zarazem niezbędną dla uczynienia go strawnem. Pszenica zawiera ogółem 61—65% mączki, obezwodniona w 100° C., zawiera jej 70—74%.

3. Cukier (C_6 H_{12} O_6). Pszenica zawiera wogóle bardzo małą ilość cukru 0,51—1,39%; suszona w 100° C. od 0,58 do 1,60%.

4. Guma. W liczbie ciał bezazotowych zboża znajduje się jedno, do rzędu gum należące, pod względem swej organicznej budowy nie zupełnie jeszcze zbadane, a uważane dawniej za *dekstrynę*. W pszenicy znajduje się ono w stosunku 1,53—4,60%, (w suszonej w 100° C. od 1,76 do 5,27%).

5. Tłuszcze, wchodzące w skład ziarn zboża, bardzo mało dotychczas zbadane zostały. Ilość tłuszczu w różnych warstwach ziarna bywa niejednakową; zewnętrzne części zawierają więcej tego ciała, niż wewnętrzne i są tem uboższe w tłuszcze im bliżej środka ziarna leżą. Otręby więc bardziej obfitują w nie, niż mąka. Znajdując się przeważnie w zewnętrznych warstwach ziarna, tłuszcze ochraniają zboże od wilgoci atmosferycznej. Pszenica zawiera 1,56—2,28% tłuszczów (pszenica w stanie bezwodnym wykazuje 1,79—2,40% tej części składowej). Tłuszcz ziarn zbożowych nadaje ciałom białkowym mąki

łączność, co jest niezbędnem dla otrzymania ciasta, któreby bez tłuszczu ani się podnieść, ani się wypiec należycie nie mogło. Mąka pszenna, z której wydzielono za pomocą eteru tłuszcz, daje ciasto niezwięzłe; nie można z niej otrzymać glutenu za pomocą przemywania. Tym sposobem uzasadnionem byłoby sztuczne dodawanie tłuszczów do nieobfitujących w tę część składową gatunków mąki.

b. Ciała białkowe. Między związkami organicznymi (t. zw. proteinowymi lub azotowymi), ziarn pszennych rozróżniamy dwa rodzaje: ciała, rozpuszczalne w zwykłej wodzie studziennej, do których zalicza się właściwie jedno tylko *białko roślinne* i nierozpuszczalny w niej—*gluten*, składający się z kilku różnych związków białkowych.

1. *Białko roślinne* zawiera się w pszenicy w stosunku (według Pilitz'a) 0,29 — 1,66%; pszenica suszona w 100° C., zawiera go 0,35—1,79%. Ilość tego białka w mące żytniej podaje v. Bibra na 1,565 do 2,789%.

Białko przedewszystkiem zwiększa wartość pożywną chleba, przytem, przechodząc podczas wypiekania ciasta w ciało nierozpuszczalne, zwiększa ono też siłę oporu, stawianego przez ciasto gazom, dążącym do wyswobodzenia się, wpływając przez to na spulchnienie pieczywa i powiększenie stopnia jego strawności.

2. *Gluten* stanowi najważniejszą azotową składową część zboża; jest to łączna, gąbkowatej budowy, lepka i sprężysta masa, silnie przylegająca do innych ciał (np. do ręki, papieru, płótna i t. p.), bez zapachu i smaku, o barwie żółtawej lub szarawej. Daje się łatwo rozciągać w nader cienkie i wielkie błonki. Gluten z najlepszej nawet, t. zw. szklistej pszenicy, posiada często różne własności, czasem bywa twardy, lepki i sprężysty, czasem znów miękki, pulchny i rozpływający się wkrótce po wydzieleniu w masę, jakby ze stopienia w ogniu powstałą. Pomiędzy temi dwoma rodzajami glutenu istnieje cały szereg, dających się stopniowo ułożyć, form przejściowych; różnice te prawdopodobnie zależą od wzajemnego stosunku organicznych części składowych różnych gatunków tego ciała. Wszystkie różnice w budowie, stopniu sprężystości i innych własnościach glutenu muszą naturalnie wywierać wpływ na własności i zachowanie się wyrobionego z danej mąki ciasta, co najczęściej odrazu w tem ostatniem poznać można; niemniejszy jednak wpływ mają one i na wyrobione z tego ciasta pieczywo, dla którego nietylko ilość zawartego w niem glutenu, lecz i fizyczne własności, oraz budowa tego ostatniego istotną odgrywają rolę. Mąka z miękkiej pszenicy, zawierającej kruchy, niezwięzły gluten, jak i mąka z pszenicy szklistej, której gluten okazuje się miękkim, pulchnym i rozpływającym, zarówno nie nadają się do pieczenia; ciasto bowiem nabiera tych samych własności, jakie posiadał gluten. W mieszanej jednak mące lub w mące z mieszanych gatunków pszenicy, nikną ujemne cechy oddzielnych gatunków. Podobna manipulacya mieszania dobrych materyałów z wadliwymi, do której często w młynach uciekać się wypada, uważaną bywa za uzasadnioną z tego punktu widzenia, że nieobfitujące w azot odmiany miękkiej pszenicy, zmięszane z twardą, bogatą w gluten, szklistą pszenicą, zyskują na wartości pożywnej (strawności), w skutek wyrównywania się krańcowo sobie przeciwnych własności glutenu. Pszenica zawiera 9,50 — 11,45% glutenu (suszona przy ciepłocie 100 C. od 10,90 do 13,11%). Ilość azotu w pszenicy, a prawdopodobnie i w życie, zmienia się, odpowiednio do roku i gatunku, z którego dana pszenica pochodzi. Za krańcowe liczby dla azotu w pszenicy uważać można 1,38—2,73%; odpowiadają one przeciętnie 12,33% glutenu (2,055% średnio azotu×6).

Gluten nie jest związkiem chemicznym; jest to mieszanina mechaniczna kilku nierozpuszczalnych w wodzie ciał białkowych, fizycznie ze sobą zespolonych. Stosunek ilościowy oddzielnych składników organicznych glutenu nie jest stałym; w miarę przeważania jednego z nich, fizyczne własności glutenu, zarówno jak i chemiczny skład jego, zmieniają się. Jakość więc zboża i jego wartość pokarmowa nie zależy jedynie od ilości glutenu, lecz bardziej od ilościowego stosunku składowych jego części, wpływających na jego własności fizyczne, a zarazem na „szklistość“ lub „mączystość“, twardość lub miękkość samego ziarna.

Następujące składniki organiczne glutenu podaje dr. v. Bibra:

	W gatunkach przednich	W gatunkach poślednich
	mąki pszennej	
Włóknika roślinnego . . .	69,40—71,55%	78,62—81,61%
Kleju „ . . .	14,40—17,57 „	7,54— 8,35 „
Sernika „ . . .	6,33— 8,80 „	3,85— 4,88 „
Tłuszczu „ . . .	5,73— 6,27 „	7,00— 8,15 „

Z powyższych danych wynika, że gluten, pochodzący z odmiennych warstw ziarna, różny posiada skład. Najbardziej w otręby obfitujące, poślednie gatunki mąki, produkowane zazwyczaj z warstw zewnętrznych, szczególnie bogate są we włóknik; podczas gdy z wewnętrznych warstw pochodzące, lepsze gatunki mąki, więcej daleko posiadają *kleju roślinnego* i *sernika*.

Mączka i gluten stanowią najważniejsze części składowe ziarn zbożowych, tak pod względem ilości, jak i wartości pokarmowej. Gluten, w skutek swej elastyczności, zatrzymuje wywiązujące się w cieście gazy, które, rozciągając je, pozostają w utworzonych z glutenu pęcherzykach. Te ostatnie wpływają na pulchność pieczywa, która jest niezbędną dla łatwego przenikania soków przewodu pokarmowego do pieczywa, co warunkuje stopień jego strawności.

J. König podaje następujący przeciętny skład ziarn, otrzymany z licznych analiz:

Ziarna	Wody	Części stałych	Ciał białkowych	Tłuszczów	Węglowodanów	Drzewnika	Popiołu
Pszenica .	13,5	86,5	12,4	1,7	67,9	2,7	1,8
Żyto. . .	15,3	84,7	11,4	1,7	67,8	2,0	1,8

5. Ocena ziarna.

Rolnicy, jako wytwórcy surowego ziarna, oceniają wartość pewnych typowych odmian zboża, podług ich zdatności do uprawy, w stosunku do kosztów tej ostatniej i obfitości plonu. Piekarzom, jako odbiorcom mąki, chodzi o jej zdatność do wypieku, wydajność i przymioty pieczywa. Młynarze wreszcie, jako pośredniczący pomiędzy wytwórcami surowego ziarna (rolnikami) i gotowego pieczywa (piekarzami), muszą uwzględniać częściowo obustronne wymagania, dołączając do tego ocenę podług zdatności ziarna do mielenia, kosztów produkcyi i wydajności mlewa. Wobec takiej komplikacyi pojęć o wartości ziarna, zachodzi ogromna trudność racyonalnego unormowania cen na produkty zbożowe, do czego w znacznym stopniu przyczynia się powszechne traktowanie tego przedmiotu po omacku. To też dotąd, dopóki nie zostaną zaprowadzone w tym kierunku systematyczne i umiejętne badania i doświadczenia, nie może przyjść do racyonalnej oceny rzeczywistej wartości typowych odmian produktów zbożowych, bez której znowu odnośne stosunki handlowe pozostaną jak dotąd widownią zamętu i wyzysku słabszego przez silniejszego. Oprócz tego, do utworzenia pożądanej harmonii w handlu zbożem i mąką potrzeba, ażeby usiłowania rolników nie były skierowywane przeważnie tylko ku podniesieniu obfitości plonu, bez zwracania uwagi na poprawę własności jakościowych samego ziarna; również młynarze i piekarze nie powinni starać się wyłącznie o zwiększenie wydajności mąki i pieczywa, nie bacząc na ochronę naturalnych przymiotów ziarna i mąki podczas procesów mielenia i pieczenia.

Wspólna jedynie praca, podjęta w umiejętny sposób, w celu wykrycia rzeczywistej zdatności ziarna do uprawy, mielenia i wypieku, łącznie z należytem ustosunkowaniem kosztów każdej odnośnej produkcyi,

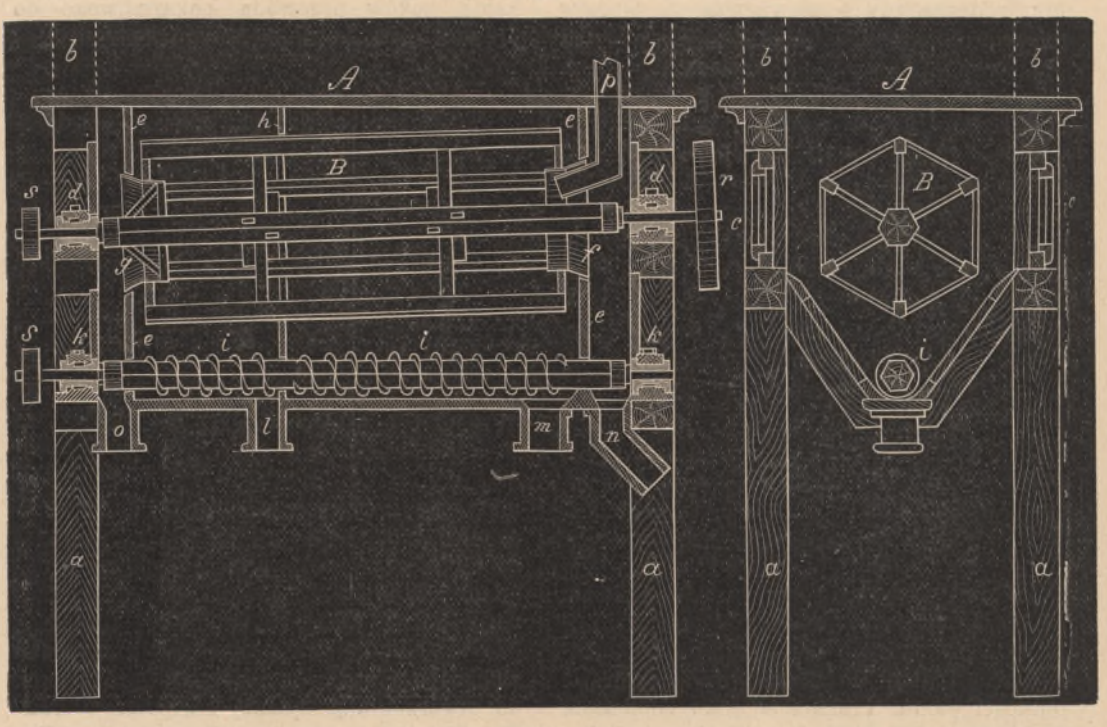
może wyświetlić racyonalną ocenę wartości produktów zbożowych, zarówno w stanie surowym i przetworzonym (na mąkę), jak i gotowym do spożycia, t. j. jako ziarna, mąki i pieczywa.

6. Przygotowanie ziarna do przemiału.

Ziarno, dostarczane do młyna, bywa w większym lub mniejszym stopniu zanieczyszczone przez obce domieszki, jak różnorodne ziarna chwastów, źdźbła słomy, plewy, grudki ziemi, kamyki, piasek, kawałki żelaza i t. p.; oprócz tego, bywa ono czasem zakażone przez różne choroby, jak rdza zbożowa, śnieć i t. p., wreszcie zawiera w sobie pewną mniejszą lub większą ilość ziarn niedojrzałych (chudych), nazywanych pośladem, albo też porośniętych.

Zanim ziarno zostanie poddane procesowi mielenia, należy je możliwie starannie oczyścić z wyżej zaznaczonych obcych domieszek, zakażeń chorobliwych i ziarn niedojrzałych; oprócz tego winny być usunięte kiełki w ziarnach porośniętych i t. zw. bródka w ścienionym końcu każdego ziarnka, jako siedlisko pyłu; wreszcie należy oddzielić możliwie dokładnie zewnętrzne błonki łuski ziarnowej i zarodki, gdyż pierwsze są zwykle w mniejszym lub większym stopniu pokryte brudem ziemnym, drugie zaś zawierają części oleiste, oddziaływające szkodliwie na smak mąki. Wszystkie przyrządy, służące do wyżej zaznaczonych czynności, wchodzą w skład odrębnego oddziału młyna, zw. *żubrownią*. Z kolei pierwsza czynność tej ostatniej polega na *oczyszczeniu ziarna podług wielkości pojedynczych ciał obcych*, t. j. na wydzieleniu z niego *drobniejszych* i *grubszych domieszek* od *normalnych ziarnek zbożowych*. Do najwięcej rozpowszechnionych przyrządów tej kategoryi należą t. zw. *cylindry* i *rafki ziarnowo-odkurzowe*.

Fig. 2.



Urządzenie tego rodzaju *cylindra ziarnowo-odkurzowego* w przekrojach podłużnym i poprzecznym przedstawia figura 2 w $^1/_{30}$ naturalnej wielkości, gdzie oznacza:

A skrzynię cylindrową na nogach *aa*, lub z wieszakami *bb*;

B wewnętrzny bęben listwowy, opięty siatką drucianą;

cc okienka boczne, opięte płótnem, dla dostępu do wnętrza i przewiewu powietrza;

dd łożyska dla czopów wału bębna *B*;

ee ścianki przedziałowe z okrągłemi wycięciami w środku, dopasowanemi szczelnie do wlotu *f* i wylotu *g* z blachy, przyczem wlot *f* od wnętrza bębna *B* zaopatrzony jest w rzadką siatkę z grubego drutu, dla zatrzymywania ciał obcych większych rozmiarów;

h ścianka przedziałowa (na $^2/_3$ długości bębna *B* od wlotu);

i ślimacznica, spoczywająca w łożyskach *kk*;

l rurka wylotowa dla ziarna czystego;

m „ „ „ domieszek drobnych;

n rurka wylotowa dla domieszek najgrubszych;

o rurka wylotowa dla domieszek grubych;

p rurka wlotowa dla ziarna nieczystego;

r koło pasowe do popędu bębna *B*;

ss kółka pasowe do popędu ślimacznicy *i*.

Z praktycznych danych, dotyczących powyższego cylindra ziarnowo-odkurzowego, należy zauważyć, że bęben listwowy *B* obciąga się zwykle na $^2/_3$ swej długości (od strony wlotu ziarna) *siatką drucianą Nr. 12—14*, przepuszczającą tylko *drobne domieszki*, jak: piasek, prochy, kurz itp., podczas gdy pozostała $^1/_3$ długości bębna *B* otrzymuje *siatkę Nr. 5—6*, przepuszczającą samo tylko ziarno, a zatrzymującą *domieszki grubsze; ilość obrotów* bębna *B* o średnicy 30—36 cali pol. powinna wynosić *34 — 28 na minutę*, *pochylenie* zaś osi wału bębna *B* względem poziomu—*5°*; *wydajność siatki cylindrowej, przepuszczającej ziarno* (Nr. 5—6), przyjmuje się dla *jednego łokcia długości bębna o średnicy 30 calowej, około 25 pudów na godzinę*, podczas gdy oddział bębna dla drobnych domieszek w tym samym cylindrze powinien być dwa razy dłuższy od poprzedniego oddziału bębna dla czystego ziarna.

Oprócz cylindrów ziarnowo-odkurzowych, do tego samego rodzaju oczyszczania ziarna stosują się powszechnie w praktyce *rafki ziarnowo-odkurzowe*, składające się z dwóch sit płaskich, z których górna, opięta rzadką siatką (Nr. 5—6), przesiewa ziarno na dolną siatkę, zatrzymując grube domieszki i odprowadzając je do oddzielnego wylotu, dolna zaś, opięta gęstą siatką (Nr. 12 — 14), przepuszcza drobne domieszki, skierowywane po odpowiednio ukształtowanym dnie sita do bocznej rury wylotowej, podczas gdy ziarno przesuwa się po powierzchni tej siatki do końcowego swego wylotu. Ponieważ tego rodzaju rafkę rzadko kiedy używa się jako oddzielną machinę czyszczącą w żubrowni, gdyż zwykle łączy się ją z *wialnią ziarnową*, o której poniżej mowa będzie, przeto bliższe przedstawienie jej szczegółów znajdzie się w odnośnem miejscu. Obecnie zaś należy zauważyć jeszcze, że będącą w mowie rafkę zwykle wspiera się, rzadziej zawiesza, na czterech sprężynach, z *pochyleniem około 5° względem poziomu*; wprowadza się ją w ruch wstrząsający, t. j. tam i z powrotem, za pośrednictwem korby, robiącej około *350 obrotów na minutę*; *wydajność górnej siatki w rafce, przepuszczającej ziarno*, przyjmuje się *6—9 pudów na godzinę dla każdego łokcia kwadratowego odnośnej powierzchni siatki.*

Dalsze, kolejno następujące czyszczenie ziarna polega na *wydzieleniu* z niego *gatunkowo lżejszych domieszek*, jako to: źdźbła słomy, plewy, niektóre ziarnka chwastów, pyłu itp. W tym celu używa się powszechnie w młynach t. zw. *wialni ziarnowych* („aspiratory“, „tarary“), które dość często, szczególniej w mniejszych młynach łączy się w jedną machinę z *oddzielaczami okrągło-ziarnowymi* („trieurami“), o których poniżej mowa będzie. Ze względu na szczupłe ramy niniejszego artykułu zachodzi potrzeba ograniczenia się do przedstawienia na rysunku jednej tylko wialni ziarnowej; odpowiednio więc do tego posłuży najlepiej owo typowe urządzenie jej w połączeniu z rafką i oddzielaczami okrągło - ziarnowymi, jako łączącej w sobie trzy machiny czyszczące w jedną całość.

Fig. 3 przedstawia właśnie taką wialnię ziarnową w połączeniu z rafką i trzema oddzielaczami okrągło-ziarnowymi w przekroju podłużnym i widoku bocznym w $^1/_{30}$ naturalnej wielkości, gdzie oznacza:

A rafka pochyła z dwoma po nad sobą umieszczonemi sitami płaskiemi *a*, *b*, z których górne *a* przesiewa ziarno na dolne *b*, to ostatnie zaś przepuszcza tylko drobne domieszki;

c rurka wylotowa dla grubych domieszek, schodzących z górnego sita *a*;

d rurka wylotowa dla drobnych domieszek, schodzących z dna rafki *A*;

e kanał wlotowy wialni dla ziarna, schodzącego z dolnego sita *b*;

ff sprężyny, podtrzymujące rafkę *A*;

g sprężyna, służąca do popędu rafki *A* z wału korbowego *h*;

i koło pasowe do popędu rafki *A*;

k, *l* kanały wietrzne wialni;

B wietrznik wialni;

m oddział wialni dla opadu najcięższych domieszek;

n oddział wialni dla opadu średniociężkich domieszek;

o oddział wialni dla opadu lekkich domieszek;

p zasuwka, zawieszona na trzpionku *r*, do regulowania siły prądu wiatru, za oddpowiedniem pokręcaniem kółka ręcznego *s*;

t ścianka przedziałowa wialni, do której przylega zasuwka *p*;

u klapa, zawieszona na drążku *w* z przeciwwagą, do samodzielnego regulowania się żądanego stopnia rozrzedzenia powietrza w odgraniczonej przestrzeni pomiędzy wietrznikiem *B* i ścianką *t*;

yy okienka dla obserwacyi z zewnątrz czynności wialni;

z pokrywka do otworu dla kontroli spadającego ziarna w kanale wlotowym wialni;

α koło pasowe do popędu wietrznika *B*;

β koło pasowe do popędu koła α;

CC oddzielacze okrągło-ziarnowe;

$\gamma\gamma$ rynienki półokrągłe dla opadu ziarnek zaokrąglonych, zanieczyszczających ziarno zbożowe;

$\delta\delta$ ślimacznice do odprowadzania na zewnątrz ziarnek zaokrąglonych;

$\eta\eta$ wały, na których są luźno osadzone cylindry oddzielaczy *CC*;

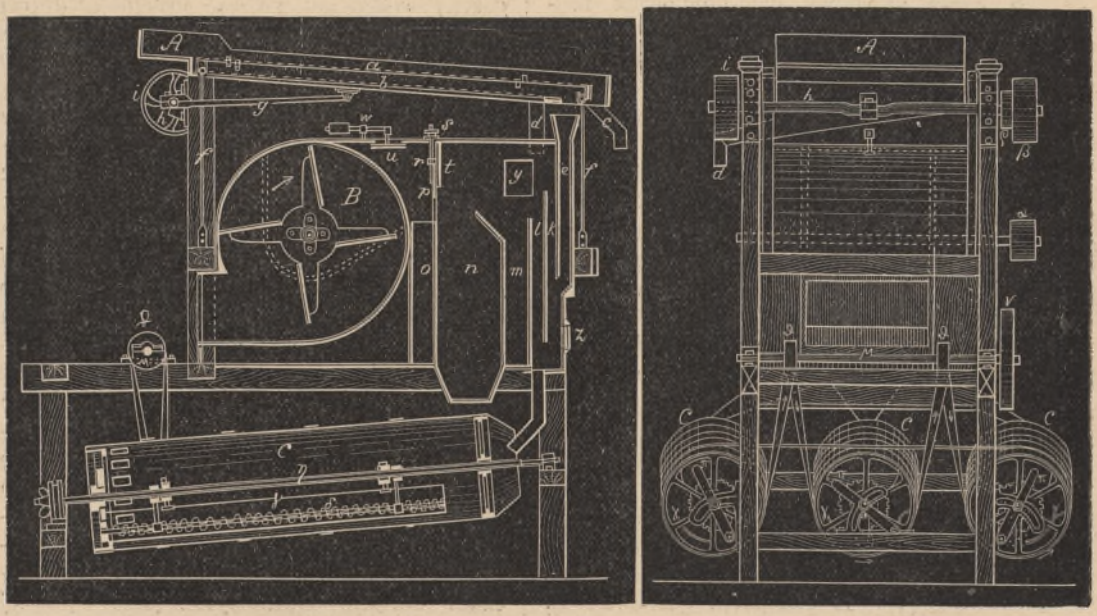
$\vartheta\vartheta$ kółka pasowe, osadzone na wałku μ, do popędu cylindrów oddzielaczy *CC*;

ν, ς kółka pasowe, osadzone na wałkach μ, *h*, do popędu wałka μ;

$\pi\pi$ rączki do regulowania pochylenia cylindrów oddzielaczy *CC*.

Z praktycznych danych, dotyczących powyższej wialni ziarnowej, w połączeniu z rafką i trzema oddzielaczami okrągłoziarnowymi, zauważa się, że odpowiednio do ilości oddzielnych prądów powietrza, na które zostaje wystawione ziarno w kanale wlotowym, rozróżnia się *wialnie jedno-, dwu-, trzy* lub *cztero-wiatrowe* (wialnia, przedstawiona na fig. 3 jest dwu-wiatrową); *ilość obrotów wietrznika wialni* wynosi *400—500 na minutę*, *wydajność* zaś oblicza się w przybliżeniu dla *każdego metra użytecznej szerokości wialni jedno- do cztero-wiatrowej* na *30—90 pudów ziarna na godzinę*, przy *zużyciu* $^1/_4$ — $^3/_4$ *konia parowego; ilość obrotów oddzielacza okrągło-ziarnowego*, stosownie do średnicy je-

Fig. 3.



go cylindra 315 — 700 *mm*, powinna wynosić *20 — 10 na minutę*, przeciętna zaś *wydajność*, odpowiednio do powyższej średnicy i długości cylindra 1,260—2,800 *mm*, oblicza się na *9—90 pudów ziarna na godzinę*, *z użyciem* $^1/_5$—$^1/_2$ *konia parowego*, co wszakże nie może służyć za ogólną normę, gdyż stopień zanieczyszczenia ziarna zbożowego obcemi ziarnkami okrągłemi bywa bardzo różny.

Rozpatrzywszy powyżej zasadnicze urządzenia przyrządów do kolejno następujących po sobie *oczyszczeń ziarna z grubych, drobnych, lekkich i okrągłych domieszek obcych*, przychodzi się obecnie zastanowić bliżej nad dalszą czynnością żubrowni, polegającą na *obłuskiwaniu ziarnek*, w celu usunięcia razem z wierzchnią błonką łuski ziarnowej przylegającego do niej brudu. Czynność tę uskutecznia się za pomocą *obłuskiwaczy*, z pośród których największem dotychczas rozpowszechnieniem cieszą się tak zwane „eureki“, szczególniej w mniejszych młynach. To typowe urządzenie obłuskiwacza, zwanego „eureką“, przedstawia fig. 4 w przekroju i widoku w $^1/_{30}$ naturalnej wielkości, gdzie oznacza:

A bęben cylindryczny, obity dziurkowaną blachą tarkową, rzadziej siatką z drutu stalowego;

B przyrząd cepowy, osadzony na wale pionowym *a*;

C skrzydła wietrznika, osadzone na wale pionowym *a*;

bb stalugi drewniane, mieszczące w sobie wszystkie pojedyńcze części składowe obłuskiwacza;

D płaszcz drewniany, osłaniający bęben cylindryczny *A*;

c korytko boczne, z którego ziarno zsypuje się przez rurę wietrzną *d* do wlotu *e*, wpowadzającego je do wnętrza bębna *A*;

f rura wylotowa dla obłuskanego ziarna;

g rura wietrzna;

h kanał wietrzny, w którym łączą się rury *d*, *g*;

i klapa, zamykająca otwór, przez który wypadają peryodycznie, strącane w odnośnem załamaniu kanału *h*, cięższe odwiewki ziarnowe;

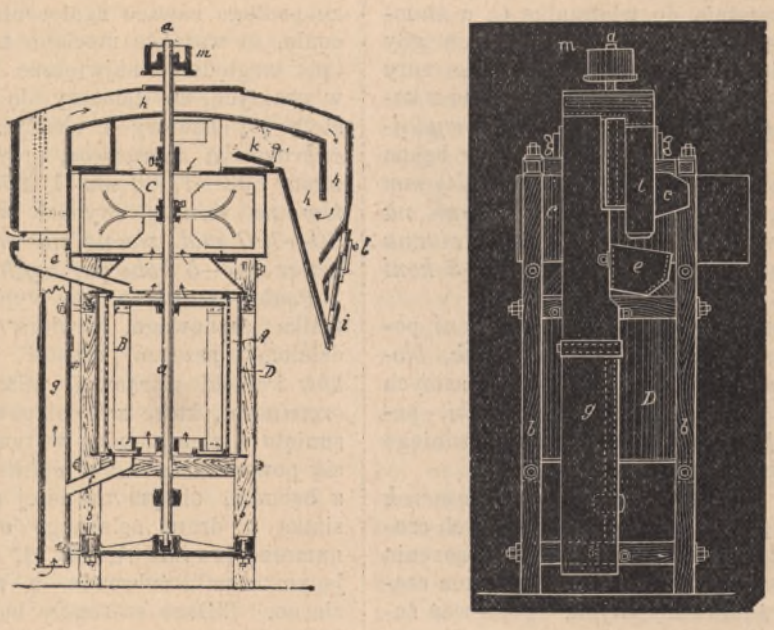
k klapa do głównego regulowania prądu wiatru;

l pokrywka ruchoma do pobocznego regulowania prądu wiatru;

m koło pasowe do popędu obłuskiwacza.

Zasadnicze działanie obłuskiwacza polega na tem, że ziarno wprowadzone do wnętrza bębna *A*, natrafia na silne uderzenia szybko obracających się cepów *B*,

Fig. 4.



pod działaniem których, na drodze swego spadku do wylotu, obciera się bezustannie o powierzchnię tarkową w około bębna *A*, sprowadzając przez to zamierzone obłuskiwanie częściowe ziarna z wierzchniej błonki; powstałe zaś *obłuskowiny* są wystawione na stały prąd wiatru, który, przenikając przez otwory blachy tarkowej bębna *A* do powierzchni, zawartej pomiędzy tą ostatnią i zewnętrznym szczelnym płaszczem drewnianym *D*, unosi je za pośrednictwem, odpowiednio komunikującego się z wnętrzem bębna *A*, wietrznika *C* do komory odkurzowej, co na figurze 4 uwidoczniają załączone strzałki; obłuskane wreszcie ziarno, wypadając z wylotu *f* do rury wietrznej *g*, zostaje raz jeszcze należycie przewiane, w celu pozbawienia go reszty obłuskowin, które unoszą się przez tę ostatnią do wietrznika *C*, a stamtąd do komory odkurzowej, podczas gdy ciężkie ziarno obłuskane opada do rury spadowej, prowadzącej je na następną z kolei machinę żubrową. Przeciętna *wydajność* tych *obłuskiwaczy*, o średnicy bębna tarkowego 400—700 *mm* i 500—950 *mm* wysokości, przy *700 — 440 obrotach na minutę*, wynosi *25 — 100 pudów ziarna na godzinę*, *zużywając* na to *1,5—5 koni parowych*.

Następna z kolei *czynność żubrowni* polega na *usuwaniu z ziarna bródek*, *błonek zarodkowych*, częścią także samych *zarodków* i *błonek zewnętrznej łuski*, pozostałych jeszcze miejscami z poprzedniego procesu obłuskiwania.

W tym celu służy właściwy *żubrownik żarnowy*, jako datujący jeszcze z tych czasów, w których stanowił on, w połączeniu z cylindrem ziarnowym i wietrznikiem ssącym całą żubrownię młyna. Ponieważ żubrownik żarnowy w głównych swych częściach składowych przedstawia zwykłe złożenie kamieni, które w dalszym ciągu zostanie bliżej objaśnione, więc obecnie zdaje się dostatecznem będzie zauważyć tylko poniższe główne cechy charakterystyczne i sposób działania tej machiny żubrowej. Przedewszystkiem więc kamienie w żubrowniku powinny posiadać na powierzchni pracy znaczną szorstkość przy możliwie nieznacznej porowatości, gdyż idzie tu o silne działanie trące z możliwem wykluczeniem drobienia ziarna na cząstki. Z wyżej zaznaczonych względów najlepiej nadają się do żubrowników żarnowych *piaskowce*, sprowadzane do nas ze Szlązka pod nazwą *kamieni szlązkich*. Następnie żubrowniki żarnowe budują się jako złożenia *górno* i *dolno-biegunowe*, t. j. z górnym i dolnym kamieniem, obracającym się, przyczem pierwszy ustrój cieszy się największem rozpowszechnieniem w praktyce, a to ze względów prostszej konstrukcyi w porównaniu do drugich. Obecnie należy tylko zauważyć, że powierzchnia pracy kamienia, obracającego się w żubrowniku, zwanego *biegunem*, winna znajdować się, odpowiednio do wielkości ziarnek zbożowych, w znacznej odległości względem powierzchni stałego kamienia, zw. *leżakiem*, ażeby trące działanie powierzchni pracy obu kamieni ograniczało się do zewnętrznych tylko części ziarna, nienaruszając jądra wewnętrznego. Jakkolwiek ten ostatni wzgląd nie jest w zupełności możliwym do urzeczywistnienia, gdyż pewna ilość ziarn w żubrowniku podlega zawsze zgnieceniu lub roztrąceniu, to wszakże machina ta znajduje dotąd względnie największe zastosowanie w praktyce, co tłomaczy się po części prostotą jej budowy i obsługi. *Wydajność żubrownika żarnowego*, przy średnicy kamieni 800—1,300 *mm* i *250—150 obrotów na minutę*, wynosi w przybliżeniu *30—120 pud. ziarna na godzinę*, *zużywając 1,5—5 koni parowych*.

Ponieważ ziarno, po wyjściu z żubrownika żarnowego, zawiera w sobie oddzielone przezeń cząstki bródek, kiełków i łuski ziarnowej, mianowanych *żubrowinami*, które z kolei powinny być usunięte z ziarna, więc w tym celu używa się powszechnie t. zw. *cylindra żubrowego* z bębnem, obitym na całej swej długości siatką z drutu żelaznego o odpowiednim numerze (zwykle № 14), t. j. przesiewającym cząstki żubrowin, a zatrzymującym ziarno. Bliższe szczegóły budowy takiego cylindra są te same, co w przedstawionym poprzednio na fig. 2.

Ziarno, opuszczające ostatnio zaznaczony cylinder żubrowy, nie jest jeszcze dostatecznie oczyszczone, gdyż miejscami przystają do powierzchni wielu ziarnek cząstki łuski, zaledwie naderwane przy poprzedzających czynnościach obłuskiwania i żubrowania; dla zupełnego zatem oddzielenia wyżej wzmiankowanych cząstek łuski ziarnowej, zarówno jak i dla częściowego oczyszczenia tej ostatniej z przylegającego brudu, szczególniej w miejscach wklęsłych, t. j. brózdkach, stosuje się w praktyce t. zw. *szczotki ziarnowe* albo *machiny szczotkowe*. Zwykłe urządzenie szczotki ziarnowej jest takie same, jak

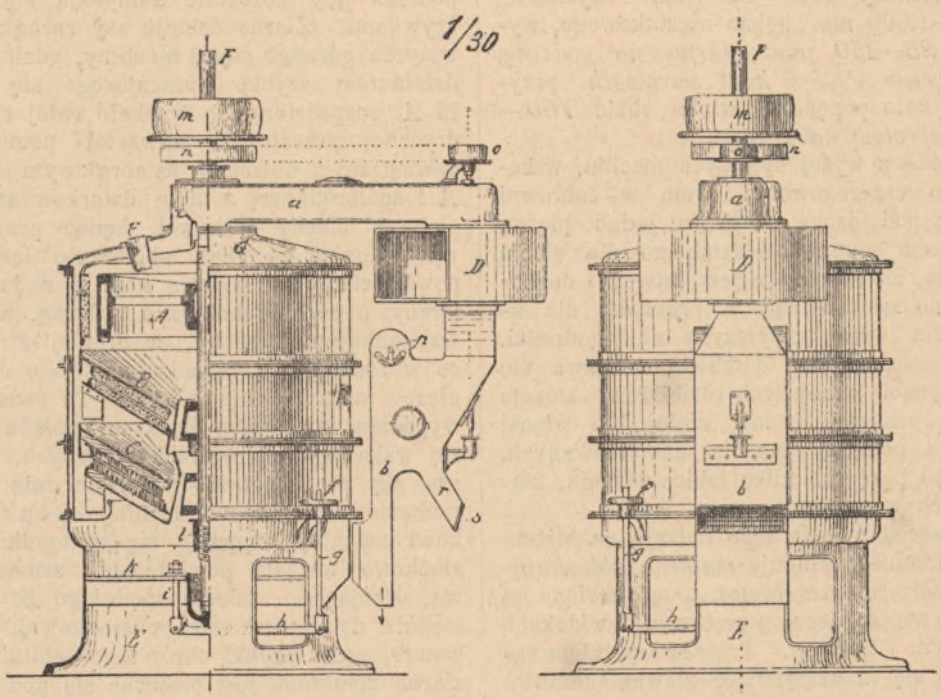
znanego już nam z poprzedniego przedstawienia obłuskiwacza ziarnowego, zwanego „eureka“ (fig. 4), z tą tylko różnicą, że zamiast bębna cepowego posiada ona cylindryczny lub stożkowy bęben szczotkowy z grubej szczeciny lub z włókna trawy morskiej; działanie zaś jej polega na odpowiednio silnem obcieraniu łuski ziarnowej z jednej strony o powierzchnię szybko wirującego bębna szczotkowego, a z drugiej o dziurkowaną powierzchnię płaszcza blaszanego, stanowiącego oponę dla tego ostatniego, przyczem oddzielane tu cząstki łuski zewnętrznej i brudu uchodzą bezzwłocznie przez otwory powyższego płaszcza blaszanego pod działaniem stałego prądu wiatru do górnego wietrznika w ten sposób, jak w obłuskiwaczu zwanym „eureka“. *Wydajność szczotki ziarnowej*, odpowiednio do średnicy 400 — 500 *mm* i wysokości 500—1,000 *mm* bębna szczotkowego, wynosi *25—150 pud. ziarna na godzinę*, z *użyciem* $1^1/_2$—6 *koni parowych*, przyczem koło popędowe winno robić *700—460 obrotów na minutę*.

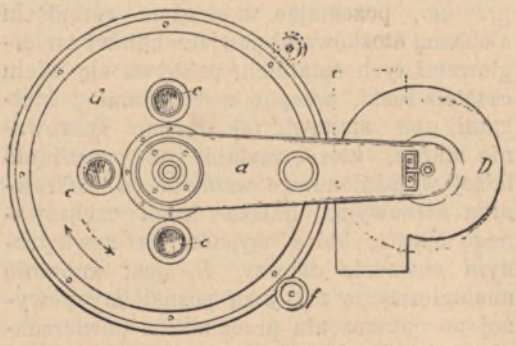
Każda z wyżej opisanych machin, w kolejnem uszeregowaniu swem w żubrowni jedna pod drugą, zajmuje jedno piętro, przyczem wymaga oddzielnego dla siebie popędu, co niezawsze jest łatwem i dogodnem do zastosowania w praktyce; dla usunięcia więc powyższych niedogodności, które szczególniej dotkliwie odczuwa się w młynach mniejszych rozmiarów, stosuje się w praktyce liczne, mniej lub więcej udatne pomysły machin kombinowanych, t. j. po parę lub kilka takich machin, złączonych w jedną.

Z pośród machin tego rodzaju na bliższe rozpatrzenie zasługuje *machina obłuskująco - żubrowo - szczotkowa*, przedstawiona na fig. 5 w połowicznym przekroju i widokach bocznym i górnym. Przedewszystkiem zauważa się tu następujące główne składowe części: *górny obłuskiwacz*, składający się z koła żelaznego *A*, wyłożonego na obwodzie masą szmerglową, wokoło której przychodzi osłona z dziurkowanej blachy tarkowej; *środkowego żubrownika B*, o stożkowych powierzchniach pracy ze szmerglu, pomieszczonego w dwóch odpowiednich talerzach żelaznych; *dolnej szczotki C*, o stożkowych powierzchniach pracy ze szczeciny lub włókna trawy morskiej, osadzonych w takich samych, jak wyżej, talerzach żelaznych; *boczny wietrznik D*, komunikujący się w górze bezpośrednio z wnętrzem machiny za pośrednictwem rury wietrznej *a*, w dole zaś łączący się rurą *b* z wylotem dla ziarna, przyczem obie rury służą zarazem do osadzenia wałka pionowego wietrznika *D*; wreszcie powyższe części składowe znajdują odpowiednie pomieszczenie dla siebie w podstawie żelaznej *E*, w której osadzony jest również wał pionowy *F*, służący do stałego umocowania ruchomych części machiny jak: koła *A*, spodniego talerza szmerglowego *B* i spodniego talerza szczotkowego *C*, podczas gdy osłona tarkowa koła *A* i odnośne górne talerze *B* i *C*, znajdując odpowiednie umocowanie w podstawie *E*, są unieruchomione podczas działania machiny. W górnej pokrywie *G* znajdują się trzy rurki wlotowe *cc*, z których jedna, jako najdogodniejsza w danym wypadku, łączy się z odnośną rurą spadową dla ziarna, podczas gdy pozostałe zamykają się pokrywkami. Ziarno dostaje się rurką *c* do wnętrza górnego piętra machiny, gdzie pod działaniem szybko obracającego się koła *A*, rozpościera się w około całej cylindrycznej przestrzeni, zawartej pomiędzy zewnętrznym obwodem szmerglowym koła *A* i spółśrodkową z niem dziurkowaną osłoną z blachy tarkowej, będąc przytem wystawionem na silne obcieranie łuski o powierzchnię szmerglową koła *A* z jednej strony, o powierzchnię zaś tarkową, wyżej wzmiankowanej osłony, z drugiej strony, co w rezultacie sprowadza należycie energiczne obłuskiwanie ziarna. To ostatnie, wypadające własnym ciężarem zpośród wyżej wskazanych powierzchni trących, stacza się po stożkowo - wklęsłem dnie nieruchomego talerza wierzchniego *B* ku środkowi machiny, zsypując się następnie na stożkowo - wklęsłą powierzchnię szmerglową, wirującego talerza spodniego *B*; następnie działaniem siły odśrodkowej, powstałej przez szybki obrót tego ostatniego, ziarno zmuszone jest posuwać się pod górę ku zewnętrznemu obwodowi talerzy *B*; przytem, pozostając w ciągłem zetknięciu z obiema stożkowemi powierzchniami szmerglowemi tych ostatnich, pozbywa się wielu cząstek łuski, wespół z bródkami i kiełkami, co stanowi tak zwane żubrowanie ziarna, które zostało już poprzednio bliżej wyjaśnione we wzmiance o żubrowniku żarnowym. Dalsza droga ożubrowanego ziarna, które wypada na zewnętrznym obwodzie talerzy *B*, jest zupełnie analogiczną do tej, jaką poznaliśmy powyżej po opuszczeniu przez ziarno powierzchni obłuskujących górnego piętra machiny;

z tego też względu dostatecznem będzie zaznaczyć tylko, że następne, zupełnie podobne do poprzednich, talerze *C* są zaopatrzone w powierzchnie szczotkowe, mające na celu ostateczne oczyszczenie łuski ziarnowej z przylegającego brudu, szczególniej w miejscach wklęsłych, t. j. bróżdkach. Wreszcie oszczotkowane ziarno, wychodzące na zewnętrznym obwodzie talerzy szczotkowych *C*, opada do rynny kołowej, z której łopatka *d*, umocowana w dnie spodniego talerza *C*, zgarnia je do wylotu, komunikującego się z rurą wietrzną *b*. Należy zauważyć jeszcze, że ziarno, przechodząc z jednego działu piętrowego do drugiego, zarówno jak przy wlocie i wylocie, zostaje przewiewane silnym prądem powietrza, unoszącym bezzwłocznie oddzielane cząstki łuski, za pośrednictwem wietrznika *D*, do komory żubrowej. Do jednoczesnego regulowania wzajemnego oddalenia względem siebie powierzchni pracy w talerzach *B* i *C*, odpowiednio do pożądanego stopnia energii w żubrowaniu i szczotkowaniu ziarna, zarówno jak i w miarę zużywania się odnośnych powierzchni pracy, służy kółko ręczne *f*, za obrotem którego w jedną lub drugą stronę wkręca się ono swą nagwintowaną piastką na trzpionek śrubowy *g*, unosząc go lub opuszczając wespół z zawieszonym na nim jednym końcem drążkiem *h*, przez co, wsparte na

Fig. 5.





tym ostatnim dolne łożysko wału stojącego *F*, podnosi się lub opada razem z wałem *F*, zbliżając lub oddalając tym sposobem spodnie powierzchnie stożkowe talerzy *B*, *C* względem stałych, górnych powierzchni tychże; przytem drążek *h* jest osadzony na ośce w widełkach trzpionka śrubowego *i*, który za pośrednictwem wkręconych na jego nagwintowany koniec dwóch muter, zostaje zawieszony w podstawie środkowej *k*, zmocowanej z podstawą *E*; następnie, w celu oddzielnego wyregulowywania wza-

jemnego oddalenia względem siebie powierzchni szczotkowych talerzy *C*, t. j niezależnie od powierzchni szmerglowych talerzy *B*, służy wkręcona na nagwintowaną część wału *F*, helża *l*, za obrotem której przesuwa się w górę lub na dół wsparta na niej piasta spodniego talerza *C*, zbliżając lub oddalając tym sposobem szczotkową powierzchnię tego ostatniego względem tejże w górnym talerzu *C*. Do popędu machiny służy koło pasowe *m*, osadzone na wale *F*, na którym poniżej założone jest drugie koło *n*, wprawiające w ruch kółko *o* wietrznika *D* za pomocą pasa. Regulowanie siły prądu wiatru w rurze wietrznej *b* uskutecznia się przez odpowiednie ustawienie klapy *p*; rozszerzona zaś przestrzeń rury *b* ma na celu sprowadzenie w niej opadu cięższych cząstek ziarnowych, unoszonych prądem wiatru, do odbioru których służy rurka wylotowa *r*, zaopatrzona w klapę *s*, otwierającą się perjodycznie pod naciskiem ciążących na niej cząstek ziarnowych, zebranych w odpowiedniej do tego ilości, po wypadnięciu zaś ich zamyka się momentalnie działaniem ssącego prądu wietrznego, pozostając w tym stanie dotąd, dopóki nie zbierze się ponownie dostateczna ilość wyżej wzmiankowanych cząstek ziarnowych.

Oprócz zaznaczonych już na wstępie niniejszego opisu zalet kombinowanej machiny obłuskująco - żubrowo - szczotkowej, sprowadzających się do możności ustawienia trzech machin na jednem piętrze żubrowni, oraz popędu tychże od jednego tylko koła pasowego, przedstawia ona także w działaniu swem na ziarno o wiele energiczniejsze i prawidłowsze oczyszczanie ziarna, aniżeli poprzednio opisane pojedyńcze machiny żubrowe, co tłomaczy się częścią zastosowaniem należycie ostrych powierzchni szmerglowych, częścią zaś odpowiedniem ukształtowaniem tychże, obok możności dokładnego ich utrzymywania w należytem położeniu względem siebie, oraz łatwej zamiany zużytych powierzchni pracy nowemi.

Wydajność będącej w mowie *machiny kombinowanej*, stosownie do wielkości zastosowanych w niej powierzchni pracy, wynosi *50 — 120 pudów ziarna na godzinę, z użyciem 3—8 koni parowych*, przyczem koło popędowe winno robić *450 — 350 obrotów na minutę*.

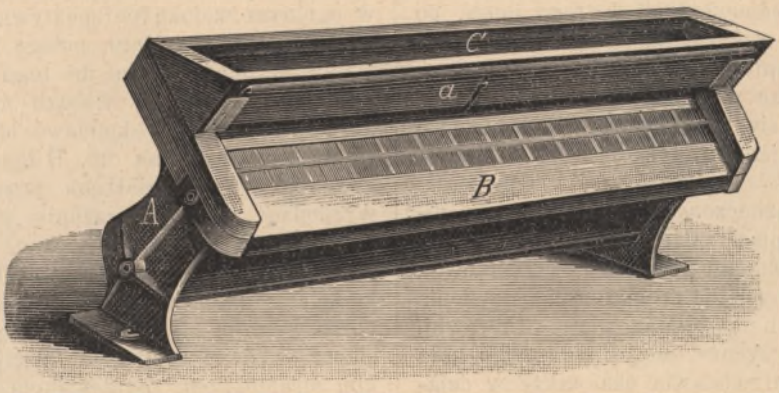
Ponieważ na drodze z pola do magazynu młynowego dostają się dość często do ziarna zbożowego cząstki żelaza, jak: kawałki drutu, gwoździ, śrubek itp., które ze względu na wielkość i kształt swój nie zawsze mogą być wydzielone w poprzednio opisanych cylindrach lub rafkach ziarnowych, to dla ochrony od uszkodzeń powierzchni pracy w machinach rozdrabniających, powyższe kawałki żelaza winny być jak najstaranniej usunięte z ziarna, zanim ono zostanie poddane procesowi drobienia. W tym celu służą specyalne przyrządy, zwane *aparatami magnetycznymi*, na których zwykle kończy się czynność żubrowni, chociaż w lepszych urządzeniach młynowych stosuje się aparat magnetyczny co najmniej dwukrotnie, a mianowicie raz przed wejściem ziarna do oddzielacza okrągło-ziarnowego, drugi zaś raz po wyjściu z ostatniej machiny żubrowej, co ma na celu ochronę od możliwych uszkodzeń, nie tylko machin rozdrabniających, lecz także poprzedzających je obłuskiwaczy i żubrowników.

Fig. 6 przedstawia aparat magnetyczny w ogólnym widoku perspektywicznym. Urządzenie tego aparatu polega na zastosowaniu, w odpowiednio do tego ukształtowanej podstawce *A*, szeregu magnesów o kształcie podkowy, końcowe bieguny których (oznaczone na fig. 6 ciemniejszemi kreskami w przedziałkach prostokątnych), wychodząc na powierzchnię pochyłą *B*, tworzą dwa pasy magnetyczne, przyciągające do swej powierzchni wszelkie kawałki żelaza; ponieważ w górne korytko zasypowe wstawia się daną rurę spadową dla ziarna, więc to ostatnie wysypuje się wązkim strumieniem, regulowanym zasuwką *a*, na powierzchnię pochyłą *B*, gdzie naturalnie kawałki żelaza, zawarte w ziarnie, będąc przyciągnięte przez dane miejsce pasa magnetycznego, zatrzymują się w swym spadku, podczas gdy ziarno stacza się dalej po powierzchni *B*, spadając nakoniec do podstawionej rury ziarnowej, odprowadzającej je w żądane miejsce żubrowni lub młyna. Zatrzymane cząstki żelaza zdejmuje się od czasu do czasu, zwykle ręcznie, lecz urządza się także aparaty magnetyczne z samodziałającym, wprawianym w ruch od popędu młyna, przyrządem do zdejmowania zatrzymywanych chwilowo kawałków żelaza. *Wydajność aparatu magnetycznego*, stosownie do długości 400 — 1,000 *mm* pola magnetycznego, wynosi *9—240 pudów ziarna na godzinę*.

Oprócz opisanych dotąd machin żubrowych, obowiązujących każde lepsze urzą-

dzenie żubrowni w nowoczesnym młynie, stosuje się niekiedy, w większych zakładach młynowych, jeszcze *specyalne machiny do wydzielania z ziarna kamyków, czosnku dzikiego*, oraz do *mycia i suszenia ziarna* (*płóczki i suszarnie ziarnowe*), które ze względu na szczupłe ramy niniejszego artykułu muszą być pominięte. Na ogólnikowe chociażby zaznaczenie zasługują jeszcze *samodziałające wagi ziarnowe*, które, mieszcząc się w żubrowni, spełniają zwykle pierwszą i ostatnią czynność przygotowania ziarna do przemiału, t. j. ważą samodzielnie ziarno, wchodzące do żubrowni i wychodzące z niej do właściwego młyna; czynność tę spełniają takie wagi bez dozoru i współudziału zewnętrznej siły popędowej, oznaczając zarazem zważoną ilość ziarna najdokładniej na liczniku, któ-

Fig. 6.



ry przy pokryciu całej wagi płaszczem blaszanym, zamykanym na klucz, jest dostępny tylko dla osoby, posiadającej ten ostatni; dla działania wagi potrzebnym jest tylko ciągły zasyp ziarna z góry i odbiór zważonego ziarna z dołu, resztę bowiem czynności ważenia spełnia ona samodzielnie pod działaniem ciężaru samego ziarna. Wydajność tych wag, stosownie do wielkości szalek, warunkujących wielkość każdorazowego ładunku (0,3—70 pudów ziarna), wynosi 90 — 8,000 pudów zważonego ziarna na godzinę. W naszych większych młynach stosuje się zwykle raz tylko samodziałającą wagę ziarnową, a mianowicie do ważenia ziarna, wychodzącego z żubrowni, podczas gdy ważenie ziarna, przychodzącego do młyna, odbywa się tam na zwykłych wagach dziesiętnych; w młynach zaś zagranicznych waży się ziarno zwykle dwa razy, a mianowicie raz po wydzieleniu z niego grubych zanieczyszczeń (na cylindrze lub rafce ziarnowej), jako mogących niekiedy przerywać działalność wagi przez zatkanie jej w odnośnem miejscu wylotowem ziarna, drugi zaś raz przy wyjściu ziarna z żubrowni.

Przejściowe wreszcie machiny od żubrowni do młyna właściwego stanowią *gniotowniki walcowe*, zadanie których polega na lekkiem zgniataniu ziarnek, przyczem po większej części, rozłamują się one w bróżdkach, wydzielając zawarte w tych ostatnich zanieczyszczenia, obok nieznacznej ilości cząstek mącznych, odsiewanych następnie na odpowiednio do tego celu obciągniętym siatką lub gazą cylindrze ziarnowym. Ogólna zasada urządzenia takiego gniotownika walcowego jest ta sama, jak zwykłych stolców walcowych, które w dalszym ciągu poznamy bliżej; to też obecnie należy tylko zaznaczyć charakterystyczne cechy gniotownika walcowego, polegające na tem, że jeden z gładkich walców twardego odlewu żelaza zostaje wprawiany w ruch od popędu młyna, podczas gdy drugi walec jest pociągany przez pierwszy siłą przylegania do niego zgniatanego ziarna, zatem bez zwykłego zastosowywania w tym celu przenośni trybowej.

7. Mielenie ziarna.

Stosownie do zadania młynarstwa zbożowego, które na wstępie zostało bliżej określonem, ogólna zasada mielenia ziarna

sprowadza się do możliwie dokładnego oddzielenia zewnętrznej łuski od jądra mącznego. Następnie dokładniejsze poznanie budowy organicznej ziarna poucza, że osiągnięcie powyższego celu możebne jest tylko przy stopniowem drobieniu, następnem gatunkowaniu i oczyszczaniu międzyproduktów mielenia, oraz stopniowem rozdrabianiu zupełnie oddzielnie tych ostatnich; przy raptownem bowiem mieleniu ziarna, zewnętrzna łuska rozdrabia się miejscami na tak drobniutkie cząsteczki, że nie dają się one już wydzielić z właściwej mąki, nadając jej wygląd ciemny.

Odwieczne kamienie młyńskie, dające możność łatwego i szybkiego mielenia ziarna, obok swej prostoty w obsłudze, były niezaprzeczenie najlepszymi przyrządami mielącymi dotąd, dopóki zadanie młynarstwa zbożowego ograniczało się do mniej dokładnego oddzielania łuski ziarnowej od jądra mącznego. Skoro zaś z biegiem czasu potrzeba wyrobu coraz bielszej mąki wzrosła o tyle, że kamienie młyńskie nie mogły już wydołać w należytym stopniu tym nowym wymaganiom, wówczas miejsce ich zajęły walce młyńskie, które dziś obowiązują już nawet mniejsze młyny zbożowe, pragnące utrzymać się w konkurencyi z młynami większymi.

A) Walce młyńskie.

Materyał na walce winien być przedewszystkiem jednolity i twardy, ażeby w działaniu swem zapewniał należytą równomierność drobienia ziarna i nie zużywał zbyt prędko swych powierzchni pracy. Z pośród wielu materyałów, próbowanych do wyrobu walców młyńskich, dwa tylko zyskały powszechne zastosowanie w praktyce, a mianowicie: *twardy odlew żelaza* i *porcelana*.

Twardy odlew żelaza, z powodu swej nadzwyczajnej twardości, w połączeniu z wytrzymałością, nieustępującą żelazu kutemu, stanowi cenny materyał na walce młyńskie. Dobroć twardego odlewu żelaza warunkuje przedewszystkiem właściwy dobór składników, użytych do mieszaniny surowcowej. W tym celu znajdują zastosowanie, jako najgłówniejsze części składowe, obydwa poniższe gatunki surowca (żelaza lanego), otrzymywane przytem z zastosowaniem przy przetapianiu węgla drzewnego: *ciągliwe żelazo* (szare) z mniejszą zawartością, w przeważnej części mechanicznie domieszanego do niego węgla, oraz *twarde żelazo* (białe) z większą zawartością, w przeważnej części chemicznie z niem złączonego węgla. Po roztopieniu należycie ustosunkowanej mieszaniny powyższych surowców, odlewanie walców uskutecznia się w formach żelaznych, które, przyczyniając się do raptownego ochładzania zewnętrznych warstw odlewu, sprzyjają chemicznemu łączeniu się węgla z żelazem, skutkiem czego to ostatnie staje się białem i nadzwyczaj twardem. Natomiast wewnętrzna część odlewu, nie będąc w styczności z formą żelazną, stygnie wolniej, skutkiem czego, zawarty w roztopionem żelazie węgiel wydziela się w znacznej części w postaci grafitu, t. j. pozostaje w niem w domieszce mechanicznej, żelazo zaś w przełomie nabiera podówczas wyglądu szarego i jest miękkiem. Ważny czynnik dobroci odlewu stanowi tu łagodne przejście z zewnętrznej warstwy twardej (białej) do wewnętrznej masy miękkiej (szarej); ostre odgraniczenie obydwóch warstw widoczną linią w przełomie, świadczy niekorzystnie o wytrzymałości takiego żelaza, w zastosowaniu do wyrobu walców młyńskich. Następnie, jeżeli walec młyński odlewa się jednolicie z jego osiami, wówczas forma żelaza dla walca łączy się bezpośrednio z formami piaskowemi dla obu osi, przez co żelazo tych ostatnich przy stygnięciu nie twardnieje, lecz jest ciągliwem i wytrzymałem. Racyonalniejszem wszakże okazuje się w praktyce odlewanie walców bez osi i późniejsze dopiero wtłaczanie tych ostatnich (oddzielnie sporządzonych ze stali lub z żelaza kutego) w dokładnie przewiercony poprzednio otwór środkowy walca, za pomocą odpowiednio silnej prasy hydraulicznej. Temu przewiercaniu otworu środkowego sprzyja przy twardym odlewie, wyżej zaznaczona miękkość żelaza w wewnętrznej części walca, za oddzielnem zaś przygotowywaniem osi walcowych przemawia zastosowanie najodpowiedniejszego dla nich materyału, jak stali lub żelaza kutego w najlepszym gatunku. To też najdoskonalsze wyroby walców młyńskich uskuteczniają się w ostatnio zaznaczony sposób. Twardy odlew żelaza należy uważać za niezrównany materyał tak pod względem trwałości, jak i łatwości wyrobu, osobliwie w zastosowaniu do walców rowkowanych; gdyby zaś posiadał on jeszcze odpowiednio większy spółczynnik tarcia dla swych powierzchni wygładzonych, wówczas, jak to w następstwie przekonamy się, w zastosowaniu na walce gładkie nie ustępowałby także w ni-

czem innym materyałom, jak np. porcelanie.

Porcelana matowa (bez glazury czyli polewy) z powodu swej znacznej twardości, w połączeniu z właściwą sobie porowatością masy, nadającą powierzchni mielącej pożądaną chropowatość, stanowi dobry i stosunkowo tani materyał na walce młyńskie. Wyrób wszakże zupełnie odpowiedniej porcelany dla celów młynarskich wymaga właściwego doboru składników, należytego przyrządzenia masy surowej, prawidłowego wysuszenia i wypalenia sformowanego przedmiotu.

Jakkolwiek walce porcelanowe, pod względem twardości swych powierzchni mielących, nie ustępują walcom z twardego odlewu żelaza i posiadają o wiele większą nawet porowatość masy niż te ostatnie, to wszakże porcelana, w zastosowaniu na narządy mielące, nie dorównywa nigdy twardemu odlewowi żelaza pod względem swej wytrzymałości, t. j. trwałości w użyciu. Porcelana bowiem, będąc z natury swej w znacznym stopniu kruchą, przedstawia się ogólnie jako materyał, wymagający nadzwyczaj starannej obsługi we młynie, ażeby uchronić ją od uszkodzeń, które mogą być spowodowane przez nierozważne uderzenie lub nadmierne rozgrzanie się walca, wywołane przez zbyt forsowne mielenie. Oprócz tego, kruchość masy porcelanowej nie zapewnia dostatecznej trwałości sztucznie wytworzonym rowkom na powierzchni mielącej, skutkiem czego porcelana znajduje wyłączne zastosowanie na walce gładkie. Początkowo walce porcelanowe osadzano stale i bezpośrednio na osiach żelaznych, co wszakże okazało się wkrótce niepraktycznem, gdyż walce, rozgrzewając się wespół ze swemi osiami podczas pracy mielenia, często pękały, skutkiem niejednakowych spółczynników rozszerzalności dla porcelany i żelaza. To też obecnie walec porcelanowy, wyrobiony w kształcie pustego cylindra, o dostatecznie grubej ściance, łączy się z osią żelazną, za pośrednictwem osadzonych na niej dwóch krążków żelaznych, w ten sposób, że zostaje silnie zaciśnięty śrubami między temi ostatniemi. Ponieważ walec młyński powinien posiadać nadzwyczaj dokładnie okrągłą powierzchnię mielącą, to wypalony cylinder porcelanowy, osadzony na swej osi żelaznej, obtacza się na tokarni, w której ostre narzędzie stanowi dyament. Następnie ostateczne wyrównanie powierzchni walcowej uskutecznia się na szlifierce, zaopatrzonej w sztuczny kamień (wyrobiony z masy krzemionkowej), który, przy ciągłym dopływie wody, lekko dotyka się porcelany.

Działanie powierzchni walcowych na rozdrabiane ziarno, stosownie do tego, czy są one gładkie czy też rowkowane, czy obracają się z jednakową lub różniczkową prędkością, może być trojakie: *gniotące*, *gniotąco-rozcierające* i *gniotąco-rozcinające*. Zanim jednak przystąpimy do bliższego zbadania tych trzech rodzajów działania na rozdrabiane mlewo, należy pierwej poznać warunki, od których zależy chwytanie cząstek mlewa przez powierzchnie pracy walców.

Skoro dwa walce o gładkich powierzchniach cylindrycznych i jednakowej średnicy zostaną dostatecznie blizko siebie ustawione w ten sposób, że ich osie geometryczne są poziome i równoległe względem siebie, wówczas chwytanie przez nie cząstek mlewa, zasypywanych z góry, może wtedy tylko mieć miejsce, jeżeli obydwa walce obracać się będą w odwrotnych i do siebie zwróconych kierunkach lub gdy jeden walec spoczywa, drugi zachowuje ten sam kierunek obrotu co poprzednio. W przeciwnym razie walce działałyby na mlewo wypychająco do góry. Następnie, chwytanie mlewa przez powierzchnie walcowe polega na dostatecznie silnem przyleganiu do nich cząstek mlewa, t. j. zostaje wywoływanem przez opór, jaki stawia mlewo przy przesuwaniu po powierzchni walcowej, zatem, nawet przy właściwym (powyżej wskazanym) kierunku obrotu obu walców, chwytanie mlewa może nie mieć miejsca, jeżeli opór, wywołany tarciem mlewa o powierzchnie walcowe, nie będzie do tego posiadał dostatecznej wielkości, gdyż wówczas walce podczas swego biegu, obślizgiwać się będą o mlewo. Wielkość zaś każdego tarcia, jak wiadomo, wyraża się przez iloczyn ze spółczynnika tarcia i ciśnienia, przyczem pierwszy zależy od własności fizycznych powierzchni ciał trących się, natomiast wielkość drugiego, w chwili chwytania przez walce cząstek mlewa, warunkuje tak zwany *kąt pochwytu*, zależny od średnicy walców, t. j. kąt, jaki tworzą ze sobą styczne do powierzchni walcowych w punktach pierwszego stykania się z niemi cząstek mlewa. Na mocy odpowiednich rozumowań matematycznych, mając przytem oznaczony z doświadczeń przeciętny spółczynnik tarcia dla ziarna, przesuwającego się po powierzchni gładkiej twardego od-

lewu żelaza (0,2) i porcelany (0,25), oblicza się z łatwością najmniejsza średnica walca twardego odlewu żelaza na 102 *mm*, a walca porcelanowego na 66 *mm*, przy której zaczyna mieć miejsce chwytanie pojedynczych ziarnek o początkowym wymiarze 3,5 *mm*, a końcowym, t. j. po przejściu przez walce—1,5 *mm*. Ponieważ stosowane w praktyce wymiary dla średnicy walców młyńskich, tak twardego żelaza, jak i porcelanowych, nie wynoszą mniej od 200 *mm*, zatem posiadają one w zbytecznym nawet stopniu możność łatwego chwytania ziarna.

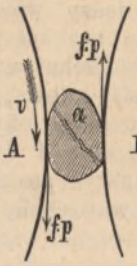
Skoro dwie *gładkie powierzchnie walcowe obracają się z jednakową prędkością obwodową*, w przeciwnych, lecz do siebie zwróconych kierunkach, wówczas, przy dostatecznie blizkiem ich ustawieniu względem siebie i zachowaniu przez nie warunków chwytania cząstek mlewa, te ostatnie zostają zabierane i wtłaczane, w stopniowo coraz więcej zwężającą się przestrzeń z jednostajną szybkością i siłą przez obie powierzchnie walcowe. Tym sposobem cząstki mlewa, będąc pozbawione możności przesuwania się po powierzchniach walcowych, podlegają samemu tylko *działaniu gniotącemu* tych ostatnich.

Tego rodzaju walce gładkie posiadają obecnie dość ograniczone zastosowanie w młynarstwie zbożowem, gdyż używa się ich przeważnie tylko do nadgniatania ziarna (najczęściej żyta) przed poddaniem go właściwemu procesowi drobienia, jak to w swojem miejscu zostało wyżej wzmiankowanem. Czynność ta, sprawiająca pękanie ziarnek wzdłuż ich bróżdek, ułatwia dalszy proces mielenia i sprzyja wydzielaniu się zawartego w bróżdkach podłużnych ziarnek, brudu, który następnie usuwa się przez odsianie rozgniecionego produktu na odpowiednim cylindrze ziarnowym. Jakkolwiek umiarkowane zgniatanie cząstek śrutu lub kaszek na takich walcach umożebnia wydzielanie najprzedniejszych cząstek jądrowych, bez znaczniejszego rozdrabiania przylegającej do nich łuski zewnętrznej, to wszakże ten sposób drobienia ziarna, używany dawniej dość często w młynarstwie wysokiem (szczególniej w zastosowaniu do pszenicy twardej), jako wymagający nadzwyczaj dokładnego nastawienia walców i regulowania wielkości ich nacisku, ażeby odpowiadał należycie swemu celowi, został obecnie prawie zupełnie już zarzuconym w praktyce. Forsowne znów rozgniatanie oczyszczonego miału na mąkę, z zastosowaniem tego rodzaju walców, używane doniedawna jeszcze dość często w młynarstwie wysokiem, pomimo zupełnie zadawalniających rezultatów, odnośnie do przymiotów, otrzymywanych tym sposobem, produktów mącznych, nie znajduje również obecnie prawie zupełnie zastosowania praktycznego. Powodem znowu tego jest nadmierne zużywanie siły popędowej przez wywoływanie nadzwyczaj dużego nacisku walców, dla osiągnięcia pożądanego rezultatu; oprócz tego otrzymywany tym sposobem produkt mączny, w postaci silnie sprasowanych płatków, wymaga następnego rozpulchnienia na osobnych przyrządach (zw. *rozcieraczami*), zużywających naturalnie także odpowiednią siłę popędową.

Jeżeli dwa *walce gładkie obracają się z różnemi prędkościami obwodowemi*, w przeciwnych, lecz do siebie zwróconych kierunkach, wówczas, przy dostatecznie blizkiem ich ustawieniu względem siebie i zachowaniu przez nie warunków chwytania cząstek mlewa, te ostatnie zostają zabierane i wtłaczane w stopniowo zwężającą się przestrzeń między walcami z odpowiednio różną także szybkością i siłą przez każdą z obu powierzchni walcowych. Tym sposobem cząstki mlewa, które, pod działaniem wywieranego na nie nacisku, przylegają jednocześnie i dostatecznie silnie do obu walców, posiadają dążność postępowania za powierzchnią walca szybciej obracającego się, czemu wszakże usiłuje stawić opór siła przylegania ich do powierzchni walca, wolniej obracającego się. Przyleganie zatem cząstek mlewa do obu walców występuje tu jako dwie, przeciwdziałające sobie siły, wzajemne zrównanie się których umożebnia dopiero postępowanie pojedynczych cząstek mlewa za powierzchnią walca szybciej obracającego się, łącznie z odpowiedniem do różnicy chyżości obwodowej obu walców przesuwaniem ich po powierzchni, wolniej obracającej się. Ten ostatni zaś ruch cząstek mlewa, poddanych odpowiednio silnemu naciskowi, daje możność wywoływania *gniotąco - rozcierającego działania walców*, gdy stopniowo wzrastający ich nacisk doprowadza się do tej wielkości, przy której wzbudzone tarcie, czyli siła przylegania cząstek mlewa do powierzchni walcowych, sprowadza rozdrabianie cząstek, a to pod wpływem niejednostajnie szybkiego chwytania ich przez obie powierzchnie walcowe, jak to zaraz postaramy się jeszcze nieco jaśniej wytłomaczyć. W tym celu fig. 7

przedstawia odpowiednio ściśniętą już cząstkę mlewa a pomiędzy dwiema powierzchniami walcowemi A i B; dla lepszego zaś uwydatnienia sposobu działania, przyjmujemy jedną powierzchnię A, obracającą się w kierunku strzałki, drugą zaś — B wyobrażamy sobie nieruchomą. Następnie ciśnienie p walca ruchomego A, odpowiadające danemu ściśnieniu cząstki a, jak wiadomo z ogólnych praw fizycznych, wzbudza tarcie, czyli siłę przylegania cząstki do obu powierzchni walcowych A i B, miarę której stanowi iloczyn z wielkości ciśnienia p i spółczynnika tarcia f dla cząstki mlewa, przesuwającej się po powierzchni danego walca. Walec ruchomy A zabiera z sobą cząstkę a z właściwą mu w danym momencie siłą przylegania $f.p$ i prędkością obwodową v, podczas gdy walec stały B, do którego cząstka a przylega z takąż samą siłą $f.p$, stawia równoznaczny z tą ostatnią opór przeciwko przesuwaniu cząstki po swej powierzchni. Postępowanie zatem cząstek mlewa za powierzchnią walca ruchomego A może mieć miejsce tylko przy równoczesnem pokonywaniu siły tarcia $(f.p)$ na powierzchni walca stałego B. Tym sposobem cząstka a zostaje wystawioną na działanie dwóch równych i przeciwdziałających sobie sił $(f.p)$, które, nie mogąc jej obrócić z powodu spłaszczonego kształtu, wytworzonego przez dane ściśnienie, usiłują rozerwać ją w miejscach najsłabszego spojenia, co też następuje, gdy siły przylegania $f.p$ nabiorą dostatecznej wielkości, jak to szematycznie zostaje uwidocznionem na fig. 7. Ogólny zaś przebieg czynności tego rodzaju drobienia ciał sprowadza się do tak zwanego *działania gniotąco-rozcierającego*, jako wyniku z poprzedniego zgniatania i następnego rozrywania danych cząstek. To samo, co wyżej nadmieniliśmy, odnosi się naturalnie także do tego wypadku, gdy oba walce obracają się z różnemi prędkościami, jak to na początku było przyjętem, gdyż wówczas wielkość względnej prędkości obrotu jednego walca do drugiego, warunkująca ogólny charakter oddziaływania powierzchni, stanowi różnica z prędkości obrotu obu walców, co ogólnie na jedno wychodzi, jak gdyby jeden walec spoczywał, drugi zaś obracał się z prędkością, równającą się powyższej różnicy z prędkości obrotu obu walców. Oba zaś powyższe wypadki wyróżniają się w istocie rzeczy tylko chyżością przejścia cząstek mlewa między powierzchniami walcowemi, albowiem chyżość ta jest odpowiednio mniejszą, gdy jeden walec spoczywa, drugi zaś obraca się z pewną prędkością, aniżeli gdy oba walce obracają się z odmiennemi prędkościami, różnica których stanowi wielkość prędkości obrotu walca w pierwszym razie. Oprócz tego powyższy przykład na fig. 7 ujawnia jeden jeszcze niezmiernie ważny wpływ wielkości spółczynnika tarcia (odpowiadającego cząstkom mlewa przy przesuwaniu ich po danych powierzchniach walcowych) na stopień działania gniotąco-rozcierającego tych ostatnich, odnośnie do wielkości wywieranego przez nie nacisku. Mianowicie, ponieważ wielkość sił przylegania cząstek mlewa do powierzchni walcowych, występujących tu jako siły drobiące, wyraża się przez iloczyn z ciśnienia walców i odnośnego spółczynnika tarcia, zatem, dla wywołania wymaganego stopnia drobienia, potrzeba wywierać o tyle mniejszy nacisk na cząstki mlewa, o ile większym jest powyższy spółczynnik tarcia.

Fig. 7.



Widzimy więc, że przy tego rodzaju drobieniu cząstek mlewa na walcach gładkich, z różnemi prędkościami obrotu, materyał walcowy odgrywa ważną rolę, gdyż naturalna chropowatość powierzchni walcowych, zależna od własności fizycznych ciała, z jakiego są wyrobione, decyduje o wielkości odnośnego spółczynnika tarcia. Ze względu zatem na możność stosowania tem mniejszego nacisku walców, im więcej chropowate są ich powierzchnie, materyały o możliwie dużym spółczyniku tarcia posiadają tu przewagę, zapewniając tego rodzaju machinom drobiącym odpowiednią oszczędność siły poruszającej.

Dla wyrobienia sobie bliższego pojęcia o własnościach niektórych ważniejszych materyałów, w zastosowaniu ich do wyrobu walców gładkich o różnych prędkościach obrotu, posłużą najlepiej oznaczenia wielkości kąta i spółczynnika tarcia, dokonane przez prof. Kick'a dla miału i kaszek (częścią także dla śrutu), jako między-produktów mielenia, najwięcej nadających się w praktyce do dalszego drobienia na walcach gładkich z różnemi prędkościami obrotu. Zestawienie zaś wyników doświadczeń prof. Kick'a obejmuje poniższa tabliczka:

№	MATERYAŁ NA WALCE	MIAŁ		KASZKA		ŚRUT	
		Kąt tarcia	Spółczynnik tarcia	Kąt tarcia	Spółczynnik tarcia	Kąt tarcia	Spółczynnik tarcia
1	Twardy odlew żelaza, oszlifowany błyszcząco.	12^0 (27—34)	0,213	11^0 (18—22)	0,194	— (17—21)	— (0,306—0,384)
2	„ „ „ matowo .	16^0 (31—36)	0,287	15^0 (24—29)	0,268	— —	— —
3	„ „ „ używanego walca . .	18^0 (35—38)	0,325	17^0 (26—33)	0,306	— —	— —
4	Porcelana, matowa z natury swej	22^0 (35—44)	0,404	20^0 (27—36)	0,364	— (27—35)	— (0,509—0,700)
5	Granit, oszlifowany matowo	23^0 (38—42)	0,424	21^0 (29—35)	0,384	— —	— —
6	Syenit, „ „	24^0 (38—44)	0,445	22^0 (29—35)	0,404	— —	— —

Powyższa tabliczka poucza, że spółczynnik tarcia twardego odlewu żelaza, oszlifowanego błyszcząco, dla obu doświadczanych gatunków mlewa (miału i kaszek) wypada prawie o połowę, t. j. o 100%, mniejszym aniżeli dla porcelany, natomiast silnie matowa powierzchnia twardego odlewu żelaza (używanego walca) dla miału przedstawia zaledwie o 24%, dla kaszki zaś tylko o 19% mniejszy spółczynnik tarcia w porównaniu z porcelaną. Jeżeli zatem wymagana wielkość ciśnienia walców porcelanowych, dla osiągnięcia danego stopnia rozdrobnienia cząstek mlewa, wyraża się w 100 pewnych jednostkach, wówczas przy zastosowaniu takich samych walców z twardego odlewu żelaza z oszlifowanemi błyszcząco powierzchniami, potrzeba 200, z powierzchniami zaś matowemi dla miału 124, a dla kaszki 119 takich samych jednostek ciśnienia, jak przy walcach porcelanowych. Ponieważ zaś przeciętnie można przyjąć, że $^1/_3$ całkowitej siły popędowej stolca walcowego zużywa się na tarcie w łożyskach osi walców, zatem stolec z walcami gładkimi z twardego odlewu żelaza, oszlifowanymi błyszcząco, wymaga około 33%, z silnie zaś matowemi powierzchniami walców dla miału około 8%, a dla kaszki więcej nieco jak 6% większej siły popędowej, aniżeli gdy walce są wyrobione z porcelany.

Wreszcie granit i syenit, jak widać z tabliczki, posiadają większe jeszcze spółczynniki tarcia dla odnośnych gatunków mlewa, aniżeli porcelana, zatem stosowanie ich na walce gładkie o różnych prędkościach obrotu może zapewniać odpowiednio większą jeszcze oszczędność siły popędowej stolca, w porównaniu do walców porcelanowych; trudność wszakże wyrobu i zachowania przez dłuższy przeciąg czasu dokładnego kształtu cylindrycznego walców granitowych lub syenitowych nie przemawia za stosowaniem ich do celów młynarstwa zbożowego.

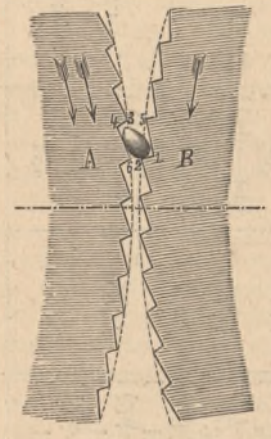
Przechodząc, obecnie do praktycznego stosowania walców gładkich z różnemi prędkościami obrotu, należy przedewszystkiem zaznaczyć ogólnie, że posiadają one nierównie większe rozpowszechnienie w młynarstwie zbożowem, aniżeli poprzednie walce o jednakowych prędkościach obrotu. Powodem tego jest nietylko znaczna oszczędność siły popędowej, wypływająca z możności stosowania przy walcach, o różnych prędkościach obrotu, o wiele mniejszego nacisku, lecz także sposób ich

drobienia, polegający, jak wiadomo, na działaniu gniotąco-rozcierającem, które, bez zbytniego zgniatania cząstek mlewa, jakie przy walcach o jednakowych prędkościach obrotu ma miejsce, umożebnia w nierównie większym stopniu i dokładniejsze oddzielanie części mącznych od łuski ziarnowej. Tak więc, *walce gładkie o różnych prędkościach obrotu stosują się z korzyścią w racyonalnem młynarstwie kaszkowem do dalszego stopniowego drobienia kaszek, zwanem rozczynianiem.* Kaszki bowiem, po należytem odsianiu na pytlach, rozgatunkowaniu i oczyszczeniu na wialniach kaszkowych, składają się wprawdzie z dość jednakowo wielkich i ciężkich cząstek ziarnowych, lecz w znacznej jeszcze części posiadają one przylegające do siebie cząsteczki łuski zewnętrznej, które w racyonalnem młynarstwie, gdzie wymaga się otrzymywanie możliwie białych gatunków mąki, potrzebują być stopniowo tylko oddzielane od części jądrowych, ażeby nie dostawały się przy ostatecznem drobieniu do mąki. Do tego właśnie celu służą znakomicie walce gładkie o różnych prędkościach obrotu, osobliwie w zastosowaniu do drobnych kaszek, należyte rozczynienie których na walcach rowkowanych wymaga nazbyt drobnego rowkowania powierzchni walcowych, ażeby cząstki kaszek nie skrywały się za dużo w rowkach, gdyż wówczas w większej części zostawałyby nietkniętemi podczas przejścia ich pomiędzy walcami, nawet przy możliwie najmniejszem oddaleniu względem siebie powierzchni walcowych.

Jeżeli dwa walce, obracające się w przeciwnych kierunkach, z dostatecznie różnemi chyżościami obwodowemi, są zaopatrzone na powierzchniach pracy w odpowiednie rowki, wówczas, przy właściwem ich oddaleniu względem siebie, wywierają one na cząstki mlewa działanie gniotąco-rozcinające. Wprowadzenie w praktykę tego rodzaju drobienia posiada doniosłe znaczenie dla młynarstwa wysokiego (kaszkowego), gdyż tym jedynie sposobem umożebnia się stopniowe wydobywanie z ziarna najprzedniejszej mąki jądrowej, z możliwie małą domieszką części otrębowych.

Dla bliższego rozpatrzenia *działania gniotąco-rozcinającego* posłuży nam fig. 8, przedstawiająca w naturalnej wielkości częściowe przekroje poprzeczne dwóch walców (*A* i *B*), o jednakowych promieniach i zaopatrzonych w najwięcej rozpowszechnione obecnie rowkowanie. Wyobrażając sobie następnie, że walec *A* obraca się szybciej, aniżeli walec *B* (co na fig. 8 zostaje uwidocznionem przez załączenie przy walcu *A* podwójnych strzałek), przeświadczamy się z łatwością, że ziarnko, opadłe na wystającą powierzchnię (*1,2*) rowka, należącego do walca (*B*), wolniej obracającego się (jak to na fig. 8 przedstawiono), podlega w następnym momencie ruchu działaniu gniotąco-rozcinającemu ze strony wystającej powierzchni (*3,4*) przeciwległego do poprzedniego rowka w walcu (*A*), szybciej obracającym się. Im większą zaś będzie różnica obrotów obu walców i im ostrzejsze są krawędzie rowków, tem więcej naturalnie przeważać musi właściwe działanie rozcinające, natomiast w razie przeciwnym, t. j. przy niedostatecznie dużej różnicy obrotów obu walców i tępych

Fig. 8.



krawędziach rowków, ujawnia się tu przeważne działanie gniotące. Nietrudno bowiem daje się zauważyć na fig. 8, że dla zupełnego odcięcia części ziarnka, wystawionej na działanie powierzchni odnośnego rowka (*3, 4*) potrzeba, ażeby krawędź (*3*) rowka, należącego do walca (*A*), szybciej obracającego się, podczas przechodu ziarnka przez miejsce największego zbliżenia powierzchni walcowych, conajmniej dopędziła następną z kolei (niżej położoną) krawędź (*2*) rowka w walcu (*B*), wolniej obracającym się, co innemi słowy znaczy, ażeby obie, wyżej zaznaczone, krawędzie (*3* i *2*) zrównały się podówczas ze sobą, t. j. stanęły na jednym poziomie. Im mniejszy zaś promień posiadają walce, tem mniejszy także wypada pionowy wymiar długości miejsca największego zbliżenia powierzchni walcowych dla danej grubości ziarna,

co tłomaczy się większą krzywizną tych ostatnich. Tym sposobem, w miarę zmniejszania się wymiaru promienia walców, wymaga się, dla zupełnego przecinania ziarnek, coraz większej różnicy w ilościach ich obrotu, gdyż na odpowiednio krótszej drodze, jaką mają do przebycia cząstki danej grubości w zetknięciu z powierzchniami walcowemi, winno następować, wyżej zaznaczone, dopędzanie jednej krawędzi (*2*) rowka, należącego do walca (*B*), wolniej obracającego się, przez poprzedzającą ją (wyżej położoną) krawędź (*3*) w walcu (*A*), szybciej obracającym się. Tak np. dla najwięcej rozpowszechnionych w praktyce wymiarów promienia walców, t. j. R=100—150 *mm*, okazuje się ogólnie wystarczającem w tym celu, gdy jeden walec (*A*) obraca się od 2—3 razy szybciej, aniżeli drugi walec (*B*). Dla walców zatem o mniejszych promieniach, od wyżej wskazanych (t. j. $R < 100$ *mm*), wymaga się więcej niż 3 razy szybszego obrotu dla jednego walca, aniżeli dla drugiego, podczas gdy przy walcach o większych promieniach (t. j. $R > 150$ *mm*), stosunek ilości obrotów jednego walca do drugiego, może być mniejszy, aniżeli dwukrotny.

Gdyby zaś różnice chyżości obwodowych obu walców, o danych promieniach, były mniejsze od wyżej podanych norm, wtedy naturalnie następowałoby częściowe tylko nadcinanie ziarnka, odpowiednio do wypadającej podówczas wielkości zagłębienia się w tem ostatniem odnośnej krawędzi (*3*) rowka w walcu, szybciej obracającym się, w czasie przechodzenia ziarnka przez miejsce największego zbliżenia powierzchni walcowych. W tym bowiem razie krawędź (*3*) rowka, należącego do walca (*A*), szybciej obracającego się, pod działaniem której pozostaje ziarnko, podczas swego przejścia przez miejsce największego zbliżenia się powierzchni walcowych, nie dopędzając w zupełności następnej z kolei (niżej położonej) krawędzi (*2*) rowka w walcu (*B*), wolniej obracającym się, nacina tylko ziarnko częściowo, przyczem to ostatnie w odpowiednio większym stopniu podlega działaniu gniotącemu, aniżeli gdy oba walce obracają się z dostatecznie różnemi chyżościami obwodowemi.

Przy jednakowych wreszcie, lub nieznacznie tylko różniących się między sobą chyżościach obwodowych obu walców (*A* i *B*), działanie rowków jest przeważnie gniotąco-łamiącem, jak to łatwo daje się uprzytomnić na fig. 8, biorąc pod uwagę odpowiednią temu zmienność względem siebie położenia rowków w miejscu największego zbliżenia powierzchni walcowych. Tym sposobem walce rowkowane, o jednakowych lub nieznacznie tylko różniących się między sobą chyżościach obwodowych, w porównaniu z odpowiadającymi im walcami gładkimi, przedstawiają się o tyle niekorzystniej, że działanie ich na rozdrabiane cząstki mlewa jest ogólnie gwałtowniejszem i niezbyt jednostajnem, stosownie do ujawniającej się zmienności wzajemnego położenia względem siebie rowków, podczas ich oddziaływania na cząstki mlewa. Skutkiem tego, w celach młynarstwa wysokiego, nie zapewniają one w dostatecznym stopniu wymaganej ochrony łuski zewnętrznej od zbytniego drobienia i dają niezbyt jednostajnie rozdrobiony produkt mielenia, co osobliwie przy stopniowem drobieniu ziarna, zwanego *śrutowaniem*, objawia się jako poważna wadliwość powierzchni walcowych.

Następnie, dla wywołania należytego działania gniotąco - rozcinającego, przy zupełnie właściwem oddaleniu względem siebie obu powierzchni walcowych, wymiary rowków powinny stosować się do wielkości cząstek mlewa, mających podlegać procesowi drobienia. Rozcinanie bowiem mlewa, jak to powyżej (na fig. 8) mieliśmy sposobność zauważyć, może wówczas tylko mieć miejsce, gdy każda pojedyncza cząstka mlewa, wprowadzona między rowkowane powierzchnie walcowe, zostaje w dostatecznym stopniu wystawioną na bezpośrednie oddziaływanie odnośnych krawędzi rowków obu walców. Im drobniejsze zatem są cząstki mlewa, tem mniejsze powinny być wymiary rowków na powierzchniach walcowych, ażeby, przy możliwie nawet najbliższem ustawieniu tych ostatnich względem siebie, pojedyncze cząstki mlewa nie mogły zbyt wiele skrywać się w rowkach jednej tylko powierzchni walcowej, gdyż wówczas takie cząstki mlewa zostają albo zupełnie pozbawione oddziaływania na nie krawędzi rowków drugiego walca, albo zbyt małe ich części zostają wystawione na bezpośrednie działanie tych ostatnich, skutkiem czego cząstki mlewa wychodzą z pośród walców albo w zupełnie nietkniętym stanie, lub nazbyt małe ich części zostają odcinane. Tak samo daje się z łatwością pojąć mniej korzystne działanie walców rowkowanych, skoro wymiary ich rowków są zbyt małe, w stosunku do wielkości rozdrabianych cząstek

mlewa, gdyż wówczas podlegają one nadmiernemu ściśnieniu w zagłębieniach rowków powierzchni walcowych, co pod wpływem różnych chyżości obwodowych tych ostatnich, przysparza tu niepotrzebnie działanie trące, które, ze względu na osiąganie głównego celu przy tego rodzaju walcach, t. j. przeważnego działania rozcinającego, należy uważać ogólnie za niekorzystny czynnik oddziaływania walców na cząstki mlewa.

Zgodnie więc z powyższemi uwagami, w praktyce stosuje się, odpowiednio do wielkości rozdrabianych cząstek mlewa, od 2—20 rowków na szerokość 1 *cm* obwodu powierzchni walcowej, przy właściwem unormowaniu ich głębokości.

Co się zaś tyczy kąta, jaki tworzą na powierzchni walcowej ostre krawędzie rowków (np. *2* i *3* na fig. 8), to ze względu na łatwość rozcinania cząstek mlewa, t. j. jak to fig. 11 przedstawia. W pierwszym razie, t. j. przy równoległych do osi walców kierunkach podłużnych rowków (fig. 9), odnośne krawędzie tych ostatnich przychodzą w zetknięcie z cząstkami mlewa jednocześnie na całej swej długości, przyczem naturalnie chwile największego spotęgowania się oporu, stawianego przez cząstki mlewa, w najwięcej zbliżonych względem siebie miejscach obu powierzchni walcowych, następują po sobie, w pewnych odstępach czasu, stosownie do szybkości, z jaką kolejne po sobie rowki przychodzą w wyżej wzmiankowane położenie, odpowiadające największemu oporowi cząstek mlewa. Skoro zaś rowki przebiegają powierzchnie walcowe po liniach śrubowych, jak na fig. 10, wówczas odnośne krawędzie ostre w walcu, szybciej obracającym się, nieprzychodząc jednocześnie w zetknięcie z cząstkami mlewa na całej ich długości,

Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.



mniejszy do tego wysiłek, należałoby czynić go możliwie ostrym. Praktyczne wszakże wyrabianie rowków i stępianie się ich podczas działania walców przemawiają za stosowaniem mniej ostrych krawędzi. Tak np. krawędzie rowków, przedstawione na fig. 8, zostają utworzone z prostopadłych do siebie ścianek rowków, co praktyka uznaje dotychczas za najracyonalniejsze.

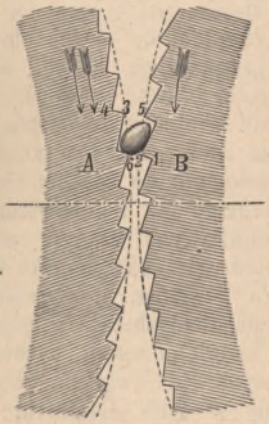
Podłużny wreszcie kierunek rowków na powierzchniach walcowych bywa albo równoległy do osi walców, jak to figura 9 przedstawia, lub też nieco pochylony względem tej ostatniej, t. j. śrubowy; przytem nachylenie to rowków może być na obu powierzchniach albo odwrotne, t. j. gdy rowki w jednym walcu zostają na prawo nachylone względem jego osi, w drugim zaś walcu—na lewo, jak to fig. 10 przedstawia, albo też jednakowe, t. j. gdy rowki w obu walcach są w jedną stronę pochylone, przyczyniają się do więcej równomiernego rozkładania się przeciwstawianego im oporu, skutkiem czego zatraca się chwilowe spotęgowywanie się tego ostatniego, zatem działanie rozcinające staje się wówczas więcej ciągłem, a więc także powoduje mniejsze wstrząśnienia, aniżeli w poprzednio rozpatrywanym wypadku. Oprócz tego, gdy śrubowe rowki w obu powierzchniach walcowych, jak to fig. 11 przedstawia, są jednakowo nachylone względem osi walców, wówczas ich krawędzie, przy odwrotnym kierunku obrotu obu walców krzyżują się nieustannie pod pewnym kątem, skutkiem czego krają one cząstki mlewa podobnie, jak nożyce, co z technicznego punktu widzenia przedstawia poważną korzyść.

Należy się tu jeszcze zastanowić nieco nad odmiennym układem i kształtem bocznych ścianek i krających krawędzi rowków, w porównaniu do poprzednio wykazanego

rowkowania na fig. 8, cieszącego się dotychczas największem rozpowszechnieniem w praktyce.

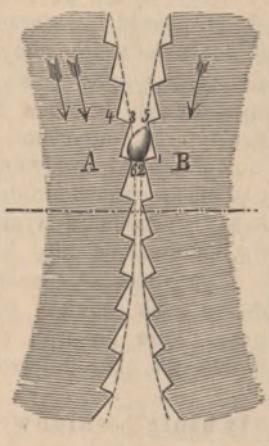
Najmniej wyróżniający się powierzchownie układ rowków (jednokształtnych z rozpatrywanym uprzednio na fig. 8) przedstawia fig. 12, gdzie walec (*A*), szybciej obracający się, posiada jak widzimy, takie same rowkowanie, jak walec (*B*), wolniej obracający się, na fig. 8 i odwrotnie. Tak małoznaczna pozornie zmiana wzajemnego względem siebie układu rowków na obu powierzchniach walców stwarza poważną różnicę w oddziaływaniu krawędzi rowków na cząstki mlewa, jak to z łatwością daje się zauważyć na fig. 12. Widzimy bowiem, że krawędź (*3*), należąca do walca (*A*), szybciej obracającego się, dopędzając krawędź (*2*) walca (*B*), wolniej obracającego się, nie sprowadza tu bynajmniej rozcinania ziarnka, gdyż to ostatnie, jak widać z fig. 12, zostaje wystawione na oddziaływanie bocznych ścianek rowków, które w miejscu największego zbliżenia obu powierzchni walcowych przyjmują prawie równoległe względem siebie położenie, t. j. ścianki rowków wywierają na ziarnko przeważne działanie gniotąco-rozcierające, które wszakże ogólnie, z powodu sztucznie wytworzonych nierówności na powierzchniach pracy, jest znacznie gwałtowniejszem, aniżeli przy walcach gładkich o różnych chyżościach obwodowych. Tym sposobem rodzaj rowkowania, przedstawiony na fig. 12, jako ujawniający ogólnie przeważne *działanie gniotąco - rozcierające*, może być z korzyścią stosowany w *młynarstwie płaskiem*, gdzie pożądanem jest możliwie szybkie i w dużej ilości dobywanie z ziarna części mącznych.

Fig. 12.



Skoro zaś położenie rowków w walcu (*A*), szybciej obracającym się, pozostaje to samo, jak na fig. 12, natomiast rowki walca (*B*), wolniej obracającego się posiadają odwrotny układ swych ścianek bocznych, jak to fig. 13 wyobraża, wówczas nietrudno przedstawić sobie, że tego rodzaju rowkowanie powierzchni walcowych zapewnia wprawdzie rozcinanie cząstek mlewa, lecz to ostatnie zostaje poprzedzane tu o wiele większem działaniem gniotącem bocznych ścianek rowków, aniżeli przy układzie rowków, wskazanym na fig. 8. Widzimy bowiem, że krawędź (*3*), należąca do walca (*A*), szybciej obracającego się, mijając krawędź (*2*) walca (*B*), wolniej obracającego się, powoduje wprawdzie w miejscu największego zbliżenia walców ostateczne rozcięcie ziarnka, wspartego na ostatnio zaznaczonej krawędzi (*2*), lecz zostaje ono poprzedzane więcej przeciągłem działaniem gniotąco - łamiącem bocznej ścianki rowka (zawartej między kolejno po sobie następującemi krawędziami 3, 6), aniżeli to na fig. 8 miało miejsce. Ten zatem rodzaj rowkowania, ujawniającego obok *działania rozcinającego*, także *działanie gniotąco-łamiące*, może być stosowany z pewną korzyścią, względnie do kamieni młyńskich, przy *mieleniu płaskiem*, podczas gdy dla celów młynarstwa wysokiego, skutkiem zmniejszenia właściwej siły rozcinającej krawędzi rowków, na korzyść siły gniotąco-łamiącej bocznych ich ścianek, należy uważać go ogólnie za niewłaściwy.

Fig 13.



Części składowe stolca walcowego.

Walce młyńskie, zestawione w ten sposób, ażeby mogły służyć do rozdrabiania ziarna, wprowadzanego pomiędzy ich powierzchnie mielące, stanowią jeden *stolec walcowy*.

Ogólne urządzenie najwięcej stosowanych w praktyce stolców walcowych jest następujące.

Jeden z pary walców, pracujących ze sobą, mieści się swemi czopami w łożyskach stałych panewek, osadzonych w *kozłach stolca walcowego*, drugi zaś spoczywa w łożyskach ruchomych panewek, złączonych ze *stawidłem walca przestawianego*, przyczem geometryczne osie obu walców pozostają poziome i równoległe względem siebie; dla ochrony od rozkurzu walce otrzymują okrywę drewnianą lub żelazną, zakończoną u dołu *koszem wylotowym*, do którego opada produkt mielenia, wychodzący z pośród powierzchni walcowych; dla doprowadzania mlewa do tych ostatnich służy *zasypywacz stolca walcowego*, składający się z *kosza zasypowego* i *walca zasilającego*, przyczem posiada się możność dowolnego regulowania zasypu mlewa, za pomocą odpowiedniego przyrządu z zasuwką; wprawianie wreszcie w obrót walców uskutecznia się, albo wprost od popędu młynowego za pomocą kół pasowych lub też ruch jednego walca, popędzanego przez koło pasowe, przenosi się na drugi walec, za pośrednictwem kół zębatych.

1. Kozły stolca walcowego. Walce mielące powinny być tak umieszczone w kozłach stolca, ażeby ich *osie geometryczne* były dokładnie *poziome* i *równoległe względem siebie*, gdyż wówczas tylko na całej długości walców daje się otrzymywać jednostajnie rozdrobiony produkt mielenia. Pożądana zaś dokładność osadzenia walców mielących w kozłach stolca zależy jedynie od starannego wyrobienia i zestawienia ze sobą pojedynczych części składowych, ponieważ raz należycie zmontowane walce, z powodu silnej budowy żelaznej, nie podlegają z biegiem dłuższego nawet czasu mielenia większym zmianom ich początkowego ułożenia w stolcu.

2. Stawidło i przycisk walca. Ażeby oddalenie względem siebie powierzchni walcowych można było regulować, odpowiednio do grubości wprowadzanych między nie cząstek mlewa i żądanego stopnia drobienia, jak również w miarę stopniowego zużywania się walców, potrzeba mieć odpowiednie urządzenie do przestawiania jednego z pracującej ze sobą pary walców w stolcu. Oprócz tego, ponieważ powierzchnia każdego walca jest wystawioną na ciśnienie rozdrabianego mlewa, które za pośrednictwem czopów walca przenosi się na ich panewki, walec, do przestawiania w stolcu urządzony, potrzebuje znosić w zupełności to ciśnienie za pośrednictwem przyrządu stawidłowego; lecz ten ostatni w racyonalnem urządzeniu powinien zapewniać zarazem możność usuwania się walca pod większym naciskiem, aniżeli tym, jaki pochodzi od rozdrabianego mlewa, ażeby stolec walcowy mógł być należycie uchroniony od uszkodzenia, w razie dostania się między powierzchnie pracy razem z cząstkami mlewa jakiego nazbyt twardego ciała, jak np. kawałka żelaza i t. p. *Stawidło* zatem *walca* łączy się bezpośrednio z przyrządem do naciskania walca, tak zwanym *przyciskiem walca*, który powinien przytem dawać możność właściwego regulowania wielkości ciśnienia, wywieranego przez walce na rozdrabiane cząstki mlewa, stosownie do sposobu i stopnia drobienia, zarówno jak i odpowiednio do własności gatunkowych cząstek ziarna. Nadmiar bowiem wielkości nacisku walca, przestawianego w stolcu, przenosząc się za pośrednictwem rozdrabianych cząstek mlewa na czopy drugiego walca, osadzone w stałych panewkach, zwiększa bezużytecznie siłę tarcia w tych ostatnich; niedostatek znowu nacisku walca, przestawianego w stolcu, t. j. jeżeli jest on mniejszy od nacisku, wymaganego dla należytego ściśnienia cząstek mlewa podczas ich drobienia, uniemożebnia utrzymywanie przestawianej powierzchni walcowej w tak blizkiem oddaleniu względem powierzchni drugiego walca, z czopami, osadzonymi w stałych panewkach, jak tego wymaga żądany stopień drobienia.

Stawidło walca powinno być tak urządzone, ażeby odpowiadało następującym warunkom:

1) *przestawianie walca powinno uskuteczniać się stopniowo i powolnie;*

2) *oś geometryczna walca przy nastawianiu nie powinna wychodzić ze swego położenia poziomego i równoległego względem osi drugiego walca;*

3) *przestawianie walca powinno odbywać się w dostatecznie dużych granicach*, ażeby po dość znacznem nawet zmniejsze-

niu się średnicy walców, przez dłuższy czas ich używania, dawały się one utrzymywać stawidłem w wymaganem oddaleniu względem siebie;

4) *drgania w stolcu*, jakie zawsze do pewnego stopnia mają miejsce podczas procesu drobienia, *nie powinny wywierać szkodliwego wpływu na stawidło*, t. j. nie powinny zmieniać zregulowanego oddalenia powierzchni walcowych względem siebie;

5) *przestawianie walca powinno odbywać się z możliwą łatwością*, ażeby jeden robotnik mógł je uskuteczniać bez wielkiego wysiłku;

6) nierozłączny zwykle ze stawidłem *przycisk walca*, jak wyżej już zaznaczyliśmy, *powinien dawać możność właściwego regulowania ciśnienia, wywieranego przez walec na rozdrabiane cząstki mlewa.*

Stosowane w praktyce stawidła walców, ze względu na zasadniczy charakter wywieranego nacisku na mlewo, dzielą się na dwie grupy: *stawidła z przyciskiem bezwładnym* i *stawidła z przyciskiem sprężystym.*

W obydwóch zaś, tylko co wyróżnionych, rodzajach stawideł przestawianie walca uskutecznia się przez działanie na ramię drążka stawidłowego, za pośrednictwem sworzni śrubowych lub mimośrodów, obracanych albo wprost za pomocą kółek ręcznych, lub też przez zastosowanie kółek zębatych, śrub bez końca i t. p.

Bezwładność przycisku walca przy stawidłach pierwszej grupy polega na stałej odporności jego przeciw ciśnieniu rozdrabianych cząstek mlewa, skutkiem czego zmiana, wyznaczonego przez stawidło, oddalenia powierzchni walca, przestawianego w stolcu, względem powierzchni drugiego walca z unieruchomionemi panewkami dla swych czopów, może następować ryczałtowo, po całkowitem zaledwie pokonaniu stałej odporności danego przycisku, co zmniejsza ogólnie czułość przyrządu.

Ze względu zaś na sposób wytwarzania takiego nacisku walca, dają się tu wyróżnić: *stawidła z przyciskiem śrubowym i ciężarkowym.* Pierwsze z nich są najmniej praktyczne, gdyż odporność przycisku śrubowego przeciw ciśnieniu mlewa jest równoznaczną z wytrzymałością samej śruby stawidłowej, natomiast odporność przycisku ciężarkowego odpowiada wielkości czynnego ciężaru i sposobowi przenoszenia go za pomocą drążków na czopy walców, t. j. może być regulowaną.

Sprężystość przycisku walca przy stawidłach drugiej grupy polega na zmiennej odporności jego przeciw ciśnieniu rozdrabianych cząstek mlewa, skutkiem czego zmiana, wyznaczonego przez stawidło, oddalenia powierzchni walca, przestawianego w stolcu, względem powierzchni drugiego walca z unieruchomionemi panewkami dla jego czopów, może następować stopniowo, w miarę pokonywania coraz zwiększającej się odporności danego przycisku, co ogólnie nadaje większą czułość przyrządowi; natomiast regulowanie wielkości żądanego naprężenia przycisku, szczególnie, gdy każdy z obu czopów walca przestawianego w stolcu, zostaje oddzielnie naciskany, jest tu nieco utrudnionem, gdyż prężność przycisku ulega z biegiem czasu mniejszym lub większym zmianom, należyte wykrycie których, w celach regulacyjnych (notabene dla każdego czopa walca z osobna), wymaga znacznej staranności w postępowaniu.

Ze względu na sposób wytwarzania takiego nacisku walca, wyróżniamy *stawidła z przyciskiem sprężynowym, kauczukowym* i *pierścieniowym*, z których pierwszy tylko znajduje szersze rozpowszechnienie w praktyce.

3. Zasypywacz i rozsuwak stolca. Wprowadzanie mlewa pomiędzy powierzchnie walców z natury rzeczy uskutecznia się wyłącznie za pomocą jednego tylko rodzaju zasypywacza, w zasadniczy skład którego wchodzi walec zasilający, pomieszczony w koszu zasypowym stolca, przyczem *zasypywacz walcowy*, dla zabezpieczenia od możliwego niekiedy stykania się powierzchni walców mielących, łączy się zwykle z samodziałającym przyrządem do oddalania walca, przestawianego w stolcu, w chwili ustawania zasypu, zwanego *rozsuwakiem stolca.* Racyonalny proces drobienia wymaga, ażeby *zasypywacz stolca* odpowiadał możliwie ściśle następującym warunkom:

1) odpowiednio do gatunku i żądanego stopnia drobienia danych cząstek mlewa, *powinno być możebnem w każdym czasie właściwe nastawianie zasypywacza*, t. j. takie, przy którem wymagana ilość mlewa dostaje się jednym ciągiem pomiędzy powierzchnie walcowe, z drugiej zaś strony przyrząd ten *powinien dawać także możność zupełnego zatrzymywania w każdym czasie zasypu mlewa*;

2) *ilość doprowadzanego mlewa*, po właściwem nastawieniu zasypywacza, *powinna regulować się samodzielnie podczas pro-*

cesu drobienia, odpowiednio do prędkości obrotu obu powierzchni walcowych, t. j. skoro te ostatnie podczas procesu drobienia nabierają nieco większej lub mniejszej chyżości obrotu, wówczas także odpowiednio większa lub mniejsza ilość mlewa powinna dostawać się między walce, podczas gdy *zasypywanie, z chwilą zatrzymywania się biegu walców, powinno samodzielnie ustawać*;

3) *doprowadzanie mlewa między powierzchnie walcowe powinno być ciągłem i jednostajnem*, t. j. mlewo powinno zasypywać się nieprzerywanym i jednostajnym strumieniem na całej długości walców;

4) zwykle *nierozłączny z zasypywaczem rozsuwak stolca powinien być tak skombinowany, ażeby powierzchnia walca przestawianego, z chwilą ustania zasypu* (jak to ma miejsce w razie wyczerpania się mlewa z kosza zasypowego), *oddalała się samodzielnie od powierzchni drugiego walca*, a to w celu zabezpieczenia od możliwego niekiedy stykania się powierzchni walcowych, w braku oddzielających je od siebie cząstek mlewa.

Po ogólnem rozpatrzeniu pojedynczych części składowych stolca walcowego, przystępujemy do przedstawienia stolca w jego całkowitym układzie, w jakim służy on za machinę rozdrabiającą. Stosownie do kierunku, w którym cząstki mlewa wstępują pomiędzy powierzchnie walcowe w stolcu, rozróżniamy: *stolce górno - zasypowe*, t. j. gdy mlewo wstępuje między walce z góry, oraz *stolce boczno - zasypowe*, t, j, gdy mlewo wstępuje między walce z boku. Pierwszy rodzaj stolców cieszy się największem rozpowszechnieniem w praktyce, szczególnie do śrutowania, z zastosowaniem walców rowkowanych. Ze względu zaś na to, czy zasypywane z góry cząstki mlewa poddają się w stolcu jedno, dwu lub trzykrotnemu, bezpośrednio po sobie następującemu, procesowi drobienia, daje się wyróżnić następujące trzy odmiany *stolców górno-zasypowych*: *stolce do jedno, dwu* lub *trzykrotnego drobienia*. Odpowiednio wreszcie do tego, czy w jednym stolcu mieści się jedna lub dwie pary walców mielących, rozróżnia się: *stolce jednoparne* i *dwuparne*.

Ponieważ bliższe rozpatrzenie nader licznych konstrukcyj stolców walcowych, jakie w ostatnich latach rozpowszechniły się w praktyce, wykracza po za szczupłe ramy niniejszego artykułu, więc należy się tu ograniczyć do przedstawienia jednego tylko ustroju *dwuparnego stolca górno-zasypowego do jednokrotnego drobienia*, jako znajdującego najczęstsze zastosowanie w nowoczesnych młynach. Tego rodzaju stolec walcowy, najwięcej udoskonalonej dotąd budowy, przedstawia fig. 14 w widoku perspektywicznym, gdzie oznacza:

A żelazne *kozły stolca*, mieszczące dwie pary walców mielących i kosze wysypowe;

B żelazne *kozły zasypywacza*, mieszczące oddzielne przyrządy zasypowe dla każdej z obu par walców mielących;

bb czopy wewnętrznych walców każdej pary, spoczywające w łożyskach *cc*, pomieszczonych w panewkach, przyśrubowanych do bocznych występów ścianek kozłów *A*;

dd czopy zewnętrznych walców każdej pary, spoczywające w łożyskach *ee*, osadzonych w ruchomych *ramionach stawidłowych ff*, które będąc założone na czopach *gg*, wystających z bocznych występów ścianek kozłów *A*, mogą w około tychże obracać się wespół z odnośnym walcem mielącym;

h sworzeń śrubowy, przechodzący luźno przez górny otwór każdego z ramion stawidłowych *ff*;

i buforek sprężynowy, założony na sworzniu *h*, a opierający się o wkręcone na nim mutry *αα*;

k drążek korbowy, łączący się za pośrednictwem sworznia β z widełkowato ukształtowanym końcem sworznia *h*;

l widełki, wyrobione w jednej sztuce z cylinderkiem, z czołowej powierzchni którego wystaje ekscentrycznie korbka, łącząca je z drążkiem *k*;

mm łożyska w bocznych ściankach kozłów *B*, mieszczące w sobie wałek, przechodzący wzdłuż całego stolca, na końcu którego są osadzone widełki *l*;

γγ mutry na sworzniu *h*, o które opierają się za pośrednictwem odpowiednich przekładek górne końce każdego z ramion stawidłowych *ff*;

n kółko ręczne osadzone na wałku *o*, mogącym obracać się swobodnie w łożysku *p*, wyrobionem w odpowiednim występie bocznej ścianki kozłów *B*;

r drążek dwuramienny, osadzony na wałku *s*, przechodzącym wzdłuż całego stolca i mieszczącym się w łożyskach, wyrobionych w odpowiednich występach bocznych ścianek kozłów *B*;

t rączka, złączona z drążkiem *r*;

u drążek, zawieszony na czopku *η*, wystającym z występu bocznej ścianki kozłów

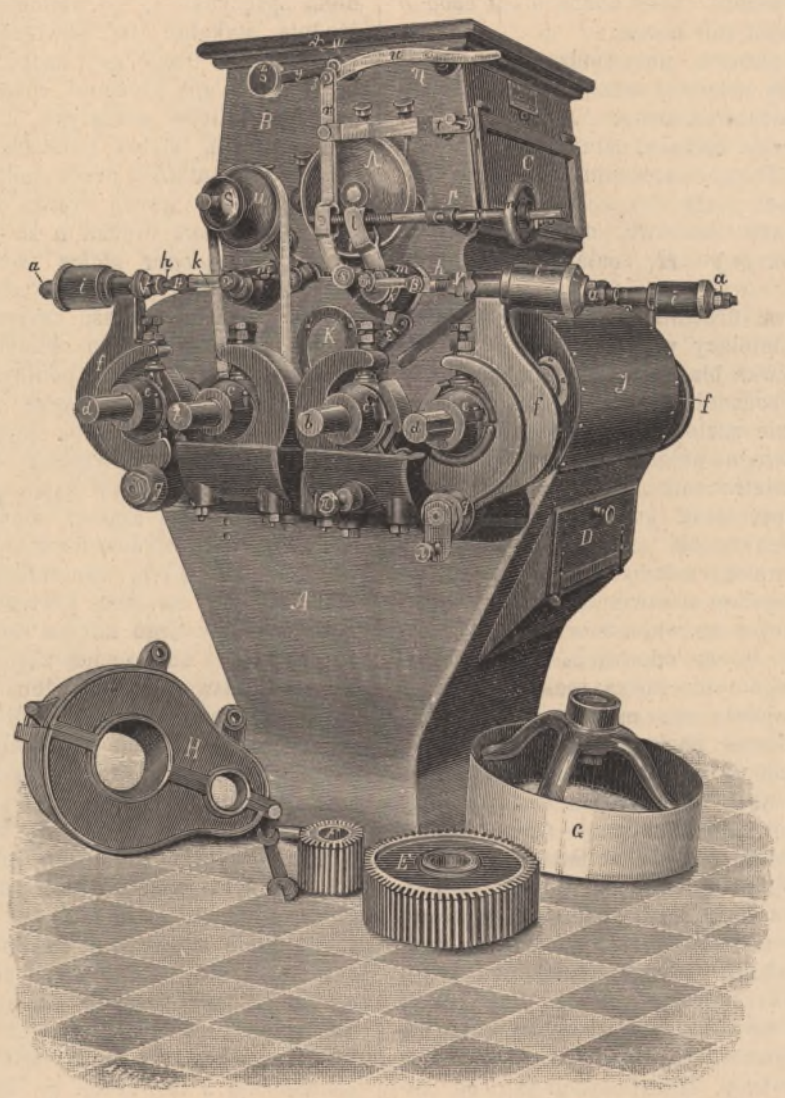
B, w końcowe zazębienie którego zachodzi czopek δ, wkręcony w górny koniec drążka r;

w wałek, pomieszczony w łożyskach, wyrobionych w odpowiednich występach bocznych ścianek kozłów B;

ε sprężynka, zczepiona z dolnym końcem drążka r, a umocowana do bocznej ścianki kozłów B;

λ kółko, osadzone na wystającym na zewnątrz końcu osi tylnego walca zasilającego, a posiadające na wewnętrznym

Fig. 14.



ϑ czopek, wystający ekscentrycznie z czołowej powierzchni wałka w;

y drążek z przeciwwagą z, osadzony na wałku w, na którym wewnątrz odnośnego kosza zasypowego stolca jest założoną klapa blaszana;

swym obwodzie kołowe zazębienie, zczepiające się z kółkiem zębatem, założonem na ośce przedniego walca zasilającego;

μ kółko, osadzone na wystającym na zewnątrz, przeciwległym odnośnie do kółka λ, końcu osi tylnego walca zasilające-

go, a służące do popędu tego ostatniego wprost z osi tylnego walca mielącego;

ρ dzwonek, sygnalizujący automatycznie ustanie zasypu w stolcu;

C drzwiczki szklane dla obserwacyi i regulowania zasypu stolca;

D drzwiczki żelazne dla brania próbek z produktu mielenia, wypadającego z pośród walców mielących;

E koło zębate, przychodzące na czop *d* przedniego walca mielącego;

F koło zębate, przychodzące na czop *b* tylnego walca mielącego;

G koło pasowe, przychodzące na przeciwległy do ostatnio zaznaczonego czop *b* tylnego walca mielącego;

H pokrywa żelazna, służąca do osłony trybów *E*, *F*, po założeniu ich na odnośnych czopach *b*, *d*;

$\pi\pi$ sworznie śrubowe, służące do osadzenia pokrywy *H*, osłaniającej tryby *E*, *F*;

I pokrywa drewniana, osłaniająca przedni walec mielący w stolcu;

K pokrywka blaszana, zamykająca otwór owalny w bocznej ściance kozłów *B*, służący w razie zastosowania wentylacyi stolca do łatwego połączenia wnętrza stolca z rurami wietrznemi.

W uzupełnieniu powyższych objaśnień pojedynczych części składowych będącego w mowie stolca, należy jeszcze ogólnikowo zaznaczyć: przestawianie walca ruchomego każdej pary walców mielących uskutecznia się tu za odpowiedniem pokręceniem jednego tylko kółka ręcznego *n*, podówczas bowiem ma miejsce jednoczesne i równomierne pociągnięcie obu ramion stawidłowych *ff* w jednym lub drugim kierunku, to jest odpowiednio do tego, czy odnośna powierzchnia pracy walca ruchomego w stolcu ma być zbliżoną lub oddaloną względem powierzchni pracy drugiego walca stałego; każde ramię stawidłowe *f* znajduje się pod stałym naciskiem sprężyny w buforku *i*, ustępującej pod przypadkowym rozparciem danej powierzchni walcowej, wywołanem przez dostanie się razem z ziarnem nadmiernie twardego ciała obcego (n. p. kawałka żelaza), co zabezpiecza od uszkodzeń odnośnych części składowych stolca; ramiona stawidłowe *ff*, w połączeniu z buforkami *ii* i resztą należących do nich części składowych, stanowią t. zw. *stawidło stolca z przyciskiem sprężynowym*, łączące się tu bezpośrednio z *samodziałającym wysuwakiem stolca*, który za pośrednictwem drążka *r*, odpowiednio sprzężonego z wałkiem stawidłowym *o* i drążkiem *y* z przeciwwagą *z* i klapą blaszaną wewnątrz kosza zasypowego, sprowadza odpowiednie odsunięcie walca ruchomego (przedniego) w stolcu od walca stałego (tylnego), z chwilą gdy braknie mlewa w koszu, t. j. zmniejszenia nacisku na wzmiankowaną wyżej klapę o tyle, że nie jest ona więcej w możności równoważyć przeciwwagę *z*, przyczem ma miejsce odnośne pociągnięcie drążka *r* pod działaniem sprężynki ε, co uniemożliwia bezpośrednie stykanie się powierzchni walców mielących, w razie gdy zasyp mlewa ustaje, podczas gdy złożenie rozsuniętych poprzednio walców mielących, t. j. po powróceniu zasypu stolca mlewem, uskutecznia się tu momentalnie przez ponowne sprzężenie górnego końca drążka *r* z zazębieniem końcowem drążka *u* za pomocą rączki *t*; *zasypywacz stolca* tworzą tu dwa *walce zasilające*, z których tylny, pomieszczony głębiej w koszu zasypowym stolca, będąc odpowiednio do wielkości wprowadzanych cząstek mlewa podłużnie narowkowany, podczas obrotu swego wybiera z kosza zasypowego mlewo, zsypując je na przedni walec, odpowiednio drobniej narowkowany, i znacznie szybciej obracający się, zkąd dopiero cząstki mlewa, należycie równomiernym strumieniem opadają na powierzchnię pochyłą, wprowadzającą je pomiędzy walce mielące, przyczem pożądana ilość zasypywanego mlewa reguluje się tu najdokładniej za pomocą zasuwki, przestawianej z łatwością względem tylnego walca zasilającego; następnie kółko μ jest tu tak sprzężone z osią odnośnego walca zasilającego, że z chwilą rozsunięcia się walców mielących działaniem wysuwaka stolca, rozczepia się ono z osią walca zasilającego, przyczem ten ostatni przestaje obracać się, sprzęgając się zarazem z trzpionkiem młoteczka, uderzającego w dzwonek ρ, skutkiem czego ten ostatni sygnalizuje automatycznie ustanie zasypu w stolcu; wreszcie, po bliższem zastanowieniu się nad pojedynczemi częściami składowemi niniejszego ustroju stolca walcowego, rozpoznaje się z łatwością, że każda z nich odpowiada w zupełności tym wszystkim warunkom dobrego urządzenia, które zostały uprzednio ogólnikowo skreślone na właściwem miejscu.

Przeciętne dane praktyczne o ilości obrotów, wydajności i sile popędowej, stolców dwupurnych, odnośnie do najwięcej rozpowszechnionych w praktyce wymiarów

walców mielących, zawiera poniższa tabliczka.

Patrz tablicę str. 80.

B) Kamienie młyńskie.

Już w czasach starożytnych było znanem, iż nie każdy rodzaj kamienia nadaje się do mielenia zboża; w miarę więc doskonalenia się wytworów młynarskich, starano się o coraz lepszy wybór w tym względzie. Kamień, jeśli ma być przydatnym do mielenia zboża, powinien przedewszystkiem posiadać *znaczną twardość* i *utkanie możliwie jednostajne, ziarniste*, najlepiej zaś *porowate z naturalnemi krawędziami ostremi*. Naówczas taki kamień przy uderzeniu ostrem narzędziem (podczas tak zwanej czynności *nakuwania kamieni*) nie kruszy się i nie wypryskuje większymi kawałkami, a podczas samego mielenia ulega nieznacznemu tylko zużywaniu się (obmielaniu) powierzchni mielących, nareszcie na rozdrabiane ziarno działa więcej rozcinająco, aniżeli rozcierająco. Wszystkie powyższe przymioty kamienia młyńskiego są niezbędne do dobrego procesu mielenia, albowiem proszek kamienny nie wytwarza się podówczas w takiej ilości, która mogłaby wpływać ujemnie na własności pożywne mąki; następnie przy dobrem nakuciu kamieni, przeważnie rozcinające działanie powierzchni mielących, zabezpieczając zewnętrzną łuskę ziarna od zbyt miałkiego rozdrobienia, stanowi najważniejszy warunek otrzymywania pięknej białej mąki. Kamienie zatem z utkaniem ziarnistem, a mniej porowatem, jak piaskowce, posiadające własność silnego rozcierania ziarna podczas mielenia, używają się z pożytkiem tylko do mielenia na razówkę, gdzie przy blizko względem siebie ustawionych powierzchniach mielących zamienia się ziarno odrazu ma mąkę razową, natomiast do *żubrowania*, t. j. ścierania kończyn (bródek) i części zewnętrznej powłoki z przylegającym brudem, ustawia się powierzchnie mielące dość daleko względem siebie.

Częścią ze względu na taniość, częścią z powodu miejscowych warunków, a także czasem wskutek nieświadomości rzeczy, używa się najrozmaitszych gatunków kamieni do mielenia zboża, jakkolwiek niewiele jest takich, któreby należycie odpowiadały swemu przeznaczeniu. Naturalnie w młynarstwie prostem, gdzie głównie idzie tylko o prędki i tani wyrób produktów mącznych, przymioty kamienia młyńskiego są mniejszej wagi.

Piaskowiec. W bardzo wielu miejscowościach formacye piaskowca dostarczają użytecznego kamienia do mielenia na razówkę (przeważnie żyta) i żubrowania ziarna, jak np. okolice Szydłowca w Królestwie Polskiem, całe prawie Krakowskie, okolice Rzyszczewa nad Rosią na Ukrainie, Szląk Pruski między Löwenbergiem a Bunzlau (tak zwany kamień szlązki), Saksonia w okolicach Żytna (Johnsdorf) i t. d. Największem rozpowszechnieniem cieszą się u nas kamienie szlązkie i saskie; z krajowych zaś kamieni tego gatunku używa się przeważnie w młynarstwie wiatracznem, tak zwane „mazury“, pochodzące z Szydłowieckiego.

Kwarc czyli krzemień. Najlepszych kamieni młyńskich dostarcza Francya z łomów kwarcowych La-Ferté-sous-Jouarre, w departamencie Sekwany, w okolicach Paryża. Amerykanie byli najpierwsi, którzy na początku bieżącego stulecia zwrócili uwagę na wysoką wartość tego kamienia i dotąd jeszcze prawie żaden inny kamień nie ma wstępu do młynów amerykańskich, jak tylko tak zwane w skróceniu „francuzy“. Doskonałość tych kamieni polega głównie na tem, że przy odpowiedniej twardości są one porowate, a żyły kwarcowe tworzą w nich rodzaj ostrej siatki, nadającej powierzchniom mielącym niezwykłą własność samodzielnego odkrywania coraz to nowych porów z ostremi krawędziami podczas procesu mielenia, co, w połączeniu z peryodycznie powtarzanem nakuwaniem sztucznem, podnosi wartość tego gatunku kamieni w młynarstwie zbożowem do wysokości, jakiej żaden z poprzednio wymienionych gatunków dorównać nie może. Z powodu swych wysokich przymiotów kamienie francuzkie z La-Ferté-sous-Jouarre nabrały wielkiej sławy i używają się prawie we wszystkich młynach w całej Europie i Ameryce. Barwa tych kamieni bywa niebieskawo-biała, także z odcieniem żółtawym lub czerwonawym, również brunatno-biała. Za najlepszy i najwięcej poszukiwany gatunek uważa się kamienie z barwą niebieskawo-białą, następnie z odcieniem żółtym, poczem idzie dopiero barwa czerwonawa, a w końcu brunatno-biała.

Na Węgrzech znajdują się także łomy kamienia kwarcowego, jako to: w Ujbányà, Kapnik-Bánya, Fony (6 mil od Tokaju),

Wymiary walców mielących w *mm*		Ilość obrotów na minutę walca, szybciej obracającego się, w stolcu z walcami			Wydajność stolca dwuparnego na godzinę w pudach z walcami			Siła popędowa stolca dwuparnego w koniach parowych z walcami		
		twardego odlewu żelaza		porcelanowymi	śrutowymi	rozczynowymi				
średnica	długość	rowkowanymi	gładkimi		twardego odlewu żelaza rowkowanymi	gładkimi	porcelanowymi	twardego odlewu żelaza rowkowanymi	gładkimi	porcelanowymi
220	400	270	220	—	40— 70	15—20	—	2— 3	1,5—2,5	—
220	500	270	220	—	60— 90	20—30	—	3— 5	2,5—4,5	—
220	650	270	220	—	70—120	25—35	—	4— 6	3,5—5,0	—
220	750	270	220	—	80—130	30—40	—	5— 8	4,5—7,0	—
220	1000	270	220	—	90—145	40—50	—	7—11	6,0—10	—
300	400	240	200	180	30— 50	20—35	15—20	2,5— 4	2—3,5	2— 3
300	500	240	200	180	40— 60	25—45	20—30	3,5— 6	3—4,5	3— 4
300	650	240	200	180	50— 80	30—55	25—35	4,5— 8	4— 7	4— 6
300	800	240	200	180	60—100	35—70	30—45	6—10	5— 9	5— 8
300	1000	240	200	180	80—120	40—80	35—55	8—12	7—11	7—10
350	500	220	180	170	40— 70	30—50	20—35	4— 7	3,5— 6	3— 5
350	650	220	180	170	55— 85	35—55	30—40	5— 9	4,5— 8	4— 7
350	800	220	180	170	70—100	40—60	35—50	7—10	6,5— 9	6— 8
350	1000	220	180	170	80—120	50—70	50—65	10—16	9—15	8—14

a najlepsze w Sárospatak. Kamienie te, od czasu ich odkrycia w 1857 roku, zjednywają sobie coraz większy odbyt, szczególniej do Serbii, Rumunii, Włoch, Rosyi i Niemiec. Hieflau w Styryi podobno posiada łomy dobrego kamienia kwarcowego.

Wreszcie zasługują jeszcze na wzmiankę *kamienie sztuczne*, z masy kwarcowej, które wszakże nie znalazły dotychczas większego zastosowania w praktyce, a zdania, co do ich zalet, są jeszcze bardzo podzielone.

Dotychczasowe dążenia, skierowane do zastąpienia naturalnego kamienia młyńskiego innem sztucznie wytworzonem ciałem, (jak: *porcelana*, *szkło*, *żelazo* i t. d.) nie osiągnęły również pożądanego skutku.

ni mielących kamieni młyńskich przedstawiają fig. 15 i 16, gdzie zauważa się ogólnie, że środkowy otwór, zwany *okiem* w kamieniu wirującym (zwykle górnym), zwanym podówczas *biegunem*, bywa zawsze okrągły, w spoczywającym zaś (zwykle dolnym), nazywanym *leżakiem* („spodakiem“ lub „spodkiem), bywa czasem kwadratowy; pierwszy powinien być większy, bo służy do doprowadzania ziarna i powietrza między powierzchnie mielące, podczas gdy drugi mieści w sobie panewkę dla wrzeciona; średnica oka w biegunie, stosownie do wielkości kamienia, wynosi 21—36 *cm* przy mieleniu płaskiem we Francyi, do mielenia zaś wysokiego (osobliwie w Austro - Węgrzech) stosuje się zwykle znacznie większą średnicę; oko

Fig. 15.

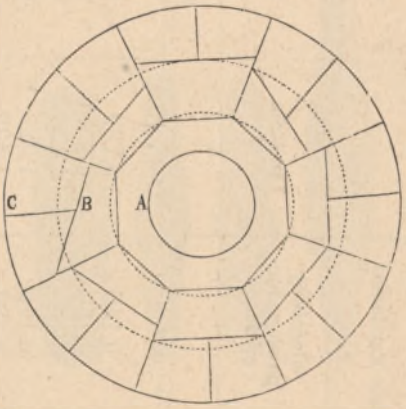
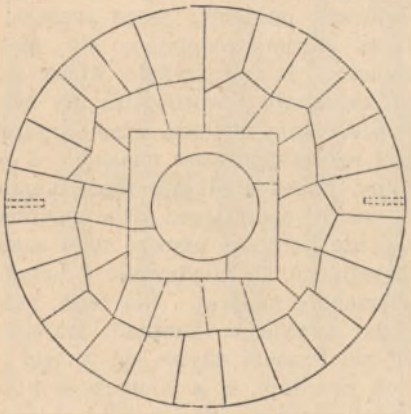


Fig. 16.



Kamienie młyńskie wykuwają się zwykle z jednej bryły. Wyjątek w tym względzie stanowią kamienie młyńskie z krzemienia, które przy średnicy ponad trzy stopy składają się z wielu mniejszych lub większych, jednorodnych kawałków, starannie dobranych, oddzielnie obrobionych i złączonych ze sobą w jedną całość za pomocą dobrego cementu lub kitu. Czyni się to nie dla tego, żeby nie znajdowało się dostatecznie wielkich brył kamienia, lecz jedynie tylko z tego powodu, że jednostajna twardość i porowatość są najgłówniejszymi warunkami dobrego kamienia młyńskiego, w większej zaś bryle nigdy nie natrafia się na tak jednostajne utkanie masy. Szematyczne zgrupowania kawałków krzemienia w jedną całość, w postaci powierzchkamienia albo wykuwa się z jednego kawałka *A*, zwanego *sercem* (fig. 15), lub powstaje z połączenia ze sobą, kilku kawałków, odpowiednio do tego obrobionych (fig. 16); zewnętrzne ściany serca kamienia tworzą umiarowy lub zwyczajny graniasto-słup o 4—10 bocznych ścianach, co zresztą jest zupełnie dowolnem, gdyż niema żadnego wpływu na trwałość i wytrzymałość utworzonej całości; ważną zaletę powierzchni mielącej stanowi jednolitość w doborze pojedynczych kawałków krzemienia i ścisłość ich wzajemnego z sobą spojenia, t. j. fugi, wypełnione cementem, powinny być możliwie wązkie, ażeby przy nakuwaniu kamieni nie wypryskiwały ich części pod uderzeniami oskardu; jeżeli kamień ma służyć w złożeniu jako biegun,

to w tylną część kamienia, wypełnioną kawałkami zwyczajnych kamieni, spojonych cementem, wstawia się dwie rurki żelazne (wykropkowane na fig. 16) w kierunku średnicy kamienia (około 150 *mm* długości i 40 *mm* średnicy mające), które są potrzebne we młynie do unoszenia bieguna ze złożenia za pomocą *żórawia* (windy); następnie w górnej części nakładki kamienia zostawia się cztery otwory symetryczne do pomieszczenia skrzynek żelaznych, które dla nadania zupełnej równowagi biegunowi, odpowiednio wypełnia się roztopionym ołowiem.

Podzieliwszy całą powierzchnię kamienia za pomocą kół spółśrodkowych na trzy części (fig. 15), to pierwszy pierścień, mieszczący w sobie *oko*, tworzy tak zwane *serce kamienia* (*A*); następny nazywa się *międzykolem* (*B*), wreszcie pierścień zewnętrzny tworzy *właściwą powierzchnię mielącą* (*C*). Każdy z powyższych pierścieni ma właściwą sobie pracę do spełniania podczas mielenia; serce przenosi i rozmieszcza ziarno, wsypujące się przez oko kamienia, na międzykole, które rozdrabia je częściowo i wprowadza na właściwą powierzchnię mielącą, gdzie wreszcie ostateczne rozdrobienie ma miejsce. Z tego widzimy, że na środkową część kamienia, t. j. serce, spełniające tylko podrzędną pracę, nie potrzeba używać tego samego materyału, co na międzykole i właściwą powierzchnię mielącą. Dla tego serce składa się zwykle z kamieni mniejszej wartości; we Francyi używa się w tym celu kamień twardszy, a w Niemczech i Austryi więcej miękki, mianowicie piaskowiec. Natomiast na właściwą powierzchnię mielącą powinno się wybierać pod każdym względem najlepsze gatunki kamieni.

Wymiary praktyczne, jakie powinny otrzymywać powyższe trzy zasadnicze pierścienie na powierzchni mielenia, zawiera poniższa tabliczka, przedstawiająca zestawienie reguł, zachowywanych we Francyi.

Patrz tablicę szpalta II-ga.

Powyższa tabliczka poucza, że, gdy średnica kamienia, zacząwszy od 1 *m*, powiększa się stopniowo o 10 *cm*, aż do 1,5 *m*, wówczas szerokość właściwej powierzchni mielącej, począwszy od 14 *cm*, zwiększa się stopniowo zaledwie o 1 *cm* aż do 18 *cm*. Czyni się to dlatego, że pewnemu danemu zwiększeniu średnicy odpowiada bez porównania znaczniejsze powiększenie po-

Średnica kamienia	Szerokość (mierzona na promieniu kamienia) w metrach bieżących			Powierzchnia w metrach kwadratowych			
	oka	serca	międzykola	właściwej powierzchni mielącej	kamienia	oka	serca	międzykola	właściwej powierzchni mielącej
1,0	0,270	0,095	0,1300	0,140	0,785	0,057	0,109	0,241	0,378
1,1	0,285	0,110	0,1475	0,150	0,950	0,064	0,136	0,302	0,448
1,2	0,300	0,125	0,1650	0,160	1,131	0,070	0,167	0,371	0,523
1,3	0,315	0,145	0,1775	0,170	1,327	0,078	0,210	0,436	0,603
1,4	0,330	0,160	0,1950	0,180	1,539	0,085	0,246	0,518	0,690
1,5	0,350	0,180	0,2150	0,180	1,767	0,096	0,300	0,625	0,746

wierzchni mielenia. Praktyka wykazuje, że kamień o średnicy 1,5 *m* nie potrzebuje większego wymiaru dla szerokości powierzchni mielenia, jak kamień o średnicy 1,35 *m*.

Powyżej było wskazanem, że biegun odróżnia się od leżaka większą wysokością; dalsza różnica między niemi polega jeszcze na tem, że oko w pierwszym robi się znacznie większe, aniżeli w drugim, co ma bardzo słuszną przyczynę, bo przez to ułatwia się mlewu, jak i powietrzu dostęp do powierzchni mielenia.

Kamień, wyrobiony w wyżej podany sposób, należy jeszcze zrównać dokładnie na powierzchni mielenia, do czego używa się

Oskard tępy, zgrubiały lub powyszczerbiany w robocie, ogrzewa się w kuźni na ogniu z czystego węgla drzewnego do ciemno-wiśniowego koloru, poczem kuje się prędkiemi uderzeniami dla nadania właściwego kształtu. Następnie w celu zahartowania poddaje się powtórnie działaniu ognia, zwracając przytem baczną uwagę na możliwie jednostajne rozgrzanie ostrza, a skoro to ostatnie dojdzie do ciemno-wiśniowego koloru, oskard przenosi się szybko pod strumień zimnej wody. Również hartuje się przez zanurzenie w wodzie, lecz trzeba ją ciągle zmieniać, żeby była dość chłodną, w przeciwnym bowiem razie ostrze oskardu po zahartowaniu będzie za

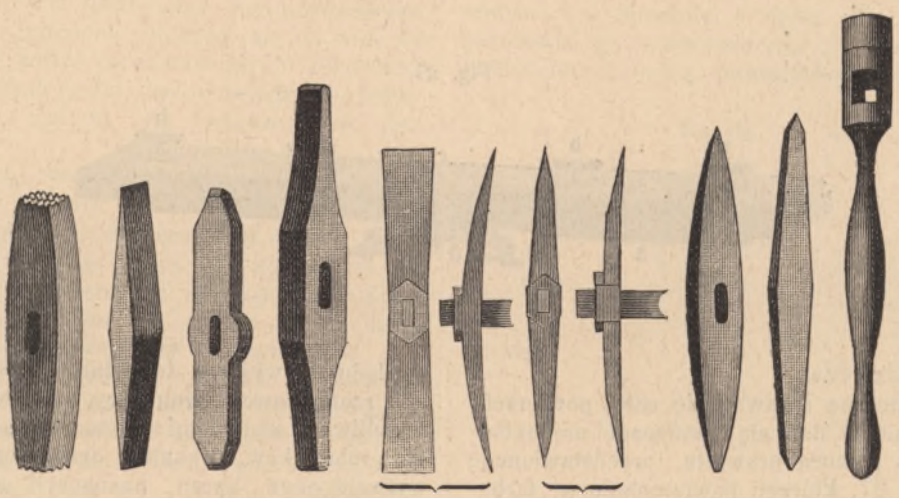


Fig 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25.

ostrych narzędzi, z najlepszej stali angielskiej. *Perlik* (z niemieckiego zwany „Rishamer"), przedstawiony na fig. 17, posiada na dwóch przeciwległych powierzchniach krańcowych ostre nacinki w kształcie piramid czworokątnych, które przy uderzeniu o powierzchnię kamienia usuwają większe nierówności, jako zbyt wystające, pozostawiając przytem powierzchnię w jednostajnie chropowatym stanie. Należyte wyrównywanie tej ostatniej odbywa się dopiero za pomocą *oskardów*, przedstawionych na fig. 18—24. Najwięcej używany we młynach kształt oskardu wskazuje fig. 18, który przy nakuwaniu wkłada się w rączkę, przedstawioną na fig. 25.

miękkie. Używa się także *sztucznych środków pomocniczych do hartowania oskardów*, jak np. *proszek* Kunis'a, Millot'a i innych, który rozpuszcza się w wodzie, do hartowania służącej. Dla dobrego zahartowania najważniejszem jest, przy możliwie jednostajnem rozgrzewaniu ostrza, uchwycenie właściwej chwili, gdy trzeba przerwać dalsze rozgrzewanie, co poznaje się dopiero przez dłuższą praktykę. Wreszcie zahartowany oskard, przed użyciem we młynie, potrzeba jeszcze naostrzyć na mokrym toczaku. Przy użyciu powyższych narzędzi potrzebnym jest przyrząd do ciągłego sprawdzania nierówności na powierzchni kamieni. Do tego służy linia z suche-

Fig. 26.



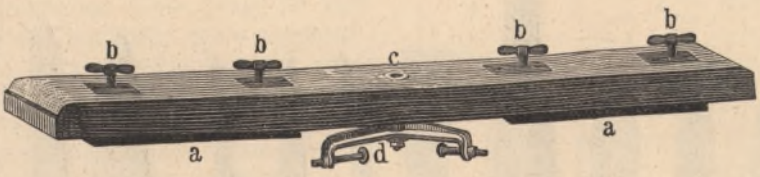
go, twardego drzewa, zwanego *prawidlem* (z niemieckiego „richtszajtem“), wyrobiona w ten sposób, jak to fig. 26 przedstawia; prawidło powinno być 75 — 100 *m m* dłuższem od średnicy kamienia. Spodnią powierzchnię prawidła przed samem użyciem farbuje się zwykle czerwoną farbą wodną za pomocą szczotki. Przy posuwaniu nafarbowanej strony po powierzchni kamienia, wszystkie wystające miejsca zostają zabarwione na czerwono, poczem wyrównywa się je za pomocą wyżej wskazanych oskardów.

Ostateczne sprawdzanie całej powierzchni kamienia daje się uskutecznić najdokładniej za pomocą prawidła, przedstawionego na fig. 27, którego powierzchnie *a*, farbujące kamień, mogą być regulowane za pomocą śrub *b*. Przy użyciu wkłada go się na czop *c*, odpowiednio urządzonej wstawki z żelaza *d*, umocowywanej w oku kamienia.

Przy wyrabianiu wymaganej wklęsłości wokoło oka kamienia (o której poniżej będzie mowa) używa się prawidła przedstawionego na fig. 28, farbującą powierzchnię którego (*a*) nastawia się, odpowiednio do wymaganej wielkości pochylenia, za pomocą śrub (*bb*). Przy użyciu zakłada się prawidło na czop (*c*) wstawki żelaznej (*d*), umocowanej w oku kamienia.

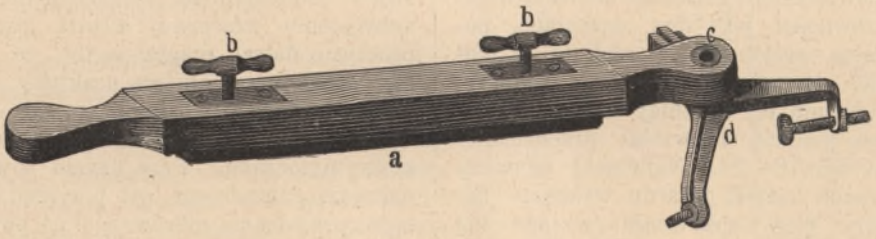
W ostatnich czasach wyrównywanie powierzchni mielących uskutecznia się także za pomocą maszyn, z ostremi narzędziami stalowemi lub dyamentowemi. Te ostatnie są naturalnie znacznie praktyczniejsze ze względu na większą dokładność roboty.

Fig. 27.



Przemysłowcy francuzcy, powodowani szkodliwym wpływem tych machin na zdrowie robotników, wskutek ogromnej ilości wytwarzanego kurzu, naznaczyli nagrodę konkursową za wynalezienie takiej machiny, któraby usuwała powyższą wadę. Podług oceny francuzkiej akademii umiejętności otrzymał ją G. Roger, fabrykant w La-Ferté, którego machina usuwa wytwarzany kurz za pomocą wentylatora, przyczem przedstawia ona znaczne ulepszenie

Fig. 28.



w użyciu narzędzia dyamentowego. Millot z Zurich'u buduje również machiny do wyrównywania powierzchni mielących kamieni.

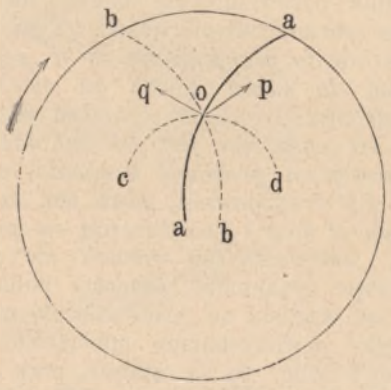
Gdyby powierzchnie mielące dwóch kamieni w złożeniu zostały tylko wyrównane, to naówczas zboże, wprowadzone pomiędzy takowe, byłoby wprawdzie rozgniatane i rozrywane w skutek naturalnej chropowatości kamieni, lecz posuwanie się mlewa od środka ku obwodowi uskuteczniałoby się nader wolno i jednostajnie. Następstwem powyższego byłoby zbytnie nagromadzanie się mlewa pomiędzy kamieniami i rozgrzewanie się takowego, spowodowane przez zwiększone tarcie. Toteż w celu nadania powierzchniom kamieni przymiotów, niezbędnych dla dokładnego przeprowadzenia procesu mielenia, wykuwa się na nich za pomocą wyżej przedstawionych oskardów, odpowiednie rowki, zwane *brózdami*, a czynność ta nazywa się *nakuwaniem kamieni*.

Brózdy na powierzchni kamieni mają potrójne zadanie do spełnienia: 1) *wywierać rozcinające działanie na cząstki mlewa;* 2) *ułatwiać posuwanie się mlewa na zewnątrz powierzchni mielących* i 3) *działać ochładzająco na mlewo za pomocą przepływającego przez nie powietrza.*

Brózdy, idące od oka aż do samego obwodu kamienia, zowią się *brózdami głównemi*, a powierzchnie mielenia, pomiędzy niemi zawarte—*kwaterami* lub *polami; nakuwanie* zaś tego rodzaju nazywa się *kwaterowem. Ubocznemi brózdami* nazywają się znowu te, które, zaczynając się na obwodzie kamienia, nie dochodzą do oka, a części kwater lub pól, zawarte pomiędzy dwiema takiemi brózdami, zowią się po młynarsku *belkami*. Te ostatnie, jako mające wyłącznie za swe zadanie pracę mielenia, otrzymują w obrębie właściwej powierzchni mielącej równoległe wąziutkie nacięcia, zw. *brózdkami* („szprengi"), których na jednym centymetrze mieści się od 5 — 8.

Rozdrabianie ziarna powinno odbywać się mniej więcej w taki sposób, jak krajanie nożycami, zatem brózdy muszą się znajdować na powierzchniach pracy obydwóch kamieni, t. j. bieguna i leżaka, a przy obrocie pierwszego jedne powinny krzyżować się z drugiemi. To ostatnie ma miejsce wtedy, gdy brózdy tworzą pewne nachylenie względem promieni kamieni i gdy obserwowane ze środka bieguna i leżaka, są zwrócone w obydwóch w tę samą stronę, t. j. w prawo lub w lewo. Następnie, gdy biegun obraca się w prawo, to nachylenie brózd, widziane ze środka, powinno być skierowane także w prawą stronę i odwrotnie, gdyż w takim razie działanie brózd na rozdrabiane ziarno będzie także w części wypychającem ku obwodowi zewnętrznemu. Fig. 29 uwidocznia powyższy stan rzeczy. Jeżeli *a a* przedstawia brózdę leżaka, a *b b* brózdę bieguna, to ten ostatni powinien obracać się w kierunku strzałki, a więc na prawo, gdyż brózdy, jak to już wyżej zaznaczyliśmy, mają działać nietylko rozcinająco, lecz również wypychająco ku obwodowi. Fig. 29 wykazuje również, że nachylenie brózdy leżaka *a* jest skierowane w prawą stronę, a toż samo ma miejsce i w biegunie, o czem nie trudno przekonać się, przedstawiając go sobie odwróconym do góry powierzchnią mielącą.

Fig. 29.



Z powyższego wypływa następujące prawidło: *nachylenie brózd względem promieni kamienia, obserwowane ze środkowego jego punktu, powinno być skierowane w tę samą stronę, zarówno w leżaku, jak i w biegunie, a mianowicie w prawą stronę, gdy biegun obraca się na prawo i odwrotnie.*

Następnie na mocy odnośnego dowodzenia matematycznego, które ze względu na szczupłe ramy niniejszego artykułu musi być tu pominięte, wyprowadza się następujący wniosek: *rozcinające działanie brózd, których kąt krzyżowania* (t. j. kąt, jaki tworzą styczne do krzywizn brózd w punktach ich krzyżowania) *wynosi mniej niż 76°, ogranicza się jedynie tylko do rozdrabiania ziarna, podczas gdy wyrzucanie takowego na zewnątrz kamieni spełnia głównie prąd powietrza i siła odśrodkowa.*

Drugie zadanie brózd polega, jak to już wyżej zostało zaznaczonem, na ułatwianiu posuwania mlewa ku zewnętrznemu obwodowi kamieni. Działanie to powinno być możliwie jednostajne, t. j. mlewo doprowadzone do wszystkich miejsc powierzchni mielących, powinno rozdzielać się na nie w ilościach o ile możności jednakowych.

Jakkolwiek ostatnio przytoczony wniosek stwierdza, że brózdy nie wypychają ziarna ku obwodowi kamieni, skoro ich kąt krzyżowania wynosi mniej niż 76°, a czynność tę spełnia głównie prąd powietrza i siła odśrodkowa, to niemniej przecież, brózdy bieguna, z powodu swego nachylenia względem promieni kamienia, udzielają w czasie jego obrotu cząstkom mlewa, nie podlegającym działaniu drobiącemu, pojedynczych impulsów w kierunku stycznych do ścianek brózd, co właśnie, w połączeniu z działaniem prądu powietrza i siły odśrodkowej, powoduje posuwanie się mlewa na zewnątrz powierzchni mielących. Tym sposobem *brózdy przyczyniają się w rzeczywistości do ruchu mlewa ku obwodowi zewnętrznemu kamieni i to tem skuteczniej, im większym jest ich kąt nachylenia względem promieni kamienia, a zatem i kąt krzyżowania, gdyż ten ostatni wzrasta w miarę powiększania się pierwszego.* Ostateczny ten wniosek nie przeczy więc bynajmniej ważności położenia brózd ze względu na posuwanie się mlewa pomiędzy powierzchniami mielącemi, lecz wskazuje tylko, że to ostatnie, przy kącie krzyżowania mniejszym od 76°, odbywa się niezależnie od rozcinającego działania brózd, t. j. rozciąga się do tych tylko cząstek mlewa, które w danej chwili nie podlegają drobiącemu działaniu brózd. Jakkolwiek z powyższego okazuje się, iż siła wypychająca brózd, zależna od wielkości ich kąta krzyżowania, wywiera bezpośredni wpływ na posuwanie się mlewa ku zewnętrznemu obwodowi kamieni, to jednakże przeważny udział w tej czynności przypada bezwarunkowo na siłę odśrodkową, która, jak wiadomo, wzrasta wraz z prędkością ruchu bieguna i w miarę oddalania się od środka obrotu. Tym sposobem mlewo, w miarę oddalania się od środka obrotu, posuwa się coraz prędzej. Gdyby nawet odśrodkowy ruch mlewa był całkiem jednostajny, t. j. chociażby w równych odstępach czasu mlewo przebiegało tęż samą drogę w kierunku promieni kamienia, to i w takim razie pewna ilość mlewa, która, w przeciągu danego czasu, pokrywa pierścień pewnej szerokości, bliżej środka powierzchni mielącej położony, przechodzi w następnych i takichże samych odstępach czasu na pierścienie tej samej szerokości, lecz o coraz większych powierzchniach. Naturalnie, że wobec takiego stanu rzeczy wysokość warstwy mlewa, posuwającej się bezustannie po całej powierzchni mielącej, musi się stopniowo zmniejszać i to w miarę zbliżania się do zewnętrznego obwodu kamieni.

Skoro więc stopniowe zmniejszanie się grubości warstwy mlewa, nawet przy jednostajnym ruchu takowego ku zewnętrznemu obwodowi powierzchni mielących, ma miejsce, to naturalnie, toż samo, w wyższym jeszcze stopniu, musi zachodzić, gdy posuwanie się mlewa w stronę obwodu jest przyśpieszonem, co też w rzeczywistości ma miejsce w skutek działania siły odśrodkowej. Ponieważ, przy zupełnie płaskich powierzchniach kamieni, ustawianych do mielenia bardzo blizko siebie, tworzenie się takiej warstwy, o stopniowo zmniejszającej się grubości, byłoby niemożebnem, przeto obydwie powierzchnie kamieni wyrabia się z odpowiedniem nachyleniem ku środkowi, w skutek czego każda z nich przedstawia się nieco wklęsłą, z wyłączeniem wszakże pierścienia zewnętrznego, stanowiącego właściwą powierzchnię mielenia (od 14 — 20 *cm* szerokiego), który pozostawia się w pierwotnym płasko wyrównanym stanie.

Wklęsłość wokół środkowego otworu kamienia, zwanego okiem, nie powinna być zbyt wielką, gdyż spowodowałaby nadmierne nagromadzanie się w niej mlewa. Wysokość wklęsłości, mierzona przy oku kamienia, podług reguł przyjętych we Francyi, wynosi 0,5 — 1,5 *mm* w leżaku, a 2,0 — 3,5 *mm* w biegunie w kamieniach o średnicy 1,0 — 1,6 *m*, podczas gdy u nas stosuje się zwykle większe wklęsłości.

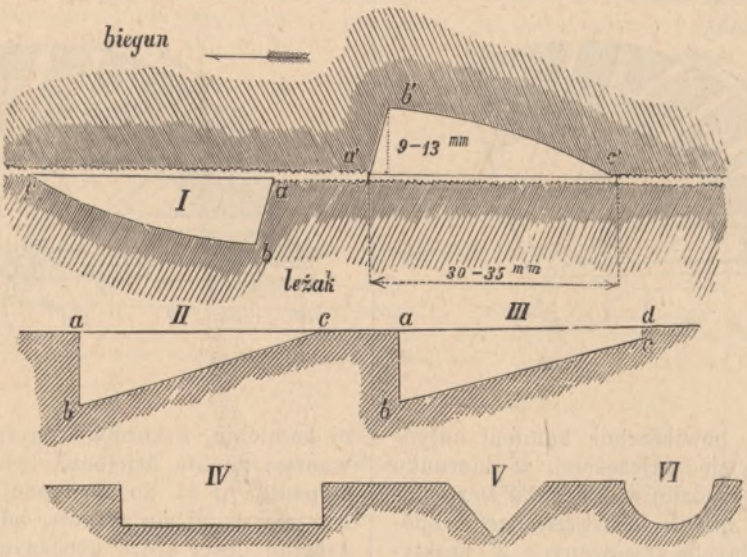
Trzecie zadanie brózd, jak to we właściwem miejscu zostało już zaznaczonem, polega na ułatwianiu dostępu powietrza do powierzchni mielących, w celu ochładzania mlewa podczas mielenia. Ażeby brózdy mogły odpowiadać powyższemu przeznaczeniu, powinny posiadać odpowiednie wymiary i właściwy kształt, a przytem muszą jednocześnie czynić zadość innym jeszcze warunkom, o których poniżej mowa.

Brózdy powinny być *dostatecznie głębokie i szerokie*, nietylko w celu ułatwienia dostępu powietrza, lecz także z tego powodu, ażeby mogły pomieścić w sobie potrzebną ilość mlewa. Dalej powinny one posiadać taki kształt, ażeby, oprócz działania przewietrzającego, ułatwiały przechodzenie mlewa z brózd na powierzchnię mielącą, na której dopiero właściwe drobienie ma miejsce. Gdyby ten ostatni warunek nie był zachowanym, ziarno mogłoby posuwać się w samej tylko brózdzie od oka aż do obwodu kamienia, opuszczając powierzchnie mielące w stanie zupełnie nierozdrobionym, t. j. niezmielone. Ze względu na powyższą okoliczność, dno brózdy *b c* (fig. 30 I i II) powinno tworzyć stopniowe tylko i łagodne przejście do powierzchni mielącej, podczas gdy formy przekroju brózd IV i VI (fig. 30) są zupełnie wadliwe. To samo, tylko cokolwiek w mniejszym stopniu, da się powiedzieć o formie III, która przy mielenia kaszkowem jest bezwarunkowo niewłaściwą, a nawet do mielenia płaskiego jest nie pożądaną, ponieważ mała ścianka *c d*, utrudniając przejście mlewa z brózdy na powierzchnię mielącą, osłabia pożądane działanie gniotące podczas rozdrabiania. Dalej ściany brózd nie powinny tworzyć ostrych kątów, jakie przedstawiają formy II i III, lecz takowe powinny być więcej rozwarte, jak to przedstawia forma przekroju I.

Przekroje IV, V i VI są dość często używane do mielenia płaskiego, chociaż, nie odpowiadając wyżej wzmiankowanym warunkom, są wadliwe. Do kaszkowego zaś mielenia brózd, o tych ostatnich przekrojach bezwarunkowo nigdzie nie używają.

W praktyce przyjęte są następujące wymiary brózd: dla kamieni o średnicy od 1—1,5 *m*, szerokość brózd wynosi zwykle 30 — 40 *mm*, a ich głębokość, mierzona naturalnie po ściance bocznej, bywa różną i zawartą jest w granicach od 6—13 *mm*; przy mieleniu płaskiem wynosi ona zwykle od 6—10 *mm*, a przy kaszkowem od 10—13 *mm*. Czasem robią się brózdy na całej swej długości niejednakowo głębokie, a mianowicie w stronę oka cokolwiek więcej zagłębione, ażeby zwiększyć przestrzeń dla przystępu ziarna.

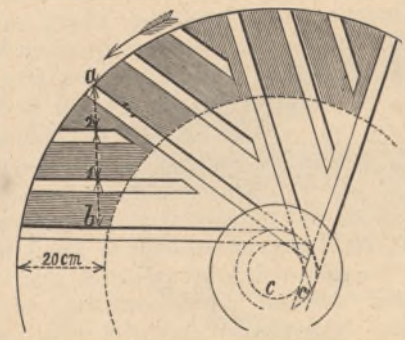
Fig. 30



Należy w tem miejscu przypomnieć jeszcze, że pola, objęte brózdami, w celu zwiększenia działania rozcinającego, otrzymują w obrębie właściwej powierzchni mielącej wąziutkie nacięcia, nazwane brózdkami. Zwykle nakuwa się od 5—8 takich brózdek, na szerokość 1 *cm*; do mielenia żyta robi się ich mniej, aniżeli do pszenicy. Brózdki powinny iść równolegle do brózd głównych i ubocznych.

Z właściwego działania brózd trudno jest zdać sobie sprawę, patrząc na figurę, jeśli nie jest wiadomem, że w czasie drobienia ziarna brózdy leżaka wypełniają się mąką. Tym sposobem tylko brózdy bieguna i małe oddalenie pomiędzy obydwoma kamieniami służą do przeprowadzania powietrza i cząstek mlewa. Po zdjęciu dopiero bieguna ze złożenia, nieprzewietrzanego sztucznie, widzi się, że wszystkie brózdy leżaka, poczynając od oka kamienia aż do jego obwodu zewnętrznego, są ściśle wypełnione mąką, zawierającą bardzo niewiele pojedynczych cząstek mlewa. Zjawisko to przedstawia pewne podobieństwo do tego, jakie ma miejsce w naczyniu wstrząsanem, gdzie cząstki najdrobniejsze osadzają się na spodzie, a grube zbierają się na powierzchni.

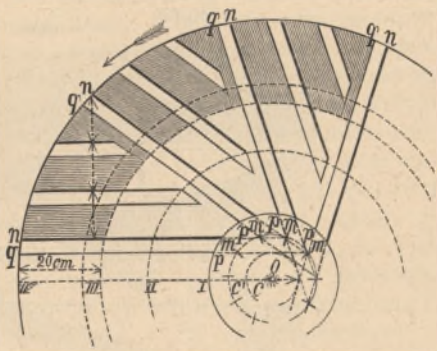
Fig. 31.



Brózdy na powierzchni kamieni młyńskich nakuwa się najczęściej w kierunku *linii prostej*, rzadziej w kierunku *krzywizny koła* lub *spirali logarytmicznej*. Zpośród różnorodnych, stosowanych w praktyce, metod nakuwania, największem rozpowszechnieniem cieszy się (osobliwie przy kamieniach francuzkich) *nakuwanie prostolinijne, w którem brózdy uboczne są równoległe względem brózd głównych*, co znaczy, że *pierwsze mają większą odśrodkowość od drugich*, albowiem długość prostopadłej, wyprowadzonej ze środka kamienia na brózdę prostolinijną lub styczną do krzywizny brózdy w danym punkcie, nazywa się *odśrodkowością brózdy*. Tego rodzaju nakuwanie kamienia przedstawiają fig. 31 i 32, gdzie zauważa się, że brózdy główne, po ich wydłużeniu, tworzą styczne do koła o promieniu, równającym się wybranej odśrodkowości, podczas gdy brózdy uboczne, równoległe do poprzednich, mają tem większą odśrodkowość, im bardziej są oddalone od brózd głównych, gdyż wtedy leżą one dalej od środka kamienia.

Sposób oznaczania kierunku i wymiarów takich brózd na powierzchni kamieni bywa dwojaki. Sposób dawniejszy (fig. 31) polega na tem, że obwód kamienia dzieli się na tyle równych części, ile ma być pól, czyli kwater, poczem z otrzymanych punktów dzielenia, przy pomocy linii o szerokości brózdy, prowadzi się styczne do koła *c*, nakreślonego na wstawionej w oku deszczułce o promieniu, równającym się przyjętej odśrodkowości, wyznaczając zarazem z drugiej strony linii szerokość samej brózdy. Tylne krawędzie stanowią styczne do koła *c'* na fig. 31. Po takiem wyznaczeniu farbą brózd głównych na powierzch-

Fig. 32.



ni kamienia, z każdego, wyżej wzmiankowanego punktu dzielenia, opuszcza się prostopadłą (*a b*) do następnej brózdy. Tę ostatnią dzieli się znowu, odpowiednio do żądanej ilości brózd ubocznych, np. na trzy lub cztery równe części, jeżeli każde pole ma mieć dwie lub trzy brózdy uboczne. Przez otrzymane zaś punkty dzielenia wyznacza się brózdy uboczne, równoległe do brózdy głównej, do której prostopadła była opuszczoną.

Sposób nowszy, używany często w młynach austryackich, przedstawia fig. 32. W oko kamienia wstawia się deszczułkę i ze środka takowej zakreśla się koło promieniem, równym $^1/_6$ części promienia kamienia. Koło to dzieli się na tyle równych części, ile powierzchnia kamienia ma mieć pól, czyli kwater. Linie proste (*m n*), łączące każde dwa, obok siebie położone, punkty podziału, przedłużone w odpowiednim kierunku, wyznaczają kierunek brózd

głównych, co na fig. 32 jest uwidocznionem. Powyższy sposób jest dogodniejszym od poprzednio podanego, gdyż łatwiej jest wyznaczać i dzielić na gładkiej deszczułce, aniżeli na chropowatej powierzchni kamienia. Jak widzimy, odrazu znajduje się tu tylne krawędzie bróżd głównych (*m n*), podczas gdy przednie (*p q*) dają nam dopiero właściwe kąty krzyżowania. Z tego wynika, że koło (*c*), do którego przednie krawędzie (*p q*) są stycznemi, stanowi to koło, którego promień równa się odśrodkowości bróżd głównych, a jak w tym razie, wynosi $^1/_{10}$ część promienia kamienia. Wyznaczanie bróżd ubocznych uskutecznia się w podobny sposób, jak przy poprzedniem wykreślaniu bróżd, najczęściej za pomocą gotowego szablonu. Zauważyć należy, że bróżdy uboczne nie powinny być przedłużane aż do samej bróżdy głównej następnego pola i że koniec bróżdy ubocznej ścina się zwykle równolegle do bróżdy głównej, w odległości około 20 *mm*, jak to fig. 32 wykazuje.

W oddaleniu mniej więcej 20 *cm* od obwodu kamienia kreśli się koło spółśrodkowe, a w obrębie powstałego pierścienia zewnętrznego, stanowiącego właściwą powierzchnię mielącą, nakuwa się wąziutkie równoległe bróżdki, właściwy kierunek których przedstawia fig. 32. Jeżeli następnie promień kamienia podzielimy na 4 równe części (oznaczone na fig. 32 numerami I—IV), a ze środka kamienia zatoczymy koła spółśrodkowe, przechodzące przez każdy z otrzymanych punktów podziału, to naówczas, wielkość kątów krzyżowania bróżd głównych i ubocznych, w danem oddaleniu każdego z tych kół od środka kamienia, oblicza się na podstawie odnośnych wywodów matematycznych. W tem miejscu wszakże wypada ograniczyć się tylko do zestawienia wielkości kątów krzyżowania w poniższej tabliczce, przyczem należy zauważyć, że odśrodkowość bróżd głównych, jak to już powyżej nadmienionem zostało, równa się $^1/_{10}$, podczas gdy promień oka = $^1/_4$ części promienia kamienia (*R*).

R oznacza promień kamienia.

W kole	o promieniu $r =$	kąty krzyżowania (α) bróżd			
		głównych	pierwszych ubocznych	drugich ubocznych	przeciętna wielkość
I	$^1/_4$ *R*	50°	—	—	50°
II	$^2/_4$ *R*	24°	66°	—	45°
III	$^3/_4$ *R*	16°	44°	72°	44°
IV	1 *R*	12°	32°	52°	32°

Przy tego rodzaju nakuwaniu bierze się także pod uwagę prędkość obrotu kamienia. Mianowicie, przy wielkiej prędkości daje się mniejszą odśrodkowość, w skutek czego i kąty krzyżowania odpowiednio się zmniejszają. Czyni się to dla tego, że działanie wyrzucające bróżd nie potrzebuje być w tym razie wielkiem, z powodu znacznego natężenia siły odśrodkowej.

Powyższe nakucie prostolinijne z równoległemi bróżdami ubocznemi zastosowywa się zarówno do mielenia płaskiego, jak i wysokiego, czyli kaszkowego. Przekonamy się jednakże poniżej, że dla obu tych wypadków nakucie nie powinno być wykonywane w zupełnie jednakowy sposób. Przy mieleniu płaskiem, przy którem kamienie są bardzo blisko siebie ustawione i ziarno zostaje odrazu całkowicie zmielone, wywiązuje się znaczna ilość ciepła, czemu można zapobiedz tylko przez zwiększenie dopływu powietrza i ułatwienie posuwania mlewa ku obwodowi zewnętrznemu. To ostatnie znowu osiąga się przez przeprowadzenie większej ilości bróżd, gdyż wtedy pola, stanowiące właściwą powierzchnię mielącą, która właśnie wywiązuje największe ciepło, są mniejsze, a dopływ powietrza i wyrzucanie ku obwodowi zostają zwiększone. Że zaś kamienie są tu blisko siebie ustawione, przeto rozdrabianie ziarna następuje w dostatecznym stopniu na

węższych polach. Natomiast użycie tak znacznej ilości bróżd przy mieleniu wysokiem, czyli kaszkowem, jest wadliwem. W tym razie bowiem, przy dość wielkiem oddaleniu względem siebie powierzchni mielących kamieni, żądane rozdrabianie mlewa staje się niedokładnem, gdyż niektóre ziarnka, przechodząc łatwo z jednej bróżdy do drugiej, mogą być w końcu wyrzucane na zewnątrz zupełnie nierozdrobione. Na zasadzie powyższego stanu rzeczy w praktyce przestrzeganą jest powszechnie następująca reguła: *mielenie płaskie wymaga większej ilości bróżd, aniżeli wysokie, czyli kaszkowe.* I tak np. kamienie do mielenia płaskiego o średnicy 1,26—1,58 *m* otrzymują do 50 wszystkich bróżd, zaś takież kamienie do mielenia kaszkowego—tylko do 30 bróżd (10 głównych i 20 ubocznych).

Dla uzupełnienia podajemy jeszcze poniższe zestawienie, dotyczące prostolinijnego nakuwania kamieni francuskich przy mieleniu płaskiem.

Średnica kamienia w *m*	Odśrodkowość w *cm*	Ilość pól, czyli kwater	Ilość bróżd ubocznych w każdej kwaterze, jeżeli kamień	
			porowaty	pełny
0,70	6	6	2	3
0,85	6,5	7	2	3
1,00	7	8	3	4
1,15	7,5	10	3	4
1,30	8	12	3	4
1,45	9	14	3	4
1,60	10	16	4	5
1,75	11	18	4	5
1,90	12	20	4	5
2,05	13	22	4	5
2,20	15	24	4	5

Drugą z kolei dość rozpowszechnioną metodę nakuwania kamieni stanowi t. zw. nowe nakuwanie kołowe, w którem promień bróżdy jest większym, aniżeli oddalenie środka bróżdy od środka kamienia, dla odróżnienia od dawnego nakuwania kołowego, przy którem promień bróżdy równa się oddaleniu środka bróżdy od środka kamienia.

Wyznaczanie kierunku i wymiaru bróżd na powierzchni kamienia odbywa się tu za pomocą szablonu, do sporządzenia którego należy wykonać przedewszystkiem odpowiedni rysunek, który uskutecznia się mniej więcej w sposób następujący:

Po narysowaniu pewnej części obwodu kamienia i oka, rozumie się w naturalnej wielkości, prowadzi się ze środka promień, przedłużając takowy na zewnątrz obwodu na $^2/_3$ części promienia kamienia, a w tak otrzymanym punkcie na zewnątrz obwodu ustawia się nóżkę cyrkla, który otwiera się najpierw tylko do samego środka kamienia, skąd powiększa się jego rozwartość aż do punktu, oddalonego o 75 *mm* od środka i w ten sposób otrzymanym promieniem zatacza się łuk pomiędzy obwodami oka i kamienia, przedstawiający kierunek bróżdy; następnie w odległości, odpowiadającej zamierzonej szerokości bróżdy, z tego samego środka, co poprzednio, zatacza się łuk spółśrodkowy.

Według tego rysunku przygotowuje się szablon, który dla wyznaczenia na powierzchni kamienia wkłada się na czop deszczułki, wstawionej w oko. Poczem, podzieliwszy obwód kamienia na tyle równych części, ile ma być bróżd, z każdego punktu podziału, przy użyciu powyższego szablonu, wyznacza się kierunek i wymiar bróżd czerwoną lub niebieską farbą.

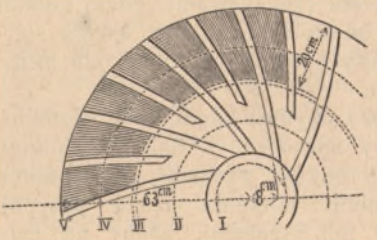
Wielkość promienia bróżd w przypadku powyżej podanym wynosiła, jak to widzieliśmy, $1^2/_3$ promienia kamienia z dodaniem jeszcze 75 *mm*. Skoro zaś promień oka będzie się równał $^1/_5$ promienia kamienia, to w takiem nakuciu kąty krzyżowania przy oku mają 47°, na obwodzie 42°, a w oddaleniu, mniej więcej na promień oka od obwodu kamienia, tylko 37°. Zatem kąty krzyżowania w stronę obwodu zmniejszają się powoli, lecz w bliskości tego ostatniego zaczynają się znowu cokolwiek powiększać. Zarówno przy nakuwaniu prostolinijnem, jak i w obecnym razie, bróżdy uboczne mogą mieć takąż samą odśrodkowość, jak i główne — lub większą, gdy na każdem polu są one równoległe do jednej z bróżd głównych.

Nowy sposób nakuwania kołowego jest dość rozpowszechniony, przeważnie przy mieleniu żyta, przyczem zwykle bróżdy uboczne otrzymują taką samą odśrodkowość, jak główne. Zastosowywanie zaś takowego do mielenia pszenicy nie przedstawia żadnych szczególnych korzyści, samo zaś wykonanie jego jest mniej dogodnem i trudniejszem, z powodu krzywego kierunku bróżd, aniżeli nakuwanie pro-

stolinijne. Inaczej rzecz się przedstawia przy mieleniu kaszek i żubrowaniu ziarna.

W pierwszym razie potrzeba większych kątów krzyżowania, gdyż kaszka posuwa się z trudnością ku obwodowi. Z tego właśnie powodu nowe nakuwanie kołowe nadaje się lepiej, aniżeli prostolinijne, gdyż przy niem kąty krzyżowania zmniejszają się znacznie powolniej od oka ku obwodowi kamienia, a nawet w bliskości zewnętrznego obwodu powolne zwiększanie się takowych może mieć miejsce, odpowiednio do wyboru wielkości kamienia i środka brózd. W drugim znowu razie, t. j. przy żubrowaniu, przy którem tylko kamienie cokolwiek z wierzchu powinny działać obłuskująco na ziarno, powolniejsze zmniejszanie się kątów krzyżowania może być z te-

Fig. 33.



go względu pożądanem, ażeby powiększyć ilość roboty żubrownika bez żadnego wpływu ujemnego na jakość otrzymywanego produktu.

Fig. 33 przedstawia nowe nakucie kołowe, w którem powierzchnia kamienia podzieloną jest na 12 pól, z których każde ma tylko jedną bróżdę uboczną z takąż samą odśrodkowością, co i brózdy główne. Następnie promień kamienia $R = 63$ *cm*; promień brózd $r = 2R + 8$ *cm* $= 134$ *cm*; oddalenie środka brózd od środka kamienia $r_1 = 2R = 126$ *cm*. Kąty krzyżowania w kole I wynoszą 83°; w II — 48°; w III—41°; w IV—40°, a w V—42°.

Z tego, co powyżej powiedzieliśmy, okazuje się, że do mielenia żyta i kaszek, otrzymywanych przy mieleniu płaskiem, jak również do żubrowania ziarna, daje się zastosowywać z korzyścią nowe nakuwanie kołowe, a to ze względu na większe stosunkowo kąty krzyżowania przy obwodzie, w skutek czego wyrzucanie mlewa odbywa się tu energicznej, co właśnie w tych razach jest pożądanem.

Metody nakuwania w zastosowaniu do złożenia dolno-biegunowego.

Brózdy, nakuwane w złożeniu dolno-biegunowem, mają po części inne zadanie do spełnienia, aniżeli brózdy w złożeniu górno-biegunowem. Jakkolwiek nie ulega najmniejszej wątpliwości, że tak w jednem, jak w drugiem złożeniu, nakuwane brózdy powinny działać rozdrabiająco na mlewo, to jednak dalsze posuwanie takowego w złożeniu dolno-biegunowem odbywa się prawie w dostatecznym stopniu przez samo działanie sił, wywoływanych obrotem dolnej powierzchni mielenia, podczas gdy w złożeniu górno-biegunowem posuwanie się mlewa na zewnątrz kamieni musi być popierane przez bezpośredni wpływ siły wyrzucającej brózd, zależnej od wielkości ich kąta krzyżowania i od prędkości obrotu. Ponieważ więc nakuwane brózdy w złożeniu dolno-biegunowem niekoniecznie potrzebują działać posuwająco na mlewo, to kąty krzyżowania dla takowych mogą być tu mniejsze niż w złożeniu górno-biegunowem; szczególniej przy oku kamienia nie wymaga się tu większych kątów krzyżowania, gdyż wciąganie mlewa między powierzchnie mielące jest tu łatwe i prędkie w skutek samego tylko działania sił, wywoływanych obrotem dolnego bieguna.

Ogólnie, w złożeniu dolno-biegunowem tylko te metody nakuwania mogą być zastosowywane, gdzie brózdy posiadają zmniejszające się ku obwodowi kamienia kąty krzyżowania, jak nakuwanie prostolinijne z bardzo małą odśrodkowością brózd i nowe nakuwanie kołowe. Nawet zdaje się, że dla dolnego bieguna najodpowiedniejszem byłoby położenie brózd prostych w kierunku samych promieni kamienia, przy zachowaniu przytem dla nich formy przekroju I, przedstawionej poprzednio na fig. 30, podczas gdy dla górnego leżaka możnaby tu zastosować nowe nakuwanie kołowe lub zwyczajne prostolinijne.

Ponieważ złożenia dolno-biegunowe nie cieszą się dotąd większem rozpowszechnieniem w praktyce, więc też niewiele jest znanych metod nakuwania, specyalnie zastosowanych do takowych.

Oprócz wyżej wymienionego nakuwania prostolinijnego, z małą odśrodkowością brózd, gdzie brózdy uboczne idą równolegle do głównych i nowego nakuwania kołowego, które zresztą prawie bez żadnej zmiany bywają tu zastosowywane, o ile

wiemy, egzystuje obecnie tylko jedna metoda nakuwania Arndt'a, specyalnie zastosowana do złożenia dolno-biegunowego.

O rezultatach wszakże praktycznego zastosowania powyższej metody nakuwania Arndt'a dotąd nic zupełnie pewnego nie da się powiedzieć, gdyż zbyt mało jeszcze robiono doświadczeń, a zdania w tym względzie są dość podzielone. Tym sposobem ta metoda nakuwania, jakkolwiek z teoretycznego punktu widzenia ma wiele dobrych stron, jednak potrzebuje jeszcze stwierdzenia w praktyce.

Nakuwanie kamieni w młynie powinno być przedewszystkiem praktycznem, t. j. odpowiadać swemu celowi i posiadać łatwość wykonania. W tym względzie najpierwsze miejsce należy się nakuwaniu prostolinijnemu, gdyż daje się ono należycie zastosowywać do rozmaitych warunków mielenia, biorąc większą lub mniejszą ilość bróżd, przy odpowiednim wyborze ich odśrodkowości, a wykonanie jego jest najprostszem, przytem w samym młynie najłatwiej i najdłużej utrzymać je można w stanie prawidłowym. Każde nakucie krzywolinijne, chociażby najlepiej spełniające swe zadanie, pomijając już większą trudność jego wykonania, przedstawia tę słabą stronę, że nie daje się łatwo utrzymać w dobrym stanie przez czas dłuższy. Do zastosowania praktycznego nadaje się stosunkowo najlepiej nakuwanie kołowe, które w niektórych razach jest nawet pożądanem ze względu na większe kąty krzyżowania przy obwodzie (np. przy mieleniu kaszek i żubrowaniu ziarna), jednakże takie nakucie nie dla wszystkich gatunków kamieni jest właściwe.

Ze względu na jakość produktu mielenia jest nadzwyczaj wielkiej wagi możliwie doskonałe nakuwanie, poprzedzane dokładnem wyrównywaniem powierzchni kamieni. Czynność tę, wymagającą wielkiej wprawy i zręczności nabywanej zaledwie dłuższą praktyką, uskutecznia się dotąd po większej części ręcznie, za pomocą oskardów.

Środkowa część kamienia, zwana sercem, mająca na celu doprowadzanie ziarna między powierzchnie mielące, powinna być wyrównaną i zarazem stopniowo zagłębioną w stronę oka, ażeby posuwanie ziarna odbywało się możliwie jednostajnie. Następny zaś pierścień na powierzchni mielenia, zw. międzykolem, winien być również wyrównanym należycie na polach pomiędzy bróżdami, otrzymując przytem z tego samego powodu co poprzednio, stopniową wklęsłość w stronę oka, poczynając od właściwej powierzchni mielenia, a zlewając się w dalszym ciągu z powyższem zagłębieniem serca. To wyrównywanie pól międzykola jest szczególniej ważnem przy mieleniu płaskiem, gdzie na powyższym pierścieniu powinno już rozpoczynać się rozdrabianie ziarna. Bróżdy i wygładzone pola powierzchni mielących muszą działać wspólnie drobiąco na ziarno w taki sposób, ażeby mogło mieć miejsce stopniowe wydzielanie jądra mącznego bez zbytniego rozdrabiania zewnętrznej łuski. Wreszcie ostatni zewnętrzny pierścień, stanowiący właściwą powierzchnię mielącą, gdzie ostateczne rozdrabianie ma miejsce, otrzymuje na polach pomiędzy bróżdami regularne wąziutkie nacięcia, zwane bróżdkami, które sprawiają, że przy mieleniu płaskiem, gdzie kamienie są blisko siebie ustawione, otrzymuje się możliwie mało kaszek i miałów; natomiast przy mieleniu wysokiem (kaszkowem), gdzie kamienie są dalej od siebie oddalone, osiąga się dobry, jednolity produkt mielenia, jak śrut, kaszkę itp.

Skoro obydwa kamienie w złożeniu w powyższy sposób i z należytą starannością zostały nakute, wówczas przed samem rozpoczęciem mielenia leżak posypuje się mąką lub otrębami, ażeby na całej powierzchni kamieni odrazu zaczynała się praca.

Nakute powierzchnie kamieni w skutek mielenia powoli stępiają się i po pewnym czasie potrzebują odświeżenia nakucia. Stępienie nakucia powierzchni mielących podczas samego procesu mielenia łatwem jest do poznania, ponieważ produkt mielenia, wychodzący z pod kamieni, staje się wówczas grubszym. Ażeby go otrzymać odpowiednio drobniejszym, potrzeba kamienie więcej zbliżyć do siebie, co w następstwie sprawia znowu, że produkt mielenia, ściskany pomiędzy palcami, wydaje się miękkim, przyczem cząstki otrąb są wówczas gładkie i grube, po wydzieleniu zaś z mąki widzi się na nich pewien połysk. Czasem toż samo ma miejsce, pomimo, iż kamienie są ostre, mianowicie wtedy, gdy zboże jest wilgotne i miękkie, co jednak doświadczona ręka potrafi dostatecznie odróżnić.

Czynność odświeżania nakucia kamienia w młynie odbywa się w następujący sposób:

Wierzchni kamień, wyjęty ze złożenia za pomocą żórawia ręcznego, umieszcza

się na właściwem miejscu, powierzchnią nakutą do góry; następnie, po gruntownem oczyszczeniu szczotką powierzchni mielących obydwóch kamieni, przystępuje się do zafarbowania pól pomiędzy bróżdami właściwej powierzchni mielącej, ażeby uwidocznić dawne przytarte nacięcia; uskutecznia się to za pomocą jednego z prawideł, znanych już nam z opisu wyrównywania powierzchni kamieni (fig. 28 i 30). Przy odświeżaniu cokolwiek już przytartych nacięć, dostatecznie uwidocznionych w powyższy sposób, trzeba starać się, ażeby uderzenia ostrego oskardu padały w te same miejsca, jakie zajmowały dawne bróżdki, uwzględniając zarazem przez mniej lub więcej silne uderzenia, odnośnie miększe lub twardsze części kamienia; przy takiem jak najstaranniejszem odświeżaniu dawnych nacięć na właściwych powierzchniach mielących, wymagającem ogromnej wprawy ręki, daje się utrzymywać kamień przez cały czas jego używania w doskonałym stanie nakucia; następnie, do wyznaczania farbą nierówności na powierzchni serca i międzykola, powstałych z biegiem czasu skutkiem mielenia, używa się podobnych prawideł co poprzednio, z tą jednak różnicą, że do tego celu długość ich nie powinna przekraczać szerokości serca i międzykola, na promieniu kamienia mierzonej (fig. 26, 27 i 28). Miejsca wystające, które zostają zafarbowane przy posuwaniu odnośnem prawideł po powierzchni serca i międzykola, będącej cokolwiek pochyłą w stronę oka, wyrównywa się dokładnie właściwemi uderzeniami oskarda; w obydwóch razach, t. j. przy odświeżaniu dawnych bróżdek na właściwej powierzchni mielącej i przy wyrównywaniu serca i międzykola, używa się oskarda z szerokiem ostrzem (fig. 18).

Przy nakuwaniu kamieni trzeba zwracać baczną uwagę na dostateczną ostrość oskarda, który po pewnem nieznacznem stępieniu należy zaraz naostrzyć na podręcznym kawałku suchego toczaka, podczas gdy znaczniej stępiony oskard ostrzy się na mokrym kamieniu. Skutkiem używania i ciągłego ostrzenia oskard po pewnym czasie odhartowywa się, co powoduje zbyt prędkie i znaczne spłaszczanie się ostrza podczas uderzeń o kamień. Wówczas, po nadaniu oskardowi właściwego kształtu w kuźni, potrzeba go na nowo zahartować.

Ażeby otrzymywać ciągle jednakowo dobry produkt mielenia, trzeba powtarzać dość często powyższe odświeżanie nakucia. Nigdy zaś nie powinno się ociągać z niem aż do zupełnego zniknięcia bróżdek na właściwej powierzchni mielenia, wówczas bowiem, prócz gorszego procesu mielenia, potrzeba bez porównania więcej czasu i trudu na wytworzenie nowych nacięć. Przy mieleniu suchej i czystej pszenicy powinno się to uskuteczniać przynajmniej raz na tydzień, przy mieleniu zaś żyta i mokrej pszenicy — do dwóch razy na tydzień. Wielką plagę stanowi tu dziki czosnek, znajdujący się dość często w pszenicy, po zmieleniu którego, lepka, kleista jego masa osadza się na powierzchniach kamieni, zatykając wszystkie pory i bróżdki na właściwej powierzchni mielącej, poczem twardnieje ona skutkiem rozgrzanego stanu kamieni podczas mielenia, tworząc tym sposobem szklistą powłokę, która zaledwie daje się usunąć za pomocą mycia ciepłą wodą. Do tego potrzeba najpierw zmoczyć wodą całą powierzchnię kamienia, pozwolić jej wsiąknąć cokolwiek, poczem szorować kamień twardą szczotką (najlepiej ryżową) dotąd, dopóki nie będzie zupełnie czystym, wreszcie spłukać go jeszcze czystą wodą i następnie zebrać tę ostatnią za pomocą gąbki do zupełnej suchości. Wówczas dopiero można przystąpić do właściwego odświeżenia nakucia.

W niektórych miejscowościach Ameryki dziki czosnek znajduje się w pszenicy w tak wielkiej ilości, że oczyszczanie kamieni trzeba powtarzać codziennie, a czasem nawet dwa razy na dzień.

U nas najczęściej spotyka się dziki czosnek w pszenicy z okolic Hrubieszowskich i Lubelskich, oraz z Ukrainy i południowej Rosyi.

Ponowne pogłębianie bróżd głównych i ubocznych, jak również wklęsłości serca i międzykola, odbywa się w większych od siebie odstępach czasu, w miarę zużywania się kamieni. Gdy mielona pszenica bywa zwykle suchą, to uskutecznia się to gruntownie tylko raz na rok; przy mieleniu zaś żyta lub mokrej pszenicy — dwa razy do roku.

Przy pogłębianiu bróżd głównych i ubocznych wyznacza się takowe, dla pewniejszego nakuwania, farbą, przy użyciu do tego szablonu, odpowiednio do kształtu bróżd wyrobionego. Zagłębienie zaś serca i międzykola sprawdza się za pomocą prawidła, przedstawionego poprzednio na fig. 28, ścinając przytem dotąd miejsca zafar-

bowane, dopóki wymagane zagłębienie nie zostanie wyrobionem w należyty sposób.

Machiny do nakuwania kamieni. Nakuwanie kamieni, a osobliwie wytwarzanie na właściwej powierzchni mielącej wąziutkich nacięć, zwanych brózdkami, należy do czynności zmudnych, zabierających wiele czasu i wymagających nadzwyczaj wprawnej ręki. To też ręczne nakuwanie kamieni jest bardzo kosztownem, nie tylko z powodu opłacania robotnika i zużywania się narzędzi, lecz także w skutek znacznej straty czasu, gdyż złożenia podówczas są bezczynne. Dla tego już oddawna starano się budować machiny do nakuwania kamieni, któreby ułatwiały i skracały powyższą czynność.

Wszystkie machiny do nakuwania kamieni dają się podzielić na dwie grupy. Do pierwszej zaliczają się konstrukcye dawniejsze, w których narzędzie nakuwające stanowi zupełnie taki sam oskard, jak przy nakuwaniu ręcznem; do drugiej zaś grupy należą wszystkie konstrukcye nowsze, w których miejsce oskardu zajmuje szybko obracający się kawałek dyamentu.

Machiny oskardowe. Do tego rodzaju należą machiny: *Dard'a* z Troyes, *Touaillon'a*, *Walker'a*, *Harris'a* (nosząca nazwę „*Harris Common Sense Millstone dresser*“), *Heinrich'a*, *Morisseau'a*, *Nasmyth'a*, *Chisholm'a* itd.

Machiny oskardowe, w których narzędzie nakuwające stanowi oskard stalowy, przedstawiają pewne korzyści w porównaniu do ręcznej roboty, osobliwie przy nakuwaniu brózdek na właściwej powierzchni mielenia. Do odświeżania jednak i pogłębiania brózd głównych i ubocznych, jak również do wyrównywania powierzchni serca i międzykola, są albo zupełnie nieprzydatne, albo działają bardzo miernie. To ostatnie, w połączeniu z ogólną niechęcią robotników do wszelkich nowości, nie zapewniło tym machinom rozpowszechnienia w praktyce.

Machiny dyamentowe. Do tego rodzaju zaliczają się machiny: *Mil'ot'a*, *Golay'a*, *Adler'a & Rivenc'a*, *Fossey'a*, *Puhlmann'a*, *Müller'a* z Kraazegg, *Braci Rose* z Poissy i innych.

Machina *Millot'a* służy li tylko do nakuwania brózdek na właściwej powierzchni mielącej i może być zastosowywaną do kamieni o średnicy 1—1,6 *m*, przyczem nakucie jednego kamienia odbywa się w ciągu niespełna godziny, a raz odpowiednio ustawiona na powierzchni kamienia, wypełnia swą czynność do końca zupełnie automatycznie, t. j. nie potrzebuje podczas działania żadnej obsługi. W praktyce cieszy się ta machina względnie znaczniejszem rozpowszechnieniem. Na wystawie paryzkiej w 1878 r., tak pod względem konstrukcyi, jak i działania zyskała sobie pochlebne uznanie.

Machina *Golay'a* przedstawia pierwszy prawdziwie udatny i użyteczny pomysł zupełnego zastąpienia ręcznej pracy przy nakuwaniu kamieni.

Na wystawie paryzkiej w 1867 r. szersze koło przemysłowców poraz pierwszy miało sposobność bliższego zapoznania się z wyżej wspomnianą machiną, która zyskała sobie podówczas wielkie uznanie.

Przy użyciu tej machiny jeden robotnik jest w stanie w ciągu dnia nakuć dwie pary kamieni, zużywając na każdą parę kamieni przeciętnie za 30 — 40 kop. dyamentu.

Porównywając nakuwanie ręczne z maszynowem okazuje się, że pierwsze wymaga: 1) dwa razy dłuższego czasu; 2) prawie cztery razy większej płacy robotnika; 3) trzy razy większego kosztu ostrych narzędzi. Dalszą zaś korzyść machinowej roboty stanowi jeszcze doskonalsze nakucie. Tym sposobem koszt sprawienia tej machiny, nawet dla młynów mniejszych, opłacić się może w krótkim czasie.

Wreszcie należy jeszcze wspomnieć o *machinach szmerglowych*, to jest takich, w których ostre narzędzie stanowi tarcza ze szmerglu, służąca do wyrównywania powierzchni mielących i wyrabiania brózd głównych i ubocznych. Tego rodzaju machiny są: *Harrisson'a Carter'a* z Londynu i *Ostrender'a & Hoppin'a* z La Crosse Wisconsin w północnej Ameryce. Twierdzenie, jakoby chropowatość, nadana powierzchni mielącej za pomocą szmerglu miała być lepszą od nakuwanych brózdek na właściwej powierzchni mielącej, zdaje się, stanowi tylko reklamę.

Części składowe złożenia kamieni.

Kamienie młyńskie, zestawione w ten sposób, ażeby mogły służyć do rozdrabiania ziarna, wprowadzonego pomiędzy ich powierzchnie mielące, stanowią jedno *złożenie*. Ogólne urządzenie najwięcej używanych złożeń ze stałym kamieniem spodnim, zwanym *leżakiem* (spodkiem, spodakiem), a z obracającym się górnym — zwanym *biegunem*, jest następujące:

Leżak spoczywa stale na podstawie, zwanej *łożem*, w ten sposób, że górna jego powierzchnia mieląca jest zupełnie dokładnie poziomą; oko leżaka mieści w sobie *panewkę* z łożyskiem dla stojącego wału pionowego, zwanego *wrzecionem*, na górnym końcu którego zawieszony jest biegun za pomocą tak zwanej *paprzycy* w ten sposób, że powierzchnia mieląca bieguna w czasie obrotu pozostaje ciągle równoległą do powierzchni leżaka (t. j. poziomą); dolny koniec wrzeciona opatrzony jest czopem, spoczywającym w *gnieździe* (*broku*) żelaznem z wyłożonemi mosiądzem bokami i z podstawką, zwaną *piętką*; gniazdo podczas mielenia podnosi się lub opuszcza razem z wrzecionem i osadzonym na niem biegunem za pomocą przyrządu do nastawiania kamieni, zwanego *stawidłem*, co ma na celu regulowanie oddalenia względem siebie powierzchni mielących; dla uniknięcia rozkurzu, obydwa kamienie w czasie mielenia otrzymują pokrycie z drzewa, lub blachy żelaznej, *łubiem* (*balią*) zwanego, które z łatwością nakłada się i zdejmuje; doprowadzanie mlewa między powierzchnie kamieni odbywa się za pomocą przyrządu *zasypywaczem* zwanego, do regulowania dopływu mlewa odpowiednio urządzonego; produkt mielenia, wyrzucany na całym obwodzie z pod kamieni, zbiera się w przestrzeni pomiędzy łubiem i zewnętrznym obwodem kamieni, zkąd szufelka odpowiednio umocowana na obwodzie bieguna, zgarnia mlewo podczas obrotu do otworu, *wylotem mącznym* zwanego, prowadzącego znowu do rury spadowej, po której produkt mielenia dostaje się do zbiornika lub elewatora; wreszcie na wrzecionie osadzone jest jeszcze koło pasowe lub zębate, za pomocą którego biegun otrzymuje ruch obrotowy od popędu młynowego.

Prócz wyżej podanego urządzenia bywają złożenia ze stałym kamieniem górnym i z obracającym się spodnim, jak również z obydwoma obracającymi się kamieniami. Zanim przystąpimy do przedstawienia złożenia w całości, należy przedtem rozważyć nieco bliżej pojedyncze części składowe, służące do należytego zestawienia kamieni w jedno złożenie.

1. Łoże leżaka. Leżak powinien być tak umieszczony w swem łożu, żeby jego powierzchnia mieląca była jaknajdokładniej poziomą i współśrodkową z osią wrzeciona, t. j. punkty środkowe kamienia powinny znajdować się na osi, około której obraca się wrzeciono. Tego wymaga racyonalny proces mielenia, gdyż wówczas tylko na całej powierzchni mielącej daje się otrzymywać jednakowo zmielony i jednostajnie wyrzucany produkt mielenia na zewnątrz kamieni. Na mocy tego jest bardzo ważną rzeczą w każdym czasie posiadać możność poziomego i centralnego ustawiania leżaka, gdyż wówczas daje się usuwać wszelkie, nawet najmniejsze niedokładności w tym względzie, wywoływane zawsze z biegiem czasu w skutek nieuniknionych wstrząśnień podczas mielenia. Dlatego też dość często potrzeba sprawdzać położenie powierzchni leżaka za pomocą libelli i odpowiedniego cyrkla.

2. Panewka leżaka. W złożeniach z obracającym się kamieniem górnym, oko leżaka mieści w sobie panewkę z łożyskiem dla stojącego wału, zwanego wrzecionem. Oś wrzeciona powinna być jaknajdokładniej pionową i przechodzić przez same środki kamieni, jeżeli powierzchnia bieguna ma obracać się zupełnie równolegle i współśrodkowo względem leżaka, co jest koniecznem dla dobrego procesu mielenia, jak to już zostało wyżej zaznaczonem. Z biegiem czasu łożysko panewki stopniowo wyciera się, powodując obluzowywanie się w takowem wrzeciona, w dalszem następstwie czego, podczas biegu, powstają drgania w całem złożeniu. Z tego powodu łożysko panewki leżaka powinno być tak urządzonem, żeby je w każdym czasie można było odpowiednio przysuwać do wrzeciona. Nie może więc ono stanowić jednej całości, lecz musi się składać z paru części. Gdy wrzeciono otrzymuje ruch obrotowy za pomocą pasa, wówczas ciśnienie jego na łożysko potęguje się w kierunku naprężonego pasa, wywołując tym sposobem z biegiem czasu jednostronne zużywanie się łożyska. Wtedy może być wystarczającem jednostronne przysuwanie łożyska panewki do wrzeciona. W każdym jednak razie jest lepiej, gdy łożysko składa się z dwóch, najlepiej zaś, z trzech części, mogących oddzielnie przysuwać się do wrzeciona, gdyż wówczas takie łożyska służą jednocześnie także do nadawania *centralnego* położenia wrzecionu. Ponieważ podczas mielenia nie ma dostępu do panewki leżaka, powinna ona zawierać w sobie możliwie duży zapas smarowidła. Ze względu na materyał, z jakiego zostają wyrobione łożyska panewek, rozróżnia się: panewki z łożyskami drewnianemi i metalowemi.

3. Wrzeciono. Urządzenie *wrzeciona młyńskiego* od najdawniejszych czasów nie zmieniło się wiele. Jest to okrągły, lub czworograniasty wał z żelaza kutego (czasem bywa lany). Jeden jego koniec posiada kształt stożka ściętego lub ściętej czworograniastej piramidy, w celu osadzenia na nim paprzycy wraz z biegunem. W pierwszym razie na powierzchni stożkowej powinien znajdować się przynajmniej jeden występ pryzmatyczny, wchodzący w odpowiednie wgłębienie wewnętrzne powierzchni dokładnie dopasowanego otworu paprzycy, aby ta ostatnia razem z biegunem obracała się na wrzecionie. Dalsza część wrzeciona, przechodząca przez panewkę leżaka, musi być okrągłą. Ztąd zaś aż do samego końca bywa wrzeciono okrągłe, albo czworograniaste. Wreszcie drugi koniec wrzeciona tworzy czop, któremu próbowano nadawać rozmaite kształty, ażeby jaknajmniej podlegał zużyciu, lecz dotąd prawie powszechnie wyrabia się czop o kształcie cylindrycznym (okrągłym), rzadziej zaś — stożkowym.

4. Paprzyca. Do złączenia biegunа z wrzecionem służy tak zwana *paprzyca*, która, pośrednicząc w przenoszeniu ruchu obrotowego wrzeciona na kamień, utrzymuje powierzchnię mielącą biegunа w żądanem oddaleniu względem leżaka. Dobry proces mielenia wymaga możliwie dokładnie poziomego, a więc także równoległego względem siebie położenia powierzchni mielących, przyczem ich punkty środkowe winny znajdować się na jednej linii pionowej, co osiąga się za pomocą poziomego ułożenia leżaka pionowego ustawienia wrzeciona i zastosowania właściwie urządzonej paprzycy, dokładnie osadzonej w biegunie. W praktyce stosuje się albo tak zwaną *paprzycę stałą* albo *wahadłową*. *Paprzycę stałą*, umocowaną w oku biegunа nieruchomo, osadza się na wrzecionie w ten sposób, że kamień nie może zmieniać swego położenia względem tego ostatniego.

Paprzyca wahadłowa składa się z dwóch części, z których jedna, *pałąkiem* zwana, mieści się w oku biegunа, druga zaś, *popędką* zwana, osadza się na wrzecionie, przyczem obydwie powyżej zaznaczone części paprzycy są sprzężone z sobą w ten sposób, że biegun obraca się razem z wrzecionem, lecz może przytem zmieniać swe położenie względem tego ostatniego, co wymaga możliwie dokładnego zrównoważenia kamienia, jeżeli powierzchnia mieląca biegunа podczas obrotu ma pozostawać w położeniu poziomem.

Zrównoważanie kamienia w praktyce uskutecznia się w następujący sposób:

Biegun, zawieszony na wrzecionie, wprowadza się w ruch obrotowy w oddaleniu 2—3 *mm* od powierzchni leżaka i obserwuje się wówczas, na którą stronę pochyla się takowy, t. j. którą stroną powierzchnia mieląca biegunа zbliża się najwięcej do leżaka. To ostatnie znowu osiąga się najłatwiej przez ustawienie zapalonej świecy przed samą szparą, jaką tworzą pomiędzy sobą obydwie powierzchnie mielące, obserwując przytem z przeciwnej strony świecy oddalenie powierzchni mielących podczas obrotu. Wówczas oko jest w stanie zauważyć najmniejszą nawet wadliwość obrotu biegunа, gdyż oświecona szpara ujawnia się to szerszą, to węższą. Następnie w zanotowanem miejscu największego zbliżenia biegunа do leżaka umieszcza się pewien ciężar, w blizkości powierzchni mielącej (zawieszając go tymczasowo, np. na opasującej kamień obręczy), na przeciwnej zaś stronie, t. j. w miejscu największego oddalenia obydwóch powierzchni mielących, dodaje się tak samo wielki ciężar, lecz w górnej części kamienia, na tak zwanej *nakładce*.

Następnie biegun wprowadza się ponownie w obrót i obserwuje tak samo, jak poprzednio, czy powyższe zbliżanie się biegunа do leżaka w tem samem miejscu zmniejszyło się lub znikło zupełnie, albo też, czy miejsce największego zbliżenia powierzchni mielących przeniosło się na przeciwną stronę. W pierwszym razie dodane ciężary są za małe, ażeby mogły sprowadzić środki ciężkości w obydwóch połowach kamienia do jednego poziomu, trzeba je więc odpowiednio powiększyć. W drugim razie dodane ciężary są zupełnie wystarczające, w ostatnim zaś — są za duże, potrzeba je więc odpowiednio zmniejszyć. Zamiast tego ostatniego zmniejszania można także odpowiednio więcej zbliżyć powyższe ciężary do środka kamienia. Jeżeli w samej fabryce kamieni powyższe zrównoważanie biegunów podczas obrotu nie miewa miejsca, to w takim razie, przynajmniej w przewidywaniu potrzeby dodawania ciężarów, kamień powinien być zaopatrzony w odpowiednie urządzenie, ułatwiające powyższą czynność.

5. Gniazdo wrzeciona. Dolny koniec wrzeciona jest zaopatrzony w czop stalowy, spoczywający w panewce, zwanej

gniazdem (*brokiem*) z łożyskami mosiężnemi i *podstawką* czyli *piętką*, na której opiera się wrzeciono razem ze złączonym z niem biegunem. Następnie oś wrzeciona powinna być jak najdokładniej pionową i przechodzić przez środki obydwóch kamieni, jeżeli powierzchnia mieląca bieguna ma obracać się zupełnie równolegle i współśrodkowo względem leżaka, jak tego wymaga dobry proces mielenia. To też gniazdo powinno mieć urządzenie do pionowego i centralnego ustawiania wrzeciona względem powierzchni mielącej leżaka. W urządzeniach dawniejszych używano w tym celu klinów, które w czterech prostopadłych do siebie kierunkach mogły przesuwać gniazdo razem z wrzecionem. We wszystkich zaś nowszych urządzeniach odpowiednie nastawianie wrzeciona w gnieździe uskutecznia się za pomocą śrub.

Nakoniec gniazdo wrzeciona, w celu regulowania wzajemnego oddalenia względem siebie powierzchni mielących, łączy się zawsze z przyrządem do nastawiania kamieni, zwanem *stawidłem*.

6. Stawidło bieguna. Ażeby oddalenie względem siebie powierzchni mielących można było regulować odpowiednio do tego, w jakim stopniu ziarno ma być rozdrabianem, jak również w miarę stopniowego obmielania się kamieni, potrzeba odpowiedniego urządzenia do przestawiania jednego kamienia w złożeniu. Zwykle wierzchni (czasem spodni) kamień, obracający się w złożeniu, t. j. *biegun*, urządza się do odnośnego nastawiania w mniejszem lub większem oddaleniu względem spodniego (czasem wierzchniego) kamienia, pozostającego stale w spoczynku, t. j. *leżaka*. W złożeniu zaś z obydwoma obracającemi się kamieniami, t. j. z dwoma biegunami, wybiera się w tym celu ten, który daje się łatwiej urządzić.

To przestawianie w pionowym kierunku obracającego się w złożeniu kamienia odbywa się zwykle w ten sposób, że gniazdo, razem z wrzecionem i złączonym z niem biegunem, podnosi się zwolna lub opuszcza, odpowiednio do tego, czy powierzchnie mielące mają być mniej, lub więcej oddalonemi od siebie.

Przyrząd do nastawiania kamieni, t. zw. *stawidło bieguna*, powinno być tak urządzone, ażeby odpowiadało następującym warunkom:

1) podnoszenie lub opuszczanie kamienia powinno uskuteczniać się stopniowo i powolnie;

2) wrzeciono przy nastawianiu nie powinno wychodzić ze swego położenia pionowego;

3) podnoszenie lub opuszczanie kamienia powinno odbywać się w dostatecznie dużych granicach, ażeby, po dość znacznem nawet obmieleniu się powierzchni mielących kamieni, dawały się one utrzymywać stawidłem w wymaganem oddaleniu względem siebie;

4) drgania w złożeniu, jakie zawsze do pewnego stopnia mają miejsce podczas mielenia, nie powinny wywierać wpływu na stawidło, a tem samem na zregulowane oddalenie powierzchni mielących względem siebie;

5) nastawianie powinno odbywać się z możliwą łatwością, ażeby jeden robotnik mógł je uskuteczniać bez wielkiego wysiłku.

Wszystkie przyrządy, do nastawiania kamieni służące, dają się podzielić na dwa rodzaje: *stawidła z podstawą ruchomą* i *stałą*.

W obydwóch zaś, tylko co wyróżnionych rodzajach urządzenia stawideł, podnoszenie lub opuszczanie wrzeciona razem z biegunem uskutecznia się przez bezpośrednie działanie na ramię drążka lub śrubę, albo też za pośrednictwem kół zębatych i śrub bez końca.

7. Wysuwak złożenia. Tam, gdzie podług dawnego zwyczaju każde złożenie posiada wyłącznie dla siebie osobne koło wodne lub turbinę, niepotrzebny jest zupełnie przyrząd do wysuwania go z roboty, ponieważ zatrzymywanie lub puszczanie w ruch złożenia uskutecznia się wówczas wprost przez zamknięcie lub otworzenie śluzy wodnej.

Skoro zaś jedno koło wodne lub turbina, albo jedna machina parowa służy jako motor dla całego młyna, posiadającego kilka złożeń, to koniecznem jest, ażeby każde pojedyńcze złożenie, stosownie do potrzeby, dawało się oddzielnie wysuwać z roboty w każdym czasie. To też każde pojedyńcze złożenie powinno być zaopatrzone w osobny przyrząd do wysuwania go z roboty. Odpowiednio do tego, czy wrzeciono otrzymuje ruch obrotowy za pośrednictwem trybów (kół zębatych), czy też kół pasowych, rozróżnia się dwa rodzaje tych przyrządów, mianowicie: *wysuwaki trybowe* i *pasowe*.

8. Zasypywacz złożenia. Mlewo (ziarno, śrut, kaszka, miał lub otręba), wprowadzane pomiędzy powierzchnie mielące kamieni, wsypuje się zwykle do kosza,

pomieszczonego na piętrze po nad złożeniem, skąd dostaje się przez rurę spadową (drewnianą lub blaszaną), albo przez rękaw (skórzany lub płócienny) wprost przez oko górnego kamienia pomiędzy powierzchnie mielące, albo też z powyższego kosza zsypuje się poprzednio do *leja zasypowego*, spoczywającego na *łubiu*, pokrywającem obydwa kamienie podczas mielenia, skąd dopiero wchodzi pomiędzy powierzchnie mielące.

Pierwszy sposób doprowadzania mlewa jest bardzo niedokładny i w lepszych urządzeniach złożeń nie może być zastosowywany. W drugim zaś razie powyższy lej zasypowy w połączeniu z osobnym przyrządem regulacyjnym, stanowi t. zw. *zasypywacz*, którego zadanie polega na takiem doprowadzaniu mlewa pomiędzy powierzchnie mielące, ażeby ilość dopływu mogła być w każdym czasie zupełnie odpowiednią nie tylko do prędkości obrotu bieguna, lecz także do żądanego stopnia rozdrobienia, t. j. zmielenia.

Racyonalny proces mielenia wymaga, ażeby zasypywacz odpowiadał możliwie ściśle następującym warunkom:

1) odpowiednio do rodzaju wprowadzanego mlewa i do żądanego stopnia rozdrobienia, powinno być możebnem w każdym czasie właściwe nastawienie zasypywacza, t. j. takie, przy którem wymagana ilość mlewa dostaje się między powierzchnie mielące; z drugiej zaś strony powinno być w każdym czasie możliwem zupełne zatrzymanie zasypywacza;

2) ilość doprowadzanego mlewa, po właściwem nastawieniu powyższego przyrządu, powinna regulować się samodzielnie podczas mielenia, odpowiednio do prędkości obrotu bieguna, t. j. skoro ten ostatni podczas mielenia nabiera większej chyżości obrotu, wówczas także odpowiednio większa ilość mlewa powinna dostawać się między kamienie i odwrotnie, z chwilą zatrzymania się bieguna, powinno samodzielnie ustawać zupełnie zasypywanie;

3) doprowadzanie mlewa między powierzchnie mielące powinno być ciągłem i możliwie jednostajnem, t. j. mlewo powinno dostawać się pomiędzy kamienie jednym ciągiem bez żadnych przerw i w jednakowych ilościach (naturalnie wówczas, gdy prędkość obrotu bieguna pozostaje niezmienną);

4) doprowadzanie mlewa na powierzchnię mielącą kamienia spodniego powinno być na wszystkie strony możliwie równomiernem, t. j. mlewo powinno zsypywać się w możliwie jednakowych ilościach, w około całego obwodu oka kamienia wierzchniego.

Zasilanie złożenia kamieni mlewem uskutecznia się w praktyce albo przez zastosowanie korytka wstrząsanego, albo obracającego się walca, albo przesuwającego się pasa, lub wreszcie talerzyka wirującego. Odpowiednio więc do tego, odróżnia się: *zasypywacze korytkowe*, *walcowe*, *pasowe* i *talerzowe*.

9. Wentylacya złożenia. Mlewo, znajdujące się między powierzchniami mielącemi podczas procesu mielenia, musi zawsze do pewnego stopnia rozgrzewać się, ponieważ w czasie mielenia ma miejsce tarcie pomiędzy cząstkami mlewa a powierzchniami kamieni, które, jak wiadomo, pochłania zawsze odpowiednią ilość pracy mechanicznej, zamieniając ją na ciepło, co naturalnie rozgrzewa trące się o siebie ciała. Powyższe rozgrzewanie się wywołuje tu wyparowywanie naturalnej wilgoci mlewa, skutkiem czego, opuszczając kamienie po zmieleniu, jest ono zmieszane z parą wodną. Jeżeli zaś znajdujące się w tym stanie mlewo zostanie następnie dość szybko ochłodzonem, to para wodna zaczyna się wtedy skraplać i padając na cząstki mąki, tworzy z nią klajster, który wkrótce przechodzi w stan fermentacyi gnilnej, wydzielając przytem nieprzyjemną woń i psując produkt mielenia.

Powyższe zaś ochładzanie, sprawiające skraplanie się pary wodnej, zmieszanej z mlewem, po wyjściu tego ostatniego z pod kamieni, ma miejsce albo w samych już przyrządach transportowych (jak w rurach spadowych, w rynnach ślimacznic i w elewatorach), skutkiem zetknięcia z ich chłodnemi ściankami, przyczem powstaje wyżej wspomniany klajster; albo też, jeżeli jeszcze dostatecznie rozgrzane mlewo, zmieszane z parą wodną, dostaje się do cylindra pytlowego, to powyższe skraplanie ma tutaj dopiero miejsce, przyczem zalepiają się klajstrem otwory w gazie, przez co, prócz złego wpływu na sam proces pytlowania (który nawet może stać się zupełnie niemożebnym, jeżeli w całym cylindrze ma to miejsce), psuje się jeszcze sama gaza. Oprócz powyższych złych skutków zbytniego rozgrzewania się mlewa podczas mielenia, otrzymana przytem mąka posiada nadto gorszy wygląd, trudniej przechowuje się i gorzej się wypieka. Z tego widzimy jasno, jak ważną jest rzeczą nie dopuszczanie

mlewa do przyjmowania tak wysokiej temperatury podczas samego mielenia, a raczej jaknajprędsze odprowadzanie wytwarzającego się ciepła skutkiem procesu mielenia, razem z powstałą parą wodną.

Wytwarzanie zaś powyższego przewiewu powietrza pomiędzy powierzchniami mielącemi osiąga się już w części przez zaopatrzenie powierzchni kamieni w możliwie wielką ilość brózd głównych z odpowiednim kierunkiem, kształtem i głębokością, ażeby ich działanie podczas mielenia było jaknajwięcej wentylującem. Dla zwiększenia powyższego dostępu powietrza robią także na powierzchniach mielących po kilka głębszych i szerszych brózd. Niezawsze jednak takie doprowadzanie powietrza do powierzchni mielących jest wystarczającem, dlatego też powstała potrzeba uskuteczniania tego za pomocą osobnych urządzeń, do tego celu służących, co stworzyło właśnie tak zwaną *wentylacyę złożenia.*

Zatem wentylacya złożenia ma za zadanie doprowadzanie powietrza pomiędzy powierzchnie mielące kamieni w możliwie wielkiej ilości, ażeby usunąć tym sposobem szkodliwy wpływ zbytniego rozgrzewania się mlewa.

Następnie przyczyną szkodliwego mielenia gorącego, czyli zbytniego rozgrzewania się mlewa podczas mielenia, bywa także przeładowanie złożenia robotą w celu możliwego zwiększenia wydajności, ponieważ wtedy, jakkolwiek przy zwiększonej ilości obrotów bieguna, a więc także i sile poruszającej złożenie, daje się jeszcze otrzymać dostateczne rozdrobienie mlewa, to jednak naówczas zbyt wiele takowego jest naraz nagromadzonem między powierzchniami mielącemi, co naturalnie zwiększa znacznie tarcie (a zatem i rozgrzewanie się) i tamuje dostęp powietrza, wpływający tu ochładzająco. Powyższe zaś złe skutki zwiększonej wydajności złożenia mogą być jednak o tyle łatwiej usuniętemi, o ile silniejszym jest przewiew powietrza między powierzchniami mielącemi, gdyż wtedy, prócz tem energiczniejszego odprowadzania wytwarzanego ciepła razem z parą wodną, ma miejsce tem prędsze posuwanie mlewa na zewnątrz kamieni, działaniem silniejszego prądu powietrza; osobliwie zaś dostatecznie już rozdrobione cząsteczki mlewa, unoszone prądem powietrza, opuszczają natychmiast złożenie.

Z tego widzimy, że wentylacya złożenia nietylko usuwa szkodliwy wpływ zbytniego rozgrzewania się mlewa podczas mielenia, lecz także umożliwia zwiększenie wydajności złożenia, co ze względów ekonomicznych jest naturalnie bardzo korzystnem.

a) Wentylacya tłocząca. Tego rodzaju wentylowanie złożenia, należące do najdawniejszych sposobów, polega na tem, że biegun zaopatruje się w otwory, czyli kanały, które przechodzą od górnej nakładki nawylot przez całą grubość kamienia aż do powierzchni mielącej, a w czasie obrotu, przez działanie siły odśrodkowej, wytwarza się w nich naturalnie odpowiedni prąd powietrza.

Ulepszona z biegiem czasu wentylacya tłocząca polega na tem, że do pewnego stopnia ścieśnione powietrze, podczas procesu mielenia, zostaje bezustannie wtłaczane przez oko kamienia pomiędzy powierzchnie mielące za pomocą wentylatora tłoczącego.

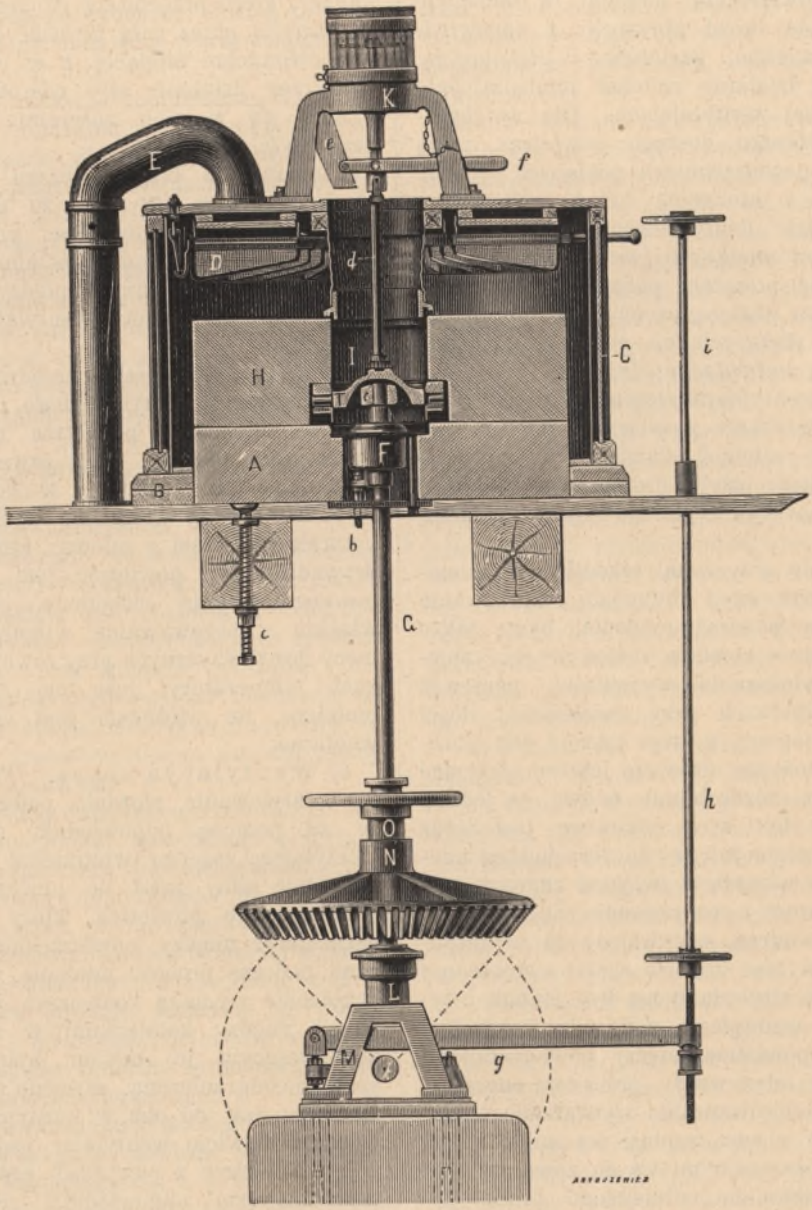
Ogólnie zaś wszystkie urządzenia powyższego systemu wentylacyjnego, polegającego na wtłaczaniu powietrza między powierzchnie mielące, mają zawsze tę słabą stronę, że nie sprzyjają w dostatecznym stopniu możliwie wielkiemu wydzielaniu się naturalnej wilgoci z mlewa, albowiem doprowadzane tu powietrze jest zawsze do pewnego stopnia ścieśnione, co utrudnia właśnie wyparowywanie wilgoci, gdyż na mocy praw fizycznych przy równych warunkach temperatury, jest ono zawsze tem mniejsze, im większem jest ciśnienie zewnętrzne.

b) Wentylacya ssąca. Tego rodzaju wentylowanie złożenia polega na tem, że za pomocą odpowiednio urządzonego wentylatora ssącego (wietrznika) zostaje wytworzony silny prąd do pewnego stopnia rozrzedzonego powietrza, który przechodzi bezustannie między powierzchniami mielącemi podczas procesu mielenia. Takie zaś urządzenie wymaga koniecznie, ażeby przestrzeń między kamieniami w złożeniu, a pokrywającym je łubiem była zupełnie szczelnie odgraniczoną, zarówno na zewnątrz złożenia, jak od oka w górnym kamieniu, wówczas bowiem wentylator ssący, wyciągając powietrze z powyższej przestrzeni za pośrednictwem odpowiedniej rury, będzie wytwarzał ciągły napływ świeżego powietrza tylko przez oko górnego kamienia i przestrzeń między powierzchniami mielącemi, ponieważ przy powyższem szczelnem odgraniczeniu innego przejścia dla napływającego powietrza zupełnie niema. Przytem ilość wyciąganego powietrza powinna

być zawsze cokolwiek większą, aniżeli ta, jaka w tym samym czasie może napłynąć przez oko w górnym kamieniu, co sprawia właśnie tak bardzo pożądane rozrzedzenie

graniczoną przestrzenią między kamieniami a łubiem, iżby odprowadzała samo tylko powietrze razem z parą wodną, zupełnie niezabierając przytem zmieszanego z niem

Fig. 34



powietrza w przestrzeni, między kamieniami a łubiem zawartej. Następnie powyższa rura, prowadząca do wentylatora, powinna się tylko w taki sposób łączyć z od-

pyłu mącznego. Nakoniec należy tu jeszcze nadmienić, że także rura, odprowadzająca mlewo z pod kamieni, powinna być zupełnie niedostępną dla przepływu po-

wietrza podczas działania powyższego wentylatora.

Jakkolwiek tego rodzaju urządzenie wentylacyi—jak to już widoczne jest z powyżej powiedzianego—przedstawia dość znaczne trudności w wykonaniu, to jednak w działaniu swojem usuwa ono zupełnie słabą stronę, cechującą ogólnie poprzedni system wentylacyjny.

Mianowicie powietrze, przebiegające bezustannie między powierzchniami mielącemi, będąc tu zawsze do pewnego stopnia rozrzedzonem, skutkiem ssącego działania wentylatora, wywiera mniejsze ciśnienie, co właśnie bardzo sprzyja wyparowywaniu naturalnej wilgoci z mlewa, gdyż na mocy praw fizycznych jest ono przy równej temperaturze, zawsze tem większe, im mniejszem jest ciśnienie zewnętrzne.

Przytem jeszcze trzeba także zauważyć, że sposób wentylacyi złożenia z zastosowaniem wentylatora ssącego zużywa mniej siły, aniżeli poprzednie wtłaczanie powietrza za pomocą wentylatora tłoczącego, ponieważ w tym ostatnim razie skrzydła wentylatora muszą jeszcze pokonywać opór, jaki stawia im wtłaczane powietrze, co sprawia właśnie pewne zgęszczenie jego.

Ze wszystkich zaś sposobów wentylowania złożenia ten ostatni, z użyciem wentylatora ssącego, czyli wietrznika, głównie wskutek swego najkorzystniejszego działania na mlewo, znajdujące się pomiędzy powierzchniami mielącemi podczas procesu mielenia, pozyskał dla siebie największe rozpowszechnienie w praktyce, szczególniej w ostatnich czasach, gdy został należycie udoskonalony.

Złożenia kamieni.

Stosownie do tego, który z obydwóch kamieni, przy poziomem ustawieniu powierzchni mielących, obraca się podczas mielenia, rozróżnia się: *złożenia górno-biegunowe*, to jest gdy wierzchni kamień obraca się, *złożenia dolno-biegunowe*, to jest gdy spodni kamień obraca się, oraz *złożenia dwu-biegunowe*, to jest gdy jednocześnie obydwa kamienie obracają się podczas mielenia; *boczno-biegunowem* zaś nazywa się *złożenie*, z pionowo ustawionemi powierzchniami mielącemi. Ponieważ złożenie górno-biegunowe znajdowało zastosowanie w najdawniejszych młynach i do obecnego czasu cieszy się największem rozpowszechnieniem w praktyce, więc ograniczymy się tu na bliższem rozpatrzeniu tylko tego rodzaju złożenia. Ze względu na to, czy wrzeciono otrzymuje ruch obrotowy za pośrednictwem kół zębatych lub pasowych, rozróżnia się dwie odmiany złożeń górno-biegunowych, z których jedne służą do *popędu trybowego*, drugie zaś do *popędu pasowego*.

Jedno z nowszych, udoskonalonych w swych częściach składowych, *złożeń górno-biegunowych do popędu stożkowo-trybowego*, z zastosowaniem wentylacyi ssącej, przedstawia fig. 34 w częściowym przekroju pionowym. Spodni kamień *A*, zwany *leżakiem* spoczywa na trzech śrubach pionowych *a a* (jedna z nich widoczna na fig. 34), służących do poziomego ustawiania jego powierzchni mielącej; wokoło leżaka *A* są ułożone na podłodze młyna *kładziny* drewniane *B*, na których wspiera się szczelnie dopasowane *łubie* drewniane *C* z zawieszonym na wierzchu *filtrem aspiracyjnym D*, komunikującym się za pośrednictwem rury ssącej *E* z wietrznikiem, do wentylacyi danego złożenia służącym; w oku leżaka *A* mieści się *panewka leżaka F* z trzema łożyskami ruchomemi do przestawiania z dołu, za pomocą właściwego obrotu trzech śrub *b b* (jedna widoczna na fig. 41), na których są osadzone kliny, naciskające powyższe łożyska wewnętrzne do *wrzeciona G*, co daje możność stałego utrzymywania tego ostatniego w dokładnie pionowem położeniu i należytej sztywności osadzenia w panewce leżaka *F*, nawet po większem wytarciu się powyższych łożysk z biegiem czasu; w oku *bieguna H* są zapuszczone odpowiednie łożyska żelazne dla osiek *pałąka paprzycy kulistej I*, służącej do zawieszenia bieguna *H* na wrzecionie *G*, za pośrednictwem *popędki c*, osadzonej na górnym końcu tego ostatniego; pionowy wałek *d*, który z jednej strony jest osadzony w pałąku paprzycy *I*, z drugiej zaś złączony z odnośnym wałkiem *zasypywacza K*, służy do popędu tego ostatniego, przyczem ilość zasypywanego mlewa w rurce wylotowej *e* reguluje się za pomocą odpowiednio przystosowanego do niej szyberka, podczas gdy drążek służy do wyłączania lub wprowadzania w ruch zasypywacza *K*; dolny koniec wrzeciona *G*, zaopatrzony w czop stalowy, mieści się w *gnieździe L*, które, będąc luźno osadzone w podstawie *stawidła drążkowego M* i wspierając się na drążku żelaznym *g*, może swobodnie przesuwać się w kierunku pionowym przez odpowiednie podnoszenie lub opuszczanie tego ostatniego, co uskutecznia się

za odpowiedniem pokręceniem kółka ręcznego, założonego na trzpionku śrubowym *l*, albo za pomocą klucza *i*, zakładanego na wystającym z podłogi młyna końcu trzpionka *h*; wreszcie zauważa się jeszcze *tryb stożkowy N*, w połączeniu z *wysuwakiem O*, za pomocą którego tryb *N* daje się w razie potrzeby o tyle wysuwać w górę, ażeby zęby jego wyszły z zetknięcia z zębami stałego trybu stożkowego (wykropkowanego na fig. 41), osadzonego na poziomym wale popędowym *k*, przechodzącym wzdłuż linii środkowej danego szeregu złożeń kamieni.

Przeciętne dane praktyczne o ilości obrotów, wydajności i sile popędowej złożeń górno-biegunowych z kamieniami francuzkiemi, jako cieszących się największem rozpowszechnieniem w praktyce, zawiera poniższa tabliczka.

Średnica kamieni w calach polskich	Przeciętnie stosowana w praktyce ilość obrotów bieguna na minutę	Przybliżona siła popędowa w koniach parowych przy średniej wydajności złożenia	Średnia wydajność na godzinę w pudach	
			z wentylacyą	bez wentylacyi
30	200	$1^1/_2$	$2^1/_2$	2
33	190	2	$3^1/_2$	3
36	180	$2^1/_2$	$4^1/_2$	4
39	170	3	5	$4^1/_2$
42	160	$3^1/_2$	6	5
45	150	4	7	6
48	140	$4^1/_2$	8	7
51	130	5	9	$7^1/_2$
54	120	6	$10^1/_2$	9
57	110	7	12	$10^1/_2$
60	100	8	14	12

8. Gatunkowanie produktu mielenia.

Ponieważ każde pojedyncze ziarnko zboża składa się z części o różnych własnościach fizycznych, na mocy których stawiają one nierówny opór danej sile rozdrabiającej, to produkt mielenia zawiera w sobie zawsze cząstki różnej wielkości. Odpowiednie zatem rozgatunkowanie tych ostatnich stanowi kolejną czynność młyna, która przy tak zwanem *mieleniu płaskiem* jest względnie bardzo prostą, gdyż polega głównie na bezpośredniem wydzielaniu mąki z części otrębowych, podczas gdy przy tak zwanem *mieleniu wysokiem* lub *kaszkowem* komplikuje się w znacznym stopniu przez uprzednie, możliwie skrupulatne gatunkowanie także wszystkich międzyproduktów mielenia. W pierwszym bowiem razie, gdy idzie o szybkie otrzymywanie z ziarna możliwie dużej ilości jednego lub paru zaledwie gatunków mąki, produkt mielenia, powstały z raptownego rozdrabiania ziarna, zawiera w sobie w przeważnej ilości mąkę i otręby, przy względnie małej domieszce międzyproduktów, które stosownie do stopnia swego rozdrobienia, noszą nazwy: *miału, kaszki, rozczynu i śrutu;* w drugim zaś razie, gdy idzie o stopniowe rozdrabianie ziarna, powtarzające się wielokrotnie, w celu otrzymywania z niego kilku gatunków mąki różnej białości, początkowo dostaje się możliwie dużą ilość wyżej zaznaczonych międzyproduktów, jako pochodzących w znacznej części z jąder ziarnowych, a przez następne dopiero oddzielne rozdrobienie tych ostatnich, po należytem ich rozgatunkowaniu i oczyszczeniu z domieszanych części otrębowych, osiąga się pożądany rezultat mielenia.

Gatunkowanie produktu mielenia bywa dwojakie: jedno polega na wydzielaniu cząstek podług ich wielkości, drugie — podług ich ciężaru gatunkowego. Przyrządy, służące w pierwszym celu, noszą ogólną nazwę *pytli młyńskich*, w drugim zaś—*wialni kaszkowych*, albo *miałowych*, stosownie do tego, czy stosuje się je do kaszek, albo miałów.

A) Pytle młyńskie.

Powierzchnię pracy każdego pytla, jako przyrządu, służącego do gatunkowania podług wielkości pojedyńczych cząstek produktu mielenia, stanowi tkanina żelazna, mosiężna, wełniana albo jedwabna o regularnych otworach kwadratowych odpowiedniej wielkości. Największem rozpowszechnieniem w praktyce cieszą się dotychczas siatki mosiężne (do odsiewania śrutu) i gazy jedwabne (do odsiewania mąki, miału i kaszek), podczas gdy tkaniny żelazne stosuje się obecnie prawie wyłącznie tylko do gatunkowania ziarna w żubrowni, wełniane zaś—wyjątkowo jeszcze w niektórych pier-

wotnych ustrojach, t. zw. pytli chłopskich, przyczem pierwsze, t. j. tkaniny żelazne, posiadają wadę rdzewienia, drugie zaś, t. j.—wełniane, z powodu naturalnej włoskowatości wełny, ujawniają pewne rozstrzępienie nitek w otworkach, które utrudniając miejscami przechodzenie przez nie odnośnych cząstek mlewa, sprowadza niejednostajność w odsiewaniu, tak pod względem jakościowym, jak i ilościowym. Główną zaletę zaś gazy jedwabnej stanowi cienkość i gładkość pojedynczych nitek, dozwalających wytwarzanie na pewnej jednostce powierzchni znacznej ilości nadzwyczaj drobniutkich, a jednakowo przytem wielkich między sobą otworów (oczek), co w działaniu swem objawia się możnością jednostajnego odsiewania najdrobniejszych nawet cząstek mącznych.

Następujące numera siatki mosiężnej, są stosowane do gatunkowania produktu mielenia: № 14 — 16 do wysiewania ze śrutu rozczynów, № 18 — 65 do wysiewania kaszek, jakkolwiek ogólnie w ostatnich czasach rzadziej używa się w młynarstwie zbożowem wyższych numerów siatki mosiężnej ponad № 24, gdyż wysiewanie kaszek, przechodzących przez №№ 24—65, uskutecznia się obecnie najczęściej na odpowiednich numerach t. zw. *gazy kaszkowej*, która posiada dostateczną w tym celu trwałość, jako wyrobiona z odpowiednio grubych nitek jedwabnych. Numer siatki mosiężnej, tak samo jak i gazy kaszkowej, oznacza zwykle ilość drucików, odnośnie nitek, w jednym calu wiedeńskim (26 *mm*), podczas gdy numeracya *zwyczajnej gazy jedwabnej* jest w pewnych granicach dowolna, to też różni się nieco, odpowiednio do przyjętych oznaczeń przez odnośne fabryki. W praktyce stosuje się tę ostatnią w następujący sposób: № 0000—№ 4 do odsiewania kaszek, № 5—8 do odsiewania miałów, a № 9—16 do odsiewania mąki.

Poniższa tabliczka zawiera zestawienie stosowanych w praktyce numerów gazy zwyczajnej, kaszkowej i siatki mosiężnej, obok wskazania ilości nitek, odnośnie drucików w jednym calu wiedeńskim (26 *mm*).

Jedwabna gaza zwyczajna			Jedwabna gaza kaszkowa i siatka mosiężna	
Numer	Ilość nitek w calu wiedeńskim = 26 *mm*	Ilość nitek w 1 *cm* podług fabryki Dufour & Co. w Szwajcaryi	Numer, oznaczający ilość nitek, odnośnie drucików, w calu wiedeńskim = 26 *mm*	Ilość nitek, odnośnie drucików, w 1 *cm*
0000	18	7	16	6
000	23	9	18	7
00	29	11	20	$7^1/_2$
0	38	14	22	$8^1/_2$
1	49	19	24	9
2	54	21	26	10
3	59	22	28	$10^1/_2$
4	63	24	30	$11^1/_2$
5	67	25	32	12
6	75	29	34	13
7	82	31	36	$13^1/_2$
8	86	33	38	$14^1/_2$
9	98	38	40	15
10	110	42	42	16
11	117	45	44	17
12	126	48	46	$17^1/_2$
13	130	50	48	$18^1/_2$
14	140	54	50	19
—	—	—	52	20
—	—	—	54	$20^1/_2$
—	—	—	56	$21^1/_2$
—	—	—	58	$22^1/_2$
—	—	—	60	23

Poniższe znowu zestawienie zawiera odpowiadające sobie numera gazy zwyczajnej i kaszkowej pod względem wielkości ich oczek, t. j. gęstości danej tkaniny.

№№ gazy zwyczajnej:	0000	000	00	0	1	2	3	4
№№ „ kaszkowej:	18	24	30	36	44	50	56	60

Pierwowzór pytla młyńskiego stanowi *okrągłe sito ręczne*, które obecnie znajduje jeszcze czasem zastosowanie w użyciu domowem i w piekarniach, podczas gdy w młynach stosuje się je tylko do wysiewania mąki z próbnych produktów miele-

nia, otrzymywanych na śrutownikach ręcznych w celu oceny danego ziarna dla młyna, przyczem zauważa się, że wsypany do takiego sita produkt mielenia, stanowiący mieszaninę mąki, miału, kaszek, rozczynu i śrutu, podczas wstrząsającego ruchu obrotowo-posuwistego, wykonywanego rękami, segreguje się w następujący sposób: najcięższe gatunkowo cząstki mączne opadają stopniowo na spód siatkowy sita, zostając następnie wysiewane na zewnątrz, kolejno zaś coraz grubsze, lecz gatunkowo lżejsze cząstki jak miał, kaszki i rozczyny, układają się warstwami coraz wyżej ponad sobą, podczas gdy najgrubsze, lecz gatunkowo najlżejsze cząstki otrębowe w postaci śrutu, zbierają się na samym wierzchu i ku środkowi danej powierzchni sita.

Następne z kolei przekształcenie sita ręcznego stworzyło *wstrząsający pytel rafkowy*, w postaci pochyłej rafki czworokątnej, zasadnicze urządzenie której zostało już wyjaśnionem w odnośnem miejscu opisu machin żubrowych. Obecnie więc należy zaznaczyć tylko, że ten rodzaj pytla znajduje obecnie prawie wyłączne zastosowanie do gatunkowania miałów i kaszek, zwykle w połączeniu z odnośnemi wialniami miałowemi lub kaszkowemi, podczas gdy do wysiewania mąki z produktu mielenia nie używa go się więcej.

Dalszy kolejny ustrój pytla młyńskiego stanowi *wstrząsający pytel rękawowy*, zwany także u nas „pytlem chłopskim“, w postaci pochyłego rękawa z wełnianej tkaniny pytlowej, wszytego w skórzane wstawki końcowe, za pośrednictwem których zostaje on zawieszony w odpowiedniej skrzyni mącznej, zbierającej w sobie wysiewaną mąkę, podczas gdy pozostałe w nim grubsze od mąki cząstki produktu mielenia wypadają z niego na zewnątrz skrzyni mącznej. Tego rodzaju wstrząsający pytel rękawowy, stanowiący w dawniejszych czasach nieodzowną część składową w typowem urządzeniu t. zw. *starego młyna niemieckiego*, dotąd jeszcze spotyka się niekiedy u nas na prowincyi w dawnym swym ustroju. Z tego też powodu bliższe szczegóły urządzenia tego rodzaju pytla rękawowego zostają objaśnione w dalszym opisie niektórych charakterystycznych urządzeń młynowych.

Powyższe rodzaje pytla młyńskiego przetrwały aż do końca zeszłego stulecia, podówczas bowiem zjawił się po raz pierwszy w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, prawdziwie racyonalny *pytel graniasty* (skąd też pochodzi nazwa „młynów amerykańskich“, jako posiadających owe pytle pomysłu amerykańskiego), który przetrwał w pierwotnym swym zasadniczym ustroju aż do naszych czasów. Działanie takiego pytla polega na tem, że wprowadzane cząstki mlewa w wyższym końcu wewnętrznego bębna graniastego, odpowiednio pochyłego względem poziomu, po spadnięciu na spód jego powierzchni, zostają unoszone przy powolnym obrocie bębna do pewnej wysokości, poczem zsuwają się po powierzchni pochyłej tego ostatniego, przychodząc w zetknięcie z nową częścią powierzchni siatkowej lub gazowej, przepuszczającą przez swe otworki cząstki danej wielkości, przyczem odpowiednie pochylenie bębna sprowadza stopniowe posuwanie się nieodsianego produktu w stronę wylotową pytla. Ponieważ wewnętrzne urządzenie takiego pytla graniastego nie różni się od powyżej przedstawionego t. zw. cylindra ziarnowego (fig. 2), to na tem miejscu wystarczy nadmienić tylko, że stosownie do tego, czy dany pytel służy do wysiewania z produktu mielenia *śrutu*, *kaszki*, *miału* lub *mąki*, otrzymuje on nazwy *pytla śrutowego*, *kaszkowego*, *miałowego* lub *mącznego*, przyczem wewnętrzny bęben pierwszego zostaje obciągniętym zwykle siatką mosiężną, drugi gazą kaszkową, trzeci zaś i czwarty—jedwabną gazą zwyczajną odpowiednich numerów. Na jedną wszakże okoliczność dobrego działania tego rodzaju pytla należy jeszcze tu zwrócić uwagę, a mianowicie na ilość obrotów jego bębna odsiewającego, która nie może przekraczać pewnej granicy, t. j. tej, przy której wprowadzane wewnątrz bębna cząstki mlewa, pod przewagą siły odśrodkowej, nadawanej im przez obrót bębna, nie mogą opadać więcej własnym ciężarem, wówczas bowiem, przylegając one do wewnętrznej powierzchni siatkowej lub gazowej bębna na całym obwodzie, zatykają przez grubsze cząstki otworki w danej siatce lub gazie, t. j. czynią ją niezdolną do dalszego odsiewania; powyższy stan rzeczy powstaje, gdy siła odśrodkowa, nadawana cząstkom mlewa przez obrót mieszczącego je w sobie bębna odsiewającego, równoważy się z siłą ciężkości danych cząstek mlewa, co, jak odnośne dowodzenie matematyczne wykazuje, ma miejsce przy $46^1/_2$ obrotach na minutę pytla o średnicy bębna 840 *mm*, a przy 42 obrotach na minutę pytla o średnicy bębna 1000 *mm*. Stosowane w praktyce wymiary odsiewających

bębnów wewnętrznych w pytlach graniastych wynoszą: 3000—7000 *mm* długości i 800—1000 *mm* średnicy, przyczem otrzymują one 30—25 obrotów na minutę i posiadają pochylenie osi wału bębna około 5° względem poziomu; przeciętna zaś wydajność tych pytli przyjmuje się w ten sposób, że na jeden korzec (6 pudów) przemiału na dobę liczy się przy mieleniu płaskiem 0,50—0,75 *m* kw., podczas gdy przy mieleniu wysokiem — około 1,25 *m* kw. ogólnej powierzchni odsiewającej pytli, z której 0,5 *m* kw. przypada w tym ostatnim wypadku na samą gazę mączną, reszta zaś stanowi potrzebne gazy miałowe, kaszkowe, oraz siatki mosiężne; wielkość wreszcie zużywanej siły popędowej pytla graniastego wynosi w przybliżeniu 0,5—1,5 konia parowego.

Późniejszą odmianę pytla graniastego stanowi *pytel cylindrowy*, t. j. posiadający wewnętrzny bęben siatkowy lub gazowy w kształcie cylindra. Główną różnicę w działaniu obu będących w mowie pytli sprowadza ta okoliczność, że przy graniastym ustroju powierzchni bębna danego pytla, w połączeniu z przegródkami na wewnętrznej powierzchni odsiewającej, które tworzą tu podłużne listwy drewniane (patrz fig. 2), opadłe cząstki mlewa na płaski spód powierzchni graniastej bębna zostają unoszone podczas obrotu razem z tą ostatnią znacznie wyżej, aniżeli to może mieć miejsce przy cylindrycznej powierzchni bębna i w braku wewnętrznych przegródek w postaci podłużnych listew, skutkiem czego w pierwszym razie odsiewany produkt, opadając peryodycznie i ze znacznej wysokości na coraz to nową część powierzchni odsiewającej, stanowiącą w danym momencie obrotu spód bębna, wytwarza tam pewne znaczne wstrząśnienia opony siatkowej lub gazowej, zapobiegające zatykaniu się oczek siatki lub gazy, podczas gdy w drugim wypadku ma miejsce więcej jednostajne, t. j. z mniejszemi przerwami, obsuwanie się produktu odsiewanego na obrającej się powierzchni cylindrycznej bębna, przyczem naturalnie wstrząśnienia opony siatkowej lub gazowej ustają prawie zupełnie, co przyczynia się niewątpliwie do zmniejszenia w znacznym stopniu szybkości zużywania się danej opony odsiewającej, lecz przytem oczka siatki lub gazy zatykają się z łatwością; z tego też powodu dla stałego oczyszczania opony odsiewającej stosują się w pytlach cylindrowych wolno obracające się miękkie szczotki śrubowe, przylegające do zewnętrznego obwodu bębna. Jedną wszakże ważną wyższość pytli cylindrowych, w porównaniu do graniastych, stanowi ich większa (około 1,7 razy) wydajność przy jednakowych powierzchniach odsiewających, co tłomaczy się tem, że graniasta powierzchnia pytla, posiadająca wewnętrzne przegródki, w postaci listew podłużnych, hamuje peryodycznie proces odsiewania, a to z powodu systematycznego unieruchomiania przez te ostatnie warstw produktu mielenia, pokrywających w danym momencie odnośne części powierzchni odsiewających, unoszonych w górę aż do chwili ich raptownego spadania na spód pytla, podczas gdy cylindryczna powierzchnia pytla, nieposiadająca wewnętrznych przegródek w postaci listew podłużnych, wolną jest od wyżej wzmiankowanych peryodycznych hamowań procesu odsiewania, skutkiem czego odnośne części powierzchni odsiewającej intensywniej pracują, a co zatem idzie, że ogólna powierzchnia pytla może być tu odpowiednio mniejszą dla odsiewania danej ilości produktu mielenia, aniżeli w pytlu graniastym. Następnie pytel cylindrowy buduje się zwykle z poziomą osią bębna odsiewającego, to też dla stałego posuwania produktu wzdłuż tego ostatniego, stosuje się specyalny przyrząd szufelkowy, pomieszczany wewnątrz bębna.

Pytle cylindrowe nie znalazły szerszego zastosowania w praktyce z następujących powodów: ustrój ich jest więcej skomplikowany i odpowiednio do tego kosztowniejszy od zwykłych pytli graniastych; nader łagodny ich sposób odsiewania nie zapewnia w dostatecznym stopniu wydzielania cząstek mącznych z danego produktu mielenia, jak to ma miejsce przy więcej energicznem przerzucaniu tego ostatniego w pytlu graniastym, z tego też powodu pytle cylindrowe nadają się stosunkowo najlepiej do dalszego gatunkowania wysianych już uprzednio z produktu mielenia miałów lub kaszek, mających prowadzić się kolejno na wialnie miałowe lub kaszkowe.

O wiele większem rozpowszechnieniem w praktyce cieszą się, t. zw. *pytle odśrodkowe*, które stanowią tylko dalszą odmianę poprzednich pytli cylindrowych z zastosowaniem do nich szybko obracającego się przyrządu cepowego wewnątrz cylindrycznej powierzchni odsiewającej. Przyrząd ten cepowy, zwykle nieco śrubowo ukształtowany, w skutek szybkiego swego obrotu,

rozprasza wprowadzany produkt mielenia jednocześnie na całej powierzchni wewnętrznej pytla, wysiewając z niego cząstki mlewa, przechodzące przez otwory danego numeru gazy lub siatki, podczas gdy odpowiednio śrubowy kształt cepów sprowadza zarazem stopniowe posuwanie się niewysianych cząstek mlewa w stronę wylotową pytla. Tego rodzaju ustrój pytla odśrodkowego przedstawia fig. 35 w przekrojach podłużnym i poprzecznym w $^1/_{30}$ naturalnej wielkości, gdzie oznacza:

A skrzynia drewniana pytla na nogach *aa*;

bb okienka boczne dla dostępu do wnętrza skrzyni *A*;

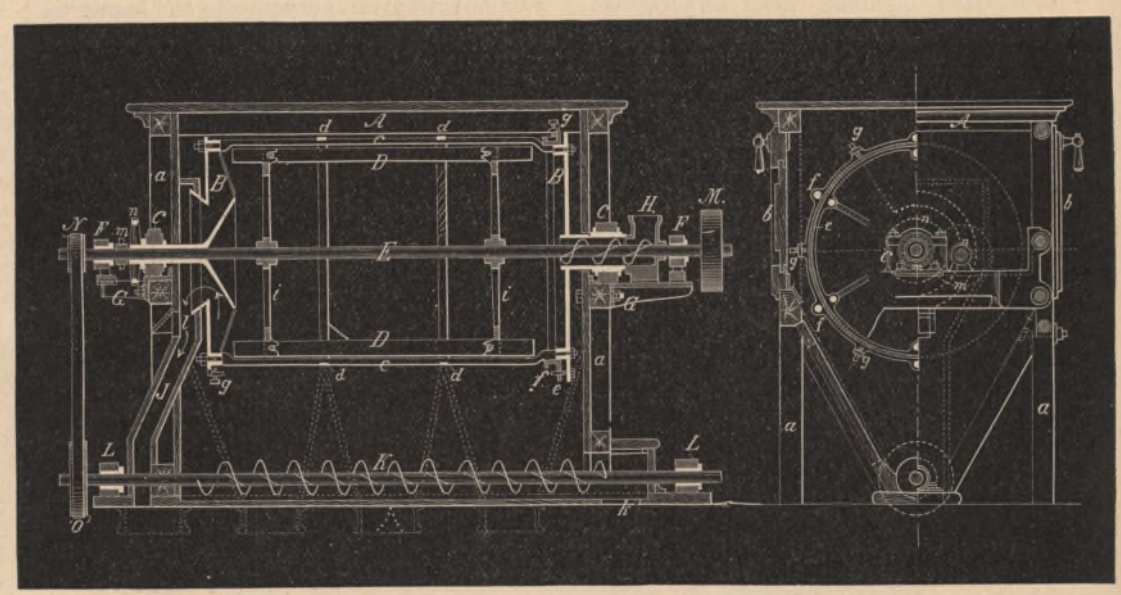
ścienia *e*, od strony zaś wylotowej—wprost z tarczy *B*, służące do zaciskania wyżej wzmiankowanych już nawiasowo pasków stalowych, ażeby te ostatnie nie mogły obsuwać się po swych pierścieniach razem z oponą siatkową, lub gazową;

CC łożyska, mieszczące w sobie próżne wewnątrz czopy środkowe, wystające z tarcz *BB*;

DD cepy żelazne (w liczbie 24), sprzężone w odpowiedni sposób z kołami szprychowemi *ii*, osadzonemi na wale popędowym *E*;

FF łożyska dla wału *E*, wsparte na konsolkach *GG*;

Fig. 35.



BB żelazne tarcze końcowe, które, będąc ześrubowane z 6-ma podłużnymi prętami *cc*, opasanemi dwoma obręczami *dd*, stanowią szkielet bębna cylindrycznego, opinanego siatką lub gazą;

e pierścień żelazny, który, obejmując zewnętrzny obwód tarczy wlotowej *B*, służy do umocowywania opony siatkowej lub gazowej (za pośrednictwem paska stalowego ze śrubkami), przyczem ta ostatnia może być należycie naprężaną w kierunku swej długości za pomocą śrub *ff*, przesuwających pierścień *e*;

gg śrubki przyciskowe w łapkach, wystających od strony wlotowej pytla z pier-

H rurka wlotowa, komunikująca się ze zwojami szneczki, założonemi bezpośrednio na wał *E*, a służącemi do wprowadzania produktu mielenia do wnętrza pytla;

I rurka wylotowa dla nieprzesianego produktu, opuszczającego wewnętrzny bęben pytla;

K szneka odbiorcza, spoczywająca w łożyskach *LL*, która sprowadza wysiane cząstki mlewa do otworu wylotowego *k*;

M koło pasowe do popędu przyrządu cepowego;

N, *O* koła pasowe do popędu szneki *K*;

l otwór dla dostępu, w razie zatkania się rurki wylotowej *I*;

m, *n* kółka zębate, służące do popędu bębna cylindrycznego *BB*.

Na fig. 35 zauważa się jeszcze wykropkowane kosze spadowe z rurkami wylotowemi, które znajdują zastosowanie, zamiast szneki *K* wówczas, gdy dany pytel odśrodkowy ma wysiewać jednocześnie różne międzyprodukty mielenia.

Ogólne korzyści pytli odśrodkowych w porównaniu do zwykłych graniastych lub cylindrowych są następujące: odsiewane cząstki mlewa przedostają się jednocześnie na całym obwodzie wewnętrznym bębna cylindrycznego, w skutek czego taki pytel wymaga mniejszych rozmiarów dla pewnej wydajności (oszczędność gazy i miejsca); dany podukt mielenia wysiewa się tu ze znaczną energią, sprowadzającą prócz zwiększonej wydajności pytla, także dokładne, bo wszechstronne wydzielanie danych cząstek mlewa, co szczególnie dla odsiewania mąki i miału, jako dość silnie przylegających do zmieszanych z niemi grubszych cząstek mlewa, ma ważne znaczenie. Strony zaś ujemne pytli odśrodkowych stanowią: kosztowniejsze urządzenie, zużywanie większej siły popędowej i gazy lub siatki, oraz potrzeba staranniejszego dozoru.

Odnośnie do wydajności, ilości obrotów i siły popędowej pytli odśrodkowych, przyjmuje się w praktyce, że wewnętrzny cylinder odsiewający o średnicy 500 — 1000 *mm* i 1500 — 3000 *mm* długości odsiewa 20—90 pudów na godzinę; następnie, stosownie do powyższych wymiarów cylindra odsiewającego, przyrząd cepowy otrzymuje 250—180 obrotów na minutę, podczas gdy cylindryczna opona bębna 25—20 obrotów; wreszcie siła popędowa wynosi w przybliżeniu 1,5—5 koni parowych.

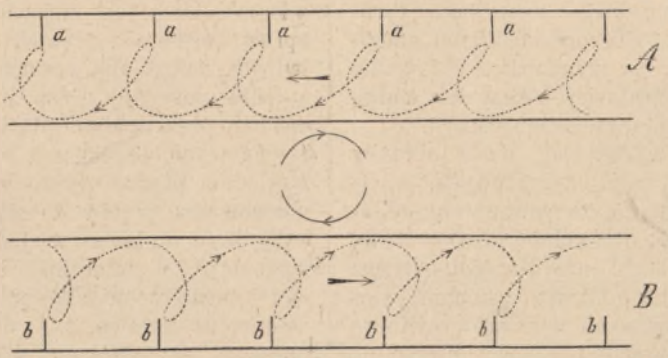
Najdoskonalszy obecnie ustrój pytla młyńskiego, który od kilku lat zdobył sobie prawo pierwszeństwa przed wszystkimi innymi, dotychczas stosowanymi w praktyce, przyrządami odsiewającymi, przedstawia t. zw. *pytel płaski*. Zasadą działania tego rodzaju pytla polega w ogólnym zarysie na nadaniu cząstkom mlewa, pokrywającym poziomą powierzchnię płaską sita, *ruchu obrotowo - posuwistego*, charakterystyczna cecha którego, w zastosowaniu do procesu odsiewania, ujawnia się w tym fakcie, że zpośród pokrywającej dane płaskie sito warstwy produktu mielenia, stanowiącego mieszaninę cząstek różnej wielkości i niejednakowego ciężaru gatunkowego, najdrobniejsze z nich, a gatunkowo najcięższe (mąka) opadają stopniowo podczas ruchu na spód sita, podczas gdy coraz grubsze, a gatunkowo coraz lżejsze cząstki mlewa (miał, kaszki, rozczyny i śrut) układają się kolejno coraz wyżej, najlżejsze wreszcie domieszki cząstek otrębowych wydostają się na sam wierzch danej warstwy produktu mielenia. Jak widać, w pytlu płaskim przyjętą została najprostsza zasada odsiewania danych cząstek mlewa, którą posiada pierwowzór pytla młyńskiego, t. j. sito ręczne, objaśnione bliżej na samym wstępie opisu pytli młyńskich.

Ten szczególny rodzaj ruchu obrotowo-posuwistego daje się objaśnić bliżej, wyobrażając sobie, że czworokątne sito płaskie, będąc zawieszone w położeniu poziomem na czterech równoległych do siebie i jednakowo odchylonych względem pionu prętach, otrzymuje tego rodzaju ruch, że każdy z prętów, zachowując nieustannie swą równoległość względem pozostałych prętów i odnośne stałe odchylenie względem pionu, opisuje powierzchnię stożkową, dla której wierzchołkiem jest nieruchomy punkt zawieszenia każdego z prętów, a podstawą linia kołowa, zakreślana podczas ruchu w płaszczyznie poziomej przez punkt umocowania każdego pręta z sitem płaskiem promieniem, równającym się danemu odchyleniu prętów względem pionu. Skoro zaś cztery punkty umocowania prętów do sita płaskiego opisują linie kołowe w jednej płaszczyznie poziomej, to naturalnie i reszta punktów danej powierzchni sita musi opisywać takie same linie kołowe, t. j. o promieniu, równającym się danemu odchyleniu prętów względem pionu. Następnie zauważa się jeszcze, że będący w mowie ruch sita płaskiego został nazwany obrotowo-posuwistym, gdyż każdy punkt tego ostatniego, zataczając koło w płaszczyznie poziomej, obraca się około swego środka, a zarazem posuwa się równolegle do płaszczyzny poziomej; natomiast każdy z wyżej wzmiankowanych równoległych prętów, utrzymujących w zawieszeniu dane sito płaskie, jako opisujących powierzchnie stożkowe o promieniu, odpowiadającemu danemu odchyleniu ich względem pionu, posiada pokrewny ruch wahadła stożkowego, co odnosi się także do wszystkich punktów danego sita, wyobrażając sobie dla każdego z nich odnośną geometryczną linię prostą, równoległą do prętów, zawieszających sito w danem odchyleniu względem pionu, to znaczy, że *układ wszystkich punktów sita płaskiego, jako opisujących pojedyncze koła w płaszczyznie poziomej o jednakowym promieniu*,

sprowadza się do ruchu obrotowo-posuwistego, wynikającego z ruchu pokrewnego z wahadłem stożkowem.

Jeżeli wyobrazimy teraz powierzchnię sita płaskiego, pokrytą cząstkami mlewa, to przy względnie małej prędkości obrotu te ostatnie będą wykonywały razem z sitem ruch obrotowo-posuwisty w przestrzeni, nieprzesuwając się bynajmniej po powierzchni siatkowej lub gazowej, to znaczy, że działanie odsiewające nie może mieć podówczas zupełnie miejsca; skoro jednak prędkość obrotu sita płaskiego wzrośnie o tyle, że siła odśrodkowa, wytworzona przy obrocie każdej cząstki mlewa, opisującej razem z sitem odnośne koło w płaszczyznie poziomej, równoważy siłę dośrodkową, objawiającą się tu jako opór przeciw przesuwaniu jej po powierzchni sita, na mocy prawa tarcia, wówczas wyżej wzmiankowane siły, t. j. odśrodkowa i dośrodkowa, jako równe i wprost przeciwne, wzajemnie znoszą się, przyczem cząstka mlewa, pod działaniem pozostałej siły stycznej, nadającej jej dotąd prędkość ruchu po linii kołowej, opuszcza tę ostatnią, gdyż zostaje zmuszoną poruszać się dalej po stycznej do odnośnego punktu toru kołowego w danym momencie ruchu cząstki mlewa; ponieważ jednak ta ostatnia w następnym zaraz momencie ruchu po stycznej do swego toru kołowego przechodzi na inny punkt powierzchni sita, udzielający jej impulsu w odmiennym od poprzedniego, a we właściwym swemu torowi kołowemu kierunku itd., to wypadkowy ruch cząstek mlewa po powierzchni sita płaskiego, chociaż musi mieć ten sam ogólny charakter ruchu obrotowo - posuwistego, jaki posiada każdy punkt powierzchni sita płaskiego, jednak nie może on odbywać się tak samo jednostajnie i prawidłowo po liniach kołowych o jednakowych promieniach, jak to czynią wszystkie stałe punkty powierzchni sita, a to z powodu swej zależności zarówno od rozwijanej siły odśrodkowej, t. j. odpowiednio do prędkości obrotu sita, jak i od właściwego danym cząstkom mlewa oporu przeciw przesuwaniu ich po powierzchni siatkowej lub gazowej, występującego tu jako siła dośrodkowa, które, stosownie do swych wielkości, w połączeniu ze stykaniem się wzajemnem cząstek mlewa między sobą i innymi jeszcze czynnikami, biorącymi udział w ruchu danej warstwy odsiewanego produktu mielenia po sicie płaskiem, wytwarzają właśnie ów ruch wypadkowy z ogólnym charakterem obrotowo - posuwistym. Mając daną wielkość promienia linij kołowych, opisywanych przez każdy punkt sita płaskiego, oraz znając przytem spółczynnik tarcia dla cząstek mlewa, przy przesuwaniu ich po powierzchni sita, oblicza się z łatwością tę ilość obrotów pytla płaskiego, przy której wzbudza się odnośny ruch cząstek, względnie do powierzchni sita płaskiego; tak np. skoro powyższy promień wynosi 50 *mm*, spółczynnik zaś odnośnego tarcia — 0,6, to dla wzbudzenia ruchu cząstek po powierzchni sita wymaga się około 100 obrotów pytla płaskiego na minutę.

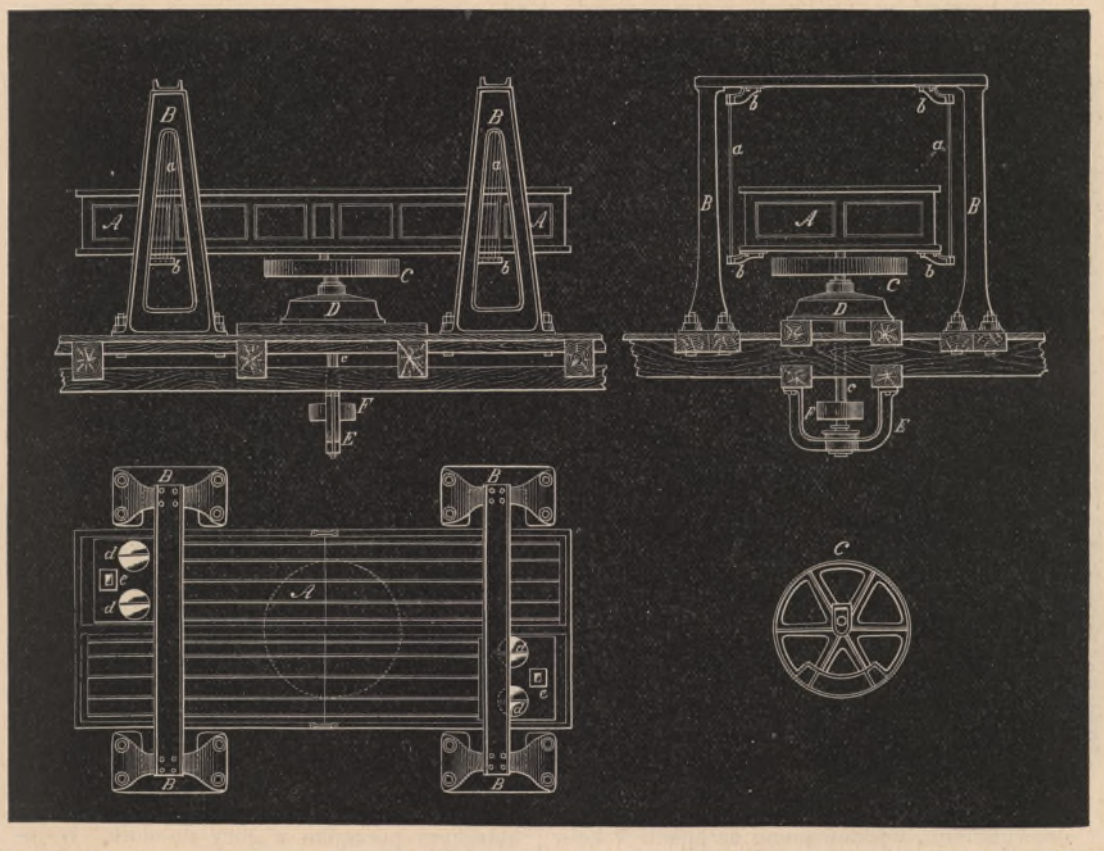
Fig. 36.



Jakkolwiek wskazany wyżej ruch cząstek mlewa po powierzchni sita płaskiego, przy

odpowiednio wielkiej prędkości obrotu tego ostatniego, sprowadza już pożądane wysiewanie cząstek mlewa, odpowiadających swą wielkością danemu numerowi siatki lub gazy, to wszakże dla należytego przebiegu procesu odsiewania potrzebnem jest jeszcze dalsze stopniowe postępowanie produktu po sicie w stronę wylotową, ażeby zasypany u wylotu sita produkt mielenia przychodził kolejno w zetknięcie z coraz nowemi miejscami siatki lub gazy, pozbywając się przy-

Fig. 37.



tem po drodze tych cząstek mlewa, które pożąda się odsiać, aż do miejsca ich wylotu z sita, gdyż wówczas jedynie może mieć miejsce stopniowe wysianie cząstek mlewa, odpowiadających swą wielkością danemu numerowi siatki lub gazy, z warstwy produktu mielenia, pokrywającej sito płaskie, obok ciągłego postępowania w stronę wylotową grubszych cząstek mlewa, t. j. nieprzechodzących przez dany numer siatki lub gazy. Z tego widzimy, że oprócz wyżej wzmiankowanego wypadkowego ruchu obrotowo-posuwistego w płaszczyznie poziomej, dane cząstki mlewa winny posiadać jeszcze ruch postępowy w stronę wylotową sita; osiąga się zaś ten ostatni w praktyce przez wytworzenie na powierzchni sita sztucznych przeszkód, o które uderzają cząstki mlewa w pewnych momentach swego względnego do sita ruchu, jaki miały zakreślony, otrzymując od nich-że w następnym zaraz momencie nowy impuls do dalszego ruchu, lecz po innym już torze, aniżeli poprzednio, t. j. do spotkania się z odnośną przeszkodą; dla zrozumienia zaś, w jaki sposób wyżej wzmiankowane sztuczne przeszkody mogą przyczyniać się do nadawania cząstkom mlewa ruchu postępowego w pożądanym kierunku, służy fig. 36, na której są przedstawione szematycznie dwa wycinki kanałów odsiewających *A* i *B* z przeszkodami na powierzchni sita *aa* i *bb*, oraz z wykropkowanemi torami cząstek mlewa, po-

suwających się w kierunku załączonych strzałek; fig. 36 objaśnia dalej, że przy obrotowo - posuwistym ruchu danego sita płaskiego w kierunku, wyznaczonym przez środkowe strzałki kołowe, ruch postępowy cząstek mlewa odbywa się w przeciwnych kierunkach wzdłuż kanałów *A* i *B*, zależnie od tego, do której z dwóch ścianek tych ostatnich przylegają przeszkody *aa* i *bb*. Przez odpowiednie zatem przystosowanie odnośnych przeszkód na powierzchni sita płaskiego posiada się możność skierowywania cząstek mlewa w jednym lub drugim kierunku, wzdłuż danego kanału odsiewającego.

Poznawszy w ogólnym zarysie zasadę działania odsiewającego pytla płaskiego, należy obecnie zapoznać się nieco bliżej z całkowitym jego ustrojem, stosowanym w młynie. Zpośród dość licznych mniej lub więcej różnych między sobą odmian konstrukcyi pytla płaskiego, jakie w ostatnich czasach zjawiły się na horyzoncie techniki młynarskiej, fig. 37 przedstawia jeden, prawie wyłącznie u nas dotąd stosowany, ustroj pytla płaskiego, (w $^1/_{50}$ naturalnej wielkości), gdzie oznacza:

A pudło drewniane, mieszczące w sobie ramy, przedstawione na następnej fig. 38;

aa pręty trzcinowe, służące do zawieszenia pudła *A*, za pośrednictwem łapek *bb*;

BB stalugi żelazne, ześrubowane z podkładkami drewnianemi, wpasowanemi w dane belkowanie młyna;

C koło zamachowe, osadzone stale na wale pionowym *c*, w ekscentryczne łożysko którego zachodzi dolny czop środkowy pudła *A*, wystający z płyty żelaznej, umocowanej do spodu tego ostatniego;

D podstawa dla górnego łożyska wału *c*, ześrubowana z podkładkami drewnianemi, wpasowanemi w dane belkowanie młyna;

E dwuramienne kozły z dolnem łożyskiem wału *c*, zmocowane z podkładami drewnianemi, wpasowanemi od spodu w belki młyna;

F koło pasowe, służące do popędu pytla płaskiego;

dd otwory wlotowe w wierzchniej pokrywie pudła *A* dla wprowadzania produktu mielenia;

ee otwory wpustowe dla ziarna, czyszczącego powierzchnię gazową, w odnośnych ramach wewnętrznych.

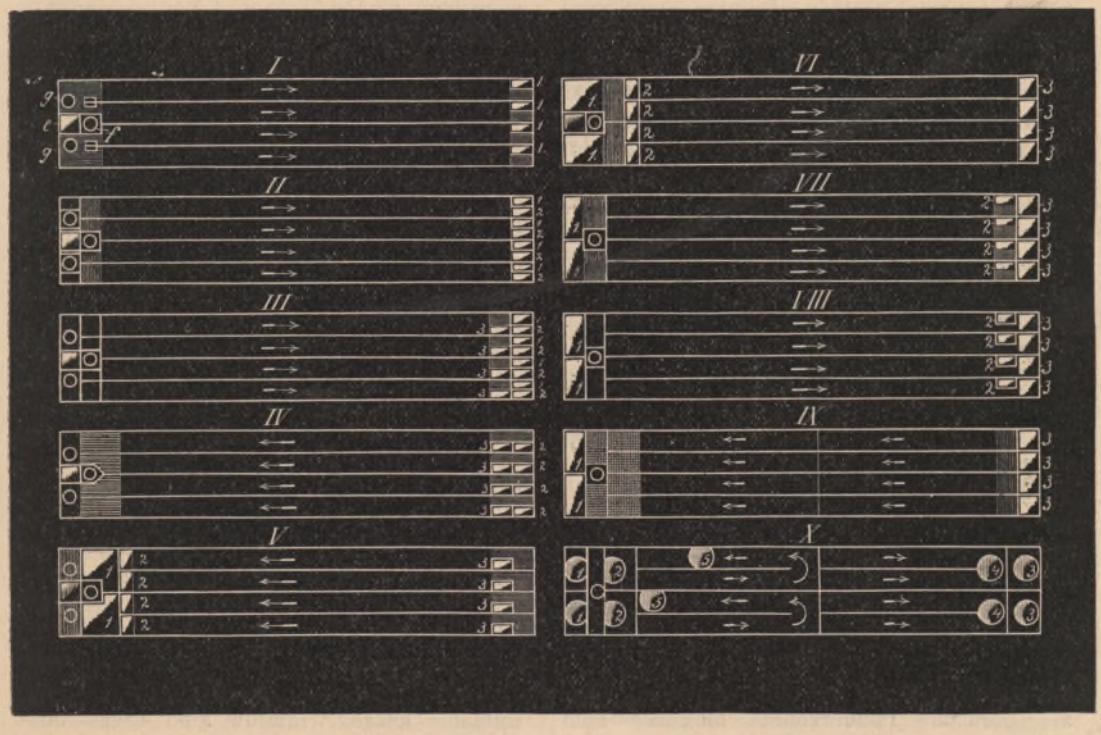
Odnośnie do koła zamachowego *C* (przedstawionego także oddzielnie w widoku z góry na fig. 37), należy zauważyć jeszcze, że po stronie przeciwległej łożysku dla dolnego czopa środkowego pudła *A*, obciąża go się ołowiem w takiej ilości, ażeby wytworzona przezeń jednostronna siła odśrodkowa podczas obrotu równoważyła takąż siłę, pochodzącą z ciężaru pudła *A*, w przeciwnym bowiem razie ta ostatnia, przenosząc się w postaci ciśnienia jej dolnego czopa środkowego na excentryczne łożysko w kole zamachowem *C*, w braku powyższej przeciwważnej jej siły, spowodowywałaby nader niespokojny bieg pytla płaskiego, co nie jest tu bynajmniej tak małoznaczącem, jakby się to może zdawać mogło, niebiorąc pod uwagę znacznej wagi pudła *A*, wynoszącej około 530 *kg*, gdyż to ostatnie przy stosowanych w praktyce 180 obrotach wału popędowego na minutę i 50-milimetrowej odśrodkowości dolnego czopa pudła *A* względem osi pionowej wału popędowego *c*, rozwija siłę odśrodkową, równającą się około 960 *kg*, która objawia się właśnie jako ciśnienie dolnego czopa środkowego pudła *A* na łożysko excentryczne w kole zamachowem *C*; ażeby przeciwwaga ołowiana koła zamachowego *C* zapewniała w dostatecznym stopniu spokojny bieg pytla płaskiego, wymaga się oprócz właściwego w danym wypadku ciężaru odnośnego ładunku ołowianego, także możliwie odpowiednie umiejscowienie go w kole zamachowem *C*, które w praktyce oznacza się doświadczalnie podczas próbnego wprawiania w ruch pytla płaskiego w danej fabryce.

Rozpatrzywszy na fig. 37 zewnętrzny ustrój pytla płaskiego, należy obecnie zapoznać się bliżej także z przebiegiem cząstek mlewa całego szeregu ram odsiewających i odbiorczych, zgrupowanych po nad sobą w pudle *A* (fig. 37). W tym celu posłuży fig. 38, wyobrażająca I — X ram pytla płaskiego (w $^1/_{50}$ naturalnej wielkości), wyjętych z jednej połowy pudła *A*, przedstawionego na fig. 37, w tym samym kolejnym porządku z góry do dołu, w jakim zostają one ułożone podczas działania danego pytla płaskiego, w zastosowaniu go do gatunkowania wszystkich między - produktów śrutowania, przyczem zauważa się przedewszystkiem, że każda z przedstawionych tu ram, wypełniająca jedną połowę pudła *A* (fig. 37), posiada po cztery kanały podłużne, z których każde dwa przyległe służą dla przechodu oddzielnych produktów mielenia, wprowadzanych przez otwory wlotowe *dd* w wierzchniej pokrywie pudła *A* (fig. 37), a ponieważ druga połowa pudła *A* zawiera w sobie takie same

jak przedstawione na fig. 38 ramy odsiewające, z tą tylko różnicą, że tak samo jak poprzednie są one odpowiednio przystosowane do dwóch otworów wlotowych *dd*, mieszczących się z przeciwległej strony pudła *A* (fig. 37), to całkowity pytel płaski, przedstawiony na fig. 37, służy do odsiewania czterech odrębnych produktów mielenia, a ztąd otrzymuje nazwę *pytla cztero-działowego*; stosownie do potrzeby stosuje się w praktyce także *pytle jedno, dwu i trójdzialowe*.

Produkt mielenia, zsypujący się ciągłym strumieniem z odnośnej swej rury spadowej, złączonej z danym otworem wlotowym *d* (fig. 37), za pośrednictwem, odpowiednio do wielkości mimośrodu pytla, luźno założonego rękawa wełnianego (ażeby mógł on swobodnie znosić odnośne ruchy boczne pudła pytla), przechodzi na płaską powierzchnię siatkową (zwykle przy śrutowaniu № 22—26, przy wymielaniu kaszek lub miałów na gładkich walcach lub kamieniach № 40—46) dwukanałowej ramy I (fig. 38), która odsiewając przy procesie śrutowania wszystkie drobniejsze cząstki mlewa od śrutu (to jest rozczyny, kaszki, miały i mąkę), przy wymielaniu zaś miały i mąkę, sprowadza stopniowo ten ostatni obydwoma swemi kanałami w kierunku załączonych strzałek do końcowych kanalików wylotowych *1,1*; te ostatnie zaś, przechodząc pionowo na dół bez komunikowania się z następnemi powierzchniami odsiewającemi, t. j. przez dwie kolejno niżej położone ramy II i III, zsypują dany produkt mielenia na taką samą jak pierwsza powierzchnię siatkową ramy IV, sprowadzającą zatrzymywane na niej cząstki śrutu w kierunku załączonych strzałek, do końcowych kanalików wylotowych *1,1*, które, przechodząc pionowo na dół przez wszystkie następne ramy V—X, odprowadzają czysty śrut lub kaszki na zewnątrz pytla do rury spadowej, przystosowanej w ten sam sposób, to jest za pośrednictwem rękawa wełnianego, jak przy rurze wlotowej do odnośnego otworu wylotowego *1* w ostatniej ramie X; wysiewane jednocześnie na całej powierzchni siatkowej ramy I cząstki mlewa, opadają bezpośrednio na kolejno niżej położoną powierzchnię gazową

Fig. 38



(najczęściej № 9—12) ramy II, która, odsiewając samą tylko mąkę, sprowadza stopniowo pozostałe cząstki mlewa w kierunku załączonych strzałek do pionowych kanalików wylotowych *2,2*; te ostatnie zaś po przejściu bez komunikowania się przez następne ramy III i IV, zsypują odnośne cząstki mlewa na takąż samą, jak poprzednia, powierzchnię gazową (opiętą zwykle jednym numerem wyższym, t. j. № 10—13), ramy V, która, po dalszem wysianiu z nich mąki, prowadzi pozostałe cząstki grubsze w kierunku załączonych strzałek do pionowych kanalików wylotowych *2,2*; te ostatnie, przechodząc bez komunikowania się przez następną ramę VI, zsypują odnośne cząstki mlewa wprost na powierzchnię gazową (opiętą zwykle jednym numerem wyższym, t. j. № 11—14) ramy VII, która, wysiawszy z nich resztę mąki, prowadzi pozostałe cząstki grubsze (rozczyny, kaszki i miały) w kierunku załączonych strzałek do kanalików pionowych *2,2*; te ostatnie, przechodząc bez komunikowania się przez następną ramę VIII, zsypują odnośne cząstki mlewa, wolne od mąki, wprost na powierzchnię gazową ramy IX, która, będąc obciągniętą w większej swej części wlotowej gazą miałową (zwykle № 60—64), w pozostałej zaś mniejszej części wylotowej gazą kaszkową (zwykle № 36—40), wysiewa miał i drobne kaszki, pozostałe zaś na jej powierzchni kaszki grube, zwane ogólnie rozczynami, prowadzi w kierunku załączonych strzałek do kanalików *2,2*, komunikujących się bezpośrednio z odnośnemi wylotowymi otworami *2,2* ramy X, zkąd odprowadza się czyste rozczyny na zewnątrz pytla do właściwej rury spadowej; następnie cząstki mączne, wysiewane na wyżej wzmiankowanych już powierzchniach gazowych ram II, V i VII, opadają na niżej położone powierzchnie blaszane ram odbiorczych III, VI i VIII, które prowadzą je kolejno w kierunku załączonych strzałek do pionowych kanalików *3,3*, zsypujących je do otworów wylotowych *3,3* ostatniej ramy X, zkąd odprowadza się wszystką wysianą mąkę na zewnątrz pytla do właściwej rury spadowej; wreszcie cząstki miału i kaszek, wysiewane na wyżej wzmiankowanych już częściach powierzchni gazowej ramy IX, opadają na dno blaszane ostatniej ramy odbiorczej X, które prowadzi je w kierunku załączonych strzałek do odnośnych otworów wylotowych *4,5*, zkąd odchodzą czyste miały (4) i kaszki (5) na zewnątrz pytla do właściwych rur spadowych.

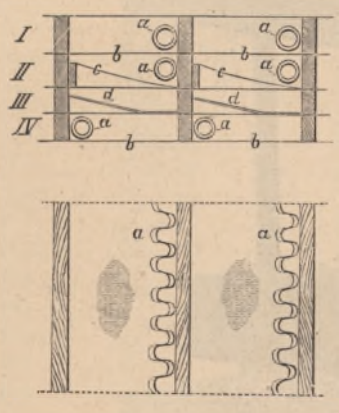
Następnie na fig. 38 zauważa się jeszcze kanał wsypowy *e* dla wprowadzania z zewnątrz *ziarna czyszczącego*, do ślimacznicy pionowej *f*, która w skutek ruchu pytla płaskiego podnosi je samodzielnie do samej pokrywy wierzchniej pudła pytla skąd za pośrednictwem odpowiednich kanalików dostaje się ono w równomiernych ilościach do wszystkich czterech kanałów odsiewających ramy II, opiętej gazą, poczem wędruje ono razem z odsiewanemi cząstkami mlewa przez kolejno niżej położone powierzchnie gazowe ram V, VII i IX, chroniąc je od możliwego zatkania się niektórych oczek przez cząstki mlewa, aż wreszcie zsypuje się ono z powrotem do ślimacznicy *f*, która sprowadza tym sposobem ciągłe krążenie danego ładunku ziarnek czyszczących (zwykle używa się w tym celu całych ziarnek pszenicy) dotąd, dopóki nie zużyją się one, wówczas bowiem w razie potrzeby wprowadza się ponownie przez otwór *e* nową garstkę ziarna czyszczącego; natomiast pozostałe dwie ślimacznice pionowe *gg* (fig. 38), służą w podobny sposób jak poprzednia ślimacznica *f*, do ciągłego krążenia kulek drewnianych po powierzchniach siatkowych ram I i IV, utrzymując ich oczka w należytej czystości podczas bezustannego procesu odsiewającego danego pytla płaskiego.

Rozpoznawszy kolejny przebieg cząstek mlewa przez cały szereg ram, zgrupowanych po nad sobą w skrzyni pytla płaskiego, widzimy, w jak prosty sposób osiąga się tu w jednym przyrządzie odsiewającym wielokrotne rozgatunkowanie wszystkich międzyproduktów śrutowania, t. j. oddzielne wysiewanie śrutu, rozczynu, kaszek, miału i mąki; z równą łatwością zastosowywa się pytel płaski także do odsiewania produktów rozczyniania lub wymielania kaszek, miałów albo części otrębowych (na walcach gładkich lub kamieniach), a to przez odpowiednie zastosowanie właściwych numerów siatek i gazy.

Należy zauważyć jeszcze, że w pytlu płaskim, przedstawionym na fig. 37 i 38, ruch postępowy cząstek mlewa po danych powierzchniach odsiewających, w kierunkach załączonych strzałek, osiąga się za pomocą drucianych zwojów spiralnych, umocowanych do jednej ze ścianek bocznych kanału podłużnego odnośnej ramy sitowej, a mianowicie tej, która odpowiada wyznaczonemu kierunkowi ruchu, jak to poprzednio zostało już bliżej wyjaśnionem z pomocą szematycznej fig. 36; postępowy zaś

ruch cząstek mlewa w ramach odbiorczych, sprowadza się tu przez nadanie ich blaszanym powierzchniom odpowiednio wielkiej i właściwie skierowanej spadzistości, która, raz hamując ruch cząstek mlewa, jako zmuszonych przez obrotowo-posuwisty ruch pytla płaskiego do podnoszenia się po jej powierzchni pochyłej, drugi raz znowu dodając im nowych impulsów do dalszego poruszania się, podczas ich spadku po tej samej powierzchni pochyłej, wytwarza takie zmiany w torach, zakreślonych przez obrotowo-posuwisty ruch pytla płaskiego, dla danych cząstek mlewa, które przyczyniają się właśnie do nadawania cząstkom mlewa ruchu postępowego w żądanym kierunku, w podobny sposób jak sztuczne przeszkody, objaśnione bliżej na fig. 36.

Fig. 39.



Praktyczne zastosowanie powyższych środków transportowych w pytlu płaskim, przedstawionym na fig. 37 i 38, zostaje uwidocznionem na fig. 39, dla 2-ch kanałów odsiewających w kolejnych 4-ch ramach górnych I—IV w przekroju poprzecznym i dla ramy I w widoku z góry w $^1/_{10}$ naturalnej wielkości, gdzie oznaczają:

aa druciane zwoje spiralne;

bb poziome powierzchnie siatkowe ram I i IV;

c pochyła i obwisła nieco powierzchnia gazowa ramy II;

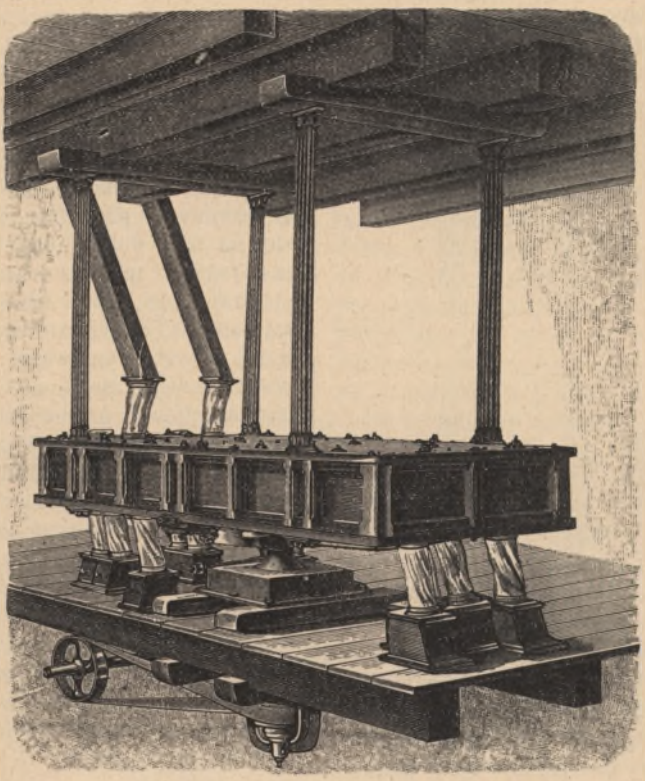
d pochyła powierzchnia blaszana ramy odbiorczej III.

Dla dania wreszcie ogólnego pojęcia o tem, w jaki sposób pytel płaski zwykle montuje się dotąd w młynie, służy perspektywiczny widok na fig. 40, gdzie zauważa się, że pudło pytla dwu-działowego zawiesza się na czterech pękach prętów trzcinowych wprost u górnego belkowania młyna (to jest z wyłączeniem stalug żelaznych, przedstawionych na fig. 37), podczas gdy odnośne części popędowe są należycie zmocowane z niższem belkowaniem młyna; następnie fig. 40 czyni widocznem także rury wlotowe i skrzynki wylotowe, łącznie z luźnemi ich rękawami wełnianemi, które na poprzedniej fig. 37 zostały opuszczone.

Obecnie należy jeszcze rozważyć ogólne zalety pytla płaskiego, które wyróżniają go wybitnie z pośród wszystkich poprzednio wzmiankowanych ustrojów pytla młyńskiego. Otóż pierwszą zaletę pytla płaskiego stanowi *nader czyste* i *dokładne wysiewanie międzyproduktów mielenia*, wynikające ze sposobu jego działania, jako najwięcej zbliżonego do odsiewania na sicie ręcznem, w którem lekkie cząstki otrębowe, wydostające się podczas obrotowo - posuwistego ruchu sita samodzielnie na powierzchnię odsiewanego produktu mielenia, utrzymują się na niej dotąd, dopóki gatunkowo cięższe cząstki mączne, opadające podówczas stopniowo na powierzchnię sita, nie zostaną wysiane z danej warstwy mlewa; to też pytel płaski, wysiewając najpierw gatunkowo cięższe, a następnie gatunkowo lżejsze cząstki mlewa, nawet jednakowej wielkości, posiada do pewnego stopnia także własność sortowania tych ostatnich podług ich ciężkości gatunkowej, co w połączeniu z kolejnem przychodzeniem danych cząstek mlewa w zetknięcie z coraz to nowemi częściami powierzchni odsiewających, podczas ich ruchu postępowego, sprowadza właśnie wyżej wzmiankowaną *czystość* i *dokładność odsiewania*. Następną zaletę pytla płaskiego stanowi, oprócz *możności kolejnego wysiewania na nim wszystkich międzyproduktów śrutowania*, *t. j. śrutu*, *mąki*, *miału*, *kaszki i rozczynu*, *pochodzących z jednego i tego samego produktu mielenia*, *także możność oddzielnego i jednoczesnego odsiewania obok siebie dwóch*, *trzech*, *a nawet czterech odrębnych produktów mielenia*, przez odpowiedni jego ustrój działowy, o którym była już wyżej mowa; tym sposobem pytel płaski, posiadając możność łączenia w sobie wielu systemów odsiewających w jednym przyrządzie, które przy zastosowaniu dawnych pytli graniastych, cylindrowych lub odśrodkowych jest wprost niemożliwem, daje ogromną (bo 5—10-ciokrotną) *oszczędność miejsca we młynie*, co szczególnie dla nowych instalacyi ma do-

niosłe znaczenie, gdyż wówczas koszt ich zaprowadzenia pokrywa się w zupełności. Dalszą z kolei zaletę pytla płaskiego stanowi jego *znaczna wydajność, względnie do wielkości danej powierzchni odsiewającej*, co łatwo tłomaczy się, że przy równomiernem ciągłem postępowaniu odsiewanej warstwy mlewa od wlotu do wylotu pytla płaskiego, *cała dana powierzchnia odsiewająca przyjmuje jednocześnie i nieustannie udział w odsiewaniu odnośnych cząstek mlewa*, przyczem te ostatnie, będąc

Fig. 40.



należycie rozwarstwowane podówczas w pojedyńczych ramach pytla płaskiego (przy względnie małej wysokości warstwy 4 — 8 *mm*), poruszają się po wyznaczonych im drogach z należytą swobodą, nie będąc tamowane same przez się, jak to ma miejsce w znacznym nawet stopniu w pytlach graniastych i cylindrowych; w dalszem następstwie będącej w mowie zalety pytla płaskiego, ten ostatni dla danej wielkości przemiału wymaga *znacznie mniejszej* (6 do 10 razy) *powierzchni siatkowej i gazowej*, w porównaniu do pytla graniastego, podczas gdy zużycie jej w pierwszym, skutkiem więcej łagodnego przesuwania się cząstek mlewa, nie jest bynajmniej szybszem niż w pytlu graniastym, gdzie pomimo peryodycznego zaledwie stykania się cząstek mlewa z coraz nowemi częściami powierzchni odsiewającej wązkim pasem, ma miejsce więcej gwałtowne rzucanie odsiewanego produktu mielenia o daną siatkę lub gazę, powodujące szybsze zużywanie się tych ostatnich. Następną zaletę pytla płaskiego stanowi także ogromna (10—15-krotna) *oszczędność siły popędowej*, w porównaniu do poprzednich ustrojów pytli młyńskich. Wreszcie pytel płaski przedstawia nadzwyczaj wielką *dogodność w obsłudze*, gdyż potrzebna zamiana, albo poprawa siatki lub gazy w danej ramie pytla może być uskutecznioną w bardzo krótkim czasie, szczególnie gdy posiada się odpowiedni komplet ram zapasowych, co nie jest bynajmniej małej wagi ze względu na częstą nieraz potrzebę zmiany numerów

gazy, odpowiednio do gatunku i wilgotności przemielanego ziarna, albo gdy dany pytel służy na zmianę do odsiewania produktów mielenia, otrzymywanych raz z pszenicy, a drugi raz z żyta, jak to w mniejszych młynach praktykuje się powszechnie.

Ogólnie przyjmuje się w praktyce, że *dla przemiału jednego korca ziarna* (6 pudów), z zastosowaniem do odsiewania wszystkich międzyproduktów mielenia pytli płaskich, potrzeba około *0,3 m² całkowitej powierzchni odsiewającej;* podczas gdy *siła pociągowa jednego pytla płaskiego* z pudłem 1500 — 3440 *mm* długości, 1000 — 1600 *mm* szerokości i 385—680 *mm* wysokości, *wynosi* $^1/_4$ — $^1/_2$ *konia parowego*. Bliższe szczegóły, dotyczące przybliżonej wydajności pytli płaskich, odpowiednio do stosowanych w praktyce rozmiarów, ilości działów i ram, oraz rodzaju odsiewanego produktu mielenia, zawiera poniższa tabliczka:

Ustrój pytla płaskiego podług ilości		Zewnętrzne wymiary pudła w *mm*			Wydajność każdego działu pytla płaskiego w pudach na godzinę			
					z produktu			
działów	ram	długość	szerokość	wysokość	śrutowania	rozczyniania	wymielania	gatunkowania kaszek
Jedno-działowy .	7	1500	1000	385	50	18	12	13
Dwu- „ .	„	„	„	„	22	8	6	—
Trój- „ .	„	„	„	„	15	6	4	—
Dwu- „ .	10	2180	1340	440	55	20	15	13
Trój- „ .	„	„	„	„	30	12	10	—
Cztero- „ .	„	„	„	„	25	9	7	—
Dwu- „ .	„	3340	1340	440	85	30	25	21
Trój- „ .	„	„	„	„	50	18	15	—
Cztero- „ .	„	„	„	„	40	14	12	—
Dwu- „ .	„	3400	1530	440	100	35	30	25
Trój- „ .	„	„	„	„	55	22	17	—
Cztero- „ .	„	„	„	„	45	17	13	—
Dwu- „ .	12—14	3340	1600	620—680	110	40	35	26
Trój- „ .	„	„	„	„	60	25	20	—
Cztero- „ .	„	„	„	„	50	20	15	—

B) Wialnie kaszkowe i miałowe.

We wstępie o gatunkowaniu produktu mielenia zostało już ogólnikowo zaznaczonem, że t. zw. *wialnie kaszkowe i miałowe* służą do gatunkowania kaszek i miałów podług ich ciężkości gatunkowej, co stanowi bardzo ważną czynność szczególnie przy wysokim lub kaszkowym systemie mielenia. Cel zaś powyższego gatunkowania tłomaczy się różną jakością otrzymywanych wprost z pytii młyńskich kaszek i miałów, jako między-produktów mielenia, albowiem przedstawiają one mieszaninę różnorodnych odłamków ziarnowych, z których jedne gatunkowo najcięższe, pochodzą z samego jądra ziarna, inne zaś są gatunkowo mniej lub więcej lżejsze od poprzednich, odpowiednio do tego, czy pochodzą z części ziarna, mniej lub więcej przyległych do łuski zewnętrznej, albo stanowią odłamki jądrowe z przylegającemi do nich cząstkami tej ostatniej, albo nareszcie są tylko cząstkami otrębowemi. Stosownie więc do ogólnego zadania młynarstwa zbożowego, sprowadzającego się do otrzymywania mąki wolnej od otrąb, a otrąb wolnych od

mąki, kaszki i miały, pochodzące z samych jąder ziarna, są najcenniejsze dla dalszego procesu mielenia, podczas gdy wartość innych stopniowo maleje, w stosunku do tego, czy pochodzą one z mniej lub więcej przyległych do łuski części ziarna i czy przylegają do nich mniejsze lub większe cząsteczki otrębowe, stają się one wreszcie zupełnie nieprzydatne do dalszego wymielania, jeżeli stanowią cząstki otrębowe. Powyższym różnicom ciężkości gatunkowej pojedyńczych cząstek kaszek i miałów zawdzięczać należy możność gatunkowania ich prądem wiatru, do czego wszakże potrzebnem jest uprzednie rozgatunkowanie ich podług wielkości. To ostatnie w większych zakładach młynowych odbywa się na oddzielnych pytlach *kaszkowych* lub *miałowych*, w mniejszych zaś młynach uskutecznia się zwykle na rafkach *kaszkowych* lub *miałowych*, złączonych bezpośrednio z danemi wialniami. Potrzeba gatunkowania kaszek lub miałów podług ich wielkości, zanim zostaną one wystawione na działanie prądu wiatru w wialni, pojmuje się łatwo, uprzytomniając sobie zasadę działania tej ostatniej, polegającej na tem, że prąd wietrzny danej siły, spotykając się z różnorodnemi cząstkami kaszek lub miału, unosi je tem dalej, im są one gatunkowo lżejsze i im większe posiadają powierzchnie oporne dla danego prądu wietrznego, względnie do ich objętości sześciennych, a więc i ciężaru, to znaczy, że cząstki gatunkowo lżejsze, o nieregularnych, więcej spłaszczonych powierzchniach zewnętrznych, unoszą się dalej danym prądem wiatru, aniżeli cząstki gatunkowo cięższe o więcej regularnych i zaokrąglonych kształtach; natomiast jednokształtne cząstki o jednakowej ciężkości gatunkowej, lecz o różnych wymiarach zewnętrznych, unoszą się w danym prądzie wietrznym tem dalej, im są mniejszych rozmiarów; na mocy więc tego ostatniego faktu zachodzi właśnie konieczna potrzeba uprzedniego rozgatunkowania kaszek i miałów podług ich wielkości, zanim podda się je kolejnemu gatunkowaniu podług ciężkości gatunkowej na wialniach z odpowiednio wyregulowaną do ich wielkości siłą prądu wietrznego; w przeciwnym bowiem razie, t. j. jeżeli w danej mieszaninie kaszek lub miałów znajdują się cząstki różnej wielkości, a jednakowej ciężkości gatunkowej, zatem jednowartościowe pod względem jakościowym, to naówczas mniejsze z nich w danym prądzie wietrznym mogą być tak samo daleko unoszone, jak odpowiednio większe cząstki o mniejszej ciężkości gatunkowej, zatem mniej wartościowe, to znaczy, że różnowartościowe cząstki mieszałyby się podówczas w jednym i tym samym oddziale wialni, to jest w miejscu, przeznaczonem do spadania odnośnych cząstek, unoszonych jednakowo daleko prądem wiatru.

Ogólne warunki dobrego działania będących w mowie wialni, bez względu na ich system ustroju wewnętrznego, są następujące:

1) odpowiednio cienko i rzadko rozwarstwowany, a przytem jednostajnie równomierny i ciągły wsyp odnośnych cząstek mlewa, gdyż wówczas tylko dana siła prądu wietrznego posiada możność należycie jednorodnego rozgatunkowania tych ostatnich;

2) odpowiednio silny do danej wielkości odnośnych cząstek mlewa i jednostajnie przeciągły prąd powietrza, ażeby jednowartościowe cząstki mlewa dostawały się stale do jednych i tych samych przedziałów odbiorczych wialni, które są im wskazane.

Ze względu na sposób wprowadzania cząstek mlewa do danej wialni, wyróżnia się w praktyce trzy zasadnicze ich grupy, a mianowicie: 1) *wialnie opadowe*, w których wprowadzane cząstki mlewa, opadając wyłącznie pod działaniem siły ich ciężkości, natrafiają na prąd wiatru pod kątem 90 — 180°; 2) *wialnie odśrodkowo-opadowe*, w których wprowadzane cząstki mlewa, mając uprzednio nadaną sobie pewną siłę rzutu odśrodkowego, opadają następnie siłą ich ciężkości, natrafiając na prąd wiatru pod kątem 90—180°; 3) *wialnie wysiewowo-opadowe*, w których wprowadzane cząstki mlewa, posuwając się po sicie płaskiem, zostają podwiewane od spodu prądem wietrznym.

1. Wialnie opadowe. Ten rodzaj wialni stosuje się w praktyce wyłącznie do gatunkowania kaszek, miały bowiem, jako zbyt drobne cząsteczki mlewa, a więc nienabierające większych prędkości podczas wolnego spadku pod działaniem siły ich ciężkości, wymagają dla należytego gatunkowania tak małej siły prądu wietrznego, że trudno go otrzymać przy tym systemie wialni w pożądanym stopniu jednostajności. Tym sposobem wialnie opadowe mianują się wyłącznie kaszkowemi. Mogą one służyć do czyszczenia kaszek różnej wielkości, przyczem jednak powinno się stosować tem

większy kąt dla kierunku prądu wiatru względem pionowego kierunku wolnego spadku cząstek mlewa, im mniejsze są dane cząstki mlewa (t. j. kaszki), ażeby, nie zmniejszając prędkości danego prądu powietrznego, zbyteczna część siły tego ostatniego w danym wypadku była znoszoną do pewnego stopnia przez siłę spadku samych cząstek mlewa; krańcowe zatem granice, dla wyżej wzmiankowanych zmian kąta, pod którym spotykają się spadające

A rafka górna, obciągnięta gazą mącznomiałową dla odsiewania pozostałej w kaszkach mąki i miału;

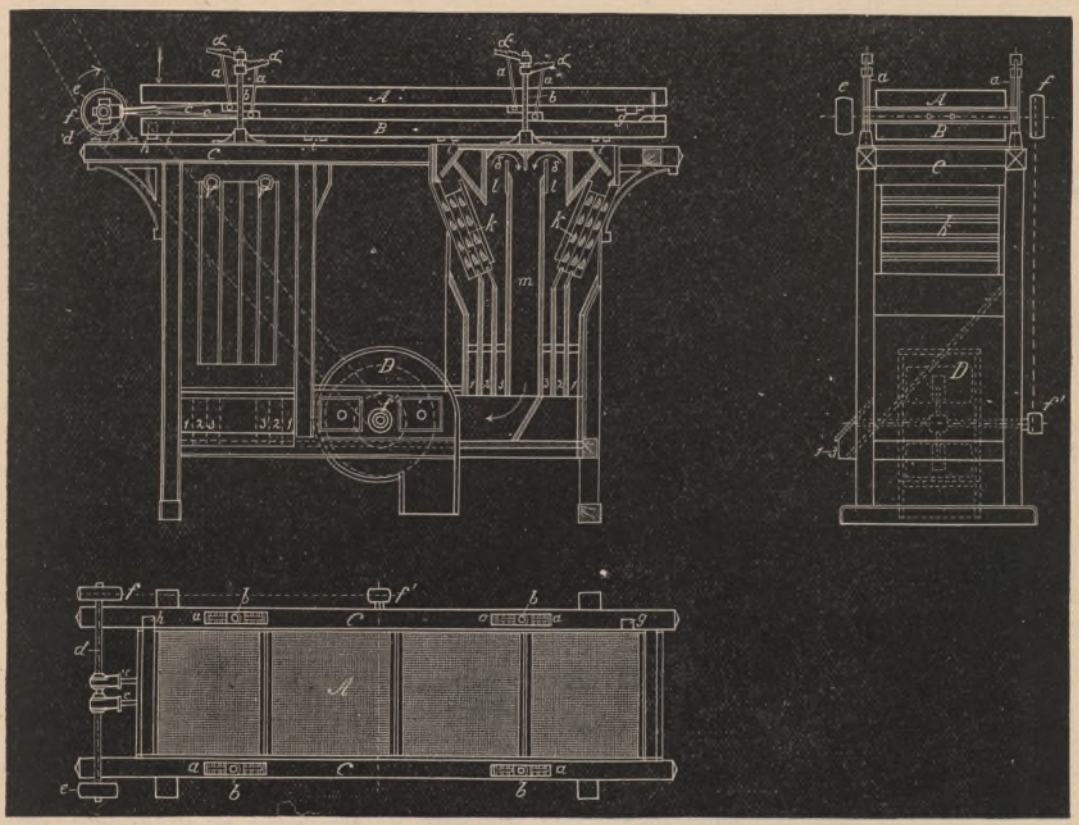
B rafka dolna, obciągnięta 4-ma numerami gazy kaszkowej, dla rozgatunkowywania kaszek na cztery wielkości;

C wialnia właściwa na stalugach drewnianych;

D wietrznik wialni;

aa pręty żelazne, służące do zawieszania rafek *A* i *B*, za pośrednictwem łapek

Fig. 41.



cząstki mlewa z prądem wiatru, wynoszą 90—180°, t. j. ten ostatni może być skierowywany względem spadających pionowo cząstek mlewa od prostopadłego, aż do wprost przeciwnego im kierunku.

Tego systemu wialnię opadową, w połączeniu z 2-ma rafkami mączno-miałowemi przedstawia fig. 41 w częściowym widoku i przekroju podłużnym, oraz w widokach bocznym i z góry, w $^1/_{40}$ naturalnej wielkości gdzie oznacza:

zębatych *αα*, osadzonych na trzpionkach pionowych *bb*, zmocowanych z górną stalugą wialni *C*;

cc sprężyny stalowe do popędu rafek *A* i *B* z wału korbowego *d*, pomieszczonego w łożyskach ββ, osadzonych na górnej staludze wialni *C*;

e koło pasowe do popędu rafek *A* i *B*;

f i *f'* koła pasowe do popędu wietrznika *D*;

g rurka wlotowa, dla wysianej mąki i miału, schodzących z dna rafki *A*;

h rurka wylotowa dla grubszego odchodu kaszkowego z dolnej rafki *B*;

ii wyloty dla kaszek, schodzących z dna rafki *B*;

kk przyrządy ramowe, z których każdy składa się z trzech odpowiednio pochylonych do pionu, cztero-listwowych ram, przyczem dwie ramy od wnętrza wialni mogą być przesuwane równolegle do ich powierzchni pochyłych, w celu pożądanej zmiany kierunku i siły prądu wiatru, wiejącego stale w przestrzeniach pomiędzy listwami odnośnych ram, stosownie do wielkości i gatunku danych kaszek;

ll kanały wietrzne, należące do każdego pojedynczego działu wialni *C*;

m kanał wietrzny, wspólny dla dwóch działów wialni *C*;

δδ zasuwki do reguiowania siły prądu wiatru, za odpowiedniem pokręceniem kółek ręcznych *γγ*;

1,2,3, kanały opadowe dla rozgatunkowanych kaszek.

Zasadnicze działanie niniejszej wialni polega na tem, że wysiane kaszki na pytlu młyńskim, wprowadza się możliwie jednostajnym strumieniem na płaską powierzchnię gazową górnej rafki *A* (w miejscu, oznaczonem pionową strzałką na fig. 41), która wysiewa pozostałe w kaszkach mąkę i miał, schodzące z dna rafki do końcowej rurki wylotowej *g*, podczas gdy utrzymujące się na powierzchni gazowej rafki *A* kaszki, skutkiem odpowiedniego pochylenia tej ostatniej względem poziomu, postępując stopniowo w stronę jej spadku, zsypują się ciągłym strumieniem przez końcowy podłużny otwór wylotowy (jak to odnośna strzałka fig. 41 wskazuje) na dolną rafkę *B*, pierwszy dział której, obciągnięty, odnośnie do dalszych działów, najgęstszym numerem gazy, wysiewa najdrobniejsze kaszki, podczas gdy trzy następne działy wysiewają kolejno coraz grubsze kaszki, najgrubsze zaś z nich, stanowiące t. zw. *odchód kaszkowy*, jako nieprzepuszczony przez gazę kaszkową czwartego działu, wyprowadza się rurką boczną *h* na zewnątrz wialni; następnie każdy z czterech, rozgatunkowanych podług wielkości na rafce *B*, numerów kaszki zsypuje się bezustannie przez odnośny wylot *i* do skrzynki zasypowej, przeznaczonego dla siebie działu wialni, skąd jednostajnym, odpowiednio wązkim strumieniem, opada do przestrzeni, w której lokuje się przyrząd ramowy *k*; pożądane rozgatunkowanie kaszek jednej wielkości w każdym dziale wialni osiąga się, przy danem odpowiedniem pochyleniu tego ostatniego względem pionu, przez właściwe ustawienie obu cztero-listwowych ram od strony wnętrza wialni, względnie do pierwszej nieruchomej ramy zewnętrznej, oraz stosowne wyregulowanie siły prądu wietrznego za pomocą zasuwki *δ*, przyczem kaszki gatunkowo najcięższe, jako najmniej poddające się bocznej sile odchylającej danego prądu wietrznego, podczas ich wolnego spadku pionowego, opadają kolejno po czterech listwach pierwszej ramy zewnętrznej przyrządu *k* do kanału *1*, odprowadzającego je na zewnątrz wialni, jak to w widoku bocznym wialni na fig. 41 zostało uwidocznionem; natomiast kaszki, gatunkowo lżejsze od poprzednich, jako odpowiednio więcej poddające się bocznej sile odchylającej danego prądu wietrznego podczas ich wolnego spadku pionowego, przechodzą kolejno po listwach dwóch pozostałych ram wewnętrznych przyrządu *k* do kanałów *2* i *3*, odprowadzających je na zewnątrz wialni w ten sposób, jak kanał *1*; najlżejsze wreszcie cząstki otrębowe, zawarte w kaszce danego numeru, unoszą się prądem wiatru za pośrednictwem kanałów *l* i *m* do wietrznika *D*, wydmuchującego je ostatecznie do komory wietrznej; tym sposobem każdy z czterech numerów kaszek, wysianych na rafce *B*, pod działaniem odpowiedniego prądu wietrznego, spotykającego się pięciokrotnie ze strumieniem kaszkowym w każdej z trzech ram listwowych danego przyrządu *k*, zostaje należycie rozgatunkowany podług ciężkości gatunkowej na kaszkę przednią, poślednią i t. zw. *odrzut kaszkowy*, zbierające się w kolejnych kanałach opadowych 1, 2 i 3, przyczem zawarte w nich otrąbki wietrzne są wysiewane do komory. *Wydajność wialni opadowej*, przedstawionej na fig. 41, *stosownie do szerokości jej przyrządu ramowego 800—1000 mm, wynosi 20—30 pudów kaszki na godzinę, przy 350—400 obrotach na minutę koła popędowego dla rafek, zużywając 1—1½ konia parowego.*

2. Wialnie odśrodkowo-opadowe. Ten rodzaj wialni stosuje się w praktyce wyłącznie do gatunkowania miałów, jako składających się z tak drobnych cząsteczek mlewa, że wytwarzana prędkość podczas ich wolnego spadku nie wystarcza dla należytego ich rozgatunkowania przy zastosowaniu nawet możliwie słabego prądu

wietrznego; to też wprowadzanym tu cząstkom miału nadaje się uprzednio pewną siłę rzutu odśrodkowego.

Wialnię odśrodkowo-opadową przedstawia figura 42 w przekroju środkowym w $^1/_{10}$ naturalnej wielkości, gdzie oznacza:

A koło pasowe, osadzone na wale pionowym *w*, do popędu wialni;

B B cylindryczne stojaki rurowe, służące nietylko za podstawę wialni, lecz zarazem jako rury wietrzne;

C łącznik żelazny, zmocowany ze stojakami *BB*, a mieszczący w sobie górne łożysko dla wału pionowego *w*;

D wstawka żelazna, zmocowana ze stojakami *BB*, a mieszcząca w sobie dolne łożysko (brok) dla wału pionowego *w*;

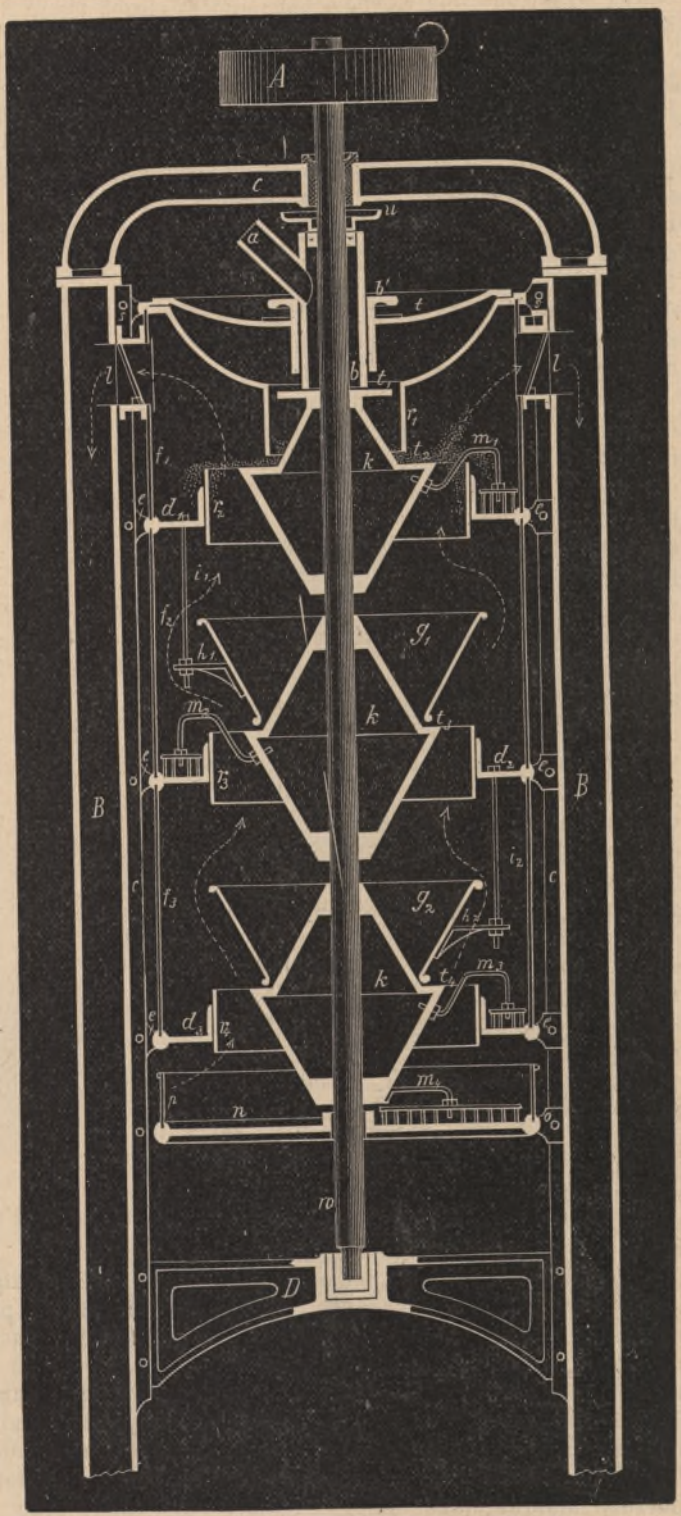
a boczna rurka wlotowa dla miału, komunikująca się bezpośrednio z rurą zasypową *b*, która mieszcząc się w cylinderku z kołnierzem *b'*, może podnosić się lub opuszczać, regulując tym sposobem ilość wydostającego się miału na powierzchnię talerzyka zasypowego t_1;

d_1 d_2 i d_3 rynienki pierścieniowe dla kolejnych *odrzutów miałowych*, które, będąc zmocowane z wypustkami podłużnemi *cc* stojaków *BB*, za pośrednictwem łapek *ee*, służą zarazem do odpowiedniego osadzenia blaszanych płaszczów cylindrycznych wialni f_1 f_2 f_3;

g_1 g_2 stożkowe leje blaszane z wieszakami h_1 h_2, służącymi do stałego zawieszania ich na prętach i_1 i_2, osadzonych w dnach rynienek d_1 d_2;

k k k dwustożkowe powierzchnie, które, będąc osadzone na wale pionowym *w* w ich ściętych wierzchołkach, stykają się z sobą powierzchniami podstawowemi

Fig. 42.



o nierównych obwodach w ten sposób, że wytwarzają kolejne poziome powierzchnie pierścieniowe t_2, t_3 i t_4, służące do nadawania cząstkom miału siły rzutu odśrodkowego;

ll przeciwległe sobie otwory wietrzne, komunikujące wnętrze wialni z rurami stojaków *BB*;

m_1—m_4 grabelki, zmocowane z dolnemi powierzchniami stożkowemi *kk*, służące do stałego zgarniania do wylotów zewnętrznych odrzutów miałowych z rynienek d_1 d_2 d_3, oraz czystego miału z dolnej tarczy opadowej *n*, zmocowanej z wypustką *c* za pośrednictwem łapki *o*, przyczem na zewnętrznym obwodzie tarczy *n* mieści się cylindryczna ścianka blaszana *p*;

r_1—r_4 powierzchnie cylindryczne, otaczające w odpowiedniem oddaleniu odnośne stożki *kk*, przyczem *r* jest stale złączoną z wypustką *c* za pośrednictwem łapek *ss*, podczas gdy pozostałe r_2 — r_4, mieszcząc się w odnośnych rynienkach pierścieniowych d_1, d_2 i d_3, mogą być przestawiane w pionowym kierunku;

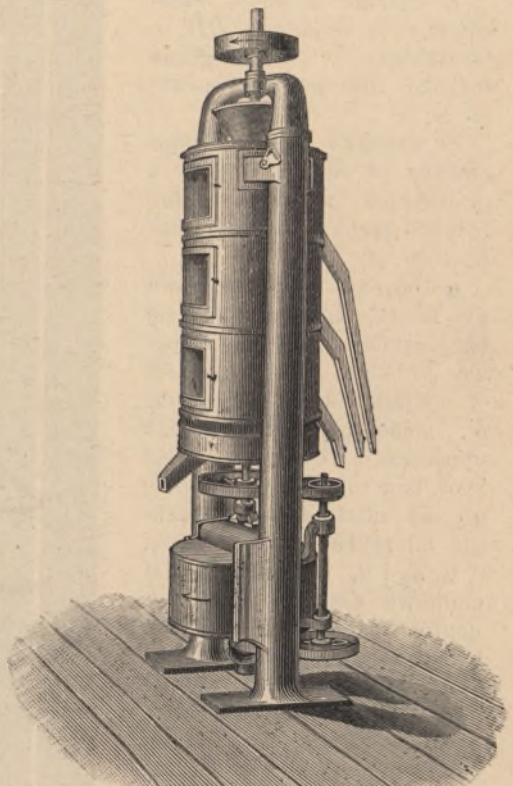
t wierzchnia pokrywa wialni;

u miseczka ściekowa dla górnego łożyska wału *w*.

Sposób działania niniejszej wialni miałowej jest następujący:

Należycie rozgatunkowany miał, podług wielkości jego pojedyńczych cząstek na danym pytlu lub rafce miałowej, zasypuje się przez boczną rurkę wlotową *a* do rury zasypowej *b*, z której wydostaje się następnie jednym ciągiem na odpowiednio szybko obracającą się powierzchnię talerzyka zasypowego t_1 w żądanej ilości, t. j. stosownie do zregulowanego oddalenia rury *b* względem tego ostatniego; następnie cząstki mlewa, w skutek obrotu talerzyka t_1, zostają rzucane nadawaną im siłą odśrodkową o powierzchnię cylindryczną r_1, po której opadają równomiernie rozproszonym strumieniem na powierzchnię pierścieniową t_2, nadającą im odpowiednią siłę rzutu odśrodkowego, będąc zarazem wystawione na prąd wiatru, od spodu wiejącego (w kierunku załączonych na fig. 42 strzałek), przyczem najlżejsze cząsteczki otrębowe unoszą się przez otwory wietrzne *ll* do wewnętrznych kanałów stojaków *BB*, komunikujących się na zewnątrz z odnośnym wietrznikiem ssącym i komorą wietrzną, podczas gdy odpowiednio cięższe odrzuty miałowe, jako mniej poddające się danemu prądowi wietrznemu, opadają w rynienkę pierścieniową d_1, skąd zgarniają je do otworu wylotowego, prowadzącego na zewnątrz wialni, grabelki m_1; natomiast gatunkowo najcięższe cząstki miału, staczając się po powierzchni cylindrycznej r_2, opadają do leja stożkowego g_1, z którego wydostają się na następną powierzchnię pierścieniową t_3, nadającą im ponownie odpowiednią siłę rzutu odśrodkowego, przyczem oddziaływanie danego prądu wiatru, wiejącego od spodu, jest takie same, jak wyżej zostało wskazanem; powyższa manipulacya gatunkowania powtarza się tu raz jeszcze z pomocą odnośnego rzutu odśrodkowego następnej powierzchni pierścieniowej t_4, aż wreszcie gatunkowo najcięższe cząstki danego miału, staczające się po powierzchni cylindrycznej r_4, spadają na tarczę opadową *n*, skąd zostają bezustannie zgarniane do odnośnego wylotu, prowadzącego na zewnątrz wialni, za pomocą grabelek m_4.

Fig 43.



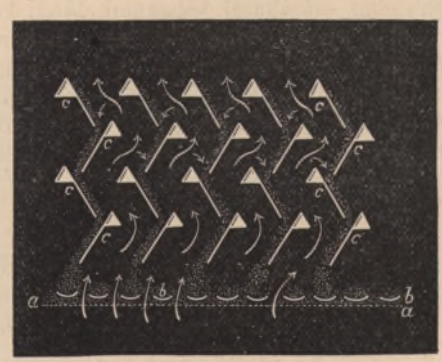
Z powyższego objaśnienia działania wialni miałowej widzimy, że służy ona do trzykrotnego nadawania cząstkom miału rzutu odśrodkowego, przyczem te ostatnie, podczas ich następnego opadania, są wystawione na stały prąd wietrzny, przewiewający je od spodu, w rezultacie zaś tego wszystkiego osiąga się rozgatunkowanie danego miału podług ciężkości gatunkowej jego cząstek składowych na *miał przedni i trzy stopniowo coraz pośledniejsze odrzuty miałowe, obok wywiania cząstek otrębowych.*

Tego rodzaju wialnia miałowa buduje się także w połączeniu z wietrznikiem ssącym, który pomieszcza się u spodu wialni pomiędzy jej stojakami rurowemi, jak to zauważa się na fig. 43, przedstawiającej taką wialnię w widoku perspektywicznym, gdzie reszta uwidocznionych części powinna być już dostatecznie zrozumiałą po uprzedniem rozpatrzeniu wewnętrznego ustroju na fig. 42.

Wydajność będącej w mowie *wialni odśrodkowo-opadowej, przy średnicy jej płaszcza cylindrycznego, wynoszącej 500 mm i 100 obrotach na minutę wału popędowego, wynosi około 6 pudów miału na godzinę, przy zużyciu około 1 konia parowego.*

3. Wialnie wysiewowo-opadowe. Zasadnicze urządzenie takiej wialni polega na zastosowaniu rafki obciągniętej żądanym numerem gazy, na której dane cząstki mlewa, posuwając się stopniowo w stronę wylotową, są wystawione na stały prąd wiatru, przewiewający je od spodu, przyczem cząstki gatunkowo lżejsze zostają unoszone ponad powierzchnię gazową, podczas gdy cząstki gatunkowo cięższe, utrzymując się na tej ostatniej, przedostają się następnie przez odpowiednie do ich wielkości otworki (oczka) gazy, to jest pod działaniem siły ciężkości zostają wysiewane na zewnątrz rafki. Szematyczne przedstawienie zasady działania tego rodzaju wialni wysiewowo-opadowej, podług najwięcej obecnie rozpowszechnionego ustroju wewnętrznego, znajduje się na fig. 44, gdzie linia wykropkowana *a* wyobraża przekrój powierzchni gazowej danej rafki, ponad którą rozpościera się ruszt korytkowy *bb*, a powyżej tego ostatniego mieści się szereg listewek trójkątnych *cc* z pochyłemi deseczkami spadowemi; wyobraziwszy sobie następnie, że powierzchnia gazowa *a*, pozostająca w ciągłym ruchu posuwistym tam i z powrotem, nieustannie pokrytą jest stopniowo posuwającą się w stronę wylotową cienką warstwą mlewa, wówczas dany prąd powietrza, działający w kierunku załączonych na fig. 44 strzałek, t. j. od spodu powierzchni gazowej, przenikając przez kwadratowe otworki (oczka) tej ostatniej i podłużne szpary rusztu *bb*, pociąga za sobą gatunkowo lżejsze cząstki mlewa, które, zostając dalej unoszone pomiędzy wężykowato rozstawionemi listewkami trójkątnemi *cc*, są wystawione na odpowiednio słabszy prąd wiatru, jako przechodzącego z wązkich szpar rusztu *bb* w znacznie rozszerzone przestrzenie ponad tym ostatnim; w następstwie zaś tego osłabienia się prądu wietrznego, w połączeniu z wielokrotną zmianą jego kierunku pomiędzy listewkami *cc*, unoszone cząstki mlewa stopniowo opadają po pochyłych

Fig. 44



deseczkach tych ostatnich do rynienek rusztu *bb*, z wyjątkiem tylko najlżejszych cząstek otrębowych, unoszonych jeszcze dalej tym słabym prądem wiatru; w rynienki rusztu *bb* opadają także i te cząstki mlewa, które, niedosięgając listewek *cc*, zmuszone są wcześniej opaść własnym ciężarem, w obec raptownego osłabienia się prądu wietrznego po wyjściu jego ze szpar rusztu *bb*; dla wytworzenia powyższego działania, gatunkującego cząstki mlewa podług ich ciężkości gatunkowej, wymaga się naturalnie, ażeby powierzchnia gazowa *a* i ruszt *bb* były zawarte w jednej, należycie uszczelnionej z boków ramie, to znaczy, ażeby dany prąd wiatru dla przejścia przez szpary rusztu *bb* nie miał innej drogi, jak tylko przez otwory powierzchni gazowej *a*; w praktycznem wykonaniu tego ostatniego warunku wytwarza się rafkę z dolną powierzchnią gazową a zamkniętą z góry rusztem korytkowym, przy możliwem uszczelnieniu jej bocznych

ścianek; ponieważ ruszt korytkowy porusza się podówczas razem ze swą rafką, to nadając pojedynczym korytkom rusztu odpowiednie pochylenia na dwie strony, osiąga się stały ruch postępowy opadłych w nie cząstek mlewa, przez co te ostatnie usuwa się bezustannie z rynienek rusztu na stronę bez żadnego specyalnego w tym celu przyrządu do zgarniania; wreszcie dla należytego działania będącej w mowie wialni wymaga się, ażeby rafka z płaską powierzchnią gazową i daszkowato ukształtowanym rusztem korytkowym była uszczelnioną także względem wnętrza wialni, to znaczy, ażeby dany prąd wiatru nie miał innej drogi dla przejścia do wnętrza wialni, jak tylko przez otwory powierzchni gazowej, co osiąga się w praktyce przez dostatecznie luźną opaskę z nieprzenikliwego dla prądu wietrznego materyału (skóry lub filcu), która z jednej strony łączy sie z zewnętrznemi ściankami bocznemi danej rafki, a z drugiej — z wewnętrznemi ściankami skrzyni wialni, pozostawiając przytem zupełną swobodę ruchu rafce.

Ważne udoskonalenie, jakie w ostatnich czasach rozpowszechniło się w zastosowaniu do tego rodzaju wialni, stanowi końcowe przewiewanie odchodu rafki wialni, to znaczy, tych cząstek mlewa, które, przechodząc po powierzchni gazowej rafki i będąc wystawione jednocześnie na działanie prądu wietrznego od spodu, utrzymują się do samego końca na powierzchni gazowej, t. j. do miejsca ich spadania z tej ostatniej. Przewiewanie to cząstek odchodowych rafki jest z tego względu nader ważnem, że stanowią one mieszaninę względnie grubych cząstek mlewa różnej wartości, albowiem znajdują się pomiędzy niemi nietylko te gatunkowo lekkie cząstki, które, za wspólnem oddziaływaniem danego ruchu rafki i prądu wietrznego, wydostają się i utrzymują do końca na wierzchu warstwy mlewa, przesuwającej się po powierzchni gazowej, lecz i te także gatunkowo cięższe cząstki mlewa, które nie miały możności przedostania się przez otworki (oczka) gazy. Szematyczne przedstawienie przewiewania cząstek odchodowych rafki wyobraża fig. 45, gdzie oznacza:

A rama rafki, zawierająca w sobie powierzchnię gazową *a* i ruszt korytkowy *bb*, a poruszająca się tam i z powrotem (jak to odnośne strzałki wskazują);

c rynienka zasypowa dla cząstek mlewa, schodzących z powierzchni gazowej *a*;

d luźna osłona z nieprzenikliwego dla prądu wietrznego materyału (skóry lub filcu), która, będąc przypiętą do rafki *A* i rynienki *c*, służy do należytego uszczelnienia w tem miejscu rafki *A* względem wnętrza wialni;

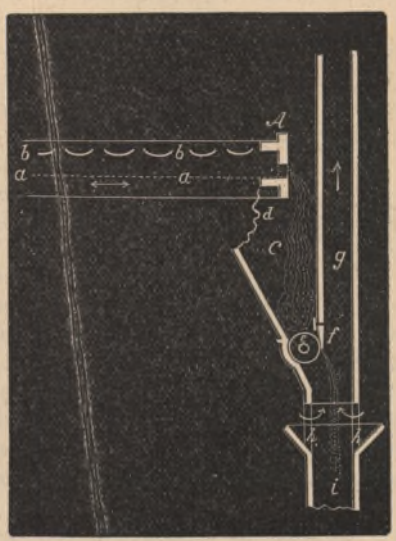
e walec zasilający dla równomiernego wyprowadzania cząstek mlewa z rynienki c, przy pomocy przystającej do niego klapy *f*, zabezpieczającej od przedostawania się tędy powietrza w większych ilościach;

g kanał wietrzny, skomunikowany w dalszym ciągu z wietrznikiem wialni, a czerpiący dla siebie powietrze przez otwory *hh*;

i pionowa rura spadowa dla gatunkowo cięższych cząstek mlewa.

Działanie takiego urządzenia polega na

Fig. 45.



tem, że cząstki mlewa, schodzące z powierzchni gazowej *a*, opadają do rynienki *c*, z której wydostają się równomiernym strumieniem za pośrednictwem walca zasilającego *e* i opadają w kanał wietrzny *g*, gdzie pod działaniem od spodu wiejącego prądu wietrznego zostają uwolnione od gatunkowo lżejszych swych cząstek, przez unoszenie ich do odrębnego oddziału końcowego wialni, służącego do dalszego gatunkowania, przez zastosowanie w nim podobnych listewek trójkątnych z pochyłemi powierzchniami, które zostały bliżej objaśnione na fig. 44; wreszcie gatunkowo cięższe cząstki mlewa opadają w rurze pionowej *i*, skąd zbiera się je do worka.

Wialnię wysiewowo-opadową w najwięcej dotąd udoskonalonym jej ustroju wewnętrznym, przedstawia fig. 46 w przekrojach podłużnym i poprzecznym, gdzie oznacza:

a kosz zasypowy dla cząstek mlewa;

b walec zasilający, który, mieszcząc się w spodzie kosza *a*, wydobywa z niego zasypane cząstki mlewa w żądanej ilości, zsypując je równomiernym strumieniem do poniższego kanału wlotowego, skąd przechodzą one na powierzchnię gazową rafki *c*, zaopatrzonej w górny daszkowo ukształtowany ruszt korytkowy *e*, w ten sposób, jaki był już bliżej objaśniony na poprzednich fig. 44 i 45;

d ślimacznica odbiorcza, mieszcząca się w dolnym koszu zsypowym wialni, a służąca do sprowadzania wysianych cząstek mlewa na powierzchni gazowej rafki *c* do ich otworu wylotowego;

f wietrznik ssący wialni, który, komunikując się swymi bocznymi otworami okrągłymi z wnętrzem wialni, wyciąga z tego ostatniego powietrze, mogące napływać z zewnątrz wyłącznie tylko przez powierzchnię gazową rafki *c*, jak to poprzednio było już wyjaśnionem w odnośnem miejscu, dotyczącem urządzenia rafki wialni;

gg listewki poprzeczne z deszczułkami spadowemi, znaczenie których było już wytłomaczonem na fig. 44;

h dwuspadkowy daszek, po którym cząstki mlewa, opadające z odnośnych deszczułek spadowych, staczają się do pochyłych korytek rusztu *e*, skąd przechodzą następnie do bocznych kanalików podłużnych *ii*, sprowadzających je do otworów wylotowych na zewnątrz wialni;

kk oddziały wialni, przeznaczone do ostatecznego opadu cząstek mlewa, unoszonych prądem wiatru;

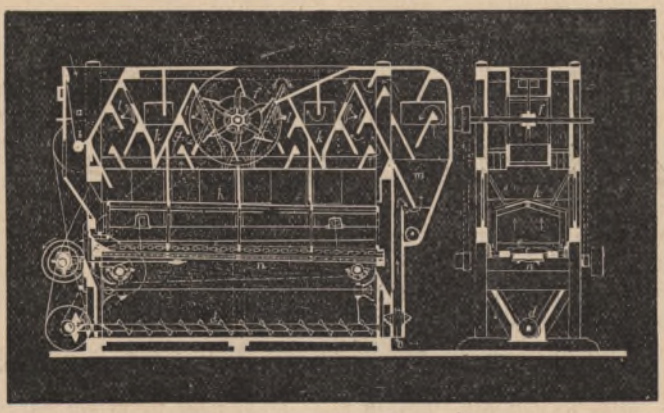
ll szyberki do regulowania siły prądu wietrznego, przenikającego do oddziałów wialni *kk*;

m oddział końcowy wialni, przeznaczony dla opadu gatunkowo lżejszych cząstek mlewa, unoszonych prądem wiatru z pionowego kanału wietrznego, do którego zsypuje się odchód rafki *c*, w taki sam sposób, jaki poprzednio był już bliżej wytłomaczony na fig. 45;

n szczotka poprzeczna, która, przystając od spodu do powierzchni gazowej rafki *c* i poruszając się na łańcuszkach bez końca, służy do oczyszczania otworów (oczek) gazy;

o rura pionowa do opadu gatunkowo cięższych cząstek odchodu rafki *c*.

Fig. 46.



Ogólny przebieg czynności będącej w mowie wialni jest następujący: dane cząstki mlewa, wydostając się z kosza zasypowego *a*, za pośrednictwem walca zasilającego *b*, opadają równomiernym strumieniem żądanej grubości na ściankę pochyłą kanału wlotowego, z którego staczają się na powierzchnię gazową rafki *c*; ponieważ ta ostatnia, przy odpowiedniem zawieszeniu na sprężynach jest nieco pochyloną względem poziomu i pozostaje w ciągłym ruchu tam i nazad, to zasypywane na jej powierzchnię gazową cząstki mlewa postępują stopniowo w stronę wylotową, tworząc tym sposobem ruchomą warstwę mlewa,

pokrywającą całą powierzchnię gazową, przyczem gatunkowo lżejsze cząstki mlewa pod działaniem odpowiedniego prądu wietrznego, wiejącego od spodu, wydostają się na wierzch warstwy mlewa, podczas gdy gatunkowo cięższe cząstki, odpowiedniej do danego numeru gazy wielkości, przechodząc przez oczka tej ostatniej, opadają do kosza zsypowego wialni, skąd następnie zostają wyprowadzane na zewnątrz za pośrednictwem ślimacznicy, sprowadzającej je do odnośnego otworu wylotowego; natomiast z pośród gatunkowo lżejszych od wysiewanych na gazie cząstek mlewa, stosownie do różnic, zachodzących w ich ciężkości gatunkowej, niektóre z nich, jako względnie najcięższe, utrzymują się do końca na wierzchu warstwy mlewa, przesuwającej się po powierzchni gazowej wespół z gatunkowo cięższemi cząstkami mlewa, niemającemi możności przedostawania się przez oczka tej ostatniej, inne zaś, jako względnie lżejsze od poprzednich, zostają unoszone w wyższe oddziały wialni, zaopatrzone w odpowiednio uszeregowane listwy trójkątne *g*, z deszczułkami spadowemi, skąd znowu względnie cięższe z nich opadają do korytek rusztu daszkowego *e*, sprowadzających je do rynienek podłużnych *ii*, z tych zaś na zewnątrz wialni, podczas gdy najlżejsze cząstki otrębowe, przedostają się razem z prądem wietrznym przez otwory, regulowane szyberkami *ll*, do oddziałów wialni *kk*, które, tworząc znacznie rozszerzone przestrzenie, sprowadzają tak wielkie osłabienie danego prądu wietrznego, że wszystkie odnośne cząstki otrębowe opadają tam swobodnie, czyste zaś powietrze wydmuchuje wietrznik *f*, na zewnątrz wialni; wreszcie gatunkowo lżejsze cząstki odchodu rafki *c*, w części opadają w końcowym oddziale wialni *m*, skąd dolna ślimacznica wyprowadza je do zewnętrznej rurki wylotowej, w części zaś, jako najlżejsze cząstki otrębowe, przechodzą do przyległego oddziału spadowego *k*, podczas gdy gatunkowo cięższe cząstki odchodu rafki *c* opadają w rurze pionowej *o* do podwieszonego worka.

Będąca w mowie wialnia może służyć tak do czyszczenia kaszek jak i miałów, przy użyciu stosownych numerów gazy i odpowiedniej siły prądu wietrznego, przyczem niepotrzeba łączyć ją z oddzielną komorą, gdyż wietrznik jej wydmuchuje zupełnie czyste powietrze; rezultat zaś rozgatunkowania wprowadzanych do tej wialni kaszek lub miałów sprowadza się do otrzymywania *przedniej kaszki* lub *miału*, jako wysiewanych na danej powierzchni gazowej, *odrzutu kaszkowego* lub *miałowego*, jako zbierających się w korytkach rusztu daszkowego, *odrzutu odchodowego*, jako gromadzącego się w końcowym oddziale opadowym, a wreszcie *cząstek otrębowych*, jako opadających w odnośnych oddziałach wialni.

Dla lepszego zrozumienia niektórych jeszcze części składowych tej samej wialni, która została przedstawioną na poprzedniej fig. 46, służy fig. 47, wyobrażająca ją w widoku perspektywicznym, gdzie oznacza:

a boczny kosz zasypowy, mieszczący w sobie walec zasilający *b*;

B koło pasowe do popędu walca zasilającego *b*;

c rafka wialni ze spodnią powierzchnią gazową i wierzchnim rusztem daszkowo-korytkowym, odpowiednio zawieszoną na czterech sprężynach $\alpha\alpha$, (z których jedna tylko jest widoczna na fig. 47);

C dolny kosz zsypowy wialni, mieszczący w sobie ślimacznicę odbiorczą, popędzaną z wałka przystawkowego *D*, za pośrednictwem pary trybików stożkowych $\beta\beta$;

E koło pasowe do obrotu wałka przystawkowego *D*, pomieszczonego w łożyskach, ześrubowanych z odnośnemi stalugami wialni;

F wał popędowy wialni, osadzony w łożyskach, zmocowanych z temi samemi stalugami co poprzedni;

G koło zamachowe na wale *F*, dla znoszenia powstających wstrząśnień, skutkiem szybkiego ruchu rafki *c*, popędzanej z wału *F*, za pośrednictwem założonego na nim mimośrodu γ, złączonego ze sprężyną popędową δ, umocowaną do spodu rafki *c*;

H koło pasowe na wale *F*, do obrotu walca zasilającego za pośrednictwem koła *B*;

I koło pasowe na wale *F* do obrotu wietrznika wialni, za pośrednictwem koła *K*, osadzonego na wałku, pomieszczonym w odpowiednich łożyskach, zmocowanych ze ściankami skrzyni wialni;

M koło pasowe do obrotu wału *F* od popędu młyna;

N koło łańcuchowe, które, będąc osadzone na jednym z dwóch wałków $\eta\eta$, spoczywających w łożyskach, zmocowanych ze stalugami wialni, służy do nadawania odpowiedniego ruchu szczotce, przystającej od spodu do powierzchni gazowej rafki *c*, za

pośrednictwem łańcuszka bez końca ε, obejmującego dwa kółka łańcuszkowe, założone na wałkach $\eta\eta$;

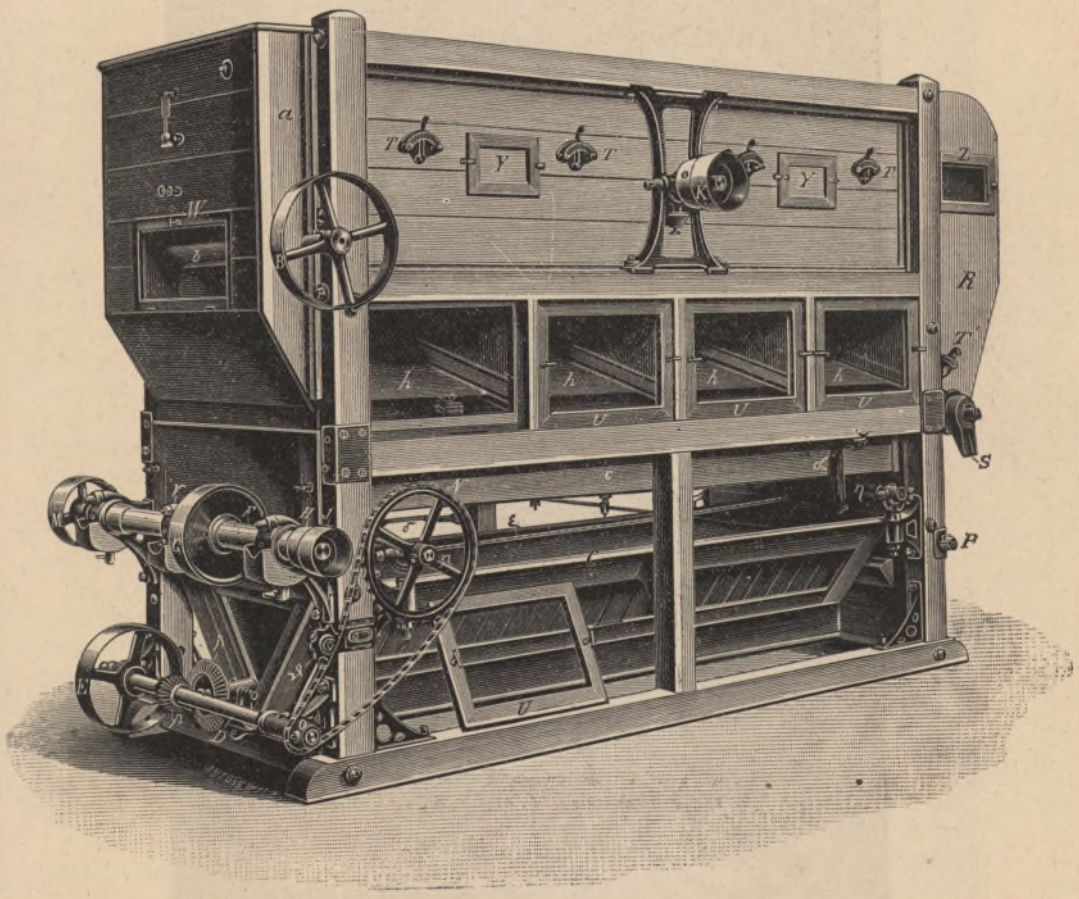
O kółko łańcuchowe na wałku przystawkowym *D* do popędu koła *N*, za pośrednictwem łańcuszka i kółka łańcuszkowego ϑ, które, będąc osadzone na czopku, wystającym z ramiączka, mogącego przesuwać się w odpowiedniem łożysku, zmocowanem

wewnętrzną ślimacznicę do rurki wylotowej *S*;

TT rączki szyberków do regulowania siły prądu wietrznego, przenikającego do oddziałów opadowych dla najlżejszych cząstek otrębowych;

T' rączka szyberka do regulowania siły prądu wietrznego, przenikającego do oddziału opadowego *R* dla odrzutów odcho-

Fig. 47.



z odnośną stalugą wialni, służy do nadawania pożądanego naprężenia łańcuszka popędowego;

P wałek do obrotu końcowego walca zasilającego, który służy do równomiernego zasypu odchodu rafki *c* w odnośny kanał wietrzny;

R oddział opadowy wialni dla odrzutów odchodowych rafki *c*, sprowadzanych przez

dowych rafki *c*;

UU boczne okienka (z których jedno, będąc na fig. 47 wyjęte, jest oddzielnie przedstawione, jako wsparte na beleczce podstawowej wialni), służące dla dostępu i obserwacyi wnętrza wialni, przyczem zauważa się przez nie powierzchnię dwuspadkowego daszku *h*, przeznaczonego do staczania się odnośnych odrzutów kaszkowych

lub miałowych, opadających następnie do korytek danego rusztu daszkowego;

W okienko w koszu zasypowym *a*;

YY okienka ślepe dla dostępu do oddziałów spadowych, przeznaczonych dla cząstek otrębowych;

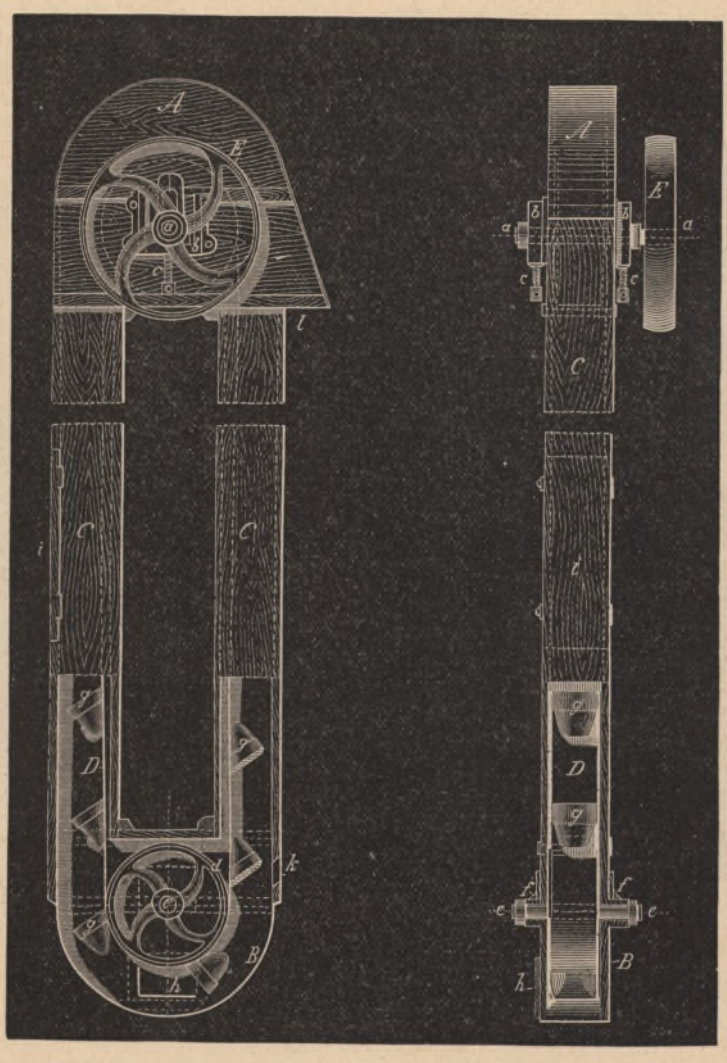
Z okienko w oddziale opadowym *R*, przeznaczonym dla odrzutów odchodowych rafki *c*.

Wydajność wialni wysiewowo-opadowej (przedstawionej na fig. 44—47), przy długości około 2000 *mm*, wysokości 1900 *mm* i szerokości 700 — 1000 *mm*, *wynosi 10—40 pudów kaszki lub 6 — 30 pudów miału na godzinę, zużywając* $1^1/_2$ — $2^1/_2$ *koni parowych przy 500 obrotach na minutę koła popędowego wialni.*

9. Przenoszenie ziarna i produktu mielenia.

Zasadnicze czynności każdego racyonalnie urządzonego młyna zbożowego stanowią: przygotowanie ziarna do przemiału, następne wielokrotne mielenie (rozdrabianie), oraz gatunkowanie produktu mielenia, przytem zachodzi naturalnie potrzeba ciągłego przenoszenia tak ziarna, jak i każdego produktu mielenia z jednego przyrządu na drugi, lub odstawiania ich w dane

Fig. 48



miejsce młyna. Do tego celu służą t. zw. *przenośniki młyńskie*, które, ze względu na to, czy przenoszą dany produkt ziarnowy z dołu na górę lub odwrotnie, czy też z jednego miejsca na drugie tego samego piętra, dają się podzielić na dwie następujące gruppy: *przenośniki pionowe i poziome.*

A) Przenośniki pionowe.

Do tego rodzaju przyrządów młyńskich zaliczają się: *elewatory kubełkowe*, *rury spadowe* i *windy platformowe*, z których dwa pierwsze służą do przenoszenia produktu ziarnowego w stanie sypkim, podczas gdy drugie przenoszą dany produkt ziarnowy zebrany w worki.

Zwykłe urządzenie *elewatora kubełkowego* przedstawia fig. 48 w dwóch widokach w $^1/_{25}$ naturalnej wielkości, gdzie oznacza:

A górna *muszla wysypowa* elewatora, zawierająca w sobie koło pasowe (wykropkowane na fig. 48), osadzone na wałku *a*, pomieszczonym w łożyskach *bb*, które mogą przytem przesuwać się w pionowym kierunku za pomocą śrub *cc*;

B dolna *muszla zasypowa* elewatora, zawierająca w sobie koło pasowe *d*, osadzone na wałku *e*, pomieszczonym w stałych łożyskach *ff*;

CC rury pionowe, łączące z sobą obie muszle elewatora *A* i *B*;

D pas bez końca, zwykle parciany, obejmujący wyżej wzmiankowane koła wewnętrzne, do którego są umocowane w odpowiednich odległościach względem siebie kubełki *gg*, najczęściej blaszane (czasem skórzane);

E koło pasowe, osadzone na górnym wałku *a*, a służące do popędu elewatora;

h pokrywka, zamykająca otwór w dolnej muszli elewatora *B*, służący do wygarniania danego produktu ziarnowego, w razie zapchania się nim wnętrza elewatora;

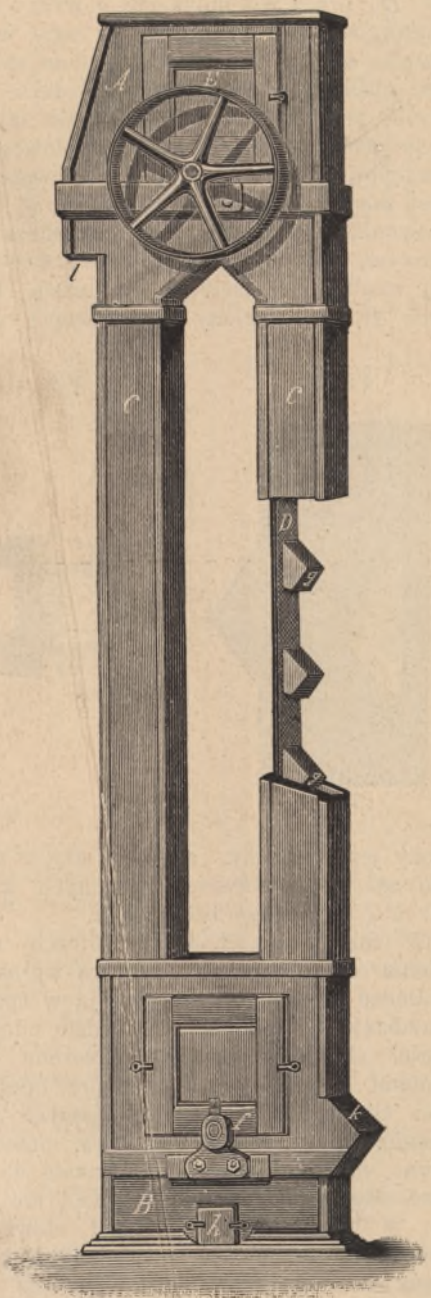
i pokrywka, zamykająca otwór boczny w rurze pionowej *C*, służący w razie potrzeby dla dostępu do pasa wewnętrznego i kubełków *gg*;

k dolny otwór wlotowy w muszli *B*, który łączy się w młynie z odnośną rurą spadową;

l górny wylot z muszli *A*, który łączy się w młynie z odnośną rurą spadową.

Działanie niniejszego elewatora polega na tem, że dany produkt sypki, dostając się ciągłym strumieniem po rurze spadowej, skomunikowanej z otworem wlotowym *k* do wnętrza dolnej muszli elewatora *B*, zostaje bezustannie zabierany i podnoszony

Fig. 49.



przez odnośne kubełki blaszane *gg*, poruszające się w odpowiednim kierunku razem z wewnętrznym pasem bez końca *D*;

wypełniane zaś kubełki, przechylając się przy schodzeniu z górnego koła pasowego, wysypują swą zawartość do wylotu *l*, z którego dany produkt sypki odprowadza się dalej po skomunikowanej z nim rurze spadowej. Zastosowane tu łożyska ruchome *bb* służą do naprężania wewnętrznego pasa bez końca *D*, przez co unika się potrzeby przeszywania tego ostatniego, w razie wyciągnięcia się go w robocie do tego stopnia, że, obślizgując się po swych kołach pasowych, przestaje on być przez nie zabieranym podczas obrotu koła popędowego *E*; następnie muszla wysypowa elewatora *A* jest zaopatrzoną w górną czapkę do zdejmowania z zaokrąglonym wierzchem blaszanym, mającą na celu łatwy dostęp do jej wnętrza; wreszcie dolna muszla elewatora *B*, zaokrąglony spód której wyro-

Fig. 50.

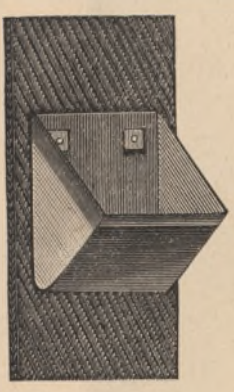


Fig. 51.



biony jest z blachy, zawiesza się w młynie za pośrednictwem złączonych z nią rur *CC* do danego belkowania.

W razie zaś zachodzącej potrzeby ustawienia dolnej muszli elewatora wprost na podłodze młyna, urządza się ją w sposób, przedstawiony na fig. 49, gdzie odnośne części składowe zostały oznaczone temi samemi literami, co i na poprzedniej fig. 48. Obecnie więc pozostaje jeszcze nadmienić, że urządzenie elewatora, przedstawione na fig. 49, w porównaniu do poprzedniego, jest ogólnie prostsze, nie tylko w ukształtowaniu muszel elewatora, lecz także z powodu nieposiadania przyrządu do naprężania pasa, podczas gdy dla dostępu do wnętrza danych muszel służą tu drewniane pokrywy boczne.

Najwięcej rozpowszechniony kształt kubełka blaszanego i sposób jego umocowania do pasa parcianego za pomocą dwóch śrubek, przedstawia fig. 50, podczas gdy fig. 51 wyobraża znowu taką śrubkę, zaokrąglono-płaski łepek której posiada dwa wystające sztyfciki, umożliwiające należyte dokręcenie muterki kwadratowej, podczas odnośnego umocowywania kubełka do pasa parcianego, przetknięta bowiem śrubka przez wyrobione otwory w pasie parcianym i ściance blaszanej kubełka, przy dokręcaniu założonej na nią muterki wraz z podkładką, wciska swe sztyfciki, wystające z łepka, w pas parciany, przez co uniemożliwia się jej obrót, podczas ostatecznego silnego dokręcania muterki. *Przeciętne dane praktyczne, dotyczące wymiarów, ilości obrotów i wydajności elewatorów kubełkowych, zawiera poniższa tabliczka*:

Patrz tablicę str. 129.

W tem miejscu należy wspomnieć jeszcze o *rurach spadowych*, jako służących w młynie do przenoszenia ziarna albo produktu mielenia w stanie sypkim z góry na dół; ażeby rura spadowa odpowiadała należycie swemu celowi powinna posiadać *dostateczne wymiary wewnętrzne dla danej ilości produktu*, oraz *odpowiednie do gatunku tego ostatniego pochylenie względem poziomu;* to ostatnie zaś wynosi w przybliżeniu:

dla ziarna i śrutu	30—45°
„ grubych kaszek	40—50°
„ drobnych „	45—55°
„ otrąb albo mąki, wysypywanej wprost do rury z kubełków elewatora	50—60°
dla miału	55—60°
„ miałkiego produktu mielenia, wychodzącego z pośród kamieni młyńskich	60—65°
dla mąki	70—80°

Urządzenie *windy platformowej* w dwóch widokach, w $^1/_{40}$ naturalnej wielkości, łącznie z oddzielnym widokiem perspektywicznym bezpiecznika windowego przedstawia fig. 52, gdzie oznacza:

A koło hamulcowo - popędowe, osadzone na wale *a*, spoczywającym w łożyskach *bb* kozłów *BB*, przyczem jedno z łożysk *b*, będąc wspartem na trzpionku *c*, widełkowaty koniec którego założony jest na wystające czopki z drążka *d*, może przesuwać się w swem łożysku pionowo pod

Wymiary wewnętrznego koła pasowego w *mm*		Szerokość pasa parcianego w *mm*	Oddalenie kubełków względem siebie w *mm*	Wymiary kubełków b'aszanych w *mm*			Ilość obrotów koła popędowego na minutę przy podnoszeniu			Przybliżona wydajność elewatora na godzinę w pudach przy podnoszeniu			Przeciętna siła popędowa w koniach parowych, przy podnoszeniu na 1 *m* wysokości
średnica	szerokość			długość	szerokość	wysokość (głębokość)	ziarna	kaszek	mąki	ziarna	kaszek	mąki	
300	100	90	250	80	60	55	70	60	55	100	80	70	0,02
320	110	100	250	90	65	60	65	55	50	120	100	80	0,03
350	125	115	250	105	70	65	60	50	45	150	120	100	0,04
400	140	130	300	120	80	75	55	45	40	200	150	120	0,05
450	155	145	300	135	90	85	45	40	35	220	170	130	0,06
500	170	160	300	150	100	95	40	35	30	250	200	150	0,08
600	220	210	350	200	115	110	35	30	35	300	250	200	0,12
700	250	240	350	230	125	120	30	25	20	400	300	250	0,16

działaniem tego ostatniego, t. j. za obrotem około czopa, wystającego z kozła *B*, na którym zawiesza się on jednym końcem;

ee rolki kierownicze dla sznura *f*, umocowanego w uszku haka *g*, wbitego w daną belkę młyna, przyczem dwie górne z nich znajdują stałe zawieszenie u odnośnej belki młyna, podczas gdy trzecia łączy się za pośrednictwem odpowiednich ogniwek z końcem drążka *d*;

C koło pasowe, osadzone na wałku przystawkowym *h*, spoczywającym w łożyskach kozłów wiszących *DD*, zmocowanych z odnośnem belkowaniem młyna;

E koło pasowe na wałku *h*, służące do obrotu tego ostatniego od popędu młyna;

F koło pasowe na wale *a*, służące do nawijania umocowanego do niego pasa *G*, zwykle parcianego, podczas ruchu windy;

H rolka kierownicza dla pasa *G*, osadzona na wałku *i*, spoczywającym w łożyskach *kk*, zmocowanych odpowiednio za pośrednictwem podkładek drewnianych z belkowaniem młyna;

I drewniane siodło hamulcowe, przystające od spodu do koła pasowego *A*;

K platforma windowa, tylna ścianka której zawiesza się za pośrednictwem odpowiednio ukształtowanych łapki *l* i uszka *m*, na końcu pasa *G*, przyczem łapka *l*, przechodząc swobodnie przez otwór w górnej poprzeczce drewnianej *n* tylnej ścianki platformy *K*, znajduje umocowanie dopiero w drugiej niższej poprzeczce żelaznej *o*;

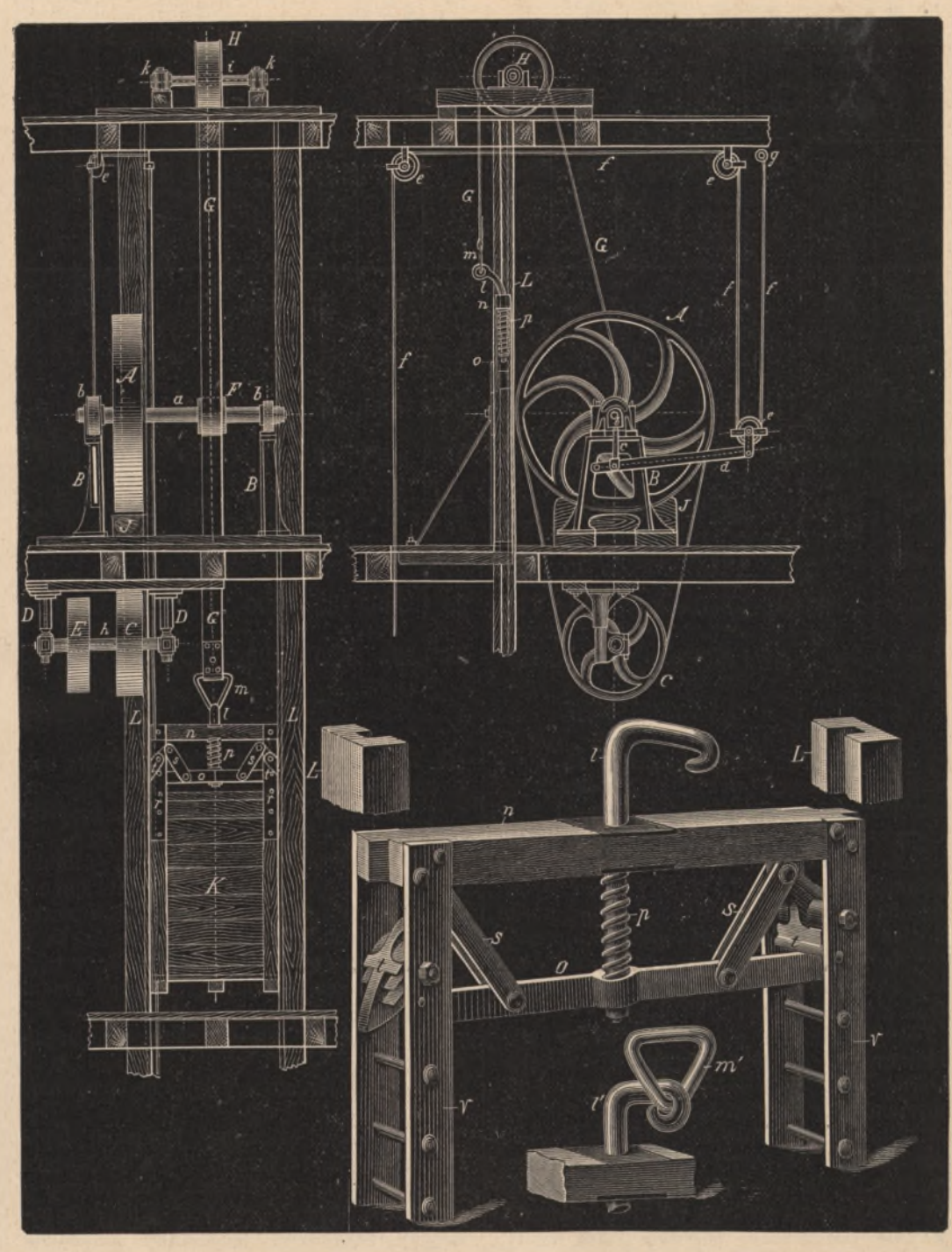
LL odpowiednio wyżłobione kierownice windowe;

p sprężyna, otaczająca trzpionek łapki *l* pomiędzy poprzeczkami *n* i *o*, a służąca do rozpierania tej ostatniej, jako mogącej przesuwać się w pewnych granicach pomiędzy odnośnemi łącznikami żelaznemi *rr*, jak to widać w oddzielnym widoku perspektywicznym bezpiecznika windowego na fig. 52, gdzie tłomaczą się również po-

zostałe części tego ostatniego, t. j. ogniwka *ss* i zapory zębate *tt*.

teczną siłą za sznurek *f*, który zwiesza się przez wszystkie piętra młyna, w bli-

Fig. 52



Działanie niniejszej windy platformowej jest następujące: pociągając ręką z dostaskości platformy *K*, odnośne łożysko *b*, za pośrednictwem drążka *d* i trzpionka *c*,

unosi się o tyle w górę razem z wałem *a* i kołem hamulcowo-pasowem *A*, że pas skórzany, obejmujący to ostatnie i koło pasowe *C* na wałku przystawkowym *h*, naprężając się w dostatecznym stopniu, wprawia w obrót koło *A* razem z wałem *a*, przez co pas parciany *G*, będąc jednym końcem umocowanym do koła *F*, zmuszony jest nawijać się na to ostatnie, podnosząc przytem platformę *K*, jako zawieszoną na drugim końcu pasa *G*; zmniejszając natomiast siłę pociągową, wywieraną ręką na sznurek *f* o tyle, że pas obejmujący koła *A* i *C* zostaje zluzowanym, t. j. koło *A* przestaje obracać się w danym kierunku od popędu młyna, przyczem niecałym swym ciężarem przylega ono do swego siodła hamulcowego *I*, sprowadza się spuszczanie platformy *K* własnym ciężarem; podówczas naturalnie pas *G*, odwijając się z koła swego *F*, wprawia także koło *A* w obrót w odwrotnym kierunku do tego, jaki ma miejsce od popędu młyna; wypuszczając wreszcie zupełnie z ręki sznur *f*, koło *A* opada całym swym ciężarem na siodło hamulcowe *I*, przyczem wytworzone tu tarcie, znosząc z pewną przewagą całkowity ciężar platformy *K*, zatrzymuje ją; przez odpowiednie zatem oddziaływanie ręką na sznur *f*, osiąga się tu podnoszenie lub opuszczanie platformy windowej *K*, wespół z danem obciążeniem jej workami lub wagą człowieka, podczas gdy wypuszczając z ręki odnośny sznur *f*, sprowadza się momentalne zatrzymanie platformy *K* na danej wysokości młyna. Bezpiecznik windowy, przedstawiony na fig. 52 w widoku perspektywicznym, służy do zatrzymywania platformy *K* w danej wysokości na wypadek zerwania się pasa *G*; sprężyna bowiem *p*, przy zawieszeniu platformy *K* na pasie *G*, zostaje odpowiednio ściśniętą pomiędzy poprzeczkami *n* i *o*, a to ze względu na luźne przechodzenie trzpionka łapki *l* przez poprzeczkę *n* i możność przesuwania się zmocowanej z tym ostatnim, poprzeczki *o*, pomiędzy łącznikami żelaznymi *rr*; z chwilą zaś zerwania się pasa *G*, sprężyna *p*, zostając zwolnioną od nacisku ciężaru platformy *K*, rozpręża się momentalnie, przesuwając zarazem spodnią poprzeczkę *o* ku dołowi, podczas czego zapory zębate *tt*, za pośrednictwem odnośnych ogniwek *ss*, wpijają się w wyżłobienia kierownic windowych *LL*, zatrzymując przytem w danem miejscu platformę *K*, co chroni od szkodliwych ewentualności, wynikających z gwałtownego spadku platformy windowej w razie zerwania się odnośnego pasa parcianego.

Fig. 53.

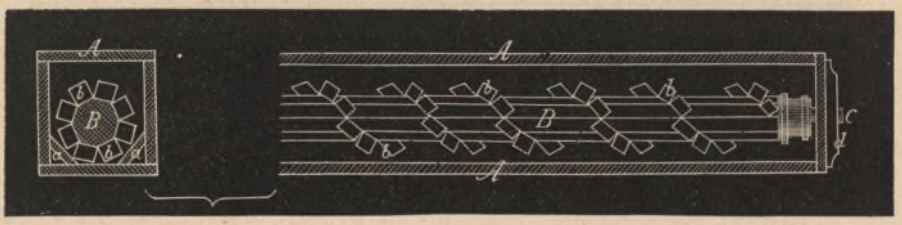
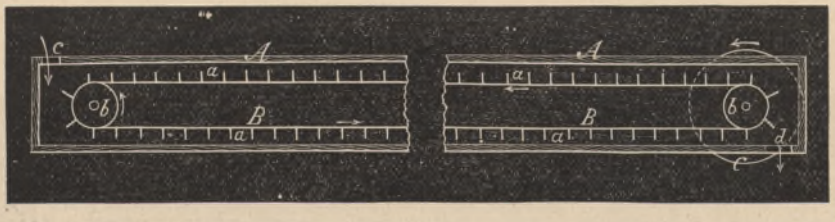


Fig. 54.



W widoku perspektywicznym bezpiecznika windowego na fig. 52 zauważa się jeszcze, że górne wykrępowanie łapki *l*, stosuje się podówczas, gdy odnośny pas parciany przychodzi pod prostym kątem do tylnej ścianki platformy *K*, podczas gdy oddzielnie przedstawiona tam wykrępowana łapka *l'*, z założonem w niej uszkiem *m'*, służy podówczas, gdy odnośny pas parciany przychodzi równolegle do tylnej ścianki platformy *K*, jak to właśnie ma miejsce w ogólnem urządzeniu windy, przedstawionej na fig. 52. *Przy podnoszeniu jednego pięcio-pudowego worka ze stosowaną zwykle w praktyce prędkością 500—700 mm na sekundę, będąca w mowie winda platformowa zużywa 1,5 — 2 koni parowych.*

Fig. 55.



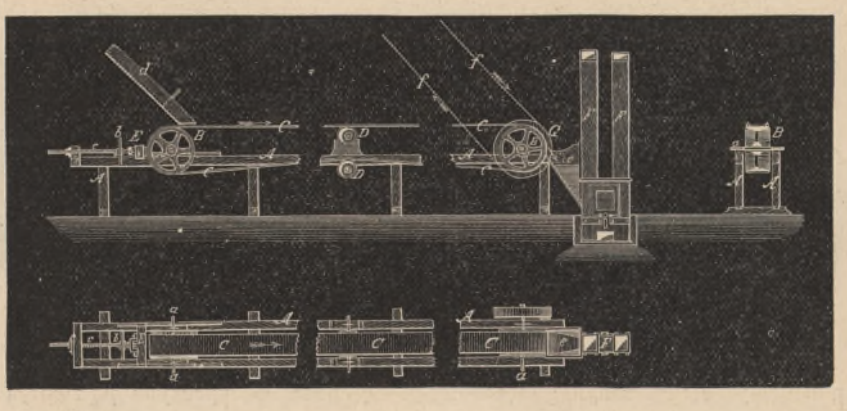
B) Przenośniki poziome.

Do tego rodzaju przyrządów młyńskich zaliczają się: *ślimacznice*, *przenośniki pasowo-łopatkowe*, *pasowe i rurowe* lub *korytkowe*, oraz *wózki do worków*, z których cztery pierwsze służą do poziomego przemieszczania produktu ziarnowego w stanie sypkim, podczas gdy za pomocą tych ostatnich przenosi się dany produkt ziarnowy zebrany w worki.

Jedno z pierwotnych urządzeń drewnianej *ślimacznicy łopatkowej*, które jeszcze spotyka się czasem w młynach wiejskich, przedstawia fig. 53 w częściowych przekrojach podłużnym i poprzecznym w $^1/_{24}$ naturalnej wielkości gdzie oznacza:

A czworokątne koryto dla ślimacznicy z pochyłemi deszczułkami spodniemi *aa*;

Fig. 56.



B ośmiograniasty wał ślimacznicy z wystającemi śrubowo łopatkami drewnianemi *bb*, spoczywający za pośrednictwem swych żelaznych czopów końcowych *cc* w łożyskach drewnianych *dd* (z których jedno tylko jest widoczne na fig. 53, podczas gdy drugie mieści w sobie odpowiednio dłuższy czop z osadzonem na nim kołem popędowem).

Odnośnie do działania tej ślimacznicy łopatkowej wystarczy zauważyć, że cząstki ziarnowe, zasypywane z góry w jednym końcu poziomo ustawionego koryta ślimacznicy, przy odpowiednim skręcie (prawym lub lewym) śrubowo rozstawionych łopatek i właściwym kierunku obrotu tych ostatnich, wespół z ich wałem, przesuwają się stopniowo w stronę drugiego końca koryta ślimacznicy, z prędkością, zależną od wielkości danego kroku śrubowych łopatek i ilości ich obrotów w jednostce czasu.

Doskonalsze od poprzedniego urządzenie *ślimacznicy skrzydłowej* przedstawia fig. 54 w widoku perspektywicznym, gdzie oznacza:

A czworokątne koryto drewniane z odpowiednio zaokrąglonym spodem;

B okrągły (zwykle rurowy) wał żelazny, zaopatrzony w skrzydłowy zwój śrubowy *a*;

bb łożyska końcowe dla wału *B* (jedno widoczne na fig. 54);

C koło pasowe, służące do popędu ślimacznicy.

Odnośnie do urządzenia i działania tej ślimacznicy, w porównaniu do poprzedniej, zauważa się większą trwałość części składowych i ciągłość w oddziaływaniu popychającem skrzydła śrubowego. *Wydajność ślimacznic skrzydłowych, odpowiednio do średnicy ich skrzydeł, wynoszącej 150 — 400 mm, przyjmuje się w praktyce 70 — 400 pudów produktu ziarnowego na godzinę, przy 60 — 35 obrotach ich na minutę, zużywając 0,04—0,08 konia parowego na każdy metr bieżący swej długości.*

Następną z kolei odmianę przenośników poziomych tworzą t. zw. *przenośniki pasowo - łopatkowe*, zasadę urządzenia których tłomaczy fig. 55, gdzie oznacza:

A czworokątne koryto drewniane;

B pas bez końca (zwykle parciany) z łopatkami *aa*, obejmujący dwie końcowe rolki *bb*, pomieszczone w odpowiednich łożyskach, zmocowanych z bocznemi ściankami koryta *A*;

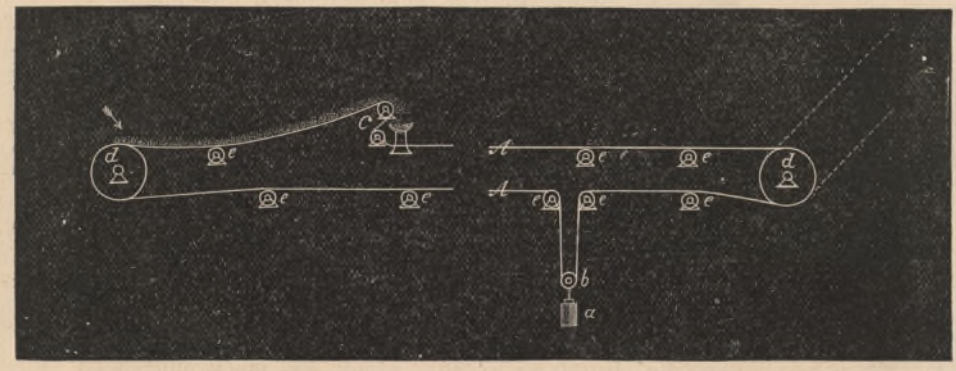
c otwór wlotowy dla produktu ziarnowego w wierzchniej pokrywie koryta *A*;

d otwór wylotowy dla produktu ziarnowego w spodzie koryta *A*;

C koło pasowe do popędu przenośnika.

Tego rodzaju ustrój pierwotny przenośnika pasowo - łopatkowego nie nadaje się do względnie dalszych przenoszeń produktów ziarnowych, a to ze względu na obwisanie dolnej części pasa z łopatkami, sprowadzające podówczas zbyt silne tarcie się tych ostatnich o spód koryta *A*, co w połączeniu z małą trwałością ich i brakiem należytej ciągłości w przenoszeniu danego produktu ziarnowego, sprowadziło w ostatnich czasach prawie zupełny zanik tego ustroju przenośnika w urządzeniach młynów nowoczesnych.

Fig. 57.



W ostatnich czasach natomiast zyskał znaczne rozpowszechnienie w praktyce, szczególniej do przenoszenia ziarna na dalsze odległości, *przenośnik pasowy*, przedstawiony na fig. 56 w widokach bocznym i górnym, oraz w przekroju poprzecznym, gdzie oznacza:

A stalugi drewniane, służące do umocowania części składowych przenośnika;

BB końcowe koła pasowe, osadzone na wałkach *aa*, mieszczących się w łożyskach, zmocowanych z podłużnemi belkami stalugi *A*;

C pas bez końca (parciany, bawełniany lub gumowy), obejmujący koła *BB*;

DD rolki podtrzymujące pas *C* z oskami, spoczywającemi w łożyskach, zmocowanych ze stalugami *A*;

E przyrząd do naprężania pasa *C*, za pośrednictwem kółka ręcznego *b* i sworznia śrubowego *c*;

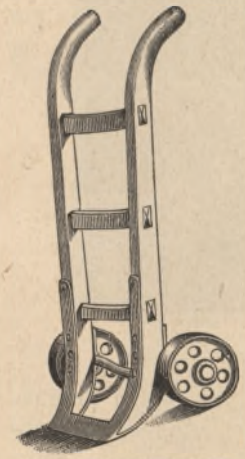
d rura zasypowa z zasuwką do regulowania ilości produktu ziarnowego;

e kosz odbiorczy, komunikujący się z elewatorem *F*;

G koło pasowe, służące do popędu przenośnika, za pośrednictwem pasa *f*.

Działanie niniejszego przenośnika polega na tem, że dany produkt ziarnowy, zsypujący się ciągłym strumieniem z rury zasypowej *d* na środek pasa bez końca *C*, poruszającego się w kierunku załączonej na fig. 56 strzałki, zostaje bezustannie zabierany i przenoszony aż do spadku jego po za odnośnem końcowem kołem pasowem *B*, to jest do kosza odbiorczego *e*, skąd dostaje się w razie potrzeby do elewatora, jak to fig. 56 przedstawia, albo też wprost odbiera się we worki, lub przeprowadza dalej w żądane miejsce, za pośrednictwem rury spadowej. Dla tego, ażeby przenoszony produkt ziarnowy nie zsypywał się z boków pasa przenośnika, jako ujawniającego pewne drgania podczas swego ruchu, dany strumień jego, wychodzący z odnośnej rury zasypowej, powinien być odpowiednio węższym od samego pasa; w celu zaś zmniejszenia szerokości pasa przenośnika, względnie do ilości przenoszonego przez niego produktu ziarnowego, stosuje się także w praktyce odchylające rolki boczne w ten sposób, że odnośna powierzchnia pasa staje się od góry nieco wklęsłą.

Fig. 58.



Zamiast oddzielnego przyrządu do wyprężania pasa przenośnika, który na fig. 56 został uwidoczniony, stosuje się także w praktyce stałe obciążenie ciężarkowe, utrzymujące bezustannie dany pas przenośnika w żądanem naprężeniu, jak to szematycznie przedstawia fig. 57, gdzie *a* oznacza odnośny ciężarek, zawieszony na pasie przenośnika *A*, za pośrednictwem rolki *b*; oprócz tego fig. 57 wyobraża także szematycznie t. zw. *zsypkę c*, która, składając się z wózka, mieszczącego w sobie dwa wałki po nad sobą zgrupowane, służy do takiego wygięcia pasa przenośnika, że unoszony na nim produkt ziarnowy, zmuszony jest spadać do złączonej z wózkiem rynienki blaszanej, odprowadzającej go na stronę; ponieważ wyżej wzmiankowany wózek, t. zw. zsypki *c*, może przesuwać się po szynach wzdłuż przenośnika, to przenoszony produkt ziarnowy na powierzchni pasa tego ostatniego może być w dowolnem miejscu odprowadzany na stronę, jak nieraz zachodzi tego potrzeba, np. w celu kolejnego napełniania lub wypróżniania całego szeregu zbiorników ziarnowych, za pośrednictwem jednego tylko przenośnika pasowego; wreszcie na fig. 57 oznaczają:

dd końcowe koła pasowe;

ee rolki, podtrzymujące pas przenośnika *A*.

Ogólnie należy zauważyć jeszcze, że dla dobrego przenoszenia danego produktu ziarnowego w stanie sypkim, powierzchnia pasa przenośnika powinna poruszać się ze znaczną chyżością (około 0,5 *m* na sekundę), ażeby na mocy odnośnego prawa fizycznego, znanego pod nazwą „bezwładność“, zasypywany produkt, w dość grubej warstwie na środek pasa przenośnika nie rozpraszał się zbyt łatwo na całą powierzchnię jego, pozostającą w ruchu, to znaczy, że dostateczna dopiero chyżość pasa przenośnika daje możność przenoszenia względnie grubej warstwy produktu ziarnowego bez rozsypywania się na strony; następnie dla zapewnienia możliwie poziomego położenia i spokojnego biegu pasa przenośnika, należy stosować rolki podtrzymujące w odległości, nie przenoszącej 2,5 *m*, podczas gdy popęd pasa powinien odbywać się z tego koła końcowego, w kierunku którego przenosi się dany produkt ziarnowy (jak to na fig. 56 i 57 ma miejsce), ażeby wyprężoną była górna część pasa przenośnika, służąca właśnie do przenoszenia danego produktu sypkiego; wreszcie pas przenośnika powinien posiadać dostateczną sztywność i wytrzymałość.

Zaletą będącego w mowie przenośnika pasowego, w porównu do ślimacznicy i przenośnika pasowo - łopatkowego, stanowi nadzwyczajna prostota w urządzeniu, oraz dokładność i ciągłość poziomego przenoszenia danego produktu ziarnowego; w tych ostatnich bowiem pewna część przenoszonego produktu ziarnowego zatrzymuje się w korycie przenośnika, gdyż nie może ono nigdy dosyć szczelnie przylegać do zwojów ślimacznicy lub łopatek pasa; następnie przenośnik pasowy, z zastosowaniem rolek podtrzymujących, może być stosowany na bardzo znaczne nawet odległości, podczas gdy tak ślimacznica, jak i przenośnik pasowo - łopatkowy mają z natury swych ustrojów o wiele więcej ograniczoną długość przenośną w zastosowaniu praktycznem; wreszcie przenośnik pasowy w porównaniu ze ślimacznicą zużywa zaledwie $^1/_3$ siły popędowej. W braku dokładniejszych danych praktycznych o wydajności przenośników pasowych, w stosunku do różnych szerokości ich pasa, należy tu ograniczyć się do podania *wydajności*, zaczerpniętej z praktyki, takiego *przenośnika z pasem o 500 mm szerokości*, która wynosi około *400 pudów ziarna na godzinę*, do czego potrzebaby użyć cztery ślimacznice o średnicy 220 *mm* lub jedną o średnicy 440 *mm*.

Najnowszy wreszcie rodzaj przenośników poziomych dla produktu sypkiego stanowią t. zw. *przenośniki rurowe lub korytkowe*, zasadniczą część składową których stanowią rury lub koryta blaszane, wprawiane w szczególny ruch rzutowy tam i z powrotem. Ponieważ jednak przenośniki te nie znalazły dotychczas w młynach zbożowych większego zastosowania praktycznego, więc bliższe zapoznanie się z ich ustrojem zostaje tu pominiętem.

Wreszcie fig. 58 przedstawia *ręczny wózek do worków*, który służy do przewożenia tych ostatnich na danem piętrze młyna z jednego miejsca na drugie. Ustrój takiego wózka i sposób jego użycia nie potrzebują zdaje się bliższego objaśnienia.

10. Systemy mielenia.

Z pośród niezliczonych ilości systemów mielenia, jakie w różnych miejscowościach stosuje się w praktyce, odpowiednio do wymagań danych rynków zbytu i gatunkowości ziarna, wyróżnia się jako dwa krańcowe *systemy: mielenie niskie czyli płaskie i wysokie czyli kaszkowe*, nazwy których datują jeszcze z tych czasów, gdy do rozdrabiania ziarna nie posiadano innych przyrządów, jak tylko złożenia kamieni młyńskich, a mianowicie, skoro ruchomy kamień górny (*biegun*) w danem złożeniu był bardzą blisko dosuwany do stałego kamienia spodniego (*leżaka*), t. j. względnie *nisko ustawiany w złożeniu*, wówczas miało miejsce raptowne rozdrabianie, w połączeniu z silnem spłaszczaniem ziarna, przyczem tego rodzaju *system mielenia* mianowano *niskim czyli płaskim*; natomiast, gdy ruchomy kamień górny (biegun) w danem złożeniu był odpowiednio dalej odsuwany od stałego kamienia spodniego (leżaka), t. j. względnie *wysoko ustawiany w złożeniu* wówczas miało mniej raptowne rozdrabianie ziarna, sprzyjające wytwarzaniu znacznej ilości kaszek, to też tego rodzaju *system mielenia* otrzymał nazwę *wysokiego* czyli *kaszkowego*. Naturalnie z biegiem czasu, osobliwie z wprowadzeniem walców młyńskich, wytworzyło się mnóstwo pośrednich systemów mielenia, dla których niepodobna było więcej zaprowadzać odrębnej nomenklatury.

Najwięcej pierwotne pojęcie mielenia płaskiego stanowi t. zw. *przemiał razowy*, polegający na jednorazowem rozdrobieniu ziarna na mniej lub więcej drobne cząstki, przyczem te ostatnie w zmieszanym stanie, w jakim opuszczają dany przyrząd drobiący, stanowią gotowy produkt mielenia, służący do wypieku t. zw. chleba razowego. Wynik tego systemu mielenia sprowadza się do otrzymywania ze 100 jednostek wagi danego ziarna około 97% mąki razowej, podczas gdy pozostałe 3% stanowią straty, zwane rozkurzem.

Następny z kolei wyższy stopień mielenia płaskiego polega także na jednorazowem raptownem rozdrobieniu ziarna z zastosowaniem pytla młyńskiego do odsiewania mąki i wydzielania otrąb z produktu mielenia, oraz uprzedniego oczyszczenia ziarna, conajmniej z grubych domieszek. Wynik takiego systemu mielenia, stosownie do gatunkowości danego ziarna i grubości wytwarzanej mąki, sprowadza się do otrzymywania ze 100 jednostek wagi danego ziarna 50—70% mąki i 46—26% otrąb, podczas gdy pozostałe 4% stanowią straty, pochodzące z oczyszczenia ziarna z grubszych domieszek i rozkurzu.

Dalsze znowu udoskonalenie systemu mielenia płaskiego polega również na raptownem rozdrobieniu ziarna, lecz z następ-

nem wydzielaniem z produktu mielenia na danym pytlu młyńskim, prócz mąki i otrąb, także miału i kaszki, które zostają poddawane oddzielnemu procesowi drobienia i odsiewania mąki, tak samo jak i cząstki otrębowe, otrzymane z poprzedniego drobienia ziarna, przyczem samo ziarno przed mieleniem oczyszcza się zwykle podówczas nietylko z grubych i drobnych domieszek, lecz także z obcych ziarnek okrągłych i zanieczyszczeń lekkich, oraz poddaje go się także procesowi żubrowania, jak to następne zestawienie szematyczne dokładniej jeszcze tłomaczy:

Patrz tablicę str. 137.

Przy zastosowaniu powyższego systemu mielenia otrzymuje się w przybliżeniu ze 100 jednostek wagi danego ziarna około 72% mąki średniej № 1 — 3, 7% mąki pośledniej № 4—5, 16% otrąb, 2% odpadków żubrowych i 3% rozkurzu.

Następny jeszcze więcej udoskonalony system mielenia płaskiego tłomaczy poniższe zestawienie szematyczne:

Patrz tablicę str. 138.

Przeciętny wynik tego systemu mielenia sprowadza się do otrzymywania ze 100 jednostek wagi danego ziarna 14% mąki przedniej (z przemiału kaszek № 1), 60% mąki średniej, 8% mąki pośledniej (z przemiału miałów), 12% otrąb, 3% odpadków żubrowych i 3% rozkurzu.

Przejściowy system mielenia od płaskiego do wysokiego czyli kaszkowego, t. zw. *system mielenia pół-wysokiego*, z zastosowaniem walców młyńskich, który obecnie jest najwięcej rozpowszechniony w młynach mniejszej skali, tłomaczy poniższe zestawienie szematyczne:

Patrz tablicę na oddzielnym arkuszu.

Przybliżone wyniki przemiału pół-wysokiego sprowadzają się do otrzymywania ze 100 jednostek wagi ziarna następujących produktów mielenia:

	z pszenicy	z żyta
mąki № 00	15%	4%
„ № 0	25 „	44 „
„ № 1	12 „	16 „
„ № 2	8 „	1 „

	z pszenicy		z żyta	
mąki № 3—5	12 „	72%	—	65%
otrąb . . .	21 „		30 „	
odpadków żubrowych . .	4 „		2 „	
rozkurzu . .	3 „	28 „	3 „	35 „
		100%		100%

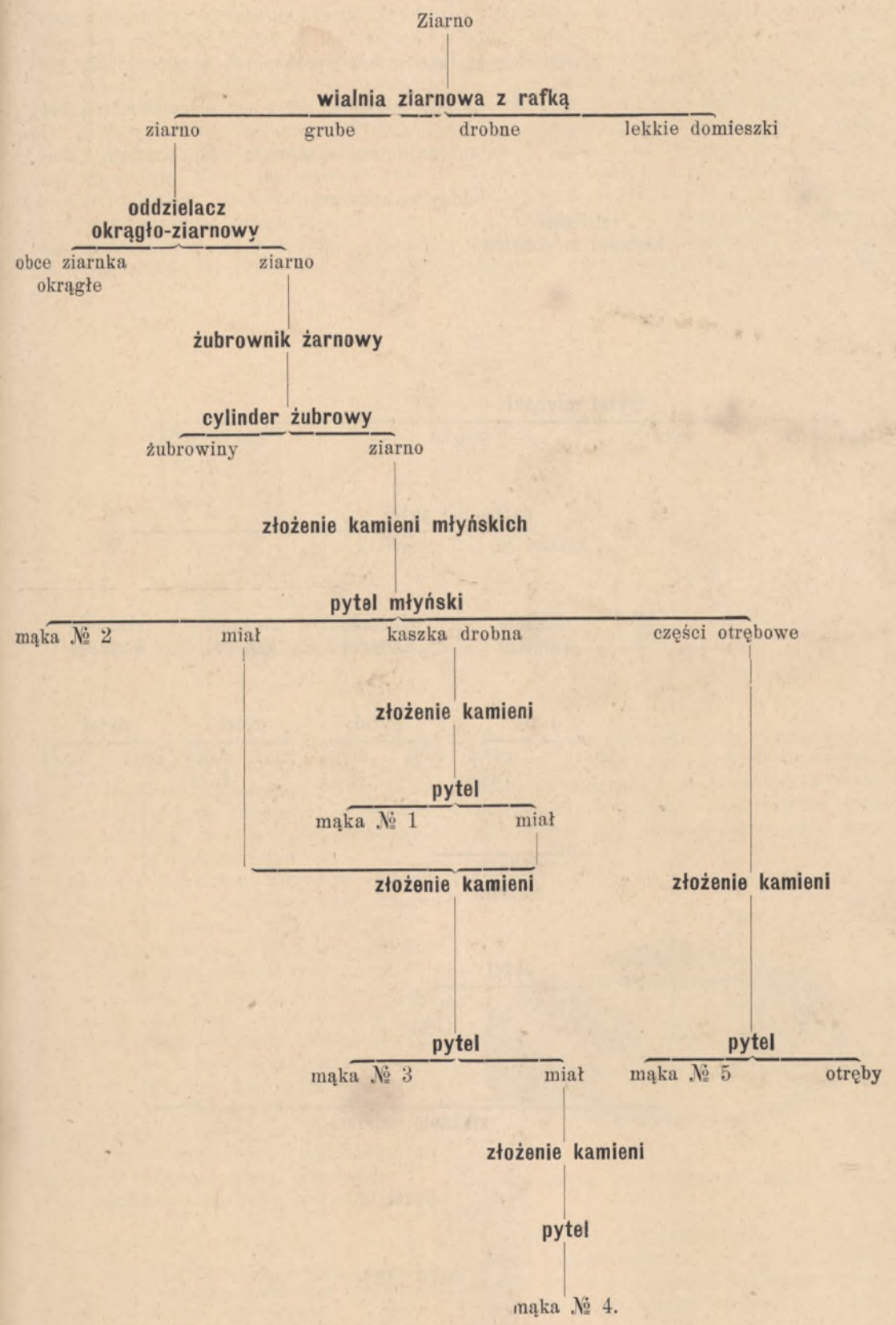
W zastosowaniu praktycznem powyższy system mielenia pół-wysokiego podlega różnorodnym modyfikacyom, odpowiednio do gatunkowości danego ziarna i wymagań miejscowych rynków zbytu; w specyalnem zaś jego zastosowaniu do wyłącznego przemiału żyta gatunkowanie kaszek i miałów na wialniach bywa tu zwykle wykluczanem.

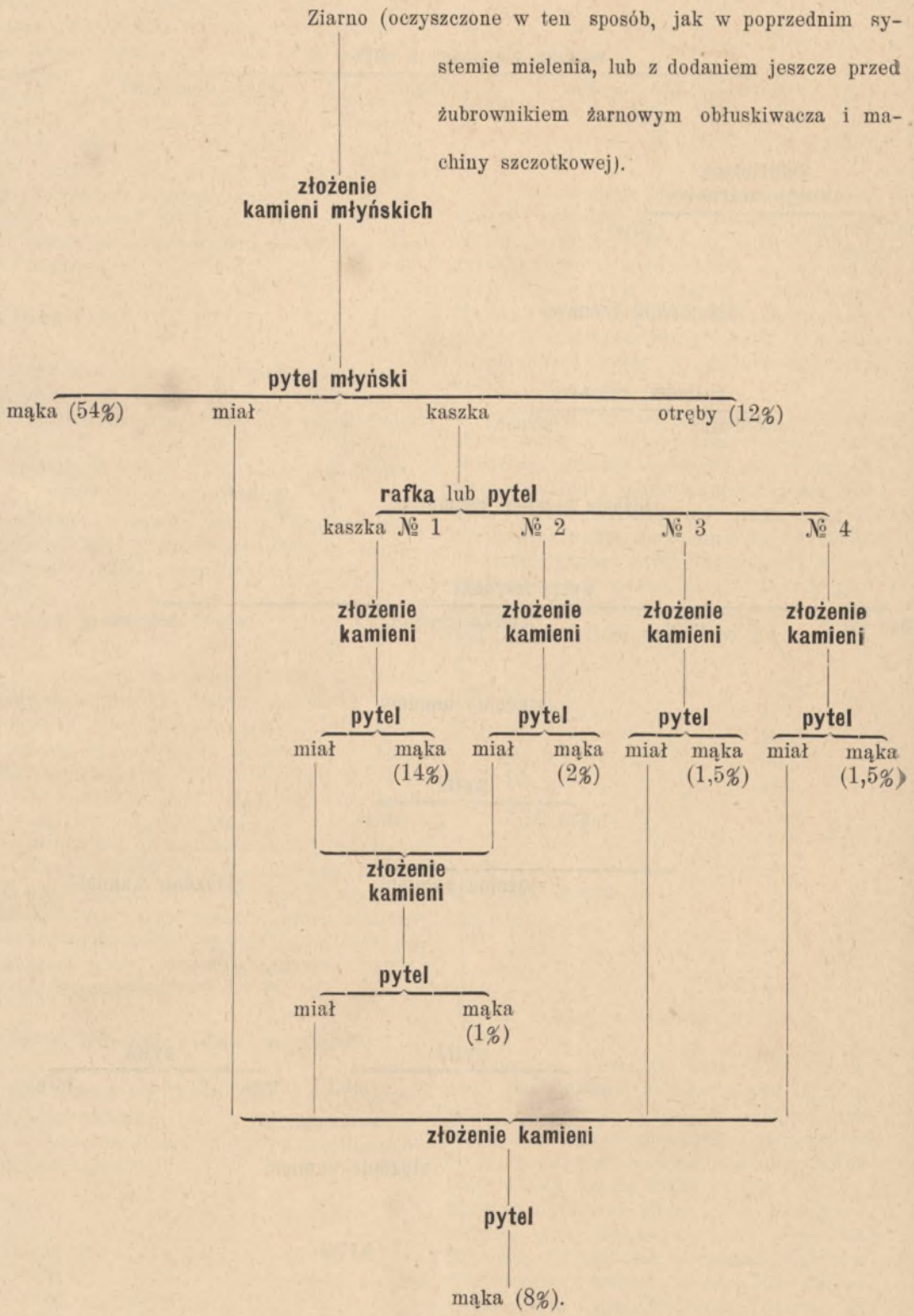
Ponieważ *system mielenia wysokiego* przedstawia o wiele jeszcze więcej skomplikowany przebieg czynności przetwórczych, w porównaniu z poprzednim systemem mielenia pół-wysokiego, przeto bliższe przedstawienie go zostaje tu pominiętem. Przeciętny wynik takiego systemu mielenia w naszych młynach sprowadza się do otrzymywania ze 100 jednostek wagi pszenicy następujących produktów mielenia:

mąki № 0000	4%	
„ № 000	16 „	
„ № 00	12 „	
„ № 0	18 „	
„ № 1	10 „	
„ № 2	7 „	
„ № 3	5 „	72%
otrąb	21 „	
odpadków żubrowych . . .	3 „	
rozkurzu	4 „	28 „
		100%

11. Młynobudownictwo.

Początek powstania młynobudownictwa ginie w pomroce czasów przedhistorycznych. Zwracając wzrok w odległą przeszłość młynarstwa zbożowego, zauważa się że Mojżesz już opowiada, jakoby Abraham (który żył na 2000 lat przed N. Chr.) kazał żonie Sarze upiec ciasta z najprzedniejszej mąki dla swych gości; *prawo* zaś Mojżesza zabrania tak oddawania, jak również brania w zastaw *górnego* lub *dolnego kamienia* (5 księga Mojżesza, rozdział 24, wiersz 6), ażeby niewolno było pozbawiać


Ziarno
wialnia ziarnowa z rafką
ziarno
grube
drobne
lekkie domieszki
oddzielacz okrągło-ziarnowy
obce ziarnka okrągłe
ziarno
żubrownik żarnowy
cylinder żubrowy
żubrowiny
ziarno
złożenie kamieni młyńskich
pytel młyński
mąka № 2
miał
kaszka drobna
części otrębowe
złożenie kamieni
pytel
mąka № 1
miał
złożenie kamieni
złożenie kamieni
pytel
mąka № 3
miał
pytel
mąka № 5
otręby
złożenie kamieni
pytel
mąka № 4.


Ziarno (oczyszczone w ten sposób, jak w poprzednim systemie mielenia, lub z dodaniem jeszcze przed żubrownikiem żarnowym obłuskiwacza i machiny szczotkowej).
złożenie kamieni młyńskich
pytel młyński
mąka (54%)
miał
kaszka
otręby (12%)
rafka lub pytel
kaszka № 1
№ 2
№ 3
№ 4
złożenie kamieni
złożenie kamieni
złożenie kamieni
złożenie kamieni
pytel
pytel
pytel
pytel
miał
mąka (14%)
miał
mąka (2%)
miał
mąka (1,5%)
miał
mąka (1,5%)
złożenie kamieni
pytel
miał
mąka (1%)
złożenie kamieni
pytel
mąka (8%).

nikogo możności przygotowywania chleba powszedniego. Kto pierwszy i kiedy zaprowadził przyrząd z dwoma kamieniami do mielenia zboża, historya nie wyświetla zupełnie; wiadomem jest tylko, że na wyspie *Rodus* czczono niejakiego Mylas'a, jako wynalazcę kamienia młyńskiego i na cześć jego przy *Kumeizos* położone przedwzgórze nazwano Mylantia; na mocy zaś wyżej przytoczonego *prawa* Mojżesza zostaje stwierdzonem, że podówczas, t. j. najmniej na 1600 lat przed Nar. Chr., były

c jedno z sit (w odwróconem położeniu), które miały być wytwarzane z trzciny papierowej lub sitowiny;

d i *e* naczynia (kosze), z których pierwsze *d*, wypełnione prawdopodobnie z grubszego roztłuczonem ziarnem przez robotnika *1*, drugie zaś *e* zdaje się służyć do zsypywania należycie rozdrobionego produktu przez robotników *2* i *3*; pierwszego z tych ostatnich (*2*) przedstawia niniejszy wizerunek w chwili opuszczania podniesionego do góry trzonka (*b*), drugiego zaś

Fig. 59.



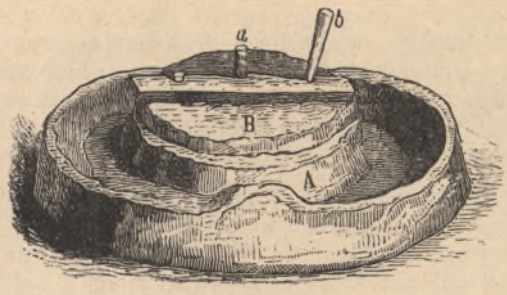
już znane młyny z dwoma kamieniami (górnym i dolnym); następnie *historya Starego Testamentu* wzmiankuje także, że silny Samson (około 1200 roku przed Nar. Chr.), dostawszy się w ręce *Filistynów*, zmuszony był obracać młyn.

Pierwotne urządzenia młynowe stanowiły niewątpliwie początkowo kłody drzewa twardego, a następnie bryły kamienia *), w wydrążeniu ktorego roztłukało się ziarno. O podobnym sposobie roztłukania ziarna za pomocą przyrządu w rodzaju *moździerza z tłuczkiem*, w połączeniu z następnem sortowaniem rozdrobionego produktu na grubsze i drobniejsze cząstki za pomocą sit, świadczą dość wymownie znalezione w ruinach *Tebańskich* wizerunki ścienne starożytnych *Egipcyan*; kopię jednego z podobnych wizerunków przedstawia fig. 59, gdzie załączone litery oznaczają:

aa moździerze ziarnowe z tłuczkami *bb*;

(*3*) w chwili podnoszenia go, podczas gdy robotnik 4 zajęty jest przesiewaniem produktu do naczynia *f*, robotnik zaś *1* zdaje się zamierzać wrzucać surowe ziarno *g* do moździerza (*a*); wreszcie *hieroglify* przy

Fig. 60



h i *i* służą za objaśnienie całego wizerunku.

Podobnym przyrządem do roztłukania ziarna, przedstawionym na fig. 59, posługiwali się także *Izraelici* na puszczy *Synai* do rozdrabiania manny na mąkę, o czem

*) Zbiór takich kamieni przedwiekowych znajduje się u znanego archeologa Zygmunta Glogera w *Jeżewie* pod *Tykocinem*.

świadczy Mojżesz (księga 4, rozdział 11, wiersz 8).

Zdaje się więc być pewnem, że pierwotny przyrząd do rozdrabiania ziarna tworzył rodzaj *moździerza z tłuczkiem*, którego późniejsze ulepszenie, podług Pliniusza *), stworzyło pierwszy właściwy *młyn ręczny*, gdy wydrążoną powierzchnię kamienia dolnego (*moździerza*) i wypukło - zaokrągloną powierzchnię kamienia górnego (*tłuczka*) zaopatrywano w wyżłobienia, w celu nadania większej ostrości powierzchniom rozdrabiającym, podczas gdy przez otwór duktu mielenia, wypadającego na zewnętrznym obwodzie kamienia wierzchniego *B*, który wprawia się w obrót około środkowego czopa *a*, za pomocą wetkniętej w niego z góry rączki *b*.

Tak małoznaczne z pozoru ulepszenie pierwotnego moździerza, które przedstawia fig. 60, stanowi olbrzymi skok w postępie młynobudownictwa, gdyż z zastąpieniem dotychczasowej zasady *roztłukania*, jako najmniej nadającego się do rozdrabiania ziarna z łuską włóknistą i elastyczną, przez działanie *gniotąco - rozcierające*, sposób

Fig. 61.



w trzonku, wystającym z kamienia górnego, przesadzano drążek za pomocą którego obracano w około kamień górny, jak o tem świadczą starożytne *wykopaliska etruskie*.

Dalsze ulepszenie *moździerza z tłuczkiem*, uwidocznione na fig. 60, podług odkrytego wykopaliska z epoki budowy na palach, przedstawia zapewne jeden z najwięcej pierwotnych typów zestawienia ze sobą dwóch płaskich kamieni w jedno złożenie, przyczem kamień spodni *A* posiada tu w około siebie obszerne wydrążenie pierścieniowe, służące do zbierania się produktu mielenia, wypadającego na zewnętrznym obwodzie kamienia wierzchniego *B*, który wprawia się w obrót około środkowego czopa *a*, za pomocą wetkniętej w niego z góry rączki *b*.

Tak małoznaczne z pozoru ulepszenie pierwotnego moździerza, które przedstawia fig. 60, stanowi olbrzymi skok w postępie młynobudownictwa, gdyż z zastąpieniem dotychczasowej zasady *roztłukania*, jako najmniej nadającego się do rozdrabiania ziarna z łuską włóknistą i elastyczną, przez działanie *gniotąco - rozcierające*, sposób otrzymywania mąki zbożowej został odrazu wprowadzony na właściwe tory. Skoro więc umysł ludzki raz zdobył już sobie racyonalną zasadę rozdrabiania ziarna, to późniejsze doskonalenie przyrządów mielących, mając z góry już wytknięty kierunek zasadniczy, mogło o wiele łatwiej postępować naprzód. Jak doniosłem jest zdobycie powyższej zasady mielenia zboża, świadczy najwymowniej ten fakt, że przetrwała ona aż do naszych czasów, gdyż dotychczas jeszcze posługujemy się nią w młynach prostszego ustroju.

Starożytni Grecy mieli wielkie poszanowanie dla sztuki młynarskiej, gdyż swemu Jowiszowi nadali przydomek „Myleys“, co znaczy „młynarz“, podczas gdy wyna-

*) „Historya naturalna“, księga 18, rozdziały 23—28.

lezienie sposobu przygotowywania mąki przypisywali bogini Cererze; *Spartanie* znów zaszczycali wynalazkiem młynów zbożowych niejakiego Myles'a, syna Lelex'a *króla spartańskiego* (około 880 r. przed Nar. Chr.), utrzymując, że poraz pierwszy zaczęto mleć zboże w mieście *Alesia*; *Odyssea Homerowska* (pieśń 7, wiersz 104; pieśń 20, wiersz 105) wspomina także o młynach ręcznych, będących podówczas w użyciu (t. j. na 1000 lat przed Nar. Chr.).

Rzymianie przypisywali wynalezienie młynów starożytnych swemu bogowi Pilumnos'owi bratu Picumnus'a, (inni zaś uważali za wynalazcę młynów Mylantes'a); od nich dopiero nabieramy dokładniejszego pojęcia o takowych, zawdzięczając to szczęśliwemu przechowaniu się po dzień dzisiejszy całkowitego urządzenia piekarni w połączeniu z młynem w *wykopaliskach pompejańskich*; wizerunek fotograficzny tego wykopaliska przedstawia fig. 61, gdzie obok pieca piekarskiego widzimy cały szereg żarn do mielenia zboża, z czego należy wnioskować, że młynarz i piekarz reprezentowali podówczas jedną tylko osobę.

Dawny młyn rzymski, jak widać z załączonego połowicznego przekroju i widoku jednej pary *żarn* na fig. 62, składał się z cylindrycznej podstawy kamiennej *A* (około 5 stóp średnicy i 1 stopa wysokości), z ktorej wystawał ku górze nieruchomy kamień dolny (zwany „meta“) w kształcie stożka (około 2 stopy wysokości); w ściętym zaś wierzchołku tego ostatniego był stale wpuszczony czop żelazny, wystający ku górze, który, będąc odpowiednio dopasowany do otworu środkowego w *poprzeczce żelaznej* (w rodzaju t. zw. *paprzycy*), osadzonej stale w najwęższem miejscu wydrążonego wewnątrz kamienia górnego *B* (zwanego „catillus“), służył do zawieszania i obrotu tego ostatniego; tym sposobem ruchomy kamień górny *B*, który posiada tu kształt dwóch wewnątrz próżnych stożków, zetkniętych z sobą ściętemi swemi wierzchołkami, będąc zawieszony na czopie, wystającym ze stałego kamienia dolnego *A*, pozostaje swą *wewnętrzną* (*wydrążoną*) powierzchnią stożkową w pewnem nieznacznem oddaleniu względem odpowiadającej sobie *zewnętrznej powierzchni* stożkowej tego ostatniego; ziarno, zasypywane w *rozszerzające się lejowato ku górze wydrążenie* (*stożkowe*) kamienia górnego, dostaje się stopniowo pomiędzy *stożkowo uformowane*, *a rozszerzające się ku dołowi* powierzchnie mielące obydwóch kamieni, skąd po należytem rozdrobieniu wypada na zewnątrz wokoło obwodu kamienia dolnego; do wprawiania w obrót takiego młyna służą otwory prostokątne (widoczne na fig. 61), wyrobione w pozostałych wypustkach na zewnętrznej powierzchni kamienia górnego, w które zakładają się w tym samym celu odpowiednio dopasowane dyszle *CC* (fig. 62).

Przygotowywanie mąki uskuteczniało się początkowo ręcznie, co naturalnie przedsta-

Fig. 62

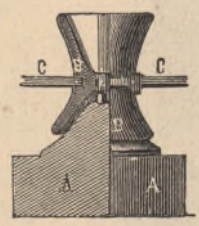


Fig. 63.

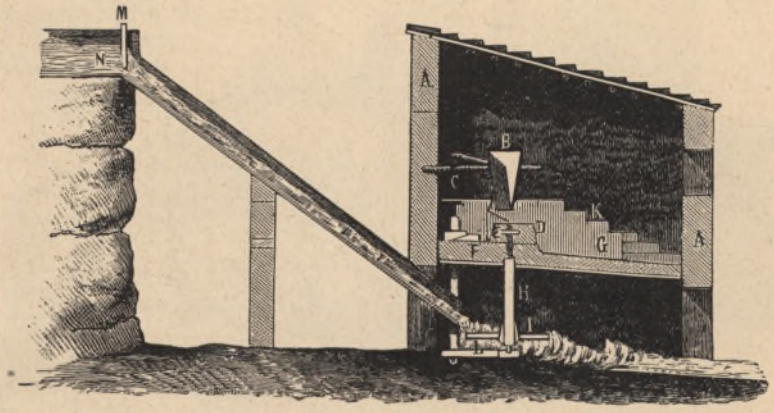


wiało jedną z najcięższych prac człowieka, za dowód czego może posłużyć ustęp z utworów T. M. Plautus'a, w którym pan grozi swym niewolnikom posłaniem do młyna, jako jedną z najuciążliwszych kar; dla tego też używano w tym celu przeważnie niewolników i przestępców, którym zakładano przytem na szyje tarczę drewnianą, ażeby nie mogli brać rękami mąki i zjadać jej. Następnie Homer opowiada, że Penelopa podczas nieobecności swego męża Ulysses'a potrzebowała dwunastu niewolnic, które dniem i nocą były zajęte mieleniem zboża dla zwiększonego domostwa napływem natrętnych konkurentów. W *Mecce* wskazują dotąd miejsce, gdzie Fatima, córka Mahometa obracała młyn zbożowy; sławny zaś poeta rzymski Tytus Maccius Plautus, żyjący w III-im wieku przed Nr. Chr., straciwszy cały majątek na nieszczęśliwych spekulacyach, musiał, jak wiadomo, przez jakiś czas zarabiać obracaniem młyna piekarskiego. *Kamienie młyńskie*, używane do *pierwotnych młynów ręcznych w starożytności*, były niewątpliwie bardzo małe, gdyż na mocy podań historycznych bohaterowie starożytni podczas wojen rzucali niemi w nieprzyjaciela.

Z biegiem czasu, gdy wprowadzono większe rozmiary dla kamieni, zaczęto używać do poruszania ich *zwierząt domowych*, jak o tem świadczy wizerunek ścienny *młyna rzymskiego*, przedstawiony na fig. 63, gdzie widzimy takie same żarna, jak znalezione w *ruinach pompejańskich* (fig. 61 — 62), wprawiane w obrót przez osła, założonego do długiego dyszla, któremu wszakże dopomagał jeden człowiek działaniem na koniec drugiego dyszla; oprócz tego przy powyższych żarnach miało jeszcze zajęcie trzech ludzi, z których jeden poganiał batem osła, drugi mieszał jedną ręką zasypane ziarno, ażeby nie zatykało się w żarnach, wreszcie trzeci donosił ziarno kubłami do zasypu i odnosił produkt mączny, wychodzący na zewnątrz z pod żarn.

Zastosowanie siły wodnej do poruszania młynów zbożowych datuje co najmniej od 100 lat przed Nar. Chr. gdyż znany mechanik rzymski (wieku I-ego) Marek Witruwiusz w dziele swem „Epitome“ i Strabon w swym opisie ziemi wspominają o młynach wodnych, które były już znane za czasów Mitrydates'a, *króla Pontu* i Juliusza Cezara, dyktatora rzymskiego; w *Rzymie* zaś *pierwszy młyn wodny* ku ogólnemu podziwowi został założony na początku ery naszej za panowania cesarza Augusta Octavian'a; w 60 lat później pisze wszakże Pliniusz, że młyny wodne podówczas należały jeszcze do nadzwyczajnych rzadkości; jak świadczą znów późniejsi pisarze, zaledwie w IV-em stuleciu ery naszej więcej już spowszedniały urządzenia młynów wodnych w okolicach Rzymu, w których na wale poziomym koła wodnego osadzoną była palczasta tarcza, zczepiająca się z cywiami trybu, umocowanego na *wrzecionie pionowem*, na górnym końcu którego był zawieszony *bieg żarnowy*. Pierwsze zastosowania do popędu młynowego *zwykłych kół wodnych*

Fig 64.

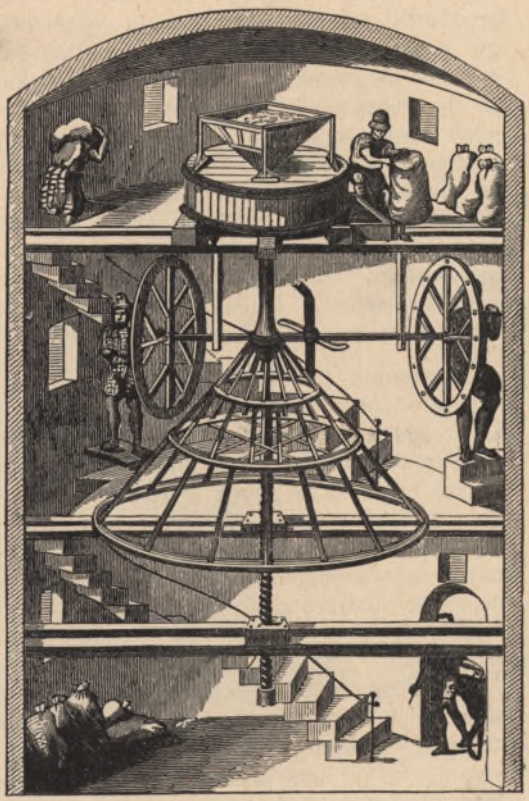


z wałem leżącym zdaje się datować nie o wiele dawniej, jak *koła wodne z wałem stojącym*, t. j. tak zwane *turbiny*, gdyż te ostatnie, w pierwotnym swym ustroju, spotykano oddawna w miejscowościach górzystych prawie wszystkich krajów, na potwierdzenie czego może posłużyć interesujący wizerunek *arabskiego młyna wodnego*, zmniejszoną kopię którego, wykonaną podług wzoru, zdjętego z natury przez francuzkiego kapitana artyleryi Mitrécé, wkrótce po wzięciu przez Francuzów *Konstantyny*, miasta stołecznego w *Algierze* (w r. 1830), przedstawia fig. 64 w przekroju podłużnym; załączone litery oznaczają: *A* — mury budynku młynowego; *B*—kosz zasypowy dla ziarna; *C*—rama do zawieszania powyższego kosza; *D* — ruchomy kamień wierzchni (biegun); *E* — stojące wrzeciono młyńskie; *F* — podmurówka, zastępująca tu zarazem miejsce powierzchni mielenia stałego kamienia spodniego (leżaka); *G* — wgłębienie dla zbierania się produktu mielenia; *H* — stojący wał turbinowy, na którym jest osadzone u dołu poziome koło *I* z łopatkami w kształcie łyżek, skąd też pochodzi nazwa „koło łyżkowate", którą mianują ten najwięcej pierwotny ustrój turbinowy; *K* — schody; *L* — stawidło klinowo-dźwigniowe dla ruchomego kamienia wierzchniego (bieguna); *M* — stawidło wodne dla regulowania wielkości dopływu do rynny spadowej *N*, wprowadzającej wodę na koło turbinowe *I* (o średnicy 1,6 *m* i 30-stu łopatkach łyżkowych).

Ponieważ rozpowszechnianie się młynów wodnych postępowało nadzwyczaj powolnie, gdyż jeszcze w wiekach średnich zaliczały się one do wyjątkowych przedsiębiorstw, to dawniejsze ustroje młynów, poruszanych za pomocą rąk ludzkich i przez zwierzęta domowe, nie przestając bynajmniej doskonalić się z biegiem czasu, znajdowały przez długie jeszcze wieki stosunkowo największe zastosowanie w praktyce, jak o tem świadczy fig. 65, przedstawiająca *odbitkę z miedziorytu francuskiego, wykonanego przed 300 laty*, gdzie widzimy dość wyraźnie całkowite urządzenie ówczesnego młyna, poruszanego rękami ludzkiemi, przyczem, na podobieństwo nowoczesnej budowy młynów, wysoki budynek murowany mieści w sobie na 2-em piętrze jedną parę *żarn*, przykrytych *łubiem* drewnianem, na którem wspiera się *kosz zasypowy*, podczas gdy na 1-em piętrze stoi dwóch ludzi, obracających za pomocą oryginalnie obmyślanego kołowrotu kamień górny w złożeniu; wreszcie na parterze osadzony jest w belce poziomej dolny koniec śruby pionowej, podtrzymującej cały mechanizm młyński, która przytem służy do regulowania wzajemnego oddalenia względem siebie powierzchni mielących.

Jakkolwiek pierwszego zastosowania *siły wiatru* do poruszania młynów zbożowych historya nie wyświetla należycie, to wszakże większość pisarzy historycznych przypuszcza, że *pierwsze urządzenia młynów wietrznych przeszły do nas ze Wschodu*.

Fig. 65.



gdzie brak naturalnych sił wodnych zwrócił prawdopodobnie po raz pierwszy umysł ludzki na potrzebę i możność wyzyskania siły wiatru w tym celu. Wiadomem jest tylko, że Persom były już znane wiatraki w VII-em stuleciu, gdy za panowania kalifa Omar'a państwo perskie zostało podbite przez Arabów; w IX-em zaś stuleciu ery naszej wiatraki znajdowały powszechne zastosowanie na Wschodzie, jak o tem świadczy podróżnik arabski Ib. Hankal, który spotykał je często w *Sedżestanie*, na

wybrzeżu wschodnim płaskowzgórza *Irańskiego*.

Jak wszystkie wynalazki ludzkie, tak samo naturalnie pierwotne urządzenia młynów wietrznych ulegały z biegiem czasu ciągłemu stopniowemu doskonaleniu się; w braku wszakże wszelkich danych, wyświetlających pierwotne urządzenia młynów wietrznych, ograniczamy się tu do zamieszczenia na fig. 66 wizerunku wiatraka z XVI-ego stulecia, który, jakkolwiek przedstawia tylko zewnętrzny wygląd budynku i skrzydeł wietrznych, pozwala wszakże rozpoznać ogólną zasadę budowy, polegającej na pierwotnem urządzeniu całego budynku ruchomego około środkowej osi pionowej, w celu właściwego nastawiania skrzydeł do kierunku wiatru, co, jak wiadomo, dotychczas praktykuje się, szczególniej u nas przy t. zw. *starych wiatrakach niemieckich*, podczas gdy następne ulepszenie wiatraka, polegające na urządzeniu zupełnie stałego budynku, zaopatrzonego w ruchomą tylko czapkę górną, stanowi pomysł holenderski (dokonany około 1650 r.), skąd też pochodzi nazwa *wiatraka holenderskiego* (zwanego także poprostu *holendrem*).

W czasach pierwotnych nie przesiewano zupełnie *zmielonego produktu zbożowego* t. j. spożywano wyłącznie *chleb razowy*; starożytni jednak Rzymianie używali już w tym celu *sit ręcznych z włosia końskiego i z nitek roślinnych*, jak o tem świadczy Pliniusz w swej „Historyi Naturalnej“, wymieniając przytem, jako rezultaty ilościowe ówczesnego przemiału, gatunki wyrabianych podówczas na handel mąk zbożowych. Dopiero *około* 1550 r. *pewien Niemiec zastosował poraz pierwszy pytel mączny* w kształcie długiego rękawa wełnianego, umieszczonego w skrzyni drewnianej, który otrzymywał ruch wstrząsający od motoru młynowego, wydając przytem charakterystyczny łoskot; tym sposobem młynobudownictwo przeszło w nową fazę mechanicznego gatunkowania produktów mącznych, zamiast dotychczasowego przesiewania ręcznego na sitach. Wprowadzenie pytla wełnianego, w połączeniu z zastosowaniem wielu ulepszeń reszty części składowych w ówczesnych młynach zbożowych, stworzyło to typowe urządzenie t. zw. *starego młyna niemieckiego*, przedstawione na fig. 67 (które przetrwało aż do naszych czasów w wielu młynach prowincyonalnych), gdzie oznacza:

A kosz zasypowy, zawieszony w ramie, utworzonej z dwóch par beleczek poprzecznych *aa* i podłużnych $a_1\,a_1$ (z których jedna widoczna jest na figurze), przyczem te ostatnie z jednego końca są wpuszczone w beleczkę poprzeczną *b*, wspierającą się na dwóch słupkach $b_1\,b_1$ (z których jeden widoczny jest na figurze) z drugiego zaś końca spoczywają w odpowiednich wpustkach dwóch ramion poziomych, jakie tworzy balik *c*, przechodząc na wylot przez otwór środkowy słupa obrotowego *B*, który, będąc zaopatrzony w czopy, może obracać się z całem powyższem urządzeniem, umożebniając tym sposobem łatwe

Fig 66.



odstawianie na stronę całego *przyrządu zasypowego*;

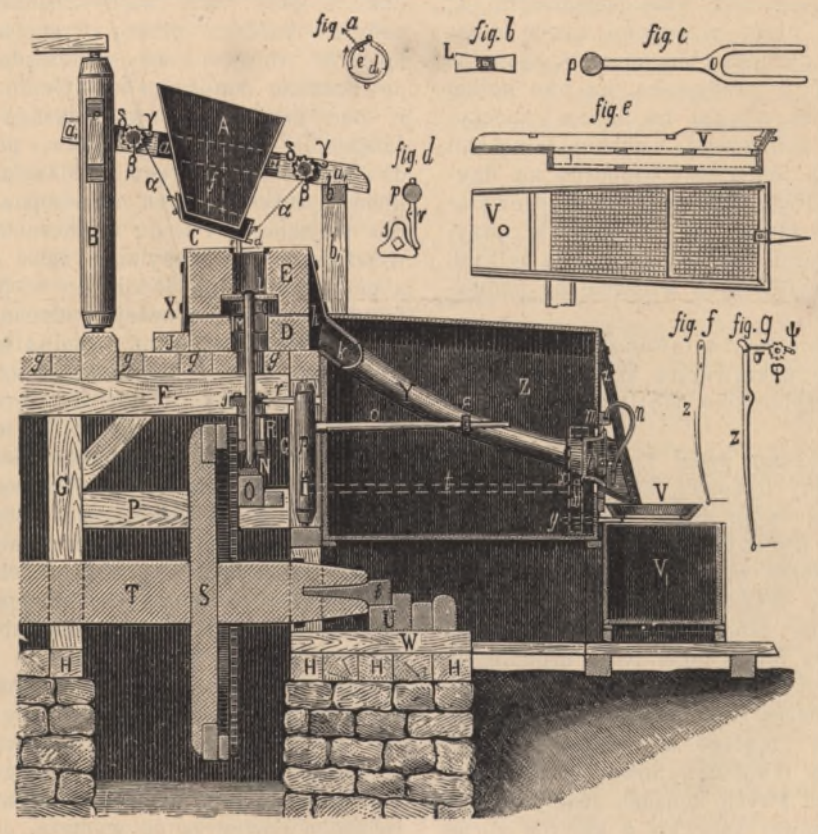
C korytko zasypowe, stanowiące dno ruchome dla kosza *A*, dające się mniej lub więcej zbliżać do dolnego wylotu kosza *A* i dowolnie pochylać względem poziomu, to też w tym celu zawiesza się ono na czterech sznurkach lub rzemykach αα (z których dwa są widoczne na figurze), umocowanych do wałków ββ, mogących obracać się około czopów, wpuszczonych w beleczki $a_1\,a_1$, przyczem w zregulowanem położeniu utrzymuje się korytko *C* przez założenie uporek γγ w zazębieniu kółek hamulcowych δδ, osadzonych stale na wałkach ββ;

d pierścień zaczepny (przedstawiony także oddzielnie na obok załączonej figurce *a* w widoku z góry), który, będąc umocowanym w górnej części otworu środkowego, zwanego *okiem*, w wierzchnim kamieniu czyli *biegunie*, obraca się razem z tym ostatnim, przyczem drewniany *trzpionek uporny e*, umocowany stale do spodu korytka *C*, podczas każdego obrotu trzy razy zapada w wewnętrzne zazębienie pierścienia *d*;

nia, pociągając za sobą korytko *C*, to ostatnie zaś, powtarzając się tu trzy razy podczas jednego obrotu bieguna, wprawia korytko w pożądany ruch wstrząsający, od czego też pochodzi nazwa *korytka wstrząsanego*;

D kamień spodni, zwany *leżakiem*, spoczywający w *łożu*, wysłanem warstwą zaprawy wapiennej, która przychodzi na podłogę z grubych bali *gg*, ułożonych na dwóch belkach podłużnych *FF* (z których

Fig. 67.



f sprężyna drewniana, która jednym swym końcem łączy się z boczną ścianką korytka *C*, drugim zaś zakłada się na czop, osadzony w beleczce podłużnej *a*; tym sposobem podczas obrotu pierścienia *d*, naciskany do niego trzpionek *e* (kierunek obrotu i nacisku jest pokazany na oddzielnej figurce *a*) odchyla się nieco na bok, w przeciwnym kierunku do nacisku sprężyny *f*, poczem pod działaniem tej ostatniej szybko zapada w zazębienie pierścieniu widoczną jest na figurze), podtrzymywanych przez cztery słupy *GG* (z których dwa są widoczne na figurze), wspierające się na podwalinach *HH*, ułożonych na podmurówce kamiennej;

1 okładziny w około zewnętrznego obwodu leżaka *D*, umocowane do podłogi z bali *gg*, z otworem bocznym *h*, zwanym *wylotem mącznym*, który służy tu do wychodu produktu zmielonego;

E kamień górny, zwany *biegunem*, wsparty na górnym, piramidalnie ukształtowanym, końcu wrzeciona młyńskiego, za pośrednictwem tak zw. *paprzycy L*, osadzonej stale w *oku bieguna*, kształt której przedstawia obok załączona figurka *b* w widoku z góry;

M drewniana *panewka leżaka*, umocowana stale w oku spodniego kamienia *D*;

N gniazdo wrzeciona, osadzone w belce poprzecznej *O*, wspartej na dwóch wsporach *PP* (z których jedna widoczna na figurze), wpuszczonych w słupy *GG*;

R tryb cywiowy, zczepiający się z palcami trybu dużego *S*, który, będąc umocowanym na poziomym wale popędowym *T*, wprawia w obrót wrzeciono razem z zawieszonym na niem biegunem *E*, podczas gdy wał *T* z osadzonem na nim kołem wodnem (opuszczonem na figurze) spoczywa swemi końcowemi czopami żelaznemi *ii* (z których jeden jest widoczny na figurze) w wydrążeniach podkładów drewnianych U, służących tu za panewki, przyczem te ostatnie są umocowane na belkach *WW*, spoczywających wreszcie na podwalinach *HH*;

X łubie drewniane (zwane także *łubicą* albo *baljq*), pokrywające kamienie w złożeniu, a wspierające się na okładzinach leżaka *I*;

Y wstrząsany pytel rękawowy z wełnianej tkaniny pytlowej, który, będąc wstawionym końcowym swym mundsztukiem *k* w wylocie mącznym *h*, przy pochylonem swem położeniu względem poziomu, zabiera w siebie wszystek, wychodzący z pośród kamieni, produkt mielenia dla odsiania z niego mąki, gdyż tylko drobniutkie cząsteczki tej ostatniej mogą przedostawać się przez oczka tkaniny pytlowej; ażeby zaś podczas ciągłego wstrząsania nie wydzierała się tkanina pytlowa, to rękaw *Y* na obydwóch swych końcach zostaje wszyty w skórzane wstawki, z których górna umocowywa się w wyżej wspomnianym czworokątnym mundsztuku drewnianym *k*, wpasowanym w wylot mączny *h*, podczas gdy dolna osadza się w pierścieniu *l*, który w celu regulowania pochylenia rękawa *Y* zostaje wpuszczony w odpowiednio dopasowany otwór szybra ruchomego *m*, a oprócz tego łączy się jeszcze ze sprężyną *n* (umocowaną do szybra), nadającą rękawowi pewną sztywność; w środku długości rękawa *Y*, utworzonego z dwóch pasów tkaniny pytlowej, brzegi których są obszyte taśmami, zostają umocowane do tych ostatnich dwie pętlice skórzane ss (z których jedna widoczną jest na figurze) przez które przechodzą końce drewnianych widełków *o*, przedstawionych na obok załączonej figurce *c* w widoku z góry, przyczem trzonek ich zostaje wpuszczony w stojący wałek pytlowy *p*; następnie w ten ostatni, powyżej miejsca osadzenia trzonka widełek *o*, zostaje wetknięty swem ramieniem drewnianem *ząb uporny r*, który za pomocą sprężyny drewnianej jest bezustannie naciskany do żelaznego *trójzęba żelaznego s*, osadzonego na wrzecionie młyńskiem, co na obok załączonej figurce *d* zostaje oddzielnie uwidocznionem w widoku z góry; tym więc sposobem ząb *r* podczas każdego obrotu wrzeciona otrzymuje od trójzęba *s* trzy wstrząśnienia, gdyż po każdem odnośnem odchyleniu się zęba *r*, pod naciskiem zawadzającego o niego zazębienia trójzęba *s*, ząb *r*, powracając do pierwotnego swego położenia, działaniem sprężyny uderza o następne zazębienie trójzęba *s* i t. d.; to bezustannie powtarzające się odchylanie zęba *r*, tam i z powrotem, odpowiednio do wielkości kąta odchylenia, wywołuje odnośne obroty częściowe wałka *p*, to w jedną to w drugą stronę, co w dalszym ciągu za pośrednictwem widełek *o* udziela się rękawowi *Y*, jako szybkie wstrząśnienia, wymagane dla odsiania mąki z produktu mielenia;

Z skrzynia mączna, mieszcząca w sobie rękaw *Y*, w jednej z podłużnych ścian której u samego jej spodu znajduje się otwór, zamykany zasuwką, a służący do wygarniania w pewnych odstępach czasu zbierającej się mąki; dla łatwiejszego zaś dostępu do wnętrza skrzyni *Z*, wyżej wzmiankowana ściana, posiada jeden jeszcze znacznie większy otwór, który zawiesza się *drelichem*, zabezpieczającym od wydostawania się tędy pyłu mącznego i uniemożebniającym zarazem przedostawanie się świeżego powietrza do wnętrza.

V sortownik sitowy, składający się z dwóch sit płaskich (co najlepiej rozpoznaje się na obok załączonej figurce *e*, przedstawiającej go w przekroju podłużnym i widoku z góry), a otrzymujący wymagane wstrząśnienia od wałka *p* za pośrednictwem drążka *t*, osadzonego w wystających ramiączkach *u* i *w* z wałków *p* i *x*, przyczem ten ostatni (t. j. wałek *x*) posiada u dołu jedno jeszcze ramiączko poziome *y*, które zakłada się na sztyft, wystający ku dołowi z dna sortownika *V*; sprężyna zaś drewniana *z*,

którą przedstawia obok załączona figurka *f* w widoku z przodu, będąc umocowaną jednym końcem do bocznej skrzyni pytlowej *Z*, drugim zaś do ścianki sortownika *V*, wytwarza tu we właściwych momentach ruchu szybkie cofanie się wstecz tego ostatniego; działanie sprężyny *z* daje się regulować, albo za pomocą odpowiednio wetkniętego w ścianę skrzyni *Z* sztyftu ρ (figurka *f*) poniżej punktu umocowania samej sprężyny, albo też za pomocą sznurka σ, umocowanego z jednej strony do końca sprężyny *z*, ponad jej punktem umocowania, z drugiej zaś strony nawijanego na wałek z kółkiem hamulcowem φ i uporką ψ, służącemi do utrzymywania wałka w danem położeniu, co zostało uwidocznionem na obok załączonej figurce *g* w widoku bocznym; rozgatunkowane na sortowniku *V* grubsze cząstki produktu mielenia zsypują się do podstawionej skrzynki V_1, poczem każdy gatunek, zebrany w dostatecznej ilości, przemiela się oddzielnie. Wyżej opisane urządzenie *starego młyna niemieckiego*, łącznie ze swym *systemem mielenia*, przetrwało w całej Europie prawie do końca zeszłego stulecia w powszechnem użyciu, będąc stosowane tak do *młynów wodnych*, jak i *wietrznych*, przyczem *niemiecki system mielenia* polegał ogólnie na częściowem zmielaniu małych partyj ziarna, gdzie przez wielokrotne przemielanie odsianych produktów mielenia otrzymywano lepszą mąkę; następnie *zwilżano* tu *ziarno* przed mieleniem dla ochrony od zbytniego rozdrabiania się łuski zewnętrznej, co szczególnie przy zastosowywaniu *kamieni piaskowych* z działaniem silnie rozcierającem stanowiło niezbędną potrzebę. Nadszedł wszakże czas, gdy stary ten system europejski został wyrugowany przez doskonalsze urządzenia młynowe, stosowane na drugiej półkuli przez Amerykanów na początku bieżącego stulecia. Przy wyżej zaznaczonych udoskonaleniach *amerykańskich mechanizmów młynowych*, które przez wprowadzenie zupełnie nowych urządzeń rozbudziły raptownie uśpioną wieki całe *technikę młynarską*, przenosząc ją tym sposobem w *dziedzinę ogólnej umiejętności technicznej*, położyli największe zasługi dwaj technicy amerykańscy: Tomasz Ellicot i Olivier Evans.

Wizerunek młyna Oliviera Evans'a z 1783 roku przedstawia fig. 68, gdzie oznacza:

1 koryto pochyłe, do którego wysypuje się ziarno z worków, dostawianych do młyna lądem (wózkami na kołach);

2 kosz wagi sprężynowej, do którego spada ziarno z koryta *1*;

3 skrzynia odbiorcza dla wagi sprężynowej;

4 — *5* elewator kubełkowy, skomunikowany rurą spadową ze skrzynią *3*;

6 zasiek ziarnowy do zasypu z elewatora *4* — *5*;

7 kosz zasypowy, do którego sprowadza się ziarno rurą spadową we właściwych ilościach z zasieku *6*;

8 złożenie kamieni, zasilane ziarnem z kosza zasypowego *7*, przyczem ziarno, przy dostatecznie daleko rozstawionych względem siebie powierzchniach kamieni, zostaje tu oswobadzane z przylegającego brudu i w części obłuskiwane, podczas gdy wychodzący z pośród kamieni produkt podlega tu działaniu prądu powietrza; przyczem ziarno czyste zbiera się ponownie w skrzyni *3*;

9 komórka, mieszcząca się pod skrzynią *3*, a służąca do zbierania grubszych odpadków (poślad, części łuski i t. p.), podczas gdy powietrze z odpadkami lżejszemi (plewy, kurz i t. p.) uchodzi na zewnątrz młyna przez otwór *a*;

10 zasiek dla ziarna czystego, dostarczanego ze skrzyni *3* za pośrednictwem elewatora *4* — *5*, przy odpowiednim skierowaniu jego ruchomej rury wylotowej;

11 cylinder ziarnowy, przyjmujący ziarno z zasieka *10*, a składający się z dwóch cylindrycznych opon siatkowych, wstawionych jedna w drugą, które, będąc osadzone na wspólnej osi, pochylonej nieco względem poziomu, obracają się wolno razem z tą ostatnią; ziarno zaś, zsypujące się wązkim strumieniem do cylindra wewnętrznego, wypada przez dostatecznie duże otworki siatki do wnętrza cylindra zewnętrznego, podczas gdy wszystkie grubsze zanieczyszczenia, nieprzepuszczane przez siatkę, wychodzą z pochylonego końca cylindra na zewnątrz do podstawionej skrzynki; natomiast maleńkie otworki w siatce cylindra wewnętrznego przepuszczają tylko zanieczyszczenia drobniejsze od pojedynczych ziarnek zboża, które opadają do ustawionego pod cylindrem kosza, skąd odprowadza się je dalej rurą spadową, podczas gdy ziarno czyste wypada na zewnątrz cylindra zewnętrznego;

12 pozioma rura wietrzna, do której wązką szparą zsypuje się ziarno czyste, wychodzące z cylindra *11*;

13 wietrznik, skomunikowany z rurą *12*;

14 — 15 kosze dla kolejnego opadu najcięższych i nieco lżejszych ziarnek zbożowych z rury *12*;

16 skrzynia dla opadu lekkich zanieczyszczeń ziarna z rury *12*, podczas gdy *18* i *19*, skąd przechodzi ono do złożeń kamieni *8*, *20* i *21*, poczem w zmielonym stanie zsypuje się do wspólnej ślimacznicy *22*;

23 — 24 elewator kubełkowy, odbierający produkt mielenia ze ślimacznicy *22*;

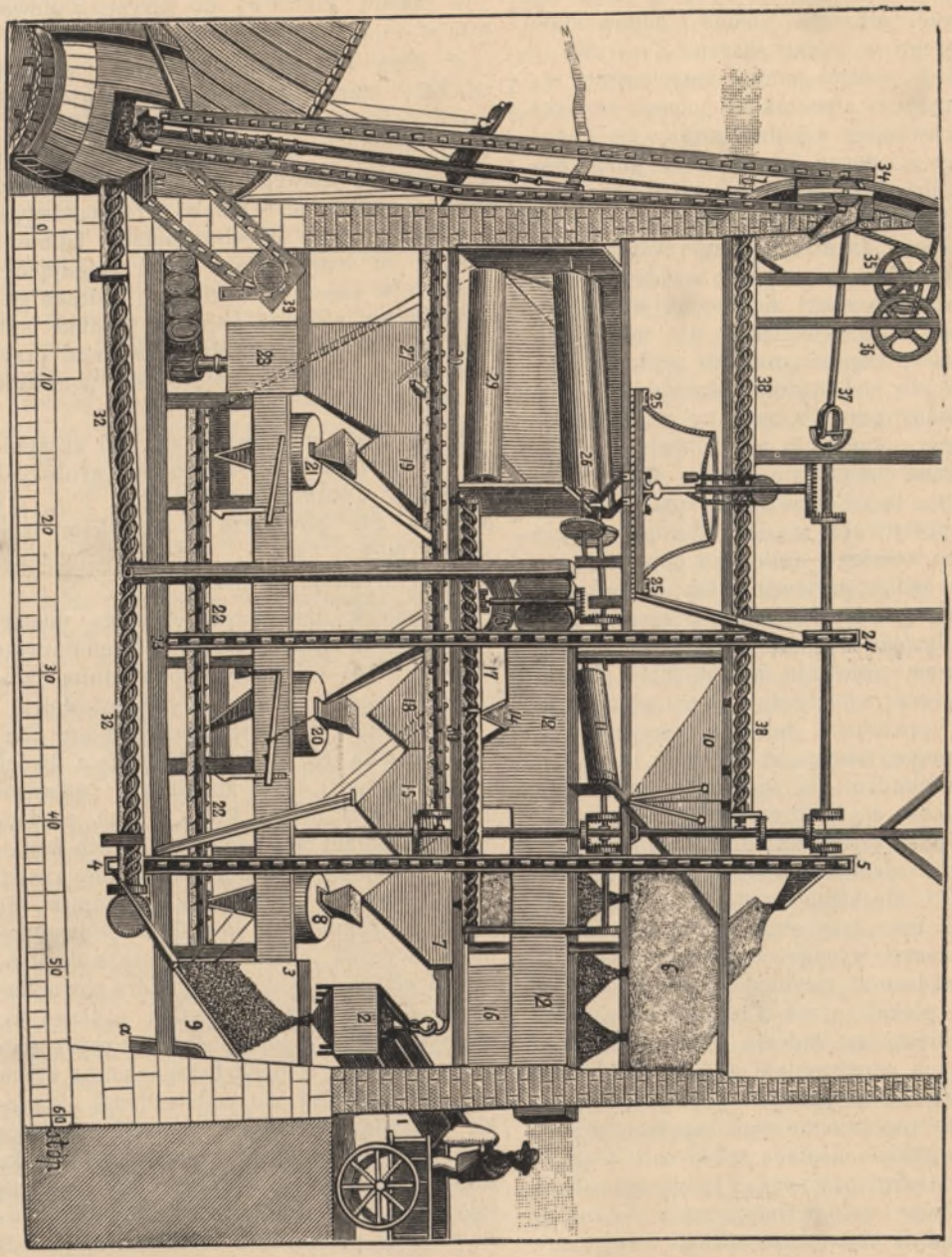


Fig. 63.

plewy i kurz z tej ostatniej uchodzą razem z powietrzem na zewnątrz młyna;

17 ślimacznica, która przy odpowiedniem skierowaniu swych łopatek śrubowych, doprowadza ziarno z kosza *14* do koszów *7*,

25 chłodnica mieszadłowa, zasilana produktem mielenia z elewatora *23—24*;

26 pytle cylindrowe, do których dostaje się produkt mielenia z chłodnicy *25* przez

odnośne otwory w podłodze i skierowane stąd rurki wlotowe;

27 — *28* skrzynie dla mąki, wysiewanej na pytlach *26*, — skąd zsypuje się ją do beczek;

29 pytel cylindrowy, odsiewający pozostałą mąkę z produktu, opuszczającego pytle *26*;

30 ślimacznica, która, zabierając gruby produkt mielenia, nieprzepuszczony przez siatkę pytla *29*, odprowadza go albo do skrzyni zapasowej, albo też wprost do próżnego kosza zasypowego ponad jednem ze złożeń kamieni, w celu poddania go następnemu procesowi drobienia;

31 kosz dla ziarna, sprowadzanego wodą (okrętem lub barką);

32 ślimacznica, przenosząca ziarno z kosza *31* do elewatora *4* — *5*;

33 — *34* elewator kubełkowy, służący w razie potrzeby do bezpośredniego podnoszenia ziarna z wnętrza okrętu na górne piętro młyna, który, w miarę obniżania się powierzchni ziarnowej okrętu, jak również odpowiednio do wysokości poziomu wody w rzece lub kanale, opuszcza się lub podnosi za pomocą przyrządu windowego *35* — *36*, przyczem górne koło pasowe elewatora *33*—*34*, w celu umożliwienia żądanego tu przestawiania to w górę, to na dół, otrzymuje popęd za pośrednictwem widełkowato ukształtowanego końca wału *37*, zczepiającego się stawowym (szarnirowym) sposobem ze stałym wałem popędowym we młynie;

38 ślimacznica, prowadząca ziarno z elewatora *33* — *34* do odnośnych zasieków, przyczem wysypywane ziarno z kubełków tego ostatniego przewietrza się i oczyszcza odpowiednio skierowanym prądem wiatru, lekkie zaś zanieczyszczenia razem z powietrzem uchodzą przez otwór *b* na zewnątrz budynku;

39 elewator kubełkowy, który służy do wymaganego niekiedy wyładowywania zawartości okrętu na parter młynowy.

Następnie należy zauważyć tu, że lżejsze ziarnka zbożowe, zbierające się w koszu *15*, zostają w oddzielnej partyi zmielane w ten sam sposób, co poprzednie, ażeby otrzymywaną z nich pośledniejszą mąkę nie mieszać z przedniejszemi gatunkami, otrzymywanemi z najcięższego ziarna.

Wydajność wreszcie ówczesnych młynów amerykańskich wynosiła przeciętnie 45 litrów pszenicy na 1 godzinę i 1 siłę konia parowego, przy przemiale na lepsze gatunki mąki.

Anglia była najpierwszą w Europie, która od 1780 roku zaczęła przyswajać sobie amerykański system mielenia, łącznie z udoskonaleniami pojedynczych przyrządów młynowych, wprowadzając zarazem do poruszania młynów siłę pary, odkąd też rozpoczął się najświetniejszy okres rozwoju młynobudownictwa przyczem pierwszy młyn parowy z 50-konną machiną z firmy „Boulton and Watt“ postawił w Londynie (w pobliżu „Blackfriars Bridge“) John Rennie w 1784 r. pod nazwą „Albion-Mills“, który wszakże w 1791 r. został zniszczony doszczętnie przez pożar, powstały ze złowrogiego podpalenia przez rozjuszonych fanatyków ówczesnych, widzących w tem wielkiem dziele pracy ludzkiej działanie złego ducha! Do wybitniejszych zaś zakładów młynowych, wzniesionych przez młynobudowniczych angielskich w pierwszej połowie bieżącego stulecia, zaliczają się: *cztero-złożeniowy* (z kamieniami o średnicy 1,4 *m*), *młyn parowy* (z 16-konną machiną Watt'a, dla produkcyi około 140 *hl* ziarna na dobę), postawiony przez Maudslay'a w Saint-Martin, przy St. Quentin (we Francyi) w 1818 r.; *sześcio-złożeniowy* (z kamieniami o średnicy 1,25 *m*) *młyn parowy* (z machiną 20-konną dla produkcyi około 200 *hl* ziarna na dobę), postawiony przez Aitken'a i Steel'a w St. Denis (we Francyi) w 1825 r.; *24-złożeniowy* (z kamieniami o średnicy 1, 25 *m*) *młyn królewski* (z 2-ma 45-konnemi machinami parowemi, dla produkcyi około 1000 *hl* ziarna na dobę), który postawili dla magazynów zbożowych marynarki angielskiej Georg i John Rennie z Plymouth w 1833 r.; *20-złożeniowy* (z kamieniami o średnicy 1,216 *m*) *młyn*, t zw. „Old-Union-Flour-Mill“, pobudowany przez William'a Fairbairn'a w Birmingham; *36-złożeniowy* (z kamieniami o średnicy 1,216 *m*) *młyn parowy* (z 2-ma sprzężonemi z sobą 100-konnemi machinami i z produkcyą około 1500 *hl* pszenicy na dobę), postawiony przez tego ostatniego młynobudowniczego w Taganrogu, na wybrzeżu morza Azowskiego, i t. p. Wydajność ówczesnych młynów angielskich wynosiła przeciętnie 30 — 50 *l* pszenicy na 1 godzinę i 1 siłę konia parowego.

Pierwsze racyonalne zastosowanie turbin, zamiast zwykłych kół wodnych, do popędu młynów zbożowych stanowi zasługę Francuzów, a to dzięki inż. Fourneyron'owi, który w 1827 r. stworzył pierwszy racyo-

nalny ustrój turbiny wodnej z dwoma poziomo i współśrodkowo ustawionemi kołami kanałowemi, przyczem charakterystyczną cechę tego urządzenia stanowiło takie zestawienie z sobą obydwóch kół w kształcie pierścieni, gdzie wewnętrzne koło kierownicze było nieruchome i na całym swym zewnętrznym obwodzie wprowadzało wodę do kanałów zewnętrznego koła obrotowego, skąd wreszcie woda po oddaniu swej siły żywej opuszczała turbinę. Następne zaś pomysły turbin wodnych, przedstawiające pewne korzyści w porównaniu do poprzedniego ustroju, wykonali Henschel w Cassel w 1837 r. i Jonval w Mühlhausen (Alzacya) w 1841 roku.

Dwa wielkie *młyny turbinowe*, t. j. *40-złożeniowy* młyn Surville'a i Touaillon'a w Saint-Maur pod Paryżem i *34-złożeniowy* młyn Darblay'a w Corbeil, wzniesione w latach 1836—1840, uchodzą słusznie za wzory samodzielnego młynobudownictwa francuskiego, gdyż prócz pierwszego racyonalnego zastosowania na większą skalę turbin, przedstawiają one pewne odrębne cechy w urządzeniu pojedynczych części składowych i ogólnem zgrupowaniu względem siebie złożeń kamieni.

Wydajność ówczesnych młynów francuskich wynosiła przeciętnie 45 *l* pszenicy, a 70 *l* żyta na 1 godzinę i 1 siłę konia parowego.

Staro-niemieckie młynobudownictwo przetrwało w Niemczech aż do 1825 r., t. j. do powstania pierwszego młyna systemu amerykańsko - angielskiego w Magdeburgu (wybudowanego przez anglika F. Murray'a z Leeds); prawie równocześnie wzniesiono także następujące młyny nowego systemu: *10-złożeniowy młyn wodny* w Gubinie na rzece Nissie (pod kierownictwem Corty'ego i *8-złożeniowy młyn parowy* w Hamburgu (w 1827 r. wybudowany przez Freund'a dla E. Abendroth'a); odtąd powstawały w Niemczech młyny systemu amerykańsko - angielskiego w tak znacznej ilości, że dalsze śledzenie za nimi przekracza zakres niniejszego artykułu. Za bliższą charakterystykę więcej samodzielnego ducha twórczego ówczesnych Niemców w tym kierunku posłuży najlepiej poniższe przedstawienie pierwszego zastosowania siły wietrznej do popędu młyna, urządzonego podług nowego systemu. Pierwszy taki młyn wietrzny, pobudowany przez Hoffman'a (w 1836 r.) pod Wrocławiem, przedstawia fig. 69 w przekroju pionowym (z opuszczeniem samych skrzydeł wietrznych), gdzie oznacza:

A wał skrzydłowy, który, będąc nieco pochylony (5—10°) względem poziomu, od strony koła wietrznego spoczywa swą szyją w panwi *a*, podczas gdy jego czop końcowy mieści się w gnieździe *b*;

cc łapki *piasty śmigowej* (osadzone we łbie wału *A*), z któremi zostają zmocowane za pośrednictwem bandaży i śrub *śmigi dd*, przyczem każda z 5-ciu śmig *d* służy tu do utworzenia jednego *skrzydła wietrznego* w postaci *żaluzyi* (z 24 ruchomemi klapkami poprzecznemi); pojedyńcze zaś klapki tej ostatniej łączą się za pomocą odpowiednich kleszczyków z dwoma drążkami szybrowemi *ee*, przebiegającemi wzdłuż każdego skrzydła wietrznego; drążki *ee*, stosownie do potrzeby, przymykają lub otwierają we właściwy sposób klapki skrzydłowe, co naturalnie odpowiednio zwiększa lub zmniejsza czynną powierzchnię skrzydeł; w tym celu wszystkie drążki szybrowe *ee* łączą się z końcem jednego wałka *f*, za pośrednictwem pięciu drążków kolankowych *gg*, czopy których mieszczą się w dziesięciu koziołkach *hh*, umocowanych do grubego łba wału *A*; następnie wałek *f*, po przejściu przez wewnętrzną próżnię wału *A*, nie dotykając się go wszakże w żadnem miejscu, łączy się z beleczką dźwigniową *i* z zawieszonym na sznurze ciężarem *k*, działanie którego, jak widać z figury, wywiera bezustanny nacisk na wałek *f* w stronę skrzydeł wietrznych, przyczem naturalnie wielkość tego nacisku może być dowolnie regulowaną; tym sposobem przy zmiennej sile wiatru daje się tu otrzymywać możliwie jednostajną siłę poruszającą żądanej wielkości, gdyż w miarę zwiększania lub zmniejszania się siły wiatru, w stosunku do normalnej wielkości, następuje tu samodzielne zrównoważanie się siły wietrznej z zawieszoną przeciwwagą, za pośrednictwem odnośnego otwierania lub przymykania klapek skrzydłowych; wreszcie przez odpowiednią zmianę wielkości przeciwwagi, otrzymuje się stosowną do potrzeby siłę poruszającą, naturalnie w możliwych do tego granicach;

B stojący wał młynowy, popędzany od wału skrzydłowego *A* za pośrednictwem trybów stożkowych *l*, *m*;

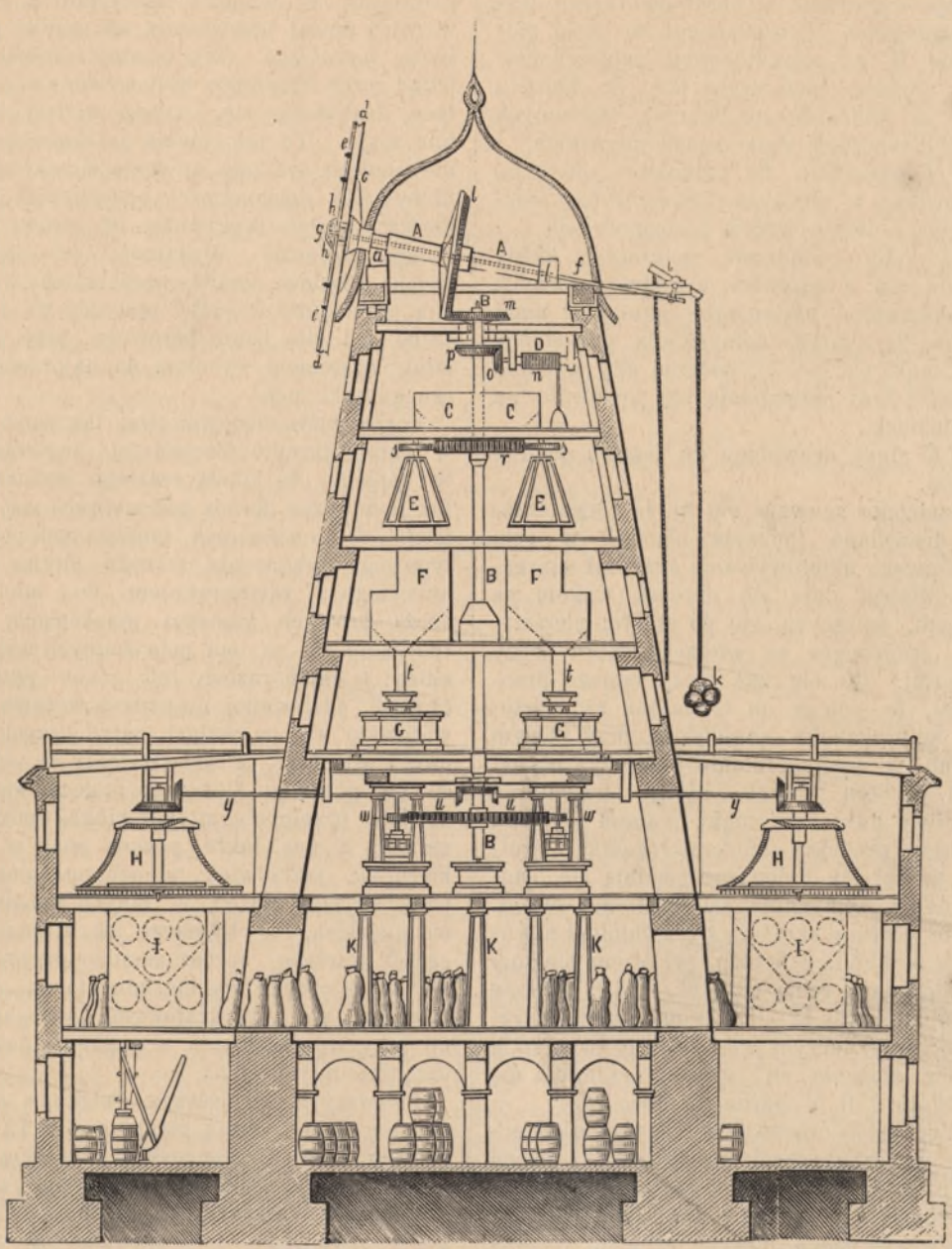
CC kosze zasypowe dla ziarna;

D przyrząd windowy do podnoszenia worków, który składa się z wału poziomego *n* (z bębnem do nawijania sznura), osadzonego w panwiach wiszących, przyczem

końcowy krąg stożkowy *o*, o chropowatej nieco powierzchni, będąc naciskanym za pomocą sznurka pociągowego do podobnego sobie kręga stożkowego *p* na wale popędowym *B*, wprawia się w obrót przez wywołane tarcie na powierzchniach zetknięcia;

EE obłuskiwacze tarkowe, wprawiane w obrót za pomocą trybów czołowych *r* i *ss*, z których pierwszy duży (*r*) siedzi na wale *B*, dwa zaś małe (*s*, *s*), zczepiające się z poprzednim, są osadzone bezpośrednio na osiach pionowych obłuskiwaczy *EE*;

Fig. 69



FF skrzynie zapasowe dla obłuskanego ziarna, z których każda składa się z dwóch przedziałów, posiadających osobne wyloty dolne z rurami spadowemi *tt* (z których dwie są widoczne na figurze);

GG cztery złożenia kamieni (z których dwa są widoczne na figurze), które, będąc ustawione symetrycznie w jednem kole, zostają wprawiane w obrót od dużego trybu czołowego *U*, osadzonego na wale stojącym *B*, za pośrednictwem czterech małych trybów czołowych *ww* (z których dwa są widoczne na figurze), osadzonych na pojedynczych wrzecionach młyńskich;

HH chłodnice dla produktów mielenia, wprawiane w obrót za pomocą trybów stożkowych i dwóch wałów poziomych *yy*;

II pytle cylindrowe, z których każdy składa się z czterech cylindrów górnych do odsiewania najlepszych gatunków mąki (№ 0—2) i trzech dolnych dla pośledniejszej mąki (№ 3—4), podczas gdy wysiane kaszki i śrut przemielają się powtórnie na kamieniach;

KK słupy drewniane na 1-szem piętrze młyna.

Następnie zauważa się tu, że górna czapka drewniana (pokryta blachą), w celu właściwego skierowywania skrzydeł naprzeciw wiatru, daje się obracać wokoło na rolkach, toczących się po stałym pierścieniu, osadzonym na wierzchu muru wieży okrągłej. Co się zaś tyczy samego przemiału, to polega on tu na tak zw. systemie amerykańsko-angielskim, przy którym ziarno w suchym stanie przemiela się od razu w ten sposób, ażeby otrzymywać możliwie dużą ilość mąki, poczem wysiane grubsze produkty mielenia (kaszki i śrut) nie więcej jak jeden raz poddają się ostatecznemu wymielaniu na złożeniach kamieni; te ostatnie składają się z kamieni młyńskich o średnicy 5 stóp, przyczem bieguny w złożeniach robią od 100 — 110 obrotów na minutę, przy 12—13 obrotach koła wietrznego; przy dobrym wietrze, gdy wszystkie cztery złożenia są czynne, przemiela się tu około 110 *hl* ziarna na dobę.

Wydajność ówczesnych młynów niemieckich wynosiła przeciętnie 30—45 *l* ziarna na 1 godzinę i 1 siłę konia parowego.

Zabiegi o pozyskanie dla młynarstwa austro-węgierskiego nowego systemu amerykańsko-angielskiego datują od 1829 roku, pierwszy wszakże młyn parowy hr. Karolyi'a w Oedenburg'u na Węgrzech (w bliskości jeziora Neusiedler) został puszczony w ruch dopiero w 1836 r.; następnie w r. 1839 wzniesiono *18-złożeniowy* (z kamieniami francuzkiemi o średnicy 1,4—1,6 *m*) *młyn wodny* (z 3-ma nasiębiernemi kołami wodnemi), podług systemu amerykańsko-angielskiego, we Fiume w Kroacyi; dalej w 1842 r. został puszczony w ruch *22-złożeniowy młyn parowy* (z 3-ma machinami Woolf'a, o ogólnej sile 200 koni parowych) w Wiedniu na Schüttl'u, który wkrótce został przerobiony na *system mielenia wysokiego*. Ten ostatatni znajdował odtąd coraz liczniejsze zastosowanie w praktyce, doskonaląc się przytem w dość szybkim tępie. To też chwała za doprowadzenie nowego systemu mielenia wysokiego do niebywałej doskonałości opromienia młynarstwo austro-węgierskie od połowy bieżącego stulecia. Wydajność zaś ówczesnych młynów austro-węgierskich wynosiła przeciętnie 8—12 *l* pszenicy na 1 godzinę i 1 siłę konia parowego, przy przemiale systemem wysokim na najprzedniejsze gatunki mąki.

Nasze młynobudownictwo, tak samo jak w całej Europie Zachodniej, pozostawało w uśpieniu do końca zeszłego stulecia, to też podówczas oprócz *pierwotnych młynów wodnych* i *wietrznych*, budowanych podług typowego urządzenia starego młyna niemieckiego z zastosowaniem do mielenia zboża prostych *kamieni piaskowych*, nie spotykało się na tem polu żadnych udoskonaleń, a chleb razowy lub grubo-pytlowy (z mąki, odsiewanej na pytlach wełnianych) widywało się na stołach największych panów i szlachty. Z rozbudzeniem się wszakże na początku bieżącego stulecia na Zachodzie przemysłu młynarskiego, spostrzega się u nas także pewien ruch w tym kierunku, jakkolwiek więcej opóźniony i powolniejszy, aniżeli w innych państwach europejskich, co tłomaczy się w znacznej części potrzebą, oprócz samego przyswajania sobie obcych wynalazków, także posiłkowania się obcokrajowymi specyalistami przy wprowadzaniu w praktykę nowych urządzeń młynowych.

Pierwszy w Królestwie Polskiem *młyn parowy* (z 60-konną machiną i o 12 złożeniach kamieni francuskich), podług systemu amerykańskiego urządzony, został założony w Warszawie na Solcu w 1825 r. przez Henryka i Tomasza hr. Łubieńskich; następnie podczas wypadków politycznych w 1831 roku b. Bank Polski objął go na siebie, poczem w 1837 roku sprzedano go Piotrowi Steinkeller'owi, zaszczytnie znanemu w całym kraju przed-

siębiorcy; ten ostatni w 1841 r., sprowadziwszy zdolnego technika Laessig'a, przekształcił gruntownie dawne urządzenie młyna; wkrótce znowu przeszedł ten młyn na własność Banku Polskiego pod kierownictwem ostatnio zaznaczonego technika, który w 1851 r. odbudował go po spaleniu na nowo z zastosowaniem sprzężonej 120-konnej machiny parowej systemu Woolf'a; po powtórnem zaś spaleniu się i następnem odbudowaniu tego młyna, Bank Polski w 1870 r. sprzedał go warszawskiemu bankierowi Janowi Blochowi, który wkrótce przerobił go na system walcowy, w ostatnich wszakże latach zburzył całe wewnętrzne urządzenie, oddając budynki młynowe na koszary dla wojska.

Następny *młyn wodny* w Słodowcu pod Marymontem w bliskości Warszawy, dawna własność Bogumiła Fritsche'go, został przebudowany w 1856 r. przez Laessig'a na sposób amerykański z zastosowaniem dwóch *złożeń kamieni francuskich do mielenia płaskiego*; następnie w 1860 r. młyn ten stał się własnością St. Kropiwnickiego i S-ki, którzy zwiększyli jego działalność przez zaprowadzenie 25-konnej machiny parowej systemu Woolf'a, oraz dodanie dwóch nowych *złożeń kamieni francuskich*, co w połączeniu z *kołem wodnem* (o sile 5 koni parowych) stworzyło *czterozłożeniowy młyn wodno-parowy*; około r. 1880 został on częściowo przerobiony na system walcowy; wreszcie w 1885 roku t. zw. „młyn słodowiecki" otrzymał wzorowe urządzenie walcowe podług systemu peszteńskiego z zastosowaniem 50-konnej machiny parowej i 12-konnej turbiny.

Z następnych młynów większych, jakie powstały w naszym kraju w drugiej połowie bieżącego stulecia, zasługują na wzmiankę: *ośmio-złożeniowy młyn wodny* w Częstochowie, który w 1857 r. został przerobiony przez właściciela Kohn'a z zaprowadzeniem niektórych nowszych udoskonaleń; *cztero-złożeniowy młyn parowy* (z 15-konną machiną), wybudowany w 1857 roku przez Pentz'a w Radomiu; *sześcio-złożeniowy młyn parowy*, założony w 1859 r. w Łowiczu przez Hojsiewicza, Gawińskiego i S-kę; *pięcio-złożeniowy młyn parowy* (z 40-konną machiną systemu Woolf'a), założony w 1859 r. w Międzyrzecu (własność hr. Potockiej); *sześciozłożeniowy młyn parowy* (z 50-konną machiną systemu Woolf'a), założony w 1860 przez A. Łapińskiego w Zegrzynku pod Serockiem; *ośmio-złożeniowy młyn parowy* (z 70-konną machiną), wybudowany w 1860 r. przez Sławińskiego i S-kę w Warszawie na Lesznie; *sześcio-złożeniowy młyn parowy* (z 40-konną machiną), założony w 1861 r. w Lublinie przez Kozmińskiego; *sześcio-złożeniowy młyn parowy*, założony w 1862 r. w Piotrkowie przez braci Pniower; *sześcio-złożeniowy młyn parowy*, postawiony w 1862 r. w Stawiskach pod Łomżą przez I. Kisielnickiego; *sześciozłożeniowy młyn parowy*, urządzony w 1863 r. w Pilicy; *cztero-złożeniowy młyn wodny* założony w 1871 r. w Firleju pod Radomiem, a przez obecnego właściciela I. Bekermana przerobiony na system walcowy (z 40-konną turbiną i 60-konną machiną parową) w 1880 r.; oprócz tego powstało w tym czasie wiele innych jeszcze młynów w naszym kraju, o których wszakże szczupłe ramy niniejszego artykułu wzmiankować nie pozwalają. Zaznaczyć wszakże należy jeszcze, że w Wilnie pierwszy młyn parowy pobudował w 1869 r. Rajnold Tyzenhaus, podczas gdy ogólnie na Litwie młynobudownictwo postępowało podówczas żółwim krokiem.

Stosowanie *kamieni młyńskich* do mielenia zboża, jak widzieliśmy, sięga do najdawniejszych czasów przedhistorycznych, podczas gdy *walce młyńskie* zaczynają historyę swego bytu zaledwie na początku bieżącego stulecia, a mianowicie szwajcar Helfenberger z Rohrschach'u (w kantonie St. Gallen) w 1820 r. zastosował po raz pierwszy *stolec walcowy* swego pomysłu do mielenia zboża; następne z kolei udoskonalenie stolców walcowych, które cieszyły się nieco większem od pierwotnego pomysłu Helfenberger'a rozpowszechnieniem w praktyce, zostało również w Szwajcaryi uskutecznionem w 1834 r. przez inżeniera-mechanika Sulzberger'a z Zürichu; ogólniejsze wreszcie rozpowszechnienie się *systemu walcowego*, datującego zaledwie od 1874 r., zawdzięczamy także szwajcarowi Fryderykowi Wegmann'owi z Zürichu, podczas gdy ostateczne utrwalenie tego systemu mielenia w praktyce zostało uskutecznionem w Austro-Węgrzech, które dotychczas przodują w wyrobie najprzedniejszych gatunków mąki, posiadając u siebie olbrzymie młyny.

Ponieważ dalsze śledzenie stopniowego postępu młynobudownictwa przekracza ramy niniejszego artykułu, więc ograniczymy się tu do poniższego przedstawienia w ogólnym zarysie dwóch tylko nowoczesnych ustrojów młynów walcowych.

Fig. 70.

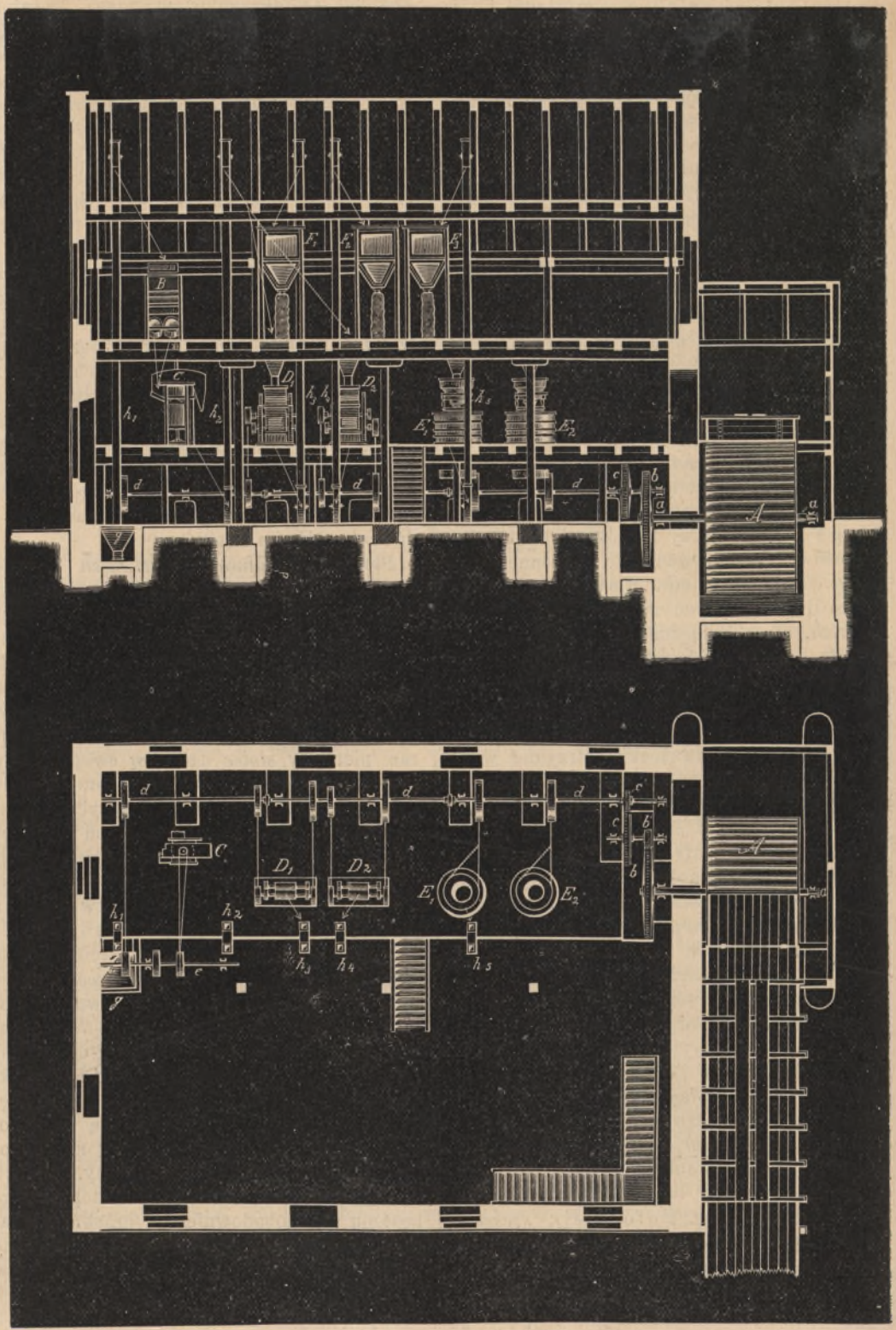

F
F1
F2
B
C
D
D1
D2
h1
h2
h3
h4
h5
E1
E2
d
b
A
a
C
D1
D2
E1
E2
h1
h2
h3
h4
h5
c
g

Fig. 70.

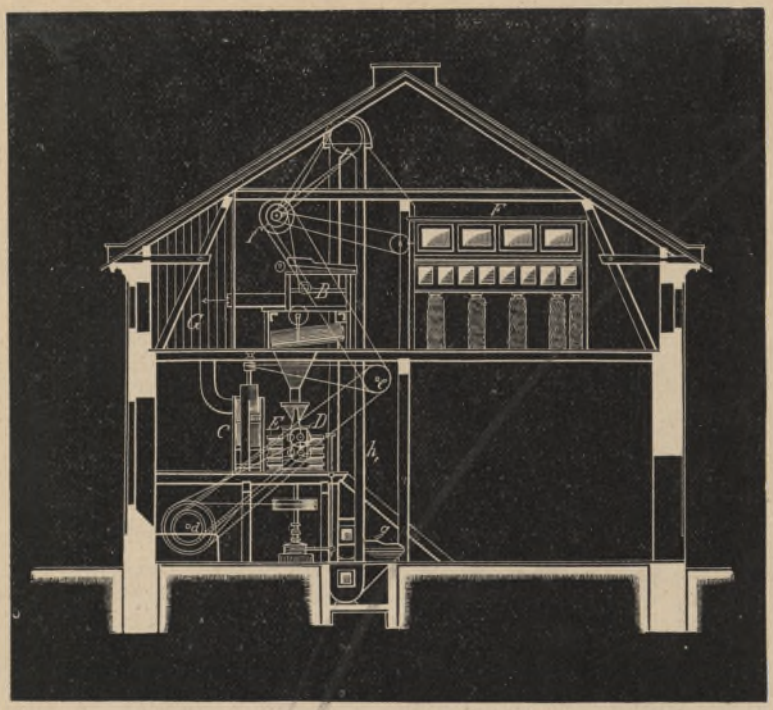


Fig. 70 przedstawia *żytni młyn wodny* w przekrojach podłużnym i poprzecznym, oraz w rzucie poziomym (w $^1/_{170}$ naturalnej wielkości), gdzie oznacza:

A nasiębierne koło wodne (o średnicy 4 *m* i 2,5 *m* szerokości), osadzone na wale żelaznym *a*, który za pośrednictwem dwóch par trybów czołowych *bb'* i *cc'* wprawia w obrót główny wał młyna *d*;

B wialnia ziarnowa z rafką i 2-ma oddzielaczami okrągło-ziarnowemi;

C obłuskiwacz, zwany „eureka“;

D_1 D_2 stolce walcowe z 2-ma parami (po nad sobą zgrupowanych) rowkowanych walców twardego odlewu żelaza (220 × 550 *mm*):

E_1 E_2 złożenia kamieni francuzkich (o średnicy 1100 *mm*);

F_1 F_2 F_3 pytle graniaste, wewnętrzne bębny których są obciągnięte gazą jedwabną;

e wał przystawkowy, popędzany z głównego walu *d*, a służący do popędu obłuskiwacza *C* i górnego wału pomocniczego *f*;

g kosz zasypowy dla ziarna, dostarczanego do młyna;

h_1—h_5 elewatory kubełkowe na pasach parcianych;

G komora żubrowa dla lekkich zanieczyszczeń wialni ziarnowej *B* i obłuskowin, wywiewanych z obłuskiwacza *C*.

Popęd stolców walcowych D_1 D_2, oraz złożeń kamieni E_1 E_2 odbywa się za pomocą odnośnych kół pasowych z wału głównego *d*, podczas gdy pytle F_1—F_3, wialnia *B*, oraz elewatory h_1 — h_5 popędzają się z wału górnego *f*.

Przebieg czynności młyna jest następujący: ziarno, dostarczane do młyna, zasypuje się do kosza *g*, z którego przechodzi jednostajnym strumieniem na rafkę wialni *B* za pośrednictwem elewatora h_1; następnie po przejściu przez wialnię *B* i jej oddzielacze okrągło - ziarnowe, opada ziarno własnym ciężarem po odnośnej rurze spadowej do obłuskiwacza *C*, z którego czyste ziarno sprowadza się elewatorem h_2 do kosza zasypowego nad stolcem walcowym D_1 lub D_2; produkt pierwszego rozdrobienia ziarna, opuszczający stolec D_1 lub D_2, prowadzi się za pośrednictwem elewatora h_3 lub h_4 na pytel mączny F_1 lub F_2, odsiewający mąkę, podczas gdy niewysiane

Fig. 71.

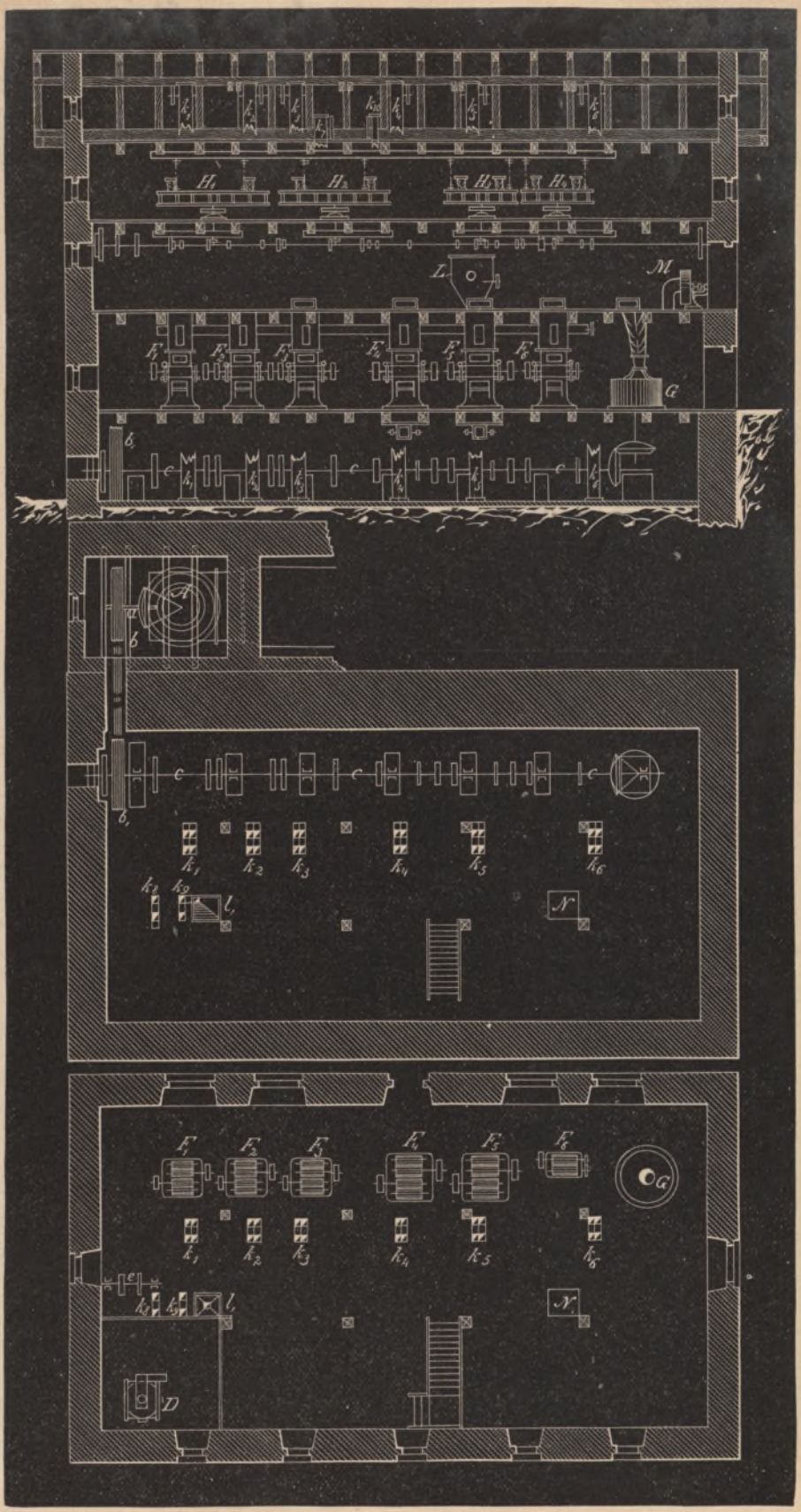
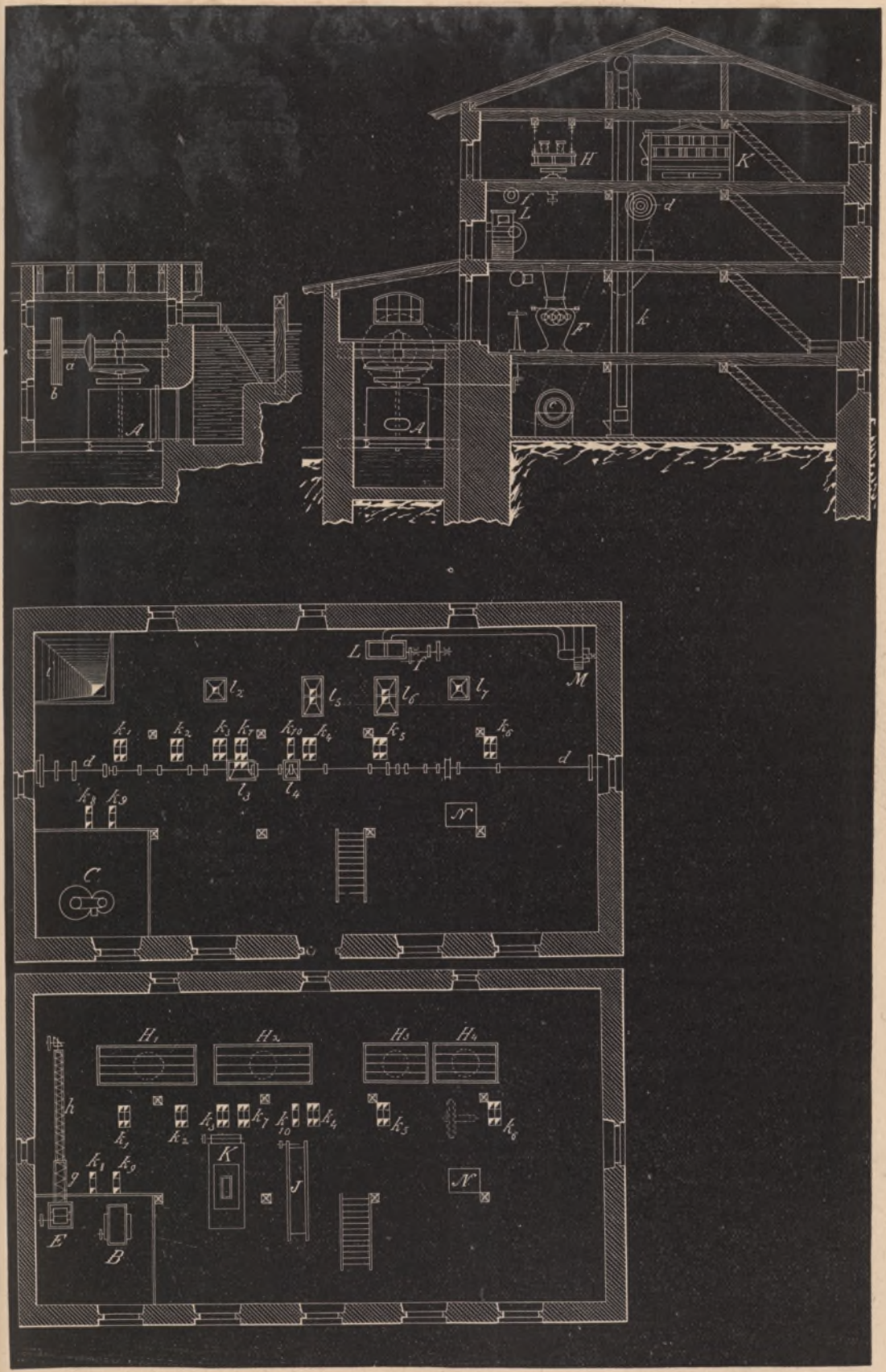


Fig. 71.


H
K
L
d
F
k
a
b
A
A
L
M
l_1
l_2
l_3
l_4
l_5
l_6
l_7
k_1
k_2
k_3
k_7
k_{10}
k_4
k_5
k_8
k_9
d
d
N
C
H_1
H_2
H_3
H_4
h
g
K
J
N
E
B

na gazie części śrutowe, albo prowadzi się ponownie na stolec D_1 lub D_2, albo też przechodzą one wprost na złożenie kamieni E_1, skąd dany produkt mielenia prowadzi się za pomocą elewatora h_5 na pytel F_3, wysiewający mąkę, podczas gdy niewysiane tu na gazie części otrębowe, przechodzą ponownie i tyle razy na złożenie kamieni E_1, ile zachodzi tego potrzeba dla ostatecznego otrzymania należycie czystych otrąb. Wreszcie złożenie kamieni E_2 służy tu do mielenia razowego. Młyn ten może przemielać na dobę systemem walcowym około 50 korcy żyta i 20 korcy systemem razowym, z użyciem około 25 sił koni parowych.

Fig. 71 przedstawia *pszenny młyn wodny* w przekrojach podłużnym i poprzecznym, oraz w rzutach poziomych (w $^1/_{192}$ naturalnej wielkości), gdzie oznacza:

A turbina wodna z rezerwoarem żelaznym, osadzona na wale żelaznym *a*, który za pośrednictwem trybów stożkowych i koła linkowego *b* wprawia w obrót główny wał młyna *c*;

B wialnia ziarnowa z rafką i 4-ma oddzielaczami okrągło-ziarnowemi;

C machina obłuskująco-żubrowa;

D machina szczotkowa;

E gniotownik walcowy z jedną parą gładkich walców twardego odlewu żelaza (300×500 *mm*);

F_1—F_3 trzy stolce walcowe z 2-ma parami (obok siebie zgrupowanych) rowkowanych walców twardego odlewu żelaza (220×650 *mm*), do sześcio-krotnego automatycznego śrutowania;

F_4 stolec walcowy z 2-ma parami gładkich walców twardego odlewu żelaza (300×800 *mm*) do rozczyniania kaszek i miałów;

F_5 stolec walcowy z 2-ma parami gładkich walców porcelanowych (300×800 *mm*) do rozczyniania kaszek i miałów;

F_6 stolec walcowy z 1-ną parą drobnorowkowanych walców twardego odlewu żelaza (300×800 *mm*) do wymielania części otrębowych;

G złożenie kamieni francuzkich (o średnicy 1250 *mm*) do ostatecznego wymielania części otrębowych;

H_1 H_2 cztero-działowe pytle płaskie do oddzielnego odsiewania produktów mielenia, otrzymywanych ze stolców walcowych F_1—F_4;

H_3 H_4 dwu-działowe pytle płaskie do oddzielnego odsiewania produktów mielenia, otrzymywanych ze stolców walcowych F_5—F_6, oraz ze złożenia kamieni *G*;

I wialnia kaszkowa z podwójną rafką;

K wialnia miałowa;

L odpylacz do wentylacyi stolców walcowych;

M wietrznik ssący, skomunikowany rurą wietrzną z odpylaczem *L*;

N winda platformowa do podnoszenia worków i ludzi;

d górny wał pomocniczy do popędu pytli płaskich H_1—H_4, wialni kaszkowej *I* i miałowej *K*, wialni ziarnowej *B*, machiny obłuskująco-żubrowej *C*, gniotownika walcowego *E*, wietrznika ssącego *M*, wałów przystawkowych *e* i *f* (do popędu machiny szczotkowej *D* i odpylacza *L* służących), windy *N*, przystawki trybowej do popędu szczotki *g* i ślimacznicy *h*, oraz wszystkich elewatorów;

i kosz zasypowy dla ożnbrowanego ziarna;

k_1—k_6 podwójne elewatory kubełkowe, pośredniczące w przenoszeniu produktów mielenia ze stolców walcowych F_1 — F_2, oraz ze złożenia kamieni *G*, do pytli płaskich H_1—H_4;

k_7 podwójny elewator kubełkowy do zasilania wialni miałowej *K*;

k_8—k_9 pojedyncze elewatory kubełkowe do zasilania ziarnem machin żubrowych;

k_{10} pojedynczy elewator kubełkowy do zasilania wialni kaszkowej *I*;

l_1 kosz zasypowy dla ziarna, postępującego do żubrowni;

l_2 kosz zasypowy nad szóstą parą walców śrutowych, mieszczących się w stolcu F_3;

l_3—l_4 kosze zasypowe do zasilania wialni miałowej *K* i kaszkowej *I*;

l_5—l_7 kosze zasypowe dla stolców walcowych F_4—F_6.

Urządzenie to młyna, wykonane podług najnowszego systemu z zastosowaniem turbiny o sile 75 koni parowych, służy do *przemiału wysokiego* około 200 korcy pszenicy na dobę.

12. Mąka zbożowa.

Zanim przystąpimy do zbadania własności mąki zbożowej, należy zastanowić się nieco nad ogólnemi warunkami, jakim powinien zadość czynić każdy materyał pokarmowy. A mianowicie, ponieważ dany pokarm powinien wejść w skład odżywianego organizmu, ażeby zastąpił wydzielone z niego ciała, zawierać przeto musi te same i w odpowiednim stosunku ilościowym

względem siebie zgrupowane składniki chemiczne, z jakich jest utworzony odżywiany przezeń ustrój organiczny; ażeby następnie wprowadzony do organizmu pokarm mógł być przezeń przyswojonym, powinien być strawnym, t. j. rozpuszczalnym w sokach, wydzielanych przez narządy trawiące, gdyż jedynie w tym stanie może przechodzić w krew i ciało odżywianego organizmu, w przeciwnym zaś razie zostaje on wydalany bez pożytku; oprócz tego pokarm powinien być spożywanym pod właściwą postacią, t. j. w odpowiednio przyrządzonym stanie, ażeby dla przyswojenia organizmowi nie wymagał wydzielania zbytniej ilości soków żołądkowych; następnie pokarm winien być czystym, zdrowym, przyjemnym dla smaku, powonienia, a nawet wzroku, co osiąga się przy pomocy specyalnych przypraw, oraz przez nadawanie mu ponętnego wyglądu, ażeby przez oddziaływanie na odnośne nerwy czuciowe, stawał się on pożądańszym w spożyciu; wreszcie pokarm z punktu ekonomicznego winien być tanim, t. j. dostępnym dla ogółu społeczeństwa ludzkiego. Pokarm, odpowiadający wyżej zaznaczonym warunkom, nazywamy dopiero w całem znaczeniu tego słowa pożywnym. Im mniejszy zatem stopień pożywności posiada dany pokarm, tem mniej przynosi korzyści żywionemu przezeń organizmowi, gdyż nie wynagradzając w dostatecznym stopniu utraty zużytych części organizmu, sprowadza do pewnego stopnia bezpożyteczny ubytek zasobu energii czynnej na nadmierne podrażnienia narządów trawienia w celu rozpuszczenia, uwodnienia, przetrawienia i wydzielenia dużej ilości małostrawnych ciał. Z tego widać, jak doniosłe znaczenie ze względu na zdrowotność ludzkości posiada właściwy wybór i racyonalny sposób przyrządzania pokarmów. W praktyce jednak niestety, niski poziom moralny i umysłowy znacznej ilości producentów, kierowanych niczem niehamowaną żądzą zysków materyalnych, sprowadza wielostronne zafałszowania zbywanych przez nich pokarmów bez względu na to, czy takowe należą do rzędu zwykłego oszustwa pieniężnego, czy też zagrażają zdrowiu, a niekiedy nawet życiu bliźnich; to też sprężysta i umiejętna kontrola lekarska i policyjna, w połączeniu z surowemi karami za podobne wykroczenia mogłaby jedynie położyć tamę tym wstrętnym nadużyciom. Co się zaś tyczy właściwego doboru pokarmów, to za najodpowiedniejsze pożywienie człowieka należy uważać mieszane w odpowiednim stosunku ilościowym względem siebie przetwory tak roślinne, jak zwierzęce, z któremi związane są również potrzebne dla organizmu sole mineralne i w znacznej części także woda. Pokarmy roślinne zaopatrują organizm przeważnie w węglowodany, które, spalając się, t. j. utleniając, wywiązują przeważny zasób energii czynnej, potrzebnej dla spełniania spraw życiowych; natomiast pokarmy zwierzęce, obfitujące w substancye białkowate i tłuszcze, wstępują w skład organizmu ludzkiego na miejsce zużytych jego części, sprowadzając niezbędną dla spraw odżywiania organizmu wymianę materyi. Nadmierne zaś spożywanie pokarmów bądź to roślinnych, bądź to zwierzęcych należy uważać za ogólnie szkodliwe, gdyż w pierwszym razie nadmiar węglowodanów, w drugim zaś — ciał białkowatych i tłuszczów, stających się wówczas niedostępnemi dla narządów trawiących i chłonnych, niekiedy nawet wstrętnemi dla zmysłu smakowego, wywołuje stan chorobliwy. Dla normalnie zatem rozwiniętego organizmu ludzkiego najodpowiedniejszym jest pokarm mieszany, to też najpowszechniejsze pożywienie we wszystkich krajach cywilizowanych stanowią pokarmy mączne, zwłaszcza w postaci pieczywa pszennego lub żytniego, które wszakże zostają dopełniane w odpowiednim stosunku ilościowym innymi, bardziej w białko obfitującymi pokarmami, jak mięsem, mlekiem, jajami itp. Ziarno zbożowe w surowym stanie nie nadaje się bezpośrednio na pokarm dla ludzi, ponieważ zawarte w niem substancye pożywne, mieszczące się w komórkach, otoczonych w około drzewnikiem, są niedostępne dla soków trawiących. Wprawdzie rozgryzając i rozcierając zębami pokarm ziarnowy, możemy rozrywać wiele komórek roślinnych, umożebniając dostęp do nich soków żołądkowych, lecz żadną miarą nie jesteśmy w stanie dopiąć tego celu w takim stopniu, jak za pomocą rozdrobienia sztucznego środkami mechanicznymi, t. j. przez zmielenie w młynie; oprócz tego spożywane ziarno w stanie surowym (jak np. przez jaroszów), jest zawsze małostrawnem i w wysokim stopniu niesmacznem; surowa mąka również, a tem więcej kasza, jakkolwiek przedstawiają przetwory o wiele czystsze i dostępniejsze dla soków żołądkowych aniżeli ziarno, są jeszcze jednak zbyt małostrawne i nieprzyjemne w smaku, ażeby mogły służyć bezpośrednio za pokarm ludz-

ki; toteż po należytem dopiero uwodnieniu i wystawieniu na działanie ciepła (pieczenie, gotowanie, smażenie) otrzymuje się z tych przetworów surowych pokarm zupełnie strawny i smaczny.

Dla rozpoznania, o ile dana mąka w surowym stanie odpowiada wyżej zaznaczonym warunkom dobrego materyału pokarmowego, należy zastanowić się nieco bliżej nad sposobami badania jej własności fizycznych i chemicznych.

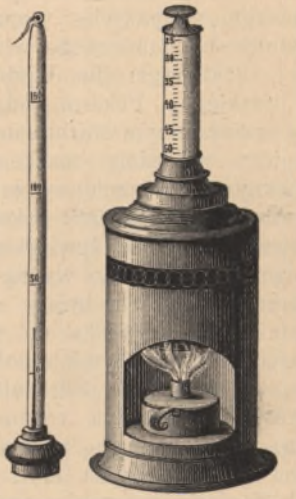
A) Własności fizyczne mąki zbożowej.

1. *Barwa.* Wartość gatunkową mąki zbożowej ocenia się przedewszystkiom podług jej *stopnia białości*, co pochodzi stąd, że im bielszy jest dany gatunek mąki, to z tem większym trudem i nakładem na środki mechaniczne jest on wytwarzany w danym młynie, o czem mieliśmy już sposobność przekonać się w rozdziale, traktującym o systemach mielenia. Dla racyonalnej oceny barwy mąki wymaga się wielkiej wprawy, gdyż wchodzą tu w grę nieraz nader subtelne odcienie, przy których należy uwzględniać także stopień oświetlenia, kierunek padających na daną powierzchnię mączną promieni słonecznych, punkt widzenia i t. p. W tym celu niewielkie ilości badanych gatunków mąki układa się oddzielnemi kupkami na gładkiej tabliczce (najlepiej czarnej), a przycisnąwszy je tafelką szklaną, metaliczną lub rogową, nadaje się każdej próbce mąki powierzchnię ścisłą, gładką i równą; następnie, nadawszy każdej próbce mąki oddzielnie prawidłowy kształt czworokątny, przez odcięcie odnośnych brzegów nierównych, przysuwa się je ku sobie w ten sposób, aby stanowiły jedną powierzchnię bez zmieszania się jednak ze sobą, poczem za pomocą wyżej wzmiankowanej tafelki wyrównywa się ponownie powierzchnie mączne, które po zdjęciu jej wykazują dość jasno różnicę w odcieniach barw badanych gatunków mąki, co uwidocznia się jeszcze wyraźniej po zanurzeniu takiej powierzchni mącznej w wodzie.

2. *Zapach* i *smak.* Charakterystyczny zapach mąki zdrowej jest przyjemny i świeży, podczas gdy zapach nieprzyjemny, przypominający odór zgnilizny lub pleśni, tak zwany zapach „stęchły“, dowodzi, że albo mąka była źle przechowywaną (np. w miejscu wilgotnem), lub też wyrobioną została z ziarna przemokłego lub porośniętego. Mąka zdrowa posiada smak przyjemnie słodkawy i w jednej chwili miesza się w ustach ze śliną, natomiast mąka w stanie zepsutym ma smak gorzki lub przypominający pleśń. Rakowicz wykazuje stęchłość mąki, opierając się na barwie (ciemno - cynamonowej) mąki, rozrobionej w chloroformie, a także na barwie białka roślinnego (albuminu), strąconego z wodnego wyciągu mąki, trzy razy większą objętością wyskoku (95°), a mianowicie, jeżeli białko roślinne posiada barwę białą, mąka jest świeża i zdrowa, podczas gdy zabarwienia białka żółte, ciemno-żółte lub szarawo-żółte wskazują różne stopnie stęchłości mąki lub mieszaninę mąki świeżej ze stęchłą.

3. *Zdatność do wypieku.* Dokładne określenie tej własności mąki, zależnej od

Fig. 72.



jakości glutenu, jest nader ważne w praktyce, gdyż ona decyduje o pulchności ciasta, a zatem i strawności pieczywa. Gluten świeży, po zwilżeniu mąki, wiąże z sobą w krótkim czasie znaczną ilość wody, to też, wydzielając go w znany sposób przez wymywanie mączki z ciasta, nabieramy już niejakiego pojęcia o wartości mąki, jako materyału do pieczywa, sądząc po szybkości, z jaką dane cząstki glutenu łączą się podówczas z sobą, oraz po mniejszym lub większym stopniu elastyczności tego ostatniego. Dokładniejszy sposób oznaczania t. zw. siły glutenu podał piekarz paryski Boland, za pomocą specyalnego przyrządu własnego pomysłu, zwanego *glutomierzem* („aleurometr“), przedsta-

wionego na fig. 72, a składającego się z piecyka (opalanego płomieniem lampki spirytusowej), w górnej części którego mieści się wanienka, wypełniona parafiną; w tę ostatnią zanurza się właściwy glutomierz, w kształcie cylindra, przeznaczonego do pomieszczenia 7 *g* glutenu świeżego, otrzymanego przez wymywanie; gdy zawieszony uprzednio w wannie parafinowej termometr (uwidoczniony na fig. 72 oddzielnie na stronie) wskazuje 150° C., wyjmuje go się, wstawiając na jego miejsce glutomierz cylindrowy, wraz z zawartą w nim 7-gramową gałką glutenową, poczem wannę parafinową ogrzewa się jeszcze w ciągu 10 minut; następnie, zgasiwszy płomień lampki spirytusowej i przeczekawszy ponownie 10 minut, uważa się próbę za skończoną, przyczem gluten pod ciśnieniem pary, w którą zamienia się podczas próby związana z nim woda, rozdyma się i rozpręża, podobnie jak chleb w piecu, zwiększając swą objętość tem więcej, im większą posiada on siłę elastyczności; wyrastając w ten sposób zawarty w cylindrze gluten, wypełnia stopniowo coraz więcej wnętrze tego ostatniego, przyczem, dosięgnąwszy dolnej części pomieszczonego w nim stempla, podnosi go, wysuwając górny jego koniec, zaopatrzony w podziałkę, coraz wyżej; z ilości więc podziałek, na które został wysunięty stempel glutomierza podczas próby, odczytuje się odrazu siłę wyrastania danego glutenu w odsetkach, gdyż skala stempla jest w odpowiedni do tego sposób ponumerowaną od 25—50% (jak to na fig. 72 jest uwidocznionem); *zdatna do wypieku mąka powinna dawać gluten co najmniej o 25% rozciągliwości w glutomierzu*, w przeciwnym zaś razie daną mąkę należy uważać za niezdatną do dobrego wypieku; gatunki dobrej mąki z naszego ziarna zawierają gluten o 36 do 50% rozciągliwości. Im sprężystszy i świeższy jest gluten, tem więcej wody jest w stanie przyjąć w siebie, co w połączeniu z jego ilościowym ustosunkowaniem w mące równoznacznem jest z otrzymywaniem podówczas więcej ciasta z danej ilości mąki. Inne części składowe mąki wiążą również z sobą wodę przy zarabianiu jej na ciasto, lecz nie w takim stosunku, zależnym ściśle od ich wartości pożywnej, jak gluten, to też zalety tego ostatniego oceniają się najlepiej podług zdolności pochłaniania przez niego wody.

Z tego więc powodu ogólnie uważa się mąkę za tem więcej wartościową, im w większej ilości potrzeba użyć wody dla otrzymywania z niej ciasta, słuszność zaś takiego twierdzenia występuje jeszcze jaskrawiej, jeżeli zauważy się, że ilość wody, niezbędnej do wyrobienia ciasta z danej ilości mąki, znajduje się w stosunku odwrotnym do stopnia wilgotności samej mąki. Badania, podjęte w ostatnich czasach, rzuciły pewne światło na sposób, w jaki woda łączy się z mąką, a mianowicie stwierdzono, że mączka (krochmal), zawieszona w 15 razy większej ilości wody (*na wagę*), przy temperaturze 20° C. i wyżej, rozpręża się, zwiększając znacznie swą objętość (1 : 30), do czego wszakże podczas zaprawiania ciasta przyczynia się głównie gluten, który oddaje jej część swej wody; ta ostatnia wszakże nie przenika mączki całkowicie, lecz pomieszcza się tylko w zewnętrznych warstwach jej pojedynczych cząstek, otoczonych powłokami glutenu, przytem, jak wiadomo, mączka nie rozpuszcza się zupełnie w wodzie, podczas gdy gluten wiąże się z nią przeważnie organicznie, z wyjątkiem tylko nieznacznych ilości zawartych w nim *mucedyny* i *gliadyny*, lub gdy przez nadmiernie wysoką temperaturę, albo inne szkodliwe okoliczności utraca swe naturalne przymioty; należy zatem rozróżniać wodę organicznie z mąką związaną, od wody łączącej się z nią mechanicznie, przyczem ta ostatnia nie wywiera wpływu na istotne własności mąki, gdyż ulatnia się całkowicie w wyższej ciepłocie, podczas gdy pierwsza zmienia skład chemiczny mąki i zwiększa sprężystość glutenu, dając mu przytem możność do pewnego stopnia wstrzymywać tworzące się w czasie fermentacyi ciasta gazy; cała ilość mączki, zawartej w mące (około 76%) pochłania w cieście zaledwie 30% wody, natomiast gluten, stanowiący przeciętnie tylko 10% mąki, zawiera około 20% organicznie związanej z nim wody i około 3% wody w mechanicznej domieszce, którą ustępuje mączce.

Dla oznaczenia przybliżonej ilości zawartego w mące glutenu, używa się zwykle sposobu, podanego przez Robine'a, polegającego na roztworze 24 *g* mąki przedniejszych gatunków w 183 *g* rozcieńczonego kwasu octowego (do 93° Beaumé'a), albo 32 *g* pośledniejszego gatunku mąki w 244 *g* takiegoż kwasu, przyczem po osadzeniu nierozpuszczającej się w tym ostatnim mączki, oznacza się gęstość zlanego z niej płynu, w którym ciała białkowate mąki są rozpuszczone, za pomocą specyal-

nie do tego celu zastosowanego *areometru* („appréciateur“) z podziałką, odpowiadającą bezpośrednio ilości bochenków chleba, ważących po 2 *kg*, mogących być otrzymywanemi ze 159 *kg* danej mąki.

Umiejętne zbadanie mąki za pomocą *glutomierza* Boland'a i *areometru* Robine'a decydują z dostateczną ścisłością dla praktyki o względnej zdatności jej do wypieku.

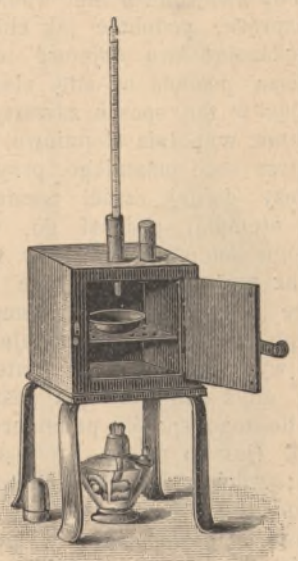
4. *Czystość.* Każda mąka zbożowa zawiera w sobie w mniejszej lub większej ilości różnorodne domieszki, zbadanie których stanowi w praktyce ważny czynnik do racyonalnej oceny wartości pożywnej tego materyału pokarmowego. Najczęściej spotyka się w mące następujące domieszki, wchodzące w jej skład mechaniczny: otręby, wodę, oraz różnorodne ciała obce (przypadkowe lub umyślnie dodawane) tak organiczne, jak i mineralne.

Zawartość *otrąb* w mące jest zmienną, odpowiednio do jej gatunku, dla przybliżonej oceny której posługuje się zwykle tą samą metodą, jaka została bliżej objaśniona przy badaniu barwy mąki, przyczem odnośną tabliczkę z próbkami zanurza się w wodzie (mniej więcej pod kątem 45°), zaprawionej kilkoma kroplami kwasu siarkowego, sprawiającego wyraźniejsze uwydatnianie się cząstek otrębowych w postaci punkcików brunatnych. O wiele dokładniejszą od poprzedniej jest metoda Rakowicza, polegająca na skłóceniu w *próbówce* pewnej ilości badanej mąki z chloroformem, przyczem otręby wypływają na powierzchnię płynu, tworząc w górnej jego warstwie wydatną, ciemno-żółtą lub brunatną obrączkę; z wysokości tej ostatniej oblicza się w przybliżeniu ilość otrąb, zawartych w danej mące; to też w tym celu probówka Rakowicza podzieloną jest na stopnie w ten sposób, że każda jej podziałka odpowiada 6,25 funtom otrąb na 100 funtów danej mąki; jeżeli więc wysokość pierścienia otrąb przy próbie wykazuje np. dwa stopnie, tj. podziałki, to znaczy, że badana mąka zawiera w przybliżeniu 12,50% otrąb. Chociaż metoda ta jest nie dość ścisłą dla celów naukowych, to jednak za praktycznem zastosowaniem jej przemawia prostota i dogodność złączonych z nią manipulacyj.

Ilość *wody* w mące zmienia się odpowiednio do stopnia wilgotności otaczającego ją powietrza; ogólnie mąka, przechowywana w ciągu dłuższego czasu w suchem miejscu zawiera zwykle 8 — 14% wody, podczas gdy mąka świeża, nie suszona, zawiera do 17% wody bez wywołania niepożądanych zmian we własnościach jej części składowych; natomiast mąka z zawartością wody od 17 — 20%, nie będąc nawet umyślnie zwilżoną, ulega szybkiemu procesowi rozkładowemu, wywołującemu zmiany w glutenie, uniemożebniające otrzymywanie należycie dobrego pieczywa, a przytem taka mąka sprzyja rozwijaniu się zarodków rozmaitych niższych organizmów, które następnie rozmnażają się obficie w pieczywie.

Nadmierną wilgotność mąki poznaje się już w pewnym stopniu z zewnętrznych jej cech, jak z grudkowatości jej masy, po szczególnym jej zapachu i smaku i t. p. Względnie dosyć dokładnie, a przytem

Fig. 73.



w dość prosty sposób, oznacza się zawartość wody w mące za pomocą piecyka systemu d-ra Johnson'a, przedstawionego na fig. 73, a zaopatrzonego w podwójne ścianki, tworzące w około wewnętrznej czeluści zamkniętą przestrzeń, wypełnianą podczas próby wrzącą wodą przez jedną rurkę, wystającą z wierzchu piecyka, podczas gdy druga rurka, komunikująca się z wnętrzem odnośnej czeluści piecyka, służy do wkładania termometru; następnie na fig. 73 zauważa się jeszcze wewnątrz czeluści piecyka talerzyk, w który pomieszcza się daną próbkę mąki, oraz lampkę spirytusową, służącą do podgrzewania piecyka

od spodu. Manipulacya oznaczania zawartości wody w mące za pomocą piecyka d-ra Johnson'a jest następująca:

Mając już dokładnie odważoną próbkę danej mąki łącznie z odnośnym talerzykiem próbnym (najlepiej jeżeli stanowi ona akuratnie 100 jednostek pewnej miary ciężkości), wypełnia się przestrzeń międzyściankową piecyka (przez odnośną rurkę) wrzącą wodą, a doprowadziwszy następnie za pomocą lampki spirytusowej wewnętrzną temperaturę czeluści piecyka (podług wstawionego termometru) do 100° C., pomieszcza się w niej talerzyk z próbką i zamyka się drzwiczki piecyka; po 5-iu minutach wyjmuje się talerzyk z próbką, waży go się i zapisuje straconą wagę, jako procent odparowanej wody z mąki w przeciągu pierwszych 5-iu minut doświadczenia; czynność tę, powtarzającą się co 5 minut, przeprowadza się dotąd, dopóki dana próbka mąki nie zostanie o tyle już wysuszoną, że po pięcio-minutowem ogrzewaniu nie utraca więcej, jak 1% ze swej wilgoci; podówczas bowiem próbę należy uważać za skończoną, opierając się na ustalonym doświadczeniami fakcie, że w mące, tracącej w ciepłocie 100° C. w ciągu 5-iu minut 1% na wadze, znajduje się jeszcze 5% wody; obliczywszy zatem sumarycznie wagę wody, odparowanej z mąki od początku doświadczenia aż do tej chwili, w której mąka straciła tylko 1% na wadze w przeciągu 5-iu minut, należy do otrzymanej ilości, wyrażonej w procentach, dodać jeszcze 5%, jako zawartość wody, pozostającej w mące po ostatniem wysuszeniu próbnem. W Niemczech uważa się za normalną zawartość wody w mące 10 do 15%, w Rosyi proponowano przyjąć za normę do 17% zawartości wody w mące, jako nieszkodliwą.

Z pośród *ciał obcych*, które dostają się do mąki przypadkowo (z powodu niedostatecznego oczyszczenia ziarna przed mieleniem) lub są umyślnie do niej dodawane bądź dla zwiększenia jej wagi, bądź dla ukrycia jej cech ujemnych, bądź dla innych powodów, należy rozróżniać tu *ciała organiczne* od *mineralnych*. Między pierwszemi spotyka się najczęściej domieszki mąki, pochodzące z innych tańszych gatunków płodów rolnych, t. np. *mąka pszenna* bywa zafałszowywaną pewną ilością *mąki żytniej*, tak jedną zaś, jak i drugą zafałszowują także *mąką jęczmienną*, *owsianą*, *gryczaną*, *kartoflaną*, *kukurydzową*, *z roślin strąkowych* i. t. p.; jakkolwiek powyższe domieszki są nieszkodliwe dla zdrowia, to jednak zmniejszają one istotną wartość mąki; z pomiędzy licznych sposobów chemicznych wykazywania obecności *żytniej mąki w pszennej*, podawanych przez różnych badaczów, za najdokładniejszą uważać można metodę Cailletet'a, opartą na odmiennem zachowywaniu się tłuszczów mąki żytniej i pszennej, traktowanych mięszaniną kwasu azotowego z siarczanym (odczynnik ten składa się z 3-ch części HNO_3 o ciężarze właściwym 1,35, 3-ch takichże objętości wody i 6-ciu na objętość części H_2SO_4 o ciężarze właściwym 1,85), a mianowicie 20 *g* mąki kłóci się najpierw w 40 *g* eteru i roztwór przecedza się, poczem czysty płyn wyparowywa się całkowicie w miseczce porcelanowej, pozostałe zaś ciało stałe oblewa się 1 *cm* sześciennym powyższej mieszaniny, przyczem *tłuszcz z mąki pszennej* zabarwia się na *żółto*, z *żytniej* zaś na *kolor wiśniowo - czerwony*, podczas gdy tłuszcz, otrzymywany z mieszaniny obu rodzajów mąki nabiera czerwono-żółtej barwy, która staje się tem ciemniejszą, im większą domieszkę mąki żytniej posiada dana mąka pszenna; za pomocą metody Rakowicza daje się również rozpoznać domieszkę *mąki żytniej* do pszennej z wydzielania się ceglasto-szarych otrąb, z tworzenia się warstwy glutenu i krochmalu po odstaniu rozpuszczonej w chloroformie mąki, co przy próbach z czystą pszenną mąką zauważyć się nie daje; tą samą metodą Rakowicza rozpoznaje się domieszki mąki *owsianej* i *jęczmiennej* po srebrzystych igiełkach, występujących w mące, skłóconej z chloroformem po dolaniu 10-iu cz. (na przyjęte 24 części chloroformu) wyskoku (95° Tr.), podczas gdy *mąkę gryczaną* według tejże metody poznaje się po ciemno-czerwonych szerokich łuseczkach gryki wypływających na powierzchnię chloroformu wraz z otrębami badanej mąki, jeżeli gryka była zmielona razem z zasadniczem ziarnem zbożowem, a po drobnych, tej samej barwy, okrągłych cząsteczkach otrębowych gryki, jeżeli odnośna domieszka dodaną została w postaci gotowej mąki; *mąkę kartoflaną* wykrywa się za pomocą kwasu siarczanego (2 części stężonego H_2SO_4 na 1 część wody), gdyż dana mąka zbożowa, oblana tym płynem i ogrzana zdradza obecność (nawet 1-go%) powyższej domieszki zapachem świeżych ogórków, a zarazem i pluskiew leśnych, przyczem charakterystyczny ten zapach powstaje w skutek wydzielania się nieznacznej ilości pewnego

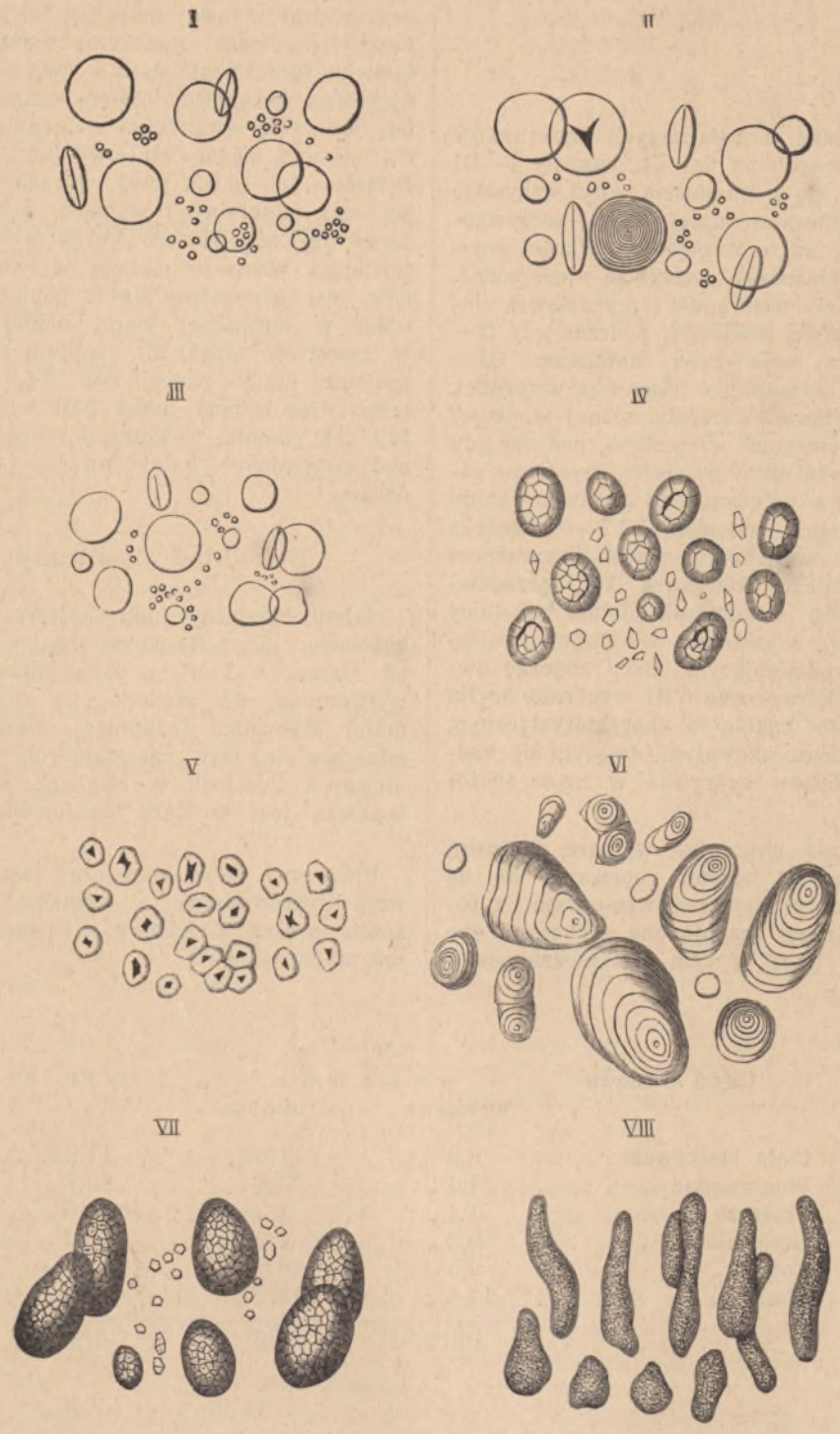
olejku lotnego, wywiązującego się przy zmianie mączki na cukier; *mąkę kukurydzową* rozpoznaje się, oblewając badaną próbkę kwasem azotowym, rozcieńczając ją następnie wodą i przesycając mieszaninę węglanem potasu; podówczas mąka pszenna daje osad żółty i płatkowaty, kukurydzowa zaś—czerwony, natomiast mieszanina obu daje w osadzie żółte płatki, w których zauważa się liczne punkciki pomarańczowo-czerwone; domieszkę *mąki z roślin strąkowych* (jak *grochu, bobu, soczewicy, groszku, wyki* i t. p.) rozpoznaje się w odczynie popiołu, który jest alkaliczny, a zwilżony wodą zabarwia papierek kurkumowy na czerwono, podczas gdy popiół czystej mąki zbożowej nie wywołuje żadnej zmiany w takim probierczym papierze.

Wszystkie wymienione dotąd domieszki organiczne, chociaż ujemnie wpływają na wartość mąki i uważane być winny jako zafałszowania szkodliwe, nie wywołują jednak po spożyciu zaburzeń w organizmie ludzkim. Zdarzają się jednak inne jeszcze domieszki w mące z rozdrobionych ziarn chwastów, wywierające wprost szkodliwy wpływ na zdrowie spożywającego je nieświadomie organizmu ludzkiego; do takich ziarn chwastów zaliczają się między innemi: *sporysz, kąkol, kąkolnica (życica) odurzająca, pszeniec polny* i t. p.; *sporysz* rozpoznaje się metodą Rakowicza w ten sposób, że będąc znacznie lżejszym od mąki (jako nie zawierający mączki) przy rozpuszczeniu mąki w chloroformie wypływa na wierzch cieczy wraz z otrębami w postaci czarnych centek, nieopadających na dno nawet po rozcieńczeniu chloroformu wyskokiem (dolanym w stosunku $^1/_5$—$^1/_3$ objętości chloroformu) i tworzących na powierzchni płynu czarną lub ciemno-szarą obrączkę w probówce, następnie za dolaniem do takiej próby 3-ch kropel rozcieńczonego kwasu siarczanego (1 cz. H_2SO_4 na 5 części wody) cała masa płynu użytego do próby, zabarwia się na kolor różowy, w razie obecności sporyszu, co niema miejsca w mące wolnej od zawartości tego ostatniego; A. Petermann dla wykrycia w mące zbożowej *kąkolu* ogrzewa 500 *g* mąki w 1 *l* 85%-go wyskoku winnego w wannie wodnej i przecedza roztwór na gorąco, następnie z otrzymanego płynu strąca alkoholem absolutnym osad, z którego po odcedzeniu i wysuszeniu w ciepłocie 100° C. (w celu ścięcia ciał białkowych) otrzymuje wyciąg za pomocą zimnej wody, wreszcie strącony z tego ostatniego absolutnym alkoholem osad przedstawia po odcedzeniu i wysuszeniu kąkol („*githaginę*“) w postaci żółtawego proszku o ostrym, palącym smaku (spożycie kąkolu w mące wywołuje zapalenie żołądka i kiszek); *kąkolnicę odurzającą* (o własnościach trujących dla organizmu ludzkiego) wykrywa się, traktując badaną próbkę mąki 85%-ym alkoholem w miejscu ciepłem, przyczem przecedzona po ostudzeniu mieszanina jest zielonkawa, o wstrętnym smaku, gdy mąka jest zanieczyszczona kąkolnicą, a posiada żółtawy odcień, gdy dana mąka jest wolną od tej ostatniej; *pszeniec polny* rozpoznaje się w mące zbożowej, zagniatając 15 *g* tej ostatniej z 25—30%-ym kwasem octowym na ciasto, które następnie ogrzewa się ostrożnie w wannie piaskowej dopóty, dopóki cała prawie zawartość wody wraz z kwasem nie wyparuje; następnie ciasto takie po rozcięciu ujawnia na swej powierzchni żyłki lub plamki czerwonawo-fioletowe, gdy mąka zawiera w sobie pszeniec polny (spożycie pszeńca w pieczywie sprowadza ból głowy).

Dla ogólnego rozpoznawania ważniejszych domieszek organicznych w mące dr. A. Vogl posługuje się następującą metodą: 2 *g* mąki z 10-ma *cm* sześciennemi płynu, złożonego z 70%-go alkoholu i 5-ciu procentami kwasu solnego kłóci się w probówce, a gdy mąka na dno jej osiądzie, zauważa się zabarwienie osadu i stojącego nad nim płynu, przyczem odnośne zabarwienie ma miejsce niekiedy bezzwłocznie, czasem—po pewnym dopiero czasie, a przez ogrzewanie przyśpiesza się barwienie; *czysta mąka pszenna* lub *żytnia nie zmienia* przytem *barwy* swej zupełnie, nawet po kilkutygodniowem pozostawaniu jej w powyższym roztworze, a *płyn*, stojący nad nią pozostaje *bezbarwnym*, natomiast *mąka jęczmienna, owsiana* lub *kukurydzowa* daje *blado-żółte zabarwienie płynu* nawet w domieszce tylko do mąki pszennej lub żytniej, podczas gdy zawartość w mące *kąkolu* i *kąkolnicy odurzającej* nadaje odnośnemu *płynowi* silny kolor *pomarańczowo-żółty, wyki* zaś i *bobu*—kolor *purpurowy, sporyszu*—kolor *krwisto-czerwony.*

Niektóre domieszki organiczne wykrywa się stosunkowo najłatwiej za pomocą *mikroskopu*, ziareczka bowiem mączki (krochmalu) różnych płodów rolnych odznaczają się po większej części ich odrębnem ukształtowaniem, jak to na fig. 74 zostaje uwidocznionem, gdzie oznacza:

Fig. 74.



I kształt ziareczek mączki *pszennej*;
II „ „ „ *żytniej*;
III „ „ „ *jęczmiennej*;
IV „ „ „ *owsianej*;
V „ „ „ *kukurydzowej*;
VI „ „ „ *kartoflanej*;
VII „ „ „ *kąkolnicy*;
VIII „ „ „ *kąkolu*.

Jak widać z załączonych wizerunków mikroskopowych na fig. 74, kształty I—III odróżniają się z trudnością, gdyż wszystkie są ukształtowane mniej więcej soczewkowato, lecz za to względne wielkości pojedynczych ziareczek mączki są nieco różne, a mianowicie wizerunek I przedstawia *ziareczka średniej wielkości*, podczas gdy II—stosunkowo *największe*, natomiast III—względnie *najmniejsze ziareczka*; wizernnek IV przedstawia ziareczka różnej wielkości z ukształtowaniem *sferycznem*, podczas gdy V—ziareczka *ostro-graniaste*, *częściowo zaokrąglone* z pojedynczemi gwiazdkowatemi wydrążeniami, natomiast VI — ziareczka z ukształtowaniem *jajowatem* i wyraźnem uwarstwieniem; wizerunek VII, przedstawia mączkę z komórek bielma kąkolnicy odurzającej, o kształcie *sferyczno-jajowatym*, przypominającym nieco mączkę owsianą (IV), wreszcie VIII wyobraża bryłki mączkowate kąkolu o charakterystycznym kształcie flaszeczkowatym, dającym się nadzwyczaj łatwo wykrywać w mące zbożowej.

Domieszki mineralne w mące zbożowej rozpoznaje się ogólnie, opierając się na ich znacznym ciężarze właściwym, z powodu którego opadają one szybko na dno naczynia, toteż w tym celu można posługiwać się metodą Rakowicza, polegającej na roztworze mąki ze znaczną ilością chloroformu; domieszki te rozpoznaje się również z łatwością pod mikroskopem, gdzie występują one w postaci nieprzezroczystych, bezkształtnych mas ciemnych lub szarych; bezpośrednie zaś oznaczenie ciężaru właściwego samej mąki daje w tym względzie niepewne wskazówki; tak np. mąka pszenna, należycie wysuszona w ciepłocie 100° C., posiada ciężar właściwy 0,60 — 0,62, żytnia—0,53—0,55, toteż, w razie obecności ciał mineralnych w mące, ciężar właściwy jej odpowiednio zwiększa się; najściślejszą wreszcie metodą w tym względzie jest oznaczanie ilości popiołu, przyczem w normalnej mące, obfitej nawet w zawartość otrąb, nie znajduje się przez spalenie nigdy więcej nad 2% popiołu, jeżeli więc badana mąka daje więcej aniżeli 2% popiołu, wówczas obecność w niej ciał mineralnych należy uważać za dowiedzioną.

B) Skład chemiczny.

Skład chemiczny mąki zbożowej tak jakościowo, jak i ilościowo różni się o tyle od ziarna, z którego dana mąka została wytworzoną, że zawiera ona stosunkowo mniej drzewnika (cellulozy), białka i soli mineralnych, jako pozostających w znaczniejszych ilościach w otrębach, natomiast bogatszą jest w ciała bezazotowe i wodę.

Przeciętny skład chemiczny mąki zbożowej, wyprowadzony z wyników licznych analiz podług J. König'a zawiera poniższa tabliczka:

Części składowe	Mąka pszenna wyborowa	Mąka pszenna poślednia	Mąka żytnia
Ciała białkowate . . .	8,9%	11,3%	11,0%
Węglowodany	74,4 „	73,6 „	69,7 „
Tłuszcze	1,1 „	1,2 „	2,0 „
Drzewnik	0,3 „	0,9 „	1,6 „
Popiół	0,5 „	0,8 „	1,5 „
Woda	14,8 „	12,2 „	14,2 „
	100%	100%	100%

Jak widać z przeciętnych wyników analiz, zestawionych w powyższej tabliczce, pomiędzy mąką pszenną a żytnią nie zachodzą żadne znaczniejsze różnice w ich

składzie chemicznym. Ogólnie tylko daje się zauważyć, że mąka żytnia w porównaniu do pszennej zawiera nieco więcej tłuszczów, drzewnika i popiołu; względnie zaś znaczna zawartość ciał białkowatych w mące żytniej i pośledniej pszennej, jako pochodząca z powodu większej domieszki części otrębowych, które są małostrawne dla organizmu ludzkiego, nie przyczynia się bynajmniej do zwiększenia ich wartości pożywnej.

Literatura młynarstwa zbożowego.

Z celniejszych dzieł w obcych językach, traktujących o młynarstwie zbożowem wymieniamy następujące:

Ruskie:

Afanasjew P. prof.: „Mukomolnyja mielnicy“, z atlasem z 45-ma tablicami. Wydanie drugie. Petersburg, 1883.

Weber K. inż.-techn. „Mukomolnoje dieło“, z atlasem z 70-ma tablicami. Wydanie drugie. Petersburg, 1892.

Zworykin K. prof.: „Kurs po mukomolnomu proizwodstwu“, z atlasem z 25-ma tablicami. Charków, 1894.

Niemieckie:

Kick Fr. prof.: „Die Mehlfabrication“, mit 273 Holzschnitten und einem Atlas von 34 Tafeln. Dritte Auflage. Leipzig, 1894.

Pappenheim G. „Populäres Lehrbuch der Müllerei“, mit 484 Holzschnitten und 28 Tafeln. Dritte Auflage. Wien, 1890.

Neumann Fr. Ing. „Der Mahlmühlenbetrieb“, mit einem Atlas von 39 Foliotafeln und 17 Holzschnitten. Dritte Auflage. Weimar, 1890.

Meissner G. Ing. „Die Walzen-Müllerei und die vortheilhaftesten Vermahlungs-Methoden“, mit Holzschnitten und 12 lithographirten Tafeln. Jena, 1881.

Kreuter F. Civil-Ing. „Die österreichische Hochmüllerei — Ihre Beziehungen zum Ackerbau, Getreide- und Mehlhandel in Europa und den überseeischen Ländern“. Wien, 1884.

Schlegel C. Fr. Mühlenbauer „Vollständige Mühlenbaukunst“, mit 56 Tafeln und 13 Holzschnitten. Fünfte Auflage. Leipzig und Heidelberg, 1866.

Wiebe Fr. K. H. prof.: „Die Mahlmühlen“, mit einem Atlas von 30 Tafeln und Holzschnitten. Stuttgart, 1861.

Francuskie:

Benoît P. M. N. „Guide du meunier et du constructeur de moulins“, avec 22 planches. Deux parties. Paris, 1863.

Rollet A. „Mémoire sur la meunerie, la boulangerie et la conservation des grains et des farines“, avec 15 planches du volume et 62 planches de l'atlas. Paris, 1847.

Armengaud Aîné Ing. „Minoterie“, appareils de nettoyage des blés, moulins à meules et à cylindres, bluteries à farine, sasseur pour gruaux et semoules. Album avec 50 planches. Paris.

Touaillon Ch. Fils. „Meunerie, boulangerie, biscuiterie. Deuxième édition. Paris, 1879.

Angielskie:

Fairbairn W. „Treatise on mills and millwork“. Fourth edition. London, 1878.

Voller W. R. „Modern flour milling“. Second edition. Gloucester, 1892.

Z ważniejszych czasopism i wydawnictw peryodycznych, poświęconych młynarstwu zbożowemu, zasługują na uwagę następujące:

„Wiestnik mukomolnawo dieła i chlebnoj torgowli“. Redaktor-wydawca N. P. Merder. Petersburg, 52 N-ra.

„Die Mühle“, Wochenschrift für die Interessen der deutschen Mühlenindustrie, Amtliches Vereinsblatt des Verbandes deutscher Müller und der Müllerei-Berufsgenossenschaft. Verantwortlicher Redacteur K. W. Kunis in Leipzig.

„Oesterreichisch-Ungarische Müller-Zeitung“, Wochenschrift für Müller, Bäcker, Getreidehändler, Landwirthe, etc., officielles Organ des Verbandes österreichischer Müller und Mühlen - Interessenten. Herausgeber: Gustav Pappenheim, verantwortlicher Redacteur Ing. Josef Teirich in Wien.

„Journal de la meunerie“, revue mensuelle illustrée fondée en 1883. Organe officiel de l'école de meunerie. Directeur: Ch. Bivort à Paris. 12 N-rów.

„Le meunier“, journal mensuel de la minoterie, de la boulangerie et de toutes les industries qui s'y rattachent. Directeur-Gérant E. Bernard à Paris. 12 N-rów.

„The miller“, a weekly journal devoted to the interests of millers. Proprietor W. Dunham. London. 12 N-rów.

„The millers' gazette and corn trade journal“. Printed & published by W. S. Parker London. 52 N-rów.

„The american miller“, a monthly journal devoted to the art and science of milling. Published by Mitchell Bros. Company, Chicago. 12 Numerów.

„German-american miller“, the only english and german milling jurnal. New-York. 12 N-rów.

Kalendarze:

„Deutscher Mühlen - Kalender“, herausgegeben von W. H. Uhland, Civil-Ing. und Redacteur des „Pract. Maschinen - Constructeur“. Verlag von Gerhard Kühtmann. Dresden.

„Oesterreichisch-Ungarischer Mühlen-Kalender“, herausgegeben von Gustav Pappenheim in Wien.

Stanisław Małyszczycki.
Inżenier-mechanik.

Mocz patrz *Fizyologia i Leczenie zwierząt.*

Modrzew (*Larix* Link.).

Cechy rodzaju:

Linneusz zaliczał modrzew do rodzaju sosen „Pinus“; aczkolwiek jest on z niemi w pewnem pokrewieństwie, jednakowoż w wielu cechach bardzo widocznie od nich się różni i dla tego zaliczono go do oddzielnego rodzaju w podrodzinie szyszkowatych „jodłowatych“.

Liście w kształcie igieł zebrane w wiązeczkach do 30 sztuk, nie tworzą po złożeniu ich jak u sosen, walca; na zimę opadają, pod względem morfologicznym uważać je należy za *zanikłe* krótkie pędy, które pierwiastkowo mieściły się w kątach igieł. Prawdziwe igły stoją pojedyńczo na najmłodszych pędach, które są pędami długimi.

Pączki są szczytowe i boczne, pokryte błonkowatemi łuseczkami, które przy nasadzie obrączkowato zasychając, pozostają trwale na pędzie.

Kwiaty oddzielno-płciowe, lecz nie jak u innych jodłowatych na różnych gałęziach rozrzucone, lecz na jednej i tej samej gałązce mieszczą się w nieładzie ustawione męskie i żeńskie kotki (bazie) (2).

Owoc w postaci szyszki po dojrzeniu nie odpadającej.

I. Modrzew zwyczajny, *Larix europaea* De Cand.

Synonimy: Larix, Plin. Hist. nat., Larix decidua Mill.; Pinus Larix Linn., Wild., Larix excelsa Link.; Abies Larix Lam.; Modrodrzew; po ros. Listwiennica; po cz. Modrzin; po niem. Laerche; po franc. Mélèze commune; po ang. The common Larch.

Liście: Igły od igieł wszystkich innych drzew iglastych różnią się tem, iż nie są, jak ostatnich, zawsze zielone, lecz w jesieni opadają (dla tego Pliniusz nazwał modrzew drzewem okrywającem się zimą żałobą „arbor hieme tristis“), powtóre są miękkie, więcej zielne i jasno - zielonej barwy, kształtu pośredniego pomiędzy igłami jodłowemi i świerkowemi, lecz delikatniejsze, bez naprężenia, płaskie, nieco rynienkowate, równowąskie i całobrzegie, w młodości spiczaste, starsze tępe i prawie zaokrąglone, długości 1 do $1^1/_2$ cala, wyrastają na najmłodszych wydłużonych pędach pojedyńczo, bez pochewek, z ułożeniem spiralnem; na rocznych i starszych, stoją po 15 do 30 w wiązkach skupione

dokoła pączka, który później w pęd krótki lub długi wyrasta. Odpadnięte igły pozostawiają na korze wypukliny objęte po obu stronach rynienkami ciągnącemi się na dół (1).

nieco pochylone, kształtu jajowato-kulistego, na 10—12 *mm* długie, barwy żółtej, składają się z niebardzo licznych łuskowatych, przewrotnie jajowatych, na krótkich nitkach pylników, opatrzonych w wierz-



Modrzew, *Larix europaea* De Cand.

Pączki ma szczytowe i boczne, kształtu kubka, łuskowate i brunatnawe.

Kotki męskie (fig. 2♂) wytwarzają się w kwietniu i maju prawie jednocześnie z rozwijaniem się liści na bocznych, krótkich, bezlistnych pędzikach, pojedyńczo, chołku małym podłużno lancetowatym, kapturkowatym, mięsistym i całobrzegim grzebyczkiem (4, 5, 6). Pylniki dwukomóreczkowe, pękające na podłuż.

Kotki żeńskie więcej niż dwa razy większe są od męskich, pokazują się jednocze-

śnie z męskiemi, stoją pomiędzy ostatniemi z boku, wyrastając z pączka liściowego, są otoczone przy nasadzie młodemi igłami (2 ♀ ♀ ♀) podniesione zawsze do góry, kształtu jajowatego, barwy purpurowo-czerwonej i 15—18 *mm* długie; łuski (bracteae) ich owalne, liczne, z sierpowatym, w ostry koniuszek wydłużonym środkowym nerwem (7, 8).

Szyszki zawsze wzniesione do góry, są owalne lub podłużno-jajowate, górą i dołem stępione, w młodości purpurowe, później jasno-brunatne i 1 — $1^1/_2$ cala długie. Łuski na osi szyszki pozostające, są drzewiaste i dachówkowato ułożone.

Nasienie dojrzewa w październiku, barwy jasno-czerwonawo-brunatnej, jest nieregularnie przewrotno-jajowate, opatrzone szerokiem i dwa razy dłuższem, żółtem, błoniastem skrzydełkiem, do 5 *mm* długie, mieszczące się jak u wszystkich prawdziwych szyszkowych po parze pod każdą łuską (11, 12, 13, 14). Szyszki otwierają się na wiosnę, a po wypadnięciu nasienia nie opadają, lecz na powrót zamykają się, pozostając po kilka nawet lat na gałązkach. Przy obieraniu więc szyszek celem osiągnięcia nasienia, trzeba uważać, aby nie obrywać starych, pustych szyszek, które łatwo po ciemniejszej barwie można odróżnić. Nasienie zachowuje siłę kiełkowania przez 3—4 lat, jeżeli się je w miejscu suchem, chłodnem i przewiewnem przechowuje, najbezpieczniej jednak wysiewać nasiona świeże.

Modrzew wypuszcza oprócz bardzo długich *pędów wydłużonych*, na których igły pojedyńczo i w dalekich stoją odstępach i *pędy krótkie*, najwięcej na pół cala długie, a jednakowoż do 10 lat sięgające wieku, na których szczycie wianuszek licznych igieł się mieści. Na figurze (1) widzimy górą po lewej stronie długi pęd z pojedyńczemi igłami, a pod nim 8 wiązek igieł, a właściwie 8 krótkich pędów. W kątach pojedyńczych igieł na długim pędzie tworzą się pączki, z których, lecz nie ze wszystkich, owe krótkie pędy z wieńcem igieł wyrastają; pędy te wydłużają się tylko o tyle, o ile potrzeba umocowania corocznie wyrastającego wieńca igieł. Wiek krótkich pędów bardzo łatwo policzyć po ilości pierścieni powstałych z blizn po opadniętych igłach. Z pewnej części krótkiego pędu po niejakim czasie mogą wyrosnąć i pędy długie—pozostałe zaś, wrastają, czyli bywają pokrywane narastającemi słojami drzewa. Figura (1) najwyższy na lewo pęd przedstawia nam wyrosły z krótkiego długi pęd. Figura (15 znacznie powiększony rysunek) przedstawia w podłużnym przekroju, szczególnie mały przyrost tak w długość jako i grubość, krótkiego pędu; wiek tego pędu wykazuje pięć lat; na wierzchu pod uciętemi igłami widzimy pączek przyszłoroczny, utworzony z młodych na sobie usklepionych igieł; widoczne po lewej stronie jajowate dołeczki, są gruczołkami żywicznemi.

Przedstawiony pod figurą (1, *a*) pęd, jest *przerośnięciem niedokształconej szyszki*, stąd powstały, iż oś nie została zakończoną przez wstrzymanie w rozwoju szyszki, oś więc dalej rosła, utworzywszy zupełny, długi pęd; byłoby to przekonywającym dowodem twierdzenia, iż szyszki drzew iglastych trzeba uważać za przemienione pędy. Jeszcze trzeba nadmienić, iż pędy nie zupełnie wyraźnie wyrastają jak u innych drzew szyszkowych mątewkowato, lecz więcej pojedyńczo, nieregularnie, lub naprzemianlegle i rzadko.

Pień długi, prosty, lecz często odziomek od korzenia wygina się, rosnąc wyżej — strzelisto-prostopadle. Kształt łękowaty obniża wartość modrzewia na drzewo budulcowe. Oddzielnie stojące modrzewie wyrastają ostrokręgowo, w zwarciu zaś przeciwnie mają kształt zbliżony do walca.

Kora na młodych modrzewiach i gałązkach żółto-brunatna, na starszych ciemniejsza i chropowata, brunatno-czerwonawa, na starych siwa popękana i zwykle pokryta porostami.

Korona w każdym wieku utrzymuje kształt piramidalny, ogałęzienie wydłużone, prawie poziome, cienkie gałęzie zwieszające się. Skąpe oliścienie długich pędów i rzadkie osadzenie krótkich wiechetkowatych pędów, tworzą koronę rzadką i przeświatającą, a układem swych igieł i ich jasno-zieloną barwą, w połączeniu ze zwieszającemi się gałązkami, nadają modrzewiowi zupełnie odmienny od innych drzew iglastych charakter.

Ukorzenienie jest głębokie, z zupełnym korzeniem serdecznym, przez co drzewo wiosennym i jesiennym wichrom skuteczny może stawiać opór, tem bardziej, iż bezlistna korona małą podaje im powierzchnię.

Drewno zależnie od położenia na jakiem wzrosło, jest rozmaitej własności i dobroci. Modrzewie wyrosłe w górach na odpowiednim gruncie, wydają drewno bar-

dzo żywiczne, barwy ciemno-czerwonawo-brunatnej, jest bardzo mocne i bardzo trwałe na budowle wodne i suche, na drzewo porządkowe; znakomite na opał i węgiel, gdy wyrosłe w równinach nie dosięga nigdy tej wartości, a drewno jest jasno-brunatno-żółtawej barwy. Bo też modrzew należy właściwie do flory górskiej, a nawet alpejskiej, a zatem prawdziwie dziko trafia się tylko na Alpach i Karpatach, oraz w górach Kruszcowych, Olbrzymich, wszędzie zaś na podgórzach i równinach lasom modrzewiowym dała początek po większej części ręka ludzka. Na Karpatach lasy dziewicze czysto modrzewiowe, lub jako modrzewiowe panujące z przymieszką świerków widzieć można na Spiżu, na południowym stoku Tatr. Na Beskidach modrzew trafia się tu i owdzie kępami, na Karpatach wschodnich, w Siedmiogrodzie, Banacie itd. Tak samo natrafiamy w ziemi Krakowskiej, Sandomierskiej, Rawskiej, Lubelskiej, w Opatowskim powiecie, pod św. Krzyżem, w powiatach: Kieleckim, Rawskim, Grójeckim, dalej w Mazowieckiem, Poznańskiem, w ogóle zaś w mniejszych ilościach i już nowszych upraw, można u nas w całym znaleźć kraju. W środkowej Europie i na Alpach zasięga modrzew do 2,000 *m*, a nie niżej niż 1,000 *m* nad poziom morza. Do 1,000 *m* tworzy czyste drzewostany, wyżej zaś rośnie zmieszany z innymi gatunkami drzew. Na Tatrach zasięga do 1,500 *m* nad poziom morza; w Cesarstwie znajdujemy modrzew i na równinach, ku północo-wschodowi rośnie już inny gatunek czyli odmiana, o którym niżej będzie mowa.

Ze wszystkich naszych swojskich drzew iglastych rośnie modrzew najprędzej; na odpowiednim gruncie i położeniu wyrasta w 100 do 150 lat do 35 i 40 *m* wysoko, chociaż na Alpach można spotkać starsze wiekiem i na 50 *m* wysokie przy 1 *m* i więcej średnicy dolnej. W zwarciu oczyszcza się modrzew bardzo wcześnie i najwcześniej ze wszystkich naszych drzew iglastych, chociaż zwarcia jako drzewo pełnią światła lubiące, nie bardzo znosi. W górach żyje modrzew dość długo; Wessely, badacz austryackich Alp znalazł 400—600 letnie zdrowe pnie. Są to niezawodnie wyjątki, gdyż modrzew w ogóle zdrowo do późnego wieku nie dochodzi, a na równinach nigdy do wymienionych rozmiarów nie wyrasta i zbyt wysokich kolei nie wytrzymuje. Modrzew na równi z brzozą najmniej z naszych drzew ocienia ziemię, jest więc odpowiednim do hodowania go w lasach wysokopiennych, w pomieszaniu z innymi rodzajami drzew, ocieniającymi ziemię, tudzież jako podcienniki w gospodarstwie połączonem.

Pomimo corocznego zrzucania igieł, modrzew nie wiele przyczynia się do ulepszenia gruntu, gdyż z nikłych igieł bardzo mało tworzy się próchnicy i zwykle w drzewostanach modrzewiowych wcześnie zaczynają powstawać trawy i chwasty. Modrzew rośnie na każdym pulchnym, przepuszczalnym, nie ubogim w mineralne części i byle nie mokrym gruncie i na ciężkiej glinie, najwięcej zaś sprzyja mu ziemia głęboka, wapienna i kamienista.

Modrzew *rozmnaża* się przez obsiew samorodny i przez uprawę. Siew z ręki jest mniej używany ze względu na wysokie ceny nasienia, tem bardziej, iż najlepsze nasienie wydaje zaledwie 30—40% wschodów, dla tego potrzeba go do siewu na daną przestrzeń o wiele więcej, niż np. sosnowego. Praktykuje się także z niezłym skutkiem siew mieszany sosny, z przymieszką w pewnej proporcyi nasienia modrzewiowego, trzeba wszakże wówczas pamiętać, aby powstałe modrzewki wcześnie uwolnić od zagęszczenia ich sosną. Najlepiej do upraw używać 2 — 4-ro-letnich sadzonek wyhodowanych w szkółkach. Wysiane w jesieni nasienie wschodzi na następną wiosnę; siane na wiosnę, po 3, 4 do 5-ciu tygodniach, zależnie od świeżości nasienia i stanu powietrza (przy panującej suszy pewna część dopiero po roku wschodzi). Przed wysiewem korzystnem jest nasienie na 3 — 5 dni namoczyć w letniej wodzie, wówczas bowiem pewniej i prędzej wschodzi. Wysiane nasienie należy lekko pokrywać ziemią. Wschody są bardzo delikatne; drobniutkie roślinki, składające się oprócz korzonka z czerwonej łodyżki, na której mieści się mątewkowato ułożonych 3—4 trwałych liścieni a w ich kątach pączek. Z pączka wyrasta w pierwszym roku pęd na 4, 6 do 8-iu cali długi z pojedyńczo stojącemi igłami, w kątach których mieszczą się pączki. Igły te są *zimotrwałe* przybierając zimą barwę fioletowo-niebieskawą, a w przekroju poprzecznym tworzą prawie półkole. W drugim roku z pączków z kątów igieł rozwija się zwykle tylko jeden długi i kilka krótkich pędów, ze szczytowego zaś pączka wydłuża się strzała, a liścienie mniej lub więcej więdną. Najpóźniej w trzecim roku trzeba sadzonki w szkółce na wiosnę, przynaj-

mniej w stopowych odstępach rozsadzać, a w jesieni już są zdatne do upraw, lecz lepiej jeszcze jedno lato w szkółce je przetrzymać. Jako najlepszą porę do sadzenia modrzewków poleca się jesień, gdyż na wiosnę, skoro tylko pierwsze uderzą ciepła, modrzewki się rozliściają, a wtedy sadzenie ich nie jest pewne, na wiosnę zaś czas jest za krótki, aby przy większych uprawach zdążyć wszystkie sadzonki rozsadzić przed ich rozliścieniem. (Po szczegóły hodowania w szkółkach i uprawy, odsyła się czytelnika do artykułu „Uprawa lasu“). Modrzew w młodości na odpowiednim gruncie rośnie szybko; najsilniejszy przyrost ich, podług spostrzeżeń Hartiga, przypada między 20 a 40-ym rokiem. Kwitnąć zaczyna bardzo wcześnie, nieraz na osobnikach 8 do 10-cio-letnich już zakwitają żeńskie kotki, lecz dla braku zwykle męskich kwiatów, wydają tylko puste nasienie. Dojrzałe nasienie wydają drzewka dopiero po dojściu około 20 lat wieku, w gęstem zwarciu później. Modrzew kwitnie w ogóle częściej od innych drzew iglastych, prawie corocznie, chociaż nie zawsze obficie owocuje.

Modrzew posiada także w pewnym stopniu siłę reprodukcyjną osadzania pączków przybyszowych; nie rzadko można na starych pniach spotkać młode wyrastające pędy. Utracony wierzchołek w młodym wieku zastąpić można łatwo przez podniesienie jednego z bocznych pędów, który w krótkim czasie przybierze kształt wierzchołka.

Chorobom, oprócz grzybków opisanych pod właściwym artykułem, podlega modrzew mało, największym jego wrogiem jest zwierzyna, zwłaszcza sarny i jelenie.

Owady mało szkodzą modrzewiom; najdotkliwiej uszkadza igły mól modrzewiowy (Tinea laricinella), który w nowszych czasach z coraz zwiększającą się uprawą modrzewi znacznie się rozmnożył. Gąsieniczka niteczkowata tego małego mola modrzewiowego wykluta ze złożonego na igle jajeczka, wgryza się w maju przez powierzchnię nieco niżej środka do wnętrza i wyjada miąższ igły. Obecność tego owadu łatwo poznać po śnieżno-białych pustych naskórkach igieł, mających wygląd jakby zmarzniętych, lub jak gdyby gałązki były okryte białym kwiatem. Ponieważ szkodnik ten z początkiem wiosny występuje, przeto krótkie pędy powtórnie wypuszczają igły, lecz drzewo takie w przyroście zawsze ucierpi. Podobną szkodę wyrządzają także drzewne mszyce: Bawełnica modrzewiowa (Chermes laricis Hartg.). Na wiosnę począwszy od końca maja, spostrzega się siedzące na igłach maleńkie śnieżno-białemi włoskami okryte mszyce, podobne do płatków białej bawełny, które zawartość igieł wysysają, powodując przez to kolankowate przełamanie igieł, a na miejscach wyssanych, igły żółkną. Przy znacznym napadzie młode modrzewie wyglądają jakby lekko śniegiem popruszone; w ostatnim wypadku byłoby to złą przepowiednią dla dalszego rozwoju drzewa.

Użytek. Modrzew wydaje nadzwyczaj żywiczne, trwałe i najmocniejsze drewno na budowle tak podwodne jako i lądowe, na budowę statków wodnych itd., a skutkiem swego silnego zapachu, jest wolne od toczenia przez owady. Najlepszym dowodem trwałości drewna, są wiekowe budowle i mosty jeszcze dotąd jak najlepiej zachowane. Deski mniej od innych się paczą, dla tego najwięcej we Włoszech przez malarzy bywają używane. Beczki t. zw. solówki z modrzewiowych klepek są wieczne. Pod względem anatomicznym odznacza się drewno licznymi przewodami żywicznymi, a pod względem technicznym obfitością terpentyny weneckiej. Kora używa się w garbarstwie, jest lepszą od świerkowej i zawiera osobliwy kwas nazwany przez Stenhouse'a „Larixin'owym kwasem“. Z miazgi (cambium) wyrabiają tak zwaną „Vanillinę“, rodzaj wanilii, zapachem i smakiem nie różniącej się od prawdziwej wanilii. Ważnym produktem z modrzewiu jest terpentyna wenecka (Terebinthina veneta) czyli bezbarwny jak woda, lub mało zabarwiony balsam, mający zastosowanie tak w medycynie, jak i do użytków technicznych, oraz do wyrobu najdelikatniejszych gatunków terpentyny.

Balsam ten otrzymuje się następującym sposobem:

W starszem drzewie mniej więcej na stopę nad ziemią, robi się na cal grubym świdrem otwór poziomy, sięgający aż do samego środka strzały, który się następnie szczelnie w wylocie zaszpuntowuje. W tym otworze zbiera i stopniowo gromadzi się w przeciągu lata balsam, który się jesienią wypuszcza i otwór napowrót szczelnie zamyka, aby go znowu użyć na następne wiosny do nowego napływu i zbioru. W ten sposób użytkowane każde drzewo może wydać rocznie $^1/_2$ do $^3/_4$ kwarty (litra) terpentyny. Operacyę tę można przez dziesiątki lat powtarzać, a drzewo na do-

broci wcale nie straci. Nacinanie pnia celem wysięku i otrzymania terpentyny, tu i owdzie praktykowane, jest sposobem barbarzyńskim i marnotrawnym. W Piemoncie podług opisu Mohla, otrzymują balsam innym sposobem, lecz ujemny wpływ na drzewo wywierającym, a mianowicie: W pniu na rozmaitych miejscach, począwszy od 3—4 stóp nad ziemią i stopniowo postępując do wysokości 10—12 stóp, robią tak samo grubym świdrem dziury od strony słonecznej, lecz nie do samego środka i nie poziomo, ale nieco pochyło. W otwory te zakłada się drewniane rynienki, których końce mają kształt przedziurawionego korka. Po tych rynienkach sączy się od maja do września terpentyna w podstawione naczynia, z których co rano i wieczór się zlewa. Skoro terpentyna przestanie wypływać, otwory się zamykają, poczem balsam na nowo zaczyna wyciekać mniej więcej po dwóch tygodniach. Przy użytkowaniu tym sposobem, wydaje jedno drzewo przecięciowo przez rok 7—8 funt. terpentyny i to przez 40—50 lat. Ta sama terpentyna wydobywa się także przez naświdrowanie żywicznych gruczołów, które się w górnych częściach drzewa tworzą. Mniej ważny produkt wydaje modrzew rosnący w południowej Europie podczas letnich upałów przez wypocenie na igłach, rodzaju „manny“ przez farmakognostów (Manna laricina, v. de Briançon, v. brigantina) zwana. W Syberyi, gdzie często lasy modrzewiowe gorzeją, wypaca się w niedostałych pniach materya gumowa, używana jako lek, pożywienie i do klejenia, zwana gumą uralską lub orenburgską (Gummi uralense v. orenburgense). Wreszcie na starych pniach modrzewiowych wyrasta używana w medycynie hubka modrzewiowa (Polyporus officinalis Fries.) z początku biała, później niemal pomarańczowa.

Ponieważ modrzew mało ocienia grunt, można go polecić na obsadzanie dróg i alei (ze znanych najpiękniejszych w kraju alei, znajduje się w Turwi sadzona jeszcze przez ś. p. generała Dezyderego Chłapowskiego) również na obsadzanie pastwisk i tworzenie t. zw. angielskich łąk.

Najważniejsze odmiany modrzewia zwyczajnego:

a) Modrzew rosyjski (Larix rossica, Sabine, L. sibirica, Ledeb., Abies camtschatica, Ruppr). Igły ma dłuższe niż zwyczajny, szyszki nieco mniejsze do 1 cala długie, podłużno-jajowate. Drzewo nie dochodzące większej nad 80 stóp wysokości ze zwieszającemi się gałęziami, rośnie przeważnie w Syberyi, na górach Ałtajskich od 2,500 do 5,500 stóp nad poziomem morza i na Kamczatce około Petropawłowska.

b) Modrzew amerykański (Larix americana, Michx. v. L. pendula, Salisb.), ma igły ciemno-zielone i dłuższe niż u zwyczajnego, szyszki kulisto-jajowate 1 cal długie; wyrasta średnio wysoko, pień okryty ciemną korą, a gałęzie nieregularnie osadzone, cienkie i zupełnie zwieszające się. Dziko rośnie w północnej Ameryce w Kanadzie, sięgając do najzimniejszej strefy; przez krajowców „Tamarak“ czyli czarnym modrzewiem zwany, którego drewno na budowle bardzo cenione.

c) Modrzew biały (Larix decidua alba, Hort.) różni się od zwyczajnego tylko grubszymi pędami i jasną, prawie białawą barwą kotek i szyszek.

Z innych gatunków hodowanych w ogrodach dla ozdoby są znane:

2. Modrzew himalajski, *Larix Griffithii* Hook.

Igły wązkie, miękkie, do 1 cala długie, żywej, połyskująco-zielonej, a przed opadnięciem czerwonawej barwy. Szyszki duże, podłużno-walcowate na $2^1/_2$ cala długie i 1 cal grube, w młodości purpurowo-czerwone, oblane żywicą. Drzewo służy tylko na ozdobę, gdyż drewno jego białe do technicznych użytków mało zdatne.

3. Modrzew z drobnemi szyszkami, *Larix microcarpa* Poir.

Igły jasno-zielone, krótsze i węższe niż u zwyczajnego, szyszki drobne, zaledwo $^1/_2$ cala długie. Drzewo to dochodzi do 100 stóp wysokości z pięknym piramidalnym wzrostem i cokolwiek zwieszającemi się gałęziami, ma drewno równej dobroci jak zwyczajny. U tego gatunku opisane pod (1 *a*) przerastanie szyszek zdarza się bardzo często. Dziko rośnie w Kanadzie.

4. Modrzew japoński, *Larix japonica* Carr., *L. leptolepis* Görd.

przez japończyków wysoko cenione drzewo do budowli. U nas rzadko spotykany w ogrodach. W nowszych czasach zaczęto go hodować na większą skalę w Niemczech w lasach rządowych.

Aleksander Nowicki.

Moneta.

Teorya monety i pieniędzy.

Monetą w najściślejszem znaczeniu są wybite w imieniu i wedle przepisów państwa, z jego poręczeniem, tabliczki metalowe, które spełniają funkcye płatnicze. Pod monetą jednak w rozciąglejszem pojęciu rozumiemy w ogólności pieniądze, tj. wszelkie znaki wartościowe, przez państwo z cechą narzędzi wymiany wypuszczane, czy to w formie monet o wartości samoistnej, czy w formie znaków kredytowych o symbolicznej wartości. Utożsamianie ostatnich z monetą ma naturalną przyczynę w fakcie, że pieniądze kredytowe są zawsze tylko surogatami czyli zastępczemi środkami pieniędzy metalicznych. Dla tego w artykule niniejszym pod nazwą: *Moneta* rozpatrywać będziemy całą kwestyę pieniężną.

Należy jednak przedewszystkiem dokładnie zdać sobie sprawę z tego, czem są pieniądze. Określenie tego pojęcia, praktycznie tak ogólnie znanego, jest trudniejsze, niżby się zdawało. Funkcye pieniędzy ogarniają wszystkie dziedziny społeczno-gospodarczego ruchu i aby je teoretycznie wyosobnić, potrzeba by długich i ścisłych ekonomicznych wywodów. Przyjmiemy jednak z pewnemi modyfikacyami gotową teoryę Marxa, mianowicie, że pieniądze są narzędziem wymiany, miernikiem wartości, a zarazem środkiem zeskarbiania (tesaurowania) wartości. Te trzy główne cechy warunkują ekonomiczną rolę pieniędzy, a połączenie ich w jednym przedmiocie utrudnia osiągnięcie skutecznie i prawidłowo działającego systemu monetarnego, czyli waluty, jak się taki system popularnie nazywa. Gdy, jako narzędzie wymiany pieniądz jest znakiem, przez prawo powołanym do czynności płatniczej, jako miara wartości powinien posiadać wewnętrzne, materyalne znaczenie towaru, a jako środek zeskarbiania dóbr ekonomicznych—zdolność utrzymywania bezzmiennej w zakresie czasu wartości tych dóbr. Pierwszą cechę nadaje pieniądzowi stempel państwowy, ale taka rękojmia nie jest dostateczna, gdyż nie zabezpiecza bezwzględnej wartości znaku, który rolę płatniczą spełnia. Cecha materyalnego przedmiotu wyposaża pieniądz w samodzielną wartość. Trzeba atoli jeszcze do tego celu odnaleźć taki przedmiot, któryby sam nie podlegał wahaniom wartości, a więc zabezpieczał zeskarbione w pieniądzu kapitały przed zmianami, wynikającemi ze zmienności cen towarów.

Łatwo zrozumieć, że pieniądz nie odrazu wszystkie te cechy pozyskał i że też nie odrazu nawet zdawano sobie sprawę z zadań, które on spełnia. I dziś jeszcze osiągnięcie doskonałości jest niemożliwe, a niema i teoretycznej zgody w poglądach na prawidłowość systemów monetarnych.

W pierwszym okresie swego powstania, wtedy jeszcze, gdy pierwotny handel posługiwał się bezpośrednią wymianą, potrzeba pieniędzy wynikała raczej z dążności do oszczędzenia nadmiaru towarów i bogactw, niż z potrzeby posiadania narzędzia płatniczego. Zasobne jednostki pragnęły wtedy zamieniać swój kapitał zbytecznych przedmiotów na kosztowne wyroby, a pod wpływem tej tendencyi tak w starożytności, jak wśród nowych uwarstwień społecznych w wiekach średnich, ukazują się wówczas, gromadzone jako skarby, złote naramienniki, obrączki i t. p. To jest pierwsza postać pieniędzy, które mają wszelako tylko cechę tesaurowania wartości. Późniejszą formą jest moneta handlowa, ale nie w obecnem naszem pojęciu, tylko jako przedmiot, stosunkowo dogodny do obrotów i drogą bezpośredniej oceny jego pożytku i kosztowności dający się porównać z innemi. Wtedy to pojawiają się pierwsze znaki wartościowe z cechą środków wymiany, ku czemu naprzód służą uznanej wartości materyały, jako to: skóry zwierząt, bydło, sól, kawałki kruszców, a w dalszym już rozwoju metale obrobione i metalowe tabliczki. Sama nazwa pieniędzy u Rzymian (pecunia) dowodzi, że pochodziła od bydła (pecus). Grzywnę polską, od której rozpoczął się ekonomiczny proces wymiany, wywodzono dawniej od niemieckiego *Griff*, przypuszczając, że chodziło o taką ilość skór, jaką dłonią ująć (greiffen) można. Prof. M. Sokołowski proponuje natomiast wywód od słowiańskiego *grzywa*, przypuszcza bowiem, że z grzywny można było wyrobić kołnierz lub całe nakrycie na plecy, które to przedmioty służyły za pierwotne narzędzia wymiany.

Owóż takie pierwsze pieniądze tworzą już wartość materyalną, ale i one nie są właściwym pieniądzem w naszem pojęciu, bo tylko zwyczajem, nie zaś przez prawo, powołane zostały do roli narzędzia wymiany. Trzecia cecha — cecha środka płatniczego,

prawnie ustalonego, występuje najpóźniej, a z jej powstaniem nastręcza się prawie od razu trudność utrzymania prawidłowego obiegu. Dwa bowiem czynniki naraz niweczą jego równowagę: 1) materyalne przeszkody dostosowania ilości dobrych monet do postępu handlowego — i 2) monopol monetarny państwa; państwo bowiem zaczyna w nim szukać zysku lub środka przeciw kłopotom finansowym. Pierwszy czynnik warunkuje w dalszym rozwoju gospodarstwa pieniężnego posługiwanie się różnymi znakami, opartymi na kredycie, bądź państwowym, bądź prywatnym. Czynnik drugi najdotkliwiej zaciążył na problemacie monetarnym, powodując stopniowe pogarszanie pieniędzy, fałszerstwa ze strony władz państwowych i długą walkę społeczeństwa z rządem o dobrą monetę. Z trudności pierwszej wynikają po części i dzisiejsze teoretyczne różnice poglądów na systemy monetarne; z drugiego powikłania wynika niemożność odłączenia sfery monetarnej od ujemnych na nią wpływów interesów i widoków skarbowych.

W pierwszej chwili, gdy moneta handlowa ukazała się w obiegu, musiała ona być, podług dzisiejszych naszych pojęć, pełnowartościową. Ale w miarę, jak rozwój handlowy wymagał jej pomnażania, ujawniały się te obie trudności. Druga jednak trudność, wynikająca z monetarnego przywileju państwa, wzięła tak dalece górę nad pierwszą, że dopiero w najnowszych czasach gdy w krajach, ekonomicznie i cywilizacyjnie najdalej posuniętych, zaczęto dążyć do prawidłowości monetarnej, rozbudziła się świadomość, że sama metoda pieniędzy, sam ich porządek wymaga nowych rękojmii. Usiłowanie tedy utrwalenia w pieniądzach tych cech, które z ich naturalnego przeznaczenia wypływają, słowem ustalenie teoryi monetarnej, stało się zadaniem najnowszej dopiero epoki. A zadanie to, jak się w dalszym ciągu przekonamy, nie jest do tej chwili ściśle jeszcze rozstrzygnięte.

Historya monety.

Nie możemy tu przypominać całej długiej i zmiennej historyi monet. Należy jednak stwierdzić, że w starożytności u ludów kulturalnych miano wcale dokładne pojęcie o naczelnych zadaniach pieniądza. Arystoteles tworzy nawet teoryę. Zupełne zmącenie pojęć następuje w wiekach średnich i wtedy rozpoczyna się systematyczne spadlanie monety, doprowadzone do tego stopnia, że stała się ona znakiem o wartości, zależnej od dobrej woli, zasobów i potrzeb materyalnych monarchy. Skutkiem tego lud, utraciwszy świadomość znaczenia pieniędzy, począł uważać je za znaki, którym nie waga, ani dobroć kruszcu, lecz stempel nadaje wartość. Gdy atoli z konieczności zmniejszała się siła nabywcza takiej monety i gdy sama korona żądała płacenia podatków w monecie lepszej, wybuchła długa, przez wieki ciągnąca się walka o przywrócenie monecie należytej wartości.

U ludów skandynawskich i angielskich pojawiają się po pierwszej formie pieniędzy, po kosztownych ozdobach, stare monety rzymskie, wprowadzane przez handlarzy. Pierwszą niezależną od Rzymu monetę biją książęta Merowingscy; jest to mała moneta złota, naśladująca rzymską. Wraz z chrześcijaństwem przechodzi ona do Anglii, ale handel mało się nią posługuje, bo jest za droga i służy tylko do gromadzenia bogactw. U ludów germańskich ukazuje się potem moneta srebrna, która jest już handlową. Srebro powoli rozpowszechnia się u wszystkich ludów europejskich, a obok niego, w mniejszej proporcyi, biją się też złote monety. Deprecyowanie monet i walka o to ze społeczeństwem składają się na ponury obraz zaburzeń ekonomicznych, sięgających aż do najnowszych czasów.

Jako przykład takiej walki mamy historyę monet w Polsce w źródłowej pracy Tadeusza Korzona, zamieszczonej w „Encyklopedyi Handlowej“ (wydanie Gazety Handlowej r. 1891 str. 462 — 477) do której czytelników odsyłamy. Tu przytoczymy tylko, że dzieje monetarne Polski można podzielić na trzy okresy: 1) denarowy, 2) groszowy, kwartnikowy i dukatowy i 3) złotowy. Każdy z tych okresów rozpoczyna się od prawidłowości, a kończy upadkiem systemu, pod wpływem pogarszania monet przez koronę.

Pogarszanie monet.

Historya monetarna w Polsce jest nie tylko sama przez się pouczająca, ale nadto służy za typowy przykład ciągłych zmian i deprecyacyj, szkodliwie oddziaływających na ekonomiczne położenie narodu. Przytem w Polsce działo się jeszcze nie najgorzej. Takie samo, a w wielu krajach w wyższym jeszcze stopniu pogarszanie,

spotykamy w ogólnych dziejach pieniężnych. To też monety, skutkiem stałego ich fałszowania, wszędzie ulegały dotkliwemu zmniejszaniu, tak iż „livre“ francuski w ciągu wieków zmniejszony został do $^1/_{83}$ swej pierwiastkowej wagi srebra, a funt sterling, najmniej zdewaluowany, postradał $^2/_3$ wagi. W Rosyi za Cara Aleksego Michałowicza pojawił się ukaz, który nadał monetom miedzianym przymusowy kurs rubla srebrnego, przyczem z puda miedzi ówczesnej wartości 5 rubli bito 312 rubli. Gdy rozpoczęło się prywatne fałszerstwo i gdy sam skarb niechętnie przyjmował te pieniądze na opłatę podatków, nastąpił spadek tak dotkliwy, że za 14 takich rubli płacono 1 rubla srebrem, a potem za rubla 1 kopiejkę. Najzuchwalszego fałszerstwa pieniędzy dopuszczał się Filip Piękny, król francuzki, którego jako krzywdziciela ludu Dante napiętnował w „Boskiej Komedyi“.

Monopol monetarny.

Z kolei trzeba się zastanowić nad ekonomiczną stroną państwowego monopolu monetarnego, który, jak zaznaczyliśmy, był tylu klęsk przyczyną. Dawniej ekonomiści upatrywali w tym monopolu naturalne i nieodzowne prawo państwa do regulowania obiegu pieniężnego. Nawet J. St. Mill dowodzi, że nikt nie miał przeciwko temu wykonywaniu władzy państwowej nic do nadmienienia, chociaż za nią przemawiał tylko jeden wzgląd, t. j. dobro powszechne. Ale Spencer inaczej się na tę kwestyę zapatruje. Według Spencera, państwowy monopol w zakresie monet jest wykroczeniem przeciwko wolności i równości wszystkich, gdyż bez niego społeczeństwo nie byłoby zmuszone płacić za swój obieg monetarny zbytecznego haraczu. „Fałszerstwo monet, mówi Spencer, skutkiem którego nasi praojcowie tyle cierpieli, nie byłoby możliwe, gdyby myncarstwo samemu sobie pozostawione było“. Panowała jednak długo teorya, podług której i w innych warunkach utrzymywały by się w obiegu złe monety, dobre wypierając. Tą teoryą było tak zwane „prawo Greshama“, t. j. prawo, które Tomasz Gresham w XVI wieku wykrył, wykazując, że złe pieniądze zawsze mają własność usuwania z obiegu prawidłowych. Jeżeli zdeprecyowane nie tracą na obiegowej wartości, natenczas spekulanci wyławiają dobre; jeśli zaś pierwsze ponoszą ażio, to pełnowartościowych od pogorszonych w obiegu nikt nie odróżnia, prócz spekulantów, którzy znowu dobre wycofują. Otóż ekonomiści, przyjąwszy tę teoryę za dowód, że i w drodze swobodnego regulowania stosunków monetarnych, złe pieniądze miałyby własność wypierania prawidłowych, spuścili z uwagi, że tylko kurs przymusowy pozwala utrwalać się zdeprecyowanej monecie. Inaczej odnaleziono by sposoby odróżniania złych od dobrych i teorya odwróciła by się — złe pieniędze byłyby wypierane przez dobre. Inny jednak wzgląd przemawia przeciwko wolności regulowania stosunków monetarnych; jest nim ekonomiczna przewaga kapitału nad pracą. Swoboda nadałaby przywilej ustalania obiegu pieniężnego kapitalistom, a oni mogliby obracać to prawo na niekorzyść warstw pracujących. Monopol państwowy, choć utrudnia zasadnicze zadanie osiągnięcia prawidłowej jednostki monetarnej, poręcza przynajmniej równość tak dodatnich jak ujemnych stron każdego systemu.

Technika monetarna.

Zanim przejdziemy do wskazania drugiej przyczyny, która utrudnia prawidłowy proces obiegu monetarnego, t. j. do zbadania systemów monetarnych, musimy choć kilka słów poświęcić technice monetarnej. Techniką taką nazywamy sposób bicia monet. W starożytności wybijano pieniądze złote i srebrne z czystego kruszcu bez wszelkich domieszek. Z czasem przekonano się, że monetom większą trwałość nadaje przysada innych kruszców. Prawie powszechnem jest obecnie dodawanie miedzi do srebra i złota. Wagą czystą nazywa się waga czystego szlachetnego kruszcu, zawarta w tak sporządzonej masie monetarnej, a wagą surową czyli ligą, waga rzeczywista. W dobrych monetach stosunek czystego kruszcu do aliażu, czyli próba, wynosi $^9/_{10}$: w krajach związku łacińskiego, w Niemczech, w unii skandynawskiej i w Stanach Zjednoczonych. Lepszy jeszcze stosunek jest w Anglii, czyni bowiem $^{88}/_{96}$, czyli $^{11}/_{12}$. W Rosyi stare monety złote mają próbę $^{88}/_{96}$, a nowe bite po 1886 r. $86,^4/_{96}$. Srebrne dawnego stempla (bite między r. 1810 a 1860) miały próbę $83^1/_3$, czyli na 96 części było $83^1/_3$ czystego metalu, a późniejsze 86,4 to jest $86,^4/_{96}$. Najnowsza srebrna moneta ma próbę $^9/_{10}$. Zmiany te spowodowane zostały deprecyacyą srebra. Monety niepeł-

nowartościowe czyli zdawkowe, opierają się w Rosyi na próbie $^{48}/_{96}$ a więc zawierają czystego srebra połowę.

Wprawdzie przygotowanie pociąga za sobą pewne koszta, lecz są one bardzo nieznaczne. Dla przykładu przytoczymy, że bank niemiecki kupuje funt czystego złota za 1392 marki, a bije z niego $139^1/_2$ sztuk dziesięciomarkowych, czyli sumę 1395 marek, zatem różnica 3 marek stanowi koszta bicia. We Francyi koszt wynosi $^3/_4\%$. W Anglii można zamienić sztabę złota na monetę kosztem 0,16%.

Tam, gdzie pobiera się opłata za bicie, przenosząca rzeczywiste koszta, albo gdzie z kruszcu bije się moneta w stosunku do kosztów nierównomiernym, pieniądz zamienia się po części na znak kredytowy, co społeczeństwu krzywdę wyrządza. Trzeba jednak od niepełnowartościowych monet odróżnić znaki, służące do wymiany przedmiotów małej wartości, czyli do drobnych wypłat. Znakami takiemi są monety zdawkowe, albo bilon, które biją się ze srebra, miedzi, niklu lub bronzu i nie mają w kruszcu ekwiwalentu swej wartości w tym celu, aby nikt nie miał chęci wycofywania ich z obiegu dla gromadzenia w nich oszczędności. Najwyższą sumę, jaką przy wypłatach wolno uiszczać bilonem, zwykle w prawie się oznacza. Moneta obiegowa powinna natomiast ściśle odpowiadać wartości kruszcu po potrąceniu drobnych kosztów bicia, tak zwanej dozwolonej omyłki probierskiej (remedium, tolerancya), oraz małego, zazwyczaj określonego ubytku, skutkiem użycia. Jeżeli tak nie jest, składają się na to bądź trudności skarbowe, bądź—w naszych czasach częstsza przyczyna—spadek rynkowej ceny srebra.

Istnieje jeszcze trzeci rodzaj monet, tak zwane monety handlowe, służące dla ułatwienia stosunków międzynarodowych. One muszą już posiadać zupełnie ścisłą wartość kruszczową. Dawniej do najpowszechniejszych tego rodzaju monet należał dukat holenderski. W handlu z Chinami i z Wschodem miały znaczenie stare piastry hiszpańskie które później zastąpiono meksykańskiemi. Sovereign angielski, Napoléon d'or francuzki i Trade dollar amerykański również zyskały sobie charakter międzynarodowy. Obecnie jednak, gdy złote monety wszystkich państw ścisłą wartość posiadają, wypierają one specyalnie handlową monetę, która tu i owdzie tylko dzięki zwyczajowi się utrzymuje i służy przeważnie do handlu z krajami nieukulturowanemi.

Stosunek wartości kruszców.

Największą trudność w ustaleniu obiegu monetarnego wytworzyła zmienność cen kruszcu. Łatwo zrozumieć, że gdy w praktyce przyjęto pewien określony stosunek, czyli, jak to się w teoryi monetarnej nazywa, relacyę, zmiana naturalnego stosunku wartości kruszców naruszyła równowagę monetarną. Z tego powodu musimy zapoznać się z kwestyą kruszcową i z jej wpływami na technikę i teoryę pieniędzy.

W najdawniejszych czasach kultury europejskiej, wtedy, gdy kruszce szlachetne służyły jeszcze tylko do tesaurowania bogactw, stosunek złota do srebra miał wynosić 3 : 40 czyli $1 : 13^1/_3$. Taki rachunek wprowadza Brandis z dwóch płyt ze złota i srebra, znalezionych w fundamentach pałacu asyryjskiego Khorsabad z czasów Sarginy, ojca Sennacheryba. Brandis wyciąga nadto wniosek z napisów egipskich, że stosunek 1 do $13^1/_3$ był znany już w XVI w. przed Chrystusem. W Atenach był stosunek 11 : 14, a później spadł na 11 do 10. W Rzymie około 217 r. przed Chrystusem bito monetę podług relacyi 1 do $17^1/_2$, poczem stosunek ustalił się na 1 : 12. W wiekach średnich zachodziły ciągłe wahania. Za pierwszych Merowingów złoto do srebra miało się jak 1 : 10, a w końcu VI wieku jak 1 : 14. W późniejszych czasach pojęcia zmąciły się i trudno odnaleźć właściwą wskazówkę. Około XIV wieku utrzymuje się stosunek $1 : 16^1/_2$ i 1 : 15. Za czasów Filipa Pięknego we Francyi (na początku XIV wieku) ukazuje się atoli stosunek 1 : 5,2, lecz objaśnić go można tem, że król ten fałszował srebrną monetę. Relacya 1 : 10 i 1 : 12 powstaje w wieku XV i znowu można ją uważać za dowód deprecyacyi monet srebrnych, które przeważnie w obiegu się znajdowały. Dla późniejszych czasów mamy już dokładne dane statystyczne.

Od 1594 do 1680 roku relacya podnosi się stopniowo z 1 : 11,70 do 1 : 15,10, czyli widzimy stałą zwyżkę wartości złota, którą objaśnić można stopniowem poprawianiem monet srebrnych. Od tego czasu do roku 1830 cała różnica w relacyi wynosi tylko $^7/_{10}$, bo relacya podnosi się do 15,80.

Lata 1740 do 1760, były, jak to później się okaże, okresem powiększonej produkcyi srebra, skutkiem odkryć brazylij-

skich, ale i wówczas zniżka wartości nie przyjęła większych rozmiarów. Wahania w obrębie jednego roku w zeszłych wiekach były jednak gwałtowniejsze niż w naszem stuleciu w okresie od 1830 do 1870 roku.

Relacya kruszców w peryodzie od 1831 do 1870 r. wykazuje, że największy spadek wartości złota czyli na odwrót zwyżka wartości srebra była w 1859 r. (1:15,19), a największa wartość złota w 1833 roku (1:15,93). Przez cały ten okres ceny wykazywały nadzwyczajną stałość, chociaż na czas od 1851 do 1860 r. przypadają wielkie odkrycia złota w Meksyku, co właśnie na relacyi z 1859 r. cokolwiek się odbiło. Dodać należy, że do tej bezzmienności przyczyniła się także podwójna waluta, zaprowadzona w krajach unii łacińskiej w r. 1865.

Dotychczas też rynkowa cena kruszców i prawny stosunek wartości monet są prawie równe. Momentem zwrotnym staje się rok 1871. Odtąd bezustannie dokonywa się zwyżka wartości złota, skutkiem czego prawny stosunek między monetami pozostaje w tyle za relacyą na rynku handlowym.

W okresie od 1871 do 1895 roku widzimy zwyżkę wartości złota ze stopniowaniem bardzo znacznem, która na krótko słabnie w latach 1889 do 1891 roku, ale potem znakomicie jeszcze wzrasta, aż dopiero w 1895 roku następuje lekkie osłabienie. Mianowicie od r. 1871 do 1888 relacya wzrasta do 22,07. W latach od 1889—1891 spada na 20,9, następnie podnosi się do 1894 aż do 32,6, a w r. 1895 spada na 30.

Aby jednak mieć dokładny obraz położenia, trzeba powyższe dane zestawić ze statystyką produkcyi obu kruszców. Tym sposobem dopiero odnajdziemy związek między produkcyą a ceną rynkową, choć brak będzie jeszcze trzeciego współczynnika—zastosowania monetarnego kruszców. O tym trzecim pierwiastku, który dopiero daje rozwiązanie całej kwestyi, pomówimy niżej.

Statystykę produkcyi przytaczamy podług Juraschka („Uebersichten der Weltwirtschaft“).

Oto są odnośne dane:

Przeciętna roczna produkcya w kilogramach:

Lata	Złoto	Srebro
1493—1520	5,800	47,000
1521—1544	7,160	90,200
1545—1560	8,510	311,600
1561—1580	6,840	299,500
1581—1600	7,380	418,900
1601—1620	8,520	422,900
1621—1640	8,300	393,600
1641—1660	8,770	366,300
1661—1680	9.260	337,000
1681—1700	10,765	341,900
1701—1720	12,820	355,600
1721—1740	19,080	431,200
1741—1760	24,610	533,145
1761—1780	20,705	652,740
1781—1800	17,790	879,060
1801—1810	17,778	894,150
1811—1820	11,445	540,770
1821—1830	14,216	460,560
1831—1840	20,289	596,450
1841—1850	54,759	780,415
1851—1855	199,388	886,115
1856—1860	201,750	904,990
1861—1865	185,057	1,101,150
1866—1870	195,026	1,339,085
1871—1875	173,904	1,969,425
1876—1880	172,414	2,450,252
1881—1885	154,960	2,808,360
1886	160,793	3,021,200
1887	158,247	3,324,600
1888	159,809	3,385,606
1889	184.227	3,842,109
1890	170,248	4,144,233
1891	181,339	4,493,100
1892	196,814	4,730,647

Dane te uzupełnić trzeba statystyką za ostatnie lata:

Lata	Złoto	Srebro
	kilogramów	
1893	236,574	5,170,000
1894	273,111	5,200,000
1895	300,000 (około)	5,120,000

Stosunek produkcyi złota i srebra w głównych okresach był, co do wagi, następujący:

Lata	Złoto	Srebro
1493—1850	3%	96,9%
1851—1885	10 „	90,0 „
1886—1892	4,2 „	95,8 „
1895—1895	4,9 „	95,1 „

Zestawiając z tem dane o stosunku wartościowym kruszców, łatwo wykazać, że przyczynowy związek począł się wyraźnie ujawniać dopiero około r. 1870. Na zmianę wartości w czasach odległych (lata 1594 do 1680) oddziaływały zjawiska, z któremi się dziś już w kwestyi monetarnej liczyć nie potrzeba. Potem, podczas długiej epoki od 1691 do 1870 r., widzimy prawie bezzmienność ceny srebra, pomimo znakomicie zwiększającej się produkcyi i różnic w stosunku dobywania obu kruszców. Kiedy bowiem do 1850 roku złoto stanowi 3% ogólnej produkcyi, później podnosi się na 10%. Wahania zniżkowe ceny srebra ukazują się dopiero od roku 1870. Sam ten fakt, że w ciągu blizko dwóch wieków ceny trzymały się na stałym poziomie, bez względu na zmieniające się warunki produkcyi, dowodzi, że nagła i gwałtowna deprecyacya srebra nie mogła być tylko wynikiem przybytku srebra. Trzeci współczynnik, który w tych zjawiskach ważną odgrywał rolę, musiał polegać na faktach, od produkcyi niezależnych. Wprawdzie około 1870 r. widocznym się staje spadek dobywania złota, ale i to kwestyi nie wyczerpuje. W każdym razie stwierdzić należy, że gdy produkcya srebra podnosi się w proporcyi dotychczas nieznanej, to złoto od 1871 do 1888 r. dobywa się w coraz mniejszych ilościach. Wynika stąd, że naturalny stosunek kruszców zmienił się na korzyść srebra, a więc mógł się też zmienić na niekorzyść jego ceny. Ale już w 1888 r. produkcya złota poprawia się, a relacya kruszców dalej spada i dochodzi do pierwszego maximum w r. 1889, gdy wzrost produkcyi złota trwa już od dwóch lat. Potem w latach 1892 do 1895 stosunek wzrostu złota przewyższa produkcyę srebra, ale cena ostatniego jeszcze dalej spada i dopiero 1895 r. wykazuje bardzo nieznaczną poprawę. Jeśli nadto zwrócimy uwagę na proporcyę spadku cen srebra w porównaniu z proporcyą zmian w produkcyi obu kruszców, to dowodnie okaże się, że ów wzmiankowany przez nas trzeci współczynnik był dla cen rozstrzygający. Stało się bowiem, że srebro utraciło swoje naczelne w sferze monetarnej stanowisko i ten właśnie wzgląd musiał deprecyacyę tego kruszcu spowodować. Wskazuje to wyraźnie epoka spadku cen srebra, która jest prawie współczesną z zaprowadzeniem waluty złotej w Niemczech (r. 1873). Dodać należy, że i zastosowanie złota w produkcyi przemysłowej, technicznej i artystycznej jest stosunkowo większe, niżeli srebra. Podług danych Soetbeera w latach 1831 do 1880 odchodziło złota na takie cele 32,6%, a srebra 25,2%.

Nadmienimy, że według naszych własnych obliczeń stosunek między cenami a produkcyą kruszców tak się przedstawiał: srebra jest na świecie nie całe 19 razy tyle co złota (srebra 237,7 mil. *kg*, złota 12,5 mil. *kg* do r. 1894). Tymczasem relacya złota do srebra miała się w roku 1894 jak 1 : 32,6.

Z tego okazuje się, że, gdyby zachodził ścisły stosunek między produkcyą a cenami, nie doszło by do takiej deprecyacyi srebra, cena bowiem powinna by się wyrażać w stosunku 1 : 19.

Kładziemy jednak nacisk na tę okoliczność, że jest to stosunek brutto a nie netto, t. j. obliczony podług ogólnej sumy kruszców, a nie podług sumy kruszców, idących *tylko* na użytek monetarny.

Teraz z kolei należałoby przejść do wskazania tych faktów z historyi monetarnej, które w połączeniu z wpływami produkcyi kruszców zniżkę cen srebra, a więc i odwrotnie zwyżkę cen złota spowodowały. Zanim jednak zwrócimy się do tych faktów, t. j. do reform monetarnych musimy poznać prawne stosunki, jakie zachodziły przed okresem zmian, a zarazem główne systemy monetarne.

Systemy monetarne.

Systemem monetarnym nazywamy ten prawny porządek, podług którego dokonywa się bicie monety i który określa warunki obiegu pieniężnego danego kraju. System taki nazywa się jeszcze walutą. Pod walutą w ściślejszem znaczeniu rozumiemy wszystkie znaki obiegowe (pieniężne), które w kraju mają prawną sankcyę. Scharakteryzujemy tu te systemy, które obowiązywały po r. 1873, t. j. po wprowadzeniu w Niemczech waluty złotej, ten bowiem moment, jak wiemy, był w praktyce i w teoryi punktem zwrotnym. Nawiązując tu zarazem wątek z przytoczoną na początku historyą monetarną, konstatujemy, że, gdy w nowszych czasach powstała w krajach kultury dążność do uporządkowania obiegu pieniężnego i do wyzwolenia go z pod przewagi korzyści skarbowych, ustaliły się następujące główne waluty:

I. W *Wielkiej Brytanii* waluta złota oparta jest na prawie z 1816 r., potwierdzonem bilem z dnia 4 kwietnia 1870 r. Waluta

angielska przedstawia system czystej waluty złotej. Obowiązuje stopa monetarna, podług której w jednym funcie (troy) złota powinno się mieścić 46 funtów sterl. 14 szyl. 6 pensów. Tylko złoto jest prawnym środkiem płatniczym. Moneta srebrna ma charakter zdawkowy i przyjmuje się w prywatnych wypłatach najwyżej w ilości 2 funtów sterl. Jeden funt srebra, zawiera 3 funty sterlingi i 2 szylingi. Tym sposobem przyjęto tu relacyę kruszców 1 : 14,287, ale w obec cechy srebra, jako monety zdawkowej, relacya wpływu na obieg nie ma.

II. *Unia łacińska.* We Francyi ostatecznie ustaliła się waluta podwójna czyli monety złote i srebrne, na mocy prawa z dn. 28 marca 1803 r. Prawo to orzeka, że dwudziestofrankówki (złote) powinny zawierać 6,451 gram. czystego złota, a pięciofrankówki (srebrne) 25 gram. srebra. Tym sposobem 5 gram. srebra czystości $^{9}/_{10}$ stanowi jednostkę monetarną, nazywaną frankiem. Z kilogramu srebra bije się 200 franków, z kilogramu złota 3,100 fr. 200 : 3,100 daje relacyę 1 : $15^{1}/_{2}$, na której gruntuje się podwójny system francuzki. Dnia 23 grudnia 1865 r. system ten stał się zasadą unii monetarnej, do której przystąpiły: Francya, Włochy, Szwajcarya i Belgia. W 1868 r. przyłączyły się Grecya i Rumunia. Hiszpania, choć bije monetę na tej samej zasadzie, do konwencyi nie przystała. W myśl unii, pięciofrankówki na równi z monetą złotą po 5, 10, 20, 50, 100 fr. uważane są za pełnowartościową monetę, ważną we wszystkich zobowiązaniach i wypłatach. Moneta zdawkowa po 2, 1 i $^{1}/_{2}$ fr. zawiera kruszec czystości 0,835. Każde z państw układowych wymienia w swych kasach monetę zdawkową na pełnowartościową do wysokości 100 fr. Jakie zmiany w dalszym ciągu zaszły w unii łacińskiej, wyjaśnimy poniżej.

III. *Niemcy.* Do r. 1873 obowiązywało w Niemczech w pojedynczych państwach siedem różnych systemów waluty srebrnej. Prawa z dnia 4 grudnia 1871 r. i z dnia 9 lipca 1873 r. wprowadzają do Niemiec czystą walutę złotą. Jednostkę monetarną stanowi marka, której z jednego funta czystego złota bije się $139^{1}/_{2}$ sztuki, zawierające $^{900}/_{1000}$ części złota i $^{100}/_{1000}$ miedzi. W Niemczech pozostała jednak w obiegu dość znaczna ilość monet srebrnych, które miały być stopniowo sprzedawane dla powiększenia obiegu złota. Sprzedaży zaniechano jednak, gdy nastąpił spadek cen srebra.

IV. *Unia skandynawska.* Szwecya, Norwegia i Dania od r. 1873 utworzyły związek monetarny skandynawski, którego podstawę stanowi waluta złota. System opiera się na czystości złota $^{900}/_{1000}$, a jednostką jest korona, mieszcząca 0,403 gramów czystego złota.

V. *Austro-Węgry* miały od 1857 roku czystą walutę srebrną, opartą na guldenie o wadze 12,3457 gramów grubego, czyli 11,11 czystego srebra. Od 1892 r. rozpoczętą została reforma, mająca na celu przejście do waluty złotej, opartej na koronie = 0,85 marki = 1,05 franków.

VI. System monetarny *Stanów Zjednoczonych* Północnej Ameryki trudny jest do ujęcia w ścisłą definicyę. Panuje tam mieszanina waluty złotej, srebrnej, papierowej i wprowadzonej już w 1872 r. podwójnej. Jednostką monetarną pozostał jednak dolar srebrny, mający 412,5 gramów srebra. o $^{9}/_{10}$ czystości. System złoty próbowano wprowadzić między 1873 a 1878 rokiem. Utrzymały się jednak po części i pieniądze papierowe i kurs przymusowy monet srebrnych. O różnych zmianach w walucie amerykańskiej mówimy niżej.

VII. *Systemy ułomne.* Z pomiędzy wielu innych krajów o systemach ułomnych wymienimy tu Portugalię, która od 1851 r. ma prawnie walutę złotą, ale faktycznie przeszła do pieniędzy papierowych. W Turcyi złoto stanowi główny środek płatniczy w znacznych obrotach handlowych, w wypłatach prywatnych zaś utrzymała się moneta srebrna, której dalsze bicie zawieszono w ostatnich latach.

VIII. *W Rosyi* jednostką monetarną jest, wedle ukazu Cesarza Aleksandra I, z dnia 29 sierpnia 1810 r. rubel srebrny, zawierający 4 zołotniki 21 doli czystego srebra. Faktycznie jednak panowała tu stale waluta papierowa. Szczegóły o stanie monetarnym w Rosyi podajemy w końcu niniejszego artykułu.

Uprzytomnienie sobie tych wytycznych punktów sytuacyi monetarnej jest potrzebne, aby zrozumieć, jaki w dalszem następstwie wpływ wywierał spadek wartości srebra na systemy walut i znowu nawzajem zmiany w tych systemach na ceny srebra.

Dalszy rozwój systemów monetarnych.

Rok 1873 można ściśle przyjąć za erę zwrotu od bimetalizmu bądź do waluty złotej, bądź do ograniczeń w dawnym porządku waluty podwójnej. Na rok ten przypadają następujące reformy: Waluta złota w Niemczech; amerykańskie prawo o dolarze handlowym (trade-dollar), mającym 318 zamiast $317^1/_4$ gramów srebra i o prawnem zaprowadzeniu waluty złotej, przy utrzymaniu jednak kursu przymusowego dla pieniędzy papierowych; ograniczenia we Francyi i Belgii w zakresie bicia monet srebrnych; zawieszenie waluty srebrnej w Niderlandach i waluta złota unii skandynawskiej. Odtąd prawie wszystko, co się w sferze monetarnej dokonywa, musi się niekorzystnie odbijać na stanie srebra. Od tej chwili też współrzędnie występują dwa zjawiska, w logicznym związku powstające: srebro traci na wartości skutkiem swej demonetyzacyi, a demonetyzacya i spadek cen srebra wywołują znowu dalsze reformy na niekorzyść tego kruszcu.

W 1874 roku unia łacińska wprowadziła dodatkową klauzulę do układu z 1865 r., ograniczającą bicie monet srebrnych. W 1875 roku Włochy i Holandya zawiesiły bicie srebra na rachunek swych kolonij. Tegoż roku Stany Zjednoczone postanowiły od roku 1879 r. znieść kurs przymusowy banknotów, a wtedy także Niderlandy prawnie wprowadzają walutę złotą na zasadzie relacyi 1 : 15,625. Choć tutaj zupełna demonetyzacya srebra nie nastąpiła, to jednak zawieszono bicie nowych monet z białego kruszcu, utrzymując w obiegu tylko stare.

Otóż już w 1876 r. widzimy silne wsteczne wahania na rynku srebra; z maximum $58^1/_2$ pensów za uncyę, spada ono na minimum $46^3/_4$, co odpowiada relacyi 1 : 16 12 i 1 : 20,17. W tym roku produkcya srebra jest wprawdzie bardzo znaczna, ale na cenach musiały się nadto odbić zmiany w systemach monetarnych, ograniczające użytkowanie białego kruszcu.

W r. 1876 zawiesza Rosya bicie monety srebrnej. W roku następnym przechodzi Finlandya do waluty złotej. Ale później występują też czynniki, które chwilowo powinny były poprawić stan srebra. W 1878 r. przywracają Stany Zjednoczone walutę podwójną na zasadzie t. zw. bilu Blanda i relacyi 1 : 15,988. Dolary srebrne, bite na rachunek skarbu, otrzymują znowu kurs, przyczem na skarbie ciąży obowiązek wypuszczania ich co miesiąc w ilości nie mniejszej niż 2 miliony, a nie większej niż 4 miliony dolarów. W r. 1879 przedłużono łacińską unię monetarną do końca 1885 roku, uzupełniwszy ją jednak dodatkową konwencyą, że bicie pięciofrankówek zawiesza się na czas ten. Tylko Włochom dozwolono bicia takiej monety za 20 mil. franków przez r. 1879. W tymże roku zawiesiły Niemcy sprzedaż srebra, ale zarazem Austro-Węgry ograniczyły bicie monety srebrnej, ponieważ wartość austryackiego guldena srebrnego obniżyła się po za wartość guldena papierowego.

Czynniki te, z których zwłaszcza bil Blanda był korzystnym dla srebra, mało się odbiły na jego rynkowej cenie. Po dalszym spadku dopiero w 1880 r. objawia się drobna poprawa.

W 1881 r. wprowadziły walutę złotą Włochy. Wypłaty w złocie rozpoczęły się w 1883 r. (Faktycznie jednak powróciły Włochy do waluty papierowej w niecałe 10 lat, a w 1894 roku urzędownie ogłoszono zawieszenie prawa o wymianie banknotów).

W 1884 r. Szwajcarya wypowiedziała unię łacińską, a ponieważ między rynkową ceną srebra a relacyą tego związku wytworzył się silny już rozdźwięk, zdawało się, że cała unia się rozbije. Odnowiono ją jednak w 1891 r. Na zasadzie nowej konwencyi zawieszono tymczasem bicie monet srebrnych, lecz państwa związkowe zobowiązały się wzajemnie przyjmować w swych publicznych kasach pięciofrankówki. Pięciofrakówki wolno bić tylko w ilości, nie przenoszącej 6 franków na głowę ludności. Wewnętrzne srebrne monety zdawkowe mogą być przez prywatną publiczność przyjmowane tylko do 50 fr., a w kasach publicznych tylko do 100 fr.

W 1885 roku wprowadza Egipt walutę złotą.

Pod działaniem tych faktów w 1886 r. objawia się stała i gwałtowna zniżka cen srebra, a w sierpniu t. r. po raz pierwszy występuje relacya 1 : 22,5. Rosya w tym roku, do pewnego stopnia zmienia swój system monetarny, półimperyał ma odtąd czystego złota *1 zołotnik 34,68 doli* zamiast jak dawniej 1 zołot. 39 doli. Wytwarza się tedy stosunek do srebra $1 : 15^1/_2$ zamiast poprzedniego 1 : 15,45.

W 1887 r. zawiesiły Stany Zjednoczone bicie dolara handlowego i zarządziły jego wycofanie.

W 1890 r. przyjmują Stany Zjednoczone bil Shermana, t. j. prawo, zarządzające coroczny zakup srebra w ilości 54 mil. uncyj, czyli mniej więcej tyle, ile całe Stany rocznie produkują. Na to srebro, gromadzić się mające w skarbcu, rozpoczęto wydawać certyfikaty.

Ten ostatni fakt w związku ze spekulacyą giełdową powoduje, że w roku 1890 relacya kruszców poprawia się na korzyść srebra, mianowicie wynosi 1 : 19,75 w obec 22,09 w r. 1889. W r. 1891 cena srebra znowu spada, ale tylko do 1 : 20,92.

W 1890 r. w Rumunii wchodzi w życie waluta złota.

W 1891 r. odnowiono unię łacińską na rok tylko sposobem milczącym, ale ten sposób przedłużania jej utrzymuje się teraz z roku na rok.

W 1892 r. z mocy prawa z dnia 2 sierpnia przystępują Austro-Węgry do reformy monetarnej na zasadzie czystej waluty złotej. Relacyę ustalono na 1 : 18,22. Moneta zdawkowa wypuszcza się na podstawie stosunku 1 : 13,69.

W 1893 r. w czerwcu zawieszono swobodę bicia monety srebrnej w Indyach.

W tymże roku w październiku zawieszono w Stanach Zjednoczonych bil Shermana czyli obowiązek zakupów srebra, a zarazem bicie srebrnej monety.

Te okoliczności sprawiają, że rok 1892 daje niski poziom cen: $39^{13}/_{16}$ pensów za uncyę, czyli relacyę 1 : 23,72, a rok 1893 jeszcze niższą cenę $35^{5}/_{8}$ i relacyę 1 : 26, 52. Od tego czasu reform na niekorzyść srebra nie było, mimo to w 1894 r. cena dalej spada, mianowicie na $28^{7}/_{16}$, a relacya wynosi 1 : 32,6. Dopiero drobną poprawę widzimy w r. 1895, pod wpływem znacznie powiększonej produkcyi złota.

Zaznaczymy tu, że powiększenie produkcyi złota w ostatnich latach było skutkiem odkryć wielkich pokładów tego kruszcu w Transvaalu, specyalnie zaś w okręgu Witwattersrand. W tym okręgu wydobyto w ciągu 9 lat do 1895 r. 272,073 *kg* czyli prawie tyle, ile wynosiła ogólna produkcya w 1894 r. Gdy też dawniej za najpomyślniejszy okres uchodziły lata 1851 do 1860 t. j. epoka kalifornijska, podczas której dobywano rocznie około 200,000 *kg*, r. 1895 dał już o 100,000 więcej.

Tak więc wyjaśniliśmy, że kwestya srebra powstała nie wyłącznie wskutek wzrostu produkcyi tego kruszcu i chwilowo osłabionego dobywania złota. Demonetyzacya srebra grała tu najważniejszą rolę. Bez niej nie byłoby zjawiska, o którem mówiliśmy wyżej, że, gdy naturalny stosunek kruszców (obliczony na podstawie ogólnych mas) przedstawia się jak 1 : 19, relacya doszła do 1 : 32,6. Dodamy, że przy produkcyi roku 1895, która dała złota 300,000 *kg*, a srebra 5,120,000, jest to stosunek 1 : 17, gdy relacya cen w tymże roku wynosiła 1 : 30.

Kwestya monetarna.

Na tym materyale naszych badań możemy oprzeć rozważanie zasadniczego problematu monetarnego, t. j, tych różnic poglądów, jakie wytworzyły się co do dwóch głównych systemów: waluty złotej i waluty podwójnej. Powstały dwa obozy: bimetalistów i monometalistów. Zanim określimy ich stanowiska, trzeba przypomnieć, że teorya, jak to na początku zaznaczyliśmy, przedewszystkiem dąży do usunięcia tych trudności, które wynikają w sferze monetarnej i rozwoju stosunków handlowych, a więc i czynności płatniczych. Pierwszą zatem kwestyą, która teoretykom nastręczyć się musiała, było: jaka ilość monety koniecznie potrzebna jest w stosunkach handlowych danego narodu. Starano się oznaczyć to różnemi cyframi, jak $^{1}/_{5}$, $^{1}/_{10}$, $^{1}/_{20}$, i $^{1}/_{30}$ rocznego publicznego dochodu. Ale gdy racyonalna ekonomia polityczna wykazała, że ilość monety nie zależy od rozmiarów bogactw, lecz od ilości i rozciągłości działań handlowych, od szybkości obiegu monety, oraz od rozmiarów obiegu znaków kredytowych (publicznych jak banknoty i pożyczki publiczne, oraz prywatnych jak weksle, czeki i t. p.), wtedy zrozumiano, że oznaczanie stosunku jest niemożliwe. Ustalono też zasadę, że ilość monety pozostaje w odwrotnej proporcyi do kredytowego, a więc i ekonomicznego rozwoju państwa. Tak naprzykład w Anglii $^{9}/_{10}$ wypłat dokonywa się bez udziału monety. Wynika stąd, że bezcelowem byłoby dążenie, aby ilość monety odpowiadała rozmiarom obrotów. Zagadnienie monetarne sprowadza się tedy do postulatu, aby te obroty, które uskuteczniają się za pomocą pieniędzy i te zasoby nagromadzonego bogactwa, które się w monecie zeskarbiają, znajdowały w niej: 1) sprawiedliwą miarę wymiany i 2) bezpieczeństwo przed wpływem chwiejnej war-

tości samych pieniędzy, czyli ściśle materyału, z którego są one wyrobione.

Wiadomo, że każdy materyał monetarny jest sam przez się towarem i ma swoją cenę. Cena srebra notuje się na rynkach. i, jak wyżej wykazaliśmy, gwałtownym podlega falowaniom. Cena złota wprawdzie notowaną nie jest, bo kruszec ten wymierza się wartością innych towarów, lecz mimo to złoto także wolnem od wahań być nie może, bo i jego wartość zależy bądź od rozmiarów produkcyi, bądź od monetarnego i przemysłowego zapotrzebowania. Oddziaływanie tedy ceny materyału monetarnego na ceny towarów istnieć musi. Zachodzi tu przytem stosunek wzajemnego wpływu; gdy kruszec monety drożeje, towar spada z ceny, gdy drugi idzie w górę pierwszy traci na wartości. Owóż z tego punktu widzenia, najważniejsza strona kwestyi monetarnej polega na tem, aby wahania wartości pieniędzy, a więc i wpływ tego procesu na ceny towarów zneutralizować prawidłowem uwarunkowaniem gospodarstwa monetarnego. To zadanie mają spełniać systematy monetarne. Bimetaliści upatrują gwarancyę pod tym względem w systemie dwukruszcowym,—monometaliści w systemie waluty złotej.

Bimetalizm.

Pogląd na podwójną walutę jako na bardzo użyteczny system istniał już dawno,—o wiele wcześniej jeszcze, niż praktyczne stosunki problemat monetarny w dzisiejszem znaczeniu na porządek dzienny wysunęły. Za pierwszego teoretycznego obrońcę powszechnej monety dwukruszcowej uchodzi Scaruffi *), który w 1552 r. w rozprawie pod tyt.: „Discorso sopra le monete e della vera proporzione tra l'oro e l'argento", wystąpił z teoryą, że monety powinny być bite z obu szlachetnych kruszców, na podstawie raz na zawsze ustanowionej wagi i czystości. Podług niego, rzetelny stosunek pomiędzy kruszcami jest taki, jakim go już Platon oznaczył, i jaki Bóg i przyroda kruszcom nadali, mianowicie 1 : 12; różnicę wartości wywołało tylko pogarszanie monet. Otóż pogląd taki wydaje się dziś dość naiwnym, bo nie liczy się wcale ze wzrostem lub zmniejszeniem produkcyi, oraz z odpływem droższego kruszcu, czyli lepszej monety. O wiele racyonalniej ocenia już tę kwestyę Newton, który uwzględnia ruch i odpływ kruszców szlachetnych i z tego wyprowadza wniosek, że koniecznem jest ustalenie stosunku prawnego (nie naturalnego), zapobiegającego spekulacyi na droższą monetę. Podług Lexisa, pierwszy I. M. Schneidt w 1766 r., w książce p. n. „Systematischer Entwurf der Münzwissenschaft", ujął system waluty podwójnej w następującą, ściśle wyrażoną doktrynę: „Ponieważ różnice proporcyi wyrażać się będą w ażyu, przeto pomimo ustalenia stopy monetarnej, ażyoterstwo utrzyma się, jeśli wszystkie handlujące ze sobą narody stałej proporcyi nie oznaczą i nie będą się jej trzymały. Uwaga: A to pozostanie *pium desiderium* i należy do projektów wieczystego pokoju".

Z ekonomistów późniejszych Sismondi zwrócił uwagę na fakt, że za podwójną monetą przemawia stalsza wartość pieniądza, w warunkach, gdy oba metale równomiernie do obiegu dopływają. W prawdziwie naukową i praktyczną zarazem metodę ujął ideę dwukruszcowej waluty dopiero rodak nasz, znakomity prawoznawca i ekonomista, Ludwik Wołowski (ur. 1810 roku w Warszawie, um. w 1876 r. w Gisors we Francyi). Wołowski, gorący obrońca monety podwójnej, stworzył znaną zasadę, że moneta taka może być porównaną z wahadłem zegarowem; zachodzi bowiem przy obiegu monet z dwóch kruszców taki sam ruch wahadłowy. Jeśli produkcya jednego metalu słabnie i dla tego cena spada, to dłużnicy usiłują płacić swe zobowiązania w takiej monecie, co wywołuje na nią popyt i znowu cenę podnosi. Chociaż przytem dłużnik osiąga pewne korzyści, jest to zysk uprawniony, ponieważ z ogólnego stanowiska przyczynia się do utrwalenia wartości jednostki monetarnej. Wołowski też przewidział już następstwa demonetyzacyi srebra, które się ujawniły po r. 1870; przepowiedział bowiem, że demonetyzacya spowoduje gwałtowny spadek cen białego kruszcu. Tej teoryi Wołowskiego przypisać trzeba, że komisya francuzka w 1867 roku oświadczyła się 5-ciu głosami przeciwko 3-m za utrzymaniem waluty podwójnej. Po stronie Wołowskiego byli wtedy i wybitni finansiści jak Rotszyld i Pereire.

Ale nawet poglądy Wołowskiego były, że się tak wyrazimy, apriorystyczną obroną systemu który dopiero później, gdy doznał praktycznego zaatakowania, wywołał silny ruch na swą korzyść. Tak zwany bimeta-

*) Gaspare Scaruffi, dyrektor mennicy w Reggio, autor wielu dzieł monetarnych (ur. w 1519 r., zmarł w 1584 r.).

lizm, jako agitacya za podwójną walutą, powstaje *a posteriori*, kiedy zaczęto dostrzegać zaburzeń ekonomicznych, które z jednej strony wywołała waluta złota, w Niemczech zaprowadzona, a z drugiej nieprzewidywany wzrost produkcyi srebra. Hasło do tego ruchu dał w 1876 r. Cernuschi (Włoch rodem, emigrant, który żył i działał we Francyi; umarł w maju 1896 roku). Wydał on broszurę p. t. „La monnaie bimetallique“, w której użył po raz pierwszy wyrazu „bimetalizm“ i stworzył teoryę: „15½ universel“. Cernuschi pierwszy wystąpił z programem stanowczej walki przeciwko walucie złotej. Powagą swoją poparł go E. de Lavaleye. W Niemczech kierownictwo ruchem bimetalistycznym objął O. Arendt, autor książki p. t. „Die vertragsmässige Doppeltwährung“. Od tego czasu tendencye bimetalistów ciągle się wzmagały i, pomimo praktycznych niepowodzeń, do ostatniej chwili nie osłabły.

Wychodząc ze stanowiska, że tylko podwójna waluta zapobiega chwiejnej wartości pieniądza, zabezpieczając jego równowagę i że tem samem wahania cen kruszców nie mają wtedy samoistnego wpływu na ceny towarów, bimetaliści dowodzą, że przeciwnie waluta złota tylko ujemne skutki powoduje.

Te ujemne działania waluty złotej tak się podług bimetalistów przedstawiają:

1) samo srebro traci na wartości w obec demonetyzacyi i spada z ceny w wyższym stosunku, niż wypada z różnicy między produkcyą złota i srebra. Powoduje to zatem zmniejszenie kapitału społecznego, umieszczonego w srebrze;

2) spadek ceny srebra rodzi anomalię ekonomiczną, mianowicie kraje ze srebrną i dwukruszcową monetą mogą sprzedawać taniej swoje produkty krajom z walutą złotą, co prowadzi do ogólnej deprecyacyi produkcyi i pracy;

3) powstaje różnica między legalną a faktyczną wartością monet złotych i srebrnych;

4) w obec wzmagającego się popytu na złoto, następuje nieproporcyonalny do jego ekonomicznej wartości wzrost ceny złota i skutkiem tego drożeje pieniądz w krajach złotej waluty. To stanowi znowu drugą przyczynę zniżki cen towarów;

5) drożenie pieniądza jest krzywdą dla dłużników, ponieważ muszą oni płacić swe zobowiązania w walucie lepszej od tej, w której je zaciągnęli;

6) wszystkie grupy zawodowe, żyjące z pracy i zależne od wielkiego kapitału, ponoszą z tego powodu dotkliwe straty;

7) rolnictwo krajów monometalizmu złotego ponosi potrójne straty, raz jako stan najbardziej zadłużony, powtóre jako cierpiący skutkiem zniżki cen płodów rolnych, deprecyowanych naciskiem złotej waluty, a po trzecie pod wpływem rosnącej konkurencyi krajów z podwójną, kredytową i srebrną walutą;

8) złota moneta narusza równię kursów wekslowych między krajami waluty złotej a podwójnej — i

9) złota waluta samym faktem swego istnienia w kilku krajach zniewala inne do jej zaprowadzenia, co wywołuje powszechną walkę o złoto, a kruszcu tego jest za mało, aby wystarczył na monetarne potrzeby całego świata.

Bimetalizm agrarny.

Ponieważ bimetalizm stał się hasłem bardzo wielu stronnictw rolnych na zachodzie, musimy jeszcze bliżej rozważyć go ze stanowiska interesów agrarnych. Wytyczne punkty krytyki agrarnej co do waluty złotej przytoczyliśmy powyżej pod 7. Trzeba jednak myśli te rozwinąć. Gdy podstawą tezy bimetalistów jest przekonanie, że tylko podwójna waluta zabezpiecza ceny towarów przed chwiejnością, a złota moneta przeciwnie deprecyonuje wszelkie produkty, to łatwo zrozumieć, że stronnictwa agrarne przypisują winę przesilenia rolnego między innemi i walucie złotej. Jeśli się przytem zważy, że kryzys rolnictwa ujawnia się po raz pierwszy w fazie dotkliwej około połowy ósmego dziesięciolecia, t. j. bardzo wkrótce po czasie, gdy powstały w państwach europejskich systemy waluty złotej, i że statystyka odtąd prawie stale wykazuje zniżkę wartości wszystkich towarów, a w tem najznaczniejszą płodów rolnych, to skojarzenie tego zjawiska z nowym stanem monetarnym samo się przez się narzucało. Jakkolwiek zresztą na spadek cen towarów i zboża wpływały także inne przyczyny i trudno wyosobnić samodzielny wpływ drożenia pieniędzy, to przecie dedukcyjne rozumowanie do takiego wniosku prowadzić musiało. To wszystko, co powyżej z argumentów bimetalistów przytoczyliśmy na niekorzyść waluty złotej, a co się ściąga do deprecyacyi pracy i jej produk-

tów, pośrednio odnosi się także do interesów rolniczych. Specyalne zaś jeszcze przyczyny polegają na tem, że rolnictwo jako stan, obciążony długami i pozostający w zależności od kapitału, dotkliwiej od innych odczuwa drożenie pieniądza i że nawiedzony klęską nadprodukcyi szukać musi obrony przeciw takim czynnikom, deprecyującym płody rolne, które od naturalnych pierwiastków, od stosunku podaży do popytu, są niezależnemi. Nakoniec zaznaczyć trzeba, że kraje importowe z walutą złotą doznają jeszcze szczególnej deprecyacyi płodów rolnych, w skutek zalewu swych rynków przez produkty z krajów eksportowych o walucie srebrnej, podwójnej i kredytowej. Jest to proste następstwo faktu, że ostatnie mogą taniej sprzedawać swoje płody na rynkach, które im płacą złotem, czyli walutą lepszą od tej, jaką u siebie się posiłkują. Im kurs waluty kraju wywozowego w stosunku do złota niżej stoi, tem większy zysk osiąga eksporter ze swej sprzedaży na rynkach z monetą złotą. Oczywiście zysk ten nie dorównywa rozmiarami całej ilości ażia, ponieważ rolnik krajów z walutą srebrną lub kredytową na obniżce kursu również i straty ponosi, ale przewaga jest zawsze po stronie korzyści. Ten wzgląd powoduje, że podaż z Rosyi, Indyj, Argentyny i Ameryki północnej, z większą jeszcze siłą naciska na rynek międzynarodowy i deprecyacyę płodów rolnych potęguje. Pośrednio znowu odbija się to ujemnie i na interesach krajów wywozowych z walutą kredytową lub srebrną, bo zniżkowa konjunktura rynku międzynarodowego z kolei i im się udziela.

Krytykę bimetalizmu pomieszczamy poniżej. Tu jednak już zaznaczymy, że z naszego stanowiska kraju rolniczego — wywozowego, o walucie tymczasem ułomnej, można by tylko ograniczyć się do teoretycznej aprobaty bimetalizmu, gdyż skutki praktycznego zwycięstwa tych poglądów, na interesach naszego rolnictwa odbiły by się niekorzystnie. Utrata lepszych szans we współzawodnictwie międzynarodowem silniej zaważyła by na cenach naszych płodów rolnych, niż ewentualna zwyżka cen, spowodowana stanieniem pieniędzy. W każdym razie zapominać nie należy, że agitacya agrarna na zachodzie, która do arsenału swej broni zaliczyła i bimetalizm, skierowana jest przeciwko krajom eksportującym, a więc i przeciw tutejszemu krajowi.

Agitacya bimetalistów.

Jeżeli w ogóle problemat monetarny jest zagadnieniem międzynarodowem, to tembardziej ogólne korzyści bimetalistyczne dałyby się osiągnąć tylko w drodze międzypaństwowego porozumienia. Tylko układy, obejmujące przynajmniej większość krajów kultury, mogłyby doprowadzić do istotnego zwycięstwa bimetalizmu. Ale właśnie w takim postulacie tkwi cała trudność dopięcia celu.

Zapoznamy tu czytelników z historyą międzynarodowych usiłowań pod tym względem.

W 1878 r. odbyła się międzynarodowa konferencya monetarna, na której po raz pierwszy postanowiono rozwiązać trudności wynikłe z podniesienia się ceny złota, ale nie dała ona nawet teoretycznego rozwiązania. W 1881 r. obradowała w Paryżu nowa konferencya; tu okazało się już, że przedstawiciele wszystkich państw są przychylniej dla srebra usposobieni. Nawet monometaliści bez zastrzeżeń przyznali, że przywrócenie srebru wyższej ceny jest pożądane i dałoby się osiągnąć przez ponowne bicie monet srebrnych w najludniejszych państwach, biorących udział w konferencyi, tudzież przez układowe oznaczenie stałego stosunku między srebrem i złotem. Teorya ta od tego czasu w nauce nie utraciła już prawa bytu, zyskując coraz więcej obrońców w Niemczech. W 1882 roku odbył się w Kolonii bimetalistyczny kongres, w którym wzięli udział niemieccy, francuzcy i angielscy ekonomiści. Utrwaliło się tu przekonanie, że Niemcy pospołu z Anglią powinny powołać do życia reformę waluty w duchu bimetalizmu. W 1887 roku wydelegowano w Anglii królewską komisyę do zbadania stosunków monetarnych. Wśród jej ekspertów znalazło się wielu bimetalistów, jak między innymi Gibbs i Grenfell, prof. Nicholson i Tidman. Nawet przeciwnicy podwójnej waluty w Anglii stali się już teraz jej zwolennikami w innych państwach. Z 12 komisarzy tej komisyi 6 podpisało protokół za bimetalizmem. Znaleźli się tu pomiędzy nimi A. J. Balfour i sir Louis Mallet. W r. 1889 obradował wolny kongres monetarny w Paryżu. Tu okazało się, że w samej Francyi jest względnie najwięcej stronników waluty złotej. Cernuschi ogłosił wtedy konkurs z nagrodą 10,000 fr. na napisanie rozprawy o skutkach międzynarodowego

związku monetarnego, któryby przyjął co do srebra francuzką zasadę 5 frankówek, a co do złota—amerykańską dolarów.

Nagrodę otrzymał były holenderski dyplomata Rochussen, który jednak stosunek Cernuschi'ego odrzuca i proponuje nawiązanie układów bez uprzedniego oznaczenia relacyi. Ostatnia konferencya monetarna zwołaną została do Brukselli dnia 22 listopada 1892 r. z inicyatywy Stanów Zjednoczonych. Odbywała się ona pod wrażeniem tych zaburzeń monetarnych, które ujawniły się w Unii amerykańskiej wskutek spadku cen srebra, a w obec przymusowych zakupów skarbu, do których był on obowiązany bilami Blanda i Shermana. Mimo to Ameryka sama żadnych stanowczych propozycyj nie przedstawiła. Najważniejszy projekt wyszedł wówczas od angielskiego delegata br. A. Rothschilda. Polegał on na tem, aby Ameryka w dalszym ciągu dokonywała corocznie zakupów po 54 mil. uncyj srebra, w zamian jednak za to państwa europejskie mają się zobowiązać do również przymusowego przez 5 lat nabywania pewnej określonej ilości srebra, na razie za 5 mil. funt. sterl., dopóki cena nie podniesie się do 43 pensów za uncyę. Na to srebro mają państwa europejskie wypuszczać tak samo, jak Ameryka, certyfikaty.

Z punktu widzenia interesów europejskich, był to plan bardzo praktyczny. Jeżeli bowiem istotnie chciano podnieść wartość srebra, to jedynym na to środkiem byłoby większe monetarne uwzględnienie tego kruszcu, a z drugiej strony utrzymanie zakupów amerykańskich na dotychczasowym poziomie.

Ale z punktu widzenia Ameryki projekt był mniej korzystny, bo przedewszystkiem posiadane już zapasy białego kruszcu dotkliwie obciążały skarb i dlatego wtedy właśnie zamierzono już uchylić bile Blanda i Shermana, a powtórna kompensata europejska, przez Rotshschilda proponowana, nie była ilościowym równoważnikiem zakupów Unii. Zresztą plan Rothschilda nie znalazł oddźwięku i w kołach delegatów europejskich. Z oryginalnym projektem wystąpił znany ekonomista Hertzka, a mianowicie z wnioskiem wybijania monet z aliażu złota i srebra, złożonego z jednej części złota i dziewięciu srebra, ewentualnie zaś dokonywania wypłat monetami złotemi i srebrnemi w tym samym stosunku. Plan ten był jednak zbyt sztucznym, aby miał szanse urzeczywistnienia. Wolf z Zurichu wnosił, aby, celem ograniczenia i ustalenia produkcyi srebra, upaństwowić wszystkie kopalnie tego kruszcu, przyczem państwo miałoby obowiązek regulowania produkcyi podług z góry określonej normy. Projekt ten jest nietylko niemożliwy do urzeczywistnienia, jako warunkujący układ międzypaństwowy, któryby obejmował świat cały, a w tem i państwa, pozbawione uporządkowanych stosunków, ale jeszcze jako zależny od gwarancyi wszechświatowego pokoju. Tak samo utopijne były propozycye tego delegata, odnoszące się do ustanowienia międzynarodowych banknotów i międzynarodowego „clearing-house'u“ do wymiany kruszców i do wypłaty waluty banknotów. Znany monometalista Soetbeer, jakkolwiek bronił zasad waluty złotej, jednakowoż przyznawał, że zachodzi potrzeba wprowadzenia w życie środków, któreby wywołały podniesienie wartości srebra. Rozwinął tedy projekt, oparty na idei duńskiego dyrektora banku Levy'ego i prezesa banku państwa w Niemczech Dechenda, aby jako kompensatę monet złotych i banknotów wprowadzić ciężkie monety srebrne, wartości 60 fr. lub 60 m., wybite na podstawie, zbliżonej do obecnej wartości srebra w stosunku do złota. Monety te zresztą miały być tylko rzadko puszczane w obieg, a służyć winny za walutę certyfikatów. Projekt był o tyle niepraktycznym, że dla jego urzeczywistnienia niepotrzebowałyby państwa zakupywać nowego srebra, wystarczyłoby bowiem przetopienie będącego już w kursie. Jedna tylko Anglia, która ma w obiegu mało srebra, musiałaby uciec się do zakupów, lecz to nie wpłynęłoby na podniesienie wartości białego kruszcu.

Konferencya brukselska pozostała bezowocną. Odroczono ją na koniec maja 1893 r., później do jesieni, lecz się i wtedy nie zgromadziła. Uchylenie bilu Shermana w Ameryce było ostatecznym powodem, dla którego Ameryka nie popierała projektu ponownego powołania konferencyi. Zdawało się bowiem, że uchwała ta przywróci równowagę obiegu pieniężnego w Stanach Zjednoczonych. Stało się jednak inaczej. Uchwała ta zmniejszyła tylko nadmiar zapasów srebra skarbu amerykańskiego, ale utrzymały się stosunki bardzo krytyczne, wobec których Ameryka doznawała różnych zaburzeń w obiegu pieniężnym i znalazła się w potrzebie zaciągnięcia pożyczki w złocie.

Agitacya bimetalistów i stronnictw rolnych nie osłabła, owszem wzmogła się tak dalece, że w 1895 r. prawie we wszystkich ciałach prawodawczych w Europie zapadły uchwały na korzyść bimetalizmu i za zwołaniem nowej konferencyi. Podług uchwał izb niemieckich, inicyatywę do kongresu miał dać rząd niemiecki, ale rada związkowa projekt ten odrzuciła. W kwietniu 1896 r. zebrała się tedy w Brukselli, nowa tylko prywatna konferencya, na której zapadły następujące główne rezolucye: kongres orzeka że największą usługą jaką by światu oddać można, byłoby ustalenie trwałego stosunku wartości między złotem i srebrem i że cel ten dałby się osiągnąć za pomocą ugody, obejmującej wszystkie narody ucywilizowane, a przynajmniej ich większość. Zjazd wnosi: 1) że uchwała parlamentu angielskiego (zapadła w roku 1896) powinna skłonić Anglię do zapoczątkowania rokowań międzynarodowych, 2) że inne parlamenty powinny takie same powziąć uchwały, 3) że tymczasowa i niezwłoczna harmonia mogła by zostać osiągniętą, przez przywrócenie podwójnej waluty w Stanach Zjednoczonych, przez otwarcie w Indyach mennic dla wolnego bicia srebra, przez przeistoczenie części gotowizny banku angielskiego na zapas srebra, oraz przez przyjęcie ze strony innych państw środków, któreby srebru zapewniły dostateczne monetarne zapotrzebowanie, tak, aby kruszec ten z krajów europejskich nie odpływał do Stanów Zjednoczonych. Kongres uchwalił w końcu, że zamienia się na nieustające zgromadzenie *).

Monometalizm.

Pomimo bardzo silnej i wpływowej agitacyi bimetalistów, praktyczne zwycięstwo jest dotychczas po stronie zwolenników systemu waluty złotej. Z wykazanych powyżej faktów wiadomo, że praktyka rządów skłania się ciągle ku złotu i że nie tylko wszystkie dążności do uporządkowania gospodarstwa pieniężnego opierają się na walucie złotej, ale nawet unia łacińska, jedyny związek monetarny bimetalistyczny, zniewolony jest czynić ustępstwa temu systemowi. To też monometaliści nie mają potrzeby, jak ich przeciwnicy, organizować ruchu na swą korzyść i nie stanowią też, jak tamci, zwartych szeregów bojowniczych. Argumenty teoryi monometalistycznej gruntują się przeważnie na negacyi wywodów bimetalistów. Główną zasadą systemu tego jest przekonanie, że tylko pieniądz złoty nadaje wymianie istotnie trwałą podstawę, która sprzyja też zeskarbianiu dóbr. Dowody opierają się na następujących faktach: 1) że złoto, jako kruszec rzadki, drogocenny i dobywany w mniej więcej stałej proporcyi, nie ulega widocznym wahaniom wartości; 2) że jeden kruszec szlachetny i to z takiemi właściwościami, jakie złoto posiada, przeznaczony do celów monetarnych, sam przez się nie ma ceny handlowej, a więc ona nie może, jak cena srebra, oddziaływać na wartość innych towarów—i 3) że złoto odznacza się wyższą od srebra dogodnością obiegową, bo z małej jego cząstki można wyrobić względnie dużą wartość wyobrażającą monetę. Po za tymi wytycznymi punktami, monometaliści bądź zwalczają wywody przeciwników o pożytku waluty podwójnej, bądź bronią się przeciw zarzutom niedogodności, które bimetalizm w monecie złotej upatruje. A więc z jednej strony powołują się na rozdźwięk, wywoływany różnicą pomiędzy rynkową a obiegową wartością srebra i na ażiotaż, do którego podwójna waluta daje sposobność;—z drugiej zaś przeczą, jakoby złoto powodowało drożyznę pieniądza, która powstaje tylko skutkiem taniości towarów, pod wpływem innych ekonomicznych czynników. Nareszcie monometaliści znaleźli świeżo poparcie dla swej teoryi w powiększonej w ciągu ostatnich lat kilku produkcyi złota. Warto jeszcze dodać, że gdy Niemcy dały początek kierunkowi reform monetarnych w duchu waluty złotej, jednym z motywów był i ten, że w obec znacznych wyników produkcyi po świetnym kalifornijskim okresie, chciano przeciwdziałać deprecyacyi złota przez większe jego monetarne zastosowania. Wówczas więc obawiano się raczej nadmiaru niż głodu złota.

Wnioski.

Pragnąc w krótkim krytycznym rzucie oka ocenić oba kierunki, musimy powrócić do założenia monetarnego. Postulaty ogólnej teoryi dążą między innemi do nadania monecie takich cech, aby była towarem o nieruchomej, materyalnej wartości. Tymczasem praktyka przekonywa, że tego ideału osiągnąć nie można. Niepodobna

*) W grudniu 1896 roku poruszono w Ameryce nowy projekt zwołania konferencyi monetarnej.

dla pieniądza znaleźć takiego idealnie trwałego i bezzmiennego pierwowzoru, jakim dla miary długości jest metr, cząstka równika. Ta trudność kwestyę monetarną nadzwyczaj komplikuje. Zwolennicy waluty złotej w niej upatrują możliwie zbliżoną do tej doskonałości miarę, gdyż złoto rzeczywiście posiada stosunkowo największą między wszystkiemi towarami trwałość ekonomicznego waloru. Ta trwałość i nieruchomość wzmaga się w skutek monetarnego przywileju, jaki złoto stopniowo zyskuje i w skutek tego, że samo złoto wymierza się tylko na odwrót innemi towarami. Ale jest to zawsze względna stałość wartości, ponieważ bądź co bądź zaprzeczyć się nie da, że i ekonomiczna wartość złota musi ulegać zmianom, w miarę większej lub mniejszej produkcyi, a po części, że i sam przywilej monetarny złota, wywołując powiększony na nie popyt, drożyznę pieniądza powoduje. W tym względzie zatem słuszność jest po stronie bimetalistów. Nie ulega także kwestyi, że współczesne istnienie w jednych krajach waluty złotej, a w innych waluty podwójnej, wywołuje zawichrzenia na rynku pieniężnym i te różne niekorzyści, na które zwolennicy bimetalizmu zwracają uwagę.

Należałoby jeszcze odpowiedzieć na pytanie, czy powszechne zaprowadzenie waluty złotej nie poprawiłoby ogólnego położenia? Oczywiście w tym wypadku odpadłyby te ujemne strony, które wynikają z nierówności warunków pieniężnych, wśród których znajdują się różne narody. Natomiast zaostrzyłyby się niekorzyści, płynące bądź z wahań w produkcyi złota, bądź z rosnącego na ten kruszec popytu, który musiałby w dalszym ciągu powiększać się, w miarę naturalnego, handlowego postępu narodów. Nadto powstałaby wtedy dotkliwa materyalna szczerba, skutkiem demonetyzacyi srebra, które, jak powyżej widzieliśmy, traci na wartości niezależnie już od wzrostu produkcyi, a tylko pod wpływem zwiększającego się monetarnego zastosowania złota. Mogłoby dojść do tego, że srebro w razie zupełnej demonetyzacyi, postradałoby charakter szlachetnego kruszcu. Z tą szkodą liczyć się trzeba i ze względu na fakt, że skarby różnych państw posiadają znaczne zapasy srebra, a nadto w obec okoliczności, że w srebrze tkwi ogromny zasób pracy ludzkiej, w ciągu wieków nagromadzony i zaoszczędzony.

Należy teraz poddać krytyce bimetalizm. Pomimo, że w tej teoryi specyalną rolę grają różne interesy zawodowe (rolnictwa, przemysłu itp.), a nadto interesy krajów posiadających znaczne pokłady srebra (Ameryka północna), bimetalizm opiera się na zasadniczo trafnym poglądzie monetarnym, trudnym jednak do praktycznego urzeczywistnienia, bo zależnym od traktatowych rękojmij. Bimetalizm nie dąży do osiągnięcia jednostki, będącej materyalnym, bezzmiennym walorem; ścisły postulat bimetalizmu polega na wytworzeniu *umownej* dla pieniądza wartości. Ustanowienie stałej relacyi dla obu kruszców szlachetnych, służących za materyał monetarny, a więc wzajemne ustosunkowanie ich waloru, niezależnie od rozmiarów produkcyi i ceny handlowej, — to jest przewodnia myśl tej teoryi. Gdyby taka umowna wartość w drodze układów osiągnąć się dała i gdyby na niej wszystkie państwa lub przynajmniej znaczna ich większość oparła walutę, niewątpliwie pozwoliłoby to rozwiązać problemat monetarny. Wprawdzie moneta nie byłaby wtedy tym idealnym pieniądzem, do którego się dąży, bo nie miałaby zabezpieczonej przed wszelkiemi zaburzeniami ekonomicznemi i politycznemi materyalnej wartości, ale względna jej rękojmia byłaby podwójna: gwarantowałyby ją układy i umowna relacya, która przytem wzajemnej rynkowej wartości kruszców nie pozwalałaby odsuwać się daleko od prawnie oznaczonego stosunku. W takim też wypadku odpadłyby wszystkie niedogodności, jakie obecnie wynikają bądź z waluty złotej, bądź ze współczesnego istnienia różnych walut. Ale, jak powiedzieliśmy, mamy tu znowu do czynienia z ideałem, którego osiągnąć prawie niepodobna. Układowe porozumienie co do ściśle jednakowej monety ze strony wszystkich albo większości państw jest tymczasem mrzonką, której zrealizowaniu przeszkadzają nietylko antagonizmy polityczne, nietylko starcia i wojny, ale różnice warunków ekonomicznych i finansowych, oddziaływujące, jak wiemy, na stosunki monetarne. Należy jeszcze dodać, iż z pomiędzy państw cywilizowanych jedne są *wierzycielami*, inne *dłużnikami* i że w razie wprowadzenia waluty podwójnej, zwłaszcza o relacyi sztucznie wygórowanej dla srebra, państwa dłużne zrobiłyby na bimetalizmie dobry interes, ale państwa, będące wierzycielami, jak najgorszy. Dla tych wszystkich powodów można i dziś jeszcze powiedzieć o tym postulacie to, co

powiedział Schneidt w 1766 roku: „Jest to *pium desiderium* i należy do projektów wieczystego pokoju".

Trzeba więc jeszcze zastanowić się, czy podwójna waluta tylko w szeregu państw, albo w oddzielnych, ekonomicznie bardzo silnych, pomyślnie funkcyonować może. Unia łacińska dowodzi, że jest to możliwe, ale że w tym razie zachodzi potrzeba stałego liczenia się ze zmianami monetarnemi w innych krajach i stosowania do nich swoich układowych przepisów. Bimetalistyczne eksperymenty Ameryki północnej (bile Blanda i Shermana) przekonały, jak trudno jednemu, nawet ekonomicznie tak zasobnemu, jak Stany Zjednoczone, państwu, utrzymać na trwałe znaczne monetarne zapotrzebowanie srebra. Stąd wniosek, że związki państw mogą, jeśli na to pozwalają ich interesy handlowe i rolne, posiłkować się monetą podwójną, lecz powinny ciągle stać na straży swego systemu pieniężnego, ale oddzielne państwa, opierające się na bimetalizmie, muszą walczyć z nieustannemi trudnościami.

Dochodząc do ostatecznych wywodów, skonstantujemy:

I co do waluty złotej:

1) że w kraju, który się nią posiłkuje, funkcyonuje względnie pomyślniej od dwukruszcowej;

2) że wprawdzie idealnie doskonałą nie jest i nie czyni zadość postulatowi, aby pieniądz był towarem o nieruchomej i trwałej wartości, ale tego założenia jest bliższą od waluty podwójnej — i

3) że argument bimetalistów, jakoby nastąpił kres powiększenia produkcyi złota, upadł, w obec ostatnich przybytków produkcyi;

II co do waluty podwójnej:

1) że nie utraciła ona racyi bytu w związkach monetarnych (Unia łacińska) — i

2) że jako ideał postulatu menetarnego ma wyższość nad monetą złotą, lecz zrealizowanie tego postulatu jest w tej chwili niemożliwe.

Nakoniec, chcąc przewidzieć dalsze kształtowanie się kwestyi monetarnej, można przypuścić, że do pewnego stopnia będzie można z czasem pogodzić dążności obu kierunków. Wobec klęski, która skutkiem demonetyzacyi srebru grozi, większość państw, choć nie przechyli się na stronę waluty podwójnej, jak się zdaje, zmuszona będzie czynić ustępstwa srebru i, przy utrzymaniu złota na stanowisku podstawowej jednostki, część swego obiegu na srebrze oprze. Tylko kruszec ten albo nabierze charakteru monety posiłkowej (suplementarnej), co z właściwym bimetalizmem mało miałoby wspólnego, albo w sztabach będzie się gromadził w piwnicach skarbów, a wypuszczane będą certyfikaty na jego wartość. W obu jednak wypadkach przysługiwać będzie posiadaczowi takich pieniędzy prawo wymiany na złoto. Przy tem ustępstwie, wartość srebra musiałaby jednak zostać obniżoną poniżej dotychczas utrzymującego się prawnego stosunku, choć oznaczonoby ją prawdopodobnie o wiele wyżej od obecnej ceny handlowej. Jeśliby do takich reform w krajach waluty złotej przyszło, to i dalsze reformy państw, dążących do uporządkowanego gospodarstwa pieniężnego, gruntowały by się na tych samych lub podobnych zasadach. Unia łacińska w tych warunkach zdołałaby się na długo utrzymać, a Ameryka mogłaby w większym zakresie uwzględnić monetarne zastosowanie srebra.

W każdym razie i taki zwrót, na który można by liczyć, radykalnie monetarnego zagadnienia nie rozwiąże i idealnie doskonałych stosunków pieniężnych do życia nie powoła.

Waluta srebrna.

Waluty srebrnej nie można już dziś za system monetarny uważać. Tam, gdzie się ona utrzymuje, mianowicie w Chinach, w Japonii (pomimo prawnie obowiązującej waluty podwójnej), w Meksyku, Argentynie istnieje siłą zwyczaju i z powodu specyficznych warunków kulturalnych i gospodarczych. Ze stanowiska ekonomii politycznej, czysta waluta srebrna nie ma już racyi bytu i prawdopodobnie nigdy jej nie odzyska. Składają się na to okoliczności, które już po części wskazaliśmy wyżej; srebro jest w stadyum stałej deprecyacyi, a więc nie może nadawać monecie ani tych cech, które zabezpiecza złoto, ani tych które zapewnia podwójna waluta.

* *
*

Waluta kredytowa i pieniądze papierowe.

Na sam koniec niniejszego artykułu odłożyliśmy wyjaśnienia o walucie kredyto-

wej, ponieważ ten rodzaj pieniędzy właściwie systemu nie tworzy, lecz jest tylko ułomną formą innych systemów. Taka waluta zawsze wyobraża jeden ze wskazanych rodzajów porządku monetarnego, stanowiąc jego surogat. To też znaki kredytowe brzmią na tę lub inną walutę metaliczną. Należy jednak odróżnić dwie główne grupy pieniędzy kredytowych. Do pierwszej z nich zaliczają się znaki wymienne na gotowiznę i nie posiadające kursu przymusowego, do drugiej — pieniądze papierowe w ścisłem znaczeniu, czyli bilety, nie wymieniające się na monetę i mające wewnętrzny (w granicach terytoryalnych swego obiegu) kurs przymusowy. Pierwsze są tedy kwitami instytucyj emisyjnych, zaopatrzonymi w zobowiązanie, że posiadaczowi na żądanie wypłaci się gotowizna; drugie zawierają zobowiązanie bezterminowe, a ściśle i bezwalutowe (bo w praktyce zamąca się pojęcie jaką monetą, po przywróceniu wymiany, dług będzie pokryty) i są tylko oparte na ogólnym kredycie państwa. Bilety kredytowe czyli banknoty pierwszego typu służą bądź do ułatwienia obiegu, gdyż, o ile brzmią na większe sumy, są w obrotach handlowych dogodniejsze od ciężkiej monety,—bądź do powiększenia ilości wprowadzonych do obiegu znaków wartościowych, w wypadkach, gdy suma wypuszczonej monety nie wystarcza. Takie pieniądze, choć tworzą tylko symbol wartości, opierają się na rękojmi kruszcowej i stanowią dokładny równoważnik monety. Zdarza się też, że tam, gdzie zabezpieczenie ich jest dobrze ufundowane, często mają wyższy o drobny ułamek kurs od pieniędzy metalicznych; mienne to opłaca się za ich dogodność obiegową. W każdym razie atoli, nawet najlepiej ufundowane znaki kredytowe z góry nie są przeznaczone do popularnego obiegu i do dopływania we wszystkie arterye obrotów; właściwą ich dziedziną powinny być tylko obroty handlowe. Jeśli zaś w praktyce zyskują szerokie rozpowszechnienie, jest to skutek silnej wiary w moralną i materyalną odpowiedzialność instytucyj emisyjnych. Przepisy takich banków dopuszczają też wyjątek, że pewna część biletów kredytowych nie ma kruszcowego pokrycia, lecz opiera się albo na krótkoterminowych, łatwych do zrealizowania wekslach handlowych, albo na inaczej obmyślanych kredytowych rękojmiach. Tak n. p. w banku angielskim, niepokryty fundusz emisyjny może dojść do blizko $14^1/_2$ milionów Ł., przyczem pokrycie funduje się na przeszło 11 mil. długu państwowego i blisko 3 mil. bonów skarbowych. Nie osłabia to zaufania do biletów kredytowych, dopóki instytucya odznacza się ścisłą prawidłowością i dopóki wiara kredytowa nie jest zachwiana. Z chwilą, gdy ufność się podrywa, następuje dopływ tych znaków do kas, co w nadzwyczajnych wypadkach powoduje zawieszenie wymiany. Tak było w Anglii w 1797 r., gdy wskutek rewolucyi francuskiej wydano „restrykcyę“, mocą której rząd zakazał bankowi zamiany banknotów na monetę brzęczącą; powtórzyło się to tam podczas przesileń w 1847 i 1857 roku i t. zw. art. Peel'a (prawo o ustawie bankowej) został zawieszony;—tak też stało się we Francyi w skutek wojny 1870 roku. Ale były to momenty przemijające, króre na trwałe nie wstrząsnęły posadami instytucyj emisyjnych, ani systemem monetarnym tych państw. Ważniejszym jest fakt, że pieniądze papierowe t. j. pozbawione prawa wymiany tam, gdzie się rozpowszechniły, powstały z banknotów, pierwiastkowo dobrze ufundowanych. Jest to prawie ogólna geneza wszystkich pieniędzy papierowych. To też ekonomiści w zasadzie przeciwni są wszelkim znakom kredytowym, choć praktyka konieczność ich wskazuje.

Zupełnie ułomnem narzędziem wymiany są pieniądze papierowe w ścisłem znaczeniu, ponieważ z warunków od pieniędzy wymaganych utrzymały jednę tylko cechę, — cechę środka wypłat, którą posiadają z mocy kursu przymusowego. Ale ten kurs oczywiście nie chroni ich od deprecyacyi, bo dla wypłat zagranicznych potrzeba prawidłowej monety. Banknoty ponoszą wtedy ażio, wzrastające w miarę osłabienia ufności w kredyt kraju z papierową walutą i w miarę pogorszania się bilansu handlowego, t. j. powiększania wypłat na rzecz zagranicy. W kraju z taką walutą wartość pieniądza dotkliwie spada.

Tu jednak zaznaczymy, że, podług niektórych ekonomistów, upadek siły nabywczej pieniędzy papierowych na wewnętrznych rynkach nie dochodzi do miary, do jakiej ażio wzrosło. Kurs giełdowy waluty kredytowej bowiem nie zawsze jest bezwzględnym równoważnikiem jej wartości, dzięki temu, że podaż i popyt w pewnym stopniu regulują się samodzielnie na rynkach wewnętrznych, stosując w zakresie wielu towarów do zdewaluowanego pieniądza jako jeszcze do całostki.

Innemi słowy, warunki ekonomiczne wewnątrz kraju z walutą kredytową przyczyniają się do tego, że wartość jej normuje się wyżej od ceny na rynku zagranicznym. Składa się na to również gwarancya podatkowa tych pieniędzy. Inni ekonomiści teoryi tej przeczą; w każdym razie atoli strata ekonomiczna jest dotkliwą i w swych skutkach prowadzi do tak zwanej dewaluacyi, czyli do urzędowego już uznania obniżonego kursu waluty. Przytem przywrócenie metalicznego obiegu natrafia w takich krajach na nadzwyczajne trudności i bez ofiar tak ze strony państwa jako też społeczeństwa przeprowadzić się już nie daje. Zdeprecyowane pieniądze kredytowe nadają jednak czasami pewnym grupom ludzi przypadkowe korzyści, któremi probują niektórzy usprawiedliwić racyę bytu papierowej monety. Pieniądze te stają się w pewnych warunkach jakby premią protekcyjną dla przemysłu, ponieważ pod ich wpływem słabnie import, a tak samo pozwalają wywozić zboże z lepszym zyskiem, gdyż zagraniczna dobra moneta daje więcej zdeprecyowanych znaków kredytowych (których wartość, jak powiedzieliśmy, na rynku wewnętrznym nie spada do miary obniżonego kursu giełdowego). Zysk ten atoli bywa zawsze tylko względnym, bo wynosi tyle, ile różnica między ażiem a nadwyżką siły nabywczej papierowej waluty. Bądź jak bądź, straty kraju są daleko większe od tych korzyści i dają się uczuwać w innym zakresie nawet tym grupom zawodowym, które, jak rolnictwo i przemysł, a nadto wszyscy dłużnicy, na spadku waluty cokolwiek zyskują. Pieniądz papierowy wnosi do całego życia ekonomicznego pierwiastek chwiejności, zawsze wyzyskiwany przez spekulacyę.

Przypadkowe korzyści, na pewnych polach pracy gospodarczej w tych warunkach powstające, instyktownie odgadł już John Law w swoim mglistym, a na przewrotnych zamiarach opartym planie wielkiego banku emisyjnego, choć miał on przedewszystkiem na celu, obok własnych korzyści, spekulacyjny zysk skarbu. Temu awanturniczemu pseudo-ekonomiście trzeba jednak przyznać talent, bo nie tylko on pierwszy praktycznie zastosował pomysł pieniędzy papierowych, w większych rozmiarach obiegających, ale nadto próbował już podnieść go do godności teoryi monetarnej. A argumenty jego wcale nie były gorsze od tych, na które dziś się powołują w obronie pieniędzy papierowych. John Law—rzecz charakterystyczna—szuler z powołania, w 1716 r. urzeczywistnił swój przez parlament angielski odrzucony plan, naprzód w Paryżu w prywatnej instytucyi „Banque Generale“, a potem w upaństwowionej pod nazwą „Banque Royale“. Banknoty Law'a były z początku wymienne, ale miały kurs przymusowy i trzeba je było obowiązkowo przyjmować, w wypłatach do 600 fr. Później wymiana została uchyloną, a po ciężkich przejściach instytucyi i jeszcze cięższych jej klientów, cały sztuczny system runął. Chociaż wcześniej były już ślady pieniędzy papierowych, właściwie dopiero metoda Law'a utorowała im szeroki gościniec. W wiekach średnich nie potrzebowano uciekać się do takich środków, ponieważ wówczas prowadzono, jak wiemy, na szeroką skalę fałszerstwo monet srebrnych. Zresztą i smutne owoce ekspertymentu Law'a długo odstraszająco oddziaływały, lecz pomysł już nie zaginął. W ostatniej ćwierci XVIII wieku ukazują się na nowo w większych rozmiarach pieniądze papierowe i odtąd wszędzie stają się ratunkiem rządów w okresach ciężkich kłopotów finansowych. Z mocy swego przeznaczenia tworzą stan prowizorycznej gospodarki pieniężnej, ale powołują do życia erę zaburzeń ekonomicznych, erę, przedłużającą się w prostem już następstwie szkód, które powodują.

System monetarny w Rosyi.

Jednostką monetarną w Rosyi jest nominalnie do tej chwili, z mocy Ukazu Cesarza Aleksandra I z dnia 29 sierpnia 1810 r., rubel srebrny, mający 4 złotniki 21 doli czystego srebra. Srebro uchodziło już znacznie wcześniej w państwie rosyjskiem za walutę prawną, ale prawidłowego obiegu monetarnego państwo prawie nigdy nie posiadało. Pierwszą dewaluacyę wprowadził zaznaczony już przez nas Ukaz Cara Aleksego Michałowicza z r. 1656, powołujący do życia obieg monety miedzianej, tak ustosunkowanej, że z 1 puda miedzi ceny 5 r. bito 312 r. Gdy wartość tej monety stopniowo w ciągu lat siedmiu spadła do 1 kop. za rubla, urzędownie ten stosunek usankcyonowano. Prawodawcze rozporządzenie o emisyi biletów kredytowych w ścisłem znaczeniu wyszło za Piotra III w 1765 r., lecz dopiero za Katarzyny w 1768 r. zostało urzeczywistnionem. Z początku wypuszczono 10 mil. rub. w tak nazwanych asygnatach. Potem suma ta wzro-

sła do 40 mil. ale asygnaty wymieniały się jeszcze na monetę. Gdy wreszcie potrzeba zniewoliła do wypuszczenia 100 mil., Katarzyna w specyalnym ukazie pod solenną przysięgą zapewniła, że po nad tę ilość więcej asygnat nigdy wypuszczonych nie będzie. Stało się jednak, że potem okoliczności nie pozwoliły dotrzymać zobowiązania i że wkrótce suma pieniędzy papierowych doszła już do 137,700,000 rub. Oczywiście wówczas i wymiana była już nominalną, a zawieszono ją w zupełności 1786 r. Od 1790 do 1815 r. corocznie pomnażano emisyę, aż ogólna ilość wyniosła 761 mil. W tym okresie nie ustaje chwiejność kursu, który w 1790 r. wynosił jeszcze 87 kop. metalicznych, a w 1810 spadł na 29 kop., zaś w 1815 na 23 kop., przyczem były chwile, że wartość rubla wynosiła i 10 kop. Drobna poprawa następuje w okresie między 1816 a 1824 r. Wycofano wówczas za 166 mil. asygnat, pozostało zaś ich około $595^3/_4$ mil., ale kurs w tej epoce nie wiele się poprawił. Około 1824 r. stoi on na poziomie 27 kop. metal. Przełom w historyi monety w Rosyi, dokonywa się w 1839 r. gdy ogłoszony został manifest o nowej organizacyi pieniężnej. Asygnaty ulegają prawnej dewaluacyi i wyznacza się im kurs taki, jaki utrwalił się tymczasem w obiegu, czyli 3 r. 50 kop. asygnacyjnych za 1 rub. metal., co czyni $28^4/_7$ kop. metal. za 1 rub. asygnacyjnego. Tę reformę poprzedził memoryał hr. Sperańskiego, wydany w 1835 r., a ekonomiczną wartością rubla asygnacyjnego taką dewaluacyę usprawiedliwiający. Zarazem postanowiono, podług tego kursu wymieniać asygnaty na monetę metaliczną, ale jednocześnie wprowadzono w ruch nową walutę kredytową—kwity depozytowe. Utworzona w 1840 r. kasa depozytowa wydaje te kwity na mocy depozytów, składanych w kruszcu, bądź w złocie, bądź w srebrze. W roku 1843 wypuszczono nowe bilety kredytowe (te same, które do tej chwili prawnie się utrzymały). Nowe bilety służyły do wymiany kwitów depozytowych, czyli ściśle wyrażały ten depozyt, który uprzednio w kasach złożono. Moment ten jest bardzo ważny, bo on to właściwie zwichnął już i prawnie system waluty srebrnej, ponieważ nowe bilety wypłacały się za złoto i srebro i temu zapewne przypisać trzeba napis na nich, że za okazaniem otrzyma się srebrną lub złotą monetę. Istotnie też na żądanie bilety wymieniały się potem na oba kruszce, choć na to co prawda pozwalał też stosunek bimetaliczny. Reforma ta o tyle się powiodła, że w 1847 r. ostatecznie ukończono wycofanie asygnat i kwitów depozytowych.

Wymiana nowych biletów kredytowych dopełniała się prawidłowo do 1850 r., a potem dość nieściśle do 1856 r. W tym roku znajdowało się w obiegu przeszło 509 mil. rubli kredytowych, ale następne wydatki wojenne powiększyły tę ilość. Wtedy wymianę uchylono. W 1857 r. było $689^1/_4$ mil. biletów, a kurs coraz się obniżał; wynosił jednak jeszcze w 1859 roku 83,4 kop. Nową reformę przedsięwzięto za panowania Cesarza Aleksandra II. Na podstawie planu Łamańskiego, zaciągnięto pożyczkę około $88^1/_2$ mil. rubli, a w tymże roku dnia 25 kwietnia ogłoszono przepisy nowej wymiany przez Bank Państwa, licząc 5 rubli 70 kop. biletów kredytowych za półimperyała i 1 rubla $10^1/_2$ kop. za rubla srebrnego. Dewaluacya była tedy niezbyt dotkliwą. Fundusz wymiany wynosił 175 mil., co czyniło $^1/_4$ część obiegu rubli kredytowych, gdy przy poprzedniej wymianie zapas kruszcowy wynosił $100^1/_2$ mil., a biletów można było wypuścić 6 razy tyle. Ale i równowaga tej nowej reformy wkrótce się zachwiała; w sierpniu prowadzono wymianę już tylko na srebro, a w następnym roku zaniechano jej zupełnie, gdyż fundusz kruszcowy odpłynął zagranicę. W 1864 roku kurs stoi na poziomie 80,5. Rok 1866 przynosi dotkliwy deficyt budżetowy i wówczas z pozostałego funduszu metalicznego zaczerpnięto $63^1/_2$ mil. rubli. Różne operacye pozwoliły do sierpnia 1876 r. zmniejszyć obieg biletów do 697,2 mil. rubli. Gdy jednak w roku następnym wybuchła wojna z Turcyą, puszczono w obieg 300 mil. biletów kredytowych, poczem do listopada 1878 r. trzeba było tę liczbę powiększyć do 500 milionów. W r. 1877 kurs wynosi przeciętnie około 66 kop. metalicznych. W 1881 r. za ministeryum Abazy ogłoszony został ukaz, na mocy którego skarb miał stopniowo spłacać Bankowi Państwa dług, powstały za wypuszczone bilety na potrzeby wojny. Na razie nakazano zredukować dług do 400 mil., a resztę spłacić w ratach po 50 mil. rocznie. Za ministeryum Bungego trzymano się ściśle tego przepisu, lecz położenia to nie poprawiło. W 1885 r. następuje bardzo dotkliwa obniżka kursowa pod wpływem kwestyi afgańskiej; rubel spadł na $192^1/_4$ marek za 100 rubli, czyli na około 58 kop. metalicznych. Wypadki w Bulga-

ryi sytuacyę jeszcze pogorszyły i w 1886 roku kurs stoczył się na poziom około 56 kop. Za ministeryum Wyszniegradzkiego bilety kredytowe doznają nadzwyczajnej chwiejności. W r. 1887 notowanie w Berlinie waha się między 192 a $175^1/_4$ marek, a w marcu 1888 r. bilety spadają do najniższego poziomu jaki kiedykoiwiek od czasu dewaluacyi Kankrynowskiej istniał, mianowicie na $162^1/_4$ marek, czyli na prawie połowę swej wartości. Potem jednak nagle następuje poprawa, dzięki pomyślnie przeprowadzonym konwersyom, dobremu budżetowi i operacyom, do podniesienia kursu zmierzającym. Kurs 1889 r. przekracza 220 marek za 100 rubli, a przeciętnie wynosi około 210 marek. W pierwszej połowie 1890 roku notowanie berlińskie dochodzi do 236, potem we wrześniu do maximum 265, a rok kończy się kursem $237^1/_2$. Rok 1891, który jest okresem nieurodzaju, obniża notowanie berlińskie do $191^1/_2$, przeciętnie jednak wynosi ono około 210. Miejszą chwiejność wykazuje następny rok, dając kursa 197 do 216,25. Od r. 1893 kursa zaczynają się ustalać, aż dzięki zarządzeniom ministra finansów, Wittego, utrzymują się około granicy 216 — 220 marek, a w szczególności w r. 1895 dają przeciętną około 219. Nakoniec w r. 1896 obniżyły się na poziom 216,50, stanowiący prawie równoważnik urzędowego kursu złota 150, czyli $66^2/_3$ kop. złotych za rubla kredytowego. Tu jednak wyjaśnić musimy, że to ustalenie kursowe pozostaje w związku z przygotowaniami do nowej reformy monetarnej.

Reforma.

Zainicyowane przez ministra finansów, r. t. Wittego, środki dla uporządkowania waluty, rozpoczęły się od polityki finansowej, mającej na celu położenie kresu spekulacyi, która kurs rubli, z jednej strony, obniżała, a z drugiej chwiejnym czyniła. W r. 1894 wchodzą też w życie restrykcye, giełdową grę walutą obezwładniające. Zakazano mianowicie wszelkich obrotów, bezpośrednio lub pośrednio ze spekulowaniem rublami związanych. Zarazem utrudniono wypłaty na rzecz zagranicy w biletach kredytowych, wprowadzono kontrolę nad operacyami bankierskiemi i ustanowiono statystyczne cło od wywożonych biletów kredytowych. Sprzedażą transfertów zagranicznych począł się zajmować prawie wyłącznie Bank państwa. Skutkiem tego było, że giełda berlińska, nie rozporządzając rublami w gotowiznie, musiała zaniechać ażyotażu. Jak dalece polityka ta była z praktycznego stanowiska owocną, dowodzi fakt, że, gdy w październiku 1894 r. zdarzyło się, iż berlińska giełda znowu probowała spekulacyi, na koniec miesiąca zbrakło jej materyału do pokrycia zobowiązań, w biletach kredytowych zawartych. Wtedy też musiano się uciec do prośby pod adresem ministeryum finansów w Petersburgu o dozwolenie nabycia potrzebnego materyału w Rosyi. Pozwolenie zostało udzielone, ale wyznaczono wysoki kurs 243 marki, zamiast praktykowanego wówczas 222, wymierzając tem dotkliwą karę na spekulantów.

W r. 1895 wchodzi w życie nowe prawo o umowach na złoto, również utrwalenie kursu mające na celu, ale zarazem dążące do wprowadzenia alternatywnego obiegu złota, które odtąd obliczać się zaczęło na rynku wewnętrznym podług urzędowego kursu. Ustanowiono tedy naprzód kurs 148, następnie 149, a nareszcie na lata 1896 i 1897—150 kredytowych za 100 rubli złotem. Po tym kursie przyjmowano złoto na zapłatę podatków i sprzedawano je w kasach Banku Państwa. Jakkolwiek w obiegu ani moneta złota, ani zastępujące ją kwity depozytowe, z początku szerokiego rozpowszechnienia nie znalazły, to wszelako środek ten przyczynił się bardzo skutecznie do utrwalenia kursu, który od tej chwili ściśle był już regulowany wedle urzędowej ceny złota. Wszystkie te reformy były atoli tylko przygotowaniem do planu waluty złotej. W chwili gdy piszemy (maj r. 1896), projekt wszedł do połączonych departamentów rady państwa z aprobatą komitetu finansowego. Projekt w głównych zarysach tak się przedstawiał:

Bilety kredytowe pozostaną w obecnej formie i wartości kursowej rub. 1 kop. 50 kred. za rub. 1 w złocie. ale niezależnie od nich przygotowana będzie nowa moneta złota, odpowiadająca obecnemu kursowi biletów kredytowych. Moneta nowego stempla, wartości 10 rub. kredyt., po 100 kop. w rublu, zawierać będzie w sobie 1 zołotnik 78,24 doli czystego złota. Moneta wyrabiana będzie z metalu, którego funt na 900 części czystego złota zawierać będzie 100 części miedzi. Z funta mieszaniny takiej wyrabiać się będzie 47 monet dziesięciorublowych i pozostanie jeszcze kruszcu za 6 rubli $33^7/_{121}$ kop. Ogól-

na waga złotej monety nowego stempla wynosić będzie 2 zołotniki 1,6 doli, minimalna zaś waga jej obiegowa określona została na 2 zołotniki 0,6 doli. Złota moneta takiego stempla uznana zostanie za *monetę zasadniczą* Cesarstwa i przyjmowanie jej obowiązywać ma bez żadnych ograniczeń co do ilości. Niezależnie od waluty złotej, w obiegu znajdować się będą i obecne państwowe bilety kredytowe. Istnieje jednak projekt wydania w drodze ustawodawczej specyalnych przepisów, które określać będą porządek emisyi biletów kredytowych i zapewnić im mają swobodę wymiany. Najważniejszy z przepisów zasadza się na tem, że bilety kredytowe, jak we wszystkich krajach, posiadających obieg metaliczny, wypuszczane będą przez bank państwowy wyłącznie dla jego operacyj handlowych. Wypuszczanie biletów kredytowych na rachunek kasy państwowej zostanie na przyszłość zniesione. Wszystkie bilety kredytowe zaliczone zostają do pasywów banku.

W obec tego bilety kredytowe będą miały siłę obiegową na równi z monetą złotą nowego stempla. Wszystkie umowy, nie uwzględniające przepisu powyższego, uznane zostaną za nieważne.

Bilety kredytowe korzystać będą z obowiązkowej wymiany w Banku Państwa. Wymiana dokonywaną będzie, bez ograniczenia wysokości sumy, w petersburskim kantorze Banku Państwa; w innych zaś kantorach i oddziałach Banku—zależnie od ilości znajdującej się w nich gotówki w złocie. Okaziciel biletów kredytowych otrzymywać będzie odpowiednią ilość złotej monety nowego stempla rubel za rubla. Obecna moneta złota, do chwili przetopienia jej na nową, przyjmowana będzie, licząc rubla w złocie, w imperyałach lub półimperyałach, za 1 rubel 50 kop. w monecie złotej nowego stempla. Obieg państwowych biletów kredytowych, jak dotychczas, zabezpieczony zostanie całym majątkiem państwa. Dla dostarczenia bankowi państwowemu środków, dających możność wypełnienia obowiązku wymiany biletów kredytowych na monetę złotą, istniejący fundusz wymienny w sumie 750 mil. rubli w monecie złotej nowego stempla, oddany zostanie do rozporządzenia Banku i zaliczony do jego gotowizny, a bezprocentowy dług kasy państwowej za bilety kredytowe czyli 371 mil. rubli, t. j. różnica między ilością wypuszczonych biletów—1,121 mil. z funduszem wymiany dołączony zostanie do aktywów Banku.

Stosunek normalny między ilością biletów kredytowych i złotem, a zatem i prawo emisyi biletów przez Bank państwowy, ma być określony w sposób następujący: Bank może wypuszczać („jedynie dla operacyj handlowych“) w sumie jednego miliarda rubli, pod tym jednakże warunkiem, aby ogólna suma biletów, znajdujących się w obiegu, nie przewyższała gotowizny Banku w złocie więcej, niż dwa razy. Większą od wymienionej ilości biletów kredytowych Bank może wypuścić jedynie przy odpowiedniem powiększeniu gotowizny Banku w złocie, rubel za rubla nowego stempla.

Co do monety srebrnej pełnej wartości, która obecnie znajduje się w obiegu, projektowanem jest wydanie przepisu, na zasadzie którego przyjmowanie srebra obowiązywać będzie w ilości, nie większej od 50 rubli przy jednej wypłacie. W kasach zaś, przy płaceniu podatków itp., moneta srebrna przyjmowaną będzie w ilości nieograniczonej.

Tym sposobem projektowana reforma uświęciłaby kurs rubla kredytowego, unormowany do $66^2/_3$% w złocie, co odpowiada przeciętnym kursom z piętnastu lat ostatnich. Reforma miała tę oryginalnie pomyślaną techniczną stronę, że w obiegu utrzymałby się dotychczasowy rubel kredytowy, tylko przeistoczeniu uległby rubel złoty, t. j. rękojmia, na której pierwszy się wspiera. Ten rubel metaliczny miał być mniejszy od dawnego o $33^1/_3$% i nominalnie nie równałby się już, jak dotychczas, 4 fr., lecz $2{,}66^2/_3$ fr.

Teoretyczne zarzuty krytyków projektu obracały się około następujących wątpliwości: Czy zachodzi tu dewaluacya; czy dewaluacya ta narusza ekonomiczne interesy społeczeństwa; czy fundusz wymienny w sumie 750 milionów rubli złotem, a ewentualnie powiększony o 300 milionów, będących jeszcze w posiadaniu kasy państwa, starczy na potrzebę wymiany; czy finansowe i gospodarcze położenie państwa gwarantuje trwałość tego funduszu — i nakoniec, czy ilość banknotów w sumie 500 mil., która pokrycia kruszcowego posiadać nie będzie, nie osłabi równowagi przyszłego systemu waluty złotej?

Rozbiór tych pytań, prawodawczo jeszcze nie rozstrzygniętych, byłby na tem miejscu przedwczesnym *).

St. A. Kempner.

Monier. System Monier'a zasadzający się na połączeniu cementu z żelazem, jest wynalazkiem ogrodnika Monier w Paryżu, wydoskonalili go zaś inżynierzy francuzcy i niemieccy. Monier używał swego systemu jedynie do wyrabiania wielkich wazonów dla hodowli roślin, a inżynierzy zastosowali go do konstrukcyi budowlanych, podatność zaś systemu Monier'a przedstawi nam naocznie poniższy wykaz jego zastosowań.

I. *W budownictwie:*

1. Nieprzemakalno-ogniotrwałe stropy i dachy.
2. Kanały ogrzewalne i wentylacyjne, oraz rury dla przeróżnych celów.
3. Cienkie, ogniotrwałe, a lekkie ściany.
4. Ogniotrwałe drzwi i okienice.
5. Słupy, oraz osłony słupów i innych konstrukcyi drewnianych i żelaznych, chroniące od pożaru lub wilgoci.
6. Lekkie ogniotrwałe schody i podesty.
7. Płyty do izolacyi kominów przy zwykłych zapalnych dachach.
8. Gzymsy.
9. Ogniotrwałe i trudne do przebicia wyłożenia pomieszczeń kasowych i archiwów.
10. Urządzenia w pralniach i zakładach kąpielowych itp., a więc ściany przedziałowe, wanny kąpielowe, baseny i rezerwoary.
11. Pomniki, ozdoby budowlane, ambony itp.

II. *Przy budowach inżynierskich:*

1. Sklepienia mostów.

---

*) Dla ścisłości dodać winniśmy, że już po napisaniu powyższego artykułu dnia 15 stycznia 1887 r. ogłoszony został Ukaz Najwyższy na imię p. Ministra finansów następującej treści: Dla usunięcia pewnych, siłą okoliczności i czasu spowodowanych wad obiegu pieniężnego w Cesarstwie, Rozkazaliśmy Panu poddać rozważeniu Rady Państwa opracowane w oddzielnym komitecie projekty ustanowienia nowych, odpowiadających zmienionym warunkom zasad Naszego systemu pieniężnego i przepisów emisyi państwowych biletów kredytowych. Z powodu swej ważności i zawiłości sprawa ta może jeszcze wymagać długich narad. Obecnie zaś, z uwagi na nastręczającą się pilną potrzebę wznowienia bicia monety złotej, jak również w celu usunięcia powodów do wątpliwości, wynikających u ludności z nieodpowiedniej do wartości monety złotej jej ceny, oznaczonej do wymiany na bilety kredytowe, Uznaliśmy za dobre, aż do powzięcia przez Nas stanowczej decyzyi, po rozważeniu przez Radę Państwa tej sprawy — wybijać monetę złotą z oznaczeniem na niej ceny, ustanowionej przez Najwyższy Rozkaz Nasz z dnia 8 sierpnia 1896 roku. Na skutek tego i zgodnie z przedstawieniem pańskiem, w oddzielnym komitecie rozważonem, Rozkazujemy:

1) Pozostawiając monetę złotą bez żadnej zmiany co do zawieranego czystego złota, wagi i rozmiarów, ustanowionych prawem „Ust. Mon. art. 8, 9, 12, 17, 19 i 21", wybijać takową z oznaczeniem na imperyałach ceny rubli 15, zaś na półimperyałach ceny rub. 7 kop. 50, zgodnie z opisem jednocześnie z niniejszem przez Nas zatwierdzonym — i

2) Po wybiciu monety złotej na zasadzie p. 1-go niniejszego Ukazu, puścić ją w obieg.

Tym sposobem, jakkolwiek sama reforma uległa zwłoce, ustaloną już została relacya wymienna, gdyż powyższy Ukaz na trwałe nadaje monetom złotym wartość odpowiadającą zaprojektowanemu kursowi wymiennemu $66^2/_3$%, który wprawdzie już się przyjął w stosunkach praktycznych i Rozkazem Najwyższym z dnia 8 sierpnia 1896 roku otrzymał urzędową sankcyę na cały rok 1897, ale zawsze jeszcze ze względu na terminowe ograniczenie, w tym rozkazie wyrażone, mógł uchodzić za prowizoryum.

Do zadań tedy ogólnej reformy, którą ma jeszcze załatwić Rada Państwa, należeć będą tylko te czynniki, które wymagają ustalenia prawnych warunków obiegu, czyli stosunku, jaki zachodzić winien między obiegiem biletów kredytowych a rękojmią ich wymienności, zawartą w funduszu wymiennym oraz jego proporcyi do puszczonych w kurs biletów. I tu już pewne warunki praktycznie zostały spełnione, ale ujęcie ich w określony i raz na zawsze ustalony system należy do zadań zasadniczej reformy.

W każdym razie Najwyższy Ukaz Imienny rozwiązał jednę z najważniejszych podstaw reorganizacyi monetarnej; inne przepisy będą miały znaczenie tylko formalne.

Warto jeszcze zwrócić uwagę, że rozporządzenie o biciu monet złotych z oznaczeniem na nich realnej wartości podług kursu rubli i z utrzymaniem dotychczasowej wagi zmienia jednak projekt o reformie monetarnej w punkcie, odnoszącym się do monetarnej techniki. Projekt proponował, aby technika polegała na biciu monet złotych podług wartości rubli kredytowych, czyli, że waga imperyałów i półimperyałów miała być zredukowaną do wartości 10-iu i 5-iu rubli i taka też miała być realna ich wartość. Otóż Najwyższy Ukaz z dnia 15 stycznia r. b. tę odwrotność techniki usunął.

(Przyp. autora).

2. Rury do przeprowadzania gazu i wody, dla kanalizacyi, oraz dreny.
3. Naczynia przy zbiornikach gazu, wieże ciśnień, studnie i szachty, zbiorniki wody i innych płynów.
4. Lekkie i trwałe chodniki oraz drogi dla jazdy kołowej na dużych mostach.
5. Zamknięcia szluz i upustów.

III. *W rolnictwie i ogrodnictwie:*

1. Piwnice dla zboża suche i zabezpieczające od owadów i myszy.
2. Stajnie ze stropem nieprzepuszczającym wyziewów.
3. Żłoby i naczynia do pojenia bydła.
4. Doły do nawozu.
5. Wazony, donice i t. p. naczynia dla roślin.

Konstrukcya według systemu Monier składa się ze szkieletu z prętów żelaznych lub stalowych w formie siatki, i warstwy betonu okrywającej ową siatkę. Szkielet taki tworzy siatkę z grubych prętów (żeber), które przyjmują na siebie naprężenia rozciągające i prętów cieńszych, pomocniczych (łączników), ułożonych prostopadle do grubych. Przekroje pierwszych wypada oznaczyć według prawideł statyki, grubość zaś drugich jakkolwiek do pewnego stopnia dowolna, winna stosować się jednakże do danych z praktyki. Nałożony na taką siatkę beton przyjmuje na siebie siły ściskające. Beton z żelazem łączy się tak silnie, że tworzy z nim jednolity system i po stwardnieniu zapobiega najzupełniej przypuszczalnym wyboczeniom lub przesunięciom się wzajemnym prętów. Konstrukcye takie rozpięte nad daną przestrzenią zachowują się podobnie jak sklepienia lub belki. Każda część składowa konstrukcyi Monier przyjmuje właściwą sobie rolę, a połączone działanie części składowych daje konstrukcyę względnie lekką, bo pręty żelazne posiadają wysoką wytrzymałość na wyciąganie, a beton na ściskanie. Właściwości materyałów stosowanych do konstrukcyi są więc racyonal-

Fig. 1.

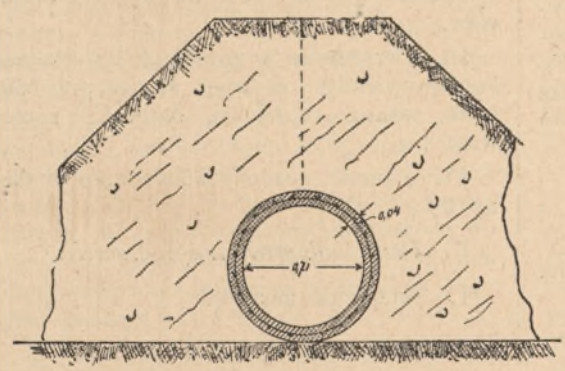


Fig. 1a.

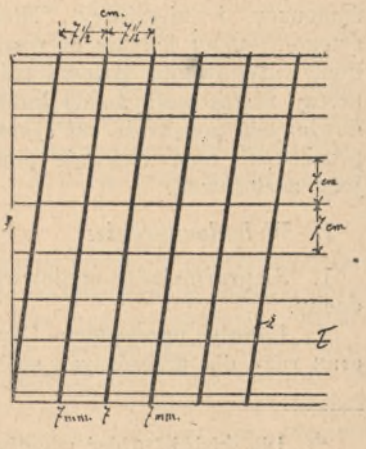
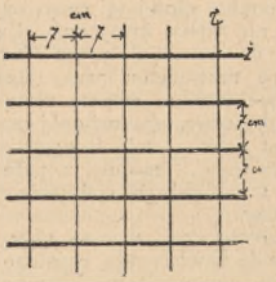


Fig. 2.



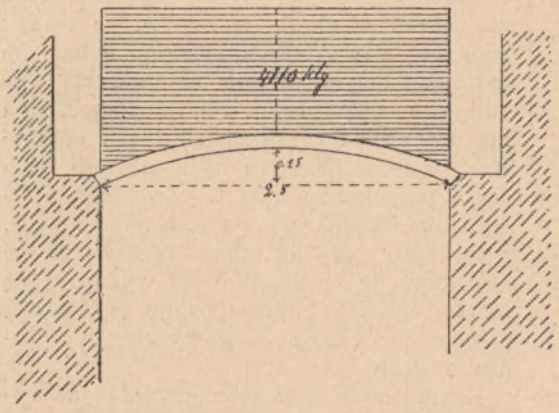
Fig 2a.



nie wyzyskane, chodzi jeszcze tylko o to, ażeby pręt żelazny zajmował w przekroju to właśnie miejsce gdzie panuje naprężenie rozrywające. Przy małych naprężeniach dostatecznym będzie gruby drut, przy większych wypadnie użyć żelaza okrągłego lub profilowego. Dodać wypada, że wzajemne złączenie poprzeczne prętów drutem ma jedynie na celu zabezpieczenie od ich przesunięcia się w czasie nakładania na nie betonu, który po stwardnieniu już sam dostatecznie temu zapobiega.

Jako charakterystyczne przykłady stosowania systemu Monier weźmy próby obciążenia okrągłej rury systemu Monier (fig. 1 i 1*a*) i płyty (fig. 2 i 2*a*) dokonane przez akcyjne Towarzystwo dla wykonywania robót betonowych i budowlanych w Moskwie i próbę ze sklepieniem (fig. 3)

Fig. 3.



wykonaną we Wrocławiu przez firmę Br. Huber.

Fig. 1. Rura 0,71 *m* średnicy, grubość ścianki 4 *cm*. Wysokość nasypu ziemi 1,0 *m* = 1,600 *kg* na 1 m^2. Obciążenie wynosiło 1,400 pudów, jednakże z powodu grożącego załamania się bocznych ścian otaczających sztuczny nasyp ziemi, dalsze obciążenia trzeba było przerwać.

Fig. 1*a* przedstawia szkielet siatkowy z prętów żelaznych, z których grubsze poprzeczne przyjmują na siebie naprężenia rozciągające (patrz wyżej).

Fig. 2. Płyta 4,5 *cm* grubości, odległość podpór 1 *m*, szerokość 0,71 *m*, powierzchnia 0,71 m^2. Płyta taka ze szkieletem żelaznym (fig. 2*a*) wytrzymała 176,4 pudów całkowitego obciążenia, podczas gdy bez szkieletu tylko 52 pudy.

Fig. 3. Sklepienie Monier 1 *m* szerokości, 2,5 *m* rozpięcia na stałych podporach bez nadmurowania, 25 *cm* strzałki i 5 *cm* grubości. Przy równomiernem obciążeniu 4,110 *kg* wykazało 1,3 *mm* ugięcia po środku i w dwóch punktach, odległych po 60 *cm* od klucza takież ugięcie na 1 *mm*. Rysy ani boczne przesunięcia nie nastąpiły.

Przy stosowaniu cementu w połączeniu z żelazem w ogóle, następujące zarzuty zdawały się przemawiać przeciw systemowi Monier, a mianowicie:

1) że żelazo przy obłożeniu cementem rdzewieje,

2) że cement nie trzyma się na względnie gładkiem żelazie i z tego powodu nie spaja się należycie z żelazem,

3) że przy zmianach temperatury żelazo ulega odkształceniom innym niż cement, w skutek czego spójność wzajemna części składowych nie będzie dostateczną.

W praktyce jednakże obawy powyższe okazały się płonnemi. Osłona betonowa chroni bowiem żelazo od przerdzewienia, a cement łączy się dobrze z żelazem, wreszcie współczynniki rozszerzalności żelaza i betonu przy zmianach temperatury nie różnią się od siebie zbyt znacznie.

Za stosowaniem konstrukcyi cementu na żelazie przemawiają: trwałość, znaczna wytrzymałość przy małej wadze własnego ciężaru, oszczędność zajmowanego przez taką konstrukcyę miejsca, oszczędność na oporach i ankrowaniach i w wielu razach taniość. Z powodu jednakże, iż beton wymaga pewnego czasu do nabycia właściwej wytrzymałości, większe konstrukcye Monier mogą być oddane do użytku dopiero po dłuższym czasie, nieraz po dwóch miesiącach. Niezbędna przy ich wykonaniu nadzwyczajna dokładność i gruntowna znajomość rzeczy przemawia przeciw stosowaniu tego systemu jeżeli brak wprawnych robotników.

Nie od rzeczy będzie zwrócić uwagę na konstrukcyę spokrewnioną z systemem Monier, a mianowicie na deski gipsowe. Porównywując deski gipsowe z systemem Monier, zamiast szkieletu żelaznego znajdujemy szkielet z trzciny lub z prętów drewnianych, a zamiast masy betonowej zaprawę gipsową. Zaprawa ta

składa się przeważnie z gipsu z domieszką szerści, piór, opiłek korkowych lub trocin, dla zrobienia jej możliwie lekką, a wreszcie w celu nadania jej twardości dodaje się ałunu lub kleju stolarskiego. Zalety desek gipsowych są podobne do wyłuszczonych dla systemu Monier. Chociaż ogniotrwałość i wytrzymałośc ich jest mniejszą, natomiast zalecają się one taniością, lekkością, łatwością i szybkością wykonania z nich części budowli, jak ścian, sufitów itp., a wreszcie jako zły przewodnik ciepła i dźwięków.

Literatura.

Z literatury dotyczącej systemu Monier podajemy:

„Das System Monier“, herausgegeben von G. A. Wayss. Berlin.
„Kratkij oczerk obszczej teorji sistemy Monje“ A. F. Lolejtz. Moskwa, 1895.
„Die Monier'sche Bauweise, Vortrag gehalten im Bürgerverein zu Quedlinburg vom Stadtbaurath Gaul“. Quedlinburg, 1891.
„Wochenschrift d. Oest. Ing. u. Arch.“ 1890, str. 209, № 22.
„Przegląd techniczny“ 1889 str. 71; 1890 str. 200; 1890 maj; 1890 październik; 1896 wrzesień 1, № 5.
„Rigasche Industrie Zeitung“ str. 150. Protocoll № 932; 1889.
„Wochenschrift d. Oest. Ing. u. Archit. vereins“, № 24, 1890.

Floryan Wyganowski.

Morela (*Armeniaca*). Pomimo nazwy swej łacińskiej (*Armeniaca vulgaris* L.), prawie na pewno nie pochodzi z Armenii, lecz z Azyi środkowej, gdzie na wyżynach napotkać ją można w stanie zdziczałym, a może i dzikim. Jest to zatem u nas drzewo egzotyczne, które jednak przy zachowaniu pewnych ostrożności daje się hodować, wydaje owoce i pracę opłaca, jakkolwiek od czasu do czasu staje się pastwą surowego klimatu.

Morela jest drzewem pestkowem, najbliżej spokrewnionem ze śliwą; dosięga tych co i śliwa wymiarów w przyjaznych warunkach, różni się zaś wybitnie liśćmi szeroko jajowatymi, gładkimi, o czerwonawych ogonkach i takichże charakterystycznych gruczołkach na ogonku u nasady liścia umieszczonych. Kwitnie najwcześniej z drzew owocowych u nas hodowanych, bo niekiedy już w końcu marca (pod murami południowymi). Owoce barwy pomarańczowej (morelowej) są okrągłe, puszkiem pokryte, co je w ugryzieniu niesmacznemi czyni. Mięso słodkie i aromatyczne, w gorącej wystawie staje się mączystem. Przeciwnie z drzew swobodnie stojących bywa dosyć soczystem. W każdym razie na surowo mniej znajduje amatorów niż śliwki lub brzoskwinie. Pestka zaokrąglona, wypukła, podobna do renklodowej (damascenowej), o kantach bardzo wydatnych, ostrych, zresztą gładka.

Drzewo rodzi wcześnie i nadzwyczaj obficie, dosięga z trudnością 30 lat wieku w naszym klimacie, w którym przemarza częściowo i łatwo gumuje.

Jakkolwiek najodpowiedniejszą podkładką dla moreli są siewki morelowe, te jednak jako na mróz czułe, używanemi u nas nie bywają. Jedynie dobre są lubaszki St.-Julien i damascenki. Na jednorocznych lub dwuletnich zdrowych siewkach oczkuje się morele w początku lipca, a skoro tylko oczko puszczać zacznie, t. j. w ciągu 4—6 tygodni, dziczek się po nad niem zrzyna. Szlachetne pędy na zimę zabezpiecza się obsypując je ziemią lub też wykopuje się młode morelki i przechowuje w chłodnej piwnicy do wiosny, a wtedy się je wysadza w grunt.

Komu chodzi o morele przydatne na wyroby, t. j. konserwy, susz i marmoladę, ten może próbować hodowli siewek. Na ten cel wysiewa się pestki szlachetnych moreli skoro tylko są z owocu wyjęte, a otrzymane siewki przez pierwszą zimę przechowuje w piwnicy, potem zaś wysadza się na wiosnę pod gołem niebem i na następne zimy zabezpiecza przez obsypanie ich pieńków ziemią i przykrycie jej, gdy zamarznie, warstwą liści na 10 *cm* grubą. Niektóre z nich zmarzną, lecz te które ocaleją wydadzą znakomite plony i przeważnie owoce na przeroby przydatne.

Hodowla siewek morelowych i w ogóle moreli pod gołem niebem jest możliwa tylko w odpowiednich warunkach. Stoki wzgórz wapiennych lub kamienistych ku południowi pochylone, a nawet pagórki piaszczyste odpowiednio zaprawione kompostem zawierającym sporo wapna, owe wąwozy zewsząd osłonięte, jakie mamy

np. w Sandomierskiem, są to miejscowości najstosowniejsze do hodowli moreli. W takich miejscach właśnie znajdujemy morelniki w Czechach, Styryi, Tyrolu i t. p. Nawet na mazowieckiej równinie czasami widzieć można kilkunastoletnie drzewa morelowe, obficie rodzące, są to jednak wyjątki.

Ponieważ morele i w tych warunkach wcześnie zakwitają, trzeba je tedy bronić od przymrozków, czy to rozciągając nad niemi na czas kwitnienia rzadkie płótno napojone siarczanem miedzi, czy wytwarzając sztuczne dymy, przez spalanie rozmaitych tłuszczów w czasie mroźnych poranków. Na płaszczyźnie sadzi się 1—2 letnie morele co 5 *m*; na wzgórzach stosownie do ich pochyłości rzędy co 4 — 5 *m*, a drzewka też co 5 *m*. Po posadzeniu (na wiosnę), zaraz się przycina na 50 *cm* po nad ziemią, żeby się utworzyła koronka o ile można nisko, to dostarczy owocom więcej ciepła od gruntu odbitego i od wiatrów ochroni. Związywanie gałęzi głównych po 2 — 3 i okręcanie ich na zimę słomą, zabezpiecza lepiej drzewa od zmarznięcia, ale przytem niszczy się dużo gałązek i oczek.

Pospolicie hodujemy morele pod parkanami lub murami na wystawie wschodniej lub zachodniej. Jeżeli ziemia jest mułkowata, gliniasta lub marglowa udaje się ona w niej bez wielkich zachodów. Jeżeli ziemia jest zbyt wilgotna, trzeba drzewa sadzić na kopczykach koniecznie tak, by po posadzeniu nasady korzeni znajdowały się po nad ziemią. Ziemię chudą zaprawia się dobrym kompostem, z domieszką wapna lub też kainitu i żuzli Thomasa (po 1 funt na każdy dół). Szczególniej wapno jest domieszką niezbędną. Żeby morele obficie rodziły, zasadą jest nie poruszać około nich głębiej ziemi. Narastające koło pni zielsko często się zeskrobuje gracą, a gdy nawóz jest konieczny dajemy go w postaci gnojówki lub polewki (400 *g* kainitu, 400 *g* nadfosforanu wapnia, 100 *g* saletry chilijskiej na 25 *l* wody), którą polewamy ziemię na wiosnę lub w lecie, przyczem widłami dziurawimy ziemię by dopływ płynu do korzeni ułatwić. Wysłanie ziemi pod drzewami nawozem krowim lub bobkami końskimi również zaleconem być może.

Pod ścianami sadzimy morele co 6—10 *m*, to jest im ściana wyższa, tem gęściej. Sadzenie odbywa się na wiosnę i następuje zaraz przycięcie drzewek, by nowe rozgałęzienie wywołać. Te przez rok następny rosną swobodnie, przycięte znów cokolwiek na wiosnę, a na trzecią wiosnę rozpinamy je na kracie z drzewa lub na drutach na ten cel przy samej ścianie rozciągniętych, w odległości najwyżej 20 *cm* jedne nad drugiemi. Odtąd już corocznie będziemy cały przyrost letni o ile możności równo i starannie przypinali do kraty w końcu lipca, t. j. po ukończeniu wzrostu letniego. Tylko gałązki sterczące z przodu i z tyłu odejmuje się, suche zaś wycina na wiosnę. Rozpinanie służy do wystawienia całego drzewa na silniejsze działanie słońca i do wytworzenia obfitych pąków kwiatowych przez zwolnienie obiegu soków. Starsze drzewa można częściowo odmładzać, ucinając po części uschłe gałęzie, a ze starego drzewa wydają nowe pędy i mogą być jeszcze odbudowane, o ile się jednocześnie (na wiosnę) ziemię naokoło nich aż do korzeni usunie i świeżą pożywną zastąpi.

Dla zabezpieczenia kwiatów, nad parkanami lub ścianami daje się okapy stałe, albo też zakłada się lekkie daszki ze słomy lub blejtramy płócienne napojone olejem i stosownie do wierzchu muru przymocowane. Okapy zabezpieczają owoce od pękania, które często na morelach niczem nie nakrytych zauważyć można.

Na zimę należy morele szpalerowe, skoro liście stracą, osmarować papką z wapna, gliny i zwierzęcego oleju (*Oleum animale foetidum*) dla zabezpieczenia od szczurów, myszy i to wodząc pędzlem z dołu do góry, by oczek nie odłamać. Następnie przystawia się do ściany maty ze słomy lub trzciny stawowej (te ostatnie lepsze), pochyło to jest niezupełnie szczelnie, a w duże mrozy otwory z boków zatyka się pękami słomy. Na wiosnę można maty usunąć, gdy tylko mrozy przejdą. Dojrzewanie poznaje się po zabarwieniu, woni i mięknięciu owocu. Jeżeli ujęta we dwa palce i poruszana w obie strony morela nie odchodzi od ogonka, dojrzała nie jest. Do przesyłki i na przeroby przydatne są owoce niezupełnie dojrzałe, ale kiedy je zdejmować, tego może nauczyć tylko praktyka.

Owoc ten jest wielce poszukiwany przez cukierników i restauratorów; sprowadzamy go dotychczas tysiące pudów po cenie od 2—8 rs. pud. Pożądanem byłoby produkowanie moreli na własną potrzebę w miejscowościach hodowli tego drzewa sprzyjających. Pod oszklonym podwójnym dachem

w szopach o niskich ścianach udaje się morela wybornie tak w gruncie, jak i w doniczkah.

Owoce pod parkanami dojrzewają w klimacie Warszawy w sierpniu i trwać mogą (różne odmiany) do połowy, rzadziej do końca września. Dojrzewają zawsze. Z odmian najlepsza jest *brzoskwiniowa* (Pêche de Nancy).

E. Jankowski.

Morwa (*Morus*, *Tourn*) jest rodzajem z rodziny morwowatych (Moreae) przez wielu botaników jako podrodzina pokrzywowatych (Urticeae) uważana, obejmującym drzewa i krzewy z dużymi, piłkowanymi, po części klapkowanymi liśćmi o nietrwałych przylistkach; kwiaty osobno-płciowe wywijające się jednocześnie z liśćmi, męskie z 4-ro-dzielnym okwiatem i 4-ma pręcikami zebrane w walcowatych kotkach, żeńskie o bardzo krótkim słupku i dwuramiennemi znamionami (5) ułożone w kolbkę lub główkę; zawiązki dojrzewając, zrastają się z sobą wraz z mięsistymi kielichami, tworząc soczysty malinowaty owoc, który w sobie jednoziarnowe orzeszki mieści.

Najważniejsze gatunki:

I. Morwa biała, *Morus alba* L.

Synonimy: Biełoje tutowoje dierewo, Szełkowica; Weisser Maulbeerbaum; Mûrier blanc; The white — fruited Mulberry Tree.

Drzewo lub krzew od 6 do 10 *m* wysokie.

Liście naprzemianległe 3 — 10 *cm* długie, na jednej i tej samej gałęzi najrozmaitszego kształtu (1): to jajowate, serco-



Morwa biała, *Morus alba* L.

1. Gałązka owoconośna ($^1/_3$ natur. wielk.). 2. Kwiatostan męski (natur. wielk.). 3. Pojedyńczy kwiatek męski (powiększony). 4. Kwiatostan żeński (natur. wielk.). 5. Pojedyńczy kwiatek żeński (powiększony). 6. Owoc (natur. wielk.).

wate lub 2 — 5 klapkowe, piłkowane, na 1—3 *cm* długich ogonkach, lśniąco-zielone, środkowy nerw, ogonek i młode gałązki omszone. Kwitnie w maju.

Kwiatostan męski w 1 — 2 *cm* długich kłosach (2), pojedyńcze kwiatki o 4-rodzielnym kielichu żółtawo-zielonym i 4-ma żółtymi pręcikami (3).

Kwiatostan żeński zebrany w szypułkowych, prawie kulistych, zielonawych główkach (4, 5).

Owoce okrągławe lub podłużne (6) do 1,5 *cm* długie, dojrzewają stopniowo od lipca do września, są białe, rzadko jasno-czerwonawe, słodkie lecz mdłe.

Kora siwo-brunatna, tak na pniu jako i korzeniach włóknista.

Drewno bardzo mocne, twarde, brunatno-żółtawe, na wyroby tokarskie poszukiwane.

Liście, które używają także do farbowania na żółto, służą głównie za pożywienie dla jedwabników i w tym to celu u nas biała morwa, jako ze wszystkich gatunków najlepszy karm wydająca, bywa z rozwijającą się hodowlą jedwabników coraz więcej uprawianą. Używaną też jest na ozdobne żywe płoty.

Morwa biała pochodzi z Chin, Persyi, Małej Azyi; do Europy w XV wieku sprowadzona, po nad granicą winorośli nie udaje się. Lubi grunt ciepły, pulchny, żyzny, dobrze uprawiony, więcej suchy niż mokry, a położenie zasłonięte. Morwa jako drzewo leśne nie ma właściwie znaczenia, lecz tam, gdzie liście jako pokarm dla jedwabników mogą być zbywane, produkcya ta z korzyścią będzie tak dla rolnika, jako i leśnika.

2. Morwa czarna, *Morus nigra* L.

Morwa czarna pochodzi z Małej Azyi; rośnie dziko w południowej Europie i wyrasta jako drzewo 10 — 15 *m* wysokie, u nas po części jako krzew. Różni się od poprzedniej tem, iż liście ma sercowate do lipowych podobne, niekiedy klapkowe i obustronnie omszone; gałązki są jasno-czerwonawo brunatne. Kwitnie w maju. Kwiaty żeńskie na krótkich szypułkach lub siedzące. Owoc dwa razy większy od poprzedniej, barwy ciemno-purpurowej, prawie czarnej, kwaskawo słodki, więcej soczysty, smaku korzennego i chłodzący, lecz po spożyciu większej ilości działa przeczyszczająco; jagody świeżo zerwane muszą być zaraz spożyte lub w kuchni (na kompoty, galarety itp.) przerobione, gdyż prędko się psują; we Francyi i Włoszech jest to bardzo ulubiony owoc. Używany w medycynie syrop morwowy, bywa z jagód czarnej morwy wyrabiany. Gatunek ten jest wyłącznie dla owoców hodowany, gdyż szorstkie liście nie stanowią odpowiedniego pożywienia dla jedwabników. Na mróz jest czulszą od morwy białej i często wymarza do samych korzeni, lecz na wiosnę znów odrasta; wymaga więc dobrej osłony.

3. Morwa czerwona, *Morus rubra* L.

Morwa czerwona zasługuje na większe u nas rozpowszechnienie, zwłaszcza jako pojedyńcze drzewa, na obsadzanie dróg itp., gdyż pochodząc z północnej Ameryki, nasz klimat bardzo dobrze znosi; wyrasta jako drzewo drugiej wielkości i bywa nie tylko dla swych owoców, ale i jako drzewo porządkowe bardzo ceniona. Liście ma palczaste, trzy lub pięcio klapkowe, grubo piłkowane, od spodu kutnerowate, 8—9 *cm* długie i na $1^1/_2$—3 *cm* długich ogonkach. Kwiatostan podłużny, jagody na szypułkach jasno-czerwone i smaczne. W północnej Ameryce hodują morwę czerwoną dla jedwabników.

Morwa biała ma wiele odmian, które różnią się między sobą kształtem liścia i wzrostem, lecz co do wartości liścia na żywienie jedwabników mniejszej są wartości. Dla naszego klimatu zasługują na uwagę następujące odmiany:

a) Morwa biała połyskująca (Morus alba var. lucida), wyrasta jako drzewo o cienkich gałązkach i bardzo dużych, połyskujących liściach, które jedwabniki chętnie jedzą i delikatny, a mocny przędą jedwab.

b) Morwa topololistna (Morus alba populifolia) także duże drzewo z delikatnemi, zielonawemi gałązkami, liście ma okrągławe, połyskujące i blado-zielone, wielkości liści topoli sokory. Na mrozy wytrzymała.

c) Morwa farbiarska (Morus tinctoria), której korę i korzenie używają w Chinach i Europie do farbowania na żółto. Liście prawie okrągłe, przeszło 10 *cm* szerokie, osadzone są bardzo daleko od siebie. Jako karm dla jedwabników małą ma wartość. Klimat nasz odpowiedni jest dla tej odmiany.

d) Morwa indyjska (Morus indica) wyrasta jako silne drzewo o gałęziach prostych i liściach dużych ciemno-zielonych, nieco mięsistych i połyskujących.

e) Morwa wielkolistna (Morus alba latifolia Hort., Morus macrophylla Lod.). Z opisanych gatunków wydaje najsilniejsze pędy i bardzo dużo liścia. Liście do 20 *cm* długie i do 15 *cm* szerokie, mięsiste, gładkie, nieco do lipowych podobne, bywają przez jedwabniki chciwie pożerane.

W klimacie umiarkowanym udaje się znakomicie.

f) Morwa piramidalna (Morus fastigiata) wyrasta w kształcie włoskiej topoli; we francuskich cennikach drzew pod nazwą Mûrier à bois tordu umieszczona.

Rozmnażanie.

Morwy rozmnażają się najszybciej i najpewniej ze sztubrów, lecz najtrwalszemi drzewami są wyhodowane z siewek. Nasienie wysiewa się w inspektach, albo w grunt dobrze przygotowany, do szkółki jesienią, lub też na wiosnę, przykrywając je bardzo płytko ziemią pulchną, nie spoistą. Dla przyśpieszenia wschodów zaleca się nasienie poprzednio na dni kilkanaście namoczyć i z piaskiem drobnym zmieszać. Siew w szkółce nakrywa się chrustem, zdejmując go dopiero po zupełnych wschodach, ktore (nie namoczone) pokazują się po 3 tygodniach.

Wschody posiadają po 2 listeczki podłużne, jasno-zielone; z początku stoją one pionowo, unosząc na swoich wierzchołkach łupinkę nasienia; później rozdzielają się, przybierając położenie więcej poziome, dopiero po 4 tygodniach wyrasta im listek sercowaty i odtąd siewki zaczynają szybciej się rozwijać. Dla dobrego rozwoju siewek należy szkółkę często podlewać i pilnie pleć. Roku następnego siewki szkółkują się (przesadzają) w rzędy $^1/_4$ *m* i w odstępach $^1/_8$—$^1/_4$ *m* od siebie, poczem przez lat kilka (3—5) starannie pielęgnując w szkółce, wysadzają się na miejscach przeznaczonych pod plantacye.

Aleksander Nowicki.

* *
*

Morwa jako pokarm dla jedwabników.

Pomimo, udanych nawet w ostatnich latach, prób zastąpienia liścia morwy liśćmi wężymordu (scorzonera hispanica) do wychowu gąsienicy jedwabnika, które dowiodły tylko, że i w północnych krajach, których klimat trwałego wzrostu morwy białej nie zapewnia, przemysł jedwabniczy prowadzony być może—zawsze liść morwy białej pozostanie głównym środkiem produkcyi jedwabiu. Nie dawno jeszcze podnoszonemu u nas przesądowi, że morwa biała klimatu naszego nie wytrzymuje, zaprzeczają stuletnie drzewa w parku Nowoaleksandryjskim i tysiące drzew kilkudziesięcioletnich bujnie wyrosłych, w starannie utrzymanych ogrodach i parkach, jako też zwłaszcza na spokojnych cmentarzach wiejskich. W celach jedwabniczych morwa biała prowadzoną być może w drzewa wysokopienne, w niskopienne krzaki, albo w żywopłot. Drzewa wysokopienne dostarczają największej ilości liścia i stanowią nie małą ozdobę alei, ogrodów i parków, ale wychów morwy w tej postaci wymaga najwięcej trudów i dopiero po 10 latach starannego corocznego przycinania korony, pozwala bez szkody dla drzewa, obcinać corocznie zielone pędy, ku wyżywieniu gąsienic jedwabnika. Niskopienna hodowla morwy w krzaki, lubo daje mniej ozdobne postacie drzew, przystępniejszą jest wszakże dla hodowli jedwabników, z powodu łatwości zbierania liścia, bez drabin i włażenia na drzewo. Najdostępniejszą wszakże formą hodowli morwy białej w celach jedwabniczych jest rozsadzanie jej w żywopłot. Z tej postaci drzewek, już po trzech latach bez szkody dla nich, na pożywienie dla jedwabników wycinać możemy środkowe najobfitsze w liście pędy, aby boczne pędy, tem silniej się rozgałęziały i tworzyły zwarty żywopłot. Drzew morwowych zdatnych do hodowli jedwabników dostawać można, sprowadzając gotowe już płonki kilkoletnie i rozsadzając je rzędami rzadziej ku hodowli na drzewa, a gęściej ku hodowli w żywopłot, ale najtańszy i najpewniejszy sposób dojścia do pożądanej ilości drzew morwowych, jest wychowanie tychże z nasienia na miejscu. Łut nasienia, zawierający do 5,000 kiełkujących ziarnek, wystarczy zazwyczaj do zaopatrzenia każdej miejscowości, w potrzebne ku celom jedwabniczym płonki morwowe. Bliższe szczegóły o hodowli morwy w celach jedwabniczych podaje: „Instrukcya o hodowli morwy“, skreślona przez A. Boguckiego, wydana przez warszawskie Towarzystwo Jedwabnicze, 1892 r., jak również dziełko: Laurent de l'Arbousset „Cours de sericiculture pratique“, Alais, 1894 r.; co do hodowli jedwabników zarówno na morwie jak i na scorzonerze prof. Tichomirowa: „Osnowy prakticzeskago szełkowodstwa“, wydanie 2, Moskwa, 1895 r.

Dr. filoz. J. Banzemer.

Mosiądz. Powszechnie znany stop (aliaż) miedzi z cynkiem, dający się łatwo kuć i walcować na zimno; utleniający się nie tak szybko jak miedź, przytem od niej twardszy i więcej topliwy; łatwiej dający się kuć, barwy więcej złocisto - żółtej przy większej zawartości miedzi, natomiast twardszy, kruchszy, topliwszy i jaśniejszej barwy gdy cynk w składzie jego przeważa. Najbardziej rozpowszechniony ze wszystkich innych stopów miedzi w rozmaitych postaciach w handlu i przemyśle jako odlew mosiężny, walcowana blacha, drut, mosiądz czerwony (80% lub nawet więcej miedzi) odlew czyli mosiądz żółty składający się z 2 części miedzi i 1 cynku, albo 7 cz. miedzi i 3 cz. cynku, biały mosiądz (50 do 80% cynku, wreszcie jako blacha różnej grubości; najcieńsza ma zaledwie $^1/_{65}$ do $^1/_{90}$ *mm* grubości. Użytek jego w przemyśle i gospodarstwie domowem powszechnie jest znany.

Mosty. Mostem nazywa się sztuczne połączenie drogi na przerwie jaką w niej sprawia przepływ wody lub przebieg poprzeczny innej poniżej położonej drogi.

Mosty podług materyału bywają drewniane, murowane i żelazne, zaś podług konstrukcyi belkowe, podporowe i wiszące.

Oś podłużna mostu bywa zwykle prostopadłą do biegu wody lub kierunku drogi poprzecznej. Miejsce dla mostu wypada na przecięciu drogi z przeszkodą. Tylko w razie gdyby w tem miejscu wypadało budować kosztowny most ukośny, lub też w razie potrzeby wyminięcia nizin gdzie na wiosnę woda zmienia koryto, skręca się drogę do tego punktu gdzie wybudować most najdogodniej i najpewniej.

Powierzchnia mostu powinna być poziomą, a w żadnym razie spadek jej nie powinien być mocniejszy niż na przyległej drodze.

Szerokość mostu zależy od jego przeznaczenia i uczęszczania drogi.

Mosty nad przepływami powinny posiadać taką szerokość i wyniesienie, aby wysokie wody pod niemi pomieścić się mogły.

Przy umiarkowanym przepływie wody w rowach i kanałach posługujących dla osuszania i nawadniania, nie należy zwężać pod mostem przepływu. Długość otworu mostu w świetle będzie więc równą szerokości najwyższego stanu wody (fig. 1), albo też przynajmniej profil otworu pod mostem będzie powierzchnią równy profilowi rowu lub kanału, lecz w tym wypadku należy skarpom rowu powyżej i poniżej mostu dać słabsze nachylenie i takowe obrukować (fig. 2).

Jeśli nie można zachować niezwężonego profilu rowu i z powodów oszczędności lub innych wypadnie ścieśnić światło otworu, wtedy most podnosi poziom wody, a pod mostem zwiększa się szybkość przepływu. Dopuszczalna wysokość podniesienia poziomu zależy od miejscowych warunków, dopuszczalna zaś szybkość przepływu od gruntu dna rowu.

Szybkość wody na dnie, której przekraczać nie można w obawie rozmycia gruntu, przedstawia następująca tablica:

Grunt dna rowu	Największa dopuszczalna szybkość wody na dnie w metrach na sekundę
Szlam i glina niebieska	0,05
Glina garncarska	0,05
„ tłusta	0,16
Twardy piasek rzeczny	0,31
Grunt zwirowaty	0,70
„ kamienisty	0,94
Konglomeraty i okruchy łupkowe .	1,49
Pokłady warstwowe górskie . . .	1,82
Lita skała	2,57

Fig. 1.

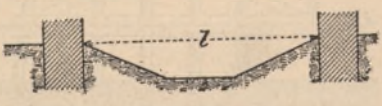


Fig. 2.

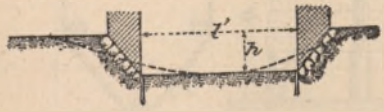


Fig. 3.

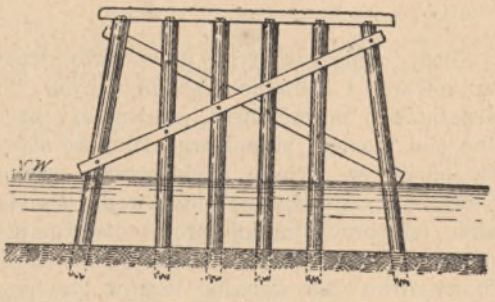
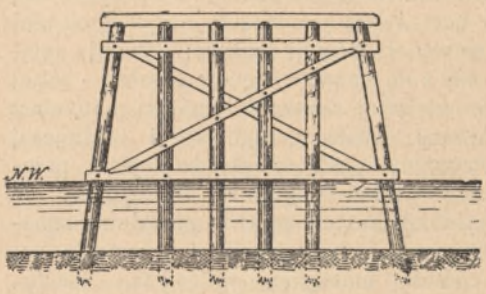


Fig. 4.



W razie przekroczenia tych szybkości należy dno pod mostem wzmocnić podkładem gruzu lub zabrukowaniem.

W mostach belkowych, budowanych nad strumieniami i rzekami wzbierającemi gwałtownie i unoszącemi przy tajaniu lodów wielkie massy kry, dolna krawędź belkowania powinna się znajdować przynajmniej o 1 *m* ponad najwyższym stanem wody, gdyż inaczej unoszone przez wodę przedmioty i bryły lodu mogłyby budowę mostu uszkodzić.

Szerokość pokładu mostowego stosuje się do ruchu jaki się odbywa na drodze której części most z sobą łączy.

Konstrukcya mostów.

W każdym moście odróżniamy budowę dolną i górną; ta ostatnia obejmuje pokład mostowy i poręcze. Stosownie do rodzaju budowy dolnej mamy:

Drewniane mosty z dolną budową *drewnianą*; oraz *drewniane* mosty z dolną budową *murowaną*.

Budowa dolna drewniana. Stanowiące ją *filary* czyli słupy tworzą środkowe albo skrajne podpory budowy górnej, dzielą się zatem na filary *brzegowe* i *środkowe*.

Pojedyncze środkowe filary dźwigające ciężar mostu w kierunku pionowym składają się z szeregu pali zabitych na dostateczną *głębokość* wpuszczonych w górze *czopami* w łączącą je nasadę wspólną. Pali daje się tyle ile w górnej budowie jest belek dźwigających pomost; grubość pali nie powinna być mniejszą od 20 *cm*.

Dla większego zabezpieczenia od nachylania się filarów wzdłuż osi, krańcowe pale nachyla się ku środkowi (1 : 10). Do tegoż celu służą zwykle dwie na krzyż i na ukos do wszystkich pali przyśrubowane rozporki (fig. 3), z grubych (4 — 5 cali) bali. Jeśli, oprócz rozpórek używamy jeszcze i wiązań (fig. 4), to końce rozpórek wpuszcza się w wiązanie.

Fig. 5.

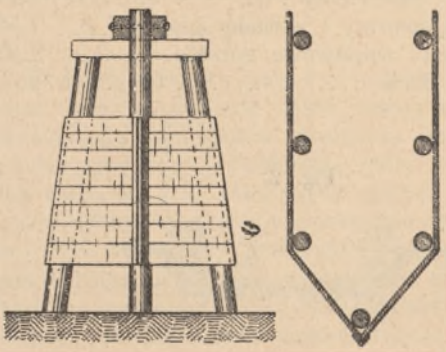
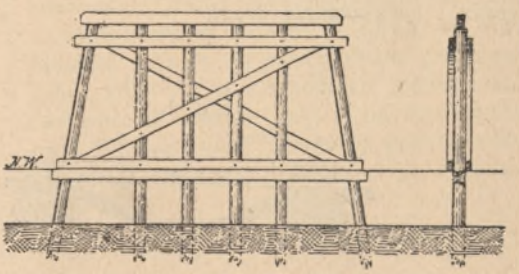


Fig. 6.



Jeśli filary mostowe wystawione są na uderzenia kry wiosennej, natenczas należy je ze stron obu, na wysokości pomiędzy najwyższym i najniższym poziomem wód obszyć balami; w takim razie nie daje się ani rozpórek ani wiązań. Dla umocowania obszycia rozpórek i wiązań, pale krąglakowe ociosuje się po wbiciu. Nie należy zaś brać na pale drzewa już ociosanego do kantu, ponieważ pale podczas zabijania najczęściej na bok się skręcają.

Jeśli ciężar mostu okaże się za wielkim dla jednego szeregu pali, albo jeśli zachodzi obawa że filary będą się chwiały w kierunku długości mostu, wtedy używają się filary dubeltowe. Filar taki składa się w miarę potrzoby z 2-ch do 4-ch szeregów pali, z których skrajne zabijają się z pochyleniem $^1/_{10}$ do poprzecznej osi filaru.

Pale każdego poprzecznego szeregu łączą się z sobą za pomocą krótkich nasad na które zakładają się jarzma. Po obu końcach środkowej osi filaru dają się nieco ku przodowi wysunięte pale pochyłe które obszywają się balami tworząc klinowato zakończoną *izbicę* do kruszenia lodów (fig. 5).

Jeżeli filary mają wielką wysokość, wymagającą nader długich pali, albo też przy odnawianiu starych filarów, których pale, zwykle poniżej poziomu najniższych wód, dobrze są jeszcze zachowane, zaleca się budowanie *piętrowego filaru* jak wskazuje fig. 6. Każdy pal dolnego i górnego filaru wpuszcza się czopem w nasadę dolnego filaru, która powinna znajdować się bezwarunkowo poniżej poziomu najniższych wód. Pale górnego filaru zabezpieczają się od chwiania i usuwania się za pomocą rozporów i wiązań.

Jeśli zachodzi obawa obfitej kry, natenczas przed środkowemi filarami zabija się rząd pali dla kruszenia lodów. Pale te, wbite w jednym lub w dwu albo więcej szeregach nie łączą się wcale z filarami mostu, aby im nie udzielać wstrząśnień na jakie są narażone. Przedni szereg pali sięga do poziomu niskich, tylny żaś do poziomu wysokich wód. Pale te łączą się z sobą nasadą pod kątem 30 do 60° nachyloną, z obu boków dachowato ściętą i zmocowaną żelaznem okuciem. Boczne ściany obijają się balami.

Filary *brzegowe* składają się ze *ściany czołowej* i ze *skrzydeł*. Stosownie do miejscowych warunków skrzydłom daje się pozioma, lub pochylona nasada w kierunku

Wysokość w metrach	2—2,5	3,0	3,5	3,5—4,0	4,0—4,5	5,0
Średnia grubość okrąglaków	0,25	0,27	0,30	0,30	0,30	0,35
Grubość drzewa kantowego	0,22—0,25	0,22—0,27	0,25—0,30	0,25—0,30	0,25—0,30	0,25—0,32
Odległość pali od środka do środka w metrach	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1
Wzmacnia się ankrami każdy	—	—	co 4 pale	co 4 pale	co 3 pale	co 2 pale

Fig. 7.

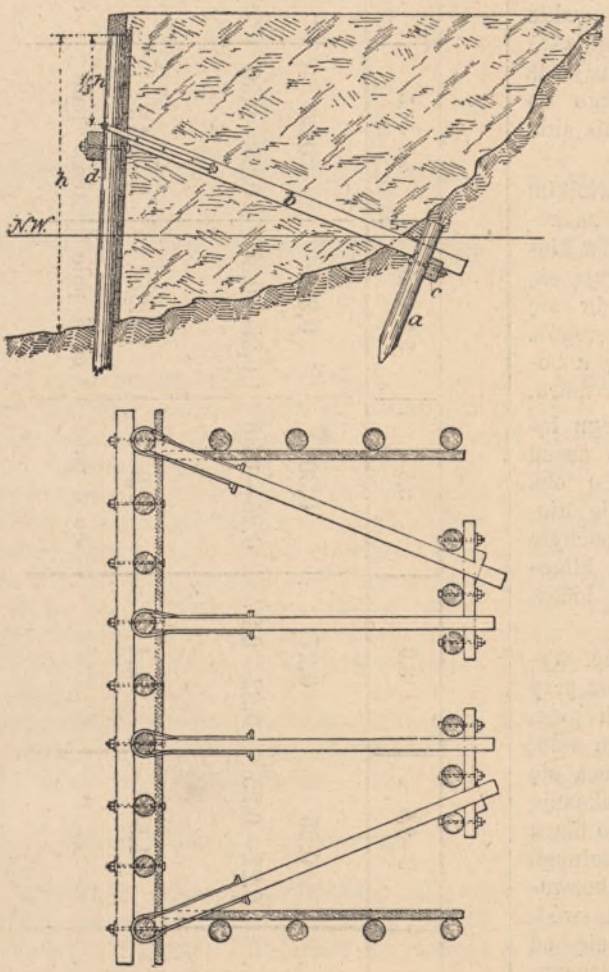
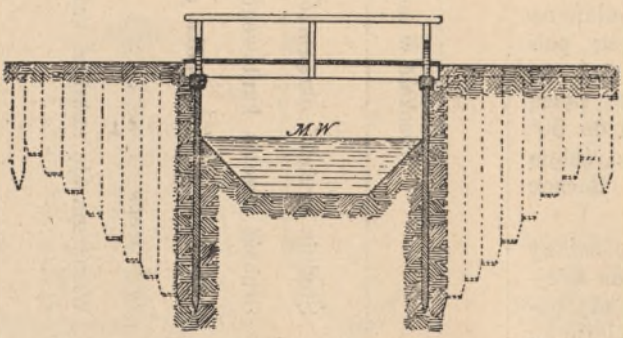


Fig. 8.



ściany czołowej albo też pod pewnym do niej kątem.

Konstrukcya oporów brzegowych zależy nie tylko od ciężaru mostu, ale też od ciśnienia nasypu. Ciśnienie należy zmniejszać przez usypywanie ziemi warstwami, po 30 *cm* i dokładne ich ubijanie.

Jeśli pale są krótkie a grunt mocny, wtedy opierają się one ciśnieniu bez żadnych pomocniczych środków; przy większej długości pali i miękkim gruncie, trzeba pale zabezpieczyć ankrami.

Dla nadania większej siły oporu palom skrzydłowym, zabija się je z pochyleniem 1 : 10.

W przypuszczeniu że pale w miękkim gruncie tkwią na głębokość równą długości wystającej ponad ziemią, a w gruncie tęgim zabite są co najmniej do połowy całkowitej swej długości, podajemy w załączonej tabelce grubość drzewa i ilość wzmocnionych ankrami pali:

Patrz tablicę str. 205 szpalta II-ga.

Jak już wyżej wspomniano, należy unikać używania na pale drzewa obrobionego do kantu. W ścianie czołowej odległość pali od siebie stosuje się do odległosci belek dźwigających pomost.

Ankrowanie (fig. 7) składa się z pali ankrowych *a*, belek ankrowych *b*, rygli *c* i poprzecznicy *d*, która służy do przenoszenia działania ankrów i na te pale które nie są niemi przytrzymane. Pale ankrowe wbijają się w mocnym gruncie, a rygle dają się poniżej poziomu najniższych wód.

Pale czołowe i skrzydłowe związane są oczepem. Oczep ściany czołowej służy zarazem za podporę górnej budowy. Oczepy skrzydłowe ścięte są dachowato, obite balami albo blachą cynkową. Łączenie (stosunek) sztuk drzewa stanowią-

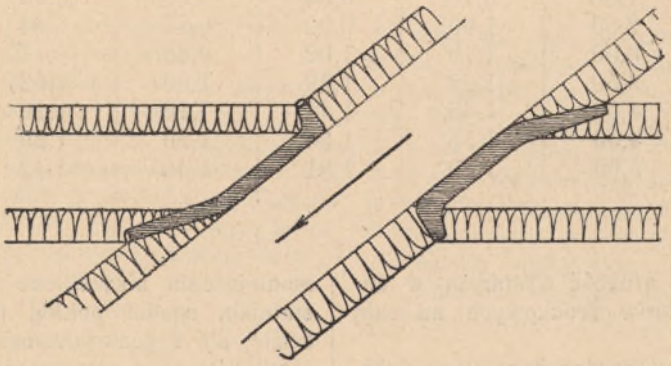
cych oczep, powinno zawsze przypadać na łbie pala.

Łączenie to wykonywa się za pomocą zwykłego stosunku wzmocnionego żelazną szyną albo strzemieniem.

Bale osłaniające nasypy ziemne przy oporach brzegowych, mają grubości 5 do 7 *cm* i przybijają się na tylnej powierzchni odpowiednio ociosanych pali. Zetknięcia

Przy budowie małych mostów, wystawionych na zalew podczas wysokiego stanu wód, co się często zdarza w dolinach większych rzek gdzie zachodzi potrzeba budowania mostów nad bocznemi rowami i kanałami, zwłaszcza jeśli poziom gruntowych (zaskórnych) wód jest wysoki, wypadnie opory brzegowe dawać ze ścian szpuntpalowych (fig. 8). Ściany takie sięgają znacz-

Fig. 9.



(stosunki) bali przypadają na linię środkową pali, ale zawsze na przemian, tak by nie tworzyły jednej linii. Fugi bali są są tylko gładko wyheblowane, ale ani spusznie głębiej od dna rowu, przeto w razie rozmycia go przez wodę, budowa mostu nie będzie narażoną na niebezpieczeństwo.

Fig. 10.

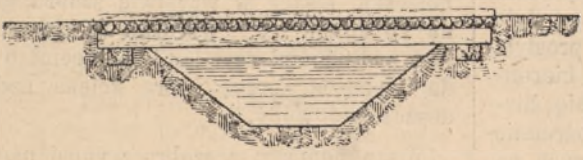
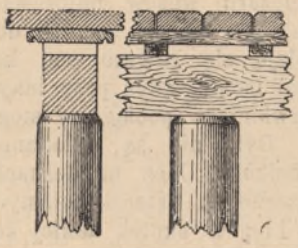


Fig. 11.



czane, ani też falcowane.

W miejscach wystawionych naprzemian na dostęp wody i powietrza, najlepiej używać bali dębowych. Na nasyp nie należy używać ziemi sprzyjającej procesom rozkładu i gnicia jako to próchnicznej i w ogóle czarnej roślinnej. Wyłożenie drewnianej ściany gliną korzystnie wpływa na jej trwałość.

Murowana dolna budowa mostów. Kształt filarów brzegowych i ich skrzydeł jest takiż sam jak w mostach drewnianych. Przeważnie budowa taka bywa stosowana tam gdzie zachodzi potrzeba nadania mostowi ukośnego kierunku, przyczem kształty skrzydeł są niesymetryczne (fig. 9). Grubość murów w filarach brzegowych zależną jest od parcia na nie mas ziemi,

to zaś wzrasta w miarę wysokości muru. Grubość ta po nad fundamentem może być przyjętą na $^1/_3$, a w górze na $^1/_5$ wysokości muru. Należy unikać grubości mniejszej niż 50 *cm*. Stosunki te uwidocznia następująca tabelka:

Wysokość muru	Grubość u dołu		Grubość w górze	
	mur z kamieni łupanych	mur z cegły	mur z kamieni łupanych	mur z cegły
	m e t r ó w			
1,80	0,70	0,64	0,60	0,52
2,50	1,00	0,90	0,70	0,64
3,00	1,10	1,02	0,85	0,77
3,50	1,25	1,29	1,00	1,02
4,00	1,45	1,42	1,10	1,16
4,50	1,55	1,55	1,20	1,29
5,00	1,80	1,81	1,40	1,42

Wyżej podana grubość wystarcza w zupełności dla filarów środkowych na całą wysokość muru.

Pomost na drugorzędnych mostach jakie najczęściej na drogach wiejskich się napotykają, daje się zwykle ze ściśle ułożonych okrąglaków (fig. 10), na ich końcach z każdej strony daje się po jednej beleczce przytwierdzonej do skrajnej belki. Beleczka ta utrzymuje pomost z okrąglaków we właściwem położeniu i zapobiega ześlizgnięciu się kół wozów. Dla mostów jednak o staranniejszej konstrukcyi zwykle służy pomost z dylów, grubych stosownie do ciężaru wozów najczęściej przejeżdżających po moście, od 10 do 13 *cm*; dyle układają się zawsze pod kątem prostym do osi mostu, gdyż przy innym ich kierunku zwierzęta pociągowe mogłyby się ślizgać. Dyle nie są układane bezpośrednio na belkach, lecz na deskach leżących na poprzecznych czterokanciastych beleczkach (fig. 11); w skutek takiej konstrukcyi powietrze obwiewa i górną powierzchnię belek, woda zaś deszczowa, przesiąkająca przez szpary między dylami, ścieka po ukośnie ściętych krawędziach desek i nie dochodzi do belek.

Jeśli na drodze na której most się znajduje, panuje ruch bardzo znaczny, natenczas daje się niekiedy podwójne dylowanie, w przewidywaniu że wierzchni pokład prędzej ulegnie zniszczeniu w skutek ciągłego na nim ruchu wozów, niż spodni pod wpływem czynników atmosferycznych; dla zmniejszenia niszczącego działania tych ostatnich, spodni pokład nie jest ułożony ściśle, ale z pozostawionemi umyślnie szparami. Grubość wierzchniego pokładu wynosi 5 do 8 *cm*. Waga zaś dylowania na metr kwadratowy powierzchni wynosi 9 *d kg* do 10 *d kg*, przyczem *d* oznacza grubość pokładu w centymetrach.

Wysypywanie mostu szabrem znajduje zastosowanie wtedy tylko gdy most stanowi część drogi bitej. Dylowanie ściśle ułożone, pokrywa się podwójną warstwą tektury asfaltowej, a na niej w odległości 0,80 lub 1,0 metra zakłada się grubsza beleczka, leżące w warstwie szabru grubej na 15 do 20 *cm*. Warstwa ta ograniczoną jest podłużnemi szwelami mającemi u spodu wycięcia, przez które ścieka nadmiar deszczowej wody.

Waga pomostu z szabru wynosi na metr kwadratowy $(10\ d+19\ d_1)$ *kg* przyczem *d* oznacza grubość dylowania a d_1 grubość warstwy szabru.

Pomost brukowany kamieniem polnym stosowany bywa na mostach drewnianych podobnie jak i szabrowany, w wyjątkowych tylko razach, to jest wtedy gdy cała droga jest brukowaną; bruk taki składa się z kamieni polnych wysokich na 15 do 20 *cm* ułożonych w warstwie piasku lub zwiru grubości 6—8 *cm*, na cement, lub też w pokładzie asfaltu. Waga brukowanego pomostu wynosi na metr kwadratowy $10\ d+19\ d_1+25\ d_2$) *kg* przyczem *d* oznacza gru-

Fig. 12.

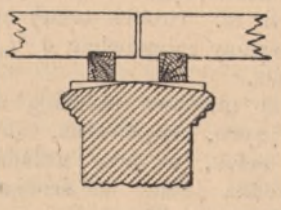
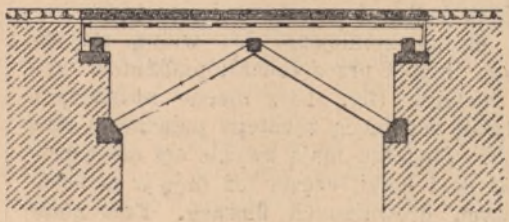


Fig. 15.



bość dylowania, d_1 grubość podkładu, a d_2 wielkość kamieni brukowych.

Poręcze mostu składają się ze *słupków*, nasady czyli *oparcia* i środkowych *rygli*. Wierzchnia krawędź oparcia znajduje się o 0,9—1,0 *m* po nad poziomem mostu. Dla lepszego umocowania słupków służą ukośne podporki, jednym końcem wpuszczone w umyślnie dla tego celu przedłużoną belkę, lub wypuszczoną strzałkę, a drugim w odpowiedni słupek. Zetknięcia łat lub beleczek wierzchniej nasady łączą się na słupkach żelazną klamrą.

Podkład pod belki w mostach drewnianych tworzą oczepy filarów w które pojedyncze belki wpuszczają się na głębokość dwóch centymetrów. W mostach o dolnej budowie murowanej, belki spoczywają na murłatach. Końce belek wystają na 0,3 *m* po za oczepy lub murłaty. Długość belki nieprzekracza zwykle odległości pomiędzy dwoma otworami mostowemi. Jeśli most ma kilka otworów, wtedy przy filarach murowanych stosunek belek przypada na środku pomiędzy dwiema murłatami (fig. 12). Przy filarach drewnianych końce belek układają się obok siebie i umocowywują się śrubami, albo w miejscu spojenia belek dają się pod nie podkładki (siodełka).

Waga g belkowania na metr kwadratowy pomostu wynosi w kilogramach dla lżejszych wozów: $g=(7{,}2$ do $9{,}4)\,l\ kg$; dla ciężkich wozów $g=(11{,}6$ do $13{,}4)\,l\ kg$ przyczem l oznacza otwór mostu w metrach.

Cała konstrukcya, oprócz stałego obciążenia (wagi budowy i pomostu) musi jeszcze dźwigać obciążenie zmienne t. zw. robocze, to jest ciężar przejeżdżających wozów. Obciążenie to, na zwyczajnych drogach przyjmuje się na 300 *kg* na metr kw. pomostu.

Obie skrajne belki, pomimo że dźwigają ciężar o połowę mniejszy, zwykle jednak

Fig. 13.

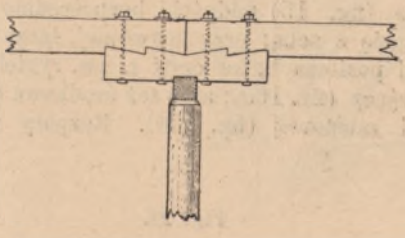


Fig. 16.

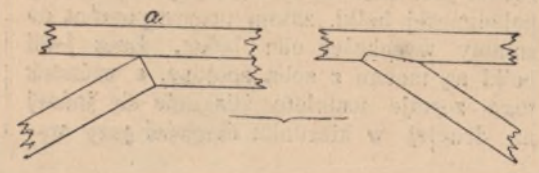
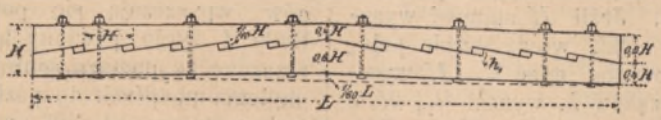


Fig. 14.



mają taką samą grubość jak i środkowe. Jeśli otwór mostu jest tak wielki, że pojedyncze belki nie wystarczają, w takim razie można zmniejszyć ich wolną, niepodpartą długość przez dodanie podkładów czyli siodełek (fig. 13), mocno związanych z belką zapomocą zębatego połączenia albo tybli. Siodełka mają zwykle też samą grubość co i belki, często też dają je na środkowych drewnianych filarach. Tam gdzie siodełka już nie wystarczają, znajdują zastosowanie podwójne belki złączone z sobą za pomocą zazębień lub tybli. Siła dźwigająca dwóch belek leżących jedna na drugiej, lecz nie umocowanych do siebie, równa jest summie dźwigającej siły każdej pojedynczej belki, zatem proporcyonalna do summy wysokości obu belek. Lecz jeśli belki są mocno z sobą spojone, a wskutek tego zostaje usunięte ślizganie się jednej na drugiej w kierunku długości przy wygięciu, wtedy obie belki działają jakby jedna, a dźwigająca ich siła jest proporcyonalną do kwadratu ze wspólnej wysokości to jest przy podwójnej grubości dźwigać może cztery razy więcej.

Fig. 17.

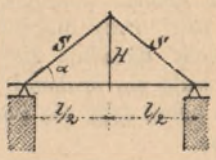
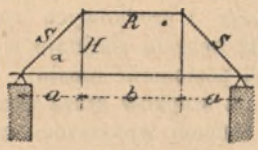


Fig. 18.



Zęby takiej podwójnej belki, zaczynając od środka, idą w obie strony w przeciwnych kierunkach. Jeśli H stanowi wysokość podwójnej belki, wtedy każda pojedyncza belka powinna mieć $^6/_{10}$ H wysokości; wysokość zębów h, wynosi $^1/_{10}$ H, a długość zębów $l_1 = {}^8/_{10}$ H do H (fig. 14).

W celu mocnego złączenia belek, zabijają się w szpary pomiędzy zębami kliny z twardego drzewa, albo z blachy żelaznej grubej na 8 m. Środek takiej belki jest nieco podniesiony mianowicie o $^1/_{60}$ całkowitej długości.

Jeśli belki mostowe składają się z takich podwójnych, zazębionych, lub tyblami złączonych belek, to przy układaniu ich, odległość środka jednej od środka drugiej wynosi od 1,0 do 1,3 m.

Mosty rozporowe (sprengwerkowe). W budowie takich mostów (fig. 15) część ciężaru, zostaje przeniesioną za pomocą umieszczonych pod spodem ukośnych podpórek, na brzegowe filary. Przy pojedynczej rozporze (fig. 15) podpórki bezpośrednio stykają się z sobą; przy podwójnej, łączy podpórki pozioma belka czyli t. zw. rygiel rozpierający (fig. 16a); albo też środkowa część belki mostowej (fig. 16b). Rozpory tylko w razie koniecznej potrzeby dają się pod każdą pojedynczą belkę; zwykle zaś dają się tylko pod skrajne belki, pozostałe zaś spoczywają wtedy na *podciągu*.

Fig. 19.

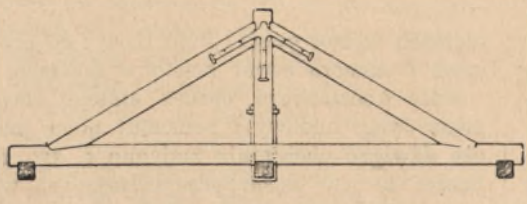


Fig. 20.



Przy pojedynczych rozporach (fig. 15), obie podpórki wpuszczają się w podciąg, przy podwójnych w każdy z obu podciągów wpuszczają się podpórka i rygiel. Belki i rygle powinny być mocno z sobą złączone za pomocą śrub i tybli. Kąt nachylenia podpórek do poziomu nie powinien być mniejszy od 30°, a ponieważ dolne

ich końce muszą leżeć na takiej wysokości aby ich woda przy najwyższym stanie nie dosięgała, zatem most rozporowy musi być znacznie wyniesiony ponad zwierciadło wody.

Dla zabezpieczenia podpórek od osunięcia się i gnicia, wpuszczają się one spodem w pochwy (trzewiki) z żelaza lanego; pochwy podobne używają się częstokroć przy wiązaniu podpórek, rygli i belek.

Przekrój poprzeczny podpórek jest taki jak i rygli.

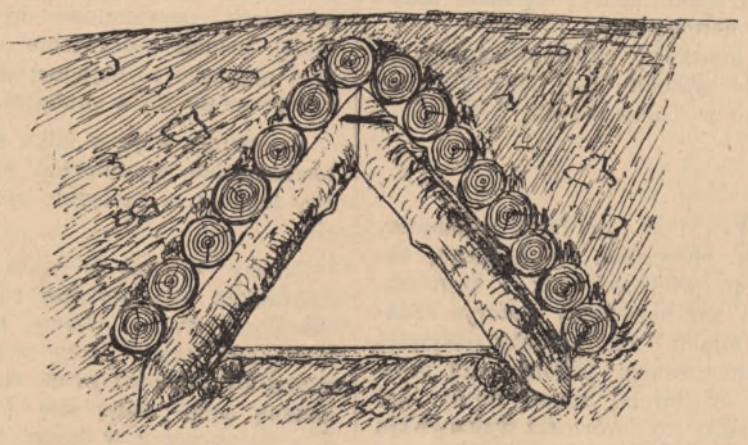
Rozpora wywiera bardzo silne parcie w kierunku poziomym na filary brzegowe, zatem należy unikać w takim razie budowania filarów z drzewa.

stosowaną i przy drewnianych filarach brzegowych.

Mostki. Na przecięciu traktów zwyczajnych przez rowy niezbyt szerokie z korzyścią używane być mogą mostki murowane z filarami na 2 cegły i sklepieniem na ½ cegły grubem, wszystko to na cemencie. Sklepienie pokrywa się na kilka cali gliną ubijaną i po wierzchu brukuje się na piasku drobnym kamieniem polnym. Mostki takie są bardzo trwałe i nie potrzebują napraw, należy tylko za pomocą skrzydeł ochronić filary brzegowe od podmycia z tyłu.

Najczęściej jednak używane bywają po wsiach mostki drewniane, których trwałość

Fig. 21.



Mosty wiszące (hengewerkowe). Jeśli wysokość drogi na której most leży nie jest dostateczna, aby można było zbudować most rozporowy, natenczas trzeba się uciec do budowy mostu wiszącego.

Szemat pojedynczego i podwójnego zawieszenia (hengewerku), przedstawiają fig. 17 i 18. Belka zawiesza się na jednym lub na dwu słupach *H* utrzymywanych przez podpórki *s*. Kąt nachylenia podpórek do poziomu nie powinien być mniejszy od 25°.

Most wiszący ma w ogóle tylko dwa hengewerki, dźwigające belki spoczywające na podciągach zaczepionych u słupów za pomocą żelaznych strzemion (fig. 19). Konstrukcya taka nie wywiera parcia w kierunku horyzontalnym, może zatem być zawielce zależy od tego, aby przestrzeń leżącego pod nimi rowu nie była zwężaną. Trwałość ich budowy zależy od tego, aby belki nie leżały bezpośrednio na ziemi, lecz aby się opierały na podkładach brzegowych, ułożonych na poprzek drogi w odległości jednej stopy od krawędzi kanału lub rowu i umocowanych na miejscu należycie grubymi kołkami. Belki wcinają się w podkłady (fig. 20).

Bardzo praktyczne i trwałe mostki budują się w sposób następujący:

Zależnie od szerokości drogi, zabija się w ziemię 2, 3 i więcej par kozłów (z okrąglaków) spojonych w szczytach gwoździem drewnianym, a względnie od szerokości i wysokości przerwy, zależną jest rozwartość

kozłów. Na kozły te układają się drągi w stanie okrągłym, które można obłożyć nieco darnią, perzem lub mchem, a potem zasypują się równo z poziomem drogi, ziemią. Fig. 21 przedstawia przekrój poprzeczny takiego mostku.

Do budowy mostów drewnianych, które zwykle w miejscowościach nizkich i mokrych się stawia, wybiera się drzewo rdzenne, smolne i trwałe; na filary, podpory i pale, używa się ile możności drzewo dębowe w stanie okrągłym, nie ociosanym, a tylko pozbawionym kory. Na belki najwięcej przydatne są sosny rdzenne, które dla swej względnej wytrzymałości, są odpowiedniejsze niż dębowe.

Pociąganie belek smołą lub opatrzenie ich końców materyami konserwującemi (patrz „Materyały budowlane“), ich trwałość znacznie podwyższa.

Bardzo oszczędnie budują się małe mostki z beczek naftowych.

Zamiast mostków, najodpowiedniejszym będzie użycie sposobu W. H. Korzybskiego opisanego w Tomie VI str. 518.

Motory. Pod „siłą“ pojmujemy w mechanice *przyczynę* zmian ruchu, zarówno co do wielkości, jak i kierunku. Motorami zaś nazywamy materye obdarzone temi siłami. Skoro ruchy odbywają się przy jednoczesnem pokonywaniu przeszkód jako to: tarcia, zmian formy ciał czyli deformacyi itp., wówczas wykonywają siły *pracę mechaniczną* lub po prostu *pracę*; stąd wypływa pogląd, że motory są również materyą, posiadającą zdolność dokonywania pracy, są wyposażone *energią*.

Z rozmaitych form energii znajdującej się w przyrodzie, obchodzą nas w danym wypadku te, które spotykamy w wielkiej obfitości i które z łatwością dają się zastosować do celów technicznych.

Takiemi są w pierwszym rzędzie energia wody, atmosferycznego powietrza, chemicznie związana energia materyałów palnych, dająca przy spaleniu ciepło, dalej siła muskułów istot żyjących.

Zużytkowanie przyrodzonych zbiorników energii, czyli motorów i to w ten sposób, by się one dały przystosować do rozmaitych celów praktycznych—wymaga środka pomocniczego. Tym środkiem są *machiny*, które w tym wypadku zwiemy silnicami, lub po prostu *motorami*.

W tem zrozumieniu posiadamy motory:

1. Wodne,
2. Wietrzne,
3. Cieplne,
4. Żywe,
5. Elektryczne,

stosownie do tego, jaką energię odnośny motor daje do rozporządzenia człowiekowi w przekształconej do użytku formie.

Nie będziemy się zatrzymywali nad oceną porównawczą poszczególnych rodzajów motorów. Zarówno przymioty jak i wady każdego są powszechnie znane i zrozumiałe.

Zanim atoli będziemy mogli przejść do opisu poszczególnych motorów, wypadnie nam zrobić kilka ogólnych uwag, które do zrozumienia opisu, choćby powierzchownego, motorów, są niezbędne. Będzie to może po części powtórzeniem lub przypomnieniem praw i zasad, które już w innych miejscach omawianemi były. Tem nie mniej jednak zestawienie ich tutaj w jednej ciągłości co najmniej ułatwi nam bliższe poznanie się z silnicami.

Sprobujmy więc w kilku słowach uprzytomnić sobie nasamprzód *formy*, w jakich siły istnieją, a następnie *sposoby działania* sił.

Wiemy zatem, że ciało ruchome pod działaniem siły wykona ruch po pewnej określonej drodze. Wiemy, że iloczyn wielkości siły przez drogę dokonaną w kierunku siły stanowi *pracę mechaniczną* wykonaną przez daną siłę F. Jeśli zatem P oznacza pracę, s drogę, to otrzymujemy dla pracy wzór:

$$P = F \cdot s.$$

Znamy dalej wzór $\frac{mv^2}{2}$, w którym m oznacza masę, v zaś szybkość ruchomego ciała. Wzór ten oznacza t. zw. „siłę żywą“ poruszającego się ciała. Wprowadzając współczynnik przyśpieszenia biegu równomiernego, czas trwania działania siły, wprowadzając wzamian masy ciała $\frac{G}{g}$, gdzie G oznacza wagę, g przyśpieszenie ciał spadających, otrzymujemy wzór:

$$\frac{mv^2}{2} = G \cdot h,$$

gdzie h oznacza wysokość czyli drogę.

Powyższy wzór wykazuje nam związek pomiędzy energią, mechaniczną pracą, siłą i drogą. Daje on asumpt do wyprowadzenia *miernika pracy*. Stąd łatwo dojść do jednostki pracy. W praktyce najczęściej używaną jednostką jest „siła konia“ czyli *HP (Horse-power)*, jest to praca 75 kilogramometrów w ciągu sekundy, to znaczy praca wykonywana przy podnoszeniu ciała wagi 75 *kg* do wysokości jednego metra i w ciągu jednej sekundy.

Pamiętamy, że istnieją dwa rodzaje energii: *energia ruchu* czyli kinetyczna, i *energia położenia* czyli potencyonalna. Jako przykłady pierwszej służyć mogą: energia wody bieżącej, wiatru, koła rozpędowego lub kul regulatora w ruchu i t. p. Jako przykład znów drugiego rodzaju energii, podać możemy wodę zebraną w wysokim zbiorniku, ścieśnione powietrze, parę pod ciśnieniem, naładowany elektrycznością akumulator, chemiczne powinowactwo i t. p. Wspomniany wzór:

$$Gh = \frac{mv^2}{2}$$

który odpowiada wypadkowi, gdy ciało wagi G spada z wysokości h. Atoli by ciało to podnieść z powrotem na wysokość h trzeba dokonać pracę rozmiaru $G.h$. Ciało to tam, na wysokości pod wpływem siły swej wagi posiadać będzie energię położenia. Czyli, że we wzorze naszym $G.h$ oznacza energię położenia, powiedzmy zrozumialej — energię *związaną*, gdy część $\frac{mv^2}{2}$ oznacza energię ruchu, powiedzmy energię *wolną*. Jak widzimy wielkości te są sobie równe. Jeśli ciało nasze spadnie tylko na część wysokości h, to część jego związanej energii przeistoczy się w energię wolną. Odwrotnie, gdy ciało to podnosi się w górę, to energia wolna stopniowo przechodzi w związaną.

Wypływa to z dwóch zasadniczych praw, a mianowicie:

1) że wywołana żywa siła równa się wywołującej ją pracy mechanicznej — i że

2) żywa siła jest w stanie wykonać tęż samą mechaniczną pracę, która zużytą została na jej wywołanie.

O ile jesteśmy w stanie dostrzedz, zmierzyć ruch wywołany wpływem energii wolnej, o tyle mamy do czynienia z *zewnętrzną energią ruchu*, która jest przeciwstawieniem *wewnętrznej*, znajdującej wyraz w ruchach cząsteczkowych atomów, molekuł danego ciała. Analogicznie rozróżniamy *zewnętrzną* i *wewnętrzną* związaną energię, z których pierwsza stosuje się do położenia danego ciała w stosunku do innych i w stosunku do działających między niemi sił ciążenia, magnetyzmu, naprężenia itp. Drugą zaś odnieść należy do stosunkowego położenia cząsteczek względem siebie i do istniejących między niemi sił działających.

Jeśli jednak energia wewnętrzna nie jest dostrzegalną, to pomimo to objawia się w zjawiskach, które o jej istnieniu i wielkości przesądzać pozwalają; pomińmy już zjawiska chemiczne, polegające na układaniu się atomów i grupowaniu się sił chemicznych; lecz uprzytomnić sobie w tej chwili winniśmy zjawisko ciepła, pojmowanego dzisiaj jako ruch cząsteczkowy, w tem znaczeniu, że nagrzewanie się lub ostyganie danego ciała uważa się jako objawy spotęgowania lub osłabienia ruchu molekuł.

W konsekwencyi mówimy również o *wewnętrznej* i *zewnętrznej pracy*.

W ciele do którego doprowadzamy ciepło powstają ruchy, drgania i przesuwanie cząsteczek. Ze wzrostem owego ruchu wzrasta dające się odczuć ciepło danego ciała; ze wzrostem przesuwania, zmiany miejsc cząsteczek, przez rozszerzanie się ciała wzrasta związana energia pracy. Stąd ciepło uważać można też za siłę, zdolną wykonać pracę wewnętrzną i zewnętrzną. Jest ono bowiem zdolnem:

1) powiększyć pracę drgań czyli temperaturę, a tem samem wolną energię pracy;

2) zebrać, przechować pewną ilość związanej energii pracy przez przezwyciężenie cząsteczkowych sił przyciągania pomiędzy atomami w kierunkach odpowiadających rozszerzaniu się nagrzanego ciała; wreszcie

3) wykonać pracę zewnętrzną również przez rozszerzanie się ciała, powiększenie jego objętości (przezwyciężenie oporu zewnętrznego).

Przy odbieraniu ciepła danemu ciału oczywiście zachodzą stosunki te same, w znaczeniu tylko odwrotnem.

Z powyższego wywnioskować w pierwszym rzędzie możemy, że rozmaite kształty energii pracy dają się przeistoczyć w ciepło, że ciepło jest źródłem tych form. Ale, nadto, stąd wypływa, że pomiędzy pracą mechaniczną a ciepłem istnieje związ-

zek, że, jednem słowem, określona mechaniczna praca jest w stanie wywołać pewną określoną ilość ciepła.

Badania stosunku jaki te dwa pojęcia łączy, doprowadziły do ustalenia dwóch naukowych terminów: mechaniczny równoważnik czyli ekwiwalent ciepła oraz cieplny ekwiwalent pracy. Pierwszy z nich jest wynikiem stwierdzenia faktu, że mechaniczna praca 424 kilogramometrów wytwarza zawsze jednostkę ciepła czyli ciepłostkę (calorie). (Ilość ciepła niezbędna by 1 *l* czyli kilogram wody z temperatury 0^0 nagrzać do 1^0 C.).

Drugi ekwiwalent znów zawdzięcza swe istnienie doświadczeniom, które dowiodły, że mechaniczna praca 424 kilogrammetrów wytwarza 1 calorię ciepła, czyli 1 kilogrammetr jest równoznacznikiem $^1/_{424}$ części jednostki ciepła.

Zreasumujmy powyższe w przykładzie: Siła jednego konia odpowiada 75 kilogrammetrom na sekundę, czyli na calorię wypadnie $\frac{424}{75} = 5{,}65$ siły konia, t. j., że aby w 1 sekundę nagrzać na 1^0 C. 1 *kg* wody potrzeba zużyć pracę 1 konia.

Ograniczymy na powyższem naszą wycieczkę w zakresie mechanicznej teoryi ciepła i skończymy na tem z *formami* sił, przechodząc natomiast do *sposobów ich działania*. Są one nader rozmaite. Motory żywe działają jako siły muskułów, z posiłkowaniem wagi ciała motoru lub też bez tej pomocy. Działają one przytem albo bezpośrednio (np. dźwiganie ciężarów), lub przy pomocy machin i narzędzi (np. maneż).

Inne motory nie dają się bezpośrednio zastosować do techniki. Dla tego też w każdej silnicy znajdować się musi specyalna część, element przeznaczony do bezpośredniego zetknięcia się z materyą motoru która go w ruch wprowadza. Element ten zwiemy receptorem.

Skoro dostateczna energia pracy przejdzie na receptor, połączona z tymże machina po pewnym czasie wchodzi w ruch; ciągły, nieprzerwany dopływ siły obwarunkowuje, jak wiadomo, stan, zwany równomiernie przyśpieszoną szybkością. Ten pierwszy okres biegu machiny nazwiemy wprowadzeniem jej w bieg (po niem. *Anlauf*). Drugi okres następuje wówczas, gdy bieg machiny staje się możliwie równym, t. j. gdy machina znajduje się w równowadze, gdyż oddaje ona tyle pracy ile jej otrzymuje (*Fortlauf*). Nakoniec następuje okres w którym po wstrzymaniu działania siły motorycznej na receptor, machina zużywa dalej zawartą w ruchomych jej masach żywą siłę i wreszcie staje (*Endlauf*).

Przy puszczaniu machiny w bieg dopływająca siła zużywa się na wprowadzenie w ruch nieruchomej masy machiny. Chyżość jej następnie stopniowo wzrasta, nie może jednak przewyższyć pewnej granicy właściwej chyżości samej materyi motoru. Weźmy dla przykładu koło wodne; nie może ono mieć szybkości większej nad tę, jaką posiada dopływająca woda, bo nie mogła by ona łopatek jego dogonić i wywrzeć na nie swego ciśnienia.

Staramy się przedewszystkiem utrzymać machinę w okresie średnim, właściwie roboczym. W praktyce ścisła równowaga pomiędzy dopływem i odpływem pracy w machinie nie daje się przez czas dłuższy utrzymać; to też używamy specyalnych przyrządów pomocniczych zwanych *regulatorami*.

Przy udzielaniu się energii pracy motoru receptorowi pewna jej część ginie, t. j. odbieralnik jej nie otrzymuje. Przyczyna tego leży w całym szeregu zjawisk, towarzyszących temu procesowi, że wspomnimy energię traconą przez uderzenie, kondensacyę pary, ulatnianie się pary, przeciekanie wody itp. Następnie część otrzymanej już energii zużywa się na samo poruszenie machiny. W okresie drugim część energii pochłania stale tarcie i t. p. zjawiska wewnątrz samej machiny, dość, że silnica oddaje zawsze mniej pracy aniżeli do niej doprowadzono.

Jeśli oznaczymy literą L całkowitą wytwórczość danego ciała motorycznego (woda, węgiel, gaz) czyli całą pracę, następnie literą L_2 pracę zużytą na pokonanie oporów wewnątrz machiny i na inne straty, wreszcie przez L_1 pracę oddawaną przez machinę dalej, czyli pracę pożyteczną, to osiągniemy wzór

$$L = L_1 + L_2$$

stwierdzający nasze założenie, że całkowita robota równa jest sumie pożytecznej i postronnej roboty. Im machina jest doskonalej zbudowana, im staranniej urządzone są wszelkie poboczne części dla wyzyskania energii, tem mniejszą jest wielkość L_2. Stąd też wynika, że stosunek pomię-

dzy pożyteczną a całkowitą pracą bywa różny, że świadczy on wiele o zaletach danego motoru. Koło żelazne lepszy daje stosunek aniżeli drewniane, koło wodne poziome (turbina) może dać lepszy rezultat aniżeli koło wodne pionowe, udoskonalona machina parowa lepszy aniżeli wykonana mniej starannie i dokładnie.

Współczynnik ten nazwijmy e. Znajdzie on wyraz w następującym wzorze:

$$e = \frac{L_1}{L} = \frac{L - L_2}{L}$$

Z treści tegoż, jak również z samego wzoru widzimy, że współczynnik ten musi być mniejszym od jedności. Wyrażony jako dziesiętny ułamek daje nam pracę machiny w odsetkach całkowitej pracy i zwie się efektem pożytecznego działania lub wprost *efektem* machiny.

Dajmy na to, że L wyrażone w sile koni $= 500$, $L_1 = 400$, zatem $L_2 = 100$; stąd

$$e = \frac{500 - 100}{500} = \frac{4}{5} = 80\%.$$

Oczywiście do mierzenia rozmaitych efektów służą rozmaite przyrządy. Przy machinach najważniejsze są przyrząd Prony'ego i indykatory, o których mowa następnie.

A. Rosset.

* * *

I. Motory żyjące.

Z pomiędzy źródeł sił wymienionych poprzednio, przy czynnościach rolniczych znajdują najczęstsze zastosowanie motory żyjące, to jest człowiek i zwierzęta. Siłę człowieka spożytkować można różnemi sposobami. Może on popychać lub ciągnąć w kierunku poziomym lub pionowym, pracować rękami nieruszając się z miejsca, działać jeszcze swym ciężarem jak np. w kole drabinkowem. W każdym z tych sposobów spożytkowania siły, człowiek wydaje odmienną ilość pracy. Rozpatrując poniżej podaną tablicę i po niej następujące uwagi, dojść można który z tych sposobów jest najkorzystniejszy, to jest, przy którym człowiek wydaje największą ilość pracy dziennej.

Koń używany jest częściej jeszcze jako motor, ale daje nierównie mniej sposobów spożytkowania swej siły niż człowiek. Zwykle pracuje zaprzężony do wozu lub maneżu. Rzec można, że maneż tem jest dla konia, czem korba dla człowieka. Koń pracujący w maneżu wydaje pracę mniejszą, niż gdy jest zaprzężony do wozu, a więcej się męczy; żeby mógł chodzić wygodnie, trzeba aby maneż miał co najmniej 13 *m* średnicy. Porównywując ilość pracy wykonywanej przez konia w maneżu, z pracą człowieka obracającego korbę, widzimy że koń równoważy działanie siedmiu ludzi.

Podajemy tu tablicę ilości pracy średniej dziennej, wytwarzanej przez motory żyjące, w różnych okolicznościach. Prawie w całości jest ona dziełem inżyniera francuzkiego Navier'a. Prędkości podane w trzeciej kolumnie tej tablicy, są to prędkości średnie, wyciągnięte z obserwacyi całkowitego peryodu pracy. W pewnych chwilach, prędkości te mogą być znacznie większe.

Patrz tablicę str. 216 i 217.

Wypadki podane w trzeciej części tej tablicy wyrażają właściwe wysiłki pożyteczne, to jest, że ciężary machin lub narzędzi służących do przenoszenia ciężarów nie są objęte liczbami wyrażającemi ciężary przenoszonych ładunków; nadto wypadki te podawane są w przypuszczeniu dróg zwykłych, po których komunikacya jest łatwą.

Motory żyjące mogą zmieniać między pewnemi granicami wysiłek dokonany, prędkość i czas trwania pracy dziennej, ale doświadczenie uczy, że motor żyjący daje maximum skutku dziennego:

1) gdy wysiłek dokonywany zmienia się od $^1/_3$ do $^1/_5$ wysiłku, który motor żyjący mógłby dokonać bez prędkości, w przeciągu krótkiego czasu;

2) gdy prędkość zmienia się od $^1/_4$ do $^1/_6$ dla człowieka i od $^1/_{12}$ do $^3/_{15}$ dla konia, największej prędkości jaką te motory żyjące mogą się ożywiać, przez krótki przeciąg czasu i niedokonywając żadnego wysiłku;

3) gdy czas trwania pracy dziennej zmienia się od $^1/_2$ do $^1/_3$ największego czasu trwania pracy bezustannie prowadzonej a nie pociągającej ze sobą szwanku na zdro-

Tablica ilości pracy średniej dziennej, wytwarzanej przez motory żyjące w różnych okolicznościach.

Rodzaj pracy	Ciężar podniesiony albo wysiłek średni dokonany	Prędkość na sekundę	Praca na sekundę	Czas trwania pracy dziennej	Ilość pracy dziennej
	kilogramów	metrów	kil. metr.	godzin	kil. metr.
1. Pionowe podnoszenie ciężarów.					
Człowiek, idący pod górę po łagodnym spadku lub po schodach, bez obciążenia, pracując tylko przez podnoszenie ciężaru swego ciała . . .	65	0,15	9,75	8	280800
Robotnik, podnoszący ciężary za pomocą liny przewiniętej przez blok, co go zmusza do opuszczania, za każdym podniesionym ciężarem, liny nie obciążonej	18	0,20	3,6	6	77760
Robotnik, podnoszący ciężary przez podtrzymywanie ich własną ręką . .	20	0,17	3,4	6	73440
Robotnik, podnoszący ciężary, przez wchodzenie pod górę po łagodnym spadku lub po schodach, z ciężarami na plecach, co go zmusza do powracania za każdym razem napowrót bez ciężaru	65	0,04	2,6	6	56160
Robotnik, podnoszący materyały w taczkach przez toczenie taczek pod górę po spadku $^1/_{12}$ (jeden wysokości na 12 podstawy) i powracający za każdym razem z taczkami pustemi .	60	0,02	1,2	10	43200
Robotnik, podnoszący ziemię łopatą, na wysokość średnią 1,60 *m* . . .	2,7	0,40	1,08	10	38880
2. Działanie na machiny i narzędzia.					
Robotnik obracający koło drabinowe:					
1) Na poziomie osi koła. . . .	60	0,15	9	8	259200
2) W pobliżu spodu koła pod kątem 24°	12	0,70	8,4	8	241920
Robotnik idący i popychający albo ciągnący poziomo w sposób ciągły .	12	0,60	7,2	8	207360
Robotnik obracający korbę . . .	8	0,75	6	8	172800
Robotnik wprawny, naprzemian popychający i ciągnący w kierunku pionowym.	6	0,75	4,5	10	162000

(Ciąg dalszy).

Rodzaj pracy	Ciężar podniesiony albo wysiłek średni dokonany	Prędkość na sekundę	Praca na sekundę	Czas trwania pracy dziennej	Ilość pracy dziennej
	kilogramów	metrów	kil. metr.	godzin	kil. metr.
Koń, zaprzężony do wozu i idący stępem	70	0,90	63	10	2168000
Koń, zaprzężony do wozu i biegnący truchtem	42	2,20	96,8	4,5	1568160
Koń, zaprzężony w maneżu i idący stępem	45	0,90	40,5	8	1166400
Koń, zaprzężony w maneżu i biegnący truchtem	30	2,00	60	4,5	972000
Wół, zaprzężony w maneżu i idący stępem	60	0,60	36	8	1036800
Muł, zaprzężony w maneżu i idący stępem	30	0,90	27	8	777600
Osioł, zaprzężony w maneżu i idący stępem	14	0,80	11,2	8	322560
3. Poziome przenoszenie ciężarów.					
Człowiek idący po drodze poziomej bez obciążenia, pracując tylko przez przenoszenie ciężaru swego ciała	65	1,50	—	10	—
Robotnik przewożący materyały wózkiem i za każdym razem powracający z wózkiem pustym po nowe ciężary	100	0,50	—	10	—
Robotnik przewożący materyały w taczkach i za każdym razem powracający z taczkami pustemi po nowe ciężary	60	0,50	—	10	—
Człowiek podróżujący z ciężarem na plecach	40	0,75	—	7	—
Robotnik, przenoszący materyały na plecach i powracający za każdym razem bez ciężaru po nowe materyały	65	0,50	—	6	—
Robotnik przenoszący ciężary na tragach i powracający za każdym razem z pustemi tragami po nowe ciężary	50	0,33	—	10	—
Robotnik użyty do rzucania ziemi łopatą na 4 *m* odległości poziomej	2,7	0,68	—	10	—
Koń przewożący ciężary na wozie i idący stępem, ciągle z ładunkiem	700	1,10	—	10	—

(Ciąg dalszy).

Rodzaj pracy	Ciężar podniesiony albo wysiłek średni dokonany	Prędkość na sekundę	Praca na sekundę	Czas trwania pracy dziennej	Ilość pracy dziennej
	kilogramów	metrów	kil. metr.	godzin	kil. metr.
Koń zaprzężony do wozu i biegnący truchtem ciągle z ładunkiem .	350	2,20	—	4,5	—
Koń przewożący ciężary na wozie, idący stępem i powracający za każdym razem z wozem pustym po nowe ciężary	700	0,60	—	10	—
Koń, niosący ciężar na grzbiecie i idący stępem.	120	1,10	—	10	—
Koń, niosący ciężar na grzbiecie i biegnący truchtem	80	2,20	—	7	—

wiu człowieka lub zwierząt; czas ten nie może przechodzić 18 godzin na dzień, jakkolwiek byłaby małą praca dzienna, choćby tylko polegała na ciągłej obecności w warsztatach.

Wyciągamy wreszcie niektóre wypadki z doświadczeń nad pracą motorów żyjących, z dzieła francuzkiego „Traité des Moteurs“ przez Courtois.

Człowiek niewielkiego wzrostu i zwykłej siły waży 70 *kg* razem z ubraniem.

Największy wysiłek jaki może dokonać ciągnąc albo popychając poziomo, wynosi 50 do 60 *kg*.

Wysiłek jaki człowiek dokonać może rękami, wynosi zwykle około 80 *kg*.

Największy ciężar jaki może unieść, wynosi zwykle 150 *kg*, a podnosi się czasem do 450 *kg*. Ciężar jaki może sam podnieść z ziemi zmienia się od 200 do 300 *kg*.

Prędkość szybkobiegacza może wynosić 13 *m* na sekundę przez kilka chwil; prędkość zwykła biegu wynosi 7 *m*, prędkość chodu około 2 *m*, a chodu podróżnika 1,60 *m*.

Średnia siła kobiet jest równa sile młodzieńca od 15 do 16 lat i nieprzechodzi dwóch trzecich zwykłej siły dojrzałego człowieka.

Robotnik wprawny, tej samej siły co inny niewprawny, dokonywa często pracy dwa lub trzy razy większej niż ten ostatni, nie doznając przez to większego zmęczenia.

Człowiek chodzący po schodach pod górę, bez ciężaru, w przeciągu ośmiu godzin pracy dziennej, chodzi z prędkością średnią 0,15 *m* na sekundę.

Krok poziomy człowieka wynosi 0,65 *m*. Największa wysokość pionowa jaką człowiek pracujący przebywać może bez wyjątkowego trudu, wynosi 0,25 *m*.

Żołnierz obładowany ciężarem 15 do 20 *kg*. po równej drodze w okolicy płaskiej, przejść może, idąc przez 10 godzin dnia, 49 *km*. Zwykły marsz wojsk zmienia się od 28 do 36 *km* dziennie.

Kolporter obładowany ciężarem 44 *kg* przebiega 20 *kg* dziennie.

Wedle Coulomb'a człowiek noszący ciężary na znaczną odległość i powracający bez ciężaru, może nosić 64,25 *kg* i przebiegać w ciągu dnia 11 *km* z ładunkiem, a zatem także 11 *km* powracając bez ładunku.

Po drodze poziomej człowiek przeprowadza w przeciągu dnia 10 godzinnego, 500 taczek po 60 *kg*, obejmujących razem 10 *m* sześciennych ziemi, na odległość 30 *m*.

Wedle Coulomb'a, maximum pracy użytecznej człowieka idącego pod górę z ciężarem od 65 do 70 *kg* stanowi tylko $^1/_4$

pracy, jaką tenże człowiek wykonać może idąc pod górę bez ładunku.

Ciężar koni zmienia się od 300 do 700 *kg*; małe koniki *poneys* ważą zaledwie 200 *kg*, zwykły koń pocztowy waży 450 *kg*.

Największy wysiłek konia zaprzężonego zmienia się od 300 do 500 *kg*.

Największa prędkość jaką ożywić się może koń w wyścigu, w przeciągu jednego kwadransa czasu nie przechodzi 14 do 15 *m*; prędkość konia galopującego wynosi 10 *m*; konia idącego kłusem, od 3,50 *m* do 4; dobrym truchtem 2 *m*, wolno 1 *m*.

Konie pocztowe ciągną 500 *kg*, z prędkością 4,44 *m* i przebiegają 24 *km*.

Na grzbiecie koń unosi zwykle od 100 do 175 *kg*.

Koń, niosący jeźdźca ważącego 80 *kg* i idący przez siedm godzin przebiega 40 *km*, co daje prędkość średnią 1,50 *m*.

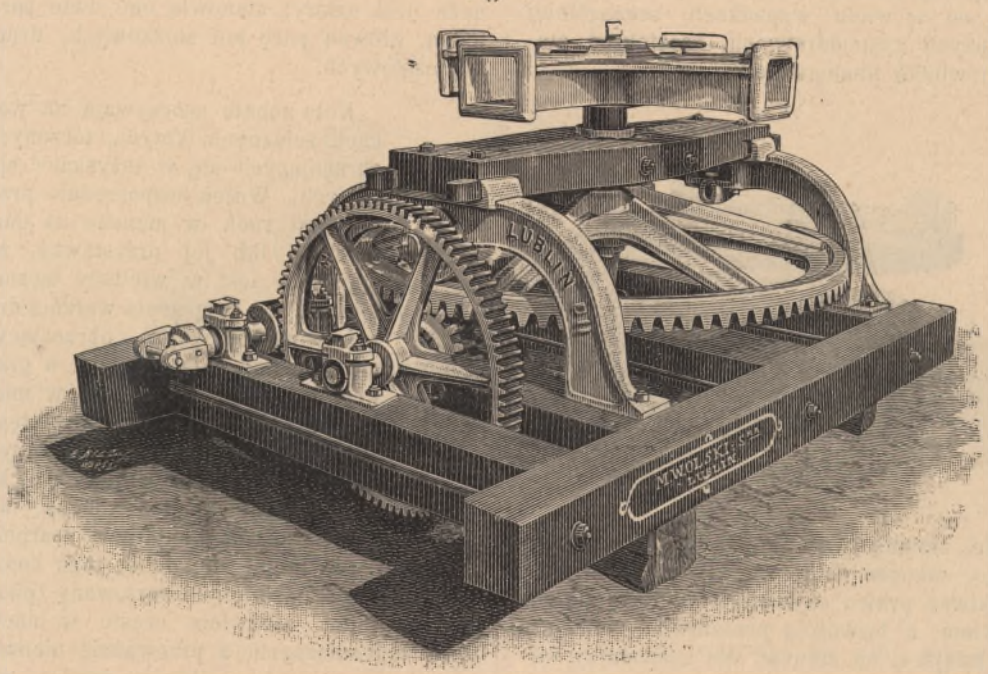
* * *

Maneże (kieraty).

Początek używania wołów i koni w maneżu ginie w dalekiej pomroce wieków. Dziejopisowie starożytnych Egipcyan, Greków i Rzymian, zaznaczają nam fakty o pracy bydląt w maneżu, służącym głównie onymi czasy do mielenia zboża w żarnach. Z biegiem cywilizacyi, powolne mielenie, niedające odpowiedniego rezultatu przy zbyt niedołężnem obracaniu się żarn, skłoniło ludzi do zastosowania przekładni (transmisyj) trybowych, wskutek których, przy powolnym ruchu bydląt, żarna były w stanie szybko się obracać.

Budowa maneży przechodziła różne fazy; w miarę doskonalenia się techniki i zastosowania do machin większej ilości żelaza w miejsce drzewa, ulepszały się i maneże, zmieniając swą konstrukcyę.

Fig. 1.



Pierwiastkowo budowano maneże jedynie tylko z drzewa; naturalnie z tej przyczyny, musiały one być wielkich rozmiarów, co pociągało za sobą również i ten skutek, iż duża część pracy bydlęcej, była pochłonięta jedynie na przyzwyciężenie tarcia, pochodzącego tak z niedokładnego wykonania części pracujących, jakoteż ze zbytniej ich wagi.

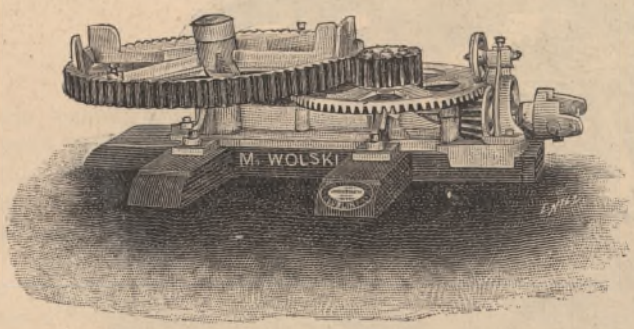
Gdy żelazo lane i kute stało się przedmiotem powszedniego użytku, zastosowano do pierwotnej konstrukcyi maneżu, żela-

zne koła zębate, osie i panwie. Maneże te istnieją dziś jeszcze pod nazwą maneży górnych, pomimo jednak ulepszeń powstałych z biegiem czasu, coraz mniej mają one zastosowania. Nader ujemną stroną maneżu górnego jest nieuniknione zsolidaryzowanie części utrzymujących go w równowadze, ze ścianami i belkowaniem stodoły, lub przybudówki.

Opuszczanie się, pochylenie ścian stodoły, lub belkowania, wpływa na ciężki chód maneżu, oraz na przeskakiwanie zębów w trybach.

Maneże górne przedstawiają jeszcze tę ujemną stronę, iż młocka zboża musi odbywać się zawsze stale na jednem miejscu, co w wielu wypadkach, szczególniej w dużych gospodarstwach, częstokroć stanowi wielką niedogodność.

Fig 2.



Ze zmianą warunków gospodarstwa rolnego, maneże dolne zaczęły coraz bardziej zyskiwać prawo obywatelstwa, dają się one bowiem z łatwością przestawiać z miejsca na miejsce, co stanowi dla gospodarzy bardzo poważną dogodność.

Maneży dolnych rozróżniamy tylko dwa typy. Fig. 1 i fig. 2.

Zasadnicza różnica pomiędzy typem maneżu fig. 1-ej a fig. 2-ej polega na tem, iż w maneżu fig. 1 pierwszą parę kół zębatych, bezpośrednio otrzymujących ruch od dyszla stanowią koła stożkowe (pracujące pod kątem) w drugim zaś koła czołowe (proste, popularnie sztorcowemi zwane).

Opisanie konstrukcyi maneżu (figura 1).

Fundament maneżu stanowi silna rama dębowa, wzmocniona śrubami, do której przytwierdzoną jest w środku stępka żelazna, wyrobiona z twardego odlewu żelaza, a tem samem oporna na wycieranie się; symetrycznie od środka pionowej żelaznej kutej, toczonej osi maneżu, przytwierdzone są dwa kabłąkowate sztendry żelazne lane, połączone u góry drewnianą silną walnicą, zaopatrzoną w żelazną laną panew toczoną, w celu utrzymywania głównej osi maneżu stale w pionowem położeniu. Sztendry stanowią opór dla walnicy, jeden z nich wszakże w maneżu podwójną odgrywa rolę, służy bowiem jako punkt oporu do przymocowania szpanroli i znosi parcie tejże, w czasie pracy maneżu. Szpanrolę w miarę ścierania się na obwodzie, można opuszczać na dół tak aby zawsze przylegała do górnego obwodu trybu głównego, a tem samem nie pozwalała na podnoszenie się go w czasie pracy. Kół zębatych w maneżu jest cztery; stanowią one dwie pary: jedną, główną parę kół stożkowych, drugą kół czołowych.

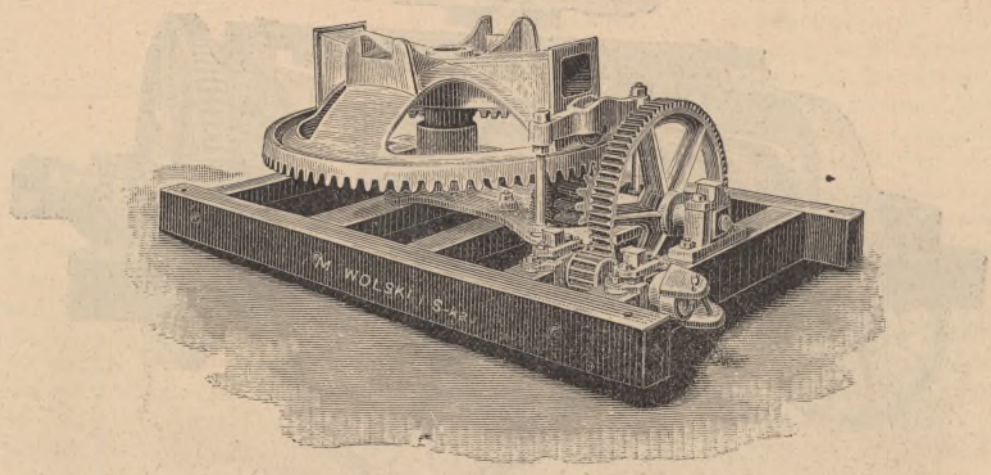
Koła zębate spoczywają na wałkach żelaznych, kutych, toczonych, obracających się w łożyskach spiżowych. Wałek bezpośrednio przenoszący ruch w maneżu na daną machinę lub jej przystawkę, zaopatrzony jest w widlasty łącznik, służący do połączenia wałka z drągiem transmisyjnym, obracającym się tuż nad samą ziemią, a przykrytym rynną drewnianą w miejscu, w którem go konie przestępują. Wał główny w racyonalnych konstrukcyach, powinien być kuty, toczony i tak mocny, aby przy największem, momentalnem szarpnięciu koni nie łamał się; dolny jego koniec powinien być nastalony i hartowany (piszemy powinien, albowiem często w machinach zagranicznych, a przeważnie niemieckich, zarzucających rynek nasz tandetą, wykonaną lekko i na blichtr, wał główny nie posiada potrzebnych zalet). Na wale nasadzona jest mufa żelazna lana z odpowiednią długością ramion, do obsadzenia dyszli. Dyszle przymocowane są do mufy śrubami; między sobą mniej więcej w połowie długości, łączą się żelaznymi prętami, posiadającymi we środku mutry o prawym i lewym gwincie.

Opisawszy wogóle budowę maneżu i zaznaczywszy główne podstawowe jego części, z kolei rzeczy musimy szczególną zwrócić uwagę na jedną bardzo ważną zaletę, jaką powinny odznaczać się maneże na większą siłę bydlęcą t. j. tam, gdzie momentalne szarpnięcie summuje się z siły 6—10 bydląt. Wiadomą jest rzeczą, iż siła mo-

mentalnie przez konie wywarta, może być o kilka razy większą, aniżeli taż siła przy stałem jej zapotrzebowaniu, co zatem idzie iż bezpośrednio odbierający ją mechanizm, oraz jego części składowe, powinny być na wszelkie szarpnięcia, w całem słowa tego znaczeniu wytrzymałe. Mechanizmem, który wzmiankowanym warunkom pod każdym względem zadawalniająco odpowiadać powinien, jest dyszel, mufa dyszlowa, oraz wał i mechanizm, łączący tenże wał z mufą dyszlową i trybem głównym; nie mówimy rozumie się o trybach, które powyższym tym kardynalnym warunkom odpowiadać winny; najważniejszem zadaniem naszem jest zwrócenie uwagi na wady i zalety mechanizmu, łączącego mufę dyszlową z wałem i trybem, złamanie się bowiem jakiejkolwiek z tych części mechanizmu manežowego w czasie młocki, nieobliczone nieraz wywołuje straty.

Jedna z zagranicznych fabryk w większych manežach swych wprowadziła jako nowość, żelazne lane cylindry u góry i u dołu zaopatrzone w zęby, które trafiają w odpowiednie zagłębienia, znajdujące się w piaście trybu głównego i mufy dyszlowej; tym sposobem powstaje bezpośrednie połączenie między wspomnianemi częściami; wewnątrz znajduje się cienki wałek kuty, służący jako oś pionowa; cylindry te pomimo silnej na pozór budowy, jako wykonane z żelaza lanego, nieopowiadają swemu przeznaczeniu, wycierają się bowiem zbyt szybko w swych panwiach, a powstałe stąd szczeliny napełniają się kurzem, tworzy się massa szlifująca coraz dalej psująca mechanizm, otrzymujący tym sposobem jaknajgorsze smarowanie. Druga wadliwa strona tegoż mechanizmu jest ta, iż żelazo lane, z którego jest wykonany, jako mniej elastyczne, przy szarpaniu zbyt szybko zmienia swój układ cząsteczkowy, rezultatem czego jest łamanie się zazębienia tak w cylindrze, jako też zarazem w trybie i mufie dyszlowej. Poważną, wyżej opisaną ujemną stronę konstrukcyi za przykładem fabryki machin rolniczych Hoffer & Schrantz w Wiedniu, usunęła u nas fabryka machin rolniczych M. Wolski i S-ka w Lublinie. Fabryka ta zamiast wspomnianego mechanizmu z żelaza lanego, wprowadziła silny wał żelazny kuty toczony, posiadający powyżej i poniżej panwi, utrzymującej go w pionowym kierunku, odkute i stanowiące jedną całość z wałem kwadratowe wyskoki, które są szczelnie dopasowane do takichże zagłębień w trybie i mufie dyszlowej; na obydwóch końcach, wał do tryba i mufy jest silnie za pomocą klinów dociągnięty.

Fig. 3.



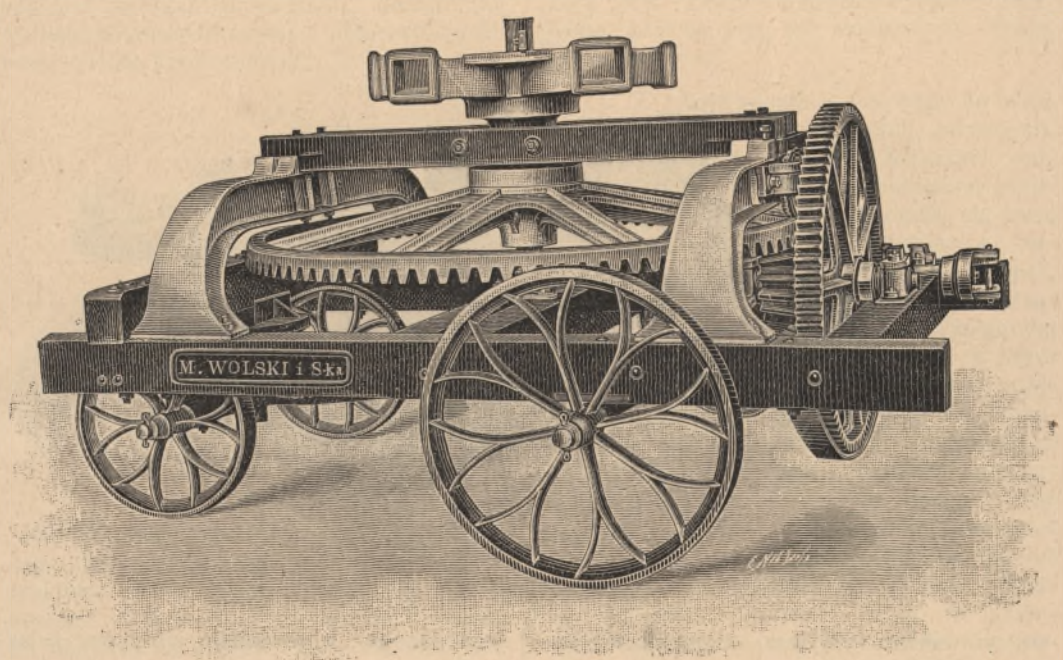
Modyfikacyę co do zewnętrznej budowy manežu, wyżej opisanego typu, przedstawia nam manež tak zwany dzwonowy (fig. 3). Główna różnica tego manežu w porównaniu z poprzednim polega na tem, iż korpus wielkiego koła manežowego posiada kształt dzwonu, oraz iż oś wału głównego stanowi jedną całość z żelazną, laną płytą

fundamentową. Szczegóły konstrukcyjne widzimy z rysunku fig. 3.

Drugi, odmienny typ maneży przedstawia nam fig. 2. Główną parę trybów stanowią koła czołowe, (sztorcowe) ustawione poziomo, zamiast mufy dyszlowej są tylko na szprychach trybu wywyższenia, o które opiera się dyszel. Na osi małego trybu czołowego umocowany jest tryb stożkowy, zazębiony z takimże małym trybem ostatecznie za pośrednictwem widlastego łącznika i drąga transmisyjnego, przenoszącym ruch na dalszą komunikacyę. Cały korpus maneżu umocowany jest na tarcie się spodniej części piasty trybu głównego w odpowiedniem gnieździe, oraz tarcie się czopa wewnątrz trybu. Dla wyżej wymienionych przyczyn o wiele większe prawo obywatelstwa zyskały sobie maneże typu 1-go.

Maneże wszystkich wymienionych konstrukcyj są wyrabiane z aparatem przewozowym, składającym się z kół, dyszla i orczyków jakto nam fig. 4 wskazuje. Aparaty przewozowe stosowane bywają przeważnie w maneżach, poczynając od czterokonnych, mniejsze bowiem dają się z ła-

Fig. 4.



żelaznej, fundamentowej płycie, zbudowanej w ten sposób, iż w niej znajdują się wszystkie łożyska na wałki poziome i pionowe. Zdawałoby się że maneż tego typu jest lepszy, ponieważ szpanrola działa na tryb stożkowy, przenoszący mniejszą siłę, aniżeli takiż tryb, jako główny w pierwszej konstrukcyi, z tej przyczyny zdawałoby się maneż ów powinien znacznie lżej się obracać, w rzeczywistości jednak jest inaczej; maneże te pracują znacznie ciężej w porównaniu z pierwszymi, a to z tego powodu, że trzeba dużo pracy poświęcić na pokonanie oporu, wytworzonego przez twością na zwykłych wozach przewozić.

Przystawki t. j. mechanizmy, z których ruch bezpośrednio przenosi się na młocarnię, sieczkarnię, śrótownik lub jaką inną machinę, bywają rozmaitych konstrukcyj: trybowe i pasowe, jak to nam wskazują fig. 5, 6, 7 i 8. Na polecenie zasługują pasowe, o ile tylko takie stosowane być mogą, gdyż nie mając trybów ale tylko jeden wałek, nie obciążają nadaremnie mechanizmu. Na wałku przystawkowym, odpowiednio do ilości machin jakie maneż ma poruszać, zastosowuje się takąż liczbę kół pasowych.

Fig. 5.

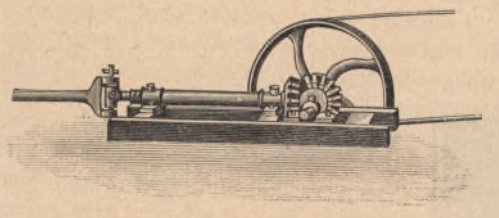
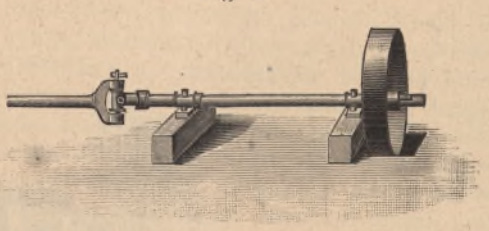


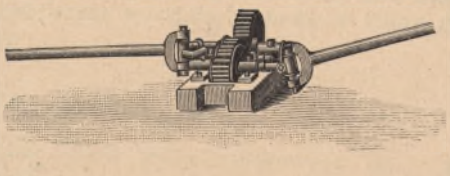
Fig. 6.



Opisawszy dokładnie maneże, ze strony ich budowy, uważamy za potrzebne podać niektóre rady tak co do strony konserwacyi tych machin, jakoteż i co do danych, jakiemi należy się kierować przy ich nabywaniu.

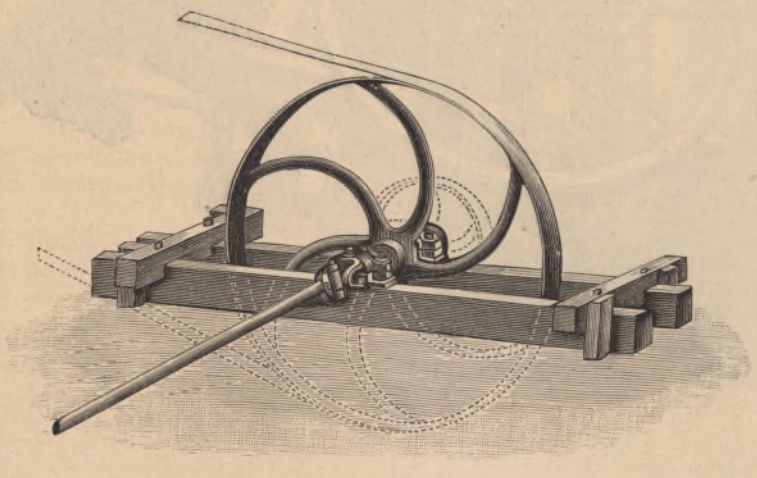
Smarowanie maneży, jako machin pracujących w warunkach burdzo niekorzyst-

Fig. 7.



nych dla utrzymania ich w dobrym stanie, powinno być nader staranne;—smarownice należy zachowywać w zupełnej czystości, jeżeli znajdują się w nich bawełniane knoty, to należy je, od czasu do czasu, przemyć w terpentynie lub nafcie, aby zawsze zdolne były do przyjmowania oleju (olej mineralny zwany inaczej oleo-naftą). Trzby powinny być smarowane odpowiednią gęstą smarówką. Jeżeli maneż pochodzi z większej fabryki, to każda część jego zaopatrzoną jest w numer lub literę, które należy podać w razie złamania się albo zepsucia jakiejkolwiek z jego części; dane te dla dostarczenia nowych części są zupełnie wystarczające. W braku wyżej wspomnianych znaków zachodzi konieczność podać dokładny rysunek części zepsutych, z oznaczeniem na nich potrzebnych wymiarów; jeżeli chodzi o tryby, to obok rysunku z wymiarami należy przesłać kształt zębów, odcisnąwszy je z trybu na kawałku papieru. Bardzo jest praktycznem, szczególniej dla rolników, zamieszkałych daleko od fabryk, zamówienie na zapas jednocześnie z maneżem, małego stożkowego i prostego trybu; te bowiem, z natury rzeczy wycierają się prędzej, przenosząc tą samą siłę co pracujące z nimi tryby duże, obracają się prędzej w tym stosunku, w jakim pozostaje liczba ich zębów do zębów dużych trybów. Przy nabywaniu maneżu do istniejącej młocarni należy podać średnicę i długość bębna cepowego lub sztyftowego, średnicę koła

Fig. 8.



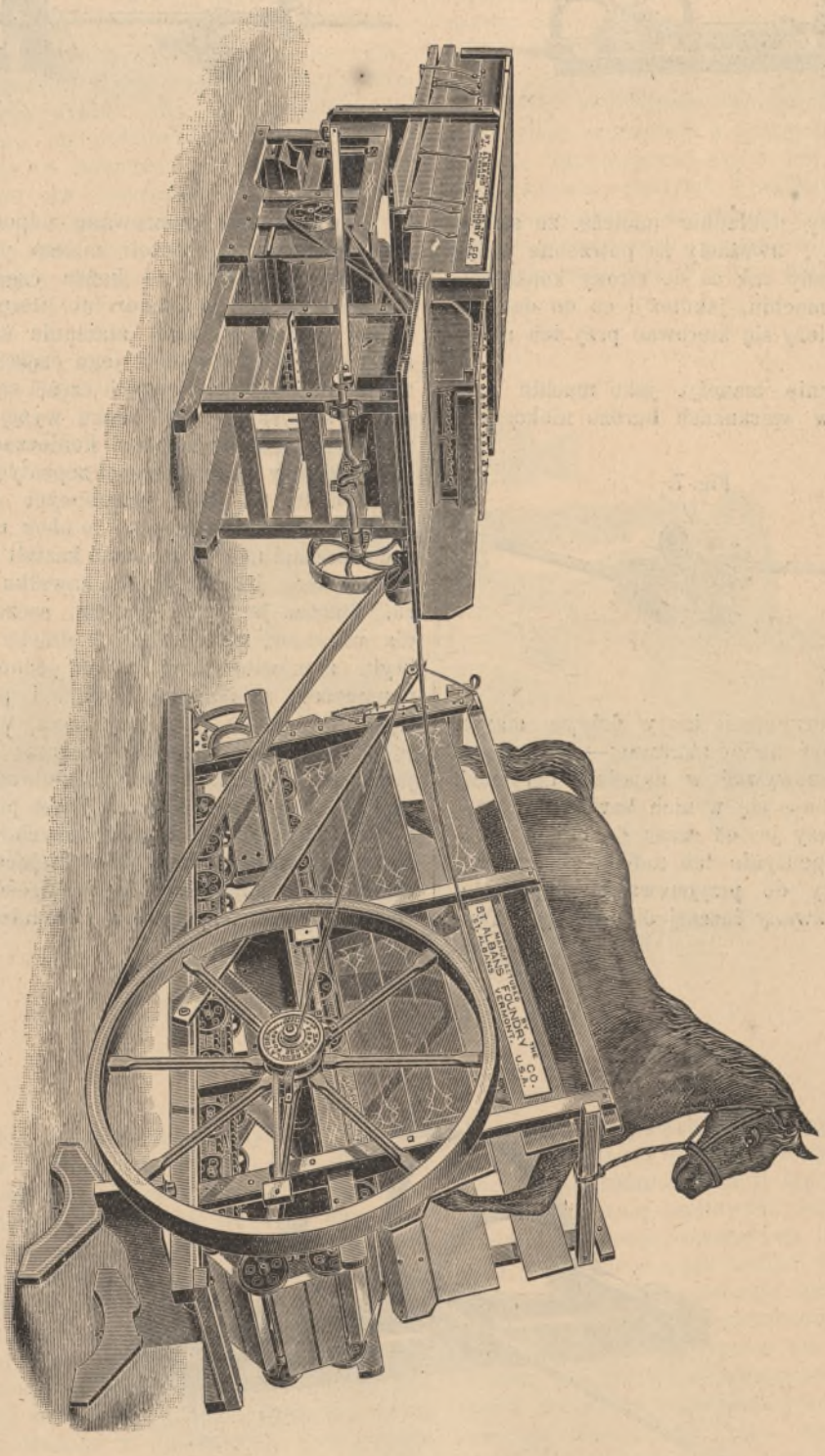


Fig. 9.

pasowego na bębnie, oraz czy młocarnia jest z wytrząsaczami, sitem, podsiewaczem etc., czy maneż ma pociągać jednocześnie oddzielną wialnię, natenczas potrzeba podać jej szerokość i średnicę koła pasowego. Odwrotnie przy nabywaniu młocarni do istniejącego maneżu trzeba koniecznie podać liczbę zębów każdego z trybów, wymiary ich i średnicę koła pasowego. Często bardzo ze złego stosowania maneżu wypływają niekorzystne rezultaty: albo takowy jest do danej pracy zasłaby i wkrótce łamie się, lub też udzielając młocarni za małą albo też za wielką liczbę obrotów powoduje niedomłacanie zboża, w przeciwnym razie przecinanie go.

W celu obliczenia ilości obrotów na minutę w maneżu *), należy liczbę zębów trybów większych podzielić przez liczbę zębów zazębionych z nimi trybów mniejszych, otrzymane ilorazy pomnożyć przez siebie, a następnie pomnożyć przez liczbę obejść konia w około maneżu w ciągu minuty.

Przykład.

Liczba zębów trybu stożkowego dużego.	98
Liczba zębów trybu stożkowego małego.	14
Liczba zębów trybu czołowego dużego.	90
Liczba zębów trybu czołowego małego.	15

Rozwiązanie.

$98 : 14 = 7 \qquad 90 : 15 = 6$
$7 \times 6 = 42.$

Cyfra 42 oznacza liczbę obrotów przy jednym obejściu konia w około maneżu.

Mnożąc cyfrę 42 przez przyjętą przez nas liczbę obejść konia w przeciągu jednej minuty w około maneżu równą cyfrze 2, otrzymujemy liczbę obrotów ostatniego wałka maneżowego, przenoszącego ruch na machinę=84.

W ostatnich latach zostały zbudowane w Ameryce deptaki dla koni (fig. 9), tworzące rodzaj ruchomego pomostu (taśma bez końca, złożona z pojedynczych szczebelków drewnianych, powiązanych ze sobą łańcuchem) na której przywiązany do barjery koń musi ciągle przebierać nogami, albowiem taśma usuwa mu się z pod nóg; od pochylenia taśmy względem linii poziomej i ciężaru koni zależy szybkość wałka przenoszącego ruch, jako też i wielkość siły. Deptaki bywają dla łatwiejszego transportu urządzane na kołach. Początkowe mniemanie, iż koń pracujący w deptaku zbyt szybko zużywa nogi, zostało na zasadzie licznych doświadczeń usunięte.

Aloizy Kuczyński.
Inżenier-mechanik.

* * *

II. Motory wietrzne.

Do sił przyrody najmniej u nas wyzyskiwanych należy bezwątpienia siła wiatru, pomimo że zastosowanie jej do poruszania t. zw. wiatraków jest od wieków wszystkim znane.

Wprawdzie powszechnie u nas budowane pierwotnej konstrukcyi wiatraki przedstawiają istotnie wiele wad i niedogodnow użyciu *), wiedzieć jednak należy że konstrukcya wiatraków została w ostatnich czasach zwłaszcza w Ameryce tak dalece ulepszoną, że obecnie wiatraki stanowią motor trwały, dogodny w użyciu, oraz zdolny spożytkować bardzo nawet słaby ruch powietrza. Wobec więc niewątpliwego postępu w budowie wiatraków dalsze lekceważenie siły wiatru, będącej w stanie przy wielu zastosowaniach zastąpić kosztowną siłę pary, darmo działającą siłą ruchu po-

*) Na zasadzie praktyki przekonano się, że koń najmniej doznaje zmęczenia i nie forsuje się, gdy idzie z taką szybkością, iż na minutę czyni dwa kręgi, zaprzężony do dyszla maneżowego o długości około 14 stóp, licząc od środkowej osi maneżu do haka orczykowego.

*) A mianowicie:

1) Podczas małego wiatru z powodu dużych wymiarów skrzydeł i innych części składowych mechanizmu, powstaje znaczne tarcie i wiatrak albo całkiem przestaje się obracać, lub też obraca się tak wolno, że machiny przezeń poruszane korzystnie funkcyonować nie mogą;

2) podczas silnego wiatru skrzydła obracają się za prędko, co znów może ujemnie wpływać na machiny będące w ruchu;

3) burza a nawet silny wiatr łatwo może połamać skrzydła;

4) zaledwie z wielką trudnością dają się zastosowywać jako motory w ogóle i dla tego też prawie wyłącznie używane są do poruszania młynów;

5) liczba dni roboczych w roku jest stosunkowo niewielką, gdyż mogą działać tylko podczas silniejszych wiatrów.

wietrza, było by wielkim ekonomicznym błędem, tembardziej że możemy rozporządzać dostateczną siłę wiatru jak to stwierdzają i liczne wiatraki dawnej konstrukcyi porozrzucane po różnych okolicach kraju, i niżej przytoczone tablice ułożone na podstawie sprawozdań meteorologicznych.

W tablicach tych, cyfry, wyrażające ilość czasu o pewnej sile wiatru są podane według liczb z obserwacyj robionych trzy razy dziennie: o 7-mej rano, 1-ej po południu i 8-ej wieczorem.

S wyraża sumę obserwacyj dla danej szybkości wiatru.

% — procentowy stosunek czasu o pewnej szybkości wiatru, razem z pozostałym czasem o większej szybkości do całego roku.

Warszawa													
Lata	Szybkość w *m*	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	>10
1891	S	38	51	94	244	191	178	87	66	38	31	16	61
	%	100	96	92	83	60	43	27	19	13	10	7	6
1892	S	40	80	137	208	174	148	55	90	25	71	13	57
	%	100	96	89	76	57	42	28	23	15	13	6	5
Średn.	%	100	96	90,5	79,5	58,5	42,5	27,5	20,5	14	12,5	6,5	5,5

		Oryszew					Lublin			
Lata	Szybkość w *m*	0	1	2	3	>10	0	1	2	3
1890	S	—	—	—	—	—	137	469	13	268
	%	—	—	—	—	—	100	88	45	43
1891	S	83	12	63	—	164	216	537	86	164
	%	100	92	91	85	15	100	80	31	23
1892	S	50	17	189	—	163	—	—	—	—
	%	100	95	94	78	15	—	—	—	—
Średn.	%	100	93,5	92,5	81,5	15	100	84	38	33

Lata	Szybkość w *m*	Młodzieszyn 0	Młodzieszyn 0,5—4	Młodzieszyn 4—7	Ostrowy 0	Ostrowy 0,5—4	Ostrowy 4—7	Rytwiany 0	Rytwiany 0,5—4	Rytwiany 4—7	Piotrków 0	Piotrków 0,5—4	Piotrków 4—7
1890	S	—	—	—	—	—	—	132	382	334	35	400	524
	%	—	—	—	—	—	—	100	88	53	100	97	60
1891	S	330	524	—	30	214	—	174	417	317	32	393	566
	%	100	70	13	100	97	77	100	84	46	100	97	61
1892	S	233	552	—	15	189	—	109	394	361	—	—	—
	%	100	80	30	100	98	81	100	90	54	—	—	—
Średn.	%	100	75	21,5	100	97,5	79	100	87,3	51	100	97	60,5

Rozpatrując przytoczone tablice przychodzimy do wniosku, że wyżej wymienione miejscowości z wyjątkiem Lublina, a po części Młodzieszyna, posiadają bardzo odpowiednie warunki do pracy wiatraków.

Wiatraki więc mogłyby być stosowane u nas z korzyścią. Obecnie jeszcze główną przeszkodą jest ta okoliczność, że jest to motor niestały, raz zdolny wytwarzać nadmiar siły, drugi raz zupełnie niezdolny do pracy.

Mimo to w tych gałęziach przemysłu i dla tych prac rolniczych gdzie powyższe względy nie odgrywają ważnej roli, może okazać ważne usługi; najlepszym przykładem pod tym względem jest Ameryka.

W Ameryce prawie nad każdą fermą można zobaczyć skrzydła wiatraków, które używają się do celów irrygacyi i osuszania, pojenia bydła, rznięcia sieczki i niektórych gałęzi drobnego przemysłu, mającego ścisły związek z gospodarstwem rolnem. Dzięki tylko wiatrakom niektóre prowincye, jak n. p. Dakota, z pustyni zamieniły się na kraje żyzne i ludne. Z czasem, połączone z wiatrakami niedogodności, upadną zupełnie, jeżeli tylko w należyty sposób uda się rozwiązać tę kwestyę, jak zachować pracę, wytworzoną przez wiatraki.

Podobne usiłowania spotykają się już i obecnie np. przy zastosowaniu wiatraków do oświetlania elektrycznego. Za pomocą wiatraka dostarcza się wodę do zbiornika, umieszczonego na pewnej wysokości. Woda wychodząca ze zbiornika obraca turbinę, ta zaś dynamomachinę. Ładując zaś z dynamo akumulatory, możemy zachować prąd i następnie użyć go nie tylko do oświetlenia, ale też i jako siłę motoryczną.

Zasada działania wiatraków w ogólnych zarysach da się przedstawić w sposób następujący:

Nacisk wiatru, działając na powierzchnię skrzydeł, umieszczonych na osi poziomej lub pionowej wprawia je w ruch, a więc obraca i samą oś. Ruch obrotowy osi wyzyskać się już daje w sposób dowolny i zastosować do poruszania wszelkich mechanizmów. Skrzydła zatem stanowią główny organ każdego wiatraka; muszą być one zawsze ustawione przeciwko wiatrowi; gdy więc wiatr zmienia kierunek, należy nastawiać odpowiednio i skrzydła; w starych wiatrakach typu niemieckiego potrzeba w tym celu obracać cały budynek, który ustawia się na słupie stanowiącym jego oś pionową. Z powodu niedogodności połączonych z obracaniem całego budynku, już w XVI wieku zaczęto budować w Holandyi wiatraki w których zamiast budynku, obraca się tylko ruchomy dach z wałem do którego przymocowują się skrzydła. Typ holenderski przedstawia pewną wyższość nad niemieckim,

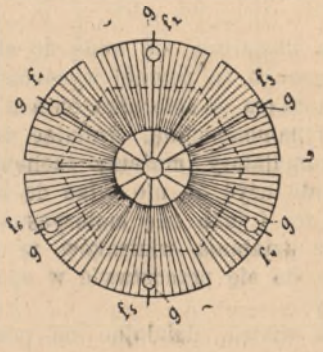
dając możność budowania wiatraków na mocnych fundamentach.

Następnie w zeszłem jeszcze stuleciu zaczęto w Anglii dodawać do wiatraków holenderskich rudle, aby skrzydła mogły się zwracać przeciw wiatrowi automatycznie; pod naciskiem wiatru rudle (płaskie tarcze podłużne) ustawiają się w jego kierunku, a skrzydła położone odnośnie do nich w płaszczyznie pionowej zwracają się przeciw wiatrowi.

Dalsze usiłowania dotyczące ulepszenia wiatraków miały za cel obmyślenie łatwego sposobu regulowania ciśnienia wiatru na skrzydła, tudzież taki ustroj wiatraków któryby umożliwiał ich działanie nawet przy stosunkowo nieznacznej sile wiatru, aby mogły działać o ile możności stale i z jednakową prędkością.

Szczupłe ramy artykułu nie pozwalają opisać szczegółowo wszystkich podjętych w tym celu usiłowań, poprzestać więc mu-

Fig. 10.



simy na opisie nowych systemów wiatraków amerykańskich jako odpowiadających najlepiej warunkom wymaganym od dobrych motorów wietrznych.

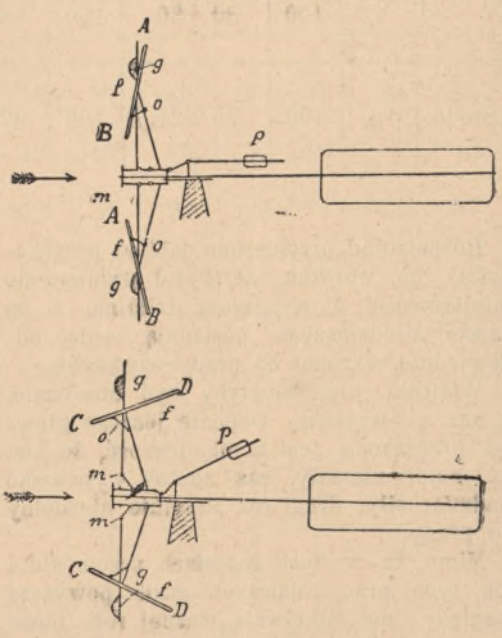
Zasadnicze typy wiatraków amerykańskich są: „Holladay“ i „Eclipse“.

Pierwszeństwo tym systemom przed dawnymi daje w należyty sposób rozwiązana kwestya automatycznego regulowania stosownie do kierunku i do siły wiatru, a także w zależności od oporu, jaki przedstawiają machiny robocze, poruszane przez wiatrak.

Wiatraki obydwóch systemów posiadają skrzydło, właściwie okrągłą tarczę, umocowaną na wspólnej osi z rudlem, który ustawia tarczę przeciwko wiatrowi; różnie jednak urządza się tarcza i mechanizm do regulowania szybkości obrotów.

Tarcza wiatraka „Halladay“ składa się z 6-iu lub więcej wycinków f_1—f_5 (fig, 10) pokrytych cienkiemi deszczułkami drewnianemi w kierunku promieni koła. Środek zaś tarczy na przestrzeni $^1/_3$-ej średnicy w około osi nie jest niczem pokryty i tworzy otwór dla przejścia powietrza, skupiającego się w środku podczas działania wiatraka. Wycinki f za pośrednictwem ruchomych zawias m mogą przybierać położenie prawie pionowe AB (fig. 11) i w taki sposób na działanie wiatru wystawia się największa powierzchnia tarczy, lub też prawie poziome A (fig. 12) i wtedy wiatr działać będzie tylko na nieznaczną część skrzydła.

Fig. 11 i Fig. 12.

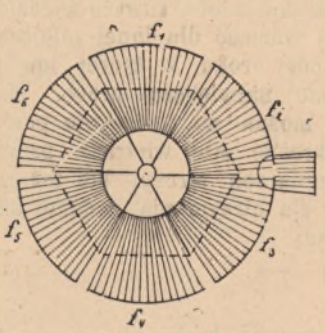


Zawiasy m ustawiają wycinki automatycznie, ponieważ na końcach posiadają ciężarki g i przy bardzo szybkim obrocie tarczy wytwarza się siła odśrodkowa, która zmusza do przesunięcia się zawiasy m, a wtedy i wycinki obracają się około osi o; z zawiasami m łączy się przeciwwaga p; przeciwwaga ta stara się utrzymać zawiasy w jednej pozycyi i zwykle tak się oblicza, że pozwala na odchylanie się wycinków dopiero wtedy, gdy szybkość wiatru dosięga 7 m na sekundę.

Tarcza wiatraka „Eclipse“ zbudowana tak jak i poprzednia, tem się od niej różni, że składa się z części nieruchomych. Regulowanie zaś ciśnienia wiatru zasadza

się na tem, że cała tarcza może zmieniać swe położenie. Z jednej strony tarczy na osi umocowuje się dodatkowe skrzydło *y* (fig. 13, 14 i 15), które zwiększa powierzchnię tarczy, wiatr więc usiłuje ją w tę stronę pochylić. Odchyleniu tarczy przeszkadza przeciwwaga *v*, która, jak i w poprzednim systemie, dozwala na zmianę położenia tarczy jeżeli wiatr dosięga szybkości 7 *m* na sekundę. Lecz w ten sposób osiągnięto tylko regulowanie szybkości obrotów tarczy odpowiednio do siły wiatru; przy automatycznem zaś regulowaniu wiatraków „Halladay“, opartem na właściwościach siły odśrodkowej, normuje się liczbę obrotów niezależnie od tego, co było przyczyną zmiany szybkości. Z tego powodu Weller do wiatraków „Eclipse“ zastosował jeszcze regulator odśrodkowy Watt'a, połączony z dodatkowem skrzydłem, który reguluje szybkość obrotów tarczy, przy zmia-

Fig. 13.



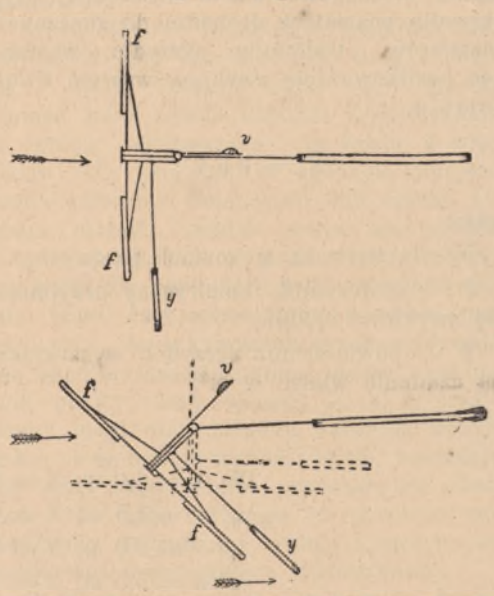
nie oporu machin roboczych. Maximum siły wiatru dla tych systemów, jakeśmy to już wspomnieli wyżej, przyjmuje się przy szybkości 7 *m* na sekundę, wtedy też wiatraki dosięgają maximum pracy; jednakże mogą już pracować skutecznie przy szybkości wiatru od *3—4 m* na sekundę. Wiatraki te przez różne amerykańskie fabryki zostały udoskonalone. W obecnym czasie w Ameryce są najwięcej w użyciu wiatraki firmy „The Aëromotor Company“ w Chicago, Nim owa firma przystąpiła do wyrabiania wiatraków i wynalazła obecny swój model, przeprowadzono badania nad lepszemi formami skrzydeł; uczyniono więcej niż 5000 dynamometrycznych pomiarów z 61 rozmaitymi modelami, poddając je działaniu sztucznego, a z tego powodu równomiernego wiatru. Niektóre pytania co do kąta krzywizny, zewnętrznej powierzchni, formy skrzydeł, szybkości obrotów, siły i t. p. rozwiązano w sposób należyty. Rezultaty powyższych badań wykazały, że przy stosownej konstrukcyi skrzydeł, korzystną pracę wiatraków zwiększyć można w dwójnasób.

Tarcza teraźniejszej formy wiatraków „The Aëromotor Company“ cała jest ze stali i posiada 6 szprych, składa się z 18 — 20 wycinków zlekka wygiętych o powierzchni około 35 stóp kw. (3,24 m^2); powierzchnia ta zmienia się stosownie do żądanej siły wiatraka.

Za pomocą małego steru stalowego tarcza łatwo ustawia się przeciwko wiatrowi.

Wiatraki te regulują się stosownie do siły wiatru automatycznie, wystawiając na

Fig. 14 i Fig. 15.



jego działanie mniejszą lub większą powierzchnię tarczy.

Jako materyał do budowy skrzydeł wybrano stal, niedogodność większej wagi w porównaniu z drzewem dostatecznie wynagradza się większą wytrzymałością, a zatem skrzydła znacznie dłużej mogą być w użyciu. Tarcza umieszcza się na wieży zbudowanej również ze stali wysokości od 30 do 80 stóp ang. (9—24 *m*). Są w użyciu w Ameryce wiatraki, znane pod nazwą wiatraków Schmidt'a, które budują o sile 1 do 12 koni parowych. Tarcza tych wiatraków składa się z wycinków z blachy żelaznej galwanizowanej i obraca się około osi pionowej. Jeżeli № 1 wycinka stoi pionowo, wtedy № 6 położony jest zupeł-

nie poziomo. Zmiana położenia następuje zupełnie automatycznie; podczas gdy tarcza obraca się, każdy wycinek wykonywa obrót około swej osi. Regulator działa w ten sposób, że przy silnym wietrze wycinki zwracają się ku niemu tylko wązką krawędzią, wystawiając na działanie wiatru najmniejszą powierzchnię. Obrót wiatraka przy zmianie kierunku wiatru, jest przy tarczy, urządzonej w ten sposób, zupełnie zbyteczny.

Większość wiatraków amerykańskich działa już przy sile wiatru 4 mil. ang. na godzinę (1,7 *m* na sekundę).

Jednakże przy obliczaniu wiatraków przyjmują zwykle przeciętną szybkość wiatru 4 *m* na sekundę, w przeciwnym bowiem razie t. j. przy mniejszej szybkości, dla otrzymania stosunkowo nawet niewielkiej siły, skrzydła wiatraków dochodzą do znacznych rozmiarów. Obliczając skrzydła, wystarcza posiłkować się zwykłym wzorem Coulomb'a.

$$N = k F v^3;$$

gdzie

N siła wiatraka w koniach parowych;

k — spółczynnik empiryczny przyjmuje się zwykle = 0,0005;

F — powierzchnia skrzydeł wystawiona na działanie wiatru w m^2;

v_1 szybkość wiatru w metrach na sekundę.

Powierzchnia *F* wystawiona na działanie wiatru nie odpowiada nigdy całkowitej powierzchni skrzydeł, gdyż zwykle środek tarczy na przestrzeni $^1/_3$ jej średnicy około osi nie jest niczem pokryty; powierzchnię więc *F* można przyjąć

$$\frac{d^2\pi}{4} - \frac{d^2\pi}{9.4} = 0{,}7\, d^2$$

(*d* średnica tarczy); a wtedy

$$N = 0{,}0005_1\ 0{,}7\ d^2 v^3$$

lub

$$N = 0{,}00035\ d^2 v^3.$$

We wzorze tym *v* wchodzi w trzeciej potędze, szybkość zatem wywiera największy wpływ na siłę motoru. Przy wyborze więc wiatraka trzeba zawsze wiedzieć przeciętną jej wartość dla danej miejscowości i dla tej pory roku, w której ma wiatrak wykonywać największą pracę. Mając tę wartość, można na podstawie powyższego wzoru określić siłę wiatraka przy wiadomych rozmiarach tarczy, lub też rozmiary skrzydeł dla otrzymania żądanej siły, tak naprzykład:

Dla $v = 4{,}0\ m$; $N = 0{,}0224\ d^2$; $d = 6{,}68\ \sqrt{N}$.
„ $v = 4{,}5\ m$; $N = 0{,}0319\ d^2$; $d = 5{,}50\ \sqrt{N}$.
„ $v = 5{,}0\ m$; $N = 0{,}0437\ d^2$; $d = 4{,}79\ \sqrt{N}$.
„ $v = 5{,}5\ m$; $N = 0{,}0582\ d^2$; $d = 4{,}15\ \sqrt{N}$.
„ $v = 6{,}0\ m$; $N = 0{,}0756\ d^2$; $d = 3{,}64\ \sqrt{N}$.
„ $v = 6{,}5\ m$; $N = 0{,}0961\ d^2$; $d = 3{,}23\ \sqrt{N}$.
„ $v = 7{,}0\ m$; $N = 0{,}1200\ d^2$; $d = 2{,}89\ \sqrt{N}$.

Nadając *v* wartości od 1,5 do 7 *m* i *d* od *2* do *12* *m* na podstawie wzoru Coulomb'a otrzymamy tabliczkę następującą:

Patrz tablicę str. 231 szpalta I-sza.

Jak widać z przytoczonej tablicy przy szybkości wiatru 4 *m* można już rozporządzać siłą dostateczną w wielu wypadkach.

Co prawda wiatraki dają się zastosować nie do wszystkich gałęzi przemysłu; gdzie potrzebna jest siła dość znaczna i stała, mowy o nich być niemoże, lecz np. w przemyśle rolnym, do poruszania młynów, w zastosowaniu do pomp, a nawet i przy wielkich fabrykach jako siła pomocnicza, mogą okazać wielkie usługi. W Ameryce kwestya ta jest na porządku dziennym; na wielu drogach żelaznych do zasilania stacyj wodą stosują li tylko wiatraki, podobne przykłady spotykamy już we Francyi i w Austryi. Aby uniknąć braku wody potrzeba budować zbiorniki dość znacznych rozmia-

rów, obliczane w ten sposób, żeby mieć zapas wody na te dnie, kiedy z powodu wiatru bardzo słabego, lub też burzy, wiatraki nie mogą pracować. Gdy zaś podczas normalnej pracy wiatraka zbiornik przepełnia się wodą, to woda zbyteczna przelewa się do urządzonego na ten cel kanału i może być używaną do innych celów, lub też odprowadzaną z powrotem do miejsca, skąd się czerpie, dla uniknięcia braku wody, jeżeli np. źródłem dla dostarczania jej jest studnia. Można też w razie napełnienia rezerwoaru wodą, automatycznie zatrzymywać wiatrak, połączywszy skrzydła z pływakiem odpowiednio urządzonym w rezerwoarze. Znaczne koszta urządzenia dużego zbiornika kompensują się należycie, ponieważ siłę motoryczną otrzymujemy darmo, a i sam motor nie jest kosztowny.

Fried. Filler z Hamburga dostarcza motorów od 200 marek, która, wraz z pompą i wieżą kosztują około 400 marek. Tamże mieć można wiatraki w połączeniu z pompą, pomieszczone na wozie, a więc dające się ustawiać w żądanem miejscu wedle potrzeby; cena około 900 marek. Oprócz nizkich kosztów, motor ten posiada i tę zaletę, że nie wymaga wielkiej obsługi, która się sprowadza tylko do smarowania części obrotowych, gdyż wszelkie inne czynności, jak regulowanie motoru odbywają się zupełnie automatycznie, niema więc nawet obawy, żeby wiatrak n. p. w czasie burzy uległ uszkodzeniom; skrzydła wtedy, jakto wspomnieliśmy już wyżej, ustawiają się same odpowiednio i przestają się obracać. Nic więc dziwnego, że na motor ten zwrócono baczniejszą uwagę i zaczyna on znajdować coraz szersze zastosowanie.

W Niemczech miasto Greifswalde, posiadające blisko 20000 mieszkańców, zasila się wodą czerpaną wyłącznie za pomocą jednego wiatraka Filler'a (zmieniony „Halladay"). Wiatrak ten posiada tarczę o średnicy 12,2 *m* i wytwarza przy szybkości wiatru 7 *m* na sekundę siłę równą 18 koniom parowym, porusza 4 pompy o średnicy cylindrów 250 *mm* i skoku 500 *mm*. Pompy już nawet przy szybkości wiatru 4,3 *m* na sekundę dostarczają 162000 *l* wody na godzinę i podnoszą ją na wysokość 6 *m*.

U nas zaś, choć się znajdujemy w warunkach nie gorszych niż środkowe Niemcy, wiatraki amerykańskie należą do osobliwości i nawet nie wiemy, czybyśmy mogli skorzystać z tego motoru. Obserwacye

Prędkość wiatru w *m*	Siła wiatraków wyrażona w koniach parowych											
	Średnica tarcz wiatraków w metrach											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1,5	0,004	0,011	0,019	0,029	0,043	0,058	0,076	0,096	0,12	0,14	0,17
2	0,01	0,025	0,045	0,07	0,10	0,14	0,18	0,23	0,28	0,34	0,41
3	0,04	0,086	0,15	0,24	0,34	0,47	0,64	0,77	1,00	1,15	1,57
4	0,09	0,020	0,36	0,56	0,80	1,10	1,45	1,82	2,26	2,73	3,25
5	0,18	0,40	0,70	1,00	1,60	2,16	2,20	3,60	4,42	5,34	6,36
6	0,30	0,69	1,22	1,91	2,75	3,74	4,90	6,16	7,62	9,23	11,00
7	0,50	1,10	2,00	3,00	4,36	5,93	7,75	9,81	12,10	14,65	17,40

meteorologiczne prowadzą się u nas w niewielu miejscowościach, a w danym wypadku dokładna świadomość przeciętnej siły wiatru jest rzeczą konieczną, inaczej bowiem nie mamy najmniejszego kryteryum czy w danej miejscowości wiatrak może być motorem korzystnym, a jeżeli tak, to jakich rozmiarów byłby najodpowiedniejszy.

Literatura.

Dr. Emil Perels. „Die neuen amerikanischen Windräder für landwirthschaftliche Zwecke". Wien, 1877.

Dawidow. „Wiatraki"

W. Wigura. „Wiatraki" — „Przegląd Techniczny" z roku 1884.

J. Michalikowski. „O zastosowaniu siły wiatru" — „Przegląd Techniczny" z roku 1895.

J. Michalikowski, inż.

* * *

III. Motory wodne patrz Hydraulika.

* * *

IV. Motory parowe.

a) Kotły parowe.

W artykule niniejszym nie spotka się czytelnik z teoryą kotłów, ani z ich obliczeniem, ani wreszcie ze szczegółami ich budowy.

Natomiast znajdzie on tutaj opis ważniejszych systemów kotłów parowych, ze specyalnem uwzględnieniem tych, które w przemyśle rolniczym znajdują zastosowanie, oraz niektóre wskazówki, mające za cel pozwolić rolnikowi oryentować się w wyborze kotła i umiejętniejszego porównywania ofert, jakie w danym wypadku otrzyma od kotlarskich fabryk.

Kotłem parowym nazywamy zewsząd zamknięte, ogrzewane naczynie, którego część przeznaczona jest dla wody, druga zaś dla wytwarzającej się pary. Przy wzrastającem ogrzewaniu kotła wzrasta prężność pary i skoro ta dosięgnie żądanej wysokości, trzeba tyle pary odprowadzać, ile jej w tymże czasie się wytwarza. Czyli że każdy kocioł przeznaczony jest dla wytwarzania w *określonym czasie pewnej określonej ilości pary, określonej prężności.*

Powyższe założenie służy do określenia ilości cieplika potrzebnego w danym wypadku, z drugiej zaś strony jest ono miarodajnem co do wielkości kotła, ściślej — jego powierzchni ogrzewalnej, oraz co do konstrukcyi (mocy blach, nitów i t. p.).

Podajemy tu tabelę która zestawia materyały opałowe, powierzchnię ogrzewalną, powierzchnię paleniska i odparowywanie; tabica ta nie wymaga chyba żadnych wyjaśnień.

Patrz tablicę str. 233.

Kotły atoli można silniej i słabiej ogrzewać, można je forsować, lub też przeciwnie, oszczędzać. Oto poniżej odpowiednia tablica uwzględniająca wzmiankowaną okoliczność. W tablicy tej oznaczają:

F powierzchnię ogrzewalną,

R powierzchnię paleniska,

f — powierzchnię górnego otworu komina.

Patrz tablicę str. 234 szpalta I-sza.

Przy zastosowaniu kotła parowego do machiny parowej oblicza się w zwykłych warunkach konsumcyę pary na konia efektywnego (rzeczywistego) i na godzinę.

Małe	machiny	przy	napełnieniu	cylindra	0,6—30 *kg* pary
Większe	„	„	„	0,4—0,3—20	„ „
Kondensacyjne	„	„	„	0,2—15	„ „

Przy machinach z kotłami o wysokiem ciśnieniu, oraz przy machinach z podwójną i potrójną ekspansyą oczywiście konsumcya pary znacznie się obniża i dochodzi do 7—5,25 *kg* pary na konia i godzinę. Przy określaniu wielkości kotła winniśmy

Opał	Waga 1 m^3 opału	1 *kg* opału							Z 1 *kg* opału uchodzi ilość gazu w m^3, temperatura kominowa 300°	Praktycznie otrzymywana temperatura nad rusztem w stopniach Celsiusza	Wymagalna powierzchnia ogrzewalna na siłę końską w m^2	Wymagalna powierzchnia rusztu na 1 m^2 powierzchni ogrzewalnej	
		Wytwarza pary w *kg*	Zawiera cieplika w calo-riach (ciepłostkach)		Potrzebuje do spalenia zimnego powietrza o 0° w m^3		Spalony na godzinę, wymaga powierzchni rusztu w m^2						
			teore-tycznie	w isto-cie	teore-tycz-nie	w isto-cie	wolnej	całkowitej				wolna	całkowita
Drzewo suche .	250—450	2,5—3,5	4000	3000	4,5	6,75	0,002	0,006—0,008	15	1200	1,2—1,8	0,015—0,02	0,045—0,06
Torf z 20% wody . . .	500—600	1,5—2	2500	1500	4,5	9	0,002	0,006—0,008	20	1100	1,8—2	0,02	0,06—0,08
Węgiel kamien-ny średniego gatunku . .	760—850	6—7	6500	4500	9	18	0,005	0,015—0,02	38	1280	1—1,5	0,01	0,03—0,05
Koks z 15% popiołu . .	400—600	6—7	6500	4500	7,5	16	0,004	0,016—0,02	31	1270	1—1,5	0,012	0,036—0,04
Węgiel bruna-tny	600—750	2,5—4,5	3500	2500	6,3	13	0,003	0,009—0,012	37	1200	1,5—2	0,015—0,02	0,045—0,06

Stopień forsowania	Opał	Na godzinę					
		Na 1 m^2 powierzchni ogrzewalnej		Konsumcya węgla na 1 m^2 powierzchni rusztu	$\frac{F}{R}$	$\frac{R}{f}$	1 *kg* węgla produkuje pary
		Konsumcya węgla	Produkcya pary				
Bardzo oszczędnie	Węgiel kamienny	1,1	10	40— 60	36—54	6—5	9
„	brunatny	3,3	10	100	33	7	3,3
Średnio oszczędnie	kamienny	2,1	16,7	60—100	29—48	5—4	8
„	brunatny	5,5	16,7	100—200	18—36	7—6	3
Średnio forsownie	kamienny	3,3	23,3	80—100	24—30	4	7
„	brunatny	8,75	23,3	100—300	11—28	7—5	2,67
Bardzo forsownie	kamienny	5	30	100	20	4	6
„	brunatny	12,8	30	200—450	15,5—30	6—4	2,3

brać pod uwagę trzy następujące rozstrzygające czynniki:

1. System kotła.

Rozmaite bowiem systemy posiadają różną zdolność odparowywania. Dla przykładu przytoczymy, że kocioł z rurkami płomiennemi wytwarza 12—15 *kg* pary na metr kw.) kocioł z rurkami wodnemi również do 15 *kg* pary; kotły bulierowe, bateryjne, z jedną i dwiema rurami płomiennemi, kotły z rurą z blachy falistej liczyć należy na 15, 20—30 *kg*. Oczywiście istnieją dla celów specyalnych kotły o jeszcze silniejszem odparowywaniu, jak np. na parostatkach i lokomotywach, gdzie przypada nieraz 50 *kg* na metr kw.

Przypuśćmy zatem, że potrzebujemy 400 *kg* pary na godzinę. Pomijając inne względy przy wyborze systemu kotła decydujące, rzecz przedstawi się tak: kocioł z rurkami ogniowemi lub wodnemi wzięlibyśmy $400 : 12 = 33{,}3$ czyli 34 *m* kw. powierzchni ogrzewalnej. Inne pomienione $400 : 20 = 20$ *m* kw.

2. Powierzchnia ogrzewalna.

Znaczenie tejże nie potrzebuje wyjaśnień.

3. Ciśnienie robocze pary.

Kotły budują się dla rozmaitej prężności pary; w ostatnich czasach dochodzą do 14 atmosfer roboczego ciśnienia. Para w kotle jest nasyconą, czyli że jej temperatura równa się temperaturze wrzenia wody przy danem ciśnieniu, którą to temperaturę z odnośnych tablic można wyczytać. Oczywiście im prężność pary, która usiłuje kocioł rozerwać, jest większą — tem silniejszą, a zatem i kosztowniejszą jest budowa samego kotła.

Natomiast oszczędność przy zastosowaniu wyższego ciśnienia jest bardzo znaczną Z jednej bowiem strony, gdy kocioł przeznaczony jest dla parowej machiny, nakład na machinę jest mniejszym, bo przy większem ciśnieniu pary taż sama machina oczywiście daje większą „siłę“ t. j. energię.

Przypuśćmy, że do młyna, tartaku i t. p. potrzebujemy machiny rozwijającej siłę 30 koni. Biorę pod ręką leżący katalog i znajduję tam machinę № 0 oznaczoną. Daje ona rzeczywistych sił:

Przy ciśnieniu w kotle	5	atmosfer,	napełnieniu	cylindra	0,33	21—27	sił
„ „ „	6	„	„	„	0,30	24—32	„
„ „ „	7	„	„	„	0,25	26—39	„

Machina taka kosztuje 2400 rs. Mając zaś kocioł na 5 atm. w danym wypadku musielibyśmy wziąć machinę № 1, dającą przy tem ciśnieniu 30—39 sił, a kosztującą 2850 rs. Aliści kocioł na 6 atm. ciśnienia jest droższym aniżeli takiż na 5 atm. Prosty rachunek wykaże zatem co jest ekonomiczniejszem, z punktu widzenia pierwotnego *nakładu*. Dla przykładu weźmy, dajmy na to, kocioł o 2 rurach płomiennych zastosowany do machiny 30 konnej. Wypadnie nam wziąć kocioł o powierzchni ogrzewalnej 30 koni par. × 20 *kg* = 600 *kg*. 600 : 20 = 30 *m* kw. Katalog poucza nas że kocioł tych rozmiarów, dla ciśnienia roboczego 5 atm. kosztować będzie 2000 rs., dla ciśnienia zaś 6 atm.—2300 rs. Tracimy zatem na kotle 300 rs., biorąc kocioł o 6 atm. ciśnienia i machinę № 0.

Kalkulacya zatém nietrudna. Ale daje nam ona wnioski tylko dotyczące strony ekonomicznej jednorazowego nakładu przy kupnie kotła i machiny.

Nawiasem mówiąc kalkulacya taka będzie tylko w pewnym stopniu słuszną: kotły z wyższem ciśnieniem właściwie mogą być mniejsze aniżeli kotły o niższem ciśnieniu. Ale o tem później.

Tymczasem ekonomiczne znaczenie, wysoce doniosłe—bezwzględnie rozstrzygające na rzecz kotłów o wysokiem ciśnieniu, polega na oszczędności w samej eksploatacyi kotła. Mając parę o wyższej prężności, możemy tęż samą pracę parowej machiny uzyskać, przy *mniejszem* napełnieniu cylindra—czyli że rozchód pary staje się mniejszym, gdyż robota pary jest w bezpośredniej zależności od jej prężności, mówiąc trywialnie — siły.

Tymczasem koszt wyprodukowania pary o wyższem ciśnieniu jest, w stosunku do wzrostu roboczej wartości tej pary, nader mały. Spróbujmy znów przykładu. Ażeby otrzymać parę 4 atm. o 144° C., potrzebujemy 650,42 jednostek cieplika, dla pary zaś 5 atm., o temperaturze 152° Celsiusza 652,86 jednostek cieplika. Czyli że ten rezultat osiągnęliśmy kosztem 2,44 jednostek cieplika, t. j., zwiększywszy ilość opału tylko o $^1/_3$%; zwiększyliśmy twórczą prężność pary o całe 25%.

Stąd zrozumiałą jest dążność do potęgowania wysokości roboczego ciśnienia w kotłach. Oczywiście granice temu wzrostowi kładą własności materyałów z których kotły są budowane, czyli ich wytrzymałość.

Karygodnem zatem jest używanie kotłów o małem ciśnieniu. Zdarzało mi się spotykać kotły o ciśnieniu roboczem $1^1/_2$ atmosfery. Ostatnio częściej spotyka się już w rolnictwie kotły o 4 atm. Jako pobudka służą tu nowe parniki w gorzelniach wymagające $3^1/_2$ atm. ciśnienia — nie zaś zrozumienie istotnej roli ekonomicznej tych kotłów. Ale, do wyższego ciśnienia nad 4 atm. mają rolnicy nieprzezwyciężony wstręt. Nie mam tu na myśli lokomobil bo kotły tychże stale są budowane do wyższego ciśnienia.

W stosunkach naszych winny mieć zastosowanie, w mniejszych rolniczo przemysłowych zakładach, pracujących małemi machinami, kotły o ciśnieniu 5 lub 6 atm. nie niżej. Wyższe ciśnienie nie zaleca się ze względu iż mniejsze machiny, parniki i t. p. nie są budowane dla takich ciśnień, jak 7—9 atm.

Motywem powszednim jest niczem nieuzasadniony przesąd o niebezpieczeństwie kotłów o wyższem ciśnieniu.

Kocioł zbudowany i wytrzymujący surową próbę, u nas prawem przepisaną, dla ciśnienia 8 atm., jest przy tem ciśnieniu *tak samo* narażonym, jak kocioł 4 atmosferowy przy ciśnieniu 4 atm. Przyczyny eksplozyi kotłów leżą w czem innem i równie dobrze dla tych przyczyn eksploduje kocioł przy 2 atm. jak i przy 6 atm. A niebezpieczeństwo? Czy pierwszy czy też drugi z tych kotłów eksploduje, to skutki są zawsze smutne. Tyle o ciśnieniu.

A zatem powtarzamy, przy ocenie kotła, rozważać winniśmy trzy czynniki: system kotła, powierzchnię ogrzewalną i wysokość ciśnienia.

Tymczasem u nas rozpowszechniła się inna, zgoła bałamutna, metoda oceny kotłów. Mówi się o kotle 20 - sto, 30 - sto konnym i t. p., przyczem rozumie się średnio 15 stóp kw. angielskich lub 1,5 *m* kw. powierzchni ogrzewalnej na konia. W najlepszym przeto razie jestto miara powierzchni ogrzewalnej i to *notabene* nie ścisła,

gdyż np. nie uwzględnia wcale ciśnienia w kotle. Czytelnik zaś nasz z powyżej wzmiankowanych uwag wyprowadził już zapewne przekonanie, że określenie podobne kotła w żadnym razie wystarczającem i miarodajnem nie jest.

Po tych uwagach ogólnych, mających na celu uświadomienie zasadniczych pojęć o kotle, przystępujemy do omówienia pojedynczych składników naszego tematu, abyśmy następnie całość łatwiej zrozumieć mogli.

Zaczynamy od *spalenia*. Główny sposób wytwarzania ciepła w przemyśle polega na spaleniu odnośnych materyałów palnych, które podczas tego procesu, wydzielając ciepło, łączą się z tlenem powietrza. Rozróżnia się przytem *niezupełne* i *zupełne* spalenie, stosownie do tego jaki stopień otlenienia bywa osiąganym, t. j., w pierwszym wypadku węgiel łączy się z tlenem na CO (tlenek węgla), w drugim zaś na CO_2 (dwutlenek węgla czyli kwas węglowy). Oczywiście ekonomicznem jest zupełne spalenie, przy którem wytwarza się więcej wolnego cieplika.

Materyały palne czyli opałowe dzielą się na *stałe, płynne* i *lotne*.

Teoretycznie dla spalenia wymagalne są następujące ilości tlenu:

Dla	niezupełnego	spalenia	1 *kg*	węgla	potrzeba	5,7 *kg*	powietrza,
„	zupełnego	„	1 „	„	„	11,4 „	„
„		„	1 „	wodoru	„	34,4 „	„

Dla mierzenia wartości opałowej materyałów posiłkują się umówionym miernikiem porównawczym zwanym *kaloryą, ciepłostką* czyli *jednostką ciepła*. Pojęcie to oznacza *ilość ciepła*, którą udzielić musimy 1 *l* lub 1 *kg* wody, by ją z temperatury 0° ogrzać na 1° C. Stąd wynika że *wartość opałowa danego materyału* mierzy się, albo mówiąc prościej *równa się liczbie kaloryj, którą 1 kg danego materyału wydziela przy zupełnem spaleniu*. Oto tablica przeciętnych wartości opałowych ważniejszych materyałów:

1 *kg*	antracytu		wytwarza	8110	ciepłostek
1 „	węgla kamiennego	spiekającego się	„	7500	„
1 „	„ „	piaskowego	„	7760	„
1 „	„ „	zlepiającego się	„	6600	„
1 „	„ brunatnego	włóknistego	„	3600	„
1 „	„ „	ziemistego	„	4450	„
1 „	„ „	muszlowego	„	5350	„
1 „	koksu		„	6500	„
1 „	suchego torfu		„	3000	„
1 „	„ drzewa		„	2800	„
1 „	węgla drzewnego		„	8000	„

Zatem przy spaleniu 1 *kg* węgla (C) na CO rozwija się 2417 kaloryi; otrzymujemy przytem $2^1/_3$ *kg* CO. Spalając teraz tenże CO na CO_2 otrzymujemy $2^1/_3 \times 2328 = 5665^1/_5$ wolnych jednostek ciepła. Czyli że 1 *kg* C. przy spaleniu zupełnem t. j. wprost na CO_2 daje nam $2417 + 5665^1/_3 = 8082^1/_3$ kaloryj.

W praktyce rzecz jasna rezultaty te nie dają się osiągnąć. To też tutaj posiłkują się zazwyczaj innem określeniem, a mianowicie pytają o *ilość wody* jaką 1 *kg* danego materyału przy spaleniu *wyparowuje*. Teoretycznie rozumie się pod odparowaniem ile kilogramów wody z 0° zamieni się na parę o 100° C. Rezultaty teoretyczne różnią się od praktycznych. Stosunek tych ostatnich do teoretycznych, daje mnożnik czyli efekt dla danego materyału.

Podajemy tu tablice uprzednio wzmiankowanych materyałów w stosunku do odparowywania; podane są w tym samym porządku.

1 *kg*	odparowywa	12,7 *kg*	wody	
1 „	„	11,7 „	„	
1 „	„	12,1 „	„	
1 „	„	10,3 „	„	
1 „	„	5,6 „	„	
1 „	„	6,9 „	„	
1 „	„	8,3 „	„	
1 „	„	10,1 „	„	
1 „	„	4,7 „	„	
1 „	„	4,4 „	„	
1 „	„	12,5 „	„	

Dla uzupełnienia podajemy w dalszym ciągu tablice wartości opałowych węgla z kilku kopalni krajowych:

Siła odparowywania 1 *kg* węgla.

Nazwa kopalni	ciepłostek	wody odparowanej *kg*
Milowice	6310	9,90
Rudolf	6160	9,67
Kazimierz	5969	9,37
Feliks I	5927	9,30
„ II	5956	9,35
Jan	6155	9,66
Renard	5899	9,26
Mikołaj	5739	9,01
Flora	5896	9,26
Saturn	6389	10,03
Mortimer	5688	8,93
Laura (Szląsk)	7141	11,21

Wreszcie dołączam tu w praktyce bardzo dobre dający rezultaty wzór, dla obliczania wartości opału, mający jeszcze i tą zaletę że uwzględnia słomę:

$$\frac{D}{B} = \begin{cases} \text{węgiel kamienny} & 5{,}5—10 \\ \text{koks} & 4{,}5—\ 8 \\ \text{węgiel brunatny} & 2{,}0—4{,}5 \\ \text{torf} & 1{,}5—3{,}0 \\ \text{drzewo} & 2{,}5—3{,}5 \\ \text{słoma} & 1{,}5—2{,}0 \end{cases}$$

Gdzie D oznacza ilość potrzebnych na godzinę kilogramów pary, zaś B, ilość potrzebnych na godzinę kilogramów materyału opałowego.

Jak wiadomo, ciepło nietylko przechodzi z jednej części danego ciała do drugiej, ale się udziela z jednego ciała drugiemu. W skutek powyższej własności rozróżniamy rozpostrzenianie się ciepła wewnątrz ciał i przechodzenie ciepła z pomocą promieniowania, gdy przejście to odbywa się na odległość; przenoszone w ten sposób, a zatem pośrednio, ilości ciepła zależne są od własności, wielkości i pochylenia płaszczyzn którym ciepło bywa udzielane, oraz od temperatury ciała ciepło swe przez promieniowanie oddającego. Ciała posiadają rozmaitą zdolność pochłaniania ciepła promieniującego.

Z kolei kilka uwag o wodzie, jako materyale z którego parę wytwarzamy. Złożone z 8 części wagowych tlenu i 1 części wodoru ciało, znamy w postaci lodu, wody i pary, które to kształty przybiera ono w skutek zmiany dopływu lub odpływu ciepła. Na powietrzu woda przy każdej temperaturze *ulatnia się*. Paruje przy zwiększaniu ilości dopływającego ciepła. Ilości atoli udzielanego wodzie cieplika są w zwykłych warunkach ograniczone: następuje punkt wrzenia, odpowiadający 100° C., poczem nowo doprowadzane ciepło idzie na przekształcanie wody w parę, nie podnosząc jej temperatury. Atoli ta temperatura zależną jest od ciśnienia. Owo wrzenie dotyczy wody w naczyniu otwartem t. j. znajdującej się pod ciśnieniem atmosferycznem. Parowanie wody jest tem silniejsze, im mniejszem jest ciśnienie i odwrotnie.

W zamkniętem naczyniu, zawierającem tylko wodę i parę, odpowiada podwyższeniu temperatury, zwiększony wytwór pary, przy jednoczesnem zwiększaniu się ciśnienia czyli prężności pary. Para w takich warunkach zawiera tylko pewną określoną ilość wody i zwie się *nasyconą*. Jeśli jednak zachowamy w dalszym ciągu tęż objętość, wstrzymamy dopływ wody, a będziemy dalej doprowadzać ciepło, to para nabiera własności gazów i zwie się *przegrzaną*. Nasycona para mając możność przy podnoszeniu temperatury, rozszerzać się, zachowuje się podobnie jak para przegrzana. Przy wydzielaniu się pary z wody, porywa ona z sobą cząsteczki wody i zwie się dla tego *mokrą* parą, w odróżnieniu od pary wody nie zawierającej. Przez zwiększenie temperatury pary, można zawarte w niej cząsteczki wody również przeistoczyć w parę i tem samem zrobić parę *suchą*.

Proces zatem wytwarzania pary z wody polega 1) na nagrzaniu wody do temperatury wrzenia t. j. 100° C.; mierzyć to możemy termometrem; 2) następnie na nowo doprowadzone ciepło dokonać musi pracę przekształcenia wody w parę, polegającą na pokonywaniu sił cząsteczkowych wody,

oraz ciśnienia. Zatem dopływ ciepła uwidocznia się w tym okresie tylko wytwarzaniem pary. Jest to ciepło parowania. Dla podniesienia temperatury 1 *kg* wody z 0° na 100° C. potrzebujemy 100 kaloryj. Żeby zaś tę ilość wody przekształcić w parę tej samej temperatury t. j. 100° C., potrzeba zużyć na tę transformacyjną robotę jeszcze 537 kaloryj. Czyli że na przeistoczenie 1 *kg* wody na parę 100° C. t. j. parę ciśnienia jednej atmosfery potrzeba $100 + 537 = 637$ kaloryi. Przez dalsze doprowadzanie ciepła spotęgujemy prężność pary. Ilość jednak nowego cieplika w stosunku do tej, która jest niezbędna dla wytworzenia z wody pary, jest bardzo nieznaczną. Tak np. dla wytworzenia pary 10 atmosfer ciśnienia, trzeba tylko 25 kaloryj. Fakt ten uzasadnia to cośmy we wstępie mówili o ekonomiczności w kotłach z zastosowaniem wysokiego ciśnienia. Pomijamy tu wzory służące do określania owych ilości ciepła i temperatur odpowiadających danym ciśnieniom; wzmiankujemy tylko iż istnieją tablice zawierające odnośne obliczenia.

Odwrotne zadanie, to jest przekształcanie przegrzanej pary w nasyconą, a tej w płyn przez wydzielanie ciepła, zwie się *kondensacyą*. O poszczególnych *materyałach opałowych* znajdzie czytelnik wiadomości niezbędne pod odnośnymi tytułami.

Oczyszczanie wody.

Woda zasilająca kotły parowe wyjątkowo tylko jest chemicznie czysta, zwykle zawiera rozpuszczone części mineralne; przez odparowanie wody i zasilanie świeżą, powstaje coraz gęstszy roztwór rozpuszczalnych części i osadzanie się ich na ścianach kotła, tworząc warstwę złego przewodnika ciepła, utrudniającą przejście gorąca gazów do wody, zmuszając palacza do utrzymywania silniejszego ognia, co powoduje znaczne zużycie opału i niszczy kocioł, gdyż kamień kotłowy oddzielając wodę od ścian kotła dozwala blachom rozgrzać się znacznie. W następstwie blacha przepala się, traci swą spoistość, tworzą się pęcherze, a nieraz powstaje rozdarcie blachy. Ogólnem jest zdanie, że najczęstszym powodem uszkodzeń i wybuchu kotłów parowych jest osad kotłowy.

Zanieczyszczenie wody bywa rozmaite, różnorodny też bywa osad w kotle i różne są sposoby usunięcia złych jego skutków. Ciała mineralne, które odgrywają poważną rolę przy tworzeniu się osadu w kotle są: siarczan i węglan magnezu, dwuwęglan wapnia i najniebezpieczniejszy gips, czyli siarczan wapnia; inne zanieczyszczenia wody nie mają wielkiego znaczenia, więc też o nich mówić nie będziemy. Po za ciałami mineralnemi rozpuszczalnemi woda porywać ze sobą może muł, piasek, ciała roślinne, a jeśli zasilamy kocioł wodą raz już użytą do jakiej fabrykacyi, to znaleźć w niej nieraz można chlor, kwasy, sole, barwniki, tłuszcze, cukier i t. p.

Z samego spisu widzimy że oczyszczanie wody rozpadać się musi na dwa zasadnicze rodzaje: 1) mechaniczne, polegające na filtrowaniu — i 2) chemiczne, zasadzające się na odjęciu częściom mineralnym zdolności utworzenia twardej skorupy wewnątrz kotła. Zanieczyszczeniom fabrycznym wody zasilającej łatwo zapobiedz może dozór i dobra wola zarządzającego.

Osadzanie i filtrowanie niewielkiej ilości wody potrzebnej w przemyśle rolniczym nie wymaga specyalnego omawiania, pozostaje zatem oczyszczanie wody od części mineralnych, rozpuszczalnych, a przynajmniej uczynienie ich niezdatnemi do wytworzenia twardej skorupy kamiennej wewnątrz kotła.

Osad mineralny wewnątrz kotła zależnie od zanieczyszczeń wody może być w postaci szlamu, albo twardego kamienia. Jako twardy kamień osadza się tylko gips, inne sole wapienne i magnezyowe jako też glinka tworzą szlam, który dopiero po pewnym czasie przypieka się do ścian kotła, tworząc kamień. Zwrócić jednak uwagę należy, że nawet bardzo małe ilości gipsu w wodzie zasilającej stanowią silną spójnię w szlamie, tworząc jednolitą twardą masę.

Jeżeli woda nie zawiera gipsu, wówczas może być bezpiecznie użytą do zasilania kotła, dbać tylko o to należy, by osiadający szlam nie przypiekał się do ścian kotła — dla tego należy często, n. p. co tydzień kocioł wydmuchiwać (przy ciśnieniu w kotle najwyżej 2 atmosfer) a codziennie, albo i dwa razy na dzień upuszczać wodę z kotła, na wysokość szkiełka wodowskazu.

Specyalnie przestrzegać tego należy z pieczołowitością przy kotłach w lokomobilach.

Upuszczanie wody powinno nastąpić w $1^1/_2$ do 2 godzin po przerwaniu działania kotła aby muł mógł swobodnie osiąść na dnie.

Kran spustowy powinien być umieszczony w najniższem miejscu, aby muł swobodnie doń schodził. Po za tem należy najwyżej co 2 miesiące kocioł otworzyć, aby oczyścić go z resztek mułu i upewnić się czy tu lub owdzie nie przypiekł się muł do ścianek.

Wydmuchiwanie kotła, jak wyżej wspomnieliśmy, powinno następować przy $1^1/_2$ do 2 atm. ciśnienia; przedtem należy otworzyć drzwiczki i podnieść szyber kominowy, aby mury ochłodzić. Jak widzimy przeto, nie zbyt trudnym jest sposób radzenia sobie z tego rodzaju zanieczyszczeniem.

Zresztą przy wyborze systemu kotła, omówimy to jeszcze następnie — brać już trzeba pod uwagę wodę, czyli wybierać taki rodzaj kotłów który w danym wypadku złej wody łatwo czyścić się daje.

Inaczej atoli przedstawia się sprawa gdy woda zawiera gips. Tu powyższe zwykłe środki nie wystarczają i wodę należy zmiękczyć *chemicznie*, aby uniknąć smutnych następstw kamienia kotłowego. Ze wszystkich dotychczas próbowanych odczynników racyonalnemi okazały się soda (zwyczajna, krystaliczna) i wapno (tlenek wapnia); tlenek wapnia zamienia rozpuszczalny dwuwęglan wapnia, na węglan wapnia czyli kredę nierozpuszczalną w wodzie, a soda zamienia gips również na kredę. Glinka zostaje również strącona. Dodawanie tych odczynników może nastąpić do kotła, t. j. do rezerwoaru z którego ciągnie pompa, albo też przed rezerwoarem, tak aby woda przypływała do rezerwoaru już zmiękczona, osadziwszy po drodze muł powstały ze zmiękczenia wody. Oczywiście tylko drugi system zmiękczania i oczyszczania wody przed wprowadzeniem jej do kotła zapobiega w zupełności tworzeniu się kamienia i szlamu, i tylko taki sposób ma poważne znaczenie w wielkim przemyśle. Aparaty do tego celu służące budują rozmaite fabryki. Ale w przemyśle drobnym gospodarskim można sobie poradzić z dobrym skutkiem w sposób znacznie łatwiejszy i tani zmiękczając wodę w samym kotle, czyli zmieniając kamień i gęsty muł na takie ciała, które dają osad o konsystencyi proszku kredowego, nie przylegającego do ścian kotła.

Jeszcze raz zwracamy uwagę, że zmiękczanie wody które obszerniej opisujemy nie zmniejsza osadu w kotle, lecz tylko czyni go nieszkodliwym dla kotła, t. j. nie pozwala mu tworzyć kamienia, ani zapychać armatury kotła.

W celu dokonania badania wody najwłaściwiej zwrócić się do pracowni chemicznych. Chcąc jednak być w stanie stale — od czasu do czasu — kontrolować swój kocioł, posiłkować się można własnem laboratoryum. Oto odnośna instrukcya:

Aby przeprowadzić jakościową analizę wody i kontrolować zmiękczanie wody w kotle należy się zaopatrzyć w odczynniki i przyrządy następujące, których koszt nie przeniesie 2 rs:

6 próbowek (epruwetek) nie mniejszych nad $^5/_8$ cala średnicy;

1 lejek szklany, mały;

$^1/_5$ libry papieru filtrowego i arkusz papieru lakmusowego, czerwonego.

Uncya szczawianu amonu, chlorku barytu, sody zwyczajnej, kwasu solnego chemicznie czystego, chlorku wapnia i butelkę wody dystylowanej lub deszczowej po za tem 4 buteleczki półfuntowe dobrze umyte.

W butelkach przygotować sobie dosyć silne roztwory wyżej wspomnianych odczynników w wodzie dystylowanej i przefiltrować przez bibułę filtrową, wykładając dobrze wymyty lejek bibułą.

Aby przekonać się czy woda do zasilania kotła zawiera sole wapnia lub magnezu, należy owej wody przefiltrowanej nalać do $^1/_3$ wysokości próbówki; dolać trochę szczawianu amonu lub sodu, albo jednego i drugiego i doprowadzić do wrzenia nad lampką spirytusową, albo zwyczajną lampą naftową.

Tu zauważymy zaraz, że zmętnienie w próbówce, które występuje powoli na zimno, przy zagotowaniu okaże się natychmiast.

Jeśli woda pozostanie przezroczysta, możemy być spokojni, że nigdy osadu w kotle mieć nie będziemy.

Z intensywności zmętnienia możemy mniej więcej sądzić o sile zanieczyszczenia wody.

Aby przekonać się czy woda zawiera gips, należy do jednej próbówki nalać troszkę roztworu chlorku barytu przefiltrowanego i dolać kwasu solnego kilkanaście kropel; jeżeli nastąpi zmętnienie (było by to znakiem, że kwas solny nie jest czysty) należy zawartość próbówki przefiltrować, aby była zupełnie bezbarwna. Tak przygotowany zakwaszony chlorek barytu należy wlać do próbówki z wodą, którą analizujemy i zagotować — jeśli nastąpi zmętnienie — będzie to znakiem, że woda zawiera gips, w ilości niebezpiecznej dla kotła.

Może jednak znajdować się w wodzie tak mało gipsu, że nie dostrzeżemy go w pró-

bówce, jednak wystarczy on by ze szlamem utworzyć kamień; dla tego należy przekonać się czy osad kotłowy nie zawiera gipsu.

Dwie łyżeczki osadu wsypać do próbówki i zalać chemicznie czystym kwasem solnym, pozostawić przez 12 godzin, zlać do drugiej próbówki, filtrując go przytem, aby był zupełnie przezroczysty; rozcieńczyć taką samą ilością wody, dolać kilka kropel roztworu chlorku barytu i rozgrzać. Jeżeli nie będziemy mieli zmętnienia — wówczas możemy być całkiem spokojni, że gips i siarczan magnezu kotła nie zanieczyści.

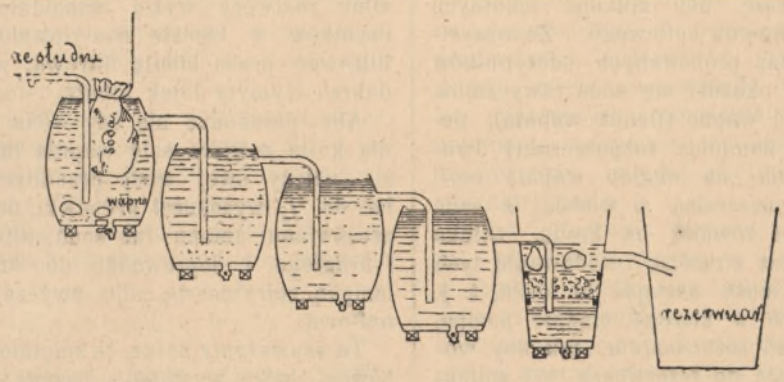
Jeżeli okazuje się potrzeba zmiękczania wody, t. j. gdy w kotle tworzy się kamień lub muł gęsty, zatykający kraniki wodowek czerwonego papieru lakmusowego; jeśli pozostanie bez zmiany, dodajemy więcej sody, np. po 5 funt. dziennie i t. d. aż natrafimy na ilość taką, że papierek lakmusowy zacznie barwić się na niebiesko.

Jeżeli zmiana barwy następuje zbyt prędko, — będzie to dowodem żeśmy za dużo sody dodali.

Widzimy zatem, że kontrolę nie trudno przeprowadzić, baczyć jednak należy, że w różnych porach roku różne może być wody zanieczyszczenie.

Kontrolę ilości dodanej sody można zrobić dokładnie w inny sposób — mianowicie wziąwszy próbkę wody z kotła, nalać jej troszkę do dwóch próbówek, filtrując przy nalewaniu — do jednej próbówki dolać co-

Fig. 16.



wskazu, najprościej zwalczyć możemy złe skutki zanieczyszczeń wody w następujący sposób:

Wodę do kotła ciągnąć należy nie wprost ze studni lub rzeki, ale z rezerwoaru, którym może być dowolnej wielkości kadź drewniana; w niej pośrodku na drążku umieszczamy sięgający do $^3/_4$ głębokości kadzi woreczek z rzadkiego płótna, w który sypiemy sodę zwyczajną krystaliczną, tak potłuczoną, aby się w 6 do 8 godzin rozpuściła lub dodajemy parę razy dziennie. Widzimy, że w taki sposób wprowadzić możemy dowolną ilość sody do kotła; aby określić ilość potrzebną kładziemy przez 3 dni np. po 4 funty, upuszczamy kranikiem wodowskazowym troszkę wody do garnczka, czekamy aż się odstoi i kładziemy do wody skrakolwiek szczawianu amonu i zagotować — jeśli nastąpi zmętnienie, dowód, że za mało sody dodano; — do drugiej próbówki dolewamy chlorku wapnia — jeśli wystąpi zmętnienie — dowód, że sody jest za dużo. Trzeba tak określić ilość sody, aby jej było raczej troszkę zamało niż za dużo, gdyż nadmiar sody powoduje burzenie się wody w kotle, a przytem w kotłach starych, zarośniętych kamieniem może nastąpić tak dokładne wypłókanie kamienia, że ujawni się wszelka nieszczelność kotła, która mogła się była zatkać kamieniem.

Zmiękczając wodę w kotle czynimy osad nieszkodliwym, ale nie zmniejszamy jego ilości, należy więc co dzień upuszczać wodę z kotła i co pewien czas np. co 2 tygodnie wydmuchiwać kocioł.

Można jednak z małym ambarasem i kosztem urządzić samemu zmiękczanie i oczyszczanie wody; do tego wystarczy 5 starych beczek, połączonych rurami, jak wskazuje rysunek (fig. 16). Do pierwszej beczki kładziemy w worku sodę w małych ilościach kilka razy dziennie, a na dno wrzucamy bryłkę wapna lasowanego. Wodę wprowadza się do pierwszej beczki, tu ona zmiękcza się, następnie przepływając przez szereg beczek osadza zanieczyszczenia, które teraz stały się nierozpuszczalnemi i do rezerwoaru z którego zasilamy kocioł, przypływa czysta woda, bez szlamu i zanieczyszczeń kamień kotłowy tworzyć mogących. Próbę wody należy robić z ostatniej beczki za pomocą papieru lakmusowego lub wyżej wymienionych odczynników.

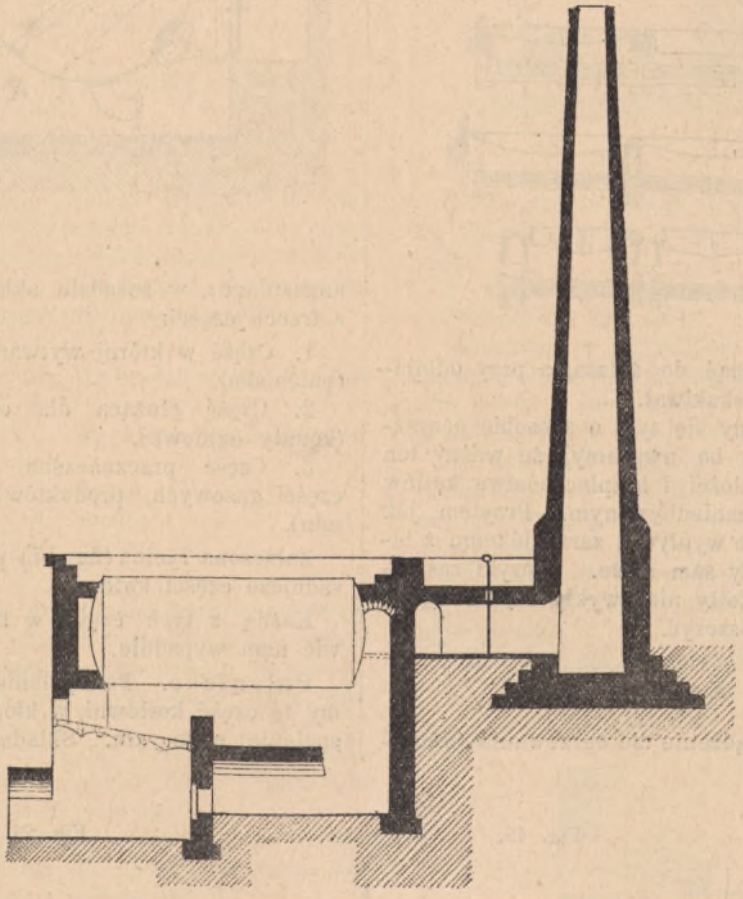
Muł osadzony wypuszcza się otworami w dnie.

Pożytecznem jest wprowadzenie w ostatniej beczce filtru, między dwoma denkami podziurawionemi, wypełnionego cienkiemi wiórami stolarskiemi. Wióry te należy zmieniać co parę lub kilka tygodni, zależnie od zanieczyszczeń.

Jak wyżej zauważyliśmy, zmiękczanie wody będzie znacznie dokładniejsze, jeśli woda w pierwszej beczce będzie rozgrzana, słusznem byłoby więc zastosowanie wężownicy, aby módz wodę rozgrzewać do 60^0 lub 70^0. Ale można się bez tego obejść.

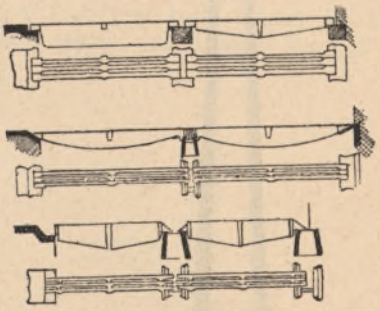
Koszt zmiękczania wody zapomocą sody jest bardzo niski. Przy bardzo złej wodzie nie przewyższy 75 kop. tygodniowo—przy

Fig. 17.



cenie sody 40 kop. za pud w Warszawie dla machiny parowej 12-o konnej. Oczyszczanie wody sodą i wapnem jest znacznie tańsze. Wreszcie dodajemy tu uwagę że kamień kotłowy należy odbijać od ścianek lekkimi i tępymi oskardami, gdyż ostre i ciężkie rozbijają kocioł i niszczą blachę nie przyśpieszając roboty. Właściwem jest wysmarowanie blach kotła grafitem, smołą gazową, lub natarcie gęstym smarem mineralnym, aby osiadający kamień nie mógł

Fig. 18.



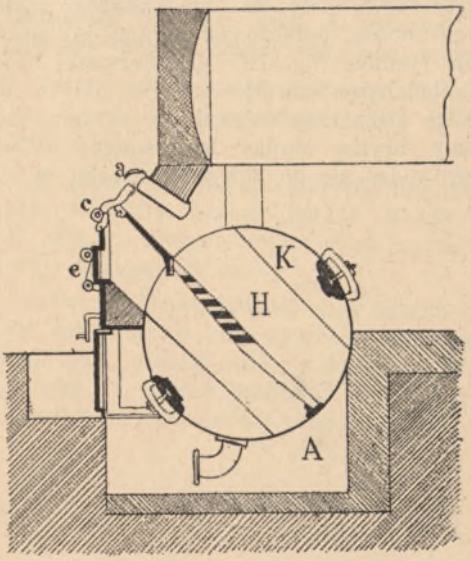
si'nie przylgnąć do żelaza, a przy odbijaniu łatwo odskakiwał.

Rozpisaliśmy się tyle o sposobie oczyszczania wody, bo uważamy, że ważny ten czynnik trwałości i bezpieczeństwa kotłów bywa stale zaniedbywanym. Przytem, jak z powyższego wypływa, zaradzić temu z łatwością każdy sam może. Fabryki zaś dostarczające kotły nie zwykły się następnie o los ich troszczyć.

Kotłownia.

Każde urządzenie dla ogrzewania (Feuerungsanlage), w zasadzie składać się musi z trzech części:

Fig. 20



1. Część w której wytwarza się ciepło (palenisko).
2. Część służąca dla oddania ciepła (kanały ogniowe).
3. Część przeznaczona do wydalania części gazowych, produktów spalenia (komin).

Załączona rycina (fig. 17) przedstawia zasadnicze części kotłowni.

Każdą z tych części w krótkości omówić nam wypadnie.

Palenisko. Pod paleniskiem rozumiemy tę część kotłowni, w której odbywa się spalenie materyału. Składa się ono za-

Fig. 19.

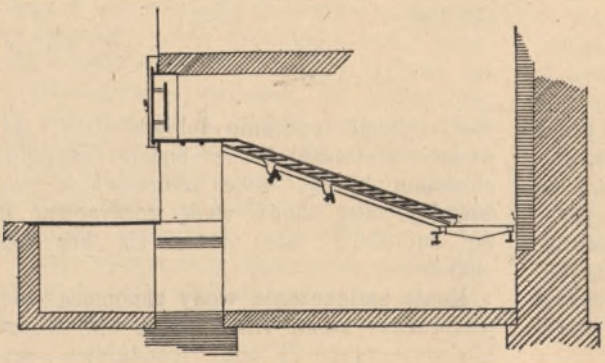
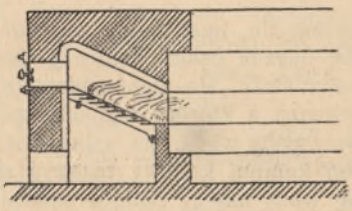


Fig. 21.



zwyczaj ze sztab żelaznych (rusztów), między któremi są szpary dla dostępu powietrza i z miejsca dla opadania popiołu (fig. 18). Całkowitą powierzchnię rusztów należy odróżniać od powierzchni którą zajmują razem wszystkie szpary. Ta ostatnia zwie się *wolną*.

Od dobrego paleniska wymagamy:

1) Przepuszczania odpowiedniej dla danego materyału ilości powietrza.

2) Niedopuszczanie przelatywania części niespalonych.

3) Łatwość oczyszczania szpar.

4) Trwałość.

Stosunek wolnej powierzchni (F) do całkowitej (R) należy przyjąć:

$F = 1/3 — 1/2$ R dla węgla i koksu,
$F = 1/5 — 1/3$ R „ „ brunatnego,
$F = 1/2 — 1/5$ R „ drzewa i torfu.

Powierzchnię wolną osiągnąć możemy albo przez rozszerzenie szpar, albo przez układanie większej liczby wąskich rusztów, to jest przez powiększanie liczby szpar. Odległość szpar przyjmują zwykle:

4— 5 *mm* dla drobnego węgla kamiennego;
6—10 „ „ zwykłego węgla kamiennego;
6— 8 „ „ koksu,
12—15 „ „ torfu,
5— 6 „ „ drzewa.

Stosownie do układu rusztów rozróżniamy ruszty *płaskie* i *pochyłe* czyli *schodkowe*. Te ostatnie przeważnie zastosowywane bywają przy użytkowaniu trocin, miału węglowego itp.

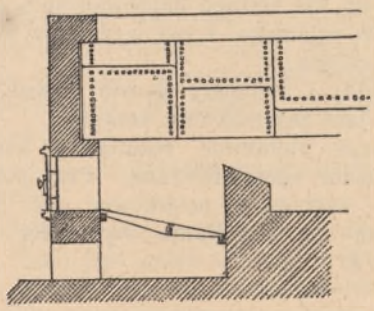
Podajemy tu ryciny przedstawiające niektóre z tych typów. Układ rusztu płaskiego widzieliśmy na fig. 17.

Ruszt schodkowy, zakończony rusztem płaskim, zdatny do opału trocinami, wiórami i drzewem podaje fig. 19.

Bardzo dobry ruszt schodkowy nadający się do wszelkiego opału, ale opłacający się tylko przy dobrym opale podaje fig. 20. Zwie się on „Tenbrink“. Tutaj ruszt—nawpół schodkowy, nawpół płaski—mieści się w rurze H znajdującej się wewnątrz cylindrycznego kotła K. Zatem całe palenisko otoczone jest wodą. Paliwo dorzuca się przez klapę c. Powietrze dochodzi przez A i e, a także przez regulacyjną rurę a.

Bardzo dobry ruszt, szczególniej dla miału, a datujący istnienie swe od niedawna, nosi nazwę wynalazcy, Kudlicza. Jest on jednak drogi i z tego powodu nie nadaje się do zastosowania w rolnictwie.

Fig. 22.



Co do układu swego w stosunku do kotła rozróżniane są trzy kategorye palenisk:

1) Palenisko znajduje się przed kotłem (Vorfeuerung) (fig. 21).

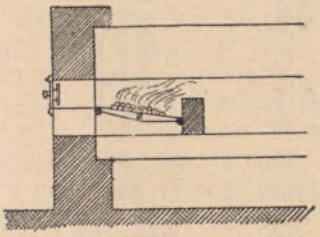
Palenisko to używa się przy opalaniu materyałem drobnym, lub przeciwnie wielkim (pieńki), lub też gdy chcemy uniknąć promieniowania powierzchni ogrzewalnej.

2) Palenisko znajduje się pod kotłem (Unterfeuerung) (fig. 22). Tutaj ogrzewanie odbywa się i za pomocą ciepła promieniejącego.

3) Palenisko wewnętrzne (fig. 23). Tutaj działanie ciepła promieniującego jest największem.

Paleniska dla materyałów płynnych i

Fig. 23.



gazowych — jako rzadko spotykane — pomijamy.

Kanały. Kanały ogniowe winny być tak zbudowane, aby dozwalały na możliwie długą i ścisłą styczność gazów z powierzchnią ogrzewalną kotłów, oraz aby były do-

stępne dla oczyszczania i dopuszczały możność rewidowania kotła. Szybkość przepływu gazów w kanałach nie powinna przekraczać 4 do 5 *m*, najlepiej 3 *m* na sekundę. Oczywiście stosownie do systemu kotła zmieniają się też i systemy obmurowania tegoż.

Wywoływanie ciągu. Ciąg jest niezbędnym dla stałego doprowadzania powietrza do paleniska i dla wydalania produktów spalenia.

Zwykły i najlepszy sposób wywoływania ciągu jest zastosowanie komina.

Teorya obliczania rozmiarów kominów jest nader skomplikowaną. Przy pomniejszych zakładach posiłkować się można wzorem do określania wysokości komina (*H*):

$$H = \left(\frac{7\,B}{B+30}\right)^2$$

gdzie *B* oznacza ilość węgla na godzinę potrzebną dla wytworzenia *D kg* pary na sekundę. Czyli, że $B = 520\ D\ kg$.

Inna metoda głosi by komin nie był niższym od 16 *m* i by wysokość wynosiła nie mniej jak 25 razy wzięta najmniejsza jego średnica.

U lokomobil, gdzie prócz działania komina ma zastosowanie sztuczne wywoływanie ciągu, wysokość komina wynosi 6 — 7 krotną średnicę tegoż. Średnica zaś komina wynosi u lokomobil 1—1,5 średnicy cylindra parowego.

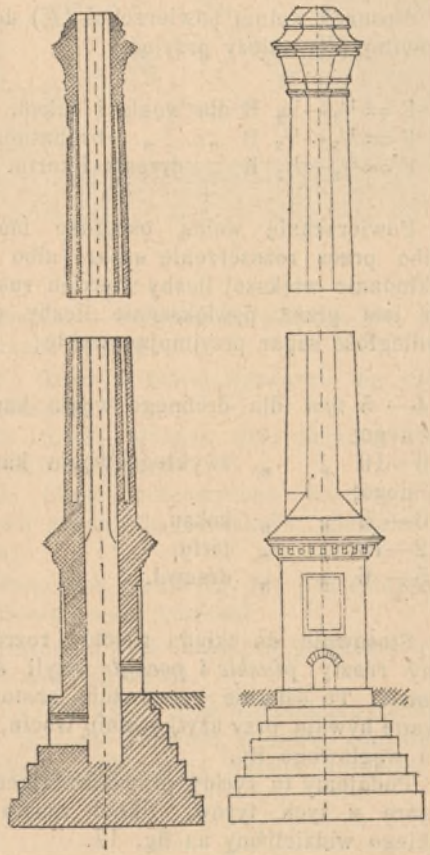
Dla celów praktycznych pozwalam sobie podać następujące wymiary kominów, stosowane z powodzeniem w praktyce:

Powierzchnia ogrzewalna kotła w ang. stopach kwadr.	Wysokość komina w stopach ang.	Średnica komina w calach ang.
do 300	50	22
300—400	50	26
450—600	60—70	30
600—800	75—90	36

Kominy bywają żelazne i murowane. Oczywiście ze względu na samo działanie komina, oparte na różnicy temperatury słupa gazów w kominie a otaczającego powietrza, należy kominy żelazne, jako łatwo dozwalające ochładzać się słupowi gazów, potępić. Również i trwałość tych kominów jest znacznie mniejszą i nie przekracza lat 10-ciu. Kominy żelazne mają stale kształt okrągły, który daje najmniejszy obwód, a zatem najmniejszą powierzchnię ochładzającą. Nadto kształt ten ułatwia opór sile wiatru.

Blachę na kominy, stopniowo coraz cieńszą, używać należy grubości $^1/_4$, $^3/_{16}$ i $^1/_8$ cala angielskiego. Baczyć należy, by połączenia blach poziome odbywały się przy

Fig 24.



pomocy pierścieni z kutego żelaza nie zaś wprost przez nitowanie. W ogóle jeśli komin żelazny jest nieekonomicznym, to zwykłe, byle jak i przez byle kogo u nas sklecone kominy w żaden sposób się nie rentują.

Co do kominów murowanych, to dla taniości budują prócz okrągłych, ośmiokątne i czworokątne. Te ostatnie tylko w takim wypadku polecić można, jeśli nie ma w okolicy odpowiednio uzdolnionych mularzy.

Co do pozostałych wymiarów komina, to podajemy tu niektóre dane. Podstawa fundamentu komina ma być w stosunku do wysokości komina jak 1 : 8 lub 1 : 7. Postument 1 : 5—1 : 4. Zwężanie się 18 do 20 *mm* na metr. Wysokość piętr 6 — 10 *m*. Grubość górnej ściany $^1/_2$ do 1 cegły (120—250 *mm*); co piętro dodaje się o $^1/_2$ cegły. Wewnętrzna średnica zwiększa się u dołu w stosunku do górnej, wylotowej średnicy o $^1/_{60}$ całkowitej wysokości komina. Stosunek średnicy komina do powierzchni paleniska uwzględniliśmy w jednej z pierwszych tabel.

Budowanie kominów odbywa się albo z zewnątrz, wówczas koszt budowy potęgują kosztowne rusztowania, albo też z wewnątrz. W tym ostatnim wypadku oszczędza się jeszcze i na samym materyale budowlanym. Niestety, u nas braknie majstrów umiejących stawiać kominy w ten sposób. Zagraniczni podejmują się budowy kominów średnich rozmiarów (60—70 stóp) za 200—300 marek.

Siłę wiatru skierowaną pionowo należy przyjmować przy obliczeniach nie mniej 300 *kg* na m^2 (fig. 24).

W razach gdy ciąg komina nie wystarcza, t. j. nie można postawić komina odpowiednich wymiarów, zastosowywane bywają sztuczne środki. Działają one za pomocą ssania gazów albo ciśnienia. Pierwsze są to wentylatory, ekshaustory, drugie dmuchawki parowe. Te ostatnie widzimy np. u lokomobil, pierwsze u kadzi zaciernochłodzącej w gorzelniach. Oczywiście środki te trzeba traktować jako ostateczne, ponieważ zużywają wartościową parę.

Co do *powierzchni ogrzewalnej* kotła, to zauważyć winniśmy, że powierzchnia ta winna być czystą, by łatwo przyjmowała ciepło. W obec tego, iż przyjmować ona powinna tyle ciepła, ile go jednocześnie oddaje na wewnętrznej swej stronie wodzie, baczyć należy by z drugiej strony powierzchni ogrzewalnej stale była woda nie zaś para, która jest złym przewodnikiem ciepła. W przeciwnym razie mogło by nastąpić, iż blacha kotłowa pochłaniając więcej ciepła aniżeli go oddawać jest w stanie, rozpaliła by się powodując wybuch. To też kanały ogniowe muszą w najniższej swej części znajdować się jeszcze o 10 *cm* poniżej najniższego stanu wody w kotle.

Systemy kotłów.

Okoliczność, że dotychczasowe kotłownie dalekie są jeszcze od doskonałości, służy za pobudkę do rozmaitych prób udoskonaleń i wynalazków. To też rozmaitych systemów kotłów istnieje co nie miara. My tutaj rozejrzymy się tylko w głównych zasadniczych systemach — mając to na względzie że dla celów z rolnictwem związanych najprostsze kotły są zarazem zwykle i najodpowiedniejsze.

Zasadniczo rozróżniają następujące systemy kotłów:

1. Cylindryczne — walcowe (Walzenkessel). Tutaj jest jeden cylinder z wodą.
2. Kotły walcowe z podgrzewaczami, bulierowe, albo Wolf'owskie. Tutaj mamy rury wielkie w których woda się gotuje,
3. Kotły z rurami płomiennemi:
   a) z jedną rurą t. zw. Kornwalskie
   b) z dwiema rurami tak zwane Lancashire.
4. Kotły z rurkami płomiennemi. Tutaj gazy, za pośrednictwem pewnej liczby rurek, przechodzą przez wodę.
5. Kotły z rurkami wodnemi, w których woda znajduje się w rurkach przechodzących przez ogrzane gazy.
6. Kotły stojące.

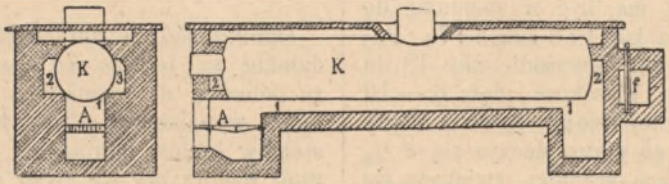
Oprócz tego istnieją kotły kombinowane i do tej kategoryi należą najlepsze.

Każdy z tych typów—stosownie do jego dla nas znaczenia omówimy w tym miejscu.

1. Kotły proste walcowe.

Kocioł ten, jak z załączonej ryciny widzimy przedstawia jeden cylinder *k* (fig. 25). Ponad nim znajduje się tylko odbieralnik pary *D*. Odbieralnik służy nie tylko w celu powiększenia przestrzeni dla gromadzenia się pary, a więc nie tylko jako zbiornik tejże, ale zarazem dozwala odbierać suchszą parę, gdyż kropelki wody unoszone z parą w górę mają czas skroplić się i opaść, albo też przeistoczyć się również w parę. *A* oznacza palenisko; *f*—kanał do kominia ze szybrem dla potęgowania lub zmniejszania ciągu. Liczby 1, 2, 3 oznaczają kolejny obieg gazów zanim do komina trafią. Kotły te są najprostsze. Powierzchnię ogrzewalną ich oblicza się według wzoru $F = 2\ D\ L$ gdzie D oznacza średnicę kotła, zaś L długość. Zatem tutaj powierzchnia ogrzewalna wy-

Fig. 25.



nosi $^2/_3$ całości, $^1/_4$ wypada na parę, $^3/_4$ na wodę.

Aczkolwiek kotły te są nader proste, łatwo się oczyszczają i do pilnowania nie są trudne — to jednak polecać je można tylko dla bardzo małych zakładów. Jeśli zachodzi potrzeba większej powierzchni, to kotły te wypadają bardzo długie.

Kotłów takich nie robią większych nad 30 *m* kw. powierzchni ogrzewalnej; średnica — 1,5 *m*. Długość do 10 *m*. Ciśnienie nie wyżej 5 atmosfer.

2. Kotły z podgrzewaczami.

Kotły z podgrzewaczami należą dla nas do najciekawszych. Bywają one zwykle z jednym bulierem lub z dwoma (niekiedy i z 3-ma). Fig. 26 przedstawia nam właśnie pierwszy z tych kotłów (*O* kocioł, *U* podgrzewacz).

Fig. 27 — drugi z nich, t. j., opatrzony 2-ma bulierami.

Wreszcie fig. 28 daje nam widok kotła wielkiego — a więc mniej nas interesującego — składającego się z całego systemu bulierów. Zwą takie kotły — bateryjnemi.

Kotły z podgrzewaczami jednym lub dwoma, stosownie do wielkości, należą do najpopularniejszych u nas w kraju, nadają się bowiem nieźle do czyszczenia, i są względnie nie drogie. Należą one do kotłów o wielkiej pojemności wody, podobnież jak i uprzednio już opisany kocioł. Tego rodzaju kotły nadają się tam gdzie zapotrzebowanie pary jest zmiennem i naraz potrzeba większej ilości pary. Weźmy dla przykładu gorzelnie, gdzie w chwili puszczania pary do parników, lub puszczania w ruch ekshaustora, komsumcya pary na raz silnie wzrasta. Z drugiej znów strony kotły o wielkim zasobie wody dłużej rozgrzewać trzeba, ale przytem wolniej ostygają. Odpowiadają przeto z tego względu fabrykacyi trwającej przez ciąg całej doby.

Ze stanowiska swej budowy kotły te mają słabą stronę w połączeniach bulierów z kotłem. Kotły takie wymagają względnie kosztowniejszego obmurowania.

Powierzchnię ogrzewalną kotłów z podgrzewaczami w praktyce obliczać można według następujących wzorów:

Z 1 bulierem

$$F = 2DL + 3D_1L_1$$

Z 2 bulierami

$$F = 2DL + 6D_1L_1$$

gdzie D = średnicy wielkiego kotła, D_1 = buliera; L_1 i L_1 odnośne długości.

Fig. 26.

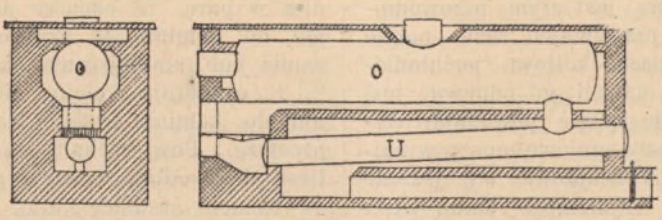
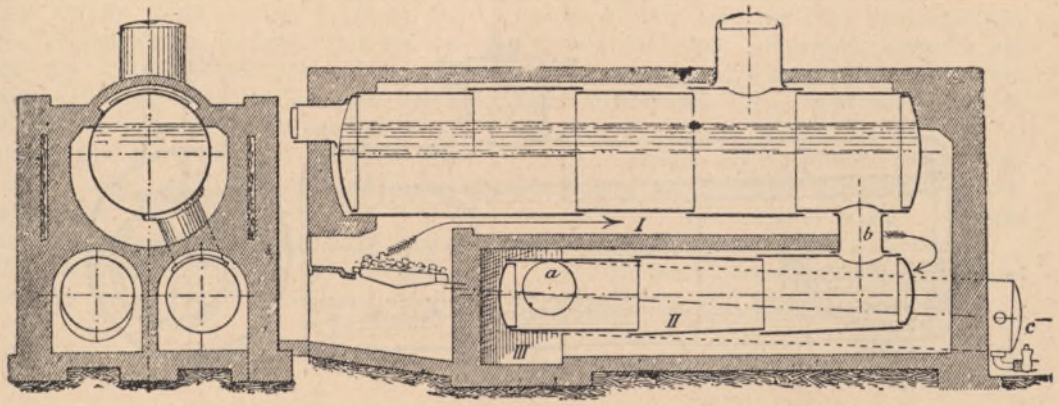


Fig. 27.



3. Kotły z rurami płomiennemi.

Kocioł kornwalski czyli z jedną rurą płomienną podaje nam rycina fig. 28. Są to kotły ze wszech miar zasługujące na uznanie. Pojemność wody wielka. Z jedną atoli rurą kotły te wypadają za wielkie. To też budują się niewielkie kotły tego typu.

Rura płomienna jest oczywiście bardziej narażoną, forsowniej nagrzewaną i przez to rozszerza się i skraca silniej aniżeli cały korpus kotła, co oczywiście naraża cały kocioł. Są rozmaite konstrukcyjne sposoby zapobiegania powyższemu zjawisku.

Najskuteczniejszym atoli jest sposób zastosowania zamiast rury płomiennej z blachy gładkiej, rury z blachy falistej. Tym sposobem osięgają się liczne dobre skutki. Przedewszystkiem znacznie powiększa się powierzchnia ogrzewalna. raz z tego powodu, że przy jednakowej długości kotła powierzchnia zetknięcia wody z ogrzaną rurą falistą jest większą aniżeli przy rurze gładkiej — stąd przy jednakiej powierzchni ogrzewalnej kocioł z rurą z blachy falistej będzie krótszym; powtóre dla tego, że wytrzymałość blachy falistej na przegięcie jest znacznie większą. Następnie kotły te są bezwarunkowo najmocniejsze. Przytem kamień nie trzyma się na powierzchni rury falistej—odpryska przy wibracyach dokonywanych przez rurę przy ostyganiu lub ogrzewaniu się.

Załączona fig. 29 przedstawia nam taki kocioł.

Jak z poprzecznego przecięcia dostrzedz można, rura płomienna umieszczoną jest z boku. Okoliczność pod względem czyszczenia bardzo ważna. W wązkiej części między rurą i kotłem woda prędzej się nagrzewa—i silniejszy jej ruch pozwala się osadzać zanieczyszczeniom tylko na przeciwległej stronie rury w części szerokiej.

Kotły z dwiema rurami płomiennemi (fig. 30) — są w zasadzie identyczne z poprzedniemi. Wypadają one krótsze od zwykłych korwalijskich i przeto mogą być zastosowane tam gdzie chodzi o większą powierzchnię ogrzewalną. W tym celu dodawane bywają tak zw. rurki Galloway'skie napełniane wodą a przechodzące w poprzek rur płomiennych. Wzmacniają one nadto rurę płomienną.

Fig. 28

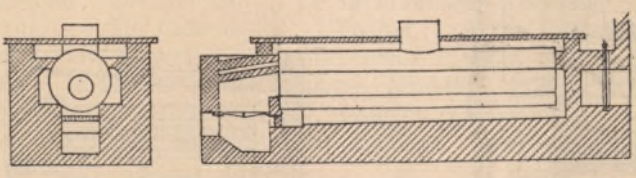
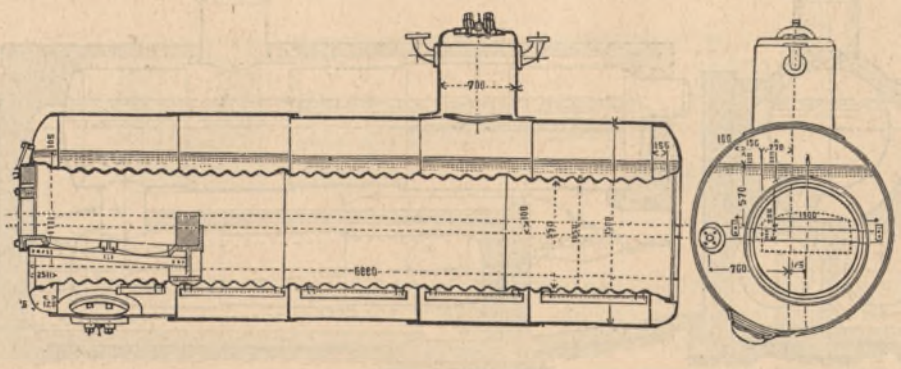


Fig. 29.



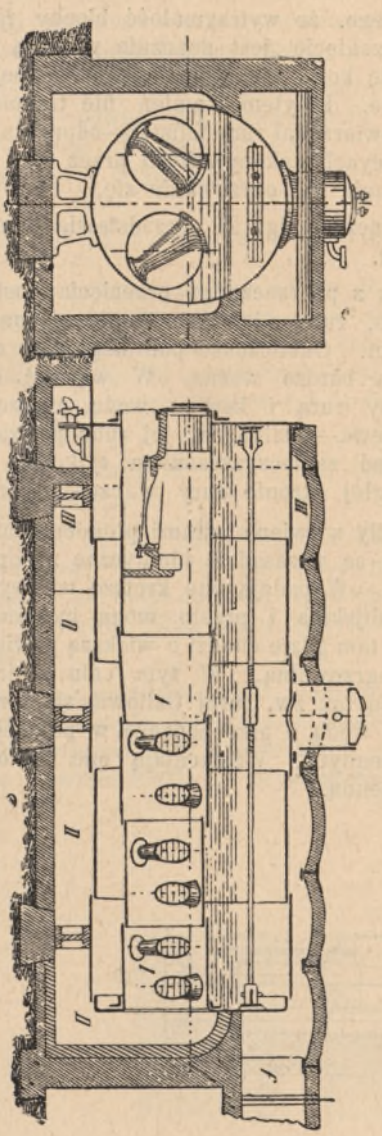


Fig. 30.

4. Kotły z rurkami płomiennemi.

Są to kotły mające szerokie zastosowanie w praktyce. Gazy przechodzą tu przez szereg cienkich rur, umieszczonych w kotle z wodą.

Fig. 31 przedstawia nam rysunek szematyczny takiego kotła.

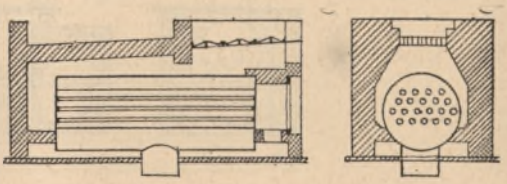
Kotły te są o małej pojemności wody. Nagrzewają się szybko i szybko ostygają. Mają przy małych rozmiarach znaczną powierzchnię ogrzewalną.

Z pomiędzy wszystkich opisanych kotłów są to kotły najmniej trwałe—choć remont ich nie jest znów ani zbyt trudnym, ani drogim — ale bądź co bądź kłopotliwym. Ale kotły te trudniej od innych oczyszczać i z tego powodu tylko przy dobrej wodzie zastosowywane być powinny.

Do powyższej kategoryi kotłów zaliczyć należy kotły w lokomotywach oraz lokomobilach.

Ostatnio opisane trzy systemy kotłów są najbardziej rozpwszechnione i najodpowiedniejsze dla celów przemysłu rolniczego. Zanim przeto przejdziemy do opisu innych kotłów, pozwolimy sobie zrobić małe zestawienie.

Fig. 31.



Najlepsze i zawsze znajdujące zastosowanie byłyby kotły z rurą z blachy falistej. Te jednak są za drogie i z tego powodu nie każdy na nie zdobyć się może.

Następnie idą kotły z dwiema rurami płomiennemi i te możnaby zawsze bezwarunkowo polecać, gdyby nie stały na przeszkodzie znów dwa względy: ich ciężar i wysoka cena.

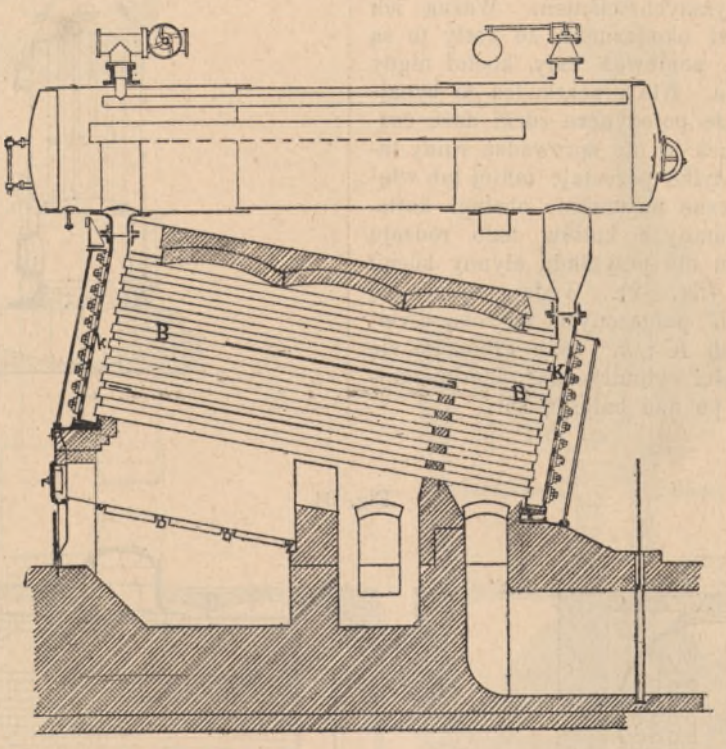
Są w naszym kraju miejscowości niestety bardzo liczne, do których prowadzą drogi tak źle utrzymywane, z mostami na nich znajdującemi się w tak opłakanym stanie, że nie może być wprost mowy o kotle lankashirskim. W takich razach łatwiej sobie poradzić z bulierowym. Jest on lżejszym, a przy tem bulier zwykle idzie oddzielnie i zmontowywa się dopiero na miejscu. Jeszcze łatwiej z kotłem rurkowym, bo ten ma względnie niewielką wagę i rozmiary. Jeśli jednak drogi są znośne, a jednorazowy większy nakład nie odstrasza, wówczas kocioł z dwiema rurami płomiennemi stanowczo się opłaci.

Gdy chodzi o najmniejszy nakład, zarówno na kocioł, jak i na jego obmurowanie, a woda ku temu przeszkód zbytnich nie stawia, wówczas dobrze wziąć kocioł z rurkami ogniowemi, byle koło niego czysto chodzić.

Dla lepszego uświadomienia powyższego weźmiemy za przykład gorzelnię o trzech zacierach po 500 wiader każdy. Potrzebuje ona kotła:

a) Z rurkami płomiennemi—o powierzchni ogrzewalnej 700 stóp kw. angielskich.

Fig. 32.



b) Bulierowego o powierzchni ogrzewalnej 600 stóp kw. angielskich.

c) Z rurami płomiennemi—o powierzchni ogrzewalnej — 550 stóp kw.

Według katalogu jednej ze znanych mi firm cena i waga takich kotłów, z kompletną armaturą i dla ciśnienia roboczego 5 atmosfer przedstawi się tak:

a)	397	pudów	2310	rubli
b)	575	„	2910	„
c)	604	„	3830	„

5. Kotły z rurkami wodnemi.

Ogólna charakterystyka tych kotłów daje nam następujący rezultat: są to kotły o małej pojemności wody. Chcąc mieć suchą parę trzeba liczyć na każdy kwadratowy metr powierzchni ogrzewalnej — 12 *kg* pary.

Są bardzo wymagającemi co do gatunku wody. Kosztują drogo i wymagają pieczołowitej opieki, wobec względnie skomplikowanej budowy. Czyszczenie utrudnione. Zajmują niewiele miejsca co w miastach gra bardzo wielką rolę, zaś na wsi małą. Dają się wreszcie z łatwością przysposobić do najwyższych ciśnień. Ważną ich zaletę stanowi okoliczność, że kotły te są „bezpieczne", ponieważ cały kocioł nigdy nie eksploduje. Nie przeszkadza to bynajmniej temu że pojedyncze rurki dość często pękają, lecz to nie sprowadza ruiny fabryki, chyba tylko pozostaje mniej lub więcej niebezpieczne poparzenie obsługi kotła Z wielu rozmaitych kotłów tego rodzaju wybieramy tu dla przykładu słynny kocioł Steinmüller'a (fig. 32). Woda znajduje się w rurkach *B* połączonych ze sobą dwiema komorami *K* i *k*. Para gromadzi się w górnej części cylindrycznego kotła znajdującego się po nad bateryą rur.

6. Kotły stojące.

Z tej kategoryi kotłów używanych do bardzo małych przedsiębiorstw, podajemy tu rysunek najbardziej rozpowszechnionego typu (fig. 33).

7. Kotły kombinowane.

Do tego działu zaliczamy wszelkie ko-

Fig. 33.

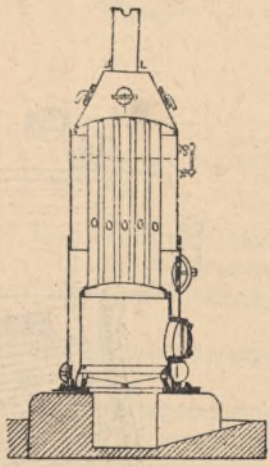
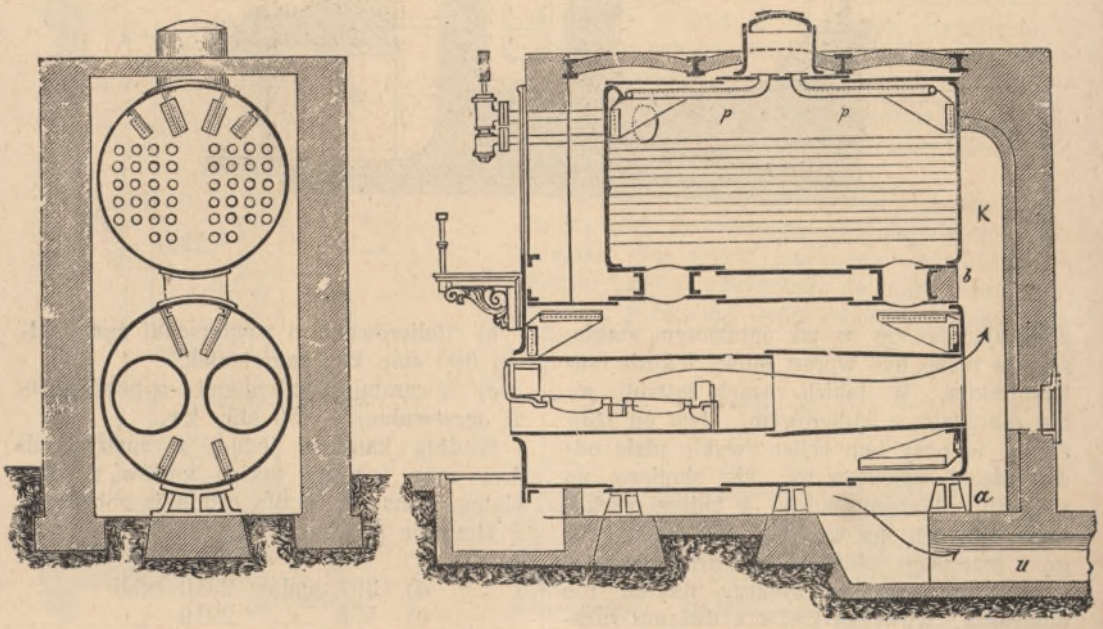


Fig. 34.



tły składające się z kombinacyj powyższych zasadniczych typów.

Jako wzór podobnego kotła podajemy tutaj kocioł skombinowany z dwóch: na dole kocioł z 2-ma rurami płomiennemi, na górze zaś z rurkami płomiennemi (fig.

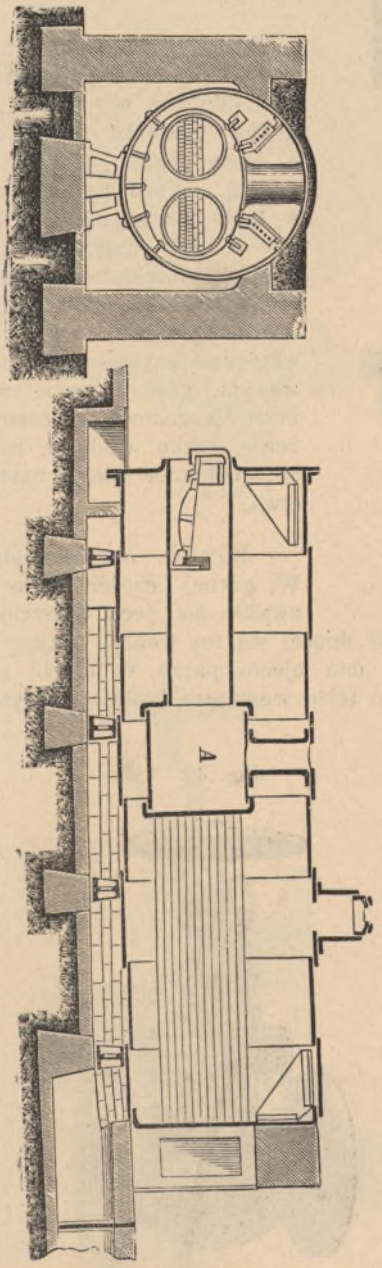
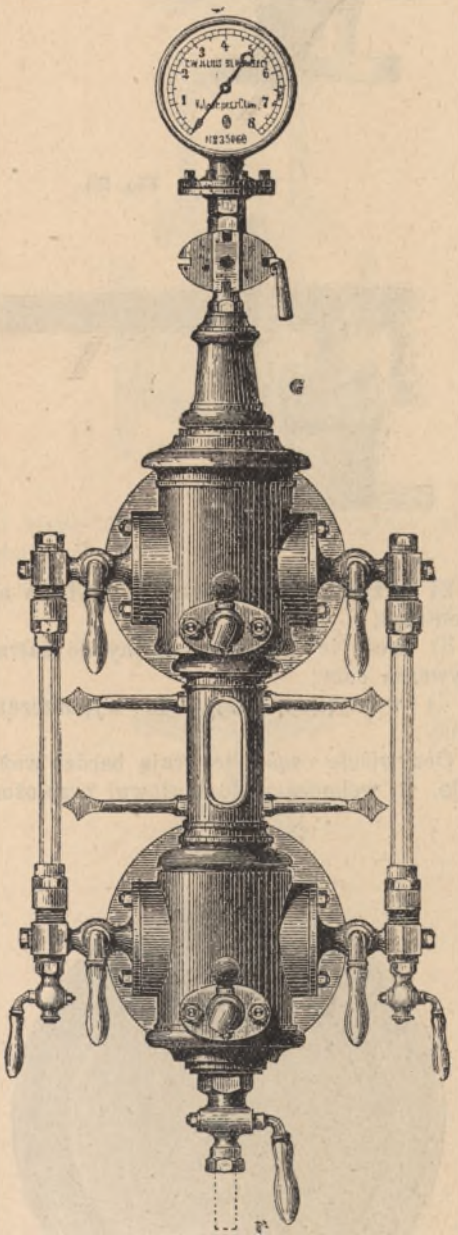


Fig. 35.

34), oraz drugi, przyczem kotły te stoją jeden za drugim i rozgraniczone są komorą *A* (fig. 35). Są to kotły bardzo dobre — bodaj najlepsze, atoli są to kotły wielkie i kosztowne.

Uzbrojenie kotłów. Uzbrojeniem czyli armaturą kotła zwiemy rozmaite dodatki uzupełniające korpus kotła; a więc do t. zw. armatury grubej należą ruszty, drzwiczki, włazy do oczyszczania kotłów, szybry do komina i t. p.

Fig. 36



Armaturę „delikatną“ stanowią:

1) przyrządy bezpieczeństwa: wodowskaz, manometr, zapór czyli wentyl bezpieczeństwa;

Fig. 37.

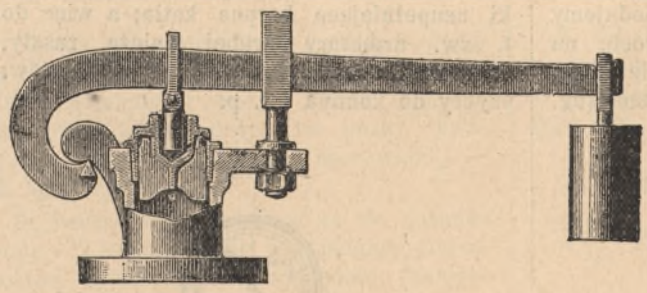
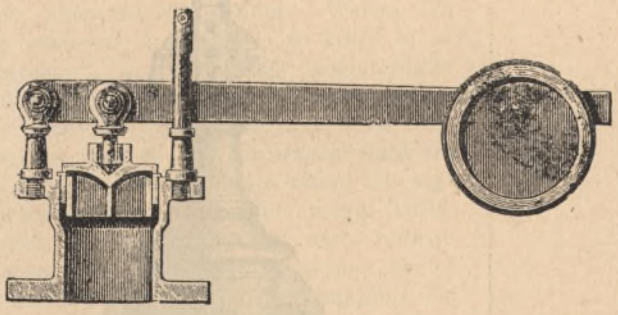


Fig. 38.



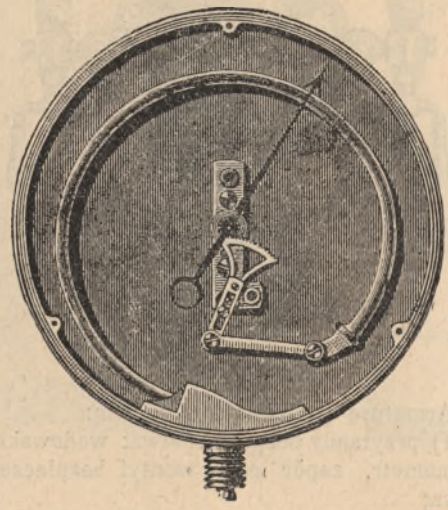
2) przyrządy zasilające wentyl do alimentacyi;

3) wentyle parowe i krany do zatrzymywania pary;

4) wentyle i krany do wypuszczania wody.

Oczywiście części te grają bardzo ważną rolę, a wchodzący do kotłowni przełożony

Fig. 39.

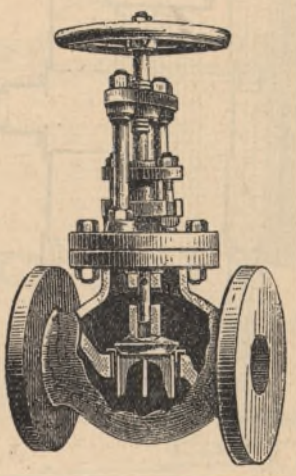


może jednem rzutem oka przekonać się o ile prawidłowo prowadzonym jest kocioł. Z tego chociażby względu trochę bliżej z aparatami tymi zapoznać się musimy.

Wodowskaz. Załączona rycina (fig. 36) przedstawia nam odnośny wodowskaz; dolne kraniki łączą się z wodą kotła, górne zaś z parą. Woda powinna być w kotle co najmniej o 100 *mm* po nad najwyższą linią kanału płomiennego, oznaczoną strzałką. Wodowskaz musi być wzorowo pod względem czystości utrzymywanym, gdyż zatkanie rurki może spowodować niedostrzeżenie braku wody w kotle, co może mieć fatalne następstwa.

Wentyl bezpieczeństwa. W górnej części kotła — zwykle na jego wierzchniej pokrywie mieści się ten wentyl, mający za zadanie dać ujście parze w chwili gdy ciśnienie tejże wewnątrz kotła przewyższa

Fig. 40.



normę. Wentyle te są zazwyczaj albo sprężynowe, albo drążkowe. Te ostatnie oparte są na zasadzie dźwigni. Przedstawia je fig. 37 i 38.

Fig. 41.

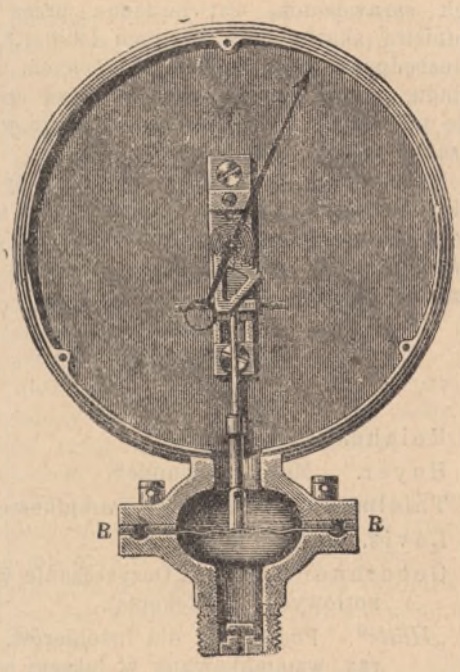
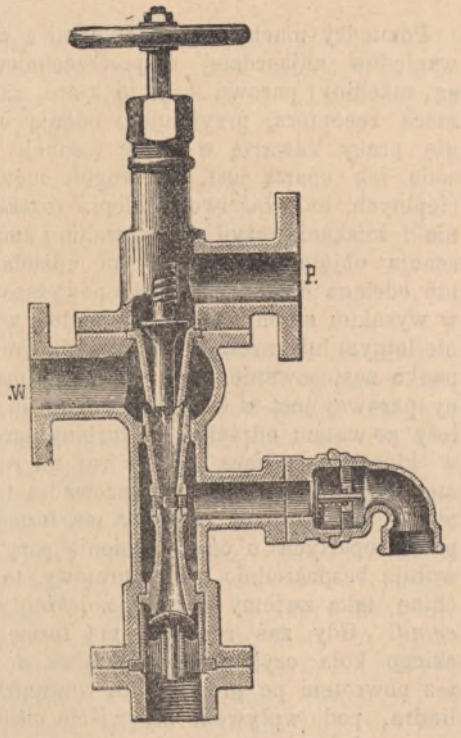
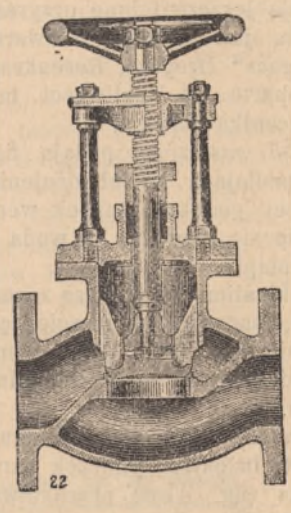


Fig. 41a.



Ciężar wagą swą i miejscem na dźwigni odpowiadać powinien danemu ciśnieniu w kotle — co najlepiej sprawdzić na próbie. Codzienne sprawdzanie stanu wentyla tego jest koniecznem. Trzeba dostęp

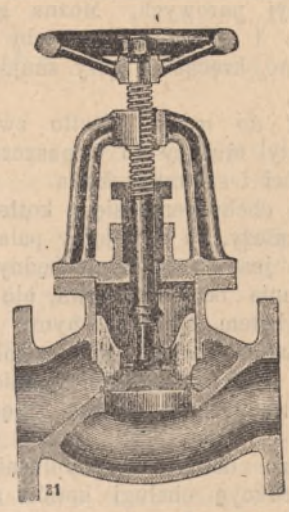
Fig. 42.



do niego ułatwić, by w razie potrzeby módz wentyl otworzyć.

Manometr (Prężnomierz). Jest to przy-

Fig. 43.



rząd pokazujący wysokość ciśnienia pary w kotle w każdej chwili.

Fig. 39 przedstawia manometr sprężynowy — w którym sprężyną jest wygięta rurka, w jednym końcu połączona z do-

pływem pary kotłowej — w drugim z przyrządem poruszającym wskazówkę. Na skutek zmian prężności pary sprężyna różnie się wygina, a wskazówka ustawia się na różnych punktach odnośnego cyferblatu.

Oczywiście istnieje mnóstwo rozmaitych innych manometrów, których atoli opisywać tutaj nie będziemy.

Istnieją jeszcze i inne przyrządy bezpieczeństwa, jak przyrząd Schwarzkopfa oraz „Ostrzegacz“ Dreyera, Rosenkranza i Droopa — oparte na topliwosci metalów, oraz piszczałka Black'a.

Wentyl zasilający podają fig. 40 i 41. Woda zasilająca kocioł ciśnieniem pompki zasilającej podnosi grzybek wentyla, który następnie się zamyka, by woda nie wracała do pompki.

Pompki alimentacyjne są rozmaite: transmisyjne, parowe i wreszcie ręczne; przepisy nakazują mieć jedną pompę zapasową (niedotyczy to lokomobil rolniczych rozmiarów).

Z pomiędzy parowych zasługuje na uwagę t. zw. inżektor (smoczek parowy).

Rycina (fig. 41 *a*) przedstawia go nam w przekroju. Przez wentyl *P* wchodzi para i pędem swym tworzy próżnię, w którą wchodzi woda kanałem *W* i wraz z parą zostaje unoszoną do kotła. Woda zasilająca nie może być jednak zbyt gorącą.

Wentyl parowy podany na fig. 42 i 43 służy do dopuszczania pary z kotła do komunikacyj parowych. Można go zupełnie zamknąć i w miarę potrzeby stopniowo roztwierać kręcąc u góry znajdującem się kółkiem.

Upust do wody. Jestto zwykły kran lub wentyl służący do wypuszczania wody, a poczęści i szlamu z kotła.

Co do obchodzenia się z kotłem, to zauważyć należy, że umiejętny palacz lub dozorujący jest nie tylko niezbędnym z punktu widzenia bezpieczeństwa, ale zarazem i pod względem ekonomicznym. Dobry palacz bowiem zużywa dla wywołania tegoż samego efektu, znacznie mniej paliwa, aniżeli nieobeznany z tem zajęciem robotnik.

Bardzo dobrą, a popularnie wyłożoną instrukcyę obsługi kotłów znajdujemy w książeczce „Podręcznik dla palaczy kotłowych p. Braussera i A. Spennratha“ przetłomaczony na polski jezyk i uzupełniony przez Dr. F. Łaszczyńskiego (Warszawa 1894 r.) Podręcznik ten polecamy każdemu kto kocioł posiada, tembardziej, że jako dodatek pomieszczono w nim „Przepisy budowy, ustawiania i utrzymywania kotłów parowych, jako też sposobu ich sprawdzania, zatwierdzone przez p. ministra skarbu dnia 30 lipca 1890 r.“, a niezbędne w ręku każdego właściciela zakładu przemysłowego, by wiedział czego się ma trzymać, oraz czego od niego władze wymagać są w prawie.

Streszczanie tych przepisów było by tu nie na miejscu, gdyż każda uwaga jest tam ważną, a przedruk *in extenso* bezcelowym, gdyż przepisy takie ulegają, od czasu do czasu, zmianom.

Literatura.

Reiche. „Dampfkessel“.

Hoyer. „Maschinenkunde“.

Thielmann. „Stationäre Dampfkessel“.

Lovis. „Dampfkessel“.

Gebethner H. Inż. „Oczyszczanie wód kotłowych“. (Rękopis).

„Hütte“. Podręcznik dla inżenierów, oraz wzmiankowany w tekscie podręcznik dla palaczy.

A. Rosset.

b) Machiny stałe i lokomobile.

Pomiędzy machinami cieplnemi z wielu względów najbardziej rozpowszechnionemi są machiny parowe t. j. te które, za pomocą receptora, przyjmują i oddają energię pracy zawartą w parze wodnej. Zasada ich opartą jest, jak wogóle motorów cieplnych, na właściwości ciepła rozszerzania i ściskania, czyli powiększania i zmniejszania objętości ciał, którym udziela się lub odciąga ciepło. Zjawisko powyższe jest w wysokim stopniu właściwe ciałom w stanie lotnym lub gazowym. Stąd w danym wypadku zastosowanie pary. Receptor machiny parowej jest w ścisłem zamknięciu, należy go zatem odróżnić od turbiny parowej w której uchodząca para z rur na ruchomej osi prawem reakcyi wprowadza turbinę w ruch. Jeśli receptor ma formę łopatek opartych o oś i ciśnienie pary wywołuje bezpośrednio ruch obrotowy, to machinę taką zwiemy *parową machiną rotacyjną*. Gdy zaś receptor ma formę płaskiego koła czyli tłoka i posuwa się tam i z powrotem po prostej linii wewnątrz cylindra, pod wpływem oczywiście ciśnienia pary, wówczas mamy do czynienia z *ma-*

chiną tłokową, po prostu zwaną *machiną parową*.

Machiny jednak pierwszej kategoryi, acz z wielu względów odpowiedniejsze, w praktyce dały dotychczas bardzo małe rezultaty. Trzeba się zatem godzić z niedogodnościami wywołanemi przez zmienny, tam i z powrotem skierowany, ruch machiny, i korzystać z pomocy korby, aby ruchy te w jednostajny co do kierunku ruch obrotowy zamienić. Korba owa stanowi zarazem odróżnienie tych machin od najdawniejszych t. zw. balansierowych, i dziś do specyalnych celów (do wodociągów np.) niekiedy używanych.

Jeśli para wchodzi do cylindra parowej machiny tylko z jednej strony tłoka, to taką machinę zwiemy — machiną o *pojedynczem działaniu*.

Ma to zastosowanie w pompach parowych, młotach i t. d. Nas tutaj interesują machiny o podwojnem działaniu, u których para z kotła wchodzi do cylindra kolejno raz z jednej, to znowu z drugiej strony tłoka.

Następnie rozróżniamy machiny parowe o *pełnem ciśnieniu* i *ekspansyjne*. Pierwsze są to machiny, w których para przez cały czas ruchu tłoka, czyli przez całą jego drogę dochodzi bez zmiany z kotła, czyli z jednakowem ciśnieniem. Jeśli zatem F jest powierzchnią tłoka, p ciśnienie, l zaś długość cylindra inaczej „skok“ machiny, to robota pary przez czas jednego posunięcia tłoka wyniesie, z pominięciem pracy oporu

$$L = p \,.\, F \,.\, l$$

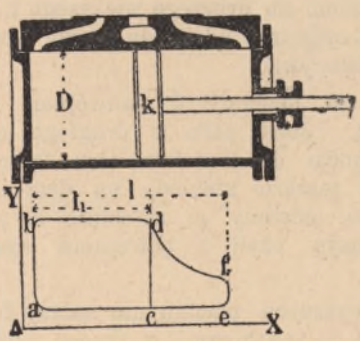
Ilość potrzebnej, zużytej pary będzie

$$v = F \,.\, l.$$

W ekspansyjnej natomiast machinie tylko przez pewien czas drogi tłoka przypływa żywa para z kotła; następnie dopływ pary zostaje przerwanym i sama zawarta w cylindrze para pcha dalej tłok siłą swej prężności przyczem oczywiście ciśnienie spada, przy jednoczesnem powiększaniu się przestrzeni zajętej tąż samą ilością pary. W figurze 44 czworokąt *abcd* oznacza robotę w czasie dopływu pary. Ciśnienie jest wówczas jednostajnem; litery *cdfe* oznaczają pracę w czasie ekspansyi. Z powyższego widzimy że para przy ekspansyi więcej zdziała, aniżeli ta sama ilość bez ekspansyi. Chwila w której przerywamy dopływ pary nie zawsze i nie dla każdej machiny jest identyczną. Biorąc ją w stosunku do długości cylindra, mówimy, jeśli w połowie tej drogi dopływ pary jest przerwanym, że machina działa przy 50% *napełnienia*, jeśli na $^1/_4$ części drogi to przy 25% napełnienia, i t. p. Oczywiście im mniejszem jest to niezbędne dla danej machiny napełnienie (zależne od wysokości ciśnienia w kotle), tem ekonomiczniej dana machina pracuje.

Napełnienie to dla jednej i tej samej machiny może być zmiennem (ręcznie lub samodzielnie przez regulator nastawionem) stosownie do wymagań stawianych machinie. Gdy zatem machina jest za małą i przeciążamy ją robotą, to nie tylko że zużywa bezwzględnie więcej pary, ale i względnie więcej na 1 konia parowego, bo zużytkowujemy parę w sposób nie ekonomiczny.

Fig. 44.



Już ta jedna okoliczność tłomaczy nam szkodliwość nabywania za słabych machin. A do tego przybywa jeszcze niepomierne zużycie się machiny, nadmiernie wysilanej. Napełnienie przy małych machinach bywa oczywiście stosunkowo znacznem. Do siły 5—6 koni napełnienie normalne wynosi 50%. Przy 10—20 konnych machinach i przy ciśnieniu w kotle 4 atmosfer napełnienie wynosi 40%, przy 5 atmosferach zaś około 33%, przy 6 atm. tęż siłę uzyskamy a nawet i większą przy mniejszem jeszcze napełnieniu 30%, przy 7 atm. 25% wystarcza. Przy machinach większych bardziej udoskonalonych, gdzie straty doprowadzone są do praktycznego minimum, machina z potrójną ekspansyą przy jakich 8 atmosfer ciśnienia, zadawala się napełnieniem 8% wynoszącem.

Użyliśmy przed chwilą wyrażenia „potrójna“ ekspansya z którego corychlej wypada nam się wytłomaczyć.

Chcąc parę o bardzo wysokiem ciśnieniu zmusić do możliwie wielkiej ekspansyi, liczyć się musimy z ochładzaniem się cylindra, oraz z nieregularnością biegu tłoka, wobec wciąż opadającego w cylindrze, przy ekspansyi, ciśnienia pary. Nadto, zbyt długi cylinder pociąga za sobą wielki skok i tem samem wielkie rozmiary i wysoki koszt machiny.

Aczkolwiek „koszule“ parowe, t. j., ogrzewanie parą ścianek cylindra, dalej działalność wielkiej masy w, t. zw., kole zamachowem, częściowo zmniejszają pomienione braki, to jednak za najskuteczniejsze uznano proces ekspandowania pary rozbić na szereg cylindrów. W dwucylindrowych machinach zw. „Compound“ inaczej „złożonych“ para ekspanduje wpierw w mniejszym cylindrze, do którego wchodzi o wysokiem ciśnieniu i z niego dopiero przechodzi jeszcze z dość wysokiem ciśnieniem do drugiego większego t. j. szerszego cylindra, gdzie do reszty ekspansya się dokonywa.

Są to machiny o podwójnem rozszerzeniu. Jeśli para z drugiego cylindra przechodzi do trzeciego (ten trzeci bywa nawet jeszcze niekiedy na dwa rozłożony) to mówimy o machinie z potrójną ekspansyą czyli z potrójnem rozszerzeniem.

Powyższych machin nie należy identyfikować z machinami o dwóch lub trzech *jednakich rozmiarów* cylindrach. Chcąc bowiem uniknąć zbytnich rozmiarów cylindra, czasem żywą parę o jednakiem ciśnieniu, doprowadzają jednocześnie do dwóch cylindrów. Takie machiny zwiemy „bliźniaczemi“. Mają one również jak machiny o podwójnem i potrójnem rozszerzeniu tę nadto zaletę, że równolegle obok siebie ustawione dwa cylindry, tłokami swemi działają na wał przy pomocy dwóch pod różnym kątem ustawionych korb, dzięki czemu unika się niedogodności tak zw. martwego punktu t. j. pozycyi kiedy sztanga tłokowa i korba znajdują się na jednej prostej linii, przyczem machina sama przez się, bez postronnej pomocy z miejsca ruszyć nie może. Dla ścisłości zaznaczyć wypada że istnieją machiny, z podwójną ekspansyą w których cylindry stając jeden za drugim, działają na jedną wspólną korbę. Są to tak zw. *tandemy*. Machina z potrójną ekspansyą składa się zazwyczaj z tandemu i obok stojącej machiny o 1 cylindrze.

Para do cylindra wchodzi przy pomocy odpowiedniego przyrządu raz z jednej, to znowu z drugiej strony tłoka. Gdy zatem z jednej strony dochodzi świeża para, zużyta wychodzi z drugiej części cylindra. Rzecz przytem zrozumiała, że całkowitej swej siły para przez czas działania nie oddaje.

Stopniowanie pod tym względem zależnem jest od wysokości ciśnienia początkowego (w kotle), od tego czy machina pracuje z ekspansyą i t. p. W każdym razie uchodząca para z cylindra stawi pewien opór tłokowi partemu usiłowaniami świeżej żywej pary. Ową, posiadającą większy lub mniejszy zasób prężności, parę uchodzącą z machiny czyli returową, używa się częstokroć do ogrzewania budynków, do nagrzewania wody w podgrzewaczu, z którego dopiero zasila się kocioł (zamiast zimną wodą), do wywoływania sztucznego ciągu w niskich kominach machin przenośnych, jako to lokomobil i lokomotyw (struga pary doprowadzana do komina w kierunku jego wylotu prądem swym rozrzedza powietrze i wytwarza silniejszy tegoż ciąg). Żaden jednak z tych sposobów wyzyskiwania pary returowej nie usuwa złego, jakie powoduje reakcya prężnej pary uchodzącej, na tłok wracający.

Sposobem zaradzenia temu jest wywoływanie w naczyniu, połączonem kolejno z obu stronami cylindra, próżni, do której uchodzi para. Tutaj — wobec oziębiania zimną wodą naczynia, następuje kondensacya pary. Machiny z takiem urządzeniem zwiemy *kondensacyjnemi*, sam zaś przyrząd *kondensatorem*.

Przy machinach pomniejszych, przedewszystkiem winnych odznaczać się prostotą budowy i obsługi, kondensacya nie jest praktyczną. W tych wypadkach ograniczać się należy umiejętnem zużytkowaniem cieplika pary uchodzącej.

Ze względu na zewnętrzny ustrój budowy machiny, rozróżniamy machiny leżące (gdy oś podłużna cylindra jest równoległą do podłogi) i stojące (gdy owa oś jest pionową). Oczywiście powyższe podziały parowych machin nie wyczerpują całkowitej rozmaitości tychże, przystosowanej do wielorakich specyalnych potrzeb. Odmiany te jednak mniej nas interesują. Jeszcze tylko zaznaczamy, że istnieją machiny rozdzielne od kotłów parowych, i

ściśle w jedną całość z kotłem połączone; za przykład tych ostatnich służyć może lokomobila.

Z kolei przechodzimy do omawiania poszczególnych, a ważniejszych części parowych machin.

Proces działania parowej machiny polega na dopływie do niej żywej pary, która, po dokonanej pracy, uchodzi. Uskutecznienie tych dwóch funkcyj nazywamy *rozdziałem pary*. Do tego służą rozmaitego rodzaju przyrządy, o których następnie pomówimy. Przedewszystkiem jednak zaznaczmy, że za pomocą specyalnego przyrządu *indykatorem* zwanego, jesteśmy w stanie otrzymać graficzne przedstawienie procesu działania pary w cylindrze, czyli t. zw. *diagram*.

Zatem „Diagram parowy“ jest to graficzne przedstawienie działania pary na tłok cylindra. Z niego odczytać można ciśnienie przed i za tłokiem, dla każdego położenia korby.

Wynalazek ten jest najpierwszorzędniejszego znaczenia, gdyż dzięki jemu jesteśmy w stanie dokładnie i niezawodnie obliczyć pracę pary, a więc pracę machiny czyli *jej siłę*. Możemy nad to z diagramu dociec błędów czy to w konstrukcyi, czy też w samem działaniu machiny.

Niestety opis instrumentu, oraz osiąganych za jego pomocą diagramów zaprowadził by nas za daleko. To też pomijamy indykacyę parowych machin i przystępujemy również do zupełnie ogólnikowego opisu niektórych systemów mechanizmu *rozdziału pary* czyli *stawidła*. Opis ten nie może być ściślejszym, bo znów brak nam będzie teoryi diagramów. Owych systemów zasadni-

Fig. 45.

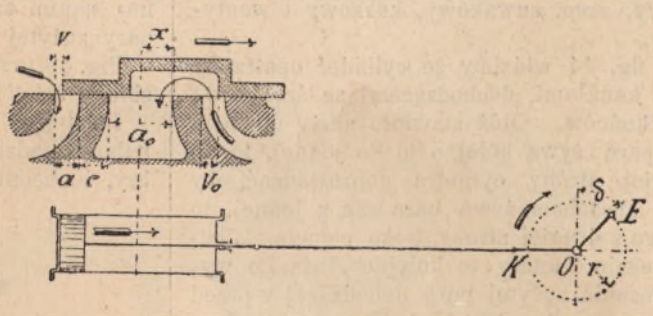


Fig. 46.

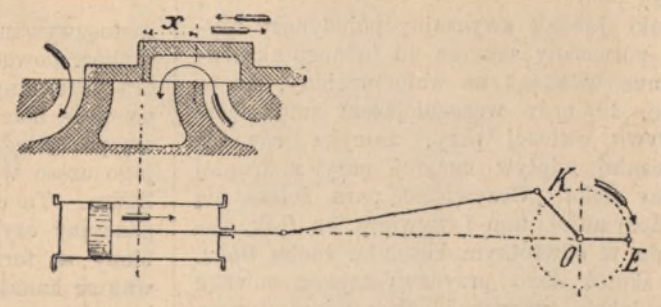


Fig. 47.

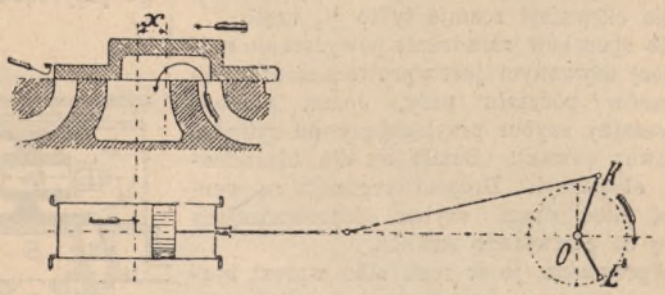
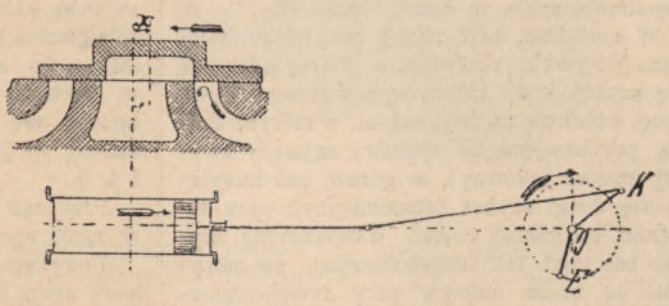


Fig. 48.



czych rozróżniać tutaj będziemy trzy: szybrowy, *resp.* suwakowy, kurkowy i wentylowy.

Z fig. 44 widzimy że cylinder opatrzony jest kanałami, dochodzącemi ze środka do obu końców. Otóż stawidło służy do tego by parę żywą kolejno to do jednej, to do drugiej strony cylindra doprowadzać, by tym sposobem żywa para raz z jednej, to znowu z drugiej strony tłoka cisnęła. Jednocześnie kanały te kolejno służą do wypuszczania zużytej pary uchodzącej z przed tłoka. Fig. 45, 46, 47 i 48 pokazują nam położenie zwykłego szybra przy rozmaitych położeniach korby. Jestto *szyber pojedynczy* — najprostsza forma mechanizmu rozdziału pary.

Taki jednak zwyczajny pojedynczy szyber, poruszany sztangą od jednego ekscentra umocowanego na wale machiny, ma tę wadę, że przy wczesniejszem zamknięciu dopływu świeżej pary, zamyka również wczesniej odpływ zużytej pary z drugiej strony tłoka. Oczywiście para ściska się (komprymuje) tam i wywiera na tłok ciśnienie w odwrotnym kierunku ruchu tłoka. Na skutek tego przy zwyczajnym suwaku niepodobna wyzyskać ekonomicznie parę przez znaczną ekspansyę. Działa on dobrze gdy napełnienie dosięga 75% długości cylindra. Zatem aż $^3/_4$ cylindra musimy w tym wypadku napełnić żywą parą, a dla ekspansyi zostaje tylko $^1/_4$ część.

Ze sposobów zaradzenia powyższemu najwięcej używanym jest wprowadzenie dwóch organów podziału pary. Jeden stanowi zwyczajny szyber przylegający do cylindra (główny suwak). Działa on dla niezmiennej ekspansyi. Drugim organem są wentyle, albo drugi szyber doprowadzający parę do pierwszego suwaka.

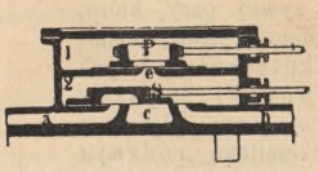
Wprowadza je w ruch albo wprost bezpośrednio sztanga od ekscentra na wale, albo też związuje się z regulatorem, czyniąc tym sposobem stopień ekspansyi zmiennym i przez to daje większą możność machinie przystosowania się do zmiennego zapotrzebowania w danej chwili siły.

W systemie, najbardziej rozpowszechnionym Meyer'a, skrzynka, w której mieszczą się szybry i do której wprowadzamy żywą parę, dzieli się na dwie części, z których dolną, przylegającą do cylindra zajmuje zwykły szyber (główny), w górnej zaś znajduje się drugi szyber (ekspansyjny); para dochodzi do górnej części. Ekspansyjny szyber ma ruch tak ustosunkowany, że zamykać on może dopływ pary żywej wcześniej (czyli że ekspansya już się rozpoczyna) zanim szyber główny zamknie odpływ pary zużytej czyli returowej.

Fig. 49 przedstawia nam zasadę Meyer'owskiego stawidła.

Do tejże kategoryi szybrów podwójnych należy rozdział pary Rider'a, bardzo dobry, i obecnie przy bardzo wielu machinach

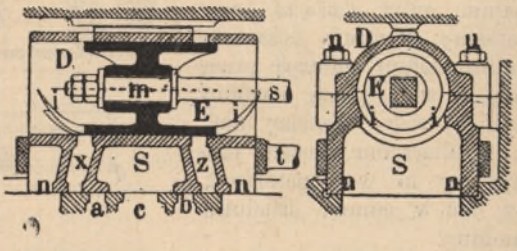
Fig. 49.



zastosowywany. Tutaj dolny, czyli główny szyber, powodujący rozdział pary do cylindra poruszanym jest sztangą od ekscentra, na wale machiny umieszczonego; ślizga on się po cylindrze płaską częścią, górna zaś jego część wyrobiona jest w formie półcylindra. Tu chodzi znów drugi szyber ekspansyjny czyli wywołujący ekspansyę, zrobiony w formie cylindra, opatrzonego wewnątrz kanałami. Jest on w możności odbywać ruchy wzdłuż, oraz w około swojej osi (fig. 50).

Inna znów zasada podwójnych szybrów posłużyła Farcot'owi do zbudowania jego przyrządu do rozdziału pary.

Fig. 50.



Tutaj ekspansyjny szyber nie ma własnego samodzielnego ruchu za pomocą sztangi połączonej z ekscentrem, lecz ciągnie go ze sobą główny szyber, do czego wystarcza siła tarcia górnego szybra o dolny, przyciskanego ciśnieniem pary. Zmiana zaś w ruchach ekspansyjnego szybra w ten sposób się dokonywa, że się stawia przeszkody po jego drodze w postaci występów i t. p.

Przyrząd z owemi przeszkodami można w ruch wprowadzać od regulatora.

Powyższe systemy szybrowego rozdziału pary mają dla nas w „Encyklopedyi Rolni-

czej“ główne znaczenie, — stosowane są— przedewszystkiem dwa pierwsze, w większości małych machin, z zastosowaniem bądź ręcznej regulacyi szybra ekspansyjnego, bądź też z zastosowaniem zmiennej ekspansyi bezpośrednio przy pomocy regulatora. Ten ostatni wypadek lepiej uskuteczniany bywa przy machinach z rozdzia-

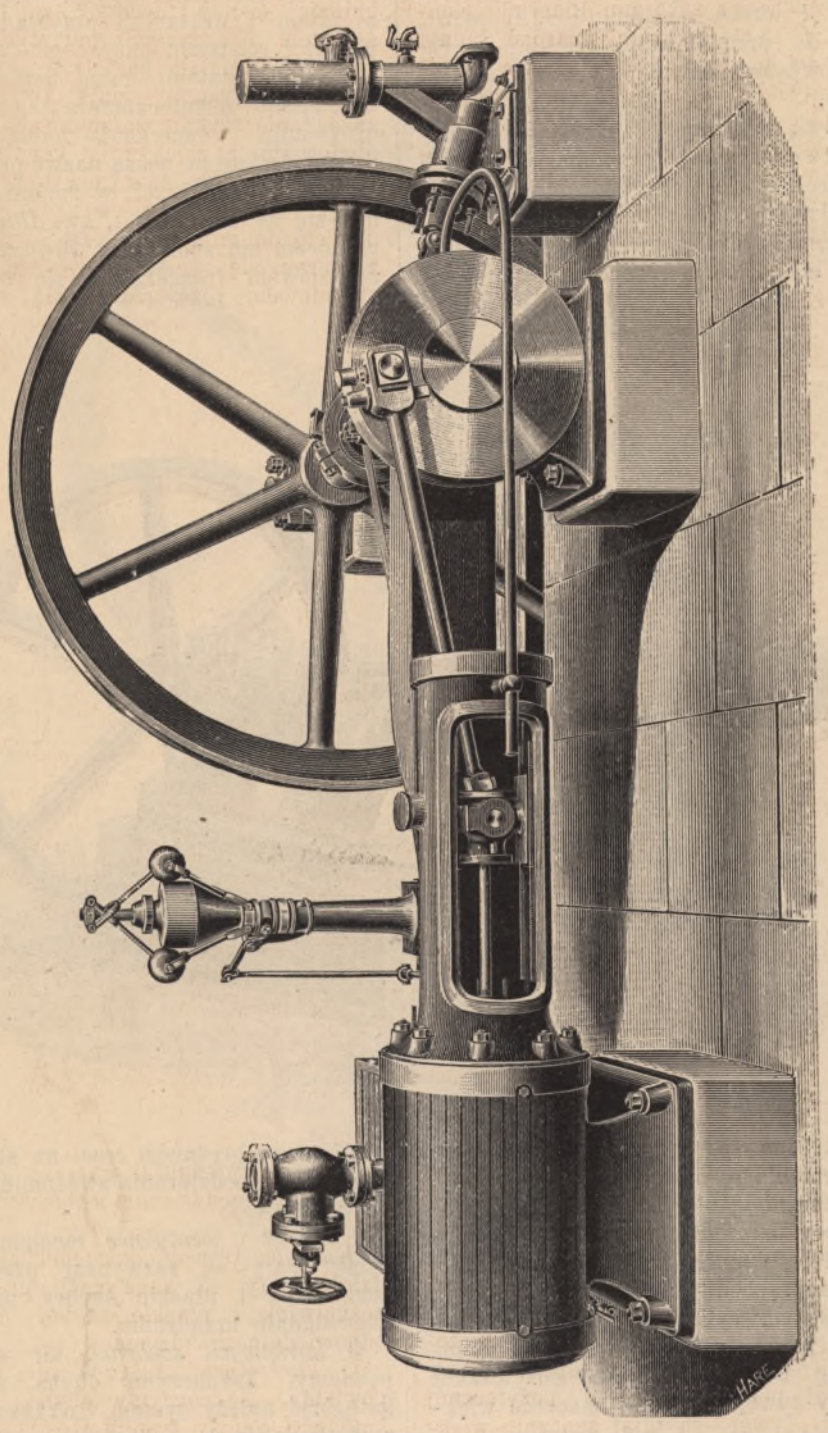


Fig. 51

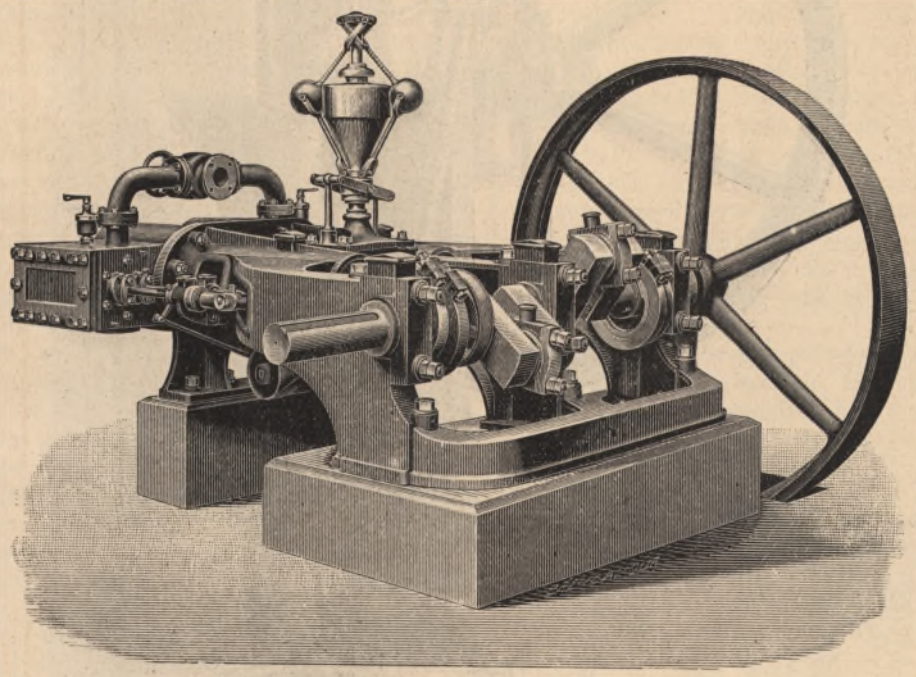
łem pary Rider'a. Jako przykład takiej machiny służy fig. 51.

Następnie fig. 52 przedstawia *bliźniaczą* machinę również z szybrami Rider'a. Konstrukcya i układ machiny bardzo ładny. Rysunki te przedstawiają machiny wyrobu towarzystwa dawniej Felser i S-ka w Rydze.

Szybrowe systemy odznaczają się prostotą — co oczywiście przy małych machinach w rolnictwie i przemyśle rolnym, nie rozporządzających uzdolnioną obsługą techniczną, gra bardzo doniosłą rolę. Szybry Meyera lub Ridera rozebrać i naprawić sokim stopniu o możliwą ekspansyę i usunięcie rozmaitych wad, związanych z opisanemi wyżej konstrukcyami, używa się bardziej skomplikowanych, dokładniejszych a zatem i droższych przyrządów do ekspansyi i rozdziału pary.

Te inne systemy mają zwykle również za zadanie uskutecznianie samego procesu otwierania i zamykania kanałów *momentalnie*, przyczem noszą nazwę precyzyjnych. Dzięki tej szybkości w zmianie, doprowadza się do minimum t. zw. *dławienie* pary, z którem się spotykamy wówczas, gdy przy stopniowem rozszerzaniu się otworu para

Fig. 52.



łatwiej niż inne bo są prostsze, łatwiejsze do zrozumienia i mniej dokładnej roboty. Stąd uwidoczniają się już poczęści ich wady. Szybry te prędzej się zużywają, działając następnie mniej szczelnie i dokładnie. Tak zwane „szkodliwe przestrzenie", t. j., miejsca po za cylindrem, w których zostaje się para, działająca w sposób ujemny, ściślej przeciwdziałająca pożytecznej pracy pary żywej—są tutaj znacznie większe.

Przy machinach większych i droższych, przy takich, które są zasilane parą o wysokiem ciśnieniu, gdzie zatem chodzi w wyczęść swej prężności traci na skutek ściskania się, przedzierania zwężonem wejściem do kanału.

Kurkowe i *wentylowe* mechanizmy rozdziału pary są zazwyczaj precyzyjnemi, aczkolwiek i płaskie szybry mogą mieć odpowiednie urządzenia.

O *kurkowych szybrach* nie wiele tutaj powiemy. Zaznaczymy chyba, że do tej kategoryi należy system Corliss'a, jeden z doskonalszych, jaki przy machinach się spotyka.

Corlissowskie machiny mogą pracować bardzo ekonomicznie. Przez użycie czte-

rech organów do zamykania i otwierania kanałów, można długość kanałów, czyli wielkość szkodliwych przestrzeni znakomicie zmniejszyć. Ekspansya w czasie biegu machiny samoistnie zmieniana bywa przez regulator.

W kurkowym przyrządzie do rozdziału pary widzimy następujące cechy charakterystyczne: zamiast szybrów mających ruch tam z powrotem po linii prostej, mamy tutaj do czynienia z ruchem obrotowym na około osi. Organ do rozdziału pary ma

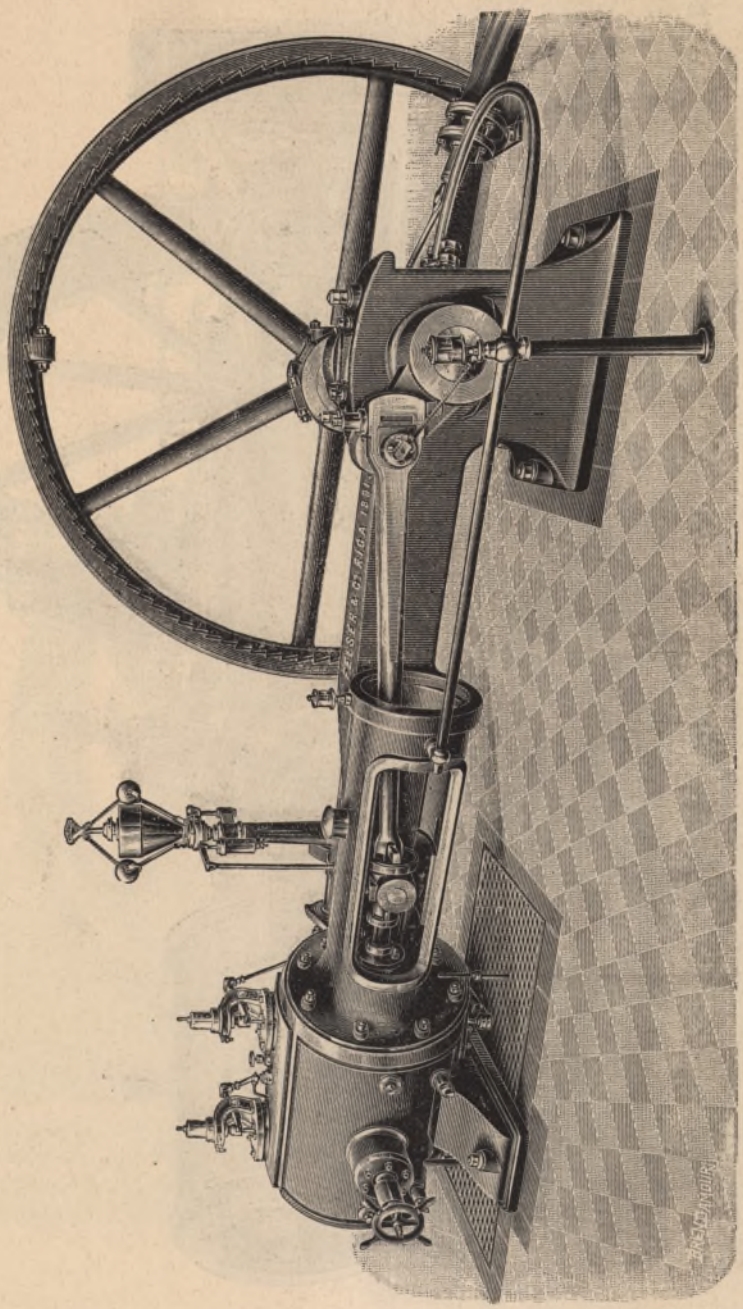


Fig. 53.

formę cylindra lub stożka i kręci się wewnątrz również cylindra lub stożka wydrążonego.

Do doskonałych urządzeń zaliczyć również wypada system *wentylów*, wśród których najpopularniejsze typy są wytworem Sulzer'a i Collmann'a.

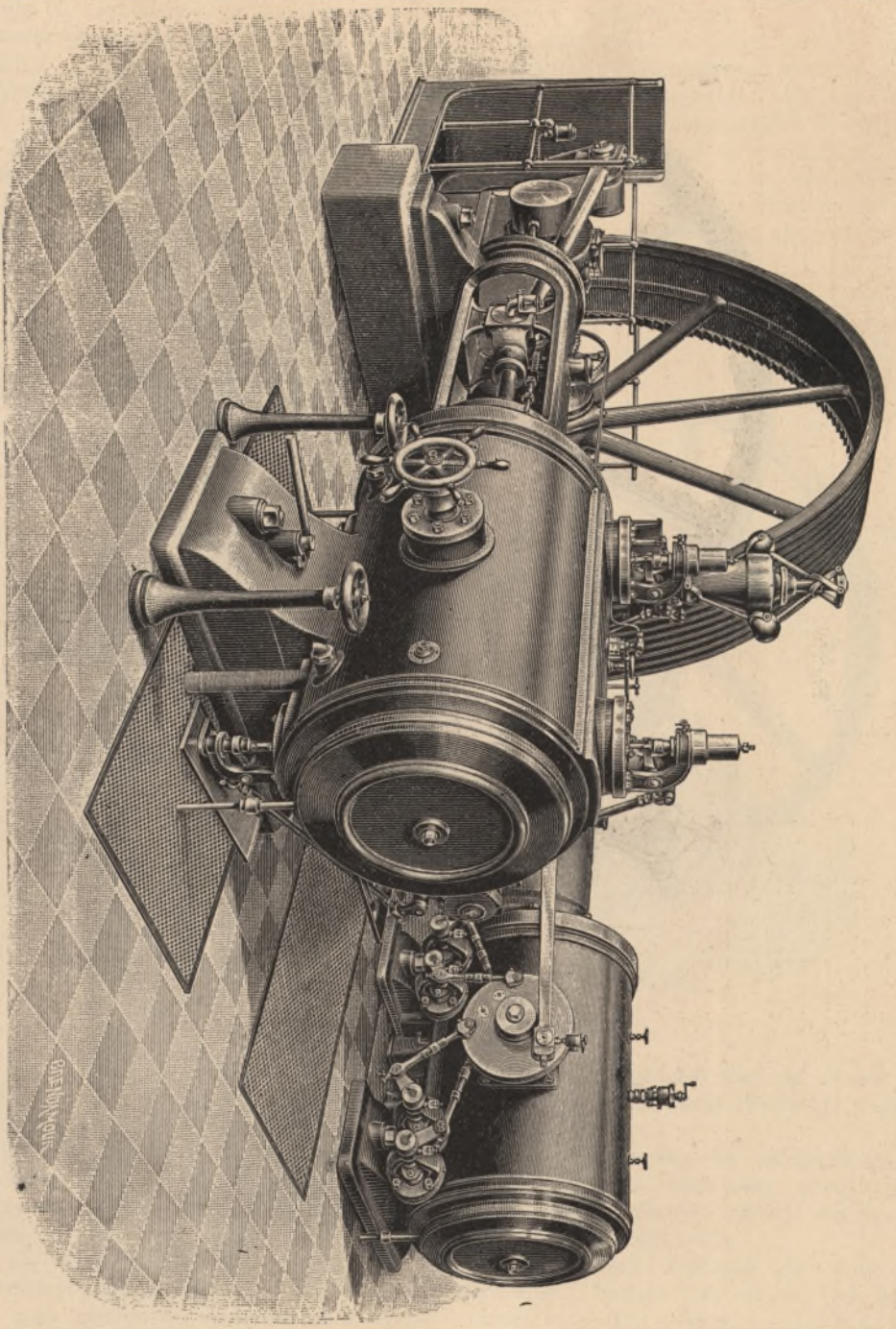


Fig. 61.

Działają one zupełnie podobnie do szybrów. Przy każdym cylindrze używa się czterech wentyli.

Zmienność ekspansyi w tych machinach jest możliwą w granicach od 0,0 do 0,9 skoku machiny.

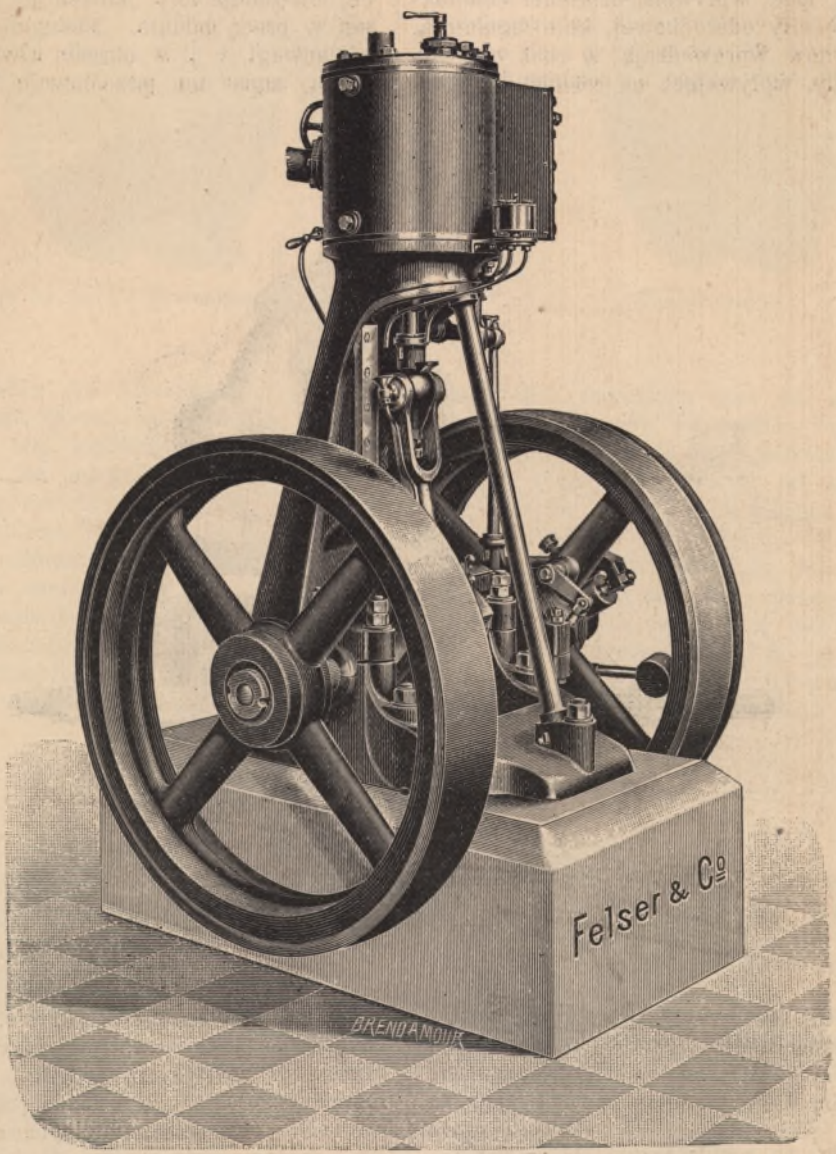
Załączona fig. 53 przedstawia nam machinę jednocylindrową z wentylami Sulzera również wyrobu firmy d. Felser i S-ka w Rydze.

Następny rysunek (fig. 54) daje nam przykład machiny o podwójnem rozszerzeniu *Compound*, przyczem przy cylindrze dla wysokiego ciśnienia zastosowane są wentyle Sulzera, wielki zaś cylinder jest opatrzony szybrami Corliss'a. Są to wszystko machiny leżące.

Fig. 55 przedstawia nam typ machiny stojącej, znajdującej zastosowanie w wypadkach braku miejsca. Cylinder ma rozdział pary przy pomocy szybrów.

Oba powyższe rysunki pochodzą z fabryki d. Felser i S-ka w Rydze.

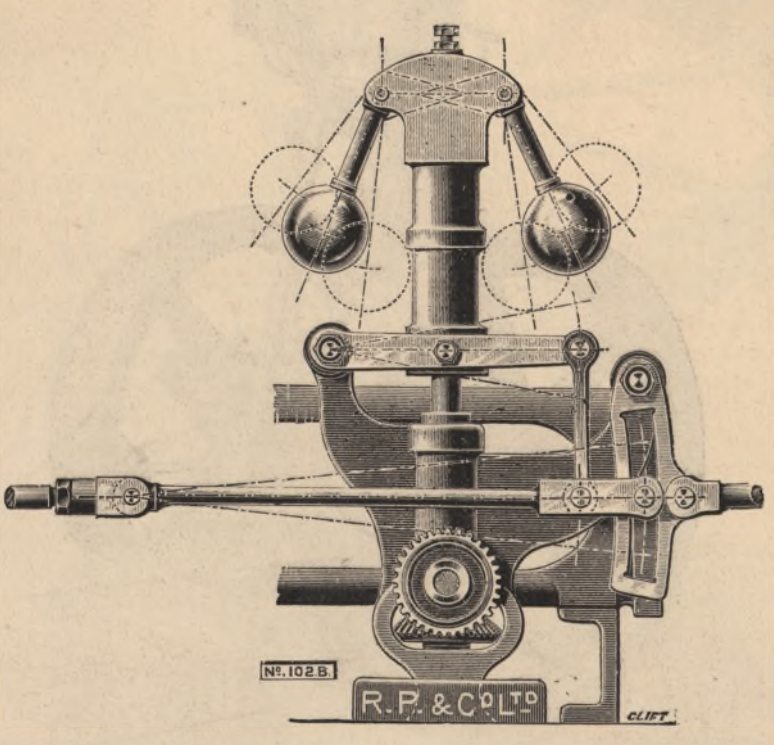
Fig. 55



Z innych części parowej machiny wspomnijmy jeszcze o *regulatorze* i *kole zamachowem*. Rola pierwszego z nich jest nam już z opisu poprzedniego machin zrozumiałą. W t. zw. *regulatorach centryfugalnych*, których istnieje mnóstwo odmian, odnośne zadanie uskutecznia się w ten sposób, że przy zwiększających się lub zmniejszających obrotach machiny, podnoszą się lub opadają, pod wpływem działania zmieniającej się siły odśrodkowej, kule regulatora, które znów wprowadzają w ruch odnośne przyrządy, wpływające na rozmiar dopływu między innemi, w lokomobilach angielskiej firmy R. Garrett i Synowie w Leiston).

Rola *koła popędowego, zamachowego, rozpędowego*, również w swoim czasie, we wstępie do motorów była zaznaczoną. Koło to, jak wiadomo, zbiera w sobie zapas żywej siły w pierwszym okresie biegu machiny, t. j. wówczas gdy machina zaczyna być w ruch wprowadzaną, czyli kiedy więcej otrzymuje siły, aniżeli jej przeistoczonej w pracę oddaje. Następnie w okresie równowagi, t. j. w okresie równomiernego biegu, zapas ten przechowuje koło popę-

Fig. 56.



żywej pary do cylindra (fig. 56).

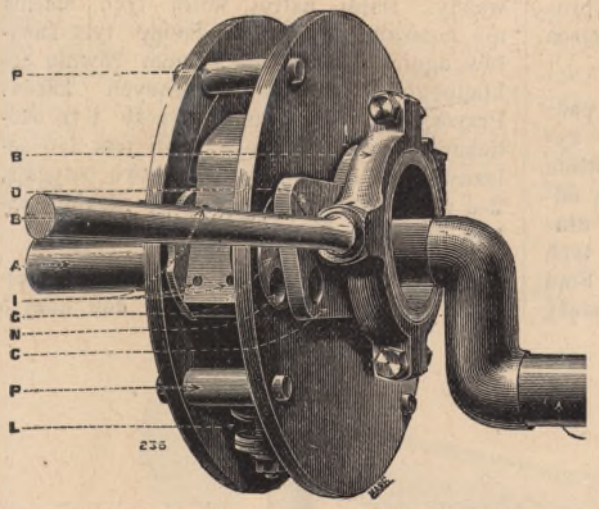
Następne podane rysunki machin mają regulatory centryfugalne. Wprowadza się regulatory centryfugalne w ruch albo za pomocą pasa idącego od głównego wału do szajbki na regulatorze, lub za pomocą trybów.

Niedogodność tego połączenia (pęknięcie lub spadnięcie pasa, ślizganie się jego itp.) usuwają regulatory osadzone wprost na wale głównym. Fig. 57, 58, 59 i 60 przedstawiają nam jeden z tych regulatorów (patent Turner — Hartnell, zastosowywany

dowe, by je w ostatnim okresie, przy zakończaniu pracy machiny oddać machinie samej. Z powyższego wynika, że waga i rozmiary koła są dla każdej machiny inne, ściśle określone subtelnym rachunkiem. Nie można przeto dowolnie koła tego zmieniać. Jest oczywiście rzeczą jasną, że, spotykany nieraz u samouków mechaników, pogląd, iż koło popędowe „większe“ zwiększa *siłę* machiny, jest niedorzecznością.

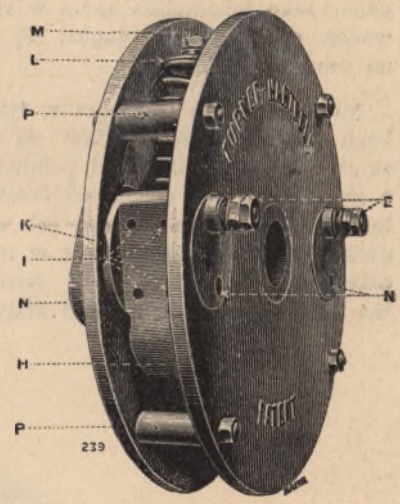
Oprócz zachowywania w niezbędnej czystości machiny, baczyć należy na dobry

Fig. 57.



Regulator na wale z ekscentrem do szybra.

Fig. 58.



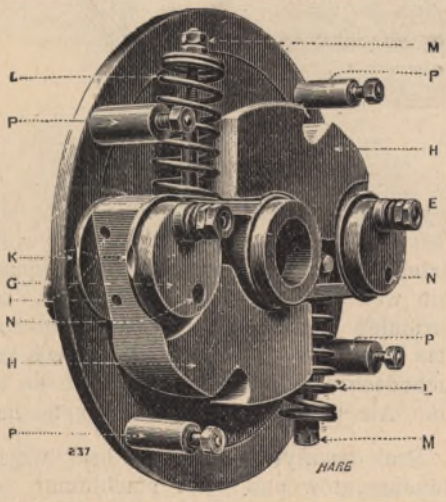
Druga strona.

stan przyrządów do smarowania. Dobry smar zapobiega zbytniemu tarciu, a przeto zużywaniu się machiny i zbytecznemu traceniu siły na pokonywanie oporu, wytwarzanego przez to tarcie. W drogich machinach istnieją specyalne i kosztowne mechanizmy uskuteczniające automatycznie doprowadzanie smarów.

Z kolei pomówimy obecnie o *machinach kotłowych*. Machinami takiemi zwiemy te, w których machina parowa zmontowaną jest bezpośrednio na kotle parowym. Jeśli machina taka ustawioną jest na kołach, wówczas nosi nazwę *lokomobili*; bez kół zaś zowie się *półstabilą* czyli *półstałą* machiną, co znaczy, że łatwiej od stałych machin daje się z miejsca na miejsce przenosić.

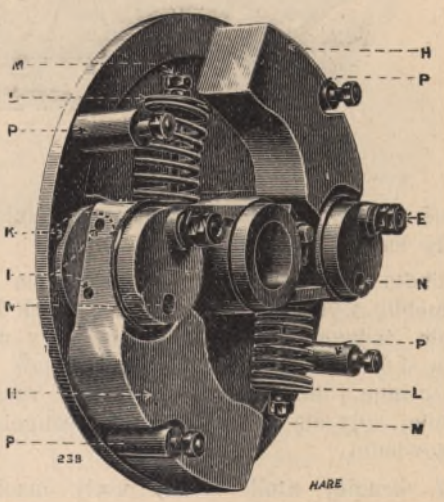
W powyższem uwidocznia się już jedna z zalet tego rodzaju motorów, spotęgowana w wyższym jeszcze stopniu w lokomobilach. Lokomobila ma dyszel i do jej przewozu używa się pociągowego inwentarza. Są jednak lokomotywowe lokomobile, przy-

Fig. 59.



Szajba odjęta pokazuje położenie ciężarów przy największym skoku ekscentra.

Fig. 60.



Najmniejszy skok ekscentra: ciężary są na najdalszem położeniu od wału.

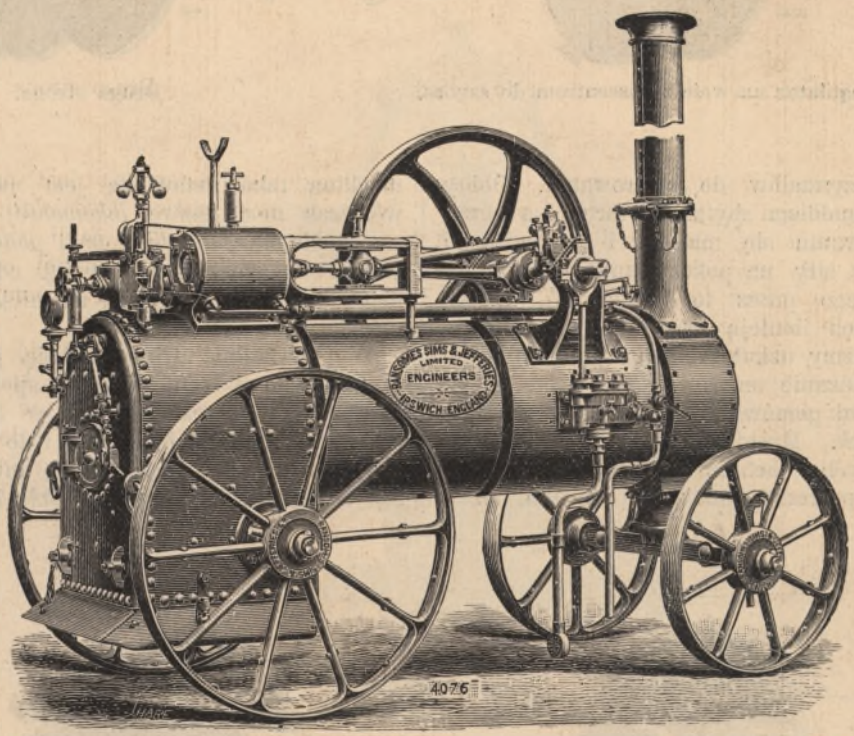
sposobione do chodzenia po zwykłych drogach; taka lokomobila sama w ruch wprowadza swe koła i przenosi się z miejsca na miejsce.

Na skutek umieszczenia w tych wypadkach machiny bezpośrednio na kotle, zyskuje się na komunikacyi pomiędzy kotłem a machiną, która w stałych machinach odbywa się za pomocą mniej lub więcej długich rur. Oczywiście para w rurach tych ostyga i traci część swej energii. Stąd też przy ustawianiu machin stałych należy

część cieplika. Jest to wzgląd nie małoważny. Dalej ustrój kotła tych machin nie dozwala na zaprowadzenie tylu kanałów ogniowych, a tem samem równie dokładnego wyzyskania gorących gazów. Przyczynia się do tego jeszcze i ta okoliczność, że komin lokomobili jest 1-o żelazny, czyli że gazy w nim łatwo ostygają, 2-o że komin ten jest zwykle niskim, zatem ma ciąg słaby.

Chcąc tedy aby komin zadanie swe spełniał, trzeba albo wypuszczać doń gazy o

Fig. 61.



mieć na uwadze to, aby się one znajdowały możliwie najbliżej kotłowni.

Nadto półstabile a przedewszystkiem lokomobile wymagają bardzo skromnych lub zgoła żadnych fundamentów, które u machin i kotłów stałych nie *przenośnych* są murowane i niewątpliwie kosztowne, szczególniej gdy się wydarza grunt niezupełnie odpowiedni.

Z drugiej atoli strony kotły machin *przenośnych* i *półprzenośnych* nie będąc obmurowane, tracą przez promieniowanie

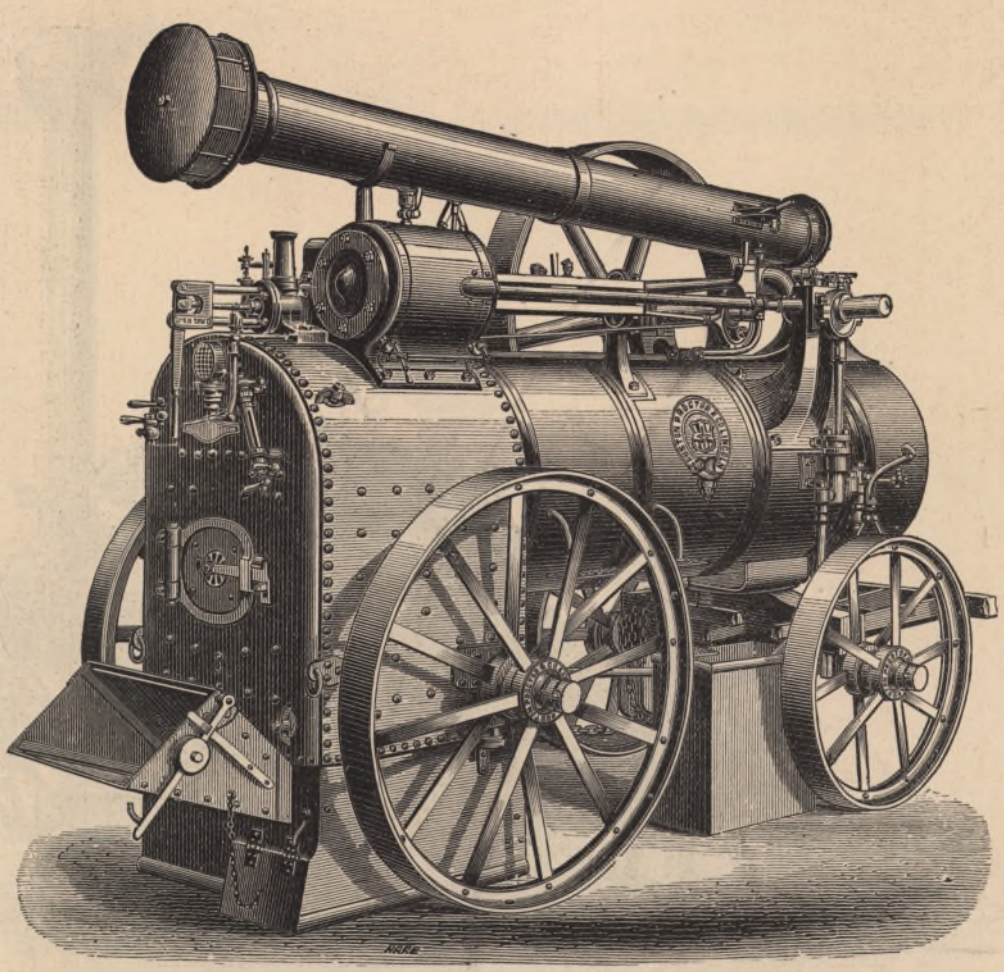
wysokiej temperaturze, albo też, jak to jest zwykle w lokomobilach, wywoływać sztuczny ciąg w kominie przez wpuszczanie weń returowej pary z cylindra, której strumień ciągnie za sobą, a zatem rozrzedza powietrze w kominie i ułatwia gazom uchodzenie z kanałów ogniowych do komina. Ale para returowa idzie tu na marne.

Brak trwałych, lub zgoła brak wszelkich fundamentów pod temi machinami, powoduje nie zupełnie horyzontalne położenie wału, w ogóle nierówne ustawienie machi-

ny, co powoduje nierównomierny rozkład ciśnienia na poszczególne łożyska, w których chodzi wał machiny; oraz jednocześnie dozwala machinie odbywać drobne ruchy i drgania, co wywołuje szarpanie wału przez pasy transmisyjne i w ogóle wywiera niszczące działanie na całą machinę.

z oddzielnym kotłem i machiną, lub też na rzecz tańszego urządzenia z lokomobilą i półprzenośną machiną. Tam gdzie przedsiębiorstwo ma charakter przejściowy, krótkotrwały (np. tartak w lesie przeznaczonym w ciągu kilku lat na wyrąb), gdzie motor obsługuje kilka w różnych miejscach położonych instalacyj (np. idzie do młocki, w zi-

Fig. 62.



Umieszczenie wreszcie samej machiny na kotle, zmusza do oddawania przy budowie machiny pierwszeństwa konstrukcyom lżejszym, a zatem słabszym i mniej trwałym.

Z powyższego omówienia możemy zdaje się pozyskać pewność gdzie i w jakich warunkach przeważać powinna szala wyboru na rzecz droższej czyli stałej instalacyi, mie pracuje we młynie, na wiosnę pracuje przy dobywaniu torfu itd.), gdzie brak miejsca na kotłownię (np. w miastach), gdzie w ogóle jest niezbędnym motor przenośny (młocka w polu), tam wszędzie machiny kotłowe mają swoją racyę bytu. W innych wypadkach gdzie tylko to jest możliwem, gdzie chodzi o długotrwałość machiny, o wyborową jej konstrukcyę, o

oszczędność paliwa, tam wszędzie stosować wypada stałe machiny i stałe kotły.

Stosownie do tego czy lokomobila jest przeznaczoną do rolniczych, czy też na skutek pewnych właściwych okoliczności do przemysłowych przedsiębiorstw, należy rozróżniać lżejsze i cięższe typy tych machin. W obec wielkiej roli lokomobil w rolnictwie, poświęcimy tu jeszcze nieco miejsca opisowi niektórych typów, aczkolwiek to co mówiliśmy w swoim czasie o kotłach i machinach parowych, dotyczy w całości i obecnie omawianych przedmiotów. Załączona rycina (fig. 61) przedstawia nam typ lżejszej budowy lokomobili rolniczej. Pochodzi ona z fabryki Ransomes, Sims i Jefferies w Ipswich w Anglii. Zdjęta z kół dała by nam półprzenośną machinę tegoż typu. Ma ona zatem rozszerzoną część paleniska czyli skrzynię ogniową, oraz podłużny kocioł z szeregiem rurek ogniowych. Na przedniej ściance skrzyni ogniowej widzimy drzwiczki do opału (drzewem lub węglem), rączkę do puszczania machiny w ruch, wodowskaz, manometr; na kotle: regulator komunikujący się z wałem za pomocą pasa; kreuzkopf (łącznik pomiędzy sztangą tłokową i korbową krzyżulcem zwany) chodzi w mocnej ramie połączonej z cylindrem parowym. Łożyska mają kształt pochylony, przez co poziomy kierunek siły oddawanej transmisyi nie

Fig. 63.

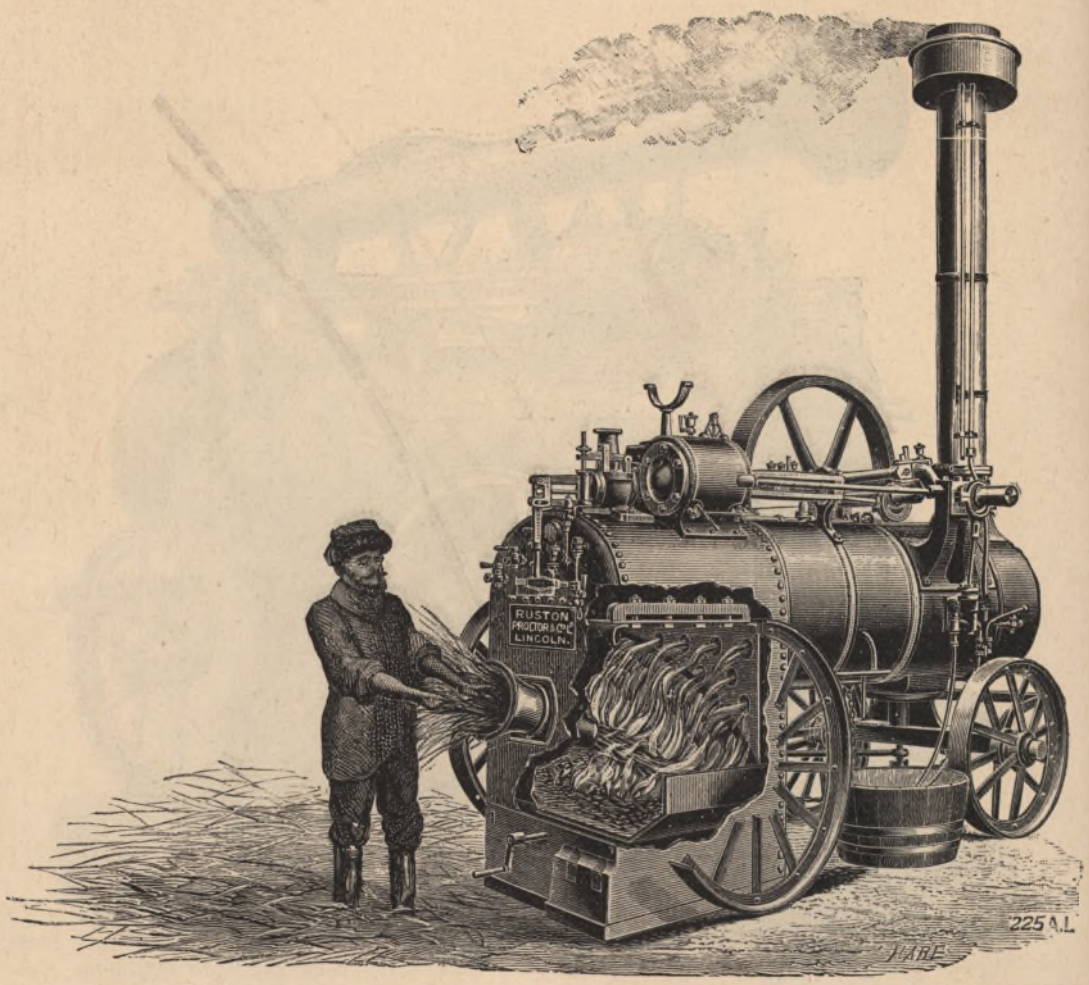


Fig. 64.

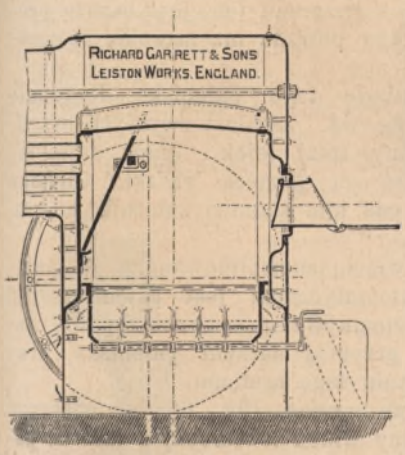


Fig. 65.

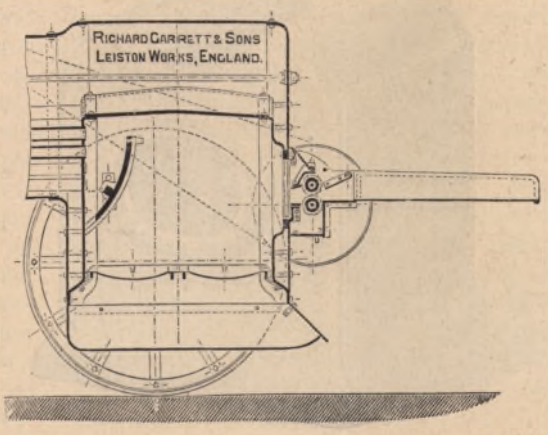


Fig. 66.

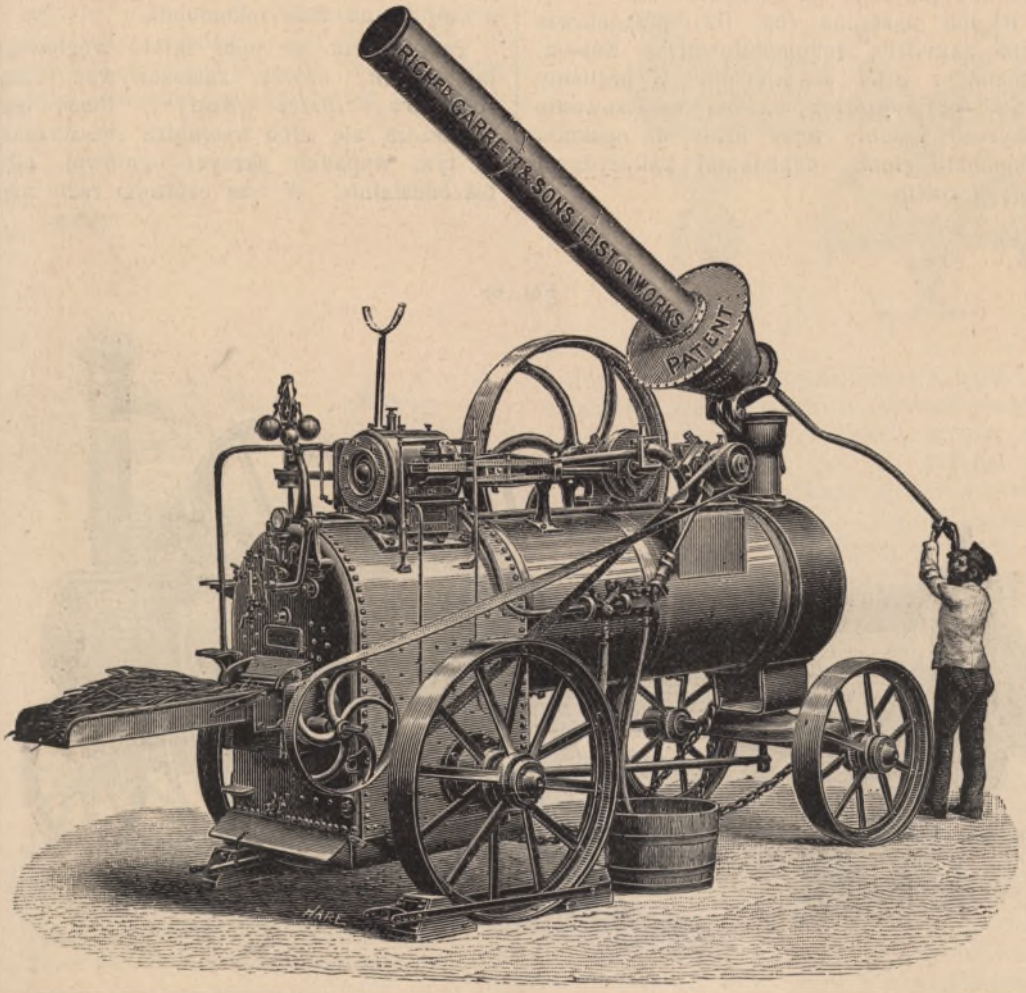
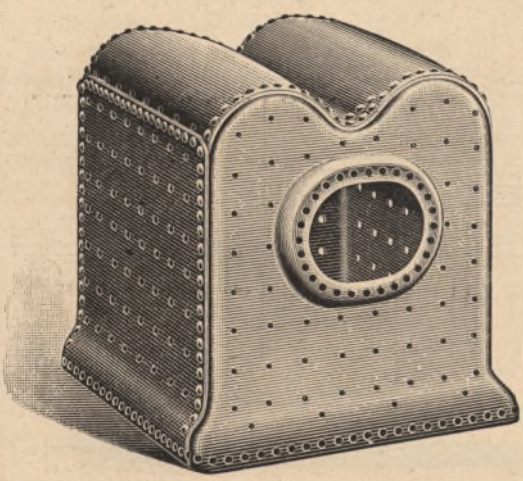


Fig. 67.



stoi pionowo do śrub łączących górną z dolną częścią łożyska, coby silniej narażało też śruby na zerwanie. Z boku widzimy przyrząd do zasilania kotła wodą.

Rycina następna (fig. 62) przedstawia nam angielską lokomobilę firmy Ruston, Proctor i S-ka w Lincoln. Wybraliśmy okaz, przy którym znalazł zastosowanie przyrząd patentu tejże firmy, do opalania lokomobili słomą, odpadkami kukurydzy i innych roślin.

Fig. 63 daje nam widok lokomobili z paleniskiem „Elworthy“ do opalania węglem lub słomą. Przyrząd ten jest bardzo prosty i z tego powodu ma szerokie zastosowanie.

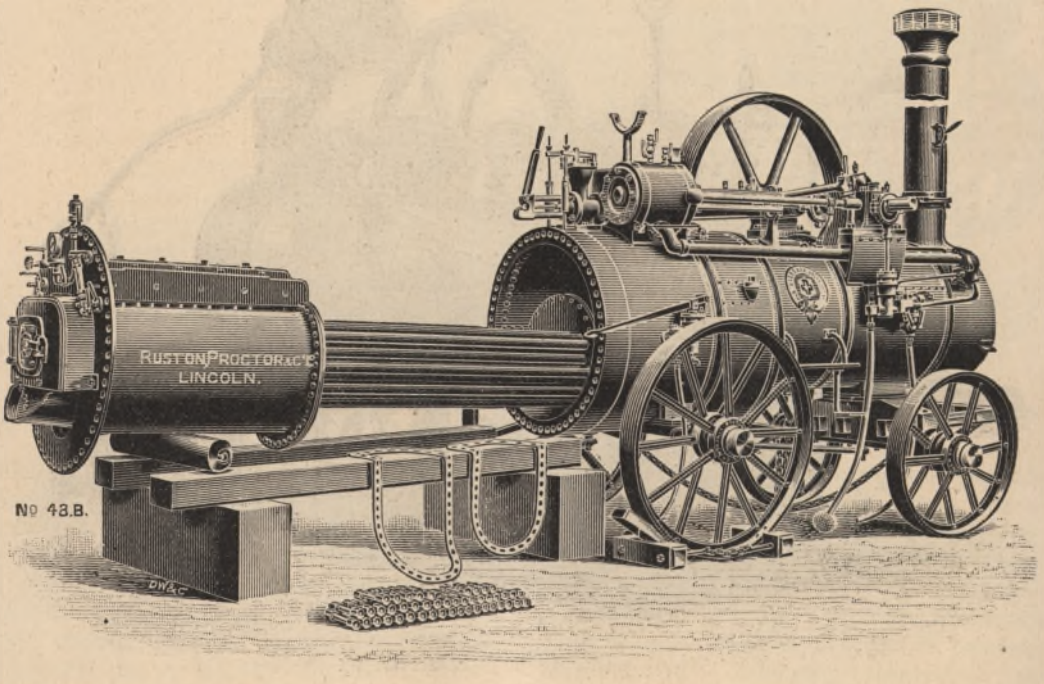
Konstrukcyę tego paleniska doskonale objaśnia fig. 64. Zamiast zwykłych drzwiczek mamy tutaj lejek. Ruszt daje się przewracać za pomocą rączki. Głęboka skrzynia pod nim stanowi zbiornik na popiół.

Nieco więcej skomplikowanem, ale natomiast automatycznem jest palenisko dla słomy systemu Szemiotha. Fig. 65 daje nam przekrój skrzyni paleniska przy zastosowaniu tego systemu.

Następna rycina (fig. 66) przedstawia nam ogólny widok lokomobili z takiem paleniskiem, wyrobu angielskiej firmy Ryszard Garrett i Synowie w Leiston. Jak widzimy słoma posuwa się po szufladce między dwa karbowane wałki mające ruch obrotowy za pomocą szajby, złączonej pasem z szajbką na wale lokomobili.

Przy użyciu na opał miału węglowego lub trocin, należy zastosowywać ruszt schodkowy (patrz „Kotły“). Ruszt taki umieszcza się albo wewnątrz rozszerzonej w tym wypadku skrzyni ogniowej, albo też oddzielnie. W tym ostatnim razie naj-

Fig. 68.



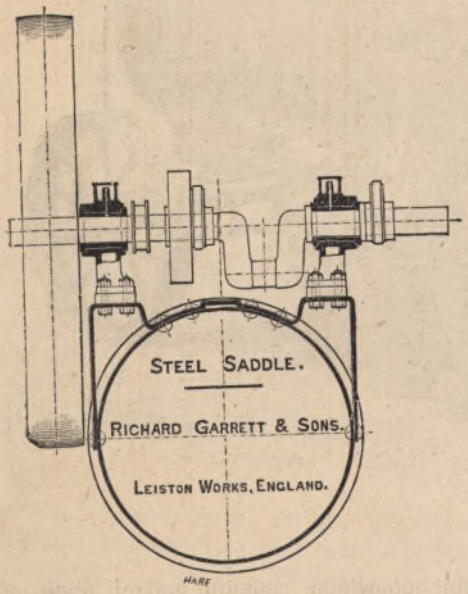
lepiej używać wstępnego paleniska (*Vorfeuerung*), zamkniętego w oddzielnym wózku, podsuwanym do lokomobili. Znana firma niemiecka R. Wolff w Buckau pod Magdeburgiem, budująca doskonałe lokomobile cięższego typu, przemysłowe, robi tego rodzaju urządzenia przy półstabilach bardzo praktyczne. Dla małych lokomobil rolniczych, ze względu na taniość, wreszcie na łatwość zastosowania w lokomobilach przenośnych, poleca się urządzenie rusztu schodkowego w samej skrzyni ogniowej. Ruszt schodkowy zaleca się i przy opalaniu wyłącznie torfem.

Fig. 69.



W ogóle co do lokomobil opalanych nie węglem lecz innem paliwem, należy wziąć pod uwagę rozmiar samej lokomobili. Machiny te bowiem w ogóle mają względnie małą powierzchnię ogrzewalną i wymagają

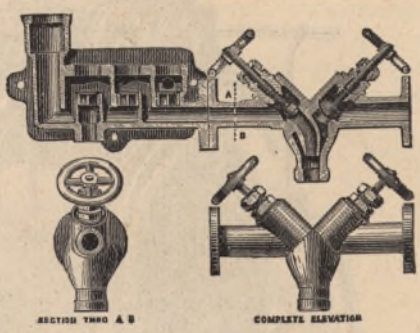
Fig. 70.



forsownego palenia. Mokre drzewo, torf, słoma dają pod względem opałowym marny efekt, dużo cieplika zużywa się na wyparowanie wody, zawartej w obfitości w takiem paliwie. Jeśli zatem przy tym opale będzie wielkie zapotrzebowanie pary przez machinę. t. j. jeśli ona będzie silnie pracować, będzie przeciążoną robotą, wówczas ciśnienie w kotle niezwłocznie spadnie, a tem samem i wytwórczość samej machiny. Z tego powodu mając zamiar palić temi materyałami, należy brać lokomobilę większą. Osobiście kieruję się następującą regułą: *maksymalną efektywną*, t. j. rzeczywistą siłę lokomobili wynajduję z siły indykowanej mnożąc ją przy opale węglem przez 0,8, przy opale drzewem przez 0,6, przy innych przez *0,5* i mniej. Jeśli zatem mam lokomobilę o sile 30 koni parowych indykowanych, to liczę iż *maximum* wytwórczości jej wynosi 24 koni parowych efektywnych przy węglu, 18 koni parow. efekt. przy drzewie i 15 koni par. efekt. przy użyciu słomy, torfu itp.

Kończąc rzecz o paleniskach zwrócimy jeszcze tutaj uwagę na skrzynię ogniową.

Fig. 71.



Jest ona najważniejszą częścią kotła lokomobili; chodzi zatem o możliwe zwiększenie powierzchni ogrzewalnej w tem miejscu. Bardzo ładny typ tej skrzyni znajdujemy w lokomobilach firmy angielskiej R. Garrett i Synowie. Fig. 67 przedstawia nam jej widok. Przez wygięcie sklepienia, prócz innych korzyści zwiększa się znakomicie powierzchnia ogrzewalna skrzyni ogniowej.

Przy omawianiu rozmaitych systemów kotłów parowych, zwracaliśmy przy kotłach z ogniowemi rurkami uwagę, iż ze względu chociażby na trudność w czyszczeniu wymagają one dobrej wody. Przy kotłach lokomobilowych okoliczność ta gra wybitną rolę. Właz (Mannloch) istniejący tutaj nie wystarcza by porządnie lokomobilę oczyścić. To też w praktyce na spuszczanie wody *każdodzienne* pod ciśnieniem baczną trzeba zwracać uwagę. Chcąc wadzie tej zaradzić budują kotły z wyciąganemi ru-

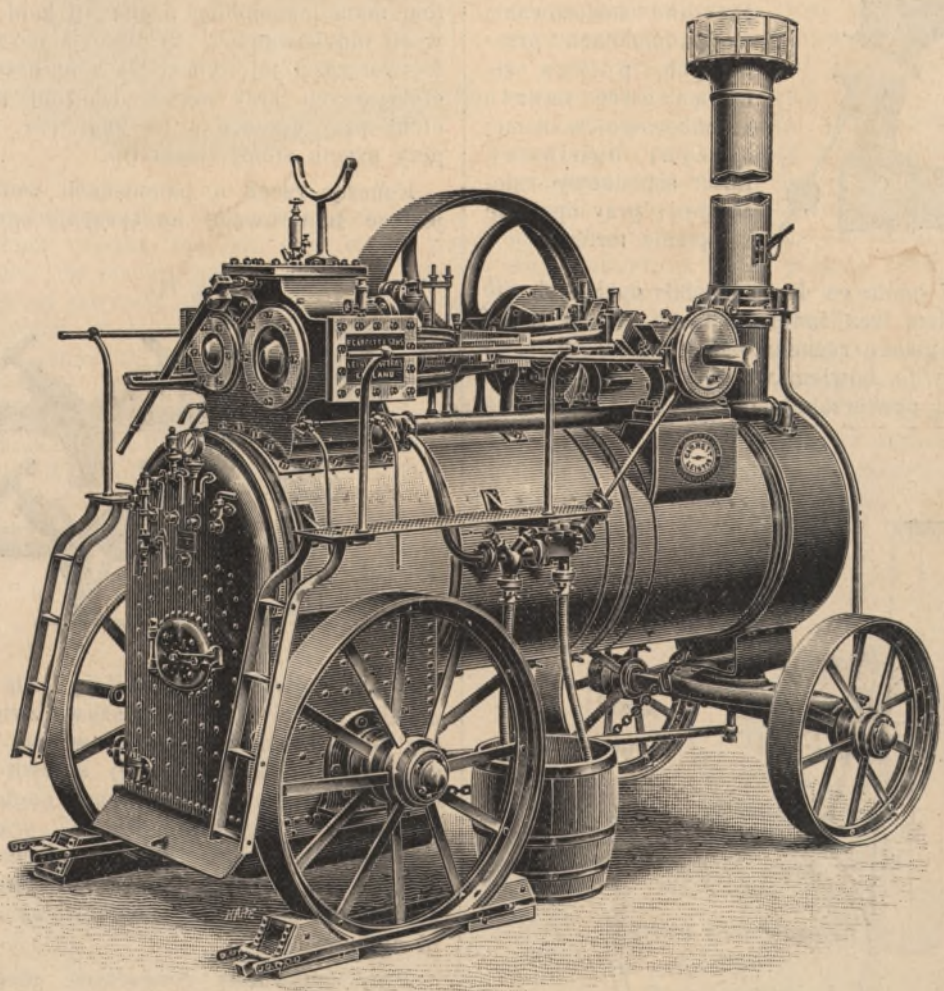
rami. Rysunek (fig. 68) tego rodzaju lokomobili dokładnie zdaje nam sprawę.

Zamiast nitów mamy tutaj śruby z mutrami (leżą one na rysunku na ziemi). Dla następnego uszczelnienia w miejscach dosztukowania używa się gumowych pierścieni (zwieszają się one na rysunku z trag, użytych przy wyciąganiu kotła).

nia najlepszy iskrochron. Ma jednak on wadę, bo nieco utrudnia ciąg w kominie.

Na skutek umocowania wału na samym kotle, powstają pod tym względem pewne trudności. W załączonej fig. 70 widzimy piękne rozwiązanie tego zadania konstrukcyjnego: Siodło z jednej płyty blachy ze stali martynowskiej, oczywiście znacznie

Fig. 72.



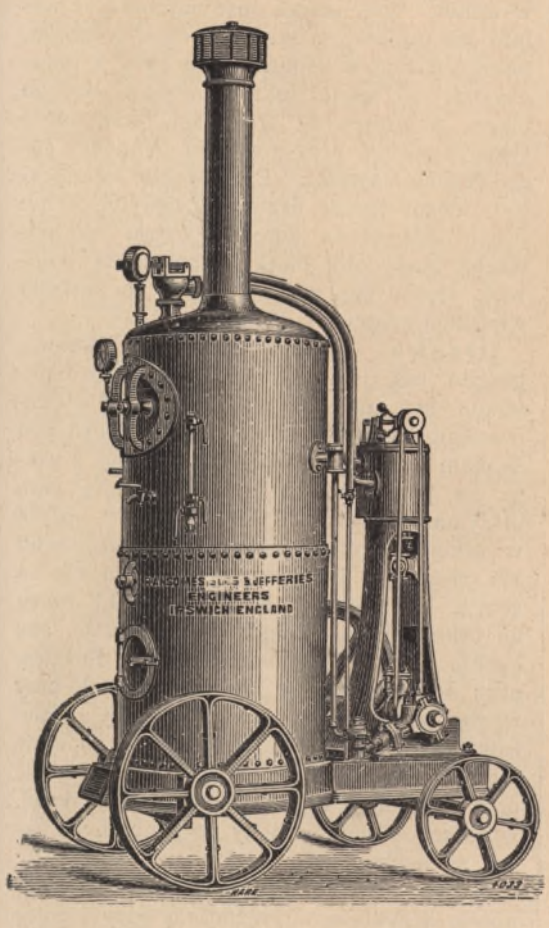
Kominy lokomobil winny być zaopatrzone w iskrochrony. Na fig. 62 widzimy na końcu komina siatkowy, zwyczajny iskrochron. Istnieją również iskrochrony z wodą i parą. Bardzo dobry iskrochron patentu „Grahams“ widzimy u lokomobili Garretta na fig. 66. W przecięciu objaśnia go dokładnie fig. 69. Jest to bezwątpie-

lepiej odpowiada zadaniu aniżeli dwie oddzielne podpory dla łożysk, szczególniej gdy te zrobione są z lanego żelaza. Nadto przy tej konstrukcyi mniej grzeją się panewki pod działaniem ciepła od kotła. Rycina (fig. 71) następnie zapoznaje nas jeszcze z jednym szczegółem wyposażenia lokomobil. Jest to podgrzewacz wody zasi-

lającej kocioł. Para idąca z kotła z jednej strony ogrzewa wodę, z drugiej zaś tworzy próżnię, którą zajmuje woda ze zbiornika. W ten sposób pompuje się ją do kotła.

Gdy chodzi o lokomobilę o sile po nad 20 koni parow. efekt. doradzać należy bezwarunkowo lokomobilę typu złożonego czyli „*Compound*“. Jest to, jak już wiemy, machina o podwójnem rozszerzaniu się pary, a

Fig. 73.



więc z dwoma cylindrami: małym dla pary o wysokiem ciśnieniu idącej wprost z kotła, i większym, w którym ekspanduje para wychodząca z pierwszego cylindra. Załączona rycina (fig. 72) przedstawia nam lokomobilę tego rodzaju pochodzącą z fabryki R. Garretta i Synów w Leiston (Anglia). Zastosowano tutaj regulator którego budowę podaliśmy na fig. 57, 58, 59 i 60. Zalety machin Compound znane są już dostatecznie czytelnikowi. Oczywiście kotły tutaj są o wysokiem ciśnieniu. W obec tego przy użyciu złych materyałów opałowych (trocin, słomy) w lokomobilach trudno to wysokie ciśnienie utrzymać. W tych tylko zatem wypadkach, potrzebując większej lokomobili, wziąć należy lokomobilę *bliźniaczą*, t. j. o 2-ch jednakowych cylindrach, zasilanych parą wprost z kotła.

Typ lokomobil przemysłowych, cięższych, różni się zazwyczaj przedewszystkiem systemem kotła. Oprócz rurek ogniowych czyli dymowych, są tam jedna lub dwie szerokie rury ogniowe. Tego rodzaju lokomobile budują u nas w Warszawie fabryki A. Repphana i Orthwein, Karasiński i S-ka.

Jeszcze jeden typ małych lokomobil, złożony ze stojącego kotła i stojącej parowej machiny przedstawia rycina (fig. 73) pochodząca z fabryki Ransomes'a.

Z kolei pragniemy zapoznać czytelnika z rozmaitemi szczegółami obchodzenia się z lokomobilami. Stanowić to powinno ważną i integralną część naszego artykułu, zawierając w sobie całą sumę wskazówek, jakie przeważnie praktyka nastręcza. W tym celu pozwalamy sobie tutaj na przedruk z „Gazety Rolniczej“ (r. 1887) świetnej i bodaj jedynej pracy w tym rodzaju pióra p. Franciszka Czarnomskiego, profesora Wszechnicy Jagiellońskiej.

* *
*

Potrzebna prężność pary. Młocarnia parowa tylko wtenczas pracuje oszczędnie, omłaca i czyści dobrze, jeśli lokomobila idzie całą dozwoloną siłą pary. Opór bierny, to jest siła potrzebna na poruszanie luźno idących machin jest bardzo duża; tak np., jeżeli kocioł zrobiony do ciśnienia 80 f. na cal kw., to trzeba 60 f. na poruszanie machin, a tylko przewyżka, to jest te 20 f. pary zużywa się na samą młockę. Ma to miejsce naturalnie wtedy jeżeli lokomobila jest siły odpowiedniej młocarni, to jest taka jaką fabryki z młocarnią przysyłają. Jeżeli słabą parą się młóci, młocarnia przystaje, wialnie wolniej działają, a skutkiem tego zboże nie może dobrze się wymłócić i wyczyścić. Aby jednakże tak wysoką parę, która koniecznie jest potrzebna, równo utrzymać, trzeba dokładnie znać się z machiną i paleniem. U nas dla tego tak wielkich machin używają, bo nie wyzyskują ich siły.

Niszczenie się kotła. Obawa o psucie kotła przez użycie tak silnej pary jest nieuzasadnioną, bo nie prężność pary, ale nagłe ostudzenie niszczy kocioł, a specyalnie ognisko siarka w węglu zawarta. Cała pilność w poszanowaniu kotła powinna być na to zwróconą, aby nie podlegał nagłym zmianom temperatury. Kocioł lokomobili, opalany drzewem lub torfem, długie lata bez żadnej reparacyi służyć może i powinien. Do obsługi należy używać sumiennych ludzi, bo przez jeden dzień, przy niewłaściwem użyciu, można kocioł więcej zniszczyć, niż przez lat kilka, przy stosownem jego funkcyonowaniu.

Ażeby kotła nie studzić, a przeto nie niszczyć, należy pamiętać aby drzwiczki od paleniska tylko z konieczności otwierać, kładąc zaś paliwo trzeba się śpieszyć, podobnie jak i przy poprawianiu ognia. Wody zimnej na raz nie należy nigdy dużo pompować do kotła, w ogóle unikać szybkiego opadania pary. Wypuszczając wodę dolnym kurkiem z kotła, podczas gdy para jest w kotle, w celu wyrzucenia szlamu na spodzie się osadzającego, nie należy jej dużo wypuszczać, a tem bardziej wszystkiej.

Lepiej przewozić lokomobilę z połową pary, co nigdy złych następstw pociągnąć nie może, aniżeli wszystką gorącą wodę wypuszczać. Klapką bezpieczeństwa odrazu także pary wypuszczać nie należy, lecz powoli. Nieraz wypadnie naraz przy młocce stanąć; w tym celu nieświadomi całkowicie drzwiczki od paleniska otwierają, a nawet wiadro wody leją w ogień; są to sposoby niezawodnie wiodące do natychmiastowego nawet nieraz zepsucia kotła, gdyż bardzo często od tego nawet blachy rysują się. Jeżeli jest w kominie dmuchawka (Bläser) do robienia cugu, to jej należy używać wtedy gdy machina stoi, w czasie zaś ruchu tylko w konieczności, bo ogień zanadto silnie rozpala blachy.

Palenie blachy w paleniskuirurki niezakopcone ale białym pokryte popiołem. Pod kotłem dobrze się pali w takim razie, jeżeli płomień jest pięknie biały, a dym z komina lekki, przezroczysty. Palenia tylko z praktyki nauczyć się można, kto zaś tego nie umie, dwa razy tyle materyału do tej samej roboty wypali. Zasadą jest aby na całym ruszcie materyał opałowy równo był rozłożony i tyle tylko ile potrzeba, nie grubo, aby się mógł zupełnie, bez żadnego dymu, spalić. Należy go więc dokładać w małych ilościach na raz, a częściej, i to wtenczas, gdy i poprzednio włożony spalił się, a para wysoko stoi.

Węgiel. Węglem łatwo mocną parę utrzymać, lecz nie należy go kłaść za dużo; warstwa 2 do 3 cali na ruszcie wystarcza, jeżeli zaś jest za grubą, to się nie spala całkowicie, lecz sucho się dystyluje a produkta z tego, jako ciężki, gęsty dym, kominem ulatują. Dwa gatunki węgla dla palacza są niemiłe: bitumiczny, bardzo kopcący, którego bardzo mało na raz kłaść trzeba i drugi, rozsypujący się na miał w ogniu. Ten ostatni jest najgorszy i należy go unikać, a skoro go spalić trzeba, należy puścić w komin trochę pary z dmuchawki, bo węgiel taki potrzebuje dużego ciągu, z przyczyny trudności, jaką napotyka powietrze przy przejściu pomiędzy jego drobne kawałki. Przy węglu bitumicznym można trochę drzwiczek uchylić, a nie będzie tak mocno kopcić. Węgla nie potrzeba nigdy ani moczyć, ani wodą polewać; tłucze się go do użytku na kawałki wielkości pięści.

Drzewo. Drzewo najlepsze sosnowe, twarde zaś jest mniej dobre; paliwo powinno być suche i jeżeli prawdziwie ekonomicznie ma być użyte, powinno być pod dachem suszone, chociaż i drzewem z sążni na powietrzu stojących, wysoką parę utrzymać można. Drzewo należy kłaść w ognisko łupkami grubości ręki, krótszemi niż ruszt, w jednym kierunku, a nie na krzyż, bo małoby go weszło. Od czasu do czasu trzeba je hakiem poprawiać, aby opadło na ruszt i na nim leżało. Rusztów przy drzewie czyścić nie potrzeba, ale przy węglu jest to koniecznem co parę godzin, zależnie od żuzli; nie przerywa to zupełnie młocki. Rurki płomienne trzeba czyścić przy każdym materyale dwa razy na dzień, wtenczas najlepiej kiedy są gorące, bo sadze są suche.

Napełnianie kotła wodą jest czynnością zespoloną z prężnością pary i paleniem. Pompka więcej wody ciągnie aniżeli kocioł potrzebuje; można jej używać przerwami, pompując całą wodę lub tak nastawić, że pompując ciągle, woda w kotle w jednej wysokości pozostanie. Ilość wody do kotła idącej reguluje się kurkiem. Lepiej, ale trudniej używać tego ostatniego sposobu, bo wymiarkowawszy ilość potrzebnego paliwa, parę można utrzymać w granicach 5-ciu funtów zmiany na manometrze, dodając paliwa gdy para się podniesie, bo świeże nakładzenie parę obniża.

Pierwszego sposobu tak się używa, że gdy para do maximum się podniesie, pompkę się puszcza i nakłada paliwa, gdy zaś para od wody się obniży, pompkę się zatrzymuje. Pompowanie bez przerwy jest i dla tego dobrem, że już w pół godziny można wymiarkować, czy materyał opałowy jest dostatecznie dobry do utrzymania żądanej wysokiej pary, co widać, gdy wody nie ubywa, a wskazówka manometru trzyma się na swem miejscu. Pompując przerwami, można się zawieść, bo gdy jest zły materyał, to wprawdzie para się utrzyma, ale wody nie można już do poprzedniej wysokości dociągnąć.

Zamało pary. Jeżeli materyał jest taki, że w żaden sposób wody w kotle na jednym poziomie utrzymać nie można, to należy jej przed robotą wysoko naciągnąć do kotła, podczas roboty trzymać wysoką parę, o ile można pompować, a w końcu, gdy już wody mało, zrzucić pas od młocarni i naciągnąć samą lokomobilą wysoko wody. Jak się para dźwignie, można dalej młócić, przy złem drzewie wypadnie to robić co $2^1/_2$ godziny, a przerwa w robocie jest półgodzinna, jest to więc bardzo niemiłe. Należy pamiętać, że do tej samej pracy, pary wysokiego ciśnienia, a więc i wody, daleko mniej wychodzi, aniżeli pary niskiego ciśnienia. Dłużej się ujedzie trzymając wysoką parę a mniej pompując, aniżeli odwrotnie, jakkolwiek na pozór mogłoby się zdawać inaczej.

Stan pozorny wody. Szkiełko wodowskazu i kurki próbne oznaczają stan wody, lecz trzeba pamiętać, że kiedy machina w robocie, to woda mocno się gotuje, a skoro się zatrzyma, to woda opadnie o dobre ćwierć cala, a nawet, jeżeli brudna, to o dobre pół cala i więcej. Należy więc być ostrożnym z wyrabianiem wody, aby stanąwszy nie zgubić jej w szkiełku i tym sposobem nie obnażyć blachy w palenisku.

Jest to rzecz ważna, o niej więc pamiętać należy.

Jeżeli górny kurek wodowskazu parę puszcza, to woda pozornie stoi wyżej w szkiełku niż w kotle, z przyczyny mniejszego ciśnienia z jednej strony w szkiełku.

Za dużo pary. Gdy ognisko jest pełne paliwa i para mocna, a nagle stanąć wypadnie z przyczyny młocarni, to należy pas zrzucić i pompując wodę, parę od zbytecznego podniesienia się zabezpieczać, naturalnie poprzednio zamknąwszy klapę od popielnika dla zmniejszenia ciągu powietrza. Lecz zdarza się że woda w kotle wysoko stoi i więcej cięgnąć nie można; wtenczas stojąc, tworzyłby się nadmiar pary. W takim więc wypadku, gdy ognia, pary i wody za dużo, a stać trzeba, należy drzwiczki od paleniska zamknąć, węgiel na grobelkę ku drzwiczkom z rusztu łopatką ściągnąć i to zwyczajnie pomoże, tak że manometr stanie; przy drzewie zaś, a czasami przy węglu, należy uchylić drzwiczki na przodzie pod kominem, któremi rurki się czyści i ten ostatni środek zawsze pomaga. Trzeba tylko być ostrożnym, bo tam są węgle i zapalone sadze, aby ich wiatr nie wydmuchnął.

Otwieranie drzwiczek lub lanie wody w ogień zupełnie jest niepotrzebnem, a jako niszczące kocioł, surowo wzbronionem być powinno.

Chociaż trochę pary klapkami odchodzi nic to nie szkodzi, byle tylko manometr wyżej kreski maximum się nie podnosił. Nawet jest pożądanem, przy wysokiem ciśnieniu pary, bliskiem maximum, aby woda nie stała nieruchomo, lecz aby trochę pary odchodziło, w obawie t. zw. przegrzania wody, bo nagle parę wypuszczając przez puszczenie w bieg machiny, woda zamocnoby się wzburzyła i mogłaby się wywiązać nadmierna ilość pary.

Rozbieranie machiny. Przy rozbieraniu części machiny należy porobić znaki, aby je potem tak złożyć jak były poprzednio i aby każda rzecz na swojem miejscu się znalazła; rozbierać ostrożnie, nie używać zbytniej siły, młotkiem nie kaleczyć i nie zbijać w końcach walców dołków zwanych kiernerami, bo później trudno taką oś, gdyby było potrzeba, na tokarni poprawić.

Machina, jeżeli jest czysto utrzymaną łatwo się daje rozebrać, a każdą wadę można szybko dostrzedz.

Odkręcanie muter. Nieraz bardzo trudno odkręcić zapieczone mutry, szczególnie przy cylindrze i szybrach, a siłą urwać je łatwo. Trzeba w takim razie kleszcze kowalskie rozgrzać do białości i mutrę niemi ścisnąć, smarując oliwą na gwincie i pod spodem. Grzać w ten sposób należy tak długo aż się oliwa nie zacznie gotować, a wówczas należy dobrze pasujący klucz na mutrę założyć i ostrożnie weń młotkiem pukać; w końcu mutra na gwincie poruszy się i da się odkręcić. Dobrze jest przed zakręceniem muter posmarować je wewnątrz grafitem z wodą przez

co łatwiej dadzą się odkręcać, tłuszcz zaś niewiele pomaga bo się spali.

Cylinder, tłok i sztanga zwyczajnie raz tylko na rok uwagi wymagają. Gdy machina jest w ruchu, nie powinno być słychać skrobania, oznaczałoby to bowiem, że tłok się trze o cylinder. Nieraz takie stukanie, szczególnie gdy się zatrzymuje bieg machiny, pochodzi od szybrów, ale bezwzględnie na to spuszczać się nie należy. Raz na rok trzeba do cylindra zajrzeć; powierzchnia jego powinna być na około jak lustro wyszlifowaną. Trzeba spróbować czy tłok na sztandze mocno siedzi i czy mutra nie obluzowała się, bo w takim razie cała machina mogłaby uledz zniszczeniu. Jeżeli pierścienie tłoka przetarły się, są za słabe i parę przepuszczają, to należy je położyć na zupełnie równej żelaznej płycie i lekkim młotkiem ostrożnie i równo w każdem miejscu klepać w około kantu od środka po jednej i po drugiej stronie. W ten sposób powiększą one powoli średnicę swoją do żądanej miary i lepiej będą przylegać do cylindra. Dla utrzymania cylindra w dobrym stanie, należy smarować go regularnie *oliwą nie kwaśną*, bo kwaśna oliwa bardzo niszczy i robi lane żelazo miękkiem. Nie należy używać mokrej pary, co ma miejsce wtenczas gdy woda w kotle stoi za wysoko, również nie należy machiny nagle w ruch puszczać. Rurki od cylindra wypada trzymać kiedy należy otwarte, a szczególnie przy puszczaniu machiny strzedz się należy w cylindrze wody (przy kurkach zamkniętych) a zimową porą lodu, gdyż te dwa ciała, stając jako zapora, stać się mogą przyczyną zepsucia machiny.

Kurki od cylindra powinny być otwarte w trzech razach. mianowicie przy puszczaniu w ruch machiny, szczególnie gdy cylinder zimny, aby woda skroplona odciekła i aby para tak nagle na tłok nie działała, następnie gdy się zatrzymuje machinę i nakoniec w machinie w spokoju zostającej zawsze powinny być otwarte, aby woda, gdyby się zbierała w cylindrze, zawsze odciekać mogła.

Pakunek od cylindra nie powinien być zbyt mocno przyciąganym; nic nie szkodzi, gdy woda trochę kroplami przechodzi, przez to sztanga nie tak łatwo zatrze się. Gdyby para przechodziła, należy przyciągnąć mutry, ale obydwie jednakowo, aby buks nigdzie sztangi nie dotykał.

Kierownik (Führung) musi być szczelnie dopasowany do łba w nim chodzącego, lecz tak aby był równoległy do osi cylindra, inaczejby tłok źle chodził w cylindrze. Jest to więc rzecz ważna i niełatwa i dla tego lepiej unikać majstrowania z kierownikiem; jeżeli trzeba to lepiej już odkręcić spodnią część, a górnej nie ruszać o ile można.

Korbsztanga (część łącząca sztangę od tłoka z kolanem osi) powinna się poruszać bez wszelkiego stukania i szarpania, co poznać można biorąc ją ostrożnie w rękę. Panewki na obu jej końcach bardzo szczelnie powinny być dopasowane. Panewki te najlepiej przyciągać ile się da najwięcej, a potem trochę poluzować, łatwiej w ten sposób miarę przyciągnięcia utrafić; pomimo to jednak trzeba próbować ręką za koło zamachowe i obrócić dla przekonania się czy nie są zanadto szczelne. Potem podczas ruchu machiny, można poznać czy się nie grzeje panewka na kolanie, biorąc w rękę korbsztangę blisko panewki. Przy zagrzaniu się tej panewki, machina ruch zwalnia, a nawet i stanąć może.

Panewki lokomobili. Panewka wału koła zamachowego po stronie kolana i pompki, szczelnie pasować powinna, po stronie zaś koła nie potrzebuje być tak ściskaną. Przy przyciąganiu pierwszej, trzeba jednakowo obydwie połówki zasuwać, a znaki w fabryce zrobione na sztandze po dwóch stronach panewki służyć mogą za miarę.

Ekscentry nigdy nie powinny być bardzo przyciągane, powinny się zawsze dać trochę w bok ręką poruszyć, bo gdy ekscenter zatrze się, zwykle się urywa. Jeżeli nie są zamocno przyciągnięte i nie trą się, to drążki od nich idące drgać nie powinny; po tem można poznać stan ich w biegu.

Szybry rozdzielające parę nie przedstawiają kłopotu. Pakunki ich nigdy nie powinny być szczelne, a szczególnie od szybra ekspansyjnego, nastawianego regulatorem; w razie bowiem przeciwnym regulator skacze. Woda z pakunków powinna odchodzić kroplami lub z troszką pary. Z szybrami trzeba unikać wszelkiego majstrowania, szczególnie jeśli są dwa.

Próba dobrego nastawienia szybrów. Gdyby już konieczność wymagała wyjęcia szybrów, to dobre ich ustawienie próbuje się równą ilością pary, na dwie strony cylindra wpuszczanej. Próba ta odbywa się tak: po zrobieniu pary w kotle, komin się kładzie albo zdejmuje, machinę

w ruch puszcza i patrzy, czy jednakowe ilości pary rurą z cylindra wychodzą; jeśli nie, to należy stosownie szybry posunąć.

Próba szczelności szybrów. Chcąc wiedzieć czy szybry są szczelne, stawia się wał korbowy około martwego punktu (to jest tak, aby szybry pary do cylindra nie puszczały), kurki od cylindra otwiera się i parę z kotła do szybrów puszcza; jeżeli są szczelne, to para kurkami odchodzić nie będzie.

Próba szczelności tłoka. Dla wypróbowania dokładności tłoka w cylindrze nastawia się wał korbowy tak, aby szyber wpuszczał parę z jednej strony cylindra i z tej strony kurek przy cylindrze zamyka się, drugi zaś kurek się otwiera, koło rozpędowe zamocowywa się drągiem drewnianym za sprychę, aby się nie mogło obrócić i puszcza parę z kotła. Jeżeli para otwartym kurkiem nie idzie, lub bardzo mało, to tłok jest szczelny.

Regulator czasem zaciera się na spodniej panewce, należy więc tam co dwie godziny oliwy nalać. Mechanizm jego nie powinien być bardzo wytartym (przyniszczonym), bo na parę działał by za powolnie. Podlega on tylko jednej przypadłości: skacze do góry, a potem nagle spada w równych tempach na przemiany, przyczem naturalnie i sama machina peryodycznie ruch swój zmienia, co najlepiej widać, kiedy machina światło elektryczne obsługuje. Przyczyną tego jest nadmierny opór bierny, który spotyka na swej drodze mechanizm regulatora, jak naprzykład z powodu przyciągnięcia której śruby, a szczególnie pakunku szybra przy ekspansyjnym regulatorze, należy więc tego unikać. Gdy się pasek, wprawiający w ruch regulator, zerwie, machina rozpędza się. Nie należy zaniedbywać użycia sposobów nastawiania regulatora do cięższej lub lżejszej roboty, jeżeli się używa do lżejszej młocki lub naprzykład do rznięcia sieczki. Do tego celu można i ekspansyę na ekscentrze zmienić, jeżeli jest do tego stosowne urządzenie. Użytkując należycie z ekspansyi, oszczędza się paliwa.

Klapki bezpieczeństwa należy utrzymywać czysto, a jeżeli pomimo to parę przepuszczają, to trzeba kluczem trochę w prawo i w lewo poruszyć, a klapka na swem łożysku osiądzie. W czasie spokoju, sprężyny należy ulżyć.

Manometr jeżeli jest dobry, to wskazówka na nim buja razem z parą wchodzącą do cylindra. Manometr i klapki bezpieczeństwa wzajemnie się kontrolują.

Kurki próbne i od wodowskazu od czasu do czasu należy parą przedmuchnąć, aby się nie zatkały *).

Pompka powinna być utrzymywana w czystości, nie przyciągając przytem za mocno pakunku; nic nie szkodzi chociażby trochę wody wychodziło, byle ta z siłą nie wypryskiwała, gdyż byłby to znak, że powietrze wchodzi do pompki. Powietrze w niej bardzo szkodzi, bo źle wtenczas ciągnie. Smarowanie pakunku oliwą jest niedobre, bo kulki zanieczyszczają się, lepiej już smarować szarem mydłem. Uważać też należy, aby rurki gumowe powietrza nie przepuszczały, a głównie rura ssąca. Kurek powinien być dobrze doszlifowany, bo łatwo tamtędy powietrze wchodzi. Jeżeli pompka dobrze ciągnie, to kulki jednakowo rzechoczą, rurka ssąca równo się ponurza, a część pompki, gdzie woda do kotła wchodzi, jest zimną, jeżeli zaś źle ciągnie, to kulki trzaskają i rurka skacze. Jeżeli to ma miejsce, trzeba dwie pokrywki odśrubować, kulki za pomocą stosownych szczypczyków drucianych wyjąć i wyczyścić; trzeciej pokrywki nigdy nie należy odkręcać, bo by gorąca woda poparzyła i z kotła by uciekła. Chcąc kurek uregulować do wody, trzeba z niej rurkę gumową (która ją z powrotem z pompki oddaje) wyjąć i miarkować się podług wody odchodzącej; przytem kurek od nagrzewacza lepiej zamykać. Rurka łącząca pompkę z kotłem prawie nigdy nie zatyka się, lecz lepiej czasem (np. co rok) sprawdzić to drutem, odkręciwszy małą śrubkę, na zimę zaś lepiej konopiami okręcić, aby w niej w czasie mocnych mrozów, woda nie zamarzła.

Nagrzewacz do wody zimą tylko z konieczności używany być powinien, bo tłuszcz z cylindra dostaje się do wody z parą i bardzo prędko kulki od pompki zanieczyszcza, a także tłusta woda powoduje w kotle szkodliwe kwasy.

Dmuchawka w kominie używa się skoro przed młocką manometr pokazuje 20 funtów pary i wtedy trzeba się spieszyć ze zrobieniem mocniejszej pary. W czasie ruchu machiny wyjątkowo tylko należy u-

*) Kurki przy wodowskazie powinny się lekko zamykać, bo na wypadek pęknięcia szkiełka, trudno byłoby je zamknąć z przyczyny wytryskującej wody i pary.

żywać dmuchawki, bo od silnego cugu ogień bardzo blachy rozgrzewa.

Kurek do przeczyszczania kotła. Kurkiem na dole przy kotle umieszczonym należy codzień lub co kilka dni, trochę wody z parą wypuścić, ażeby szlam na dole się zbierający z kotła wypędzić. Najlepiej to robić wtedy gdy machina chwilę stała, a szlam miał czas opaść. Trzeba jednak przy tem postępować ostrożnie (bo kurek zawsze bardzo tępo się obraca) aby módz go z powrotem zamknąć, inaczej by za dużo, a nawet wszystka woda mogłaby z kotła uciec. Klucz musi dobrze pasować, a kurek trzeba nieco w prawo i w lewo poruszać, aby się obluzował. Jak wiadomo, nigdy nie należy dużo, a tem bardziej wszystkiej wody wypuszczać.

Szlifowanie kurków. Kurki, jeśli nie są szczelne, należy doszlifować, gdyż szczególnie te, które dotykają wody prędko się niszczą. Szlifuje się je pumeksem w proszku, o ile można najczystszym, z wodą. Przy szlifowaniu nie należy kurka kręcić w kółko, ale obracając go raz w prawo, raz w lewo, wciskać i wyjmować. Do tej roboty trzeba cierpliwości, gdyż obracając tylko w koło, porobią się obrączki i kurek niedoszlifuje się. Widząc na jego powierzchni że się cały doszlifował, należy go wodą dobrze obmyć i założyć. Muterek od niego nie należy mocno przyciągać aby się dał lekko ręką obrócić i niczem nie smarować, bo to nie pomaga, gdyż smarowidło prędko się spala i jeszcze gorzej niszczy. Kurki należy przynajmniej raz na rok przyszlifować.

Dichtungi. Materyały używane do zabezpieczenia przeciwko wychodzeniu pary nazywają się po niemiecku „Dichtung“ (uszczelnienie). Pakunki najlepsze konopne, jeżeli otwory duże, to w warkocz splecione, jeżeli małe, to tylko skręcone, a w każdym razie nie mocno, aby po przykręceniu, dobrze przestrzeń wypełniały. Przed założeniem, należy je łojem wysmarować. Dichtung do dużej dziury kotłowej czyli włazu (Mannloch) robi się z warkocza konopnego odpowiedniej szerokości, w końcu nicią zeszytego, tak aby kółko stąd powstałe miało obwód odpowiedni. Warkocz smaruje się pokostem, nakłada gęstym kitem i do kotła przyśrubowuje. Podobnie robi się z otworami na dole kotła, służącemi do wybierania szlamu, (Schlammloch). Te ostatnie, ponieważ są małe, mogą się obejść bez kitu i dają się uszczelnić samemi tylko konopiami z pokostem. Po założeniu, należy kocioł rozgrzać, przez co kit rozmięknie i lepiej da się śrubami ściągnąć. Kit robi się z $^1/_2$ części minii, $^1/_2$ części kredy szlamowanej i tyle pokostu, aby był twardy; należy go przytem dobrze bić na desce młotkiem, aby się wyrobił.

Części machiny które są toczone lub heblowane, jak przykrywka od cylindra lub szybrów, można kitem spoić, ale daleko wygodniej użyć do tego płótna gumowego jak najcieńszego, które bardzo mało kosztuje i doskonale trzyma. Dając z jednej strony papier, można parę razy przykrywkę odjąć i założyć, kit zaś za każdem odjęciem trzeba dać nowy, po odskrobaniu dawnego.

Smarowanie panewek. Wszystkie panewki mają knoty nawinięte na cienkie miedziane druty, a to dla tego, aby mieć pewność że są nasunięte w odpowiednie otwory i do walców dochodzą. Grubość ich tylko z praktyki wymiarkować można tak aby knot otwór wypełnił. Przy smarowaniu, trzeba uważać, czy poprzednio nalana oliwa całkowicie wyszła, co po panewce poznać można. Jeżeli knot jest za cienki, to smar może wyjść zbyt prędko, a potem panewka się zatrze. Jeżeli knot za mocno zwinięty lub za gruby, to może za wolno ciągnąć. Z praktyki wiem, że lokomobila robiąca 180 obrotów na minutę, powinna być smarowaną co 4 — 5 godzin, z wyjątkiem dolnej panewki regulatora, którą częściej trzeba smarować. Pomimo to należy się przekonać po pewnym czasie czy się która panewka nie grzeje, dotykając ręką; panewkę na wale korbowym zbadać można dotykając korbsztangi i ekscentra po drganiu drążków. W tem miejscu należy mi dodać, że nigdy nie należy zbytecznie ufać swej zręczności w dotykaniu części machiny w ruchu będącej, nigdy bowiem w tem nie może być zbytku ostrożności.

Trwałość panewek. Panewki lokomobili, dobrze smarowane, nadzwyczaj mało się zużywają, tak że przy machinie, robiącej 180 obrotów na minutę, przez cztery miesiące w roku używanej, w ciągu 5-ciu lat zaledwie o grubość zapałki trzeba je przyciągnąć.

Czyszczenie kotła. Co dwa miesiące wodę należy całkowicie wypuścić, a kocioł, po otworzeniu i wybraniu szlamu, mo-

cną sikawką wyszprycować *). Jeśli woda w szkiełku bardzo spada, gdy ruch machiny ustaje, oznacza to, że jest ona brudną. Jeżeli używana woda jest twardą, to dobrze jest wsypać garniec lub dwa kartofli do kotła, chroni to bowiem od tworzenia się skorupy (kamienia kotłowego) na blachach w kotle.

Wiatr. Mocny wiatr szkodzi cugowi komina; dla zabezpieczenia się od tego, dobrze jest z cienkiej żelaznej blachy wyciąć pas tak długi jak połowa obwodu siatki i haczykami z blachy zrobionemi, na komin od strony wiatru założyć. Gdy wiatru nie ma, dobrze jest podnieść nakrywkę nad kominem, cug będzie w takim razie lepszy. Czasami się zdarza, że rurka od pompki, oddająca wodę, zatka się, a wtenczas, jeżeli kurek od nagrzewacza zostanie otwarty, pompka wodę w komin pchać będzie, przezco cug znacznie się zmniejszy. Poznać to można po zbieraniu się wody pod kominem.

Mróz. Więcej niż wiatr, dokucza mróz. W zimie trzeba zachować środki ostrożności, aby woda nie zamarzła. Gdy machina gorąca lub jest w ruchu, nigdy się to nie przytrafia, ale łatwo stać się może w czasie bezczynności, gdy kocioł jest pełny; w takim razie lód jest w stanie rozsadzić kocioł i zniszczyć go od razu. Co rano, w czasie mrozu, należy, nie zważając nawet na święto, ogień pod kotłem rozpalić i kilkanaście funtów pary zrobić. Oprócz zwyczajnego płótna do przykrywania, trzeba mieć maty słomiane (zwyczajnie dwie na całą długość lokomobili wystarczą) i temi nakryć. Bardzo dobrze jest z cienkiej blachy zrobić szyberek i wsunąć tam gdzie się komin składa, jedną śrubę wyjąwszy; to cug zupełnie zatrzymuje i rano woda jest dużo cieplejszą. Odchodząc wieczór po robocie od lokomobili, podczas mrozu, należy wodę ze szkiełka wypuścić, ze smarownika od cylindra wodę i resztę oliwy do cylindra wpuścić i potem zamknąć. Kurki od cylindra powinny być zawsze, gdy machina stoi, otwarte; kurek od nagrzewacza wody otworzyć, rurki gumowe od pompki odjąć, a pierwszą kulkę podnieść, kładąc spodem słomkę. Młócąc na mrozie, należy zrobić z desek dwie ścianki, 5 łokci długości, 3 łokcie wysokości; postawić je na dłuższym boku, jedną w kierunku długości lokomobili i oprzeć o zadnie koła, drugą zaś postawić w poprzek na wprost ogniska i oprzeć o przednią część lokomobili. Buda taka zimą bardzo chroni palacza od zimna, przez co tenże jest daleko żwawszym. Pomimo zachowania środków ostrożności, przy dużych mrozach, przed puszczeniem machiny, trzeba ręką obrócić koło zamachowe dla przekonania się, czy nie ma gdzie lodu, szczególnie w cylindrze, bo ten łatwo stać się może przyczyną mocnego uszkodzenia machiny.

Niebezpieczeństwo ognia. Użycie lokomobili powoduje zawsze niebezpieczeństwo ognia. Węgiel daje wprawdzie najmniej iskier, ale za to najniebezpieczniejszych, drzewo więcej, a najwięcej torf. Podczas młocki wychodzi mało iskier, bo je para gasi, najwięcej zaś wtedy, gdy się pod kotłem pali a machina stoi. Największe niebezpieczeństwo stanowią sadze w kominie, gdyż łatwo się zapalają skoro się młócka zatrzyma. Aby temu zapobiedz, trzeba siatkę na kominie miotłą oczyszczać. Popielniki są wprawdzie szczelnie do kotła dopasowane, ale zawsze należy po robocie wody nalać, a następnie węgiel i popiół wybrać. Różne są przyrządy chroniące od iskier, ale wszystkie one mają wspólną wadę, hamowania ciągu w kominie. Ważną jest rzeczą, aby nigdy do lokomobili nikogo od młocarni nie dopuszczać, bo na ubraniu łatwo iskrę przenieść. Jedynym radykalnym środkiem zabezpieczenia się od ognia, jest dalekie o ile możności odsunięcie lokomobili od młocarni, a to za pomocą drucianej transmisyi.

* * *

Na zakończenie pozwalamy sobie podać jeszcze kilka uwag, dotyczących sprawy badania, porównywania ofert, jakie pragnący nabyć machinę rolnik od sprzedawców otrzymuje.

*) W celu usunięcia skorupy z powierzchni rur płomiennych, do których skrobaczkami dostać się nie można, zaleca się w dalszym ciągu postąpić jak następuje:

Wnętrze kotła wyciera się wedle możności do sucha, skrapia rury płomienne wewnątrz kotła naftą za pomocą odpowiedniego rozpylacza, zużywając od jednej do dwóch kwart, poczem się naftę przy otwartym włazie i wszystkich szlamlochach zapala. Spalenie to powoduje pękanie skorupy i opadanie na dno kotła, skąd przez szlamlochy usuniętą być winna. Podczas spalenia otwory koniecznie winny być otwarte, inaczej szybko się rozszerzające a zamknięte gazy mogłyby uszkodzić kocioł.

A. J.

Przy ocenianiu wielkości parowej machiny utrwalił się szkodliwy zwyczaj bezwzględnego oceniania jej wielkości pod względem siły na zasadzie dwóch tylko czynników: 1) średnicy cylindra—i 2) wielkości skoku, t. j. długości cylindra.

Tymczasem na siłę machiny, a więc i na jej budowę i cenę składa się jeszcze kilka bardzo doniosłych czynników i tylko sumaryczne ich uwzględnienie dać nam może obraz rzetelny wielkości danej machiny.

Z tego cośmy o machinach mówili czytelnik domyśla się, że przedewszystkiem pamiętać winniśmy o *wysokości ciśnienia* dla jakiego dana machina jest zbudowaną. Mając do rozporządzenia kocioł o 4 atmosferach ciśnienia i drugi o 12 atmosferach będziemy dla otrzymania *identycznej siły* potrzebowali dwóch machin zupełnie różnych. Rozmiary cylindra w pierwszym wypadku będą większe aniżeli w machinie do drugiego z tych dwóch kotłów.

Siłę parowej machiny w *indykowanych* koniach podaje nam wzór

$$Ni = \frac{F \cdot c \cdot p}{75}$$

gdzie F oznacza powierzchnię tłoka w centymetrach kwadratowych, p *średnie* ciśnienie pary w cylindrze w kilogramach na centymetr kwadratowy, c zaś chyżość tłoka w metrach na sekundę.

Co do p zauważyć należy jeszcze, że jest ono prócz od ciśnienia pierwiastkowego w kotle, zależnem między innemi od wielu szczegółów konstrukcyi machiny (czy cylinder jest ogrzewanym lub nie, czy ma miejsce dławienie pary, czy długość kanałów czyli szkodliwych przestrzeni jest większą lub mniejszą itd.).

Następnie widzimy, że chyżość tłoka wchodzi jako mnożnik do naszego wzoru. Czyli, że szybkość obrotów machiny gra wielką i bezpośrednią rolę w sprawie wielkości siły machiny.

Zatem machina szybkochodząca może być mniejszą co do rozmiarów cylindra a swoją drogą dawać większą siłę, aniżeli machina o powolnym biegu.

Stosownie do doskonałości budowy i systemu machiny wzrasta lub zmniejsza się jej efekt, czyli stosunek rzeczywistej, efektywnej siły do indykowanej.

To samo da się powiedzieć o konsumcyi pary na konia. Rozmaite machiny stosownie do ich systemu, stopnia ekspansyi i szczegółów budowy, spotrzebowują różne ilości pary. Granice te są bardzo od siebie odległe i gdy złe, małe machiny potrzebują na indykowanego konia i godzinę do 20 *kg* pary (wprawdzie o niższem ciśnieniu), przy machinach o potrójnem rozszerzeniu pary, konsumcya powyższa wynosi niekiedy zaledwie $5^1/_4$ *kg*.

A. Rosset.

* * *

V. Motory naftowe.

Do niedawna jeszcze machina parowa była jedyną silnią, działającą zapomocą ciepła, oddaną na usługi rolnictwa w miejsce niedostatecznej lub zbyt kosztownej siły ludzi lub zwierząt. W ostatnich czasach napotkała ona w motorze naftowym współzawodnika, który nie tylko staje do walki na dotychczas przez nią zajmowanem polu, ale wkracza nawet do tak małych przemysłowych zakładów, wymagających siły od 2 do 3 koni parowych, które dotychczas z powodu kosztowności urządzenia i utrzymania w ruchu, dla machiny parowej były zamknięte.

Dla ułatwienia zrozumienia postępowego znaczenia dla rolnictwa motoru naftowego i lokomobili naftowej podajemy tutaj opis konstrukcyi i działania motorów z fabryki Deutz pod Kolonią. Motor naftowy stanowi silnię działającą przez szereg wybuchów mieszaniny powietrza atmosferycznego i mgły naftowej w taki sposób, że te wybuchy wywierają parcie na tłok posuwający się w cylindrze, a powstający w skutek tego ruch, zapomocą sztangi i korby, przenosi się na oś koła zamachowego.

Motory te, po największej części, w przeciwstawieniu do machiny parowej działają jednostronnie, to jest wybuchy działają tylko na jedną stronę tłoka, druga zaś strona pozostaje w zetknięciu z atmosferą. Powszechnie dzisiaj przyjęty sposób działania motoru naftowego jest to wynaleziony przez D-ra N. A. Otto, założyciela fabryki motorów gazowych w Deutz, tak zwany „ruch czterotaktowy“ polegający na tem, że do ukończenia całkowitego roboczego działania potrzeba czterech skoków tłoka, mianowicie:

1-szy skok (podniesienie tłoka w górę). Wessanie wybuchowej mieszaniny powietrza z parą naftową (okres wessania);

2-gi skok (opuszczenie się tłoka na dół) Wtłoczenie tego wybuchowego naboju do tylnej części cylindra (okres ściskania);

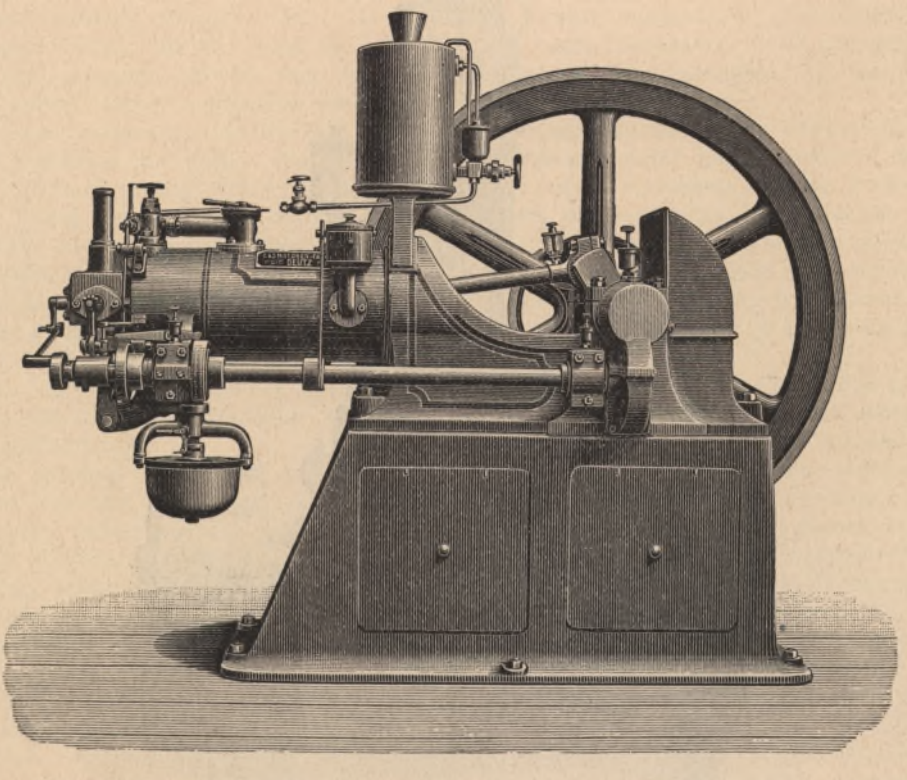
3-ci skok (podniesienie tłoka). Skoro się nabój w wewnętrznym martwym punkcie w cylindrze zapali, prężność wytworzonych gazów popycha tłok naprzód nadając kołu zamachowemu ruch obrotowy, wystarczający do utrzymania motoru w działaniu przez ciąg trzech następnych skoków tłoka (okres roboczy);

4-ty skok (opuszczenie się tłoka). Wypchnięcie spalonych gazów na zewnątrz (okres wypływu gazów).

Motory naftowe fabryki gazowych motorów w Deutz budowane są podług dwóch wzorów, są mianowicie leżące lub stojące; w tych ostatnich cylinder leży na wierzchu. Pierwszy system nadaje większą stałość wszystkim składowym częściom i czyni je łatwiej dostępnemi. Nadzwyczaj mocna i trwała budowa sprawia, iż motory leżące najwłaściwsze są dla machin stałych, znajdujących się w ciągłym ruchu. Motory naftowe stojące (z cylindrem leżącym na wierzchu), jako zajmujące mało miejsca, znajdują zastosowanie w ciasnych lokalach, jako też u lokomobil z powodu wielkiej swej lekkości, a stąd łatwości w przenoszeniu z miejsca na miejsce.

Opisanie leżącego motoru naftowego z fabryki w Deutz (fig. 74). Zapas nafty mieści się w zbiorniku znajdującym się na machinie, z którego nafta pod zawsze jednakowem ciśnieniem wypływa do kanału powietrznego przez rurkę natryskową opatrzoną sitkiem. Przez takową, w czasie każdego okresu ssania, wytryska pewna ilość nafty, stale odmierzana przez automatycznie nastawiający się wentyl, cienkimi strumieniami i zostaje porwaną przez prąd powietrza płynący ku cylindrowi. Wytworzona tym sposobem mieszanina wchodzi do komory przylegającej do gorących ścian cylindra a służącej do wytwarzania gazu,

Fig. 74.

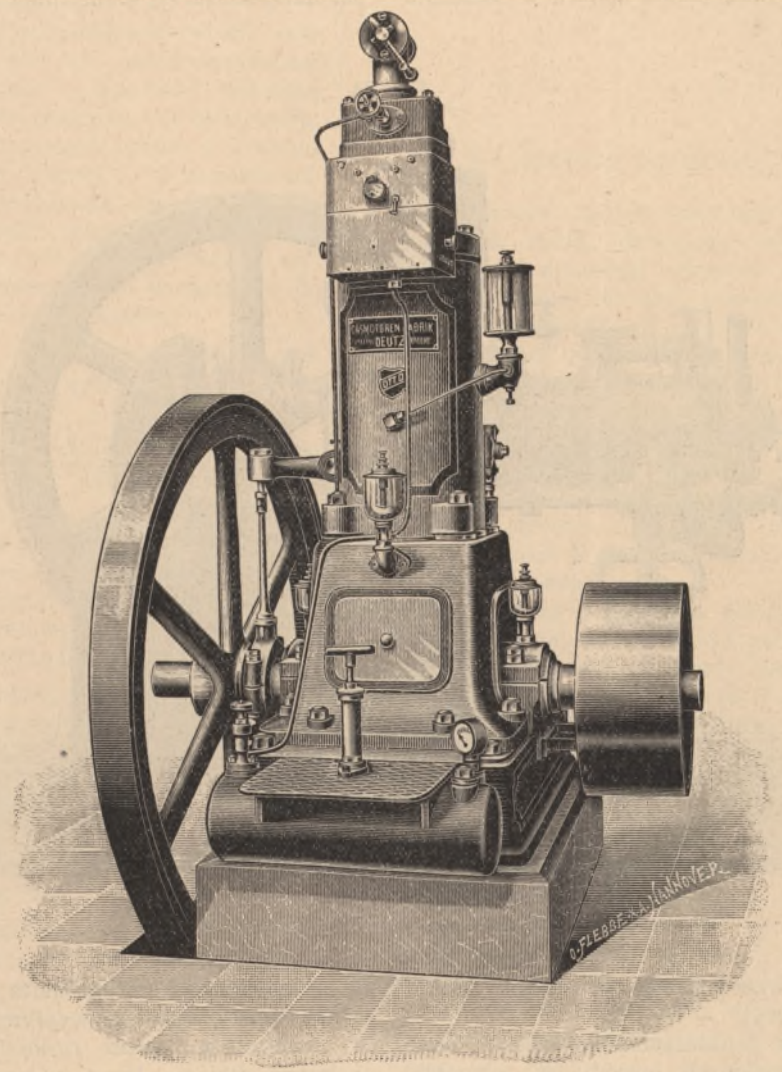


gdzie się nafta zamienia na parę i w tej postaci przez wentyl dopływowy dostaje się do cylindra.

Po zamknięciu wentyla dopływowego, gdy już nastąpi ściśnięcie (kompressya) palnego naboju, następuje zapalenie jego za pośrednictwem rurki niklowej rozgrzanej do czerwoności zapomocą płomienia lampki naftowej; rurka ta jest połączona z wnętrzem cylindra; przy otwarciu zasuwy palnikowej, ściśnięte gazy wchodzą do niej i zapalają się przy zetknięciu z rozgrzanemi jej ścianami.

Wszystkie części machiny potrzebujące kierunku, otrzymują ruch w bardzo prosty i pewny sposób od wału kierowniczego, leżącego przy podłużnym boku motoru, wprawianego w ruch obrotowy przez wał korbowy za pośrednictwem cicho idących ślimacznic.

Fig. 75.



Bardzo czuły zamachowy regulator z kulami utrzymuje obroty machiny w stałej ilości i reguluje zużycie paliwa odpowiednio do wydajności siły motoru. Regulowanie to odbywa się w ten sposób, że przy najmniejszem przekroczeniu ilości obrotów,

jedno lub kilkorazowe działanie robocze ustaje, ponieważ wentyle, dopływowy i doprowadzający naftę są zamknięte. wentyl zaś odpływowy pozostaje otwarty dopóki ilość obrotów nie wróci do normalnego stanu.

Ciężkie koło zamachowe daje rękojmię jednostajnego biegu motoru tam przynajmniej, gdzie wykonywana praca nie przedstawia zbyt zmiennej wielkości oporów.

W celu zapobieżenia nadmiernemu rozgrzaniu cylindra i tłoka wskutek ciągle się powtarzających wybuchów, cylinder, jak zresztą we wszystkich motorach naftowych, osłonięty jest płaszczem ochładzanym przez przepływającą wodę.

Motor naftowy *stojący* (fig. 75) pochodzący z tejże fabryki, różni się od dopiero co opisanego głównie tem, że zapas nafty mieści się w oddzielnie umieszczonym, nisko ustawionym zbiorniku i że ilość nafty potrzebna na każdy skok tłoka zostaje zapomocą pompy wtłoczona do komory w której się parowanie odbywa. Tym sposobem unika się wadliwego urządzenia przy którem, dla nadania potrzebnego spadku strumieniowi nafty spływającemu do komory w której parowanie się odbywa, zbiornik z naftą jest wysoko zawieszony na ścianie, co nietylko utrudnia jego napełnianie, ale też jest połączone z pewnem niebezpieczeństwem.

Inne różnice w budowie stojącego motoru od leżącego, dopiero co opisanego, jako czysto konstrukcyjnej natury, możemy na tem miejscu pominąć.

Motory naftowe innych fabryk, pod względem sposobu działania, nie różnią się od wyrobów fabryki w Deutz, o ile zastosowano w nich wspomnianą wyżej zasadę „cztero-taktową“, lecz w szczegółach budowy przedstawiają liczne różnice; tak naprzykład często obywają się bez rurki do żarzenia, gdyż przestrzeń kompresyjna w cylindrze roboczym do tego stopnia się nagrzewa, że zapalenie się wybuchowej mieszaniny następuje w danej chwili samo przez się w zetknięciu z gorącą ścianą. Takie urządzenie może być zadawalniającem, przy zupełnem obciążeniu motoru. Przy słabem obciążeniu, wybuchy następują rzadziej, wskutek czego ścianki przestrzeni kompresyjnej mniej otrzymują ciepła i zapalenie się nie jest tak pewne. Inni znowu używają rurki żarowej ogrzewanej z zewnątrz jednocześnie jako przyrządu do wyparowywania, wdmuchując przez nią mieszaninę rozpylonej nafty i powietrza do cylindra. Tutaj zapalenie się mieszaniny nie następuje z zupełną pewnością we właściwym czasie, ponieważ palnik (rurka żarowa) jest napełniony palną mieszaniną już w okresie wsysania i komprymowania, a więc wtedy, gdy zapalenie jeszcze następować nie powinno. Dalej, niezupełnie bezpieczną jest rzeczą dawać ujście wytryskowi nafty do przestrzeni z którą bezpośrednio stykają się wybuchy, ponieważ przytem następuje nieuchronne zanieczyszczenie rurki wytryskowej.

Nie można nic zarzucić palnikom elektrycznym używanym przy motorach naftowych zamiast rurki żarowej, jeśli do tego celu służą przyrządy magneto - elektryczne; stosowanie elementów galwanicznych do tego celu, w skutek mniej pewnego działania i trudnej instalacyi, nie jest tak dobre.

W każdym razie, przy nabywaniu motoru naftowego mniej należy zważać na niską jego cenę i pozorną prostotę budowy, jak raczej na gwarancyę bepieczeństwa w użyciu i trwałości, oraz małego zużycia nafty jakie fabryka dać może. To ostatnie powinno wynosić w dobrych motorach naftowych około 0,35 do 0,40 *kg* na godzinę i konia.

Bieg machiny i obchodzenie się z nią. Wprowadzenie w ruch motoru odbywa się w ten sposób, że naprzód zapala się lampka naftowa służąca do nagrzania rurki zapalnej i podgrzewania komory w której parowanie się odbywa, a po dostatecznem ogrzaniu się właściwych części to jest po upływie 15 do 25 minut, obraca się kilka razy koło zamachowe, dopóki nie nastąpi pierwszy wybuch, poczem już machina dalszy ruch sama odbywa. Skoro już machina w skutek wewnętrznych wybuchów dosięgnie pewnego stopnia ogrzania, a więc po upływie znowu kilku minut, otwiera się kurek rury doprowadzającej zimną wodę, a wtedy można już machinę pozostawić samej sobie. Rozumie się, że przed rozpoczęciem ruchu, trzeba napełnić zbiornik na naftę jako też oliwiarki, ku czemu najlepiej skorzystać z czasu potrzebnego do nagrzania. Ponieważ pojemność zbiorników obliczona jest na 10 godzin pracy, a machina, stosownie do obciążenia, sama reguluje zużycie smaru, przeto wszelki dozór machiny w czasie jej biegu jest zbyteczny.

Czyniono zarzuty motorowi naftowemu, że tenże, w obec łatwości obsługi machiny parowej, wymaga więcej starań i inteli-

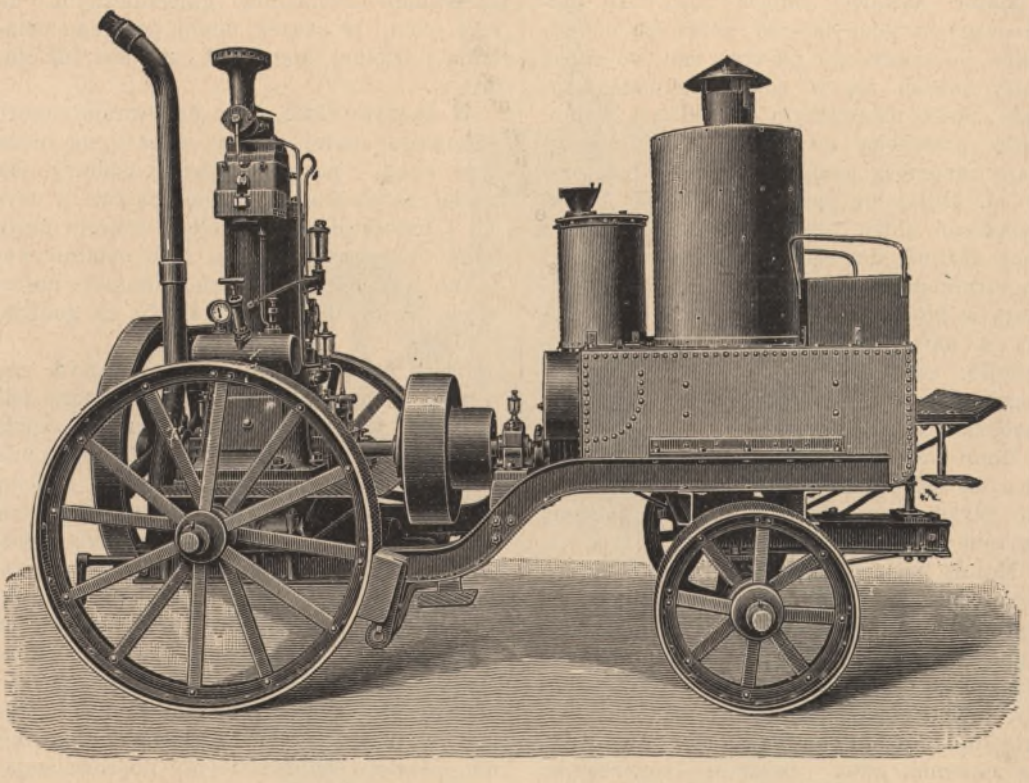
gencyi w obchodzeniu się z nim. Wprawdzie należy motor naftowy częściej oczyszczać z powodu nieuniknionego osadzania się sadzy na powierzchniach o które wybuchy potrącają, jako też od czasu do czasu kontrolować szczelne zamknięcie łatwo ulegającego zanieczyszczeniu wentyla w rurze wytryskowej i w razie potrzeby takowy przyszlifować. Jeśli takie oczyszczanie uskuteczniać będziemy regularnie co dwa tygodnie, natenczas nie będzie powodu obawiać się zakłócenia prawidłowego działania motoru zbudowanego podług dobrego systemu. Takie oczyszczanie nie częściej zatem staje się potrzebnem jak oczyszczanie kotła parowego z błota (szlamu) i soli (kamienia kotłowego).

Chłodzenie motoru następuje albo przez doprowadzenie do niego rury wodociągowej (przyczem zużycie wody wynosi 30 *l* na godzinę i konia) albo przez chłodnice, połączone z motorem zapomocą dwóch rur w ten sposób, że obieg w nich wody odbywa się samodzielnie i że spływająca z motoru nagrzana woda znowu się w chłodnicy oziębia, zanim napowrót spłynie do motoru. W tym ostatnim razie zużycie wody jest nic nie znaczące, gdyż polega tylko na parowaniu wody.

Opisanie lokomobili naftowej z fabryki motorów gazowych w Deutz (fig. 76). W budowie tej lokomobili zwrócono główną uwagę na jej lekkość przy łatwym dostępie do wszystkich części machiny.

Podstawę jej tworzą dwie podpory kształ-

Fig. 76.



[na których są osadzone osie kół. Nad tylną osią ustawiony jest stojący motor naftowy wraz z wałem korbowym pod prostym kątem do osi w ten sposób, że koło zamachowe, zaklinowane na jednej stronie wału korbowego, łatwo jest dostępne od tylnej strony wózka. Tym sposobem pozyskano z jednej strony mocne ustawienie machiny w skutek obniżenia jej podstawy, z drugiej zaś możność wygodnego wprowadzenia w ruch obrotowy motoru. Na drugiej stronie wału korbowego osa-

dzone są dwie tarcze (szajby) pasowe o różnej średnicy, w celu użycia motoru do rozmaitych celów. Szajby te są o tyle ku przodowi wysunięte, że pozwalają na przesunięcie pasów koło kół na obie strony lokomobili, a zapomocą frykcyjnego skuplowania mogą być w każdej chwili z wałem motoru złączone lub rozdzielone.

W celu ochładzania, znajduje się przyrząd parujący nad zbiornikiem zimnej wody osadzonym nad przednią osią wózka. W tym przyrządzie, ogrzana woda spływająca z motoru, rozpościera się zapomocą pompy na szerokiej powierzchni gdzie się styka z prądem wiatru płynącym od wentylatora; wtedy spływa powrotnie do zbiornika, z którego ponownie dostaje się na motor.

Zastosowanie motoru naftowego w rolnictwie. Zalety motoru naftowego polegają na szybkiem jego przygotowaniu do działania, na taniości nabycia, co do mniejszych przynajmniej, oraz użycia, na zupełnem bezpieczeństwie i możności obchodzenia się bez dozorcy.

Motory większe, jakie zaczęła wyrabiać firma np. Clayton i Shuttleworth dla zastąpienia lokomobil parowych przy młocarniach kosztują drożej niż odpowiadające im parowe.

Gdzie w gospodarstwie wymaganą jest znaczna (20 i więcej koni) siła przy nieprzerwanem działaniu, tam pomimo nieodłącznych niedogodności wypadnie oddać pierwszeństwo machinie parowej, ponieważ koszta utrzymania jej w działaniu nie są wyższe, a może nawet niższe niż motoru naftowego. Dla mniejszych zaś zakładów, o przerywanem działaniu i wymagających mniejszej siły, korzyści będą po stronie motoru naftowego. Trzeba do tego dodać, że paliwo, to jest zwyczajna nafta do lamp używana, znajduje się wszędzie i w każdym sklepiku jest do nabycia, a przewóz jej bez porównania mniej kosztuje niż wielekroć więcej ważących węgli, których spotrzebowanie przy opalaniu machiny parowej zależnem jest od zręczności i dobrej woli palacza, gdy motor naftowy ilość potrzebnego paliwa sam sobie automatycznie odmierza.

W rolnictwie właśnie machiny wymagające małej, a nawet najmniejszej siły odgrywają najważniejszą rolę, jak młynki, wialnie i wszelkie inne przyrządy do czyszczenia zboża i t. p., a więc tu motor naftowy jest na swojem miejscu. Mianowicie w mleczarstwie, gdzie do wirówek oddzielających śmietankę od mleka potrzebna jest siła 3 lub 4 koni na parę zaledwie godzin dziennie, motor naftowy okazał się bardzo pożytecznym. Przytem ogrzana do 70° C. woda użyta do chłodzenia przyrządu może służyć do ogrzewania mleka lub śmietany. Można też otrzymać bez kosztu wodę ogrzaną do 100° C. przeprowadzając wodę spływającą z motoru przez system rur ogrzanych wpływem gorących gazów. Motor naftowy również korzystnie daje się użyć jako siła pomocnicza przy machinach poruszanych siłą wiatru lub wody (np. pomp lub młynów). W tym razie jest to rzeczą wielkiej doniosłości, że motor może wywrzeć działanie w tej samej chwili, gdy elementarna siła zaczyna słabnąć i że przytem spotrzebowanie paliwa sam automatycznie reguluje, wydając tylko efekt użytecznej pracy równy różnicy pomiędzy ilością mogącej być dostarczoną, a rzeczywiście przez siłę elementarną wytworzonej pracy.

Największe korzyści zdaje się obiecywać motor naftowy w postaci lokomobili naftowej i w zastosowaniu do celów rolniczych, jak młocka, orka itp. lub w połączeniu z pompą jako sikawka ogniowa.

Bardzo niewygodne przewożenie węgla i wody do zasilania kotła machiny parowej usunięte byłoby zupełnie przy motorze naftowym, a także niebezpieczeństwo eksplozyi kotła parowej lokomobili oraz wzniecenia pożaru przez wylatujące z komina iskry, a także oszczędzona robota palacza.

Z drugiej jednak strony występują wielkie trudności konstrukcyjne; to też wszystkie lokomobile naftowe przedstawione przez rozmaite fabryki do konkursu na wystawie rolniczej w Berlinie 1894 roku uznane zostały przez komisyę ekspertów za nieodpowiednie do wykonywania robót, które podobnie jak młocka, przedstawiają znaczną zmienność oporów.

Wynika to z owej zasady eksplozyj o jednakiej sile w „czterotaktowej“ kolei; zasady uniemożliwiającej podniesienie siły wytwórczej po nad nominalną, a tak łatwe u lokomobili parowej.

W ostatnim czasie wiele poważnych fabryk zajęło się konstrukcyą takich lokomobil, tak iż mieć można nadzieję, że poważna ta praca wyda poważne rezultaty.

Zanim to nastąpi należy stosować motory naftowe o znacznie większej sile nominalnej, aniżeli odpowiadające tym samym rozmiarom młocarni lokomobile parowe.

W każdym razie bardzo byłoby pożądanem poddanie ponownej poważnej ekspertyzie dzisiejszych lokomobil naftowych dla zdecydowania o ile niedostatki konstrukcyj z przed dwóch lat zdołano usunąć. W razie pomyślnego wyniku nie można wątpić, że rolnictwo z motoru tego skwapliwie skorzysta.

* *
*

VI. Motory elektryczne.

Zastosowanie elektromotorów do wykonania jakiejkolwiekbądź pracy mechanicznej przypuszcza z góry istnienie na miejscu zużytkowania dostatecznej ilości energii w postaci prądu elektrycznego. Prąd elektryczny otrzymuje się przez przekształcenie z innych form energii w mniej lub więcej skomplikowany sposób, już to za pomocą reakcyi chemicznej w elementach galwanicznych, już to zastosowując pracę mechaniczną w dynamomachinach. To ostatnie postępowanie jedynie jest obecnie rozpowszechnionem w przemyśle i posiada praktyczne znaczenie do celów przenoszenia siły. Proces, odbywający się w elektromotorze, a polegający na przemianie energii prądu elektrycznego na pracę mechaniczną, jest wprost odwrotnym do tego, jaki ma miejsce w dynamoelektrycznej machinie jako generatorze. Przy wytwarzaniu prądu elektrycznego w tej ostatniej zużywa się praca mechaniczna na pokonanie oporu, jaki przeciwstawiają pola magnesów ruchowi zwojów cewy, przez które przebiega prąd elektryczny przy stosowaniu konstrukcyi ze stałymi magnesami i ruchomą cewą, zaś w machinach ze stałą cewą i ruchomymi magnesami dla prądu zmiennego rzecz przedstawia się odwrotnie: prąd elektryczny przeciwstawia opór polom magnesów. Im większą jest ilość prądu, dostarczana przez dynamomachinę, tem opór ten staje się większym i tem większą ilość pracy trzeba zużyć na pokonanie go.

W każdym przewodniku, poruszanym w polu magnetycznem tak, aby przecinał linie magnetyczne tegoż, powstaje pomiędzy końcami pewne napięcie (różnica potencyału), zwane *siłą elektromotoryczną*, której wielkość zależy od natężenia (ilości linij sił) pola magnetycznego, chyżości ruchu i długości samego przewodnika. Jeżeli końce tego przewodnika połączymy drutem, tak że utworzy się obwód zamknięty, wówczas siła elektromotoryczna wywołuje w tymże prąd elektryczny, jako równoważnik zużytej pracy mechanicznej. Tak jak tę ostatnią charakteryzują ściśle dwa czynniki składowe, a mianowicie siła i szybkość lub przestrzeń na której działała, tak samo i energię prądu elektrycznego najzupełniej dokładnie określają jej składowe: napięcie (siła elektromotoryczna) i siła prądu (gęstość prądu). Napięcie mierzy się w *voltach*, siła prądu w *amperach*, iloczyn zaś tychże w *volt-amperach* czyli w *wattach*, i ta ostatnia wielkość jest ściśle współwymierną z pracą mechaniczną, a mianowicie 736 wattów równa się pracy 1 konia parowego = 75 kilogramometrów.

Wielkości te ściśle są związane z sobą *prawem Ohma*, stanowiącem podstawę całej elektrotechniki, a które brzmi: Siła elektromotoryczna (e) równa się sile prądu (i) pomnożonej przez opór obwodu (w):

$$e = i\,w.$$

Zaś praca mechaniczna (A) używając tych samych oznaczeń, wyrazi się wzorem

$$A = e\,i = (i\,w)\,i = i^2\,w,$$

t. j. jest proporcyonalną do siły elektromotorycznej i ilości prądu, lub też przy stałym oporze zmienia się proporcyonalnie do kwadratu siły prądu.

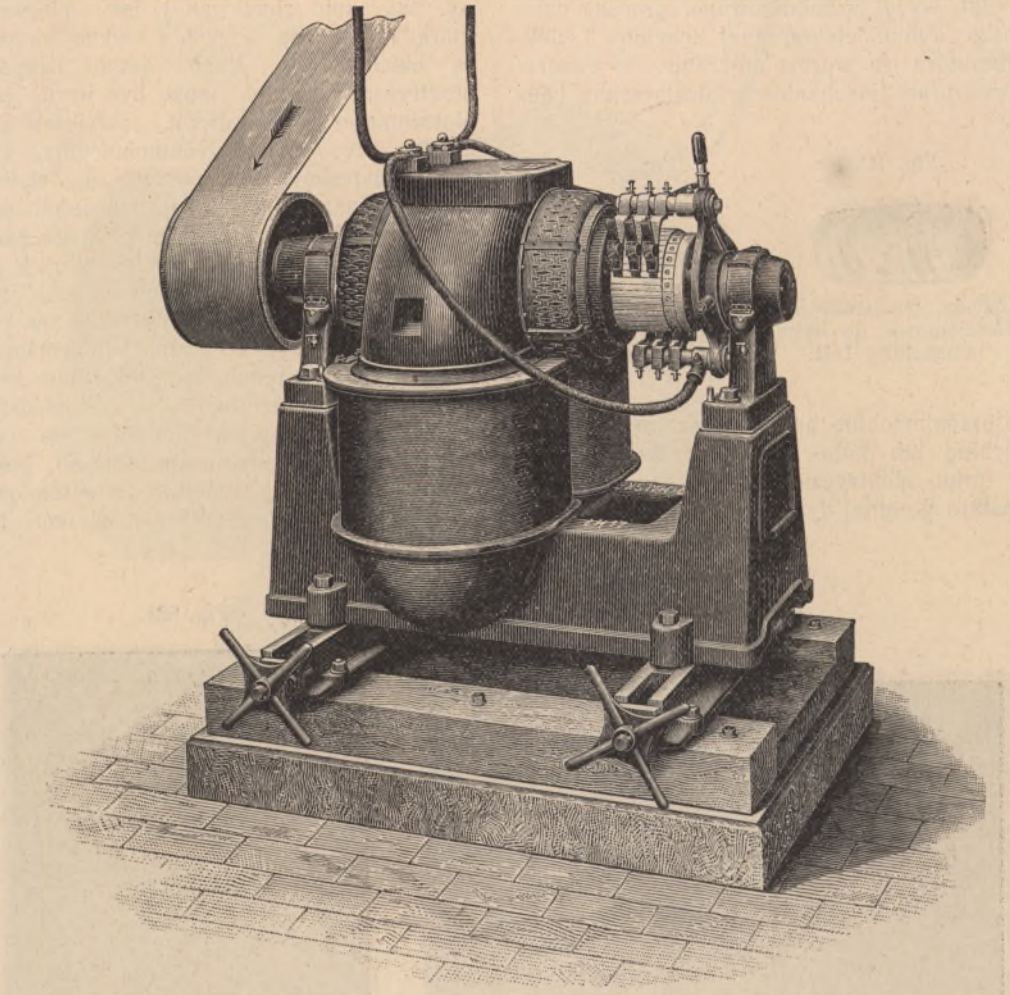
Opór (w) prądowi elektrycznemu w obwodzie jest wprost proporcyonalnym do długości, odwrotnie proporcyonalnym do przekroju i zależy od materyału przewodnika. Najbardziej stosowanym materyałem jest miedź i w niektórych wypadkach żelazo.

Dla jasnego zrozumienia i przedstawienia działania energii elektrycznej dobrze jest uprzytomnić sobie odnośny przykład z hydrauliki. Mianowicie wyobraźmy sobie wysoko postawiony rezerwoar wodny ze stałym poziomem i stawidłem znajdującem się o H metrów pod powierzchnią wody w rezerwoarze. Woda pod ciśnieniem słupa H wychodząca przez stawidło może służyć albo do poruszania jakiegoś motoru wodnego, jako to koła lub turbiny, lub też do innego użytku.

Praca jaką może wykonać motor wodny jest wprost proporcyonalną do spadku (wy-

sokości słupa wodnego H) i ilości przepuszczanej wody, którą to ostatnią ilość możemy dowolnie w miarę potrzeby stawidłem, przez zwiększanie lub zmniejszanie swobodnego przekroju (t. j. oporu) regulować. Zupełnie analogiczne zjawisko obserwujemy przy dynamo-machinie o stałem napięciu (ilości volt), które to napięcie odpowiada dokładnie ciśnieniu hydraulicznemu (spadkowi). Jak tam przez zmianę swobodnego przekroju stawidła, otrzymywaliśmy większą lub mniejszą ilość wody, tak samo tutaj przez wprowadzanie do obwodu lub wyłączanie z takowego coraz nowych linij z elektromotorami lub lampami, zwiększa się lub zmniejsza sumaryczny przekrój (czasem i długość) a co zatem idzie i opór, w skutek tego na zasadzie prawa Ohma $\left(i = \frac{e}{w}\right)$, dynamo daje więcej lub mniej prądu. Rolę stawidła przy motorze wodnym wykonywują tu po części przerywacze oddzielnych linij (jak w wypadku oświetlenia elektrycznego), po części zaś same elektromotory, w skutek swego charakterystycznego zachowania się, jak to będzie niżej (fig. 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83).

Fig. 77.



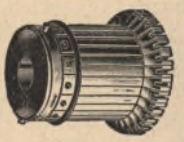
Dynamomachina *resp.* elektromotor dla prądu stałego model LH firmy Siemens & Halske wraz z szynami do naciągania pasa.

Fig. 78.



Wał wraz z nasadzoną nań cewą i kolektorem do dynamo-machiny L H.

Fig. 79.



Kolektor do dynamo-machiny L H.

Jak wyżej wzmiankowano, procesy działania dynamoelektrycznej machiny i elektromotoru są wprost odwrotne; w generatorze praca mechaniczna, dostarczana bądź

Fig. 80.



Łożysko samosmarujące pierścieniowe do dynamomachiny L H.

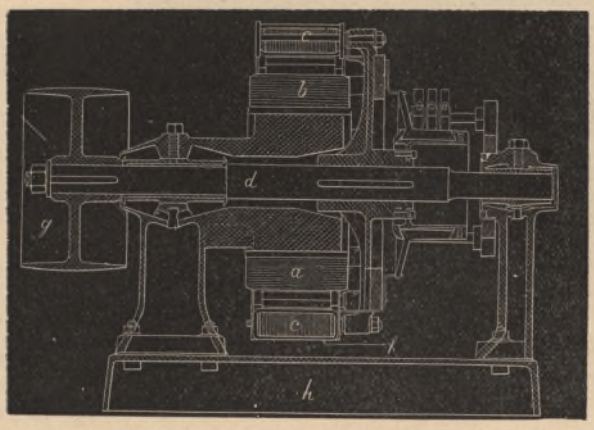
Fig. 81.



Trzymacz szczotek (Bürstenhalter).

to przez machinę parową, gazową, naftową, turbinę lub koło wodne przekształca się w prąd elektryczny, który doprowadzony zostaje do innej dynamoelektrycznej machiny, tak samo zbudowanej jak i pierwsza, którą wprowadza w ruch i wykonywa pracę mechaniczną. Każda zatem dynamoelektryczna machina może być użytą jako elektromotor i na odwrót. (Wyjątek stanowią tylko małe dynamomachiny, których konstrukcya nie pozwala na wytworzenie dostatecznie silnego własnego prądu wzbudzającego, dla intensywnego nasycenia magnesów i wytworzenia silnych pól magnetycznych; te typy nadają się tylko na elektromotory); w dalszym zaś ciągu wszelkie asynchroniczne elektromotory dla prądu zmiennego, o rotacyjnem polu magnetycznem, działające na podobieństwo transformatorów przez indukcyę; te jako nie posiadające magnesów stałych, prądu wytworzyć nie są w stanie, a zatem jako dynamomachiny (generatory) użytemi być

Fig. 82*a*.



Przekrój podłużny dynamomachiny dla prądu stałego z biegunami wewnętrznymi model *I* firmy Simens & Halske.

Fig. 82*b*.

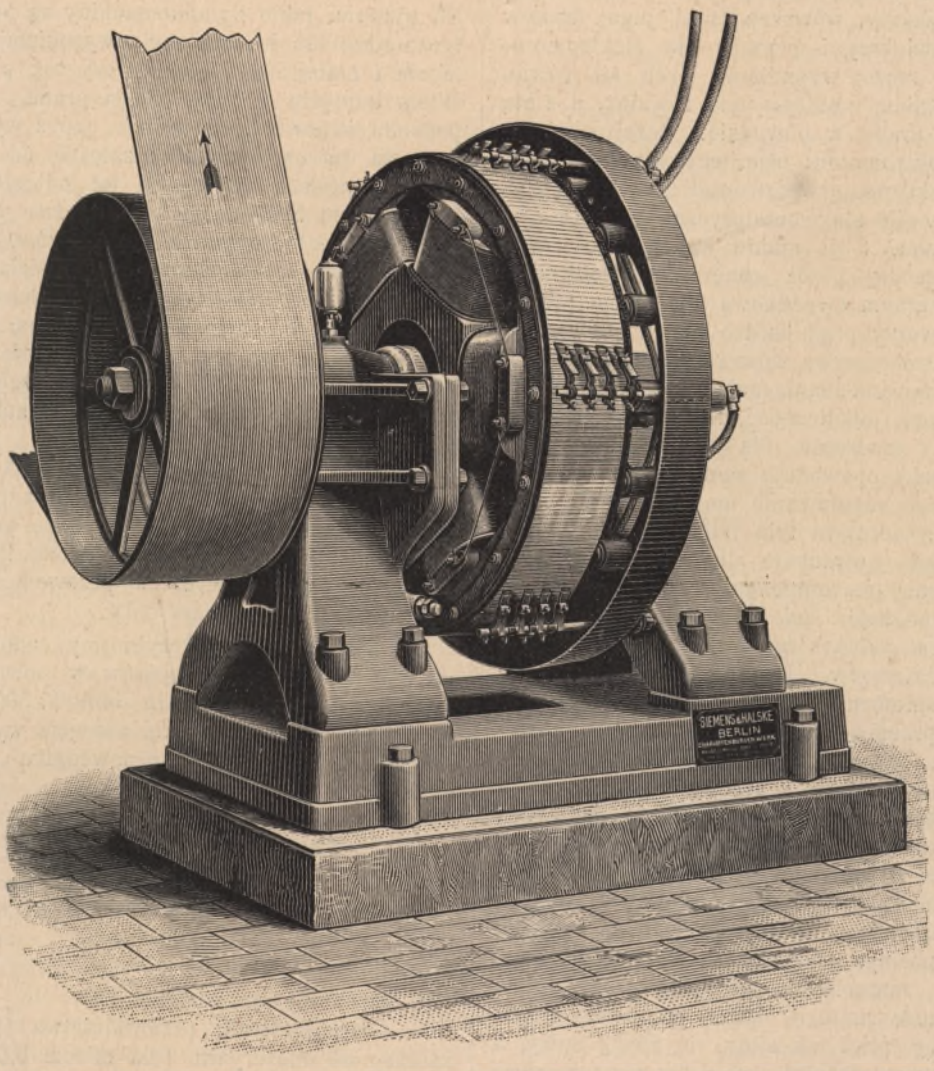


Przekrój poprzeczny tejże machiny.

a—elektromagnesy (bieguny).
b—nawinięcie elektromagnesów.
c—jądro cewy z cienkiej blachy żelaznej przekładanej papierem.
d—wał dynamomachiny.
f—zwoje cewy.
g—koło pasowe.
h—rama postumentowa lana.

nie mogą. Jakkolwiek jednak w konstrukcyi dynamomachin (generatorów) i elektromotorów dla prądu stałego nie ma żadnej zasadniczej różnicy, to jednak w samym procesie działania ich zachodzą pewne osobliwości. W elektromotorze zwoje cewy w zwojach tejże (gdyż teraz elektromotor działa zarazem i jako dynamomachina) siła elektromotoryczna, która wywołuje prąd w kierunku przeciwnym prądowi generatora (contra). Obie te siły elektromotoryczne sumują się (właściwie

Fig. 83



Dynamomachina resp. elektromotor model *I* dla prądu stałego firmy Siemens & Halske z biegunami wewnętrznymi.

otrzymują prąd elektryczny z generatora, co powoduje ruch obrotowy tejże w pewnym kierunku, ściśle wynikającym z konstrukcyi danej machiny i łączenia kontaktów; jednocześnie przez obrót cewy na polu magnetycznem, zostaje wzbudzoną odejmują się) i wypadkowa ich wzbudza prąd wypadkowy, jaki faktycznie przepływa przez obwód i którego ilość można odczytać na włączonym w tenże ampermetrze. Ta przeciw-siła elektromotoryczna zmienia się tak samo jak w generatorze

jednocześnie ze zmianą obrotów machiny. Jeżeli elektromotor jest przeciążony, wówczas ilość obrotów jego staje się mniejszą, przeciw-siła elektromotoryczna także spada do minimum, wypadkowa siła elektromotoryczna zbliża się prawie do wytworzonej przez generator, wówczas przepływa przez obwód dużo prądu i elektomotor jest w stanie wykonać dużo użytecznej pracy mechanicznej. Jeżeli obciążenie elektromotoru zmniejszymy, wówczas ilość jego obrotów się powiększy i przeciw-siła elektromotoryczna także; wypadkowa tych sił równa ich różnicy, zmniejszy się również, a z nią i ilość prądu w obwodzie. Jeżeli obciążenie elektromotoru usuniemy zupełnie, t. j. gdy elektromotor będzie szedł luzem, wówczas przeciw-siła elektromotoryczna osiągnie swe maximum, t. j. stanie się prawie równą wytworzonej przez generator; w obwodzie zewnętrznym wypadkowa ich równa prawie *0* wytworzy prąd bardzo słaby; elektromotor nie wykonywa wówczas żadnej użytecznej pracy mechanicznej. Jak widać z powyższego, okoliczność ta ma niezmiernie ważne znaczenie dla elektromotorów, a mianowicie powoduje sama przez się automatyczne regulowanie motoru: motor czerpie z generatora tyle tylko prądu, ile rzeczywiście potrzebuje dla wykonania żądanej pracy mechanicznej w danym momencie, generator zaś tyleż samo wytwarza; i to jest jedna z najważniejszych własności elektromotorów. Ponieważ podczas pracy elektromotoru, stale wytwarza się w takowym przeciw-siła elektromotoryczna, powodująca znaczne zwiększanie się oporu sile elektrogeneratora, przeto dla puszczenia elektromotoru w ruch, w obwód takowego wprowadza się sztucznie osobny opór, a to w celu zwiększenia ogólnego oporu obwodu, dopóki przeciw-siła elektromotoryczna ze wzrastającą ilością obrotów nie osiągnie swej normy, poczem takowy się wyłącza; przez zaniechanie takiego postępowania, w skutek małego oporu, w obwodzie powstałby prąd tak silny, iż zwoje cewy, a nawet przewodniki, mogłyby się uszkodzić a nawet przepalić; wyjątek w tym względzie stanowią tylko bardzo małe elektromotory, które mogą być wprowadzane w ruch bez osobnych oporów.

Znaczenie wysokości napięcia.

Stosownie do tego, czy zwoje cewy połączymy ze sobą równolegle, czy też w szereg, możemy otrzymać na bornach dynamomachiny w pierwszym wypadku względnie małe napięcie (ilość volt) przy względnie dużej sile prądu (ilość amperów), w drugim wypadku zaś odwrotnie t. j. względnie dużo volt, a mało amperów; jeżeli zużyliśmy na wytworzenie prądu w obu wypadkach tę samą ilość pracy mechanicznej, to iloczyn z amperów przez volty, czyli otrzymana energia elektryczna w wattach będzie w obu wypadkach ta sama. Na pytanie, jakie dynamomachiny są praktyczniejsze lub lepsze, czy o wysokiem napięciu i małej ilości prądu, czy też o niskiem napięciu i dużej ilości prądu, niepodobna odpowiedzieć ogólnie, gdyż wybór napięcia zawsze powinien zależeć od warunków miejscowych, jako to: odległości, na jaką ma być energia elektryczna przeniesiona i połączonych z tem kosztów, bezpieczeństwa osób obsługujących instalacyę, i innych. Co się tyczy bezpieczeństwa osób, mogących być narażonemi na wypadki, to nie należy w zwykłych warunkach dla prądu statecznego o ile możności przekraczać 500 volt, zaś dla prądu zmiennego 200 volt.

Jaki wpływ na wybór napięcia ma odległość, można najlepiej zobaczyć z przykładu liczbowego. Przypuśćmy, że mamy przenieść 50000 wattów na odległość 2 *km*, przyczem strata energii w przewodnikach nie powinna przekroczyć 10%.

Rozwiązanie 1. Przyjmijmy napięcie = 500 volt. Ilość amperów w obwodzie będzie wówczas wynosiła 50000 : 500 = = 100. — 10% na stratę napięcia wyniesie 50 volt. Przekrój przewodnika obliczamy z wzoru:

$$q = s \cdot \frac{il}{v} \; mm^2,$$

gdzie:

q—przekrój przewodnika;

s — współczynnik przewodnictwa (opór) zależny od materyału (dla miedzi 0,0185, dla żelaza 0,11);

i—ilość amperów = 100 w milimetrach;

l — podwójna odległość = 2 . 2000 = 4000 *m*,

v—spadek napięcia w voltach = 50.

$$q_1 = s \cdot \frac{100 \cdot 4000}{50} = s \cdot 8000 \; mm^2 =$$

$$= 148 \; mm^2.$$

Rozwiązanie 2. Przyjmijmy napięcie = 5000 volt. Ilość amperów wypadnie wówczas 50000 : 5000 = 10. — 10% straty napięcia w przewodnikach wyniesie 500 volt.

Przekrój przewodnika jak wyżej wypadnie:

$$q_2 = s \cdot \frac{10 \cdot 4000}{500} \; s \cdot 80 \; mm^2 \; — \; 1{,}48 \; mm^2.$$

Stosunek więc tych przekrojów t. j. q_1 i q_2 wynosi 100, t. j. że w pierwszym wypadku zużylibyśmy 100 razy więcej materyału niż w drugim, a zatem i koszt przewodników powiększyłby się w mniej więcej tym samym stosunku. Widzimy więc, iż wysokie napięcie przy tej samej stracie energii znakomicie wpływa na zmniejszenie się kosztów przewodników, zwłaszcza jeżeli chodzi o duże odległości i wielkie ilości energii.

Najzupełniej analogiczne zjawisko obserwujemy przy dostarczaniu wody rurami z rezerwoaru ustawionego na pewnej wysokości do punktów oddalonych i położonych niżej. Im niżej będzie postawiony rezerwoar wodny, tem większy przekrój *resp.* średnicę musi posiadać komunikacya rurowa, aby przeprowadzić w jednostce czasu do danego punktu tę samą ilość wody, i na odwrót, przy bardzo wysoko umieszczonym rezerwoarze wystarcza bardzo mały stosunkowo przekrój komunikacyi wodnej, gdyż woda, znajdująca się pod większem ciśnieniem hydraulicznem porusza się z większą szybkością, t. j. przepływa jej więcej przez dany przekrój w jednostce czasu.

Największe napięcie, jakie dotychczas praktycznie zostało wielokrotnie zastosowanem, wynosi 15000 volt przy prądzie zmiennym i przy odległościach przeszło 100 *km*. Próby stosowania jeszcze wyższego napięcia nie dały pomyślnych rezultatów. Nie mały także wpływ przy mniejszych instalacyach elektrycznych na wybór napięcia wywiera zasilanie prądem generatora jednocześnie elektromotorów i oświetlenia elektrycznego. Lampy zarówno żarowe jak i łukowe nie wyrabiają się na wysokie napięcie; najwyższe napięcie dla lamp żarowych nie przekracza dotychczas 150 — 200 volt, a i te ostatnie są jeszcze tylko rodzajem próby stosowane; lampy łukowe wymagają normalnie 30—50 volt napięcia. Można wprawdzie łączyć lampy i w dużej ilości w szereg, ale i ta metoda rzadko tylko może być z korzyścią stosowaną. Z drugiej znów strony budowa dynamomachin o wysokiem napięciu przedstawia liczne trudności z powodu wymaganej niezmiernie starannej izolacyi zwojów, co pociąga znaczne koszty za sobą, zwłaszcza w machinach o prądzie statecznym. O wiele lepiej nadają się tutaj machiny o prądzie zmiennym, jako nie posiadające kollektora i skomplikowanych nawinięć na ruchomych częściach. I tu jednak najwyższe napięcie jakie zostało praktycznie zastosowane wynosiło 5000 volt. Normalnie budują się takie machiny na 3000 volt. Wyższe napięcie osiąga się dopiero za pomocą *transformatorów*. Transformatory są to aparaty, służące do przemiany (transformowania) danego prądu na inny o wyższem lub niższem napięciu, natomiast o mniejszej lub większej ilości amperów. Transformator dla prądu statecznego składa się z 2 dynamomachin, razem sprzężonych, z których jedna posiada zwoje połączone na wysokie napięcie, druga zaś na niskie. Prąd, mający być przetransformowanym, zasila jedną z nich, i ta działa wówczas jako elektromotor, porusza połączoną z nią drugą, która działając już jako generator, wytwarza prąd o żądanem napięciu. Oczywiście transformator taki jest bardzo skomplikowany i kosztowny, i nie może transformować prądu o wyższem napięciu; znajduje też zastosowanie tylko w nielicznych wypadkach (koleje elektryczne (fig. 84).

Transformator dla prądów zmiennych jest niezmiernie prostym, gdyż składa się tylko z szeregu szpul nieruchomych, pomieszczonych często w oliwie, a zatem nie wymagających żadnej obsługi, z których jedne dla prądu o wysokiem napięciu posiadają zwoje z cieńszego drutu, drugie zaś dla prądu o niskiem napięciu mają zwoje z grubszego drutu. Transformowanie powoduje indukcya. Współczynnik pożytecznego działania takich transformatorów jest bardzo wysokim; pierwszorzędne firmy elektrotechniczne gwarantują 96%. Transformatory ustawiają się zwykle w następujący sposób: prąd o względnie niskiem napięciu, jaki daje generator na stacyi centralnej wprowadzany zostaje do szpul z grubym drutem stojącego tamże transformatora i przekształca się przez indukcyę w szpulach cienkiego drutu na prąd o wysokiem napięciu; w transformatorze ustawionym na miejscu zużytkowania, prąd ze szpul cien-

kiego drutu indukuje w szpulach grubego drutu prąd o żądanem napięciu, który może być użyty zarówno do poruszania elektromotorów jak i do oświetlenia. Jeżeli chodzi o mniejsze odległości, to wówczas sam generator może wytworzyć dostatecznie wysokie napięcie (do 3000 volt) i pierwsza stacya transformatorów staje się zbyteczną, co także znacznie przyczynia się do zmniejszenia kosztów instalacyi. Dopiero od czasu wydoskonalenia transformatorów i dokładniejszego zbadania własności prądu zmiennego, stało się możliwem praktycznie przenosić energię elektryczną na znaczne odległości.

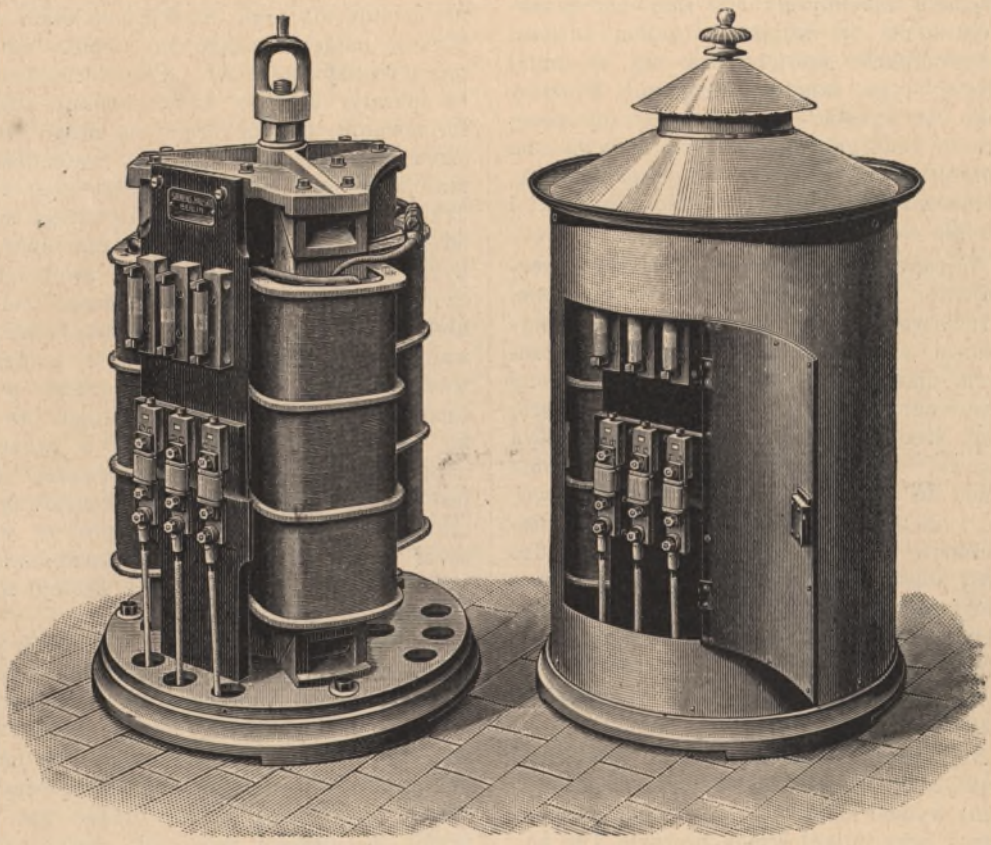
Pomijając różnice konstrukcyjne, można podzielić elektromotory używane w praktyce na dwie główne grupy:

1) na motory o prądzie statecznym — i
2) na motory o prądzie zmiennym.

Pierwsze, stosownie do połączenia zwojów cewy i zasilania magnesów, przedstawiają 3 rodzaje, a mianowicie:

a) machiny o prądzie głównym, w których zwoje cewy są łączone więcej w szereg czyli seryę (dla osiągnięcia wysokiego napięcia) między sobą i z nawinięciem magnesów, tak iż ten sam prąd przepływa przez obwód zewnętrzny, zwoje cewy i magnesów. Jako elektromotory, machiny te odznaczają się dużą siłą pociągową przy ruszaniu z miejsca i bardzo zmienną ilością obrotów przy zmianie obciążenia; znajdują zastosowanie przeważnie przy kolejach elektrycznych i w ogóle w tych wypadkach, gdzie albo nie chodzi o bieg równomierny, albo też obciążenie się nie zmienia, lub też zależy na dużej sile pociągowej, a energia elektryczna musi być przeniesioną na znaczniejsze odległości.

Fig. 84.



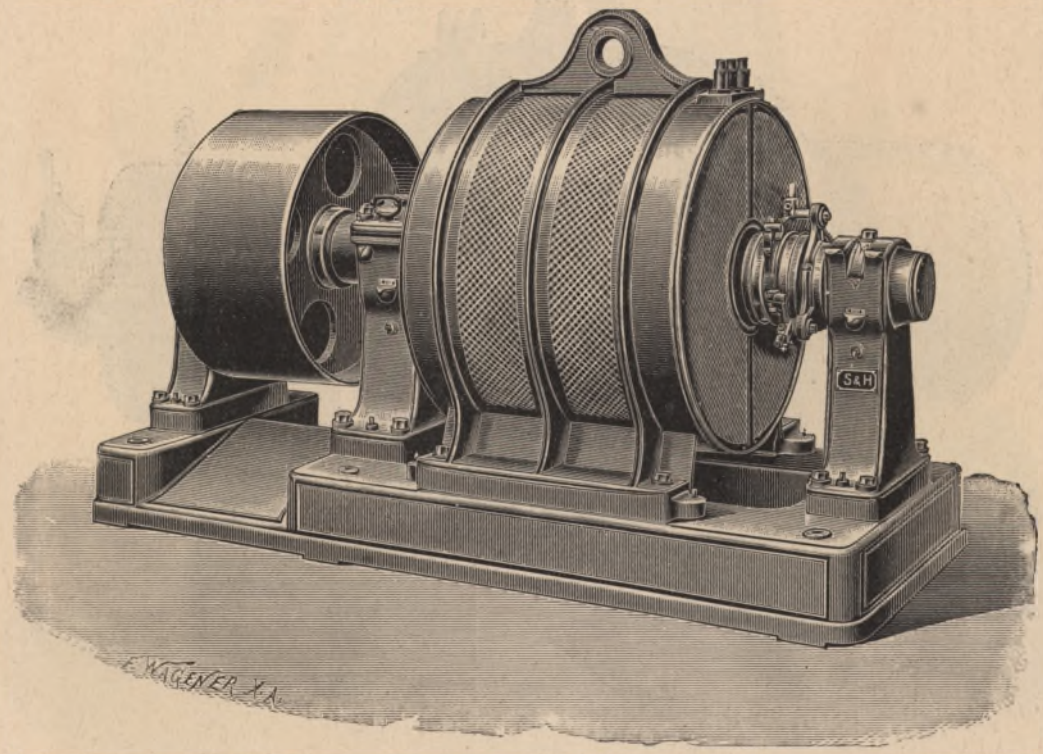
Transformatory dla prądów zmiennych wielofazowych.

b) Machiny z pobocznem zasilaniem magnesów (Shunt, Nebenschluss), w których zwoje cewy pomiędzy sobą i ze zwojami magnesów są połączone równolegle. Jako elektromotory, odznaczają się niewielką siłą pociągową przy puszczaniu w ruch i mało zmieniającą się ilością obrotów przy zmiennem obciążeniu; ten system największe dotychczas znajduje zastosowanie w instalacyach fabrycznych.

c) Compound machiny, w których zwoje magnesów są podwójne; jedne z grubego drutu nasyca prąd główny, drugie zaś z drutu cienkiego prąd poboczny; jest to jakby kombinacya dwóch systemów poprzednich. Machiny te jako elektromotory odznaczają się równomiernym ruchem, chociaż nie zbyt wielką siłą pociągową; bardzo rzadko są stosowane do przenoszenia siły.

Motory o prądzie zmiennym odznaczają się w ogóle znacznie prostszą konstrukcyą i pewniejszą budową, gdyż nie posiadają kolektora. Jako najlepiej nadające się do stosowania wysokiego napięcia, znajdują najczęściej zastosowanie przy przenoszeniu energii elektrycznej na znaczne odległości. Rozróżniamy tu motory synchroniczne i asynchroniczne, jedno i wielofazowe, stosownie do ilości i kombinowania zwojów cewy. Pierwsze są w ogóle generatorami i wymagają zawsze prądu stałego do nasycania magnesów, przyczem ilość ich obrotów jest ściśle zależną od ilości obrotów generatora czyli ilości peryodycznych zmian prądu w tymże, i w razie gdy ten stosunek zostanie w skutek zmiany obciążenia elektromotoru choć cokolwiek naruszony, motor zatrzymuje się natychmiast, gdyż wyszedł z taktu z generatorem. Motory te nie posiadają żadnej siły pociągowej przy puszczaniu w ruch i mogą dokładnie pracować tylko przy zupełnie stałem obciążeniu; stąd stosowanie ich w praktyce jest dotychczas bardzo ograniczonem.

Fig. 85.

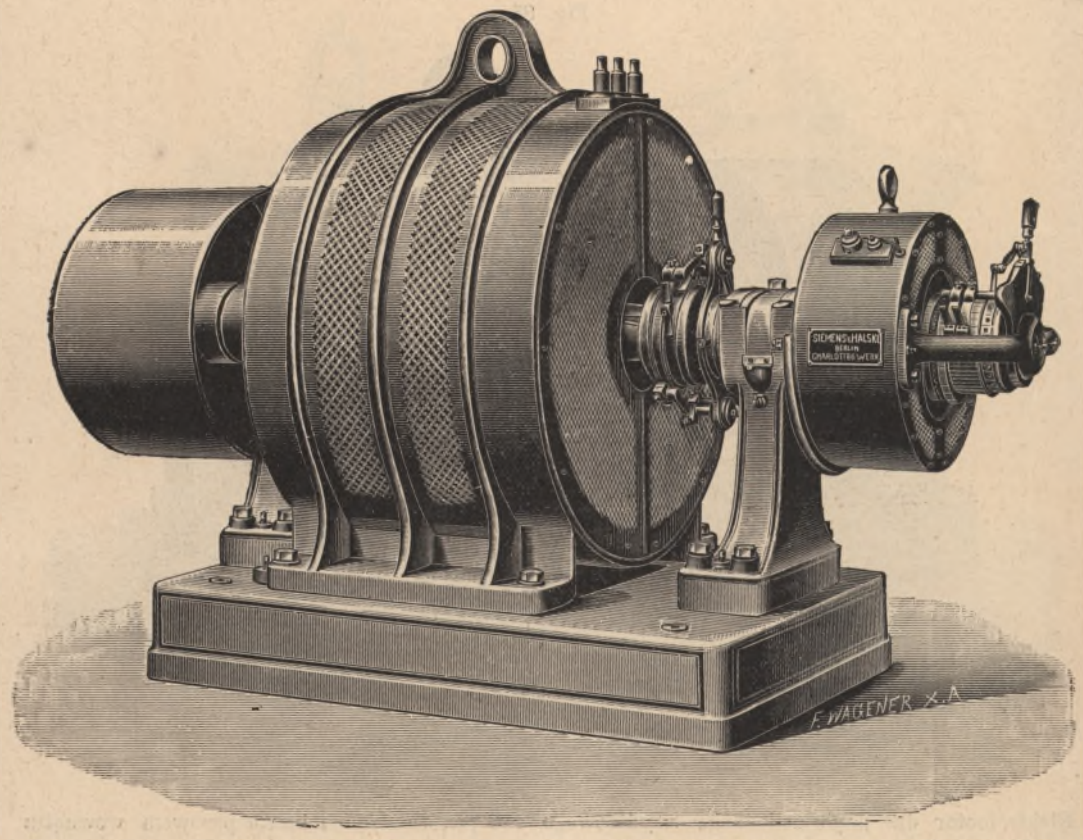


Elektromotor dla prądu zmiennego trzyfazowego z 3 pierścieniami i kołem pasowem wewnątrz łożysk, model DM firmy Siemens & Halske wraz z płytą fundamentową.

W motorach asynchronicznych prąd zmienny doprowadzany do nieruchomych zwojów wywołuje magnetyczne pole rotacyjne, które indukując w cewie prąd, wywołuje ruch obrotowy tej ostatniej w tymże kierunku, lecz z mniejszą szybkością. Motory wielofazowe równomierną pracą i dużą siłą pociągową przewyższają znacznie jednofazowe i motory prądu stałego. W ostatnich czasach udało się zastosować prąd jednofazowy do motorów wielofazowych a to w ten sposób, iż bezpośrednio przed elektromotorem prąd jednofazowy za pomocą włączenia 1 lub 2 transformatorów równolegle w skutek samo-indukcyi w tychże poddaje się przesunięciu swej fazy i sztucznie przemienia się w wielofazowy i jako taki już doprowadza się do motoru. Ma to na celu osiągnięcie większej siły pociągowej i prostsze przeprowadzanie przewodników (tylko 2 zamiast 3).

Motory wielofazowe (dwu i trzyfazowe, Zweiphasen-, Dreiphasen-, Drehstrommotoren), w których aczkolwiek ilość obrotów nie jest tak ściśle związaną z ilością peryodycznych zmian prądu generatora, tem nie mniej jednak nie może być zmienianą dowolnie bez znacznej straty energii, są w ogóle zupełnie nieczułe na zmiany obciążenia. Nie posiadają one kolektorów, natomiast kilka jednolitych pierścieni, zwykle 3, które szczotki zasilają prądem. Takie elektromotory odznaczają się wielką siłą pociągową przy puszczaniu w ruch i prawie stałą ilością obrotów przy zmianie obciążenia; doskonale daje się z siecią takich elektromotorów połączyć i sieć oświetlenia elektrycznego. Budują również elek-

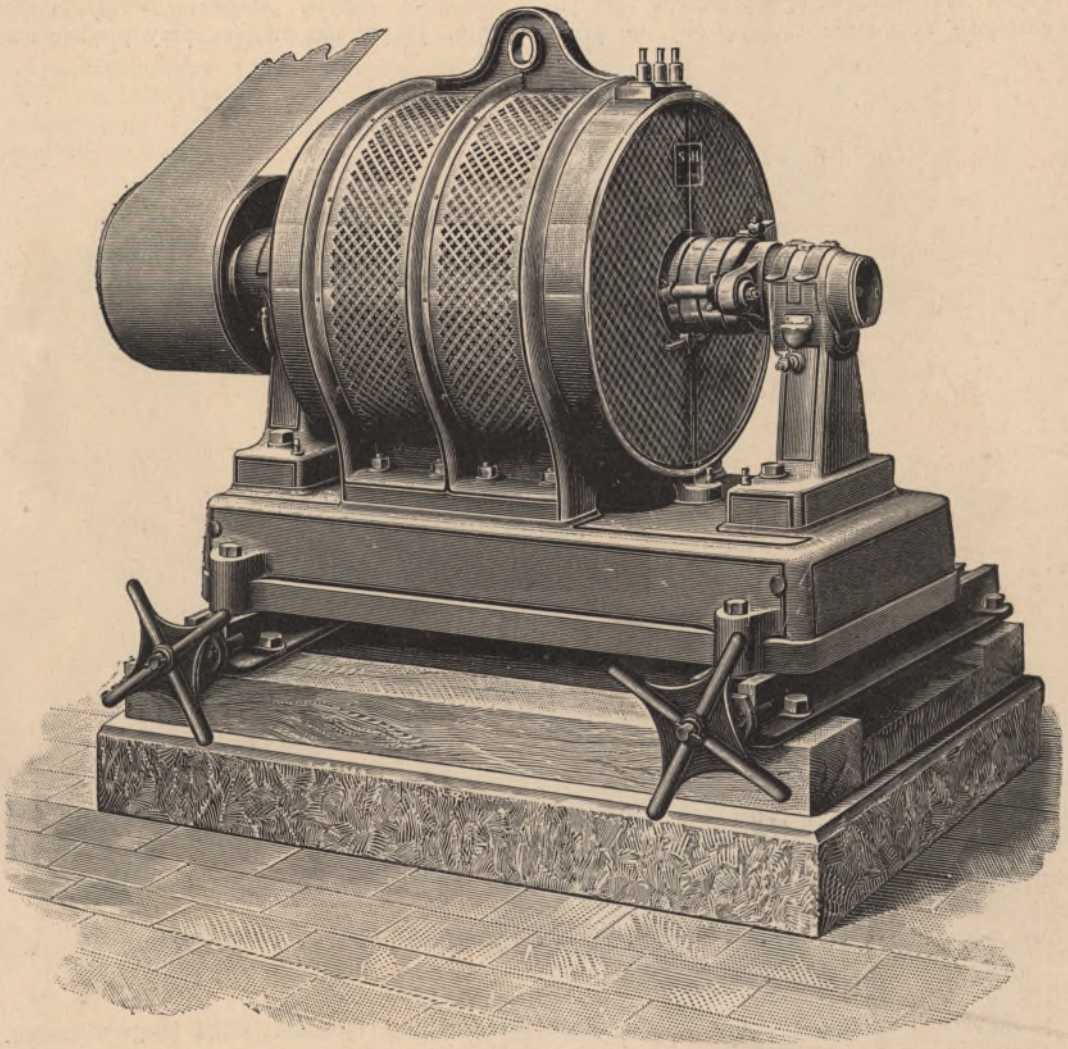
Fig. 86.



Generator dla prądu zmiennego trzyfazowego model DK z ruchomymi magnesami bezpośrednio sprzężony z dynamomachiną o prądzie stałym do pobudzania magnesów. Posiada tylko 2 pierścienie do odbioru prądu pobudzającego.

tromotory zupełnie bez pierścieni i szczotek z tak zwaną krótko połączoną cewą (Kurzschluss - Anker) (fig. 85, 86 i 87); motory takie jednakże, wyjąwszy jedynie małe modele, odznaczają się prawie żadną siłą pociągową przy puszczaniu w ruch, z osobnego generatora. W jednym tylko wypadku motory takie mogą ruszać z dużą siłą pociągową, a mianowicie kiedy dostatecznie wielki generator wielofazowy posiada niezależnie od niego poruszaną dynamomachinę wzbudzającą, tak aby przy

Fig. 87.



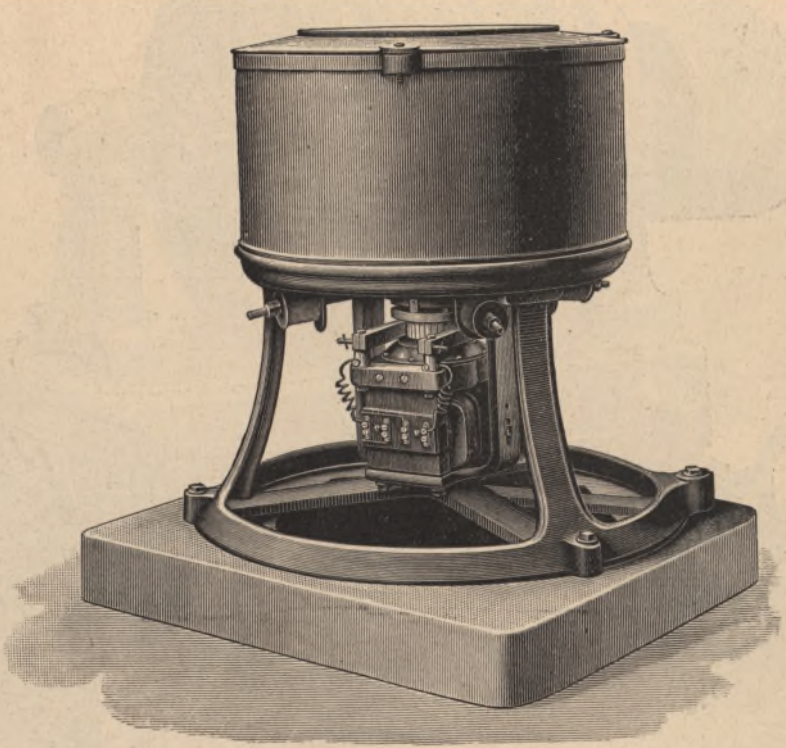
Elektromotor dla prądu zmiennego trzyfazowego model DK z 3 pierścieniami przy cewie i szynami do naciągania pasa.

tak iż wymagają do tego celu specyalnych urządzeń mechanicznych, tudzież z powodu gwałtownych uderzeń prądu przy włączaniu ich w sieć, nie może być jednocześnie z niemi zasilanem i oświetlenie elektryczne; to ostatnie musi być zasilane wówczas rozpoczęciu ruchu tegoż, jego magnesy już zostały wzbudzone i przy zachowaniu warunku, że wszystkie elektromotory w sieci rozpoczynają swą pracę jednocześnie z generatorem; przez to ograniczenie jednak znika jedna z głównych zalet elektromoto-

rów, a mianowicie swoboda dowolnego wyłączania i włączania takowych w sieci. Ostatnio udało się jednak zastosować konstrukcyę bez szczotek i do motorów nawet 15-to konnych, z jednoczesnem uniknięciem wszystkich powyższych wad za pomocą specyalnego łączenia zwojów cewy przy ruszaniu z miejsca, nazwanego przeciwłączeniem (Gegenschaltung). Motory takie, jako nie posiadające żadnych ruchomych części na zewnątrz (z wyjątkiem koła pasowego), doskonale nadają się do pracy w miejscach wilgotnych, tam gdzie może zachodzić obawa eksplozyi gazów i gdzie motor może być narażony na zanieczyszczenie cieczami, jak to np. ma miejsce w wypadku poruszania centryfug w cukrowniach i farbiarniach za pomocą sprzężonych wprost z takowemi elektromotorów.

Dzięki wynalezieniu elektromotorów wielofazowych, prąd zmienny znajduje coraz większe zastosowanie przy przenoszeniu siły na odległość i jeszcze dużo doniosłych ulepszeń możemy się spodziewać w przyszłości w tej dziedzinie. Prąd zmienny z ilością zmian na sekundę nie mniejszą od 100 daje się również dobrze jak i stateczny stosować do celów oświetlenia elektrycznego, a pod względem podzielności przy zastosowaniu transformatorów stanowczo przewyższa ten ostatni; posiada ważną zaletę, a mianowicie, iż pozwala się użyć nawet przy najwyższem napięciu i osiągnąć niezależność palenia się jednej lampy od innych jeszcze w wyższym stopniu, jak to ma miejsce przy prądzie stałym i łączeniu kilku lamp w szereg. Tę własność prądów zmiennych zaczęto wyzyskiwać dopiero w ostatnich czasach, gdy transformatory osiągnęły już wysoki stopień swego rozwoju, gdyż praktyczne wyzyskanie jej polega właśnie na zastosowaniu tych ostatnich, a mianowicie w obwód przewodników o wysokiem napięciu wprowadza się równolegle szpulę cienkiego drutu, która działając przez indukcyę na szpulę grubszego drutu połączoną z lampą, wywołuje w obwodzie takowej prąd elek-

Fig. 88.

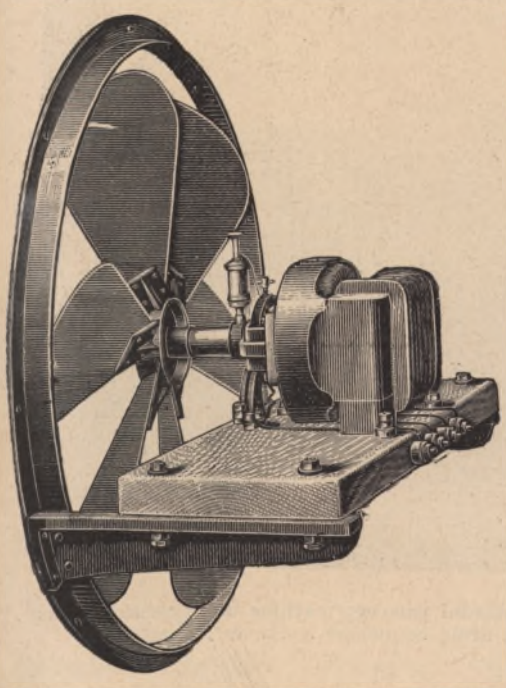


Centryfuga sprzężona bezpośrednio z elektromotorem o prądzie stałym.

tryczny o żądanem napięciu. Zważywszy małe ilości transformowanej energii elektrycznej, a co za tem idzie i transformatora, urządzenie takie nie jest kosztownem. Zużycie energii jest tu wprost proporcyonalnem do ilości palących się lamp.

Prądy zmienne nie nadają się zupełnie do ładowania akumulatorów bezpośrednio, co jest w niektórych wypadkach dużą wadą. Można wprawdzie prądy zmienne przetransformować na stateczne do naładowania akumulatorów i z kolei znów transformować wyładowywany prąd stateczny na zmienny, urządzenie jednak takie jest bardzo kosztownem, skomplikowanem i daje mniejszy skutek użyteczny.

Fig. 89.



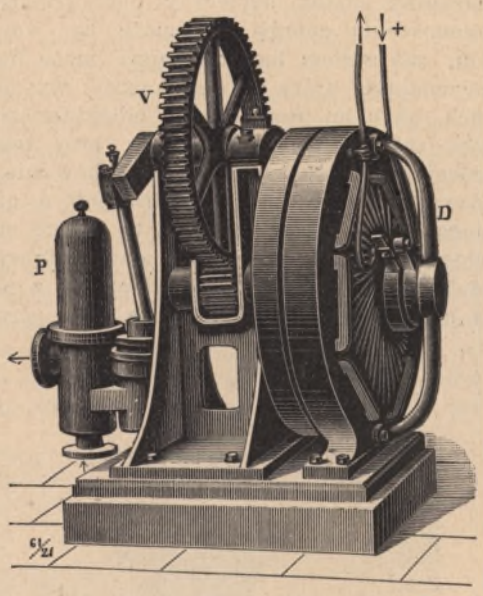
Wentylator sprzężony bespośrednio z elektromotorem o prądzie stałym.

W ogóle jednak prąd zmienny nie jest jeszcze całkowicie zbadanym we wszystkich swych przejawach, na zasadzie jednak wyżej przytoczonych jego własności, można stanowczo już obecnie twierdzić, iż jest to prąd przyszłości.

Skutek użyteczny elektrycznego przenoszenia siły.

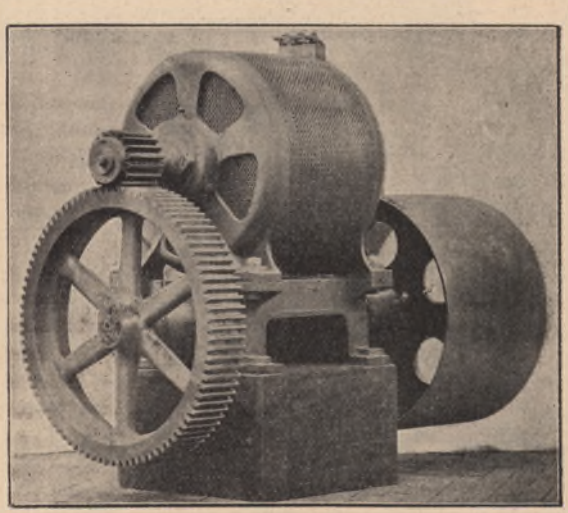
Ponieważ przy tym systemie przenoszenia siły musi być najpierw praca mechaniczna zamieniona w generatorze na energię elektryczną, która następnie w elektromotorze przekształca się znów w pracę mechaniczną, i zważywszy, że transformowanie to odbywa się zwykle za pomocą mniej lub więcej skomplikowanych przekładni pasowych lub trybowych, że część energii traci się także na pokonanie oporu

Fig. 90.



Pompa trybowa (P) sprzężona za pomocą przekładni trybowej (v) z elektromotorem (D).

Fig. 91.

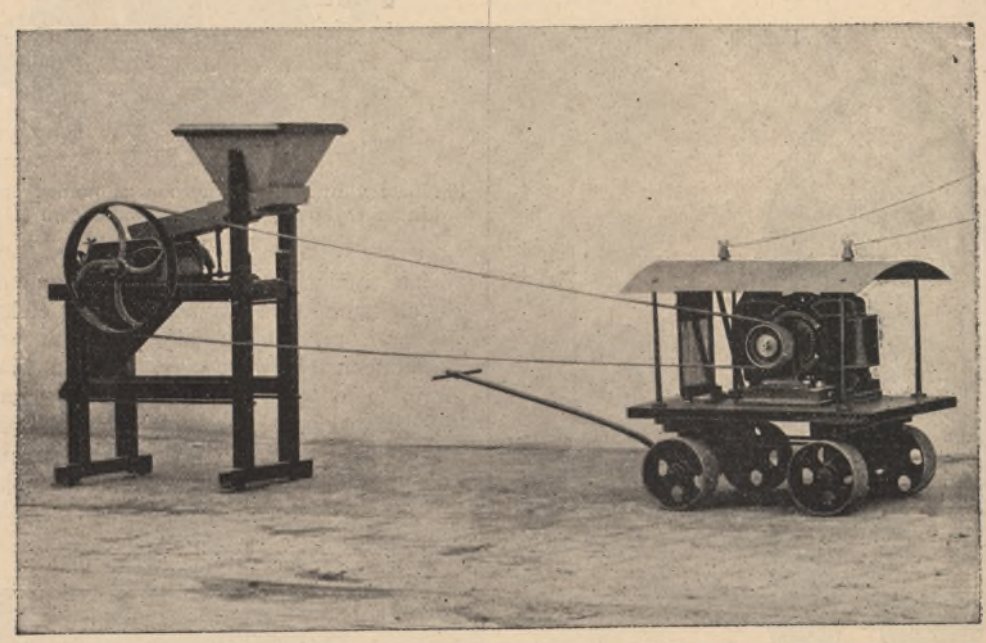


Elektromotor asynchroniczny dla prądów zmiennych z przekładnią trybową bez kolektora i pierścieni wykonany przez firmę Schuckert & Co. w Norymberdze.

przewodników, jasnem jest przeto, że sumaryczny skutek użyteczny elektrycznego przenoszenia energii nie może być wielkim, zaś system ten transmisyi może być racyonalnym tylko w wyjątkowych wypadkach, jako to: przy dużych odległościach, przy rozrzuconych budynkach, przy tego rodzaju ukształtowaniu się warunków miejscowych, że mechaniczne transmisye nie mogą być zastosowane, jak to często ma miejsce przy przeróbkach w starych fabrykach, zabudowywanych stopniowo bez z góry określonego planu, w razie gdy poru-

tów, zaś wał transmisyjny poruszany przez elektromotor 120 na minutę. Ponieważ różnice w obrotach wałów transmisyjnych i dynamomachin są tu zbyt wielkie (1 : 9 i 1 : 7,5), przeto koniecznem jest zastosować przekładnie pośrednie, które niech się poruszają z szybkością 300 obrotów na minutę. Przyjmijmy przecięciowo współczynnik pożytecznego działania prostej transmisyi pasowej 96%, dynamomachiny i elektromotoru po 84%, stratę w przewodnikach = 5%, to otrzymamy wówczas sumaryczny skutek użyteczny, licząc od

Fig. 92.



Elektromotor na wózku, pędzący za pomocą przekładni pasowej machinę do czyszczenia zboża w majątku p. Mankiewicza, wykonany przez firmę Schuckert & Co. w Norymberdze.

szane warsztaty i machiny robocze nie są stale w ruchu lecz tylko pracują peryodycznie, gdy znajduje się w bliskości motor wodny, który tanio dostarcza energię itp. Dla zoryentowania się rozpatrzmy następujący przykład z praktyki:

Od machiny parowej, robiącej 60 obrotów na minutę, której siła nie jest całkowicie wyzyskaną, oddaje się pracę 60 koni do budynku oddalonego o 200 *m* od stacyi za pomocą prądu elektrycznego. Generator i elektromotor robią 900 obrotów na minutę. Przekładnia, z której ma się poruszać za pomocą pasa generator robi 100 obro-

wału głównej przekładni przy machinie parowej do wału transmisyjnego, który porusza elektromotor, mnożąc wszystkie te współczynniki przez siebie, t. j.

$$\eta = \overbrace{0{,}96 \times 0{,}96}^{\text{I przekładnia}} \times \overbrace{0{,}84 \times 0{,}95 \times 0{,}84}^{\text{przewodniki, generator i elektromotor}} \times \overbrace{0{,}96 \times 0{,}96}^{\text{II przekładnia}} = 0{,}57$$

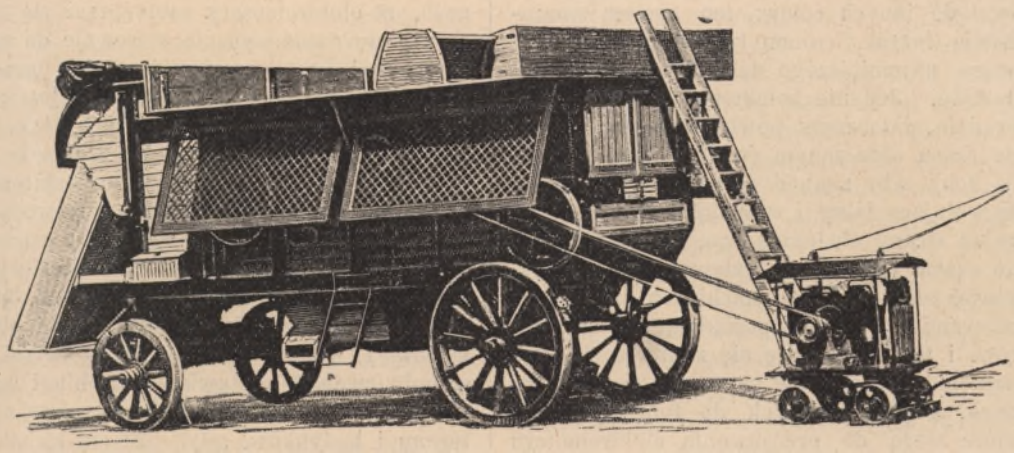
czyli tylko 57%, t. j. $60 \times 0{,}57 = 34{,}2$ koni parowych możemy otrzymać na miejscu przeznaczenia.

Oczywiście, że przy więcej skomplikowanych i niedbale zmontowanych przekładniach skutek użyteczny będzie jeszcze mniejszy, przy prościej zaś i lepiej urządzonych można otrzymać znacznie większy. Również skutek użyteczny jest większym dla dużych dynamomachin i elektromotorów, zaś mniejszym dla małych modeli. Nie wynika z tego bynajmniej, aby zastosowana w tym samym wypadku transmisya linowa druciana, zapewne również z przekładniami, choć może inaczej przeprowadzonemi, miała wykazać wyższy skutek użyteczny.

Najprostsze i z największym skutkiem użytecznym urządzenie otrzymujemy unikając wszelkich przekładni, t. j. wówczas, gdy generator i elektromotor są bezpośrednio sprzężone; pierwszy ze swym motorem t. j. machiną parową, turbiną lub t. p., drugi zaś z warsztatem roboczym lub ostatnim wałem transmisyjnym, jak to np. ma miejsce przy walcowniach, centryfugach itp. (fig. 88, 89). W znaczniejszych centralach elektrycznych duże machiny parowe lub turbiny, nieraz o sile kilku tysięcy koni są wprost i bezpośrednio sprzężone z dynamomachinami o stosunkowo nieznacznej ilości obrotów.

Przeprowadzono wprawdzie bardzo wiele prób w kierunku poruszania wszelkich machin i warsztatów roboczych oddzielnymi elektromotorami za pomocą ukrytych w samej machinie trybowych, ślimakowych lub pasowych przekładni (fig. 90, 91, 92 i 93), rezultaty jednak w ogóle nie okazały się pomyślne, wyjąwszy poszczególne wypadki; okazało się, iż skutek użyteczny wypada zbyt mały w stosunku do dokonanego nakładu, a w ogóle mniejszy niż przy poprzedniem urządzeniu. Natomiast urządzenie takie przez swoją prostotę, usunięcie transmisyj mechanicznych z nieodłącznemi pasami daje ogromną swobodę w posługiwaniu się oddzielnemi machinami i ich ugrupowaniu; bywają wypadki, gdzie okoliczności w jakich warsztaty robocze pracują w ten sposób się składają, iż mały skutek użyteczny pojedyńczych elektromotorów zostaje zrównoważony a nawet przewyższony przez oszczędności na pracy, spowodowane poruszaniem całej transmisyi wówczas, gdy zaledwie kilka lub nawet jeden tylko warsztat roboczy pracuje, reszta zaś pozostaje w danym czasie bezczynną. Zależnie przeto od ugrupowania się czasu i pracy oddzielnych warsztatów, poruszanie takowych w danym razie przez oddzielne elektromotory może się okazać racyonalnem lub nie. W ogóle jednak, jeżeli nie chodzi o znaczniejsze odległości, umiejętnie zaprojektowana transmisya mechaniczna jest najprostszą, najtańszą i daje najkorzystniejszy skutek użyteczny.

Fig. 93.



Młocarnia poruszana elektromotorem na wózku firmy Schuckert & Co. w Norymberdze, pracująca w majątku p. Mankiewicza.

Zalety i wady elektromotorów.

Ponieważ w stosunku do innych motorów odznaczają się niewielkimi wymiarami i nieznaczną wagą, wykonywują tylko jeden ruch obrotowy, nie wymagają więc do ustawienia dużo miejsca i masywnych fundamentów. Smarowanie łożysk odbywa się w ogóle automatycznie za pomocą pierścieni lub łańcuszków, zawieszonych w smarze (Ring v. Kettenschmierung) nalanym do rezerwoaru pod wałem; ten system oliwienia łożysk, coraz częściej stosowany obecnie i do transmisyj mechanicznych, jest najprostszym, najpewniejszym i najoszczędniejszym ze wszystkich znanych, gdyż ta sama ilość smaru może bez przelewania służyć nieraz kilka miesięcy, po przefiltrowaniu zaś może być znów używaną choćby i do innych celów; ten system smarowania łożysk, całemi tygodniami nie wymaga najmniejszego dozoru ze strony robotnika. Jedynie kolektor w machinach o prądzie statecznym powinien być od czasu do czasu obtaczanym (mniej więcej 2 razy na rok), aby usunąć powstałe nierówności wywołujące iskry i wymaga niejakiej uwagi ze strony obsługującego, który od czasu do czasu (kilka razy dziennie) musi przesuwać szczotki; przy machinach zaś o prądzie zmiennym, nie posiadających kolektorów, i to nawet staje się zbytecznem. Dynamomachiny zwykle ustawiają się na szynach, przymocowanych do fundamentu, a które służą do przesuwania elektromotoru za pomocą szruby w razie, gdy pas się wyciągnie, dla zachowania stałego naprężenia pasa; nie trzeba więc tutaj skrócać pasa i na nowo go zszywać, jak to ma miejsce przy wszelkich innych urządzeniach, gdzie odległość między wałami jest stałą i nie może być zmienianą; całe przesuwanie uskutecznia tu jeden robotnik w ciągu kilku minut.

Jakąż to jednak jest drobnostką w porównaniu z obsługą np. lokomobili, gdzie trzeba myśleć ciągle o dowozie węgla, utrzymaniu wody i ciśnienia w kotle na właściwym poziomie, o doglądaniu łożysk i różnych kraników, zważywszy zwłaszcza jeszcze kwalifikacye obsługujących osobistości i ich odpowiedzialność. Podczas gdy elektromotor a nawet ich kilkanaście mogą być powierzonymi najmniej inteligentnemu i zręcznemu chłopakowi bez zbytniej obawy o doniosłość skutków jego nieostrożności lub niedopatrzenia, to jedna lokomobila wymaga do swej obsługi zwykle dwóch ludzi (w wyjątkowych tylko wypadkach może wystarczyć jeden człowiek), i ci, a przynajmniej jeden z nich musi być doskonałym maszynistą i palaczem, przy tem pewnego charakteru, jeżeli nie mamy się obawiać o to, że lokomobila zbyt prędko lub niespodzianie może zostać zrujnowaną lub też zużywać za dużo opału.

Niezmierna prostota budowy i brak wszelkiego ruchu postępowego i oscylacyjnego, któreby mogły pociągnąć za sobą wstrząśnienia lub uderzenia, nadaje niezrównane bezpieczeństwo i pewność pracy elektromotorów i nie powoduje żadnych uszkodzeń i reparacyi, o ile naturalnie takowe będą utrzymywane w czystości i porządku, co zresztą wymaga bardzo nieznacznego wysiłku ze strony obsługującego.

Jeżeli jeszcze uwzględnimy tę okoliczność, iż elektromotory same przez się regulują się automatycznie stosownie do wykonywanej pracy mechanicznej, to jasnem się staje, że dozór elektromotorów jest minimalnym, a w wielu wypadkach staje się zupełnie zbytecznym przez czas dłuższy.

W dalszym ciągu stosowanie elektromotorów, do których zasilające przewodniki można przeprowadzać bez wielkich trudności i kosztów we wszystkich możliwych kierunkach i pod wszelkimi kątami, pod ziemią i nad ziemią, przez mury i obok murów i ścian, umożliwiają w wysokim stopniu swobodę ustawiania machin i warsztatów roboczych i najlepsze wyzyskanie terenu i budynków, gdyż jest się niezależnym od położenia stacyi siły. Daje łatwość puszczania w ruch i zatrzymywania elektromotoru każdej chwili po dokonaniu przezeń wymaganej pracy, nie alarmując nikogo na stacyi centralnej i nie wstrzymując pracy innych oddziałów i może być nawet dokonane z samej stacyi. Umożliwia łatwą kontrolę wykonywanej pracy, gdyż wystarcza spojrzenie na strzałkę ampermetru, aby w tejże chwili poznać, jaką pracę wykonywa elektromotor w danym momencie. (Stosuje się to do elektromotorów o prądzie statecznym, przy których iloczyn z voltów przez ampery określa bezpośrednio zużywaną ilość energii. Przy prądach zmiennych obliczenie z powodu powstającego w skutek samoindukcyi przesuwania się faz prądu i napięcia jest więcej skomplikowanem i nie wystarczają do przeprowadzenia takowego wskazówki voltmetru i ampermetru. Musi tu być użytym wattmetr lub też dynamometr). Z tego

względu elektromotory oddają ogromne usługi przy próbach, gdzie chodzi o łatwe i pewne oznaczenie siły projektowanej nowej silnicy i całego urządzenia, przy odprzedawaniu *resp.* wynajmowaniu siły sąsiadom itp. W tym nawet celu budują się specyalne aparaty zegarowe dla kontrolowania zużytej w danym przeciągu czasu energii.

Umożliwiają w wysokim stopniu w dużych zakładach fabrycznych centralizacyę generatorów, jako to: machin parowych, kotłów, turbin itp., przez co z jednej strony osiąga się mniejszy personel administracyjny i służbowy, z drugiej zaś tańszą energię, gdyż zawsze większe machiny parowe pracują ekonomiczniej i dają większy skutek użyteczny, niż mniejsze, przy czem są więcej jednostajnie obciążone i to w granicach ich najkorzystniejszego działania.

Wady, jakie posiadają elektromotory nie tyle są natury konstrukcyjnej ile ekonomicznej.

Stosowanie ich wymaga przedewszystkiem znajdowania się na miejscu źródła energii elektrycznej t. j. stacyi centralnej elektrycznej, której koszt zwłaszcza dla małych urządzeń stanowi stosunkowo bardzo poważną pozycyę i może się opłacić przeważnie w tych jedynie wypadkach, gdzie albo energia dla motoru jest bardzo tanią (spadek wody), lub też istnieje już stacya centralna dla oświetlenia elektrycznego ze zbywającą siłą motoryczną i chodzi tylko o jej nieznaczne rozszerzenie. Bo chociaż elektromotory same są bez porównania tańsze od wszelkich innych motorów, to jednak konieczność stacyi centralnej do produkowania energii elektrycznej najzupełniej tę zaletę ich równoważy a nawet przeważa.

Drugą wadą elektromotorów jest w ogóle zbyt wysoka ilość obrotów, w stosunku do liczby obrotów będących w użyciu wałów transmisyjnych i machin roboczych, co pociąga za sobą konieczność przekładni, a w ten sposób komplikuje się mniej lub więcej całe urządzenie, zmniejsza się skutek użyteczny i podnosi się koszt instalacyi.

W ogóle jednak elektrotechnika w ostatniem dziesięcioleciu, szczególnie zaś elektryczne oświetlenie i przenoszenie siły, posunęła się szybkim krokiem naprzód i stanęła już bezwarunkowo na tym samym poziomie udoskonalenia, co i inne gałęzie wiedzy technicznej, posiadające większą i wyrobioną za sobą tradycyę. Żadne obliczenia techniczne *a priori* nie są dotychczas tak dokładne i ścisłe jak właśnie elektrotechniczne. Długi czas traktowano dynamomachiny jako aparaty fizyczne, mało mające wspólnego z budową machin, i najdzielniejsi nawet elektrotechnicy mało byli obznajmieni zarówno z teoretyczną, jak i stosowaną mechaniką. Temu jedynie należy przypisać niepomyślne rezultaty pierwszych prób stosowania elektrycznego przenoszenia siły na odległość.

Praktyczne i racyonalne elektryczne instalacye można zaś tylko wówczas urządzać, jeżeli się posiada nietylko konieczne po temu wiadomości elektrotechniczne, lecz zarazem jest się dokładnie obznajmionym ze wszelkiemi szczegółami i właściwościami poruszanych przez elektromotory machin. I oto, gdy w ostatnich czasach mechanika ze wszystkimi zasobami swej wiedzy przyszła w pomoc elektrotechnice, ta ostatnia zrobiła olbrzymie postępy. I dziś machiny i aparaty elektryczne działają z tą samą pewnością i precyzyą, jaką już od szeregu lat przywykliśmy obserwować i podziwiać w wyrobach pierwszorzędnych zakładów mechanicznych. Niedowierzanie więc i brak zaufania do urządzeń elektrycznych jako już nieuzasadnione, powinno ustąpić przed chęcią bliższego obznajmienia się z tymi ciekawymi i nowymi przejawami energii, oraz wydobycia z nich korzyści praktycznych w miarę sposobności.

Zastosowanie elektrotechniki w rolnictwie.

Z tego co powiedziano wyżej o elektromotorach w ogóle, wynika, iż takowe doskonale mogą być użyte do celów rolniczych i rzeczywiście znajdują też i na tem polu, chociaż powoli, coraz szersze zastosowanie i jak się okazuje, oddają w gospodarstwie niepoślednie usługi. Wszędzie, gdzie istnieją już w gospodarstwie motory wodne lub parowe do pędzenia młynów, gorzelni, cukrowni, cegielni, tartaków itp., których siła nie jest całkowicie wyzyskaną, lub też które pracują tylko w pewnych porach roku, a potem dłuższy czas stoją bezczynne, i o ile te przerwy w pracy przypadają na chwile zapotrzebowania siły motorycznej w gospodarstwie, tam daje się zastosować względnie niewielkim nakładem bardzo racyonalne urządzenie elektryczne w celu wyzyskania zbywających zasobów energii na stacyi centralnej, bądź to do ce-

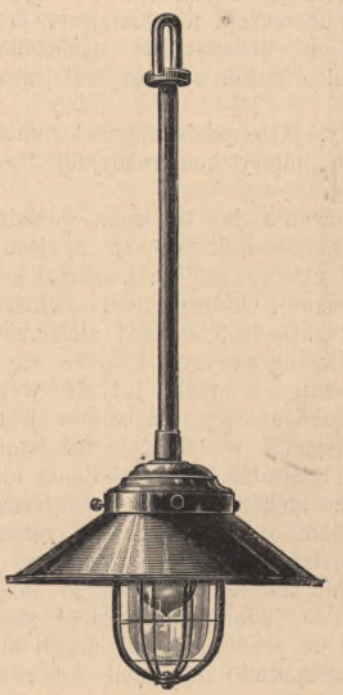
lów przenoszenia siły, bądź też do oświetlenia lub też obu razem.

Należy zauważyć przy tego rodzaju kombinacyi, iż koszty oprocentowania i amortyzacyi zakupna nowego kotła i machiny parowej, zarówno jak i obsługi takowych, zupełnie odpadają. Użytkowanie zatem tego rodzaju urządzeń musi zmniejszyć znacznie koszty produkcyi w rolnictwie, o co głównie chodzi. Jednocześnie łączy się z tem większa swoboda rozporządzania pracą i grupowaniem pojedyńczych machin i pewna niezależność od zmian atmosferycznych. Obsługa zwykle używanych motorów (jako to: lokomobili, koni i ludzi) a co za tem idzie i koszty, redukują się do minimum; przez połączenie wszystkich oddziałów pracujących pomiędzy sobą, przechodzi do jednej ręki dozór nawet nad większą ilością tychże, przyczem osobistość taka może już być lepiej płatną i co za tem idzie, odpowiadać większym wymaganiom fachowym. W trybie gospodarstwa nastaje większy porządek.

Zakładanie specyalnej stacyi elektrycznej z nowemi machinami parowemi i kotłami, może się tylko opłacić w wyjątkowych wypadkach i w bardzo wielkich gospodarstwach, więcej przemysłowo niż rolniczo prowadzonych. W wypadkach posiadania odleglejszych spadków wód, o których wyzyskaniu z powodu odległości nie można było dotychczas myśleć, zasobnych pokładów torfu na miejscu i t. p. przy większem zapotrzebowaniu energii mechanicznej specyalne urządzenie elektryczne może się również opłacić. Wówczas ustawia się przy spadku koło wodne lub turbinę, poruszającą dynamomachinę i wytworzony przez takową prąd doprowadza się za pomocą drutów do miejsc zapotrzebowania, gdzie może być zużyty do elektromotorów lub też do oświetlenia, bądź też zasilać jedne i drugie jednocześnie. W wypadku posiadania w majątku torfowisk, można postawić przy takowych osobny budynek na pomieszczenie kotła i machiny parowej do poruszania dynamo, przy czem część wytworzonego prądu można by użyć do celów eksploatacyi torfowiska, zaś parę returową z machiny do osuszania torfu.

Jeżeli elektryczne urządzenie w gospodarstwie ma się okazać korzystnem, to należy takowe wyzyskać możliwie wszechstronnie i przy tem tak, iżby korzyści o sięgnięte pokryły procent od wyłożonego na to kapitału i pozwoliły coś odpisać na amortyzacyę. Cel ten jednak daje się tylko wówczas osiągnąć, jeżeli np. obstalowana do pędzenia młockarni instalacya elektryczna nadaje się nietylko do tejże, lecz może być również użyteczną i do wielu innych robót, jako to: do sieczkarni i pompowania wody, do poruszania wind, wentylatorów i jakichkolwiek bądź innych machin, wreszcie do oświetlenia elektrycznego, które to ostatnie powinno by już nareszcie przestać być uważanem za przedmiot zbytku, gdyż rzeczywiście w bardzo wielu wypadkach okazuje się tańszem od każdego innego, a przedstawia natomiast przy porządnem wykonaniu instalacyi można rzec

Fig. 94.



Lampa żarowa z armaturą zabezpieczającą i reflektorem blaszanym.

absolutne bezpieczeństwo od pożarów w porównaniu do używanych zwykle w stajniach, oborach i w ogóle we wszelkich zabudowaniach gospodarskich zwykłych lamp naftowych lub olejnych oraz świec w latarkach (fig. 94, 95). Toż samo można powiedzieć o elektromotorach, zestawiając je z lokomobilami; nieznaczne iskierki, ukazujące się czasem na szczotkach kolektora o ileż małe przedstawiają prawdopodobieństwo niebezpieczeństwa ognia w porównaniu ze snopami iskier i żarzących się węgli, wypadających zarówno z komina jak i z paleniska lokomobili, rozpraszających się

za powiewem wiatru na wszystkie strony. Okoliczność ta jednak została dopiero częściowo uwzględnioną przez towarzystwa ubezpieczeń od ognia, które jak u nas w Królestwie n. p. oświetlenie elektryczne stawiają na równi z gazowem, o elektromotorach zaś nie ma w tym kierunku dotychczas żadnych przepisów. Przypisać to należy z jednej strony zbyt niedawnemu stosunkowo rozpowszechnieniu się urządzeń elektrycznych, a zatem niedostatecznemu zbadaniu kwestyi, z drugiej zaś wynikłym w początkach wprowadzania oświetlenia elektrycznego niektórym wypadkom pożarów, spowodowanych rzeczywiście już to nieumiejętnem, już też niedbałem przeprowadzeniem przewodników elektrycznych w częściach drewnianych budynków i niezabezpieczeniem takowych od zdarzyć się mogących krótkich połączeń między drutami, głównie zaś istniejącemu wówczas brakowi wszelkich przepisów technicznych, obowiązujących dla wykonywających tego rodzaju roboty. Obecnie, gdy elektrotechnicy całego świata utworzyli różne stowarzyszenia, wydają liczne czasopisma specyalne w celu dalszego rozwoju elektrotechniki, gdy ta stała się jednym z największych przemysłów i daje pracę i utrzymanie setkom tysięcy ludzi i gdy gałęź ta techniki stanęła już na zupełnie pewnych podstawach, można się spodziewać wkrótce iż towarzystwa ubezpieczeń od ognia ulegną naciskowi opinii i w porozumieniu z towarzystwami elektrycznemi wypracują przepisy, jakim ma podlegać wykonanie instalacyi elektrycznej dla uzyskania zniżki premii assekuracyjnej. Naturalnie iż nada to wówczas gwałtowny impnls w kierunku rozpowszechniania instalacyj elektrycznych i przyczyni się znakomicie do rozwoju przemysłu i rolnictwa. W Niemczech już zrobiony został w tym kierunku pierwszy początek.

Fig. 95.



Lampa żarowa z armaturą zabezpieczającą bez reflektora.

Co się tyczy specyalnie stosowania elektromotorów do poruszania poszczególnych machin rolniczych, to ponieważ konstrukcya takowych, wymagania jakim mają odpowiadać i warunki w jakich pracują, są bardzo rozmaite, niepodobna więc zgóry skreślić szczegółowo sposobów postępowania. I tu zarówno jak to w fabrykach poszczególne machiny robocze mogą być sprzęgane już to wprost z elektromotorami, bądź też za pomocą mniej lub więcej skomplikowanych transmisyj i przekładni. Do tych machin, które przeznaczone są pracować nie w jednem miejscu, lecz w różnych punktach jak n. p. młocarnia, należy przewidzieć przenośny fundament i przekładnie, oraz bęben na kółkach do nawijania *resp.* rozwijania przewodników elektrycznych przy przeprowadzaniu młocarni na inne miejsce i t. p. W każdym poszczególnym wypadku powinien zjechać na miejsce technik, obznajmiony zarówno dobrze z elektrotechniką jak i z mechaniką stosowaną w celu poznania miejscowych warunków, zdjęcia pomiarów i zebrania dokładnych danych, potrzebnych do wszechstronnego wypracowania projektu, a to dla bezstronnego osądzenia, czy żądane urządzenie się opłaci i wogóle, czy ma racyę bytu. Na zakończenie niniejszego uważamy za stosowne przytoczyć tu w tłomaczeniu niektóre ustępy z odczytu pana Mankiewicza na zebraniu Niemieckiego Towarzystwa Rolniczego w Berlinie w dniu 21 lutego 1895 r. o wykonanem urządzeniu elektrycznem w administrowanym przezeń majątku Falkenrehde.

„W roku 1876 wybudowałem gorzelnię do pędzenia spirytusu, w której przerabiałem dziennie do 13500 *l* zacieru. Potrzebne do tego kartofle uprawiałem po większej części sam. Prawo o opodatkowaniu wódki pozwala mi obecnie zacierać zaledwie 3000 *l* dziennie.

Przed 5 laty zaszła potrzeba kupienia nowej machiny parowej i już wówczas przekonany, iż duże gospodarstwo w przyszłości będzie stanowczo wymagało więcej i większych motorów, wybrałem znacznie silniejszą machinę, jak to było potrzebnem do robót dotychczasowych.

Wskutek tego machina moja miała tak mało do roboty, iż nawet nie była w stanie dostarczyć dostatecznej ilości pary roturowej do wyparowania zacieru i widziałem się zmuszonym używać do tego celu parę wprost z kotła, naturalnie tracąc dużo na paliwie.

Oprócz tego musiałem myśleć o przeprowadzeniu komunikacyi wodnej rurowej z gorzelni o 400 *m* odległej do nowo wybudowanej obory; w dalszym ciągu trans-

misya i liny druciane do sieczkarni wymagały jeżeli nie odnowienia, to w każdym razie bardzo gruntownej reparacyi i gdy wreszcie jedna z moich lokomobil wypowiedziała mi dalszą służbę całkowicie, wówczas zdecydowałem się zastosować w mem gospodarstwie elektryczność i nie miałem dotychczas żadnego powodu żałować tego postanowienia.

Z pomiędzy różnych przedstawionych mi projektów wybrałem wypracowany przez firmę Schuckert i Co. w Norymberdze i i powierzyłem tejże wykonanie instalacyi.

Zmiany w budynkach nie były potrzebne. W przyległem do machiny parowej pomieszczeniu na odszumowywanie, została urządzona stacya elektryczna, gdyż przy zredukowanej produkcyi gorzelni, można było ten oddział przenieść do fermentacyi, zaś w piwnicy słodowej oddzielono miejsce na bateryę akumulatorów.

W dawnem pomieszczeniu do odszumowywania stanęły 2 dynamo-machiny, jedna wyłącznie do pędzenia młocarni z wyższem napięciem (300 volt) druga na 110 volt do oświetlania, ładowania akumulatorów, do zasilania elektromotoru przy sieczkarni i innych pomniejszych motorów. Te mniejsze motory od $^1/_4$ do $^1/_2$ konia używanymi były dotychczas li tylko do pompowania wody. Posiadane w stajniach i oborach pompy drewniane pozostały niezmienione i są pędzone z przekładni, wykonanych przez miejscowego ślusarza.

Przeznaczona do młócenia dynamomachina porusza ustawiony na starym wozie a zatem ruchomy elektromotor 10—12 konny, do pędzenia młocarni na każdem boisku i który daje się połączyć z siecią przewodników. Na każdym rogu zabudowań znajdują się urządzenia, pozwalające za pomocą izolowanego kablu doprowadzić energię elektryczną do stacyi pośrednich dla młócenia. Ustawienie stacyj takich w promieniu 400—500 *m* na około dworu uważam za bardzo racyonalne, posiadając zaś jeszcze dłuższy kabel, można i na bardziej odległych punktach młócić elektrycznie.

Młócenie elektryczne w obec młócenia lokomobilą posiada bardzo wielkie korzyści. Najpierw bezwzględne bezpieczeństwo przed ogniem. Dalej możność na wypadek raptownej zmiany pogody, przerwanie młocki w każdej chwili, choćby w najkrótszych przerwach, aby zająć ludzi. Podczas gdy przysunięcie ustawienie i napalenie lokomobili wymaga co najmniej $^1/_2$ do 2 godzin, nastawienie machiny i elektromotoru, jak wielokrotnie obserwowałem, odbywa się prędzej niż w $^1/_2$ godziny. Praca lokomobili przy silnym deszczu lub podczas burzy musi być często wstrzymaną, zaś przy młócce elektrycznej zamyka się poprostu wrota po za stojącym na klepisku elektromotorem i nie potrzeba się wcale troszczyć o stan pogody. Nie bez znaczenia jest także stale równy ruch młocarni; objaśniam to sobie w ten sposób, iż wskutek małej różnicy średnic kół pasowych pas lepiej ciągnie. Czy ten system poruszania każdej machiny oddzielnym elektromotorem, który wybrałem dla młocarni i wszystkich innych machin, jest słusznym, nie mogę o tem przesądzać. W czasie powstania mojej instalacyi nie było żadnych danych i doświadczeń w tym kierunku, ja zaś chciałem przedewszystkiem postępować na pewno.

Zadaleko by mię zaprowadziło opisywanie wszystkich szczegółów instalacyi elektrycznej, i dla tego chcę przejść od razu do strony kwestyi bardziej interesującej, t. j. ekonomicznej.

W gospodarstwie mojem zużywałem przedtem oprócz węgla do gorzelni łącznie ze wszystkiemi poruszanemi od niej machinami gospodarczemi, jako to sieczkarnią, młynkiem i t. d., jeszcze węgiel do młócenia i do jednej lokomobili, która czasowo porusza wielką pompę centryfugalną do nawadniania i odwadniania łąki W latach, poprzedzających urządzenie elektryczne wymagania od lokomobil były przecięciowo jednakowe, również i pędzenie gorzelni było już prawie tak samo zredukowane jak obecnie. Roczne spotrzebowanie paliwa wynosiło wówczas przecięciowo 4800 — 5000 centnarów węgla kamiennego. Niedowierzanie, jakie miałem do kosztów utrzymania elektrycznego urządzenia, skłoniło mnie do sprowadzenia w lecie 1893 r., w którym to czasie instalacya elektryczna została puszczoną w ruch, jeszcze 1000 centnarów węgla więcej, razem więc przewidziałem na ten rok 6000 centnarów węgla. Gdym w końcu roku przeglądał pozostałą resztę węgla, szacowałem ją, zarówno jak i moi urzędnicy, mniej więcej na 1000 centnarów. Na rok bieżący zakupiłem znów tylko 5000 centnarów i mogę już teraz z niejaką pewnością oczekiwać, iż i w tym roku pozostanie się również wielki zapas. Jest to rezultat w najwyższym stopniu dla mnie samego nie oczekiwany. Daje się to z jednej strony tem objaśnić, iż do wyparowywania nastawianych zacierów żywa para się już więcej nie używa, gdyż ma-

china parowa jest obecnie tak obciążona, iż daje dostateczną ilość pary returowej, z drugiej zaś tem, że poprzednio wały transmisyjne, przedewszystkiem zaś tryby koniczne, dalej liny druciane, często prowadzone pod kątem, pochłaniały wielką ilość pracy mechanicznej. Dalej, i to jest punkt najważniejszy, tłomaczy się ten rezultat jak następuje:

Podczas całej kampanii gorzelniczej od 1 października do 15 czerwca machina parowa oddaje do oświetlenia i innych robót w gospodarstwie tylko zbywającą część swej wydajności. Machina pracuje tylko do południa. Podczas tego machina zbywającą siłą ładuje akumulatory i te po południu zasilają pompy, wieczorem zaś i w nocy oświetlenie, sama zaś machina parowa stoi i nikt nie potrzebuje sobie zaprzątać głowy obsługą aparatów.

W lecie wystarcza do ładowania akumulatorów puścić machinę przez jeden dzień w tygodniu, w okresie zaś najdłuższych dni wystarcza jedno naładowanie na 2 tygodnie. Zwracam uwagę, iż to się nie dotyczy młócenia. Gdy odbywa się młocka, musi naturalnie machina parowa stale pracować i przez wielokrotnie powtórzone porównawcze próby przekonałem się, iż konsumcya węgla przy poruszaniu młocarni lokomobilą i elektrycznie jest w obu wypadkach jednakową, a mianowicie waha się pomiędzy 4 i 5,6 funtami na centnar zboża. Oszczędność więc przy elektrycznem urządzeniu powstaje li tylko stąd, że dowóz wody i węgla odpada. Wniosek jaki stąd wynika jest jasnym.

Wszędzie tam, gdzie znajduje się już jakiś motor, czasem nie zupełnie jeszcze wyzyskany, można urządzenie elektryczne w gospodarstwie jak najusilniej polecić.

Często zadaję sobie pytanie, jak się to działo, iż ja sam nad tą kwestyą tak długo się namyślałem i przystępowałem do niej z takiem niedowierzaniem, i nie znajduję innej odpowiedzi nad to, jak tylko moją zupełną niewiadomość. Przyjętem jest uważać elektryczność jako coś kosztownego, oświetlenie elektryczne jako zbytek i w ten sposób już przechodzi się do porządku dziennego nad kwestyą, która dla wielu gospodarstw może się rzeczywiście okazać i kosztowną i zbytkowną, tem nie mniej jednak dla wielu innych przynosi zmniejszenie kosztów produkcyi, oszczędność na ludziach i pieniądzach, stosownie do rozporządzalnej w danem gospodarstwie siły motorycznej.

Gdym dawniej zwiedzał elektryczne instalacye, przejmował mię obawą widok skomplikowanych tablic rozdziałowych i obserwowanie niezwykłej czystości dynamomachin. Łamałem sobie głowę, skąd na wsi można dostać tak porządnych ludzi, aby i własne machiny utrzymywać w równej czystości.

Obecnie poznałem, iż nie potrzeba nawet i połowy tych wysiłków i starań przy prowadzeniu elektrycznego urządzenia, ile wymagane jest dla obsłużenia kotłów parowych, a szczególniej lokomobil, a co się tyczy utrzymania tejże w czystości i porządku, to to wynika samo przez się, gdyż na miejscu ustawienia dynamomachin nie znajdują się w ogóle żadne zanieczyszczające materyały.

Nie ma prostszej machiny nad dynamo, i jeżeli uprzytomnię sobie wszystkie te zmartwienia i kłopoty i mnóstwo związanych z tem kosztów pieniężnych, jakie miałem sposobność przeżyć, podczas mojej już 34-letniej praktyki gospodarskiej w różnych majątkach i na własnem gospodarstwie, spowodowane przenoszeniem siły już to przez liny druciane, już to przez tryby koniczne lub też zakryte albo odkryte wały transmisyjne z nieskończoną ilością łożysk, z zapchanemi kurzem otworami do oliwienia, wówczas wydaje się po prostu zbawieniem dla mnie módz przenosić siłę za pomocą 2 gołych drutów na największe nawet odległości; urządzenie, które przy całej swej prostocie i taniości nie ulega najmniejszemu zużyciu i nie wymaga prawie żadnych reparacyj.

W tem miejscu chcę wzmiankować o zarzucie, jaki mi niejednokrotnie czyniono.

Zgadzając się, iż urządzenie to opłaca się podczas kampanii gorzelniczej, to jednak musi okazać się zbyt kosztownem, jeżeli i w lecie zechcemy utrzymywać machiny w ruchu, i że korzystniej będzie nabyć kierat i używać takowy do pompowania wody, rznięcia sieczki itp.

Otóż muszę temu twierdzeniu jak najkategoryczniej zaprzeczyć, zwłaszcza jeżeli wezmę do pomocy bateryę akumulatorów.

Potrzebuję wody dla 200 sztuk bydła, dalej muszę mleko od 120 krów chłodzić wodą, do ogrodu i budynków liczę przecięciowo dziennie 10000 *l* wody, w lecie potrzebuję sieczki dla 36 koni i na to wszystko zużywam tygodniowo 20—80 centnarów węgla.

Pozwolę sobie powiedzieć jeszcze kilka słów o prowadzeniu instalacyi.

Jest po prostu zadziwiającem, z jaką ochotą moi ludzie wzięli się do obsługiwania aparatów elektrycznych i z jak wielkiem zainteresowaniem stale się temu poświęcają.

Podczas, gdy stan porządku jakiejkolwiek machiny rolniczej w mojem gospodarstwie rzadko tylko mię zadawalnia, to znów nie zaszła nigdy potrzeba zganić z mej strony niedostateczną czystość dynamomachiny lub elektromotoru. Głównie pochodzi to stąd, iż jak już wyżej wzmiankowałem, samo miejsce ustawienia dynamomachin warunkuje tę czystość, ale właśnie ten wszędzie panujący porządek stanowczo działa dodatnio na wyrabianie się charakteru ludzi.

Znajduje się jednak bardzo wielu rolników, uważających czystość za niesłychany zbytek, któremu zwłaszcza w obecnych ciężkich dla rolnictwa czasach nie wolno pobłażać.

Ja jestem innego zdania. Duże machinowe urządzenie bez starannego utrzymywania go w największym porządku i czystości jest w ogóle niemożliwem.

Pan von Arnim z Criewen w wygłoszonym tu przed kilku laty doskonałym odczycie o budowie machin rolniczych, dał tyle niezmiernie cennych wskazówek co do utrzymywania naszych machin, zaczynając od pługa, a skończywszy na machinie parowej, iż te, co się mnie przynajmniej tyczy, nie pozostały bez głębokiego wrażenia.

Jeżeli przysłowie niemieckie „Gut geputzt ist halb gefüttert“ jest słusznem, to stosuje się ono jeszcze więcej do machin niż do inwentarza żywego, gdyż przy takowych utrzymanie w czystości oszczędza dużo na sile motorycznej i co najmniej $^3/_4$ kosztów reparacyi, nie mówiąc już o lepszem wykonywaniu danej roboty.

Przy całym jednak zapale, jaki posiadam dla zastosowania elektryczności w rolnictwie, nie chcę być jednak źle zrozumianym pod tym względem, że uważam takowe za możebne do wprowadzenia wszędzie lub też we wszystkich większych gospodarstwach rolnych. Przeciwnie, będę tak długo ostrzegał przed wprowadzeniem elektrycznego urządzenia, dopóki takowe nie będzie poprzedzone jak najszczegółowszemi badaniami nad wielkością siły rozporządzalnej i zapotrzebowaniem takowej. Szczególniej w razie przenoszenia siły na dalsze odległości trzeba się liczyć ze znacznemi stratami energii.

Pod tym względem i ja, przynajmniej co się tyczy pędzenia młocarni, nie uniknąłem wielkich rozczarowań.

Za najdoskonalszą rzecz uważam duże stacye główne do produkowania elektryczności, z których siła może być tanio dostarczana konsumentom na znaczne odległości.

Dziś jest to jeszcze wielkie i trudne zadanie, mam jednak nadzieję dożyć jego rozwiązania.

Na małą skalę istnieją już takie urządzenia jak n. p. w Greifenhagen, małem rolniczem miasteczku Pomeranii, które posiada stacyę centralną do oświetlenia elektrycznego.

Miasto sprzedaje tym obywatelom, przy których gumnach przechodzą przewodniki elektryczne, prąd za pewną oznaczoną cenę od konia i godziny, obywatele zaś młócą za pomocą przenośnej młocarni elektrycznie.

Opowiedziawszy najgłówniejsze szczegóły o mojem obecnem urządzeniu elektrycznem, pozwolę sobie teraz spojrzeć nieco w przyszłość. Tu najbardziej staje mi przed oczami pług, poruszany elektrycznie jako cel dający się urzeczywistnić w niedalekiej przyszłości i który spodziewam się osiągnąć zapomocą posiadanego już przeze mnie urządzenia.

Który z pługów elektrycznych, czy ten co swój motor prowadzi za sobą po roli, lub też dawniejszy naśladujący dwumachinowy pług Fowlera, będzie pługiem przyszłości, nie chcę o tem przesądzać.

Mój plan zmian w gospodarstwie idzie w ostatnim kierunku.

Największa część mego pola ciągnie się na długość do 3500 *m* przy szerokości od 1200 do 2000 *m* prawie całkowicie w jedną stronę od dworu.

3000 *m* przewodnika, od którego w odstępach 1000 metrowych szłyby rozgałęzienia 500 metrowe na prawo i na lewo przy wzięciu do pomocy jeszcze 500 *m* izolowanego kablu, jakiego używam do młócenia, wystarczą aby do każdego punktu pola doprowadzić prąd elektryczny.

Przez to mógłbym: 1) w każdem miejscu pola młócić i 2) całą powierzchnię roli elektrozorywać. Do tego jeszcze dodam 3), iż mógłbym wówczas moją 2000 *m* od dworu oddaloną centryfugę do nawadniania i odwadniania, zamiast jak obecnie lokomobilą, pędzić od elektromotora młocarni, co znacznie przyczyni się do zmniejszenia kosztu obsługi.

I jeżeli ową pompą na łące pracuję tylko około 60 dni na rok, to jednak odwad-

nianie na wiosnę wobec dużych śniegów wymaga często pracy dniem i nocą; również w lecie nawadnianie nie może się odbywać podczas skwaru lecz tylko nocą.

Potrzeba do tej roboty ciągłego utrzymywania dwu zręcznych ludzi do obsługi lokomobili jest rzeczą kosztowną i nie zawsze może być takowej zadość uczynionem. Motor elektryczny wprowadzany w ruch i zatrzymywany ze stacyi, wykonałby tę pracę bez żadnego dozoru.

Gdy już szczegółowo wyłożyłem korzyści elektrycznego przenoszenia siły, nie mogę odbiedz od tej ważnej części wykładu, nie wspomniawszy ogólnie, na czem mianowicie polega zasadnicza przewaga elektrycznego przenoszenia siły nad innemi w zastosowaniu do rolnictwa.

Otóż polega ona na niezrównanej podzielności i nieograniczonem przenoszeniu na jednem miejscu wyprodukowanej energii.

Pozostaje mi jeszcze wspomnieć o niektórych szczegółach dotyczących oświetlenia elektrycznego i tu mogę tylko to powiedzieć, że takowe dla rolniczych gospodarstw powinno być właśnie uważane za wzorowe.

Dawniej podczas burzliwych nocy obawa o inwentarz, kiedy zaspane dziewki lub później tak samo zaspani parobcy uwijali się po stajniach i oborach z naftowemi latarniami byłem zawsze pełen obawy nieszczęścia, podczas gdy obecnie przy oświetleniu elektrycznem mam bezwarunkowe bezpieczeństwo od ognia, nigdy przedtem nie osiągniętą czystość i w ogóle daleko lepsze światło. W domu nie znam już wogóle zapachu nafty i nawiasem jeszcze dodam, że 300—400 marek rocznie nie wydaję już obecnie na naftę.

Najznaczniejsza jednak oszczędność spowodowana oświetleniem elektrycznem ma zupełnie inne źródło.

Ponieważ wszystkie gumna jak również i cały dziedziniec mogą być oświetlone, to jestem obecnie w stanie wyzyskać cały dzień roboczy, co szczególnie jest ważnem przy młócce i nawet podczas najkrótszych dni nie przerywać roboty przed godziną szóstą.

Dowożę moje buraki z pola za pomocą kolejki polowej na dziedziniec, gdzie dotychczas muszę je dla odbycia dalszej drogi po szosie przeładowywać. Na miejscu przeładowywania pali się światło elektryczne, tak iż nawet w grudniu utrzymuję całkowity czas roboczy i byłem w możności płacić od fury co najmniej 10 fenigów mniej, w porównaniu do tego, co było dawniej bez oświetlenia elektrycznego.

Niezwykłe usługi oddało mi oświetlenie elektryczne w ubiegłym mokrym roku przy zwózce zboża, która, jak wiadomo, przeciągnęła się aż po wrzesień włącznie. Zwykle późną zwózkę uniemożliwia ta okoliczność, iż ludzie w późniejszej porze nie mogą już nic na górze widzieć.

Dwie na wysokości belek nad gumiennicą zawieszone lampy żarowe oświeciły i górę najzupełniej.

Wiele jeszcze faktów mógłbym przytoczyć dla udowodnienia korzyści oświetlenia elektrycznego.

Co się tyczy strony technicznej, to dodam, iż lamp łukowych nie mam, gdyż konsumują zbyt wiele prądu i podniosłyby znacznie koszt bateryi akumulatorów.

Zewnątrz lampy żarowe o sile 32 — 50 świec najzupełniej mi wystarczają i w ogóle sądzę, iż korzystniej jest w wielu miejscach założyć słabsze lampy, aniżeli na tej samej przestrzeni tylko kilka silnych.

Używanie innego światła i zapałek jest w obrębie budynków surowo wzbronione.

Siła ekonomiczna elektrycznego oświetlenia polega podług powyższego głównie na uczynieniu pracy zimowej tańszą, a to przez całkowite wyzyskanie dnia roboczego. Inny nie mniej ważny podług mnie punkt jest ten, iż przez punktualne rozpoczynanie i kończenie pracy, rozluźniona zwykle w zimie dyscyplina gospodarska znacznie zostaje wzmocnioną.

Na zakończenie pozostaje mi jeszcze podać koszta takiej instalacyi.

Ilość i wielkość machin już wyżej podana. Dosyć obszerny dwór, dziedziniec, obory i stajnie w których stoi około 200 sztuk bydła, stodoła z 6 gumnami, dalej gorzelnia, piwnica na kartofle, kuźnia i warsztat stelmacha są w ten sposób zaopatrzone w lampy żarowe, iż w każdym kącie budynku, w każdej piwnicy aż do wędzarni, może być w każdym czasie uczynione światło.

Koszty takiej instalacyi będą wynosiły włącznie z robotami mularskiemi, stolarskiemi i ciesielskiemi dla przeprowadzenia drutów, jako też włącznie z zarobkiem dodanych do pomocy ludzi, około 19000 marek, z czego na same akumulatory przypada około 6000 marek.

Te 20000 marek powinny się zwrócić w ciągu 10 lat".

Literatura.

Kończąc na powyższem artykuł o elektromotorach, odsyłamy pragnących w szerszym zakresie zapoznać się z tym przedmiotem do dzieł specyalnych, wymienionych poniżej:

E. Kittler. „Handbuch der Elektrotechnik“.
S. P. Thompson. „Mehrphasige elektrische Ströme und Wechselstrommotoren“.
I. Schuckert & Co. „Electricität in der Landwirtschaft“.
Kapp G. „Elektrische Kraftübertragung“.
„*Elektrotechnische Zeitschrift*“ z ostatnich lat.
Katalogi firm: Schuckert & Co., Siemens & Halske, Brown, Boveri & Co., Derlikon, Ganz & Co. i innych.
C. Heim. „Beleuchtungsanlagen mit Gleichstrom“.

Ignacy Winer.

Motylkowe rośliny. Rośliny motylkowe (*Papilionatae*) należą wraz z dwiema mniejszemi podrodzinami — cesalpiniowatych *(Caesalpinioideae)* i czułkowatych *(Mimosoideae)* do bardzo licznej, posiadającej przeszło 7000 gatunków rodziny roślin strączkowych czyli groszkowych *(Leguminosae)*, których cechę wszystkim wspólną stanowi odrębna forma owocu, zwana strączkiem. Owoc ten różni się u rozmaitych rodzajów roślin strączkowych wielkością (długość od kilku milimetrów do 1 *m* u Entada scandens) zewnętrznym kształtem i sposobem pękania.

Motylkowe rośliny wyróżniają się w tej wielkiej rodzinie kwiatem nieforemnym o koronie składającej się z pięciu płatków różnej wielkości i kształtu, z których jeden, najczęściej najdłuższy i najszerszy, nazywa się żagielkiem, dwa środkowe tworzą skrzydełka, zaś dwa dolne łódeczkę, ukrywającą właściwe organa płciowe—słupek i pręciki. Korona taka nazywa się motylkową i stąd pochodzi nazwa całej podrodziny. Pręcików znajduje się w kwiatach pospolicie 10, są one zupełnie albo też prawie zupełnie wolne, lub też zrośnięte wszystkie w jedną rurkę, *(monadelphia)*, albo dziewięć zrośniętych w niezamkniętą rurkę, a dziesiąty mniej lub więcej zupełnie od zrośniętych oddzielony *(diadelphia)*. Listków kielicha bywa zazwyczaj pięć, w dolnej części zrośniętych, u góry rozchodzących się w pięć działków lub ząbków, z których dwa górne oraz trzy dolne są mniej lub więcej ze sobą złączone, tak że cały kielich wygląda na dwuwargowy. Kwiaty, często pięknie zabarwione, niekiedy bardzo drobne, zebrane są w kłosy, grona lub główki, albo też wyrastają pojedynczo. Są one zawsze dwupłciowe, zapładniają się jednak pospolicie obcym pyłkiem. W zapłodnieniu pośredniczą owady, przeważnie pszczoły, trzmiele i niektóre osy. Miód wydzielany przez miodniki zbiera się w zagłębieniu pomiędzy zawiązkiem owocowym słupka a zrośniętymi pręcikami. Owady dostają się do niego, wsuwając ryjki w dolnej części korony pomiędzy żagielek a skrzydełka, a następnie w specyalne otworki miodowe znajdujące się w dolnej części rurki pręcikowej. Bez uszkodzenia kwiatu zdobywają miód naturalnie tylko takie owady, których ryjek jest dłuższy od odstępu pomiędzy zewnętrznemi częściami kwiatów, a owemi otworkami miodowymi. Owady mające ryjki nie dosyć długie, albo wcale się do miodu nie dostają, albo też muszą przegryzać płatki korony. Szukając miodu, siadają owady na płatkach tworzących skrzydełka lub łódkę, a pod tem obciążeniem organa płciowe: pręciki i słupek wysuwają się z łódki i wchodzą w zetknięcie z ciałem owadów, przyczem pręciki pozostawiają w niem swój pyłek, a na słupki spada pyłek zebrany poprzednio na innych kwiatach.

Strączki roślin motylkowych są jednokomorowe; najczęściej pękają wzdłuż obu szwów, przyczem pospolicie następuje skręcenie obu połów. U niektórych rodzajów nasiona przedzielają w strączkach poprzeczne ściany; w takim przypadku w czasie dojrzewania strączek często rozpada się poprzecznie na krótkie jednonasienne człony. Pewne rodzaje posiadają strączki zupełnie nie pękające. Kształt strąków jest zwykle wydłużony, rzadziej zaś okrągły; zdarzają się również strąki mniej lub więcej pogięte, a nawet ślimakowato się skręcające. Na przekroju przedstawia się strąk zwykle nieco spłaszczony; u wielu roślin wzdłuż jednego lub obu szwów wykształcają się skrzydła ułatwiające unoszenie przez wiatr. Strąki są najczęściej wielonasienne, rzadziej zaś jednonasienne.

Nasiona rozmieszczone są w strączkach naprzemianlegle w dwóch rzędach wzdłuż

szwu brzusznego, na krótszych lub dłuższych sznurkach pępkowych, wykształcających się u wielu roślin w mniej lub więcej wyraźną osłonkę nasienną *(Arillus)*; mianowicie stale występującą u wykowatych, nigdy zaś u koniczowych i komonicowatych. Kształt nasion bywa mniej lub więcej nerkowaty, okrągły lub elipsoidalny, najczęściej nieco spłaszczony. Bielmo w nasionach roślin motylkowych jest zwykle bardzo słabo wykształcone; otacza ono tylko korzonek, a bardzo rzadko znajduje się naokoło całego zarodka, albo wcale go nie ma. Materyał rezerwowy potrzebny do rozwoju kiełka zawierają dwa liścienie mniej lub silniej spłaszczone, listkowate, albo też mięsiste. Liścienie listkowe podczas kiełkowania wychodzą ponad powierzchnię ziemi (koniczyny), mięsiste zaś albo pozostają w ziemi (groch) albo też także na wierzch się wydostają (fasola, łubin). Okrywa nasion jest pospolicie gładką, cienką, skórowatą alko też nawet jak kość twardą. W tym ostatnim przypadku nasiona w zetknięciu z wodą trudno pęcznieją, a zejście ich można przyspieszyć za pomocą nacięcia lub zdrapania w pewnych miejscach powłoki, np. przez tarzanie w worku z ostrym piaskiem lub na specyalnie do tego celu obmyślanych przyrządach. Nasiona niepęczniejące zdarzają się też pomiędzy łatwo pęczniejącemi np. u koniczyny, lucerny), a to wskutek pewnej zmiany w budowie warstwy palisadowej w okrywie; takie nasiona kiełkują bardzo wolno, albo też wcale nie dochodzą do skiełkowania, jeżeli w jakikolwiek sposób okrywa roślinna nie dozna uszkodzenia.

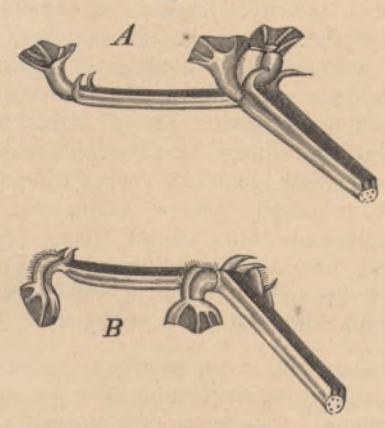
Wszystkie rośliny motylkowe posiadają silny korzeń główny, głęboko idący w ziemię i tworzący obfite boczne rozgałęzienia. Tak na tych rozgałęzieniach, jak i na korzeniu głównym, powstają cienkie i dosyć krótkie korzonki na młodszej części pokryte obficie włoskami. Za pomocą tych korzonków roślina styka się na bardzo znacznej powierzchni z cząstkami ziemi i czerpie z nich pokarmy. Bardzo pospolicie występują na korzeniach uprawnych i dziko rosnących roślin motylkowych, najczęściej w górnych ich częściach, nabrzmienia rozmaitej wielkości i kształtu zwane bulwkami lub brodawkami, którym ak nowe badania wykazały, przypada bardzo znaczny współudział w odżywianiu się rośliny. Po skiełkowaniu, w okresie początkowego rozwoju, rozrasta się nasamprzód silniej system korzeniowy, w skutek czego wzrost organów nadziemnych jest na razie nader powolny: w szczególności u roślin wieloletnich tak się rzecz ma, skąd też wynika potrzeba zasiewania ich w roślinę ochronną. U niektórych gatunków z węzłów czołgającej się łodygi wychodzą cienkie korzonki, zagłębiające się tylko w warstwach powierzchownych ziemi. Korzeń roślin motylkowych trwałych zielnych jest organem, w którym przed zimą gromadzą się materyały rezerwowe, potrzebne na wiosnę do wykształcenia nowych pędów.

Motylkowe rośliny są najczęściej bylinami (ziołami), półkrzewami, krzewami, rzadziej zaś rozrastają się w drzewa. Łodygę pospolicie mają okrągłą, rzadziej kanciastą lub spłaszczoną. Rozgałęzienia łodygi u pewnych gatunków przekształcają się w ciernie, np. u janowca, szczodrzenicy, astragalusów. Łodyga u bylin bywa czołgająca się, prosta, lub też wijąca albo czepiająca wąsami. Łodygi odznaczają się zdolnością silnego rozgałęziania się, wskutek rozrostu pączków bocznych powstających u nasady pędów starszych. Młode rozgałęzienia albo odrazu rosną prosto ku górze, albo też początkowy wzrost odbywa się w kierunku poziomym, od czego zależy wygląd całej rośliny i zwartość.

Liście są rozmieszczone na łodygach najczęściej naprzemianlegle, w dwóch płaszczyznach. Zwykle są one złożone palczasto lub pierzasto, rzadko zaś pojedynczo. Między złożonemi najpospolitszy jest trójliść, z wszystkimi listkami osadzonymi na jednakowo długich szypułkach (koniczyny) lub też o środkowym listku z szypułką dłuższą (lucerna, nostrzyk). Pierzaste wielolistkowe o parzystej lub nie parzystej liczbie listków są również pospolite. Szypułki albo opadają w czasie dojrzewania nasion razem z listkami, albo też dopiero w jakiś czas później. U niektórych rodzajów szypułki silnie twardnieją i tworzą rodzaj kolców. U dołu głównej szypułki znajdują się zazwyczaj dwa przylistki, których kształt i wielkość bywają bardzo różne; najczęściej są one wolne, rzadziej grzbietami mniej lub więcej zrośnięte, albo też przyrosłe do szypułki (łubin, lucerna, koniczyna). Niektóre rośliny nie mają wcale przylistków (żarnowiec, złotochróst). Zdarzają się też przylistki przekształcone w kolce (robinia, karagana). Pewne rodzaje posiadają liście złożone z listków zaopatrzonych w dwa drobne przylisteczki (fasola).

Prawie u wszystkich roślin motylkowych liście obdarzone są zdolnością ruchu, dzięki czemu przybierają odmienne położenie w dzień i w nocy. W dzień blaszki liściowe układają się mniej więcej prostopadle do kierunku padania promieni słonecznych, pod wieczór zaś i w nocy opadają i stulają się, przyczem często i główna szypułka pochyla się ku dołowi. Zmiana ta położenia jest bardzo wyraźna u roślin mających ulistnienie trójlistne (koniczyna, fasola) albo też pierzaste (robinia). U koniczyn zmiana położenia zachodzi nietylko przy zmianie dnia i nocy, lecz peryodycznie co kilka godzin w ciągu całego dnia. Ruchy listków i szypułek odbywają się wskutek funk-

Fig. 1.



Szypułki liścia fasoli z organami stawowymi ruchu: *A* położenie dzienne; *B* położenie nocne.

cyi specyalnego organu jakby stawu, który łączy blaszki listków z szypułką, a szypułki z łodygą. W organie tym (fig. 1) zachodzą zmiany w stanie naprężenia tkanek, wskutek których to górna, to dolna powierzchnia mocniej się wydłuża, a blaszki liściowe lub szypułki biernie opadają lub się podnoszą. Obecność tego ruchowego organu sprawia, że liście pastewnych roślin motylkowych tak łatwo oblatują podczas suszenia.

Rośliny strączkowe pojawiły się na powierzchni kuli ziemskiej podczas trzeciorzędowej formacyi. Obecnie na całym świecie są bardzo rozpowszechnione. Lasy okolic podzwrotnikowych tworzą drzewa przeważnie należące do motylkowych. We florze stepów przeważnie występują motylkowe krzewy i półkrzewy, których rozpoznano dotąd przeszło 1200 odrębnych gatunków. W strefach zimniejszych nie spotyka się naturalnego porostu drzew motylkowych, lecz głównie półkrzewy i byliny. Wszystkie motylkowe rośliny dzielimy na następujące rzędy:

1. Janowcowate *(Genisteae)*.

Liście mają pojedyncze lub też palczasto złożone o listkach niezą̨bkowanych bez przylisteczków; strąk pękający. Tu należą:

a) Do grupy posiadającej pręciki zrosłe w jedną zamkniętą rurkę, a nasiona bez nabrzmienia pępkowego:

Łubin *(Lupinus)* o wrębach kielicha dłuższych od rurki kielichowej, z liśćmi palczasto złożonymi z przylistkami przyciśniętymi do szypułki; skrzydełkowe płatki korony na końcach zrośnięte i obejmujące zakrzywioną, w dziobek zwężoną łódkę; strąki owłosione wewnątrz z poprzecznemi przegrodami. Janowiec *(Genista)* z wrębami kielicha krótszymi od kielichowej rurki, kielich dzwonkowaty; liście pojedyncze, rzadziej palczaste, złożone z 3-ch listków; paznokcie dolnych płatków korony zrośnięte z rurką pręcikową. Żarnowiec *(Spartium)*; ząbki kielicha krótsze niż rurka; paznokcie dolnych płatków korony zrośnięte z rurką pręcikową; kielich pochwiasty po okwitnięciu rozczepiony z 5 bardzo krótkimi ząbkami; liście pojedyncze bez przylistków.

b) Do grupy z nasieniem posiadającem nabrzmienie przy pępku:

Złotochróst *(Ulex)* zamiast wykształconych liści łuski albo też szypułki bez blaszek, z kątów wychodzą krótkie kolce; przylistków brak.

2. Koniczynowate *(Trifolieae)*.

Liście mają złożone z trzech ząbkowanych listków nie zaopatrzonych w przylisteczki. Do grupy o pręcikach zrosłych w dwie rurki *(diadelphia)*, należą:

a) z łódką korony tępo zakończoną, strąkiem niepękającym lub otwierającym się jak mieszek i liśćmi o trzech listkach pierzasto złożonych (środkowy na dłuższej szypułce) z płatkami korony opadającymi po okwitnięciu, o paznokciach niezrośniętych z pręcikami:

Kozieradka *(Trigonella)*. Kwiaty w główkach, w baldachach lub pojedyncze; strąk niepękający lub otwierający się jak mieszek, prosty lub zakrzywiony.

Lucerna (*Medicago*), kwiaty w gronach lub główkach wyrastających z kątów liści; strączki wązkie, skręcone sierpowato lub spiralnie, niepękające; listki pospolicie ząbkowane.

Nostrzyk (*Melilotus*) kwiaty w długich kłosowatych gronach; stręki grube, prawie kuliste lub odwrotnie jajowate, niepękające.

b) o koronie po okwitnięciu zasychającej i okrywającej strączek; paznokcie wszystkich lub tylko 4-ch dolnych płatków korony zrośnięte z rurką pręcikową, liście palczasto złożone:

Koniczyna (*Trifolium*); strąk niepękający, jedno lub rzadko dwunasienny, łódka korony tępo zakończona; kwiaty w główkach.

3. Komonicowate (*Loteae*).

Mają liście palczasto złożone o 5-iu listkach niezą̨bkowanych lub pierzaste bez kolców ani wąsów na końcu szypułki; pręciki wszystkie lub tylko 5 na końcach rozszerzone. Tu należą:

Przelot (*Anthyllis*). Strąk niepękający; jednonasienny, otoczony listkami kielicha, kielich rurkowaty lub wydęty; pręciki zrośnięte w jedną rurkę, przynajmniej w młodych kwiatach; liście nie parzysto pierzaste.

Komonica (*Lotus*). Strąk pękający, wielonasienny, z łupkami skręcającemi się; kielich rurkowaty krótki; płatki korony o krótkich paznokciach; łódka z dziobkiem wyraźnie ku górze zakrzywionym, pręciki w dwie rurki zrośnięte, kwiaty w baldachach; liście pierzasto złożone o 4 — 5 listkach, z których 1 — 2 małe, u nasady szypułki w kształcie przylistków umieszczone, zaś trzy większe na końcu szypułki w formie trójliścia.

4. Rutewkowate (*Galegeae*).

Posiadają liście złożone pierzaste lub palczaste o 3-ch nie ząbkowanych listkach; stręki zwykle pękające dwułuskowe; pręciki wszystkie nitkowate na końcach nierozszerzone. Tu należą:

Rutewka (*Galega*); łódka tępo ścięta, wygięta; wszystkie pręciki zrośnięte w jedną zamkniętą rurkę; liście nieparzysto pierzaste; strączki okrągłe, wielonasienne; kwiaty o gronach wierzchołkowych lub wychodzących z kątów liści.

Grochodrzew (*Robinia*), niewłaściwie pospolicie zwana akacyą; kwiatostany wychodzące zawsze z kątów liści; strączki płaskie, oskrzydlone wzdłuż górnego szwu wewnątrz poprzecznie nieprzegrodzone; liście nieparzysto-pierzaste.

Lukrecya (*Glycyrrhiza*), krzewy mocno rozgałęzione z liśćmi nieparzysto-pierzastymi; pylniki na końcach górnych ze sobą złączone; stręki skórkowate, wydęte lub spłaszczone, nieoskrzydlone, wewnątrz bez przegród.

5. (*Hedysareae*).

Mają przeważnie strączki poprzecznie poprzegradzane, rozpadające się na jednonasienne człony; u niektórych tylko rodzajów stręki jednonasienne wcale nie pękają i nie dzielą się. Pomiędzy należącemi do tego rzędu roślinami napotykamy następne rodzaje:

Cieciorka (*Coronilla*); pręciki w dwie rurki zrosłe (*diadelphia*), wszystkie lub tylko w liczbie 5 w górnej części rozszerzone, liście pierzasto-złożone; strączki okrągłe, czworokanciaste, lub słabo spłaszczone o członach wydłużonych, łódka zakończona spiczastym dziobkiem; kwiaty w baldachach.

Seradella (*Ornithopus*) pręciki i liście jak u cieciorki; stręki spłaszczone lub okrągłe o członach kwadratowych, okrągławych lub jajowatych; łódka korony tępo zakończona; kwiaty w główkach lub baldachach.

Esparceta (*Onobrychis*); pręciki wszystkie nitkowate, kwiaty w gronach lub kłosach; strączki spłaszczone, jednonasienne, niepękające, kształtu nerkowatego z powierzchnią nierówną.

6. Wykowate (*Vicieae*).

Odznaczają się liśćmi pierzasto złożonymi, z listkami bez przylisteczków a szypułką wykształconą w wąs lub kolec; strączki pękające. Tu należą następujące rodzaje:

a) ze słupkiem mniej lub silniej owłosionym, strąkami spłaszczonymi.

Wyka (*Vicia*): rurka pręcikowa ukośnie ścięta; strąk wielonasienny, kwiaty dosyć wielkie; z pomiędzy około 120 gatunków odróżniają się: 1) Wyki ze słupkiem mającym na grzbiecie pod blizną kiść włosków a ze strąkiem na końcu ukośnie ściętym (*Euvicia*); jednoroczne z kwiatami

wyrastającymi pojedynczo lub po dwa z kątów liści, w szczególności wyka siewna *(Vicia sativa)* o łodydze cienkiej, kładącej się lub czołgającej i bób *vel* bobik *(Vicia Faba)* z łodygą mięsistą prostą. 2) Wyki ze słupkiem pod blizną w około owłosionym, z kwiatami w gronach i strąkami dziobkiem zakończonymi (*Cracca*), do których zaliczają się prawie wszystkie dziko rosnące wyczki.

Soczewica *(Lens)*, z rurką pręcikową ukośnie ściętą, ze strąkiem jedno lub dwu nasiennym i małymi kwiatkami.

Lędźwian (*Lathyrus*) z rurką pręcikową prosto ściętą a słupkiem u góry rozszerzonym bez brzegów odwiniętych.

Groch (*Pisum*) z rurką pręcikową prosto ściętą, a słupkiem u góry rozszerzonym o brzegach odgiętych tworzących rynienkę.

b) ze słupkiem nagim a strąkiem wydętym:

Cycer (*cicer*), o liściach pierzastych z listkami ząbkowanymi; kwiaty pojedyncze w szypułkach z kątów liści wychodzących.

7. Fasolowate (*Phaseoleae*).

Mają listki zaopatrzone w przylisteczki, strąki pękające, zawiązek owocowy otoczony pierścieniowatem lub kubkowatem wzniesieniem (Discus). Tu należy:

Fasola (*Phaseolus*) z liśćmi nieparzysto pierzastymi; w nasionach liścienie mięsiste, wydobywające się nad powierzchnię ziemi.

Oprócz powyższych należą do motylkowych jeszcze trzy rzędy, mianowicie: *Sophoreae*, *Podalyricae* i *Dalbergieae*, które nie obejmują żadnych ważniejszych dla rolnictwa rodzajów.

Pomiędzy roślinami motylkowemi znajdujemy bardzo wiele użytecznych. Niezawodnie w żadnej z rodzin świata roślinnego nie spotykamy tak różnostronnych pożytków jak u motylkowych. Najważniejszym jednakże bezwarunkowo ze wszystkich, jest korzyść osiągana z uprawy roślin motylkowych na pokarm dla ludzi i na paszę dla zwierząt. Ziarno ich nie nadaje się wprawdzie do wypieku i nigdy nie dojdzie do tego znaczenia, jakie miało i ma w odżywianiu się ludzi ziarno zbóż, jednakże z powodu wysokiej bardzo zawartości związków proteinowych (leguminy) jest bardzo cennym materyałem pokarmowym. Pod względem obfitości ciał białkowych rośliny motylkowe znacznie przewyższają zboża, jak to widać w następującem zestawieniu.

Zawartość ciał białkowych:

	w ziarnie	w słomie
żyto . .	7,2—19,7%	1,2— 7,3%
pszenica .	6,4—24 2 „	1,1— 6,5 „
jęczmień .	5,1—18,3 „	1,0— 8,9 „
owies . .	5,9—19,0 „	0,6— 7,1 „
kukurydza	5,6—15,1 „	3,0— 6,6 „
groch . .	18,2—28,3 „	4,8—12,6 „
soczewica	22,8—29,5 „	13,8—14,0 „
wyka . .	20,1—29,5 „	6,2—12,5 „
łubin . .	21,8—32,7 „	2,5— 8,0 „
bób. . .	18,0—31,3 „	3,3—16,4 „

Osobliwie więc w minimach można zauważyć wielkie różnice. Obfitość ciał proteinowych nie ogranicza się wyłącznie doziarna, ale także występuje i w słomie. W ogóle więc w całej masie organów nadziemnych są rośliny motylkowe bardzo bogate w ciała białkowe.

Stosunek mianowicie ciał białkowych do składników bezazotowych jest w nich bezporównania ciaśniejszy, aniżeli u roślin należących do innych rodzin, a na paszę uprawianych. Widać to wyraźnie z porównania następnych liczb:

Na 1 część proteinów zawierają bezazotowych ciał:

buraki pastewne . .	7,3	części
kartofle	10,6	„
trawy łąkowe. . .	3,9—7,4	„
koniczyna czerwona.	2,9	„
lucerna	2,7	„
seradella	2,9	„
łubin	1,7—2,0	„

Ze względu na wysoką wartość pożywną rośliny motylkowe nadają się bardzo na paszę dla zwierząt gospodarskich. Uprawa ich ułatwia w wysokim stopniu utrzymanie inwentarza dochodowego, podnosi w ogóle hodowlę, a ponieważ przez skarmianie na miejscu w gospodarstwie płodów pastewnych, zwiększa się produkcyę obornika, przyczynia się w znacznej mierze do podniesienia siły nawozowej gospodarstwa, a zatem i do podwyższenia urodzajności roli. Słusznie też można twierdzić, że stopień rozpowszechnienia uprawy roślin motylkowych jest trafną miarą intensywności gospodarstw.

Historya uprawy roślin motylkowych.

Rośliny motylkowe z ziarnem nadającem się do użycia na pokarm dla ludzi znajdują się od niepamiętnych czasów w uprawie. Historya odległej przeszłości wymienia pomiędzy roślinami dostarczającemi jadalne ziarno: soczewicę, bób, groch, a także i rzymski łubin biały. Rośliny te, a mianowicie trzy pierwsze pojawiły się w uprawie ogrodniczej lub rolniczej wszędzie, gdzie rozpoczynała się praca ludzka około ziemi, a klimat odpowiadał ich dobremu rozwojowi. W praktyce przyjęła się dla ich wyróżnienia nazwa właściwa całej rodzinie — strączkowych, w odróżnieniu od roślin motylkowych uprawianych na paszę czyli pastewnych.

Uprawa roślin strączkowych, ograniczona stosunkowo niezbyt znacznem zapotrzebowaniem ze strony ludności, nie mogła się rozwinąć w ogóle na tak znaczną skalę, jak uprawa motylkowych pastewnych, chociaż ją przeważnie wszędzie poprzedziła. Nie mogły również rośliny strączkowe uprawne wywrzeć tak daleko idącego wpływu na system zagospodarowania roli, jak rośliny pastewne, których wprowadzenie do uprawy stanowi istotnie przewrót w dziejach rolnictwa.

Uprawa roślin motylkowych na paszę sięga także głębokiej starożytności. Europę, gdzie obfitość łąk a słabo rozwinięta hodowla zwierząt nie zmuszały do sztucznej produkcyi paszy, wyprzedziła w tym kierunku Azya. Historya stwierdza istnienie uprawy lucerny w pozbawionej łąk górzystej Medyi perskiej na wiele wieków przed narodzeniem Chrystusa.

Innych roślin motylkowych jeszcze w owych czasach wcale nie siewano na paszę. Z Medyi w czasie wojen perskich dostała się lucerna na blisko pięć wieków przed Nar. Chrystusa do Grecyi. Stamtąd przenieśli ją Rzymianie na paręset lat przed nową erą do Włoch. W 100 lat później zaczęto ją uprawiać w Hiszpanii, skąd dopiero w wieku XVI przeszła do innych krajów europejskich, a w szczególności do południowej Francyi i znowu do Włoch, gdzie wskutek spustoszeń towarzyszących wielkiej wędrówce narodów uprawa lucerny zupełnie zanikła. Gdy w czasie rozkwitu Włoch w wieku XVI i XVII, rolnictwo zaczęło się podnosić i rozwijać, gdy rozpoczęto roboty w celu osuszenia błot, wprowadzono na rolę uprawę koniczyny czerwonej, a rychło potem powróciła i lucerna z Hiszpanii.

W Niemczech pojawiła się uprawa pastewnych roślin motylkowych w XVI wieku nasamprzód w Palatynacie nadreńskim. Lucerna dostała się tam z Belgii (ówczesnej Burgundyi), a koniczynę czerwoną wprowadziła wędrówka Wallonów. Wojna jednakże trzydziesto - letnia powstrzymała w XVII wieku postęp uprawy pastewnych roślin motylkowych. Nader znaczny ubytek ludności zerwał w groźny sposób równowagę pomiędzy produkcyą a konsumcyą. Nadmiar produkowanego zboża wywołał nadzwyczajną obniżkę cen, co zmusiło do gospodarowania na roli w sposób jak najbardziej ekstenzywny. Uprawa więc koniczyn znikła w zrujnowanych wojną okolicach Niemiec.

Lucerna była uprawiana w końcu XVII wieku w Austryi, tam gdzie wojna nie sięgała, pod nazwą burgundzkiego siana, zaś koniczynę czerwoną można było spotkać jeszcze w połowie tegoż wieku w Moguncyi, gdzie brak łąk zmuszał do utrzymania jej uprawy.

W pierwszej połowie XVIII wieku, w Niemczech tylko tu i owdzie istniała uprawa roślin pastewnych motylkowych, a mianowicie tam, gdzie grunta uprawne były wolne od serwitutu pastwiskowego, siewano koniczynę czerwoną pod nazwą koniczyny hiszpańskiej. Znaną była również w owym czasie już i uprawa esparcety, której początek napotykamy około połowy XVI stulecia we Francyi, w prowincyi Dauphiné. Stamtąd zaczęła się esparceta rozpowszechniać na wapiennych gruntach Francyi, Belgii i Szwajcaryi, a z tego ostatniego kraju przeszła do południowych Niemiec. Uprawiana zrazu w wielu okolicach na niewłaściwej glebie wyszła z użycia, tam przecie, gdzie trafiła na, grunt odpowiedni, zyskała uznanie bardzo pożytecznej rośliny i w wielu włościach przyczyniła się do podniesienia dobrobytu. Tak się w szczególności stało w okolicach Erfurtu, gdzie esparceta pojawiła się z początkiem XVIII wieku. W tym samym mniej więcej czasie pojawiła się tam i lucerna, a także i biała koniczyna, których nasiona przyszły prawdopodobnie z Moguncyi, gdzie od dawnych czasów rozwinął się handel nasionami. Około połowy XVIII wieku pojawia się koniczyna biała w przemienno-pastwiskowych gospodarstwach Hol-

sztynu, a przyczyniwszy się skutecznie do poprawy pastwisk, zaczyna się rozchodzić w północnych Niemczech.

Rozpowszechnianie się uprawy roślin motylkowych znajdowało silne poparcie ze strony rządów. Osobliwie Fryderyk Wielki gorliwie się tą sprawą zajmował. Za jego panowania wyszło wiele rozkazów odnoszących się do uprawy roślin pastewnych w ogóle, a z motylkowych—lucerny, esparcety, koniczyny czerwonej i białej, lucerny chmielowej oraz białego łubinu. Rozkaz gabinetowy np. z 1777 r. przeznaczał 6000 marek rocznie na zakupywanie nasienia czerwonej koniczyny i bezpłatne rozdawanie poddanym. Wszelkie jednakże usiłowania, czy to ze strony rządzącej, czy też prywatnej wychodzące, nie mogły odnieść pożądanego skutku, dopóki wielkie obszary dworskie i rycerskie, oraz gminy posiadały prawo pasania na ugorach mniejszej własności ziemskiej. To też wśród rolników objawić się musiał ruch dążący do stanowczej reformy w tym kierunku. Sprawą zajęły się stowarzyszenia rolnicze, a pożądanym skutkiem zostały uwieńczone przedewszystkiem gorliwe starania założonego w 1769 r. towarzystwa w Kaiserslautern. Zaraz w pierwszym roku istnienia tego stowarzyszenia napiętnowali Bernhard i Gugenmus prawo pasania, jako główną przyczynę złego stanu mniejszych gospodarstw i najważniejszą przeszkodę w rozpowszechnieniu się pastewnych roślin motylkowych oraz żywienia na stajni inwentarza. Owocem działalności stowarzyszenia, rychło dojrzałym było przekonanie nadreńskich władców o słuszności żądań i zniesienie pastwiskowych serwitutów. Pomiędzy latami 1771 a 1774 nastąpiło zniesienie wyjątkowego i niesprawiedliwego prawa prywatnego w prowincyach nadreńskich, w Palatynacie, Baden, Darmstadt, Berg, Hohenlohe, a wszędzie gdzie je zniesiono uprawa roślin koniczowych oraz stajenne żywienie szybko się rozpowszechniały.

Kiedy w prowincyach nadreńskich wskutek wprowadzanych reform rolnictwo szybko się podnosiło, w Niemczech środkowych oraz wschodnich stan był bardzo nędzny. Chociaż niektórzy rolnicy mieli wiadomości o postępie zrobionym nad Renem, sposób gospodarowania w ogóle wszędzie przedstawiał bardzo wiele do życzenia. Historya podaje taki opis: ugory i łąki wyzyskują owce, bydło pasie się na łąkach i po lasach, trzoda chlewna ryje na ugorach, a dla koni zdobywa się paszę w podobnyż sposób. Właściciel większej posiadłości dba głównie o wyzyskiwanie obszarów włościańskich. Ponieważ pastewnych roślin albo wcale się nie uprawia, albo też mało, bydło wypędza się z wiosną możliwie najwcześniej na pastwiska, czego następstwem jest zagłodzenie i zarazy. Gospodarstwo polowe również nędznie wygląda. Oziminy uprawiane na ugorach jeszcze nieźle się udają i opłacają; gorzej natomiast jarzyny. O reformach się słyszy i mówi, ale przeważnie uważa się je za niekorzystne i nie zaprowadza. Włościanin nie może myśleć o obsiewaniu ugorów, gdyż mu tego niedozwala serwitut dworski albo też wspólny gminny.

W takich to stosunkach rozpoczęła się w Niemczech gorliwa praca Schubarta, zdobywcy nagrody konkursowej rozpisanej przez Akademię berlińską za najlepszą rozprawę rozwiązującą następne kwestye:

1. Jakie rośliny nadają się najwięcej do użycia w stanie świeżym lub wysuszonym na paszę, czy to trawne, liściaste, korzeniowe, czy też wreszcie drobne zioła?

2. Które z pomiędzy tych roślin można produkować gwoli ich zdrowotnych i pożywnych własności najłatwiej i najczęściej, jak również i z istotną korzyścią?

3. Jakie sposoby uprawy oraz różnice należy przytem uwzględniać?

Rozprawa Schubarta, podająca na te kwestye odpowiedzi, zawierała główne zasady uprawy koniczyn i zdobyła autorowi szeroki rozgłos, który podtrzymywały liczne jego późniejsze literackie prace.

Spostrzeżenia nad znaczeniem uprawy roślin motylkowych tak samego Schubarta, który uważał je za podwalinę każdego gospodarstwa, jak i jego zwolenników, nie mało wpłynęły na rozwój rolnictwa w Niemczech oraz w innych krajach europejskich i przygotowały grunt dla wielkich reform zainicyowanych w systemie gospodarowania przez Albrechta Thaera. Z zawodu lekarz, nie posiadając wcale praktyki rolniczej, probował Thaer zrazu w swem gospodarstwie, idąc za przykładem Schubarta, wprowadzić żywienie na stajni i jak najbardziej intensywną uprawę koniczyny w polu ugorowem trójpolowego systemu, bez pomyślnych jednakże rezultatów.

Niepowodzenie nauczyło Thaera, w jakiem polu należy koniczynę zasiewać, ażeby zapewnić sobie dobry jej rozwój. Poznał on prawdę, znaną obecnie każdemu rolnikowi, że nieodzownym warunkiem pomyślnego rozwoju koniczyny jest zasiew w rolę czy-

stą, dobrze uprawioną i posiadającą znaczną siłę nawozową. Doświadczenie zdobyte na ziemi własnej pouczyło dalej, jak wielkie znaczenie w produkcyi roślinnej ma uprawa różnorodnych płodów we właściwem po sobie następstwie, osobliwie tam gdzie korzystnem się okazuje wyzwolenie od ugoru. Uzbrojony w wiedzę zdobytą na swojej niwie, obeznany ze stosunkami angielskich gospodarstw, które wyprzedziły w postępie niemieckie, rozpoczął Thaer pracę reformatorską, obfitującą w dobre owoce.

Dzięki gorliwej pracy nauczycielskiej i literackiej Thaera, w sprzyjających zresztą warunkach się rozwijającej, uprawa regularna pastewnych roślin motylkowych na roli szybko się rozpowszechniła wszędzie tam, gdzie dotąd jej korzyści zapoznawano. Uznane dobre skutki uprawiania pomiędzy roślinami zbożowemi liściastych motylkowych zrodziły rychło potrzebę wyszukania dla gruntów, dla których koniczyna czerwona nie była dosyć odpowiednią, innych roślin motylkowych, pomiędzy dziko rosnącemi, albo też w innych krajach będącemi już w uprawie. Usiłowania w tym kierunku nie były bezowocne. Pomiędzy rokiem 1840 a 1850 natrafiono na kilka roślin, które się okazały bardzo cennym nabytkiem dla rolnictwa. Do tych należą przedewszystkiem: koniczyna szwedzka, przelot, seradella, a w szczególności łubin żółty, który tak znakomicie przyczynił się do podniesienia wartości gruntów piaszczystych.

Rozgłośna działalność Thaera w Niemczech, rozwijająca się na polu reform w dziedzinie rolnictwa między rokiem 1780 a 1828, nie mogła pozostać bez wpływu na gospodarstwo w ościennej Polsce. Widzimy też i tu pojawiającą się z początkiem XIX wieku uprawę pastewnych roślin motylkowych, a przedewszystkiem koniczyny czerwonej, a następnie ruch zdążający do zreformowania rozpowszechnionego trójpolowego systemu gospodarki.

Przymioty roślin motylkowych.

Korzyści wynikające z uprawy roślin motylkowych są tak widoczne, że zauważono je w bardzo odległej starożytności. U Pliniusza (wiek I) spotykamy np. takie zdanie: *solum in quo faba sata est, laetificat stercoris vice*, czyli że ziemia, na której uprawia się bób, cieszy się tak jakby otrzymała nawóz. Columella mówi o lucernie, „że nawozi rolę, tuczy chude bydło, służy choremu za lekarstwo, a trzy konie może na morgu przez rok cały wyżywić“. Fryderyk Wielki, który zalecał naśladować angielski sposób gospodarowania i uprawiać na paszę rośliny liściaste, pisał w 1775 r. do Voltaire'a: „zaprowadziliśmy tu u siebie sztuczne pola pastewne anglików, i tak się nam to udało, że trzymamy o trzecią część więcej bydła“. Skuteczność przedplonów motylkowych, objawiająca się na urodzaju roślin zbożowych po nich uprawianych, zdobyła dla roślin motylkowych nazwę ulepszających albo też wzbogacających rolę, która się w praktyce po dziś dzień utrzymała. Skuteczność tę w nowszych czasach sprawdzono w doświadczeniach ściślejszych. Tak np. w słynnej angielskiej fermie doświadczalnej w Rothamsted uprawiano przez lat 16 na jednem polu pszenicę co rok po sobie, a na drugiem naprzemian z bobem. Okazało się ostatecznie, że ośm plonów pszenicy przeplatanych uprawą bobiku dorównało wysokością szesnastu zbiorom pszenicy bez zmiany po sobie zasiewanej. Zawartość azotu w ośmiu plonach była także prawie równa ilości znajdującej się w szesnastu plonach pszenicy. W obec tego dochód z uprawy bobiku, która zwiększyła w dwójnasób urodzaj pszenicy, był czystym zyskiem, wynikającym z zastosowania przemiennej uprawy rośliny liściastej i zbożowej. Na czem przecie polegał i polega ten użyzniający wpływ roślin motylkowych o tem można było trafniej sądzić dopiero w czasach, w których nauka zdobywała pewniejsze wiadomości o sposobie żywienia się roślin. I u dawniejszych jednakże autorów można odnaleźć mniej lub więcej trafne domysły co do tej sprawy. Wiele słusznych uwag i objaśnień wcale trafnych spotkać można w Thaera „Zasadach racyonalnego gospodarstwa“. Zasługuje w szczególności na przytoczenie następny ustęp z rozdziału traktującego o ważności płodozmiennej uprawy roli, gdyż świadczy o wielkiej bystrości umysłu autora. Nie godzi się zresztą pokrywać pyłem zapomnienia zasługi wielkiego rolnika-nauczyciela, który pierwszy wypowiedział poglądy, po dziś dzień jeszcze jako zupełnie trafne uznawane i podzielane.

„Zasiewy, pokrywające ziemię zwartym liściem, wywołują na jej powierzchni zmianę chemiczną lub wzajemną reakcyę z ciałami atmosferycznemi. Pod dobrem ocienieniem, jakie daje groch, wyka lub zwar-

ta koniczyna, gazy wdychane i wydzielane przez rośliny tworzą z cząstkami ziemi różnorodne połączenia, na ślad których już natrafiliśmy, lecz jeszcze nie doszliśmy do dokładnego poznania. O istnieniu mefitycznego powietrza pod ocieniającą okrywą tych roślin można się przekonać za pomocą powonienia. Wiatr nie unosi łatwo tych gazów i wyziewów, światło ich nie rozkłada, a temperatura w mniejszym stopniu ulega zmianom. Wskutek tego bezpośrednio po skoszeniu takiego zwartego, obfitującego w liście posiewu, znajdujemy nawet na najbardziej zwięzłej glebie ziemię pulchną, porowatą i jak ciasto wyrośniętą wskutek wewnętrznej fermentacyi. Powierzchnia ma ciemniejszą barwę. Na gruncie nie widzimy w pierwszych dniach chwastów, lecz tylko ścierń i ziemię. Ale rychło grunt się zazielenia, a nadzwyczajnie bujny rozwój pojawiających się dzikich ziół świadczy, że grunt wciągnął w siebie w wielkiej obfitości ciała pożywne, szybko dostające się do roślin; w skutek tego działania jest niesłychanie ważną rzeczą utrzymać go w czystości i wyzyskać pulchność powierzchni przez spieszne przyoranie. Zupełnie inaczej zachowuje się ziemia po sprzęcie jakiejkolwiek rośliny zbożowej. Grunt na powierzchni jest zbity, pokryty skorupą, zaschły i porosły rozmaitymi chwastami, tak że potrzebuje kilkakrotnej orki, zanim stanie się odpowiednim do przyjęcia nowego zasiewu. Silne, głęboko się zapuszczające korzenie tych roślin (motylkowych) wywierają również, pominąwszy wpływ chemiczny, nadzwyczajnie korzystne działanie na ziemię zwięzłą. Obumarłe lecz jeszcze nie zbutwiałe korzenie tworzą puste rurki, przerzynające ziemię, utrzymujące w niej pulchność i umożliwiające łatwy dostęp powietrza. W skutek tego zastępują one kilkakrotne spulchnianie ziemi pługiem, tak iż wystarcza zupełnie jednorazowa obróbka roli. O ile się przeto zdaje, te strączkowe rośliny, wedle powszechnego doświadczenia, mało wyczerpują ziemię z tego, czego jej w inny sposób nie zwracają, jeżeli już w ogóle nie zechcemy przypuszczać, że zużywają one ciała pokarmowe w jakimś odmiennym stosunku. Jeżeli jednakże skosi się je przed wykształceniem nasienia, to nie ulega wątpliwości, że ziemię istotnie te rośliny wzbogacają i czynią sposobną do uprawy rośliny, do której przedtem nie była przydatna. Jest przecie warunkiem nieodzownym, aby rośliny były gęste i zwarte, gdyż inaczej nie zapewniają tych wszystkich korzyści, lecz przeciwnie nawet, pozostawiają glebę zbitą i twardą. Wskutek tego trzeba zasiewać je na ziemi będącej w pełnej sile, a przynajmniej tylko na gruntach im odpowiadających, do jakich np. należą glinki zawierające wapno. A ponieważ pomimo tego urodzaj ich jest zależny od pewnych przypadkowych okoliczności, to rolnik bystrzej myślący, powinien je skosić na zielono lub przyorać, skoro tylko nieurodzaj jest stanowczo widoczny".

Odrzuciwszy w przytoczonym ustępie niejasne lub błędne szczegóły teoretyczne, jak wzajemne oddziaływanie gazów i ziemi na siebie, mefityczne powietrze pomiędzy nadziemnymi organami roślin się utrzymujące i t. p., których zresztą nie można poczytać za złe autorowi dzieła rolniczego piszącemu na początku bieżącego wieku,— odnajdujemy u Thaera spostrzeżenia i wskazówki w gruncie rzeczy zgodne z tem, co po skorzystaniu z danych zdobyczy naukowych w dziedzinie fizyologii roślinnej oraz chemii i fizyki zastosowanych do rolnictwa, możemy obecnie twierdzić o pożytecznych przymiotach roślin motylkowych. Tylko co do zachowania się roślin motylkowych w obec pokarmu azotowego żadnego poglądu Thaer nie wyraża, co zresztą jest zrozumiałem w obec okoliczności, że azot uważał on za składnik ciała roślinnego podrzędniejszego znaczenia, który tylko niektóre rośliny zawierają w większej ilości.

W ciągu kilkudziesięciu lat, obfitujących w ważne odkrycia odnoszące się do sposobu odżywiania się roślin, pierwotne poglądy na znaczenie, jakie rośliny motylkowe mają dla rolnictwa, doznały w niejednym kierunku rozszerzenia, uzupełnienia, a nawet można powiedzieć wzmocnienia nowemi niespodzianemi odkryciami. Ostatecznie najnowsza teorya objaśniająca użyteczność rolniczą roślin motylkowych wskazuje na następujące główne ich przymioty:

1. Głębokie korzenienie się.

Korzenie wielu uprawnych roślin motylkowych, osobliwie długotrwałych, sięgają w warstwy ziemi niedostępne dla roślin płytko się korzeniących, niekiedy do głębokości 10 a nawet 20 *m*. Pokarmy zaczerpnięte głęboko z podglebia przechodzą do nadziemnych organów roślinnych, a w pewnej ilości zatrzymują się w korze-

niach przerzynających glebę. Po skoszeniu łodyg i liści i po podłożeniu roli uzyskują warstwy zwierzchnie ziemi, czyli gleba w resztkach ścierni i korzeniach pewne ilości różnych pokarmów, pobranych z większej głębokości. Zapomocą przeto uprawy roślin motylkowych, w ten sposób wzbogaca się glebę kosztem podglebia i podłoża i zdobywa się dla roślin zapuszczających płytko korzenie zasób pokarmów, z którego same bezpośrednio nie mogłyby czerpać. Wzbogacenie to gleby będzie naturalnie bezporównania silniejsze, gdy rośliny motylkowe uprawia się na paszę i w gospodarstwie na miejscu skarmia. Wówczas zwraca się roli to co z niej rośliny motylkowe zabrały, z tą tylko różnicą, że pokarmy pochodzące z warstw głębokich dostają się w wyprodukowanym z paszy nawozie do warstw płytkich. Uprawa zatem roślin motylkowych, w szczególności pastewnych, czyni możliwem więcej wszechstronne wyzyskiwanie urodzajnej ziemi i zdobycie niedostępnego bezpośrednio podłoża dla produkcyi roślin płytko się korzeniących — a mianowicie zbóż. Korzyść wynikająca z głębokiego korzenienia się roślin motylkowych jest tem większa jeszcze, że wskutek powstawania w warstwach głębszych, po rozkładzie szczątków korzeni, licznych kanalików, ułatwia się dostęp tlenu, jak również stwarza warunki ułatwiające zwietrzenie cząstek ziemi i uruchomienie trudno przyswajalnych pokarmów mineralnych. Podnieść jeszcze wreszcie należy na tem miejscu, zdolność wielu roślin motylkowych żywienia się pokarmami mineralnymi trudno rozpuszczalnymi. Zdolnością tą w szczególności odznacza się łubin,—roślina, której uprawa dozwala osiągnąć istotnie na wielką skalę przemianę trudno przyswajalnych składników roślinnych popielnych w formę dla roślin bardziej wymagających zupełnie dostępną. Jeżeli więc w ogóle nie może być mowy o absolutnem wzbogacaniu gleby w ciała mineralne, odkąd stanowczo wiemy, że te ciała w organizmie roślinnym nie powstają lecz są pobierane z ziemi, to wątpliwości nie ulega, że *dzięki głębokiemu, obfitemu korzenieniu się roślin motylkowych oraz ich zdolności wyzyskiwania źródła pokarmów mineralnych nie dla wszystkich uprawianych roślin tak łatwo dostępnego—osiąga się względne wzbogacenie w te pokarmy gleby — bardzo korzystne osobliwie dla roślin czerpiących pokarmy głównie z warstw płytszych i mających pod względem stopnia rozpuszczalności pokarmowych związków mineralnych daleko większe wymagania.*

2. Silne ocienienie ziemi.

Fakt, że dobre ocienienie ziemi przez przedplon wpływa bardzo korzystnie na rozwój uprawianej następnie rośliny, od dawna praktyce rolniczej znany, długo objaśniano w sposób zupełnie fałszywy. Obecnie wiadomo, że zwarty stan roślinności, zapewniający ziemi dobre ocienienie, wywiera wpływ wielce korzystny wskutek przygłuszenia rozwoju chwastów i utrzymania dobrej struktury. W szczególności zapobiega dobre ocienienie żywą roślinnością zbyt silnemu zsiadaniu się ziemi i skorupieniu przez łagodzenie siły spadających deszczów i zmniejszenie bezpośredniego wyparowywania wody z ziemi. Korzystnie również oddziaływa utrzymywanie w roli ocienionej jednostajniejszej temperatury w ogóle, a osobliwie w czasie wegetacyi, tak samo, — utrzymywanie w ziemi pożądanego pulchnego stanu przez gęstą pilśń korzeniową, stanowiącą jakby rusztowanie które ziemię wspiera i nie dopuszcza zbyt mocnego jej ubicia.

O ile pod względem ocienienia ziemi rośliny motylkowe przewyższają należące do innych rodzin, świadczą ciekawe pomiary wykonane w lecie 1873 roku w Poppelsdorf przez Hugona Wernera, a wskazujące, jak wielką jest powierzchnia ogólna liści u rozmaitych roślin uprawnych na jednym osobniku i na obszarze 1 *ha*.

Liczby poniżej podane oznaczają wielkość powierzchni mierzoną tylko po jednej stronie liści.

Patrz tablicę str. 318.

Lucerna i esparceta zatem stanowczo przewyższają wszystkie z pomiędzy wybranych do pomiaru roślin pod względem wielkości powierzchni ulistnienia. Natomiast koniczynom dorównywają albo nawet je przewyższają — trawy, wskutek naturalnie możności wzrostu w bardzo zwartym stanie. Inne rośliny, a niewątpliwie także i nie wzięte do pomiarów zboża, znacznie pod tym względem motylkowym ustępują. Co się tyczy zbóż, to ocienienie ziemi przez nie o tyle jeszcze jest mniej zadawalające że rośliny te, zbliżając się do pory dojrzenia, tracą liście, w skutek czego stan zwartości znacznie się zmniejsza.

Nazwa rośliny	Powierzchnia liści u jednej rośliny w cm^2	Ilość roślin na 1 *ha*	Ogólna powierzchnia liści na 1 *ha* w m^2
Lucerna	2312	3703703	856333
Esparceta	1037	3703703	384000
Koniczyna czerwona .	713	3703703	264000
„ szwedzka .	504	4545454	227000
„ biała . .	173	5555555	96000
Rajgras włoski . .	355	10000000	355200
Trawa kupkowa . .	343	10000000	343000
Rajgras francuski . .	217	10000000	217200
Tymotka	237	10000000	237600
Koński ząb	5870	200000	117400
Słonecznik	6993	54225	37920
Rzepa	3312	66666	22800
Burak pastewny . .	3283	50000	16415

Pomiary powyżej podane nadają się bardzo dobrze do wytłomaczenia, dla czego pod roślinami liściastemi mocno ziemię ocieniającemi, jak również pod zwartą darnią na łąkach znajdujemy w gruncie dobrą strukturę, podczas gdy pod roślinami źle ocieniającemi, do których w szczególności należą zboża, struktura nadana za pomocą mechanicznej uprawy zatraca się bez porównania łatwiej. W tem zaś utrzymywaniu roli w czystości i dobrej kulturze leży jedna z najważniejszych korzyści płynących z uprawy roślin motylkowych, gdyż dzięki temu uprawa pod rośliny następujące jest wielce ułatwiona, a przeplatając rośliny źle ziemię ocieniające w zmianowaniu roślinami motylkowemi, dobrze ocieniającemi, można ograniczyć, albo też nawet zupełnie wykluczyć uprawę ugorową roli. W porównaniu z roślinami okopowemi, które również pozostawiają glebę w stanie czystym i w dobrej strukturze, rośliny motylkowe mają tę wielką przewagę, że pozwalają osiągnąć pożądany cel daleko mniejszym kosztem a przytem wcześniej schodzą z pola i dopuszczają w odpowiedniej porze zasiew oziminy.

3. Wzbogacenie ziemi w azot.

Pewne odrębne cechy w odżywianiu się roślin motylkowych zauważono znacznie wcześniej, zanim postęp w dziedzinie fizyologii roślinnej dostarczył pewniejszych wiadomości o tem, czem się rośliny żywią i w jaki sposób. Skoro zaś sprawa żywienia się rośliny została dokładniej poznaną, odnoszono różnicę, zauważoną w zachowywaniu się roślin motylkowych w obec pokarmów, przedewszystkiem do pokarmu azotowego, jak o tem świadczy następujący ustęp z chemii rolniczej Liebiga, uczonego, który pierwszy próbował wyjaśnić tę kwestyę w sposób umiejętny:

„Dla przywrócenia albo też podniesienia żyzności wyczerpanych gruntów potrzeba niezbędnie wprowadzić do gleby nadmiar wszelkich pokarmów roślin zbożowych, a zatem także i pokarmu azotowego, ale żaden pokarm nie powinien być dodany w ilości nadmiernej w stosunku do innych. Rolnik jednakże jest zawsze w możności przez wybór odpowiedniego zmianowania, to znaczy przez utrzymanie właściwego stosunku pomiędzy polami obsianemi roślinami zbożowemi oraz pastewnemi, starając się przytem troskliwie o zachowanie amoniaku w swoim oborniku i unikając wszelkiej niepotrzebnej straty azotu z gleby, zaopatrzyć ją w zasób pokarmu azotowego najzupełniej odpowiadający ilości innych pokarmów w glebie zawartych; zaś atmosfera corocznie dostarczy mu tę ilość azotu, którą w płodach uprawianych z swego gruntu wywozi. Ilość pokarmu azotowego, jaka się dostaje do gleby z atmosfery i z deszczu, w ogólnej ilości byłaby wystarczająca dla wszystkich roślin uprawnych,

ale w pewnym ograniczonym czasie dla wielu nie jest dostateczna. Liczne bowiem rośliny potrzebują do wydania najwyższego plonu w czasie wegetacyi znacznie więcej, aniżeli może im podówczas dostarczyć powietrze atmosferyczne lub deszcz; z tego to właśnie powodu rolnik używa roślin pastewnych jako środka pomocnego do zwiększenia urodzaju roślin zbożowych. Rośliny bowiem pastewne, które obradzają dobrze bez nawozu obfitującego w azot, zbierają z ziemi i zagęszczają z atmosfery amoniak, zamieniając go na ciała, z których powstają w zwierzęcym organizmie składniki krwi i mięsa. Kto zatem karmi swoje konie, trzodę i bydło burakami, sianem koniczynowem i t. p., uzyskuje w stałych i płynnych odchodach azot paszy w postaci amoniaku i innych azotowych produktów, i ten azot w nawozie dostarcza polom swoim obsianym zbożem".

„Co się tyczy nagromadzenia pokarmu azotowego, za pomocą nawożenia obornikiem, w wierzchnich warstwach roli, co jest osobliwie ważne dla zupełnego urodzaju roślin zbożowych, to jest ono przedewszystkiem zależne od udawania się roślin pastewnych. Nie ulega też wątpliwości, że rolnik starający się w sposób właściwy o dobry urodzaj roślin pastewnych, zyskuje przez to samo środek prowadzący do wzbogacenia gleby w wielki nadmiar pokarmu azotowego dla roślin swoich zbożowych".

Jak widać z treści przytoczonych powyżej ustępów, Liebig zdolność łatwiejszego zdobywania azotu przypisywał w ogóle roślinom pastewnym i nie wyróżniał pod tym względem w szczególności roślin motylkowych. Spostrzeżenia jednak przedewszystkiem przez praktykę rolniczą gromadzone rychło doprowadziły do przekonania, że odmiennem zachowaniem się w obec azotowego pokarmu odznaczają się nie wszystkie rośliny pastewne, lecz tylko należące do rodziny motylkowych. Uznać też wypadło za fakt nie podlegający wątpliwości, że rośliny motylkowe, czerpiąc azot ze źródeł niedostępnych dla roślin uprawnych, należących do innych rodzin, nietylko nie ubożą ziemi w związki azotowe, lecz przeciwnie, mogą w ziemi zasób tych związków powiększyć, czyli ziemię w azot wzbogacić.

Zrazu mówiło się wiele i pisało o tem wzbogaceniu, pomimo że brakowało ściślejszych dowodów liczbowych. Poglądy rozpowszechnione wśród praktyków musiały skłonić uczonych do podjęcia badań naukowych nad tą ważną i ciekawą kwestyą, Owocem tych badań były liczby jaknajzupełniej popierające to, co praktyka rolnicza twierdziła o motylkowych roślinach. Badania mianowicie przekonały, że *na ziemi, na której uprawia się rośliny motylkowe, zapas pokarmu azotowego w ziemi się nie zmniejsza, ale przeciwnie powiększa i to często bardzo znacznie, pomimo że w zbiorze roślin motylkowych zabiera się ilości azotu bez porównania wyższe aniżeli te, które znajdują się w plonie roślin zbożowych lub okopowych.*

Pomiędzy nadzwyczajnie licznemi badaniami podejmowanemi w celu ostatecznego wyjaśnienia tej sprawy, nazywanej powszechnie *kwestyą azotową*, zasługują w szczególności na uwagę wypadki uzyskane w doświadczeniach ściślejszych w Grignon i w Rothamsted oraz w próbach praktycznych rolniczych w Lupitz.

W doświadczeniach wykonanych w Grignon przez Déhérain'a stwierdzono nasamprzód znaczne wyczerpanie azotu na poletkach, na których uprawiano w latach 1875—1877 corocznie buraki pastewne, zaś w r. 1878 pastewną kukurydzę. O znacznym ubytku świadczy porównanie następnych liczb, wskazujących zawartość odsetkową azotu w ziemi, oraz ogólną na powierzchni 1 *ha* w warstwie 35 *cm* głębokiej, na początku roku 1875 i 1879.

Zawierało azotu:	Poletko Nr. 4 w r. 1875, 1876 i 1877 nawożone obornikiem	na 1 *ha*	Poletko Nr 5 między r. 1875 a 1879 niczem nie nawożone	na 1 *ha*
W 1875 roku	2,04%	7854 *kg*	2,04%	7854 *kg*
W 1879 „	1,50 „	5775 „	1,46 „	5621 „
Ubytek azotu całkowity		2079 *kg*		2233 *kg*
Przeciętnie na 1 rok		520 „		558 „

Ubytek zatem okazał się nadzwyczajnie wysoki, bez porównania wyższy od ilości azotu zawartych w sprzątanych corocznie płodach. Autor objaśnia ten tak znaczny ubytek energiczną nitryfikacyą, podniecaną częstem wzruszaniem roli podczas starań posiewnych oraz sprzętu i wyługowaniem powstającego obficie nieabsorbowanego kwasu azotowego. Sądzić jednakże można, że pewna i to bardzo znaczna część obliczonego ubytku przypada na nieuniknione błędy metody w tego rodzaju doświadczeniach.

W roku 1879 obsiano oba poletka esparcetą i do roku 1881 uzyskiwano dobre zbiory. Ponieważ jednak nad esparcetą zaczęły brać górę trawy, poletka zorano i na nowo w 1882 roku obsiano esparcetą. Ponieważ znowu wkrótce trawy opanowały esparcetę, w 1884 r. obsiano poletka mieszanką trawną. Próbki ziemi wzięto do analizy w latach 1881 oraz 1885. W zawartościach odsetkowych znaleziono następne różnice:

Zawartość azotu w ziemi na poletku:

	Nr. 4	Nr. 5
W 1879 roku	1,50%	1,46%
W 1881 „	1,65 „	1,50 „
W 1884 „	1,77 „	1,65 „

Na podstawie tych ilości odsetkowych obliczony bilans azotu wypada jak następuje:

Zawartość azotu na 1 *ha* w glebie 35 *cm* głębokiej:

	Poletka Nr. 4	Nr 5
W 1881 roku	6352 *kg*	5775 *kg*
W 1879 „	5775 „	5621 „
Zatem przybyło	577 *kg*	154 *kg*
W sianie esparcety sprzątniętej w r. 1879—1881 było azotu		353,8 „
Przybytek azotu całkowity		507,8 *kg*
a przeciętny roczny		169,3 „

Obliczywszy w taki sam sposób bilans azotu za czas od 1882 do 1885 roku, znajdziemy przybytki azotu następujące:

	Poletka Nr. 4	Nr. 5
Przybyło azotu w ziemi	462 *kg*	577 *kg*
W sianie sprzątniętem było azotu	487 „	344 „
Ogólny przybytek azotu	949 *kg*	921 *kg*
a przeciętny roczny. .	237 „	230 „

Jeżeli i ta wysokość obliczonego rocznego przybytku azotu może nasuwać pewne wątpliwości, to bądź co bądź niepodobna powątpiewać, że odkąd zaczęła się uprawa roślin motylkowych, ziemia nietylko że nie ubożała w azot, lecz przeciwnie doznała wzbogacenia.

Mniejszy przyrost azotu, ale w każdym razie wcale poważny, znaleziono w doświadczeniach podjętych w Anglii przez Lawesa na polach fermy Rothamstedzkiej. Rolę, na której dotąd uprawiano zboże, zamieniono w 1856 r. na łąkę. Co pewien szereg lat oznaczano w próbkach tej ziemi azot i stwierdzono stały przybytek tego składnika, jak to wykazuje poniżej podana tablica.

Patrz tablicę str. 321.

Część azotu, w który ziemia się wzbogaciła, pochodzi z dodawanego corocznie nawozu stajennego. W nawozie jednakże dodawano corocznie co najwyżej 8,7—22,0 *kg* ponad tą ilość, jaką zabierano w sprzątniętem sianie. Zauważony zatem nadmiar, wcale znaczny w przyroście azotu musi pochodzić z innego źródła.

Jako nadzwyczajnie ciekawe i pouczające zasługują wreszcie na uwzględnienie spostrzeżenia praktyczne zrobione przez Schultza w próbach polowych, przedsiębranych przez długi szereg lat w celu wynalezienia środków do podniesienia żyzności i rentowności lichego żelazistego gruntu w Lupitz. Schultz przejęty zasadami mineralnej teoryi nawożenia Liebiga (patrz „Nawożenie“), wedle której atmosfera dostarcza ziemi pokarmy azotowe w ilości wystarczającej na potrzeby roślin uprawnych, postanowił unikać zakupu kosztownych nawozów azotowych, używać tylko nawozów fosforowych i potasowych oraz zdobywać dla roli zapomocą odpowiedniego wyboru roślin i zmianowania, w jak największej ilości związki azotowe, darmo przez atmosferę dostarczane. Przyjęty w Lupitz system gospodarowania opierał się na

Próbka brana w roku	Po upływie lat	Zawartość azotu		Przybytek azotu na 1 *ha*	
		%	na 1 *ha*	za cały okres	roczny
1856	—	0,1520	3344 *kg*	—	—
1866	10	0,1749	3846 „	502 *kg*	50,2 *kg*
1879	13	0,2046	4500 „	653 „	50,3 „
1888	10	0,2345	5159 „	658 „	65,8 „
	33	—	—	1813 *kg*	58 *kg*

następujących podstawach, zbudowanych wedle zasad z teoryi Liebiga zapożyczonych, a co do wiarogodności stwierdzonych na miejscu w Lupitz w próbach przedwstępnych:

1. Rośliny t. zw. wzbogacające ziemię, jak groch, koniczyna czerwona, przelot, łubin,—w ogóle motylkowe, a może także i rzepak (niewątpliwie w uprawie na zielony pognój) okazują się istotnie wzbogacającemi, ale nie dla tego że wszystkie w ogóle pokarmy nagromadzają, lecz dlatego że głównie gromadzą azot i to nietylko w łodygach i liściach, zabieranych podczas sprzętu, lecz również w ścierni i w korzeniach. Rośliny te należy zatem nazywać roślinami gromadzącemi azot (Stickstoffsammler). Wpływ wzbogacający ziemię tych roślin motylkowych można znacznie i korzystnie wzmocnić przez zastosowanie nawozów fosforowych i potasowych, natomiast użycie nawozu azotowego dla nich się nie opłaca.

2. Brukiew, buraki pastewne, a częściowo i kartofle, są również roślinami gromadzącemi azot, jednakże nie w równym stopniu z poprzedniemi; nagromadzają one mianowicie azot w organach podziemnych, zabieranych z roli podczas sprzętu, zatem straconych dla roślin następnie uprawianych. Względem tych ostatnich nie okazują się one roślinami gromadzącemi, lecz wyczerpującemi azot (Stickstofffresser). Należałoby je nazywać nieistotnemi azotożercami. Na zboża, po tych roślinach uprawiane, nawozy fosforowe i potasowe dopiero skutkują w łączności z nawozem azotowym.

3. Zboża oraz trawy nie mogą w czasie wzrostu zaspokoić w ziemi swojej potrzeby pod względem azotowego pokarmu i trzeba im tenże w nawozie w znaczniejszej ilości dostarczyć. Zasługują zatem na nazwę istotnie azotożernych.

Różnicę istniejącą pod względem zachowania się w obec pokarmu azotowego, pomiędzy roślinami motylkowemi i należącemi do innych rodzin, jak widzimy Schultz trafnie zauważył i zaznaczył. W szczegółach i teoretycznych objaśnieniach spotykamy wprawdzie w sprawozdaniach Schultza braki i błędy,—co jest zupełnie zrozumiałe i usprawiedliwione, w obec tego że autor nie jest i nie występuje jako uczony, lecz jako praktyk, opisujący to, czego sam doświadczył,—w samem jednak jądrze rzeczy mieści się wiele prawdy. Po zastosowaniu i wypróbowaniu obmyślanego systemu gospodarowania na większych obszarach w pięcioletnim okresie—doszedł Schultz ostatecznie do następnych stanowczych wniosków:

„Na glebie w Lupitz 6, 7, i 8 klasy i pastwisk 6 klasy, która za pomocą marglowania przed 10 –16 laty stała się przydatną do uprawy przelotu:

a) *lubin*—obradzający dobrze po zastosowaniu kainitu, na roli w wapno przez marglowanie wzbogaconej, poprzednio dla tej rośliny nieodpowiedniej;

b) *przelot* jako też *koniczyna czerwona* na zieloną paszę lub na ziarno, dotąd siewane bez dodatku kainitu oraz superfosfatu, ponieważ te nawozy się nie opłacały;

c) *groch*, nawożony kainitem i superfosfatem, których koszt użycia pokrywa zupełnie przewyżka w zbiorze grochu uzyskiwana.

Po sprzęcie zbierają w korzeniach i ścierni i pozostawiają w glebie zapas azotu tak wysoki, że pozwala on uzyskiwać przy współdziałaniu nawozów potasowych i fosforowych (600 *kg* kainitu a 40 *kg* rozpusz-

czalnego kwasu fosforowego na 1 *ha*) *pełny, a jak na glebę lupicką nawet nadzwyczajnie wysoki plon zboża (żyta, owsa i pszenicy).*

O wzbogaceniu pól uprawnych w azot przez uprawę roślin motylkowych wnioskuje Schultz z faktu, że pomimo ograniczenia produkcyi nawozu stajennego i zaniechania dokupu nawozów azotowych, rośliny niemotylkowe, mianowicie zboża i kartofle bardzo dobrze się opłacały i dochód z gospodarstwa stale się powiększał.

Świadczy o wzbogaceniu również wymownie stwierdzony w próbach polowych fakt, że sole potasowe i fosforowe, działające znakomicie na rośliny zbożowe po przedplonach motylkowych: łubinie, koniczynie, grochu, wyce,—okazały się dla tychże samych roślin bezskutecznemi, gdy uprawiano je po zbożach, lub też po kartoflach, niewątpliwie w skutek braku w glebie odpowiedniego zasobu pokarmu azotowego. Na jednym jednakże kawałku gruntu swego wykazuje Schultz i na podstawie rezultatów chemicznego rozbioru, jak znacznie może się ziemia wzbogacić w związki azotowe, wskutek uprawy motylkowych roślin. Na tym obszarku o glebie piaszczystej, niemarglowanej uprawiano przez lat 15 z rzędu od r. 1865 do 1880 r. łubin i zbierano z tej tak nazywanej łąki łubinowej, nawożąc corocznie tylko 80 *kg* tlenku potasowego w kainicie, przeciętnie około 12 *q* ziarna i 24 *q* słomy i strąków z 1 *ha* na rok. W sprzątniętym w ciągu 15 lat łubinie znajdowało się około 1357 *kg* azotu.

Pomimo tak znacznego ubytku, gleba nietylko nie zubożała w azot, lecz przeciwnie, zawartość związków azotowych znacznie się w niej podniosła. Świadczy o tem mianowicie porównanie zawartości azotu oznaczonych w 1880 r. w ziemi przeznaczonej pod kulturę łubinową oraz w gruntach sąsiadujących, pierwotnie przez bonitacyę za równe co do gatunku i żyzności uznanych.

Patrz tablicę szpalta II-ga.

Okazało się zatem, że ziemia z pod łubiniska zawierała do głębokości 60 *cm* więcej azotu, aniżeli:

	Nr. 1		Nr. 2		Nr. 3	
	Pole łubinowe		Pole od 15 lat nawożone obornikiem ze ściółką wrzosową, obsiewane żytem i kartoflami		Pole włościańskie od 15 lat nie nawożone i nie uprawiane, użytkowane jako owcze pastwisko, zadarnione i silnie zamszone	
	zawartość azotu		zawartość azotu		zawartość azotu	
	odsetkowa	na 1 *ha*	odsetkowa	na 1 *ha*	odsetkowa	na 1 *ha*
W glebie do głębokości 20 *cm.* .	0,087%	2331 *kg*	0,034%	911 *kg*	0,027%	723 *kg*
W podglebiu do głębokości 40 *cm.*	0,025 „	1520 „	0,011 „	669 „	0,021 „	1277 „
Razem do głębokości 60 *cm* . .	—	3851 *kg*	—	1580 *kg*	—	2000 *kg*

grunt sąsiedni № 1 o 2271 *kg*
„ „ № 2 o 1851 „
a przeciętnie o 2061 *kg*

Chcąc mieć pojęcie o całej ilości azotu przysporzonego ziemi, należy do obliczonego w powyższy sposób, prawdopodobnego przyrostu azotu w ziemi doliczyć ilość azotu zabraną w 15-u plonach łubinu, a wynoszącą, jak wyżej podano, 1357 *kg*. Wówczas całkowity przybytek wyniesie 2061 + 1357=3418 *kg* na przeciąg lat 15, co na jeden rok i 1 *ha* czyni prawie 228 *kg*. Co do dokładności tego obliczenia, to zauważyć trzeba, że nie jest ono całkiem bez zarzutu, osobliwie z powodu, że dla braku analizy ziemi przeznaczonej pod stałą uprawę łubinu wypadło wciągnąć do porównania zawartość azotu na gruntach sąsiednich. Jakkolwiek można wskutek tego mieć pewne wątpliwości, czy istotnie wzbogacenie ziemi w azot było tak znaczne, jak z obliczenia wypadło, to niepodobna powątpiewać, że w ogóle nastąpiło.

Próby wykonywane przez cały szereg lat w Lupitz są szczególnie interesujące i ważne dla praktyki rolniczej, gdyż wielką ich siłę dowodową stanowi: osiągnięcie znacznego podwyższenia dochodu z gospodarstwa, po wprowadzeniu systemu opartego na faktach stwierdzonych własnemi spostrzeżeniami. Gospodarstwo Schultza daje piękny przykład, do jak cennych zdobyczy, nawet ogólną mających wartość, dochodzi się w doświadczeniach rolniczych systematycznie i z określonym celem przeprowadzonych i istotnie ze wszech miar zachęca do naśladownictwa. Po 25 letniej mozolnej pracy doświadczalnej, mógł Schultz odezwać się do współtowarzyszów pracy na roli, z taką siłą i stanowczością, do jakiej nie upoważniałyby naukowe jak najściślejsze badania, nie poparte stwierdzającemi spostrzeżeniami praktyki. Słowa, w których Schultz zachęcał i wzywał do naśladownictwa są mniej więcej następujące:

Z pomiędzy trzech najważniejszych pokarmów roślinnych: tlenku potasowego, kwasu fosforowego i azotu, dwa pierwsze znajdują się w ziemi w ilości ograniczonej, dla rolniczej produkcyi często wcale nie wystarczającej, w skutek tego wypada je wprowadzać do gleby w nawozach, natomiast azot znajduje się w ziemi i w atmosferze w ilości zupełnie wystarczającej na wyżywienie roślin Nie wszystkie przecie rośliny, a osobliwie zbożowe i trawy są tak uorganizowane, ażeby były zdolne z łatwością zdobywać azot, ten pierwiastek powietrzny—i pozostawiać znaczną jego ilość w ścierni i w korzeniach; z tego przeto powodu potrzeba wprowadzić do ziemi niezbędny azot za pomocą nawożenia bezpośredniego, lub też pod przedplony. Zakupywanie jednakże nawozów azotowych jest zbyt drogie, a wydatek na nie zbyteczny, gdyż wiele roślin posiada zdolność zdobywania sobie łatwo azotu przez przyrodę dostarczanego, — przedewszystkiem najlepszemi zbieraczami azotu okazały się: przelot, łubin, groch, rzepak i koniczyna. Zadaniem rolnika jest zdobyć i wyzyskiwać naturalne źródło azotu; powinien on tylko starać się, ażeby w zmianowaniu roślinę wyczerpującą poprzedzała roślina wzbogacająca ziemię w azot i dostarczać płodom uprawianym w dostatecznej ilości pokarm potasowy i fosforowy.

Jak widać ze streszczenia poglądów Schultza, zawierają one myśli poprzednio już przez innych, a przedewszystkiem przez Liebiga, wypowiedziane. Nie ujmuje to jednakże w niczem wielkiej zasługi, jaką Schultz położył dla rolnictwa, przez stwierdzenie w długoletniej praktyce, że są warunki, w których z korzyścią można gospodarować, nie nawożąc ziemi azotem, a to dzięki istnieniu roślin, zdobywających azot ze źródeł nie dla wszystkich dostępnych.

Spółczesne i późniejsze badania zapatrywanie to jak najbardziej popierały. Mnożyły się dowody, wskazujące stanowczo na odmienne zachowanie się roślin motylkowych w obec azotowego pokarmu. Osobliwie ważnego — dostarczyły jednakże spostrzeżenia przekonywające, że *nawozy azotowe, tak zazwyczaj skuteczne dla roślin zbożowych i okopowych — na roślinach motylkowych bardzo często nie wywierają zgoła żadnego skutku.*

Uwagi w tej kwestyi spotykamy już u Liebiga, który poucza, że rośliny motylkowe mogą dawać wysokie plony bez użycia nawozu azotowego i że wskutek tego, uprawiając je na nawozie stajennym, marnuje się bezpożytecznie azot w nawozie tym zawarty.

Poświadczają słuszność tego poglądu spostrzeżenia wielu praktyków. Pomiędzy innymi oświadcza i Schultz, że istniejąca u roślin motylkowych zdolność wzbogacania ziemi może być skutecznie wzmocniona przez użycie nawozów potasowych i fosforowych — natomiast nawóz azotowy,

zresztą wszędzie okazujący taki szybki i wydatny wpływ, albo wcale nie działa, albo też w użyciu się nie opłaca. Tę obojętność roślin motylkowych na nawozy azotowe stwierdzono też w ściślejszych badaniach przez wielu uczonych podejmowanych. Tak np w doświadczeniach Wolffa i Kreuzhagena, ogłoszonych w 1887 r., a wykonanych w skrzynkach cementowanych, mieszczących po 210 *kg* piasku rzecznego zebrano w latach 1885 i 1886, następne średnie ilości substancyi suchej wyrażone w gramach:

	owies	bobik	łubin	koniczyna czerwona	kartofle
1. Bez nawozu . .	60,79	213,41	119,15	124,60	697
2. Na nawozie mineralnym bezazotowym. . .	64,60	397,10	285,95	236,63	760
3. Na nawozie mineralnym kompletnym z 0,832 *g* azotu . . .	147,28	317,88	196,79	237,46	842
4. Na nawozie mineralnym kompletnym z 3,328 *g* azotu . . .	390,65	351,00	318,33	268,65	1384

Zatem na roślinach motylkowych wpływ nawozu azotowego albo był nieznaczny, albo się wcale nie objawił; przeciwnie zaś rzecz się miała na roślinach niemotylkowych, jak się tego z góry należało spodziewać. Co więcej, w plonie owsa znaleziono azotu znacznie mniej od ilości zawartej pierwotnie w nasieniu i dodanym nawozie, natomiast w zbiorze roślin motylkowych w ogóle znacznie więcej,—najwięcej u roślin wyhodowanych na nawozie mineralnym. Po przeliczeniu na powierzchnię 1 *ha*, zauważone przybytki azotu wyniosłyby:

u bobiku . . . . . 58—146 *kg*
u łubinu . . . . . 88—196 „
u koniczyny czerwonej. 136—334 „

Jak wyżej powiedzieliśmy, fakt tego rodzaju stwierdzono w licznych doświadczeniach. Fakt to tem ciekawszy i tem więcej zastanawiający, że rośliny motylkowe, obchodzące się bez nawozu azotowego, same w związki azotowe, tak w łodygach i liściach, jak i w nasionach, — bardzo obfitują.

Nad wyszukaniem źródła, z którego rośliny motylkowe czerpią azot, podejmowano przez długi szereg lat nadzwyczajnie liczne badania. Przed laty dziesięciu jeszcze istniało wiele odrębnych teoryi, z których żadna w sposób zadawalający nie rozwiązywała sprawy. Wszyscy bowiem uczeni wykluczali z góry przypuszczenie, że dla roślin motylkowych może być pokarmem azot atmosferyczny wolny, jako całkiem nieprawdopodobne, w obec ścisłych i na pozór nie podlegających żadnemu zarzutowi badań Boussingaulta, które stanowczo obalały pojawiające się niegdyś, a nie poparte dostatecznie dowodami doświadczalnemi poglądy, jakoby azot atmosferyczny był przez rośliny przyswajany. Z pomiędzy licznych czynników, za pomocą których próbowano objaśnić wzbogacenie się ziemi w azot za pośrednictwem roślin motylkowych, zasługują na wymienienie następujące.

a) Zaopatrywanie się ziemi w związki azotowe z powietrza. W powietrzu atmosferycznem znajdują się zawsze w pewnych lecz nieznacznych ilościach związki azotowe, jak amoniak i kwas azotowy, najczęściej razem połączone w postaci azotanu amonowego. W obec tego sądzono dawniej, osobliwie Liebig, że do ziemi z tego źródła dostaje się wiele związanego azotu w opadach atmosferycznych, oraz w skutek absorbcyi amoniaku przez ziemię. W ściślejszych jednakże oznaczeniach, ile azotu z tego źródła może się do ziemi dostać, poglądy takie nie znalazły bynajmniej poparcia. Co do ilości azotu związanego wprowadzanego do ziemi w wodzie

deszczowej wprawdzie zdania są sporne dotąd jeszcze, bądź co bądź najnowsze badania wykazują przybytek azotu z tego źródła, wynoszący zaledwie kilka kilogramów na 1 *ha* rocznie (patrz „Rola“), nie podlega zaś zupełnie wątpliwości, że ilość azotu, jaką deszcze z ziemi wypłukują, znacznie przewyższa ilość do ziemi wniesioną. Co się natomiast tyczy bezpośredniego chłonięcia amoniaku przez ziemię z powietrza, to mniemać należy, że ziemie zamożne w związki azotowe, łatwo podlegające rozkładowi, raczej tracą amoniak wskutek ulatniania, aniżeli zdobywają z powietrza wskutek absorbcyi. W obec tego znaczne wzbogacenie ziemi w azot, jakie daje się uzyskać przez uprawę roślin motylkowych nie da się żadną miarą usprawiedliwić przybytkiem azotu z tego źródła. Zresztą w ten sposób nie dałoby się wcale wyjaśnić odmienne zachowanie się roślin motylkowych. Należałoby chyba przypuszczać, że ziemia ocieniona roślinami motylkowemi więcej amoniaku z powietrza jest w stanie chłonąć, za czem jednakże nic nie przemawia, a wszystko przeciwko.

W obec niemożności złożenia przyrostu związanego azotu w ziemi na karb absorbcyi amoniaku przez ziemię samą, zrodziło się przypuszczenie, że rośliny motylkowe są szczególnie uzdolnione do pobierania amoniaku z powietrza bezpośrednio liśćmi. Co do tej znowu kwestyi to odpowiednie badania wykazały, że jakkolwiek w pewnej ilości może być amoniak z powietrza za pomocą liści przyswajany, to jednakże rośliny motylkowe nie odznaczają się w tym kierunku jakąś szczególnie wybitną zdolnością. Przeciwnie Mayer np. zauważył w swoich doświadczeniach, że pszenica absorbowała z otaczającego powietrza amoniaku więcej aniżeli groch lub fasola; zresztą wpływ pobierania liśćmi związków azotowych z powietrza objawił się na rozwoju dopiero wtedy, gdy związków tych było w otoczeniu roślin więcej, niż bywa zwykle w atmosferze. I w ten więc sposób nie udało się rozwiązać kwestyi azotowej.

b) Czerpanie azotu z warstw głębszych. Znaczna część azotu związanego w ziemi może, jak wiadomo, w postaci nieabsorbowanego kwasu azotowego przedostawać się do warstw głębszych, niedostępnych dla korzeni roślin płytko się korzeniących. Otóż zrobiono przypuszczenie, że rośliny głęboko się korzeniące potrafią ten azot zdobywać i stąd pochodzi stwierdzone wzbogacenie gleby w azot. Co się tyczy czerpania azotu z warstw głębszych, to istotnie nie można o niem powątpiewać. Mamy zresztą liczbowe dowody wskazujące, że rośliny głęboko się korzeniące wyczerpują warstwy głębsze ziemi z kwasu azotowego. Tak na stacyi doświadczalnej w Rothamsted oznaczono zawartość azotu w warstwach ziemi wyjętych z różnych głębokości na polu obsianem koniczyną białą i lucerną. Zawartości azotu w kwasie azotowym, przeliczone na powierzchnię 1 *ha* wypadły jak następuje:

w warstwie wziętej z głębokości		pod białą koniczyną	pod lucerną
od	0— 23 *cm*	12,90 *kg*	10,00 *kg*
„	69— 92 „	2,09 „	0,90 „
„	161—184 „	14,16 „	0,90 „
„	253—276 „	11,17 „	0,50 „
„	23—276 „	103,04 „	9,05 „

Różnica więc okazała się bardzo wysoka, a daje się usprawiedliwić głównie tą okolicznością, że lucerna zapuszcza korzenie bardzo głęboko, koniczyna zaś biała korzeni się płytko. Niepodobna zatem wątpić, że rośliny głęboko się korzeniące mogą z wielką korzyścią dla rolnika czerpać azot z warstw, w których bez ich pomocy byłby narażony na zmarnowanie. Jednakże w ten sposób tylko w pewnych przypadkach dałoby się wytłomaczyć dostrzegane wzbogacenie ziemi w azot. Ponieważ mianowicie azot pobrany z ziemi nie zatrzymuje się w korzeniach, lecz przechodzi do organów nadziemnych, gleba mogłaby otrzymać azot pochodzący z podglebia w większej ilości tylko w takim przypadku, gdy się nadziemnej wegetacyi nie sprząta, lecz, jak się to dzieje przy zielonem nawożeniu, w pewnym okresie rozwoju przyoruje. Jeżeli zaś rośliny głęboko się korzeniące przeznaczone są na sprzęt, to gleba o tyle tylko może się stać w azot bogatszą, o ile ilość azotu pochodząca z podłoża czy podglebia, a pozostająca w ścierni i górnych częściach korzeni, jest większa od tej ilości azotu, jaką korzenie owych roślin pobrały podczas wegetacyi z gleby. Nie można bowiem wątpić, że rośliny zapuszczające korzenie głęboko w ziemię, pobierają pokarmy także i z warstw wierzchnich. W obec zaś tego, czerpaniem azotu z warstw głębokich nie dałoby się objaśnić wzbogace-

nie gleby w azot po sprzęcie roślin motylkowych tak znaczne, że na uprawiane po nich płytko korzeniące się rośliny zbożowe nawozy azotowe nieraz nie działają lub się nie opłacają. Przyjmując ten czynnik za głównie i wyłącznie działający, nie możnaby również żadną miarą wytłomaczyć, dla czego nie wszystkie rośliny o głębokich korzeniach w jednakowym stopniu glebę w azot wzbogacają, lecz przedewszystkiem, albo nawet wyłącznie rośliny motylkowe. Innemi słowami to samo wyrażając: czerpaniem azotu z podłoża można objaśnić, dlaczego w praktyce rolniczej zauważono pod pewnym względem odmienne zachowanie się w obec azotowego pokarmu z jednej strony rzepaku, a z drugiej strony zbóż, gdy tymczasem wzbogacenie gleby w azot daleko znaczniejsze, spostrzegane po uprawie roślin motylkowych, wyłącznie na tej podstawie wyjaśnić się nie daje.

c) Wiązanie azotu przez samą ziemię. Wykluczywszy z góry możność istnienia u roślin zdolności żywienia się gazowym azotem, wielu badaczów wpadło na przypuszczenie, że pod wpływem pewnych martwych składników ziemi azot wolny atmosferyczny zamienia się na związki azotowe, będące roślinnym pokarmem. Szczegóły odnoszące się do licznych teoryj o wiązaniu azotu przez ziemię znajdzie czytelnik w artykule p. t. „Azot, znaczenie fizyologiczne“. Tu wystarczy wzmianka, że żadna z nich nie mogła się ostać w obec rozstrzygających rzecz negatywnie wypadków doświadczeń. Co się zaś tyczy teoryj przypuszczających istnienie w ziemi żywych organizmów pobierających z atmosfery azot wolny i w ten sposób wzbogacających ziemię w azot, to kwestya jest jeszcze otwarta, a najnowsze zdobycze wiedzy na tem polu będą podane na innem miejscu (patrz „Rola“). Tu tylko zaznaczamy, że istnienie w przyrodzie wiązania azotu atmosferycznego w ziemi bez współudziału wyższych roślin, nie wyjaśnia, dlaczego wzbogacenie w związki azotowe objawia się w szczególności po wegetacyi roślin motylkowych.

d) Pobieranie wolnego azotu przez motylkowe rośliny. Tak często dostrzegany wszelki brak wpływu nawozów azotowych na rośliny motylkowe osobliwie nasuwał jako najprawdopodobniejsze przypuszczenie, że te rośliny są obdarzone szczególną zdolnością żywienia się azotem atmosferycznym. Takie przypuszczenie stało jednakże w sprzeczności z rezultatami klasycznych doświadczeń Boussingaulta i pozornie wydawało się zupełnie bezpodstawnem. Jednakże w ostatnim dziesiątku lat przypuszczenie to zyskało w skrupulatnych badaniach cały szereg tak stanowczych dowodów, że wypadło je uznać za fakt już nie podlegający wątpliwości.

Impuls do szukania rozwiązania kwestyi azotowej na tej drodze dały piękne doświadczenia systematycznie przez lat kilka wykonywane przez Hellriegla i Wilfartha w pracowni stacyi rolniczej doświadczalnej w Bernburgu. Ogłoszenie rezultatów tych doświadczeń stanowi istotnie epokę w dziedzinie nauk biologicznych. Pierwsze wiadomości o ważnem odkryciu były podane przez Hellriegla i Wilfartha mniej więcej w następnych słowach:

Jeżeli hoduje się jakąkolwiek roślinę zbożową w ziemi, która wcale nie zawiera związków azotowych, a wszystkie inne niezbędne pokarmy roślinne w dostatecznej ilości, to kiełkowanie i dalszy początkowy rozwój odbywa się zupełnie normalnie, tak samo jak u roślin rozwijających się w ziemi zawierającej pokarm azotowy. Normalny ten wzrost przecie trwa tylko, dopóki wystarczają materye rezerwowe w nasieniu złożone, t. j. mniej więcej aż do powstania trzeciego liścia. Wówczas produkcya materyi organicznej ustaje nagle i widocznie. Roślina wprawdzie wegetuje w dalszym ciągu i to tak długo jak osobniki żywione normalnie, i tworzy stopniowo wszystkie organa, zazwyczaj nawet i kłosy, — ale ten cały rozwój odbywa się wyraźnie na koszt własnego ciała: za każdym razem gdy nowy liść się pojawia, starszy ginie i ostatecznym rezultatem całego wysiłku jest wytworzenie nikłego karlika roślinnego. Sucha substancya roślinki jęczmienia, wyhodowanej bez pokarmu azotowego jest conajwyżej dwa lub trzy razy większa od ilości suchej masy zawartej w nasieniu wysianem. Przybywa przytem wyłącznie materya organiczna bezazotowa, przybytek zaś azotu — przynajmniej znaczniejszy—nigdy nie daje się zauważyć.

Zupełnie odmiennie zachowują się w tych samych warunkach rośliny motylkowe, a mianowicie użyty do doświadczenia groch. W tejże samej ziemi, nie zawierającej azotu, w której rośliny zbożowe bez wyjątku nędznie się rozwijały, groch był w stanie wyprodukować 20 do 33 *g* materyi organicznej. Jednak w czasie wzrostu grochu uwydatniają się zawsze i niezawodnie dwa wybitnie odrębne okresy. W okresie kieł-

kowania rośliny rozrastają się normalnie i odznaczają się żywą zieloną, znamionującą zdrowie barwą. Po zużyciu zaś materyj rezerwowych zachodzi prawie nagle zmiana. We wzroście pojawia się zastój, barwa liści blednie, często przechodzi w wyraźnie żółtą, — roślina widocznie cierpi głód. Po krótkim lub dłuższym czasie wygląd

Fig. 2.



Korzenie z wykształconemi brodawkami: *A* łubinu, *B* grochu ze starszemi brodawkami rozgałęzionemi, a młodszemi okrągłemi.

rośliny najczęściej znowu się zmienia. Zbladłe lub zżółkłe liście odzyskują piękny zielony kolor i rozpoczyna się drugi peryod dobrego rozwoju, trwający już bez przerwy aż do końca wegetacyi. W wyrosłych roślinach odnajduje się ilość azotu znacznie przewyższającą zapas złożony w wysianem nasieniu. Ten nagły bujny rozwój rośliny motylkowej po chwilowym zastoju nie da się usprawiedliwić tem przypuszczeniem, że rośliny motylkowe nabierają w pewnym wieku zdolności przyswajania z powietrza związków azotowych. Nie pozostaje zatem nic innego jak przypuścić, że rośliny motylkowe, w przeciwieństwie do roślin należących do innych rodzin, mają zdolność pobierać wolny azot z powietrza atmosferycznego i zużywać go na potrzeby własnego życia.

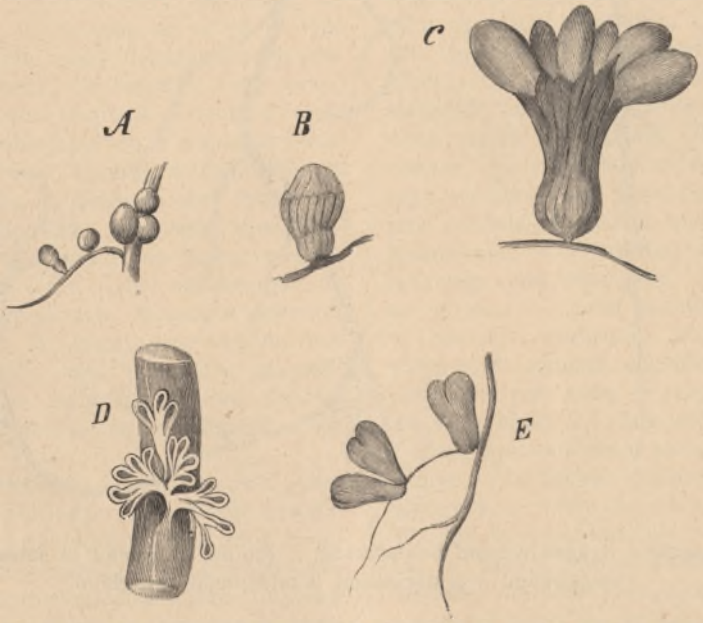
Wielkie różnice, zauważone w rozwoju roślin motylkowych i niemotylkowych, w ziemi nie zawierającej pokarmu azotowego, wykazują w sposób wybitny następne liczby:

	zbiór suchej masy	azotu w roślinie więcej niż w nasieniu
	g r a m ó w	
groch w r. 1883—1885	0,551—33,147	— 0,187 do + 1,242
„ w r. 1886	1,640—20,372	+ 0 „ + 0,529
owies	0,361— 0,671	zawsze mniej niż w nasieniu
jęczmień	0,415— 0,650	„ „ „ „

Obserwując dokładniej rośliny motylkowe, mianowicie groch, zachowujący się w nieobecności związków azotowych odmiennie od roślin zbożowych, dostrzeżono na korzeniach obficie wykształcone narośle, tak zwane bulwki lub brodawki, podczas gdy osobniki grochu, źle się bez pokarmu azotowego rozwijające, albo wcale nie miały brodawek na korzeniach, albo też tylko nieliczne.

W czasie gdy Hellriegel i Wilfarth wykonywali pierwsze swoje badania, wiedziano

Fig. 3.



Brodawki korzeniowe: *A*, *B* i *C* — robinii różnego wieku, *D* rozgałęziona lucerny siewnej, *E* stożkowa caragany.

już, że narośle brodawkowate są pospolitem zjawiskiem na korzeniach roślin motylkowych, w naturalnych warunkach się rozwijających. Z pomiędzy roślin uprawnych, największemi brodawkami odznacza się łubin, u którego nawet grubsze korzenie mają w pewnych miejscach na znaczniejszej powierzchni wydatne zgrubienia, pokrywające korzeń na jednej stronie (fig. 2). Brodawki owalne, drobne znaleźć można na korzeniach koniczyn; większe okrągłe lub rozgałęzione u grochu (fig. 2). Kulisty kształt mają także brodawki fasoli, przelotu, komonicy i seradelli. Owalne są brodawki młode u robinii, stożkowe u karagany, a osobliwie silnie rozgałęzione u lucerny (fig. 3). Znajdują się brodawki w obfitej ilości na korzeniach krzewów i drzew motylkowych; na jednym egzemplarzu np. akacyi w Algierze zebrane brodawki ważyły razem 5 *kg*. Znany już dawniej fakt, że narośle brodawkowate pospolicie na korzeniach roślin motylkowych się znajdują, oraz spostrzeżenie, że tylko osobniki posiadające na korzeniach brodawki dochodzą w ziemi nie zawierającej związków azotowych do dobrego rozwoju, nasunęły Hellrieglowi i Wilfarthowi myśl, że wykształcenie brodawek i normalny rozwój w nieobecności związków azotowych w ziemi pozostają ze sobą w ścisłym związku. Najprostszem wydawało się przypuszczenie następujące: W piasku wypłukanym, używanym w doświadczeniach do hodowli roślin, lub w powietrzu znajdują się pewne drobnoustroje, pod wpływem których powstają na korzeniach roślin motylkowych brodawkowate narośle. Jeżeli tych drobnoustrojów nie brak, to roślina wykształca brodawki i w skutek tego nabiera zdolności do czerpania azotu ze źródła niedostępnego dla roślin innych rodzin, nie posiadających nigdy na korzeniach brodawek. Jeżeli zaś te mikroorganizmy są nieobecne, to brodawki nie mogą się wykształcić i roślina motylkowa pozbawiona w ziemi związków azotowych tak samo marnie się rozwija, jak w ogóle wszystkie rośliny nie motylkowe. Źródłem zaś, dostarczającem pokarmu azotowego, jest wolny azot atmosferyczny.

Przypuszczenie to nadało kierunek dalszym badaniom. Przyjmując je, należało wnosić, że niedopuszczenie rozwoju mikroorganizmów za pomocą wyjałowienia (sterylizacyi) ziemi, oraz ochrona przed wtargnięciem zarodników z powietrza stanowczo przeszkodzą wykształcaniu się brodawek i uczynią niemożliwym normalny rozwój rośliny w nieobecności związków azotowych w ziemi. Przeciwnie zaś powinnyby w takim razie działać środki ułatwiające zakażenie. Odpowiednie doświadczenia wnioski te jak najzupełniej potwierdziły.

1. W naczyniach wyjałowionych przez ogrzanie, napełnionych wyjałowioną ziemią, na powierzchni przykrytą wyjałowioną watą i podlewaną wyjałowionym płynem odżywczym, nie zawierającym azotu—rośliny motylkowe bardzo źle się rozwijały i w zbiorze znajdowano stale mniej azotu, aniżeli było w wysianych nasionach. Fakt ten wykazują następujące liczby:

	zawartość suchej masy w pędach	ubytek azotu
	g r a m ó w	
seradella . . .	0,063—0,092	— 0,022
łubin	0,800—1,021	— 0,050
groch	0,515—0,928	— 0,024 do — 0,030

2. Gdy do piasku dodano w niewielkiej ilości wodnego wyciągu z uprawnej ziemi, też same rośliny okazywały rozwój normalny zadawalający i w nieobecności zupełnej w ziemi pokarmu azotowego; (wybitne różnice widać na fig. 4). Wówczas zachowanie się roślin motylkowych było stanowczo różne od roślin niemotylkowych, a wyprodukowane pędy zawierały zawsze bez porównania więcej azotu, aniżeli było pierwotnie w nasionach. Oprócz tego i w ziemi przybytek azotu wynosił kilkadziesiąt miligramów. Ostateczne rezultaty liczbowe tak się przedstawiają:

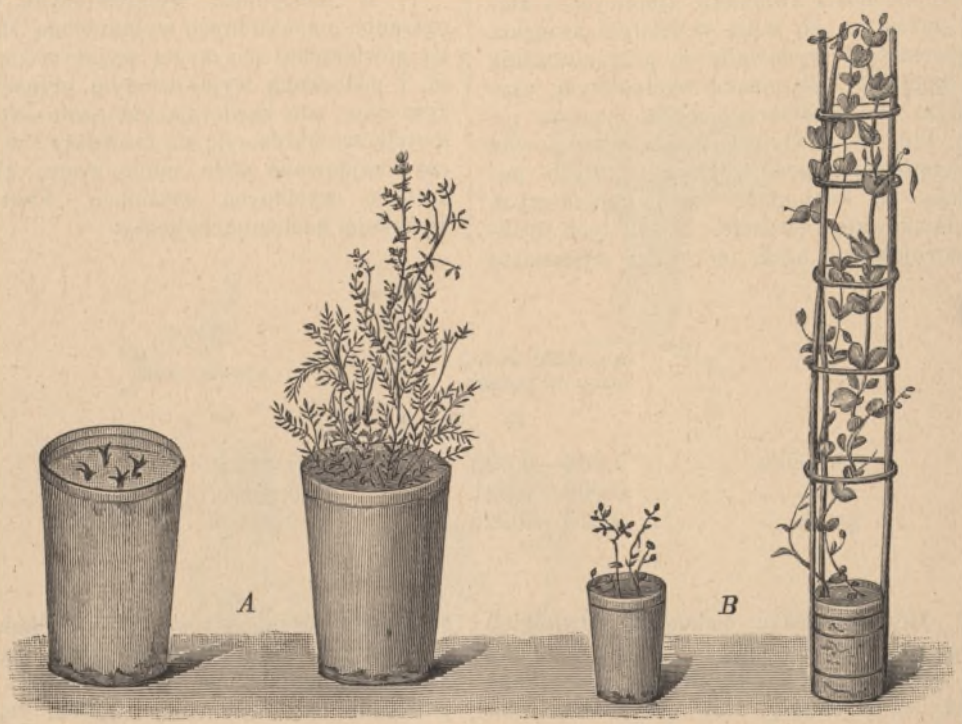
	zawartość azotu w wysianych nasionach	zawartość suchej masy w pędach	przybytek azotu
		g r a m ó w .	
seradella . .	0,001	11,686—18,190	0,330—0,421
łubin . . .	0,021	42,451—45,611	1,077—1,243
groch . . .	0,016	15,962—20,426	0,413—0,451

Skoro natomiast wyciąg wodny z ziemi wyjałowiono przed dodaniem do piasku za pomocą dłuższego ogrzewania, to tracił on zupełnie swoją moc pobudzającą i rośliny źle się rozwijały, a zawartość azotu się nie powiększała.

3. W piasku nie zawierającym prawie zupełnie azotu, wyjałowienie powstrzymuje tworzenie się na korzeniach brodawek. Jeżeli zaś piasek wyjałowiony podlać wodnym wyciągiem z ziemi uprawnej, w którym drobnoustroje nie zostały przez ogrzanie wyniszczone, to brodawki na korzeniach stale się wykształcają.

Do powyższych wniosków ostatecznych doprowadziły zgodnie wypadki otrzymane w paruset oddzielnych doświadczeniach. W obec tego niepodobna było wątpić, że *odmienne zachowanie się roślin motylkowych pod względem pobierania azotowego pokarmu, a w szczególności zdolność do bujnego, normalnego rozwoju w ziemi nie zawierającej azotowych połączeń, pozostają w ścisłym związku przyczynowym z wykształcającemi się na korzeniach brodawkami. Działanie wodnego wyciągu z ziemi uprawnej dawało się tylko objaśnić obecnością w nim tych mikroorganizmów,*

Fig. 4.



Wpływ wyciągu wodnego z ziemi na rozwój roślin motylkowych w piasku wyjałowionym bardzo ubogim w azot związany: *A* seradella, *B* groch. Rośliny silnie rozwinięte pod wpływem zakażającym wyciągu wykształciły na korzeniach obficie brodawki (wedle Hellriegla i Willfartha).

które zakażając korzenie, wywołują tworzenie się na nich brodawek. To zaś uzasadnione przypuszczenie prowadziło już wprost do przekonania, że rośliny motylkowe mają zdolność czerpania pokarmu azotowego ze źródła bezpośrednio niedostępnego dla roślin należących do innych rodzin, dzięki współżyciu, czyli t. zw. symbiozie z drobnoustrojami w korzeniowych brodawkach.

Takie poglądy wypowiedział Hellriegel na podstawie rezultatów doświadczeń wykonanych z ograniczoną liczbą roślin motylkowych, mianowicie z grochem, bobem, wyką, koniczyną czerwoną, łubinem i seradellą. Inni badacze obserwowali później zachowanie się fasoli, komonicy, lędźwianu, lucerny siewnej, lucerny chmielowej, soczewicy, dzikiej akacyi (grochodrzewu) i żarnowca z tym samym, co Hellriegel, rezultatem. Nie mogło więc już podlegać najmniejszej wątpliwości, że odmienne zachowanie się w pobieraniu pokarmu azotowego jest wszystkim roślinom motylkowym wspólne.

Pozostawała jednak jeszcze do wyjaśnienia kwestya, jakie to źródło dostarcza roślinom motylkowym posiadającym brodawki—azotu. Pod tym względem nie było do wyboru wielu przypuszczeń. Z ziemi, a raczej z piasku lub z płynów żywiących nie mogły w doświadczeniach rośliny pobierać związków azotowych, gdyż ich tam nie było. Związki azotowe znajdujące się w otaczającej atmosferze, jak było wiadomo z dawniejszych doświadczeń, nie wystarczają do należytego zaspokojenia potrzeby rośliny. *Źródłem więc szukanem, dostępnem wyłącznie dla roślin motylkowych, mógł być tylko gazowy azot atmosferyczny.*

Zupełną wiarogodność tego przypuszczenia stwierdzili już Hellriegel i Wilfarth za pomocą doświadczenia, w którem rośliny hodowano w bani szklanej w ograniczonej atmosferze, zatem w obec nadzwyczajnie małych ilości znajdujących się w niej połączeń azotowych. W tych warunkach wyrosłe rośliny motylkowe posiadały ilość azotu znacznie większą od zawartej w nasieniu, zatem musiały przyswajać azot atmosferyczny. Daleko jeszcze ściślejszy dowód, który już nie mógł pozostawiać najmniejszej wątpliwości, przyniosły w 1890 roku piękne badania Schloesing'a jun. i Laurent'a, którzy hodowali rośliny motylkowe w zamkniętych naczyniach szklanych w obecności dokładnie zmierzonej ilości gazowego azotu. W czasie rozwoju dopuszczano w miarę potrzeby niezbędny do produkcyi materyi organicznej bezwodnik węglowy oraz potrzebny do oddychania tlen. Po zakończeniu doświadczenia oznaczano pozostałą w otoczeniu roślin ilość azotu wolnego i zauważono zawsze pewien ubytek. Tak np. w doświadczeniu z grochem, którego po trzy ziarna zasiano w piasku wyjałowionym a następnie zakażonym:

	przyrząd Nr 1	przyrząd Nr. 2
Wprowadzono azotu na początku	2681,2 cm^3	2483,3 cm^3
Odnaleziono na końcu doświadczenia	2652,1 „	2457,4 „
Zatem ubyło	29,1 cm^3	25,9 cm^3
Czyli na wagę.	36,5 *mg*	32,5 *mg*

Azot nie odnaleziony w powietrzu znalazł się w prawie ściśle równej ilości na końcu doświadczenia w wyhodowanych roślinach i ziemi, jak to wskazuje następne zestawienie:

Końcowa zawartość azotu:

	przyrząd Nr. 1	przyrząd Nr. 2
w ziemi	15,1 *mg*	17,5 *mg*
w nasionach . . .	58,1 „	49,1 „
czyli razem. . . .	73,2 *mg*	66,6 *mg*

Pierwotna zawartość azotu:

	przyrząd Nr. 1	przyrząd Nr. 2
w ziemi	4,3 *mg*	4,3 *mg*
w nasionach . . .	28,3 „	28,2 „
czyli razem. . . .	32,6 *mg*	32,5 *mg*
zatem przybytek . .	40,6 *mg*	34,1 *mg*

Zgodność więc zauważonego ubytku azotu gazowego i przybytku azotu związanego w roślinach i ziemi jest jak najzupełniej zadawalająca. W obec trudności, jakie nastręcza przeprowadzenie tego rodzaju doświadczeń, różnice w liczbach są nawet zadziwiająco małe.

Doświadczenia Schloesinga i Laurenta rozwiązały ostatecznie kwestyę, czy azot gazowy może być przez rośliny motylkowe jako pokarm zużywany. W obec uzyskanych w tych doświadczeniach wypadków, musiały zniknąć wszelkie wątpliwości, jakie mogły jeszcze nasuwać badania Hellriegla i Wilfartha. Azot wolny atmosferyczny okazał się stanowczo pokarmem, wyłącznie dostępnym dla roślin motylkowych. Odkrycie to niesłychanie ważne, nie stoi przecie w rażącej sprzeczności z faktem zauważonym w doświadczeniach Boussingaulta, a przez ogół fizyologów roślinnych przez czas dłuższy uznawanym za zupełnie wiarogodny. Boussingault bowiem, chcąc mieć do doświadczeń ziemię pozbawioną zupełnie związków azotowych, silnie ją wyżarzał i w ten sposób niszczył zarodki wszelkich drobnoustrojów. Jak już obecnie nam wiadomo, w takich warunkach rośliny motylkowe nie mogły zachowywać się odmiennie niż rośliny niemotylkowe i asymilować gazowego azotu. Stąd zaś powstało nieuzasadnione mniemanie, że rośliny wyższe w żadnych warunkach nie mogą się żywić azotem atmosferycznym.

Rozpowszechnienie się tego mniemania na długi szereg lat opóźniło wyjaśnienie kwestyi wzbogacenia ziemi w azot za pośrednictwem roślin motylkowych. Podwaliną trwałą, na której można było oprzeć niewątpliwe rozwiązanie, stały się dopiero rezultaty badań Hellriegla i Wilfartha.

Odkrycie u roślin motylkowych zdolności żywienia się gazowym azotem wyjaśniło ostatecznie, z jakiego powodu te rośliny mogą zachowywać się obojętnie w obec nawozów azotowych i pozostawiając w resztkach ściernikowych i korzeniach znacznie więcej azotu, aniżeli z ziemi pobrały, wzbogacać glebę w azotowe pokarmy dostępne dla wszystkich roślin. Wiedząc, że rośliny motylkowe mogą się odżywiać azotem gazowym, z łatwością możemy obecnie objaśnić znany z praktyki fakt, że na zboża uprawiane po roślinach motylkowych nawozy azotowe działają słabiej albo też nawet pozostają bez żadnego wpływu. W nowej zdobyczy w dziedzinie fizyologii roślinnej znalazło też najzupełniejsze potwierdzenie i naukową podstawę—zapatrywanie, tak silnie bronione przez Liebiga, a z najzupełniejszym skutkiem praktycznie zastosowane przez Schultza z Lupitz, że atmosfera może dostarczać ziemi urodzajnej ilość azotu dosyć obfitą, aby można się było przy odpowiedniem zmianowaniu obejść bez nawozów azotowych. Tylko gdy dawniej przypisywano niesłusznie bardzo znaczny współudział w odżywianiu roślin uprawnych związkom azotowym znajdującym się w atmosferze, obecnie nie podlega wątpliwości, że *źródłem azotowego pożywienia dostępnem dla roślin motylkowych jest — gazowy azot powietrza.*

Zdolność żywienia się wolnym azotem nie jest właściwą wyłącznie tylko roślinom motylkowym uprawnym, lecz rozciąga się w ogóle na obie wielkie podrodziny roślin strączkowych, mianowicie czułkowych (*Mimosoideae*) i motylkowych (*Papilionaceae*). Tylko zaś rośliny strączkowe należące do trzeciej grupy cesalpiniowatych (*Caesalpinioideae*), o ile można z dotychczasowych badań wnosić, nie posiadają tej zdolności; z pomiędzy roślin nie należących do rodziny strączkowych, wykryto stanowczo zdolność czerpania wolnego azotu z atmosfery tylko u olszy i u rosnącego dziko w Europie południowej a u nas w ogrodach utrzymywanego, dosyć podobnego do białej wierzby oliwnika (*Eleagnus angustifolius*). Obie te rośliny posiadają na korzeniach brodawki, które jednak wykształcają się

pod wpływem drobnoustrojów odmiennych niż u roślin motylkowych.

Do niedawna mniemano też, że niektóre glony zielone (wodorosty) mogą pobierać azot atmosferyczny; w szczególności żyjące na wilgotnej ziemi. Mianowicie spostrzeżenia Franka oraz późniejsze Schloesinga i Laurenta popierały wiarogodność tego przypuszczenia. W najnowszych jednak badaniach nad tą sprawą Kossowicza okazało się, że glony same w czystej kulturze hodowane wcale nie asymilują gazowego azotu, zaś asymilacya możliwa jest dopiero wtedy, gdy pomiędzy komórkami glonów rozmnażają się pewne bakterye. Czy te drobnoustroje samodzielnie azot gazowy wiążą, czy też i w tym przypadku mamy do czynienia ze związkiem symbiotycznym — na to dotąd w badaniach nie znajdujemy odpowiedzi.

Pobieranie azotu wolnego przez rośliny wykształcające na korzeniach brodawki, jak również przez bakterye, jest faktem nadzwyczajnie ciekawym nietylko pod względem fizyologicznym, lecz również i pod względem chemicznym. Azot bowiem jest pierwiastkiem znanym ze swej bierności chemicznej, który z trudnością łączy się z innymi pierwiastkami. W obec tego odkrycie u istot żyjących zdolności tworzenia z azotu wolnego ciał białkowych jest niespodziewane i zadziwiające.

Brodawki korzeniowe roślin motylkowych.

Istnienie na korzeniach roślin motylkowych szczególnych narości jest faktem od bardzo dawna znanym; przyczynę istotną ich powstawania przecie przez długi szereg lat mylnie wyjaśniano, jakkolwiek niektórzy badacze w swych spostrzeżeniach wstępowali już na drogę wiodącą do wykrycia prawdy. Pierwszy botanik, który zwrócił na brodawki uwagę, Malpighi, bierze je za chorobliwe nabrzmienia wytworzone pod wpływem owadów. Następnie pojawiły się poglądy, wedle których brodawki miały być trwałą grzybnią (sclerotium) pewnych grzybów na korzeniach się osiedlających. Inni znowu badacze uważają brodawki za wytwory z tkanek samego korzenia. Z pomiędzy nich najdalej w tym kierunku poszedł Treviranus, który mówi o brodawkach, jako o niewykształconych podziemnych pączkach bulwiastych, zazwyczaj się nie rozwijających, które w pewnych warunkach wydają nowe rośliny. Dawne tego rodzaju przypuszczenia odżywają jeszcze w 1877 r. w pracy nad rozwojem czerwonej koniczyny *De Vriesa*, który uważa brodawki za przeobrażone boczne korzonki.

Pierwszy zaczątek ściślejszych badań anatomicznych nad budową wewnętrzną brodawek korzeniowych zawdzięczamy Woroninowi, który jeszcze w 1866 r. ogłosił wiele trafnych spostrzeżeń, ale co do przyczyny powstawania nie potrafił wyrobić sobie stanowczego sądu. Ważne bardzo przyczynki do historyi rozwoju brodawek przyniosła w ośm lat później praca szwedzkiego badacza Erikssona. Badacz ten pierwszy wykrył w tych miejscach w tkance korzenia, w których powstają brodawki, jakby strzępki grzybniowe, wrastające od powierzchni w głąb korzenia i gubiące się wewnątrz młodej brodawki w licznych cienkich, niekiedy węzłowo nabrzmiałych rozgałęzieniach. Na podstawie tych spostrzeżeń doszedł Eriksson do przekonania, że powstawanie brodawek jest w ścisłym związku przyczynowym z wtargnięciem właściwego grzyba, który wrasta w korzeń z zewnątrz i rozwija się w jego tkankach w postaci workowatych nitek czyli strzępków. Badacz ten stwierdził również, że utwory brodawkowe nie zdarzają się tylko wyjątkowo, lecz są w rodzinie motylkowych bardzo rozpowszechnione; znalazł on je, z wyjątkiem jednej, na korzeniach wszystkich badanych roślin. Co do fizyologicznego znaczenia brodawek nie robił Eriksson żadnych przypuszczeń.

Poglądy Erikssona przez lat dziesiątek utrzymywały się w nauce. Toczył się tylko pomiędzy uczonymi, zajmującymi się sprawą brodawek, spór co do natury grzyba dającego bodziec do ich powstawania na korzeniach, ale nie budził szerszego zainteresowania. Dopiero w r. 1884 pojawiły się zupełnie nowe zapatrywania na naturę brodawek wypowiedziane nasamprzód przez Brunehorsta. Wedle tego autora brodawki są utworem korzeni całkiem normalnym. Strzępki grzybniowe, znajdujące się w tkankach korzeni pewnych roślin, a nieistniejące całkiem u innych, nie mają żadnego związku z wykształcaniem się korzeniowych narości. Ciałka zaś podobne do bakteryi wypełniające wnętrze wykształconych brodawek, zauważone i opisane jeszcze przez Woronina, uważa Brunehorst za utwory białkowe powstające bezpośrednio z plasmy ko-

mórek, które z początku przedstawiają się w postaci podobnych do bakteryj pałeczek, a następnie przybierają kształty widlaste, gałęziste, gruszkowate lub też kuliste; ciałka te nazywa Brunehorst ze względu na ich podobieństwo do bakteryj—bakteroidami. W chwili gdy roślina zbliża się do okresu dojrzałości, bakteroidy ulegają rozpuszczeniu, a ciała białkowe tworzące je zostają zużyte do wykształcenia owoców. Równocześnie ulega wessaniu także i zawartość komórek wewnętrznego miękiszu brodawek, tak że pozostają z niego tylko puste błony komórkowe. Celu tworzenia bakteroidów nie wyjaśnił Brunehorst w sposób nie podlegający zarzutom.

Zapatrywania Brunehorsta znalazły licznych zwolenników. Potwierdzili je w swych spostrzeżeniach niemieccy botanicy Schindler, Frank, Tschirch, a z francuskich van Tieghem i Douliot. W nauce zapanowało przekonanie, że brodawki powstają na korzeniach roślin motylkowych normalnie, bez wpływu zakażającego jakiegokolwiek organizmu wkraczającego do korzeni z zewnątrz.

Badania nad istotą i budową brodawek korzeniowych były uważane zrazu za kwestyę naukową, pozbawioną ważniejszego znaczenia praktycznego i nie obudzały większego zainteresowania się wśród ogółu. Dopiero gdy doświadczenia Hellriegla i Wilfartha zwróciły uwagę na fakt, że rośliny motylkowe zdolne są żywić się wolnym azotem atmosferycznym, oraz że posiadanie tej zdolności jest ściśle zależnem od wykształcenia się na korzeniach brodawek, zajęto się gorliwie na nowo tą sprawą i w ciągu ostatnich lat dziesięciu pojawiły się liczne prace, przynoszące jeżeli już nie ostateczne rozstrzygnięcie tej ważnej kwestyi we wszystkich szczegółach, to przynajmniej wyjaśnienie, usuwające wszelkie wątpliwości co do zakaźnej natury brodawek oraz symbiotycznego ich znaczenia dla rośliny. Na szczególne odznaczenie zasługują prace Beyerincka, Prażmowskiego oraz Nobbego i Hiltnera.

Beyerinckowi zawdzięczamy przedewszystkiem poznanie natury drobnoustroju dającego powód do wykształcenia brodawek korzeniowych. Badacz ten przekonał się, że z brodawek rozmaitych roślin motylkowych dają się wyhodować pewne bakterye, które nazwał *Bacillus radicicola*. Są to maleńkie pałeczki, tak długie jak szerokie, widzialne dopiero pod mikroskopem przy silnem powiększeniu. Jak się przekonał Prażmowski, bakterye te można odnaleźć w młodych brodawkach pomiędzy bakteroidami, w wypróżnionych zaś komórkach miękiszu starych brodawek znajdują się same tylko bakterye. Z takich to starych brodawek, najłatwiej można je w czystej kulturze wyhodować.

Obecność jednakże w brodawkach bakteryj nie mogła być wystarczającym dowodem, że te drobnoustroje istotnie wywołują powstawanie brodawek. Aby pod tym względem uchylić wszelką wątpliwość, należało zbadać, czy brodawki wykształcają się pod wpływem zakażenia owemi bakteryami w czystej kulturze wyhodowanemi. Zrobili to równocześnie Prażmowski i Bréal. Okazało się w odpowiednich próbach, że istotnie zakażenie środowiska, w którem się korzenie roślin motylkowych rozwijają, bakteryami brodawkowemi, zawsze wywołuje wytworzenie się brodawek. W obec tego niepodobna było wątpić, że i w warunkach naturalnych brodawki pod wpływem pewnych, swoistych bakteryj się tworzą. Ze względu, że te bakterye mają kształt krótkich pałeczek, zmienił Prażmowski daną im przez Beyerincka nazwę *Bacillus* na *Bacterium radicicola*.

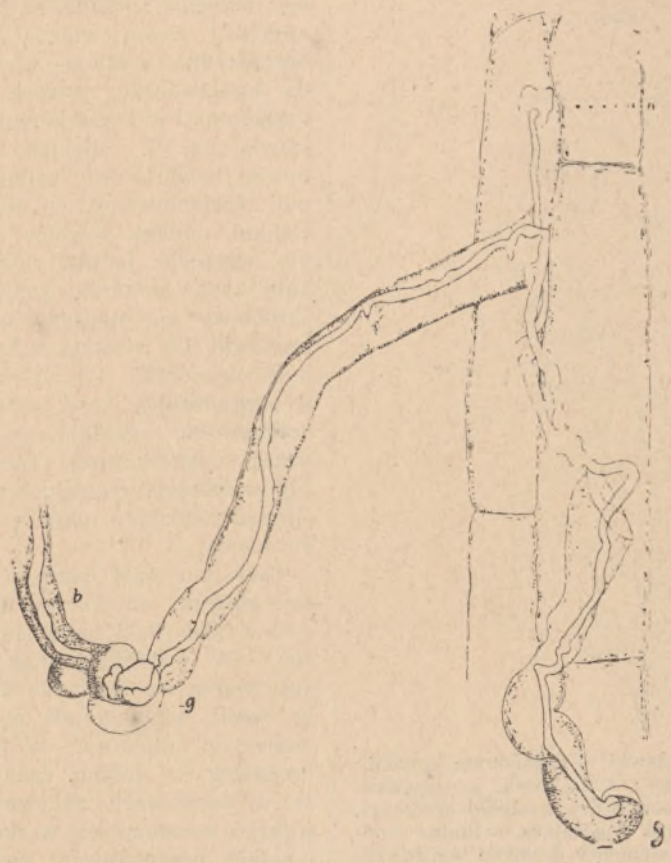
Sposobem, w jaki się zakażenie odbywa, oraz rozwojem bakteryj wewnątrz korzenia, prowadzącym do wytworzenia brodawek, zajmowało się bardzo wielu badaczów. Do najściślejszych i najbystrzejszych spostrzeżeń nad tą sprawą należą ogłoszone w pracy Prażmowskiego, na podstawie której głównie przedstawiamy w następujących ustępach szczegóły rozwoju brodawkowatych narości korzeniowych.

Miejscem pierwszego zakażenia są włoski korzeniowe. Do nich nasamprzód bakterye brodawkowe się dostają i tam rozmnażają, tworząc na wierzchołku włoska kolonię otaczającą się świecącą błoną, która przyrasta do ścianki włosa. Z tej kolonii wyrasta rychło rodzaj worka podobnego do strzępka grzybni, a wypełnionego bakteryami. Worek ten rośnie wzdłuż całego włoska, a doszedłszy do jego nasady, wrasta w komórkę; przeszedłszy przez nią, wędruje z komórki do komórki ku środkowi korzenia. W tej wędrówce worek często się rozgałęzia, w skutek czego bakterye różnemi drogami rozchodzą się w korzeniu. Rozchodzenie się w taki sposób bakteryi w korzeniu uwidoczniają fig. 5 i 6. Na fig. 5 widać dwa włoski korzeniowe z przechodzącemi wzdłuż workami, które na wierzchołkach w *g* zaczęły się rozra-

stać; do jednego z tych włosków przyrasta na wierzchołku trzeci włosek sąsiedni *b*, również mający już we wnętrzu worek bakteryjny. Na fig. 6 można obserwować rozgałęzienie się wrastających w głąb worków z komórki do komórki.

Zakażenie korzenia bakteryami wywołuje z t. zw. warstwą ochronną, otaczającą cylinder środkowy. Na fig. 6 przedstawiającej poprzeczny przekrój zakażonego korzenia, cieńsze linie są błonami świeżo wykształconych z podziału komórek. Najsilniej dzielące się komórki w warstwach kory położonych najwięcej na wewnątrz stanowią tkankę twórczą, z której w dalszym

Fig 5.



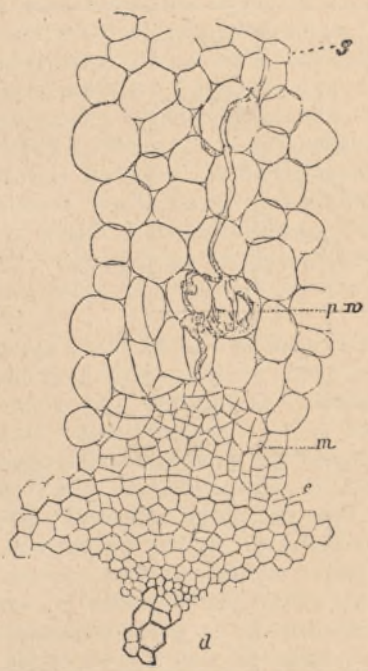
Kilka komórek naskórka korzenia grochu z dwoma włoskami i rozrosłymi w nich workami bakteryjnemi: *g* miejsca, z którego worki wyrosły; *n* jądro komórkowe oplecione workami; *b* trzeci włosek korzeniowy, również zakażony—wierzchołkiem przyrosły. Powiększenie 300 (wedle Prażmowskiego).

w miarę wnikania worków zmiany w budowie anatomicznej korzenia. Komórki leżące obok i przed komórkami, do których już bakterye się przedostały, zaczynają się dzielić; najsilniej jednakże odbywa się dzielenie, gdy wierzchołek worka zbliża się do cylindra środkowego korzenia, w kilku ostatnich warstwach kory, graniczących ciągu rozwoju powstaje brodawka. W komórkach leżących tuż przed miejscem, gdzie powstaje tkanka twórcza młodej brodawki, wydymają się worki bakteryjne w pęcherze nieregularnych kształtów (fig. 6 *pw*), wypełniające prawie zupełnie wnętrze komórek. Stąd wychodzą cienkie, delikatne odnogi, wnikają do środka brodawki i tam,

w mnożących się szybko komórkach obficie się rozgałęziają.

Komórki leżące w środkowej części brodawki, do których bakterye w workach się przedostały, tworzą tak zwany miękisz bakteroidowy. Powiększają one bardzo szybko swoją objętość, a równocześnie zawarte w nich worki rozrastają się w wydęcia i pęcherze, o ile się zdaje rozpływające się w plasmie komórkowej. Pomiędzy takiemi komórkami, zdarzają się wypełnione całkowicie nieprzezroczystą ziarnistą treścią, z których po rozgnieceniu wypływa wodnista plasma przepełniona niezmienionemi jeszcze bakteryami. Zewnętrzne komórki tkanki twórczej brodawki wykształcają się w t. zw. miękisz jasny, wolny od bakteryj i worków, który ze względu na obfitą zawartość skrobi zasługuje na nazwę „warstwy skrobiowej“. W tej to tkaninie rozgałęziają się w około środkowego miękiszu bakteroidowego wiązki łykodrzewne, będące odnogami takichże wiązek przebiegających w cylindrze środkowym korzenia i z nich pierwotnie się wykształcające. Na wierzchołku młodej brodawki znajduje się kilka warstw komórek tkanki twórczej stanowiących wegetacyjny wierzchołek. Tu skutkiem podziału tworzą się nowe komórki, które po przedostaniu się do nich worków bakteryjnych, powiększają miękisz bakteroidowy. Całą brodawkę otacza wreszcie warstwa korowa, powstająca z podziału komórek pierwotnej warstwy korowej zakażonego korzenia. Gdy brodawka silnie się rozrośnie, przedziera korę i skórkę korzenia i swoją własną warstwą korową bezpośrednio styka się z otoczeniem. Młodą brodaweczkę, jeszcze niezupełnie wykształconą i w korze korzenia ukrytą, przedstawia fig. 7. Miękisz bakteroidowy stanowią komórki *mb*, zajmujące środek, silniej zacieniowane; w nich rozchodzą się cienkie odnogi worków bakteryowych *w* nie wszędzie jednak dostrzegalne. Na około tych komórek znajduje się warstwa skrobiowa *m*, otoczona na zewnątrz korą brodawki *kb*, złożoną z bardziej spłaszczonych komórek. Po za warstwą ochronną *e*, odgradzającą korę korzenia od cylindra środkowego, znajdują się komórki drewna wiązki łykodrzewnej (naczyniowej), z której, w dalszym rozwoju brodawki, powstaną odnogi okalające miękisz bakteroidowy gęstą siecią.

Fig. 6.



Tworzenie się brodawki w zakażonym korzeniu (przekrój poprzeczny): *s* naskórek, *pw* pęcherze bakteryjne, *m* tkanka twórcza młodej brodawki, *e* warstwa ochronna otaczająca cylinder środkowy korzenia; *d* elementy drzewne wiązki łykodrzewnej. Powiększenie 120 (wedle Prażmowskiego).

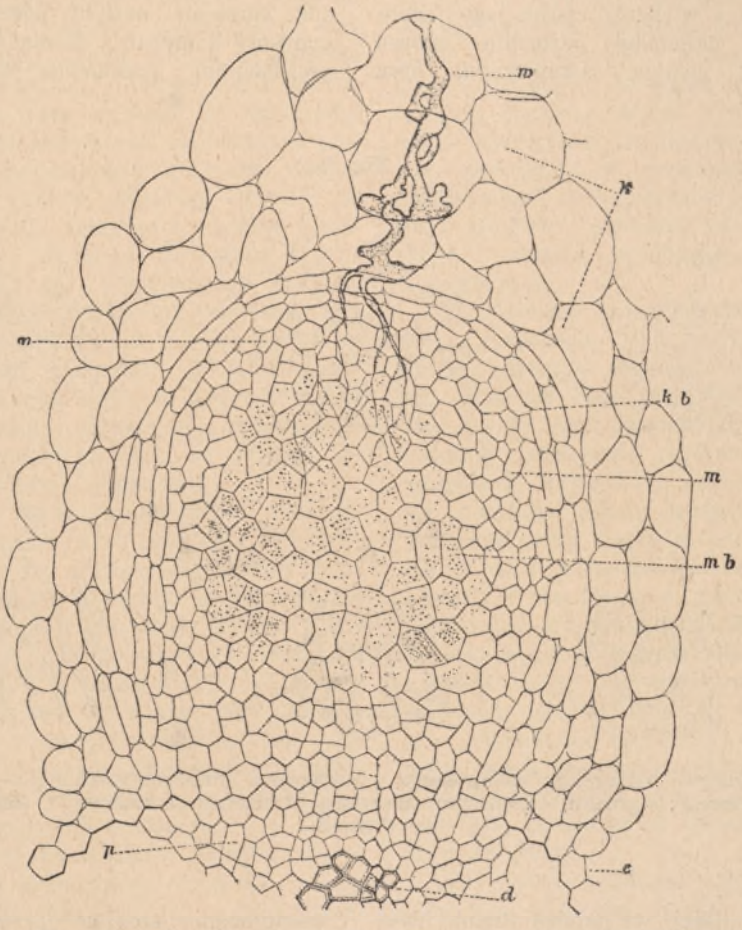
Cały ten opis rozwoju brodawki odnosi się głównie do korzeni grochu, na których Prażmowski najwięcej robił spostrzeżeń. W podobny jednak w zasadzie sposób tworzą się brodawki korzeniowe u wyki, fasoli, bobu, a jak się zdaje, także u koniczyny i lucerny. W tworzeniu się zaś brodawek u łubinu zachodzi ta różnica, że w korzeniach zakażonych nie można wykryć wrastających worków z bakteryami i należy przypuszczać, że bakterye bezpośrednio w tkance korzenia wędrują i doszedłszy do pewnej głębokości wywołują powstanie brodawki. Wykształcanie się brodawki jest u łubinu także trochę odmienne, mianowicie tkanka twórcza nie powstaje na wierzchołku brodawki, lecz na całej powierzchni półksiężycowatego miękiszu środkowego, wskutek czego rozrastająca się brodawka coraz więcej obejmuje korzeń i coraz większą powierzchnią do niego przylega. Brodawki takie, stanowiące odrębny typ, są właściwe tylko różnym gatunkom łubinu.

Podczas rozrostu miękiszu brodawkowego, ścianki pęcherzy powstałych wskutek na-

brzmienia cienkich odnóg worków bakteryowych rozpływają się i bakterye wchodzą w bezpośrednie zetknięcie z plasmą komórek. Zrazu zachowują one jeszcze w tych nowych warunkach pierwotny kształt pałeczek i prawdopodobnie mogą się jeszkształtujące się związki białkowe. W niektórych tylko komórkach ścianki worków nie ulegają rozpuszczeniu, a zawarte w workach bakterye nie przemieniają się w bakteroidy.

Bakteroidy brodawkowe wyróżniają się

Fig. 7



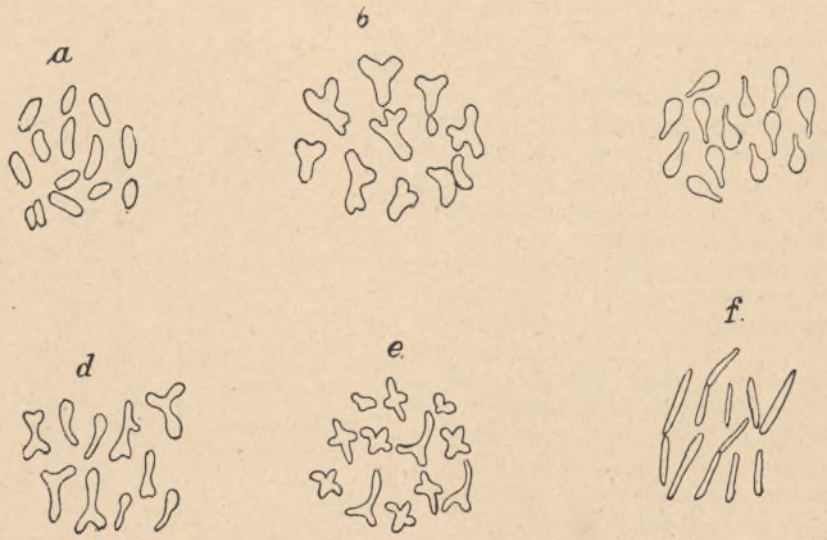
Przekrój poprzeczny młodziutkiej brodawki jeszcze nie wykłutej z korzenia: *w* worki bakteryjne i pęcherze, *k* komórki kory korzenia, *kb* kora brodawki, *mb* miękisz bakteroidowy, *m* tkanina twórcza wydająca poniżej wierzchołek wegetacyjny brodawki, warstwę skrobiową i wiązki łykodrzewne, *e* warstwa ochronna cylindra środkowego, *d* elementy drewna. Powiększenie 160 (wedle Prażmowskiego).

cze przez jakiś czas mnożyć. W miarę jednak jak pobyt ich w plasmie się przedłuża, siła wegetacyjna ustaje i bakterye przemieniają się na bakteroidy, to jest na te ciałka, które Brunehorst opisał jako martwe, z protoplasmy komórek korzenia od tworzących je bakteryj gałęzistymi lub nabrzmiałymi kształtami, odmiennymi u rozmaitych roślin, jak to widać na fig. 8 przedstawiającej bakteroidy grochu, koniczyny czerwonej i lucerny chmielowej. W postaci mało zmienionych, nierozgałę-

zionych pałeczek występują bakteroidy u fasoli (fig. 8).

W chwili gdy bakterye uwalniają się w miękiszu z worków, co często odbywa się jeszcze przed wykłuciem lub w chwili wykłucia brodawek na zewnątrz korzenia, w komórkach obok bakteryj pojawiają się bardzo liczne ziarnka skrobiowe (krochmalu), podlegające rozpuszczeniu. Na koszt tej skrobi, przez roślinę dostarczonej, najwidoczniej odżywiają się bakterye. Gdy miękisz bakteroidowy zupełnie się rozwinie, skrobia z większej części jego komórek znika, natomiast pozostaje zawsze w miękiszu jasnym zewnętrznym oraz wraz z błonami za wytwór rozwoju samych bakteryj, które w ten sposób bronią się przed grożącą im przedwczesną przemianą pod wpływem plasmy komórek korzenia na bakteroidy i zyskują możność swobodnego rozmnażania się. Przemawiałoby za tem spostrzeżenie, że w komórkach miękiszu środkowego uwolnione, z workówpo rozpuszczeniu błon, bakterye rychło zmieniają kształty i przechodzą w bakteroidy. Natomiast wedle zapatrywań innych autorów, worki wprowadzające bakterye w głąb tkanek korzenia miałyby powstawać głównie z plasmy komórek. Za tem ostatniem przypuszczeniem przemawia w szczególności

Fig. 8.



Bakterye i bakteroidy brodawkowe: *a* bakterye z brodawek grochu, *b* — *f* bakteroidy: *b* grochu, *c* koniczyny czerwonej, *d* lucerny chmielowej, łubinu, *f* fasoli.

w znacznej ilości w pobliżu tkanki twórczej, na wierzchołku brodawki się znajdującej.

Co się tyczy samej natury worków bakteroidowych, to pod tym względem, jak i w wielu innych jeszcze szczegółach, zdania badaczów są podzielone. Jak wykazały badania, worki te oddzielone są od plasmy komórek, w których przebiegają, błoną grubą i trudną do rozpuszczenia, na starszych częściach worków zaś cienką i łatwo się rozpuszczającą, częściowo nawet w wodzie, na młodszych i delikatnych odnogach. Prażmowski uważa owe worki spostrzeżenie zrobione przez Nobbego i Hiltnera, że bakterye wyhodowane z brodawek łubinu, które w korzeniach tej rośliny nigdy worków nie tworzą, — zaszczepione na korzeniach grochu wrastają w workach dla tej rośliny pospolitych. Wskazywałoby to, że na tworzenie się worków ma wpływ główny roślina a nie same bakterye, gdyż trudno przypuścić, aby bakterye brodawkowe łubinu, znalazłszy się w tkankach korzenia grochu, tak rychło zmieniły sposób swojego rozwoju. Wedle wreszcie innego jeszcze sposobu widzenia, wnętrze worków miałoby się

składać z rozrastającej się zooglealnej kolonii bakteryj, podczas gdy błony worków tworzyłaby sama roślina, w ten sposób starająca się odgraniczyć od wkraczającego obcego organizmu. Tak tę rzecz przedstawia mianowicie Möller, opierając się głównie na spostrzeżeniu Kocha, że ściany worków bakteryjnych utworzone są z błonnika (cellulozy).

Sposób powstawania bakteroidów z bakteryj nie jest również dotąd dostatecznie wyjaśniony. Sądzono dawniej, że kształty widlaste i rozgałęzione powstają wskutek nieregularnego rozrostu pojedynczych pałeczek bakteryj. Nowe jednak spostrzeżenia nad tą kwestyą, zrobione przez Nobbego i Hiltnera każą mniemać, że bakteroidy są skupieniami dzielących się bakteryj, które wskutek doznania pod wpływem rośliny pewnego osłabienia, zatracają zdolność do swobodniejszych, żwawszych ruchów i rozmnażając się, trzymają się razem w gromadkach (fig. 8). Rozgałęzione kształty mają mianowicie bakteroidy wówczas, gdy dzielenie się bakteryj nie odbywa się w kierunku długości pałeczek. W takich skupieniach bakterye tylko do pewnego czasu zachowują swoją egzystencyę, a następnie ulegają degeneracyi, tak że trudno się ich w bakteroidach dopatrzeć.

Przemiany rozwojowe brodawki uwidoczniają się zmianą barwy miąższu. Brodawki bardzo młode, drobne, mają barwę białą połyskującą, a na przekroju są jednostajnie białe lub co najwyżej mają środek ciemniejszy nieco. Na brodawkach starszych przekrojonych w kierunku długiej osi, miąższ ma barwę białawą lub szarą tylko na części młodej wierzchołkowej, podczas gdy w środku i u nasady brodawka ma barwę mięsną. Sama brodawka na zewnątrz jest koloru różowego lub cielistego.

Powstaniem bakteroidów zamyka się okres rozwoju postępowego brodawki, a rozpoczyna okres dekadencyjny, — wypróżniania miękiszu bakteroidowego. Nastanie tego okresu uwidocznia na zewnątrz zmiana zabarwienia brodawek, które z cielistych stają się zielonawo-szare, nasamprzód w części najstarszej, a więc koło nasady. Na przekrojonej w tem stadyum rozwoju brodawce w kierunku osi dłuższej, miąższ na wierzchołku jest białawy, w środku ma barwę mięsną, a przy nasadzie szarą z zielonawym odcieniem. Wówczas w najstarszej części brodawki komórki miękiszu przeważnie pozbawione są już treści: niema w nich bakteroidów, plasma w znacznej części znikła, niema jąder komórkowych, a wypełnia wnętrze komórek głównie sok komórkowy, zielonawo lub nawet wyraźnie zielono zabarwiony; stąd też pochodzi zmiana zabarwienia w tej samej części brodawki. Sposób znikania bakteroidów wyjaśnia obserwacya mikroskopowa komórek niezupełnie wypróżnionych, leżących w nieco młodszej części brodawki. Najwidoczniej zostają one pod wpływem plasmy komórek rozpuszczone i wessane, gdyż tracą swoje wyraźne zarysy, stają się bardzo blade, tak że dostrzedz je trudno, a wreszcie zupełnie nikną. Pomiędzy najliczniejszemi, zupełnie wypróżnionemi z bakteroidów i plasmy komórkami, można jednakże dostrzedz takie, które zawierają wyraźne worki i pęcherze zapełnione bakteryami, niedoznającemi widocznie przeszkody w rozmnażaniu z powodu nieobecności w komórkach plasmy. Błony tych worków i pęcherzy łatwo się rozpływają i bakterye przedostają się do soku komórkowego.

Wypróżnianie takie miękiszu bakteroidowego, rozpoczęte w najstarszej części brodawki, postępuje stopniowo ku wierzchołkowi. Podczas tego brodawka rośnie jeszcze szybko na wierzchołku, grubieje, a wskutek przerwania wzrostu w pewnych miejscach, najczęściej, osobliwie u grochu, się rozwidla. Skoro brodawki ulegną prawie zupełnemu wypróżnieniu, zagnieżdżają się w nich gąsienice rozmaitych owadów, węgorki i inne drobne zwierzątka. Przez nagryzione miejsca dostają się wówczas do wnętrza najrozmaitsze drobnoustroje, w szczególności różne bakterye gnilne. Pod ich wpływem miąższ brodawki ulega rozkładowi i zmienia się szybko na mazistą, cuchnącą masę, otoczoną nienaruszonemi warstwami korowemi. Po zgniciu brodawek bakterye brodawkowe dostają się napowrót do ziemi.

Cały rozwój brodawki i jej budowa anatomiczna wskazują zatem, jak to słusznie zauważył Prażmowski, że nie są one bynajmniej utworem chorobliwym, dla rośliny szkodliwym, albo też co najmniej bezużytecznym. W korzeniu zakażonym można dostrzedz w komórkach, do których bakterye nie zdołały jeszcze się przedostać, jakby przygotowanie zawczasu na ich przyjęcie odpowiedniego siedliska. W zetknięciu z plasmą komórek grozi bakteryom utrata siły wegetacyjnej i przemiana na bakteroidy; — aby się to przedwcześnie nie stało, bakterye wędrują przez komórki w obłonionych workach i pęcherzach, z których

dostają się do wnętrza komórek dopiero po obfitem rozmnożeniu się, Roślina otacza siedliska bakteryj i bakteroidów gęstą siecią wiązek łykodrzewnych, któremi wędrują do brodawki materye organiczne przeznaczone na wyżywienie bakteryi. Roślina tuczy je niejako, aby odnieść z nich korzyść, a pożyteczne dla rośliny produkty pracy bakteryj czy też bakteroidów tą samą drogą ku miejscom zapotrzebowania odchodzą. Nic więc w ogóle w ustroju brodawki i wzajemnem zachowaniu się względem siebie korzenia i bakteryj nie znamionuje stosunku stanowczo wrogiego—obronnego z jednej, a wyłącznie pasorzytnego z drugiej strony. Przeciwnie, do pewnego przynajmniej czasu wszystko zdradza istnienie wymiany usług. Ostatecznie jednak roślina zdaje się opanowywać bakterye, które w przeważnej ilości zamienione na bakteroidy ulegają rozpuszczeniu w komórkach korzeni, podczas gdy stosunkowo bezporównania mniejsza ich ilość, uchroniwszy się do końca w workach przed zagładą, powraca do ziemi, by w przyszłości na nowych pokoleniach roślin się osiedlić. Mamy więc tu do czynienia z wyraźnem, a niesłychanie ciekawem zjawiskiem — symbiozy. Korzyść wynikająca dla rośliny jest widoczna, skoro zakażona, wykształcająca brodawki może się zupełnie obejść bez pobierania z ziemi związków azotowych. Co się zaś tyczy bakteryj, to chociaż ostatecznie zwyciężone, nie wychodzą bez pożytku, skoro znajdują w korzeniu pożywienie i warunki sprzyjające szybkiemu rozmnażaniu się i nie są narażone na doszczętną zagładę. *Brodawki można zatem uważać słusznie za narząd służący do przyswajania azotu wolnego.*

Zakażeniu bakteryami brodawkowemi podlegają wyłącznie korzenie młode, do korzeni zaś starszych, nie posiadających już włosków, bakterye nie mogą wkraczać. Dla tego to, gdy warunki z jakiegokolwiek bądź powodu nie sprzyjają zakażeniu, brodawki powstają na korzonkach najwyższych rzędów; tymczasem u roślin, do których bakterye zdołały się wcześnie przedostać, znajdują się brodawki na korzeniu głównym i na pierwszych jego rozgałęzieniach. O ile się zdaje, rośliny, które uległy zakażeniu i wykształciły brodawki, mogą się dzięki asymilacyi gazowego azotu do tego stopnia wzmocnić, że w dalszym swoim rozwoju opierają się zakażeniu, w skutek czego na młodszych rozgałęzieniach korzeni brodawki albo wcale się nie znajdują, albo też bez porównania mniej obficie.

Skoro zakażenie korzeni nastąpi, zrazu odbija się to niekorzystnie na rozwoju nadziemnych organów rośliny. Nowe liście tworzą się wolniej, przytem mają mniejsze rozmiary niż u roślin niezakażonych. Jeżeli rośliny rosną w ziemi ubogiej w związki azotowe, to u osobników zakażonych dolne liście prędzej bledną i żółkną, oddając swe materyały plastyczne do budowy nowych liści, powstających w ten sposób na koszt starszych, ginących. Taki stan rzeczy trwa jednak tylko przez pewien czas stosunkowo krótki, kilka lub kilkanaści dni, poczem rośliny zakażone przybierają ciemniejszą zieloną barwę i zaczynają w widoczny sposób bujniej się rozwijać, i to trwa już do końca wegetacyi. Przyczyną tego chwilowego powstrzymania rozwoju, czyli tak zwanego peryodu głodowego jest niezawodnie ta okoliczność, że roślina, zanim zacznie ciągnąć korzyść z symbiozy z bakteryami brodawkowemi, oddaje znaczną ilość własnych odżywczych materyałów na łup bakteryom, z uszczerbkiem dla własnej wegetacyi. Dopiero zaś wówczas, gdy pobieranie wolnego azotu rozpocznie się w odpowiednio rozwiniętych brodawkach i roślina zyska możność odżywiania się ciałami białkowemi, wytworzonemi w brodawkach z dostarczanych przez roślinę węglowodanów i azotu atmosferycznego, następuje stanowcza zmiana i korzyść z symbiozy staje się widoczną. W obec tego ów peryod głodowania musi trwać tem dłużej, im później rozpocznie się właściwa funkcya brodawek. Jeżeli natomiast brodawki dojdą do odpowiedniego wykształcenia, zanim jeszcze wyczerpią się materyały rezerwowe w liścieniach zawarte, to roślina, jak to spostrzeżenia stwierdzają, peryodu głodowego może wcale nie przechodzić.

Co się tyczy wypróżnienia brodawek, to następuje ono w różnej porze, zależnie od tego, czy zapas związanego azotu jest w ziemi mniej lub więcej obfity. Jeżeli związków azotowych przyswajalnych prawie wcale w ziemi niema, to wypróżnienie odbywa się bardzo wcześnie, wnet po skończonym okresie kiełkowania. Natomiast w ziemi obfitującej w azot związany można znaleźć na korzeniach roślin motylkowych brodawki wcale jeszcze nie wypróżnione podczas okresu kwitnięcia lub nawet dojrzewania nasion.

Dodać tu wreszcie jeszcze należy, że u roślin obficie uposażonych w brodawki korzeniowe zauważono niekiedy późniejsze dojrzewanie nasion, a nawet słabszą ich produkcyę przy silnym natomiast rozwoju organów wegetacyjnych czyli łodyg i liści. Pod tym względem działanie brodawek byłoby podobne do wpływu, nieraz dostrzeganego, nadmiernej dawki nawozów azotowych, co zatem stoi w zupełnej zgodzie z ich główną funkcyą — zaopatrywania rośliny w azot czerpany z powietrza.

Rasy bakteryj brodawkowych.

W doświadczeniach wykonanych przez Hellriegla nad asymilacyą azotu wolnego przez rośliny strączkowe dały się już zauważyć pewne fakty, wskazujące, że pomiędzy bakteryami brodawkowemi roślin należących do rozmaitych rodzajów zachodzą pewne różnice. Tak np. przekonano się, że wyciąg wodny uzyskany z ziemi, która regularnie służyła do uprawy grochu i różnych koniczyn, wpływał bardzo korzystnie na rozwój grochu, wyki, bobu i koniczyny w ziemi nie zawierającej pokarmu azotowego, podczas gdy na łubinie i seradelli zupełnie nie skutkował. W badaniach późniejszych spostrzeżenia tego rodzaju się mnożyły. Beyerinck zauważył, że seradella uprawiana w ogrodach nigdy niema brodawek, nawet i wówczas, gdy rośnie wśród wyki, mającej na korzeniach brodawki bardzo liczne. Prażmowskiemu nie udało się uzyskać brodawek na korzeniach łubinu, zakażonego czystą kulturą bakteryj brodawkowych grochu itp.

Wszystkie takie spostrzeżenia kazały mniemać, że z różnemi roślinami motylkowemi żyją w symbiozie pewne odrębne gatunki lub też może tylko odmiany drobnoustrojów brodawkowych, ale kwestya stanowczo nie była rozwiązana. Dopiero badania podjęte w tym kierunku przez Nobbego i Hiltnera rzuciły na tę sprawę, nie pozbawioną ważniejszego praktycznego znaczenia—jaśniejsze światło.

W pierwszych doświadczeniach Nobbego uzyskano rezultaty zgodne z dawniejszemi spostrzeżeniami. Okazało się mianowicie, że istotnie bakterye pochodzące z brodawek rozmaitych rodzajów roślin strączkowych—nie jednakowo łatwo zakażają pewną jakąś roślinę i pobudzają ją do wykształcenia brodawek. Nasamprzód zauważono, że bakterye brodawkowe grochu i dzikiej akacyi (grochodrzewu) nie mogą się wzajemnie zastępować, natomiast bakterye łubinowe wywołały powstawanie brodawek na korzeniach grochowych i umożliwiły pobieranie gazowego azotu. Różnice te wykazuje wyraźnie porównanie następnych liczb, oznaczających przybytki azotu i materyi organicznej w roślinach, w różny sposób zakażanych, hodowanych w szklanych wazonach, w wyjałowionym piasku, zmieszanym z małą ilością torfu.

1. U dzikiej akacyi zakażonej czystą kulturą z brodawek:

	przyrost azotu	przyrost substancyi organicznej
	miligramów	
dzikiej akacyi . .	112,5	3489
grochowych . . .	1,1	132

2. U grochu zakażonego czystą kulturą bakteryj:

	przyrost azotu	przyrost substancyi organ.czn.j
	miligramów	
z brodawek grochowych	46,6	1513
z ziemi z grochowczyska	54,6	1634
z brodawek łubinowych	24,3	889
„ dzikiej akacyi	— 3,5	273
z ziemi z pod dzikiej akacyi	— 3,4	214

W innem znowu doświadczeniu zauważono na akacyi dzikiej znacznie szybszy wpływ zakażenia bakteryami brodawkowemi swoistemi, aniżeli pochodzącemi z brodawek krzewu *Caragana arborescens*; natomiast bezskutecznem okazało się zakażanie bakteryami brodawkowemi grochu, wyki płotowej i lucerny siewnej. Na grochu przeciwnie powstawały brodawki po zakażeniu bakteryami z grochu i wyki płotowej, zaś bakterye brodawkowe dzikiej akacyi, caragany i lucerny były bez żadnego wpływu. Bakterye wyhodowane z brodawek grochu i wyki były w stanie zakazić ko-

rzenie lędźwianu, do czego nie były zdolne bakterye grochodrzewu.

Ponieważ na zakażenie korzeni i wykształcenie brodawek do pewnego stopnia wpływa obecność lub też brak w ziemi związków azotowych, próbowano w jednej seryi doświadczeń Nobbego i Hiltnera, jak się zachowują bakterye brodawkowe grochu i dzikiej akacyi w obec roślin motylkowych należących do rozmaitych rzędów, a hodowanych w ziemi *nie pozbawionej połączeń azotowych*, zatem w warunkach pod tym względem zbliżonych do naturalnych. Uzyskane rezultaty są zebrane w podanym poniżej spisie, gdzie znak ∞ oznacza wykształcenie bardzo licznych normalnych brodawek, znak o — zupełny brak brodawek, znak × — obecność na korzeniach nielicznych brodawek, nie na wszystkich korzeniach wykształconych, wreszcie znak ⁎ — brodawki liczne, lecz mniejsze niż dla tej samej rośliny oznaczone znakiem ∞.

		Zakażenie bakteryami grochu	Zakażenie bakteryami grochodrzewu
a) Genisteae:	Żarnowiec (Sarothamnus scoparius) . .	o	o
	Szczodrzenica (Cytisus Laburnum). . .	o	o
	Złotochróst (Ulex europeus)	o	o
	Łubin żółty (Lupinus luteus)	o	o
	„ wąskolistny (Lupinus angustifolius)	o	o
b) Trifolieae:	Koniczyna czerwona (Trifolium pratense)	o	×
	Inkarnatka (Trifolium incarnatum). . .	×	o
	Nostrzyk (Melilotus alba)	o	×
	Lucerna siewna (Medicago sativa). . .	o	o
	„ chmielowa (Medicago lupulina) .	o	o
c) Loteae:	Komonica (Lotus corniculatus)	o	o
	Przelot (Anthyllis vulneraria)	o	o
d) Galegeae:	Robinia (Robinia pseudodacacia) . . .	o	∞
	Moszenka (Colutea arborescens) . . .	o	o
e) Hedysareae:	Seradella (Ornithopus sativus)	o	o
f) Vicieae:	Bób (Vicia faba)	∞	o
	Wyka piaskowa (Vicia villosa)	∞	o
	„ szorstka (Vicia hirsuta)	∞	o
	Soczewica (Ervum lens)	∞	o
g) Phaseoleae:	Fasola zwykła (Phaseolus vulgaris) . .	∞	⁎
	„ kwiatowa (Phaseolus multiflorus).	∞	⁎

Okazuje się zatem z przeglądu wypadków powyższego doświadczenia, że bakterye brodawkowe pewnej rośliny mogą zakażać stosunkowo łatwo korzenie innych roślin motylkowych, bliżej z nią spokrewnionych, tymczasem zachowują się obojętnie w obec roślin należących do innych podrodzin. Tak np. bakterye wyhodowane z brodawek grochowych dały powód do wykształcenia brodawek u wszystkich roślin z podrodziny wykowatych oraz pokrewnej—fasolowatych, roślin zaś z innych podrodzin nie zakażały. Ciekawą jest przytem rzeczą, że bakterye grochu, rośliny na której bakterye łubinowe wykształcają brodawki, na łubin nie działają, co i w innych doświadczeniach zauważono. Co się znowu tyczy bakteryj robiniowych, to zastanawiać musi, że wywołały one powstawanie brodawek na obu gatunkach fasoli, gdy tymczasem były bez wpływu na spokrewnioną z robinią moszenkę. Czy bakterye brodawkowe grochu istotnie zakażały korzenie inkarnatki, a robiniowe—korzenie koniczyny czerwonej i nostrzyku, tego nie można stanowczo twierdzić w obec okoliczności, że rośliny te mogły uledz wypadkowemu zakażeniu.

Na podstawie takich spostrzeżeń możnaby mniemać, że istnieją w naturze rzeczywiście jakieś odrębne rodzaje lub gatunki bakteryj brodawkowych. Przeciwko temu jednakże przypuszczeniu przemawia w szczególności zauważony przez Nobbego w doświadczeniu innem fakt, że w piasku *niezawierającym azotu* mogą ostatecznie, jakkolwiek znacznie później, powstać brodawki, w skutek zakażenia bakteryami, pochodzącemi z roślin nie spokrewnionych bliżej z rośliną zakażoną. Tak np. u grochodrzewu wykształcały się w tych warunkach brodawki po zakażeniu bakteryami pochodzącemi z akacyi (należącej do czułkowatych), jak również z grochu i wyki. Tak samo na korzeniach akacyi powstały brodawki pod wpływem bakteryj brodawkowych grochodrzewu, wyki oraz grochu. W takich jednakże przypadkach wykształcają się brodawki znacznie mniejsze, które prawie wcale nie dopomagają roślinie do rozwoju w ziemi pozbawionej azotu związanego, zatem nie czynią jej zdolną do korzystania z gazowego azotu atmosferycznego.

Zebrawszy w swoich doświadczeniach takie, na pozór nawet sprzeczne spostrzeżenia, dochodzą ostatecznie Nobbe i Hiltner do wniosku, że wszystkie badane bakterye brodawkowe, pochodzące z rozmaitych roślin strączkowych, nawet z czułkowatych należą do jednego gatunku *Bacterium radicicola*. Bakterye te jednakże mogą pod wpływem rośliny, w której korzeniu żyją, tak się zmienić, że potomstwo ich będzie posiadało pełną siłę działania tylko w obec roślin bliżej spokrewnionych z ową macierzystą rośliną, zaś na roślinach należących do innych grup, wpływ ich będzie w mniejszym lub wyższym stopniu słabszy. Jeżeli więc bakterye pochodzące z brodawek pewnej rośliny w obec jednych roślin okazują się skuteczne, zaś na inne nie działają, to fakt ten jest tylko następstwem posiadanej przez wszystkie w ogóle bakterye zdolności przystosowywania się do warunków, w jakich żyją, przyczem wykształcają się pewne rasy lub formy, różniące się mniej lub więcej w swojem fizyologicznem zachowaniu.

Zapatrywanie Nobbego i Hiltnera ma niewątpliwie wiele za sobą, jednakże niepodobna twierdzić, aby było już poparte dostatecznymi dowodami. Fakt bowiem, że pewne bakterye mogą na różnych roślinach się osiedlać i wywoływać powstanie na korzeniach brodawek, nie rozstrzyga jeszcze stanowczo kwestyi, czy istnieje tylko jeden gatunek bakteryj brodawkowych, czy też liczniejsze odrębne gatunki. Odpowiedź, nie podlegającą zarzutom, mogą dopiero dostarczyć mikroskopowe badania morfologiczne nad rozwojem tych drobnoustrojów.

Sposób przyswajania gazowego azotu.

Odkrycie że rośliny motylkowe, a właściwie groszkowe, posiadające na korzeniach brodawki, są zdolne żywić się azotem gazowym, wyjaśnia tylko skutek i przyczynę całego procesu, a równocześnie stawia przed badaczem długi szereg kwestyj odnoszących się do całego mechanizmu, jak i chemizmu przyswajania wolnego azotu — pierwiastku, trudno z innymi chemicznie się łączącego.

Przedewszystkiem nasuwa się samo przez się pytanie, gdzie tkwi zdolność asymilacyi wolnego azotu; czy w samej roślinie, czy w bakteryach, czy też wreszcie jest ona wypływem wzajemnie się uzupełniających funkcyj obu tych ustrojów? Ważną tę kwestyę próbował wkrótce po pojawieniu się pracy Hellriegla i Wilfartha rozwiązać Frank na następujących podstawach. Zdolność pobierania gazowego azotu jest wspólną wszystkim roślinom, tak wyższym jak i niższym, lecz objawia się dopiero wtedy, gdy roślina wyjdzie z wieku młodocianego i dostatecznie wzmocni wszystkie swoje organa wegetacyjne, a w szczególności asymilacyjny aparat liściowy; im bardziej intensywnie to nastąpi, tem większą jest możność asymilacyi niezwiązanego azotu. Zapas pokarmu azotowego złożony w nasieniu nie wystarcza żadnej roślinie do dobrego przetrwania tego okresu, w którym azot wolny nie może być jeszcze asymilowany. Różnica zaś istniejąca między roślinami motylkowemi i niemotylkowemi polega tylko na tem, że te ostatnie potrzebują koniecznie pewnej ilości azotu związanego, aby przebyć okres młodociany i silnie się rozwinąć, podczas gdy rośliny motylkowe, dzięki istniejącej w brodawkach symbiozie z bakteryami, znacznie wcześniej zaczynają przyswajać gazowy azot i wskutek tego normalnie się rozwijają w pierwszej młodości, nawet w ziemi zupełnie niezawierającej połączeń azotowych. Bakterye mają przytem odgrywać tylko rolę bodźca podrażniającego roślinę do rychlej-

szego rozbudzenia rozwinięcia czynności jej samej właściwej.

Zapatrywania tego rodzaju nie zdołały się utrzymać. Pozbawiły ich wszelkiej podstawy przedewszystkiem doświadczenia wykazujące, że żadna roślina, która nie jest zdolna wykształcić na swych korzeniach brodawek, nie może obejść się bez związków azotowych i nie pobiera azotu niezwiązanego. Wprawdzie doświadczenia Franka wydały odmienne rezultaty, jednakże

Fig. 9.

A



A korzeń grochodrzewu (dzikiej akacyi) wyhodowanego w ziemi zawierającej pokarm azotowy; w małych brodawkach znajdują się wyłącznie bakteroidy.

z powodu pewnych poważnych braków, nie posiadają siły dowodowej i w obec innych, więcej wiarogodnych, muszą ustąpić. To samo da się również powiedzieć o próbach Liebschera, na podstawie których autor doszedł do przekonania, że gorczyca pobiera gazowy azot równie obficie, jak rośliny motylkowe (patrz „Rola“).

Ponieważ, jak się to jeszcze w doświadczeniach Hellriegla okazało, rośliny motylkowe hodowane w takich warunkach, w których brodawki nie mogą się na ich korzeniach wytworzyć, nie pobierają wcale z atmosfery wolnego azotu, nawet i wówczas, gdy za pomocą małej dawki nawozu azotowego ułatwi się im przebycie młodocianego okresu rozwoju,—należało przypuszczać, że czynnikiem czerpiącym z powietrza wolny azot są bakterye, zaś roślina, dająca bakteryom gościnny przytułek, korzysta tylko z ich funkcyi, od chwili, gdy bakteroidy zaczynają się rozpuszczać, a komórki miękiszu środkowego brodawek z treści wypróżniać. Zapatrywanie to jednak, pierwotnie przez wszystkich prawie fizyologów podzielane, nie było bez zarzutu. Przedewszystkiem stał z niem w sprzeczności fakt, że ogólna zawartość azotu znajdująca się we wszystkich brodawkach, jakkolwiek brodawki obfitują w związki azotowe, jest stosunkowo wcale nieznaczna w porównaniu z przybytkiem azotu odnajdowanym w roślinie. Przeciwko przyjęciu tego za-

patrywania do pewnego stopnia przemawiało również spostrzeżenie, że bakterye brodawkowe, hodowane w sztucznych kulturach po za rośliną, pobierają azot gazowy w bardzo nieznacznej ilości. W obec tego istnienie w funkcyi pobierania wolnego azotu pewnego współdziałania ze strony rośliny dającej przytułek bakteryom, wydawało się wielce prawdopodobnem. Jeżeli można było mieć w tej mierze początkowo pewne wątpliwości, to wypadki najnowszych badań Nobbego i współpracowników w znacznym stopniu je usuwają.

W doświadczeniach Nobbego, podejmowanych głównie w celu zbadania, czy istnieją odrębne gatunki drobnoustrojów brodawkowych, wyszła mianowicie przypadkowo na jaw zależność pomiędzy przemianą bakteryj na bakteroidy, a pobieraniem azotu z atmosfery. W pewnych kulturach grochu zakażonego swoistemi bakteryami brodawkowemi zauważono zupełny brak wpływu zakażenia na rozwój roślin, jakkolwiek na korzeniach powstały liczne i niezwykle wielkie brodawki. Przeciwnie rośliny zakażone rosły nawet gorzej aniżeli niezakażone; po rozkopaniu znaleziono u osobników zakażonych korzenie daleko słabiej rozwinięte. Badania zaś mikroskopowe wykazały w brodawkach zupełny brak bakteroidów, natomiast niezmienione bakterye w bardzo obfitej ilości; komórki miękiszu środkowego broda-

Fig. 9.

B



B korzeń grochodrzewu wyhodowanego w ziemi pozbawionej pokarmu azotowego; brodawki wielkie mieszczą w sobie przeważnie niezmienione bakterye obok nielicznych bakteroidów w pierwszych stadyach kształtowania się.

wek były niemi przepełnione. Jeżeli zaś grochy zakażone rosły w ziemi zawierającej pewną ilość związków azotowych, to dobrze się rozwijały, a na korzeniach ich znaleziono liczne, normalnie wykształcone brodawki.

Przyczyna tych niezwykłych objawów mogła leżeć tylko w użytych do zakażenia bakteryach. Śledząc za nią, zauważono, że powstawanie na korzeniach brodawek nie zawierających bakteroidów wywoływały zawsze bakterye pochodzące ze starszych hodowli, dla utrzymania w czystości kilkakrotnie przeszczepiane na świeżą pożywkę. Bakterye te, jak to wskazywało ich zachowanie się w kulturach, zostały wzmocnione w swej sile wegetacyjnej, a następstwem tego wzmocnienia było: 1) powstrzymanie produkcyi bakteroidów w brodawkach i 2) zupełny brak korzystnego działania brodawek na rozwój rośliny.

Spostrzeżenie takie zrobione na grochu nie było wyjątkowem, lecz podobne objawy zauważono i w innych doświadczeniach. Tak np. u dzikiej akacyi, hodowanej w ziemi nie zawierającej związków azotowych, powstały na słabiej rozwiniętym korzeniu bardzo wielkie brodawki, gdy tymczasem taż sama roślina rozwijająca się w ziemi nawiezionej małą ilością saletry miała korzenie silniej rozwinięte, zaś brodawki cztery razy mniejsze (patrz fig. 9). Co więcej, zauważono podczas wegetacyi, że owe wielkie brodawki prawie wcale nie wpłynęły na rozwój nadziemnych organów, podczas gdy rośliny posiadające małe brodawki rozwijały się w ziemi nawiezionej na każdą roślinę zaledwie 10 *mg* azotu prawie równie dobrze, jak rośliny hodowane na dawce azotu związanego dziesięć razy większej. Badania mikroskopowe wykazały w brodawkach wielkich oprócz zupełnie niezmienionych bakteryj, przeważnie bakteroidy w pierwszych stadyach kształtowania się, gdy tymczasem w małych brodawkach bakteryj wcale nie było, lecz tylko bardzo wielkie bakteroidy. Fakty więc te uprawniają istotnie następne wnioski, ostatecznie przez Nobbego wyprowadzone:

1. Brodawki, w których bakteroidy nie powstają, okazują się dla rośliny raczej szkodliwemi niż pożytecznemi, gdyż niezmienione bakterye zachowują się jak prawdziwe pasorzyty przez roślinę zwalczane.

2. Bakterye niezmienione, o ile się zdaje, nie pozostają w związku z asymilacyą wolnego azotu przez rośliny motylkowe.

3. Im silniejsze są bakterye,—tem mniejszą jest ich skłonność do przemiany na bakteroidy; im silniejszą zaś roślina wykształcająca brodawki, tem łatwiej bakterye ulegają i zamieniają się na pożyteczne bakteroidy.

4. Asymilacya azotu, o ile się zdaje, zaczyna się dopiero z chwilą pojawienia się w miękiszu brodawkowym bakteroidów.

Nobbe sądzi, że warunki, w których mogłoby się zdarzyć to, co w kilku doświadczeniach zauważono, rzadko się w naturze znajdą, gdyż w naturalnych warunkach rośliny rozwijają się w ziemi zawierającej zawsze jaki taki zasób pokarmu azotowego, w której natomiast niema bakteryj wzmocnionych przez osobliwie silne żywienie. Bądź co bądź można nieraz w praktyce rolniczej spostrzedz bardzo zły rozwój roślin motylkowych na ubogich ziemiach, pomimo wykształcenia na korzeniach wielkich i licznych brodawek. Szczególnie często daje się to zauważyć na łubinie. W obec spostrzeżeń Nobbego, jest wielce prawdopodobne, że przyczyną złego rozwoju w wielu przypadkach będzie brak zdolności żywienia się wolnym azotem, wynikający z niemocy rośliny w opanowaniu bakteryj brodawkowych.

Ostatecznie zatem na podstawie dotychczasowych badań mamy prawo sądzić, że asymilacya gazowego azotu jest funkcyą, w której nietylko biorą udział bakterye, lecz również i sama roślina przez wpływ swój na tworzenie bakteroidów. *Pobieranie i przeróbka wolnego azotu na połączenia azotowe wedle wszelkiego prawdopodobieństwa odbywa się w samych brodawkach, do których dostaje się azot rozpuszczony w wodzie. Wytworzonych związków azotowych nie pobiera roślina na swój użytek dopiero wówczas, gdy miękisz bakteroidowy w sposób widoczny się wypróżnia, lecz prawdopodobnie wędrują one stale do miejsc zapotrzebowania, w miarę tego, jak pod wpływem funkcyi bakteroidów brodawkowych powstają.* W jaki jednakże sposób bakteroidy przezwyciężają bardzo słabe chemiczne powinowactwo atomów azotu i zmuszają je do łączenia się z tlenem, wodorem i węglem skrobi, przez roślinę dostarczanej, o tem dotychczas żadne badania nie pozwalają nic zgoła wnosić.

Symbioza roślin motylkowych w praktycznem zastosowaniu.

Odkrycie u roślin motylkowych istniejącej w brodawkach korzeniowych symbiozy z bakteryami i związanej z tem asymilacyi gazowego azotu posiada dla praktyki rolniczej bardzo ważne znaczenie. Wprawdzie na tem polu praktyka wyprzedziła do pewnego stopnia naukę i była istotnie motorem popychającym do badań, jednakże stanowcze stwierdzenie, że azot atmosferyczny może być wprost przez rośliny jako pokarm pobierany, nie mogło pozostać bez wpływu na sposób gospodarowania. Ponieważ nawozy azotowe pomocnicze są drogie, zaś atmosfera darmo dostarcza wolnego azotu, obudzić się musiała wśród inteligentnych rolników zupełnie naturalna dążność do poznania i zastosowania środków dozwalających wyzyskiwać w jak największej mierze obfite naturalne źródło. Środki te bowiem mogą bezwątpienia doprowadzić do obniżenia kosztów produkcyi.

Z pomiędzy licznych a ważnych kwestyj, jakie praktyka rolnicza postawiła do rozwiązania fizyologii roślinnej, wiele czeka jeszcze na ostateczne rozwiązanie. Pomiędzy innemi brak nam dotąd dokładnej wiadomości, do jak wielkich rozmiarów dochodzi pobieranie wolnego azotu przez rośliny motylkowe, uprawiane na ziemiach obfitujących w azotowe połączenia. O ile bowiem nie może podlegać wątpliwości, że symbioza z bakteryami, dozwalająca korzystać roślinie z gazowego azotu atmosferycznego, ma nadzwyczajnie wielkie znaczenie dla gruntów ubogich w azot związany, o tyle okazuje się wątpliwem, czy rośliny motylkowe znajdujące w otoczeniu swoich korzeni w obfitej ilości pokarmowe azotowe związki będą w znaczniejszej ilości żywiły się azotem czerpanym z atmosfery. Faktem jest bowiem niezawodnym, że roślina motylkowa, tak samo jak każda z należących do innych rodzin, może pobierać związki azotowe i obejść się bez dobrodziejstwa symbiozy, jeżeli tylko znajdzie je w ilości dostatecznej. Jeżeli zaś istnieją w takiej ziemi warunki sprzyjające wykształceniu się brodawek, zatem znajdują się odpowiednie drobnoustroje, to korzyść z symbiozy może być dla wielu przyczyn ostatecznie niewielka. Przedewszystkiem, jak to zauważono w doświadczeniach Nobbego, roślina motylkowa nie odczuwająca braku w ziemi azotowego pożywienia, zachowuje się bardzo opornie w obec bakteryj i mniej łatwo ulega zakażeniu. Jeżeli zaś zakażenie nastąpi i brodawki na korzeniach się wykształcą, to nie dochodzą one do znaczniejszych rozmiarów. Bakterye wprawdzie szybko zamieniają się na bakteroidy, ale z powodu ograniczonego rozmnażania się bakteryj ilość ich jest stosunkowo nieznaczna, w skutek czego i pobieranie z powietrza azotu musi być niezbyt obfite. Roślina żyjąca w ziemi zamożniejszej w związki azotowe zdaje się nawet po prostu nie wiele dbać o materyał odżywczy wyprodukowany z azotu atmosferycznego, gdyż w takich warunkach można znaleźć jeszcze w okresie dojrzewania nasion znaczną ilość brodawek, w których proces wypróżnienia zaledwo że się rozpoczął, a nawet i po dojściu nasion do zupełnej dojrzałości u wielu roślin istnieją brodawki zupełnie jeszcze niewypróżnione.

Spostrzeżenia tego rodzaju, podające bądź co bądź w wątpliwość, czy symbioza brodawkowa zapewnia większe jakieś korzyści dla gruntów bardzo żyznych, równocześnie dają ważną dla praktyki wskazówkę, że *tam gdzie zależy na zdobyciu azotu gazowego w znaczniejszej ilości, trzeba unikać użycia pod rośliny motylkowe większych dawek nawozów azotowych.* Nie znaczy to jednak wcale, aby w żadnym przypadku nie było do zalecenia zastosowanie nawozu azotowego pod roślinę motylkową. Przeciwnie, teoretycznie z góry można przewidzieć dobry skutek małej dawki azotowego nawozu na gruntach bardzo ubogich w azot związany. Na takich gruntach rośliny są skazane na żywienie się głównie azotem wolnym i zanim wykształcą na korzeniach brodawki, muszą po wyczerpaniu rezerwowego materyału azotowego nasienia przebyć okres głodowy, w którym łatwo mogą uledz zarówno nieprzyjaznym wpływom atmosferycznym, jak i zniszczeniu przez szkodniki. Okres ten głodowy w ziemi w azot ubogiej o tyle się przedłuża, że osłabione rośliny znajdują trudność w zapanowaniu nad bakteryami. Wskutek tego brodawki się rozrastają silnie, dochodzą znaczniejszych rozmiarów, ale przemiana na bakteroidy odbywa się powolnie i proces przyswajania wolnego azotu później się rozpoczyna. Jeżeli więc rośliny uprawiane na takiej ziemi otrzymają w nawozie niezbyt obfity zapas związanego azotu, to peryod głodowy łatwiej przetrzymają, a opanowawszy wreszcie bakterye w obfitych i wielkich brodawkach dosyć wcześnie, więcej z ich pracy

skorzystają, aniżeli rośliny, które długo głodowały i późno zaczęły pobierać azot atmosferyczny.

Słuszność powyższego teoretycznego wywodu znajduje najzupełniejsze potwierdzenie w doświadczeniach wykonanych przez Wagnera na stacyi darmstadzkiej. W wazonach blaszanych o średnicy 20 *cm* i takiejże samej wysokości zasiewano różne rośliny motylkowe w piasku jałowym bez nawozu azotowego oraz nawiezionym saletrą w dwóch rozmaitych dawkach, zawierających po 0,25 *g* i 0,50 *g* azotu. Zbiory wyki okazały następne różnice:

	średni zbiór suchej materyi w pędach i korzeniach	średnia zawartość azotu w pędach i korzeniach
	g r a m ó w	
bez azotowego nawozu	40,2	1,65
z 0,25 *g* azotu w saletrze	65,1	2,77
z 0,50 *g* azotu w saletrze	61,5	2,51

Zwiększenie zatem dawki nawozu azotowego było bez wpływu dodatniego, natomiast użycie małej ilości saletry wystarczyło, aby zbiór podnieść o połowę i ułatwić wyce obfitszą asymilacyę azotu gazowego. W porównaniu bowiem z wyką hodowaną bez azotowego nawozu zebrano na małej dawce saletry w całej masie roślinnej azotu więcej o $2{,}77 - 1{,}65 = 1{,}12$ *g*. Potrąciwszy z tego nawet całą ilość azotu dodanego w saletrze, znajdziemy, że wyka hodowana w ziemi nieco zamożniejszej w azot związany pobrała z powietrza azotu wolnego więcej o $1{,}12 - 0{,}25 = 0{,}87$ *g*. Podobne rezultaty uzyskano także w kulturach innych roślin motylkowych np grochu i inkarnatki, a objaśnić je można tylko wpływem nawozu azotowego na rychlejsze wykształcenie normalnych brodawek i przyspieszenie chwili rozpoczęcia się pobierania gazowego azotu. Nie można przecie pominąć milczeniem, że w niektórych doświadczeniach Wagnera nawet mała dawka nawozu azotowego pozostawała bez żadnego wpływu na rozwój roślin. Tak np. w ziemi glinkowej, zamożnej w wapno wyprodukowały suchej masy w wazonach o średnicy 25 *cm*, a wysokości 33 *cm*, gdy dawka azotu w saletrze wynosiła na wazon:

	wyka	groch	inkarnatka	lucerna
	g r a m ó w			
0 *g*	105,7	145,9	72,1	152,4
0,098 „	148,6	146,4	87,2	153,3
0,172 „	155,1	149,9	89,1	155,7
0,246 „	162,8	137,8	85,9	155,0

Tylko więc na wyce i inkarnatce bardzo mała dawka saletry skutecznie działała natomiast na grochu i lucernie wpływ nawozu azotowego w ogóle wcale się nie objawił, niewątpliwie dlatego, że w ziemi użytej do doświadczenia rośliny znalazły dosyć azotowego pokarmu, aby uniknąć dłuższego peryodu głodowego przed rozpoczęciem czerpania azotu z powietrza. W warunkach naturalnych takie przypadki niewątpliwie bardzo często się powtórzą i nawożenia roślin motylkowych małemi ilościami nawozów azotowych nie można bynajmniej uważać za regułę.

Mówiąc o użyciu nawozów azotowych pod rośliny motylkowe, wypada jeszcze poruszyć na tem miejscu kwestyę, o ile jest właściwą uprawa motylkowych przedplonów na nawozie stajennym. Jak dotąd zasiew na świeżym gnoju bobiku, grochu, mieszanki i t. p. przedplonów oziminy nie wyszedł ze zwyczaju. Zapatrując się z teoretycznego punktu widzenia, niepodobna zaprzeczyć, że uprawa roślin motylkowych na świeżym gnoju jest połączona z wielkiem marnotrawstwem azotu. Nietylko bowiem zużywa się w takim przypadku niepotrzebnie związki azotowe gnoju, lecz także traci się korzyść, wynikającą ze zdolności roślin motylkowych czerpania azotu ze źródła darmo przez przyrodę dostarczanego. Ponieważ jednak względy praktyczne mają tu również wielkie znaczenie, niepodobna rozstrzygać kwestyi w tę lub

ową stronę wyłącznie na podstawie teoretycznego rozumowania i ograniczyć się na razie potrzeba, w obec zupełnego braku odpowiednich danych, do zaznaczenia potrzeby podjęcia w tym kierunku praktycznych doświadczeń i zbierania spostrzeżeń. Być bardzo może, że przedplonowe rośliny motylkowe niegnojone, skazane głównie na czerpanie azotu z atmosfery, niezawsze przebywałyby szczęśliwie ów peryod głodowy, albo w ogóle nie zawsze znalazłyby warunki potrzebne do rozwinięcia się zdoluości pobierania wolnego azotu, w skutek czego nie możnaby liczyć na pewno na ich bujny rozwój, na którym ze względu na następującą oziminę tak niesłychanie wiele zależy.

Z odkryciem bakteryj brodawkowych i poznaniem ich wielkiej użyteczności przybyło technice rolniczej przy uprawie roślin motylkowych jedno jeszcze zadanie, mianowicie piecza, aby w glebie istniały warunki sprzyjające powstawaniu na korzeniach brodawek. Od tego w szczególności zależy w wysokim stopniu urodzaj na ziemiach z natury w związany azot niebogatych i słabo albo wcale gnojem nie nawożonych. W takich bowiem glebach rośliny mogą się bujnie rozrastać tylko wówczas, jeżeli zakażenie nastąpi dosyć rychło i wywoła wykształcenie brodawek normalnych, czyli takich, w których odbywać się może asymilacya azotu.

Jeżeli w gruncie znajdują się obficie rozmnożone bakterye, odpowiednie dla uprawianych roślin motylkowych, to pomoc rolnika zdążająca do ułatwienia zakażenia będzie naturalnie zbyteczna. Zdarza się to niewątpliwie w największej liczbie przypadków, gdyż bakterye brodawkowe są we wszechświecie bardzo rozpowszechnione, a nie brak ich osobliwie tam, gdzie rośliny motylkowe od dłuższego czasu się uprawia. Jednakże już na podstawie naukowych badań można było z wielkiem prawdopodobieństwem przypuścić, że nie zawsze liczyć można z zupełną pewnością na wystarczające naturalne zakażenie. Wskazywały to zaraz z początku doświadczenia Hellriegla, w których zauważono, że wyciągi z pewnej ziemi wywołały powstawanie brodawek na jednych roślinach, podczas gdy w obec innych były całkiem bezskuteczne. Słuszność tego rodzaju przypuszczenia potwierdzały również fakty zauważone w praktyce rolniczej, jak np. bardzo lichy rozwój łubinu po raz pierwszy na jakiejś glebie zasiewanego, tak często dostrzegany.

W obec tego nasuwała się sama przez się myśl, że na pewnych ziemiach może się okazać bardzo skutecznem i korzystnem wprowadzenie sztuczne potrzebnych bakteryj brodawkowych za pomocą tak zwanego *szczepienia*. Cel ten można najdogodniej osiągnąć, nawożąc daną rolę pewną ilością ziemi wziętej z pola, na którem odpowiednia roślina motylkowa, czyli ta sama, którą na szczepionej roli ma się uprawiać, w ostatnim roku rosła i bujnie się rozwijała. Próby robione w tym kierunku dały rezultaty dodatnie, osobliwie na lichych ziemiach piaszczystych oraz torfowych. Świadczą o tem następne przykłady z doświadczeń Salfelda:

1. Na dzikiem torfowisku wyżynnem w Strömsbergu w Szwecyi odmierzono w r. 1890 ośm poletek, z których połowę nawieziono, a połowę nienawieziono piaskiem. Wszystkie ośm poletek zwapniono i nawieziono jednakową ilością nawozów pomocniczych—mąki żuzlowej i kainitu, a na cztery z nich nawieziono oprócz tego w stosunku na 1 *ha* 4000 *kg* ziemi, w celu wszczepienia bakteryj. Groch posiany na wiosnę dał takie zbiory w kilogramach:

W dziale piaskiem:

		Na półkach			
		szczepionych		nieszczepionych	
		ziarna	słomy	ziarna	słomy
nienawiezionym	*a)*	180	2700	725	3870
„	*b)*	240	4000	930	4220
nawiezionym	*a)*	370	2940	1370	3850
„	*b)*	800	3670	1440	4370

Przyjąwszy dla wszystkich zbiorów uzyskanych na poletkach nieszczepionych, tak w słomie jak i w ziarnie, liczbę 100, znajdziemy w obliczeniu porównawczem dla zbiorów na obszarach szczepionych liczby następne:

W dziale piaskiem:

		ziarna	słomy
nienawiezionym	średnio	394	121
nawiezionym	„	240	124

Szczególnie więc znaczna przewyżka okazała się w zbiorze ziarna.

2. Pod kierunkiem emskiego oddziału stacyi doświadczalnej bremeńskiej dla kultur torfowych wykonano w Gr. Fullen na wyżynnem torfowisku próbę szczepienia ziemi pod koniczyny. Przestrzeń zajęta pod doświadczenie podlegała kulturze ogniowej, a w pięciu ostatnich latach przed melioracyą wypoczywała, dając tylko liche pastwisko dla owiec, na którem rośliny motylkowe się nie pojawiały. W lecie 1886 r. cały obszar, mający powierzchnię około 1 *ha* (95,4 arów) zmotyczono, a w roku następnym po słabem nawiezieniu kainitem i żużlami obsiano hreczką. W roku 1888 obszar zwapniono, nawieziono obficie mąką żużlową i kainitem i odmierzono na nim 20 jednoarowych poletek, z których otrzymały w jesieni żyznej ziemi:

4	działki	po	40	*kg*	czyli	40	*q*	na 1	*ha*
4	„	„	30	„	„	30	„	„ 1	„
4	„	„	20	„	„	20	„	„ 1	„
4	„	„	10	„	„	10	„	„ 1	„
4	„	„	0	„	„	—	„	„ 1	„

Na pozostałych zaś 75,4 arach rozrzucono i wbronowano tęż samą ziemię w ilości 40 *q* na 1 *ha*.

Na wiosnę na całem torfowisku posiano owies na dawce 190 *kg* saletry chilijskiej a w tydzień później mieszankę złożoną z koniczyn: łąkowej, szwedzkiej i białej, komonicy i traw, a to w celu zaprowadzenia stałej łąki.

W chwili sprzętu owsa skutki szczepienia nie były widoczne, już jednak w trzy, a jeszcze bardziej w cztery tygodnie później można było zdaleka dostrzedz znaczne różnice w rozwoju koniczyn. Oddziały mianowicie, na których szczepienia zaniechano, miały koniczynę rzadką, słabiej rozrośniętą, z korzeniami skąpo uposażonemi w brodawki, podczas gdy na wszystkich działkach, gdzie ziemię użytą do szczepienia rozsiano w ilości najmniejszej, koniczyna była zwarta, wyższa, bujniej rozwinięta i ciemno zielona, z obfitemi brodawkami na korzeniach. Na działkach szczepionych większą ilością ziemi stan koniczyny był tem lepszy, im wyższa porcya ziemi—różnice jednak były znacznie słabsze aniżeli widoczne między działkami najsłabiej szczepionemi i wcale nie szczepionemi. Jak znacznie się tam wegetacya różniła, można osądzić z wyglądu roślin przedstawionych w $^1/_2$ naturalnej wielkości na fig. 10.

W jesieni łąka otrzymała na 1 *ha* mąki żużlowej z zawartością 20% kwasu fosforowego 600 *kg* i kainitu 1200 *kg*. W roku następnym na działkach szczepionych pierwszy pokos dał o 28% wyższy zbiór siana. W lecie różnice na działkach szczepionych i nieszczepionych powoli się zacierały. Na całej powierzchni 95,4 arów, z czego 91,4 arów szczepionych, uzyskano w dwóch pokosach zbiór siana odpowiadający przeszło 84 *q* na 1 *ha* (co na mórg wyniosłoby około 11600 f.). Tak wysokiego zbioru koniczyny z trawami, przed zastosowaniem szczepienia nie osiągano nigdy na torfach wyżynnych, nie będących poprzednio w kulturze.

3. Na jednohektarowym obszarze torfowiska wyżynnego w Hesepertwist, dawniej przez dłuższy szereg lat palonego, a zajętego pod uprawę w 1889 roku, sprobowano w r. 1892 uprawy w życie seradelli na zielony pognój, w celu wzbogacenia gleby w azot. Z dziesięciu poletek 10-arowych, na które całe pole podzielono, na trzech rozsiano w jesieni poprzedniego roku po 100 *kg* ziemi piaszczystej, wziętej z pola po seradelli, na drugich zaś trzech szczepienia zaniechano. Na wiosnę na wszystkich sześciu półkach wsiano w żyto nasienie seradelli. Po sprzęcie żyta okazało się, że seradella na poletkach nie szczepionych prawie zupełnie wyginęła, z powodu braku na korzeniach brodawek, gdy tymczasem na półkach szczepionych rosła dobrze, wykształciła obfite brodawki, a po sprzęcie żyta doszła do nadzwyczajnie zwartego i bujnego rozwoju. Tak samo skutecznie działało szczepienie pod seradellę w doświadczeniu wykonanem w Gr. Fullen na gruncie torfowym, który dwa lata przedtem zaszczepiono pod bobik ziemią wziętą z bobowiska.

4. Na piasku diluwialnym, wrzosem porosłym, świeżo wziętym pod uprawę, w Laxten pod Lingen, rozsiano na pasie, środkiem przecinającym doświadczalne półko ziemię piaszczystą wziętą z łubiniska w ilości odpowiadającej 1000 *kg* na 1 *ha*. W ośm dni po rozwinięciu się pierwszych liści, wpływ szczepienia był już bardzo widoczny ale miał już zawiązane pierwsze stręki, wykoszono na wszystkich działkach próbne kawałki o powierzchni po 50 m^2 i otrzymano po zważeniu przeciętnie z wykoszonych placów:

z działów nieszczepionych	38,9 *kg*
z działu szczepionego	214,7 „

Fig. 10.



Koniczyna szwedzka z doświadczeń w Gr. Fullen: *A*—nieszczepiona, *B*—szczepiona.

i odtąd aż do sprzętu stawał się coraz wyraźniejszy. Łubin nieszczepiony miał liście czerwone lub czerwono-żółte, rósł nędznie, nie rozgałęział się i tylko częściowo zakwitł. Łubin natomiast szczepiony rozwijał się zupełnie normalnie i przytem bujnie. W chwili gdy łubin kwitł jeszcze, czyli w skutek szczepienia nieledwie sześć razy więcej.

Przytoczone przykłady korzystnego działania szczepienia nie należą bynajmniej do wyjątków. Nie należy przecie sądzić, aby zupełnie brakowało prób, w których szczepienie okazało się zupełnie zbyteczne. O

ile jednakże wolno z dotychczasowych doświadczeń wnosić, szczepienie może być pożyteczne i powinno znaleźć praktyczne zastosowanie na obszarach, świeżo pod uprawę obejmowanych, a w szczególności:

1. Na torfowiskach wyżynnych, bardzo ubogich w przyswajalny azot, nawozami zwierzęcymi zupełnie nie zasilanych, a przedewszystkiem na poddanych dawniej kulturze ogniowej.

2. Na piaskach nie żyznych, wrzosowiskach piaszczystych itp. nieużytkach w chwili obejmowania ich w regularną uprawę.

Na takich ziemiach bakterye brodawkowe roślin motylkowych znajdują się pospolicie w ilości niewystarczającej do dostatecznie szybkiego i rozległego zakażenia korzeni uprawianych roślin, w skutek czego osobliwie rośliny jednoroczne jak groch, bobik, łubin, seradella wcale prawie nie udają się przed zastosowaniem szczepienia. Pod te więc rośliny szczególniej szczepienie ziemią odpowiednią jest potrzebne. Rośliny natomiast wieloletnie, mianowicie koniczyny, prędzej mogą i bez szczepienia nieźle się udać, ponieważ nieraz i na takich nieużytkach w drugim roku swojego rozwoju znajdują już w ziemi bakterye rozmnożone w dostatecznej ilości. W każdym razie i na koniczynach nieraz uzyskana przewyżka w plonie pokrywa sowicie koszta szczepienia.

Na gruntach będących w kulturze, szczepienie pod rośliny motylkowe, dotychczas już uprawiane nie przedstawia najczęściej widoków korzystnego działania. Jeżeli natomiast zaprowadza się uprawę jakiejś nowej rośliny motylkowej, która nie stoi w bliskiem pokrewieństwie z dotychczas uprawianemi, to w takim razie szczepienie może być nieraz pożyteczne, jak to przynajmniej można wnosić z nielicznych jeszcze dotąd wykonanych prób. Tak np. na polu doświadczalnem szkoły rolniczej w Mödling pod Wiedniem, gdzie rozmaite rośliny motylkowe, oprócz łubinu i seradelli, już uprawiano, zebrano na zagonkach o powierzchni po 4,5 m^2, na glebie wapiennej, mało zamożnej w próchnicę ziarna łubinu:

	gramów
szczepionych silną dawką ziemi	429,4
szczepionych słabą dawką ziemi	369,5
nieszczepionych wcale . .	225,6 i 219,5

W innem doświadczeniu na glebie marglowej szczepienie odpowiednią ziemią podniosło na małych doświadczalnych pólkach plon seradelli o 49,8% a soczewicy o 50%.

Dobry skutek szczepienia w tych przypadkach można objaśnić przystosowywaniem się bakteryj brodawkowych do współżycia z pewnemi roślinami, połączonem z utratą łatwości zakażania korzeni innych roślin, nie pozostających z tamtemi w bliższem pokrewieństwie. O możności takiego przystosowywania się, prowadzącego do wytworzenia jakby odrębnych ras bakteryj brodawkowych, świadczą takie fakty w praktyce zauważone, jak naprzykład nieudawanie się bez specyalnego szczepienia seradelli na gruncie szczepionym poprzednio pod bobik, lub pod koniczyny, albo też nieurodzaj grochu na glebie, szczepionej ziemią wziętą z pod łubinu i t. p.

W ziemiach będących od dłuższego czasu w uprawie i obornikiem nawożonych, na których żadne rośliny motylkowe nie były uprawiane, mogą się znajdować bakterye brodawkowe, jakby obojętne, do żadnej rośliny specyalnie nie przystosowane i wskutek tego mogące zakazić każdą nowo wprowadzoną. Istnienie takich obojętnych bakteryj zdaje się wskazywać fakt, że na takich ziemiach, na korzeniach nowo zasadzonej lub posianej rośliny motylkowej powstają obficie brodawki zaraz w pierwszym roku. W takich warunkach np. zaprowadził Nobbe kulturę sadzonek akacyi (Acacia lophanta) i znalazł na wszystkich brodawki, z wyjątkiem u egzemplarzy posadzonych na brzegach pólka, od dawnych lat zachwaszczonych porostem kosmatej wyki (Vicia villosa), gdzie już prawdopodobnie znajdowały się bakterye do tej rośliny przystosowane. Spostrzeżenie to pozwala mniemać, że na ziemiach będących w kulturze, lecz nie obsiewanych roślinami motylkowemi, jakich niezawodnie niewiele się znajdzie, świeżo wprowadzona w uprawę roślina motylkowa może się nieraz dobrze udać i bez szczepienia.

Wypada tu jeszcze nadmienić, że bakterye brodawkowe mogą być wedle wszelkiego prawdopodobieństwa przenoszone przez wiatry i w ten sposób dostawać się do gleb pozbawionych poprzednio ich obecności.

Co się tyczy techniki szczepienia, to wedle dotychczasowych prób i spostrzeżeń powinno się zachować następne ostrożności:

1. Ziemię do szczepienia pod pewną roślinę motylkową należy brać zawsze z pola, które w roku ostatnim ta sama roślina zaj-

mowała i dobrze się rozwijała, mając na korzeniach obficie wykształcone brodawki. Ziemię powinno się brać z niezbyt wielkiej głębokości z warstw, w których korzenie posiadające brodawki najobficiej się znajdowały.

2. Chociaż nieraz nawet bardzo mała ilość ziemi skutkuje, dla zabezpieczenia dostatecznego zakażenia jak największej ilości korzeni, lepiej używać co najmniej 1000 *kg* na 1 *ha* czyli około 1400 funtów na 1 mórg, jeżeli ziemia jest dostatecznie sypka i z łatwością daje się równomiernie rozrzucić. Jeżeli zaś ziemia przeznaczona do szczepienia jest zbyt wilgotna, albo w większych grudkach, lepiej dla pewności użyć dawki dwa, trzy lub nawet cztery razy większej.

3. Szczepienie ziemi pod roślinę zasiewaną na wiosnę już przed zimą działa czasem pewniej i szybciej aniżeli szczepienie wykonane na wiosnę bezpośrednio przed siewem.

4. W próbach wykonanych na małą skalę zauważono pewną korzyść z rozrzucania przeznaczonej do szczepienia ziemi równocześnie z wysiewanem nasieniem motylkowej rośliny. Ten sposób szczepienia należałoby wypróbować w uprawie na większą skalę, gdyż byłby niezawodnie najtańszym i najpraktyczniejszym, gdyby zmieszanie stosunkowo niewielkiej ilości odpowiedniej ziemi z nasieniem ubezpieczało istotnie dostatecznie zakażenie korzeni.

5. Ziemię użytą do szczepienia, rozrzuconą przed siewem, należy zapomocą bronowania dobrze z ziemią szczepioną zmieszać do pewnej głębokości, ponieważ bakterye brodawkowe nie rozchodzą się łatwo w ziemi.

6. Z roli lub łąki, na których szczepienie dobrze się udało, można w roku następnym śmiało brać materyał do szczepienia pod tęż samą roślinę nowych obszarów.

Zamiast odpowiedniej ziemi zaczęto używać w Niemczech w roku 1896 do szczepienia gleby czystych kultur bakteryj brodawkowych, które wedle wskazówek Nobbego i Hiltnera wyrabia i sprzedaje pod nazwą *nitraginy* firma: „Farbwerke vormals Meister Lucius und Bruning w Hoechst nad Menem“. Preparatu tego znajduje się w handlu ośm gatunków, sprzedawanych dla uniknięcia pomyłek we flaszeczkach odróżniających się barwą etykiety. Wskazaną jest mianowicie do użycia nitragina z etykietą:

1) czerwoną — pod groch i peluszkę;

2) niebieską — pod wykę siewną, wykę piaskową i bób;

3) zieloną — pod łubin biały, żółty i niebieski;

4) złoto-żółtą na zielonem tle — pod koniczynę białą, szwedzką, inkarnatkę i nostrzyk;

5) złoto-żółtą na fioletowem tle — pod lucernę chmielową, siewną i przelot;

6) złoto-żółtą na fioletowem tle — pod esparcetę;

7) złoto-żółtą na różowem tle — pod seradellę;

8) złoto-żółtą na niebieskiem tle — pod groszek leśny.

Przepis użycia jest następujący: Płynną treść flaszeczki wlewa się do $^3/_4$ *l* wody, jeżeli do szczepienia przeznaczone jest nasienie drobne np. koniczyny, zaś do 2 lub 3 *l* jeżeli ma się szczepić nasienie większe. Po przepłukaniu flaszeczki, wodę dobrze się miesza w celu dokładnego rozdzielenia bakteryj i skrapia nią nasiona bezpośrednio przed siewem, mieszając starannie rękami lub szuflą. Zwilżone nasienie w celu przesuszenia miesza się z małą ilością piasku lub miałkiej ziemi. Silne obeschnięcie na powietrzu jest szkodliwe, gdyż mogą wówczas ucierpieć bakterye brodawkowe.

W razie gdyby płyn we flaszeczce uległ zgęstnieniu, należy ostrożnie flaszeczkę ogrzać, przez wstawienie na kilka minut w letnią wodę, której temperatura nie powinna przekroczyć 40° C. Na wpływ światła słonecznego nie powinno się długo nitraginy wystawiać.

Zamiast szczepić nasienie, można naturalnie zaszczepić pewną ilość ziemi, biorąc około 50 *kg* na 1 mórg i tę ziemię na polu rozsiać i przyorać.

Za flaszeczkę nitraginy płaci się w Niemczech $2^3/_4$ marki. W razie odbioru większej ilości można uzyskać 10% opustu. Do zaszczepienia jednego morga potrzeba dwóch flaszeczek. Koszt więc szczepienia jest wcale wysoki, w obec czego użycie tego preparatu można chyba zalecić tylko tam, gdzie w pobliżu nie można znaleźć odpowiedniej i zupełnie pewnej ziemi.

Ostrożność przy kupnie i zastosowaniu kosztownej nitraginy w praktyce jest tem więcej potrzebne, że w handlu znajdują się preparaty do szczepienia, nie posiadające zgoła, jak to spostrzeżono w próbach wykonanych w Halli pod kierunkiem prof. Kühna, zdolności zakażania korzeni roślin

motylkowych i wytwarzania na nich brodawek. Przyczyną bezskuteczności jest niezawodnie niewłaściwe postępowanie przy hodowli lub nie dosyć ostrożne przechowanie.

Co się tyczy kwestyi, czy wpływ szczepienia jest trwały, to w dotychczasowych próbach wyjaśnienia nie znajdujemy. O ile się jednak zdaje, szczepienie jednorazowe wystarcza, osobliwie, gdy nowo wprowadzona w uprawę roślina motylkowa powraca na szczepione pole w niezbyt wielkich odstępach czasu. Jako zaś rzecz nie podlegającą najmniejszej wątpliwości przyjąć praktyka powinna, że szczepienie może okazać się skutecznem tylko tam, gdzie jedynie tylko brak w ziemi odpowiednich bakteryj brodawkowych nie dozwala jakiejś roślinie motylkowej bez nawozu azotowego dobrze się rozwijać. Gdzie natomiast oprócz tego bujny rozwój uniemożliwia, bądź nieodpowiedni fizyczny stan ziemi np. zbytnia wilgotność, suchość itp., lub też brak mineralnych pokarmów, — tam samo szczepienie, nie poprzedzone usunięciem wszelkich innych braków, do niczego nie doprowadzi. Zaznaczyć też wypada, że nieudawanie się roślin motylkowych, zbyt często na tem samem polu uprawianych nie stoi wcale w związku z brakiem bakteryj brodawkowych i nie da się usunąć za pomocą szczepienia.

Literatura

Prace ważniejsze, odnoszące się do asymilacyi gazowego azotu przez motylkowe rośliny są następujące:

M. W. Beyerinck. „Die Bacterien der Papilionaceen-Knöllchen". Botanische Zeitung. 1888.

H. Hellriegel i H. Wilfarth. „Untersuchungen ueber die Stickstoffnahrung der Gramineen und Leguminosen". Beilageheft zu der Zeitschrift des Vereins f. d. Rübenzucker-Industrie. November, 1888.

J. Kühn. „Działanie nitraginy". Gazeta Rolnicza N-ra 10 i 11 z roku 1897.

F. Nobbe, E. Schmid, L. Hiltner i E. Hotler. „Versuche ueber die Stickstoffassimilation der Leguminosen". Landwirtschaftliche Versuchsstationen. T. XXXIX. 1891.

„ „Ueber die Verbreitungsfähigkeit der Leguminosenbacterien im Boden", Landwirtsch. Versuchs. XLI. 1892.

„ „Ueber die physiologische Bedeutung der Wurzelknöllchen von Eleagnus angustifolius". Landw. Vers. XLI. 1891.

F. Nobbe, L. Hiltner i E. Schmid. „Versuche ueber die Biologie der Knöllchenbacterien der Leguminosen, insbesondere ueber die Frage der Arteneinheit derselben". Landw. Vers. XLV. 1894.

F. Nobbe i L. Hiltner. „Wodurch werden die knöllchenbesitzenden Leguminosen befähigt den freien atmosphärischen Stickstoff für sich zu verwerthen". Landw. Versuchs. XLII. 1893.

„ „Ueber die Anpassungsfähigkeit der Knöllchenbakterien ungleichen Ursprungs an verschiedene Leguminosengattungen". Landw. Versuchs. XLVII. 1896.

A. Prażmowski. „Brodawki korzeniowe grochu". Rozprawy Wydziału matematyczno-przyrodniczego Akademii Umiejętności w Krakowie. Tom XXI. 1890.

A. Salfeld. „Die Bodenimpfung zu den Pflanzen mit Schmetterlingsblüten im landwirthschaftlichen Betriebe". Bremen, 1896.

Th. Schloesing i Em. Laurent. „Sur la fixation de l'azote gazeux par les Légumineuses". Annales de l'institut Pasteur. T. X, 1893.

Schultz. „Reinerträge auf leichtem Boden, ein Wort der Erfahrung, zur Abwehr der wirthschaftlichen Noth". Landwirthschaftliche Jahrbücher. T. X. 1881.

„ „Die Kalidüngung auf leichtem Boden". Berlin, 1884.

Dr. Stefan Jentys.

Mózg patrz *Anatomia i Fizyologia zwierząt domowych.*

Muł. Woda, spływająca z wzniesień zawiera, oprócz cząstek mineralnych i organicznych rozpuszczonych, zwykle mniejszą lub też większą ilość cząstek nierozpuszczalnych, utrzymywanych w zawieszeniu. Wielkość tych cząstek zawieszonych zależy głównie od szybkości prądu wody.

Ciężar gatunkowy oraz kształt cząstek zawiesiny odgrywają tu rolę podrzędną. Woda, spływająca ze znacznym spadkiem, a więc i z wielką siłą żywą ze stoków gór, unosi ze sobą nawet szuter, żwir i grubo ziarnisty piasek, a po dnie łożyska toczy olbrzymie głazy. W miarę tego jak spadek i szybkość biegu wody się zmniejsza, opadają na powierzchnię ziemi grube okruchy zwietrzałych skał, gładko oszlifowane podczas wodnej wędrówki, tworząc szutrowe i żwirowe nasypiska, zmieszane z gruboziarnistym piaskiem. Woda płynąca dalej zawiera już tylko w zawieszeniu drobniejszy piasek oraz jeszcze drobniejsze od piasku cząsteczki, będące głównie produktem chemicznego zwietrzenia skał, albo też mechanicznego ich rozdrobienia, wskutek tarcia i wzajemnych uderzeń podczas ruchu w płynącej wodzie.

W miarę tego jak szybkość prądu wody w rzeczkach i rzekach się zmniejsza, następuje segregacya cząstek zawieszonych wedle ich wielkości (patrz „Analiza mechaniczna ziemi“ T. I, str. 112, gdzie jednak w druku formułki podanej przez Schoenego wkradł się błąd wymagający sprostowania. Formuła właściwa jest taka:

$$d = 0{,}0314 \cdot v \cdot \frac{7}{11}).$$

W wodzie wolniej bieżącej tworzą się na dnie i na brzegach osady piasku grubszego lub drobnego. Najdrobniejsze natomiast cząstki, stanowiące głównie składnik ziemi zwany gliną, osadzają się dopiero z wody zatrzymanej w ruchu, w postaci tak zwanego *mułu* lub *namułu*. Jeżeli woda, szybciej płynąca i wskutek tego unosząca jeszcze ziarna piasku, zostanie nagle w biegu wstrzymana, w namule osadzonym będzie się znajdowała oprócz gliny obfitsza ilość piasku.

W pewnych jednakże warunkach najdrobniejsze cząsteczki zawiesiny mogą się długo utrzymać w wodzie nawet powstrzymanej w biegu. Następuje to wówczas, gdy brak w wodzie warunków ułatwiających łączenie się pojedynczych cząsteczek w kłaczki i grudki. Takim warunkiem, sprzyjającym kłaczeniu się gliny, bywa w rzekach pospolicie obecność węglanu wapniowego. Działanie to wapna można obserwować w bardzo prostem doświadczeniu. Trzeba tylko rozmącić małą ilość gliny bezwapiennej w czystej wodzie destylowanej w dwóch szklanych naczyniach i do jednego z nich dodać bardzo małą ilość soli wapniowej jakiejkolwiek, aby się przekonać, że w wodzie wapiennej bardzo szybko po wymieszaniu zawiesina się skłaczy i na dnie osiądzie, podczas gdy woda bez wapna będzie wciąż mętna. To samo na wielką skalę odbywa się w wodach rzecznych: wody zawierające dosyć wapna łatwo się klarują i są przeźroczyste, wody zaś bezwapienne są mętne. Tak samo silnie jak wapniowe działają sole magnowe; sole potasowe słabiej, a jeszcze słabiej sodowe.

Ilość wapna potrzebna do osadzenia gliny i sklarowania wody jest bardzo nieznaczna. Jeżeli woda zawiera w litrze 200 *mg* wapna (tlenku wapniowego) czyli 0,02%, strącenie następuje natychmiast, przy zawartości 100 *mg* czyli 0,01% w ciągu kilku dni, podczas gdy ilość 50 *mg* czyli 0,005% pozostaje bez wpływu. Spostrzeżenia zrobione nad wodami rzek francuskich to potwierdzają. Woda w Garonnie i w Loarze jest mętną, analiza zaś chemiczna wykazuje istotnie niedostateczną zawartość soli wapniowych oraz magnowych. Woda Rodanu zaledwie przekracza minimalną granicę, podczas gdy w wodzie Sekwany ilość wapna jest dostateczna, aby w spokoju sklarowanie mogło nastąpić w ciągu kilku dni. Wody tych czterech rzek zawierają mianowicie przeciętnie w litrze:

	Tlenku wapnia	magnu
	miligramów	
Sekwana . .	104,0	1,3
Rodan . . .	63,4	4,5
Garonna. . .	36,1	1,6
Loara . . .	27,0	2,9

Jeżeli mineralne zawiesiny wody zawierają wapno w nierozpuszczalnym obojętnym węglanie wapniowym, ulegającym łatwo pod wpływem kwasu węglowego (dwutlenku węgla) przemianie na rozpuszczalny kwaśny węglan wapniowy, mogą się sklarować, pozostając przez czas dłuższy w zetknięciu z powietrzem. Działanie to powietrza znajduje nawet w sztuce inżynierskiej praktyczne zastosowanie. Tak np. gdy po sprowadzeniu do Marsylii wielkim kosztem wody z rzeki Durance okazało się, że nie można było doprowadzić jej do sklarowania, nawet po długiem trzymaniu w osadnikach, urządzono olbrzymie sztuczne jezioro, w którem woda przez długi czas znajduje się na wielkiej powierzchni w zetknięciu z atmosferą i pochłania z niej kwas węglowy, zużywany do przeprowadzenia wapna w stan rozpuszczalny. Zastosowanie tego środka odpowiedziało zupełnie oczekiwaniom opartym na teoryi.

Na tej samej podstawie można wyjaśnić dlaczego woda w studniach bywa bardzo często mętna po nagłych wielkich deszczach. Dzieje się to niezawodnie dla tego, że woda deszczowa przepływająca wówczas w wielkiej ilości, przytem szybko przez ziemię, nie może rozpuścić z niej dostatecznej ilości soli potrzebnej do utrzymania gliny w kłaczkach. W skutek tego glina może być z łatwością z grubszych ziarn ziemi wypłukana i uniesiona.

W normalnym biegu wody w rzekach, osadzanie się mułu jest niemożliwe, ponieważ nawet stosunkowo słaby prąd wody go unosi. Tylko podczas wylewów, gdy woda rzeczna rozleje się na znacznej powierzchni i z miejsc zalanych po pewnym czasie ustępuje powoli, może się muł w obfitszej ilości na zalanym obszarze osadzić. Największe jednak ilości najdrobniejszej zawiesiny wędrują aż do morza i tworzą poczęści przy ujściu bardzo powolnie płynącej rzeki żyzne delty, po części wpadają do morza. Osadzanie się mułu na wybrzeżu ułatwia i przyspiesza sól kuchenna przy mieszaniu się wody rzecznej z morską.

Z wody morskiej tak samo jak z wody rzecznej, zależnie od tego w jakich warunkach odbywa się osadzenie stałej zawiesiny, opada na wybrzeżach bądź jałowy piasek, bądź też namuł odznaczający się wielką żyznością. Jeżeli podczas odpływów morza woda odchodzi z zalanego brzegu lądu z większą szybkością, pozostawia piasek, podczas gdy miałką zawiesinę napowrót unosi. Inaczej rzecz się ma, skoro przy odpływie woda napotka przeszkodę i po trwającym jakiś czas spoczynku powoli do morza wraca. Wówczas na wybrzeżu zostaje muł. W ten sposób obok pustych szczerych piasków mogły np. powstać na wybrzeżach morza północnego słynne z żyzności gliniaste ziemie t. zw. żuławskie (Marschboden). Warunki do ich powstania stwarza ludność nadmorska często sztucznie. Obszar przeznaczony do zamulenia otacza się groblami, pozostawiając tylko wązkie przejście dla wody, wchodzącej w czasie przypływu. Dzięki temu ruch fal morskich nie przenosi się tak łatwo i woda na zalanej powierzchni się uspakaja, w skutek czego osadzanie się mułu staje się możliwe. W czasie odpływu powraca woda do morza długą drogą, krążąc w rowkach pomiędzy licznemi tamami, w skutek czego odpływ odbywa się powolnie i osadzony muł nie może być napowrót porwany i do morza uniesiony. Gdy po dłuższym czasie nagromadzi się w ten sposób warstwa mułu dostatecznej grubości, otwór w grobli się zasypuje a groblę podwyższa i wzmacnia, aby uzyskany obszar zabezpieczyć przed zbytecznym już nadal wtargnięciem wody w czasie przypływu.

Obfitość i skład chemiczny mułu znajdującego się w zawieszeniu w wodach rzek są bardzo zmienne, a zależą od natury geologicznej terenów, z których woda do rzeki dopływa. Co się tyczy zawartości części organicznych, to na ich ilość wpływa wiele obfitość nieczystości wpuszczanych z miast nad brzegami położonych. Żyzność i wartość nawozową zawdzięczają rzeczne namuły nie tylko obfitości pokarmów roślinnych, lecz również swemu fizycznemu stanowi, owej wielkiej miałkości, która ułatwia wyzyskanie pokarmów.

Aby dać pojęcie pewne o zasobności stałych zawiesin w wodach rzecznych, podajemy tu rezultaty chemicznego rozbioru mułu osadzającego się w portach niemieckich i francuskich, przy ujściu rzek do morza, oraz zawiesiny wydzielonej wprost z wody rzecznej. Pomiędzy ostatniemi znajduje się analiza szlamu Nilu, słynnego na całym świecie ze swej niezwykłej żyzności. Liczby poniżej podane odnoszą się do materyałów zupełnie suchych i do zawartości składników mineralnych rozpuszczalnych w kwasie solnym.

I. Rozbiory zawiesin w wodach rzecznych.

	Nil Müntz i Girard w 1848 r. pod Kairem	Erdre (dopływ Loary) pod Nantes Bobbiere 1859	Chemnitz poniżej miasta tejże nazwy Siegerts 1858	Mulda Zwickauska (dopływ Elby) pod Penig Siegerts 1858	Wumme (rzeczka pod Brmą) Fleischer 1883
materyi organicznej .	2,82%	11,15%	13,87%	23,00%	—
azotu	0,13 „	0,48 „	0,49 „	0,35 „	1,16%
kwasu fosforowego . .	0,18 „	0,38 „	0,20 „	0,21 „	0,80 „
tlenku potasowego . .	6,60 „	—	—	0,75 „	0,63 „
„ wapniowego. .	3,08 „	—	0,79 „	0,31 „	1,72 „

II. Rozbiory szlamu gromadzącego się przy ujściach rzek.

	Wilhelmshaven (zatoka Jahde)	Bremerhaven (ujście Wezery)	Dollart (ujście Ems)
azotu	0,23—0,33%	0,30%	0,28—0,34%
kwasu fosforowego .	0,15—0,23 „	0,21 „	0,19—0,25 „
tlenku potasowego .	0,79—0,95 „	0,73 „	0,55—0,68 „
„ wapniowego .	5,53—7,57 „	5,86 „	7,05—7,13 „
„ magnowego .	1,44—2,14 „	1,71 „	1,77—1,92 „

Zasługuje tu na wzmiankę fakt, że zawiesina niektórych wód rzecznych zawiera bardzo znaczne ilości węglanu wapniowego. Tak np. Bischof w męcie wody Renu pod Bazyleą znajdował 30,76% węglanu wapniowego, a w Dunaju pod Wiedniem 24,08%. Tymczasem w zawiesinie oddzielonej z wody, czerpanej z Wisły pod Kulmem, badacz ten węglanu wapniowego wcale nie znalazł. Uderzająco wysoka zawartość azotu w osadzie rzeczułki Wumme pod Bremą, przenosząca 1% pochodzi stąd, że do tej rzeczki wpuszcza się miejskie nieczystości.

Co się tyczy obfitości części zawieszonych w wodach rzecznych, to można o tem powziąć wyobrażenie z porównania następujących liczb, oznaczających zawartość mętu w 1 *l* wody w miligramach, co znaczy tyleż gramów w 1 m^3.

	Części zawieszonych	
	w ogóle	z tego organicznych
	miligramów	
Nil pod Kairem	2300	64
Wisła pod mostem w Warszawie	749	242
Elba powyżej Drezna . .	7	—
Izrael pod Manchestrem .	549	21
„ w pobliżu źródeł .	78	0
Emscher poniżej Dortmundu	1493	—
Emscher powyżej Dortmundu	1102	—

W wypadkach otrzymanych dla wody rzek Izrael i Emscher, a osobliwie dla pierwszej znać bardzo wyraźnie wpływ wpuszczania miejskich wód ściekowych na obfitość i jakość zawiesin. Jak to wskazują następujące liczby, wody miejskie, kanałowe i ściekowe obfitują szczególnie w nierozpuszczalne części organiczne. Znaleziono mianowicie w 1 *l* takich wód w miastach:

	Części zawieszonych	
	w ogóle	z tego organicznych
	miligramów	
Bradford	1855	360
Northampton	831	164
Kronenberg pod Essen .	3083	1152
Erfurt (z rzeźni) . . .	1253	1101
Lipsk (z rzeźni) . . .	6590	5448

Nad ogólną ilością mułu unoszonego corocznie w wodach rzecznych, z powodu przedstawiających się znacznych trudności w takiej pracy, niewiele dotąd wykonano badań. Do bardzo ciekawych i zasługujących na wzmiankę należą obliczenia dokonane przez Hervé Mangona dla rzek francuskich Durance (dopływ Rodanu) i Var (wpada pod Nizzą do morza). Obserwacye nad ilością mułu przenoszonego przez rzekę Durance pod Merindol trwały przez rok cały (od listopada 1859 roku do października 1860). Na ich podstawie ocenia autor roczny transport zawiesiny w 13 miliardach m^3 wody na 170 milionów centn. metr. W rzece Var obliczono na podstawie spostrzeżeń wykonanych w latach 1864 i 1865 roczny transport mułu na 180 milionów centn. metr. Masy te, przyjmując wagę 1 m^3 na 1200 *kg* odpowiadają objętości 14 milionów, względnie 15 milionów m^3 co wystarczyłoby na pokrycie warstwą 1 *cm* grubą: w pierwszym przypadku obszaru 140000 *ha*, a w drugim—150000 *ha*.

Wedle tych samych praw co w wielkich zbiornikach wód, rzekach, jeziorach i morzach, odbywa się na daleko mniejszą skalę osadzanie miałkich części zawieszonych w postaci mułu na dnie kanałów, rowów, stawów i sadzawek. W mule tym odnajdują się żyzne części gleby spłukane przez wody atmosferyczne, spływające po powierzchni stoczystej pól.

W szlamach wydobywanych podczas czyszczenia rowów znajdujemy nieraz użyteczny materyał nawozowy. Wskazują to następujące wypadki rozbioru chemicznego dwóch próbek:

	I	II
materyi organicznej	18,79%	13,39%
kwasu fosforowego.	0,45 „	0,50 „
tlenku potasowego .	0,40 „	0,51 „

Skład chemiczny mułu, osadzającego się na dnie rowów, musi być naturalnie bardzo zmienny, gdyż zależy od natury i sposobu nawożenia gleby na przerzynanym przez nie obszarze, jak również i od wielkości spadku. To samo odnosi się do mułu gromadzącego się w sadzawkach i stawach, nazywanego pospolicie *stawarką*.

	I	II	III	IV	V	VI
materyi organicznej	72,30%	74,12%	6,00%	37,32%	8,78%	15,34%
azotu	—	2,59 „	0,30 „	1,57 „	0,34 „	0,52 „
kwasu fosforowego	1,45 „	0,17 „	0,44 „	0,37 „	0,33 „	0,06 „
tlenku potasowego	—	0,06 „	0,37 „	0,55 „	—	—
„ wapniowego	1,21 „	4,61 „	0,23 „	15,34 „	3,20 „	40,31 „

Niekiedy osad nagromadzony na dnie dawnych zbiorników wód składa się prawie wyłącznie z bardzo miałkich cząsteczek węglanu wapniowego, samego lub zmieszanego z próchnicą. Stawarka taka jest marglem próchnicznym, nadzwyczaj łatwo się lasującym i stanowi bardzo cenny materyał wapienny. Pokłady znaleźć można nieraz w glebach łąkowych w niskiem położeniu Oto rezultaty chemicznego rozbioru kilku tego rodzaju osadów:

	I	II	III
materyi organicznej. . . .	15,34%	6,18%	—
azotu	0,52 „	—	—
tlenku wapniowego	40,31 „	50,86 „	53,22%
węglanu „	71,91 „	90,83 „	94,27 „
kwasu fosforowego	0,06 „	0,16 „	0,03 „

W osadach, które pozostawały długo pod wodą znajdują się często redukcyjne produkty gnicia (np. siarczki), dla roślin szkodliwe. W osadach jednakże wydobytych na powietrze ciała te znikają wskutek utlenienia. Świadczy o tem, stwierdzone w praktyce co do swego korzystnego wpływu, przewietrzanie stawarek przed ich użyciem do nawożenia gleby. Wystawienie na działanie mrozu wpływa prócz tego korzystnie przez skruszenie i rozlasowanie oraz zmniejszenie wilgotności. Przy rozmarzaniu bowiem wskutek zmniejszania się zdolności zatrzymywania wody, pewna jej ilość odcieka. W próbach Fleischera, np. po jednorazowem zamarznięciu i roztajaniu szlamu nadmorskiego, zmniejszyła się jego waga objętościowa o 9%, zaś na 100 części wody ubyło 21, czyli przeszło piąta część. Po dwukrotnem przemarznięciu i roztajaniu wynosiło zmniejszenie wagi 13%, zaś ubytek wody około 30%, przyczem zawartość suchej masy podniosła się z pierwotnej 45,62% na 55,65%.

Na skład chemiczny i rolniczą użyteczność tego materyału ma jeszcze wielki wpływ obfitość i rodzaj zarastających je roślin, których szczątki również na dnie osiadają, zwiększając w mule zawartość materyi organicznej i azotu. Pławienie zwierząt, pozostawiających w wodzie odchody, także wpływa w podobny sposób.

W celu wykazania, jak wielkie różnice istnieją w zawartości najcenniejszych składników w rozmaitych stawarkach, jak również w celu zwrócenia uwagi na potrzebę wykonania rozbioru chemicznego przed decyzyą, do jakiego celu i w jakiej ilości stawarka ma być użyta, podajemy rezultaty niektórych rozbiorów:

Zużytkowanie mułu w rolnictwie.

Nawiezienie gruntów mułem wodnym bardzo obfite daje się uskutecznić najmniejszym kosztem wtedy, gdy transportem mułu na miejsce przeznaczenia zajmuje się ta sama woda, która go trzyma w zawieszeniu. Wówczas dzięki opadającemu z wody na powierzchnię ziemi osadowi, można osiągnąć nawet bardzo znaczne podwyższenie terenu i nizinne moczary, stanowiące nieużyteczne, a nawet szkodliwe, bo sprzy-

jające szerzeniu się pewnych chorób nieużytki, zamienić na żyzną glebę.

Melioracya tego rodzaju zwana *kolmacyą* (colmata po włosku) wykonywa się w sposób następujący. Na obszar niziny, ogrodzonej odpowiedniemi groblami wpuszcza się wodę obfitującą w zawiesinę. Jeżeli podwyższenie terenu ma być znaczne, doprowadza się w wodzie czerpanej z warstw głębszych, osobliwie podczas wylewów rzek, materyał grubszy: piasek, a nawet i żwir. Dopiero po uzyskaniu znaczniejszego podwyższenia terenu, dopuszcza się wodę z drobną a obfitą zawiesiną i trzyma dłużej, aby muł najmielszy miał czas się osadzić. W celu ograniczenia czasu trwania melioracyi, wodę dopuszcza się w ilości obfitej, bo w warstwie 50 do 100 *cm* wysokiej. Jeżeli obszar przeznaczony pod kolmacyę ma większy spadek, należy poprzedzielać go groblami na oddziały, które kolejno się zasypuje i zamula.

Kolmacyę podejmowano na wielką skalę jeszcze w wieku ubiegłym we Włoszech. W bieżącem stuleciu dokonano w tymże kraju w Toskanii kosztem państwa za pomocą kolmacyi osuszenia powierzchni 1500 *ha*, z powodu panującej malaryi w $^4/_5$ niezaludnionej. Na wystarczające podniesienie terenu potrzeba było wedle obliczenia przeszło 150 milionów metrów sześciennych osadu, który naniosły przepływające przez te bagna rzeki w produktach zwietrzenia okolicznych wzniesień, kosztem ogólnym 31 milionów franków, co odpowiada około 2000 franków na 1 *ha*. Znacznie taniej wypada kolmacya w Szwajcaryi w kantonie St. Gallen, gdzie podwyższenie terenu o 1 *m* kosztowało na 1 *ha* niecałe 300 franków.

Jeżeli osadzanie na powierzchni ziemi zawiesiny wód rzecznych nie ma na celu znacznego podniesienia jej poziomu, lecz tylko użyznienie i poprawę fizycznego zachowania się ziemi, dopuszcza się odrazu wodę pozbawioną grubszego balastu, z której w stanie spokoju opada tylko drobny muł. Melioracya tego rodzaju pospolita we Francyi i Włoszech nosi nazwę *limonage*, której w naszym języku odpowiada termin *namulenie*.

Za pośrednictwem wody namulają również w księstwie Oldenburgskiem bardzo pospolicie jałowe grunta torfowe, których powierzchnia leży niżej od poziomu wody w rzekach w czasie jej wysokiego stanu. W dorzeczach rzeki Ledy z melioracyą podobną można wśród kolonii torfowych bardzo często się spotkać. Zamulanie odbywa się pospolicie stopniowo, na małych obszarach, aby wiatry poruszające wodę nie przeszkadzały osadzaniu się mułu. Ten sam skutek, ale w znacznie dłuższym okresie czasu, sprawia wszędzie osad opadający z wody używanej do nawodnienia łąk.

Ilości mułu osadzające się na łąkach nawodnianych dobrą wodą w ciągu długich lat bywają tak znaczne, że skład mechaniczny gleby ulega radykalnej przemianie. Świadczy o tem następujący przykład podany przez Gasparina. Autor ten stwierdził mianowicie za pomocą analizy mechanicznej takie różnice w zawartości piasku i gliny (szlamu) w powierzchownej, 15 *cm* grubej warstwie ziemi:

	nawodnianej	nienawodnianej
piasku . . .	50,50%	76,60%
gliny. . . .	49,50 „	23,40 „
stosunek piasku do gliny . .	1 : 1	3 : 1

Dla sprowadzenia tak znacznej zmiany w mechanicznym składzie ziemi potrzebaby nawieźć na każdy hektar łąki materyału ziemistego, zawierającego 70% szlamu około 5000 centnarów metrycznych, których dowóz na kołach sprzężajem kosztowałby zbyt wiele.

Wedle obliczeń dokonanych przez Hervé Mangona wynosił roczny przybytek osadu na badanych łąkach francuskich, nawodnianych ilościami wody:

skąpemi	37 i 98 *q*
obfitemi	73 i 165 „

Osadzanie się obfitsze mułu z nawadniającej wody jest w szczególności pożądane na łąkach o glebie lekkiej, zbyt mało zatrzymującej wody, oraz w glebie torfowej. W pierwszym wypadku tworzy się na powierzchni warstwa ziemi zwięźlejsza, posiadająca większą zdolność zatrzymywania, jak również podsiąkania wody, podczas gdy pod nią pozostanie warstwa dawniejsza przepuszczalna, łatwo odprowadzająca szkodliwy nadmiar wody. Na ziemiach torfowych zarówno piaszczysty osad, jak i drobnoziarnisty muł ogranicza parowanie wody, wskutek czego zabezpiecza przed zupełnem a zgubnem dla roślinności obsychaniem warstw powierzchownych, co w lecie na nagich torfach tak łatwo się zdarza. Prócz tego utrudnia muł wydymanie się torfów na powierzchni podczas przymrozków, ułatwiające t. zw. wymarzanie szlachetniejszych traw w skutek wyciągania na wierzch korzonków. Nie małą korzyść przynosi także

tępienie mchów, ginących szybko pod osadem. Pożyteczność wpływu wywieranego przez muł na fizyczne zachowanie się gleby torfowej objawia się bardzo rychło pojawieniem się obfitszego porostu szlachetnych traw, koniczyn i innych motylkowych. Tylko na łąkach o glebie zwięzłej może wpłynąć osadzenie miałkiego mułu niekorzystnie przez zmniejszenie przewiewu i przepuszczalności.

Nie mniej cennym jak wpływ pośredni jest bezpośrednio użyzniające działanie mułu. Jeżeli muł osadzający się przy zalewowem nawodnianiu jest dostatecznie żyzny, łąka bez nawożenia wydaje wysokie zbiory siana, przyczem nietylko nie doznaje wyczerpania, lecz może nawet w pokarmy roślinne się wzbogacić. Tak np. Gasparin stwierdził dla łąki, badanej pod względem zmiany w mechanicznym składzie, o czem wyżej była mowa, następującą różnicę w składzie chemicznym:

	Ziemia nawodniana	Ziemia nienawodniana
materyi organicznej .	6,23%	3,89%
azotu	0,25 „	0,15 „
kwasu fosforowego .	0,21 „	0,05 „
tlenku potasowego. .	0,12 „	0,06 „

Licząc, że głębokość tak zmienionej chemicznie gleby sięga tylko 12 *cm*, okazuje się z odpowiedniego obrachunku, że przybytek ogólny na hektar wynosił:

azotu	840 *kg*
kwasu fosforowego .	2660 „
tlenku potasowego .	1530 „

Wzbogacenie w kwas fosforowy odpowiada około 130 *q* żuzli 20% a w tlenek potasowy — około 150 *q* kainitu 10%. A trzeba dodać, że takie przybytki stwierdzono na łące, która dzięki nawodnieniu i sprzyjącemu klimatowi wydawała wedle twierdzenia Gasparina 175 *q* siana na hektarze.

Namulanie bez współudziału siły żywej wody może być także melioracyą bardzo zyskowną, jeżeli tylko muł nadający się do użycia nie znajduje się w zbyt znacznej odległości od obszaru potrzebującego za jego pomocą poprawy, czy to pod względem zachowania się fizycznego, czy też co do zasobu pokarmowego. Najmniejsze stosunkowo koszta transportu ponosi się w razie znalezienia mułu na miejscu w gospodarstwie i możności przewozu sprzężajem w porze wolnej od niezbędnych robót gospodarskich. To też nawożenie stawarką lub szlamem z rowów należy do melioracyj bardzo chętnie podejmowanych tak na glebach łąkowych jak i na ornych. Na łąkach, gdzie działanie mułu fizyczne oraz niszczące mech bardzo wiele waży, mogą być z korzyścią zużytkowane stawarki nawet mniej zasobne w pokarmy. Na roli natomiast na żyzności stawarki więcej zależy, osobliwie gdy dawka stosunkowo nie wysoka może działać głównie bezpośrednio przez znajdujące się w niej pokarmy.

W pobliżu miast, w których w celu uniknięcia zanieczyszczenia rzek wpuszcza się do nich wody ściekowe sklarowane zapomocą rozmaitych chemicznych dodatków, uzyskuje rolnictwo w gromadzącym się osadzie wartościowy i chętnie nabywany materyał nawozowy. Substancye dodawane w celu przejaśnienia wód ściekowych miejskich są bardzo rozmaite. Używane do tego celu bywa wapno palone samo lub w zmieszaniu z siarkanem glinowym, zwykłą gliną roztworzoną kwasem siarkowym, siarkanem żelazowym, fosforanami, solami magnowemi i t. p. Dodatek środków chemicznych ma na celu wytworzenie szybkie w czyszczonej wodzie ciężkich a obfitych osadów, które opadając, porywają ze sobą części stałe znajdujące się w niej w zawieszeniu. Byłoby rzeczą pożądaną, aby ten system czyszczenia wód ściekowych miejskich i fabrycznych się rozpowszechniał i to nietylko ze względów hygienicznych, lecz i ze względu na korzyść dla rolnictwa.

Nasuwa się tu samo przez się na myśl, że dodatek wapna lub tych mieszanin mógłby być pożyteczny dla przyśpieszenia osadzania się mułu z wody używanej do nawadniania, zbyt wolno się odstającej.

O zasobności w pokarmy roślinne osadów chemicznie z mętnych wód strącanych dają pojęcie rezultaty analiz König'a, które tu przytaczamy:

w suchej substancyi:	Osad z Essen strącony siarkanem glinu i wapnem	Osad z Berlina strącony gliną, kwasem siarkowym i wapnem	Osad z Krönenberg (kolonia robotnicza pod Essen) str. siarkanem żelazowym i wapnem
materyi organicznej . . .	23%	33,0%	35,0%
azotu	1 „	1,5 „	1,0 „
kwasu fosforowego . . .	1 „	2,5 „	1,0 „
wapna	16 „	18,0 „	13,0 „
koszt oczyszczenia 1 m^3 wody	—	1 fenig	0,8 feniga.

Dodać tu należy, że wedle doświadczenia zrobionego w przeciągu dłuższego czasu w Essen koszt przeświecania wody kanałowej przed wpuszczeniem do rzeki przyjętym tam systemem wynosi rocznie na jednego mieszkańca około 1 marki, nie licząc dochodu uzyskiwanego ze sprzedaży okolicznym rolnikom osadu.

W okolicach nadmorskich przedmiotem handlu jest także osad samoistnie gromadzący się przy ujściu wielkich rzek do morza lub w portach. We Francyi sprzedaje się rolnikom błoto portowe oraz osady wody morskiej obfitujące w węglan wapniowy i używane za nawóz wapienny, jako to tak zw. *tangues*, *trez* i *merl*. W Holandyi dzięki rozgałęzionym tanim komunikacyom transportują nawet na znaczną odległość szlam (Schlick) gromadzący się przy ujściu rzeki Ems. W Groningen na grunta piaszczyste i torfowe nawożą często na hektar nawet 3500 *q* tego materyału, co odpowiada objętości około 300 m^3. W takich samych ilościach nawozi się tenże sam materyał we wschodniej Fryzyi. W księstwie Oldenburgskiem cenionym środkiem melioracyjnym jest muł gromadzący się pod Bremerhaven przy ujściu Wezery oraz pod Wilhelmshaven w zatoce Jahde. Szlam osadzający się w kanałach przerzynających torfowiska oraz w rzekach wydobywa się tam również w czasie niskiego stanu wody i używa do melioracyi.

Obszerne doświadczenia nad użytecznością rolniczą szlamu, zbierającego się na wybrzeżu morza Północnego wykonał w księstwie Oldenburgskiem Fleischer, b. kierownik doświadczalnej stacyi torfowej w Bremie. Najważniejsze wnioski zasługują tu na przytoczenie, ponieważ nie posiadają wyłącznie tylko lokalnego znaczenia, ale można w nich znaleźć pożyteczne wskazówki dla nawożenia stawarkami, ziemią i t. p.

Wnioski te brzmią jak następuje:

1. Szlam powinien być nawożony na meliorowane obszary, o ile to tylko jest możliwe podczas jesieni. Na łąkach objawia się dobry skutek szlamu wywiezionego na wiosnę zazwyczaj dopiero w drugim pokosie. Na rolach szlam na wiosnę wożony może działać korzystnie w pierwszym roku, jeżeli był dostatecznie przesuszony. I tu jednak dobry wpływ wiosennego nawożenia jest mniej pewny.

2. Największą przewyżkę w zbiorze dzięki użyciu szlamu osiąga się zazwyczaj w drugim roku.

5. Co się tyczy trwałości melioracyi, to w próbach prowadzonych na gruntach piaszczystych przez 4 do 8 lat nie zauważono aby wpływ osłabł, jeżeli nie wciąga się do porównania najlepszego rezultatu osiąganego w roku drugim. Na torfach natomiast stwierdzono w jednym przypadku stanowczo już w czwartym roku wyczerpanie korzystnego wpływu szlamu, a w dwóch innych przypadkach było tak krótkotrwałe działanie wielce prawdopodobne. Przyczyną tego jest niezawodnie łatwe wypłukiwanie drobnoziarnistego i cięższego szlamu z pomiędzy lekkiej masy torfowej w głąb ziemi.

4. Dawka szlamu wynosząca 100000 *kg* na hektar (138000 funtów na 1 mórg) wywierała zawsze skuteczne działanie. Opłacalność wyższych dawek zależy od rodzaju roślin i oddalenia meliorowanego obszaru od miejsca dobywania szlamu. Dla roślin uprawianych na roli i przy małem oddaleniu można bezpiecznie bez ryzyka dawkę podwoić. Dla pastewnych zaś i przy oddaleniu znaczniejszem, lepiej na raz nie dawać więcej jak 100000 *kg*, a za to po pewnym szeregu lat melioracyę powtórzyć.

5. Nawożenie szlamem opłacało się bez wyjątku na roli lepiej aniżeli na łące, jakkolwiek i na łąkach było zawsze zyskowne, jeżeli tylko koszta przewozu szlamu z powodu znacznej odległości nie były zbyt wysokie. Z pomiędzy płodów uprawianych na roli okazały się najwięcej wdzięcznemi za melioracyę motylkowe (groch, oraz mieszanka grochu z bobem); na łąkach dostrzegano zawsze zwiększenie porostu koniczyn. Melioracya szlamem odłogów nie za sucho położonych (wrzosowiska torfowe i piaszczyste) w celu obsiania mieszanką koniczyn i traw okazała się nadzwyczaj zyskowną; zysk tu osiągany był znacznie wyższy niż osiągnięty na starych łąkach.

W celu ułatwienia porównania osiągniętych z melioracyi zysków, przyjęto wszędzie jednakowy koszt nawiezienia szlamem, licząc mianowicie:

Koszt nabycia i naładowania 100000 *kg* mułu	80	marek
Transport koleją na odległość 50 *km*	40	„
Wyładowanie i rozrzucenie. .	10	„
Ogółem .	130	marek

W obrachunku tym przyjęto, że obszar meliorowany leży tuż przy drodze żelaznej,

nie uwzględniono zatem kosztów przewozu sprzężajem. Zależnie od czasu trwania doświadczenia, ogólny koszt nawożenia rozdziela się na trzy, cztery lub pięć lat, w obec czego każdoroczny obrachunek obciąża się kwotą bądź 43, bądź 33, bądź wreszcie 26 marek na 1 *ha*.

Przeciętny roczny czysty zysk z 1 *ha* wypada wówczas, jak następuje:

	przewyżka			zysk czysty	
1) łąka w trzechleciu	103	*q*	zielonej masy	66	marek
2) „ „	69	„	„ „	38	„
3) „ w pięcioleciu	41	„	„ „	23	„
4) rola, okres 4-ro letni:					
a) owies	6	„	ziarna	76	„
b) koniczyna z trawami . .	35	„	zielonej masy	8	„
c) żyto	3½	„	ziarna	52	„
d) groch z bobem	12½	„	„	215	„
5) rola, okres 4-o letni:					
a) groch	31½	„	„	566	„
b) żyto	18	„	„	333	„
c) brukiew	207	„	korzeni	382	„
d) pszenica jara	12½	„	ziarna	191	„
6) koniczyna z trawami na jałowych odłogach w okresie 3 do 5 letnim	55½—88½	„	zielonej masy	15—119	„

Nadmienić należy, że łąka № 3 i rola № 4 miały jednakową glebę: piasek z małą domieszką glinki i można osiągnięte na nich zyski wprost ze sobą porównywać. Ponieważ zysk w pięcioleciu na łące wynosi 115 marek a na roli 351 marek, większa więc rentowność melioracyi na roli z glebą tegoż samego gatunku występuje bardzo wyraźnie. Łąka № 1 miała za glebę torfowisko na opał wyeksploatowane i słabo nawiezione piaskiem, zaś łąka № 2 torf nizinny trawny (w czwartym i piątym roku wpływ nawiezienia szlamem wcale się już tu nie objawił). Rola № 5 miała w glebie piasek z przymieszką nieznaczną glinki, a odłogi jałowe były wypalonemi torfowiskami lub piaszczystemi wrzosowiskami, bez szlamu zupełnie nieprzydatnemi dla kultury.

6. Na glebach nawożonych szlamem użycie kainitu i strąconego fosforanu (precypitatu) w ilościach odpowiadających 80 *kg* tlenku potasowego i 60 *kg* kwasu fosforowego na 1 *ha* znakomicie się opłacało. Opłacające się przewyżki uzyskano wszędzie bez dodatku nawozu azotowego; w doświadczeniu na roli tylko brukiew otrzymała nawóz stajenny. (Wnioskowanie stąd, że obok stawarek żyznych potrzeba wszędzie używać nawozów pomocniczych byłoby naturalnie błędnem).

7. Wpływ natury gleby na opłacalność melioracyi był następujący: Na piasku z domieszką glinki w położeniu dosyć wilgotnem osiągnięto największe korzyści. Piasek wrzosowy, jeżeli tylko nie był za suchy, melioracyę dobrze opłacił; na suchym natomiast pożądane działanie się nie objawiło. Na torfowisku wyżynnem, na opał wyeksploatowanem, piaskiem nie nawiezionem, oraz na torfie nizinnym z obfitą przymieszką piasku, działanie mułu było wyraźne lecz krótkotrwałe. Na wyżynnych torfowiskach mchowych, na opał nie eksploatowanych, z naturalną warstwą wrzosowej próchnicy, oraz na takichże torfowiskach z wywiezionym torfem opałowym, zmeliorowanych metodą holenderską (nawiezionych i zmieszanych z piaskiem), działanie szlamu rozciąga się na dłuższy szereg lat (w ostatnim przypadku było silne jeszcze w ósmym roku po wykonaniu melioracyi).

W ogóle powiedzieć można, że użyźniające działanie mułu zapewnia zysk pieniężny tylko wówczas, gdy koszta dowozu nie wypadają zbyt wysokie. Pomiędzy np. próbami wykonanemi pod kierunkiem Fleischera znajdujemy następujący ciekawy i zasługujący na przytoczenie przypadek, w którym nawiezienie łąki szlamem nadmorskim dało ujemny rezultat pieniężny, jakkolwiek zapewniło przez lat kilka znacznie większe zbiory siana.

W próbie tej na łące zasilanej kompostem z gnoju i torfu, utrzymywanej od lat kilku na torfowisku, wyeksploatowanem na opał, a następnie nawiezionem małą ilością

piasku, wydzielono 4 parcele o powierzchni 100 m^2, z których otrzymała parcela № 1 zwykle używany kompost; № 2 oprócz kompostu szlam z portu bremeńskiego w stosunku 1500 centn. metr. na 1 *ha*; № 3 tlenku potasowego w kainicie 80 *kg*, oraz kwasu fosforowego w superfosfacie 80 *kg*, zaś № 4 nie dostała żadnego nawozu.

Doświadczenie trwało cztery lata, przyczem w latach następnych nawożenia wcale nie powtarzano. Dopiero w ostatnim roku parcelę № 2 zasilono kainitem i mąką fosforytową. Rezultaty w zbiorze siana z 1 *ha* okazały się w centnarach metrycznych następujące:

	1878	1879	1880	1881
№ 1 kompost	58	56	32	?
№ 2 kompost i szlam	67	71	74	37
№ 3 nawozy mineralne	69	40	1½	?
№ 4 bez nawozu	49	35	18	?

Z porównania wydatku uzyskanego na parcelach № 1 i № 2 wynika, że dzięki namuleniu uzyskano w latach 1878—1880 z hektara łączną przewyżkę 66 *q* siana, przedstawiających wartość około 330 marek. Tymczasem ogólny koszt melioracyi wynosił na 1 *ha* 371 marck, a mianowicie:

zakupno szlamu z ładowaniem i wyładowaniem	128	marek
przewóz koleją na odległość 72 *km*	87	„
przewóz w łodziach w kanale	150	„
rozrzucenie szlamu	6	„

Strata zatem poniesiona wyniosłaby na hektarze przeszło 40 marek. Gdyby jednakże szlam mógł być przewieziony przez kanał na łodziach próżno wracających z Bremy po odstawie torfu, koszta zamulenia wyniosłyby tylko około 250 marek, zaś zysk w trzechleciu 80 marek. Niepomyślny rezultat finansowy melioracyi przy wyższym koszcie należy w tym razie przypisać zastosowaniu jej na gruncie bardzo ubogim w pokarmy roślinne, w skutek czego dobroczynny wpływ mułu na fizyczny stan gleby nie mógł być długotrwałym. Nie jest także wykluczone przypuszczenie, że wcześniejszy dodatek właściwego nawozu pomocniczego zapobiegłby tak rychłemu ustaniu działania nawiezionego mułu. Żałować jednak należy, że tak ta próba, jak i wszelkie inne były wykonane na zbyt małych parcelkach, w skutek czego przeliczanie zbiorów na powierzchnię 1 *ha* może dać rezultaty niezgodne z prawdą, a obrachunek opłacalności musi być w ogóle niepewny.

Literatura.

Prace ważniejsze traktujące o tym przedmiocie są następujące:

J. König. „Die Verunreinigung der Gewässer, deren schädliche Folgen und Mitteln der Reinigung der Schmutzwässer“. Berlin, 1887.

M. Fleischer. „Die Materialien zur Düngung und Meliorirung des Moorbodens“. Landw. Jahrb. t XII, 1883, s. 203.

„ „Versuche ueber die Wirksamkeit des See-Schlicks auf verschiedenen Bodenarten“. Landw. Jahrb. t. XV, 1886, s. 117.

Dr. Stefan Jentys.

Muł (Mulus łac., Mulet fr., Mule ang., Maulthier niem.), oznacza produkt otrzymany z płodnego płciowego złączenia męskiego lub żeńskiego osobnika rodzaju equus, gatunku equus caballus z żeńskim lub męzkim osobnikiem gatunku equus asinus, króciej mówiąc konia z osłem. Mogą tu zajść następujące wypadki: albo łączymy klacz z ogierem osłem i wtedy otrzymany produkt nosi nazwę właściwego muła (mulus, mulet, Maulthier) albo ogiera konia dopuszczamy do oślicy; produkt z takiego związku powstały zowie się mułem-osłem, (hinnus, bardot, Maulesel). Ten ostatni daleko mniej jest ceniony i nie jest przedmiotem specyalnej hodowli, będąc chyba tylko dziełem przypadku. Muł-osioł ma krótką głowę, długie uszy, krótkiem włosiem porosły ogon, podobnie jak matka; właściwy zaś muł odznacza się dłuższą głową, krótszemi uszami i dobrze dzianym ogonem; niekiedy tylko ogon ten bywa tak zw. „szczurzy“ to jest porosły długimi włosami nie od samej nasady ale znacznie niżej.

Oprócz tego że muł-osioł mniejszą ma wartość użytkową od właściwego muła, na zaniedbanie jego produkcyi wpływa jeszcze wyraźna niechęć ogiera-konia do odstanawiania oślicy, a stąd trudność skłonienia go do popełnienia tego mezaliansu, gdy znany powszechnie bardzo żywy popęd płciowy osła czyni go skwapliwym do zaspokojenia go, skoro tylko nadarzy się ku temu sposobność. Skojarzenie się zatem osła z klaczą łatwiej się udaje i częściej bywa płodnem, niż złączenie się ogiera z oślicą.

Produkta jednak, jak w jednym tak i w drugim wypadku, są pomiędzy sobą niepłodne i niezdolne do utrwalenia nowo powstałej pośredniej odmiany zapomocą dalszego rozmnażania się. Powszechnie mniemano że muły absolutnie są niepłodne. Prevost i Dumas w płynie nasiennym muła nie znaleźli nitek nasiennych, lecz włoski uczony Balbiani posługując się lepszemi narzędziami i dokładniejszą metodą badania, odkrył w nasieniu muła komórki zdolne do przetworzenia się w nitki nasienne i do dojścia do płciowej dojrzałości. Fakt ten jednak nie został stwierdzony dotąd w praktyce, ponieważ muł-ogier pomimo swej niepłodności okazuje popęd płciowy, a nie mogąc go zaspokoić, staje się dzikim, złośliwym i nieukróconym i jako taki staje się do użytku nie zdatnym; wszystkie zatem muły samce ulegają kastracyi. Posądzano też i mulice o zupełną bezpłodność, lecz wiarogodne fakta, lubo dosyć rzadkie, stanowczo temu zaprzeczyły. Mulice, odstanawiane bądź z umysłu, bądź w skutek naturalnego doboru z ogierami-końmi, dawały *niekiedy* potomstwo zdolne do życia i do dalszego rozwoju jako mieszańce mające w sobie $^1/_4$ krwi osła i $^3/_4$ krwi konia. Podobne do tego rezultaty otrzymano przy hodowli leporydów (zajęczaków) przez łączenie zająca z królikiem (patrz „Królik“).

Również może być płodnem skojarzenie mulicy z ogierem-osłem. Jak w jednym tak i w drugim wypadku widzimy wyraźną dążność do wyrównania zbyt jaskrawych różnic, powstałych w skutek pierwszego płodnego skojarzenia dwóch różnych gatunków. Większa liczba podobnych przykładów wyświetliłaby niewątpliwie niejedną ciemną stronę nauki o hybrydacyi w ogóle, lecz przeprowadzenie podobnych doświadczeń w praktyce napotyka na trudne do przezwyciężenia przeszkody ze względu na koszta i znaczny przeciąg czasu. Praktyka, chcąc korzystać z muła, bierze go takim jakim jest, czyli produkt powstały ze złączenia klaczy z ogierem, zrodzony i wyhodowany w odpowiednich klimatycznych i ekonomicznych warunkach.

Użyteczność muła polega na następujących jego zaletach: jest on wytrzymalszy od konia, mało wybredny w paszy, żyje bardzo długo i nie podlega chorobom; kopyto ma twarde, stąd nie potrzebuje podkucia.

Chód ma pewny i śmiały, tak że po stromych, usianych kamieniami górskich ścieżkach postępuje bezpiecznie i nigdy się nie potyka podobnie jak huculski koń we wschodnich Karpatach. Nadaje się zarówno do pociągu jak pod siodło, zwłaszcza dla starszych wiekiem osób i dla kobiet; wybornie też służy jako zwierze juczne. Stąd w armiach południowych krajów oraz we Francyi muły używane są stale do obsługi pociągów i ambulansów.

Ojciec muła, osioł, jest przeważnie zwierzęciem krajów południowych: dosięga w nich znacznie większego wzrostu i pomimo bardzo nędznego pożywienia którem zadawalniać się musi, o wiele przewyższa siłą osła wyhodowanego w ostrzejszym, chociaż zawsze jeszcze umiarkowanym klimacie, do jakiego i nasz musi być zaliczony. To też hodowla mułów mogła korzystnie się rozwinąć w warunkach klimatycznych sprzyjających hodowli osłów. Takiemi odznaczają się kraje południa Europy, a w szczególności Włochy, Hiszpania, a nadewszystko Francya. W tym zatem ostatnim kraju, a mianowicie w dawnej prowincyi Poitou, obejmującej dzisiejsze departamenty: Vendée, Charente inférieure, Deux Sèvres i Vienne, produkcya mułów jest najwięcej rozwinięta i stanowi oddzielną gałęź przemysłu hodowniczego, noszącą nazwę „*la Mulasse*“. Przemysł ten posługuje się odrębnemi nazwami oznaczającemi odnoszące się do niego czynności i przedmioty. I tak zakład w którym się się znajdują osły przeznaczone do stanowienia doprowadzanych klaczy nazywa się „*atelier*“. Ogier osioł stanowiący klacze nosi nazwę „*baudet*“. Nie jest on używany do żadnej roboty i trudno byłoby go do tego nakłonić, ponieważ jest złośliwy i bardzo uparty. Postać jego wcale nie przemawia na jego korzyść, skóry jego nie dotknęły nigdy zgrzebło lub szczotka; długi włos zimowy lenieje na nim bardzo powoli i zwisa w długich, gęstych kołtunach nakształt łachmanów; stąd nazwa jego

„*guenilloux*“. Dozorca jego nosi nazwę „*maquignon*“, chociaż zajęcie jego nie ma nic wspólnego z jarmarcznym handlarzem koni. Obowiązkiem jego jest przyśpiewywać osłowi podczas gdy się ten zabiera do stanowienia; nucenie takie, składające się z powtarzanych dźwięków *tra-la* nazywa się „*le trelandage*“ i ma jakoby wywierać wpływ podniecający na system nerwowy osła. Klacz przeznaczona do produkowania mułów nosi nazwę „*mulassière*“; tę samą nazwę nadano całemu szczepowi koni w Poitou służącemu wyłącznie tej gałęzi przemysłu i nie używanemu do innych posług. Ogiery były tylko ojcami klaczy matek mułów. Zbywający przychówek samców sprzedawany był w odległe strony. Rasa ta koni odznaczała się grubą i ciężką budową, wielkim łbem o długich obwisłych uszach, szerokich kopytach, pęcinach i nadpęciach porosłych gęstym i grubym włosem. Dzisiaj ta rasa stopniowo znika, ponieważ ograniczony, jednostronny z niej użytek, czynił utrzymywanie jej zbyt kosztownem; niebawem przekonano się że i klacze z innych ras pociągowych pochodzące mogą produkować dobre muły, jeśli tylko odstanowienie ich z osłem będzie płodne, co się nie zawsze zdarza; natura bowiem okazuje pewien rodzaj wstrętu do związków wykraczających przeciwko ustalonym prawidłom. Dawna rasa szczególnie się okazywała zdolną do hybrydacyi. do tego stopnia że klacze stanowione z osłem już nie przyjmowały ogiera - konia. Ograniczona zatem ich liczba przeznaczoną była do utrwalenia rasy i wydawania ogierków, mających w przyszlości płodzić osobniki do tego celu przydatne.

Muł w pierwszym roku życia nazywa się „*giton, gitonne*“; w drugim, „*doublon, doublonne*“, w trzecim bywa sprzedawany na specyalnych jarmarkach, na które przybywają kupujący z południowej Francyi, z Hiszpanii i z Włoch; sława bowiem mułów z Poitou jest ustaloną; mulice są wyżej cenione od mułów i cena na nie dochodzi do 2000 fr. i wyżej. Pierwszeństwo to przyznawane mulicom, ma swoją przyczynę w wymaganiach etykiety dawnych czasów. Muły, jak wiadomo, pomimo swej niepłodności, a może właśnie wskutek tego upośledzenia, są bardzo złośliwe i narowne do tego stopnia, że użycie ich pod siodło lub do zaprzęgu jest po prostu niemożliwe, jeżeli w wprzód w młodocianym wieku nie będą kastrowane. Że zaś przepisy wzbraniają użycia do zaprzęgów Papieskich zwierząt w jakikolwiekbądź sposób okaleczonych, koni zaś, a zatem i klaczy karecianych w owych czasach we Włoszech nie było, wypadło zatem tworzyć paradne zaprzęgi z mulic, sprowadzanych w tym celu z okolic słynących z ich produkcyi, mianowicie z Poitou. Za przykładem stajen Papieskich poszły dwory magnatów włoskich, a zwłaszcza grandów hiszpańskich i zaprzęgi takie pozyskały sobie prawo obywatelstwa na południu i zachodzie Europy. Również spokojna, a przytem żwawa, o miękkich, wygodnych chodach mulica stała się wybornym wierzchowcem dla osób stanu duchownego, podżyłych wiekiem, lub dla kobiet należących do wyższych stanów społeczeństwa.

Muły otrzymywane w Algeryi z klaczy rasy berberyjskiej, odznaczają się lekką i zgrabną budową, łagodnym temperamentem, żywością i przyjemnymi dla jezdzca chodami, stąd przeważnie nadają się pod siodło; daje się pomiędzy nimi widzieć anomalia w budowie szkieletu, mianowicie, kręgów lędźwiowych jest u nich pięć, podobnie jak u osła, gdy koń ma ich sześć.

Niezależnie od wyborowych mułów i mulic, produkowanych w Poitou na handel zagraniczny jako towar wyborowy, kraje południowe, gdzie klimat sprzyja tej hodowli, hodują muły pospolite, na potrzeby rolnictwa, handlu, przemysłu i komunikacyi, jako zwierzęta pociągowe, wierzchowe i jucznе. U nas, przeważnie ze względów klimatycznych, nie sprzyjających hodowli silniejszych i roślejszych osłów hodowla mułów nie istnieje, a jeśli gdzie niegdzie zjawi się jakiś okaz, należy takowy uważać jako rezultat przypadku.

Stanisław Rewieński.

Mursze i ich uprawa.

Mniejsze lub większe obszary ziemi pokryte warstwą masy utworzonej z obumarłych szczątków roślinnych, koloru czarnego, ciemno lub jasno-brunatnego, porośnięte przeważnie mchami, wrzosami i kwaśnemi trawami, nazywamy murszami.

I. Tworzenie się murszów.

Niezbędnemi warunkami dla utworzenia się murszów, są obecność wody i umiarkowany klimat. Ponieważ woda zawiera w sobie tylko $^1/_{30}$ część tego wolnego tlenu,

który znajdujemy w takiej samej objętości powietrza atmosferycznego, przeto pokrywając obumarłe szczątki roślinne zamyka do nich przystęp tlenu i utrudnia ich rozkład. Działanie to wody będzie tem wyraźniejsze, im spokojniejszą będzie woda pokrywająca te części roślinne, gdyż nie będzie w możności zastąpić tak prędko zużytych części tlenu nowemi zaczerpniętemi z powietrza. W obumarłych przeto cząstkach roślinnych pokrytych wodą, w skutek braku tlenu nie może nastąpić utlenienie, ale następuje przeważnie nawet redukcya, t. j. odtlenienie takowych. Powietrze atmosferyczne stykając się z węglem, tym głównym składnikiem ciał organicznych, strawia takowy stopniowo zupełnie; gdy jednakże węgiel ten pokryty będzie wodą, to w małej tylko części dozna przemiany. Dla tego to pod wpływem otaczającej wody z obumarłych części roślinnych tworzą się większe masy organiczne, stanowiące istotę murszów.

Proces ten częściowego butwienia resztek roślinnych odbywa się w ten sposób, że jakkolwiek wytwarza się przy tej przemianie kwas węglowy, woda i węglowodory, to jednakże pozostawia po sobie produkt, który staje się względnie coraz bogatszym w węgiel; z tego wynika że torf jest bogatszym w węgiel niż włókno roślinne z którego się rośliny torf tworzące składały, i że im starszy będzie torf, tem większy procent węgla będzie zawierał.

Zjawisko to potwierdziły w zupełności odnośne badania różnych torfów, i tak wzięto torf № 1 z powierzchni murszów, torf № 2 z głębokości 7 stóp a torf № 3 z głębokości 14 stóp i poddano próbom które wykazały następujące ilości węgla, wodoru azotu i tlenu.

	№ 1.	№ 2.	№ 3.
Węgiel . . .	57.75	62.02	64.07
Wodor . . .	5.43	5.21	5.01
Azot . . .	0.80	2.10	4.05
Tlen . . .	36.02	30.67	26.87
	100.00	100.00	100.00

Na stopień rozkładu takich mas ograniczonych, wpływa też bardzo obecność wapna. Działanie to rozkładające wapna, do tej pory dokładnie niezbadane, polega według mniemania Seelhorsta prawdopodobnie na tem, że wapno łącząc się z obecnymi w murszach kwasami humusowymi, pozbawia je konserwującego ich środka, jakiemi są wszelkie kwasy dla ciał organicznych i wskutek tego ułatwia ich rozkład. Przeciwnie zaś na stopień rozkładu murszów wpływa obecność tlenniku żelaza (Fe O); takowy pochłaniając tlen napotkany w szczątkach roślinnych i w wodzie dla swego wyższego utlenienia odbiera murszom rozkładający je pierwiastek, a wskutek tego utrudnia ich rozkład.

Podczas redukcyi ciał organicznych pod wodą, powstają różnego rodzaju nierozpuszczalne w wodzie kwasy humusowe. Posiadają one w wysokim stopniu własność konserwowania azotu, zawartego w substancyach organicznych, łączą się bowiem z takowym w formy bardzo trudno rozpuszczalne. Wskutek tego znajdujemy w murszach znaczne zapasy azotanów, a zapasy te będą tem obfitsze, im dalej posuniętym jest rozkład ciał organicznych. Według najnowszych badań, niezaprzeczenie ważną rolę podczas rozkładu ciał organicznych, grają różnego rodzaju drobnoustroje, wiadomem jest jednak że te drobnoustroje tylko w obojętnych i słabo alkalicznie reagujących substancyach rozmnażać się mogą,—a że wytwarzające się znaczne ilości kwasów podczas redukcyi ciał organicznych pod wodą niedopuszczają do rozmnożenia się tych drobnoustrojów, przeto sterylizują niejako te masy organiczne.

Dr. Fränkel prof. w Marburgu i Dr. E. Klipstein prowadząc z polecenia Towarzystwa Rolniczego Niemieckiego różne badania nad działaniem antiseptycznem torfów (Arbeiten der deutschen Landwirtschaft-Gesellschaft 1894 r.) stwierdzili, że w przeciwieństwie do innych ziem próchnicznych zawierających miliony mikrobów w 1 *cm* kub. w murszach prawie takowych niema. Obydwaj ci badacze, stwierdzili również, że ta antyseptyczna własność torfu t. j. własność niszczenia chorobotwórczych laseczników i wibrionów, pochodzi od silnie kwaśnej reakcyi takowych. Zjawisko to tłómaczy nam stale powtarzające się na murszach chybianie niektórych motylkowych roślin, wymagających współdziałania mikrobów do swego wzrostu, tłómaczy ono również znakomite rezultaty otrzymywane przy pomocy szczepienia ziemi na murszach (patrz art. „Motylkowe rośliny“).

Na stopień rozkładu ciał organicznych wpływa też i temperatura przy której odbywa się rozkład. Przy temperaturze bardzo wysokiej, nawet pod wodą rozkład ciał organicznych będzie tak szybki, że gromadzenie się jakichkolwiek zapasów będzie niemożliwe; wskutek tego w bardzo

ciepłych krajach, tworzenie się murszów nie następuje, w bardzo zimnych zaś strefach niespotykamy murszów dla tego, że wegetacya roślin tworzących takowe, przy niskiej temperaturze jest niemożliwą. Bliższe szczegóły podane są w artykule pod tytułem „Gnicie“.

Stosownie do stopnia rozkładu w jakim się mursze znajdują i zawartości mineralnych w nich części rozróżniamy i różne ich gatunki.

Jeżeli części mineralne stanowią 70% ogólnej suchej masy, lub też i mniej, ale murszaste części ziemi są już w wysokim stopniu rozkładu, to pokłady takie nie nazywamy już murszami, lecz murszastemi ziemiami (Anmoriger Boden).

Właściwe mursze zaś dzielimy na:

1. Mursze górne (wrzosowe, mchowe) t. j. ubogie w wapno zawierające takowego poniżej 0,5 na 100 części suchej materyi.

2. Mursze nizinne albo *łąkowe* czyli bogate w wapno, zawierające ostatniego aż do przeszło 2,0 jednostek na 100 części suchej materyi.

Że zaś pomiędzy tymi dwoma gatunkami murszów, niemożna oznaczyć ścisłej granicy, rozróżniamy jeszcze *mursze mieszane* t. j. zbliżone raz do murszów pierwszej, drugi raz do murszów drugiej kategoryi.

Tworzenie się murszów górnych.

Takowe znajdujemy najczęściej na podłożu składającym się z jałowego, drobnoziarnistego, białego piasku, niezawierającego wapna; czasami spotykamy mursze górne i na pokładach gliniastych lub marglowatych; w takim wypadku jednakże, pod pokładami murszów górnych znajdujemy pokłady murszów nizinnych które w miarę oddalania się od podłoża przechodzą stopniowo w mursze górne. Rośliny z których utworzone są takie mursze, należą albo do rodziny wrzosów (Ericaceae) albo też do rodziny mchów (Sphagnum) a to stosownie do ilości wody jaką te rośliny miały do dyspozycyi podczas swojej wegetacyi. Przy mniejszej ilości wody przeważają wrzosowate, a przy większej ilości mchy — w obu gatunkach spotykamy jednakże w większych lub mniejszych ilościach przeglądające rośliny półtrawiaste (cyperaceae).

Wegetacyę murszów stanowiące wrzosy rosną na kępach w formie kretowisk które utworzone zostały z obumarłych dawniej tu rosnących wrzosów; pomiędzy temi kępkami znajdujemy i inne rośliny jak wyżej powiedziano, z gatunków cyperaceae.

A) Mursze wrzosowate: Erica tetralix, Calluna vulgaris, Eriophorum vaginatum, Scirpus caespitosus, Empetrum nigrum, Ledum palustre, Andromeda polifolia, Oxycoccus vulgaris, Vaccinium uliginosum, Drosera rotundifolia, Drosera longifolia, Juncus squarrosus, Molinia caerulea, Myrica gale, Narthecium ossifragum, Lycopodium Selago, Cladonia rangiferina.

Mursze mchowate: Sphagnum acutifolium, Sphagnum capillifolium, Sphagnum cuspidatum, Sphagnum molluscum, Sphagnum subsecundum, Mnium palustre, Brium caespiticum, Polytrichum piliferum.

Głównymi składnikami murszów wrzosowych są: Erica tetralix L. i Calluna vulgaris (wrzos) Salisb. Eriophorum vaginatum L. (wełnianka) scirpus caespitosus L. (sitowie) inne.

Mursze mchowe zawierają zaś głównie Sphagnum acutifolium Hofm; zachowują we wszystkich pokładach swoją budowę mchowatą, gdy tymczasem mursze, utworzone z wrzosów, są sypkie, tak że tylko po niektórych resztkach wrzosów znajdujących się w nich i po znacznej zawartości żywicy pochodzącej z tychże wrzosów, możemy wnioskować o ich pochodzeniu. Przeważnie mursze górne zawierają obydwa gatunki t. j. wrzosowe i mchowe ze sobą pomieszane.

Sphagnaceae stanowiące istotę murszów mchowatych, posiadają tę własność szczególną, że przy obfitości wody stojącej lub bardzo wolno poruszającej się, całe szeregi ich generacyj rosną jedna na drugiej. Uwagi godną jest również ich włoskowatość którą zawdzięczają specyalnej budowie swoich komórek i liści; jest ona tak wielką, że owe mursze wszelką napotkaną wodę pochłaniają i nietylko prowadzą kn górze, ale zatrzymują takową i chronią od wyparowania. Wskutek tej to ich własności spotykamy torfowiska podniesione po nad poziom otaczających je pól i spotykamy na takich wzniesieniach zbiorowiska wody, zwane jeziorami torfowemi. Ta sama własność tych mchów tłomaczy nam zjawisko rozszerzania się czyli przyrastania murszów po brzegach starszych torfowisk wskutek zasilania wilgocią brzegów. Uwarstwowanie murszów górnych bywa mniej więcej następujące:

1. Podłoże mineralne silnie nasycone próchnicą,

2. czarny torf,

3. ciemno-brunatny torf,
4. jasno-brunatny torf,
5. pokrywa wierzchnia z żywą wegetacyą albo też taką:
1) podłoże mineralne nasycone próchnicą.
2) Torf mchowaty.
3) Torf czarny sypki.
4) Torf brunatny.
5) Pokrywa wierzchnia przepleciona gęsto korzeniami żywej wegetacyi.

Tworzenie się murszów nizinnych.

Mursze nizinne położone są na urodzajnem podłożu; tworzą się zaś w nizinnych mokrych miejscach, w stojących lub bardzo wolno płynących wodach, obfitych w pożywne dla roślin części; powstają też najczęściej nad brzegami rzek lub na nizinach wskutek peryodycznego zalewu takowych wodami nasyconemi wapnem i częściami mineralnemi pożywnemi dla roślin.

Roślinność tworząca te mursze, składa się głównie z roślin błotnych i wodnych, znajdują się też w murszach takich całe pnie i gałęzie drzew które w miejscach tych rosły. Jeżeli przy tworzeniu się murszów wegetacya powstała w wodzie, to główną masę substancyi torfowej tworzyć będą resztki roślin wodnych — gdy rośliny te zapełnią całkowicie wodę i wegetacja rozpocznie się już nad poziomem tejże, to gatunek roślin będzie się stopniowo zmieniał i ukażą się coraz szlachetniejsze trawy a nawet i dwuliścieniowe rośliny (dicotyledony). Najgłówniejszą rośliną tworzącą mursze nizinne jest trzcina (Phragmites communis), której resztki znajdujemy w niższych pokładach większej części murszów nizinnych. Mursze nizinne odznaczają się bogactwem części mineralnych zatrzymanych między roślinami z wody która była przyczyną ich osadzania się i wskutek tego części te mineralne są dokładnie z całą masą torfową zmieszane. — Często jednakże napotykamy całe warstwy mineralnego szkieletu gruntów między murszami osobno leżące.

Podłoże murszów nizinnych bywa bardzo często wapnistem lub marglowatem i nosi w takim razie nazwę wapna łąkowego lub marglu łąkowego.

Ważną dla późniejszej uprawy murszów jest ilość żelaza zawartego w wodzie w której się mursze owe tworzyły. Obecność znacznej ilości żelaza w takiej wodzie jest przyczyną utworzenia się rudy żelaznej łąkowej. Jakkolwiek takowa wydobyta na powierzchnię pod wpływem powietrza staje się dla wegetacyi nieszkodliwą, to jednakże jako odporna dla zwietrzenia swoją twardością stanowi przeszkodę do wnikania korzeni. Żelazo takiej wody łączy się również niekiedy z kwasem fosforowym obumarłych roślin i tworzy związki chemiczne jak np. niebieska ruda żelazna (vivianit) które bywają czasami tak obfite, że późniejsze nawożenie fosforem na tych miejscach nie wywiera żadnego wpływu na zbiory Tak np. w Niemczech w pewnej miejscowości 1 hektar takich murszów zawiera w wierzchniej warstwie do 10 *cm* głębokości w kilogramach:

azotu	wapna	fosforu
7.748	17.440	23.070

gdy tymczasem w Cunrau Rimpau'a

	azotu	wapna	fosforu
kilogr.	16.000	30.000	1.200

Te fosforowe związki żelaża, są to czerwonawe do ochry zbliżone, czasem białe masy, które w zetknięciu z powietrzem nabierają pięknej niebieskiej barwy; barwa ta po niejakim czasie przechodzi w brunatno-żółtą. Wygląd zatem rdzawy cząstek murszów starszych i żółty kolor popiołu po spalonym torfie, wskazują na obecność związków żelaznych i na potrzebę badania ile fosforu w sobie zawierają.

Najczęściej jednakże związki żelaza zawartego w wodzie łącząc się z siarczanem wapnia (gipsem), nie stają się pożytecznemi ale wprost szkodliwemi dla roślin substancyami; pod wpływem bowiem masy torfowej zabierającej chciwie tlen, następują w tych związkach żelaza przemiany chemiczne, których ostatecznym wynikiem jest dwusiarek żelaza (piryt siarczany). Minerał ten nie jest wprawdzie w ziemi murszastej szkodliwym, w zetknięciu jednak z tlenem atmosferycznym zamienia się na dwie silne trucizny dla roślin t. j. w siarczan żelaza $FeO+SO_3=FeSO_4$ i wolny kwas siarczany $SO_3+H_2O=H_2SO_4$ — takie związki trujące znajdujemy tak w piasku jak i w innych ziemiach stanowiących podłoże murszów, jeżeli tylko wyżej wskazane i ku ich tworzeniu się przychylne warunki pozwalały na to. Dla tego to urządzając uprawy murszów, należy się mieć na baczności, aby ziemia użyta do pokrycia takowych a brana z podłoża, nie zawierała tych związków trujących. Ziemie takie nazywają w Niemczech ziemią żebraczą lub trującą (Bettelerde, Gifterde). Ziemia ta prócz powyższych własności odznacza się też głównie i brakiem węglanu wapnia $Ca\,CO_3$; dowodem tego, że oblana kwasami nie burzy się. Tak mursze nizinne

jako też i górne nie są utworami dawniejszych czasów. Powstają one bowiem i dzisiaj wszędzie w tych miejscach, gdzie znajdują do tworzenia się sprzyjające warunki. Wyeksploatowane mursze zarastają dość szybko napowrót; widzimy jak prędko zapełniają się doły wybrane na torfowiskach, a w Altwarmbruch niedaleko Hanoweru, gdzie już powtórnie eksploatują tamtejsze mursze, w ciągu lat 50 wytworzyło się nowe torfowisko; w ostatnich 30 latach przyrósł nowy pokład 4 do 6 stóp grubości mający. Ogólnie przyjętem jest zdanie że w dołach i w rowach przyrost murszów wynosi 0,25 do 1.0 cala rocznie, a nowy ten pokład odznacza się od dawniejszego (na murszach górnych składa się prawie wyłącznie ze sphagnum) bardzo wybitnie mniejszym ciężarem gatunkowym i jaśniejszym kolorem. Wszystkie napotykane mursze rosną dalej, wszelako w miarę jak się podnoszą nad poziom pokrywającej je wody, miasto redukcyi następuje pod wpływem powietrza atmosferycznego utlenienie materyi organicznej, a więc i strawienie węgla stanowiącego istotę murszów; przyrost masy organicznej staje się coraz słabszym, a w końcu zaledwie dostrzegalnym. Borggreve w Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur z roku 1889 Nr. 2 podaje jako pewną i wygodną miarę przyrostu murszów, świerk pospolity; posiada on tę właściwość że nie wypuszcza nigdy korzeni przybyszowych z pnia swojego, chociażby takowy dziesiątki lat był obsypany piaskiem lub obrosły murszami. Ponieważ korzenie młodego świerka znajdują się na 1 do 3 *cm* pod powierzchnią ziemi, przeto mierząc u świerka rosnącego na murszach głębokość w jakiej się znajdują jego korzenie od powierzchni, otrzymamy miarę przyrostu murszów od czasu zasadzenia świerka, liczba zaś pierścieni rocznych u świerka wskaże liczbę lat jakich potrzebowały mursze danego miejsca do swego utworzenia się.



Fig. 1.

Stosownie do różnych warunków w jakich tworzyły się mursze, znajdujemy też i różnice w ich budowie, w stopniu rozkładu części organicznych i w składzie chemicznym.

Według wielkiej liczby analiz chemicznych, dokonanych przez specyalne stacye doświadczalne dla murszów, okazuje się że zawierają przeciętnie na 100 części materyi suchej:

		Azotu	Potażu	Wapna	Kwasu fosforowego
I	Mursze górne				
a	„ wrzosowe	1.2%	0.05%	0.35%	0.10%
b	„ mchowe	0.8 „	0.03 „	0.25 „	0.04 „
II	Mursze mieszane	2.0 „	0.10 „	1.00 „	0.20 „
III	„ nizinne	2.5 „	0.10 „	4.00 „	0.25 „

Ponieważ w praktyce zależy zwykle na bezwzględnej ilości zawartych w pewnej warstwie ziemi materyj dla roślin pożywnych, a nie na procentowej zawartości takowych, dla tego też przy badaniu murszów chcąc oznaczyć ilość części pożywnych dla roślin, należy brać w rachunek ciężar gatunkowy gleby. W ten sposób otrzymane cyfry, okazują dopiero rażącą różnicę, jaka zachodzi między murszami górnemi a murszami nizinnemi. I tak ilość materyj pożywnych, zawartych w warstwie gleby 20 *cm* głębokiej na jednym hektarze wynosi w kilogramach:

		Ciężar gatun.	Azot	Potaż	Wapno	Kw. fosfor.
I	Mursze górne					
	a „ wrzosowe	120	2.880	100	840	240
	b „ mchowe	90	1.450	54	450	72
II	Mursze mieszane	180	7.200	360	3.600	720
III	„ nizinne	250	12.500	500	20.000	1.250

Niezależnie od tej różnicy, jaka zachodzi między murszami nizinnemi a górnemi, odróżniają się pierwsze od drugich znacznie dalej posuniętym stopniem rozkładu masy, istotę ich stanowiącej. Badania stacyj doświadczalnych wykazały, że powietrze zawarte w murszach wapnistych, zawiera 3 do 8 razy więcej kwasu węglowego, niż powietrze zawarte w murszach ubogich w wapno; znaczna zawartość zaś kwasu węglowego staje się przyczyną żywszego rozkładu ciał organicznych; to też woda występująca z murszów wapnistych, okazuje obfitą zawartość kwasu azotnego (tego najcenniejszego produktu pokarmowego powstającego wskutek nitryfikacyi ciał azotowych organicznych murszów), 70 razy przewyższającą zawartość wody wypływającej z murszów górnych t. j. ubogich w wapno; roślinność zaś na murszach nizinnych znajdzie bez porównania większe ilości dostępnych dla siebie pokarmów azotowych, aniżeli na murszach górnych.

Z wyżej powiedzianego wynika, że ilość zawartego w murszach azotu, idzie w parze z ilością zawartego tamże wapna. Od reguły tej jednakże dają się spotykać wyjątki; i tak prof. Fleischer, kierownik stacyi doświadczalnej dla murszów w Bremen, wspomina o murszach w Doellingen, które z wyglądu i zawartości azotu zdają się być znakomitemi murszami nizinnemi, a jednak zawarta w nich ilość wapna nieokazała się większą jak w murszach górnych.

Z dotychczasowych danych widzimy, jak znaczne zachodzą różnice pod względem zawartości części pokarmowych dla roślin, w różnych murszach, a ztąd i różne potrzeby zasilania murszów różnemi nawozami.

Przystępując zatem do uprawy murszów, należy mieć powyżej wyłuszczone własności i cechy na uwadze. Należy dokładnie obznajmić się z naturą formacyi, której warunki wegetacyjne ulepszać nam wypada, aby, stosując w praktycznym przebiegu wyniki bardzo dokładnych badań nad uprawą murszów w ogólności, módz spodziewać się z tak mozolnej melioracyi opłacających się wyników.

II. Uprawa Murszów w ogóle.

Osuszenie.

Najpierwszym warunkiem który wypełnić należy przystępując do uprawy murszów, jest należyte osuszenie takowych; gdyż w surowym torfie, pokrytym często aż do swojej powierzchni wodą, nasze rośliny gospodarskie rosnąć nie mogą.

Mursze zatrzymują w sobie bardzo znaczne ilości wody, tak, że suchy torf nizinny pochłania ilość wody przewyższającą ośm razy wziętą jego wagę, a torf górny 12 do 15 razy. Nadmiar ten wilgoci jest przyczyną znacznego ochładzania się warstwy powietrza nad murszami, a to wskutek tego, że parująca woda zabiera ze swego otoczenia poważne ilości ciepła. Z tej to przyczyny na miejscach takich wilgotnych zdarzają się często szkodliwe późne przymrozki; wskutek też nadmiaru wilgoci, jaką mursze wchłaniają, powiększają one znacznie swoją objętość, a naprzemian działający mróz i ciepło są powodem częstego wymarzania zasiewów ozimych.

Wymienione te wady murszów, można w znacznym stopniu złagodzić przez należyte osuszenie, które ułatwiając przystęp powietrza, wpłynie i na odkwaszenie takowych. Osuszenie murszów nie powinno jednakże przekraczać pewnych z góry zakreślonych granic, gdyż dla wzrostu naszych roślin uprawnych niezbędną jest obecność pewnej ilości wilgoci w roli.

Głębokość do jakiej osuszyć należy dane mursze, zależeć będzie od ich gatunku, grubości pokładu i od tego, dla jakich roślin uprawa murszów jest przeznaczoną. I tak, mursze o silnych własnościach hygroskopijnych, muszą być na większą głębokość osuszone, niż mursze posiadające tę własność w mniejszym stopniu, mursze zaś zawierające większą ilość części mineralnych, nie mogą być tak silnie osuszane jak mursze o małej zawartości tych części; cienkie pokłady murszów wymagają wyższego poziomu wody, niż grube pokłady, a to dla tego że siła kapilarna podłoża jest mniejszą od siły kapilarnej murszu. Mursze których massa torfowa jest silnie rozłożona

wymagają również wyższego poziomu wody niż mursze mało rozłożone. Jeżeli mursze przeznaczone są do uprawy rolnej, to wymagają silniejszego osuszenia, niż te które służyć mają jako łąki, gdyż rośliny polne nieznoszą takiego stopnia wilgoci jak rośliny łąkowe. Tak samo niższego poziomu wody wymagać będą mursze które zostaną pokryte w celu uprawy warstwą ziemi mineralnej, gdyż taka warstwa powstrzymuje parowanie.

Oznaczając poziom do wysokości którego należy osuszyć mursze, potrzeba zwrócić uwagę i na to, że osuszone mursze osiadają czyli ściskają się wskutek utraty wody i wskutek żywszego rozkładu jakiemu w zmienionych warunkach podlega masa torfowa. Pod wpływem powietrza osiadanie takie jest nawet dość znaczne, a inżynier rządowy niemiecki p. Krey podaje następujące cyfry:

Grubość pokładu	Osiadanie w murszach ścisłych	luźnych
1 *m*	0·25	0·35
2	0·40	0·55
3	0·53	0·72
4	0·64	0·87
5	0·73	1·00

W praktyce należy obliczyć osiadanie się murszów dla miejsc podlegających największemu ściśnieniu i według otrzymanej cyfry oznaczyć poziom dla wody na całej pozostałej przestrzeni.

Osiadanie murszów jest w pierwszym roku najsilniejsze, później już tak słabe że dla praktyki rolniczej pozostaje bez znaczenia.

Osuszać można mursze drenowaniem, albo otwartemi rowami; przeważna ilość upraw murszowych w Niemczech, osuszoną jest rowami otwartemi; system ten zasługuje dla tego na pierwszeństwo, ponieważ osiąga się przy takiem urządzeniu możliwie dokładne tak bardzo murszom potrzebne przewietrzenie, a następnie przy otwartych rowach mamy ułatwioną kontrolę nad wysokością poziomu wody w murszach i możność natychmiastowego regulowania tego poziomu, przez zatrzymywanie lub spuszczanie wody.

Ujemne zaś strony osuszenia otwartemi rowami są następujące:

Najpierw tracimy znaczną część powierzchni którą zajmują rowy, a strata ta wynosi od 8 do 10% całego obszaru. Następnie znaczna ilość rowów utrudnia bardzo uprawę, a narzędzia rolnicze jak siewniki, wypielacze i t. p. muszą być rozmiarami swojemi stosowane do szerokości grobel. Dalej ujemną stronę stanowią wybrzeża rowów, które stają się szkółkami dla rozmnażania wszelkiego rodzaju zielska, a z zielskiem tem na uprawach murszowych jest walka nadzwyczaj trudną. Ostatecznie zaś rowy zachodzą szlamem, a wybrzeża takowych łatwo się obrywają i wymagają ustawicznej konserwacyi. Ponieważ jednak osuszanie murszów za pomocą drenów, przedstawia również bardzo wiele innych niedogodności nie dających się często usunąć, przeto system ten nie znalazł większego zastosowania. Dla osuszenia murszów niezbędnem jest aby dana okolica posiadała odpowiedni spadek czyli pochylenie dla odpływu wody, w przeciwnym wypadku należy takowy koniecznie sztucznie urządzić.

O tem czy mamy potrzebny spadek dla osuszenia murszów, poucza nas już często powierzchowne obejrzenie okolicy, gdy spotykamy naprzykład prędko lub wolno płynącą wodę w rowach lub rzeczkach. W ostatnim wypadku t. j. jeżeli spotykamy bardzo wolno płynącą wodę, co niejako dowodzi słabego spadku, należy wykonać dokładną niwelacyę która zwykle wykaże że nie jest tak źle z pochyleniem jak się pierwotnie zdawało, a często omijając groble dla młynów i stawów, lub też prostując rowy otrzymamy już dostateczny dla osuszenia spadek. Jeżeli przez sprostowanie rzeczki lub rowu skrócimy ich długość do połowy, to otrzymamy wskutek tego o połowę silniejszy spadek dla nich, a więc i bieg wody w tym stosunku prędszy. Czasem już samo przeprowadzenie sieci rowów, a przez to ułatwienie parowania wody, wpływa w znacznym stopniu na osuszenie danej miejscowości. Vincent przytacza jako przykład że w Dobrach Blücher w Meklemburgii, w celu osuszenia łąki, przekopano środkiem obszaru zawierającego 450 hekt. kanał główny, a w odstępach 75 metrowych przekopano prostopadłe do niego wązkie rowy; z powodu braku należytego spadku, projektowano aby za pomocą machin podnosić wodę do góry i wten sposób zmusić ją do odpływu. Okazało się jednakże, że wskutek samego przekopania rowów już w pierwszym roku poziom wody obniżył się o 40 *cm*, a w następnym o 70 *cm* tak, że użycie machin dla osuszenia tej miejscowości, okazało się zupełnie zbytecznem. Wszelkie źródliska napotkane w górnej części osuszyć się mającego obszaru, należy

dostatecznie głębokim poprzecznym rowem schwytać i odprowadzić. Źródliska takie spotykamy zawsze na spadzistości najczęściej piaszczystego wzniesienia. Opady atmosferyczne wsiąkając w piasek lub inne przepuszczalne ziemie takich wyniosłości, gromadzą się na ich nieprzepuszczalnym gliniastym spodzie i wysiąkając stopniowo po brzegach, stanowią owe tak często spotykane źródliska zabagniające niżej położone pola.

Liczne doświadczenia pouczają, że chcąc przeznaczyć mursze pod uprawę rolną, należy poziom wody obniżyć minimalnie na głębokość 1 metra. Dla bardzo głębokich jednakże pokładów torfowych, okaże się potrzeba przekroczyć tę cyfrę aż do 2-ch metrów, praktyka bowiem wykazała, że mając do czynienia z bardzo głębokimi pokładami osuszenie ich niebywa nigdy za silne, a często bardzo zdarza się, że wykonane osuszenie jest niedostatecznem. Przeznaczając mursze na łąki możemy poziom wody na płytszych murszach pozostawić na głębokości 0·60 *m*, a na głębszych murszach 0·80 *m*. Jeżeli zaś położenie okolicy lub inne przeszkody na osuszenie takie nie pozwalają, to lepiej będzie zaniechać zupełnie wykonania całej melioracyi.

Przemijające podniesienie poziomu wody jak to miewa czasem miejsce nawet w czasie wegetacyi roślin, nie jest szkodliwem.

Niezbędnem jest tylko, aby stały poziom wody nieprzekraczał powyżej oznaczonych granic. Dla osuszenia murszów pozbawionych zupełnie naturalnego spadku dla wody, okaże się potrzeba użycia specyalnych pomp poruszanych siłą pary lub wiatru.

1 *Uprawa murszów nizinnych*

Uprawę murszów nizinnych wykonywać można:

A. *Osuszeniem i spaleniem powierzchni.*

B. *Osuszeniem i użyciem równoczesnem nawozów lub bez użycia takowych.*

C. *Osuszeniem i pokryciem warstwą ziemi mineralnej systemem Rimpau'a.*

A. *Uprawa murszów nizinnych za pomocą osuszenia i spalenia powierzchni.*

Sposób ten uprawy murszów w dawniejszych czasach często używany w Niemczech mało już obecnie bywa stosowany.

Sposobem tym osiągano nieraz zdumiewające rezultaty, które jednakże dosyć prędko się zmniejszały. Sprengel pisze, że pokilku latach uprawy zbożowej, jeżeli mursze także pozostawały nienawożone, zbiory otrzymane nadzwyczaj szybko malały. Rimpau opowiada, że w Cunrau w jednym roku, w którym palono pierwszy raz torfowisko, sprzedano rzepaku letniego za 20000 talarów pruskich, a mórg pruski wydał 12 szefli czyli około 12 korcy z morga n. p.; po kilkarazowem jednakże paleniu wydajność znacznie się zmniejszyła, a ostatecznie wszelka darń zginęła i wytworzył się w tem miejscu zupełny prawie nieużytek.

Tylko w wypadkach gdzie potrzebnem jest zniszczenie wierzchniej suchej, pilsniowatej, dla wegetacyi szkodliwej warstwy murszów, może być poleconym powyższy sposób uprawy to jest palenie. Palenie takie odbywa się w sposób następujący: Należy powierzchnię pola pługiem lub motykami dokładnie zedrzeć i pozostawić na czas pewien dla wyschnięcia, następnie zapala się otrzymaną suchą darń albo tak jak leży, albo też znosi się suche kawały na kupki i dopiero zapala.

Pierwszy sposób udaje się tylko wtenczas jeżeli ziemia bogatą jest bardzo w próchnicę, w przeciwnym bowiem razie nie będzie się paliła. Popioł pozostały, stanowiący bardzo bogaty nawóz dla uprawiać się mających roślin, miesza się starannie pługiem i broną z warstwą orną.

Palenie takie dokonywa się w jesieni lub na wiosnę.

Na tak przygotowanej roli najkorzystniej będzie w roku pierwszym zasadzić buraki, kapustę, lub zasiać wykę; w następnym roku można zasiać jare zboże z koniczyną białą i odpowiedniemi trawami w tym celu, aby pole takie przeznaczyć na łąkę; ozimina na miejscach takich podlegająca łatwo wymarzaniu jest niepewną.

B. *Uprawa murszów nizinnych za pomocą osuszenia przy użyciu nawozów lub bez użycia takowych.*

Osuszeniem i odkwaszeniem murszów odbieramy roślinności dzikiej na murszach, warunki potrzebne do jej wegetacyi, wskutek tego takowa ginie, a na jej miejsce bez wszelkiego wpływu naszego pojawiają się szlachetniejsze trawy i rośliny łąkowe. I tak ukazują się na osuszonych murszach:

Holcus lanatus trawa miodowa
Phleum pratense brzanka łąkowa
Antoxantum odoratum Tomka wonna
Cynosurus cristatus grzebienica łąkowa

i inne, a także koniczyna biała, szwedzka i różne gatunki wyczek. Osuszenie takie musi być jednakże uważnie wykonane; gdyż nadto osuszone mursze mogą być w suchą porę roku dla roślin uprawnych nieprzy

datne, albowiem nie wydadzą należytych plonów. Wogóle murszów niepokrytych ziemią obcą, przeznaczonych na łąki nie należy osuszać poniżej 0·50 *cm*, a postępując racyonalnie mursze takie tylko na łąki przeznaczać należy, gdyż wzięte pod uprawę rolną, wymagałyby silniejszego osuszenia, a wskutek tego w suchą porę roku roślinność bardzo by ucierpiała od braku wilgoci, a w pył prawie zamieniona ziemia, nie dała by korzeniom roślinnym należytego oparcia.

Do uprawy surowych murszów wskazane jest użycie ciężkiego walca i to im mursze są pulchniejsze, tem bardziej użycie jego jest pożądanem i odpowiedniem.

Fleischer w sprawozdaniach swoich, podaje kilka przykładów osuszenia takich murszastych łąk; między innemi przytacza, że w dolnej Bawaryi osuszono łąkę niedającą, oprócz bardzo lichego podściołu, wcale siana; osuszenie kosztowało 42 marki na 1 *ha*, a już w bardzo krótkim czasie, łąka ta zarosła szlachetnemi trawami i daje obecnie po 75 cetn. doskonałego siana z jednego *ha*.

Jakkolwiek już samem osuszeniem podnosimy wydajność takiej łąki, to jednakże obsiewając ją równocześnie dobremi trawami, i nawożąc regularnie, podnosimy znakomicie jej produkcyę. Zasiewając trawy należy dać pierwszeństwo tym gatunkom, które się same na łące pokazują, najczęściej są to: Phleum pratense, Phalaris arundinacea, koniczyny: czerwona, szwedzka, biała i wyczki. Jeżeli wysokie plony z łąk mają być stałemi, to niezbędnem jest zasilanie takowych, w pewnych odstępach czasu nawozem. Łąki nawozi się albo kompostem, albo też nawozami mineralnemi jak kainit i żuzle Tomasa.

Nawożenie łąk kompostem, bywa jeszcze i dzisiaj często praktykowane, jakkolwiek nie wytrzymuje rachunku, gdyż azot dodawany w kompoście, jest dla murszów jako bogatych w ten składnik pokarmowy zbytecznym.

Użycie kompostu na łąkach rozpowszechnił Saint Paul, który osuszeniem, pielęgnowaniem i nawożeniem swoich łąk doszedł do zdumiewających rezultatów i znalazł wkrótce bardzo licznych naśladowców.

Sposób uprawy łąk według Saint Paul'a jest następujący:

Osusza się łąkę odpowiednio prowadzonemi rowami, ziemię zaś wyrzuconą z rowów używa się albo do robienia kompostów, lub też rozrzuca się ją cienko po łące. W ciągu zimy należy nawieźć łąkę kompostem w stosunku około $^1/_2$ korca na pręt i w miarę możności natychmiast rozrzucić takowy bardzo starannie. Następnie obsiewa się łąkę wczesną wiosną niewielką ilością mieszanki z traw, w której Saint Paul zaleca wykę ptasią jako szczególnie dobrze rosnącą na murszach. Im więcej traw dobrego gatunku znajduje się na łące, tem mniejszą może być ilość wysianych traw. Po silnem bronowaniu łąki takiej wzdłuż i w poprzek co jest nieodzownym warunkiem powodzenia całej melioracyi, puszcza się dla urównania ciężki wał.

Przez 3 do 4 lat daje taka łąka obfite dwa pokosy, po którym to czasie musi być znowu zasilona nawozem. Zbiory z łąk tak meliorowanych dawały u Saint Paula w zachodnich Prusach od 40 do 49 Cetn. z morga pruskiego.

Dodatnie rezultaty otrzymuje się również przez wapnowanie, margiowanie lub nawożenie murszów gliną. Ostatnie dwa środki są szczególnie polecenia godnemi, gdyż dodają murszom części mineralnych których im często braknie. Nienależy jednak zapominać że z wapnowaniem murszów należy być ostrożnym, wapno bowiem pobudza tylko do rozkładu nagromadzone zapasy nie zasilając ziemi w części pożywne. W miejscowościach gdzie użycie nawozów mineralnych taniej wypadnie niż komposty, przystąpić należy do użycia takowych.

Na pierwszem miejscu należy postawić kainit zasilający mursze w potas, a następnie żuzle Thomasa, dodające murszom kwasu fosforowego. Aby zdać sobie sprawę, jakie ilości tych nawozów w danej miejscowości są potrzebne dla otrzymania maxymalnych zbiorów, należy wykonać próbne nawożenia. Często próby takie doprowadzają do wniosku, że żuzle Thomasa w danej miejscowości są zbyteczne, gdyż na wysokość plonu nie wpływają; dzieje się to w tym wypadku jeżeli mursze już z natury zawierają dostateczną ilość kwasu fosforowego.

Nawożenia tego rodzaju łąk można zupełnie zaniechać w tym wypadku, jeżeli łąka może być zalewaną wodą bogatą w pożywne części. Szczególnie nadaje się do takiego celu woda pochodząca z torfowisk, jako zawierająca znaczne ilości rozpuszczonego azotu i potasu, potrzeba jednakże aby położenie łąk na podobne nawodnienie pozwalało.

Jeżeli nie rozporządzamy taką pożywną wodą w celu zalewu łąk, to w takim razie

niezależnie od nawodniania należy nawozić łąkę kainitem i żuzlami. Rozsypanie tych nawozów na łące winno nastąpić w jesieni lub w zimie, gdyż stosowanie ich na wiosnę nie wywiera pożądanego wpływu. Nie należy się tu obawiać wypłukania tych pokarmów mineralnych zimową lub wiosenną wodą, gdyż łąka absorbuje prędko te składniki i niedopuszcza ich wyługowania.

Ze względu na konieczne przewietrzanie i odkwaszanie murszów, należy unikać tego, aby woda dłużej stała na łące; pożądaną jest tu tylko woda w ruchu będąca, która dostarczy potrzebnej wilgoci i przyspieszy rozkład murszów.

C. *Uprawa Murszów na grobluch osuszeniem i pokryciem warstwą ziemi mineralnej systemem Rimpaua.*

a. Historya.

Ten system uprawy murszów polega na osuszeniu ich zapomocą sieci rowów w ten sposób, aby pomiędzy niemi potworzyły się szersze lub węższe groble które pokryte zostają warstwą ziemi mineralnej na 4 do 5 cali grubą, dobytą z tych rowów, lub dowiezioną z przyległych pól.

Już dawno znanym był sposób polepszenia łąk murszastych za pomocą pokrycia ich warstwą ziemi mineralnej: i tak G. Meister przytacza w Annalen z Möglin tom XIV że w Morawii oddawna pokrywano łąki 4° calową warstwą gliny i otrzymywano doskonałe rezultaty, Pogge w Rogowie (Meklemburg) nawoził łąki 7° calową warstwą piasku z wielkiem powodzeniem w r. 1817—1820. Znakomite przez niego otrzymane rezultaty z takiego postępowania, skłoniły wielu rolników do naśladownictwa, tak że sposób ten ulepszania łąk rozpowszechnił się w Meklemburgu i otrzymał nazwę od wynalazcy swego Pogge'go (bepoggeln).

Naturalnie że wkrótce zrobiono spostrzeżenie, że zbiory z łąk takich, nie zasilanych nawozami, szybko się zmniejszały, a dzisiaj już wiemy że przyczyną tego zjawiska był brak potasu w ziemi.

Albrecht Thaer wspomina także o nawiezionych ziemią murszach, używanych pod uprawę polną; przytacza że w Wójtówce Schwabstedt podzielono torfowisko na dwuprętowe pasy i między niemi kopano trzystopowe rowy, z których wydobytą ziemię rozrzucano po powierzchni tych zagonów, i z uprawionych w ten sposób murszów zbierano doskonałe plony żyta, jęczmienia i owsa.

Prawdziwie racyonalną i w system ujętą uprawę murszów na groblach, wykonał jednak dopiero Teodor Hermann Rimpau. Długiego szeregu lat potrzeba było, aby jego konsekwentne i celu świadome postępowanie zostało należycie ocenione i znalazło zasłużone uznanie. Dopiero w ubiegłem ostatnio dziesięcioleciu, zaczęto wprowadzać i ogólnie stosować jego system uprawy. Jakkolwiek system ten doznał pewnych zmian, to w zasadach swoich do dnia dzisiejszego jest miarodajnym dla uprawy murszów nizinnych. Rimpau opowiada w dziełku swojem wydanem w r. 1887 że rozpoczął uprawę murszów w Cunrau w grudniu 1862 i prowadząc roboty według opracowanego projektu bez przerwy, zamienił do r. 1887 obszar murszów, wynoszący po strąceniu rowów i dróg 1.325 morgów pruskich na urodzajne pola.

Wskutek tego postępowania dochody jego zwiększyły się olbrzymio i do tej pory trzymają się na wysokim poziomie. Postępowanie swoje opisuje Rimpau mniej więcej w sposób następujący: Przy rozpoczęciu uprawy przedewszystkiem zregulowano poprzednio istniejące rowy w celu zabezpieczenia stałego i miarowego odpływu wód. Przeciętny poziom wody obniżono na głębokość 3 do 4 stóp pod powierzchnię roli. Spadku znaleziono w górnych polach 12 cali na 100 prętów, a w dolnych $1^1/_2$ cala na 100 prętów.

Osuszające rowy otrzymały kierunek najsilniejszego spadku i prowadzone były najniższemi miejscami. Ziemię z tych rowów otrzymaną użyto na usypanie dróg i brzegów, które robiono $2^1/_2$ do 3 prętów szerokie. Na granicy pomiędzy wyżej położonemi polami a torfowiskiem poprowadzono rowy, które przecinając źródliska sprowadzają wodę do głównego zbiorowego kanału (kolektora).

Naznaczając kierunki tych rowów uważać należało aby między niemi utworzyć możliwie regularne kwatery i otrzymać dogodne drogi dojazdowe. Po dokonaniu tej roboty, wyznaczono rowy groblowe; takowym nadano kierunek prostopadły albo też niewiele pochylony do głównego kolektora, groblom nadano szerokość 6 prętów pruskich t. j. 72 stóp, a rowom 16 stóp i przystąpiono do kopania tych ostatnich. Wydobyty najpierw pokład torfu, rozwieziono taczkami po deskach do odległości trzech prętów od rowu, i splantowawszy równo po całej powierzchni, przykryto wydobytym

z podłoża piaskiem równomierną warstwą na 4 cale grubą.

W powyżej opisany sposób przekształcone torfowiska, zamienił Rimpau na znakomite pola uprawne, z których otrzymywał swoje zdumiewające ilością i jakością zbiory.

Jaki wpływ na murszе wywiera postępowanie Rimpau'a.

Niezbędnym i koniecznym warunkiem dla dobrego i zdrowego wzrostu roślin uprawianych na murszach, jest dostateczne obniżenie poziomu wody zaskórnej; nawet nieznaczne przekroczenie optimum wilgoci w roli, jest już dla takowych bardzo szkodliwem.

Ten warunek czyni niezbędnem należyte osuszenie murszów. Osuszenie takie jednakże łatwo staje się powodem wyschnięcia górnej warstwy do tego stopnia, że podczas suchego lata rośliny uprawiane silnie cierpią od suszy lub też i zupełnie przepadają. Pokrywa ziemna Rimpau'a zaś, niedopuszczając tak silnego parowania, zabezpiecza dostateczną ilość wilgoci w roli dla roślin i nie naraża ich na zgubny wpływ suszy.

Dodatnio też wpływa pokrywająca warstwa ziemna na temperaturę murszów. Dokładne obserwacye wykazały, że przeciętna temperatura murszów pokrytych piaskiem jest wyższą od temperatury niepokrytych murszów; zjawisko to tłomaczy się tem, że parowanie wody z pokrytego ziemią murszu jest mniejsze niż parowanie z czystego murszu, wskutek tego też następuje mniejsze ochłodzenie pokrytego murszu. Gatunkowe zaś ciepło murszów jest większe od ciepła piasku, to znaczy, że dla rozgrzania murszu do pewnej temperatury, potrzeba więcej jednostek ciepła, niż dla rozgrzania tej samej ilości piasku lub ziemi, do tej samej temperatury. Różnica tych własności murszu i piasku staje się jeszcze wyraźniejszą, jeżeli murszе i piasek nasycone są wodą, gdyż ciepło gatunkowe wody również jest większe od ciepła piasku; że zaś murszе więcej wchłaniają wody niż ziemia mineralna, przeto też mokre murszе znacznie więcej będą wymagały jednostek ciepła dla rozgrzania się, niż mokry piasek.

Odwrotnem jest zachowanie się murszów i piasku dla promieni słonecznych. Ciemne ziemie wchłaniają więcej promieni niż jasne; tłómaczy nam to często przy pomocy termometru maximalnego obserwowaną wysoką temperaturę czystych murszów. Tę własność murszów silnego wchłaniania bezpośrednich promieni słonecznych, osłabia jednakże silniejsze promieniowanie ciemnej ziemi. Wskutek takiego to promieniowania obok większego parowania, następuje na ciemnych ziemiach tak często przytrafiający się znaczny spadek temperatury.

Ciekawe dane przedstawiały pod tym względem tablice M. Fleischera, wywieszone w oddziale „uprawy murszów“ na wystawie rolniczej r. 1894 w Berlinie, a będące wynikiem obserwacyi temperatury na różnych murszach w ciągu roku. Tablice te poniżej przytaczam.

Temperatura mierzona w głębokości 2 *cm* wynosiła:

Czas obserwacyi	Powietrze	Czysty	mursz z piaskiem zmieszany	piaskiem pokryty
	Stopn. C.	St. C.	St. C.	St. C.
Styczeń	2.81	1.96	1.67	1.75
Luty	0.64	0.53	0.38	0.35
Marzec	2.93	1.26	2.04	3.02
Kwiecień	7.36	7.43	8.32	9.08
Maj	11.24	10.64	12.17	14.29
Przeciętnie	3.85	3.59	4.25	4.97

Temperatura mierzona w głębokości 11 *cm* wynosiła:

Czas obserwacyi	Powietrze	Czysty	mursz z piaskiem zmieszany	piaskiem pokryty
	Stopn. C.	St. C.	St. C.	St. C.
Maj	13.85	12.68	13.62	14.43
Czerwiec	17.38	14.86	16.21	17.88
Lipiec	17.14	16.47	17.29	18.11
Sierpień	18.61	17.54	18.09	18.96
Wrzesień	15.47	14.67	15.06	15.36
Październik	10.87	9.76	?	10.12
Listopad	4.16	3.12	3.10	3.29
Grudzień	0.43	0.85	0.60	0.74
Styczeń	2.23	6.50	0.36	0.12
Luty	0.46	0.35	0.34	0.09
Marzec	2.90	0.21	0.36	1.05
Kwiecień	7.36	4.55	6.37	7.22
Maj	10.90	8.67	9.74	10.69
Przeciętna Temper.	—	7.92	8.36	9.01

Z cyfr powyższych bardzo jasno widocznem jest, że nietylko pokrycie murszów warstwą piasku wpływa na podniesienie się przeciętnej temperatury gruntu, tak na głębokości 2 jak i 11 *cm*, ale nawet dodatek piasku, dla zmieszania go z górną warstwą murszów, już tę przeciętną temperaturę podnosi.

Dobroczynny zaś wpływ tego podniesienia temperatury na wegetacyę, najdobitniej zauważyć można na wiosnę, gdyż na murszach pokrytych piaskiem znacznie prędzej budzi się wegetacya niż na czystych murszach, a że pierwsze i mniej się ochładzają w zimne noce majowe i czerwcowe wskutek mniejszego parowania i promieniowania niż drugie, przeto i szkody od późnych przymrozków na murszach pokrytych będą mniejsze, od tych jakie się zdarzają na murszach czystych.

Dowodzenie powyższe stwierdzone jest bardzo licznymi przykładami z praktyki z których kilka przytaczam:

Treskow z Weissagt donosi: pośrodku jego pól torfowych znajdowała się $1^1/_2$ morgowa powierzchnia murszów niepokryta piaskiem obsiana na równi z otaczającemi polami owsem; podczas gdy owies na murszach pokrytych piaskiem nie okazywał najmniejszego śladu uszkodzenia od przymrozków panujących, to owies na tych $1^1/_2$ morgach czystych murszów leżał zupełnie zmarznięty na ziemi.

Ciekawe jest również sprawozdanie w tym przedmiocie Sandera z Ocholl w Oldenburgu: Kartofle posadzone przez niego na czystych górnych murszach, wskutek panujących późnych przymrozków zmarzły zupełnie, gdy tymczasem na położonych obok marglowanych i pokrytych piaskiem murszach, pozostały zupełnie zdrowe. Wpływ ten pokrywy piaskowej był do tego stopnia wyraźnym, że nawet łęciny kartofli rosnących w rządku pomiędzy jednem polem a drugiem były od strony murszów krytych piaskiem zdrowe, a od strony czystych murszów zupełnie zmarznięte.

Zdarzają się wypadki że szkody od przymrozków większe są na silnie osuszonych murszach od szkód na słabo osuszonych.

Zjawisko to przypisują wpływowi mgły, która tworzy się zwykle na nizkich miejscach i zmniejsza szkodliwe promieniowanie gruntu.

Korzyścią jaką daje pokrywa piaskowa na murszach, jest także ochrona zasiewów ozimych od wymarzania. Czarne, obficie wodą nasycone, mursze, marznąc, podnoszą się, i tworzą rodzaj gąbki, której czarne cząsteczki połączone między sobą pryzmatycznemi kryształami lodu podnoszą też równocześnie i rośliny na nich rosnące. Po nastąpionej odwilży mursze te wskutek małego ciężaru gatunkowego nie ulegają się i nie ściskają napowrót korzeni roślinnych; przez kilkakrotne takie zamarzanie i odtajanie roślinki oziminy pozostaną wyciągnięte z ziemi z korzeniami i wskutek tego usychają. Niejaką pomocą dla nich będzie przywalcowanie pola lub przepędzenie owiec. Ta obawa wymarzania nie istnieje na murszach pokrytych piaskiem. Objętość piasku który nieprzyjmuje tyle wody co torf, nie zwiększa się tak znacznie wskutek mrozu jak objętość torfu, podczas odwilży zaś, jako

gatunkowo ciężki ulega się natychmiast i obciska należycie korzenie roślinne.

Dodatnią stroną takiej pokrywy piaskowej jest i to, że po murszach takich można w każdej porze roku chodzić i jeździć bez obawy zapadania się koni i wozów, jak to ma miejsce na czystych murszach.

Piasek takiej pokrywy murszów, jest daleko lepszem stanowiskiem dla roślin zbożowych, których korzenie znajdują lepsze umocowanie i niepodlegają tak łatwo wyleganiu.

Pokrywa piaskowa winna być 11 do 12 *cm* grubą, może dochodzić i do 15 *cm*, lecz koszt melioracyi w takim razie bardzo się zwiększa. Słabsze pokrycie piaskiem, jak to ma miejsce często przy melioracyi łąk, nie jest trwałem, po latach bowiem kilku, ponieważ ciężar piasku nie ściska dostatecznie torfu i takowy pozostawia dziurkowatym, warstwa piasku zapada się w torfie i melioracyę powyższą należy powtórnie wykonać.

Podczas uprawy na takich murszach, pilnie zwracać należy uwagę, aby nie popsuć warstwy piaskowej na groblach, t. j. nie wydobyć torfu nawierzch; wszystkie bowiem wyżej wspomniane korzyści, z pokrywy piaskowej wynikające, łatwo mogą być zniszczone.

Przez zmieszanie piasku z torfem, otrzymamy ziemię na której ozimina bardzo łatwo wymarza, a nawet zboża jare i kartofle cierpią od przymrozków wiosennych na takiej czarnej ziemi i porost zielska jest nadzwyczaj dokuczliwym.

Aby temu warunkowi uczynić zadość, nie należy murszów takich głębiej nad 4 cale orać. Jest to też jedną z dodatnich stron uprawy murszów systemem Rimpau'a, gdyż pozwala na użycie do orki 3 albo 4 skibowca. Zważywszy to wszystko, co o systemie Rimpau'a powyżej powiedziane zostało, widzimy, że przez pokrycie murszów piaskiem, stwarzamy rolę przydatną pod uprawę wszelkich roślin, która pod względem wilgoci, zachowania się podczas mrozów i późnych przymrozków, wylegania zboża i przeciętnej temperatury, jest bez porównania lepszą od murszów czystych.

Jakie mursze nadają się do uprawy systemem Rimpau'a?

W zasadzie wszystkie mursze nizinne t. j. wszystkie zasobne w wapno, obfite w azot i dostatecznie głębokie, które doszły już do pewnego stopnia rozkładu i odpowiadają fundamentalnemu warunkowi wszelkich upraw na murszach, t. j. mogą być należycie osuszonemi, nadają się pod uprawę systemem Rimpau'a. Jeżeli grubość warstwy na to pozwala, to można torfowisko przed przystąpieniem do uprawy wyzyskać na opał, ściołkę lub cele dezynfekcyjne, pozostawiając jednakże dostatecznie grubą warstwę murszu w całości, dla późniejszej uprawy. Z murszów nizinnych niezdatnemi będą tylko małe ilości takich, które zawierają tak wiele wolnego kwasu siarkowego, albo siarkanu żelaza, że zneutralizowanie ich a względnie tworzących się z nich szkodliwych substancyj wapnem, jest w praktyczny sposób niemożliwem.

Mursze górne w surowym stanie nie nadają się do uprawy systemem Rimpau'a, ponieważ masę murszów tych tworzą rośliny bardzo odporne dla rozkładu, brak wapna zaś i pokrywa piaskowa wstrzymująca parowanie, rozkład ich jeszcze bardziej by powstrzymały, przeto powyższe mursze nie mogłyby dostarczyć roślinom uprawnym potrzebnego pożywienia we właściwej formie. Dopiero od dłuższego czasu osuszone i dostatecznie rozłożone mursze górne, mogą być z powodzeniem pod uprawę systemem Rimpau'a użyte. Na murszach górnych jednakże, należy niezależnie od zwyczajnie dodawanych potasu i kwasu fosforowego dodać azotu w formie saletry lub obornika i wapna.

O rodzaju murszów z jakiemi mamy do czynienia, mogą nas pouczyć zewnętrzne badania i analiza chemiczna takowych.

Badanie zewnętrzne okaże w przybliżeniu jaki rodzaj murszów mamy przed sobą. I tak: mursze nizinne odznaczają się głównie obecnością kwaśnych traw, a między niemi czasami pomięszanych traw szlachetnych i dwuliścieniowych, gdy tymczasem charakterystyką murszów górnych będą gatunki wrzosów, traw wełnistych i mchów. Bujny wzrost olszy, w pomięszaniu z dębiną, świerkiem i brzozą wskażą na obecność murszów nizinnych, gdy tymczasem karłowate brzozy i sosny, dowodzą że mursze na których one rosną, należą do górnych. Roślinność wskaże nam również stopień rozkładu murszów. Wskutek osuszenia lub wyniesienia się powierzchni murszów nad poziom wody, bardziej rozłożone mursze nizinne pokryte będą większą ilością traw słodkich i dwuliścieniowych roślin, a mursze górne w tych warunkach trawami kwaśnemi.

Bardzo dobrze okaże nam stopień rozkładu i gatunek murszów, próba wyjęta za pomocą ręcznego świdra.

Dobrą wskazówką są również kretowiny; czarne, sypkie, gruzełkowate, wskazują na obecność dobrze rozłożonych murszów nizinnych, gdy tymczasem utwory murszów górnych, jeżeli nie podlegały od dłuższego czasu osuszeniom i uprawie, będą zawsze posiadały całkowite nierozłożone włókna roślinne.

Czasami napotykamy w jednej miejscowości mursze nizinne i górne obok siebie, które po zewnętrznych ich cechach rozróżnić możemy.

O jakości i wartości użytkowej murszów pouczy nas w dalszym ciągu analiza chemiczna takowych.

Dla wykazania jak odmiennym bywa skład chemiczny różnych murszów, przytaczam tu analizy różnych murszów wykonane przez Fleischera; mursze te pochodziły z dóbr Treblin w Pomeranii.

		azotu	wapna	fosforu
gatunek	*a* zawierał	2.8%	5.14%	0.67%
„	*b* „	2.61	6.07	0.37
„	*c* „	2.65	5.41	0.69
„	*d* „	1.27	0.31	0.16

Jeden mórg pruski zawierał do głębokości 15 *cm* w kilogramach.

		azotu	wapna	fosfor.	części stałych
mursze	*a*	3.801	6.978	916	136.000
„	*b*	3.680	8.559	522	141.000
„	*c*	2.464	5.031	642	93.000
„	*d*	824	201	104	64.880

Absolutną pewność co do natury murszów jak i dokładną znajomość takowych można osiągnąć dopiero za pomocą analizy chemicznej i fizycznej razem. Analiza chemiczna nie powinna być w żadnym razie zaniechaną, gdyż tylko na jej podstawie można otrzymać dokładne dane tyczące się potrzebnego nawożenia i siły absorbcyjnej badanych murszów dla rozpuszczalnych nawozów.

Najkompetentniejszemi instytucyami do takich badań są specyalne stacye doświadczalne dla murszów, jak n. p. w Bremen pod kierunkiem Fleischera. Stacya ta udziela równocześnie wskazówek dotyczących uprawy, nawożenia i użytkowania murszów. Dla Niemiec analiza taka wraz z odpowiednią instrukcyą dostarczaną bywa pytającemu bezpłatnie. Stacya ta wykonała od r. 1877 do maja 1894 r. takich prób 6.094.

Analiza chemiczna orzekając o zawartości rozmaitych materyj, stawia jedne z nich w szeregu ważniejszych lub niezbędnych, innym przeznacza podrzędniejszą rolę. I tak za główny czynnik decydujący o wartości uprawnej murszów nizinnych, uważana jest ilość zawartego w nich azotu. Wapno znajduje się w nich przeważnie w dostatecznej ilości; zwykle jednak analiza wykrywa kwasu fosforowego bardzo mało lub w formie tak trudno rozpuszczalnej, że dodatek jego okazuje się dla późniejszej uprawy niezbędnym.

Badanie zawartości potasu w murszach jest zbyteczne, gdyż wszystkie mursze są ubogie w ten pierwiastek i wymagają koniecznie dostarczenia takowego. Tylko w bardzo nielicznych wypadkach, jeśliby ziemia użyta do pokrycia murszów zawierała dostateczną ilość potasu, to dodatek jego w innej formie stanie się zbytecznym.

Jeżeli w murszach spotykamy dwusiarek żelaza ($Fe\ S_2$) to ważnem jest dokładne poznanie formy chemicznej znajdującego się równocześnie wapna, gdyż tylko węglan wapnia i humian wapna będą korzystnie wpływać na dwusiarek żelaza, gdy tymczasem siarkan wapnia (gips) pozostanie zupełnie bezskutecznym.

W dalszym ciągu badania murszów należy obznajmić się dokładnie z głębokością warstwy takowych. W tym celu przechodzi się po murszach w różnym kierunku ze zwyczajną żerdzią lub sztabą żelazną tępą na końcu, a wbijając ją i mierząc zagłębiającą się część, otrzymamy dokładną głębokość warstwy; żerdź taka nie wejdzie bowiem głębiej, jak tylko do warstwy ziemnej leżącej pod murszami.

Do badania głębokości i jakości pokładów służą specyalne świdry ręczne.

Jak głęboka warstwa murszów jest najstosowniejszą dla uprawy systemem Rimpau'a?

Najlepiej nadają się do tego rodzaju uprawy mursze, których warstwa torfowa jest 3 do 4 stóp głęboką, w tym razie bowiem poziom wody w rowach dotyka jeszcze dolnej warstwy torfu, który swą siłą włoskowatości dostarcza dostatecznych ilości potrzebnej wilgoci uprawianym roślinom w każdej porze roku.

Głębokie bardzo mursze przedstawiają tę niedogodność dla uprawy, że podlegają znacznemu osiadaniu. Wskutek osuszenia pozbawiona wody górna warstwa torfu, ugniata swoim ciężarem dolną, która też wskutek tego znacznie się ściska. Mając to na uwadze, bardzo często zachodzi potrzeba znaczniejszego obniżenia poziomu wody, co pociąga za sobą zwiększenie kosztów melioracyi. Przez wiele lat z rzędu takie osiadanie w dalszym ciągu postępuje i czyni często niezbędnem późniejsze kosztowne pogłębianie rowów. Do niedogodności brania pod uprawę zbyt głębokich murszów, przyczynia się często ta okoliczność, że nader trudno znaleźć w blizkości murszów odpowiedni materyał dla utworzenia pokrywy ziemnej.

Mursze których warstwa torfowa nie dochodzi 20 *cm* grubości, nie są do uprawy polecenia godnemi; raz że roślinność na takich uprawach cierpi często od suszy, a następnie że wskutek silnego utlenienia się wysuszonego murszu, takowy po pewnym szeregu lat podlegnie zupełnemu strawieniu. Dla zbadania jednakże użyteczności do uprawy danego pokładu, należałoby w każdym razie założyć wprzód próbną uprawę i przekonać się o możliwych korzyściach z takiej melioracyi. Mając do czynienia z płytszemi pokładami murszów, gdzie poziom wody nie sięga dolnej warstwy torfu, należy dla ochrony od zbytecznej suszy urządzić w rowach stawidła, któreby pozwalały w razie potrzeby na podniesienie poziomu wody do odpowiedniej wysokości.

Pokrywa ziemna na murszach.

Koniecznym warunkiem dla wykonania uprawy na murszach systemem Rimpau'a jest łatwość dostarczenia odpowiedniego materyału na pokrywę ziemną. Dopiero w ostatnich czasach wykonane przez stacye doświadczalne próby wykazały całą błędność twierdzenia, jakoby tylko gruby piasek był stosownym materyałem dla pokrycia murszów. Jeden i ten sam materyał położony na różnych murszach, będzie różnie skutkował. Na silnie rozłożonych i dobrze osuszonych murszach, okaże się potrzebnym inny materyał na pokrywę ziemną niż na murszach o charakterze zupełnie przeciwnym. Im mursze są mniej rozłożone a jednocześnie bardziej wilgotne, tem bardziej wymagać będą pokrywy ziemnej, ułatwiającej do nich przystęp powietrza i pobudzającej parowanie wody. Jeżeliby zaś użyty na pokrywę materyał nie odpowiadał powyższym warunkom, to mursze takie wzięte pod uprawę będą wymagały silniejszego osuszenia rowami.

Wyżej wspomniane badania miały za cel oznaczenie ilości odparowanej wody z murszów, znajdujących się pod pokryciem różnych gatunków ziemi.

Rezultatem doświadczenia okazało się, że z 1-go metra kwadr. powierzchni odparowało wody w ciągu 47 dni t. j. od 11 maja do 27 czerwca z murszów pokrytych:

grubym piaskiem	miałkim piaskiem	gliną	wapnem łąkowem
9 kilog.	44 klg.	32 klg.	60 klg.

czyli w procentach pierwotnej wilgoci

8.2%	33.8%	23.2%	42.0%

Przyjmując ilość odparowanej wody z grubego piasku równą 100, otrzymamy cyfry:

100	412	238	537

Cyfry te wykazują, że gruby piasek jest najmniej stosownym materyałem dla pokrycia murszów głębokich, słabo rozłożonych i wilgotnych.

Piasek taki, z natury swojej bardzo jałowy, utrudnia już samo wzejście zasianego zboża, w razie suszy zaś, ponieważ korzonki roślinne nie zdążą sięgnąć murszów, wskutek braku wilgoci i pożywienia nawet już wykiełkowane nasiona łatwo uschnąć mogą. Takie zachowanie się piasku grubego tłómaczy się małą jego włoskowatością, większe przedziały bowiem pomiędzy pojedynczemi ziarnami piasku, przecinają wodzie drogę ku górze i przez to tamują parowanie.

Mursze, takim materyałem pokryte, winny być bardziej osuszone, a ziarno zasiane, głębiej w piasku umieszczone.

Szkodliwe własności takiego piasku można skutecznie poprawić przymieszką miałkiego piasku lub gliny. Glina szczególniej jest do celu tego polecenia godną, użyta bowiem w odpowiednim stosunku nie daje roli własności zlewania i zasklepiania się jak to czyni miałki piasek. Piasek brunatnego koloru nie jest szkodliwym, kolor jego pochodzi od zawartego w nim tlenku żelaza (Fe_2O_3) który, jeżeli nie znajduje się w zbyt wielkiej ilości, staje się nawet pożytecznym, podnosząc zdolność piasku do wchłaniania pokarmów roślinnych. Piasek zaś, pochodzący z rudy żelaznej łąkowej, nie okazał się nigdzie dobrym materyałem na pokrycie murszów.

Pozostałe trzy do próby przez stacyę doświadczalną użyte materyały, a więc: piasek miałki, glina i wapno łąkowe, okazały się w niektórych wypadkach stosownemi do pokrycia murszów. Miało to miejsce mianowicie wtedy tylko, jeżeli stopień osuszenia murszów zastosowany był należycie do gatunku materyału użytego do pokrycia. Wapno łąkowe okazało się najmniej wrażliwem na nadmiar wilgoci, pozwala bowiem na silne parowanie wody i dostarcza roślinom zasianym znaczne ilości pożywnych substancyj. Piasek miałki i glina, pierwszy zlewając się w skorupę, a druga, tracąc pod wpływem nadmiernej wilgoci swoją strukturę gruzełkowatą, zamykają przystęp powietrza atmosferycznego do murszów i skutkiem tego nie są dobremi materyałami do pokrycia takowych; chcąc je wszakże do tego celu używać, należy odpowiedniem postępowaniem, jako to mieszaniem z innym materyałem nieco odmiennych własności fizykalnych, ich wady o ile możności łagodzić.

Najstosowniejszym jednak ze wszystkich materyałem do pokrycia murszów, okazał się gliniasty piasek. Jeżeli istnieje możność wyboru pomiędzy rozmaitemi rodzajami pokryw, to użycie takiego piasku, nierzadko obfitującego w cenny dla murszów potaż, doprowadza do bardzo dodatnich rezultatów. Dla murszów zaś, nie bardzo zasobnych w wapno, materyał pokrywowy z przymieszką takowego będzie w większości wypadków najodpowiedniejszy.

Częste niepowodzenia uprawy na murszach pochodzą, jak to już wyżej wyłuszczonem zostało, z powodu obecności związków siarkowych w murszach i w materyale pokrywającym takowe. Obawa spotkania dwusiarku żelaza w pokrywie piaskowej zachodzi wtedy tylko, jeżeli materyał na takową brany był z podłoża murszów. Doświadczenia bowiem w tym celu dokonywane wykazały, że dwusiarek żelaza, spotyka się tylko w dolnych warstwach torfu i w piaszczystem podłożu takowego. Pewnych zewnętrznych cech dla stwierdzenia jego obecności w piasku, nieposiadamy.

Niejakie podejrzenie wzbudza niebieskozielono-popielata barwa piasku. Jeżeli biała powłoka na wysychających murszach posiada ściągający atramentowy smak, pochodzi ona od dwusiarku żelaza, jeżeli nie posiada tego smaku składać się będzie przeważnie z gipsu.

Nieprzyjemny zapach zaś siarkowodorowy nie wskazuje obecności dwusiarku żelaza, lecz pochodzi od gnijących, siarkę zawierających związków organicznych. Dopiero wydobyty na powierzchnię dwusiarek żelaza, staje się trucizną dla roślin, nie można przeto ze stanu wegetacyi na murszach wnioskować o jego obecności. Aby zdobyć pod tym względem należytą pewność, należy przedsięwziąć próby: wegetacyjną i chemiczną.

Pierwszą wykonać można, zasiewając kilka ziarnek zboża w małej ilości piasku; obecność szybko rozkładającego się dwusiarku żelaza nie dozwoli na wykiełkowanie ziarna, albo też objawi się niebawem chorobliwym i mizernym wyglądem młodych roślinek.

Próba chemiczna polega na wypaleniu w tygielku platynowym, albo na użyciu żelazo-cyanku potasu.

W praktyce można próbę z cyankiem przeprowadzić na polu w ten sposób, że przechodząc po podejrzanych, jednakże już przez pewien czas na działanie powietrza wystawionych piaskach, polewa się takowe kilkoma kroplami roztworu cyanku; zabarwienie niebieskie wskaże nam natychmiast obecność dwusiarku żelaza; w ten sposób będziemy w możności usunąć lub też uczynić nieszkodliwemi piaski, zawierające te trujące substancye; przedstawiać nam to będzie jednakże pewną trudność w obec tego że substancye te spotyka się tylko gniazdami, na które przechodząc możemy łatwo nie natrafić.

Absolutną pewność niedostania się tych substancyj do pokrycia murszów, możemy mieć wtedy tylko, jeżeli materyał ziemny weźmiemy z przyległych pól. Jeżeli nie mamy możności dostania innego materyału, a zawarta w nim ilość dwusiarku żelaza nie jest znaczną, to przy należytem osuszeniu i przewietrzeniu roli możemy go używać,

gdyż substancye trujące, spłukiwane stopniowo do dolnych warstw murszów, przestają być szkodliwemi dla korzeni roślinnych. Dla zneutralizowania tych szkodliwych związków, należy używać wapna w stanie doskonale sproszkowanym zarówno w stanie wypalonym jak i surowym, t. j. jako węglan wapnia. Przy wielkiej jednakże ilości zawartego w piasku dwusiarku żelaza, ilość do zneutralizowania potrzebnego wapna okaże się tak wielką, że praktyczne zastosowanie tego środka z powodu znacznego kosztu i wielkich ilości wytworzonego również szkodliwego dla roślin gipsu, okaże się niemożliwem.

Stacya doświadczalna w Bremen przytacza n. p. że w podłożu pewnych murszów w Pomeranii, znaleziono piasek zawierający 8% dwusiarku żelaza. Gdyby materyał taki użyto na pokrywę grubości 4 cale, to w 100 metr. kwadr. wytworzyłoby się 35 cetn. bezwodnego kwasu siarkowego. W takim wypadku nie pozostaje nic innego do zrobienia, jak tylko użycie na pokrycie innego materyału, a jeżeli to jest niemożliwem, to zupełne zaniechanie zamierzonej melioracyi.

Rozważywszy dokładnie wszystko, cośmy do tej pory o stopniu osuszenia, głębokości pokładów i o materyale na pokrycie murszów powiedzieli, należy, przed przystąpieniem do nakreślenia projektu, wziąć jeszcze pod uwagę i kwestye czysto praktyczne, jako to: kierunek uzdolnienia i zamiłowanie gospodarza, dostatek sił roboczych i łatwość zbytu dla uprawiać się mających produktów rolnych; dopiero na podstawie takich danych, należy zdecydować, czy zamierzamy użyć murszów pod uprawę rolną, czy też założyć na nich łąki lub pastwiska.

Nakreślenie projektu.

Nakreślenie projektu jest czynnością bardzo ważną i trudną; wymaga pewnego stopnia wykształcenia technicznego i należytego doświadczenia.

Zamierzając przeto wykonać uprawy groblowe na większych obszarach, należy czynność tę powierzyć doświadczonemu w tym kierunku specyaliście. Przystępując do nakreślenia projektu, należy przedewszystkiem wykonać przedwstępną niwelacyę; takowa okaże nam, czy posiadamy potrzebny dla osuszenia spadek i pozwoli na oznaczenie w przybliżeniu kierunku tegoż. Upewniwszy się w ten sposób co do spadku, należy wykonać dokładną szczegółową niwelacyę. Takowa wskaże nam dopiero dokładnie którędy należy pokierować główny rów, zbierający wodę, (kolektor), dalej rowy osuszające i wreszcie rowy groblowe. Punkta niwelacyjne można wnosić do zwyczajnych map, wykonanych w skali $^1/_{5000}$ jakie każdy właściciel majątku posiada.

Niwelacya powinna się rozciągać i na przyległy, wodę odbierający, teren i obejmować na terenie murszastym wszystkie punkta, różniące się pomiędzy sobą o 0,1 metra, na odpływowym zaś, różniące się o 0,5 do 1,0 metra wysokości.

Mając w ten sposób wykonaną niwelacyę, należy oznaczyć profil kolektora, przyczem trzeba pamiętać że kolektor winien odprowadzić wodę z całego opadowego obszaru. Zdecydowawszy się ostatecznie na osuszenie rowami lub drenami, wyznaczyć należy na mapie położenie kolektora i głównych osuszających rowów wraz z ich profilami.

Otwarte rowy.

Kolektor winien być wogóle prowadzony najniższemi miejscami, należy jednakże starać się o nadanie mu możliwie najprostszego kierunku, aby tym sposobem otrzymać największy spadek. Spadek taki pozwoli na prędkie odprowadzenie wiosennych wód i wpłynie na wczesne rozbudzenie się wegetacyi na groblach.

Jeżeli na odpływowym terenie wodę przyjmują rzeka lub jezioro, które często wylewają i zatapiać mogą założyć się mające uprawy, należy temu zapobiedz przez założenie odpowiednich tam, przyczem wypadnie odprowadzać wodę za pomocą machin. Nieubezpieczywszy się wpierw w ten sposób co do możności dostatecznego spuszczenia wód wiosennych, lepiej będzie zaniechać zupełnie melioracyi, nie dającej w takich warunkach widoków powodzenia. Jeżeli rozporządzamy znacznym spadkiem, to możemy zmniejszyć profile kolektora i osuszających rowów, wskutek czego zmniejszą się znacznie koszta melioracyi. Dla płytkich jednakże pokładów murszów, należy przy silnym spadku kolektora urządzać w takowym zastawy, aby tym sposobem utrzymać wodę na pewnym pożądanym

poziomie i ochronić roślinność od zbytecznej suszy. Krey podaje praktyczne urządzenie takiej zastawy czyli progu, którego rysunek wskazuje Fig. 2.

Jeżeli obszar murszów jest bardzo wielki, a szczególnie jeżeli figura jest podłużna i przytyka długą granicą swoją do niżej położonego wodę odbierającego terenu, korzystniej się okaże przeprowadzić kilka zbierających rowów t. j. kolektorów. Wielkość profilu kolektora zależeć będzie: od ilości opadów atmosferycznych podczas okresu zimowego na danym obszarze, od wysokości poziomu wody jaki stale utrzymać pragniemy i od tego, czy zamierzamy

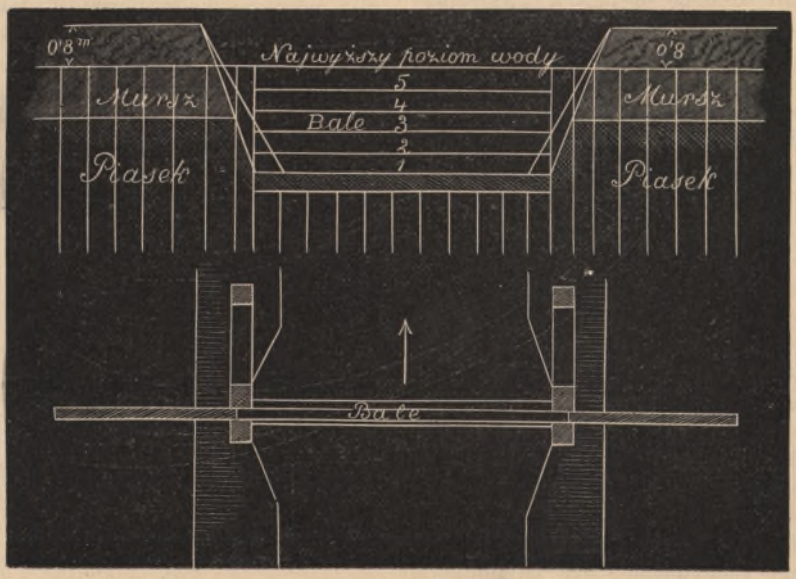


Fig. 2.

wodę zaskórną z wyżej położonego terenu odprowadzić kolektorem lub nie?

W żadnym razie jednak nie może dno kolektora być węższe jak 1 metr. Szerokość jego u góry zależną jest od pochylenia, jakie ścianom jego nadajemy. Wielkość pochylenia takiego oznaczamy stosunkiem pomiędzy połową różnicy szerokości górnej i dolnej rowu z jednej strony, a głębokością z drugiej strony.

Figury 3—4 okazują nam profile rowów ze ścianami o różnych pochyleniach. Fig. 3 pochylenie ścian w stosunku jak 1 do 1. Fig. 4 w stosunku jak 1 do $1^1/_2$.

Według zasad, przytoczonych powyżej dla zaprojektowania kolektora, oznacza się kierunek i profil rowów osuszających; jako minimalną szerokość ich dna przyjmuje się 0.5 metr. Kierunek tych rowów winien być jednakże tak wyznaczony aby one nie tamowały swobodnego przystępu do założyć się mających grobli. Bardzo dogodnem okazało się prowadzenie takich rowów przy drogach.

Nakreśliwszy na planie kolektory i rowy osuszające, przystępujemy do nakreślenia rowów groblowych. Najpraktyczniej będzie, nadać im kierunek prostopadły do rowów osuszających, jakkolwiek nie stanowi przeszkody, gdy kierunek ten będzie nieco pochylonym do tych rowów. Ponieważ przeznaczeniem rowów groblowych, niezależnie od dostarczenia materyału na pokrywę piaskową, jest odprowadzenie wody, przeto pożądanem będzie, aby one otrzymały pewien niewielki spadek; przy większym jednakże spadku należy już urządzać w tych rowach zastawy dla zabezpieczenia od zbytniego osuszenia. Szerokość dna bywa stosownie do warunków miejscowych rozmaitą, głębokość zaś dla łąk 0.6 *m.* do 1.1 *m.* a dla uprawy rolnej 1.1 *m.* do 2 *m.* a to stosownie do gatunku i głębokości murszów, szerokości grobli i do tego, czy materyał na pokrycie, użyty będzie z podłoża, czy też z innych przyległych pól. Dla grobli w celu łatwiejszego obliczania powierzchni, najdogodniej będzie przyjąć rozmiar stały 25 *m.* szerokości tak, że 100 *m.* bie-

żących grobli będzie stanowić $^1/_4$ *ha*, rozmiar taki odpowiada rozmiarom używanych siewników, opielaczy i innych narzędzi.

Przy płytkich pokładach murszów, jeżeli pokrywa nie jest braną z podłoża, można ziemi wystarczyła na pokrycie grobli warstwą pożądanej grubości. Rimpau dawał u siebie rowom groblowym na murszach średniej głębokości 5 *m*. szerokości u góry, a na głębokich murszach 5,5 *m*.

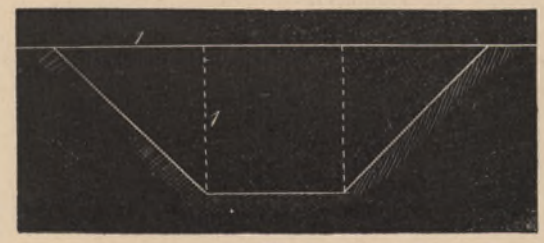


Fig. 3.

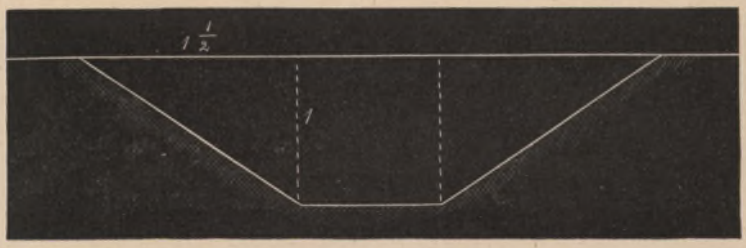
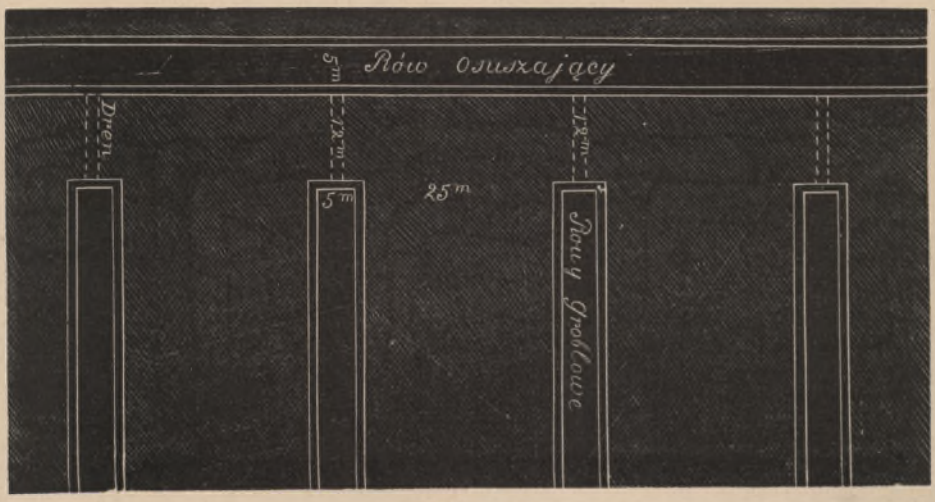


Fig. 4.

robić groble na 33 do 45 *m*. szerokie. Mając jednakże do czynienia z pokładami murszów głębszemi nad 1 metr, nie należy przekraczać szerokości 25 *m*. gdyż łatwo

Pozostawiając stałemi rozmiary dna 3 *m*. i grobli 25 *m*. zmieniał głębokości rowów w ten sposób, aby otrzymać zawsze potrzebną ilość ziemi mineralnej na utworze-



Fig, 5.

zdarzyć się może, że groble środkiem nie będą dobrze wysychały.

Biorąc ziemię na pokrycie murszów z podłoża, musimy rowom groblowym i groblom dać takie rozmiary, aby ilość wydobytej nie pokrywy. Rowy groblowe nie powinny dochodzić do rowów osuszających, lecz kończyć się zwykle w odległości 12 *m*. od tych ostatnich tak, aby dać możność przejeżdżania szerokim wozom z jednej grobli na drugą;

woda zaś z rowów groblowych przesiąkać będzie dostatecznie do rowów osuszających, jeżeli podłoże murszów jest piaszczyste. W przeciwnym razie przepuszcza się takową rurkami drenowemi o 10 do 15 *cm.* średnicy, kładąc je o kilkanaście centymetrów powyżej dna rowu aby nie podlegały zamuleniu.

Jeżeli zaprojektowane groble wypadają bardzo długie, to dla ułatwienia komunikacyi między groblami wypadnie pozostawić na rowach groblowych w odstępach 100 metrowych poprzeczne grobelki 12 *m.* szerokie, zapuszczając w takowe w razie potrzeby dreny dla przepuszczenia wody.

Załączona Fig. 5 wskazuje nam urządzenie grobli w sposób jak je podaje Massenbach według systemu Rimpaua w swojem dziełku „Anleitung zur Rimpauschen Moordammkultur" Berlin 1887.

Szerokości tak osuszających jak i groblowych rowów są jednakowe; te ostatnie są dane w kierunku prostopadłym do osuszających rowów.

Drenowanie.

W wyjątkowych wypadkach dla osuszenia płytkich dobrze rozłożonych murszów można użyć drenowania. Stosując drenowanie, oszczędza się straty uprawnej powierzchni wynoszącej 20% t. j. powierzchni zajętej na rowy, oraz ułatwia się znacznie komunikacyę i uprawę na takich polach.

Drenowanie winno być wykonane dokładnie i tak przeprowadzone, aby ilość wylotów drenów była możliwie najmniejszą, tym sposobem ograniczy się możność zatykania rurek przez żaby i zmniejszy się przystęp powietrza do rur. Powietrze w zetknięciu z wodą, zawierającą zwykle w tym wypadku żelazo, utlenia je i wytwarza osad wodnego (Fe_2 $OH)_6$ tlenku żelaza, który, gromadząc się, tamuje swobodny przepływ wody. Rurkom drenowym należy o ile możności dać silny spadek i umieścić je na głębokości 1.25 *m.*; tym sposobem uchroni się takowe od mrozu i zatkania przez wrastające korzenie roślin. Im głębiej założone będą rurki drenowe, tem większą możemy dać odległość pomiędzy pojedyńczemi liniami drenów, które stosownie do gatunku ziemi kładzie się w odległościach od 15 *m.* do 25 *m.* od siebie.

Dreny, które użyć należy, winne mieć takie średnice, aby woda w nich płynąca całkowicie je wypełniła; uchroni to od osadzania się piasku w drenach i od ewentualnego zatkania takowych. Należy i to pamiętać, że za szerokie rurki podnoszą niepotrzebnie koszta melioracyi, (patrz artykuł p. n. Drenowanie).

Załączona mapka części majątku Zalesie w Poznańskiem, fig. 6 w którym urządzono uprawy na murszach, przy pomocy drenowania przedstawia bardzo ciekawy obraz takiej melioracyi. Dla otrzymania materyału potrzebnego na pokrycie murszów, kopano tam specyalne obszerne doły w rodzaju sadzawek, w pięciu miejscach i ziemię ztąd otrzymaną rozwożono kolejkami po całej powierzchni. Melioracya ta wykonaną została przez inżyniera Schwendera z Gross-Lichterfelde pod Berlinem i kosztowała 550 marek na 1 *ha.*

Druga załączona mapa Król. Prus. Dominium Dreetz, fig. 7 daje nam obraz melioracyi przeprowadzonej innym sposobem t. j. systemem Rimpau'a przy pomocy otwartych rowów z użyciem wydobytego materyału na pokrycie murszów; koszta na 1 *h.* wynosiły 425 marek.

Wykonanie robót na gruncie.

Sporządziwszy w powyżej opisany sposób plan melioracyjny, przystępuje się do wykonania robót na gruncie. Roboty te składać się będą:

1) z wypalikowania wszystkich rowów i dróg

2) z wykopania rowów i plantowania grobli

3) z pokrycia grobli ziemią.

Wyznaczywszy dokładnie palikami wszystkie rowy i drogi na gruncie, przystępuje się do kopania tych rowów i do sypania dróg. Należy rozpocząć robotę od wykopania głównego kanału zbierającego t. j. kolektora, aby gromadząca się woda znalazła natychmiastowy odpływ i nie przeszkadzała dalszym robotom. Kopanie należy rozpocząć od najniższego miejsca i wybierać ziemię odrazu do całkowitej głębokości.

W wypadkach jednakże, gdy mamy do czynienia z ruchomem, bardzo wodą przesiąkniętem trzęsawiskiem, lepiej będzie najpierw wązkim rowem wodę spuścić i dopiero stopniowo w miarę obsychania terenu rów ten do należytej głębokości i szerokości doprowadzić.

Wydobyty materyał rozrzuca się po obydwóch stronach rowu, mając na uwadze

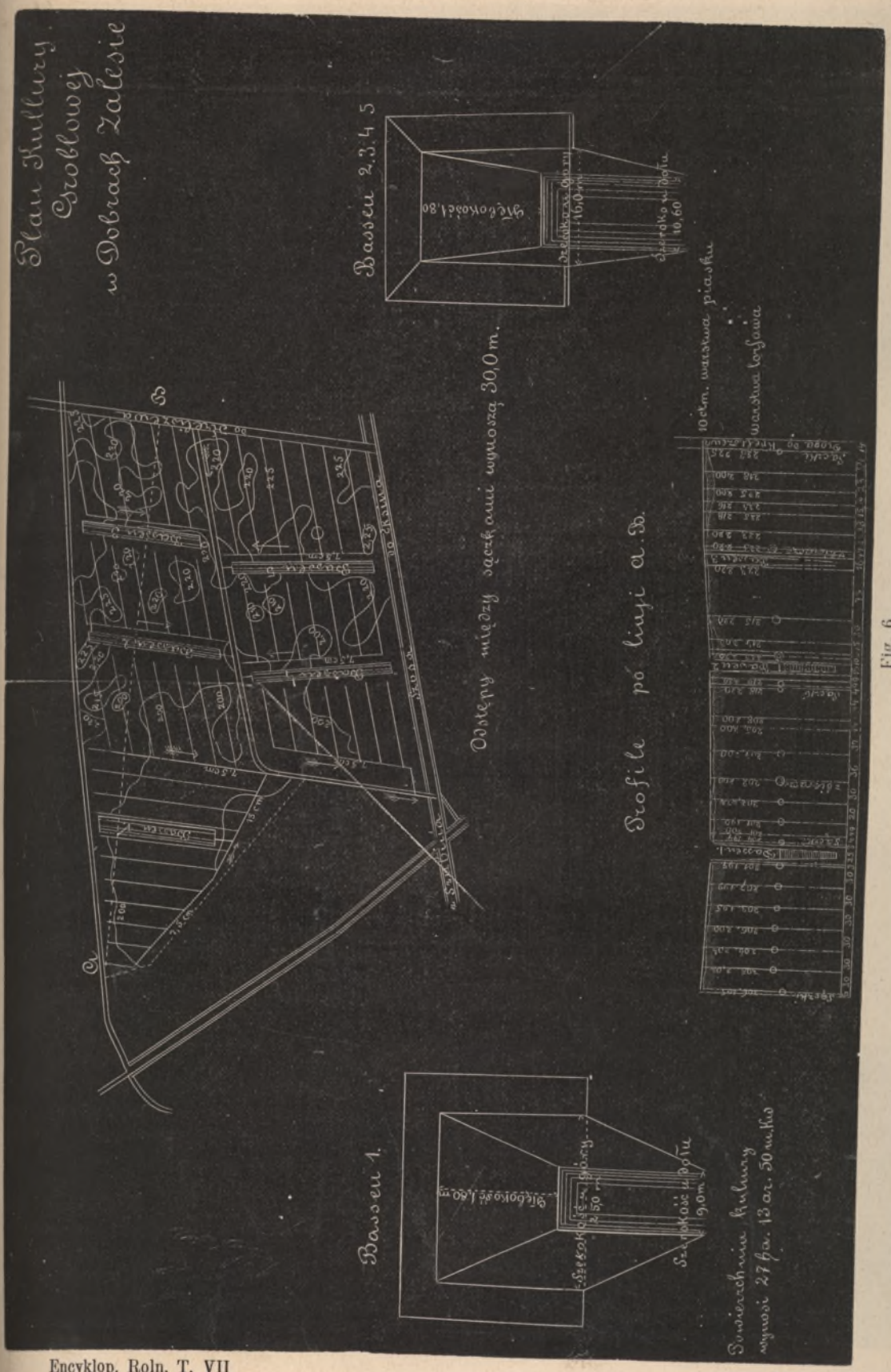

Plan kultury
Groblowej
w Dobrach Zalesie
Basen 2.3.4 5
głębokość 1,80
Basen 1.
głębokość 1,40 m
Ostępy między sączkami wynoszą 30,0 m.
Profile po linji a.b.
10 cm. warstwa piasku
warstwa torfowa
Sumaryczne kultury
wynoszą 2,7 ha. 13 ar. 50 m.kw

Fig. 6.

aby równocześnie plantować przytrafiające się na terenie meliorowanym nierówności.

Jeżeli dla pokrycia murszów zamierzamy użyć ziemi mineralnej z podłoża, to należy przyjąć rozmiary kolektora i rowów osuszających takie, aby wydobyty z nich materyał wystarczył na pokrycie ich brzegów na szerokości 12 *m*.

Zanim przystąpimy do rozrzucania wydobytego materyału, należy oczyścić powierzchnię murszów z rosnących na niej krzaków, drzew i pniaków. Karczowanie takie nie jest zbytnio mozolnem i łatwo daje się uskutecznić przy pomocy silnych drągów dla podważania pni.

Jeżeli na powierzchni murszów utworzony jest bardzo pilśniowaty kożuch, to należy mursze takie przed pokryciem ziemią przeorać pługiem, doświadczenia bowiem pouczają, że taki kożuch ciężko się bardzo rozkłada i nie dozwala korzeniom roślin wnikać do głębszych warstw dla czerpania potrzebnego pożywienia. W innym razie można na starą darń nawozić ziemię, gdyż obawa przebicia się dzikiej wegetacyi przez pokrywającą warstwę ziemi jest płonną, pod wpływem bowiem osuszenia i ciemności darń żywa zupełnie w dość krótkim czasie zbutwieje.

W literaturze spotykać się dają opisy wypadków, że na murszach, które przed melioracyą podlegały od dłuższego czasu uprawie i na murszach poprzednio palonych, wegetacya roślin po dokonanej melioracyi okazała się bardzo mizerna; jako przyczynę tego zjawiska, podają utworzenie się pod cisnącą warstwą piasku, z murszu sproszkowanego wskutek uprawy lub palenia twardej skorupy, która nie dopuszczała przystępu powietrza i wilgoci. Aby temu zapobiedz, poleca się zadarnić mursze takie przed pokryciem ziemią, siejąc na nich w pierwszym roku trawy z koniczynami; wskutek tego struktura ich zupełnie się zmieni i tworzenie się takiej skorupy nie nastąpi. Postępowanie takie będzie mieć i ten jeszcze dobry skutek, że osłabi tak bardzo na takich murszach dokuczliwy porost zielska.

Wykończywszy kopanie kolektora i rowów osuszających, przystępuje się do kopania rowów groblowych. Wydobytą najpierw warstwę torfu używa się nasamprzód do zapełnienia różnych dołów i zagłębień znajdujących się na groblach. Mając na uwadze ściśnienie się torfu w tych zagłębieniach, należy zapełniać je warstwą torfu o $^1/_5$ przewyższającą głębokość jaką posiadają i udeptywać silnie. Jeżeli do plantowania takich nierówności zamierzamy użyć piasku, dobytego z rowów, to należy takowy umieścić na samym spodzie i pokryć go torfem, aby w miejscach takich nie utworzyła się przy późniejszem pokryciu zbyt gruba warstwa piaskowa, szkodliwie wpływać mogąca na porost roślin uprawianych. Resztę murszu pozostałego po splantowaniu nierówności, rozdziela się równomierną warstwą po całej powierzchni, co wpływa bardzo dodatnio na późniejsze urodzaje na takich uprawach.

Po wykopaniu tych rowów możemy przystąpić do pokrycia grobli ziemią. Niebezpiecznem bywa zawczesne pokrycie murszów, szczególnie jeżeli takowe przed dokonaniem melioracyi były bardzo bagniste. Powstrzymująca parowanie i przystęp powietrza do wnętrza murszów, warstwa ziemi, nie dozwala na przemianę nierozpuszczalnych związków azotowych na rozpuszczalne, i mursze nie mogą dostarczyć roślinom uprawianym potrzebnego azotowego pożywienia. Liczne doświadczenia wykazały też, że na zbyt wcześnie pokrytych murszach wegetacya roślinna pozostawiała wiele do życzenia.

Dla niezbyt głębokich bagnistych murszów wystarcza trzech miesięczny przeciąg czasu od osuszenia do pokrycia ich piaskiem dla doprowadzenia ich do należytego stanu. W lecie poznajemy stan murszów, nadający się do pokrycia, po zmianie wegetacyi, to jest gdy rośliny błotne zamierają, a szlachetniejsze gatunki pokazują się na powierzchni, widocznie dostatecznie osuszonej.

Na bardzo surowych i głębokich murszach lepiej będzie wstrzymać się z pokryciem cały rok i postąpić na wzór p. Petersona w Bockelholm, który po osuszeniu grobli obsiewał je gryką i owsem, dodając stosowne nawożenie z kainitu i żuzli, a dopiero po sprzęcie takowych wydobywał resztę piasku z rowów i pokrywał nim groble. Dostatecznie osuszone i przewietrzone mursze, mogą być natychmiast z rowu wydobytym piaskiem pokryte.

Podczas kopania rowów bardzo znaczną przeszkodę w robocie stanowi często woda gruntowa. Należy ją za pomocą pomp po za grobelki umyślnie w tym celu w rowach pozostawiane usunąć. Praktyczną taką pompę w formie śruby podaje Massenbach. Za pomocą takiej pompy można 50 stóp kub. wody na minutę podnieść na $2^1/_2$ do 3 stóp

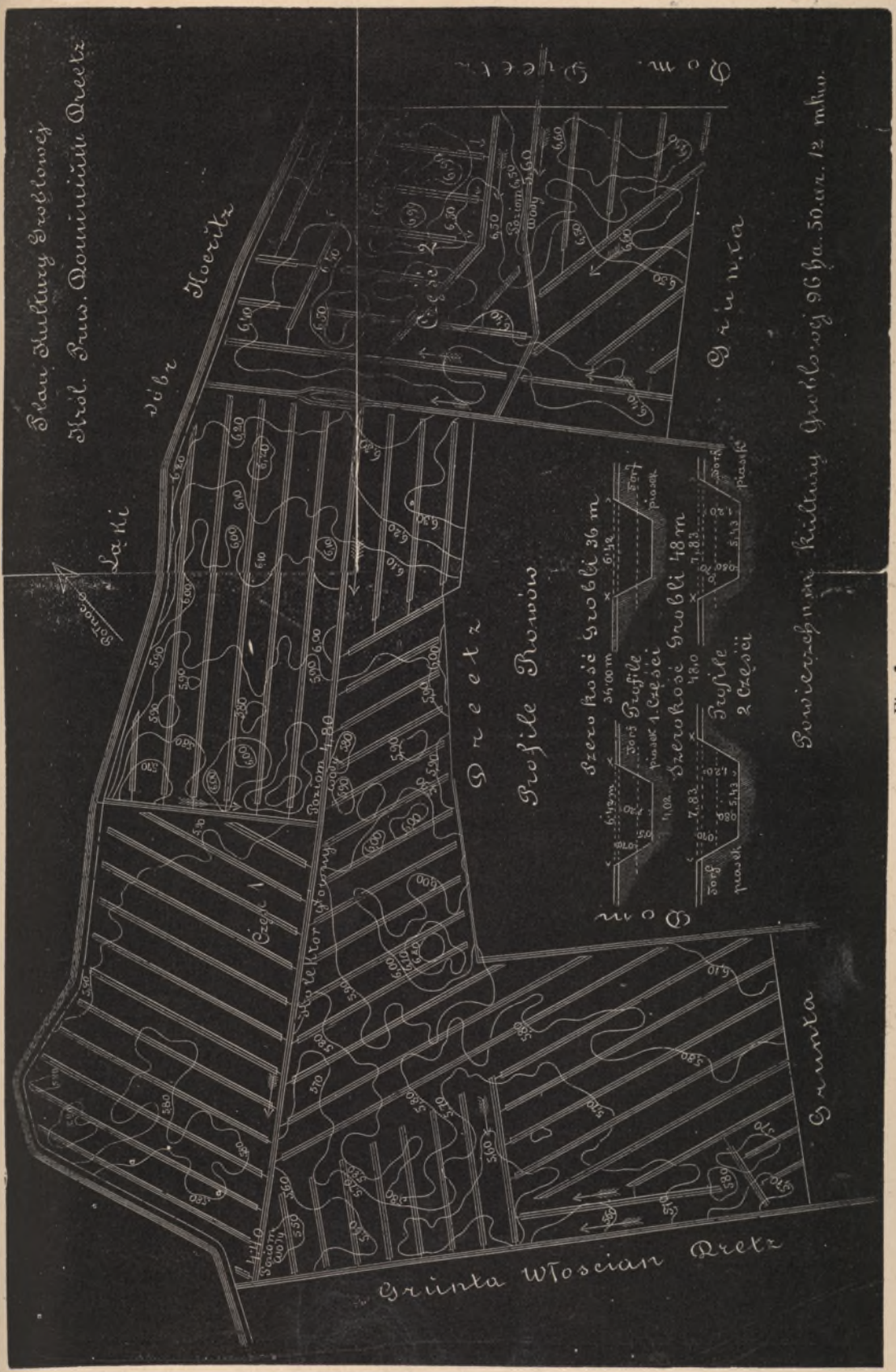

Plan kultury torfowej
Król. Pruss. Dominium Dretz
Dobre Mierzitz
Laki
Dretz
Profile Rowów
Szerokość grobli 36 m
Szerokość grobli 48 m
Profile 1 części
Profile 2 części
Gmina Dretz
Gmina Włościan Dretz
Powierzchnia kultury torfowej 96 ha. 50 ar. 12 mkw.

Fig. 7.

wysokości (patrz art. „Hydraulika“ fig. 79, t. IV, str. 362).

Wydobyty z rowu materyał jako to torf i piasek, rozwozi się taczkami po deskach i rozdziela równomiernie po całej powierzchni grobli.

Największą odległością na jaką wypadnie materyał ten rozwozić będzie połowa szerokości grobli; całą powierzchnię grobli należy starannie plantować, aby się nie potworzyły dla późniejszej wegetacyi szkodliwe zagłębienia. Z wyłączeniem plantowania, które należy wykonać robotnikiem płaconym dziennie, całe kopanie i taczkowanie najlepiej oddać w akord t. j. ugodzić od sążnia kubicznego, włączając przenoszenie potrzebnych desek i taczek jako też pompowanie wody.

Napotykany w rowach piasek z przymieszką dwusiarku żelaza stanowczo nie powinien być używany na pokrycie grobli, a usuwając go, najlepiej wywieźć na drogi, gdzie jako nieporastający lata całe żadną roślinnością, będzie doskonałym materyałem na takowe.

Doświadczenia wskazują, że najstosowniejszy wymiar, jaki należy dać warstwie piasku jest 11 *cm.* do 12 *cm.* grubości. Przy położeniu mniejszej warstwy zachodzi obawa, aby pług niewyorywał warstwy torfowej na wierzch, wykonanie zaś grubszej warstwy podnosi znacznie koszta melioracyi i może być szkodliwem w czasie suchej wiosny dla młodych roślin, które silnie ucierpią zanim dosięgną swemi korzeniami wilgotnego murszu. Urządzając łąki możemy dla oszczędności zmniejszyć tę grubość, jednakże próby robione wykazują, że wraz z podnoszeniem grubości warstwy mineralnej do 12 *cm.* wydajność siana na łąkach stale się zwiększała. I tak Sombard z Emersleben otrzymał z pokrywy grubości:

Zbiór	grubość	3 *cm*	6 *cm*	9 *cm*	12 *cm*
Siana		64 *Ctn.*	77 *Ct.*	83 *Ct.*	115 *Ct.* z *ha*
Potrawu		32 „	45 „	51 „	54 „
	Razem	96 „	122 „	134 „	169 „

Wpływ jednakże tej warstwy pokrywającej zależnym jest od gatunku użytego materyału, wiemy bowiem z doświadczenia że już bardzo cienka warstwa ziemi znakomicie wpływa na urodzaj łąk; zachodzi jednakże, jak już wyżej powiedziano, obawa, aby taka cienka warstwa ziemi, nie ściskająca swoim ciężarem dostatecznie torfu, nie zatonęła w takowym.

Nad brzegami rowów pozostawia Rimpau wązki, jedno stopowy pas powierzchni grobli niepokrytej piaskiem, unikając tym sposobem obsuwania się piasku do rowów. Niektórzy specyaliści stosują w tym celu okładanie brzegów 6 cali grubemi kawałami darniny, zdjętej z murszów, odwracając je trawą do dołu i mocno ubijając. W ten sposób utworzona burta nie dopuszcza wprawdzie obsuwania się piasku, ale tamuje za to czasami odpływ wiosennej wody.

Nadawanie groblom wypukłej t. j. środkiem podniesionej powierzchni jest niewłaściwem, staje się bowiem przyczyną raptownego spływania wody deszczowej po powierzchni grobli do rowów, gdy tymczasem woda ta powinna przesiąkać przez ziemię do rowów i w ten sposób popierać proces rozkładowy murszów.

Jak wyżej powiedziano, nie zawsze znajdujemy potrzebny na pokrycie murszów materyał w przyległych rowach, zmuszeni przeto jesteśmy w takim wypadku materyał ten dowozić z leżących w pewnej odległości brzegów torfowiska. W tym celu używa się kolejki konnej, której szyny układa się w oddaleniu 3 metrów od brzegu rowów groblowych. Mniej więcej do 9-u wózków, połączonych ze sobą ciągnie para koni tak zaprzężonych do długiego drążka lub łańcucha, że, chodząc obok szyn omija podkłady leżące pod szynami. Podczas gdy pociąg taki jedni ludzie ładują, inni tymczasem drugi taki sam opróżniają.

Wysypywanie ziemi odbywa się na obydwie strony szyn i zaczyna się od najbardziej odległego miejsca, i ztamtąd też zaczyna się natychmiast szyny przesuwać o 6 metrów dalej. W ten sposób wypada, że dla pokrycia jednej grobli potrzeba 4 razy przełożyć szyny, lub 5 razy jeżeli groble będą szersze.

Figura 8 wskazuje układ szyn takiej kolejki. Od punktu *a* naładowane wózki odchodzą na groble, a tymczasem puste wózki przychodzą do *b* gdzie zostają natychmiast napełnione.

Przy wykonaniu tej roboty należy przestrzegać, aby wierzchnią warstwę piasku, zawierającą znaczne ilości nasion różnego zielska, odrzucić na bok, i dopiero spodnią warstwę na groble zabierać; miejsca zaś ugniecione i udeptane pod kolejkami przed pokryciem ziemią spulchnić, aby umożliwić należyty przystęp powietrza do ich wnętrza. Piasek zwieziony należy natychmiast rozplantować, aby pod dłużej leżącemi kupkami torf się nie ściskał; należy też ściśle przestrzegać, aby na całej grobli grubość warstwy ziemnej była jednakową.

Figury 9, 10, 11 i 12 przedstawiają nam profile różnych rowów, których wymiary są zastosowane do rozmaitych grubości pokładu torfowego lub też do niezbędnej głębokości dla spadku wody.

W powyżej opisany sposób wykonane groble, należy przewałować odpowiednio ciężkim wałem; gdyż ściskając luźno leżący piasek, zapewnimy pierwszym zasiewom należyte umocowanie korzeni, przez co uchroni się takowe od wylegania i innych z takiego stanu gruntu wypływających skutków.

Na pierwszy zasiew używa się w znacznej ilości wypadków owies, który zwykle daje na tak przygotowanych do uprawy murszach, bardzo pewny i obfity zbiór.

Groble pokryte piaskiem w powyżej opisany sposób, narażone są przeważnie w pierwszych latach na znaczne szkody wskutek działania wiatrów; chcąc je od takowych ochronić, należy zasiewać rośliny prędko rosnące, któreby w jak najkrótszym czasie utworzyły należytą ochronę. Hrabia Schwerin w Mariawerth, urządzał na groblach z dobrym skutkiem płoty, dla ochrony od wiatru, 2 do 3 Cetn. kainitu posypane na świeżych groblach, wystarcza dla utworzenia na piasku skorupy, która ochroni również należycie wierzchnią warstwę od zwiania. W tym samym celu i z dobrym rezultatem można użyć gliny lub marglu.

Nawożenie.

Opisując skład chemiczny murszów rozmaitego pochodzenia, zaznaczyliśmy zgodnie z mnogiemi w tym kierunku czynionemi doświadczeniami, że mursze nizinne zawierają obfite ilości wszelkich dla rozwoju i wzrostu roślin potrzebnych materyj, z wyjątkiem kwasu fosforowego, którego bardzo często, i potasu, którego prawie zawsze w murszach brakuje. W celu otrzymywania przeto należytych plonów uprawianych roślin, wskazaną jest konieczność dodawania owych brakujących, a dla rośliny niezbędnych materyj. Dodawanie to powszechnie ma miejsce w postaci nawozów mineralnych.

Dla okazania, jak bijącem w oczy jest działanie tych uzupełniających mineralnych nawozów, niech nam posłużą słowa Rimpau'a, pomieszczone w czasopiśmie Saskiego prowincyonalnego Centralnego Towarzystwa Rolniczego z r. 1889 Nr. 4. Pisze on tam między innemi co następuje:

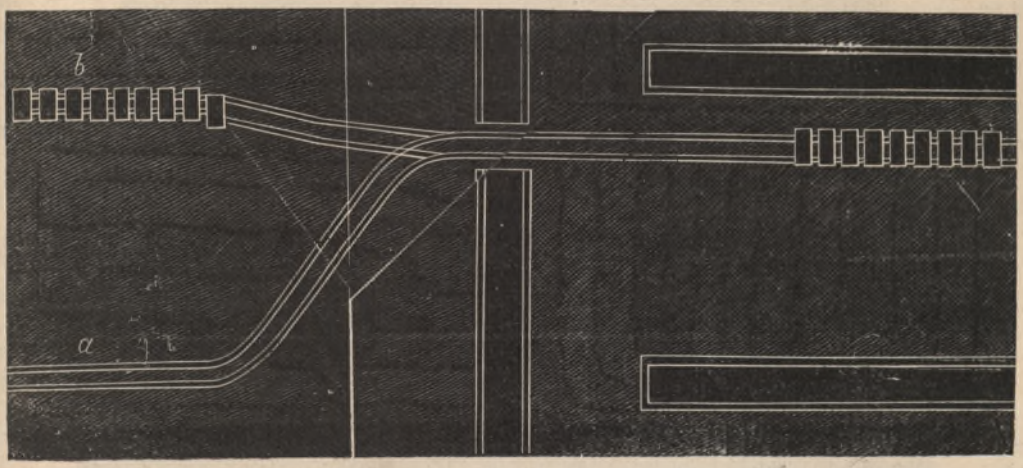
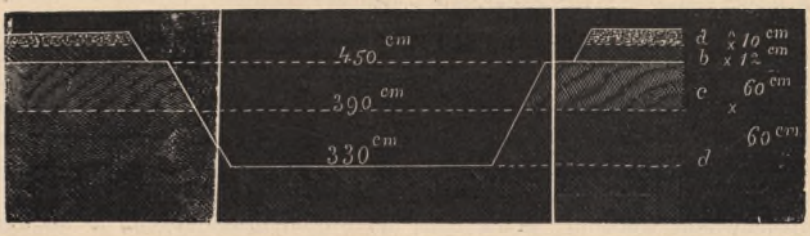


Fig. 8.

„Nigdy nie widziałem tak dobitnych różnic przy próbach nawozowych, jak na moich groblach w Cunrau w r. 1860. Bo też sądzę że trudno byłoby znaleźć stosowniejsze pole dla porównawczych prób nawozowych, jak świeżo uformowane groble, o równomiernej głębokości torfu i stałym poziomie wody.

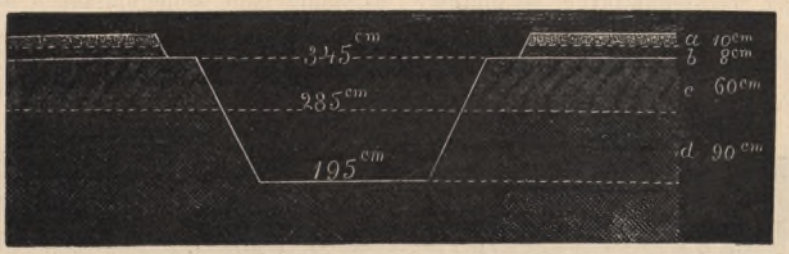
Przypominam sobie przeprowadzoną na długiej łące w Cunrau próbę z jęczmieniem. Obok grobli bez żadnego nawozu, pokrytej mizernym jęczmieniem, była grobla nawieziona potasem, na której widać było już nieco lepszy jęczmień, dalej zaś następowała grobla, nawieziona samym kwasem fosforowym, na której był znowu znacznie gorszy, silnie przez rdzę uszkodzony jęcz-

Fig. 9.



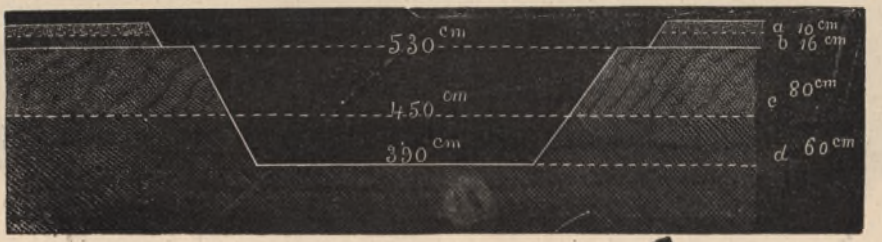
a pokrywa piaskowa 10 *cm* gruba. *b* warstwa rozplantowanego torfu 12 *cm* gruba. *c* pokład torfowy 60 *cm* gruby. *d* podłoże 60 *cm* grube.

Fig. 10.



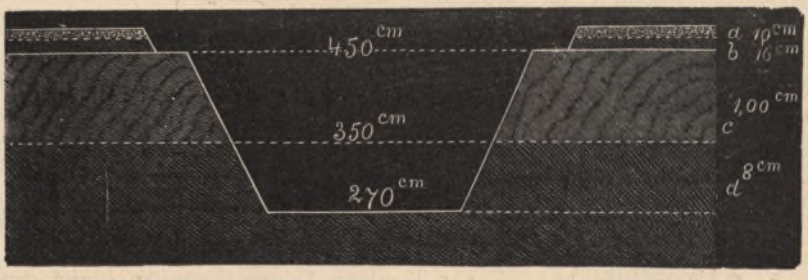
a pokrywa piaskowa 10 *cm*. *b* warstwa rozplantowanego torfu 8 *cm*. *c* pokład torfowy 60 *cm*. *d* podłoże 90 *cm*.

Fig. 11.



a pokrywa piaskowa 0 *cm*. *b* warstwa rozplantowanego torfu 16 *cm*. *c* pokład torfowy 80 *cm*. *d* podłoże 60 *cm*.

Fig. 12.



a pokrywa piaskowa 10 *cm*. *b* warstwa rozplantowanego torfu 16 *cm*. *c* pokład torfowy 100 *cm*. *d* podłoże 80 *cm*.

mień; dopiero na grobli, nawiezionej obiema temi materyami nawozowemi, przedstawiał się jęczmień tak dobitnie wyróżniający się od poprzednich, że i ślepy różnicę tę laską by namacał. Jęczmień na tej ostatniej grobli, był o całą stopę wyższym od otaczających i odznaczał się pięknym ciemno zielonym kolorem.

Jakkolwiek (pisze dalej Rimpau) nawożenie takie t. j. potasem i kwasem fosforowym pod wszystkie zboża, dawało znakomite rezultaty, to jednakże stosowane pod kartofle okazało się bezskutecznem, a nawet szkodliwem, tak że zmuszony byłem użyć pod kartofle nawozu stajennego, narażając się na to że mi zboża po nich następujące zwykle wylegały.

Dopiero przypadkowo odkryłem przyczynę szkodliwego wpływu nawozów mineralnych na kartofle; leżała ona jak się okazało w zapóźnem nawożeniu solami potasowemi. Sole te dodane roli w jesieni poprzedzającej zasiew kartofli, wywarły tak znakomity skutek, że sprzątnięto 128 Cet. kartofli z morga pruskiego (t. j. około 110 korcy z morga 300 prętowego.“

Taki dodatni wpływ jesiennego nawożenia solami potasowemi pod kartofle zauważony przez Rimpau'a tłomaczy się tem, że podczas zimy, zawarte w solach potażowych związki chloru, jako to chlorek magnezyi i chlorek sodu (sól kuchenna), zostają spłukane do podglebia, i przestają oddziaływać szkodliwie na wegetacyę. Odnosi się to tylko do soli potażowych stasfurckich, gdyż późne nawożenie fosforanami nie wywiera żadnego ujemnego wpływu na wegetacyę i plon wszelkich roślin uprawnych.

Rimpau dokonał szeregu doświadczeń porównawczych nad działaniem kwasu fosforowego w superfosfacie i żuzlach Thomasa, które prof. Fleischer ogłosił w Mitteilungen 1886 r. Nr. 3. Równocześnie badał Rimpau jakie ilości dodawanego kwasu fosforowego przy jednoczesnej obfitej dawce kainitu dawały największe zbiory.

Doświadczenia wykonano na świeżych i starych groblach. Kwasu fosforowego dodawano w stosunku 25, 40 i 55 f. na $^1/_4$ *ha*. Rezultaty tych prób przy uprawie owsa na kartofliskach są następujące:

Każda parcela otrzymała 3 Cetn. kainitu na $^1/_4$ *ha* i podzieloną była na 3 działki, z których pierwsza pozostała bez kwasu fosforowego, na drugiej stosowano superfosfat, a na trzeciej żuzle Thomasa.

nowe groble.	Ziarno	Słoma	Ziarno	Słoma	Ziarno	Słoma
bez kwasu fosfor.	1030	2250	1100	2750	1190	2720 ℔
za dodaniem kw. fosfor.	25 ℔		40 ℔		55 ℔	
w superfosfacie	1160	2750	1230	2625	1370	3040 ℔
w żuzlach Thomasa	1170	2790	1260	2940	1280	2965 ℔

stare groble.	Ziarna	Słomy	Ziarno	Słoma	Ziarno	Słoma
bez kwasu fosfor.	1400	2770	1510	3060	1590	2940 ℔
dodano kwasu fosfor.	25 ℔		40 ℔		55 ℔	
w superfosfacie	1440	2815	1455	3000	1424	3013 ℔
w żuzlach Thomasa	1405	2780	1500	3005	1442	2988 ℔

Z doświadczeń tych widoczne że w Cunrau wpływ superfosfatu na wielkość plonów nie wiele różnił się od wpływu żuzli.

Odmienne nieco wyniki otrzymał Rimpau z doświadczeń wykonanych w Klein-Spiegel z żytem. Dawka kainitu wynosiła tak samo 3 ct. na $^1/_4$ *ha* i otrzymano:

	Ziarna	Słomy	Ziarno	Słoma	Ziarno	Słoma
bez kwasu fosfor.	880	1610	820	1770	?	?
za dodaniem kw. fosfor.	25 ℔		40 ℔		55 ℔	
w superfosfacie	1065	2010	1150	2270	1270	2530 ℔
w żuzlach Thomasa	1040	2225	1160	2160	1215	2315 ℔

przy tem doświadczeniu plony podnosiły się przy dodatku

	25 ℔		40 ℔		55 ℔ kw. fosfor.	
	Ziarna	Słomy	Ziarna	Słomy	Ziarna	Słomy
o „	203	428	305	525	393	733 ℔

Na to doświadczenie zwraca uwagę Fleischer, jako na godne uwagi z tej przyczyny, że potwierdza zdanie Wagnera wypowiedziane na podstawie prób w naczyniach, mianowicie: „Jeżeli przy obfitości innych materyj pokarmowych dawki kwasu fosforowego zwiększają jeszcze otrzymywane plony, to powiększenie tych plonów będzie zawsze proporcyonalne do zwiększonej dawki nawozu fosforowego.“

Na starych groblach w Cunrau nie wywierały skutku zwiększone dawki kwasu fosforowego; pozwalałoby to przypuszczać, że w starych groblach zwiększają się z czasem zapasy kwasu fosforowego. Odnośne badania jednakże wykazały, że kiedy w starych groblach znaleziono w 100 częściach suchej materyi 0.22 kwasu fosforowego, to w nowych znaleziono go 0.23, zmienił się zaś tylko stopień rozpuszczalności tych zasobów kwasu fosforowego, tak, że podczas gdy w starych groblach z całej ilości zawartego kwasu fosforowego, znaleziono 10%, to w nowych groblach znaleziono 6% w słabym roztworze octowym rozpuszczalnego kwasu fosforowego. To zwiększenie się zasobów rozpuszczalnego kwasu fosforowego, tłómaczy się większą ilością wywiązującego się w starych groblach kwasu węglowego, który na rozpuszczalność kwasu fosforowego silnie wpływa.

Ponieważ na różnych murszach różne będą potrzeby nawożenia, zależnie od składu chemicznego murszów i ich pokrywy mineralnej (n. p. zawierającej potaż), przeto dla oznaczenia potrzebnego ilościowego i jakościowego nawożenia, należy w każdym wypadku przeprowadzić stosowne próby i w ten sposób przekonać się dopiero jakie nawozy i w jakich ilościach użyte przyniosą należyte korzyści.

Z nawozów fosforowych użycie żuzli Thomasa, jako tańszych od precypitatu, okazało się najkorzystniejszem, tembardziej, że doświadczenia Fleischera wykazały równe działanie żuzli i precypitatu i w następnych latach.

Nietylko rozpuszczalność kwasu fosforowego, lecz i przyswajalność zawartych związków azotowych, zwiększa się w starych groblach; ze swej strony i warstwa mineralna pokrywająca mursze z biegiem czasu wzbogaca się w materye pokarmowe dla roślin, tak przez nawożenie i pozostałości pożniwne z roślin uprawianych, jak i przez nieuniknione domieszanie pewnych ilości torfu.

W ten sposób łatwym do wytłómaczenia staje się fakt wielokrotnie obserwowany, że zbiory ze starszych grobli przewyższają znacznie przy jednakowych warunkach zbiory z grobli nowych.

Próby dokonane przez prof. Fleischera na większej ilości parceli dały w przecięciu z morga pruskiego w funtach:

	Stare groble		Nowe groble		Stare groble dały więcej w %	
	Ziarna	Słomy	Ziarna	Słomy	Ziarna	Słomy
Jęczmień	1255	2781	1117	2475	12.3%	12.3%
Kartofle	168	Cetn.	110	Cetn.	52.7%	
Owies	1446	2985	1217	2796	18.8%	6.7%

Zuzle Thomasa przeznaczone pod zboża jare, należy rozsypać już w jesieni lub w zimie, aby się mogły należycie rozpuścić. Koniecznem jest takowe przyorać możliwie głęboko, mieszając dokładnie z ziemią.

Jako nawóz potasowy używany kainit i inne sole Stassfurckie zawierają, jak wyżej wspomniano, związki chloru, jako to chlorek magnezyi $Mg Cl_4$ i chlorek sodu $Na Cl_2$ (sól kuchenna); związki te jeżeli nie znajdują się w nadmiernej ilości, nie szkodzą roślinom zbożowym. Wogóle obniżają one procentową zawartość cukru w burakach, a krochmalu w kartoflach, i wpływają ujemnie na plony tak pierwszych jak drugich.

Zasilając przeto mursze pod te okopowe potasem, należy użyć jako nawozu wolnych od chloru czystych skoncentrowanych soli potażowych, albo też stosować sole Stassfurckie nieoczyszczone pod wczesną jesienną orkę, lub pod plon, poprzedzający kartofle lub buraki, aby sole te mogły być ze szkodliwych związków chloru dostatecznie wyługowane do podglebia przez wodę deszczową i śniegową i w ten sposób stały się niedostępnemi dla powyższych roślin.

Są wypadki, że nietylko powyżej przytoczony wzgląd, wpływa na danie pierwszeństwa skoncentrowanym solom potasowym przed kainitem, dla miejscowości naprzykład znacznie odległych od Stassfurtu kosz-

ta transportu potasu zawartego w większych ilościach nizko procentowych soli będą tak znaczne, że taniej wypadnie sprowadzić tę samą ilość funtów potasu zawartą w znacznie mniejszej ilości wysoko procentowych soli potasowych jak n. p. w siarczanie potażu K 2 SO_4. W kainicie znajduje się

$K_2 SO_4$	21.3%
K Cl	2.
Razem	22.3 co odpowiada 12,8% $K_2 O$, gwarantuje się jednak tylko 12,4%. $K_2 O$

w $K_2 SO_4$ znajduje się w

	w 96%	w 90%
$K_2 SO_4$	97.2	90.6
K Cl	0.3	1.6
razem	97.5	92.2
fabryki gwarantują $K_2 O$	51.8	48.6

a więc w 100 // towaru przeszło 4 razy więcej niż w kainicie.

Stosując w praktyce sole potasowe, należy je podobnie jak i żuzle przyorać i dokładnie z warstwą orną zmieszać. W żadnym wypadku nie można rozsypywać ich równocześnie z ziarnem siewnem, gdyż gryzącę ich własności wskutek powstałych zbyt skoncentrowanych roztworów, mogłyby oddziaływać ujemnie na młode rozwijające się kiełki roślinne.

Sole potasowe nie wywierają należytego skutku w tym wypadku, jeżeli rola zawiera znaczne ilości wolnych kwasów i rozpuszczalnych soli żelazistych. Obecność takowych można poznać za pomocą niebieskiego papieru lakmusowego (który zabarwiają na czerwono), a gdy się znajdują w większej ilości, po smaku kwaskowatym. W celu uniknięcia ich szkodliwego działania, należy przeznaczone do nawiezienia mursze przedewszystkiem dostatecznie osuszyć i przewietrzyć t. j. wykonać to, co system Rimpau'a ma na celu i co stosowaniem tego systemu osiągnąć można.

Na przyśpieszenie procesu odkwaszenia bardzo dodatnio wpływa stosowna dawka wapna; unikać jednak należy równoczesnego użycia wapna i potażu, gdyż przy słabej absorbcyi murszów dla potażu, wapno łącząc się z solami potasowemi, przemienia je w związki łatwo rozpuszczalne, których nadmiar, nie wchłonięty przez rośliny, wyługowanym zostaje przez wodę do rowów międzygroblowych.

Dla oznaczenia wysokości corocznych dawek kwasu fosforowego i potażu, należy zsumować ilości tych materyj zawarte w plonach całego płodozmianu, a podzieliwszy otrzymane cyfry przez liczbę pól, otrzymamy wskazówkę ile każdej materyi w corocznie dać się mającym nawozie powinno być zawarte, i stosownie do tych otrzymanych liczb należy wymierzać nawożenie kwasem fosforowym i potasem.

Według tablicy Wolffa zawierają w funtach, którą to ilość zastąpić należy kainitem i żuzlami Thomasa.

Cetn.		KWASU FOSFOR.		POTAŻU	
		Ziarno i słoma	Potrzeba 17% żuzli Thomsa	Ziarno i słoma	Potrzeba 12·5% kainitu
			Cetn.		Cetn.
60	Pszenicy 90 ct. słomy . . .	67.2	4.0	87.9	7
60	Żyta 120 „ „ . . .	81.0	5.0	138.0	11
70	Owsa 110 „ „ . . .	77.6	4.5	212.9	17
60	Jęczmien. 90 „ „ . . .	63.9	4.0	124.5	10
40	Rzepaku 100 „ „ . . .	91.4	5.5	151.4	12
50	Grochu 100 „ „ . . .	77.0	4.5	149.5	12
400	Kartofli	64.0	4.0	232.0	19
1200	Buraków pastewnych	96.0	5.5	576.0	46
800	„ cukrowych	72.0	4.0	304.0	24
160	Czerwonej koniczyny	89.6	5.0	297.6	24
160	Siana łąkowego	68.8	4.0	256.0	20

takie to ilości żuzli Thomsa i kainitu należało by używać na hektar, aby zastąpić całkowicie przez plony wyczerpane kwas fosforowy i potaż.

Przypomnieć jednakże należy, że spotykamy niekiedy mursze bogate w kwas fosforowy i że bywają wypadki, w których pokrywa mineralna zawiera znaczniejsze ilości potasu; należy przeto, zanim przystąpimy do wyznaczenia potrzebnych rocznych dawek nawozowych, za pomocą prób lub analizy chemicznej okoliczności te dokładnie sprawdzić, aby uniknąć niepotrzebnych wydatków.

Z tablicy powyżej przytoczonej, okazuje się, jak znacznych ilości potasu potrzebują kartofle i buraki dla wydania dostatecznego plonu. Nienależy przeto oszczędzać potasu pod te rośliny, gdyż należycie i stosownie dla nich wymierzona dawka sowicie się opłaci otrzymanym obfitym plonem.

Rimpau w swojem sprawozdaniu przytacza, że w roku 1884 otrzymał przy użyciu 4½ cetn. kainitu i 40 ℔ kwasu fosforowego z morga pruskiego buraków cukrowych Klein Wanzleben 343½ cetn. z 11,84% cukru w soku buraczanym, 2.56% nie cukru; buraków zaś Vilmorin'a otrzymał 247 cetn. z 12.11% cukru — co czyni przeliczone na naszą miarę 208 korcy Wanzleben i 150 korcy Vilmorin'a z 1-go morga.

Jeżeli zamierzamy nawozić łąki potasem to nienależy zapominać przytoczonej tu już głównej zasady, według której nawożenie takie będzie bezskuteczne, jeżeli ziemia nie jest dostatecznie zasobną w wapno i nie została wpierw należycie odkwaszoną.

Godnem uwagi jest zjawisko, że nawożenie kainitem łąk murszowych, niepokrytych piaskiem, zmienia florę tych łąk w ten sposób, że bez żadnego ze strony naszej posiewu w miejsce tu rosnących traw kwaśnych, w krótkim czasie pokazują się gatunki traw szlachetnych, a szczególniej rośliny motylkowe.

Mursze nizinne wysoką zawartością wapna odróżniają się zawsze od murszów górnych, niewymagają przeto dodatku tej materyi nawozowej; w wyjątkowych jednak wypadkach, jeżeli chodzi o przyśpieszenie odkwaszenia grobli lub o zneutralizowanie w piasku zawartych związków siarkowych, można z dobrym skutkiem stosować wapno.

Nawóz stajenny wywiera na murszach ujemny wpływ, gdyż dodatek azotu zawartego w tym nawozie na roli tak obfitej w azot, jak są mursze staje się przyczyną zbyt bujnego wzrostu zboża i wylegania takowego.

Uprawa, pielęgnowanie, zasiew i zbiór.

Ponieważ orka na groblach musi być obowiązkowo płytką, aby spodnia torfowa warstwa nie została wydobyta na powierzchnię, przeto najkorzystniej używa się do tej roboty dwu-trzy lub cztero-skibowców, odrzynając ostatnią skibę nad rowami zwyczajnym pługiem. Świeżo uformowane groble wskutek niedostatecznie jeszcze uległego piasku, jako też i zachwaszczone groble, niepozwolą na użycie wieloskibowców, a uprawa na nich dokonaną być musi zwyczajnemi pługami.

Jeżeli zauważymy, że spodnia warstwa torfowa mocno już się ubiła i wskutek tego niedopuszcza dostatecznych ilości powietrza do swego wnętrza, należy użyć pługa z pogłębiaczem za odkładnią przymocowanym, który nie dobywając torfu na powierzchnię, takowy należycie skruszy i ułatwi przystęp powietrza. Koenig z Zoernigall radzi aby takie kruszenie warstwy torfowej stosować każdorazowo przy uprawie pod okopowe, a będzie ono obfitszym plonem sowicie wynagrodzone.

Po dokonanej podorywce należy natychmiast rolę bronować, aby ułatwić kiełkowanie zielska. Dobrze też będzie pościągane broną ściernisko uprzątać z pola lub palić, gdyż kupki takowego utrudniają dokładny siew siewnikiem rzędowym, przechowują często poczwarki różnych szkodników roślinnych i zawierają nasiona różnego zielska.

Aby otrzymać należyty skutek, potrzeba bronowanie takie powtarzać po każdem okazaniu się wschodzącego zielska, gdyż mocniej zakorzenionych roślin broną zniszczyć niemożna. Na niszczenie zielska należy zwracać szczególną uwagę, ponieważ jest ono dotkliwą plagą na uprawach groblowych. W tym samym celu nie należy zapominać też, aby rosnące po brzegach rowów zielska, jak oset i inne, przed wydaniem nasienia koniecznie były koszone.

Jak to już w rozdziale o nawożeniu powiedzianem zostało, nawozy mineralne należy rozsiewać jak najwcześniej w jesieni, a jeżeli orka dla innych względów niemoże być w tym czasie uskuteczniona, to należy

nawozy te przez silne bronowanie dokładnie z warstwą orną zmieszać.

Siew na groblach musi być rzędowy ze względu na późniejsze niezbędne oczyszczanie gruntu z zielska — przez motykowanie — tylko w ostateczności i na wyjątkowo czystej roli można stosować siew rzutowy. Przy siewie rzędowym odległość rządków dla roślin kłosowych i groszkowych musi wynosić około 8 cali.

Pora stosowna dla przeprowadzenia siewów wszelkich roślin uprawnych, zależną jest w ogóle od różnych okoliczności, jako to: klimat danej miejscowości, jej położenie i t. p., w ogólności jednak dla grobli, pożądanym jest wczesny siew wiosenny, a późny jesienny — w jesieni dlatego siew późny jest zalecany, gdyż często się zdarza, że zbyt wybujałe oziminy ucierpią dotkliwie od grubszej pokrywy śniegowej.

Wszelka uprawa gruntu przeznaczonego pod zboża jare powinna być całkowice wykończona w jesieni, na wiosnę zaś tylko ograniczona do poruszenia powierzchni. W ten sposób zapewnia się zasianemu na lekkiej piaskowej warstwie ziarna dostateczną ilość potrzebnej do wzejścia wilgoci.

Jeżeli niemożliwem okazałoby się zasianie jarego zboża do pewnego przez miejscową praktykę wskazanego terminu, to lepiej zastąpić takowe okopowemi lub mieszanką, gdyż późno zasiane zboża łatwo bardzo zostałyby zagłuszone przez szybko rozwijające się zielsko.

Podług Wangenheima w Kleinspiegel należy przy siewie wiosennym na groblach zachować o ile możności następujący porządek: jęczmień, groch, bób, mieszanka, owies. Owies dla tego może być siany na ostatku, gdyż więcej od innych roślin cierpi od późnych przymrozków.

Do niszczenia zielska na groblach zwykle używa się konnych wypielaczy, lub motyk. Rozmiary wypielaczy muszą być zastosowane do rozmiarów siewnika, aby redlice dokładnie trafiały pomiędzy rzędy zasianego zboża. Motykowanie należy przedsiębrać natychmiast po wzejściu roślin, tak, aby, niszcząc wcześnie zielsko, spulchniać równocześnie rolę, dla ułatwienia przystępu powietrza i żywszego wskutek tego rozkładu torfu. Motykowanie powiększa wysokość plonu mniej więcej o 10%, a w rolach zachwaszczonych o procent znacznie wyższy.

Do kartofli sadzonych za pługiem używa się opielaczy jednorzędowych z obsypnikiem, do sadzonych zaś maszyną można używać kilkorzędowego opielacza z obsypnikami.

Stosownie do gatunku ziemi i stopnia jej zachwaszczenia, potrzeba do zmotykowania (gracowania) jednego hektara od 10 do 25 kobiet; na podstawie tej cyfry mamy możność obliczenia kosztów takiej roboty.

Ponieważ zboża uprawiane na groblach, z przyczyny nadmiaru azotu, pozostają dłużej zielone niż uprawiane na innych rolach i dopiero raptownie odrazu dojrzewają, zatem mając do czynienia z większymi obszarami, nienależy wyczekiwać do ostatniego stopnia dojrzałości, lecz rozpocząć wcześniej sprzęt, aby nienarazić się na znaczny ubytek ziarna przez wysypanie.

Użycie żniwiarki lub kosiarki na wązkich groblach jest utrudnione, pozostaje przeto dokonanie sprzętu za pomocą kosy lub sierpa.

Kopcowanie kartofli na groblach nie jest godnem zalecenia — gdyż dobywa się podczas tego torf na powierzchnię i ugniata zbytecznie miejsca pod kopcami leżące, a tak jedno jak i drugie z powodów w poprzednich rozdziałach przytoczonych jest dla grobli wysoce szkodliwe.

Liście buraków, nać marchwi i kartofli należy z pola zabrać, butwiejące bowiem kupki takowych, psują fizykalne własności mineralnej warstwy grobli i stają się przyczyną późniejszego wylegania zboża w tych miejscach. Budowle dla pomieszczenia zbiorów, najlepiej będzie wznieść na sąsiednich gruntach, a jeżeli takowe leżą zbyt daleko od grobli, to należy pod wznieść się mające na groblach szopy lub stodoły, pobudować fundamenta (mogą być murowane filary) sięgające pokładu piasku pod warstwą torfową leżącego. Tym sposobem uniknie się późniejszego osiadania się budynku. Budowla taka winna przedstawiać w planie figurę o ile możności zbliżoną do kwadratu i być dostatecznie wysoką, gdyż w ten sposób budowana, pomieści przy minimalnych kosztach możliwie największą ilość zboża.

Natychmiast po sprzęcie plonów, należy przystąpić do oczyszczania i poprawiania rowów. Kolektory i rowy osuszające, należy oczyszczać corocznie, a rowy groblowe co lat parę. Wyrzuconą z rowów ziemię, jeżeli nie jest piaskiem lub wapnem które można po groblach rozplantować, należy zimową porą podczas mrozów z grobli uprzątnąć.

Aby oczyścić zaperzone groble, radzi Rimpau posadzenie kartofli o bujnej naci (n. p.

szampiony), które pokryją w tym stopniu ziemię, że wszelką wegetacyę perzu i zielska zagłuszą.

Łąki i pastwiska na groblach.

W bardzo wielu wypadkach najkorzystniejszem okaże się przeznaczenie murszów na łąki i pastwiska — a to dla mniejszych kosztów założenia takowych i znacznego uproszczenia mechanizmu gospodarczego.

Zakładając łąki tak na groblach, jak i na innych miejscach, nie sieje się jednego tylko gatunku traw, lecz mieszankę z różnych gatunków. Gdy bowiem jedne trawy, dają już w pierwszych latach obfite zbiory, lecz malejące w następnych, to inne znowu dopiero później przychodzą do należytego rozwoju i zajmują opróżnione przez tamte miejsca, a że i warunki klimatyczne przyjazniejsze bywają w jednym roku dla tych, a w drugim dla innych gatunków traw — przeto siejąc mieszanki zapewniamy sobie przez pewien szereg lat jednomierny zbiór siana; aby zdecydować, którym rodzajom traw i roślin pastewnych dać pierwszeństwo w mieszance, należy zbadać przedewszystkiem, jakie szlachetne trawy i motylkowe rośliny spotykamy na osuszonych murszach w danej miejscowości; będzie to dla nas wskazówką, że rośliny te znajdują tu dla siebie sprzyjające warunki i ich dobrego wzrostu spodziewać się będzie można. Do tak wybranych roślin należy domieszać i inne niespotykane tamże, a wypróbowane gatunki.

Przy wyborze roślin mających utworzyć mieszankę, należy mieć koniecznie na uwadze, aby dojrzewały mniej więcej w jednej porze, gdyż w przeciwnym razie otrzymana pasza zawierałaby przestałe, części pożywnych pozbawione rośliny, lub też zmuszeni dojrzewaniem pewnych traw do wcześniejszego sprzętu, nieotrzymalibyśmy pełnego plonu z łąk.

Najwięcej polecane do zasiewu na groblach rośliny są następujące:

I. Trawy wierzchnie t. j. wysokorosnące i dolne t. j. nizko rosnące, tworzące tak zwane podszycie łąk;

a) z traw na osuszonych murszach spotykanych, polecenia godnemi są:

1. Phleum pratense Tymoteusz, wierzchnia,
2. Poa pratensis wyklina łąkowa, dolna,
3. Festuca „ kostrzewa „ wierzch.,
4. Agrostis stolonifera Mietlica rozłogowa (perzówka), dolna,
5. Avena pubescens owsik omszony (miękki) dobra na pastwisko.

b) z traw niespotykanych na murszach godne polecenia:

1. Lolium perenne Rajgras angielski dolna,
2. „ italicum „ włoski wierzch.,
3. Phalaris arundinaca Ostrzyca trzcinowa wierzchnia,
4. Alopecurus pratensis Wyczyniec łąkowy wierzchnia.

II, *a*) Liściaste na murszach spotykane polecenia godnemi są:

1. Trifolium hybridum—Koniczyna szwedzka
2. Trifolium perenne „ trwała
3. Lotus uliginosus Komonica błotna.

b) niespotykane na murszach liściaste polecenia godne są:

1. Trifolium repens Koniczyna biała,
2. Vicia cracca Wyka ptasia.

Z tych to mniej więcej gatunków roślin, należy utworzyć mieszankę w stosunku, w jakim sobie życzymy, aby te rośliny w otrzymanej paszy były zawarte, i wysiewać ją w ilościach wskazanych przez Wollny'ego, w Kalendarzu rolniczym Mentzla & Lengerkego, lecz ze względu na suchą piaskową pokrywę grobli, należy brać najwyższe cyfry, licząc na to, że nie wszystkie ziarnka wykiełkują.

Następujące mieszanki traw używane są w różnych miejscowościach:

W leśnictwie Zehdenick sieją mieszankę składającą się z

20 *fr.* Phleum pratense
4 „ Lolium italicum
2 „ Festuca pratensis
4 „ Poa pratensis
6 „ Trifolium hybridum
8 „ „ repens
2 „ Lotus uliginosus
4 „ Phalaris arundinacea.

Pastor Voigt w Dehmen, poleca w Mitteilungen 1884 r. № 29, mieszankę w następującym stosunku:

0,5 Tymeteuszu,
0,2 Koniczyny szwedzkiej,
0,1 Mietlicy rozłogowej
0,1 Koniczyny,
0,1 Wykliny łąkowej.

Prof. Grahl tamże 1889 r. № 20 podaje mieszankę na 1 hektar:

14 *kg.* Koniczyny szwedzkiej,
4 „ „ czerwonej,
2 „ „ białej,
8 „ Tymoteusza.

Mieszanki te wsiewa się w jare zboża na wiosnę; siew zboża winien być rzadki aby niezagłuszyć traw zasianych.

Jeżeli posiewamy stare łąki, to ilość wysiać się mającej mieszanki możemy znacznie zredukować, stosownie do stanu darni jaka na łące tej się znajduje.

Przystępując do siewu, należy nasiona równego ciężaru gatunkowego i równej wielkości razem zmieszać i w osobnych partyach ręcznie lub maszynką rozsiewać; siejąc ręcznie, dobrze będzie połowę nasienia siać wzdłuż pola, połowę zaś w poprzecznym kierunku. Otrzymamy w ten sposób dosyć równy zasiew.

Po dokonanym zasiewie przechodzi się całe pole lekką broną chrustem przeplecioną i następnie wałuje.

Po sprzęcie zboża przy sprzyjającej porze otrzymamy już w pierwszym roku pokos mieszanki; takowy należy sprzątnąć niezbyt późno, aby na zimę niepozostawić bardzo ogołoconego pola, wskutek czego korzenie traw ucierpieć by mogły.

Nawożenie należy wykonać zawsze w jesieni. Wiosną w drugim roku należy trawy tylko przywałować, a w następnych latach bronować.

Pozostaje tu jeszcze odpowiedzieć na pytanie, jakiej melioracyi łąk torfowych należy dać pierwszeństwo, czy groblowej z pokrywą ziemną? czy też osuszeniu z nawożeniem?

Od czasu, jak zwrócono uwagę, na znakomite rezultaty otrzymane z nawożenia łąk żuzlami Thomas'a i kainitem, pomimo wielu dodatnich stron melioracyi groblowej, jak: cieplejsze położenie, wczesne obudzenie się wegetacyi, doskonały gatunek paszy i zabezpieczenie od suszy, opinia bardzo wielu wybitnych rolników, skłania się do drugiego, znacznie tańszego sposobu melioracyi, tak, że tylko w koniecznych razach, jak np. na murszach mocno osuszonych, cierpiących łatwo od długotrwałej suszy, zawierających znaczne ilości żelaza lub piasku, stosują system groblowy z pokrywą piaskową.

Już nawet zupełnie cienka pokrywa ziemna wywiera bardzo dobry skutek na wegetacyę łąk; zapadając jednakże po paru latach w torfie czyni niezbędnem powtórzenie tej kosztownej melioracyi.

Są jednak wypadki w których pokrywa piaskowa na łące może być szkodliwą; zdarza się to mianowicie wtenczas, jeżeli niedostateczny spadek niedozwoli na utrzymanie letniego poziomu wody, poniżej 60 *cm.* pod ciężarem piasku bowiem poziom łąki jeszcze się obniża i rośliny cierpią od zbytecznej wilgoci.

Osuszone dna jezior nie są właściwemi murszami, lecz są tylko masą sproszkowanej substancyi roślinnej; „szlamem jeziorowym," który obsychając po wierzchu łatwo bardzo się kurczy i zamienia na twardą łupliwą massę, która z oporem tylko przyjmuje napowrót wilgoć, i stanowi najniestosowniejsze dla kiełkowania roślin łożysko; miejsca takie wymagają dla poprawienia tych niedogodnych warunków koniecznego pokrycia piaskiem.

Szkody na groblach.

Szkody na groblach bywają różnego rodzaju; zdarzają się pochodzące z przyczyn meteorologicznych, jak zbyteczna wilgoć, susza, lub przymrozki, i w tych wypadkach, od zbytecznej wilgoci należy zabezpieczyć się czysto utrzymanemi rowami odpływowymi, podczas długo trwałej suszy zaś, można przez odpowiednie zatrzymanie wody w rowach zapewnić roślinom dostateczną wilgoć; aby uniknąć nareszcie szkód wyrządzanych przez przymrozki, należy przeznaczyć do uprawy takie rośliny, które siane we właściwej porze na skutki przymrozków narażone nie będą.

Następnie bywają szkody, których przyczyną jest zawartość związków siarkowych w pokrywie piaskowej, a w takim wypadku jak już poprzednio powiedziano, należy stosować wapnowanie.

W dalszym ciągu do szkód, przytrafiających się na groblach, należy zaliczyć wyleganie zboża, które jest następstwem niewłaściwego nawożenia azotem i nieudawanie się buraków i kartofli wskutek późnego użycia kainitu; ostatecznie należą tu szkody zrządzane przez owady i grzybki, które są tego samego rodzaju co na ziemiach mineralnych.

Użytkowanie rowów.

Przez stosowne użytkowanie rowów można jeszcze znacznie dochody z kultur torfowych podnieść i tak:

a) Przeznaczając wodę na hodowlę ryb i raków,

b) obsiewając brzegi rowów trawą lub sadząc na nich wierzbę koszykarską, i

c) plantując na dnie rowów trzcinę lub rogozinę,

Zagrodziwszy rowy stosownemi kratami możemy z powodzeniem zaprowadzić w takowych hodowlę karpi, pstrągów, karasi, linów i węgorzy. Nawet raki w takich rowach dobrze się chowają, należy tylko powpuszczać na dno rowów rurki drenowe, które dostarczą im potrzebnych kryjówek.

Wierzbę koszykarską sadzi się w odstępie 10 cali po nad najwyższy poziom wody na bocznych ścianach rowów, W kwietniu przed pękaniem pączków, należy sadzonki 15 cali długie sadzić tak głęboko, aby tylko jedno oczko wystawało po nad ziemię. W czystym torfie rośnie najlepiej Salix amygdalina, w piaszczystym Salix viminalis i Salix viminalis purpurea.

Trzcina (Phragmites communis) rośnie najlepiej w wodzie na 1 stopę głębokiej. Pod plantacyę trzciny lub rogoziny, nie należy używać rowów odpływowych i kolektorów, gdyż dla dobrego odpływu wody muszą być jak najczyściej utrzymane.

Koszta melioracyi groblowej i dochody z gospodarstwa na groblach.

Wysokość kosztów melioracyi groblowej zależną jest od wielu bardzo okoliczności; zależeć będzie nasamprzód od stopnia koniecznego osuszenia i od obecności dobrego spadku dla wód, dalej od tego czy materyał na wytworzenie pokrywy ziemnej znajduje się na miejscu, lub też musi być sprowadzony z pewnej odległości, następnie będzie zależeć od cen najmu praktykowanych w danej miejscowości, a ostatecznie od tego czy wykonanie robót powierzone będzie przedsiębiorcy, lub też wykona je sam właściciel.

Koszta takie składać się będą z następujących pozycyj:

Nakreślenie projektu (opłacanego po 2 do 3 rubli od hektara).

Wypalikowanie projektu na gruncie, (średnio płaconego 2½ rub. od hektara),

Koszta plantowania i karczowania.

Koszta zapewnienia odpływu dla wody, n. p. użycie maszyn do pompowania zależne od warunków jakie spotykamy.

Koszta kopania rowów, taczkowania i plantowania torfu i piasku.

Koszta dostawy piasku branego z odległego miejsca i plantowanie onego.

Koszta założenia rurek drenowych dla połączenia rowów groblowych z odpływowemi.

Koszta użycia narzędzi wynoszące około 10% kosztów rowów.

Koszta zużycia kolejki liczą się około 50% pierwotnej wartości wagoników i 25% wartości szyn.

Koszta dozoru nad ludźmi.

Koszta dostawy i odstawy narzędzi i koszta pierwszego nawiezienia.

Łatwem staje się do zrozumienia, że wykonanie tych robót przez przedsiębiorcę, który za czynność swoją musi być wynagrodzony, będzie kosztowniejsze, niż wykonanie ich przez samego właściciela; zważywszy jednak, że przedsiębiorca taki (z zastrzeżeniem że jest człowiekiem, na którym polegać można) wykona te roboty znacznie prędzej, w pewnym z góry określonym terminie, gdy tymczasem sam właściciel całe lata na przeprowadzenie tych robót zużyje, okazać się może że przez wcześniejsze o lat parę użytkowanie zmeliorowanej przestrzeni, otrzymany dochód nadwyżkę tych kosztów pokryje, a czasem jeszcze pewną oszczędność wykaże.

Autor niniejszego nie posiada dostatecznych danych na to, aby podać tutaj wyliczenie dokładne kosztów takiej melioracyi u nas. W majątku swoim zmeliorował parę morgów łąk torfiastych, płacąc po 40 kop. za wykopanie, roztaczkowanie i zplantowanie sążnia kubicznego torfu i piasku. W ten sposób kosztował jeden morg 75 rubli. Otrzymane zaraz w roku następnym i drugim znakomite zbiory doskonałego siana, koszta te ze znaczną nadwyżką pokryły.

Dla pewnego zoryentowania się w kwestyi kosztów i dochodów, przytoczę tu cyfry podane przez różnych autorów niemieckich: koszta melioracyi groblowej w dobrach Köstin, wykonanej przez inżyniera Jaekla wynosiły na 1 hektar 615.19 marek, w dobrach Ludwigslust w Pomeranii wykonane przez L. Holtza wynosiły 869.44 marek na hektar.

W Klein Gemmer 501.20 marek.

Dokładnie przeprowadzony rachunek czystego dochodu z gospodarstwa na groblach torfowych w dobrach Dretzel, mających obszaru 222 morgi pruskie, w ciągu czasu od r. 1884 do 1888 wykazuje z jednego hektara

w r.	1884/5	316.32	marek
„	1885/6	332.04	„
„	1886/7	248.00	„
„	1887/8	348.24	„
	Razem	1244.50	„

Czyli przeciętny czysty dochód z lat 4 będzie wynosił 311.15 marek z hektara, w Loleofsund dochód taki wynosił w r. 1889 tylko 140 marek z hektara.

W dobrach Dreetz około Neustadt wynosił czysty dochód z hektara 310.72 marek. Ponieważ hektar ziemi w tych dobrach kosztował przed melioracyą 600 marek, a koszta melioracyi wynosiły 428 m. Przeto 1 hektar zmeliorowany w ten sposób kosztował 1028 marek i przyniósł czystego dochodu 310.72 marek, czyli 25% swojej wartości.

Rachunek kosztów i dochodów z takiej melioracyi przeprowadzony dla naszych majątków przedstawi się nieco odmiennie; koszta melioracyi wskutek praktykowanej u nas niższej ceny najmu okażą się niższemi. Dochody zaś czyste jednak, pomimo niższych kosztów produkcyi, wskutek niższych cen zboża okażą się mniejszemi od niemieckich. Dodatnio wpłynie na rentowność takiej melioracyi torfowisk u nas ta okoliczność, że morg błot takich, prawie nieużytków, przedstawia bardzo małą wartość, a przez melioracyę taką zamieniony

Obserwacya	Rodzaj murszu górnego	Azot %	Popioły %	Potaż K_2O %	Soda Na_2O %	Wapno CaO %	Magnezya MgO %	Tlenek żelaza i glinu Fe_2O_3 Al_2O_3 %	Kwas fosforowy P_2O_5 %	Kwas siarczany H_2SO_4 %	Nierozpuszczalny %
A	Mursz górny we wrzosach (nowina)	1.30	6.71	0.05	0.05	0.23	0.23	0.60	0.08	0.20	5.24
B	(palony dawniej)	1.22	9.12	0.05	0.06	0.31	0.23	0.80	0.09	0.26	7.25
C	(w ostatnich latach)	1.07	7.94	0.05	0.07	0.30	0.25	0.95	0.10	0.26	6.22
D	Mursz górny, dawniej palony, później wyeksploatowany z torfu	0.77	3.14	0.05	—	0.28	0.28	0.27	0.06	0.22	1.88
Ea	Mursz górny w uprawie nawozowej, niewapnowany i nie marglowany	1.39	25.78	0.11	0.03	0.54	0.29	1.09	0.16	0.31	23.35
Eb	Mursz górny w uprawie nawozowej wapnowany albo marglowany	1.37	38.39	0.08	—	1.62	0.32	—	0.16	0.39	34.56
F	Mursz górny mieszany z piaskiem w uprawie nawozowej bez wapna i marglu	0.53	78.03	0.07	0.04	0.21	0.07	0.74	0.07	0.13	76.76
G	Tenże sam bez piasku	1.69	29.00	0.19	0.13	0.61	0.20	2.10	0.24	0.40	25.27
H	Wyeksploatowany z torfu mursz górny bez nawozu i piasku	1.12	4.76	0.05	0.11	0.34	0.30	0.39	0.07	0.32	3.21
I	Wyeksploatowany z torfu mursz górny bez piasku w kulturze	1.50	42.32	0.08	0.05	0.92	0.25	1.88	0.18	0.35	38.61
K	Wyeksploatow. mursz w Fehnkulturze	0.48	76.23	0.08	0.03	0.07	0.14	1.15	0.10	0.14	73.94
K	Tenże sam po oddzieleniu piasku	1.43	31.42	0.18	0.08	1.00	0.04	2.43	0.27	0.39	27.96

zostaje na ziemię najlepszego gatunku i wysokiej wartości.

Śmiało przeto twierdzić można że melioracye torfowisk nizinnych umiejętnie przeprowadzone, i u nas znakomicie się opłacać muszą i przeto każdemu gorąco zalecane być mogą.

Uprawa murszów górnych.

Nie wszystkie mursze górne w jednakowym stopniu nadają się pod uprawę roślin gospodarskich.

Podatność ich pod uprawę zależną jest przedewszystkiem od ilości zawartych w torfie materyj pożywnych dla roślin. Jak zaś wielką rozmaitość przedstawia skład chemiczny tych murszów, wskazuje nam załączona tablica, (patrz str. 399).

W tablicy tej mamy zestawione analizy chemiczne różnych murszów górnych, dokonane przez Fleischera. Cyfry podane wskazują w procentach ilości zawartych w różnych murszach najgłówniejszych materyj pożywnych.

Rozpatrzywszy cyfry w tej tablicy podane, znajdziemy odrazu przyczynę, dla której stosowane są różne sposoby postępowania przy uprawie murszów górnych. Ze względu na różne warunki rządzące uprawą, rozróżniamy dwie kategorye murszów górnych:

I) z wyeksploatowanym na opał lub ściołkę torfem,

II) i mursze górne w stanie pierwotnym.

W pierwszym wypadku stosuje się sposoby uprawy następujące:

a Uprawa odkrytego podłoża torfowego.

b Uprawa przy pomocy nawiezienia marglem,

do drugiej kategoryi murszów stosuje się sposoby uprawy:

a) Palenie,

b) Nawożenie bez wapna lub marglu,

c) Nawożenie przy użyciu wapna lub marglu i sztucznych nawozów.

I. Uprawa wyeksploatowanych murszów górnych.

Uprawa odkrytego podłoża torfowego (po niemiecku: „Fehncultur“).

Pod tą nazwą rozumiemy uprawę wyeksploatowanych torfowisk, na których dnie pozostała dolna warstwa, torfu niezdatnego na opał lub też do jakiego innego celu.

Słowo Fehn pochodzi od staro fryzyjskiego wyrazu i oznacza trzęsawisko lub mursz.

Niezbędnym warunkiem do wyeksploatowania i następnej uprawy murszów górnych, jest przeprowadzenie przez torfowisko spławnych kanałów, które służyć muszą do transportu torfu, nawozów, szlamu i marglu i do osuszenia torfowiska.

Roboty takie przeważnie tylko na bardzo znacznych przestrzeniach przedsiębrane, wymagają bardzo poważnych kapitałów nakładowych, przeto też w Holandyi i w Niemczech wykonanie ich podejmuje państwo i pobierając stosowne opłaty dzierżawne oprocentowuje i amortyzuje swoje wkłady.

System kanałów i sposób prowadzenia takowych muszą być zaprojektowane przez specyalnych inżynierów, dla rolnika zaś pozostaje dopiero wyeksploatowanie torfu i późniejsza uprawa pozostałych torfowisk.

Eksploatacya rozpoczyna się od wykopania głównego kanału i w miarę oddalania się od tegoż okaże się potrzeba kopania i przedłużania kanałów bocznych idących w prostopadłym kierunku do głównego. Kanały te osuszając odleglejszą od kanału głównego część torfowiska, służą równocześnie do transportu otrzymanego z eksploatacyi materyału.

Górny mchowy lub wrzosowy kożuch odrzuca się na bok, i dopiero po usunięciu właściwego torfu, zostaje rozplantowany na wyeksploatowanym kawałku ziemi w ten sposób, aby o ile możności młodsze formacye jako mniej kwasów zawierające i łatwiej podlegające rozkładowi, pozostały na wierzchu.

Po ukończeniu roboty na jednym kawałku, przystępuje się do eksploatacyi następnego w ten że sam sposób co i poprzedniego; zapełniając równocześnie większe zagłębienia i usuwając napotykane wyniosłości piaszczyste, przygotowujemy dalsze części wyeksploatowanego torfowiska do uprawy rolnej.

Gdy, prowadząc w powyższy sposób eksploatacyę torfu, otrzymamy już stosowną do uprawy przestrzeń, przystąpić należy do starannego splantowania powierzchni, przestrzegając aby woda deszczowa z takowej nie spływała na boki, lecz przesiąkała do dna i dopomagała tym sposobem do przewietrzania i odkwaszania torfowiska.

Dalsze postępowanie będzie miało na celu osuszenie i pokrycie tej przestrzeni 4 calową warstwą piasku. Aby otrzymać potrzebny do tego pokrycia piasek, okaże się niezbędnem kopanie poprzecznych rowów

Odległość tych rowów bywa około 125 *m.* od siebie, a jest zależną od odległości rowów podłużnych, oddzielających pojedyńcze kwatery, oraz od wysokości torfowiska nad poziom wody w rowach. Im węższe są kwatery, tem większe dać można odstępy pomiędzy rowami poprzecznemi; toż samo będzie można stosować przy większej wysokości torfowiska nad poziomem wody. Otrzymany w ten sposób piasek rozwozi się taczkami i plantuje równo po całej powierzchni. Niekiedy dobywają piasek na powierzchnię za pomocą regulówki, przyczem cienka warstwa torfowa dostaje się pod piasek.

W wypadku gdyby głęboka warstwa torfu utrudniała dobycie potrzebnej ilości piasku, a nie życzymy sobie gęstą siecią rowów przecinać powierzchni pola, to należy po środku pola kopać głębokie doły i wybrawszy z nich potrzebną ilość piasku, zapełnić torfem.

Postępując w ten sposób pamiętać należy, aby zasypane doły starannie były ubite, a licząc na późniejsze osadzanie się torfu, powierzchnię ich nad otaczające pole wywyższyć.

Ponieważ kopanie takich dołów czyni melioracyę kosztowniejszą, zadawalniają się zwykle 2—3 cali grubą warstwą piasku.

Pokrywa taka wykonaną bywa zwyczajnie w zimie gdy robotnik jest tańszy, na wiosnę zaś lub w lecie przy wolnym od robót polnych inwentarzu, miesza się ten piasek starannie z torfem. Postępowanie przy mieszaniu takiem jest następujące: Najpierw wydobywa się pługiem 2 cal. warstwę torfu na wierzch i bronuje starannie w różnych kierunkach, po niejakim czasie, gdy pod wpływem powietrza torf dostatecznie odkwaszonym zostanie, przystępuje się do następnej o 2 cale głębszej orki, wydobywając tym sposobem znowu świeżą 2 cale grubą warstwę torfu i miesza się takową, za pomocą stosownie silnego bronowania, z piaskiem. Po pewnym czasie nastąpić winna 3-cia i ostatnia orka o 3—4 cali głębsza od poprzedniej i silne bronowanie dla zmieszania z piaskiem. W ten sposób ziemia już dostatecznie do przyjęcia nawozu przygotowaną zostanie.

Jeżeli mamy możność wyboru, to najkorzystniej będzie użyć na pokrycie torfu, piasku gliniastego. Najmniej stosownym okazał się piasek koloru brunatnego lub czekoladowego, który użyty w większych ilościach bywa widocznie szkodliwym. Takiem domieszaniem piasku do torfu poprawia się znacznie jego własności fizykalne, ułatwia się przystęp powietrza do wnętrza, przyspieszając tym sposobem odkwaszenie i rozkład związków organicznych, w skład torfu wchodzących. Torf staje się przepuszczalnym dla wody i pozwala w większych znacznie odstępach prowadzić rowy poprzeczne, co byłoby potrzebne na torfach surowych.

Nowo założone kultury nawozi się szlamem, kompostem, błotem szosowem lub śmieciem ulicznem z miast. Nawóz stajenny jako spulchniający nadmiernie świeże kultury, naraża je na szkodliwe skutki suszy, przeto do nawożenia ich nie bywa zalecany. Kompostowane błoto miejskie i śmiecie do nawożenia takich kultur, cieszą się ogromnym popytem w wielu miastach Holandyi i w niektórych miastach Niemieckich, i cena płacona za taki nawóz podnosi się przeto z każdym rokiem.

Kompost taki transportują do miejsca przeznaczenia kanałami i kładą na *ha* przeszło 170 Cet. met. Ilość tę używają albo odrazu całkowicie, albo też rozdzielają takową na 2 lata.

W pierwszym wypadku po starannem zmieszaniu kompostu z ziemią zasiewa się żyto, które wydaje 48 do 52 *hl.* z hektara; w następnym roku idzie koniczyna, która przez kilka lat z rzędu pozostaje na tem miejscu. Doświadczenia przekonały że należy koniecznie przeznaczyć nowo założone kultury jak najrychlej pod koniczynę, gdyż w przeciwnym razie w krótkim czasie plony stopniowo zmniejszać się będą.

W drugim wypadku t. j. jeżeli nawóz rozdzielony będzie na 2 lata, to zasiewają dwa razy z rzędu żyto, pierwszy raz na 2 częściach przeznaczonego kompostu, drugi raz na pozostałej jednej części, i następnie idzie znowu kilkoletnia koniczyna. Drugi ten sposób postępowania przynosi lepsze rezultaty finansowe, lecz doświadczenia wykazały, że wydajność ziemi prędzej maleje niż w pierwszym wypadku.

Próby nawożenia świeżych kultur szlamem jeziorowym robione w Holandyi, nie wydały dodatnich rezultatów.

Takie za pomocą piasku i nawozu, oraz zasiewu koniczyny, do kultury doprowadzone torfowiska bywają zwyczajnym sposobem jak i inne ziemie uprawiane i nawożone.

Układając płodozmian należy mieć na uwadze, że najobfitsze plony na Fehnkulturach dają: żyto, kartofle, jęczmień i fasola.

W prowincyi Groeningen są w zwyczaju następujące płodozmiany:

I trawy, trawy, fasola, jęczmień, żyto i jęczmień,

II trawy, trawy, żyto, fasola, fasola, kartofle,

III Rzepak, jęczmień, gryka, żyto, żyto, fasola,

IV czerw. konicz. rajgras włoski, rzepak, żyto, zielony groch, fasola, żyto, kartofle i jęczmień.

Zbiory są bardzo wysokie.

Borgessius podaje jako przeciętne z wszystkich gmin następujące cyfry plonów z *ha*.

Pszenicy	1886	*kg.*	fasoli	2054	*kg.*
Żyta	1944	„	grochu	1440	„
Jęczmienia	2166	„	rzepaku	1925	„
Owsa	1771	„	kartofli	202	*hlitr.*
Gryki	1504	„	buraków	800	„

Z powyższych cyfr widzimy, że wysokie zbiory z kultur takich są w stanie pokryć nietylko dość znaczne koszta uprawy i nawożenia torfowisk, lecz dają jeszcze dość pokaźną cyfrę czystego dochodu.

b) Uprawa murszów górnych przy pomocy nawiezienia ich marglem.

W niektórych okolicach znajdują rodzaj marglu, który jest podobnym do szlamu jeziorowego i zawiera dość znaczne ilości wapna i szczątków organicznych; stosując taki margiel, nazwany „Kuhlerde," można użycia nawozów przez dłuższe lata zaniechać. Margiel taki dobywa się zwykle z podłoża torfowiska, a w niektórych wypadkach dowozi się z dalszych miejsc. Cechy charakterystyczne takiego marglu zasadzać się powinny na tem, aby w dotknięciu był tłusty, wsiąkał chciwie wodę, w suchym stanie dawał się z łatwością rozetrzeć, a pod wpływem powietrza stopniowo rozpadał się na drobne cząsteczki. Przed pokryciem torfowiska tym materyałem, niezbędnem jest poddać je kilkoletniej uprawie z nawozem stajennym; następnie dopiero kopie się doły w odstępach 4-o metrowych i dobywa ów margiel który należy roztaczkować i na 10—30 *cm.* grubo po całej powierzchni rozplantować, Doły kopie się do 5 *m.* głębokie i zasypuje następnie pozostałą niezdatną do pokrycia ziemią.

Do kopania takich dołów używają niekiedy specyalnych machin i w takim razie głębokość ich dochodzić może aż do 13 *m.* Machina taka jest w stanie przy pomocy dwóch ludzi wydobyć dziennie 15 do 30 fur marglu.

Jako pierwszy zasiew na takiem marglowanem torfowisku stosuje się owies z koniczyną. Owies wydaje średnio 40 do 60 *ct.* ziarna, a następująca koniczyna od 100 do 120 *ct.* suchego siana z *ha* rocznie.

II. Uprawa murszów górnych nie wyeksploatowanych.

a) Przez palenie.

Palenie torfowiska ma na celu: zniszczenie sieci korzeni, utrudniającej prawidłową uprawę, doprowadzenie torfu do stanu pulchnego, zneutralizowanie wolnych kwasów, i rozkład trudno rozpadających się szczątków roślinnych, zawierających potrzebne dla wegetacyi materye. Równocześnie paleniem poprawia się fizyczne własności torfu, który przez domieszkę popiołu staje się zwykle bardziej podatnym do uprawy, niż poprzednio.

Jednorazowe palenie powierzchni torfowej zapewnia na przeciąg mniej więcej sześcioletni otrzymywanie zadawalających zbiorów. Ta okoliczność wskazuje, że w murszach takich zachodzą, o ile można sądzić, pewne zmiany chemiczne, ujemnie wpływające na wegetacyę. Analiza chemiczna kilkakrotnie palonych torfów wykazała znaczny ubytek wszystkich materyj pożywnych dla roślin, głównie zaś miało miejsce zmniejszenie ilości azotu i kwasu fosforowego. Stosunek ilości tych materyj w jakiej zawarte są w niepalonym torfie do ilości w palonym torfie wyraża się cyfrą 23 i 18. Całkowita zawartość zaś azotu w niepalonych torfach wynosi 3.210 *kg.*, a w palonych 1.983 *kg.* na jednym *ha* w 15 *cm.* grubej warstwie.

Zaznaczony poniżej ubytek dotyczy głównie rozpuszczalnych części wymienionych materyj.

Mursze, na których rosną wysokie wrzosy, mirta garbarska (Myrica gale) i bagno (Ledum palustre) uważane są jako urodzajne i dobrze opłacające kulturę przez palenie.

Rozróżniamy dwa sposoby palenia murszów górnych: pierwszy stary, od najdawniejszych czasów używany i drugi nowy, przez nadleśnego Brüninga zalecany.

Pierwszy sposób palenia murszów górnych polega na następującem postępowaniu: Podłużnymi i poprzecznymi rowami osusza się powierzchnię murszów na głębokość 1 metra, następnie za pomocą szerokiej silnej motyki wzrusza się całą powierzchnię pola. Po dokonaniu tego i po rozrzuceniu wydobytego z rowów torfu, pozostawia się pole

100 części suchej masy torfowej zawierają:

	Niepalony torf	2 razy palony	4 razy palony	6 razy palony
palnej substancyi	93.09	88.54	86.35	84.85
azotu	1.68	1.60	1.62	1.41
części mineralnych	6.91	11.46	13.65	15.15
w kwasie solnym nierozpuszczalnych	5.14	9.13	11.17	12.18
rozpuszczalne popioły:	1.77	2.33	2.48	2.97
Potaż K_2O	0.08	0.12	0.12	0.10
Soda $Na\ O$	0.08	0.06	0.13	0.16
Wapno $Ca\ O$	0.22	0.28	0.29	0.40
Magnezya $Mg\ O$	0.19	0.23	0.19	0.28
Tlenek żelaza i glinu $Fe_2O_3 + Al_2O_3$	0.73	1.10	1.30	1.43
Kwas fosforowy P_2O_5	0.14	0.16	0.12	0.15
Kwas siarkowy H_2SO_4	0.26	0.23	0.30	0.34
Chlor	0.01	0.01	0.01	0.01

tablica ta podana jest w trzeciem sprawozdaniu stacyi doświadczalnej dla murszów w Bremie.

w spokoju. Na wiosnę, mniej więcej w maju, powtarza się motykowanie w celu przyspieszenia wyschnięcia brył; zgrabiwszy je po dokładnem wysuszeniu, przystępuje się do właściwego palenia. Należy się starać wykonać palenie przy wietrze który je ułatwi, gdyż wywiązujący się silny żar dodatnio wpływa na rozkład różnych szkodliwych związków żelazowych. W gorący rozrzucony po polu popiół, wsiewa się natychmiast grykę i zakrywa broną przeplecioną cierniami; po sprzęcie gryki następuje znowu motykowanie, a na wiosnę palenie i siew. W ten sposób powtarza się to około 6 lat z rzędu, po którym to czasie zbiory stają się już tak małemi, że okazuje się konieczność pozostawienia pola na przeciąg 30 lat w spokoju. Na tak wyeksploatowanym torfowisku okazują się po paru latach pierwsze oznaki budzącej się wegetacyi, jako to szczawik, dziki sporek i trawy, a na końcu wrzosy; gdy nareszcie po pewnym przeciągu lat, mniej więcej 30-tu, utworzy się dostatecznie gruba warstwa próchnicy wrzosowej, można przystąpić do powtórnej uprawy przez palenie 6 lat z rzędu. W pierwszych latach palenia zasiewa się prawie wyłącznie tylko grykę, dopiero w późniejszych latach można zastąpić takową żytem lub kartoflami.

Pojawienie się na wypalonych murszach wegetacyi wrzosów, a więc roślin potrzebujących wiele potasu, jest oznaką, że grunt wzbogacił się już w potas, który rozpuszczony w wodzie dostaje się z podłoża siłą włoskowatości do górnych warstw murszów. Jeżeli na murszach górnych zamierzamy sadzić drzewa, to dobrze będzie wpierw posiać jakąś silnie potas czerpiącą roślinę np. sporek, a w takim razie dopiero po 18 do 20 latach pokażą się wrzosy i drzewka należycie wyrośnięte od ich gęstej głuszącej pokrywy cierpieć nie będą.

Drugi nowszy sposób palenia murszów górnych podany przez nadleśnego Brüninga, polega na oszczędniejszem paleniu murszów. Sposób ten ma na celu uchronienie murszów od straty znacznych ilości materyj pokarmowych, które giną wskutek palenia; różni się zaś od pierwszego tylko tem, że zamiast motykowania całej powierzchni, ścina się tylko wystające kępy i te po dokładnem wysuszeniu zmieszane z materyałem wydobytym z rowów, pali się prędko przy wietrze. Ten sposób palenia daje tylko małą ilość popiołu, a kępy opalone pozostają na następne lata do powtórnego palenia. Postępowanie takie stosowanem bywa albo dla przygotowania murszów pod kulturę leśną, albo też pod uprawę rolną z pomocą nawozów i wapnowania.

b. Kultura z pomocą nawozów stajennych bez stosowania wapna i marglu.

Palenie, poprzedzające taką kulturę, ma na celu, zniszczenie wrzosów i innych roślin jak np. mirty garbarskiej (Myrica gale) i t. p., których silne korzenie nie pozwalają na prawidłową uprawę ziemi; na znisz-

czeniu też tylko tych korzeni ograniczyć się powinno. Głębsze palenie powierzchni murszów zniszczyłoby bez potrzeby urodzajną próchnicę wrzosową, która wyróżnia się od pozostałego mchowego torfu dodatniemi dla wegetacyi własnościami.

Przygotowaną przez palenie powierzchnię pola, dzieli się na składy 7 do 10 met. szerokie, przedzielone rowami 50 *cm.* szerokiemi, a 1 metr głębokiemi. Stan wody gruntowej należy obniżyć tak, aby wysokość jej wahała się stosownie do pory roku od 40 do 90 *cm.* poniżej powierzchni roli, i zwracać należy pilną uwagę, aby stosownem utrzymaniem rowów, niedopuścić wyższego stanu wody, któryby zabagnieniem pola znaczne szkody wyrządził.

Dla doprowadzenia pola do kultury, używają w pierwszych latach bardzo znacznych ilości nawozu stajennego, starając się tym sposobem jak najrychlej zamienić kwaśny torf na próchnicę. W późniejszych latach wystarcza już i 90 ct. nawozu na morg pruski, lecz ilość tę corocznie dodawać należy. Na kulturach takich odbywa się bardzo prędko fermentacya, tak że dla zastąpienia szybko znikającej warstwy rodzajnej, koniecznem jest dobywanie pługiem od czasu do czasu świeżej warstwy torfu.

Pod wpływem osuszenia i fermentacyi nawozu, zmniejsza się stopniowo grubość warstwy torfowej. Obserwowano np. koło Papenburga, że w ciągu 70 lat ubyło 4 do 5 stóp grubości pod uprawą taką będącego torfu. Dobywanie pługiem świeżej torfowej warstwy, powinno się odbywać w jesieni poprzedzającej sadzenie kartofli, gdyż na żyto bardzo ujemny wpływ taki świeży torf wywiera. Dobrze będzie stosować nawóz stajenny kompostowany z piaskiem, jeżeli takowy w blizkości mieć można, poprawi się tym sposobem korzystnie fizykalne i chemiczne własności torfu.

Do uprawy takich murszów używa się w pierwszych latach motyki, w późniejszych zaś pługa; brzegi jednakże rowów zawsze motykami skopane być muszą. Konie otrzymują na nogi specyalne obuwie drewniane aby w deszczową porę nie zapadały się w torfie. Najstosowniejszy siew na nawożonych obornikiem murszach stanowią: żyto, kartofle i gryka. Można też zasiewać owies, rzepę i kapustę, natomiast pszenica i jęczmień dobrego plonu nie wydadzą. Przygotowanie roli pod zasiew stanowi jednorazowe zmotykowanie lub orka; zasiane zaś ziarno przykrywa się lekką broną, którą ciągną ludzie lub konie.

Taki sposób uprawy murszów ma swoje ujemne strony; przedewszystkiem wymaga nawozu stajennego, którego plony zbierane niedostarczają, a następnie czyni niemożebną uprawę koniczyn. Dla tego też może być tylko stosowanym w miejscach takich, które przytykają do gospodarstwa prowadzonego na innych ziemiach i utrzymującego stosowną ilość inwentarza.

c. Kultura z pomocą wapna lub marglu i nawozów mineralnych.

Aby uczynić możliwą uprawę roślin strączkowych i koniczyn na murszach górnych, okazuje się niezbędnem wapnowanie lub marglowanie takowych. Wpływ wapna na porost tych roślin jest tak wyraźnym, że nawet na świeżych kulturach przez wapnowanie z dodatkiem nieco ziemi z pola rodzącego koniczynę, można już otrzymać zadawalniające plony strączkowych i koniczyn.

Stacya doświadczalna w Bremie podjęła próby wapnowania i marglowania murszów górnych, a załączona tablica wykazuje rezultaty osiągnięte z różnych dawek wapna i marglu. Zbiory z hektara oznaczone są w kilogramach. Marglu dodawano tyle, aby ilość zawartego w nim wapna równą była ilości dodawanego wapna palonego, t. j. 2.000, 4.000, 6.000 i 8.000 *kg.* na *ha*.

Ponieważ wapno nie jest materyą pożywną w nawozie, ale tylko czynnikiem rozkładającym i rozpuszczającym związki roli, przeto działanie jego wkrótce słabnie i ziemia wykaże pewne wyczerpanie z wszystkich pożywnych materyj roślinnych, nastąpi przeto niezbędna potrzeba zasilenia jej nawozami.

Doświadczenia z wapnowaniem wykazały, że większe ilości wapna na jeden raz użyte powiększyły wprawdzie plony z murszów, jednakże wywarły bardzo ujemny wpływ na zbiory lat następnych. Zjawisko to tłómaczy się tem, że działaniem wapna do stanu rozpuszczalnego doprowadzone materye pożywne, nie mogły być pochłonięte w jednym roku przez rośliny w tak wielkiej ilości, nadmiar ich przeto został wypłukany przez wodę deszczową do podglebia.

Straty takie mogą nawozy mineralne tylko w pewnej części wynagrodzić, gdyż badania stacyi doświadczalnej w Bremie wykazały, że torf mchowaty i próchnica wrzosowa nietylko, że przemieniają kwas fosfo-

	I		II		III	IV	V	
	Pole w starej kulturze Groch		Pole w starej kulturze Groch		Wyczerpane palone pole	Świeża kultura	Pole niewyczerp. palone Żyto	
	Ziarno	Słoma	Ziarno	Słoma	Kartofle	Kartofle	Ziarno	Słoma
Bez marglu i wapna	145	487	1005	1719	9754	7093	1443	2620
z dodatkiem wapna w ilości								
1. 2.000 *kg.*	1017	2049	1783	2542	18642	12097	1983	3497
2. 4.000 „	1190	2036	1394	2259	19610	13090	2217	3967
3. 6.000 „	1339	2200	1419	2374	19526	14196	2138	3967
4. 8.000 „	1704	2974	1610	2395	—	—	—	—
Przeciętnie na polu wapnow.	1313	2315	1552	2393	19259	13128	2113	3810

Pole Nr. II otrzymało nawóz stajenny, gdy tymczasem pozostałe otrzymały kainit i kwas fosforowy.

	I		II		III	IV	V	
	Pole w starej kulturze Groch		Pole w starej kulturze Groch		Wyczerpane palone pole	Świeża kultura	Pole niewyczerp. palone Żyto	
	Ziarno	Słoma	Ziarno	Słoma	Kartofle	Kartofle	Ziarno	Słoma
Z dodatkiem marglu w ilości								
1.	1440	2872	1972	2796	17510	—	1903	3300
2.	2307	3322	1958	3009	19536	—	1927	3500
3.	2690	3100	2199	3411	18963	—	2008	3633
4.	2420	2722	2131	3703	—	—	—	—
Przeciętnie zebrano z pola marglowanego	2214	3004	2065	3230	18670	—	1946	3478

rowy ze związków trudno rozpuszczalnych, na łatwo rozpuszczalny, lecz posiadają tylko bardzo słabe zdolności wchłaniania potasu; z tej przyczyny stosując nawozy mineralne należy zaniechać wapnowania, aby uniknąć tym sposobem wyługowania ich do podglebia. Dla tego Fleischer zaleca stosowanie małych dawek wapna i nawożenie nawozem stajennym.

Dłużej widocznym jest wpływ wapnowania na koniczyny i strączkowe, szczególnie uwidocznia się takowy przy równoczesnem szczepieniu ziemią zawierającą stosowne bakterye.

Doświadczenia Salfelda ze szczepieniem ziemi bakteryami, wykazały powiększenie plonu mieszanki grochu z bobikiem:

na 1-ym gatun. ziemi o 60% ziarna i 87.7% słomy
„ 2-im „ „ 90% „ 117.0% „

ilość do szczepienia użytej ziemi wynosiła 4000 *kg.* na hektar.

Do takiego szczepienia ziemi z doskonałym skutkiem użyć można szlamu z jezior lub stawów. Zjawisko to trudnem jest do wytłomaczenia, gdyż sądzić by należało, że bakterye pod wodą rozwijać się nie mogą, skuteczne jednakże działanie ze szczepienia tym materyałem na porost koniczyn i strąkowych obecności ich w szlamie dowodzi.

Stacya doświadczalna wydała następujące godne uwagi przepisy tyczące się stosowania szlamu na rolę i na łąki.

1. Szlam jest zalecenia godnym materyałem, na wszystkie lekkie i przepuszczalne ziemie, które posiadają umiarkowany stopień wilgoci.

Przeto stosować go należy: na wszelkie murszе górne różnemi sposobami uprawiane, przeznaczone na rolę lub łąkę, i na słabo gliniasty lub murszasty piasek umiarkowanie wilgotny.

2. Najlepiej szlam opłacają: groch, fasola, wyka, koniczyny; lecz i owies, żyto,

buraki, kapusta i warzywo, a równie i trawy dają zadawalniające plony po szlamie.

3. Jakkolwiek już i małe ilości szlamu okazują dodatnie skutki na koniczyny i strąkowe uprawiane na murszach, to jednakże chcąc uzyskać trwałe działanie, należy stosować nie mniejszą jak 200 Ct. dawkę na morg.

4. Szlam można stosować na rolę dopiero wtedy, gdy dostatecznie zlasowany pod wpływem powietrza i mrozu, zamieni się na kruchą i sypką masę.

Rozsypany równomiernie po całej powierzchni tak jak margiel, należy dobrze zbronować i płytko pługiem przykryć.

5. Zlasowany należycie szlam może być każdej chwili użyty, wystrzegać się jednakże trzeba bronowania i przyorania takowego, podczas deszczu lub w mokrą rolę.

Jakie skutki wywierają nawozy mineralne na wapnowanych murszach, poucza nas załączona tablica, przedstawiona przez Fleischera na wystawie rolniczej w Magdeburgu.

Nawieziono na morg pruski	Mursze górne dawniej palone obecnie zarosłe napowrót wrzosami		Mursze górne bezpośrednio przed doświadczeniem wyjałowione paleniem	
	1883 Urodzajny rok dla kartofli	1885 Nieurodzajny rok dla kartofii	1886 Urodzajny rok	1888 Nieurodzajny rok
87½ f. kwasu fosforow. 37½ „ azotu 0 „ potasu	42	41	55	49
50 „ „	90	67	93	60
75 „ „	98	68	98	65
100 „ „	104	65	106	69
125 „ „	106	66	107	72
125 f. potasu 37½ „ azotu 0 „ kwasu fosforow.	53	11	107	72
50 „ „	102	49	111	68
62½ „ „	105	62	105	66
75 „ „	109	67	104	69
87½ „ „	106	66	107	72
125 f. potasu 87½ „ kwasu fosforow. 0 „ azotu	60	6	60	30
15 „ „	90	37	107	56
22½ „ „	98	44	115	66
30 „ „	104	52	112	72
37½ „ „	106	66	107	72

Plony kartofli podane są w tej tablicy w cetnarach, nawozy mineralne były stosowane w formie kainitu, żuzli Thomasa i saletry.

Z cyfr tych widocznem jest, że brak jednej z materyi nawozowych wpływa w wysokim stopniu ujemnie na ilość otrzymanych zbiorów.

Najstosowniejszym nawozem fosforowym dla takich murszów, są żuzle i fosforyty, których trudno rozpuszczalne związki kwasu fosforowego pod wpływem kwasów zawartych w torfie łatwo zostają rozpuszczone, a działanie ich jest trwalsze niż superfosfatów.

Nie wszystkie mursze wymagają w jednakowym stopniu nawożenia kwasem fosforowym, należy przeto za pomocą stosownych prób przekonać się, czy i w jakich ilościach niezbędnem jest nawożenie tym kwasem.

Trawy i koniczyny prawie bez wyjątku

potrzebują takiego nawożenia, i były wypadki że wskutek dodanego kwasu fosforowego powiększyły się zbiory o 300%.

Całym szeregiem przeprowadzonych doświadczeń wykazał Fleischer, że poziom wody na murszach górnych powinien być utrzymanym od 50 do 70 *cm.* poniżej powierzchni roli; wskutek silniejszego obniżenia wody cierpiałyby już rośliny od suszy. Fleischer przekonał się, że jakkolwiek mursze zawierały jeszcze w górnej warstwie 54 do 68% wody, to już rośliny z niej korzystać nie mogły i cierpiały widocznie wskutek braku wilgoci.

Salfeld radzi aby wśród zimy, t. j. od listopada do kwietnia utrzymać poziom wody w rowach na 30 *cm.* poniżej powierzchni pola, przy wyższym stanie wody następuje zabagnienie, a silniejsze osuszenie wśród zimy może być przyczyną braku wilgoci w roli wśród lata.

Następująca tablica podana przez Fleischera przedstawia nam obraz 9 letniego gospodarstwa na wapnowanych murszach koło Bremy przy stosowaniu nawozów mineralnych, i wykazuje roczny czysty dochód jaki w tym razie otrzymać można z jednego hektara.

Koszta 9 letniego nawożenia 1 *ha* w Markach

80 Ctn. wapna palonego na 1 *ha*. Nawieziono *kg*.					60.00
Rok	Potas	kw. fosf.	azot		
1	150	125	—	Groch i fasola	58.50
2	125	100	—	Żyto	48.00
3	150	125	30	Kartofle	107.70
4	125	100	15.30	Owies z koniczyną	97.20
5	150	125	—	Koniczyna	58.50
6	125	100	—	Koniczyna 1 zbiór	48.00
7	125	100	—	Żyto	48.00
8	150	125	30	Kartofle	107.70
9	125	100	15.30	Żyto	97.20
				Razem	731
				wydatek roczny na nawozy	81.00

Dochody z jednego hektara

Rok		Ziarno w Ctn.	Siano albo korzenie w Ctn.	Słoma w Ctn.	Przybliżona wartość zbiorów w Markach
1	Groch i fasola	36	—	72	324
2	Żyto	44	—	88	352
3	Kartofle	—	480	—	638
4	Owies z koniczyną	36	—	72	294
5	Koniczyna	—	160	—	320
6	Koniczyna 1 zbiór	—	100	—	200
7	Żyto	44	—	88	352
8	Kartofle	—	480	—	638
9	Żyto	44	—	88	352
		za 9 lat wynosi dochód brutto			3.470
		czyli roczny dochód brtto. z 1 *ha*			386 Marek.

Po strąceniu kosztów nawożenia, pozostanie 300 marek jako dochód roczny z jednego hektara. Koszta doprowadzenia murszów takich do kultury, t. j. osuszenie, zniszczenie darni wrzosowej i przygotowanie do pierwszego zasiewu wraz z kosztem robocizny około rozdzielenia wapna i nawozów mineralnych, wynoszą według zebranych przez Bremeńską stacyę doświadczalną cyfr, około 100 marek na 1 *ha*. Jakkolwiek z cyfry tej w naszych warunkach przy tańszym robotniku możnaby napewno coś oszczędzić, to jednakże z uwagi na to że koszt nawożenia będzie u nas o wiele przewyższał przytoczone cyfry, opłacanie się tej melioracyi nie przedstawi się tak

świetnie. W każdym razie należy stosownemi próbami przekonać się dokładnie, czy melioracya taka może mieć widoki powodzenia.

Korzyści wynikające ze stosowania właściwego płodozmianu, mogą być i przy uprawie murszów górnych osiągnięte, to też należy płodozmian taki ułożyć z góry, i natychmiast po ukończeniu melioracyi wprowadzić.

Najczęściej na murszach górnych stosowane płodozmiany są następujące:

Owies i kartofle	Kartofle
Żyto	Owies
Brukiew	Groch
Owies	Żyto
Bób i wyka	Kartofle
Żyto	Owies
Brukiew i buraki	Koniczyna
Owies	Żyto
Koniczyna	Groch
Żyto	
Bób i groch.	

Bremeńska stacya doświadczalna zaprowadziła na niewyeksploatowanych murszach górnych zagospodarowanych przy pomocy wapnowania i nawozów mineralnych następujący płodozmian:

1. kartofle.
2. Owies.
3. Koniczyna.
4. Koniczyna ugór.
5. Żyto.
6. Strączkowe.
7. Żyto i rzepa ścierniskowa.
8. Kartofle i strąkowe.
9. Żyto.

Najkorzystniejsze do siewu okazało się żyto, tak zwane Moorroggen, odmiana wyprodukowana na murszach, a następnie żyto Ś-to Jańskie; jeżeli siew następuje po kartoflach, burakach, strączkowych lub po życie, wystarczy jednorazowa, wcześnie wykonana orka.

Owies winien być wcześnie siany i dostatecznie głęboko przykryty, aby zabezpieczony był od suszy. Na nowych, nierozłożone bryły torfu zawierających kulturach, wypadnie przykrywać ziarno motykami na 5 *cm.* głęboko. Kartofle można nieco później sadzić, gdyż zachodzi obawa aby od zielska i przymrozków nie ucierpiały.

Dopóki torf nie nabierze kruchości, to najstosowniejszem narzędziem do uprawy takich murszów będzie czterozębna motyka; później zaś można używać pługów, bron i kultywatorów.

Zakończając te streszczone wiadomości o uprawie murszów, wypada mi zwrócić uwagę, że przed niedawnemi jeszcze czasy uważano murszaste trzęsawiska za absolutne nieużytki; a po dziś dzień napotykać się dają znaczne przestrzenie murszów leżące odłogiem, lub służące za bardzo mizerne pastwisko dla bydła i owiec, pomimo tego, że mogłyby wydawać bardzo wysokie plony.

W krajach gęsto zaludnionych, gdzie silnie odczuwać się daje brak ziemi, któraby dostarczała mieszkańcom chleba, pomyślano o tem aby te odłogiem leżące obszary murszów przymusić do wydawania plonów. To też widzimy że w Niemczech zdążono już tysiące hektarów doprowadzić do kultury, założono specyalną stacyę doświadczalną dla murszów i z każdym rokiem nowemi odkryciami wzbogacają naukę o ich uprawie. Wobec tak szybkiego postępu tej nauki, można żywić nadzieję, że wynajdą się sposoby które tę znakomitą melioracyę uczynią tańszą, a wtenczas zapewne i u nas w kraju, pomimo tak nizkich cen zboża, rozpowszechni się doprowadzanie do kultury tych wielkich nieużytecznie leżących przestrzeni murszów, które tak często napotykamy.

Literatura.

Mittheilungen des Vereins zur Förderung der Moorcultur.

Friedrich Krey, die Moorcultur 1885.

Victor Schweder, die Moorcultur 1878.

Dr. Dr. K. und E. Birnbaum die Torfindustrie und die Moorcultur 1880.

T. H. Rimpau, die Bewirthschaftung des Ritterguts Cunrau, 1887.

G. Frhr. von Massenbach-Pine. Praktische Anleitung zur Rimpau'schen Moordammkultur.

Prof. Dr. M. Fleischer, die Torfindustrie 1890.

Prof. Dr. H. Grahl, die Moorkultur im Handbuch der gesammten Landwirthschaft von prof. Dr. Fr. v. d. Goltz, 1889.

Ignacy Jórski.

Muskuły patrz Mięśnie.

Myśliwstwo. Język nasz dla określenia sztuki łowienia lub zabijania różnych zwierząt i ptaków, posiada trzy wyrazy: *Łowiectwo*, *Myśliwstwo* i *Polowanie*.

Określenie *łowiectwa i polowania*, narodziło się z pierwiastku *łów*,—*połów*, jaki jest wspólnym wszystkim językom i narzeczom słowiańskim.

Wyraz *Myśliwstwo*, spotykamy w najdawniejszych pomnikach naszych łowiecko-myśliwskich, nie miał on jednak stale określonego pojęcia, chociaż rozumianym był jako sztuka „*imania*“ zwierząt, a *Łowiectwo*—ptaków; często też przez autorów dowolnie był używany, jak to widzimy w tłómaczeniu ksiąg Crescentyna, oraz u Mateusza Cygańskiego w „*Myśliwstwie ptaszem*,“ i u Jana Ostroroga „o psach gończych i myśliwstwie z nimi.“ Zdarza się, że i dziś, jedni autorowie piszą o łowiectwie, drudzy o myśliwstwie, traktując ten sam przedmiot pod obydwoma tytułami identycznie.

Mając tak bogate słownictwo, odnoszące się do jednego przedmiotu, powinniśmy raz uregulować terminologię i jednemu z określeń przyznać naczelne, ogólne, najbardziej streszczające i wszystko obejmujące — znaczenie. Do takiego, najwięcej kwalifikacyi posiada „*Myśliwstwo*,“ które gdyby nawet było najpóźniejszym dorobkiem językowym, to przecież logicznie wyprzedzić powinno czynność łowiectwa, jako myśl, która zrodzić się musiała przed wyciągnięciem ręki człowieka po zdobycz.

Myśliwstwo jednak, w historycznym swym rozwoju, nie powinno pozostać wyłącznym synonimem niszczenia, tępienia, ale ma prawo być dzisiaj wysoce humanitarnem znamieniem gospodarstwa łowieckiego, mającego na celu nietylko korzystanie z owoców łowiectwa, ale i *obmyślanie* środków ochrony i rozmnażania zwierzyny, na potrzeby coraz więcej rozwijającej się ludzkości.

Myśliwstwo jest najstarszą umiejętnością ludzką na ziemi, a jego wiek, równa się wiekowi rodu ludzkiego. Pierwotny człowiek, żyjący w stanie natury, czy to pod wpływem głodu, czy w obronie życia, będąc zewsząd otoczony dzikim nieprzyjacielem, musiał prowadzić walkę o byt i dla zapewnienia sobie zwycięstwa obmyślać sposoby pokonania trudności, jakie zdobyciu zwierząt przeszkadzały. Były to pierwsze jego ćwiczenia, pierwszy popis siły lub zręczności i zarazem pierwszy impuls do pracy umysłowej na polu wynalazków. Gdy przekonał się, że słaba dłoń jego potęgowała cios—przy użyciu kija, szedł dalej i udoskonalał swe pałki. Ta praca wciąż postępowa, zamieniła owe kije, pałki, maczugi, oszczepy, dzidy, proce, łuki i strzały, na dzisiaj używaną broń palną.

Historyczny rozwój myśliwstwa, ginie w pomroce wieków. Jeżeli możemy cośkolwiek o tem powiedzieć, jest to zasługą paleontologii i obserwacyi zwyczajów dziś żyjących dzikich ludów.

Z postępem wieków, gdy ziemia mogła utrzymać organizmy wyższe a nawet człowieka, ten znalazł się odrazu wśród nieprzebytych kniei i tysiąca wrogów. Rozpoczął z nimi walkę, ściganie, a gdy opanował ziemię, puścił się na podbój wód i powietrznych szlaków, dając początek różnym rodzajom łowiectwa (jak np. rybołowstwo). Jako inteligentne a zarazem najsłabsze w królestwie zwierząt stworzenie, człowiek w walce o byt łatwo zrozumiał wartość połączonych sił, i zorganizowaniem takowych, dał początek życiu towarzyskiemu, z którego wyłoniły się zasady myśliwskie i zabłysły pierwsze promyki cywilizacyi narodów. Po zaspokojeniu potrzeb ciała, odezwały się potrzeby ducha i rozwinęły namiętności. Myśliwstwo stało się sportem, i torowało drogę obyczajom.

W walce o byt, osobniki dzielniejsze, zdobywały przewagę nad słabszymi. Więcej przebiegły, odważny—inteligentny, wywierał pewien czar i łatwo stawał się bohaterem, przewodnikiem, władcą; z dumą spoglądał na mniej zręcznych od siebie, zdobywając przywileje, przez co powstały odcienia zasług społecznych i wytworzyły się stany.

Myśliwstwo, mając pierwotnie za cel obronę i utrzymanie, wyświadczało zarówno jednostkom jak i gromadom nieocenione dobrodziejstwa, stało się rodzicem kultury, wynoszącej człowieka nad poziom zwierzęcego życia.

Ścigany i bity zwierz, ginął lub wynosił się w dalekie strony, prowadząc za sobą więcej namiętnych łowców, którzy zmuszeni do dalszych wycieczek, zabierali z sobą całe otoczenie, szczepiąc w duszy żądze, jakie w następstwie dały początek wędrówkom narodów i stanowi rycerskiemu.

Złowione i przyswojone zwierzęta wytworzyły pasterstwo, a łowiectwo stało się udziałem wyższych, uprzywilejowanych jednostek. Myśliwy, który najdzielniej myślał, zdobywał panowanie nad rzeszami. Ci pierwsi zdobywcy berła, zginęli dla nas

bez śladu, dopiero w czasach większej kultury wyłaniają się z mgieł przeszłości, mytyczne postacie Centaurów, Nimroda, Tezeusza, Herkulesa, Krakusa i innych.

W starożytności poznajemy myśliwstwo jako sztukę, która nie tylko zajmowała wyższe umysły, ale służyła do najzaszczytniejszych celów. Siła, odwaga, przezorność i poświęcenie, tak nieodstępne przy imaniu zwierzęcia prostemi narzędziami, wpłynęły na rozwój umysłowych, cielesnych i moralnych zdolności; dla tego też ludy, które w przeszłości swojej, nie kształciły umysłu i serca na arenie myśliwskiej, mało posiadają szlachetnych i wzniosłych uczuć.

Gdy na widowni świata ukazały się zorganizowane państwa, to wszystkie narody mniej lub więcej hołdowały myśliwstwu.

Wojowniczy temperament Germanów, przyczynił się do szybkiego i wysokiego rozwoju łowiectwa w ich ojczyźnie. Zetknąwszy się z narodami cywilizowanymi na zachodzie, przyswoili sobie nowe formy polowania, które w następstwie czasu, pod wpływem głębokiego myślenia, wysoce uszlachetnili i podniósłszy myśliwstwo do godności sztuki, nadali mu wszelkie cechy wzorowego gospodarstwa.

W Anglii myśliwstwo jako sztuka rozwinęło się dopiero około V wieku. Namiętność polowania była tak wielką, że duchowieństwu przed odprawieniem nabożeństwa, a sędziom przed rozstrzygnięciem sprawy, zabroniono polować. Polowano przeważnie *par force* i z sokołami.

Czesi od dawien dawna słynęli jako dzielni myśliwi. Bliżej zachodu, jego cywilizacyi i postępu, wcześniej przyswoili sobie pożytki i kulturę łowiecką, dla tego też dziś, mają gospodarstwo łowieckie wzorowe, i dostarczają całemu światu słowiańskiemu umiejętnych specyalistów w zawodzie myśliwskim.

Myśliwstwo w Polsce, na Litwie i Rusi rozwijało się podług ogólnej modły. Na obszarach tych ziem, zaludnienie było niewielkie, zwierzostan zaś obfity i każdemu bez ograniczenia wolno było z niego korzystać. Według Herodota, u Sarmatów istniał zwyczaj polowania konno, łącznie z kobietami. Udział kobiet w łowach, nie był wyłącznym przywilejem naszego społeczeństwa. Myty o Artemizie, Dianie, Atalancie, Dziewannie i Lovenie, wymownie świadczą o uczestnictwie kobiet w zapasach ze zwierzem, w zapasach, w których za odznaczenie się dostąpiły zaszczytów boskich. W średnich wiekach damy na polowaniu z sokołami ważną grały rolę, obecność zaś ich na arenie popisów łowieckich wpłynęła wiele na uszlachetnienie obyczajów i etykę myśliwską. Nic bez kobiet, z wyjątkiem chyba tam, gdzie kobieta uważana za nieszczęście, nie może być nawet widzianą przez mężczyznę udającego się na polowanie, jak to ma miejsce w Japonii.

Jak w reszcie Europy, tak i u nas, około IX wieku ery chrześciańskiej, zaczęły występować pewne ograniczenia. Książęta piastowscy, wyłączali dla siebie puszcze, a z innych zastrzegali daniny ze skórek soboli, bobrów i kun. Kłusownictwo karano grzywnami (60 szelągów). Przejeżdżający przez knieję z łukiem i psami, musiał łuk rozpinać, a psy na smyczy prowadzić.

W XI wieku, powstała własność gruntowa, ale prawo polowania zostało przy królach, i stanowiło tak zwane „*prawo leśne*“ (regalia), nad którem czuwali dostojnicy Łowczowie (venatores).

W XIII wieku, bulla papieska zabrania duchowieństwu polować w kniejach do niego nie należących, w swoich zaś mogło tylko na sarny, lisy, zające i wiewiórki. Dawna swoboda polowania, stała się przywilejem panujących książąt i królów, którzy przy schyłku XI wieku, ubicie żubra śmiercią karać zapowiadali. Przywileje wielkopańskie dotkliwie dawały się uczuwać mieszczanom i kmieciom, na obowiązku których leżało utrzymywać swoim kosztem psiarnie, siecie, parkany i dawać podwody konne i piesze tam, gdzie zapowiedziano łowy.

Gdy duchowieństwo przy końcu XIII wieku zdobyło szerszy teren myśliwski, myśliwstwo stało się nie potrzebą lecz rozrywką. Kosztowne przybory, wielki udział ludzi, niezliczone sfory psów, tresowane orły i sokoły, stanowiły nieodzowne warunki wyższego myśliwstwa. Sławne sokolarnie były: w Łowiczu, Niepołomicach, Miechowie i Płocku. Odznaczającym się sokolnikom nadawano szlachectwo i dotacye.

Przepisów myśliwskich, cały kraj obowiązujących, Polska nie miała. Wszystko zależało od poglądów i upodobań panującego, lub opierało się na zwyczaju. Z wstąpieniem na tron Ludwika Kr. Węgierskiego nastała era rozluźnienia. Król więcej pilnując Węgier niż Polski, patrzał na tego rodzaju przywileje królewskie w Polsce przez szpary. Panowie też i szlachta, polowali wszędzie bez ograniczenia, z całą swobodą, bez względu na zrządzane szkody w gospodarstwie rolnem, a tem samem bez

względu na czas, tak dalece, że Jagiełło na zjeździe krakowskim 1420 r. zabronił szczwać zające na cudzem polu od Św. Wojciecha do zbioru ozimin i jarzyn. Przy końcu XV i w pierwszej połowie XVI wieku zastosowanie prochu do sztuki łowieckiej wpłynęło na jej przekształcenie. Siłę i zręczność zastąpiła sztuka, jaka z biegiem czasu, stanowczy cios zadała myśliwstwu. Zakradły się zbytki i nadużycia praw łowieckich. Przepisy i obostrzenia wydane kiedykolwiek, zostały pokryte grubą warstwą pyłu zaniedbania. Nadużycia przybrały takie rozmiary, że za Stanisława Augusta 1776 r. musiano wydać nowe przepisy oparte na zasadzie poszanowania cudzej własności. Zabroniono polować na cudzych gruntach i określono czas zaczynania łowów w tydzień, po Św. Bartłomieju— a zakończenia z dniem 1 Marca.

W ostatnim okresie czasu, kraj ulegając szeregowi wstrząśnień politycznych, nie miał czasu obmyślać na szerszą skalę prawideł łowieckich, dopiero w 1871 r. ogłoszono przepisy o polowaniu, jakie do dziś obowiązują w Królestwie Polskiem i w Kurlandyi, mimo to wszakże niezupełnie odpowiadają dzisiejszym potrzebom gospodarstwa łowieckiego.

Treścią zasadniczą praw o polowaniu, zarówno u nas jak i w ościennych krajach jest ochrona zwierzyny, i stosownie do miejscowych pojęć, podzielono zwierzęta i ptactwo na użytkowe, pożyteczne i szkodliwe; gdy ostatnie wolno bić i tępić rok cały, dla pierwszych ustanowiono pory, do których myśliwy musi się stosować. Rozumie się, że zwierzęta nawet zkąd inąd szkodliwe, jeśli tylko są przedmiotem przemysłu i handlu, również muszą być w pewnych momentach życia szanowane, osobliwie w tych miejscowościach gdzie opieka nad nimi daje nierównie większe korzyści.

W poniżej narysowanym kalendarzu myśliwskim, pola czarne oznaczają czas w przeciągu którego, prawo o polowaniu zabrania strzelać do zwierzyny; pola zaś białe oznaczają datę i czas w jakich prawo dopuszcza strzelbę do użycia: (patrz str. 412, 413 i 414).

W państwie Austryackiem i w całych Niemczech, wszystkie oddzielne prowincye, królestwa i księstwa, jak również wolne miasto Lubeka, mają swoje własne ustawy myśliwskie i swój własny kalendarz łowiecki, których celem jest ochrona najszlachetniejszego zwierza w danej okolicy; mimo to, terminy polowań, ze względu na okoliczności mniej lub więcej sprzyjające rozwojowi zwierzostanu, mogą być przez miejscowe odpowiednie organa władzy regulowane, a nawet jak opiewa § 36 ustawy łowieckiej dla Galicyi „zamknięte zupełnie, lecz najwyżej na lat 2, w niektórych albo we wszystkich okręgach polowania... na pewnego rodzaju zwierzynę i ptactwo, w tej okolicy wyniszczeniem zagrożone...“

Usiłowania wszakże samych Rządów nie wiele pomogły, przepisy były na papierze, ściślej nieco przestrzegane w lasach państwowych i Monarszych, w rzeczywistości zaś, tak nazwana żyłka myśliwska pustoszyła prywatne puszcze i pola, zwierzostany nikły i zwierz byłby niechybnie wytępiony, gdyby myślące jednostki, nie dały impulsu do zorganizowania Towarzystw w celu zaopiekowania się zwierzyną i czuwania nad wykonaniem przepisów o polowaniu.

Takiem jest Galicyjskie Towarzystwo Łowieckie, założone w r. 1876; liczy ono kilkuset członków i położyło niemało zasług w sprawie myśliwstwa, i takim mógłby być „Warszawski Oddział Cesarskiego Towarzystwa rozmnażania pożytecznych zwierząt i racyonalnego myśliwstwa „otwarty później nieco, bo dopiero w 1889 r.

Jakiekolwiek będą tendencye Towarzystw czy to myśliwskich czy łowieckich, to jest, czy będzie miało za zadanie jak Galicyjskie, li tylko opiekę nad zwierzostanami i pomaganie władzom do ścisłego wykonywania odnośnych przepisów, czy też czysto łowieckie, sportowe, zawsze będą pożyteczne sprawie myśliwskiej; dla tego byłoby pożądanem, aby Towarzystwa miały jak najwięcej uczestników, a przez to samo największą liczbę solidarnie występujących myśliwych, szanujących swój regulamin, jakiego ostatnim punktem wytycznym byłoby „przestrzeganie racyonalnego polowania;“ wtedy, sprowadziłoby się do minimum kłusownictwo, tę odwieczną plagę zwierzostanów, z którą walka po dziś dzień zajmuje najbardziej cywilizowane kraje, mianowicie Francyę.

Zabezpieczenie się od *kłusownictwa* i zwalczanie takowego należy do dziedziny ochrony zwierzyny. Do środków zabezpieczających zalicza się usunięcie pokus nęcących do grabieży zwierzyny; nie należy więc zakładać sztucznych pastwisk i paszy w takich miejscach, gdzie one przechodniom podpadają w oczy, a zatem, ani nad drogami publicznemi, ani nad granicami.

KROLESTWO POLSKIE. Przepisy z dnia 17-go Lipca 1871 roku *).

	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Październ.	Listopad	Grudzień
Na samice łosie, jelenie i sarny												
Na zające, głuszce, cietrz., jarząbki, kurop. i dropie												
Na gęsi, kaczki, nurki, kurki wodne, dubelty, bekasy												
Na żórawie, czaple, kuliki, czajki, gołębie, drozdy												
Na przepiórki, chruściele i skowronki												
Na dziki—na samce: łosie, jelenie, sarny												
Na samce: głuszce, cietrz., jarząbki, słonki i kaczory												
Na zwierzęta i ptaki drapieżne												
Na ptaki śpiewające i karmiące się owadami												

*) Przepisy o ochronie zwierzyny nie stosują się do zwierzyńców, a ubicie zwierzyny, w tychże przez właściciela, jest każdego czasu dozwolone.

ROSYA. Prawo z dnia 3 (15) Lutego 1892 r.

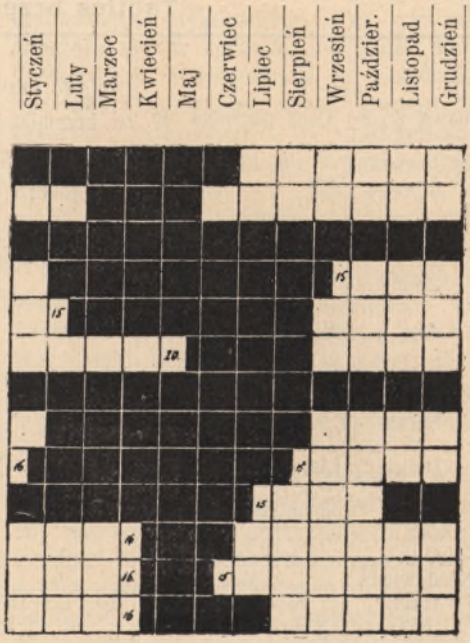
	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Październ.	Listopad	Grudzień
Na żubry, oraz na samice: łosie, jelenie i sarny, oraz na przychówek wymienionych zwierząt *)												
Na samce łosiów												
Na samce jelenie												
Na samce sarn												
Na kozły czarne, tury i kozy górskie												
Na samce: głuszców i cietrzewi												
Na kwiczoły												
Na gęsi i łabędzie												
Na kaczory i derkacze												
Na samice kaczki wszelk. gatun., na bekasy, dubelty												
Na czajki, chruściele i inne ptactwa wodne i błotne												
Na kuropatwy szare i czerwone												
Na dropie												
Na zające i bażanty												
Na samice głuszców i cietrzewi, na jarząbki												
Na przepiórki, białe kuropatwy i dropie mniejsze												
Na wszelką inną zwierzynę i ptactwo oprócz drapież.												

*) Cały roczny przychówek dolicza się do ulężonego przychówku po datę 31 Grudnia (12 Stycznia) tegoż roku.

Powyżej podane daty są starego stylu.

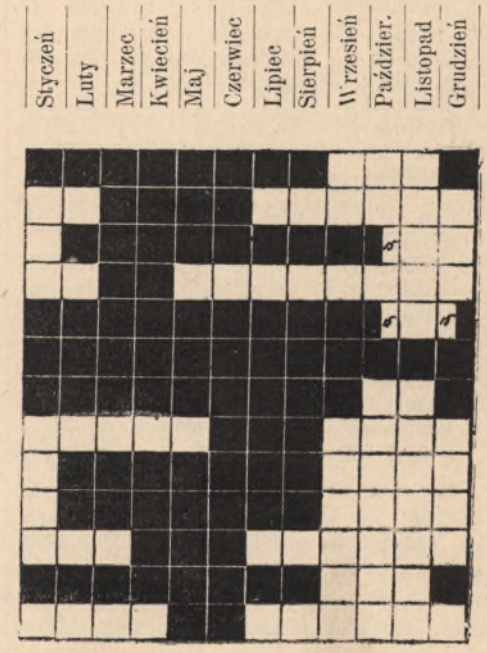
Bezwarunkowo nie wolno polować z psami gończemi od 1 (13) Marca do 29 Czerwca (11 Lipca).

GALICYA. Prawo z dnia 30 Czerwca 1875 r.



Na samce: jelenie i daniele
Na samce sarny
Na samice: jelenie i sarny, oraz jelonki i koźlęta
Na zające
Na lisy
Na samce: głuszce i cietrzewie
Na samice: głuszce i cietrzewie
Na jarząbki
Na kuropatwy i bażanty
Na przepiórki i dzikie gołębie
Na słonki i ptactwo błotne
Na kaczki, gęsi dzikie i ptaki wodne
Na dropie

W. Ks. POZNAŃSKIE (Prusy). Prawo z d. 2-go Lutego 1870.



Na łosie
Na samce: jelenie i daniele
Na samice: jelenie, daniele i cielęta
Na samce sarny
Na samice sarny
Na koźlęta
Na borsuki
Na samce: głuszce, cietrzewie, bażanty
Na samice: głuszce, cietrzewie, bażanty
Na zające, przepiórki i jarząbki
Na kaczki
Na kuropatwy
Na dropie, słonki, łabędzie, ptaki błotne i wodne

** Porównując przepisy dla Królestwa Polskiego z takiemiż innych krajów, przekonywamy się, iż wiele szczegółów należałoby poprawić, a pewne przepisy uzupełnić. Prawo o ochronie zwierzyny obowiązujące od 15 Lutego 1892 r. w Cesarstwie, poniekąd usterki te uwzględniło i możemy się spodziewać, iż ono i u nas wkrótce będzie zastosowane.

Tablica brzemienności i lęgu.

Nazwa zwierza łownego	Czas parzenia się płciowego	Długość czasu brzemienności lub lęgu tygodni	Czas lęgu	Ilość sztuk urodzonych lub zniesionych jaj	UWAGI.
Żubr	Sierpień	40	Maj	1	co 3, rzadko co 2 lata jedno cielę
Łoś	Sierpień-Wrzesień	40	Maj-Czerwiec	1—2	pierwszy raz 1, potem po 2 cielęta
Jeleń	Wrzesień	40	„ „	1	rzadko 2 cielęta
Daniel	Październik	38—40	Czerwiec	1	„ 2 „
Sarna	Sierpień	40	Maj	1—2	młode sarny 1, starsze po 2 koźlątka
Dzik	Listopad do Stycznia	16—18	Kwiecień	4—10	Młode lęgną 4—6, star. 8—10 warchlaków
Zając	od Lutego lub Marca	30—31 dni	od Marca do Wrześn.	2—5	drugi lęg w Maju, trzeci w Lipcu, czwar. we Wrz.
Królik	oprócz zimy	4	—	4—8	może do 8 razy się okocić
Niedźwiedź	Maj	36	Styczeń	2	
Wilk	Styczeń-Luty	10—12—13	Marzec-Kwiecień	4—9	ślepych przez 10—14 dni
Lis	początek Lutego	9	Kwiecień	3—7	rzadko 8—9 ślepych przez 10—14 dni
Borsuk	koniec Listopada	9—10	Luty	3—5	przez 9 dni ślepych
Kuny	Styczeń pocz. Lutego	9	Marzec-Kwiecień	3—4	„ 10 „
Tchórz	druga połowa Luteg.	9	Kwiecień	3—6	„ 12 „
Wydra	Luty	9	„	2—4	„ 9 „ częst. o każd. por. rok. byw. ml. ślepe
Bóbr	(Luty) Marzec	6—8 dni	Maj	2—5	
Głuszce	Kwiecień	28—30	„	6—14	młode kury 6—8, starsze 12—14 jaj
Drop'	„	28—30	„	2	
Cietrzew	Kwiecień-Maj	26—28	Maj-Czerwiec	7—10	
Jarząbek	Marzec-Kwiecień	21—24	Czerwiec	8—10	czasami skł. 12—15 jaj
Bażant	„ „	24—26	Maj-Czerwiec	8—12	znosi co 3 dzień 1 jajko
Pardwa	Kwiecień	28	Maj	6—9	
Kuropatwa	z wiosną	21	„	9—17	rzadko znosi więcej jaj
Przepiórka	Czerwiec	21	Lipiec	8—14	rzadko wszystkie się wykluwają
Gołąb dziki	w 14 dni po przylocie	18—20	Maj	2	drugi raz lęgną się w Lip.
Gęś dzika	Kwiecień	30	„	9—11	
Kaczki	„	21	„	4—8	
Słonka	w 8 dni po przylocie	16—18	„	3—5	
Bekasy	zaraz po ich przyloc.	16—18	„	4—5	
Chruściel	Maj	16—18	Czerwiec	8—10	
Orły	Marzec	24—30	Maj	2—3	
Jastrzębie	Kwiecień	24	„	2—4	
Sokoły	„	21	„	3—5	
Czapla	po przylocie	21	„	3—4	
Drozdy	z wiosną	14—15	Kwiecień	4—5	przy 2 lęgu znoszą 3 jaj.

Na granicach przytykających do cudzego polowania, ze strony, z której można się obawiać szkody, niepokoi się zwierzynę z wieczora częstym obchodem granicy. Chodzenie to jest o wiele skuteczniejsze, niż ostrzeliwanie ślepymi nabojami, lub szczucie psami.

W razie przekonania się o szkodzie w zwierzostanie, trzeba ze zdwojoną czujnością nietylko rano i w wieczór, ale także i w południe i w noce księżycowe, szczególnie w dni niedzielne i świąteczne pilnować, a w danym razie, gdy zło nie da się środkami zwyczajnymi usunąć, należy powiększyć liczbę dozorujących, lub też użyć cały personel służbowy, jaki się ma do rozporządzenia. Na każdym stanowisku (posterunku) ustawia się po dwóch ludzi; również obsadza się i nocą pilnuje wejścia do lasu. Pewne czynności służbowe w lesie, termina

w sądach wyznaczone służbie, polowania i t. p., o ile możności utrzymywać w tajemnicy, a w takich wypadkach na zagrożone miejsca, wysyłać zastępczo innych ze służby.

Inny rodzaj szkodników zwierzyny, są zakładający sidła i wnyki, w które łapią sarny i drobniejszą zwierzynę, szczególnie zające. Schwytanie ich jest tem trudniejsze, iż operują oni w nocy ciemnej i bez wszelkiego hałasu.

Tylko wytrwała straż przy pomocy kilku strzelców (gajowych) w miejscach, gdzie wnyki bywają zakładane, może być skuteczną do schwytania i ukarania przestępcy.

Towarzystw myśliwskich w Cesarstwie, których rozwojowi bardzo wiele sprzyja okoliczności, jest około stu. Samych oddziałów jak Warszawski 15, prócz mnóstwa innych, tak nazwanych amatorskich, o szerokich programach, które bądź co bądź nie pozostaną bez wpływu na podniesienie racyonalniejszych pojęć o myśliwstwie. Dla wszystkich tych Towarzystw, Ministeryum spraw wewnętrznych zatwierdza jednego typu ustawy z następującym programem:

a) racyonalne polowanie w czasie dozwolonym przez prawo.

b) ochrona zwierzyny i pomoc ze strony władz, przez ściganie naruszających terminy polowań, jako też posiłkujących się sposobami zabronionymi.

c) rozwijanie i rozpowszechnianie wśród ludu pojęć o racyonalnem polowaniu, jak również o pożytecznej i szkodliwej zwierzynie.

d) wytępianie wszelkiego rodzaju szkodników.

e) udoskonalenie sposobów polowania, oraz uszlachetnienie gatunku psów myśliwskich.

f) badanie miejscowej fauny, jej życia, zwyczajów, obyczajów; określenie charakteru miejscowości gdzie właściwie się gnieździ i

g) ćwiczenia w strzelaniu.

W Królestwie polskiem, Towarzystw tego rodzaju jest zaledwie trzy, z których jedno wojskowe. Należy jednak przyznać, że z otwarciem Warszawskiego Oddziału racyonalnego polowania, rozprzestrzeniającego swoją działalność na 10 gubernij Królestwa, rozbudziło się w kraju pragnienie uszlachetnienia pojęć o myśliwstwie, przez samo zainteresowanie się ogółu sprawą, na którą dotąd powszechnie nie zwracano uwagi.

Na Litwie, niezwykle zaniedbanej pod względem porządków łowieckich, także zaczynają budzić się idee racyonalniejszego traktowania myśliwstwa i w tym celu— krzątają się w sprawie powołania do życia Towarzystw oddziałowych na zasadzie ogólnej modły, przyjętej przez główne Towarzystwo Moskiewskie. W południowo zachodnich guberniach, funkcyonują już oddziały w Kijowie i Kiszyniewie, oraz w Odessie tak nazwane „Noworosyjskie Tow. amatorów łowiectwa.“

W Poznańskiem, jak i w Prusach, właściwie Towarzystw myśliwskich niema. Przepisy o polowaniu wydane przez rząd, tak ściśle przestrzegane są przez ogół, że niema potrzeby tworzyć towarzystw, w celu dopomagania władzom, do przeprowadzenia ich w praktyce.

We Francyi i w Anglii po krwawych kartach historyi ograniczeń łowieckich, utrwaliły się szanowane przez ogół przepisy, nad którymi mają pełną władze merowie i przełożeni okręgów, od których decyzyi po nad ogólnemi przepisami łowieckiemi, zależą daty otwarcia i zamknięcia polowania, ogłaszane corocznie na 2 tygodnie przed terminem, wraz ze wskazaniem gatunku zwierzyny, jaka i jakim sposobem ma być imaną.

Odnośnie do czasu polowania na niektórą zwierzynę, zasady racyonalnego myśliwstwa nie licują z przepisami prawnemi o ochronie zwierzyny, dla tego też mamy do odróżnienia, oprócz ochrony *prawem* przepisanej, i ochronę ze względu na *myśliwstwo prawidłowe*. Prawdziwy gospodarz myśliwy sięga o wiele dalej w wykonaniu ochrony zwierzyny; np. nie byłoby wcale po myśliwsku, pomimo że przepisy o polowaniu tego nie wzbraniają, z rozpoczęciem polowania na zające (w Sierpniu), urządzać na nie większe polowania z naganką — ubijanie byków (jeleni) zaraz po skończonem bekaniu, strzelanie w ostatnich miesiącach zimy i pierwszych wiosny do macior, (chociaż prawnie wyjęte są z pod ochrony), i t. d.; z drugiej znów strony byłoby do życzenia (aczkolwiek jest to przeciwnem istniejącym przepisom), aby było dozwolonem odstrzeliwanie w miesiącach letnich sztuk jałowych zwierzyny płowej, które w tym czasie jedynie jako takie poznać można.

Zadaniem myśliwego jest starać się, aby zwierzyna w okresie ochrony prawem przepisanej, jak największej doznała opieki, bo w żadnym innym czasie nie podlega ona tylu szkodom wyrządzanym przez ludzi i zwierzęta, ile właśnie w tym okresie. W czasie tym zwierzyna, szczególnie matki

są poufałe, nie płochliwe, a ich młode jeszcze niedołężne, więc łatwą dla szkodników przedstawiają zdobycz. Do większego w tym okresie ubytku zwierzyny przyczynia się i ta okoliczność, iż w tymże samym czasie wszystkie drapieżniki tak czworonożne, jako też skrzydlate, mają swoje młode do wyżywienia. Chcąc się przekonać ile to różnorodnej zwierzyny i w jakiej ilości bywa przez drapieżników zławianą, potrzeba zwiedzić ich gniazda, a tam spostrzeżemy, ile mieszkańcy tychże dziennie spożywają zwierzyny pożytecznej. Oprócz drapieżników puszczają się na łowy nasze psy i koty domowe, których skłonność do łowów najwięcej bywa w okresie ochronnym zaspakajaną. Następnie przyczyniają się do zmniejszenia zwierzostanu oprócz kłusowników z rzemiosła, różni ludzie, robotnicy, szczególnie pastuchy, przez wybieranie z gniazd jaj i chwytanie młodych niezdolnych jeszcze do ucieczki. To też do gospodarza polowania należy upominać swoją straż, aby w czasie ochrony baczne mieli oko na pastuchów, włościan korzystających z serwitutów, oraz robotników w polu i lesie.

Etyka myśliwska, powstała z chwilą ukształtowania się stanu łowieckiego, a rodząc się wśród najrozmaitszych okoliczności, miejsc, osób i czasu, nie ma wytkniętych stałych prawideł, nie ujęta jest w żadne ogólne formy i przepisy, nie stanowi wszechświatowego kodeksu myśliwskiego, ale przeważnie opiera się na tak zwanym zwyczaju myśliwskim. Przedmiot bardzo ważny, i byłoby pożądanem, aby obok prawidłowego polowania i ochrony zwierzyny, mogły utrwalić się przepisy mające na celu przyzwoitość myśliwską, oraz zabezpieczenie życia ludzkiego, które często, przy użyciu broni palnej, wskutek niedbalstwa lub nieumiejętności, wystawianem bywa na niebezpieczeństwo. Dawnemi laty, osobliwie w Niemczech, przyjmowanie do grona myśliwych, otoczone było pewną uroczystością. Wstępujący musiał złożyć ścisły egzamin w obec najwytrawniejszych myśliwych. Przewodniczący zadawał pytania, jakich nie szczędzili i inni obecni; kandydat powinien był zadawalniająco odpowiadać, i dlatego w razie przestępstwa, kładziono go na ubitym dziku, lub jeleniu, i karano trzema uderzeniami kordelasa przy odpowiednich okrzykach, a u nas jeszcze gorzej, bo często rozciągano na ziemi i otrzepywano sforami.

Do tej pory dla etyki myśliwskiej u nas nic niezrobiono; bo próbki przedsiębrane przez Warszawski Oddział, są zbyt elementarne, czasowe, nie zupełne, jakby gorączkowo fabrykowane. Należałoby przez cyrkularz, obesłać wszystkie Towarzystwa, tak krajowe jak zagraniczne, a gdyby się okazała potrzeba, to i urządzić zjazd myśliwych, na którymby ustanowiono regulamin postępowania myśliwskiego, obowiązujący ogólnie wszystkich myśliwych.

Gospodarstwo łowieckie polega na umiejętnem utrzymywaniu w zupełnym rozwoju zwierzostanów, któreby nietylko były w normalnym stosunku do obszarów ziemi, ale dawały opłacające się pożytki materyalne. Gospodarstwo łowieckie potrzebuje nauki; wszelka fantazya powinna być wykluczoną tam, gdzie właściwa umiejętność ma być opartą na znajomości przyrody, zwyczajów, obyczajów zwierząt i właściwego sposobu ich życia. Ażeby zwierzostan pomyślnie mógł się rozwijać, powinien mieć nietylko zapewnioną obfitość pokarmu i warunki w jakich egzystować może, ale być otoczonym zupełną opieką i zabezpieczonym od wszelkiego niedostatku i wszelkiego nieprzyjaciela. To właśnie nazywa się ochroną i stanowi treść gospodarstwa łowieckiego, a zadaniem Towarzystw myśliwskich powinno być przedewszystkiem opracowanie odpowiednich podręczników dla każdego rodzaju zwierza; inaczej o podniesieniu gospodarstwa łowieckiego niema mowy.

Artykuł niniejszy, nie jest miejscem na wskazówki tego rodzaju, na jakie powinny się złożyć tomy, z monografij zwierząt i ptaków, przedmiotem myśliwskiej hodowli będących, dla których ogólnej recepty napisać niepodobna, jak niepodobna utrzymać dziś żubra w opoczyńskiej, lub łosia w sandomierskiej ziemi.

Rozrost człowieka i jego potrzeb, rozszerzając kulturę ziemi bez miary, ogołocił olbrzymie przestrzenie z lasów i zarośli. Po sławnych bezbrzeżnych puszczach śladu nie zostało, gruby zwierz, nie mając ostoi zaledwie tu lub owdzie, gdzie jeszcze człowiek się niezagnieździł, znalazł dla siebie schronisko, a drobny, do upadłego ścigany, wobec licznych nieprzyjaciół musi zginąć, musi być wytępiony, jeżeli mu człowiek nie zechce udzielić opieki. Sprawa ta, podzieliła dziś gospodarstwo myśliwskie na polne i leśne.

W gospodarstwie polnem, głównym przedmiotem hodowli mogą być tylko zające i kuropatwy.

Ażeby rozpłód ich prawidłowo się rozwijał, potrzeba, jeżeli niema naturalnych gaików, kęp, zarośli i krzaków, poczynić sztuczne remizy, to jest zasadzać rozmaitymi krzewami miejsca wśród pól, i dość daleko od granic majątku, które, jeżeli sąsiednie pola są niezakrzewione, ogałacać należy ze wszelkich krzewów, pozostawiając takowe tylko na wewnętrznych miedzach. Remizy sztuczne nie potrzebują być dłuższe nad 24 łokci, a szersze nad 14 i posiadać krzyżowe przejścia gładkie, do dwóch łokci szerokie, resztę wysadza się gęsto krzewami, szczególnie ciernistymi, aby przystęp drapieżnikom utrudnić, lub też takimi rodzajami krzewów, których pędy lub owoce służą zwierzynie za karm. Rodzaje krzewów zawsze zielonych są odpowiedniejszymi, niż krzewy, których liście opadają w jesieni.

Krzewy te po wyrośnięciu wyżej 2-ch łokci, dla lepszego rozkrzewienia, od góry przycinać. Ilość remiz zależną jest od wielkości majątku; liczy się zwykle jedna na 2 do 3-ch włók gruntu.

Remizy ochraniają zwierzynę od drapieżników, dają osłonę w czasie ostrego powietrza i służą zarazem za miejsce do zakładania żeru. Aby ustrzedz od pasącego się bydła, każda remiza winna być okopaną głębokim i stromym rowem, a wyrzut z niego na zewnątrz być usypany i gęsto wysadzony krzewami i jeżyną. Aby remizy odpowiadały celowi, należy je pilnie doglądać, w przeciwnym bowiem razie kłusownicy i zakładający sidła i wnyki, oraz zwierzęta drapieżne tutaj łatwą znajdą zdobycz. Sposobem praktycznym okazało się stawianie w środku każdej remizy budy ze słomy, która także może służyć do przechowywania zimą paszy dla zwierzyny. Kłusownik nie jest nigdy pewnym, czy w budce strzelec jest ukryty lub nie.

Przeciwko czworonożnym szkodnikom używa się samotrzasków łowiących żywcem, ustawianych na burtnicach. Aby ptaki drapieżne nie mogły czatować na zdobycz, nie powinno ani w bliskości, ani wewnątrz remizy znajdować się wyższe drzewo, a dla tępienia ich zakładać żelazka na słupach.

Oprócz remiz stałych używa się również dla ochrony zwierzyny remiz czasowych za pomocą bulwy i końskiego zębu; łodyg tych roślin nie spożytkowuje się w jesieni, lecz pozostawia je przez zimę; gdy łodygi pochylą się na ziemię, zwierzyna znajdzie pewne schronienie, a szelest liścia wywołany przez podchodzącego szkodnika, ostrzega zwierzynę o zagrażającem niebezpieczeństwie.

Gospodarstwo łowieckie w lasach, zależne jest od wielkości, natury i położenia tychże lasów. Hodowca musi albo sam być wykształconym specyalistą, albo powierzać sprawę rozmnażania zwierzyny ludziom odpowiednio wykwalifikowanym. Wogóle mówiąc o gospodarstwie łowieckiem leśnem, mamy na myśli niezbyt obszerne lasy i knieje pozbawione wskutek różnych przyczyn zwierza; tam bowiem gdzie on jest, potrzeba go tylko ochraniać, to jest, strzedz przed nieprzyjaciołmi, czuwać nad dostatkiem pożywienia i utrzymaniem stosunku jakości i ilości zwierzyny do obszarów i stanu kniei.

Chcąc w miejscowości ogołoconej ze zwierzyny zaprowadzić zwierzostan bez ogrodzenia, to pierwszym warunkiem do otrzymania pomyślnego skutku, jest dokładne zbadanie, czy dana miejscowość jest odpowiednią dla zaprowadzić się mającego rodzaju zwierzyny, w przeciwnym bowiem razie zaprowadzona zwierzyna marnieje i ginie, albo też wynosi się do miejscowości z odpowiedniejszymi warunkami bytu. Miejscowości te również powinny być wolne od nieprzyjaciół odnośnej zwierzyny, a przynajmniej posiadać możność zabezpieczenia się od nich.

Do zwierząt mogących się zaprowadzać w lasach, należą: jelenie, daniele, sarny, dziki i zające—z ptactwa zaś; głuszce, cietrzewie, jarząbki i bażanty.

Do zaprowadzenia *jeleni* potrzeba przynajmniej 1500 *ha* lasu nieprzerwanego, w dość zaokrąglonej figurze, wolnego od gościńców bardzo uczęszczanych, w glebie urodzajnej i obfitującego w gęstwiny, łąki, błota i wody. O ile wymienionych warunków las posiada mniej, o tyle większy musi być jego obszar. Również położenie i skład gruntu musi być różnorodny, aby jelenie w różnych porach roku i podczas rozmaitego stanu pogody, mogły znaleść suche lub mokre, ciepłe lub chłodne ostoje. Jeżeli obszar lasu wydaje tak mało żeru, że jelenie są zmuszone często wychodzić na pola przyległe, wówczas polowanie na tej części pól, (gdzie jelenie wychodzą), musi należeć do tej osoby, która zwierzynę zaprowadza, inaczej jelenie mogą uledz zagładzie.

Przy zaprowadzeniu *danieli* stosują się te same warunki z tą różnicą, iż dostatecznem jest 800 *ha* lasu, którego grunt może być słabszym i więcej suchym.

Dla zaprowadzenia *sarn*, dostateczna jest przestrzeń 600 *ha* lasu, rozrzuconego nawet w części w małych kawałkach wśród pól, byleby tylko mieściły w sobie gęstwiny i bezwzględny panował w nich spokój. Jeżeli zaś las jest ubogi w łąki i błota zarośnięte trawą, to utrzymanie w nim sarn jest niepewne.

Aby zaprowadzić *dziki* potrzeba przynajmniej 2000 *ha* lasu obejmującego wiele gąszczów i błot, drzewostanów iglastych zmięszanych z liściastymi, szczególnie dębowymi i bukowymi, oraz rodzaju gruntu wydającego dużo różnorodnego ubocznego karmu dla dzików np. korzonków, bedłek, grzybów i t. p. Ponieważ mimo najkorzystniejszych warunków, a nawet o wiele większego (niż wyżej) obszaru lasu, dziki zawsze wychodzą na pola, w których znaczne robią spustoszenia, przeto rzadko gdzie, za wyjątkiem zwierzyńców, ma miejsce zaprowadzanie dzików.

Co do *zajęcy*, to każda większa przestrzeń, czy to polna z gaikami, czy leśna, za wyjątkiem wielkich kniei, jest odpowiednią, byleby grunt nie był zupełnie nieurodzajny, jakość jego i położenie nieco różnorodne i nie brakowało zarośli. Ponieważ zaś zające znajdują się jeszcze wszędzie w pewnej liczbie, więc przy odpowiedniej ochronie zajęcy miejscowych, pewniej dojdzie się do celu, i wyhodowany z nich zwierzostan będzie lepszy, niż z zajęcy wielkim kosztem z obcych stron sprowadzonych.

Zaprowadzenie *głuszców* nie wydało dotąd nigdzie trwałych rezultatów, pomimo, że puszczano je w miejscowościach odpowiednich, tam nawet, gdzie ongi istniały.

To samo można powiedzieć i o *cietrzewiach*. Natomiast zdarza się częstokroć iż cietrzewie same zagnieżdżają się w lasach, gdzie ich przedtem nigdy nie było. W takich wypadkach trzeba je tylko ochraniać dopóki się nie rozmnożą.

Jarząbek lubi górzyste położenie lasów mieszanych przeważnie liściastych, obfitujących w jagody leśne, osobliwie jarzębinę. Ze względu na smaczne mięso i łatwość rozmnażania, zasługuje na uwagę gospodarzy myśliwych. Sprowadzone na początku jesieni z dalszych okolic jarząbki, należy puszczać parami pod wieczór i w różnych miejscach lasu; zamknąć polowanie na kilka lat, i zapewnić im bezwzględny spokój, a przy obfitości pokarmów można liczyć na stałe ich osiedlenie i znaczny rozpłód.

Zaprowadzenie *kuropatw* może mieć miejsce tylko w tych okolicach, w których zwierzostan ucierpiał wskutek ciężkiej zimy, gdyż tam, gdzie mimo starannej opieki i ochrony nie udało się zwierzostanu dobrego wychodować, to i przez zaprowadzenie kuropatw nie dojdzie się do celu. Podczas wielkich śniegów jest praktycznie łowić kuropatwy, przezimować je pod dachem, a na wiosnę puścić na wolność.

Chcąc zaprowadzić jaki rodzaj zwierzyny, trzeba go w jakikolwiek bądź sposób nabyć, bądź to łowiąc ją za pomocą sieci, bądź przez kupno z okolic bliższych lub dalszych. Najpewniejszem źródłem nabycia zwierzyny są zwierzyńce i bażantarnie.

Na rozpłodek *jeleni* i *danieli* potrzeba 1 do 2 do 4-ro letnich byków (rogaczy) i 4—6-ciu łań—na rozpłodek *sarn* 2 kozłów i 3 do 5 kóz, które po odbytem bekaniu i rui, późną jesienią się zławia. W pośrodku przeznaczonej dla nich przestrzeni, należy wybrać miejscowość kilka *ha* wszystkiego potrosze mającą, szczególnie dobrze zwarte gęstwiny, ogrodzić parkanem na 2,5 *m.*, dla sarn 2 *m.* wysokim (bliższe szczegóły patrz: „Zwierzyniec“) — w zagrodzie takiej haliznę lub umyślnie wykarczowaną pewną przestrzeń obsiać rzepą, marchwią, jarmużem, łubinem i żytem. Do takiej zagrody wprowadza się skrzynie (klatki) ze zwierzyną; otwierający drzwiczki takowych usuwa się bez hałasu, dopóki zwierzyna z klatek nie powychodzi. Rzecz prosta, iż w zagrodzie powinny być urządzone rafki (paśniki, lasy) w których regularnie musi być zadawaną pasza, jako to ziarno w snopie, łubin, koniczyna, siano, okopowizny, żołądź, kasztany gorzkie i t. p. Przylegającą do zagrody przestrzeń paru *ha* trzeba wykarczować i na wiosnę obsiać owsem, grochem, łubinem, koniczyną i mieszanką, aby zwierzyna, po zdjęciu kilku przęseł płotu, co należy po osiedleniu się matek uczynić, miała w bliskości świeży i przyjemny żer. W roku następnym ogrodzenie można zdjąć zupełnie. Tak dla jeleni, danieli jak i dla sarn, urządza się lizawki słone.

Rodzaje zwierzyny przeżuwające uczuwają potrzebę spożywania pewnej ilości soli; aby im ułatwić przystęp do takowej, zadaje się ją zwierzynie płowej w postaci *lizawek słonych*.

Lizawka słona, jest to masa urobiona z gliny i soli, ubita w ramach drewnianych, lub też dla ukrycia jej przed kłusownikami, w wypróchniałych karpach. Do tego używa

się gliny wolnej od przymieszki piasku i kamyków, którą rozczynia się wodą na ciasto, dodając w stosunku do gliny 20% soli kuchennej, lub 30% soli bydlęcej. Masą tą napełnia się ramy z balików, ubijając ją mocno; masa ta powinna sterczeć po nad brzegi w formie mniej więcej półkulistej. Formę ram daje się zwykle kwadratową w takich rozmiarach, aby zwierzyna, dla której lizawki się przysposabia, po częściowem ich opróżnieniu, nie mogła do takowych wchodzić; tym sposobem chroni się lizawki od zanieczyszczenia. Najodpowiedniejszy rozmiar jest 1 *m.* w kwadrat w świetle dla jeleni, a dla sarn 0,7—0,8 *m.*, głębokość zaś ram 20—30 *cm.*

Lizawki urządza się w bliskości wody bieżącej, w miejscach dość odkrytych, czyli bardzo rzadkich drzewostanach lub haliznach, aby zwierzyna mogła daleko rozglądać się. Ramy zapuszcza się prawie pod same brzegi, aby wilgoć masy stale mogła być utrzymywaną. Jeżeli lizawka nie jest ocienioną, a wierzchnia jej warstwa mocno się zeschnie, to podczas suszy trzeba oblać ją wodą. Aby bydło nie miało przystępu do lizawek, takowe ogradza się nizkim płotkiem.

Zwierzyna najwięcej liże lizawki w czasie rozwijania się liści drzew i w jesieni, a gdy masa w większej części jest spotrzebowaną, lub przez deszcze i śniegi wyługowaną, należy lizawki odnowić.

Nie we wszystkich miejscowościach jednakowo bywają lizawki przyjmowane; gdzie mniej bywają spotrzebowane, pochodzi niezawodnie ztąd, iż zwierzyna potrzebę swoją zaspakaja roślinami zawierającemi w sobie sole.

Chcąc się przekonać po tropach jakiego rodzaju i wieku zwierzyna zwiedza lizawki, wzrusza się grunt na kilka kroków wokoło lizawki i często go zagrabia.

Jeżeli przestrzeń leśna przeznaczona do zaprowadzenia zwierzyny płowej jest dla niej odpowiednią, dostatecznie obszerną i od innych lasów odosobnioną, wówczas można zaniechać urządzenia wymienionych ogrodzeń, a zwierzynę w miejscowości zarosłej gąszczami i uprzednio obficie zaopatrzoną w żer wyżej określony, puścić zaraz w wolną knieję. W każdym zaś razie miejscowość tę należy wpierw obstawić fladrami.

Aby zaprowadzić dziki, tam gdzie ich niema, wypada w odpowiedniej kniei, przestrzeń morgową opalisadować na kilka łokci wysoką i mocną palisadą, w jednym z kątów ogrodzenia wystawić szopę zamkniętą, kilkadziesiąt łokci kw. obejmującą. Do szopy takiej w miesiącu Listopadzie, wpuszcza się najmniej 3 letni *wycinek*, i karmi obficie; w Grudniu zaś parę lochających się świń domowych, koniecznie ciemnej barwy. Po sześciu tygodniach, prośne świnie wypuszczają się z szopy do ogrodzenia, karmią kartoflami, grochem, żołędzią, buczyną i trzymają się tak do Kwietnia. Po oproszeniu wypuszcza się z ogrodzenia. W ten sposób wyhodowane mieszańce (metisy), w trzeciem już pokoleniu, stają się prawdziwymi dzikami.

Zające wysadza się zimą podczas zamieci śnieżnej w miejscowości zarośniętej gęstemi krzewami w polu lub lesie, aby miały gdzie się schronić, po poprzedniem rozłożeniu obfitego żeru, składającego się: z liści kapuścianych, jarmużu, okopowizny, łubinu i owsa w snopie, koniczyny, oraz gałązek osikowych lub wierzbowych. Na 10 samic starczy 2 samców.

Chcąc przez zaprowadzenie *kuropatw* dochować się tego zwierzostanu prędzej, aniżeli wyczekiwać, dopóki przez ochronę samą tenże się nie polepszy, wówczas trzeba złowione siecią lub sprowadzone kuropatwy przezimować w klatkach 3 do 5 łokci długich, 1¼ łokcia szerokich i 10 cali wysokich. Wierzch klatki obić płótnem, albo też w komórce widnej lub kurniku, ściany obstawia się gałęziami i słomą nieomłóconą, aby kuropatwy miały gdzie się chować, gdy je kto zaniepokoi, utrzymywać czysto, dno klatki i podłogę wysypywać na parę cali piaskiem, dawać codzień świeżą wodę, sypać ziarno, pszenicę, owies, grykę, i zakładać liście kapuściane. Na początku marca w dzień pochmurny, pod wieczór puszczać parami bądź do remiz sztucznych, bądź do zarośli i gaików w polu.

O hodowli *bażantów* w t. zw. bażantarniach, czytelnik znajdzie opis w T. I str. 288; wspomnimy jeszcze o dzikich bażantarniach. Miejscowościami odpowiedniemi do zaprowadzenia bażantów są gąszcze zarosłe krzewinami jagodonośnemi, przetknięte starszemi drzewami iglastemi i liściastemi, z polankami, któreby można obsiewać płodami rolnemi na paszę dla bażantów, z łączkami, strumykami lub stawami z wodą występującą po brzegi, zarośnięte trzciną i sitowiem, oraz dla potrzebnego spokoju, miejscowości zdala od miast i wsi, a nie łączne z obszernymi lasami, aby bażanty tam się nie rozlatywały, przez co ściągałyby różne zwierzęta drapieżne. Do takich miejscowości wypuszcza się w miesiącu marcu pewną ilość bażantów, na 6—8 samic 1 samca dla rozpłodu. Bażanty sprowadza się w klatce obitej płótnem, którą stawia się w umyślnie, w wybranej miejscowości, ustawionej szopie. W szopie i jej oto-

czeniu posypuje się obficie ziarna, a następnie, z pewnej odległości, otwiera się szyber klatki. Głodne bażanty niebawem wychodzą i żerują. Rozpoczynający się w tym czasie tok, przywiąże bażanty do miejsca, byle tylko miejscowość była dla nich odpowiednią. Bezustanne tępienie nieprzyjaciół, oraz karmienie bażantów szczególnie podczas zimy, jest koniecznym warunkiem do utrzymania i dalszego ich rozmnażania.

Ponieważ każda zwierzyna, którą się zaprowadza, jest mniej lub więcej przyzwyczajoną do widoku ludzi, przeto na razie wymaga szczególnej ochrony przed kłusownikami.

Prócz rozmnażania i hodowli zwierzyny w kniejach i polach na otwartych przestrzeniach, zwierzęta utrzymywane także być mogą jeszcze, w tak nazwanych zwierzyńcach. (Patrz artykuł pod tym wyrazem).

Polowanie. Polowanie dzielimy na leśne i polne, względnie błotne lub wodne. Rozróżniamy sposoby polowania: przy pomocy ludzi (naganka), z psami, na pomkniętego (szukanego), z psem lub bez niego, na wychodne, na podchodne, na podjezdne, na ciągu, na toku, na wabia; par force i z chartami.

Polowanie z naganką jest to rodzaj polowania, przy którem oprócz myśliwych używa się pomocy ludzi, którzy rozstawieni w szeregu nierozerwanym, postępują w kierunku stanowisk myśliwych, napędzając ku nim ruszoną przez siebie zwierzynę. Zależnie od miejscowości w jakiej naganka ma miejsce, rozróżniamy nagankę w polu, w lesie i rzadko na błotach lub wodzie szuwarem zarośniętej (ostatnia tylko na kaczki i gęsi). Nagankę polną najlepiej można przejrzeć, lecz jest ona najwięcej jednostajną, ponieważ na polu mało rodzajów zwierzyny się zatrzymuje; tutaj zwierzynę spostrzega się wcześnie, zdaleka, można do niej długo celować i na daleką metę strzelać, gdy w lesie i w szuwarach zwierz zwykle ukazuje się nagle i znika szybko, wymaga więc strzału szybkiego, którego na większą odległość dawać nie zawsze można.

Jeżeli tylko położenie miejscowości nie stoi na przeszkodzie, zakłady (mioty) urządza się w kształcie czworobocznym; na jednej stronie w równych odstępach rozstawieni są myśliwi, a na stronie przeciwległej naganiacze tak samo w równej linii lub łukiem, którzy na dane hasło, wolno, równo, bez omijania po drodze gąszczów, a zależnie od rodzaju zwierza, jakiego mają ruszyć, cicho, albo też z mniejszym lub większym hałasem, ku pierwszym postępują. Na nagankach głośnych naganiacze krzyczą, uderzają kijami o drzewa lub używają grzechotek i t. p. Przy niedostatecznej liczbie ludzi, brak ich można zastąpić fladrami ustawionemi szczególnie na skrzydłach (klamrach) przy myśliwych. Ustawienie takich straszydeł jest i wówczas koniecznem, jeżeli zwierzyna lubi przedzierać się bokami. Na niektórych nagankach używa się także psów do ruszenia zwierzyny np. dzików, głuszców, cietrzewi, jarząbków, słonek, kaczek i t. d.

Ogólne zasady przy urządzaniu naganek streszcza się w sposób następujący:

1. Tak myśliwych, jako też naganiaczy rozstawia się bez wszelkiego hałasu, pierwszych z dobrym wiatrem lub wiatrem nieco z boku. Naganka rusza po daniu sygnału trąbką (hasła) lub też jednorazowem okrzykiem naganiaczy. Po danem haśle myśliwi stoją spokojnie, wstrzymując się od palenia.

2. Myśliwych zabezpiecza się pomiędzy sobą; każdy myśliwy, jeżeli sąsiadów nie widzi, powinien wiedzieć, gdzie oni stoją, a ze swego stanowiska nie ruszać się, dopóki nie zostanie odwołanym. Nie wolno strzelać do zwierzyny, gdy wprost linii myśliwych przechodzi, a tylko przed, lub po za siebie.

3. Dla zabezpieczenia naganiaczy od wypadku, myśliwi strzelają do środka zakładu tak długo, dopóki obława nie zbliży się do stanowisk myśliwych do około 200 kroków, a wówczas powinno się dać trąbką sygnał, aby odtąd tylko po za siebie strzelano.

4. Dla utrzymania porządku w nagance, powinni się znajdować na skrzydłach i w środku strzelcy (gajowi) obeznani z tym rodzajem polowania i z miejscowością.

5. Jeżeli obławniki dostrzegą jakiego zwierza, nie powinni wychodzić naprzód, lub się gromadzić w tem miejscu, bo przy rozerwaniu linii, zwierz łatwo wymknie się za obławę.

6. Przed rozpoczęciem naganki powinno się myśliwym oznajmić, do jakiego rodzaju zwierzyny można strzelać.

7. Przy nagankach w gęstych zaroślach, zagajnikach, które trudno przejrzeć, stanowiska myśliwych powinny być pod samą ścianą zakładu, a gdy drożyny i linie są bardzo wązkie, wówczas powinno się strzelać tylko w jedną stronę, mianowicie lewą.

8. Urządzający polowanie powinien uprzednio zrobić sobie dokładny plan następstwa miotów. Następstwo naganek powinno być

w ten sposób zarządzone, aby myśliwi i naganiacze mogli jednocześnie przybyć na nowe stanowiska.

9. Wiadomą jest rzeczą, iż zwierzyna lubi chodzić pewnemi ścieżkami; to też gospodarz polowania znający knieję, na lepsze stanowiska ustawia zwykle lepszych myśliwych, albo też ustawia myśliwych podług wyciągniętych przez nich losem, numerów bieżących.

10. Dla lepszego ukrycia się, urządza się dla myśliwych sztuczne osłony z płotków wyplatanych gałązkami lub wykopanych jam, a gdzie polowania mają się odbywać systematycznie, powinny być wycięte linie (dukty), a na stanowiskach stale obranych, wkopane słupki z numerami.

11. Za zwierzyną postrzeloną można śledzić dopiero po ukończonej nagance za porozumieniem się z kierującym polowaniem.

12. Aby pewna część powyższych przepisów ogłoszona przed polowaniem ściśle była wykonaną, można za niestosowanie się do nich, ustanowić pewne kary pieniężne, z których wpływy, przeznacza się na cele dobroczynne.

Liczba ludzi użyć się mających na nagankę, jest zależną od rodzaju zwierza, na którego się poluje; na zające, bażanty, słonki, kaczki, lisy i wilki, ilość naganiaczy nigdy nie może być za wielką, aczkolwiek na nagankę na dwa ostatnio wymienione zwierzęta, wystarcza kilku wprawnych naganiaczy. Natomiast na jelenie, sarny i dziki, większa liczba ludzi może być przeszkodą, gdyż trudno uniknąć hałasu, który przy zakładaniu na te rodzaje zwierza, jest stanowczo szkodliwym.

Obszerność pojedynczych miotów (zakładów) jest zależną od miejscowości i rodzaju zwierzyny, na którą się poluje; najmniejsze zakłady bywają na bażanty i zające, największe zaś na zwierzynę rochmanną, szczególnie na dropie i stare gęsi.

Naganka w kociołki odbywa się w polu, a mianowicie w ten sposób, iż daną przestrzeń otacza się w zwartej linii myśliwymi i naganiaczami, rozstawianymi w równych odstępach i równym podziale, poczem po zamknięciu figury, wszyscy jednocześnie postępują ku środkowi przestrzeni, ruszając znajdującą się tutaj zwierzynę. Gdy obwód dochodzi do tak ścieśnionych rozmiarów, iż strzały dawane do środka mogłyby się stać niebezpiecznymi dla stojących naprzeciw, wówczas myśliwi pozostają na miejscu, a naganiacze postępują sami do środka samego, aby resztę zwierzyny wyruszyć z kociołka, do której odtąd dopiero po minięciu linii myśliwych się strzela.

Polowanie z psami. Mówiąc o polowaniu z psami w kniei, rozumie się zwykle polowanie z ogarami; dawniej używano wspólnie z ogarami, brytanów i kundli (na dziki i obecnie). Z ogarami polowano od najdawniejszych czasów. Dla polującego z ogarami najważniejszą rzeczą jest znać *wagę* kniei, to jest te miejsca w kniei, do których ruszona zwierzyna dochodzi, i od których znowu wraca tam, gdzie była ruszona. Z ogarami poluje się na dziki, lisy, wilki i zające; o polowaniu na jelenie i sarny wcale się nie wspomina, gdyż ten rodzaj polowania przyczynił się u nas w kraju do nadzwyczajnego wytępienia tej zwierzyny. Nie wiele już u nas pozostało okolic (Łomżyńskie np.) gdzie jeszcze polują z ogarami, bo też ze względu na prawidłowy rozwój zwierzostanów, oprócz użycia ogarów do polowania na zwierzęta drapieżne (wilki i lisy), używania ich na zwierzęta łowne powinno zupełnie być zaniechanem.

O polowaniu z *jamnikiem* i o psach myśliwskich (patrz p. w. „Pies.“)

Polowanie na pomkniętego jest tego rodzaju, iż myśliwy szuka zwierzyny w tych miejscach, gdzie ona zwykła przesiadywać. Polowanie to może być wówczas uwieńczone dobrym skutkiem, jeżeli zwierzyna „dotrzymuje,“ a to może mieć miejsce, gdy znajduje się chociażby pod małem zakryciem, jakiego udzielają ściernie, podory i t. p. Dotrzymywanie zwierzyny jest także zależnem od pór dnia i roku. Do tego rodzaju polowania używa się wyżła, zadaniem którego jest za pomocą wiatru (węchu), zwierza oznaczyć (wystawić). Polowanie na pomyka bez psa jest w pewnym stopniu ograniczone, albowiem myśliwy musi się spodziewać, iż szukaną zwierzynę będzie mógł upatrzyć, do czego potrzeba wielkiej wprawy i bystrego oka, albo też danej zwierzyny musi być taka obfitość, iż myśliwy nie może przejść pola, aby zwierza nie ruszyć.

Do rozróżnienia mamy polowanie na pomyka w polu, w zaroślach i lesie, oraz na błotach. W polu używa się wyżła daleko szukającego, w lesie i zaroślach, krótko chodzącego, a na błota silnego, długowłosego, barwy jasnej, aby go nigdy nie stracić z oczu. Na pomyka poluje się ze zwierząt czworonożnych, na zające; na podorach i ścierniskach można polować i bez psa, szczególnie, gdy koty mało dotrzymują, wówczas trzymać psa „za nogą.“

Na zwierzynę skrzydlatą poluje się na szukanego przeważnie na kuropatwy, przepiórki, słonki, dubelty, kszyki, bażanty, kaczki, poniekąd na głuszce, cietrzewie i jarząbki. Na kury, bekasy i dubelty można w danym razie, gdy zwierza tego jest obfitość, polować i bez psa, zwłaszcza gdy jest więcej myśliwych, którzy w rozciągniętej linii postępują; jednakowoż strzelanie w tym razie jest nieco utrudnione, albowiem porywanie się zwierzyny następuje nieoczekiwanie.

Polowanie na wodzie i błotach odnosi się u nas wyłącznie do kaczek, kurek, gatunków bekasów i odbywa się pieszo lub z czołna na „porwanego“ (pomyka), z naganką lub z podjeżdżaniem pod pokryciem trzciny, czółnem. Gdy przy tego rodzaju polowaniach znajduje się kilku myśliwych, zaleca się wielką ostrożność, aby drugich nie skaleczyć odbijającym się częstokroć od wody śrótem, albo nie celować do nizko ciągnących kaczek w kierunku ukrytych za trzciną myśliwych i naganiaczy, Na polowaniach wodnych często się zdarza, iż odległość strzału bywa przecenianą, ponieważ na tej przestrzeni brak dla oka punktów oparcia do ocenienia odległości i dlatego też większa część pudeł jest zwykle z przyczyny krótkości strzału. Polując na wodzie jest nieodzownie potrzebnym pies dobrze aportujący, aby ubita lub postrzelona zwierzyna nie przepadała.

Polowanie na wychodne (na stanowisku) zasadza się na tem, iż myśliwy dobrze zakryty, oczekuje zwierza w tych miejscach, w których on wychodzi na żer, do lizawek, wodopoju, albo też na powracającego do ostoi zwierza lub do swych młodych (drapieżniki). Na stanowisku myśliwy stoi lub siedzi spokojnie na ziemi, lub też urządza sobie na drzewie, albo na umyślnych przyrządach, ambony, okryte gałęziami i chrustem. Wiatr nie powinien wiać w kierunku, zkąd zwierzyna jest spodziewaną—co do ambon, to gdy są one dość wysoko umieszczone, nie zwraca się na kierunek wiatru uwagi. Myśliwy powinien stanąć na stanowisku przynajmniej na pół godziny wcześniej przed wyjściem spodziewanego zwierza, zachować się nieruchomie, a nawet, chociażby zwierz wówczas nie wyszedł, bez hałasu opuszczać swoje stanowisko w kierunku przeciwnym, aby zwierza, który w blizkości może się znajdować, nie niepokoić. Ten rodzaj polowania może być stosowany do prawie każdego rodzaju zwierzyny czworonożnej i skrzydlatej, bo tym sposobem zwierzostan najmniej bywa niepokojony, a przytem myśliwy ma sposobność do obserwowania sposobu życia zwierząt i dopilnowania swego obrębu łowczego. Ambony używa się najwięcej na lisy, oraz na wilki po poprzednim założeniu padliny, (czaty).

Polowanie na podchodne odbywa się na zwierzynę rochmanną, rzadziej na dziki— przyczem jest potrzebną dokładna znajomość zwyczajów i ostoi zwierza tak pod względem pór dnia i roku, stanu pogody, jako też wyboru szczególnych przez niego miejscowości. Chcąc podejść zwierza, myśliwy musi się zabezpieczyć od śledzącego wzroku zwierza, aby nie był dosłyszanym i zwietrzonym. Przeciwko pierwszemu można się ustrzedz unikaniem wszelkiej podpadającej w oko odzieży (i błyszczącej broni), — dalej korzystania z istniejących osłon naturalnych i aby myśliwy tylko wówczas się posuwał, kiedy zwierz głowę swoją odwróci albo żeruje, aby nie nadeptywał na suche gałązki i szyszki, unikał ocierania się o gałęzie, używał obuwia z gumową podeszwą lub kaloszy. Przeciwko zwietrzeniu można się ochronić postępowaniem ku zwierzowi z dobrym wiatrem. Głównem zadaniem myśliwego będzie spostrzedz zwierza wpierw, zanim on od tegoż zostanie wypatrzonym. Podszedłszy zwierza na odległość strzału, strzela się do stojącego w postawie naturalnej, a nie do siedzącego lub żerującego, aby lepiej farbował. Po strzale myśliwy pozostaje w ukryciu, aby mógł śledzić zachowanie się sztuki postrzelonej, (jako też drugich jej towarzyszących). Jeżeli zwierz pada z dymem, wówczas podbiega się szybko do niego, aby się przekonać, czy rana jest śmiertelną i czy nie potrzeba „poprawić“ („dać funt“). Na podchodzenie zwierzyny lotnej, myśliwy używa ekranu, (rodzaj zasłony papierowej lub płóciennej, na ramie rozpiętej, na której wymalowana jest krowa).

Polowanie na podjezdne. Nie ulega wątpliwości, iż wiele zwierząt łownych nie płoszy się przed furmanką lub jeźdzcem tyle, ile przed pieszym człowiekiem, szczególnie tam, gdzie zwierzyna ma sposobność furmanki i jeźdzców często oglądać. Na tej też zasadzie polega podjeżdżanie zwierza, a myśliwy, czy to na wózku, czy wierzchem, zbliża się zwolna do zwierza, nigdy wszelako w kierunku prostym — okrążając tak długo, dopóki nie przybliży się do niego na strzał. Wystrzał zaś zwy-

kle nie daje się z wózka lub konia, bo poruszenie pierwszego i oddychanie wierzchowca nie dają gwarancyi celnego strzału. Dla tego myśliwy schodzi na ziemię w miejscu, gdzie zwierz tego niedostrzeże i postępuje przy wózku lub koniu, a doszedłszy na odległość strzału do zwierza, przystawa, aby wystrzelić. Do podjeżdżania używa się koni pewnych, nie lękających się strzału, a wobec zwierza jedzie się wolno w równem tempie.

Tego rodzaju polowanie odbywa się o ile położenie miejscowości na to dozwala, na jelenie, sarny, gęsi, dropie (na dropie najlepiej używać wołów zaprzężonych do prostego woza), na cietrzewie, ptaki drapieżne, a nawet i lisy; na te ostatnie przeważnie zimą, po śniegu, sankami z chartami ukrytemi pod derką.

Polowanie na ciągu odbywa się wieczorem i rankiem wyłącznie prawie na słonki i kaczki (samce).

Polowanie na toku i grze, które są wstępnym aktem do parzenia się głuszców, cietrzewi i jarząbków, powinno mieć miejsce tylko z konieczności odstrzeliwania zbytniej ilości samców w stosunku do samic.

Polowanie na wabia nie zgadza się z etyką myśliwską, dla tego powinno być zaniechane, a stosowane jedynie na zdobycie zwierząt drapieżnych.

Polowanie „par force“ zajmuje i dzisiaj jeszcze miejsce jako gałęź myśliwstwa, aczkolwiek odpowiada ono więcej celom sportu konnego. Anglia i Francya uprawiają z namiętnością ten rodzaj polowania, a główny jego cel jest ten, iż zwierz bywa przez psy tak długo ścigany dopóki się nie „uchodzi“ (zmęczy), a następnie przez psy ostanowiony, lub przez myśliwych docierających konno, ubity. Jako przedmiot polowania używa się zwierza upatrzonego i ruszonego, lub poprzednio złowionego, a potem na wolność puszczonego, na którego złaję psów pod wiatr się wypuszcza.

W odmienny nieco sposób odbywa się *polowanie z chartami*, praktykowane jeszcze w niektórych okolicach w naszym kraju. Do szczwania zajęcy i lisów w polu używa się chartów dobrze wyćwiczonych, szybkich, bierczych i wytrzymałych. Polowanie odbywa się w ten sposób, że pieszo lub konno prowadząc 2—3 charty na smyczy, szuka się zwierza w polu, w którem go można się spodziewać. Na podorach przekłada się w poprzek brózd. Gdy zwierza ruszonego charty mogą wziąć na oko, wówczas, przy okrzyku: „huzia, haźgo“, wywiera się ich (spuszcza) ze smyczy, poczem gonią, dają obroty, w końcu „capią“ zwierza czyli zaszczuwają go. Najlepszą porą do szczwania są godziny ranne lub popołudniowe w dnie jesienne bezmroźne; grunt zamokły jest do szczwania nie odpowiednim. Jedną i tą samą smyczą psów nie powinno się w jednym dniu więcej niż 4 zajęcy, a chartem, który w pojedynkę bierze, najwyżej 2 zajęcy zaszczuwać.

Niezmiernie ważną czynnością po każdem polowaniu, szczególnie po polowaniu na zwierzynę grubą i sarny, jest odszukiwanie zaraz, a najpóźniej dnia następnego zaginionej i postrzelonej zwierzyny.

Dla utrzymania pewnego stałego zwierzostanu, jest rzeczą niezmiernie ważną ustanowienie odpowiedniego rozmiaru odstrzeliwania zwierzyny. Do tego potrzebna jest najpierw znajomość stosunku, w jakim pojedyncze rodzaje zwierzyny w warunkach zwykłych się rozmnażają, a powtóre znajomość w danej chwili istniejącego zwierzostanu, oraz szczególnych okoliczności, jakie mają wpływ na rozmnażanie się zwierzyny, jak n. p. obfitość żeru, różnego rodzaju niebezpieczeństwa i t. p,

Rozmnażanie się zwierzyny jest zależne od ilości samic, przy odpowiedniej liczbie samców. Jak już wyżej nadmieniliśmy, potrzeba u jeleni i danieli 1 samca średniego wieku na 8—10 samic;—u sarn 1 silny kozioł na 4—6 kóz; u głuszców 1 samiec na 6—8 samic, u cietrzewi 1 samiec na 4—6 cieciórki, a u bażantów 1 kogut na 6—8 kur, U wszystkich innych rodzai zwierzyny, samce znajdują się w dostatecznej liczbie. (Umniejszanie gachów przez odstrzeliwanie byłoby bardzo pożądanem, gdyby w praktyce nie zachodziła trudność w rozpoznawaniu płci, zajęcy).

Miarą do oznaczania ile danej zwierzyny można rocznie wystrzelać, powinienby być roczny przyrost młodych, jakiego od znajdujących się na wiosnę samic można się spodziewać—gdyby nie okoliczności mające wpływ na ów przyrost, oraz trudność obliczenia przyrostu młodych. Nawet w najlepiej pielęgnowanych kniejach niełatwo oznaczyć liczbę zdolnych do rozpłodu osobników zwierzyny płowej i czarnej.

Na podstawie doświadczeń wielu myśliwych gospodarzy, można dopuścić odstrzeliwanie jeleni do $^1/_5$—$^1/_4$ części, danieli i sarn do $^1/_4$ części zwierzostanu, jaki na wiosnę się znajdował. W miarę zaś warunków niekorzystnych, jakie nam dają

ostra i śnieżna zima, niedostatek żeru, szkody ze strony kłusowników i t, p. musi nastąpić większe ograniczenie strzałów. Po ostrej zimie wypada częstokroć na rok zupełnie zaniechać polowania.

Co do kuropatw, to okazało się praktycznem, aby z istniejących stad, $^1/_6$—$^1/_5$ część zostawić bez strzału.

Ustanowienie zwierzostanu zajęczego jest dość trudne. Jeżeli polowanie na zające odbywa się prawidłowo t. j. poluje się tylko z naganką, a na pomyka dopiero w późniejszej jesieni, wówczas powinno się przy warunkach niepomyślnych, pozostawiać połowę obrębu łownego nieruszonego—w sprzyjających zaś warunkach klimatycznych i przy obfitości żeru, można każdą część obrębu łowczego tylko raz do roku opolować z naganką.

Wypada nam jeszcze zaznaczyć, iż z po. między łosi, jeleni, danieli i sarn, odstrzeliwa się przedewszystkiem najsilniejsze byki i kozły, gdy bowiem ich liczba jest zbyt wielką—walka pomiędzy niemi staje się dla wielu z nich zabójczą, a powtóre wynoszą się bezpowrotnie w obce, dalekie strony.

W końcu nadmienia się, iż normowanie rozmiaru odstrzeliwania zwierzyny jest zależne od miejscowych warunków, ocenienie których powinno być zadaniem przezornego gospodarza myśliwego.

*

* *

Wynaleziony w r. 1630 zamek skałkowy umożebnił użycie broni palnej do potrzeb łowiectwa, do czego w wysokim stopniu przyczyniło się wynalezienie we Włoszech w 1580 roku śrótu, przezco celne strzały stały się łatwiejszemi przez zajmowanie szerszego pola zapomocą rozdrobnionych pocisków.

Zamek skałkowy u broni palnej dotrwał prawie do połowy bieżącego stulecia; wywołujące skutek jego części były następujące: *kurek* osadzony na wałku umieszczonym w tyle zamka, odwodzony zapomocą wielkiego palca prawej ręki, przezco następowało ściśnienie sprężyny t. zw, *gończej*, znajdującej się wewnątrz zamka; w wierzchniej części kurka była osadzona *skałka*, to jest krzemień stosownie obrobiony. Naprzeciwko krzemienia znajdowało się wznoszące się pionowo do góry skrzydło *pokrywy* (z niem. *dekla*) zamykającej *panewkę* na którą sypany był proch, komunikujący się zapomocą małego otworu, wywierconego w ściance lufy, z prochem stanowiącym nabój umieszczony w komorze lufy. Za pociśnieniem znajdującego się pod spodem *cyngla* (z niem. Züngel, języczek) następowało zwolnienie sprężyny gończej, odwiedziony kurek spadał uderzając krawędzią skałki o skrzydło dekla, który się w skutek tego jednocześnie otwierał, wywołane zaś iskry spadały na proch na panewce, wybuch zaś jego udzielał się zawartości prochu naboju znajdującego się wewnątrz lufy.

Broń taka była albo pojedynczą, albo podwójną, to jest miewała dwie lufy umieszczone jedna nad drugą, dające się obracać zapomocą stosownego mechanizmu; po wystrzeleniu z jednej lufy, strzelec odejmował broń od ramienia i pokręcał mechanizm, tak aby nabita lufa zastąpiła miejsce wystrzelonej. Takie urządzenie pod względem szybkości strzałów nie przedstawiało rzeczywistych korzyści, ponieważ przekręcanie luf zabierało dość dużo czasu. Niedogodności tej zaradził skutecznie Leclère z Paryża w r. 1740, spajając obie lufy obok siebie i dając każdej z nich oddzielny zamek. Dalsze ulepszenie polegało na tem, że obie lufy były skierowane do jednego matematycznego punktu leżącego w odległości rdzennego strzału, czyli że osie ich nie stanowiły dwóch równoodległych linij, lecz przecinały się z sobą właśnie w punkcie obranym za cel rdzennego strzału (de but en blanc). Drobne zboczenia od linii celu, w punktach leżących przed lub po za punktem przecięcia linij obu osi, zwłaszcza przy strzale śrótem, są bez znaczenia.

Pomimo tych ulepszeń, broń skałkowa daleką jeszcze była od doskonałości. W czasie deszczu łatwo ulegała zamoknięciu; przy strzale naprzeciw silnego wiatru, dym i płomień ze spalonego na panewce prochu dostawały się prosto do oczu strzelca; zapał łatwo się zanieczyszczał, zatykając komunikacyę panewki z komorą i powodując t. zw. spalenie na panewce. Wreszcie wystrzał nie następował w jednej chwili: wyraźnie można było odróżnić uderzenie skałki o dekel, zapalenie się prochu na panewce i wreszcie huk towarzyszący wybuchowi naboju w lufie.

W latach pomiędzy 1785 a 1787, uczeni francuzcy: Berthollet, Fourcroy i Vauquelin wynaleźli związek cyanu z tlenem czyli kwas piorunujący i połączenie jego z rtęcią, czyli piorunian rtęci. Anglicy,

Howard podług jednych, Forsyth podług innych umyślili w roku 1800 zużytkować siłę wybuchową tej soli, w celu natychmiastowego zapalania naboju prochu w lufie.

Pomysł angielski zawarcia piorunianu rtęci w małym kubeczku wyrobionym z cienkiej miedzianej blachy w celu nasadzenia go na rurkę zapałową, upowszechniony został we Francyi przez Deboubert'a i wkrótce rozpowszechnił się w całej Europie. Jest to powszechnie znany *kapiszon*, w Galicyi z niemiecka *kapslą*, lub *kabzlą* zwany, w potocznej mowie noszący niewłaściwą nazwę *pistonu*, a którybyśmy chętnie *zapalnikiem* nazwali. Wszedł on w użycie pomiędzy r. 1818 a 1825 dla broni myśliwskiej, a w roku 1840 znalazł zastosowanie i w armiach europejskich.

Nie chcąc nad miarę rozszerzać ram tego ustępu, musimy pominąć milczeniem stopniowe ulepszenia broni palnej stanowiącej uzbrojenie żołnierza, które ją doprowadziły do obecnego stanu doskonałości, lecz postaramy się w możliwie krótkiem streszczeniu podać najnowsze przeobrażenia dokonane w budowie i sposobie nabijania broni myśliwskiej.

Nabijanie za pomocą sypania naboju prochu do lufy przez wylot, pokrycie go przybitką wtłaczaną zapomocą stempla, powtarzanie tejże manipulacyi przy umieszczaniu w lufie pocisku, nieuchronne posuwanie pozostałości po spaleniu prochu osiadłych na ścianach lufy, do dolnych jej części, przez przybitkę popychaną przez stempel, powoduje znaczne zanieczyszczenie lufy, a ztąd mniejszą pewność strzału. Niedogodności te doprowadziły do wynalezienia i zastosowania broni nabijanej z tyłu czyli t. zw. *odtylcowej*.

Budowa takiej broni polega na tem, że lufy nie są od strony komory zamknięte silną śrubą, lecz zupełnie otwarte; w drewnianej osadzie zahaczone są tak, że po otwarciu klucza lab zasuwy dają się przechylić ku przodowi czyniąc wolny dostęp do komor w których umieszczają się naboje zawarte w metalowych lub papierowych *łuskach*, pospolicie nazywanych „gilzami" (z niemieckiego „Hülsen"). Broń taka systemu Lefaucheux, miała naboje umieszczone w łuskach papierowych opatrzonych u dołu metalową miseczką w której dnie znajdował się kapiszon z massą piorunującą, wybuchającą za uderzeniem pręcika popchniętego przez spadający kurek. Lufy zatem musiały być opatrzone szparkami w których się mieściły pręciki od nabojów przy zamknięciu broni. Nabijanie zatem nie mogło odbywać się szybko, ponieważ wymagało wielkiej uwagi przy wkładaniu nabojów do komor, aby pręciki umieścić we właściwem miejscu, bez czego broń zamykać się nie dała i strzał stawał się niemożliwym. Nabój w skutek umieszczenia w nim pręcika nie mógł być zupełnie szczelny, co było powodem, że cząstka gazów i stałych produktów spalenia prochu, wydobywała się na zewnątrz, drażniąc oczy strzelca i zanieczyszczając komory. Naboje takie przytem, w razie ich upuszczenia lub przypadkowego potrącenia były narażone na niebezpieczeństwo niespodziewanego wybuchu. Z tego powodu system Lefaucheux został zaniechany i zastąpiony przez broń o strzale centralnym czyli systemu *Lancastra*.

W tym systemie spadający kurek uderza w sztyft umieszczony w miejscu w którem w dawnej perkussyjnej broni znajdowały się rurki czyli kominki (brantki) do nasadzania kapiszonów; sztyft ten jest zakończony kolcem osadzonym na spiralnej sprężynce; kolec w skutek uderzenia kurka trafia w kapiszon osadzony w środku metalowej miseczki stanowiącej dno łuski nabojowej i powoduje natychmiastowy wybuch prochu stanowiącego nabój.

Bardzo ważne ulepszenie w zamkach nowoczesnej broni stanowią kurki t. zw. odbijane czyli odskakujące, (chiens rebondissants), które po uderzeniu w główkę sztyfta, natychmiast odskakują i samodzielnie zatrzymują się na pierwszym spuście nie naciskając już na główkę kolca i dozwalając na otworzenie bez przeszkody luf, co ponowne nabijanie bardzo przyśpiesza.

W ostatnich czasach coraz więcej się upowszechnia broń bezkurkowa (hammerless) angielskiego wynalazku; w broni tej przyrząd powodujący wybuch naboju ukryty jest w łożu, zewnętrznych zaś kurków wcale nie ma. Broń taka jest trwałą, bijącą ostro i gęsto, łatwą do czyszczenia, a przez zastosowanie automatycznej zasuwki powstrzymującej działanie zamków, zupełnie w użyciu bezpieczną.

Siła balistyczna gazów wytworzonych przez wybuch naboju prochu i rozszerzających się w jednej chwili na objętość przeszło 800 razy przenoszącą pierwotną objętość prochu, jest bardzo wielka, lufy zatem muszą być wyrobione z wyborowego materyału, aby się mogły skutecznie opierać tej niszczącej sile. Materyałem takim

jest czyste, miękkie, ciągliwe *żelazo*. Dawniej, francuzkie fabryki wyrabiały wyborowe lufy tym sposobem, że starannie odkuta i wywalcowana wstęga miękkiego żelaza obwijaną była dokoła t. zw. *duszy* lub *dorni* (z niemieckiego die Dorne) i następnie po rozgrzaniu w ogniu do białości, pod młotem spajana (szwejsowana); w celu wzmocnienia tego spojenia, nie dawano go w linii prostej, ale zaczynając od wylotu, co pewną odległość przekręcano lufę tak, że spojenie tworzyło linię spiralną; w rusznikarstwie francuzkiem lufa taka nosiła nazwę „canon tordu“. To dało początek „zwijanym“ lufom z żelaza i stali, t. zw. „dziwerowanym“; cienkie sztabki żelaza i stali obrabiane są po kilkakrotnie młotami, a wreszcie ostatnie hamerowanie odbywa się prawie na zimno, dla nadania materyałowi jak największej jednolitości i usunięciu z niego wszelkich skaz i pęcherzyków. Podobne lufy wyrabiane są sposobem fabrycznym, w wielkich zakładach angielskich, francuzkich i belgijskich; najlepsze dziwerowane lufy są z angielskich W. Greener'a a z francuzkich Leopolda Bernard'a. Dalszem obrabianiem, dobieraniem, osadzaniem luf w drewnianem łożu, wyrabianem zawsze z orzechowego drzewa, i wyrobem zamków, zajmują się już rusznikarze.

Ważną jest rzeczą dobre spojenie (zlutowanie) obu luf dubeltówki. Pierwszorzędni fabrykanci angielscy i francuzcy używają do tego celu cyny, belgijscy zaś stopu miedzi z cyną, czyli t. zw. „szlaglotu“.

Lufa myśliwskiej strzelby zewnątrz jest przy nasadzie (komorze) grubsza, im dalej zaś ku wylotowi tem cieńsza, ma więc kształt wydłużonego ostrokręgu, wewnątrz zaś jest wywiercona zupełnie cylindrycznie. W celu zwiększenia doniosłości strzału, wszedł w użycie w Anglii wyrób luf przed wylotem zwężonych, tak zwanych „*choke bore*“, czyli wierconych ze zwężeniem. Taka budowa lufy zapobiega rozsypywaniu się ziarn śrótu i czyni pocisk więcej skupionym. Nie nadaje się ona wszakże do strzelania kulami i ztąd angielskie strzelby choke bore noszą ostrzegający napis wyryty na krawędzi komory: „*not for ball*“ (nie do kuli).

Do strzelania kulą, w łowach na grubego zwierza służą lufy gwintowane, to jest mające wewnątrz cztery żłobki idące w linii spiralnej przez całą długość lufy i w miarę jej długości robiące $^3/_4$ lub nieco więcej całkowitego obrotu. Pocisk party siłą płonących gazów wrzyna się w wyżłobienia gwintów i zostaje wypchnięty z tem większą siłą; najnowsze wynalazki pod tym względem są prawdziwie zdumiewające, lecz szczupłość miejsca nie pozwala nam zatrzymywać się nad tym przedmiotem i zmusza do odesłania czytelnika do dzieł specyalnych.

Kalibrem broni palnej nazywamy średnicę lufy. W praktyce weszło w zwyczaj oznaczanie kalibru podług ilości kul otrzymywanych z 1 funta ołowiu. Podług tego więc średnica lufy w której się mieści kula wielkości takiej, że się ich otrzymuje 8 z funta ołowiu, będzie nosić kaliber 8 i tak dalej; postępując coraz wyżej, doliczając po cztery, będzie 12, 16, 20, 24, 28. Najpospoliciej używanym jest kaliber 16; lepsze, cenniejsze strzelby kniejówki mają kaliber 12; kaliber 20 mają strzelby używane na ptactwo przeważnie do drobnego śrótu, kaliber 24 i 28 są to małe, lekkie strzelbeczki służące raczej do zabawki niż do użytku łowieckiego. Kaliber broni gwintowanej, przeznaczonej do strzelania kulami wyraża się ułamkiem w tysiącznych częściach cala angielskiego. Tak np. kaliber sztucera 500 odpowiada średnicy kuli równej $^{500}/_{1000}$ czyli $^1/_2$ cala.

Wybor broni. Każdy myśliwy, mający możność korzystania z tej rozrywki, musi być człowiekiem zamożnym; nabywając zatem broń nie potrzebuje się liczyć z wydatkami i kupować powinien zawsze wyrób dający wszelką gwarancyę dobroci, trwałości i bezpieczeństwa w użyciu, strzegąc się nabywania strzelb lichych, dlatego tylko, że są tanie. Angielskie strzelby, wyrabiane przez pierwszorzędne firmy są ze wszystkich najdroższe i ztąd nie dla każdego dostępne; dorównywające im pod każdym względem francuzkie, są jednak o połowę tańsze i ztąd przystępniejsze. Belgijskie nie wiele co ustępują francuzkim, a jednak są znacznie tańsze, najliczniejszych też pomiędzy naszymi myśliwymi liczą zwolenników.

Pragnący nabyć strzelbę powinien się udać do znanego z reputacyi rusznikarza i żądać od niego strzelby odpowiedniej do swego wzrostu, budowy ciała i sił fizycznych. W równych zkąd inąd warunkach strzelba cięższa zawsze zasługuje na pierwszeństwo przed lekką; wyższy kaliber wymaga też i cięższego łoża, gdyż w lekkiej osadzie, cofnięcie się strzelby przy wystrzale, zanadto daje się uczuć ramieniu strzelca, a wstrząśnienie to rozluźnia zahaczenie luf w łożu. Długość przykładu i jego wy-

gięcie powinny odpowiadać długości szyi strzelca; nie można na to ustanowić pewnych prawideł, ale trzeba empirycznie wynaleść właściwy stosunek. W tym celu, pragnący nabyć broń zalecaną mu przez rusznikarza, bierze ją do ręki i upatrzywszy sobie wprzód w dowolnej odległości pewien punkt do celowania, przykłada szybko broń do ramienia probując czy oko natychmiastowo niejako wpada w linię celu. Jeśli tej linii trzeba szukać przez pewną chwilę, jest to oznaką, że strzelba dla danego osobnika nie jest „składną“, chociażby pod względem materyału i wykonania była bez zarzutu. Następnie próbuje się strzelby aby się przekonać jaki jest dla niej najodpowiedniejszy ładunek i jaka celność strzału. U broni chodzi głównie o to, aby osiągnąć strzał, który dobrze gęsto kryje (śrócin nie rozrzuca zbytnio) i silnie przebija. W tym celu dáje się strzały próbne różnemi ilościami prochu i śrótu (także i różnymi numerami śrótu — rezultaty których w obu kierunkach dokładnie porównując, odnajdujemy maximum osiągniętego efektu strzału.

Proch powinien w zupełności się spalać, o czem można się przekonać na śniegu lub na białej na ziemi rozpostartej płachcie— albowiem niespalone ziarnka prochu wyrzucone razem z pociskiem odznaczają się czarną barwą.

Jeżeli po dokonanych próbach nie osiągniemy zadawalniającego strzału, to wina leży w lufach, a wówczas powinien rusznikarz złemu zaradzić przez wykolbowanie. W strzelnicy, strzelając grubym śrótem (Nr. 0, 1 lub 2) na odległość 40-tu metrów, za cel służy arkusz białego papieru rozpostarty na grubym podkładzie z kilkudziesięciu lub więcej arkuszy starych, niepotrzebnych rękopismów lub druków; przerzucając pojedyncze kartki, możemy się przekonać o głębokości do jakiej sięgają pojedyncze ziarna śrótu. Dobrą zewnętrzną oznakę stanowią ziarna, chociaż rozproszone, ale siedzące w celu parami.

Najcelniejsze firmy, trudniące się wyrobem wyborowej broni myśliwskiej są następujące:

Angielskie: W. W. Greener. London and Birmingham. — W. & C. Scott & Son. Lancaster Street. Birmingham. — P. Webley & Son. Weaman Street 82, 83 et 84.—Thomas Bland & Son. Whittal Street, i James Perde, Andley Street; ostatnia najdroższa, wyrabia tylko na obstalunek z lanej stali Withworth'a, przewyższającej najdroższą damasceńską.

Francuskie: G. Fauré-Le-Page rue Richelieu 8, właściciel sławnej fabryki luf Leonarda Bernard.—Gastine-Renette.—August Schann et Guyot, oraz La Manufacture Française d'Armes de St. Etienne.

Belgijskie: A. Piper Liége, rue de Bayard. — Aug. Francotte i Baudson.

Austryackie: Novotny i A. V. Lebeda w Pradze, oraz Springer, Joseph Raend, Joseph Heinige w Wiedniu.

Niemieckie mają dobre wyroby z Suhl w Saksonii, Christoph Funk, Christian Sturm, G. L. Rasch, najlepszy wszakże W. Collath następca G. Teschner'a w Frankfurcie nad Odrą, oraz Barella i J. F. Timpe w Berlinie.

w Warszawie: Sosnowski i Ziegler.

Od strzelby myśliwskiej wymagamy, aby była lekką, przykładną, bijącą ostro i gęsto, łatwą do nabijania i czyszczenia.

Każda broń odtylcowa potrzebuje gotowych ładunków, jakie wszakże można przysposabiać sobie samemu na odpowiedniej maszynce, z właściwych każdemu kalibrowi gilz. *Gilzy* są dwojakie, metalowe i papierowe. Najlepsze gilzy tak metalowe jak papierowe są angielskie ze znakami: Kynochs patent Nr. 00 i Eley London Nr. 00 (*„gastight,“* szczelne dla gazów), oraz belgijskie L. Bachmana. Z powodu wysokości cła można śmiało używać wcale nie gorszych gilz krajowej fabryki „Union“ w Warszawie i Thorbeck'a w Moskwie.

Doniosłego znaczenia są *przybitki* do odtylcówek, ponieważ od ich ścisłego, nieprzepuszczającego gazów przylegania do wewnętrznej ściany luf, zależnym jest skutek gazów, a co za tem idzie, i ostre bicie strzelby. Najlepsze ze znanych, są przybitki wojłokowe napuszczane parafiną, które, aby uniknąć przyczepiania się do nich prochu i wciskania się srótu, nakleja się na obu powierzchniach papierem. Do przybijania srótu używa się przybitek tekturowych. Najlepszy sposób robienia ładunków jest następujący: na proch kładzie się (przybitkę) krążek tekturowy, a na tenże przybitkę wojłokową (jak wyżej opisano) szczelnie przylegającą do gilzy, następnie sypie się śrót, wreszcie na takowy kładzie się krążek tekturowy i gilzę lekko się zakręca. Chcąc sobie zapewnić szczelniejsze przyleganie przybitki, częstokroć używa się przybitek o jeden wyższy numer kalibru, które za pomocą maszynki w gilzę się wtłacza.

Najlepsze *kapiszony* wyrabiają te same fabryki o jakich mówiliśmy przy gilzach,

zaś dla strzelb kapiszonowych dobre są austryackie firmy „Sellier i Bellot“ ze znakami *S B*., oraz francuskie karbowane „Gevelot.“

Proch myśliwski najlepszy Schlüsselburgski. Dobry proch powinien być suchy, o ziarnach jednakiej wielkości, okrągły albo spłaszczony, błyszczący, niedający się zetrzeć na dłoni, również przez tarcie na dłoni lub papierze nie powinien murzyć, a mała kupeczka ułożona na białym papierze, musi szybko się spalić nie naruszając papieru; a ponieważ chciwie pochłania wilgoć i przez krystalizowanie się saletry staje się niemożebnym do użytku, powinien być szczelnie zamykany i przechowywany w suchem miejscu.

Srót najlepszy twardy angielski „New Castle Chilled Shot“ który nietylko że bieży gęsto, na 7% —15% gęściej od miękkiego, ale niezanieczyszcza luf ołowiem. Srót finlandzki bardzo zbliżony jest do angielskiego, a nierównie tańszy.

Stosunek naboi do odtylcówek jest zależny od gatunku prochu i przymiotów strzelby. Przeciętnie można przyjąć, iż potrzeba do

Kalibru	Prochu *g*.	Srótu *g*.
12	5—5,8	35—40
14	4,8—5,2	32—36
16	4,5— 5	28—32
20	3,8— 4	22—24.

Broń odtylcowa potrzebując gotowych patronów, uwalnia myśliwego od noszenia rożka z prochem, sakwy ze srótem, tabakiery z kapiszonami i pakuł, za to wymaga ładownicy bądź na pasie bądź w torbie, szczypców do wyciągania pękniętych lub rozsadzonych gilz, prócz innych zwykłych przyborów, jak maszynki do robienia patronów, wyciorów, noża, kordelasa, trąbki, wabików i troczków.

Nie każdy biorący udział w polowaniu, ma prawo zwać się myśliwym. Pod tym względem możemy być tylko wyrozumiałymi i pobłażliwymi, dla wrodzonej nam chętki tytułowania. Myśliwym wszakże może być jedynie wykształcony naturalista fachowiec, każdy inny może być tylko mniej lub więcej dobrym strzelcem lub łowcem.

Ażeby dobrze strzelać do zwierzyny, należy do tego przyzwyczajać się jak najwcześniej, i zawsze mieć jasne pojęcie o odległości przedmiotu będącego w ruchu i chwili potrzebnej na przebieżenie pocisku do niego, tak aby przedmiot i strzał schodziły się razem; prowadząc zatem lufę po zwierzęciu w biegu, dawać strzał wtedy, gdy celownik utrzymuje się na przedniej jego części, zachowując mniejsze lub większe odchylenie strzału przed zwierzem, stosownie do odległości. Za szczupłe ramy artykułu, nie pozwalają nam na wykład nauki o *„strzelaniu,“* jaką dziś znaleść można nawet w katalogach myśliwskich, powiemy tylko, że każdy kaliber broni, wymaga właściwych wskazówek, wogóle zaś strzelający winien posiadać dobry wzrok, „zimną krew,“ a zatem być wolnym od nadczułości nerwowej, wielką czułość wskazującego palca potrzebną przy naciskaniu cyngla, podczas celowania wstrzymać oddech, a po przyłożeniu ile możności szybko wystrzelić, strzelając pod światło brać całą muszkę i t. p.

Jakkolwiek broń palna, wywarła wielki wpływ na zmianę zwyczajów łowieckich, to jednak niewyrugowała z użycia mnóstwa narzędzi i sposobów używanych dziś jeszcze do łowienia i zabijania zwierząt. Do narzędzi takich należą: *Oszczep*, albo grot żelazny osadzony na trzonie drewnianym, po części używany w ręcznem spotkaniu się z dzikiem i drapieżnem zwierzęciem. *Kordelas*, czyli długi nóż myśliwski z gardą, dla dobijania ranionego grubego zwierza. Aby dobić zwierza po myśliwsku, trzeba przestrzegać następujących prawideł: jelenia i dzika należy pchnąć w komorę od przodu, lub z boku za łopatką; kozła i sarnę w kark tuż przy głowie, zająca unioślszy lewą ręką za tylne skoki uderzyć prawą w kark za słuchami; wilka, lisa, borsuka, żbika, wydrę, kunę i t. p. mocno uderzyć pałką w nos lub w tył głowy, albo przebić widełkami; ptastwu większemu wbić nóż w głowę przy karku; ptastwu mniejszemu wsadzić strzałę ze skrzydła w tylną część głowy przy kręgu, lub zgnieść czaszkę, albo ścisnąć płuca pod skrzydłami.

W dalszym ciągu narzędzi łowieckich wymienimy: widły, szczypce i haki, do ujmowania odkopanych lisów i borsuków w jamie. Wiele z narzędzi jak: *kapkany* (ukryte w rurze kolce za pociągnięciem za przynętę rozsadzające pysk zwierzęciu i wbijające się w jego ściany) i różnego rodzaju *żelaza* jakie należałoby zakładać na ziemi, ze względu na niebezpieczeństwo dla ludzi i zwierząt domowych, w naszych warunkach krajowych są zaniechane, za wyjątkiem żelazek na jastrzębie, jakie mogą być zakładane na słupach lub odosobnionych budynkach w polu. Należałoby tu wspomnieć jeszcze o witerunkach, trutkach, przynętach i zasadzkach, które jakkolwiek

mają niekiedy uznanie w praktyce, należą do najniższych sposobów łowiectwa i często przez prawo są zabraniane, dla tego tylko wzmianką je uczciliśmy.

Do praktyk łowieckich należy jeszcze, zakładanie różnego rodzaju sieci, straszydeł i stawianie parkanów, jakie więcej na celu mają łowienie zwierza żywego dla celów naukowych lub rozmnażania go w zwierzyńcach, albo zaprowadzenia tam, gdzie go niema.

Na zakończenie, powiemy kilka słów o postępowaniu z zabitą zwierzyną w celu zabezpieczenia jej od zepsucia. Zimową porą, zwłaszcza w dnie mroźne, niema kłopotu tak z utrzymaniem zwierzyny jak i z przesyłką jej w najdalsze strony; inaczej się rzecz ma w lecie, ze względu, że zwierzyna prędzej się psuje niż drób domowy; w tym celu, należy po wypatroszeniu, środek ciała dobrze wytrzeć grubo tłuczoną solą, i wypełnić jamę brzuszną świeżą pokrzywą, jednocześnie zasypując solą, po rozwarciu, dziób głęboko aż do gardła. W miarę więdnięcia pokrzywy, zastępować świeżą, nie zaniedbując solenia. Dla dłuższej konserwacyi, należy po wypatroszeniu i nasoleniu oskubać ptactwo z pierzy i układać warstwami, każdą zaś warstwę z osobna zalewać ciepłem topionem masłem, tak, żeby je całkowicie pokrywało—powtarzając to, aż do napełnienia faski lub beczułki. Masło można zastąpić rozpuszczoną letnio fryturą, jaką zalewać obsuszone poprzednio przez kilka minut pod blachą lub nad węglami ptactwo. Do dalszych transportów latem, korzystając z wagonów odpowiednio urządzonych dla przewozu mięsa, można przesyłać zwierzynę, osobliwie ptactwo zamrożone, w tym celu niepatroszone ptactwo pakuje się ściśle w kocioł z grubej blachy szczelnie zamykający się takąż pokrywą: kocioł ten, wstawia się w drugi o znacznie większej średnicy, tak, aby odległość między ścianami wynosiła 15 — 20 *cm.*, próżnię tę wypełnia się drobno tłuczonym lodem na wpół z solą pomięszanym, i na podobieństwo fabrykacyi lodów słodkich, kręci się mniejszy kocioł w większym, dopóki zwierzyna niezamarznie; tak przygotowaną zwierzynę można transportować daleko, lub też zachować u siebie na lodowni przez kilka miesięcy.

Słonki, bekasy, kwiczoły i skowronki na kuchnię, niepatroszą się wcale. Patroszenie zaś ptaków wogóle (w tej liczbie i bażantów) dopełnia się za pomocą kulki z gałązki, którą przez kanał odchodowy do połowy brzucha się wsuwa, kilka razy okręca i takową wyciąga się wnętrzności za wyjątkiem żołądka.

Patroszenie zająca odbywa się w ten sposób, że po rozcięciu błony brzusznej, ujmuje się kota za słuchy i potrząsa dotąd, dopóki patrochy same nie wypadną. Przy *trzebieniu* jeleni, kozłów i sarn, należy zwierza położyć na grzbiecie; po rozcięciu skóry na jądrach wyłuszczyć takowe wraz z członkiem, następnie po otworzeniu brzucha nad kiszką grubą, odchylając palcami lewej ręki pęcherz, końcem noża zręcznie przeciąć skórę i błonę brzuszną aż do piersi, a ująwszy przełyk przed żołądkiem, zawiązać takowy i odciąć po nad związaniem, następnie po oddarciu od żeber worków sercowych i odcięciu grubej kiszki przy kanale odchodowym, wyrzuca się narogi, serce, płuca, wątrobę i wnętrzności; tak oczyszczone zwierzę, unosi się w górę dla ocieknięcia z farby, poczem zapełnia się próżnię zielonemi gałązkami i *przenaża*, to jest, przetyka na krzyż zadnie biegi tak, aby przeszły za kolana przez otwory uczynione w przednich, powyżej kolan między piszczelem a ścięgaczami.

Trzebienie czarnej zwierzyny dokonywa się w podobnyż sposób, pamiętając nadto, aby przy wyłuszczaniu członka odjąć otaczający go plasterek sadła zwykle o nader nieprzyjemnej woni, jaka łatwo może się udzielić i mięsu.

Obielanie (zdjęcie skóry, u zajęcy „osmużanie“) dokonywa się w ten sposób, że u rogaczy i kozłów, po oberznięciu skóry naokoło rogów, odbijają się wieńce i parostki wraz z czaszką kordelasem, poczem przerzyna się skóra na biegach powyżej kolan, i na przednich do piersi, a na tylnych do odbytu, następnie przy pomocy palca i noża oddziela skórę od mięsa z jednego i z drugiego boku, pozostawiając w skórze biegi po kolana, a uszy i kwiat przy ciele.

Obielanie czarnej zwierzyny, prowadzi się podobnież, z tą tylko różnicą, że odcina się łeb ze skórą, przy samych łopatkach, a następnie nożem oddziela się sadło od skóry.

Wogóle przyjęto, przy obielaniu zwierząt, zdejmować skórę od ogona ku głowie: z wilka, lisa, wydry, kuny, tchórza, łasicy, gronostaja, rysia, zbika i zająca; od brzucha i kończyn ku grzbietowi: z łosia, jelenia, daniela, kozła, sarny i borsuka. Niedźwiedzi obielają w dowolny sposób.

Po obieleniu, zdjęte skóry futrem na wewnątrz, dobrze rozciągać na deskach, górą tępo zaostrzonych (o rozmiarach odpowiednich do rodzaju zwierza), do których skórkę, aby się nie kurczyła, przytwierdzić gwoździami, posypać popiołem i tak przez dni kilka, postawiwszy w niezbyt ciepłem miejscu, suszyć. Niezupełnie dosuszona skórka zdejmuje się, futrem na wierzch się przewraca, a po gładkiem wyczesaniu włosa, zabezpiecza się do czasu użytku czy sprzedaży jej, od moli. Przy tej czynności trzeba zwracać uwagę, aby skórki zawsze więcej wdłuż, niż wszerz były rozciągane. Skóry łosie, jelenie, koźle i t. p. rozpinają się na ramach i stronę miękką posypuje się często popiołem, aż do zupełnego wyschnięcia.

Literatura.

Patrz art. Bibliografia VIII b) Łowiectwo Tom I str. 396.

Ronczewski B. Kalendarz myśliwski wydawany od r. 1892: Rok 1892, 1893, 1894, 1895, 1896, 1897, Warszawa.

„Jeździec i myśliwy“ redaktor St. Wotowski, Warszawa.

Z dzieł niemieckich zasługują na uwzględnienie:

Winckell (G. Fr. D. aus dem) Handbuch für Jaeger, Jagdberechtigte und Jagdliebhaber. 5 Auflage durch J. J. v. Tschudi 1878.

Hartig G. L. Lehrbuch für Jaeger von Th. Hartig herausgegeben 1877.

Jester F. E. Ueber die kleine Jagd. Verbesserte Auflage von C. von Riesenthal 1884.

Diezel C. E. Erfahrungen aus dem Gebiete der Niederjagd—erweitert durch E. v. d. Bosch 1886.

Dombrowski v. R. Wildpark 1885.

Goedde S., Fasanen zucht 1880. (2 Auflage).

Brandeis, Schiesssport 1890.

Boussenard (Louis) La chasse à tir, mise a la portée de tous. Paris.

Antoni Ig. Tomaszewski, A. Nowicki.

Myszy. Zwierzęta w potocznej mowie mianem *myszy* oznaczane w naukowej systematyce zoologicznej należą do gryzoniów (*Glires*), i mieszczą się w dwóch rodzinach: myszowatych (*Muridae*) i nornicowatych (*Arvicolidae*). Wszystkie myszy, a liczymy ich w naszej faunie 8 gatunków, posiadają w górnej i dolnej szczęce po dwa długie dłutowate zęby przodowe, za któremi idzie luka bezzębna, a za nią płaskie zęby trzonowe; kłów nie posiadają. Zęby przodowe są łukowato wygięte, bez korzenia, głęboko w szczęce osadzone, bezustannie narastające w miarę ścierania się powierzchni. Z powodu rozmaitej twardości składających je tkanek, ścierają się dłutowato i zawsze pozostają ostre. Zęby trzonowe są sęczkowate lub fałdowane.

Dla odróżnienia myszy od innych pokrewnych im krajowych gryzoniów i dla określenia gatunków, służyć może następujący klucz ułożony na podstawie układu A. Wrześniowskiego i J. Ritzema Bos.

I. Zwierzątka z głową wysmukłą, z wązkiem czołem i zaostrzonym pyszczkiem; zęby w poprzek sęczkowate, nogi tylne dłuższe od przednich:

Rodzina **Myszowate Muridae.**

A. Zębów trzonowych: 4 górne, 3 dolne, wierzch ciała szaro płowy z brunatną smugą grzbietową, ogon równy długości ciała lub dłuższy:

Smużka długoogonowa, Sminthus vagus Pall.

B. Zębów trzonowych górnych 3, dolnych 3:

a. Ogon krótszy od ciała, gęsto porosły włosami, przy głowie torebki policzkowe; wierzch ciała płowo-rudy z białemi plamami, spód czarny:

Chomik lub Skrzeczek, Cricetus frumentarius Pall.

b Ogon równy długości ciała, prawie nagi:

aa. Ciało z ogonem dłuższe jest od 25 *cm* Ogon złożony z 200 i wyżej obrączek.

1. Ogon nieco krótszy od ciała; uszy równe trzeciej części długości głowy, przygięte nie dostają do oczu. Wierzch szaro lub płowo rudy, spód biały. Obrączek w ogonie 200—210. *Szczur wędrowny Mus decumanus Pall.*

2. Ogon nieco dłuższy od ciała; uszy równe połowie długości głowy, przygięte dostają do oczu. Wierzch czarniawo-brunatny, spód ciemno popielaty. Obrączek w ogonie 250—260. *Szczur śniady Mus rattus L.*

bb. Ciało krótkie, wraz z ogonem nie dochodzi do 25 *cm.* Obrączek w ogonie do 150.

α. Myszy długouche. Uszy równe połowie długości głowy, przygięte przykrywają oczy.

1. Jednobarwna. Wierzch ciała popielaty lub płowo-szary przechodzi nieznacznie w jaśniejszy spód. Ogon tak długi jak ciało, dochodzi 6—8 *cm.* *Mysz domowa Mus musculus L*

2. Dwubarwna. Grzbiet brunatny lub bury, spód biały wyraźnie odznaczony. Tylne nogi o wiele dłuższe niż przednie. Ogon (8—10 *cm.*) jest krótszy od ciała (10—12 *cm.*). *Mysz leśna lub wytokowa Mus sylvaticus L.*

β. Myszy krótkouche. Uszy równe trzeciej części długości głowy, przygięte nie przykrywają oczu:

1. Dwubarwna. Grzbiet żółtawo-brunatny, spód i stopki białe; ogon równy długości ciała, dochodzi do 6 *ctm.* *Mysz drobna lub badylarka Mus minutus Pall.*

2. Trójbarwna. Grzbiet brunatny z czarną podłużną pręgą, spód i stopki białe. Ogon (8 *cm.*) od spodu białawy, krótszy od ciała (10 *cm.*). *Mysz zbożowa Mus agrarius Pall.*

II. Zwierzątka z krótką wciśniętą głową, krótkim tępym pyszczkiem, uszami ukrytemi prawie w sierci. Ogon pokryty włoskami. Zęby z pryzmatycznemi fałdami szkliwa. Trzonowe zęby bez korzeni. Nogi tylne i przednie równe

Rodzina Nornicowate Arvicolidae.

A. Uszy wystają z sierci, równe są połowie długości głowy. Ogon dochodzi połowy długości ciała (6—9 *cm.*). Grzbiet brudno-rudy, spód biały. *Nornica ruda, karczownica, Arvicola glareolus Schreb*

B. Uszy wystają z sierci, są krótsze niż połowa długości głowy.

a. Uszy równe są $^1/_4$ długości głowy, ukryte w sierci. Jednobarwna; wierzch brunatny ciemniejszy, spód jaśniejszy. Ogon dochodzi połowy długości ciała (15 *cm.*), częściej dłuższy. *Szczur wodny lub nornica wielka Arvicola amphibius L.*

b. Uszy równe $^1/_3$ długości głowy, wystają nieco z sierci. Ogon równa się $^1/_3$ długości ciała.

aa. Uszy równo uwłosione. Samica z 8 sutkami. Grzbiet piaskowo popielaty, z boków jaśniejsza, spód szaro-biały. Długość ciała 7—12 *cm.* *Nornica lub mysz polna Arvicola arvalis Pall.*

bb. Między podstawą ucha i zewnętrznym brzegiem widoczna jest smużka dłuższych włosów.

1. Samica z 8 sutkami. Smużka włosów usznych uboga. Grzbiet czarniawy lub brunatno rudy, spód popielato biały. Długość ciała 10 *cm* *Nornica bura Arvicola agrestis L.*

2. Samica z 4 sutkami. Smużka włosów usznych wyraźna. Grzbiet ciemny czarniawo-bury, przechodzi w ciemno popielaty spód. Długość ciała dochodzi 9 *cm.* *Nornica łąkowa, darniówka, Arvicola subterraneus de Selys.*

Z pośród wymienionych w powyższej tablicy gatunków, za myszy uważane są: mysz domowa (Mus musculus), mysz leśna (Mus sylvaticus), mysz drobna (Mus minutus), mysz zbożowa (Mus agrarius), nornica ruda (Arvicola glareolus), nornica polna (Arvicola arvalis), nornica bura (Arvicola agrestis) i nornica łąkowa (Arvicola subterraneus), i tym poświęcone jest niniejsze opracowanie. Spokrewnione Mus decumanus, Mus rattus i Arvicola amphibius uważane są pospolicie za szczury.

Nie wszystkie myszy są w równej mierze pospolite i szkodliwe, zależy to w znacznej mierze od ich mnożliwości i sposobu życia.

Mysz domowa spotyka się zwykle w zabudowaniach mieszkalnych, śpichlerzach i żywi się roślinnemi i zwierzęcemi pokarmami. Z domostw w lecie przechodzi w pola i do ogrodów. Nie robi znacznych szkód, lecz z powodu niszczenia potraw, ubrań, papierów, jest dokuczliwą. Po 3 tygodniowej ciąży wydaje 3—5 razy rocznie 5—8 potomstwa, które po 2 miesiącach dojrzewa i daje początek nowym pokoleniom.

Mysz leśna żyje w lasach przeważnie liściastych, w lecie wychodzi w pola w pobliżu lasów położone i robi szkody w zbożach, w zimie często podąża do gumien i domów, skąd usuwa mysz domową, gdyż jest od niej silniejszą. W lasach i polach gromadzi zapasy w norach pod pniami i w dziuplach drzewnych; niszczy wschodzące dąbki i buki, zjada ptaki śpiewające pożyteczne w leśnictwie i rolnictwie i niszczy ich gniazda; żywi się też liszkami i kokonami szkodliwych owadów np. Sówki choinówki (Trachea priniperda). Płodzi 3 razy do roku po 4—6 młodych, które dojrzewają dopiero w następnym roku.

Mysz drobna przebywa nad brzegami łąk i w wilgotnych zaroślach, rzadziej w polach i ogrodach; spotyka się często pod

snopami i dla tego zwą ją żniwiarką; w jesieni kryje się pod sterty i do zabudowań. Żywi się częściami roślinnemi i ziarnem, najchętniej owsem. Gniazdo robi z trawy, mchu i liści zawieszone na badylach, w niem składa 3—4 razy rocznie po 5—8 młodych.

Mysz zbożowa w Europie nie posuwa się na południe niżej po za Ren i Lombardyę; w środkowej i północnej Europie jest pospolita, przekłada równiny nad miejscowości górzyste. Żywi się ziarnem, jarzynami, okopowiznami, owadami i robakami. Robi na zimę zapasy w norach w ziemi. Jest mnożna i często wskutek tego szkodliwa.

Mysz lub nornica ruda (karczownica) dosyć rzadka, najmniejsza ze wszystkich, przebywa nad brzegami lasów wilgotnych, w pobliżu strumyków, na karczunkach pod karpami; żywi się przeważnie mięsnymi pokarmami. Mnoży się 3—4 razy rocznie, wydając po 4—8 sztuk potomstwa. Szkód widocznych nie robi.

Mysz lub nornica bura właściwa jest Europie północnej, żyje w zaroślach i lasach w pobliżu wód, żywi się korzonkami, gałązkami, ziarnami, owadami i robakami. W zimie zachodzi w podwórza i do domów. Nie jest bardzo pospolita i szkód wielkich nie robi. Mnoży się 3—4 razy do roku, wydając po 4—7 sztuk młodych.

Mysz lub nornica łąkowa (*darniówka*). Pospolita na łąkach, w pobliskich polach i ogrodach; gnieździ się na kępach. Szkody robi w jarzynach, które zjada i wciąga do nór. Niezbyt płodna i narażona na wylewy w pobliżu wód i łąk, nie sprawia w rolnictwie znacznych szkód.

Mysz lub nornica polna rozpowszechniona wszędzie, zamieszkuje niziny i góry, posuwając się w Alpach do 2000 *m.* wysokości. W lecie żyje w polach i lasach w miejscach suchych. Buduje gniazda w norach podziemnych opatrzonych płytkimi chodnikami i 6 otworami. W nich gromadzi zapasy. Żywi się pokarmami roślinnymi: ziarnem, korzeniami, liśćmi, świeżemi łodygami, jarzynami, owocami, jagodami, chętnie zjada orzechy i bukiew. Podczas dojrzewania zbóż podcina źdźbła, obgryza kłosy i zawłóczy je do gniazd; po sprzętach zbiera resztki kłosów z pola. W lasach zbiera głóg, jałowcowe jagody, żołędzie, orzechy. Jest bardzo szkodliwa gdyż przy wielkiej żarłoczności dla nasycenia której potrzebuje spożyć znaczne ilości pokarmów, wiele roślinnych części składa w norach na zapas. W jesieni dąży do stert i gumien. W latach suchych i ciepłych rozmnaża się obficie, zimna i dżdżysta pora nie sprzyja jej rozmnażaniu. W ciągu roku wydaje 3—5 pokoleń, każde złożone z 6—10 młodych. Dzięki tej nadmiernej płodności w niektórych latach przy sprzyjających warunkach występują prawdziwe mysie epidemie i plagi, które szerzą zniszczenie w polach od wiosny do jesieni.

Z wyliczonych 8 gatunków myszy, największe szkody w rolnictwie sprawiają nornica polna (Arvicola arvalis) i mysz zbożowa (Mus agrarius), za nimi idą inne mniej dotkliwie dające się nam we znaki. Myszy, jak wogóle wszystkie drobne zwierzęta, są nadzwyczaj płodne i stale zrządzałyby nieobliczone straty, gdyby ich rozmnażaniu nie kładły tamy mrozy wiosenne, zimna, ulewy, dżdżysta, zmienna wiosna i wiele wrogów z królestwa zwierzęcego jak lisy, łasice, gronostaje, tchórze, kuny, jeże, sowy, myszołowy, jastrzębie, błotniaki, wrony i inne.

Crampe na podstawie znajomości życia i obyczajów myszy, zrobił dokładne obliczenie do jakich bajecznych rozmiarów w sprzyjających warunkach dochodzi rozradzanie się myszy. Wyjątkową tę mnożliwość zawdzięczają myszy temu, że wśród nich zawsze liczebną przewagę mają samice nad samcami, że samice płciowo nadzwyczaj szybko bo w 2 miesiące po urodzeniu dojrzewają, że każdy pomiot przynosi 6—10 młodych stworzeń, które w tym samym roku mogą wydać na świat kilka nowych pokoleń.

Para myszy która szczęśliwie przetrwała zimę, w następujący sposób rozradza się na wiosnę. Przy sprzyjającej pogodzie pierwszy pomiot samica wydaje 15 kwietnia złożony z 7 młodych mysiąt (5 samic 2 samce). Drugie parzenie starej pary następuje 22 kwietnia, z którego pomiot przypadający 22 maja dostarcza znowu 5 samic i 2 samce. Zwykle wydawszy na świat drugie pokolenie stare myszy zdychają, a miejsce ich zajmują samiczki ulęgnięte 15 kwietnia, które dojrzewają 15 czerwca, parzą się i każda daje pomiot 15 lipca złożony z 4 młodych; 29 sierpnia następuje drugi pomiot, dostarczający z każdej samiczki po 5 mysiąt; 6 października trzeci wydający po 6 mysiąt. W ten sposób samiczki z pierwszego pokolenia, które wydała para starych myszy, wydadzą 15 lipca—20 sztuk, 29 sierpnia—25, a 6 października—30 sztuk. Samiczki z drugiego pomiotu starej pary dają pierwsze potom-

stwo złożone z 4 młodych—22 sierpnia; z 5 młodych 29 września, a czasem trzecie w listopadzie. Często bardzo pokolenie ulęgnięte 15 lipca z potomstwa starej pary wydaje jeszcze prawnuki; zwykle z 20 mysiąt wtedy urodzonych 16 jest samiczek, które wydając po czworo młodych dostarczają w październiku 64 mysiąt.

O ile jeszcze wzrośnie liczba myszy powstałych z jednej pary jeżeli ta zamiast 2 pokoleń wyda trzy, albo jeżeli wskutek ciepłej pory mnożenie może się odbywać jeszcze w listopadzie.

Poznawszy w ten sposób płodność i mnożliwość myszy łatwo zrozumiemy zkąd powstawały wspominane w średnich wiekach deszcze mysie i czemu przypisać należy często powtarzające się mysie plagi.

W r. 1813 i 1814 w Anglii myszy spustoszyły ogromne obszary zasadzone młodemi drzewkami. W r. 1822 w Niemczech panowała taka mysia plaga, że w ciągu dwóch tygodni w okręgu Zabern wyłapano ich 1.570.000, w okręgu Nidda 590.000, w okręgu Putzbach 272.000. W r. 1856 między Gothą i Erfurtem z powodu rozmnożenia myszy trzeba było w ciągu kilku dni zaorać 12,000 akrów pól. W Holandyi w prowincyi Groningen w r. 1857 na hektarze powierzchni pług wyorywał 6.720 myszy, ileż dopiero zdołało się ukryć lub zostało nietkniętych w głębszych warstwach. Na Szląsku pod Wrocławiem myszy tak opanowały pola, że łowienie ich stanowiło zyskowne zajęcie dla robotników, gdyż fabryka sztucznych nawozów płaciła feniga za tuzin dostarczonych myszy, a jeden człowiek z łatwością 1400—1500 sztuk dziennie mógł złapać. Podobne epidemie występowały w Niemczech w latach 1861, 1872, 1873 i 1893; we Francyi 1880, 1884 i 1893. W Tessalii w r. 1866 myszy zniszczyły zupełnie zboża, podobna klęska groziła w 1893 r., ale zapobiegło jej szczepienie tyfusu mysiego Löfflera. Ogromne szkody zrządziły myszy w zbożach na polu i w stertach w r. 1894 w południowej Rosyi, na Ukrainie, Podolu, a u nas w pow. miechowskim i stopnickim gub. kieleckiej. W Galicyi sprawozdanie Wydziału Krajowego przedstawione sejmowi w r. 1895 wykazuje, że w 23 powiatach w 308 gminach wiejskich opanowanych było 97,700 morgów, do których dołączywszy równą ilość strat na obszarach dworskich poniesionych, otrzymamy 200.000 morgów dotkniętych mysią plagą.

Rzadko myszy robią duże szkody na wiosnę, gdyż większość ich ginie w jesieni i zimie od zimna, deszczów i mrozów; jeżeli jednak łagodna zima pozwoli im przechować się w znaczniejszej ilości, plaga występuje wczesną wiosną. Rzucają się na oziminy, koniczyny i łąki, podgryzają młode roślinki i zjadają, a po nasyceniu głodu zawłóczą do nor takie ilości, że często w norze można znaleźć 0,5 *kg.* zapasów, które po uschnięciu zastępują wciąż nowemi. Co oszczędziły myszy nie zjadłszy, niszczeje z powodu podgryzionych korzeni, które podcinają myszy robiąc nory z licznemi kurytarzami i przejściami. Pola, łąki i pastwiska są tak podziurawione, że ludziom i inwentarzowi przy stąpaniu zapadają się nogi. Jeżeli klęska przybrała z wiosny duże rozmiary, to często trzeba zaorywać pola i obsiewać jarzynami, jeżeli im nie grozi ten sam los. Zwykle straty są mniejsze, ale zawsze ujemnie na rezultat sprzętów wpływają.

Częściej daleko klęska mysia zaczyna się w lipcu i sierpniu. Wtedy najwięcej szkód zrządzają myszy w zbiorach dojrzewających, które przygniatają do ziemi i objadają z kłosów lub też podcięte źdźbła i kłosy wciągają do nor. Po żniwach opanowywują złożone zboże w sztygach, kopach i stertach. Sterty często tak znurtują, że w zimie przy ich zwózce zamiast słomy ze zbożem znajdujemy sieczkę. W Rosyi w r. 1894 podczas młocki stert, w snopach taka ilość bywała myszy, że cepy młocarń krwią się zabarwiały. W ogóle o pladze mysiej ten mieć tylko może wyobrażenie, kto śledząc jej postępy i skutki ocenił choć w przybliżeniu ten ogrom strat i szkód, jaki mała mysz polna zrządzić jest w stanie. Zniszczywszy pola w jednem miejscu, przechodzą myszy w sąsiednie okolice, wolne od tej plagi, krocząc przez góry i przepływając rzeki, nie odbywają jednak dalszych wędrówek. Zwykle klęska mysia kończy się w jednym roku i nie grozi już w następnym. Przyczyny tego zjawiska są rozmaite. Najbardziej wpływa na to osłabienie jakiemu ulegają myszy przez nadmierne rozmnażanie się i przez brak odpowiednich i w dostatecznej ilości pokarmów. W jesieni nie mając zboża na polu, rzucają się myszy na okopowizny, które w skutek swej wodnistości wywołują epidemiczne rozwolnienie niszczące ich tysiące. Osłabienie spowodowane brakiem pokarmów jest doskonałym gruntem do rozwoju różnych chorób zakaźnych, wśród których zapalenie śle-

dziony i parch dominujące zajmują miejsce. Na osłabione myszy rzucają się pasorzyty, wszy, świerzbowce, które znacznie przerzedzają ich szeregi przed zimą. Jako ostateczny objaw wyczerpania się występuje albinizm, którym z myszy w jesieni urodzonych często połowa jest dotknięta. Badania Crampe'go wykazały, że w latach mysich klęsk w skutek nienormalnego rozmnażania się, myszy rozwijają się słabo i tylko przed zimą dojrzewa i dorasta do zwykłej miary (12 *cm.*) pokolenie zrodzone w początkach wiosny, myszy z innych pokoleń są małe, bo zaledwie do 7 *cm.* dorastają, a w skutek tego słabe i przed zimą giną z głodu lub szerzących się chorób. Wszystkim tym przyczynom przypisać należy ogólnie obserwowany w okolicach mysią plagą dotkniętych objaw, że zwykle w jesieni myszy nie niszczone i nie prześladowane same giną i w następnym roku szkód nie wznawiają.

Trudno jednak oczekiwać, aż natura sama w spóźnionej porze okaże pomoc rolnikowi i uwolni go od nieproszonego gościa. Zapobiegliwy i dbały rolnik widząc grożącą plagę powinien wcześnie przedsiębrać środki zaradcze, aby stawić tamę rozwojowi klęski i wpłynąć na zmniejszenie przypuszczalnych strat; chcąc jednak, żeby przedsiębrane środki rzeczywiste przyniosły rezultaty, nie należy poprzestawać na usiłowaniach pojedynczych osób, niszczących myszy w swych majątkach. Tą drogą otrzymane dane bardzo często prowadzą do fałszywych wniosków o skuteczności stosowanych środków, gdyż zamiast usuniętych myszy z sąsiednich pól w ich miejsce wkraczają nowe i rezultat ostateczny okazuje się ujemnym. Aby więc niszczenie myszy jakąkolwiekbądź metodą rzeczywiście dobre skutki przyniosło, konieczną jest organizacya zbiorowej akcyi w okolicy dotkniętej plagą i przeprowadzenie niszczenia równocześnie we wszystkich opanowanych przez myszy miejscowościach. W Saksonii i Oldenburgu częsta w tym względzie potrzeba wyrobiła taką stałą rutynę, że z chwilą ukazania się zwiększonej ilości myszy drobni właściciele łączą się w związki lokalne (Ortsverbände), gminy i znaczniejsze dobra w związki gminne (Gemarkungsverbände), i kierunek nad wspólną akcyą, powierzają naczelnikowi związkowemu do tępienia myszy. Okolice dzieli się na części i w ciągu kilku dni wszędzie zakłada trucizny lub inne szerzące zniszczenie środki.

Środków do zapobiegania zbytniemu rozmnożeniu się i niszczenia myszy posiadamy bardzo wiele, ale mało z nich może mieć w praktyce poważne i pomyślnym rezultatem zakończone zastosowanie. Jedne są za drogie, inne niewykonalne, inne wreszcie trują myszy, ale jednocześnie szkodzą ludziom, zwierzętom domowym i naturalnym wrogom myszy ze świata zwierzęcego, które rolnik ochraniać powinien. Z tego też względu kiedy w r. 1883 Wrocławskie Towarzystwo Rolnicze ogłosiło konkurs na wynalezienie taniego a skutecznego przeciw myszom środka, specyalnej komisyi wybranej do oceny proponowanych rad przedstawiono 362 środki, ujęte w 17 ogólnych metod, ale żadnej z nich nie przyznano nagrody. Zestawiając bardziej rozpowszechnione środki niszczenia zgrupować je możemy w 3 większe działy i środki mechaniczne za pomocą uprawy roli, wyłapywania i t. p., środki chemiczne czyli trucizny, i chorobotwórcze za pomocą szerzonia epidemij wywoływanych przez bakterye.

W liczbie środków mechanicznych pierwsze miejsce zajmują rozmaitego rodzaju więcej lub mniej pomysłowe pułapki, które mogą mieć tylko zastosowanie w domach, gumnach i ogrodach. Pomijając ich opisy wspomnę o najbardziej rozpowszechnionej hohenheimskiej pułapce i czeskiej pomysłu H. Schön w Słupnicach, która od 1882 r. szerokie zyskała zastosowanie, gdyż przy taniości może w ciągu nocy schwytać 40—50 myszy. W miejscach gdzie myszy stale przechodzą, w polach, w bruzdach i przegonach kopie się doły okrągłe (węższe u góry (18 cm. średnicy), u dołu rozszerzające się (do 25 cm. średnicy) na 60 *cm.* głębokie; myszy przechodząc wpadają i nie mogą się wydostać. Skupienia stert w podwórzu i w polach okopują rowem ze stromemi ścianami na 35 *cm.* szerokim, w którego gładkiem dnie wkopują się garnki polewane o średnicy równej szerokości rowu, tak żeby wierzch garnka wkopany był w ziemię równo z poziomem dna rowu. Myszy chcąc się dostać do stert wpadają w rów, a szukając zeń wyjścia wpadają w garnki z których co kilka dni złapane usunąć można; często nawet łapią się w ten sposób myszy zamieszkałe w stertach, które podczas suszy lub mrozu pragnąc zaspokoić pragnienie wydalają się ze stert i wpadają w rów. Nawodnienie pól i łąk niszczy mnóstwo myszy, które pływające łatwo wyłapać, lecz o ile może być czę-

ściej stosowane do łąk, o tyle rzadko można niem w polach rozporządzać.

Ze środków niszczących myszy przy uprawie roli wspomnieć muszę o walcowaniu dotkniętych myszami pól walcem ciężkim nabitym gęsto gwoździami, które wtłaczając się w ziemię zabijają myszy. Przy orce pól opanowanych mysią plagą należy za pługami posyłać ludzi do łapania lub zabijania wyoranych myszy; przez poruszenie powierzchni zbitej ułatwia się jednocześnie odnajdywanie ich wronom, sowom, lisom, łasicom, myszołowom i innym zwierzętom i ptakom.

Środki chemiczne są względnie skuteczne, lecz mają tę wadę, że przy ich stosowaniu narażamy na możność otrucia się ludzi, zwierzęta domowe i dzikie, pożyteczne dla rolnika. Zapobiega się częściowo tej niedogodności przez głębokie zakładanie trutek w norach, lecz otrute myszy i w tym wypadku chcąc odetchnąć świeżem powietrzem wychodzą na powierzchnię ziemi i zdychają. Wtedy trzoda chlewna, ptactwo i mysi wrogowie ze świata zwierzęcego zjadają je i zatruwają się. W każdym razie zwierząt domowych na zatrute pola można przez jakiś czas nie wpędzać, a nie mając innych sposobów na pogotowiu, często do trucizn uciekać się musimy.

We Francyi, Hiszpanii i Portugalii stosują przeciw myszom cebulę morską (Scilla maritima L.) rosnącą nad brzegami morza Śródziemnego; preparat ten ma tę wyższość nad innemi, że wyższym organizmom, spożyty nawet w znaczniejszej ilości, nie szkodzi. Cebulę kraje się w kawałki i smaży się w szmalcu i maśle, następnie rozkłada się po norach lub w ich pobliżu.

D-r Jurmtschek poleca (Wien. Land. Zeit. 1894 p. 873) następujący przepis na trutkę strychninową. 19 *kg.* pszenicy oblać należy roztworem 30 *gr.* azotanu strychniny rozpuszczonym w 3.500 cm^3 gorącej wody; do tego dolewa się 200 *gr.* rozcieńczonego kwasu octowego i zostawia się w naczyniu na 2 dni. Następnie odlewa się wodę i ziarno przemywa się w 20 *l.* wody ciepłej, suszy się i barwi barwnikiem rzucającym się w oczy; dla dodania smaku można ziarno obsypać 400 *gr.* miałkiego cukru. Koszt przygotowania tej porcyi wynost 2,5—3,0 rs.

A. Wasmuth obserwując, że myszy przed spożyciem usuwają osłonę ziarna, na której zwykle osadza się trucizna, używa do zatrucia ziarn łuskwionych i skiełkowanych. Skiełkowane ziarna myszy chętniej jedzą, gdyż w skutek zamiany krochmalu na dekstrozę, takowe są smaczniejsze. Na 1 *kg. wyparzonego* owsa bierze się 400 cm^3 gorącej wody w której rozpuszczono 2 *gr.* azotanu strychniny; po kilku godzinach odcedza się płyn, dodaje się 2 *g* sacharyny, barwi się fuksyną na czerwono i suszy się przy 30—35° C. W ten sposób otrzymana trutka nosi miano *Saccharin-Strychnin-hafer* i przygotowuje ją do sprzedaży handlowej firma A. Wasmuth C°. Hamburg-Offensen. Paczki zawierające 5 *kg.* sprzedaje po 7,5 marek; w większych ilościach np. 100 *kg.* po 129 marek. Ponieważ trutka ta jest bardzo trująca dla inwentarza i ludzi, więc zakłada się ją w nory głęboko za pomocą specyalnych przyrządów, strzelb Kretschmera (Giftleger), które mogą być używane do zakładania i innych suchych trutek zbożowych. Przyrząd ten ma kształt fuzyi i składa się z rozszerzonej części w kształcie butelki w której się umieszcza ziarno; część ta łączy się z długą rurką blaszaną do której za pomocą sprężynowego cyngla wpuszcza się ziarno z rozszerzonej kolby. Koniec rurki kładzie się w norę i pociąga palcem za sprężynę, w tej chwili część owsa z kolby przedostaje się do rurki, a z niej do nory. (Patrz Enc. Roln. Machiny i narzędzia rolnicze t. VI str. 229). Sacharin-strychnina wypróbowaną została w 1893 r. z doskonałemi rezultatami w Gesteemünde i Lehe w Hannowerze, gdzie zastosowano zbiorowe niszczenie myszy na znacznych przestrzeniach. Pole za pomocą chorągiewek dzieli się na pasy 3—4 metrów szerokie; każdym pasem idzie robotnik i zakłada trutkę tylko w te nory, które myszy po zadeptaniu i przykryciu poprzedniego dnia, na nowo odkryły. Po 14 dniach powtórzyć należy trucie lecz tylko w zamieszkałych norach. Koszt niszczenia zależny jest od ilości nór, w zwykłych warunkach na *ha* wynosi 55 kop. do 1 rs.

Arszenik znajduje też zastosowanie przy truciu myszy. C. Dietrich w szkółkach leśnych i zagajnikach z dobrym skutkiem używa następującego sposobu. Rozerzniętą marchew wzdłuż na 2 części posypuje z wewnątrz arszenikiem i złożoną zakłada w ziemię; myszy zjadając marchew szybko się trują. Kuźmienko w Rosyi stosował inną metodę: 3 *kg* arszeniku i 1 *kg* krochmalu rozgotowywa w 5 litrach wody i płynem tym zlewa 40 *kg* pszenicy, który rozkłada po norach. Crampe zaleca węglan barytu w formie ciasta. W tym celu bie-

rze 1 *kg* węglanu barytu, świeżo otrzymanego z działania sodą na chlorek barytu, i 4 *kg* mąki pszennej. Z zagniecionego ciasta robi kulki kształtu i wielkości grochu i te umieszcza w norach. Myszy po zjedzeniu dostają paraliżu tylnych kończyn i niemogąc wyjść z nór tamże zdychają. W ten sposób trucizna ta nie szkodzi innym zwierzętom.

Zastosowanie fosforu do trucia myszy wydaje też dobre rezultaty; używamy go w kształcie pigułek lub w postaci rzadkiej papki w której maczają się słomki zakładane w nory. Pigułki zwykle dają słabsze wyniki, gdyż tylko w świeżym stanie działają i myszy nie zbyt chętnie je spożywają. Do trutki należy wziąć na 1 *kg* krochmalu rozpuszczonego i ogrzanego do 43° C kawałek fosforu wagi 25—30 *g.*; fosfor ten ostrożnie się wpuszcza w rozgrzany krochmal i miesza dopóki się nie rozpuści. Żeby się fosfor nie utleniał, do papki możemy dolać gliceryny. W rzadkiej tej papce macza slę słomki długości 20 *cm* i po kilka zakłada się w świeżych zamieszkałych norach mysich, poczem wszystkie otwory starannie się zadeptuje. Myszy papki ze słomek nie jedzą, lecz przechodząc walają sobie zatrutym krochmalem futerko, które czyszcząc, zlizują trutkę i padają ofiarą jej działania.

Zalecają też nalewanie do nor smołowcu lub smoły gotowanej, której zapachu i smaku myszy nie znoszą i pola opuszczają.

Usuwanie myszy za pomocą siarku węgla w stanie parów stosowane przy pomocy specyalnej machiny daje ujemne rezultaty; pomyślniejszych wyników spodziewać się można z zakładania w nory kulek waty nasyconych płynnym siarkiem węgla.

Z mieszkań myszy wypędza zapach kamfory, dziegciu i chlorku wapnia.

Metody chorobotwórcze. Badania Hansena, Gade'go i Nielsen'a dowiodły że pierwsze bezwiedne zastosowanie zarazkow chorobotwórczych do zabijania zwierząt odnosi się do XII wieku. Rybacy norwescy od tego czasu używają do zabijania wielorybów„ strzał śmierci“, któremi trafiają w grzbiet wieloryba. W 24 — 36 godzin rozwija się choroba która tak osłabia zwierzę, że z łatwością daje się złapać. Zadane rany przepełnione są bakteryami będącemi przyczyną choroby wywołującej osłabienie wieloryba.

Pierwszą myśl stosowania zarazków chorobotwórczych do niszczenia myszy odnieść należy do 1839 r. kiedy stwierdzono, że parch mysi wywołuje grzybek Achorion Schoenleinii, który niszczy skórę i tkankę łączną i wywołuje śmierć. Myszy łatwo się od siebie zarażają, tem bardziej że zdrowe napadają i zagryzają chore osobniki; w ten sposób ułatwia się roznoszenie zarazy. W praktyce trudno to zastosować, gdyż choroba trwa dość długo i nie kładzie tamy pladze od razu.

W r. 1878 Robert Koch wykrył gnilne zakażenie myszy (Septicaemia murium) które po 2—3 dniach wywołuje śmierć u myszy domowych i białych; polne i leśne zachowują się odpornie.

W r. 1889 dr. J. Karliński wyhodował drobnoustrój, który myszy zabijał w 48 godzin, a później Pfeiffer, Klein wyodrębnili wielopostaciowe bakterye chorobotwórcze dla myszy, ale nie zastosowali tych chorób dla ich tępienia.

Równocześnie, bo w 1889 r., w Gryfii F. Loeffler zauważył epidemię wśród białych myszy, w następstwie której 70% dotkniętych chorobą zdychało. W 1890 w Październiku kiedy choroba się ponowiła, zbadał ją anatomicznie i bateryologicznie i wydzielił zarazek który był przyczyną epidemii tyfusu mysiego. Doświadczenie wykazało, że zarazkowi ulegają myszy domowe, leśne, nornice, prócz jednej myszy zbożowej z ciemną pręgą na grzbiecie. Spożycie bakteryj tyfusu mysiego zwierzętom domowym i dzikim nie szkodziło. Jednocześnie zaobserwowano że chore myszy przenoszą chorobę na inne, gdyż żywe zjadają zdechnięte, a często zarażają się przez zetknięcie. Dzięki temu wpadł Loeffler na pomysł zastosowania tyfusu mysiego do niszczenia myszy. W Marcu 1892 r. po ogłoszeniu tej metody Loeffler z asystentem swym Ablem mieli możność wyprobować skuteczność zarazka na myszach w Tessalii. Wezwani przez rząd, przy jego pomocy przeprowadzili niszczenie myszy tą drogą i otrzymali doskonałe rezultaty: spotykano wszędzie myszy martwe lub dotknięte chorobą, a w Maju otrzymali telegram z podziękowaniem że rezultaty są wszędzie wyborne, a kraj jest im wdzięczny.

Dzięki temu zarazek Loefflera odrazu się spopularyzował i znalazł szerokie zastosowanie. Stosując go otrzymali dobre rezultaty Mohrin, Braun, Wyższa szkoła Weterynaryi w Berlinie, Strauch w Neisse, Zarząd Wojskowy w Saksonii przy oczyszczaniu wielkich baraków obozowych, Karol Kornauth w Austryi i wielu innych. W r. 1893 w Hanowerze w okręgu Lehe

po dwukrotnem zakażeniu myszy, szkody ogromnie się zmniejszyły. U nas produkcyę zarazku Loefflera rozwinął Dr. Wł. Palmirski, a skuteczność jego stwierdził Dr. A. Sempołowski i wielu innych.

W Galicyi po próbach dokonanych przez Sochaniewicza i Szpilmana na wniosek Stanisława hr. Dzieduszyckiego sejm uchwalił polecenie do Wydziału Krajowego aby wprowadził przymusową ustawę o tępieniu myszy i ten ostatni za najwłaściwszy środek uznał zarazek Loefflera.

W r. 1893 władze państwowe w Bawaryi zaleciły powszechne stosowanie zarazku. Udatnych i pomyślnym skutkiem uwieńczonych usiłowań w wytępieniu myszy zarazkiem Loefflera nie podobna tu wszystkich wyliczać. Przeciw wartości zarazka tyfusu mysiego podnosili głos Prof. Lüpke ze Stuttgardu, Mereżkowski i Komisya angielska do oceny jego powołana, Zarzuty streszczają się w tem, że nie wszystkie myszy się zarażają, że słabe giną, a mocne są odpornemi; że zakażenie przez trupy i zetknięcie się jest nieznaczne, że myszy dotknięte tyfusem długo chorują bo często do 2 miesięcy, że w Tessalii skutek był pomyślny, bo tam jest Arvicola Güntheri wrażliwsza na zarazek niż mysz polna, że jest za kosztowny, gdyż przechodzi wartość strat przez myszy zrządzonych. Mimo to liczne głosy utrwaliły i ustaliły opinię rzeczywistej wartości zarazka i dziś zjednał sobie wybitne miejsce wśród środków do niszczenia myszy stosowanych. Każde bakteryologiczne laboratoryum przygotowuje go, przez to znacznie staniał i ułatwioną została możność jego nabycia.

Sposób postępowania przy zarazku Loefflera jest następujący: Jeżeli zarazek jest w rurce na agar agarze, to należy ją do $^2/_3$ objętości napełnić przegotowanym i ostudzonym roztworem z łyżeczki soli kuchennej na 1 litr wody. Rozpuszczony zarazek wylewa się a nierozpuszczone części rozciera palcami. Czerstwy chleb biały kraje się w kawałki kwadratowe 1—2 *cm.* i wrzuca na 2 minuty w ten płyn. Wyjęte kawałki służą do zakażania nor mysich. W litrze płynu nasycić można do 1000 kawałków chleba, mogących wystarczyć do zakażenia $^1/_4$—1 *ha*. Zarazek rozkłada się przed wieczorem, w norach zamieszkałych przez myszy, omijając opuszczone. Po 14 dniach ponownie sprawdza się które nory są zajęte przez myszy i w tych powtórnie zakłada się zarazek. Szerzenia tyfusu mysiego najlepiej dokonywać wiosną lub w jesieni, kiedy myszy względnie mało mają pożywienia, w lecie bowiem przy obfitości pokarmów mogą zostawić chleb nietkniętym. W porze suchej epidemia tyfusu mysiego szerzy się lepiej niż w mokrej, myszy po paru dniach wychodzą na powierzchnię ziemi ospałe i giną stając się ofiarą prześladujących je ptaków i ssących; zdechłe w norach często bywają zjadane przez towarzyszy, którzy wyjadają im mózgi. Przy niszczeniu zarazkiem myszy domowych chleb zakażony rozkłada się w norach lub w miejscach przrz myszy uczęszczanych. Trwałość zarazek Loefflera zachowuje do 6 miesięcy, ale świeży jest pewniejszy i silniejszy, przechowywać go należy w ciemnem pomieszczeniu i przy ciepłocie pokojowej, gdyż mróz i światło zabijają jego chorobotwórczą działalność. Jednak obserwacye dr. Palmirskiego wykazują że nawet zamrożony zarazek jest dla myszy szkodliwym. Na podstawie licznych dotychczasowych prób na szeroką skalę wykonanych, chcąc aby zarazek dał odpowiedni rezultat należy pamiętać: 1° aby był świeży, 2° aby nie był narażony na wpływ mrozu i słońca, 3° aby do zakażania brać chleb biały, bo czarny, razowym zwany, jest kwaśnym, a od kwasu bakterye łatwo giną, 4° aby kultury rozpuszczać w letnim roztworze wodnym, gdyż temperatura 65° C. zabija je. 5° aby tępienia dokonywać jednocześnie w całej dotkniętej plagą okolicy i to w porze kiedy myszy mało mają w polu pożywienia.

Nie brakuje jednak przykładów że zarazek Loefflera wygubił myszy w stertach, stodołach i w polach z dojrzałem zbożem, gdzie myszy miały dostateczną ilość pożywienia.

Ceny na zarazek Loefflera, z początku dosyć wysokie, obecnie znacznie się obniżyły. Pracownia dr. Wł. Palmirskiego w Warszawie przygotowuje hodowle bulionowe zarazka, któremi zlewa gotowaną pszenicę. 1 litr kultury bulionowej wraz z opakowaniem w cenie $2^1/_2$ rs. wystarcza do polania 6—8 *kg.* pszenicy, które mogą wystarczyć do zakażenia 1—3 włók przestrzeni. Należy tylko pamiętać, żeby pszenica po ugotowaniu była ostudzona, po zlaniu bulionem zarazkowym dobrze wymieszana i zostawiona na kilka godzin przed użyciem w ciepłem miejscu (przy piecu). Szczegółowe instrukcye jak postępować przy użyciu kultur mysiego tyfusu nabywanych z innych laboratoryów są zwykle dołączane, gdyż często w szczegółach przepisy te się różnią od ogólnej metody postępowania.

Wkrótce po odkryciu Loefflera dr. Hugo Laser w Królewcu w r. 1891 w laboratoryum bakteryologicznem obserwował epidemię wśród myszy; dotknięte nią nornice padały przed upływem sześciu dni, kiedy zarazek Loefflera zabija przeważną część nornic w 6—10 dni, a myszy domowe w 8—14. Mysz polna nie podlega zakażeniu. Wyosobniony zarazek Laser przygotował do tępienia myszy, stwierdziwszy że zwierzętom domowym nie szkodzi, owce tylko od niego chorują. Dla tego też radzi na pole w którem odbywa się tępienie myszy, owiec nie puszczać, a zakażony chleb lub ziarna zakładać głębiej w nory. Praktycznie metoda niszczenia myszy Lasera zarazkiem silniejszym od Loefflerowskiego wypróbowana została u hr. Konitza w Prusach Wschodnich w Mielnikach i w Budwisch w Prusach Zachodnich.

Jan Danysz kierownik laboratoryum parazytologii przy Bourse du Commerce w Paryżu w r. 1893 wyosobnił zarazek zbliżony do zarazka Loefflera i również zastosował do niszczenia myszy. Mysz zbożowa od niego nie ginie, zwierzętom domowym nie szkodzi. Na wiosnę niszczyć można myszy w Marcu i Kwietniu na 15 dni przed orką. W lecie zakładać należy w Sierpniu po zbiorach zbóż, a w polach zajętych okopowiznami w Październiku. Po pierwszem założeniu ginie 90—95% wszystkich myszy, choroba wywołana zarazkiem trwa 4—6 tygodni. Na 1 *ha* bierze się 3—10 próbowek (epruwetek) a koszt wynosi do 3 franków. Do drugiego zakażania które w 4—6 tygodni po pierwszem nastąpić winno, jedna porcya zarazka wystarcza na 2—3 *ha*. W praktyce zarazek ten z dobrymi skutkami wypróbowali J. Krantz dyrektor szkoły rolniczej w Marchines (dep. Meuse) na lucerniku i M. Dickson w Berthonval (dep. Pas de Calais); a znakomite rezultaty otrzymano przy niszczeniu myszy w departamencie Aube i w magazynach wojskowych w Amiens. W sprzedaży zarazek na myszy nosi miano Virus Nr. I lub Maeusevirus Nr. I dla odróżnienia od zarazka na szczury (Virus Nr. II lub Rattenvirus Nr. II).

S. Merežkowski w Rosyi wydzielił w 1893 r. zarazek z susłów które epidemicznie ginęły w Samarskiej gubernii. Kultury zarazka tego wywołują chorobę przewodów pokarmowych kończącą się śmiercią przed 12 dniem; nornice polne giną 5—7 dnia, najsilniejsze myszy w 7—10. Zarazek ludziom i zwierzętom domowym nie szkodzi. Do użycia na 2 *kg.* mąki żytniej należy brać 1 *kg.* bulionu z kulturami i zagniata się ciasto, z którego można zrobić do 1000 klusków.

W czasie wielkiej klęski mysiej, która nawiedziła południową Rosyę w 1894 r., Ministeryum Rolnictwa i Dóbr Państwa rozsyłało kultury zarazków Loefflera i Merežkowskiego i samo przedsiębrało niszczenie myszy w wielu miejscach w Chersońskiej gubernii. Zużyto wtedy 213 wiader czyli 2,624400 $cm.^3$ obu tych zarazków. Rezultaty z użycia zarazka Merežkowskiego były rozmaite, zależnie od umiejętności zastosowania go i od ilości pokarmów jakie miały myszy na polach podczas niszczenia. Z 26 nadesłanych sprawozdań w 15 widocznym jest dobry skutek, w 7 niezupełny, a w 4 ujemny.

W r. 1895 w pracowni dr. J. Szpilmana we Lwowie nowy zarazek na myszy wyosobnił Leon Żupnik, lecz o stosowaniu go w praktyce rolniczej nie mamy dotąd wiadomości.

Odkrycie Loefflera wytknęło nową drogę w metodach niszczenia myszy, która w wielu miejscach doskonałe dała rezultaty. Nieudatne próby wynikają najczęściej z niewłaściwego obchodzenia się z zarazkiem; w każdym razie środek ten zasługuje wszędzie na zastosowanie, jeżeli mamy do czynienia ze zwalczaniem myszy wśród których niewiele jest myszy zbożowych (Mus agrarius). Gdyby jednak ten mianowicie gatunek wywoływał klęskę, wtedy należy się uciec do trucia fosforowemi słomkami metodą Crampe'go.

Stanisław Chełchowski.

Myto (fr. Péage) oznacza opłatę ustanowioną jako wynagrodzenie za ułatwienie komunikacyi, jak np. za pobudowanie mostów, usypanie grobel na drogach zbyt nisko położonych, a stąd w pewnych porach roku trudnych do przebycia, urządzenie na większych, spławnych i żeglownych rzekach promów lub mostów otwieranych dla przepuszczania tratew i statków i t. p. Prawo pobierania myta należy albo do władzy zwierzchniczej, albo stanowi przywilej osób prywatnych, miast lub korporacyi, na mocy urzędowego nadania; nikt zaś nie ma prawa samowolnego ustanawiania i pobierania myta, chociażby własnym kosztem i staraniem przyczynił się do usunięcia przeszkód tamujących prawidłową komunikacyę.

Szczegóły historyczno-prawne, dotyczące myta w przeszłości, znajdzie czytelnik w „Volumina legum“ wydanie petersburgskie Jozafata Ohryzki, oraz w Statucie litewskim Rozdz. I, art. 29 i 30.

W Królestwie Polskiem, na mocy przepisów o utrzymaniu dróg, wydanych w dniu 19 czerwca 1870 roku, wszelkie myta drogowe zostały stanowczo skasowane, koszta zaś utrzymania istniejących i budowy nowych dróg, mają być pokryte z dochodów z innych źródeł; pozostały jeszcze w dawnej sile myta mostowe, jak np. w Płocku, Włocławku na Wiśle, Białobrzegach na Pilicy, oraz przewozowe przy promach, zwykle wypuszczane w dzierżawę.

W Prusiech myta drogowe pobierane są przez gminy, ponieważ na nich ciąży obowiązek utrzymywania dróg i mostów w porządku. W Austryi myta stanowią dochód skarbu.

N.

Nabiał patrz Masło, Mleczarnia, Mleczarstwo, Mleko, Ser.

Naftalina. Tem mianem oznaczamy jeden z bardzo ważnych węglowodorów, stanowiący produkt rozkładu wielu organicznych materyj, ogrzanych do temperatury żarzenia się; jest on składową częścią smoły z węgla kamiennego, znajduje się też w smole drzewnej i w dziegciu, w niewielkiej ilości także i w sadzach. Naftalinę można otrzymać w dużych, bezbarwnych, mocno połyskujących krystalicznych listkach, o mocnym, prawie odurzającym zapachu i palącym smaku. Topi się przy 79° C, wrze przy 217° C i osadza się na ścianach naczynia bez zmiany jako sublimat, ulatnia się już w zwykłej temperaturze i łatwo daje się przekroplić (destylować) razem z parą wodną. Ogrzewana na powietrzu pali się jasnym, mocno kopcącym płomieniem. W wodzie się nie rozpuszcza, natomiast rozpuszcza się bardzo łatwo w alkoholu, eterze i lotnych olejkach. Wzór chemiczny naftaliny jest C_{10} H_8, podług dawniej używanej metody C_{20} H_8. Naftalina daje początek wielu pochodnym związkom; z nich zasługują na uwagę te w których przez podstawienie (substytucyę) miejsce wodoru zajmują chlor, brom i kwas podazotny (nitronaftalina). W praktyce ma naftalina znaczenie z powodu barwników jakie się z niej otrzymują, mianowicie żółte, czerwone, brunatne, niebieskie i fioletowe, z trzech różnych produktów rozkładu: naftylaminy, kwasu ftalowego (barwniki resorcinowe) i nitronaftaliny; wyrób ich odbywa się też na większą skalę, sposobem fabrycznym. Dawniej wyrabiano z naftaliny kwas benzoesowy. W gospodarstwie, naftalina używaną bywa z dobrym skutkiem do natrzepywania obtartych karków wołom roboczym, ponieważ przenikliwa jej woń odstrasza muchy i wszelkie inne owady. Służy też jako środek ochronny od móli, dla futer i wyścielanych sprzętów pokojowych, chociaż należy przyznać, że wstrętna jej woń czyni użycie tak ochranianych od zniszczenia przedmiotów bardzo nieprzyjemnem.

Najemnik. W przeciwstawieniu do „parobków,“ czyli służby stałej zatrudnionej w gospodarstwie wiejskiem, *najemnik* stanowi siłę robotniczą, czasowo tylko, czyli w pewnych porach roku i w miarę chwilowej potrzeby, w temże używaną.

Inny też jest zgoła stosunek względem gospodarstwa, ze strony parobka, a inny— ze strony najemnika. Pierwszy, za stałe wynagrodzenie mające zaspakajać wszystkie jego potrzeby, oddaje na rzecz gospodarstwa cały swój czas i swoją pracę bez ograniczenia; podczas gdy drugi, albo pracuje dla gospodarstwa pewną liczbę godzin dziennie i pobiera zapłatę w stosunku do ilości zużytego na robotę *czasu* (najemnik dzienny), albo przy pewnej swobodzie rozporządzania swym czasem, otrzymuje wynagrodzenie w stosunku do ilości *uskutecznionej roboty* (najemnik wydziałowy).

Odmienne zasady powyższych stosunków wytwarzają znaczne różnice w znaczeniu dla gospodarstwa, służby stałej, a najemników. Zależność, w jakiej parobek zostaje względem gospodarza i ciągły wpływ tegoż na stałych służących, pozwala mu, stosownie do potrzeb produkcyi, rozporządzać

w zupełności ich czasem, oraz czyni każdego z nich odpowiedzialnym za skutki wykonanej pracy. Służący stały lepiej w wielu wypadkach rozumie cel wyznaczonej mu roboty i chętniej używa wskazanych mu przez zwierzchnika sposobów jej wykonania, ponieważ wszystkie szczegóły gospodarstwa, przyjęte w niem zwyczaje i metody załatwiania wszelkich czynności, są mu lepiej znane. Dochodzi on też do znacznej stosunkowo wprawy, gdyż zwykle używanym bywa do uskuteczniania jednych i tych samych robót i w jeden i ten sam sposób.

Z tych to powodów, we wszystkich czynnościach, które odbywają się bez przerwy w ciągu całego roku, lub gdzie wchodzi w grę zaufanie do robotnika, a ciągły nadzór nad tymże jest utrudniony, korzystniejszem się okazuje powierzenie tych czynności służbie stałej, aniżeli najemnikom. Mianowicie robotnicy zajęci przy hodowli inwentarza, lub przy używaniu tegoż do robót sprzężajnych, jako to: pasterze i owczarze, oraz fornale i rataje, jak niemniej stróże, rzemieślnicy folwarczni, ogrodnicy, pasiecznicy i t. p. nie powinni być nigdy zastępowani przez najemników.

Ze względu jednak, że oprócz stałych i mniej więcej jednakowych przez ciąg całego roku zajęć, gromadzi się w produkcyi rolniczej, w pewnych, krótkich okresach czasu, wielki nawał robót niecierpiących zwłoki (jak żniwo, sianokosy, siewy, zbiór okopowych i t. p.), a przeto nie mogących być wykonanemi przez samą tylko służbę stałą, posiłkowanie się najemnikiem w każdem gospodarstwie staje się nieuniknionem. Tylko bowiem w taki sposób gospodarz zapewnić sobie może dostateczne siły robotnicze do wykonania tych pilnych prac, a po ukończeniu takowych, zwolnić się od utrzymywania daremnie zbyt wielkiej liczby robotników.

W szczególności, *najemnik dzienny*, płatny za czas, a nie za ilość roboty, to „złe konieczne,“ które atoli, wskutek niemożności obliczania niektórych robót „na wymiar,“ tolerować muszą przynajmniej do pewnego stopnia, wszystkie większe gospodarstwa. W porównaniu ze stałym, na ordynaryi lub stole dworskim będącym parobkiem, pracuje mniej, gdyż później zwykle staje do roboty, a o zachodzie słońca, zarówno latem, jak zimą, wraca już do domu. Rzadko i w niektórych tylko porach używany do robót w folwarku, często nie może nabrać w nich dostatecznej wprawy, przywyknąć do nowych dla niego sposobów wykonywania roboty, obeznać się z narzędziami używanemi w danem gospodarstwie i nałamać się do zaprowadzonych w niem zwyczajów. Najemnik taki wreszcie mniej bywa interesowanym w sumiennem wykonaniu powierzonej mu roboty, a ztąd leniwszym, niż parobek stały, gdyż wszystkie względy skłaniające tamtego do rzetelnej pracy, dla dziennego najemnika nie mają znaczenia.

W porównaniu z robotnikiem wiejskim w wielu krajach zachodniej Europy, a tem bardziej Ameryki, najemnik dzienny jest u nas stosunkowo tani. Przeciętna płaca za dzień roboczy w różnych porach roku, jest w guberniach Królestwa Polskiego także znacznie niższą, aniżeli we wszystkich guberniach Cesarstwa. Według bowiem dat statystycznych zebranych przez Departament rolnictwa w Petersburgu, przeciętne ceny najemnika są następujące:

a) w czasie robót wiosennych.	*dzień pieszy*	
W guberniach:	*męski*	*żeński*
Czarnoziemnych	35 kop.	25 kop.
Centralnych	35 „	20 „
Nadwołżańskich	35 „	20 „
Nadbaltyckich	60 „	40 „
Królestwa Polskiego	30 „	20 „
b) w czasie sianokosów:		
Czarnoziemnych	45 „	30 „
Centralnych	65 „	35 „
Nadwołżańskich	45 „	35 „
Nadbaltyckich	65 „	35 „
Królestwa Polskiego	40 „	25 „
c) w czasie żniw.		
Czarnoziemnych	50 „	34 1/2 „
Centralnych	65 „	40 „
Nadwołżańskich	50 „	30 „
Nadbaltyckich	65 „	50 „
Królestwa Polskiego	40 „	30 „

Przeciętna z tych trzech pór roku, wykazana w sprawozdaniach Departamentu, wypada:

	dzień pieszy	
W guberniach:	*męski*	*żeński*
Czarnoziemnych	43 1/2 kop.	29 kop.
Centralnych	55 „	31 2/3 „
Nadwołżańskich	43 1/2 „	28 1/2 „
Nadbaltyckich	63 1/3 „	41 2/3 „
Królestwa Polskiego	36 1/3 „	25 „

Ta względna taniość dziennego najemnika u nas jest atoli raczej pozorną, aniżeli

rzeczywistą, gdyż z powodu małej jego wprawy, mniejszej jeszcze pilności, oraz braku siły wynikającego z nieodpowiedniego odżywiania organizmu, produkcyjność jego jest niezmiernie małą.

Używanych u nas najemników dziennych podzielić można na następujące kategorye:

1) Żony i dzieci ordynaryuszów, oraz czeladź przez tychże utrzymywana i lubo płatna za każdy dzień pracy, związana jednak ściśle z gospodarstwem, a przeto mogąca być uważaną także za stałą służbę.

2) Komornicy, stanowiący niekiedy ważną siłę robotniczą, wielce charakterem swym zbliżoną do poprzedniej kategoryi.

3) Miejscowi włościanie, posiadający zazwyczaj kawałek własnego gruntu, lecz zbyt mały, aby mógł ich wyżywić.

4) Najemnicy wędrowni, zwani u nas „bandosami.“

5) Kwaterujący w bliskości żołnierze.

Zwyczaj godzenia stałych służących folwarcznych z obowiązkiem trzymania przez każdego z nich, jednego t. zw. „czeladnika“ t. j. dorosłego chłopaka lub dziewki i posyłania ich codziennie na robotę za stale oznaczoną na różne pory roku, dzienną zapłatą, jest bardzo racyonalnym i praktycznym. Do płacy dziennej dodaje się jeszcze zwykle takiemu czeladnikowi, obok pewnej ilości gruntu pod kartofle, warzywo i t. p. niewielka ordynarya w zbożu, albo stale oznaczona, albo też obliczana w stosunku do liczby dni zarabianych. Tego rodzaju ugoda zapewnia gospodarstwu dostateczną do zwykłych robót ilość taniego stosunkowo, a co najważniejsza, w ścisłej zależności od folwarku zostającego najemnika, któremu wprawdzie gospodarz obowiązany jest zapewnić zajęcie przez wszystkie dni robocze w roku, lecz zajęcia tego w gospodarstwach cokolwiek intensywniej prowadzonych, a zwłaszcza połączonych z przemysłem wiejskim, nigdy dla czeladzi nie brakuje.

Ważnem jest także zobowiązanie żon stałych służących do przychodzenia na robotę od południa, za zwykłą dzienną zapłatą, na każde żądanie gospodarza; gdyż lubo kobietom tym pozwala się zwykle opóźniać pół godziny z przyjściem do roboty i zwalnia się je na pół godziny wcześniej, aniżeli innych najemników (dla wydojenia krowy i przyrządzenia wieczerzy), to jednak podczas pilnych robót jest to szacowna rezerwa, zwłaszcza, że zawsze liczyć na nią można.

Konieczność zapewnienia sobie najemnika na każdą potrzebę, usprawiedliwia trzymanie t. zw. *komorników* albo *zagrodników*, godzonych na rozmaitych warunkach, a zazwyczaj otrzymujących mieszkanie w dworskich budynkach, opał, kawałek gruntu pod kartofle i ogrodu pod warzywo, oraz utrzymanie dla krowy, lub tylko letnie pastwisko. Za każdy zaś dzień pracy, do której obowiązują się stawać albo codziennie, albo w pewnych dniach tygodnia, otrzymują oni płacę dzienną, cokolwiek niższą od płacy obcego najemnika i oznaczoną stale na każdą porę roku, lub na każdy rodzaj roboty. Prócz tego, w niektórych okolicach (jak np. w Prusiech) komornik obowiązany jest trzymać czeladnika i posyłać go na robotę do folwarku na tych samych warunkach, co i służący na ordynaryi, przez cały zaś rok, lub w pewnych oznaczonych dniach tygodnia, gospodarz obowiązany jest dać komornikowi i jego czeladnikowi zajęcie. Często też komornicy, zamiast za zapłatę dzienną, pracują „na wymiar,“ mianowicie przy młocce albo sianokosach, i w takim razie wynagrodzenie otrzymują zwykle w naturaliach t. j. w pewnej części skoszonego siana, lub omłóconego ziarna. Ta jedna też okoliczność przemawia za trzymaniem tego rodzaju robotników, którzy, jeżeli pracują na dnie, kosztują gospodarza często znacznie drożej, niż ordynaryusze. Wogóle jednak, udziały roli wyznaczane dla komorników nie powinny być zbyt wielkie i oddalone od zabudowań, aby zajęcia przy uprawie użytkowanego gruntu, nie przeszkadzały robotnikowi do wypełniania zobowiązań względem gospodarza.

Najtańszego ale nie zawsze najdogodniejszego najemnika dostarczają gospodarstwom folwarcznym włościanie t. zw. „morgowi,“ którzy obdarzeni rolą w 1864 r., posiadają jej wszakże zbyt mało, aby myśleć o stworzeniu na niej samoistnego gospodarstwa, wystarczającego na wyżywienia właściciela i jego rodziny, i aby tenże znaleść mógł na własnym gruncie dostatecznie obszerny warsztat dla zupełnego zużytkowania na nim swojej pracy. Nie mogąc utrzymać się z plonów posiadanej roli, musi on więc posiłkować się zarobkiem po za jej obrębem, a skrępowany własnością gruntową, nie może ani zgodzić się na służbę, ani w dalszych stronach szukać korzystniejszej pracy. Przywiązany do miejsca, godzić się więc musi, jako najemnik, za takie wynagrodzenie, jakie mu najbliższy folwark ofiaruje i jeszcze uważać sobie za łaskę, gdy

zimową porą przyjmują go tam na robotę. Natomiast jednak, gdy nawał prac rolnych w folwarku wymaga jak największej liczby robotników, wówczas włościanin zajęty na własnym zagonie, nie daje się skłonić niczem do opuszczenia swojej zagrody, a więksi właściciele uskarżają się na brak najemnika.

W interesie tedy gospodarza leży przedewszystkiem zapewnienie sobie dostatecznej jego liczby na czas najpilniejszych robót, gdy na miejscowych włościan rachować nie można. Sprowadzanie w tym celu t. zw. *„bandosów“* można tylko w ostateczności zalecać, gdyż najemnicy do tej kategoryi należący, są najbardziej ze wszystkich leniwi, niesumienni i fizycznie słabi. Zjawiając się w danem gospodarstwie tylko na kilka tygodni i nie mając pewności, że w następnym roku znajdą tu zarobek, nie widzą żadnego powodu zaskarbiać sobie względów gospodarza usilniejszą pracą, a gromadne wędrówki i niemal koczownicze życie, jakie przez znaczną część roku prowadzą, wpływają na nich w wysokim stopniu demoralizująco. Wynagrodzenie takich najemników składa się z gotowych produktów spożywczych, jak: mąka, krupy, ziemniaki, okrasa i t. p., wydawanych tygodniowo z góry, a obliczanych od głowy, oraz z zapłaty dziennej, która nigdy prawie nie bywa niższą od płacy pobieranej przez miejscowych najemników. Dodawszy do tego podwody, posyłane zazwyczaj o kilka mil dla przywiezienia i odwiezienia takich bandosów, chatę, którą się im oddaje na mieszkanie, a nareszcie opał i naczynia do gotowania strawy, okazuje się, że jest to najemnik, *w stosunku do wartości swojej pracy*, najkosztowniejszy.

Niemniejsze także koszta pociąga za sobą sprowadzanie na czas żniw *żołnierzy*, którzy o tyle jednak większą, jako najemnicy, wartość posiadają, że są wogóle lepiej odżywiani i przeto silniejsi, a nadto bardziej przywykli do posłuszeństwa i karności, niżeli bandosi.

Obniżenie kosztów pracy w gospodarstwie *przez zwiększenie jej produkcyjności*, zapewnić może tylko *najemnik wydziałowy*, t. j. pracujący *na wymiar*, czyli „na akord.“ W tym bowiem wypadku wynagrodzenie stosuje się nie do czasu poświęconego na robotę, ale do ilości roboty.

Najemnik wydziałowy nie potrzebuje ciągłego dozorowania, gdyż jemu samemu zależy na jak najszybszem wykonaniu podjętej roboty. Z powodu większej pilności a przeto większej produkcyjności jego pracy, ta ostatnia staje się dla gospodarza tańszą, a jednocześnie, przynosząc takiemu najemnikowi znaczniejsze zarobki i czyniąc go swobodniejszym w rozporządzaniu czasem, podnosi jego dobrobyt, który znów oddziaływa na spotęgowanie produkcyjności pracy.

W niektórych okolicach gubernij zachodnich Cesarstwa, nazwę „robót wydziałowych“ nadają metodzie łączącej zapłatę *dzienną* najemnika, lub roczne wynagrodzenie parobka, z obowiązkiem wykonywania w ciągu dnia, oznaczonej raz na zawsze ilości roboty, mianowicie przy orce, bronowaniu, żniwie i t. p. Z tego co powiedzieliśmy, oraz z samego pojęcia o zasadzie pracy wydziałowej, widocznem jest, że zwyczaj podobny (mający swe źródło w dawnych pańszczyźnianych urządzeniach) jest w wielu wypadkach niedorzecznym (np. przy orce na *różnych* polach i do *różnej* głębokości), i nie ma nic wspólnego z „pracą wydziałową“ we właściwem tego słowa znaczeniu. Najważniejszą bowiem zaletą tej ostatniej jest owa zupełna zgodność pomiędzy zarobkiem robotnika a łożoną pracą, stanowiąca dlań zachętę do wytężenia sił i zapewniająca *proporcyonalne*, a więc wyższe, niż zwykle wynagrodzenie.

Najemnik dzienny nie czuje potrzeby spieszyć się, ani wysilać, lecz przeciwnie, myśli tylko o tem, aby oszukać dozorcę i jak najmniej robiąc, najbardziej oszczędzać swe siły. Egzercytuje on wszelkiemi sposobami swoje lenistwo i w tym jednym też kierunku do wysokiej istotnie doskonałości dochodzi. Pracujący *na wymiar*—przeciwnie, myśli o sposobach ułatwienia sobie pracy, aby zrobić w danym czasie jak najwięcej, aby wszystkie swe siły produkcyjnie zużytkować. W pracy jego jest już idea; z bezmyślnego roboczego zwierzęcia staje się inteligentnym pracownikiem, gdyż chłopu naszemu nie brakuje wrodzonych zdolności, lecz tylko zachęty i wprawy. Nauczmy go pracować i pozwólmy mu zarabiać tyle, ile zdoła, a wkrótce nabędzie on wprawy, spotęguje energię, w pracę swoją wleje myśl, a ze wzrostem dobrobytu rozwinie swoje muskuły. Roboty wydziałowe *wspólne*, w których kilku lub kilkunastu ludzi bierze udział, a następnie dzieli się zarobkiem, rodzą we wspólnikach poczucie organizacyi sił, podziału pracy, wzajemnych obowiązków i wspólnych korzyści; a te pierwsze idee zrodzone na gruncie doświadczenia, nie zaś w sferze oder-

wanych pojęć i teoryj, stanowią trwałą podstawę rzetelnej cywilizacyi.

Lecz niepodobna wymagać, aby najemnik zechciał pracować z całem wytężeniem sił swoich, dla niewielkich stosunkowo zysków. Zdaje się często na pozór, że przy ugodzie o robotę akordową, żądania najemnika są nazbyt wygórowane, że za wysoko ceni on swoje wysilenia, że wreszcie zadowolnić się już powinien zarobkiem, który chociaż o kilka kopiejek przewyższa zwykłą, dzienną płacę. Jeżeli wszakże różnica w rzeczywistej wartości roboty na dnie obliczonej i roboty „wydziałowej“ jest większą od różnicy odnośnych zarobków, to nie można zaprzeczyć słuszności żądań najemnika, który wtedy tylko zgadza się na robotę wydziałową, gdy widzi zysk proporcyonalny do wykonanej roboty, chociażby przytem zarabiał nawet dwa i trzy razy więcej, niż pracując za dzienną zapłatą. Pracodawca przy takich warunkach nie traci nigdy, a zwykle nawet zyskuje—choćby tylko przez szybsze uskutecznienie roboty; jeżeli zaś osiągane oprócz tego zyski w pewnem zaoszczędzeniu kosztów robocizny, nie zawsze są bardzo znaczne, to przecież zapominać nie należy, że nie są one jedynym powodem przemawiającym za wprowadzeniem robót wydziałowych; spływające stąd bowiem korzyści na robotników, zwiększenie produkcyjności ich pracy, a przeto wzrost dobrobytu i wszelkie tegoż następstwa, mają tu niemniejsze znaczenie. Korzyści te wreszcie dla obu stron wzrosną, gdy najemnik, nabywszy dostatecznej wprawy, robotę swą wykonywać będzie szybciej i dokładniej, przez co nie zmniejszając własnych zysków, pracę swą będzie mógł oddawać taniej.

Ponieważ niektóre tylko roboty w gospodarstwie wiejskiem nadają się do obliczania na wymiar, przeto i najemnicy wydziałowi, po największej części posiadają charakter *specyalistów*, a jako tacy sprowadzani bywają zazwyczaj ze stron dalszych, niekiedy nawet bardzo odległych. Do takich należą *grabarze* używani do kopania rowów, zakładania drenów i wogóle do robót ziemnych, a sprowadzani np. ze Żmujdzi, i z gub. Smoleńskiej, *kośnicy* przybywający do Królestwa na sianokosy i żniwa z okolic Podhala, lub z bardziej zaludnionych powiatów zachodniej Galicyi, nareszcie t. zw. *plantierzy* buraków cukrowych, na całe lato z rodzinami osiadający w gospodarstwach „buraczanych“ i biorący na siebie obróbkę buraków od zasadzenia ich, aż do zbioru.

Wszystkim tego rodzaju najemnikom daje się przedewszystkiem *orâynaryę*, obliczoną albo na tydzień od głowy (jak np. dla grabarzy), albo w stosunku do wykonanej roboty (np. dla kośników—od skoszonego morga). Przy obliczaniu umówionej prócz tego zapłaty w gotówce, ważną jest rzeczą przyjęcie racyonalnej dla takiego obrachunku podstawy. Tak więc w robotach grabarskich, podstawą powinna być zawsze ilość wydobytej lub przewiezionej z miejsca na miejsce ziemi obliczana *na miarę kubiczną*, a nie—jak to się zbyt często zdarza—liczba sążni lub prętów bieżących rowu, przy oznaczonej z góry szerokości i głębokości tegoż. Apriorystyczne bowiem ustanowienie powyższych wymiarów prowadzi do tego, że albo rów—pomimo dogodnego w tym względzie terenu—nie będzie miał jednostajnego na całej długości spadku, albo odchylenie ścian jego bocznych nie będzie wszędzie jednakowem, czyli—że w każdym razie rów będzie wadliwym. Podobnież przy zbiorze okopowych, niewłaściwem jest godzenie robotników wydziałowych „od redliny,“ lub „od morga,“ czyli wogóle od *przestrzeni*, z której wykopane zostają kartofle albo buraki; gdyż wtedy robotnik zostawia dla pośpiechu znaczną ilość kłębów lub korzeni w ziemi. Jedynie więc racyonalną i praktyczną podstawą odnośnego obliczenia jest ilość wykopanych *korcy* lub *centnarów*.

Wynagrodzenie pracy wydziałowej *wyłącznie w produktach*, a mianowicie: przy kośbie—pewną częścią skoszonego siana, przy młocce—pewną ilością ziarna, przy żniwie—pewną liczbą snopów, bywa bardzo często dla obu stron korzystniejszem, aniżeli zapłata w gotówce. Ma to miejsce jednak tylko wtedy, gdy najemnik wydziałowy rekrutuje się z miejscowych włościan, mających w bliskiem sąsiedztwie swoje gospodarstwa—gdyż inaczej, nie mogliby tych produktów bezpośrednio zużytkować; powtóre, gdy folwark posiada względny nadmiar pewnego produktu, który i tak przeznaczonym jest na sprzedaż. Ta forma wynagrodzenia bywa zazwyczaj dla włościan do tego stopnia ponętną, że gdy zapłata gotówką nie zdoła ich ściągnąć na robotę, wynagrodzenie np. w sianie okazuje się jedynym sposobem zachęcenia ich do kośby. Jeżeli jednak—jak to się jeszcze w niektórych naszych gospodarstwach zdarza—folwark który cierpi na niedostatek nawozu,

oddaje mimo to najemnikowi pewną część siana, to postępowanie takie nie daje się usprawiedliwić.

Przyzwyczajenie ludności miejscowej do pracy *na wymiar* przedstawia często niemałe trudności. Ze względu jednak, że taki najemnik jest tańszy i korzystniejszy, niż sprowadzany z dalekich okolic, w dobrze zrozumianym interesie każdego gospodarstwa folwarcznego leży wykształcenie sobie w tym kierunku i przyzwyczajenie do robót wydziałowych miejscowych włościan, chociażby to połączonem było początkowo z pewnemi, dla tego ważnego celu ofiarami. Jednym ze skuteczniejszych środków jest w tym razie najściślejsze, przez kilka lub kilkanaście dni, dozorowanie robotników pracujących „na dniówkę," bez uprzedzania ich o swych zamiarach, poczem, obliczywszy ilość wykonanej roboty i oceniwszy ją nieco wyżej, aniżeli wypadałaby ona przy obliczaniu na dniówkę, wypłaca się najemnikom ten wyższy zarobek, pod warunkiem, że w dalszym ciągu pracować już będą „na wymiar"—oczywiście według tejże samej normy, którą dopiero w następnym roku można cokolwiek obniżyć. Sposób ten najczęściej skutkuje; gdyż robotnik spostrzegłszy, że bez szczególnego wysilenia zarobił więcej niż wynosi zwykła jego dzienna płaca, traci odrazu uprzedzenie do roboty wydziałowej, sądząc słusznie, że przy większej nieco pilności ze swojej strony, więcej jeszcze będzie mógł zarobić. Gdyby jednakże nieufność do nowej metody wynagradzania nie dała się powyższym sposobem usunąć, wtedy niema innej rady, jak tylko oddziaływać na miejscową ludność przykładem i współzawodnictwem ze strony obcych najemników wydziałowych, których w tym celu przez pewien czas sprowadzać należy.

Większa lub mniejsza ilość najemnika używanego w gospodarstwie wiejskiem zależy z jednej strony, od wysokości *cen* pracy robotniczej, z drugiej zaś—od jej wartości użytkowej w danych warunkach, czyli od tego, w jakim stopniu przyczynia się ona do pomnożenia dochodów. Ponieważ zaś, im większa ilość pracy włożoną została w produkcyę rolniczą, tem mniejszym jest użyteczny skutek dalszych jej nakładów, te ostatnie więc opłacać się mogą jedynie przy wysokiej cenie ziemi i produktów, czyli w warunkach nakazujących wysoką intensywność gospodarstwa.

Obok tego, ilość potrzebnego najemnika zawarunkowaną jest w wysokim stopniu *systemem* gospodarstwa i *charakterem jego produkcyi*. Tak więc w gospodarstwach *pastwiskowych*, jakich przykłady spotykamy w stepach południowej Ameryki, Azyi środkowej i Australii, najemnik jest wcale nieznany, gdyż całą siłę robotniczą w gospodarstwie obejmującem niekiedy kilkanaście tysięcy hektarów stepu, stanowi kilku pasterzy i stałych parobków. System *zbożowy* zatrudniający przedtem znaczną liczbę najemników, zwłaszcza podczas żniw i sianokosów, posiłkuje się dziś coraz bardziej machinami zastępującemi rękę ludzką, a skutkiem tego, może dziś redukować do minimalnych rozmiarów ilość najemnika, jak to widzimy np. w amerykańskich Stanach Zjednoczonych. W miarę jednak, jak system ten intensywniejszym się staje, a zwłaszcza, gdy zaczyna łączyć się z produkcyą roślin okopowych na cele przemysłowe używanych (buraki, kartofle), wówczas ilość używanego najemnika wzrasta, bez względu nawet na wysokie jego ceny, jak tego przykład dają nam południowozachodnie gubernie Rossyi. Przejście od systemów zbożowych do *płodozmiennych* powoduje raczej zwiększenie ilości służby stałej, aniżeli najemników. Dopiero ze wzrostem intensywności systemu płodozmiennego, w miarę urozmaicania posiewów, staranniejszego ich pielęgnowania, zwiększonej usilności w gatunkowem doskonaleniu produktów, a co najważniejsza, przy wprowadzaniu do gospodarstwa roślin „przemysłowych," ilość potrzebnego najemnika znacznie wzrastać musi.

Ograniczenie tej ilości bez szkody dla produkcyi gospodarczej, a w szczególności zredukowanie do możliwego minimum liczby zatrudnionych w gospodarstwie najemników *dziennych*, których praca, w stosunku do jej wartości, wypada najdrożej, osiągnąć się daje przez:

1) stosowanie machin i ulepszonych narzędzi we wszystkich robotach, w których one zastąpić, lub ułatwić mogą pracę ręczną najemnika.

2) rozłożenie robót o ile możności równomierne na wszystkie pory roku, co najłatwiejszem się staje w gospodarstwach połączonych z wybranemi trafnie gałęziami przemysłu rolnego.

3) używanie najemników *wydziałowych* do wszelkich robót gospodarskich, które z natury swej mogą być wykonywane na wydział, a więc tam, gdzie ilość pracy gra ważniejszą rolę od jej dokładności, lub gdzie tę ostatnią łatwo skontrolować można.

Takie jedynie roboty, przy których chodzi przedewszystkiem o dokładność w wykonaniu, a gdzie pewne w tym względzie usterki łatwo ujść mogą baczności dozorującego, jak np. przy uprawie roli, przy siewie i t. p., lub też we wszystkich robotach sprzężajnych, gdzie zbyteczny pośpiech robotnika prowadzi do forsowania zwierząt pociągowych, praca wydziałowa jest nieodpowiednia, lecz również nieodpowiedniem jest powierzanie najemnikom *dziennym* tych ważnych czynności, właściwych tylko służbie stałej. We wszystkich innych robotach, a szczególniej przy sprzęcie zboża, siana, okopowych, kopaniu rowów, wyrzucaniu przegonów, nakładaniu i roztrząsaniu nawozu, marglowaniu, wybieraniu szlamu, młocce, strzyży owiec i t. p., praca wydziałowa, najsilniej pobudzająca pilność robotnika, jest najkorzystniejszą.

Ilość roboty wykonanej przez najemnika w oznaczonym czasie, zależy wreszcie nietylko od jego pilności, ale także od sposobu użytego przy jej wykonaniu. Jak wielkie zaś bywają w tym względzie różnice, przekonać się można z następujących przykładów:

	kilogrametrów.
Człowiek wstępujący po wschodach lub drabinie z ciężarem na plecach, wykonywa w ciągu godziny „pracę mechaniczną," wynoszącą około	10,000
Podnosząc ciężar za pomocą liny na bloku	15,000
Działając na korbę machiny .	20,000
Pchając ciężar przed sobą .	25,000

Praca kobiety równa się mniej więcej $^2/_3$ pracy mężczyzny; odnosi się to wszakże tylko do ilości „pracy mechanicznej," jaką wytworzyć zdoła siła fizyczna kobiety, a bynajmniej nie do ilości robót wykonywanych przez nią w gospodarstwie; niektóre bowiem z tych ostatnich uskutecznia kobieta szybciej, zręczniej, a czasem nawet dokładniej, aniżeli mężczyzna.

Przeciętna ilość zwykłych robót ręcznych, mogących być dokonanemi w ciągu jednego dnia roboczego, wskazane zostały w artykule: „Inwentarz martwy" Tom IV, str. 567 *).

Karol Filipowicz.

*) Tegoż autora „Zarząd gospodarczy" Warszawa 1877 r., t. I, str. 115 i nast.

Nakłady w gospodarstwie

patrz Produkcya.

Narzędzia i przyrządy ogrodowe (najważniejsze).

A. Do obrabiania ziemi w ogrodach oprócz narzędzi rolnych, którym pozostawia się zawsze pierwszeństwo tam gdzie tylko sprzężaj może być użyty bez uszkodzenia roślin, służą *przyrządy naśladujące rolne i narzędzia ręczne.*

Przyrządy naśladujące rolne są pochodzenia amerykańskiego, a pomiędzy niemi wyróżnia się praktycznością przyrząd Planeta „Iron age" (wiek żelazny) i „Jewel" zbudowane na sposób lekkich radeł konnych, zaopatrzone w radełko, obsypnik, noże i łapki, które dowolnie i łatwo można przykręcać i nastawiać w pożądanych odległościach, a przeto używać nawet pomiędzy dość gęsto, byle równo w rzędy posadzonemi roślinami, (patrz „Machiny i narzędzia rolnicze," t. VI str. 216). W lekkich ziemiach jeden człowiek może takiem narzędziem pracować dzień cały bez zbytniego znużenia, w cięższych jeden narzędzie popycha trzymając za rękojeści, a drugi ciągnie za pomocą sznura umocowanego na końcach osi, na której obraca się kółko (lub dwa kółka). Narzędzia te mogą służyć do redlenia, obsypywania, niszczenia chwastów i wzruszania ziemi pomiędzy drzewkami w szkółce, w plantacyach krzewów owocowych, roślin przemysłowych, oraz warzyw grubszych (kapusta, kalafiory, buraki, marchew).

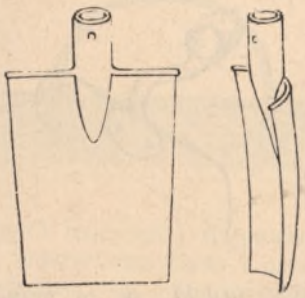
Do delikatnych warzyw i kwiatów można ich używać, ale tylko przy pomocy ludzi wprawnych i uważnych.

Narzędzia te oddają znaczne usługi i wykonywają robotę prędko i dobrze pod warunkiem używania ich dopóki chwasty są małe, (patrz „Machiny i narzędzia rolnicze" t. VI, str. 214. „Gwiazda" (Postawki) do obsypywania roślin okopowych i do pierwszego oczyszczania i wzruszania ziemi pomiędzy warzywami, okazała się w ogrodach naszych wielce praktyczną i korzystną, lecz nie może służyć w uprawach gęstych, np. między kwiatami, a zwłaszcza między cebulą, porami i t. p.

Do kopania ziemi pod warzywa i wogóle o ile grunt nie jest zajęty korzeniami roślin trwałych, służą *szpadle* (fig. 1) stalowe kanciaste i zaokrąglone: pierwsze w ziemiach lżejszych, drugie w ciężkich, w które łatwiej wchodzą. Dobry szpadel powinien być zro-

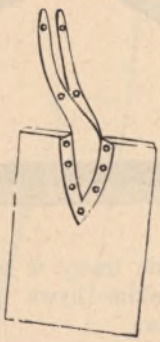
biony z lanej stali, dosyć gruby w górnym końcu, a cieńszy dopiero poniżej tulejki, przy której osadzie najczęściej się łamie. Następ (tryt) niezbędny do kopania ziemi cięższej i dla słabych robotników, którzy muszą szpadel wbijać nogą, dla silnych robotników i w lżejszej ziemi jest niepotrzebny, owszem przeszkadza głębokiemu kopaniu.

Fig. 1.



Łopata (angielska) (fig. 2) używana jest jedynie do obcinania brzegów trawników i zagonów, do wybierania ziemi z bruzd, a wyjątkowo niekiedy i do wykopywania drzewek w szkółce, do czego jednak ciężki szpadel jest odpowiedniejszy.

Fig. 2.



Słabym punktem łopat jest spojenie ich z trzonkiem, które musi być odpowiednio mocne i wybornie do łopaty przymocowane, co właśnie sprawia, że dobra łopata drogo kosztuje. Nie należy jej też dawać w niewprawne ręce, i wogóle posługiwać się nią tylko, o ile to jest niezbędnem.

Widły z płaskiemi zębami (fig. 3). Są narzędziem bardzo mało u nas rozpowszechnionem, lubo zasługują na szerokie zastosowanie wszędzie, gdzie wypada kopać pomiędzy gęsto stojącemi drzewami, krzewami, roślinami trwałemi i t. p. Kopiąc niemi czuć pod ręką, gdy się na korzeń trafi i łatwo cofnąć się można, nie kalecząc korzeni, zwłaszcza, że stalowe płaskie zęby bardzo są elastyczne. Jedynie w bardzo lekkiej ziemi widły te używane być nie mogą. Bywają one o 4 i 5 zębach; pierwsze dobre do gruntów cięższych, drugie do lżejszych.

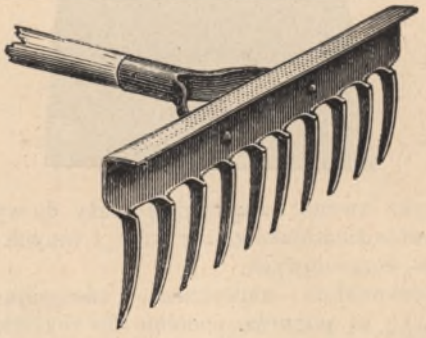
Fig. 3.



Grabie. Zwykłych wiejskich grabi z drewnianemi zębami, obecnie w ogrodach nie używamy, lub tylko w bardzo lekkiej ziemi. Rozpowszechnione są grabie domowej roboty, o 12 zębach z grubego (telegraficznego) drutu, wprawionych w belkę akacyową, grabową lub jesionową, którą wyrabia personel ogrodowy podczas zimowych wieczorów.

Przed kilkoma laty wprowadzono do nas zagraniczne grabie z gracką, stalowe o zębach kantem do największego oporu nastawionych, co z rysunku łatwo zrozumieć. Są one lekkie, a mocne, bryłki ziemi rozbijają doskonale, perz, powój i inne chwa-

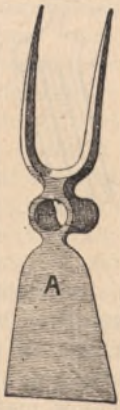
Fig. 4.



sty trwałe wygrabiają dobrze. Miewają po 10 do 12, a nawet 15 zębów (fig. 4). Pierwsze, krótsze służą do szkółek, dłuższe do innych robót.

Motyki rozmaitego gatunku stosowane są w ogrodach do różnych robót, przy oczyszczaniu z chwastów, wzruszaniu ziemi, wykopywaniu niektórych roślin korzeniowych, robieniu bruzd pod siewy i t. p. Jedną z najbardziej rozpowszechnionych jest *mo-*

Fig. 5.



tyka stalowa *o 3 zębach*, której ostrze służy do podcinania zielska, a zęby do wyrywania perzu lub wytrząsania zielska, dla oddzielenia go od ziemi. Do czyszczenia między gęstemi uprawami posługujemy się motyczką dwuzębną (fig. 5). Szeroka wreszcie

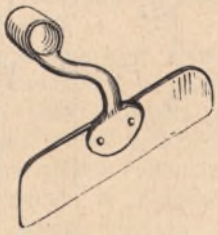
Fig. 6.



motyka zwana *sapą* (fig. 6) służy do wykopywania ziemniaków, buraków i innych warzyw korzeniowych.

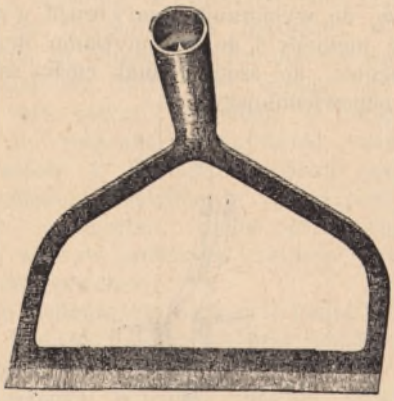
Doskonałem narzędziem, zastępującem motykę są *pazurki*, podobne do ręki złożonej jak do chwytania. Stalowem tem zgrabnem narzędziem porusza się ziemię między małemi siewkami, cebulą, kwiatkami i t. p., a następnie wyrywa się poruszone w korzeniu chwasty. Do podobnego celu używamy i małych widełek, któremi można też podważać z bryłą rośliny do przesadzenia przeznaczone.

Fig. 7.



Nareszcie *gracki*, są to narzędzia potrzebne głównie do oczyszczania dróg z chwastów, lecz także do niszczenia ziel-

Fig. 8.



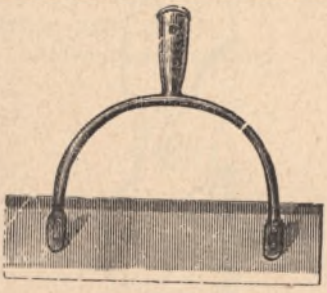
ska, a głównie trawy w gruncie twardym i zeschłym, jakim bywa podczas upałów gliniasta ziemia.

Do oczyszczania szkółek, róż i t. p., posługujemy się najczęściej *gracką o łabędziej szyi*, stalowej, o ostrzu długiem na 20—24 *cm.*, (fig. 7) przez które łatwo przesypują się podcięte zielska. Do dróg używaną bywa gracka pałkowa, (fig. 8) lub też popychana gracka innej formy (fig. 9). Wszystkie gracki powinny być osadzone na długiej rękojeści, żeby robotnik stojąc w jednem miejscu mógł daleko sięgnąć przed sobą, a więc nie udeptywać ziemi poruszonej, bo narzędzia te nietylko przecież mają niszczyć chwasty, ale także i spulchniać ziemię.

B. Do cięcia drzew.

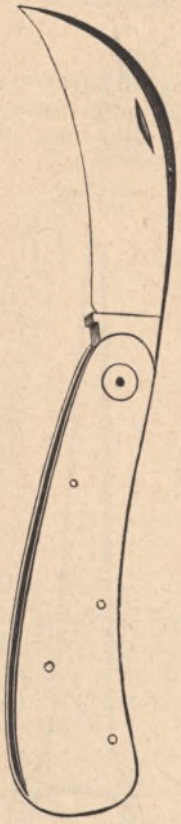
Noże najrozmaitszych systemów, często bardzo skomplikowane, zalecane są jako praktyczne dla ogrodników. Tymczasem,

Fig. 9.



jak to bywa najczęściej, najprostszej budowy, lecz mądrze obmyślane i dobrze wykonane narzędzia są najodpowiedniejsze do częstego użytku i pozwalają wykonać ro-

Fig. 10.



botę dobrze, prędko i bez niepotrzebnego wysiłku.

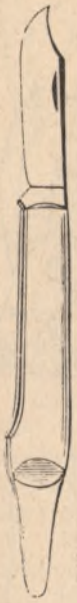
Przedewszystkiem każdy nóż powinien mieć jedno tylko ostrze, żeby mógł być w użyciu wygodnym, posiadać rękojeść zastosowaną do ręki i naciętą (chropawą), o ile ma służyć do cięższej roboty; być wykonanym z wybornej, niezbyt kruchej stali, wreszcie być o ile można nienazbyt

Fig. 11.



grubym w grzbiecie, żeby się łatwo dawał ostrzyć i długo mógł służyć; mocna sprężyna dopełnia reszty warunków *).

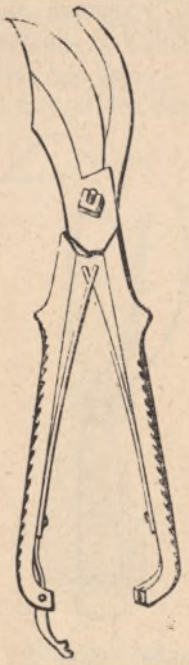
Fig 12.



*) Główna zasada przy cięciu nożem polega na trzymaniu zawsze ręki lewej poniżej noża.

Do cięcia drzew karłowych i prowadzenia szczepów w szkółkach służy *nóż francuzki*, o mocno zagiętem ostrzu, który bywa mniejszego i większego modelu, stosownie do wielkości ręki i siły pracującego.

Fig. 13.



Nóż niemiecki (fig. 10) odpowiedny jest do wszelkiego strugania (palików, etykiet), lecz i do przycinania drzew dzikich i robienia sadzonek może być używanym, (na ten cel lepsze są mniejsze). Do cięcia drzew i krzewów wszelkich może być też używanym

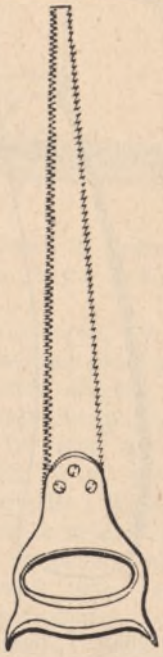
Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 16.

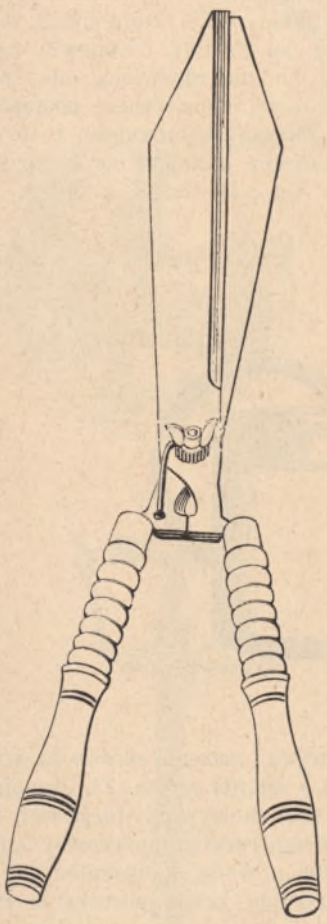


nóż włoski, (fig. 11) bardzo tani, ale mający tę wadę, że się nie zamyka jak sierp.

Nożyk do szczepienia najlepszy jest o prostem ostrzu, z gładką, dosyć ciężką rogową rączką. Ostrze ma być z wybornej stali, w grzbiecie cienkie. Wszelkie noże skombinowane np. do szczepienia i oczkowania jednocześnie, uwierają w rękę i są niedogodne przy robocie.

Do *oczkowania* używamy najchętniej

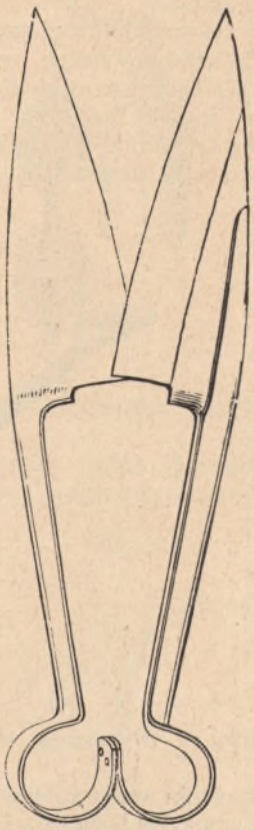
Fig. 17.



nożyka z kostką, którego ostrze zakrzywione jest jak u jatagana, kostka zaś służy do odłupywania kory (fig. 12). Powinna ona być nieruchoma, a niezamykana, jak czasami robią, ponieważ ta ostatnia łatwo się od użycia obluzowywa.

Jakkolwiek wszelkie ucięcia drzew i krzewów lepiej jest dokonywać nożem, gdyż gładkie rany łatwiej się goją, to jednak do niektórych robót służy dobrze i *sekator* (nożyce ogrodowe), (fig. 13) mianowicie, gdy chodzi o śpieszne cięcie niezbyt delikatnych roślin drzewiastych, jako to krzewów ozdobnych, róż, a nawet winnego krzewu. Potrzeba jednak, żeby półksiężycowa ta część sekatora jak najmniej miażdżyła, a pod tym względem najlepsze lubo najdroższe są *sekatory nożyczkowe*, (fig. 14) których obie części krające są ostre. Do lekkiej roboty dobry jest sekator ze zwykłą sprężyną, do grubej zaś mocny, choć ciężki sekator o sprężynie skręconej jak cygaro (fig. 15). Zaletą se-

Fig. 18.



katora są dobre sprężyny, mocne, a w miarę sztywne i okładki drewniane, lekko nacięte, przyjemne do ręki, a silne trzymanie ułatwiające. Dla większej siły przy cięciu trzyma się sekator za same końce rączek, tnie się zaś samym końcem tnącym, trzymając tak żeby półksiężyc znajdował się po prawej, a ostrze po lewej stronie.

Wielkie gałęzie nie dają się uciąć ani nożem, ani sekatorem. Wprawdzie wielkim nożem francuzkim lub niemieckim można odcinać gałęzie na parę centymetrów grube, jeżeli się je lewą ręką chwyci za wierzchołek i do siebie przyciągnie, jedno-

cześnie prawą nożem podcinając. Dla odejmowania jednak jeszcze grubszych gałęzi i konarów służą piłki, po których chropawe ucięcie wygładza się nożem, przynajmniej po brzegach.

Za najlepsze piłki ogrodowe uważamy t. zw. *lisi ogon*, (fig. 16) oraz wygiętą *piłkę francuzką*, która może być osadzona na drążku i służyć do wycinania wysoko umieszczonych gałęzi. Przy odpiłowywaniu trzeba gałąź zawsze naprzód z pod spodu nadpiłować, potem zaś całkowicie odpiłowywać naginając gałąź od piłki, żeby jej drogę rozszerzyć i ułatwić.

Do cięcia żywych płotów głogowych, grabowych i t. p. używamy *nożyc* bądź to zwykłych, (fig. 17) bądź też *angielskich*, które działają na sposób nożyczek używanych obecnie przez fryzyerów do strzyżenia włosów na karku. Te ostatnie są przy ostrzeniu kłopotliwe i wymagają umiejętnego używania.

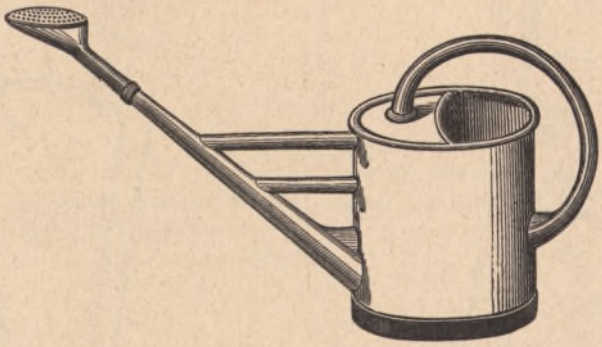
Cienkie trawniki wśród kobierców kwiatowych wystrzygamy za pomocą nożyc owczych. (Fig. 18). Duże, starannie założone i utrzymane, a głównie podlewane trawniki strzyżemy kosiarkami ręcznemi, z walcem, który przycięty trawnik ugniata zaraz. Jedna z lepszych zwie się Germania. Do grubych i niepodlewanych trawników narzędzia te nie są przydatne.

C. Przyrządy do podlewania.

Dobre przyrządy do podlewania roślin i ziemi pomiędzy niemi odgrywają w postępowem zwłaszcza ogrodnictwie rolę pierwszorzędną. Nietylko bowiem hodowla pod szkłem bez sztucznego podlewania obejść się nie może, lecz zarówno i wszelkie lepsze uprawy nie mogą być zależne od wody z atmosfery spadającej, tylko otrzymywać tyle wody, ile potrzeba do ich dobrego wzrostu i to we właściwych chwilach.

Przedewszystkiem tedy potrzebne są *polewaczki* czyli *konewki ogrodowe*, z których za najlepszą poczytujemy *spłaszczoną konewkę francuską*, używaną pierwotnie przez paryzkich warzywników (fig. 19). Jest ona krótka i płaska, a przeto dogodna w noszeniu, przytem zaopatrzona w pałąk, za który trzyma ją się nie wypuszczając z ręki przy czerpaniu i podlewaniu. Sitko zwrócone ku górze, opatrzone w dosyć duże otwory, ułatwia rozbijanie wody, która spada w postaci deszczu na rośliny. Konewki cynkowe są dobre, bo nie rdzewieją, ale łatwo je uszkodzić, przy nieostrożnem postępowaniu; z blachy żelaznej są trwalsze, o ile starannie pomalowane olejno i corocznie zamalowywane. Do podlewania młodych siewek

Fig. 19.



szklarniowych i roszenia sadzonek, służy *koneweczka o długiej szyjce*. Do skrapiania roślin pod szkłem używamy *hydronet*, (fig. 20) które końcem rurki gutaperkowej zanurzamy w naczyniu z wodą, a strumień jej wyrzucany pompując przez poruszanie ruchomą częścią górną, zaopatrzoną w tłok zgęszczający powietrze. *Sikawka ręczna* pionowa (fig. 21) podobna jest do hydronety, lecz nie ma kiszki gumowej i tłokiem działa się w niej z góry na dół, wylot zaś jest ruchomy. Oba te narzędzia mogą też służyć do skrapiania roślin cieczą bordoską lub innemi płynami, niszczącemi szkodniki i choroby. Tego rodzaju sikawek istnieje bardzo dużo modeli, często drobnemi tylko szczegółami od siebie różnych.

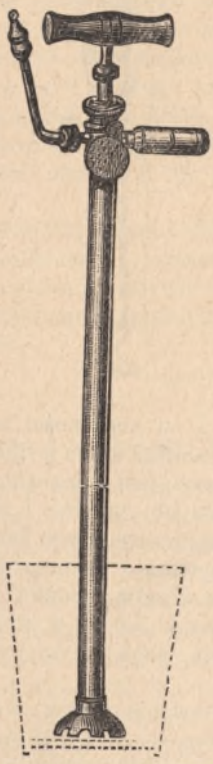
Obecnie coraz częściej są w użyciu płyny różnego składu, przeznaczone do nisz-

czenia grzybków pasorzytnych na drzewach lub szkodliwych owadów. Dla rozpylenia

Fig. 20.



Fig. 21.



ich i wyrzucenia na znaczną wysokość, by się dostały do najwyższych gałęzi, posługujemy się *rozpylaczami* działającemi za pomocą zgęszczonego powietrza. Powietrze zgęszcza robotnik poruszając jedną ręką korbą tłok, umieszczony w rurce, połączonej ze zbiornikiem płynu, który nosi na plecach, gdy drugą kieruje strumień cieczy, wypływający z lancy. Francuzkie rozpyla-

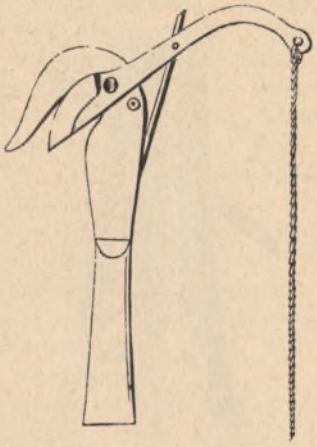
Fig. 22.



cze „Syfonia“ Mayfartha, należą do najlepszych.

Do zraszania roślin pokojowych służą zwykłe rośniki czyli rozpylacze, z piłką lub

Fig. 23.



2-ma piłkami gumowemi, które gniotąc zgęszczamy powietrze nad płynem we flaszce będące i strumień wody wypływa. (Fig. 22).

Do polewania większych drzew lub upraw ogrodowych mogą służyć różnego typu sikawki, chociaż sprawność ich jest zwykle za mała do ostatniego z tych użytków. Stanowczo lepiej jest polewać warzywa i kwiaty konewkami, wodą czerpaną ze zbiorników, do których rozprowadza się ru-

rami wodę, pompowaną maszyną parową, baranem hydraulicznym, turbiną lub wiatrakiem amerykańskim.

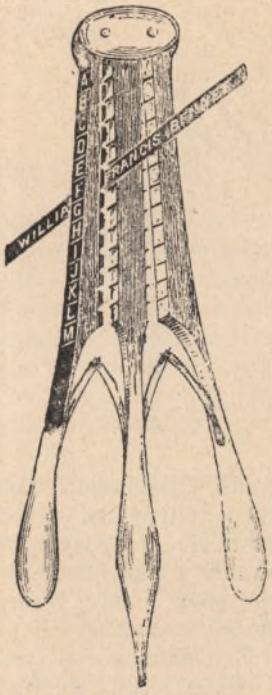
Fig. 24.



D Różne przyrządy.

Z narzędzi ostrych wymienimy tu jeszcze *robaczniki* t. j. pewnego rodzaju sekator

Fig. 25.

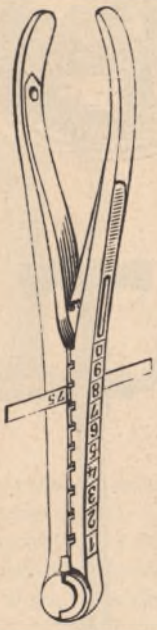


ze sprężyną do umocowania na drągu, którym obcinamy końce gałązek wraz z gniazdami na nich zawieszonemi, lub też suche wierzchołki gałęzi. (Fig. 23).

Skrobaczki, z których najpraktyczniejsza jest, są używane do skrobania starej kory, za którą gnieżdżą się szkodliwe owady, na której rosną porosty, a niekiedy nawet i mchy. Można wprawdzie posługiwać się do tego jakim tępym nożem stalowym, ale skrobaczka umocowana na drążku jest dogodniejsza i pozwala wszędzie działać nią, gdzie się okaże potrzeba. (Fig. 24).

Zamiast skrobania kory, można ją z wielką korzyścią szorować szczotkami, zwłaszcza jeżeli się zacznie to robić, póki drzewa jeszcze są młode, korę mają gładką i mało porośniętą. Szczotki z włókna drzewnego

Fig. 26.



są wyborne i w zupełności mogą zastąpić szczotkę metalową, która tylko do szorowania starej kory jest niezbędną. Odpowiednio do różnych wygięć i zagięć gałęzi, szczotki bywają rozmaitego kształtu, proste, łękowate, szpiczasto zakończone, ręczne lub osadzone na długim trzonku i t. p. Zmywa się drzewa wodą z szarem mydłem lub z ługiem popiołowym, rzadziej samą wodą.

Do etykietowania drzew mamy etykiety przybijane wprost do drzewa z cynkowej blachy, na których wypisuje się nazwisko chlornikiem platyny, lub porcelanowe wypalane wraz z nazwiskami, dobre lecz drogie.

Przed mniejszemi drzewami lub krzewami ustawia się etykiety drewniane stojące. Praktyczne są z kołków dębowych, ściętych z jednej strony, pomalowanych na biało olejną farbą; na tem tle wypisuje się nazwę czarną farbą olejną przez patrony metalowe.

Do róż, georgiń, roślin doniczkowych i t. p. służą etykiety na blasze ołowianej z napisami wyciskanemi t. zw. *literatorem* (fig. 25). Do wyciskania numerów służy znów podobne narzędzie: *numerator* (fig. 26).

Inne narzędzia mniej ważne, lub mało praktyczne, pomijamy.

E. Jankowski.

Narzędzia rolnicze

(patrz Machiny i narzędzia rolnicze.

Nasienniki.

Nasiennikami (w niektórych okolicach zwanemi także „matkami“) nazywamy takie drzewa, które z pomiędzy ogólnej liczby drzew pozostawiają się w widokach obsiewu naturalnego, odnowić się mającej powierzchni lasu. Po dokonanym obsiewie danej miejscowości, pozostawia się jeszcze pewną część nasienników, aby w pierwszej młodości młodym roślinkom mogły służyć jako ochrona przed mrozami, suszą i zbytecznym porostem trawy. Wyrąb nasienników i cienników uskutecznia się stopniowo, aby uniknąć złych następstw z powodu nagłego przejścia z cieniu do światła (odpowiednio do wymagań pojedyńczych rodzajów drzew co do obfitości światła).

Bliższe szczegóły patrz artykuł: „Uprawa lasu“ pod rozdziałami: uprawa poszczególnych rodzajów drzew—wybór nasienników—ręby: ciemne, jasne, nasienne—odmłodnienie naturalne.

A. Nowicki.

Nasiona i owoce leśne

Nasiona i owoce drzew naszych krajowych służą do różnych celów, a mianowicie: do upraw leśnych, na paszę dla inwentarzy i dla zwierzyny, na wyroby przemysłowe (oleje) i t. d. W czasach obecnych w skutku znacznego rozpowszechnienia upraw leśnych, pozyskanie dobrych nasion, czy to za pomocą własnego zbioru, czy też drogą kupna, jest rzeczą wielkiej wagi. Przez zbieranie na własny rachunek otrzymują się nasiona świeże, a zatem lepsze i zwykle tańsze, a oprócz tego jest się w możności takowe aż do chwili użycia onych odpowiednio przechowywać. Wieku, w jakim drzewa wydają dojrzałe nasiona, ściśle oznaczyć nie można, gdyż dojrzałość pod tym względem drzew leśnych zależną jest od ich rodzaju, pochodzenia, zwarcia, indywidualnego stanu ich zdrowia, a także od natury i położenia gruntu. W ogólności drzewa rosnące pojedynczo owocują bardzo wcześnie, rosnące na bardzo dobrym gruncie wydają owoce o wiele później, niż wzrastające na gruncie słabym. Również na późną dojrzałość drzew wpływa ostry, a na wcześniejszą, łagodny klimat. Drzewa pochodzące z odrośli owocują wcześniej, niż pochodzące z nasienia. W ogólności, najpewniejsze są nasiona otrzymywane z drzew średniego wieku i przy tem zdrowych. Nasiona pochodzące z drzew bardzo starych, lub bardzo młodych osobników dają wschody słabo rosnące. Ogólna wreszcie *urodzajność* nasion pewnego rodzaju drzewa zależną jest i od tego, czy owocowanie następuje w dłuższych, lub krótszych okresach. Większość naszych drzew leśnych owocuje nie corocznie, lecz w dłuższych, lub krótszych odstępach czasu. Rok, w którym dany gatunek drzewa owocuje, zowie się *rokiem nasiennym*. Wzmiankowany rok nasienny stanowi dla gospodarstwa leśnego moment wielkiej wagi, gdyż daje on możność wykonania cięć nasiennych; dozwala zebrać potrzebne do upraw nasiona drzewne. Co się tyczy częstszych lub rzadszych lat nasiennych u pojedynczych rodzajów drzew, to wielka ilość drzew mniej ważnych w gospodarstwie leśnem,, owocują prawie corocznie, a mianowicie: *brzoza, grab, klon, jesion, wiąz, olsza, lipa, jarzębina*; również prawie corocznie lecz słabo, a co 2 lata obficie owocują: *modrzew* i *jodła*; *sosna* i *świerk* owocują co 3—4 lata; *dąb* w naszym klimacie rzadziej, najrzadziej zaś *buk*, bo co 5—7 lat a nawet i rzadziej. Sprzyjające warunki pory roku wpływają na częstsze owocowanie.

Dojrzewanie nasienia. Większa ilość nasion leśnych dojrzewa w jesieni wcześniej lub później zależnie od położenia gruntu i lata mniej lub więcej sprzyjającego. Suche położenie gruntu, trwałe gorące lato przyspiesza dojrzałość nasion, lecz ma ujemny wpływ na dobroć jego, ponieważ wyrasta dużo pustego, robaczywego nasienia. Nasienie: *dębu* (żołądź) dojrzewa zwykle w końcu Września, a opada z drzewa na początku Października zazwyczaj po pierwszych szronach, *buku* (bukiew) w Październ-

niku, a opada przy sprzyjającej pogodzie w końcu tegoż miesiąca, lub na początku Listopada; jeżeli powietrze jest wilgotne, wtedy bukwy pozostają w zamkniętych pokrywach (cupula) na drzewie do zimy i dopiero przy ostrym wschodnim wietrze w Grudniu lub Styczniu opadają — n. *grabu* dojrzewa w Październiku pozostając zwykle przez całą zimę na drzewie — nasienie *brzozy* dojrzewa już w końcu Czerwca, podczas niesprzyjającej pogody dopiero w Lipcu lub na początku Sierpnia, a jeżeli powietrze jest suche, wówczas zaraz opada. Najprzód opadające i ostatnie pozostałe na drzewach nasienie, bywa zwykle puste. Wogóle żadne drzewo nie rodzi tyle pustego nasienia co brzoza, to też nasienie wydające 20-25% ziarn kiełkujących, należy do bardzo dobrych. Nasienie *olszy* dojrzewa w Październiku lub Listopadzie, a wypada dopiero w ciągu zimy i na wiosnę; — n. *wiązów* dojrzewa już w końcu Maja lub na początku Czerwca; nasienie wiązu Limaku do 3 tygodni później, i zaraz po dojrzeniu zaczyna opadać; początkowo opadłe jest puste, dopiero ostatnio opadające nasiona kiełkują lecz i te mają zawsze 30—50% pustych; w niektórych latach zdarza się, iż prawie wczystkie nasienie jest puste, dla tego przed zbieraniem go, trzeba się przekonać (przez zgniecenie palcami) czy jest tyle nasienia ziarnistego, ażeby opłaciło się je zbierać. Nasienie *jesionu* dojrzewa w Październiku, opada z drzewa pod koniec zimy i na wiosnę — n. *klonów* w końcu Września lub początku Października i opada po kilku tygodniach, klonu jaworowego pewna część pozostaje do zimy na drzewie; n. *lipy* dojrzewa w Październiku, a opada w późnej jesieni i wśród zimy, puste zaś nasienie opada wcześniej; — nasienie *jarzębiny* dojrzewa we Wrześniu i trzyma się długo na drzewie. N. *świerku* dojrzewa w końcu Października lub na początku Listopada, a wypada dopiero na wiosnę. N. *jodły* dojrzewa już w końcu Września lub na początku Października i krótko po dojrzeniu oblatuje — n. *modrzewiu* w Październiku i Listopadzie, szyszki pozostają przez zimę zamknięte na drzewie, dopiero z nastaniem ciepłej i suchej wiosny nasienie wypada. Nasiona *sosny zwyczajnej, czarnej, limby* dojrzewają w końcu Października następnego, drugiego roku, pozostając w zamkniętych szyszkach na drzewie, wypadają dopiero trzeciego roku na wiosnę w Marcu i Kwietniu. Nasienie *sosny Weymutha* t. z. *amerykańskiej* dojrzewa w Październiku drugiego roku, a szyszki jej otwierają się już w tymże miesiącu lub Listopadzie tegoż roku i nasiona z nich wypadają.

Zbiór nasion leśnych. Do zbioru przystępuje się dopiero wówczas gdy nasiona są *zupełnie dojrzałe*, gdyż niedojrzałe zupełnie słabo kiełkują i prędzej siłę kiełkowania tracą. Nagłość zebrania dojrzałego nasienia jest zależną od okoliczności wyżej wyrażonych, czy ono zaraz po dojrzeniu opada lub dłużej na drzewie pozostaje, więc np. nasiona jodły, sosny Weymutha, brzozy, wiązów i t. d. muszą być zaraz po dojrzeniu zebrane, gdy zbieranie szyszek sosny zwyczajnej, świerku, olszy może być uskuteczniane przez całą zimę, a szyszki modrzewiu najlepiej zbierać w Lutym lub w Marcu. Z szyszek zebranych w końcu zimy, nasienie wydobywa się łatwiej. Dla lepszego zachowania nasion, powinno się takowe ile możności zbierać tylko podczas pogody. Dla szyszek żywicznych pogoda w czasie zbiorów nie ma znaczenia, byleby takowe potem złożone były w suchem miejscu.

Sposoby zbierania nasion są następujące: *włażenie na drzewa* i zrywanie, tudzież obsmykiwanie nasion, np. u klonu, jesionu, wiązu, grabu, olszy, brzozy i wszystkich drzew iglastych; *otrząsanie i zbieranie nasienia opadłego* na ziemię np. u dębu, buku, kasztanu; *zrywanie ze sztuk zrąbanych*: u wszystkich drzew iglastych z wyjątkiem jodły, i *wyławianie* na powierzchni wody, jak u olszy.

Do włażenia na drzewa używa się odpowiednich żelazek przytwierdzonych do nóg, lub stosownie urządzonych drabin, a robotnik zawiesza sobie na plecach worek, w który drobniejsze nasiona jak brzozy, klonów, wiązów, grabu, jesionu po zerwaniu onych składa; albo też ułamuje końce owoconośnych gałązek, lub strąca je na ziemię za pomocą przytwierdzonego na długiej tyczce haczyka lub sierpa. Aby zerwać nasiona znajdujące się na wierzchołkach cienkich gałązek powinien robotnik przyginać gałęzie nie z góry na dół, lecz od dołu ku górze a to, aby uniknąć ułamania takowych, dla tego też czynność swą zaczynać powinien od wierzchołka drzewa t. j. od korony i posuwać się ku dołowi. Do przychylenia gałęzi i strącania szyszek, bardzo praktycznem jest używanie obocznego narzędzia Fig. 1, górną część którego stanowi żelazna kulka, w którą zakłada się ostrugana, lekka tyczka — haczyk (a)

służy do przyciągania gałęzi, a (β) głębokie wcięcie, do strącania szyszek. Nasienie znajdujące się na wyższych gałązkach, można otłukiwać tykami na podłożone płachty.

Zbieranie *na ziemi opadłego nasienia* ogranicza się do większych owoców, które można z łatwością uchwycić ręką, a mianowicie: do żołędzi, bukwi, kasztanów. Zbieranie ich po naturalnym opadzie zapewnia zupełną dojrzałość, która jest tak ważną dla dobrego przechowania nasienia. Do takiego zbierania najodpowiedniejsze są kobiety i dzieci. Jeżeli żołędzie gęsto leżą na ziemi, to można je zbierać grabiami o gęstych zębach. Resztę nieopadłej żołędzi i bukwi można otrząsać na płachty rozpostarte na ziemi.

Obrywanie nasion *na drzewach zrąbanych* może być zastosowane tylko do tych

Fig. 1.



rodzajów drzew, z których nasiona przed zimą nie opadają, a mianowicie: do sosny (z wyjątkiem sosny Weymutha), do świerku, modrzewiu, jesionu, akacyi, grabu, a po części i olszy.

Wyławianie z powierzchni wody stosuje się do olszy. Nasienie olsz stojących nad brzegami jezior, stawów, strumieni i t. p. (nad któremi olsza najobficiej owocuje) po większej części opada na wiosnę do wody, i bywa potem przez wiatry do brzegów w załomy lądu zanoszone; na bieżącej zaś wodzie tamuje się odpływ nasienia przez odpowiednie urządzenie zastawy, zwykle faszynowe. Nasiona z wody wyławiają się sitami. Nasion takich nie można długo przechowywać, lecz po lekkiem osuszeniu, o tyle, żeby się nieskupiały, powinno się je natychmiast wysiewać.

Suszenie i czyszczenie nasion. Zebrane w lesie nasiona posiadają częstokroć w składzie swym zbytek wilgoci, który musi być przez suszenie usunięty, w przeciwnym bowiem razie nasienie złożone od razu do budynku, na gromadzie, lub zsypane w kopce, uległoby zepsuciu. Dla tego świeżo zebrane nasienie składa się w suchych i przewiewnych miejscach, rozpościera cienko (na 5—8 *cm.*) i codziennie kilkakrotnie grabiami się przerabia, lub przeszuflowywa. Jeżeli powietrze jest suche, większe nasiona suszy się wprost na miejscu, w lesie, a potem dopiero zachowuje takowe pod dachem lub w kopcach. Po starannem wysuszeniu (t. j. po 8—14 dniach), oczyszcza się z gałązek, liści, łupin i t. d. i składa na większe kupy, poczem zdatne już jest do dłuższego zachowania lub transportu. Zebrane z obciętemi gałązkami nasiona jesionu, klonów, wiązów, brzozy i t. d. najlepiej powiesić związawszy poprzednio we wiązki, na śpichlerzu, poddaszu lub w suchej komórce, a gdy nasiona wyschną i w skutku tego same opadną, potrzeba tylko zebrać je z podłogi, albo też otłukuje się je lub wkłada do worków i wymłaca. Chcąc większe nasiona np. *żołędz* odłączyć od pustych i t. z. robaczywych, należy zaraz po zebraniu wsypać je do kadzi częściowo napełnionej wodą, a wówczas wszystkie ziarna zepsute wypłyną na wierzch, a po usunięciu ich, zdrowa żołędź przesusza się jak wyżej.

Szyszki drzew iglastych pozostają przez zimę na drzewach i dopiero pod wpływem ciepła wiosennego łuski dojrzałych szyszek otwierają się i nasienie z nich wypada. Dla otrzymania z nich nasion, potrzeba zamknięte jeszcze szyszki w porze zimowej zebrać i działaniem słońca, lub sztucznego ciepła nasienie z nich wyłuszczyć W tym celu szyszki sosny zwyczajnej, czarnej i limby rozsypuje się na płachtach rozpostartych na słońcu, przy czem otwierające się szyszki trzeba często grabiami przewracać. Skuteczniej wyłuszcza się szyszki w suszarniach; (szczegóły patrz: „Suszarnie nasion“). Szyszki *sosny Weymutha*, i *olszy* złożone w suchem i przewiewnem miejscu, otwierasię same i nasienie z łatwością z nich wypada. Szyszeczki *brzozy* rozpadają się przy przerabianiu ich podczas suszenia, pozostałe przy tem całe szyszeczki można w rękach rozetrzeć, albo też ułożyć luźno w worku i młócić na podkładzie ze słomy.

Owoce *jarzębiny* układa się na małe kupki, aby miąższ otaczający ziarno, ognił, i w tym stanie można używać je do siewu, a jeżeli chce się mieć ziarno czyste, to po ogniciu miąższu wkłada się do naczynia

napełnionego w części wodą i zużytemi miotłami miesza się i obija, a wówczas cięższe, czyste ziarna osadzają się na dnie.

Nasiona skrzydlate, których skrzydełka nie są z ziarnem ściśle zrośnięte, a więc *sosny, świerku, grabu* powinno się przed ich wysianiem ze skrzydełek oczyścić, w przeciwnym bowiem razie nie równo się wysiewa, nie tak łatwo dostaje się do ziemi i łatwiej ulega zniszczeniu przez ptactwo- Skrzydełka nasion sosny i świerku dają się z łatwością oddzielić przez roztarcie w rękach, lub przez omłacanie w workach, najskuteczniej wszakże i najprędzej uskutecznia się ta czynność przez zwilżenie nasienia letnią wodą (za pomocą konewki z sitkiem) i ułożenie go na średniej wielkości gromadce, a gdy zagrzeje się o tyle, że włożywszy rękę w środek gromadki poczuje się mierne ciepło, wtenczas doskonale kupkę przerabiać należy grabiami, a skrzydełka się odłączą, potem zaś rozpościera się cienką warstwą, aby przeschło. Dla zupełnego oczyszczenia przepuszcza się przez młynek (wialnię), a wszystkie skrzydełka i puste ziarna odpadną. Ostateczne to oczyszczenie uskutecznia się dopiero na kilka dni przed użyciem do siewu. Nasiona *jodły* i *modrzewiu* mają skrzydełka z ziarnoskórem ściśle zrośnięte, lecz dają się bardzo łatwo przez samo tarcie w rękach oddzielić; tak samo zrośnięte są wszystkie skrzydlaki jak nasienie *klonów, wiązów* i *jesionów*, lecz te sieje się zwykle ze skrzydełkami. Nasienie *grabu* ma cienkie liściaste trzyklapkowe przysadki (Fig. 2), które trzeba przed siewem usunąć przez młócenie w worku, a następnie oczyścić na przetaku.

Przechowywanie czyli *Konserwacya nasion.* Ponieważ nie zawsze jest korzystnie lub nie zawsze można nasiona leśne zaraz po zbiorze onych wysiewać, lecz bardzo często wysiewa się je dopiero na wiosnę, przeto musi ono być w tym celu przechowane. Przez właściwe przechowanie nasion i zakonserwowanie siły kiełkowania onych osiąga się jeszcze i tę korzyść, że nie jest się zależnym od roku nasiennego. Aby nasienie wykiełkować mogło, potrzebne są pewien stopień ciepła i wilgoci tudzież przystęp powietrza. Zadaniem konserwacyi nasion jest z jednej strony wstrzymać tak dalece siłę kiełkowania (a nie więcej), aby takowe podczas przechowywania nie kiełkowało, a z drugiej zaś strony zapobiedz zepsuciu się nasion, czyli zniszczeniu siły kiełkowania, oraz zabezpieczyć takowe od zniszczenia przez szkodliwe zwierzęta, do ktorych w pierwszym rzędzie należą myszy.

Nasiona rozmaitych rodzajów drzew w równych zewnętrznych warunkach, nie w równym stopniu i nie w jednakowym czasie zachowują siłę kiełkowania. *Żołędź, bukiew, kasztany* i wogóle nasiona, w skład których wchodzi krochmal, najprędzej siłę tę utracają, gdyż takową zachowują zaledwie przez zimę. Nie wiele dłużej zachowują siłę kiełkowania nasiona: *brzozy, wiązu* i *jodły*, a przy zaniechaniu potrzebnych ostrożności, bardzo prędko się psują. Nasiona *klonów, jesionu i grabu* dadzą się wprawdzie przechować do drugiej wiosny, lecz ze znaczną stratą swej dobroci. Nasienie *lipy i olszy* kiełkuje po 2—3 latach, a że na nie jest corocznie urodzaj, przeto nie ma potrzeby tak długo ich przechowywać, Najdłużej przechowują siłę kiełkują-

Fig. 2.



cą *modrzew, sosna i świerk*; podług Geyer'a dobrze konserwują się nasiona modrzewiu 2—3, n. sosny 3—4 i n. świerku 4—5, nawet 6 lat.

Sposoby przechowywania. Żołędź, bukiew i kasztany przechowują się w sposób następujący: Wybrawszy odpowiednią przestrzeń gruntu w ogrodzeniu, blizko domu, na około poprzednio wbitego w ziemię palika 8—10 *cm.* grubości, zatacza się obwód i na około tego ostatniego zbiera się cokolwiek ziemia, rozrzuca naokoło palika i mocno udeptuje, aby od środka ku obwodowi utrzymać nieznaczny spadek (Fig. 3). Na obwodzie tego koła stawia się pleciony płotek (wysokość i średnica którego zależną jest od ilości przechować się mającego nasienia), a następnie na spód ściele się warstwę 25 *cm.* grubą zupełnie suchego, (już

wcześniej w domu wysuszonego) mchu, na który sypie się nasienie, a w miarę wsypywania tego ostatniego, ścianę płotka okłada się takimże mchem, na 15—20 *cm.* grubo, na wierzch zaś daje się tak grubą jak na spodzie warstwę tego mchu. Tym sposobem nasienie dokoła jest okryte mchem. Zamiast mchu można użyć targanej słomy, sieczki lub suszonych liści. Dla ochrony od deszczów i śniegu urządza się od środkowego palika wystający aż po za płotek, daszek z prostej słomy, trzciny, albo z desek. Aby nasienie ochronić przed myszami, otacza się kopczyk na 30 *cm.* głębokim rowkiem, w który wstawia się w pewnych odstępach, na pułapki, kilka polewanych garnków. Otwory, w które wstawia się garnki powinny być przestronne, a puste przestrzenie pomiędzy ścianami wy-

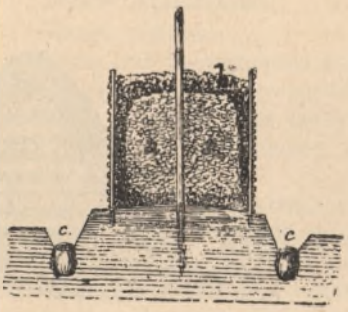
kopiec stożkowaty, lub wydłużoną pryzmę. W szczycie stożka dla odprowadzenia pary, zakłada się wiecheć ze słomy lub sączek, (który z nastąpieniem mrozu zatyka się mchem). Wreszcie cały kopiec okrywa się o tyle prostą słomą lub liściem, aby zawartość kopca ochronić od deszczów. Z nadejściem mrozu kopiec zasypuje się ziemią, przyczem zwraca się uwagę, aby pozostawić w kopcu u góry otwór do parowania wilgoci.

Przy wielkich kopcach, które wewnątrz łatwo mogą się zagrzać, praktyczną jest rzeczą szczyt kopca lejkowato wyżłobić (jak Fig. 5). Jeżeli nie ma mrozu, to otwór ten zakrywa się tylko wednie i podczas słoty, a w nocy i przy mrozie, musi być zawsze odkryty, aby ciepło z kopca mogło uchodzić. Tak samo i tutaj dla uniknienia

Fig 3.



Fig. 4.



słać należy mchem, aby garnki ochronić od pękania na mrozie. Fig. 4 przedstawia w pionowym przekroju: *aa.* żołądź *bb.* mech okrywający żołądź, *cc.* rowek z założonemi garnkami. W ten sposób można znaczne ilości nasienia przechować na stosunkowo małej powierzchni gruntu. W razie potrzeby, podwyższa się tylko płotek, a nasienie zachowuje się dobrze, nie kiełkując do pełnej wiosny.

Drugi sposób, stosowany na gruncie więcej piaszczystym, jest ten, że z gruntu tego zdejmuje się najpierw warstwę ziemi roślinnej, następnie daje się spód ze słomy, suszonego mchu, sieczki, suszonego piasku lub miału węglowego, na który sypie się wyżej wymienione nasiona cienkiemi warstwami, przekładając tymże samym materyałem z którego był dany spód, formując

szkód od myszy, obkopuje się kopiec rowkiem. W końcu zimy, gdy ziemia na kopcu odtaje, zdejmuje się niezwłocznie pokrywę ziemi aż do słomy, aby woda szybko mogła wyparować. Zaniechanie zdjęcia w swoim czasie ziemi, powoduje psucie się nasion, gdyż one tak samo jak żywe rośliny nie tyle cierpią od mrozu, ile przy odtajaniu. Kopców nie powinno się nigdy robić większych, niż $1\frac{1}{4}$ do $1\frac{1}{2}$ *m.* wysokich; lepiej więc jest urządzić kilka mniejszych kopców, niż jeden większy, w którym nasienie łatwiej może się zepsuć. Dla tego przechowywanie nasion w pryzmach, na kilkadziesiąt *cm.* wysokich, a więcej wydłużonych i rozszerzonych, najlepiej się udaje. Bukiew mniej cierpi od mrozu niż żołądź, natomiast częściej zbytnio wysycha, z tego powodu do przesypywania bukwi

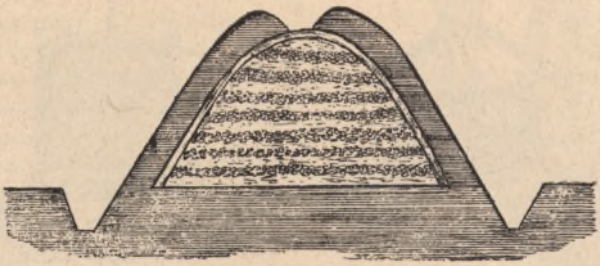
używa się zwykle czysty, świeży piasek i nie tak grubo w kopcu lub pryzmie nakrywa się ją jak żołądź.

Nadto przechowuje się *żołądź, bukiew, kasztany, nasienie jesionowe i grabowe* w rowkach lub dołkach wykopanych w miejscowościach suchych. Dla żołędzi robi się zwykle na 40—60 *cm.* szerokie, mniej lub więcej długie, z prostopadłemi ścianami, rowki, dla bukwi szersze i płytsze, a dla nasienia jesionowego i grabowego, rowki węższe. Ściany rowków wyścieła się słomą, lub suchym mchem, a nasienie przekłada się na przemian jak wyżej, warstwami suchego piasku, mchu i t. d. Nasienie jesionowe i grabowe najlepiej poprzednio zmieszać z sieczką, październerem i t. p. i zsypać je w rowek. Po napełnieniu rowków, nakrywa się warstwą słomy, którą przysypuje się ziemią. Nasienie jesionowe jak i grabowe zwykle dopiero w drugim roku przezimować, lecz trzeba dawać baczenie, aby zbytnio nie wysychała, co łatwo poznać po tem, iż wówczas przybiera barwę jaśniejszą, co gdy nastąpi, należy ją skropić wodą i często przerabiać.

Bardzo łatwe jest przezimowanie małych ilości bukwi i kasztanów gorzkich we workach, które napełnia się do połowy lub dwóch trzecich już przesuszonemi owocami. Z początku ustawia się worki w komórkach, lub na poddaszu i często się takowe przetrząsa, a gdy mróz nastąpi, kładzie się je na kartoflach złożonych w piwnicach.

Inne nasiona jak: *klonu, jesionu, grabu, brzozy, olszy*, przechowuje się przez zimę w śpichrzach lub w komorach, przy zamkniętych oknach i okiennicach, tylko od czasu do czasu odświeża się powietrze. Dla zabezpieczenia od myszy, można przechować nasiona w koszykach lub workach

Fig. 5.



kiełkuje, dla tego nie potrzebują one bardzo suchego opatrzenia, a nawet pewien przystęp wilgoci ku wiośnie, jest dla nich pożądanym.

Przy zwyczajnem przechowywaniu żołędzi i t. d. w jamach, kupkach usypanych na około pnia drzewa, lub osobno, a potem nakrytych liściem, słomą i t. p., albo w piwnicach, zmieszane z piaskiem, wypuszcza żołądź na wiosnę długie kiełki, które siew utrudniają; jeżeli kiełki obłamią się, to pewna część żołędzi przepada, a te, które nowe wydadzą kiełki, wyrosną na słabe rośliny. Przezimowanie bukwi w śpichrzu pod pokryciem słomy, także nie jest dobre, ponieważ zanadto ona wysycha, przez co traci dużo na dobroci, lub też wysiana, wschodzi w pewnej części o rok później; a że bukiew na mróz jest wytrzymałą, przeto można ją pod dachem bez nakrycia z grubego i rzadkiego płótna, zawieszonych na hakach wbitych w suficie.

Nasiona *sosny, świerku i modrzewiu* przechowuje się w drewnianych skrzyniach lub beczkach poprzedziurawianych z zamykającemi się wiekami; aby zaś myszy szkody nie robiły, obija się skrzynia wewnątrz blachą. Nasiona te wsypuje się razem ze skrzydełkami i innemi naleciałościami, i od czasu do czasu się je przerabia. Dla dłuższego przechowania wstawia się je do suchej piwnicy.

Bardzo długo (t. j. 4 — 6 lat) zachowują siłę kiełkowania nasiona przechowane w szyszkach, zwłaszcza nasiona świerku.

Nasiona *jodły* przechowują się pod dachem, w cienkich warstwach razem z łuskami, albo zmieszane z trocinami. Z początku, dopóki nie przeschną, muszą być starannie przy otwartych oknach przerabia-

ne. Z nastaniem mrozów okna się zamyka, a nasiona raz po raz się przerabia, bacząc, aby się nie zagrzały, gdyż w tym razie z łatwością uledz by mogły zepsuciu. Nasienie jodły traci wiele na dobroci podczas dłuższego transportu. W workach nie powinno nigdy być utłaczane, gdyż łatwo się zagrzewa. Najlepiej przesyłać je zmięszane ze skrzydełkami nasienia sosnowego lub świerkowego.

Przy *kupnie nasion* trzeba być ostrożnym, aby nie nabyć starego i niekiełkującego nasienia, bo jeżeli wskutku użycia złych nasion, siew przepadnie, to nietylko że koszta siewu powtórnego i obróbki gruntu podwajają się, lecz traci się jeszcze jednoroczny przyrost z powierzchni przeznaczonej do uprawy.

Poziom wymaganego najwyższego procentu kiełkującyc i ziarn, ze względu na rodzaj drzewa, przedstawia się jak następuje: u świerku i sosny czarnej 75—80%; u sosny zwyczajnej i sosny Weymutha, jesionu, grabu, dębu 65—70%; u jodły, buku, klonu, lipy, akacyi 50—60%; u olszy, wiązu 35—40%; modrzewiu 30—35%; brzozy 20—25%; (podług Gayer'a).

Aby się uchronić od wysiewu złego nasienia, najlepiej jest wypróbować poprzednio jego dobroć. Dobroć i świeżość nasienia poznać już można po tem, iż ziarno (jądro) wypełnia zupełnie ziarnoskór i posiada dostateczny stopień wilgoci. Dobroć większych nasion poznać można po przekroju poprzecznym, i tak: ziarno żołędzi powinno być różowawo-białawe; bukwi i orzeszków limby: białawe i smaczne, nasienie klonu powinno mieć liścienie soczyste, zwinięte i zielone (stare nasiona mają liścienie suche i dają się łatwo w palcach na proszek zetrzeć); jesionu: woskowate i niebieskawo-białe; jodły: białawe i silnego terpentynowego zapachu. Drobniejsze nasiona np. sosny, świerku, wiązu, olszy, brzozy, powinny po rozgniecieniu ich paznogciem, pozostawiać oleistą plamę; albo też rzuca się, odliczywszy poprzednio pewną ilość nasionek sosny, świerku, na mocno rozpaloną blachę; nasionka dobre wyskoczą z trzaskiem w górę, a złe, którym brak wilgoci, zwęglą się zaraz na blasze.

Cechy te zewnętrzne często zawodzą, a więcej polecenia godnem jest dokonanie próby kiełkowania. Aby próby miały pewną wartość, trzeba je starannie i dla ścisłości po kilka równocześnie wykonywać, tem więcej, jeżeli cena za kupiony towar ma się podług procentu kiełkujących nasion regulować.

Wreszcie wiadomem jest powszechnie, iż przy takich próbnych zasiewach wykiełkuje więcej ziarn, aniżeli po wysianiu nasienia w gruncie.

Co się tyczy innych użytków z nasion i owoców leśnych, czytelnik znajdzie je w poszczególnych opisach rodzajów drzew i krzewów umieszczonych w niniejszej Encyklopedyi. Tutaj nadmienia się jeszcze, iż nasiona i owoce leśne służą za pokarm dla wszelkiej zwierzyny i ptactwa, przyczem zaleca się zbieranie i przechowywanie żołędzi i kasztanów (gorzkich) na paszę dla zwierzyny na miesiące zimowe i śnieżne.

Dość znaczny użytek, powszechnie znany, wydają owoce (czyli jagody) krzewinek leśnych, a mianowicie: poziomki, czernice, borówki brusznice, w niektórych miejscowościach: maliny, jeżyny, żórawiny, które zbiera się po zupełnem ich dojrzeniu, a dochód pieniężny osiągnięty za nie przez ludność uboższą, dosięga w niektórych okolicach znacznej wysokości.

Aleksander Nowicki.

Nawodnianie.

Uwagi wstępne.

Woda jest bezwątpienia jednym z najpotężniejszych czynników rozwoju życia organicznego na ziemi, bez wody ani zwierzęta ani rośliny bezwarunkowo wyżyć by nie mogły.

Całą ilość wody, potrzebną do swego rozwoju, czerpią rośliny wyłącznie z gruntu, gdyż wilgoci z powietrza pobierać nie są w stanie; w braku więc dostatecznej ilości wody w gruncie rozwój roślin ustaje, a przy dłużej trwającej suszy rośliny więdną, schną, a nawet ostatecznie giną.

Ilość wilgoci w ziemi, z jakiej rośliny korzystać mogą, zależy po części od natury i położenia gruntów, głównie jednak od ilości opadów atmosferycznych, które niestety nie zawsze spadają we właściwym, ze względu na potrzeby roślinności, czasie i nie wszędzie w ilości dostatecznej dla zapewnienia obfitych plonów. Często więc ilość wilgoci jest tym czynnikiem rozwoju, który w danym razie znajduje się w minimum, a tem samem, nawet wobec nadmiaru innych czynników, powoduje niedobór plonów; dla tego też regulowanie stosunków wilgotności w roli stanowi jedno z najważniejszych zadań kultury.

Wprawdzie nie jesteśmy w stanie z nienie dowolnie stosunków klimatycznych zamieszkiwanej przez nas okolicy, możemy

jednak do pewnego stopnia złagodzić niekorzystne warunki klimatyczne środkami dostępnemi dla każdego, gdyż przy pomocy racyonalnie obmyślanej uprawy możemy znacznie zwiększyć nagromadzanie się w roli zapasów wilgoci z opadów po za okresem wegetacyjnym spadających, a przez stosowne nawożenie wywołać oszczędne tychże zapasów przez roślinność spożytkowywanie *).

Nie ulega wątpliwości, że przy rozumnem obchodzeniu się z wilgocią i zapobiegliwem tejże gromadzeniu w roli, można osiągnąć z produkcyi roślinnej, nawet przy mniej sprzyjających warunkach klimatycznych, wyższe rezultaty, niż bywają osiągane zazwyczaj w okolicach hojniej przez naturę w deszcze uposażonych, lecz w których rolnicy nie dbają o gospodarne takowych wyzyskiwanie.

Zasada oględnego użytkowania z opadów atmosferycznych powinna być stosowaną powszechnie; koniecznie należy wyrobić sobie przekonanie, że woda jest nader cennym czynnikiem produkcyi rolnej; a więc tam nawet, gdzie zachodzi potrzeba usunięcia miejscowego nadmiaru wilgoci, należy usuwać ją z wszelką oględnością, starając się, o ile tylko można, spożytkować odpływy z pól zbyt mokrych, w celu zasilenia wilgocią miejsc zanadto suchych.

Wszędzie zaś tam, gdzie tylko warunki miejscowe pozwolą, należy żyzne wody, przepływające w strumieniach lub rzekach, dla celów irrygacyi, czyli nawodnienia, odpowiednio wyzyskiwać, gdyż jak słusznie powiada jeden z uczonych francuskich, „Stopień cywilizacyi danego narodu poznać można z porównania ilości wody, którą zużywa z pożytkiem dla celów rolniczych, z tą ilością, której pozwala spływać nieprodukcyjnie i bezpożytecznie.“

Nawodnianie, inaczej zwane irrygacyą, nie jest bynajmniej nowym pomysłem, gdyż dowolne, peryodycznie powtarzane rozprowadzenie wody po danej powierzchni użytków rolnych, było już znane w głębokiej starożytności. Chiny, tudzież Indye, zawdzięczają bogactwa i wyżywienie swej ogromnej ludności robotom irrygacyjnym, nakreślonym w czasach zamierzchłej przeszłości, a wyzyskiwanych i dziś jeszcze z tą samą, co dawniej, umiejętnością. Dolina Eufratu i Tygru była przed wiekami cała sztucznie nawodnianą, a starodawne państwa: Assyryjskie, Babilońskie, Perskie, Arabskie etc., zawdzięczały wysoki stopień swej kultury głównie wybornie urządzonym nawodnianiom.

Przedwiekowa cywilizacya Egipska przekazała nam liczne pomniki na dowód sztuki, z jaką potrafiono w tych odległych czasach gromadzić i spożytkowywać użyzniające wody Nilu.

Egipt starożytny zawdzięczał bajeczną prawie urodzajność swych pól zalewom rzecznym, umiejętnie i z wielką pracą ujętym w karby i uregulowanym za pomocą kolosalnych robót grabarskich, wielomilowych kanałów dopływowych, tam, szluz, olbrzymich zbiorników *) przeznaczonych do przyjęcia i przechowywania wezbranych wód świętej rzeki, z których następnie wychodziły liczne kanały, rozprowadzające wodę po całym kraju. Pola Egiptu były użyzniane wyłącznie namułami Nilowymi, gdyż słomę i wysuszone odchody zwierzęce zużywano na opał, a pomimo to przez długi szereg wieków słynął Egipt z urodzajności.

Od Egipcyan sztuki nawodniania nauczyli się Grecy, którzy ją pilnie w swym kraju stosowali. Z biegiem czasu nawodnienia rozpowszechniły się prawie po całej południowej Europie, podnosząc wszędzie dobrobyt rozległych okolic.

W średnich wiekach szeroko słynęły urządzenia irrygacyjne Lombardzkie i Hiszpańskie (Maurytańskie), tak ze względu na wysoko udoskonaloną technikę nawodniania, jako też mądre i praktyczne prawa, regulujące stosunki wodne między współuczestnikami stowarzyszeń irrygacyjnych.

Zbyt wiele miejsca wymagałoby zobrazowanie losów, jakim w kolei wieków ulegały urządzenia irrygacyjne wobec przekształceń politycznych i spustoszeń wojennych, tak częstych w wiekach ubiegłych. Szczegóły znaleść łatwo w dziełach, poświęconych specyalnie nawodnianiu. Nadmieniamy więc tylko, że w drugiej połowie bieżącego stulecia prawie wszystkie państwa południowe, lub mające posiadłości kolonialne na południu, rozwinęły prawdziwie gorączkową czynność, odnawiając dawne lub budując nowe, na wielką skalę zakreślone

*) Wiadomo, że na gruntach jałowych dla wyprodukowania pewnej ilości materyi suchej, roślina potrzebuje przetranspirować o wiele więcej wody, niż rosnąc na gruntach należycie użyznionych.

*) Np. Zbiornik Moeris według obliczeń archeologów mógł pomieścić 473,883,021,606 m^3 wody.

urządzenia irrygacyjne, tak, że dziś całe miliony hektarów podlegają regularnym nawodnianiom, wypłacając się stale za poniesione trudy i wyłożone kapitały obfitemi plonami, przynoszącemi od wyłożonych nakładów odsetki bardzo wysokie.

Najbardziej jednak pouczające dowody potęgi twórczego ducha ludzkiego w walce z wrogiemi siłami dzikiej przyrody znaleść możemy w dziejach wytworzenia, za pomocą irrygacyi wpośród nagich pustyń, spieczonych gorącem słońcem Ameryki, całych okręgów o nadzwyczaj wysoko rozwiniętej produkcyi rolnej.

W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, na zachód od setnego południka, pomiędzy 31° a 49° szerokości północnej, zalega olbrzymia przestrzeń gruntów pustych, stanowiąca przeszło $^2/_3$ obszaru Unii. Cały ten tak zwany „Aride Region“ zdawał się skazanym na wiekuistą bezpłodność, gdyż wskutek nadzwyczajnego braku wilgoci (w wielu miejscach całoroczna ilość opadów atmosferycznych nie dosięga nawet 5 cali), zaledwie bardzo wczesną wiosną pokrywał się nędzną trawką, lecz i ta wkrótce ginęła pod palącemi promieniami słońca, przez resztę więc lata cały step przedstawiał martwą, nagą pustynię, gdzie niegdzie tylko po nad brzegami rzek z gór spływających zieleniejącą kępami roślinności.

Niezmierny ten, a nadzwyczaj suchy obszar, jeszcze przed bardzo niedawnym czasem był zamieszkiwany wyłącznie tylko przez nieliczne plemiona dzikich indyan, zaledwie z wielkim trudem mogących zdobyć na nim nędzne środki wyżywienia. Przed dwudziestu niespełna laty zrobiono pierwsze próby irrygacyi wśród pustyni, a dziś już, pomimo upływu tak krótkiego stosunkowo czasu, wiele tysięcy farmerów znalazło tu środki dostatniego utrzymania, a nawet doszło do znacznej zamożności, wielu zaś rzutkich przedsiębiorców zrobiło milionowe fortuny, gdy dzięki śmiałej przedsiębierczości i niespożytej energii yankee'sów udało się szczęśliwie za pomocą sztucznego doprowadzenia wody, z rzek czerpanej, zmienić niemałą część bezpłodnej pustyni na obszary tak urodzajne, że według zdania kompetentnych, na całej przestrzeni Unii Amerykańskiej nie podobna znaleść ziem żyzniejszych i plenniejszych nad grunty, wydarte pustyni. Rozumie się, że tak olbrzymi obszar przedstawiać musi znaczne różnice w poszczególnych miejscowościach, tak pod względem temperatury powietrza, jako też jakości gleby, wysokości położenia po nad poziomem morza, a także konfiguracyi terrenu, zależnie więc od miejscowych warunków, w okolicach, bardziej ku północy wysuniętych, jak np. w Montanie, Idaho, Wyomingu, na ziemiach nawodnianych uprawiają przeważnie rośliny pastewne, wydające w tych warunkach pokosy prawie bajecznej obfitości (zboża siewają bardzo niewiele). W miejscowościach natomiast leżących bardziej ku południowi, np. w Arizonie, Nowym Meksyku, południowej Kalifornii i t. p. uprawiają głównie owoce, winogrona, rośliny przemysłowe, chmiel i t. p. cenne ziemiopłody. Pod gorącem niebem południa, przy obfitości wilgoci, w czasie właściwym sztucznie doprowadzonej, roślinność rozwija się napodziw bujnie i tak szybko, że już po upływie 4—5 lat po zasadzeniu, drzewka owocowe dosięgają zupełnego rozwoju.

Dr. T. Müller *) widział pięcioletnią plantacyę brzoskwiniową, tak wspaniale rozwiniętą, że każde drzewko wydawało od 100—150 funtów owocu, co przy cenie miejscowej 5 centów za funt, dawało dochodu brutto z akra (216 pr. □) około 600 dol. Śliwki 3—4 letnie dają do 200 fun. owocu, jabłonie, winogrona, pomarańcze wydają tak wysokie plony, że 10—15 akrów plantacyi wystarcza w zupełności do zapewnienia dobrobytu całej rodzinie.

Nawodniane plantacye chmielu przynoszą właścicielom również znakomite zyski; zbiór chmielu dochodzący do 2500 funtów z akra nie należy do osobliwości. Dochód brutto z chmielnika dochodzi często do 450 dol. z akra, po strąceniu zaś kosztów uprawy, zbioru, tyk, szpalerów drucianych, % od budowli suszarni etc., które obliczają zwykle na 150—200 d., dochód netto wynosi 250—300 dol. z akra; choćby nawet tak wysoki dochód nie corocznie się zdarzał, to jednak zawsze dochody z chmielników nawodnianych są tak wysokie, że kultura chmielu z roku na rok rozszerza się coraz bardziej i zapewne niedługo pozostanie bez wpływu na ceny Europejskie.

Początkowo urządzano nawodnianie w sposób najprostszy, wybierając ku temu tylko miejscowości najdogodniejsze i posługując się urządzeniami pierwotnemi, t. j. kopiąc, i to najczęściej bez pomocy technika, zwykłe rowki doprowadzające i rozlewne, nie wiele dbając

*) Die Amerikanische Bewässerungswirthschaft von Dr. Traugott Mueller, Berlin 1894 r.

o oszczędne użycie wody i równe zwilżenie gruntu. W miarę jednak, jak ziemie pod nawodnianie użyte, zaczęły wydawać plony nadspodziewanie obfite, zaczęto coraz więcej zabiegać około jak najoszczędniejszego zużywania wody, pragnąc daną ilością zrosić jak najobszerniejsze przestrzenie. Potworzyły się bogate towarzystwa akcyjne, które rozporządzając wszelkiemi środkami pomocniczemi nowoczesnej techniki i olbrzymiemi kapitałami, rozwinęły nawodniania na wielkich przestrzeniach, zyskując na swej przedsiębierczości ogromne sumy, gdyż przyrost wartości ziemi wskutek irrygacyi i kultury dosięgał nieraz stu i więcej dolarów na akrze. W takich warunkach każda kropla wody ma nadzwyczajną wartość, nic dziwnego przeto, że starają się ją gromadzić wszelkiemi sposobami i rozprowadzać po jaknajwiększej powierzchni, nie żałując kosztów na wykonanie bardzo trudnych nawet robót inżynierskich, aby tylko dostać i zgromadzić jak najwięcej drogocennej wody, którą prowadzą kanałami, długiemi niekiedy na dziesiątki kilometrów; w razie potrzeby, przebijają nawet góry, aby tunelem przeprowadzić wodę na drugą stronę, jeśli właśnie po za górą znajdują się dogodne dla irrygacyi przestrzenie. Dla uniknięcia przesiąkania wody, kanały murują i wylewają cementem. Zagradzają górskie doliny potężnemi murami, aby wytworzyć w ten sposób olbrzymie rezerwoary; a jeśli natrafią na obszerniejsze podziemne zbiorowiska wodne, to wiercą całe setki studni artezyjskich, aby wodę na wierzch wydobyć. Tak np. w pewnem miejscu na przestrzeni jednego tylko akra wyświdrowano aż 80 studni, sięgających przecięciowo do 450′ głębości, a wytryskującą z nich wodę rozprowadzają kanałem na 14 kilometrów długim. W roku 1892 liczono przeszło 3900 studni artezyjskich, zbudowanych wyłącznie dla celów nawodniania; skrapiały one przeszło 50,000 akrów.

W tymże roku obliczano ogólną wartość rocznej produkcyi z gruntów, pozyskanych dzięki irrygacyi, na sumę 53,057,000 dol., wartość zaś gruntów przedtem zupełnie bezwartościowych szacowano na 296,850,000 dol. Nakład zaś kapitału na wykonanie robót irrygacyjnych dosięgał 77,000,000 dol. Wszystkie te prace wykonano w ciągu niespełna lat dwudziestu, i to wyłącznie za inicyatywą prywatną.

* * *

Przy urządzaniu nawodnień można uważać za cel główny albo: 1) dostarczenie roślinom niezbędnej do rozwoju wilgoci i wtedy będzie to t. zw. nawodnianie *zwilżające*, lub też 2) dostarczenie roślinom pewnej ilości materyj pożywnych, zawieszonych lub rozpuszczonych we wodzie — nawodnianie *użyzniające*.

W krajach gorących używają zwykle nawodnień zwilżających, do czego potrzeba stosunkowo niewielkich ilości wody; pomimo to działają one bardzo pobudzająco na wzrost roślin, nietylko przez dostarczanie wilgoci, potrzebnej dla funkcyj życiowych roślin, lecz także przez wywoływanie całego szeregu reakcyj wywiązujących się w gruncie zwilżanym, przy zetknięciu się tegoż z osadzającemi się z wody irrygującej materyami pochodzenia organicznego i nieorganicznego, a przyspieszających wytwarzanie się w gruncie ze związków trudno przyswajalnych, gotowych pokarmów roślinnych. Nawodnienia więc zwilżające sprzyjają wprawdzie bujniejszemu rozwojowi roślin, lecz grunt ubożą, dla tego też przy dłuższem trwaniu nawodnień zwilżających zachodzi potrzeba stałego nawożenia przestrzeni irrygowanych.

Charakterystyczną cechę urządzeń irrygacyjnych południowych, stanowi urządzanie nawodnień prawie wyłącznie na wielką skalę, za pomocą kanałów, opasujących wielkie obszary gruntów, budowanych kosztem państwa, lub wielkich towarzystw irrygacyjnych; natomiast nawodniania, urządzane w krajach umiarkowanych, są najczęściej małych stosunkowo rozmiarów, powstają zwykle z inicyatywy osób prywatnych, kosztem pojedyńczych właścicieli, lub niewielkich stowarzyszeń posiadaczy sąsiednich gruntów; wyjątkowo zaś—przy pomocy państwowej udzielanej w formie pożyczek melioracyjnych i fachowej porady udzielanej przez rządowych techników. W klimatach umiarkowanych, wobec mniej intensywnego działania promieni słonecznych, większej liczby dni pochmurnych, równomierniejszego podziału deszczów w czasie wegetacyi, zwilżające działanie nawodnień ustępuje na plan dalszy, natomiast urządzenie nawodnień użyzniających nabiera tem większego znaczenia, im, wogóle mówiąc, warunki gospodarowania stają się cięższe. A że są one w chwili obecnej w całej prawie Europie bardzo ciężkie, nikt zapewne z rolników nie zaprzeczy.

W celu przyjścia z pomocą rolnictwu podano już projektów tysiące; parlamenty

wielu państw europejskich poświęciły kwestyom rolniczym wiele długich posiedzeń, wiele gorących rozpraw, wydały mnóstwo postanowień celnych i prawodawczych, a wszystkie te usiłowania nie osiągnęły zamierzonego skutku, przesilenie rolnicze trwa coraz dłużej, a bieda coraz ciężej daje się uczuć rolnikom. Zdaje się nie ulegać wątpliwości, że jednym z głównych środków podtrzymania upadających gospodarstw (wobec powszechnej zniżki cen na produkty rolnicze) może być podniesienie wydajności pól, przy jednoczesnem zmniejszeniu kosztów produkcyi rolnej.

Dopięcie tego niezaprzeczenie trudnego zadania umożebnić może tylko wszechstronniejsze niż dotąd opanowanie sił natury i lepsze wyzyskanie wszelkich zasobów otaczającej nas przyrody.

Grunty nasze wycieńczone długowiekową a jednostronnie prowadzoną produkcyą zboża, łakną przedewszystkiem nawozów; tanie dostarczenie nawozu w ilości niezbędnej dla wytworzenia obfitych plonów, przedstawia dla wielu gospodarstw, z różnych względów, zadanie do rozwiązania bynajmniej nie łatwe. A jednak bardzo często mamy pod ręką w licznych strumieniach i rzeczułkach nieprzebrane zasoby części użyzniających, spłukiwanych z pól naszych, z wiosek i miasteczek, które to zasoby najczęściej bez żadnego dla rolnictwa pożytku, a raczej z wielką dla tegoż krzywdą, giną unoszone do morza.

Skarb ten prawdziwy, który obecnie ginie marnie, mógłby się stać niezaprzeczenie najdzielniejszym środkiem ku wydźwignięciu z biedy bardzo wielu gospodarstw, gdyby za pomocą urządzenia łąk pod nawodnianie, zdołano wyzyskać zawarte w wodach przepływających materye nawozowe, i przemieniwszy je w zdrową i pożywną paszę, zużyć na potrzeby miejscowe, lub też sprzedać, ku czemu coraz częściej zdarza się korzystna sposobność nawet w tych okolicach, gdzie dawniej nie podobna było spieniężyć siana za żadną cenę. Im więcej wzrasta konieczność utrzymania i powiększenia w polach ornych zapasu cennych pokarmów roślinnych, tem większe znaczenie gospodarcze zyskują takie łąki, które umożliwiają wyzyskanie wód rzecznych.

Ze wszystkiego, co powyżej powiedziano, wynika, że z różnych rodzajów nawodnień najważniejsze znaczenie posiada w tutejszo krajowych warunkach nawodnianie łąk; przedstawienie więc zasadniczych prawideł urządzenia łąk pod nawodnianie stanowić będzie główną treść niniejszego artykułu, użycie zaś wód odpływowych z fabryk lub miast posiadających kanalizacyę spławną, jako też wód wiosennych w celu użyźnienia pól i ogrodów, stanowić będzie jedynie część uzupełniającą treść główną artykułu,

Zasady ogólne.

Aby zaprojektować i wykonać urządzenia nawodniające w sposób najbardziej celowi i środkom w każdej danej miejscowości odpowiadający, nie wystarczy trzymać się szablonu, lecz należy zbadać dokładnie wszelkie właściwości miejscowej przyrody, oraz pilnie rozważyć ekonomiczne warunki przedsięwzięcia i dopiero na zasadzie tych badań, wybrać sposoby, najodpowiedniejsze dla danych warunków.

Urządzenie systemu nawodniania, nieodpowiednio zastosowanego do warunków miejscowych, zawsze w rezultacie szkodę przynosi. Dla uniknięcia przykrego zawodu i poważnych strat materyalnych, każdy właściciel, zamierzający w ten sposób meliorować swe łąki, powinien przynajmniej do tyla obznajmić się z zasadami naukowemi nawodniania, aby mógł dokładnie zrozumieć istotne znaczenie tej melioracyi, oraz wzajemne oddziaływanie poszczególnych czynników takich, jak jakość i ilość wody, wpływ gruntu, podłoża, położenia, spadków, kształtu powierzchni, klimatu, aby módz dostarczyć technikowi niezbędnych danych i następnie ocenić, czy prace projektowane do wykonania, zamierzony skutek osiągnąć będą w stanie, i czy istotnie i w jakim stopniu dostosowano plan do miejscowych warunków. Im plan w najdrobniejszych szczegółach staranniej obmyślonym i ściślej przystosowanym będzie do naturalnych warunków miejscowości, tem wykonanie robót będzie tańszem i łatwiejszem, pomimo więc że za samo wyrobienie planu drożej zapłacić wypadnie, osiągnąć można będzie w ten sposób znaczną oszczędność ogólnych kosztów i większą pewność otrzymania dodatnich rezultatów.

Wpływ wody na roślinność. Wydajność łąk nawodnianych bez porównania więcej zależy od jakości i ilości doprowadzanej na nie wody, niż od przymiotów gruntu podłącznego. Dopływająca na łąkę woda zaspakaja przedewszystkiem fizyologiczne potrzeby roślin, które są istotnie bardzo znaczne (patrz Roślina i jej życie), zwłaszcza t. zw. transpiracya pochłonie bardzo wiele wody. Ilość wody jaką w danym przeciągu czasu rośliny odparowywują, jest ilością

zmienną, gdyż zależy w wysokim stopniu od gatunku roślin, zawartości w gruncie, stanu nawozowego gleby, temperatury i wilgotności powietrza, insolacyi, a także i natężenia światła.

Aby rośliny mogły pobierać z gruntu zawarte w nim materye pożywne, muszą się te ostatnie wpierw w wodzie rozpuścić, ważną więc bardzo dla życia roślin jest zdolność wody rozpuszczania znajdujących się w ziemi substancyj pożywnych, gdyż w ten sposób dopiero stają się one dla roślin dostępnemi. Nadmienić jednak należy że i wydzieliny korzeniowe roślin działają rozpuszczająco na mineralne składniki gruntu.

Woda, rozlana sztuką po powierzchni łąki, może dopełnić lub do pewnego stopnia zastąpić deszcze, gdzie więc klimat z powodu małej ilości opadów atmosferycznych nie sprzyja roślinności łąkowej, tam możność sztucznego doprowadzenia we właściwym czasie dostatecznej ilości wody, nabiera tem większego znaczenia. Należyte zwilżenie ziemi sprzyja prawidłowemu rozkładowi zawartych w gruncie materyj nawozowych pochodzenia organicznego i wytwarzaniu się z nich gotowych pokarmów roślinnych. Zbyt jednak wielka ilość stojącej nieruchomo w gruncie wilgoci działa szkodliwie, gdyż przy zupełnem nasyceniu ziemi wodą, dostęp powietrza jest zatamowany, wskutek czego, pod wpływem procesów odtleniających, wywiązują się w gruncie szkodliwe dla roślin związki, a oprócz tego, korzenie roślin z braku tlenu giną, ustawiczne zaś parowanie oziębia grunt. W dobrze urządzonem nawodnianiu powinno się władać wodą w zupełności, módz zalewać i osuszać przestrzeń irrygowaną jak najdokładniej, aby zapewnić roślinności najprzyjaźniejsze warunki rozwoju.

W przyrodzie nie ma wody absolutnie czystej, a więc i woda, używana do irrygacyi, zawiera zawsze większe lub mniejsze ilości różnych substancyj, częścią mechanicznie unoszonych, w postaci mętów lub mułu, częścią zaś w niej rozpuszczonych. Woda źródlana zawiera przeważnie materye rozpuszczone, woda zaś rzeczna, oprócz rozpuszczonych, zwykle unosi wiele części mulastych.

Ilość mułu zawieszonego w wodzie rzecznej, w różnych porach roku, jest nadzwyczaj zmienną; największa bywa w czasie wiosennych roztopów lub po nagłych ulewach, spłukujących z nadbrzeżnych pól wiele cząstek ziemistych.

Namuły osiadają na gruncie pomiędzy trawą, wskutek czego łąka po zalaniu nietylko zbogaca się w materye pożywne, lecz także z biegiem czasu ulegają zmianom fizyczne i chemiczne właściwości podłącznego gruntu, zależnie od natury, ilości i oddziaływania osadzających się między porami pierwotnego gruntu delikatnych cząsteczek szlamu; w ten sposób np. przez nawodnianie wodą unoszącą namuły gliniaste lub ziemiste, grunt piaszczysty może z czasem posiąść większą siłę absorbcyjną.

Ilość osadzającego się w danem miejscu i czasie namułu, zależy od ciężaru gatunkowego unoszących się w wodzie mętów, i będzie tem większą im woda wolniej po nad zalaną powierzchnią przepływa *).

Dla zatrzymania więc żyznych namułów na powierzchni łąki, wystarcza odpowiednio zmniejszyć szybkość przepływu wody po nad nią. System zalewowy, przy którym woda pozostaje przez czas pewien zupełnie bez ruchu, sprzyja wskutek tego w wyższym stopniu klarowaniu się wody i osadzaniu z niej namułów, niż systemy zraszające, przy których woda nieustannie acz wolno przepływa.

Spożytkowywanie substancyj znajdujących się w wodzie w stanie rozpuszczonym, odbywa się w inny sposób. Częściowo zostają one pochłoniętemi dzięki sile absorbcyjnej gruntów, częściowo zaś bywają zużytkowywane wprost przez korzonki roślin przy bezpośredniem zetknięciu się z niemi podczas przesiąkania wody w grunt łąkowy.

Ilość materyi zatrzymywanych z wody przez siłę absorbcyjną gruntu, jest bardzo zmienną i zależną od przeróżnych okoliczności, (porównaj Absorbcya). Dawniej mniemano, że cała ilość materyi rozpuszczonych przy przesiąkaniu wody przez warstwę gruntu, zostaje przez nią w zupełności pochłanianą.

Sądzono nawet, że można obliczyć ilość materyj pożywnych, jakiemi zbogaci się łąka, mnożąc poprostu ilości składników znalezionych z pomocą chemicznej analizy przez ilość litrów dopływającej wody, a to w przypuszczeniu, że cała ilość materyj rozpuszczonych zostanie przez grunt zaabsorbowaną.

Mniemanie to jednak okazało się błędnem, gdyż zdolność absorbcyjna gruntów

*) Obecność w wodzie rozpuszczonych soli wapiennych sprzyja osadzaniu się drobniutkich cząstek gliny.

nie jest bynajmniej nieograniczoną, tem więcej, że w danym razie ma do czynienia z innemi przeciwdziałającemi jej wpływami, zwłaszcza zaś z siłą ługującą samejże wody. Czy przy zetknięciu się gleby z wodnym roztworem materyj pożywnych, nastąpi absorbcya tychże materyi przez glebę, czy nie nastąpi, czy będzie miało miejsce wyługowanie przez wodę materyj zawartych w ziemi, czy wzajemna wymiana, zależeć to będzie głównie od koncentracyi roztworu; od stopnia w jakim gleba była nasyconą już poprzednio, t. j. przed zetknięciem się z roztworem, materyami które tenże roztwór zawiera i nareszcie od natury chemicznej tychże materyj.

Jeśli więc ziemia wskutek daleko posuniętego procesu wietrzenia, silnego nawożenia lub t. p. przyczyn, obfituje w łatwo rozpuszczalne materye, a dopływająca woda jest stosunkowo w nie ubogą, to woda nie tylko że nie ustąpi ziemi materyj, jakie zawiera w rozpuszczeniu, lecz przeciwnie wypłucze ją i wyługuje, bogacąc się w rozpuszczone z niej związki *). Najwyższe możliwe wyzyskanie składników w wodzie rozpuszczonych będzie mogło mieć miejsce wtedy, gdy woda obfitująca w nie, zetknie się z gruntem, posiadającym wysoką zdolność absorbcyjną, lecz w danej chwili w pierwiastki pożywne niezasobnym **).

Dr. König na zasadzie ściśle przeprowadzonych badań ***) twierdzi że: 1) wyczerpanie wody ze składników pożywnych wskutek kilkakrotnego użycia wody jest tem większe, im bardziej podczas nawodniań rozwiniętą już jest roślinność, większem jest przeto w ciepłej porze roku, niż w zimnej, kiedy to nawet przy silnym przepływie pewne zbogacenie się wody w materye mineralne kosztem gruntu zdarzyć się może, 2) na ziemiach ciężkich, z natury swej bogatych, wyczerpanie wody z rozpuszczonych części mineralnych, bywa o wiele mniejsze, niż na ubogich, piaszczystych gruntach.

3) Wyczerpanie pojedynczych składników pożywnych, przy jednakowej sile absorbcyjnej gruntu dla każdego z nich, jest jednak różne i ściśle zależne od potrzeb rozwijającej się roślinności. Jedynym pierwiastkiem pożywnym, zmniejszenie ilości którego w wodzie przypisać należy przeważnie sile absorbcyjnej gruntu, jest potas.

Z powyższego wynika, że dla użyzniającego działania irrygacyi, mniej ważną jest absorbcya gruntowa niż osadzanie się mechanicznie zawieszonych w wodzie namułów i bezpośrednie pobieranie przez rośliny rozpuszczonych w wodzie substancyj pożywnych, oraz że wyliczenie ilości pokarmów, jaka z danej wody rzeczywiście spożytkowaną będzie, nie jest rzeczą tak prostą jak mniemano.

Woda, przy zetknięciu się z powietrzem, absorbuje składowe części tegoż jako to: tlen, azot, kwas węglowy, związki azotowe takie jak amoniak lub kwas azotny, o ile takowe w powietrzu się znajdują, lecz nie wszystkie składniki w równej mierze; tak np. pochłania tlen stosunkowo silniej, niż azot, wskutek tego powietrze w wodzie zawarte jest znacznie bogatsze w tlen od powietrza atmosferycznego i silniej oddziaływać może na przebieg procesów utleniania.

Dawno już zaobserwowano, że woda odpływająca po nawodnieniu pewnej przestrzeni, znacznie uboższa w tlen a bogatsza w kwas węglowy, wtedy dopiero odzyskuje cały wpływ na roślinność, skoro w czasie dłuższego przepływu na wolnem powietrzu lub przelewaniu się przez upusty, utraci nadmiar kwasu węglowego a nabierze nową ilość tlenu z powietrza, wskutek czego znów będzie w stanie dostarczać roślinom potrzebnego do oddychania tlenu i energiczniej pobudzać procesy wietrzenia i rozkładu w gruncie.

Natomiast obecność w wodzie kwasu węglowego podnosi jej zdolność rozpuszczania materyj stałych, z któremi woda jest w zetknięciu.

Dr. König przypisuje pierwszorzędne znaczenie działaniu oczyszczającemu i pobudzającemu wody przejętej tlenem, działaniu, które dla łąki zastępuje uprawę pługiem, stosowaną zwykle tylko na gruntach ornych, gdyż dla prawidłowego współdziałania gleby w procesach przemiany materyi równie niezbędnym jest proces oddychania gleby, czyli właściwiej dostęp tlenu, jak niezbędnym jest on dla procesów życiowych roślin i zwierząt, (l. c. 208 str.).

*) Wielką natomiast przysługę oddaje roślinności i znacznie grunt poprawia mechaniczne wypłukiwanie przez wodę irrygującą, szkodliwych dla roślinności związków takich, np. jak sole żelaziste, kwasy humusowe, garbnikowe i t. p. ciała słabo przez grunt absorbowane.

**) Bliższe szczegóły znaleść można u Dr. E. Perels'a Handbuch des landwirthschaftlichen Wasserbaus, str. 487—492.

***) Veränderungen und Wirkungen des Rieselwassers bei der Berieselung. Landwirt: Jahrbücher 1882.

Dobrze znaną i w praktyce często wyzyskiwaną jest ta właściwość wody, że w porównaniu np. z powietrzem zmienia z trudnością i bardzo wolno temperaturę jaką w danej chwili posiada, i dla tego też w różnych porach roku bywa to cieplejszą to chłodniejszą od otaczającego powietrza.

Korzystamy z tej właściwości wody dla ochrony młodej trawki od szkodliwego wpływu późnych przymrozków, nawodniając łąkę, w chłodne noce wiosenne. Jeśli zaś zamróz chwycił łąkę, na której już się trawa ruszyła, to zalanie jej wczesnym rankiem ochronić ją może od szkód, wyniknąć mogących ze zbyt szybkiego odmarznięcia łąki pod wpływem jasnego wiosennego słońca.

Byłoby jednak wielkim błędem podczas ciepłych dni, zdarzających się wczesną wiosną, nawadniać łąkę wodą bardzo zimną, np. powstałą z topniejących śniegów, gdyż oziębiwszy grunt powstrzymałoby się rozwój wegetacyi na długo. Wodą o temperaturze wyższej od temperatury gruntu i powietrza, w danej chwili można z korzyścią nawodniać, gdyż ocieplenie w ten sposób gruntu przyspiesza rozwój wegetacyi z wiosną, jesienią zaś chroni przez czas dłuższy od wypromieniowywania cieplika z gruntu i zamarzania. Nie należy jednak zapominać, że woda paruje tem szybciej, im większą powierzchnią styka się z powietrzem. Parowanie to odbywa się kosztem pochłaniania ciepła z ciał, z któremi woda styka się bezpośrednio, a więc jak w danym wypadku, z dolnej warstwy powietrza atmosferycznego i z powierzchni łąki, która wskutek szybkiego parowania wody uledz może znacznemu oziębieniu, wskutek tego nieostrożne długotrwałe nawodnianie podczas wilgotnego chłodnego lata, może się okazać w skutkach szkodliwem.

Wyższa temperatura gruntu, jaką posiadają łąki, racyonalnie nawodniane, sprawia, że wegetacya na nich w porównaniu z łąkami nienawodnianemi wcześniej na wiosnę się rusza i dłużej w jesieni trwa.

Jak widzieliśmy powyżej, woda wywiera na roślinność łąkową wpływ wielostronny, zależny tak od jakości, jako też od ilości używanej do nawodnień wody.

Ilość wody, jaką możemy rozporządzać, ma przy planowaniu urządzeń irrygacyjnych znaczenie pierwszorzędnej doniosłości, i to nie tyle ilość ogólna całoroczna, ile kwantum wody, będące do rozporządzenia w poszczególnych porach roku; należy więc wykonać cały szereg pomiarów ilości wody w różnych porach roku, aby w razie potrzeby zawczasu obmyśleć środki zabezpieczenia się od możliwego braku wody w chwili jej zapotrzebowania. Sposoby mierzenia wody podane zostaną na właściwem miejscu.

Ponieważ od jakości wody zależy możność jej użycia, przeto zawczasu przekonać się należy, czy woda, jaką dla celów nawodniania rozporządzać możemy, (a wybór mamy zwykle ograniczony) nie zawiera przypadkiem jakich szkodliwych dla rozwoju roślin substancyj. Wody zanieczyszczone odpływami z niektórych fabryk, hut żelaznych, kopalń, a także pochodzące z obszernych torfowisk, bagnisk, wody żelaziste, kwaśne lub przepływające przez lasy dębowe, wody zawierające materye garbnikowe, kwasy humusowe, a także wody źródeł solnych *) należą do wód dla roślinności szkodliwych.

Obecność w wodzie soli żelazistych zdradza się przez tęczowy odblysk, tworzący się na powierzchni wody wolno przepływającej lub stojącej, z czem zwykle łączy się wydzielanie nieszkodliwego, bo nierozpuszczalnego pomarańczowego osadu wodanu tlenku żelaza.

Niekiedy wody wadliwe z łatwością ulepszyć się dają, poczem już mogą być użyte do irrygacyi. Tak np. wody wypływające z torfowiska przez dłuższy przepływ na wolnem powietrzu, wskutek utlenienia się kwasów humusowych, stają się zdatnemi do użycia.

Jeśli związki szkodliwe znajdują się w zawieszeniu, to należy skierować je ku odstojnikom, gdzie mogą się ich pozbyć przez osiadanie ciężkich cząstek na dnie zbiornika.

Wody pochodzące z kopalni węgla, użyte być mogą wtedy dopiero, gdy dłuższy już czas przepływały po powierzchni ziemi i zmięszały się z wodami innego pochodzenia, wskutek czego wiele soli zdążyło się z nich wydzielić, inne zaś zostały tak rozcieńczone że już szkodzić roślinności nie mogą. Dno kanałów, prowadzących takie wody powinno być wyłożone grubym żwirem, gdyż to pomaga oczyszczaniu się wody.

---

*) Według poszukiwań Bardelebena woda zawierająca $^1/_2$% i wyżej soli kuchennej wpływa bezwarunkowo szkodliwie na roślinność łąkową. Dalsze badania w tym względzie z równie ujemnym rezultatem prowadził Dr. König; znaleść je można w Landwirthschaftliche Zeitung für Westphalen und Lippe Jahrgang 1876, № 50 str. 419

Jeśli woda ma służyć wyłącznie tylko do nawodnień zwilżających, to jakość jej (t. j. żyzność) o ile rozumie się nie zawiera przymieszek szkodliwych, jest prawie obojętną. Jeśli jednak zamierzamy urządzić nawodnianie użyzniające, to tak spodziewany rezultat jako też wiele szczegółów technicznych jak np. szerokość powierzchni zalewnych, kwantum wody jakie w jednostce czasu na daną przestrzeń przeznaczyć wypadnie, zależeć będzie w wysokim stopniu od dobroci użyć się mającej wody. Przedewszystkiem więc należy zająć się zbadaniem jakości posiadanej wody.

Najściślejszych absolutnych danych mogłaby dostarczyć analiza chemiczna, należy jednak zauważyć że zawartość wody tejże samej rzeczki zmienia się nieustannie, gdyż deszcze, parowanie, ciepło, rozwój wodorostów i t. p. czynniki wywierają ogromny a nieustannie zmieniający się wpływ na skład wody; potrzeba więc wielkiej liczby analiz i długotrwałych obserwacyj, aby tą drogą osiągnąć jasny obraz wartości wody, tem więcej, że potrzeba wykonać drugi jeszcze szereg analiz wód spływających z łąki po nawodnieniu, aby określić jaka część substancyj zawartych w wodzie w danych warunkach wyzyskaną być może. Chcąc więc naukowo kwestyę traktować, należałoby na oddzielnych parcelach urządzić kompletne próbne nawodnianie, aby drogą doświadczeń miejscowych osiągnąć ścisłe wskazówki.

Postępowanie to, jakkolwiek niewątpliwie racyonalne, jest jednak kosztownem i pochłaniającem bardzo wiele czasu, stosuje się więc z korzyścią tylko przy projektowaniu nawodnień, zakreślonych na bardzo wielką skalę, dla zwykłej zaś praktyki jest zbyt kosztownem, przy urządzaniu więc nawodnień środkami gospodarskiemi, poprzestają na wyrobieniu pojęcia o względnej wartości wody na zasadzie pochodzenia danej wody i oznak zewnętrznych.

Technik łąkowy, zmuszony poznać jakość wody w ciągu krótkiego czasu, potrzebuje znać cechy na zasadzie których mógłby wodę praktycznie ocenić. Rozumie się że cechy te nie mogą wskazać, ile jakich materyj dana woda zawiera, umożebniają jednak rozklasyfikowanie wód na zupełnie nieprzydatne, bardzo ubogie, ubogie, lepsze, dobre, żyzne, bardzo żyzne i t. p.

Najłatwiej dowiedzieć się można o wartości wody, badając rośliny, na rozrost których dana woda przeważnie wpływała, to jest takie, które w niej lub nad samemi jej brzegami rosną, a także obserwując jakie rośliny na miejscach przez daną wodę zalewanych najbujniej się rozwijają. Wody nad brzegami których rozwijają się bujnie dobre trawy, wróżą pomyślny skutek z ich użycia. Jeśli łąka podczas powodzi podlega zalaniu, to cały jej wygląd może posłużyć do oceny jakości wody, byle tylko nie zapomnieć, że czasem pomimo dobrej wody zalewającej, łąka może mieć zły wygląd wskutek obfitości i wysokiego poziomu wód zaskórnych, gdyż często się zdarza, że woda sącząca się z pod otaczających łąkę wyniosłości, utrzymuje ją ustawicznie w stanie mokrym, wskutek czego zły wpływ sapu przeważyć może dobre wpływy zalewów, i pomimo dobrych przymiotów wody, na łące rosną turzyce i mchy w obfitości. Nici wodne (Confervae), które pływają po powierzchni wody, jak poplątana tkanina, Rzęsa (Lemna minor), Rzeżucha wodna (Nasturtium officinale), Przetacznik bobownik (Veronica beccabunga), Manna wodna (Glyceria aquatica) i Manna jadalna (Glyceria fluitans) oznaczają wodę dobrą.

Wodę średniej dobroci wskazują: Tatarak (Acorus Calamus), Łączeń (Butomus umbellatus), Wodnica (Potamogeton natans), Jaskier (Ranunculus aquatilis, R. sceleratus) i t. p.

Sitowie (Scirpus), Krwawnica pospolita (Lythomum Salicaria L.), Turzyce (Cyperus), Pałka większa (Typha latifolia), Sity (Juncus), Turzyce (Carex), Trzcina (Arundo Phragmites), Szalej jadowity (Cicuta virosa), oznaczają lichą i ubogą wodę, Ramienica (Chara) oznacza wodę, bogatą w wapno. Grzybień biały (Nymphaea alba) wodę stojącą lub bardzo wolno płynącą.

Niektórzy podają jako zewnętrzną oznakę dobroci wody ciemny kolor osadów, jest to jednak cecha zawodna, gdyż ciemny kolor pochodzić także może od cząsteczek torfowych, których wartość użyzniająca bardzo jest niewielką.

Ważnych wskazówek dostarczyć może zbadanie pochodzenia wody; wody wytryskujące z pokładów osadowych zwykle bywają bogatsze w części mineralne, niż pochodzące z pokładów pierwotnych formacyj geologicznych. Szczególniej dobrze działają takie wody, które w swym podziemnym biegu przepływały przez pokłady marglu; przeciwnie wody wypływające z grubych warstw piasku lub żwiru, są zwykle prawie zupełnie pozbawione mętów. Dalej zwrócić uwagę należy na jakość gruntów w dorzeczu, z którego woda unosi namuły; zawar-

ość substancyj pożywnych w wodzie zależy w wysokim stopniu od tego, czy przepływała ona przez żyzne i dobrze nawożone grunty i miejscowości gęsto zaludnione, z których ścieki unosić by mogła, czy też przez okolice puste, jałowe i ubogie.

Wody, przechodzące przez obszerne stawy, osadzają na dnie niesione przez siebie namuły, wypływają więc uboższe w części pożywne, niż były przed przepływem stawu.

Użycie wód ubogich nie zawsze jest wyłączonem, zwłaszcza przy jednoczesnem użyciu nawozów lub dla nawodnień wyłącznie zwilżających, mogą być one z korzyścią użyte. Wody zawierające niewiele substancyj użyzniających, można sztucznie wzbogacić np. przez skierowanie ku nim odpływów z podwórzy, cukrowni, mączkarni lub t. p. G. Patzig *) stary praktyk w sprawach irrygacyjnych radzi wstawiać w główny rów dopływowy skrzynię zbitą z łat i napełniać ją nawozem owczym z dodatkiem niewielkiej ilości gaszonego wapna, przez co użyzniające działanie wody znacznie się wzmocni; w tęż skrzynię wrzucać można wszelką padlinę, którą woda wkrótce rozłoży i uniesie.

Do nawodnień używają się wody źródlane, rzeczne i stawowe.

Wody źródlane powstają z opadów atmosferycznych, które przesiąkają w głąb ziemi przepuszczalnej, a dosięgnąwszy warstwy nieprzepuszczalnej, spływają po niej ku miejscom niżej położonym, gdzie znów występują na powierzchnię ziemi. Zależnie od układu w głębi ziemi warstw przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych, oraz obszaru z którego pochodzą, źródła mogą być mniej lub więcej w wodę obfite, zależnie zaś od składu petrograficznego warstw, z któremi są w zetknięciu, wody źródlane zawierają w rozpuszczeniu różne materye, bądź pożyteczne dla rozwoju roślinności, bądź też niekiedy szkodliwe. Im woda źródlana jest czystszą, tem mniej użyzniająco wpływać będzie na łąki; pomimo to i wtedy może być wysoce użyteczną, zwłaszcza w czasie suszy, jako środek zwilżający i ułatwiający rozpuszczenie się w gruncie materyj pożywnych. Gdzie więc tylko położenie źródła jest dla celów irrygacyjnych dogodne, nie należy pomijać zużytkowania wód źródlanych. Wody źródlane zawierają zwykle sporo kwasu węglowego.

*) G. Patzig. Der praktische Rieselwirt, Lipsk 1840.

Wody rzeczne są zwykle uboższe w części rozpuszczone od wód źródlanych, gdyż chociaż pochodzą ze źródeł, w dalszym jednak biegu mieszają się z czystemi wodami opadów atmosferycznych, w miarę zaś ulatniania się kwasu węglowego, część soli, które w obecności tego związku były rozpuszczone w wodzie, osadza się na dnie. Z tej przyczyny, nie napotykamy prawie nigdy w wodzie rzecznej węglanu wapnia, pomimo że w wodzie źródlanej związek ten tak często się znajduje. Wody rzeczne zowiemy miękkiemi, a źródlane twardemi *).

Natomiast wody potoków unoszą męty spłukane z miejscowości, przez które przepływają; od ilości oraz jakości tych mętów zależy naturalnie działanie użyzniające wód rzecznych. Szczególniej cennemi są wody rzeczułek, przepływających przez liczne wsie i miasteczka, skąd zabierają znaczną ilość cząstek nawozowych w postaci gnojówki, odpływów podwórzowych, odchodów, pomyi i t. p.

Woda ze stawów. W jesieni, w zimie i na wiosnę zwykle odpływa wiele wody w danej chwili zbytecznej, natomiast w lecie często daje się uczuwać dotkliwy brak wilgoci, wskutek czego wiele łąk w lata suche daje zbiory minimalne.

Prawie wszędzie znaleźć można znaczne ilości wody bezpożytecznie spływającej, które przy dobrych chęciach, rozwadze i niejakich nakładach, łatwo dałyby się zebrać, a racyonalnie pokierowane, stać by się mogły istotną dźwignią produkcyi. W celu zebrania wód zakładają się w stosownych miejscach zbiorniki na wodę (stawy), do których sprowadza się wodę odpływającą z pól rowami lub drenami, a także wodę ze źródeł pojedynczo po polach porozrzucanych; wody w ten sposób zebrane, użyte na łąki w stosownej chwili (np. po zbiorze siana), zapewnić mogą obfity zbiór potrawu, który zwykle w suche lata zawodzi.

Jeśli położenie sprzyja, można wiercić studnie artezyjskie, z których wodę przechowywać należy aż do chwili potrzeby w stawie. Rozumie się że tego rodzaju przedsięwzięcia powinny być przeprowadzane dopiero po ścisłym obrachunku kosztów, a oględnem szacowaniu spodziewanych korzyści. Wody bardzo zimne przez zatrzy-

*) Dla wykrycia obecności wapna w wodzie, należy dodać nieco spirytusowego roztworu mydła; jeśli woda istotnie zawiera wapno, to natychmiast utworzy się osad biały.

manie w zbiornikach mogą się wygrzać i nasycić powietrzem, poczem umiejętnie użyte stać się mogą dzielnym czynnikiem ożywczym. Zbiorniki służące do gromadzenia wody z pól spływającej, służą zarazem do zbierania szlamu i zatrzymują na pożytek pól cząstki nawozowe, które inaczej uniesione i stracone by zostały. Należy przyjąć za zasadę, aby wody odpływające po za granice danego majątku były poprzednio sklarowane i przez zatrzymanie w sadzawkach pozbawione żyznych namułów.

Grunt. Na wszelkich gatunkach ziemi nawodnianie skutecznie przeprowadzić się daje, lepszy jednak lub gorszy rezultat melioracyi a także wiele szczegółów technicznego urządzenia, zależy nie tylko od ilości i jakości wody, lecz także od właściwości gruntu łąkowego, do których to właściwości sposób użycia wody dostosować potrzeba, pamiętając że woda i grunt będą w ciągłym wzajemnem oddziaływaniu; łąki, urządzone bez należytego uwzględnienia właściwości gruntu, po krótkim czasie mogą się stać nawet znacznie gorszemi, niż były poprzednio, jak to już niejednokrotnie zdarzało się np. tam gdzie urządzano szerokie płaskie grzbiety na ścisłym gliniastym gruncie.

Przystępując do urządzenia łąk pod nawodnianie, należy dokładnie zbadać właściwości gruntów na całej przestrzeni łąk, pilnie zaznaczając na planie wszelkie zmiany w składzie gruntu (i podłoża) w każdym punkcie ogólnej przestrzeni, gdzie tylko takowe zauważyć się dają, aby módz prawidłowo urządzić każdą parcelę w sposób najbardziej odpowiadający naturalnym jej właściwościom, gdyż grunty łąkowe na większych zwłaszcza przestrzeniach nie są jednorodne a z natury rzeczy wypływa, że inny musi być sposób użycia wody, inną ilość jaką przeznaczyć wypada dla zwięzłych, trudno przepuszczalnych glin, a inne dla luźnych piasków, chciwie chłonących ogromne massy wody.

Im grunty pod nawodnienie przeznaczone lepszej są natury, tem skutki z nawodnienia będą prędsze i większe; im jałowsze i uboższe, tem więcej lat czekać wypadnie nim dojdą do najwyższej możliwej dla tego rodzaju gruntów i przy danej wodzie, wydajności.

Przymioty gruntu zależą od jego składu. Zwykle odróżniają grunty piaszczyste, piaszczysto gliniaste, glinkowate, ilaste, marglowe, wapienne, próchnicze, torfiaste, a to zależnie od tego, jaka z pojedynczych części składowych, czy to piasek, czy glina, czy wapno, lub cząstki organiczne w nich przeważają. Wyczerpujące szczegóły o składzie i naturze gruntów znajdą się w artykule „Rola i jej własności," na tem zaś miejscu wskażemy tylko takie właściwości gruntów które najwięcej wpływają na postępowanie przy nawodnianiu. Najważniejszemi właściwościami gruntów z punktu widzenia irrygacyjnego są własności fizyczne tegoż, zwłaszcza zaś stopień przepuszczalności dla wody i powietrza, siła nasycania się wilgocią, kapilarność, spójność, szybkość ogrzewania się i t. p. przymioty, będące w ścisłej zależności od mechanicznej budowy gleby i wielkości okruchów ją składających. Z tego też powodu wielką pomoc przy badaniu gruntów okazać może starannie wykonana mechaniczna analiza roli (patrz ten artykuł).

Dobry grunt łąkowy nie powinien być zbyt ścisły; aby ciepło i powietrze miały dostęp łatwy do gleby łąkowej, powinien być porowaty, gdyż grunty łąkowe potrzebują przewiewności w stopniu daleko wyższym, niż ziemie orne, często spulchniane przez uprawę, podczas gdy pokryta darnią ziemia łąkowa mniej podlega użyzniającemu działaniu powietrza. Najlepsze zbiory otrzymują się na gruntach piaszczysto-gliniastych, z próchnicą pomieszanych. Grunty zaś ciężkie spoiste, nieprzepuszczalne, z mniejszą już korzyścią mogą być użyte pod nawodnienie i wymagają wielkiej ostrożności przy puszczaniu wody.

Grunty piaszczyste bywają różnej natury i składu; tem mniej są warte, im więcej zawierają ziarn czystego kwarcu; chude piaski wtedy tylko mogą wydać plon zadawalniający, gdy je nawodniamy wielką ilością bardzo żyznej wody, znajdującej się w każdej porze roku w dostatecznej ilości; im piaski więcej stosunkowo zawierają okruchów feldspatu, miki i t. p. minerałów bogatych w alkalia, tem są żyzniejsze. Grunt piaszczysty odznacza się brakiem spójności między oddzielnemi cząsteczkami, które nawet w stanie wilgotnym nie zlepiają się. Stopień rozdrobnienia piasku ma wielki wpływ na jego rodzajność. Czysty drobniutki piasek w stanie wilgotnym osiada mocno, tamuje przypływ powietrza i przenikanie korzeni w grunt, z czego jest trochę podobny do gliny. Wogóle mówiąc, grunty piaszczyste posiadają słabą zdolność nasycania się wodą, natomiast łatwo oddają roślinom posiadaną wilgoć, tak że mały nawet deszcz już idzie na pożytek roślin;

piaski łatwo wodę przyjmując łatwo ją w głąb przepuszczają, są przewiewne, łatwo się ogrzewają, w skutek zaś małej siły chłonnej odnośnie do wilgoci, w lata suche rośliny na nich łatwo „wypalają się.“ Grunty piaszczyste wydają mało trawy, lecz w dobrym gatunku.

W pierwszych latach po urządzeniu nawodniania, grunty piaszczyste pochłaniają ogromne ilości wody. Po kilku jednak latach, gdy zadarnią się już należycie i polepszą przez osiadające namuły, potrzeba wody stopniowo coraz się zmniejsza; posiadając więc skąpą ilość wody, właściwem będzie całą przestrzeń przeznaczoną pod nawodnianie podzielić na kilka części i urządzać je kolejno w przestankach kilkoletnich. Grunty piaszczyste, jeśli nie mogą być odrazu przy urządzaniu darnią pokryte, powinny po ukończeniu robót grabarskich połączonych z plantowaniem powierzchni być pozostawionemi na czas dłuższy (około roku) w spokoju bez nawodniania, aby mogły osiąść i zleżeć się należycie, i wtedy dopiero mogą być regularnie nawodniane, skoro po kilkogodzinnem zroszeniu nie rozdeptują się już (t. j. gdy noga nie pozostawia na gruncie śladów przy chodzeniu po zwilżonej powierzchni).

Jeśli zawcześnie rozpocząć nawodnianie, to przez czas dłuższy niepodobna otrzymać należytych rezultatów, gdyż woda zawcześnie doprowadzona łatwo robi wyrwy, wymywa doły, psuje rowy i t. p., przyczem piasek zarabia się na brejowatą masę. W czasie suszy, grunt w ten sposób traktowany, spieka się, twardnieje, namuł osadzony przez wodę nie łączy się z glebą, lecz wyschnąwszy pęka, kruszy się, a wiatry roznoszą go na wszystkie strony. Skoro już jednak grunt piaszczysty należycie osiądzie i uleży się, to należy nawodniać go silnie i bez przerwy, aż dopóki się powierzchnia zielonawą darnią nie pokryje; wtedy należy po 6—8 tygodniach silnego nawodniania, co 3 lub 4 dni powierzchnię łąki osuszać, aby młode roślinki silniej rozwijać się mogły.

Woda na piaski użyć się mająca, będzie dla nich tem stosowniejszą, im więcej namułów unosi, zresztą grunt piaszczysty znosi każdą wodę, co do jakości której jest ze wszystkich gatunków gruntu najmniej wybredny.

Grunty gliniaste są zwykle z natury żyzne i w materye pożywne obfitujące, natomiast fizyczne właściwości gliny, mniej są dla rozwoju dobrych roślin łąkowych odpowiednie, gdyż znaczna jej spójność i lepkość utrudnia przenikanie powietrza i rozrost korzeni roślinnych. Zdolność przyjmowania i zatrzymywania znacznej ilości wody, utrudnia obsychanie i ogrzewanie się gruntu, które tem wolniej postępuje, im grunt dłużej zatrzymuje wilgoć, gdyż ciepło musi wpierw zamienić wodę zawartą w gruncie w parę, zanim grunt ogrzewać zacznie. Z powodu dużej zawartości wody w glinie, powietrze ma do niej trudny dostęp, co sprawia, że rozkład materyj organicznych odbywa się bardzo wolno; dla tego też grunty gliniaste zwą zimnemi i nieczynnemi. Grunty tego rodzaju chciwie chłoną wodę i z trudnością ustępują wilgoć roślinom, a skoro raz wyschną, potrzebują mocnych deszczów, aby mogły dostarczyć roślinności potrzebnej dla wegetacyi wilgoci; wysychając pękają.

Im więcej dany grunt składem swym zbliża się do czystej gliny, tem właściwości tej ostatniej ostrzej występują.

Do nawodniania gruntów gliniastych potrzeba na raz mniej wody, lecz za to woda musi być do rozporządzenia *w każdym czasie*; przy żadnym innym gruncie częsta zmiana kolejnego zwilgacania i osuszania nie jest tak ważną i tak widocznie skuteczną, jak właśnie na gruntach gliniastych. Urządzając grunty gliniaste pod nawodnianie, szczególniejszy nacisk położyć wypada na nadanie powierzchni takiego kształtu, iżby woda się na niej nigdzie nie zatrzymywała i aby można było szybko osiągnąć najzupełniejsze osuszenie, a tem samem ogrzanie się gruntu przyspieszyć. Zalew zupełny ciężkich gruntów gliniastych w położeniu równem, jest z tegoż powodu niewłaściwym.

Powierzchnia łąki winna mieć odpowiednie pochylenie, aby woda prędko po niej przepływała, a osuszenie szybko postępowało, czemu sprzyja południowa wystawa gruntu, a zwłaszcza gorętszy klimat.

Im grunt spojniejszy, tem większy spadek powierzchniom nawodnianym nadawać potrzeba i odwrotnie. Z naciskiem powtórzyć musimy, że bardzo dbać należy o dokładne osuszenie tego rodzaju gruntów; dodatnie rezultaty tam tylko osiągnąć można, gdzie zawsze i w każdym czasie grunt dokładnie osuszonym być może. Niekorzystne właściwości gruntów zbyt spójnych, mogą być poprawione nawiezieniem ziemi innego gatunku, lub też peryodycznie powtarzaną uprawą mechaniczną, przez poddanie przestrzeni łąkowej, o ile na to oko-

liczności miejscowe pozwalają, uprawie polnej.

Woda o wyższej temperaturze jest dla gruntów gliniastych szczególniej właściwą, zimna więcej szkody niż pożytku przynosi. Żaden inny rodzaj gruntu nie wymaga przy nawodnianiu tyle przezorności i staranności. Przez zalewanie wodą bez względu na jej temperaturę, wywołuje się rozrost skrzypów i ostrzyc w wielkiej ilości występujących, zwłaszcza przy nieostrożnem użyciu wody ze śniegów.

Nawodnienie więc gruntów gliniastych, zwłaszcza wiosenne, musi być przeprowadzane z wszelką ostrożnością, aby się w nich zbyt wiele wilgoci nie nagromadzało, przez co stać by się mogły ciastowatemi i zbyt zimnemi. Z drugiej jednak strony nie można dopuścić do zbyt wielkiego wyschnięcia gruntów gliniastych; zaniedbanie nawodnienia we właściwym czasie może być równie szkodliwem, jak i zbyt silne nawodnianie, albowiem grunt gliniasty, napojony wodą, pęcznieje, wysychając zaś po nad pewną miarę, ściąga się, kurczy i pęka, tworząc szczeliny, rozrywające korzonki roślin.

Tylko na jesieni można obficie nawodniać, na wiosnę zaś przeważnie odwilżać tylko małą ilością wody. Woda spływająca z pól lub rezerwoarów jako wygrzana, jest najstosowniejszą dla glin.

Grunty glinkowe stanowią mieszaninę piasku i gliny, w której piasek przeważa; zawierają zwykle pewien procent wapna, a kolor żółtawy zawdzięczają małej domieszce tlenniku żelaza. Zajmują stanowisko pośrednie pomiędzy piaskiem a gliną, są kruche, ogrzewają się szybko, dość długo zatrzymują wilgoć, nie mażą się jednak tak bardzo, jak gliny.

Grunty glinkowe, wraz ze swemi odmianami, gruntem glinkowo piaszczystym i piaszczysto glinkowym, zwłaszcza obfitujące w próchnicę, są najwdzięczniejszym materyałem przy zakładaniu łąk nawodnianych i nie wymagają tyle ostrożności i rozwagi przy prowadzeniu zalewów, gdyż nawet użycie wody w niewłaściwym czasie nie sprawia na nich tak znacznych szkód, jak na gruntach ścisłych.

Grunty marglowe należą do najlepszych gruntów, są pulchne, ciepłe, chemicznie czynne, zatrzymują dość wilgoci, jeśli tylko zbyt wielka domieszka piasku nie czyni ich zbyt lekkiemi; w tym ostatnim razie bardzo dobrze działa woda, zawierająca wiele cząstek ziemistych, które mogą polepszyć stosunek procentowy mieszaniny, zwanej marglem.

Grunty marglowe wymagają więcej wody, niż grunty gliniaste, niekiedy nawet tak wiele jak piaszczyste, jeśli wskutek swego składu posiadają podobne własności fizyczne. Jeśli jednak podłoże jest zupełnie nieprzepuszczalne, to należy nawodniać z ostrożnością, aby jakość roślinności nie ucierpiała.

Właściwe *grunty wapienne* mają mało spójności, są zbyt gorące, słabo wodę zatrzymują, lata więc wilgotne lub nawodnianie sprzyjają obfitości plonów; rozumie się, że muszą one posiadać odpowiednią domieszkę gliny i piasku, gdyż czyste wapno jest zupełnie bezpłodnem.

Grunty torfiaste i murszowe są mało spójne, w czasie wilgotnym gąbczaste, w czasie suszy zbyt suche i pyłkowate. Wody pochłaniają bardzo wiele i z trudnością roślinom ją oddają; rośliny już więdną gdy torf zawiera jeszcze 49,7% wody. Kapilarnie wodę podnoszą bardzo wysoko. Z powodu przesycenia wodą utrudniającą dostęp powietrza do gruntu, są zwykle kwaśne, a częstokroć zawierają także szkodliwe dla roślin związki tlenku żelaza.

W czasie wilgoci lub mrozów rozszerzają się znacznie, a gdy wyschną, znów ściągają się, przez co korzonki roślin na wierzch wysadzonemi zostają; szczególniej szkodliwie pod tym względem działają często następujące po sobie gwałtowne zmiany temperatury w czasie zimy.

Zawierają mało części mineralnych, potrzebują wody obfitej, ciepłej, żyznej; dodatek nawozów mineralnych przyspiesza niezmiernie dobre skutki melioracyi. Nawodnianie gruntów torfowych wymaga przezorności, gdyż z natury swej skłonne są one do wydawania traw kwaśnych.

Na jakiś czas przed urządzeniem nawodniania, ziemie torfowe powinny być osuszone, aby grunt zleżał się, nabrał więcej ścisłości i odkwasił się nieco.

Osuszanie to jednak nie powinno być za daleko posuniętem; koniecznie trzeba wodę utrzymać w pewnej stałej odległości od powierzchni gruntu, gdyż inaczej zbyt wyschną, zmienią się w pył czarniawy, który przy nawodnieniu wytwarza brejowatą masę dla rozwoju roślin nieprzydatną. Bardzo dodatnio na wydajność gruntów torfiastych i murszowych wpływa pokrycie torfu warstwą piasku lub ziemi innych przymiotów (porównaj mursze i ich uprawa). Racyonalnie urządzone i prowadzone na-

wodnianie sprawia, że nawet na lichych torfowych gruntach z czasem bujny porost traw wytworzyć można.

Powyżej opisane rodzaje gruntów są typami o wybitnych właściwościach; w naturze nie spotykamy prawie nigdy tak ściśle odgraniczonych typów, wszędzie bywają przejścia od jednego do drugiego, tak, że prawie nie można znaleść dwóch gruntów o zupełnie jednakowych własnościach.

Działanie nawodnienia dobrze poprowadzonego, jakkolwiek niekiedy powolnie, wiedzie jednak stanowczo do znacznego podwyższenia urodzajności łąk. Wogóle mówiąc, nawodnienie tem większe zyski przynosi, im grunt w ten sposób meliorowany miał przedtem mniejszą wartość, gdyż dochód, jaki przynosi, jest w znacznej części głównie procentem od wyłożonego na melioracyę kapitału, sama zaś wartość gruntu, przedtem prawie żadna, podnosi się bardzo znacznie, dla tego też jeśli tylko okoliczności pozwalają, przedewszystkiem takie małocenne grunty należałoby urządzać pod nawodnianie.

Oprócz natury gruntu, ważny wpływ na sposób urządzenia nawodnień, wywierają grubość warstwy rodzajnej i właściwości podłoża.

Jeśli warstwa rodzajna jest płytka, t. j. nie przechodzi 4—6″, a spodem zalega żwir, to powierzchnia takiej łąki nie może być przekształcaną za pomocą wykopów, mogłaby być jedynie miejscami podnoszoną za pomocą nasypów z materyału ziemnego dowożonego ze strony; z powodu jednak wielkich kosztów tego rodzaju manipulacyi, zwykle stosują na takich łąkach jedynie najprostsze metody nawodnienia naturalnego. Kopanie głębszych rowów grozi niebezpieczeństwem dla całości gruntu łąkowego, gdyż często powoduje w takich warunkach tworzenie się wyrw i unoszenie przez wodę znacznych mas ziemi; jeśli łąka podlega zalewom przy powodzi, tem bardziej nie należy poruszać jej powierzchni, gdyż powódź łatwo mogłaby zmyć i unieść całą wierzchnicę. Naniesienie ziemi rodzajnej przez spławianie przy pomocy stosownie skierowanej wody ze wzgórz sąsiednich na łąkę o płytkiej warstwie rodzajnej, jest dzielnym środkiem podniesienia wartości łąki, jeśli więc położenie miejscowe czyni możliwą tego rodzaju melioracyę, nie należałoby jej zaniedbywać. Zalew zupełny całej powierzchni, zwłaszcza wodą bardzo mętną, unoszącą wiele cząstek gliny, po dłuższym czasie może podnieść grubość warstwy rodzajnej dość nawet znacznie.

Przeciwnie, gdy warstwa rodzajna jest głęboką, t. j. gdy np. warstwa jednorodna ziemi sięga do głębokości stóp kilku, wtedy sztuczne przekształcenie powierzchni łąkowej z tej strony przeszkód nie spotyka i systemy skomplikowanych nawodnień sztucznych, mogą tu znaleść zastosowanie, rozumie się jeśli urządzenie takich mianowicie systemów odpowiadać będzie miejscowym warunkom ekonomicznym.

Podłoże może być skaliste, kamieniste, piaskowe lub gliniaste, mniej lub więcej nieprzepuszczalne. Jeśli przy płaskiem położeniu łąka ma podłoże opoczaste, to woda nie mogąc wsiąkać głęboko w podgrunt tworzy w zagłębieniach oparzeliska, oprócz tego blizkość opoki utrudnia bicie rowów osuszających, przy pochyłem zaś położeniu łąki takie łatwo się „wypalają“ w lata gorące. Grubość warstwy rodzajnej zalegającej na podłożu *kamienistem* jest rzeczą bardzo ważną, gdyż jeśli podłoże kamieniste leży płytko, to tak doprowadzenie wody rowami, jako też jednostajne rozdzielenie jej po powierzchni jest niezmiernie utrudnionem, gdyż często woda już o kilka kroków od miejsca dopływu znika, przesiąkając przez warstwę kamieni, jak przez przetak. Gdy warstwa rodzajna jest dostatecznie grubą, a wody obfitość, to podłoże kamieniste może być nawet pożądanem; toż samo stosuje się i do podłoża *piaszczystego:* im warstwa rodzajna jest bardziej zwięzła, tem więcej pożądanem jest podłoże piaszczyste. Podłoże łatwo przepuszczalne przy dostatku wody jest zawsze stosowniejszem od nieprzepuszczalnego. Podłoże *gliniaste* wtedy tylko jest pożądanem, gdy warstwa rodzajna zbyt jest przepuszczalną, gdyż wtedy wilgoć może się dłużej w gruncie utrzymać.

Warstwa nieprzepuszczalnej gliny tem gorzej wpływa, im bliżej warstwy rodzajnej zalega. Po skalistem podłożu podłoże z nieprzepuszczalnej gliny najmniej sprzyja wzrostowi dobrych traw łąkowych. Właściwości podłoża należy szczególniej pilnie rozpatrzyć tam, gdzie przy urządzaniu wypadnie porobić znaczne nasypy i wykopy ziemi.

Położenie inaczej *wystawa* gruntu nie jest też bez wpływu na spodziewane rezultaty; przy pochyleniu południowem grunt ogrzewa się więcej i prędzej niż przy pochyleniu ku północy, a pasza otrzymywana ze stoków południowych, bywa zwykle obfitszą i pożywniejszą. Na pochyleniu pół-

nocnem roślinność później się rusza i wcześniej ustaje. Nawodnianie na łąkach z wystawą ku północy, przy równych warunkach, wydaje mniejsze plony, niż na zwróconych ku południowi. Wązkie łąki w górach lub wśród lasów położone, pozbawione są swobodnego przewiewu powietrza, a częstokroć i dostatecznego oświetlenia słonecznego. Byłoby więc nieracyonalnem ponosić na ich urządzenie takie same koszty i trudy, jak na łąki cieplej i przyjaźniej dla roślinności położone, gdyż nakład powinien odpowiadać plonom, na jakie z pewnością liczyć możemy.

Naturalne pochylenia powierzchni gruntów grają poważną rolę przy urządzaniu łąk pod nawodnianie, gdyż wielkość spadków warunkuje możność użycia tego lub innego z licznych systemów nawodniania, z których każdy wymaga spadków pewnej określonej wysokości, o czem szczegółowo będzie powiedziano przy opisie robót wykonać się mających, przy urządzaniu nawodniania na gruncie.

Mając zamiar urządzić łąki pod nawodnianie, należy się przekonać, czy istnieje dostateczny spadek do zupełnego osuszenia powierzchni łąkowych, następnie zaś zbadać spadek, potrzebny dla doprowadzenia wody do najwyższych punktów łąki.

Zupełnie dokładne dane dotyczące konfiguracyi terrenu, dostarczyć nam może tylko ściśle przeprowadzona niwelacya (patrz art. Niwelacya).

Przez uważne jednak rozpatrzenie całej miejscowości, możemy jeszcze przed wykonaniem niwelacyi na gruncie zebrać niektóre odnośne wskazówki. W miejscowościach płaskich baczne oko już po składzie darni, podług roślin w niej się znajdujących, po żywszej zieloności lub większej żółtości, po kretowiskach i t. p. oznakach poznać może, gdzie się znajdują miejsca niższe, a gdzie wyższe i w jakim kierunku odpływają wody w czasie wylewów wiosennych. Te spostrzeżenia ułatwiają niezmiernie następującą po nich niwelacyę. Zwykle uważać można rzeczkę lub strumień, przerzynający łąki, za główny rów odpływowy, gdyż strumienie płyną zazwyczaj najniższemi miejscami dolin. Jeśli jednak wody rzeczułki są zawsze mętne i z dawien dawna corocznie z brzegów występują, to zdarza się że brzegi na pewną od strumienia odległość bywają tak podniesione skutkiem osiadających namułów, że górują o stóp kilka po nad przyległemi łąkami.

W takiem położeniu należy rów główny osuszający przeprowadzić najniższemi punktami łąki, prawie równolegle do koryta rzeczułki, w stosownej jednak od niej odległości i wpuścić go dopiero do rzeki poniżej łąk. Każda powierzchnia mająca być nawodnianą, musi mieć przynajmniej tyle spadku, ażeby wszystka woda do nawodnienia użyta mogła być w każdym czasie z powierzchni łąk ściągnięta, oprócz tego rowy odpływowe muszą leżeć tak nisko, aby woda zatrzymująca się w gruncie mogła do nich spłynąć i przez nie zostać odprowadzoną, gdyż nic tak szkodliwie nie działa na rozrost dobrych traw jak stojąca bez ruchu w gruncie woda zaskórna. Gdzie naturalnych spadków braknie, tam należy sztucznie je wytworzyć, jeśli nawodnianie ma prawidłowo funkcyonować.

Stosunki klimatyczne danej okolicy uwzględnione być muszą w szerokim zakresie, gdyż oddziaływają one znacznie, zwłaszcza na układ nawodnień odwilżających, stosowanych na łąkach w miesiącach letnich. Nawodniania tego rodzaju muszą być tem obfitsze (nienadmierne jednak, aby nie wywołały zbyt bujnego rozwoju i wylegania roślin), im temperatura jest wyższą a opady deszczowe rzadsze i skąpsze. Ogólne dane odnoszące się do różnych okolic kraju, znaleść można w artykule Klimat, Klimatologia (patrz Tom V str. 177 i nast.).

Ponieważ jednak rozwój roślin i siła ich wegetacyi zależy od średniej temperatury najbliższej okolicy, a na tę średnią temperaturę ważny wpływ wywierają właściwości gruntów danej miejscowości, gdyż przy równych innych warunkach okolice z gruntami zwięzłemi i wilgotnemi, są zimniejsze niż okolice z gruntami suchemi i piaszczystemi. Ponieważ nadto na klimat danej miejscowości wpływają: bliskość obszernych zbiorowisk wód, bagien, lasów, wzgórz ochraniających od północnych wiatrów i t. p. czynniki czysto miejscowej natury, przeto ogólne dane klimatyczne odnoszące się do szerszych obszarów, mogą mieć znaczenie tylko pomocnicze, tem cenniejszemi natomiast okazać się mogą miejscowe obserwacye meteorologiczne, zwłaszcza jeśli obejmować będą dłuższy przeciąg czasu i odznaczać się dostateczną ścisłością; na potrzebę zatem czynienia tego rodzaju obserwacyi i liczne stąd płynące korzyści, czujemy się w obowiązku zwrócić uwagę rolników.

Ilość wody Ile wody użyć potrzeba na jednostkę przestrzeni, zależy to przede-

wszystkiem od celu nawodniania, t. j. czy ma to być nawodnianie zwilżające czy użyzniające, dalej od właściwości gruntu i podłoża, poziomu wód zaskórnych, klimatu, gatunku roślin, jakości i ilości rozporządzalnej wody, obszaru, spadków i konfiguracyi powierzchni, sposobu użycia wody, (systemu nawodniania) szerokości stoków i nakoniec od możności wielokrotnego używania tejże samej wody. Wobec tylu więc różnorodnych okoliczności, które uwzględnić należy, nie podobna trzymać się stałych ogólnych norm, lecz w każdym poszczególnym wypadku ważna ta kwestya musi być szczegółowo rozpatrywaną i na nowo decydowaną po rozważeniu wszelkich zachodzących przy tem okoliczności.

Przedewszystkiem zaś musi być rozstrzygniętem pytanie, czy korzystniejszem być może w danych warunkach dążenie do osiągnięcia najwyższych możliwych plonów z jednostki przestrzeni, czy też lepiej będzie poprzestać na plonach mniej wysokich, natomiast zaś posiadanem kwantum wody użyznić większą przestrzeń łąk. Pamiętać jednak wypada, że jeśli doprowadzimy wody mniej, niż konieczna potrzeba wymaga, to nietylko wydajność łąki będzie małą, lecz i dochód czysty zmniejszy się niepomiernie, gdyż koszty dozoru, utrzymania i amortyzacyi nakładów, tem więcej obciążą każdą jednostkę produktu, im tych jednostek będzie mniej.

Oprócz tego doświadczenie pouczyło, że łąki nawodniane zbyt małą ilością wody, wystarczającą wprawdzie do jej zwilżenia, ale niedostateczną do należytego użyznienia, w pierwszych latach po zaprowadzeniu nawodnienia, wydawać wprawdzie mogą obfite zbiory siana, lecz bardzo prędko wydajność ich spada poniżej przedmelioracyjnej normy i bez obfitego *nawożenia* podnieść się już nie da.

Jeśli chodzi wyłącznie tylko o zwilżające działanie nawodnień, to przy wyznaczaniu ilości zużywać się mającej wody, oryentować się można ilością i podziałem opadów atmosferycznych, spadających w lata szczególniej dla plonów pomyślne, w porównaniu z ilością opadów w lata najgorsze. Różnica ilości opadów, w lata najlepsze i najgorsze spadających, przy uwzględnieniu strat powstających przy doprowadzaniu wody wskutek parowania i przesiąkania, wskaże nam jaką ilość wody potrzeba sztucznie doprowadzić, aby w lata suche osiągnąć plony, równe plonom lat normalnych.

Przy nawodnianiach użyzniających właściwe ustosunkowanie ilości wody do przestrzeni nawodniać się mającej, jest o wiele trudniejszem, i to nam objaśnia wielką różność zdań, jaką co do ilości wody potrzebnej do nawodnienia pewnej przestrzeni, znajdujemy w dziełach pierwszorzędnych techników łąkowych.

Do oznaczenia ilości doprowadzić się mającej wody, używają albo wskazania wysokości, do jakiej podniosłaby się woda, gdyby cały dopływ w ciągu np. 24 godzin zebrać na raz i gdyby przytem woda ani odpływała, ani parowała, ani wsiąkała; miarę tę odpowiadającą sposobowi mierzenia ilości opadów atmosferycznych, zwą *wysokością zalewu*. Albo też ilość potrzebnej w jednostce czasu na jednostkę powierzchni wody, wyrażają w ilości litrów przypadającej na hektar i sekundę.

Przy określaniu spotrzebowywanej ilości wody, należy z góry uprzedzić, czy chodzi o *stały dopływ*, który stosownie do przyjętego okresu nawodnień, podzielonym będzie na pewne peryody, lub też czy podana ilość wyrażać ma istotne zużycie w ciągu ściśle określonego czasu lub podczas pojedyńczego okresu nawodnienia. Zwykle podanie potrzeby wody rozumieć należy w ten sposób, że stały dopływ podczas peryodu nawodnień wynosić będzie takie a takie kwantum wody.

Jeśli zużycie wody podano na 1 litr, na hektar i sekundę, a jednocześnie powiedziano, że nawodniania trwać będą w ciągu 6 miesięcy, w kolei dziesięciodniowej, to ilość roczna wody przypadającej na hektar będzie:

$$\frac{60.60.24.183}{1000} = 15811_2\ m^3$$ *)

W ciągu zaś każdego dziesięciodniowego okresu nawodniania wyjdzie wody na hektar: $\frac{60.60.24.10}{1000} = 864\ m^3$, która wytworzyłaby wysokość zalewu w ciągu całego okresu równą: $\frac{864}{10,000} = 0{,}0864\ m.$

Stały więc dopływ wynoszący 1 *l* na *ha* i *S* wytworzy w ciągu 24 godzin zalew wysokości $\frac{60.60.24}{1000.10,000} = 0{,}00864.$

*) ilość litrów w metrze kubicznym.

Jak wyżej wspomniano, zdania specyalistów co do ilości wody użyć się mającej na jednostkę przestrzeni, różnią się ogromnie od siebie, poniżej podane normy uważać należy jedynie jako przeciętne, które stosownie do miejscowych warunków, modyfikować trzeba, tem więcej że przyjęty w danym razie system nawodniania wpływa ogromnie na ilość zużywanej wody; tak np. system zraszający wymaga więcej wody niż system zalewowy, wązkie powierzchnie stoków więcej niż szerokie, a to z tej przyczyny, że jeśli do należytego nasycenia materyami użyzniającemi przy zraszaniu z rowka rozlewnego długiego np. na 100 *m.* i przy szerokości stoku 6 *m.* potrzeba pewnego kwantum wody, to toż samo kwantum potrzebnem będzie i przy szerokości stoku równej 4 *m*, a tymczasem powierzchnia zraszana w pierwszym razie będzie $100 \times 6 = 600\ m^2$, w drugim zaś tylko $100 \times 4 = 400$; jeśli więc przy stokach 6-cio metrowych potrzeba na hektar dopływu np. 80 litrów na *S*, to przy stokach 4-ro metrowych potrzeba będzie $4 : 6 = 80 = : x = 120$ *l.* Im lepsza woda, tem wpływ jej szerzej się rozciąga od rowka rozlewnego, tem szersze stoki robić można, tem mniej więc wody na hektar użyć wypadnie.

Jednakże szerokość stoków nie może przechodzić pewnych dość szczupłych granic, gdyż doświadczenie stwierdziło szybki upadek skutecznej działalności wody na wzrost traw, w razie jeśli woda zbyt daleko płynie po powierzchni stoku. Tak np. na stokach 10 metrowej szerokości woda na 5 metrach odleglejszych od rowka rozlewnego, o wiele słabiej działa niż na bliższych 5 *m.*; nawet na stosunkowo wązkich stokach zauważyć można różnicę w działaniu wody na górnej i dolnej połowie stoku; trudno to wytłomaczyć zwłaszcza wobec tego, że taż sama woda zebrana w rowek zlewny i doprowadzona niedaleko od tegoż miejsca do innego rowka rozlewnego, znów skutecznie oddziaływać może.

Dünkelberg przyjmuje dla stosunków środkowo niemieckich, że przy dobrej wodzie nazwać można zużycie na *ha* i *S*

42—53 *l.*	stanowi codzienną wysokość zalewu 0,36—0,45 *m.*		nawodnieniem bardzo obfitem
35 *l.*	„	„ 0,30	obfitem
28 *l.*	„	„ 0,24	dobrem
17 *l.*	„	„ 0,15	wystarczającem.

Wurffbein podaje 11 *l.* na *ha* i *S* stałego dopływu bardzo tłustej wody w przypuszczeniu, że nawodnienie odbywać się będzie kolejno na pojedynczych oddziałach łąki na gruncie próchniczym piaskowatym nieco zwięzłym, przy odległości zwierciadła wody zaskórnej od powierzchni łąki na 0,60—0,75 i przy osuszeniu sięgającem tylko na 0,60 *m.* pod najniższe miejsce powierzchni zraszanej. Wysokość zalewu przy danym dopływie oblicza się na 0,095 *m.*

Używanie nadmiernych ilości wody Wurffbein potępia w słowach następujących: „w wielu miejscach co do użycia wody postępują zgoła nierozsądnie: zamiast zraszania urządzają kompletne powodzie; mniemanie że tego rodzaju postępowanie przynieść może korzyść, polega tylko na widzimisię niektórych empiryków, gdyż skoro pojedyncze krople lub żyłki wody nie mają dostatecznego czasu aby mogły przemknąć się pojedynczo pomiędzy źdźbłami trawy, to wciąż naciskane szybko nadpływającemi masami wody, łączą się i zlewają razem tworząc jedną płachtę wodną, ściśle pokrywającą całą powierzchnię stoku, która odcina dostęp powietrza, tamując współczesny dobroczynny wpływ atmosfery, a zarazem utrudnia osadzanie się namułów."

Vincent przeciwnie, wychodząc z założenia, że cały materyał służący do produkcyi traw ma być poczerpnięty wyłącznie z doprowadzonej na łąkę wody, określa potrzebę wody znacznie wyżej, a mianowicie:

przy szerokości skarp	lub zagonów	wymaga dopływu
8 *m.*	16 *m.*	60 *l.*
6 *m.*	12 *m.*	90 *l.*
4 *m.*	8 *m.*	120 *l.*
		na *ha* i *S.*

co odpowiada wysokości zalewu 0,52—0,78—1,4 *m.*

Następująca tablica przedstawia zebranie ilości wody, używanej w różnych miejscowościach.

Leon Kąkolewski *) konstatując wielką różność zdań napotykaną w tym względzie u techników zagranicznych, radzi zastrzegając pilne rozważenie warunków miejscowych, przyjąć u nas jako punkt wyjścia przy obrachunkach, jedną stopę kubiczną wody na morg i sekundę przy średnim stanie wody w rzece, ażeby przez to mieć możność obfitego nawodnienia w każdej porze roku, w jesieni zaś i wczesną

*) Porównaj Nauka uprawy łąk podług Fries'a uzupełnił L. Kąkolewski, Warszawa 1860 r.

Miejscowość	Stały dopływ na *ha* i *S*			Wysokość dziennego zalewu przeciętna w *m.*	Według podań	UWAGI
	maximum	minimum	przeciętnie			
Środ. i poł. Niemc.	53	17	35	0,302	Dünkelberga	
Zachodnie „	—	—	11	0,095	Wurffbeina	woda bardzo żyzna
Północne „	—	—	12	0,104	Turrentin'a	system Petersena
Północne „	120	60	90	0,778	Vincent'a	
Hannower	20	10	15	0,130	Hess'a	system zalewny
Belgia	—	—	30	0,295	Keelhoff'a	nawod. w Campinie
Francya:						
depart. Mozelli	130	—	65	0,562	Barral'a	
„ Wogezów	50	20	35	0,302	Debauve'a	
Normandyi	200	—	16	0,138	Debauve'a	zalewy dzikie

wiosną możnaby przy obfitości wody w rzece stosownie do innych okoliczności dawać i nieco więcej wody. Zresztą podania te, zastrzega się Kąkolewski, nie są prawidłem niezmiennem, bo takich prawideł nie ma, wszędzie znajomość stosunków miejscowych i ich rozważenie musi rozstrzygnąć punkty niejasne i wątpliwe.

W praktyce nie ciągle jedną i tęż samą powierzchnię się nawodnia, ale raz trzyma się ją pod wodą, potem osusza i to właśnie stanowi obrót czyli okres nawodniania, a długość jego zależy od zasobu cząstek pokarmowych w wodzie zawartych. Im więc woda lepsza, a okres taki czyli przerwa między jednem a drugiem nawodnianiem dłuższa, tem większą przestrzeń można tą samą wodą nawodnić; a przestrzeń ta dwa, trzy, nawet cztery i pięć razy może być większą od zasadniczej ilości wody potrzebnej do nasycenia jednostki powierzchni.

Powyżej przytoczone dane mogą więc służyć jedynie za pewien punkt oparcia przy obliczeniach, jako przeciętne, od których można i należy do pewnego stopnia odstępować, stosownie do miejscowych okoliczności, zwłaszcza że niektóre części powierzchni łąkowej potrzebować mogą więcej wody niż inne, co też w obrachunkach uwzględnić należy, aby zużyć daną ilość wody jak najkorzystniej.

Za pomocą mierzenia ilości dopływającej wody na łąkach już urządzonych, przekonać się można, jaka ilość wody najbardziej odpowiada danym warunkom; w ten też sposób przekonać się można, czy przez zwiększenie dopływu do danej parceli da się osiągnąć znaczniejsze zwiększenie wydajności lub czy zmniejszenie dopływu wywrze wpływ szkodliwy, co jest ważnem ze względu że daje możność przekonania się, czy w danym wypadku nie ma czasem miejsca marnotrawne zużycie wody i czyby tą samą ilością nie można nawodnić większej przestrzeni gruntów, rozumie się o ile znajdują się tuż obok nadające się do tego przestrzenie.

Do nawodnień zwilżających potrzeba o wiele mniej wody; tak np. w Północnych Włoszech przyjmują, że na hektar i sekundę wystarcza doprowadzić:

na gruntach	na łąki	na pola
bardzo ciężkich	0,892 *l.*	0,297 *l.*
ciężkich	1,026 „	0,342 „
średnio zwięzłych	1,494 „	0,498 „
lekkich	2,046 „	0,682 „
przeciętnie zaś	1,130 *l.*	0,377 *l.*

W południowej Francyi używają na łąki dopływu 1,5—2 *l.* na *ha* i *S*.

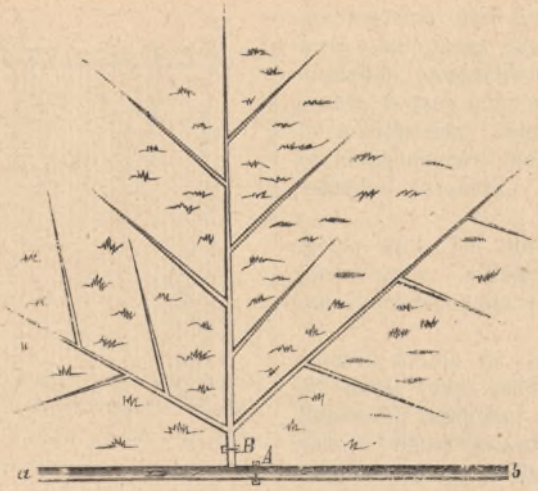
Lucernę odwilżają co tydzień warstwą wody, wynoszącą 0,06 *m.*, używając na hektar 600 m^3 wody, co odpowiada stałemu dopływowi 1 *l.* wody na *ha* i *S*. Ogrody warzywne potrzebują 2,5 *l.* na *ha* i *S*. Zboża i kartofle nawodniają wtedy tylko, gdy w Maju i Czerwcu wcale deszcz nie pada, dając zwykle w ciągu 3 miesięcy dwa nawodnienia po 0,12 *m* zalewu (2400 m^3 na *ha*) co odpowiada stałemu dopływowi w ciągu całego tego czasu po 0,3 *l.* na *ha* i *S*.

Różne systematy nawodnień. Systematy nawodnień dzielą zwykle na dwie główne gruppy t. j. na tak zwane nawodnienia ***naturalne*** i nawodnienia ***sztuczne***; właściwie zwać by je należało nawodnieniami powierzchni, pozostawionych w stanie naturalnym i nawodnianiami powierzchni, sztuką przekształconych.

Systematy t. z. naturalne posługują się rowami kopanemi za kształtem powierzchni, bez uwzględnienia prawideł ścisłej symetryi; rowy te rozprowadzają wodę po naturalnem ukształtowaniu gruntu, zmienianem za pomocą robót grabarskich, o tyle tylko, o ile tego wymaga nieodzowna konieczność uregulowania spadzistości (stoków), po których by woda nie zatrzymując się spływać mogła. Stoki te mogą być w rozmaity sposób w różnych kształtach i wymiarach urządzane, tworząc stosownie do naturalnej konfiguracyi terrenu, powierzchnie pochyłe ku jednej stronie (skarpy, stoki, tarasy) lub też pochyłe ku dwom stronom formy dachowatej (grzbiety, zagony).

Systematy sztuczne odróżniają się doskonałą symetrycznością urządzeń, wszystkie rowy mają przeprowadzone w prostym kierunku i równej od siebie odległości, wszystkie zaś stoki sztucznie pod ścisłą miarę ukształtowane, aby w ten sposób osiągnąć możebnie najrównomierniejszy przepływ wody i najlepsze takowej wyzyskanie.

Fig. 1.



Nawodniać można jednym z następujących sposobów: 1) przez t. z. ***podtapianie***, przy którym to sposobie woda doprowadzona do dolnych warstw gruntu stopniowo przesiąka ku górze, zwilżając w ten sposób warstwę rodzajną; 2) przez ***zalew***, gdy wpuszczamy wodę w dość grubej warstwie na powierzchnię łąki i tam ją przez czas pewien zatrzymujemy 3) przez ***skrapianie***, inaczej zwane ***zraszaniem***, gdy korzystając z naturalnych lub sztuką utworzonych pochyłych stoków, przeprowadzamy po nich wodę w jednostajnej, cienkiej, spokojnie, lecz widocznie poruszającej się warstwie.

Nawodnianie zwilżające przez *podtapianie* polega na czasowem wstrzymaniu odpływu z rowów osuszających, dla zwilżenia gruntu od spodu. Fig. 1. przedstawia urzędzenie tego rodzaju. Dopóki łąka przejęta jest zbytnią wilgocią, rów B z rozgałęzieniami służy do ściągania wody, którą przelewa do głównego rowu odprowadzającego *a*, *b*. W czasie suszy zamyka się śluza A; w skutek powstrzymania odpływu w rowie lub strumieniu woda się wznosi, cofa i napełnia rów B i jego odgałęzienia przesiąkając przez burtę w grunt. Im gęstszą jest siatka rowów, tem zwilżenie dokładniejszem być może. Na krótko przed sianozbiorem należy śluzę A otworzyć, aby łąka obeschła dostatecznie. System ten odpowiednio przystosowany i połączony z peryodycznem nawożeniem, daje niezgorsze rezultaty na łąkach płaskich z bardzo małemi spadkami, mających spodnią warstwę natury torfowej i przepuszczalną. Na łąkach z podglebiem nieprzepuszczalnem system ten nie powinien być stosowanym, gdyż mógłby spowodować zabagnienie gruntu. Działa jedynie odwilżająco, działania użyzniającego wywierać nie jest w stanie. Jest tani i łączy w sobie osuszanie z odwilżaniem. Metodycznem rozwinięciem tego systemu są sławne „Polders“ holenderskie.

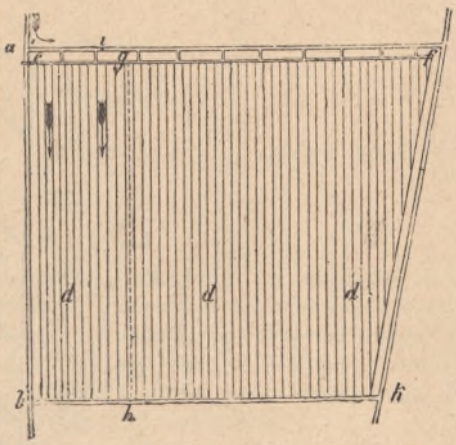
Na zasadzie zwilżenia od dołu polega także system Rud. Sack'a, zastosowany przez wynalazcę na fermie doświadczalnej w Plagwitz.

Polega on na tem, że siatka drenów, umieszczona w głębi pola, łączy się za pomocą rur żelaznych z pompami parowemi, które w czasie suszy tłoczą wodę w rury drenowe, z których wznosząc się stopniowo, dosięga warstwy rodzajnej i zasila w ten sposób roślinność wilgocią. Zamiast wody czystej R. Sack używa często gnojówki, użyzniając w ten sposób swe grunty nawet w czasie zimy; rezultaty otrzymuje ilościowo bardzo duże, samo jednak urządzenie jest bardzo kosztownem.

Nawodnianie bruzdowe stosowanem bywa w krajach gorących do zwilżania najrozmaitszych kultur, w krajach umiarkowanych najczęstsze zastosowanie znajduje przy uprawie warzyw ogrodowych, a pod wielkiemi miastami przy irrygowaniu pól wodami pochodzącemi z kanalizacyi spławnej. W Północnej Francyi często stosowanem bywa przy uprawie buraków cukrowych a nawet kartofli i innych okopowych. Przy tym sposobie uprawy, rośliny sadzą się na redlinach lub wązkich zagonkach, a woda wpuszcza się w bruzdy z których przesiąkając z boków nasyca redliny i zagonki. Przy uprawie okopowych odległość redlin wynosi od 0,60—0,80 m., pod warzywa robią się zagonki 1, 5—2 m. szerokie; zwilżenie bywa tem dokładniejsze im bruzdki są gęstsze.

Fig. 2 przedstawia układ nawodniania bruzdowego; *ab* oznacza kanał dopływowy główny, *ac* boczny rów doprowadzający wodę do danej parceli, linje *dd* bruzdy zrobione zwykłym obsypnikiem. Równolegle do rowu *ac* wyoruje się przegon *ef* łączący się z rowem za pomocą krótkich przepustów dawanych co każde 5 bruzd. Zależnie od ilości wody zwilża się na raz mniejszą lub większą liczbę bruzdek, a to w sposób następujący: jeśli mamy zamiar zwilżyć bruzdy od początku pola aż do

Fig. 2.



linii *gh*, to zakładamy w punkcie *i* zastawkę drewnianą, a w punkcie *g* przegon *ef* zasypujemy wrzuceniem szufelki ziemi, wtedy woda napływająca, mając odpływ przecięty, wchodzi w bruzdy pomiędzy *e* i *g* i niemi spływa, o ile zaś nie wsiąknie w ziemię zbiera się w rowek *bk*. Po należytem zwilżeniu pierwszych brózd, przekłada się zastawkę dalej, zasypuje pierwsze z kolei przeloty do przegona aby zatamować dopływ wody do części bruzdek już nasyconych wodą i w takiż sposób puszcza wodę w następny oddział bruzd.

Zależnie od konfiguracyi gruntu układ bruzd bywa najrozmaitszy, tak np. aby uniknąć tworzenia się wyrw, przy silnym spadku, bruzdki prowadzą się w kierunku ukośnym do głównego spadu.

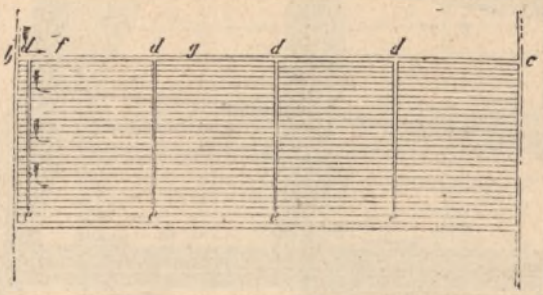
Fig. 3 przedstawia układ bruzd równoległy do rowu doprowadzającego wodę *b c* z którego prostopadle wychodzą rowki rozprowadzające *d e* a z nich dopiero woda dostaje się do bruzd.

Nawodnianie przez *zalew*. Przestrzeń, mającą być zalewaną, otacza się ze wszech stron grobelkami, o ile naturalne wzniesienie gruntu z którejbądź strony nie czyni zbytecznem sypania grobli od strony wzniesionej. Za pomocą kanału doprowadzającego, zamykanego upustem, wpuszcza się wodę w przestrzeń obwałowaną i tam przez czas pewien zatrzymuje. Woda pokrywając grunt, nasyca takowy dokładnie, namuły osadza obficie, a nadto część materyj rozpuszczonych, zawartych w warstwie wody stykającej się bezpośrednio z gruntem, oddaje ziemi. Woda nie powinna bezpośrednio z rowu doprowadzającego wypływać na powierzchnię łąki, lecz wpierw wlewać się w rów rozlewny u stóp grobli do okoła kwatery przeprowadzony, z którego rozchodzi się po drobniejszych rowkach pomocniczych, z nich zaś dopiero występuje na powierzchnię łąki.

Zwykle łąkę, zwłaszcza obszerniejszą, dzieli się na kilka oddziałów czyli kwater, o możebnie jednakowem pochyleniu gruntu; kwatery najczęściej nie tworzą figur regularnie ukształtowanych, gdyż dla zmniejszenia kosztów obwałowanie przystosowuje się do konfiguracyi terrenu i granic majątku.

Fig. 4 objaśnia zasadę urządzenia zalewnego o 2 oddziałach. Dopływ wody ma miejsce w punkcie *a*, po przez sluzę skrzynkową woda wlewa się w rów *b* i przy pomocy poprzecznego rowka *c* występuje na powierzchnię łąki. Za pomocą drugiej sluzy skrzynkowej zakopanej w grobli przedziałowej, woda przedostać się może do drugiego oddziału, a z niego spłynąć napowrót do strumienia. Woda nie powinna stać warstwą zbyt grubą t. j. wysokość zalewu nie powinna przenosić u dołu 0,5 m. Zalew może być urządzany tylko na powierzchniach poziomych lub bardzo słaby spadek mających (maxymalny spadek nie powinien przenosić 2‰) gdyż przy większym spadku dla utrzymania wody po nad całą powierzchnią byłyby potrzebne groble bardzo wysokie przy podstawie których woda zbierałaby się warstwą nadmiernie grubą, a pomimo to przy górnej krawędzi zalewu mogłaby nawet gruntu nie pokryć, lub też wypadłoby tworzyć oddziały tak wązkie, że zbiór siana byłby przez to niezmiernie utrudnionym a koszty licznych grobli nieproporcyonalnie wysokie; aby koszt sypania grobli był możebnie najmniejszy,

Fig. 3.



potrzeba robić oddziały duże i o ile możności kwadratowe. Sypiąc groble należy darń z tego pasa gruntu, na którym ma powstać grobla, usunąć i ziemię starannie przekopać, poczem sypaną ziemię warstwami ubijać a po doprowadzeniu grobli do należytej wysokości odarniować. Ziemię na groble bierze się z przyległych rowów lub z najbliższych pagórków. Korona grobli powinna wystawać na 0,3—0,4 m. po nad zwierciadło zalewu a to dla ochrony od fal powstających w czasie wiatru. Szerokość korony miewa zwykle od 1—1,5 m. Odkosy grobli od strony zalewu powinny mieć pochylenie łagodniejsze, od strony zaś zewnętrznej bardziej strome. Podstawa grobli robi się zwykle trzy razy szerszą od wysokości grobli.

W środku kwater należy zebrać miejsca zbyt wyniosłe, a doły zasypać. Dla jednostajniejszego rozdzielenia wody każdy większy oddział czyli kwatera dzieli się na

pojedyncze kawałki obszerności 1—2 morgów otoczone małemi rowkami (10—12″ szer.). Darń z rowków układa się na samym środku każdego kawałka długim pasem i przysypuje ziemią—ziemię wyrzucaną z rowków przy czyszczeniu sypie się tamże; w ten sposób z czasem utworzą się płaskie zagony z których woda przy spuszczaniu zalewu szybko spływa co jest bardzo pożądanem, gdyż i przy zalewie szybkie osuszenie powierzchni wywiera ważny wpływ na roślinność.

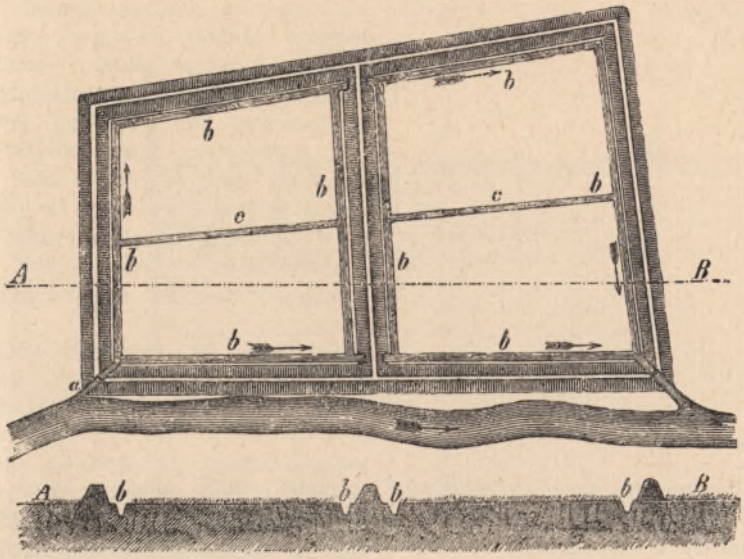
Aby po otwarciu upustów odpływowych woda nie zatrzymywała się i kwatery mogły być należycie osuszone, rów odpływowy

jących *g* i *h*, które zbierają wodę i niosą ją do kanału odpływowego za pomocą małych upustów widocznych na rysunku; każda kwatera może być niezależnie od innych zalaną lub osuszoną.

Odmianę zalewów zwykłych stanowi tak zwany *zalew przepływowy*, gorąco zalecany przez Hess'a. Właściwość tego systemu polega na tem, że skoro zalew zwykły dosięgnie normalnej wysokości, zaraz otwiera się upust odpływowy, o tyle jednak tylko, aby wpuszczał taką ilość wody jaka jednocześnie sluzą dopływową przypływa.

W ten sposób wysokość zalewu pozostaje niezmienioną, a jednak ciągły choć słaby

Fig. 4.



winien przechodzić przez najgłębsze miejsca wszystkich oddziałów i zbierać po drodze wody z rowków odpływowych z pojedynczych oddziałów. Rów dopływowy prowadzi się zwykle przez groblę przechodzącą środkiem wszystkich oddziałów, aby woda zeń mogła być w wielu punktach do oddziałów wpuszczaną.

Fig. 5 przedstawia łąkę zalewaną podzieloną na 4 regularne kwatery; woda ze strumienia *a*, *b*, dostaje się na łąkę za pośrednictwem rowów *d*, *e* i *f*. Groble ze strony wewnętrznej otoczone są rowami służącemi do rozprowadzania wody. Odprowadzanie wody z oddzielnych kwater odbywa się za pomocą sieci rowów osusza-

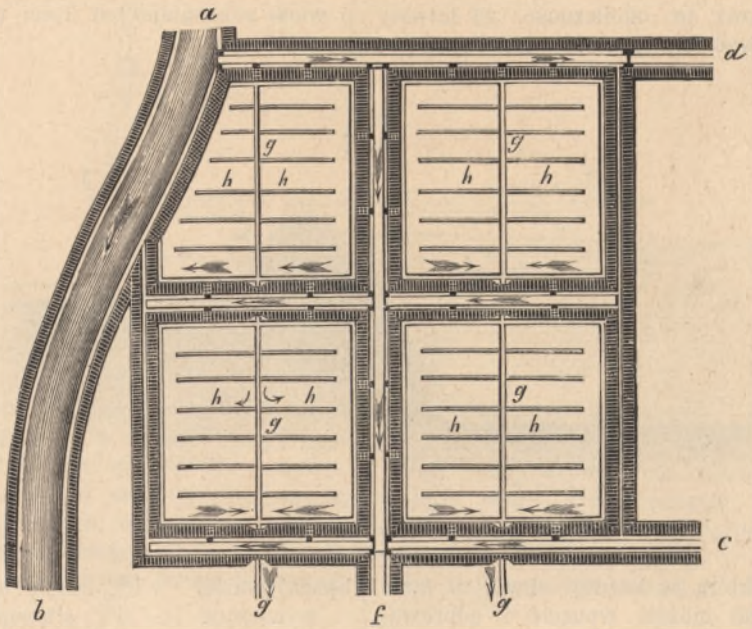
przepływ wody ma miejsce—przy obfitości żyznej wody system ten zasługuje na uznanie zwłaszcza stosowany w lecie po zebraniu pierwszego pokosu siana. Woda może przechodzić z kwatery na kwaterę, dobrze jednak będzie dopuścić nadto na każdą kwaterę nieco świeżej wody.

Nawodnianie zalewowe, w ogóle mówiąc, przedstawia następujące korzyści: 1) Zapewnia dostateczną ochronę od szkodliwych wpływów mrozu, co jest szczególniej pożądanem na gruntach bardzo skłonnych do przemarzania. 2) Z wody pozostającej przez czas dłuższy w spoczynku cząstki nawozowe osadzają się doskonale 3) wyniszcza szkodniki jako to: myszy, mrówki, poczwarki

chrabąszcza, chwasty, mchy, wrzos i porosty. 4) Urządzenie mało kosztuje 5) utrzymanie bardzo proste. Natomiast jednak posiada liczne wady, z których najważniejszą pozbawienie dobroczynnego wpływu atmosfery przez cały czas trwania zalewu, a więc niekiedy przez ciąg kilku tygodni, przez co rośliny szlachetne bardzo cierpią, a trawy kwaśne i niektóre chwasty nadmiernie bujają; dalej zalew powoduje nadmierne wydelikacenie roślin łąkowych, w skutek czego łatwo przez późne przymrozki uszkodzonemi być mogą, tem więcej, że niemożna stosować zalewu, skoro rośliny podrosną, wybredności co do gatunku siana, które zwykle bywa gorsze a nawet mniej obfite z łąk zalewanych w porównaniu z łąkami dobrze urządzonemi pod skrapianie. Natomiast gdy chodzi o wytworzenie na piasku lub zwirze nie porosłym roślinami warstwy rodzajnej, tam zalew trwający przez czas dłuższy, zwłaszcza wodą obfitującą w namuły, ogromne korzyści przynieść może, wytwarzając na bezpłodnym piasku warstwę wysoce urodzajną. (Porównaj art. Muł).

Jeśli chodzi o to, aby poziom kawała gruntu bagnistego zapadłego lub torfiastego szybko i znacznie podnieść, to osady delikatnego

Fig. 5.



gdyż nastąpiłoby szkodliwe dla zdrowia zwierząt zamulenie trawy; nakoniec zalew zbytecznie rozmiękcza i oziębia grunt. Z tego też powodu głównym warunkiem pomyślnego skutku z zalewów jest dostateczna przepuszczalność gruntu, im zaś grunt ściślejszy, zimniejszy, im więcej gliny zawiera, tem oddziaływanie zalewu może być zgubniejszem, pogarszając nieprzyjazne rozwojowi szlachetnych traw właściwości gruntów ścisłych. Zalew głównie się zaleca przy braku wody w lecie, a obfitości żyznej wody na wiosnę i w jesieni, przy braku spadku, na przepuszczalnym gruncie, nieszlamu nie wystarczają; należy więc postarać się o doprowadzenie za pomocą wody na powierzchnię meliorowaną większych mas grubszych materyałów, jako to piasku i zwiru. Melioracya tego rodzaju zwie się kolmacyą *) (włoskie colmata, francuzkie colmatage). Wymaga ona czerpania wody z głębszych warstw wodnych stawów

*) Ktoby chciał przeprowadzić kolmacye w praktyce na większą skalę powinien przestudyować wyborne dzieło: Hydraulique agricole par Nadault de Buffon Paris 1867 r.

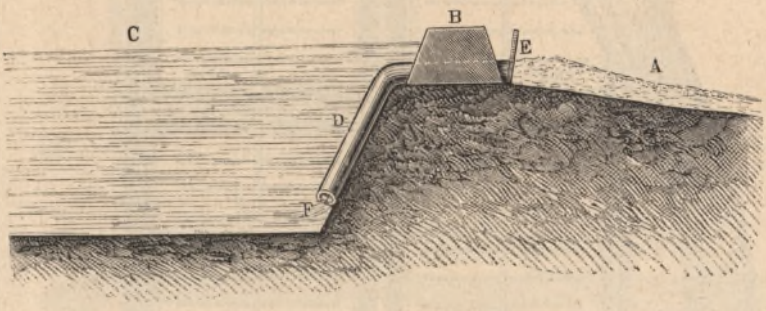
lub rzek, unoszących zwłaszcza w czasie powodzi—wiele materyałów ziemistych i znacznego spadku w dnie kanału dopływowego; spadek wielkich kanałów powinien wynosić 2 : 1,000, małych 10: 1,000, podczas gdy dla doprowadzania delikatnych namułów daje się spadek 0,5: 1,000 i 3: 1,000. Do czerpania wody z samego dna, zwłaszcza z poza wałów ochronnych, nadaje się doskonale urządzenie syfonowe przedstawione na fig. 6.

Nawodnianie przez *skrapianie* czyli zraszanie. Przy skrapianiu ma miejsce o wiele ściślejsze zetknięcie się każdej cząsteczki wody z ziemią i roślinami, w skutek czego następuje równie dobre zużytkowanie mętów, a o wiele zupełniejsze materyj rozpuszczonych w wodzie. Wielką zaletę skrapiania stanowi ta okoliczność, że łatwiej niem kierować, że jest się zupełnym panem wody, którą w każdej chwili i fazie rozwoju roślin można wpuścić i odprowadzić i tym sposobem stosować nawodnienie do potrzeb rozmaitych rodzajów gruntu i roślin łąkowych, nawodniać tak długo i tak obficie jak to za potrzebne uznamy. Rozumie się samo przez się, że nastąpić to może wtedy tylko jeśli mamy w każdej porze roku dostateczną ilość wody do rozporządzenia.

Urządzenie skrapiania wymaga istnienia wyraźnych spadków, po których by woda wylewając się z t. z. rowków rozlewnych jednostajnie a dostatecznie szybko spływać mogła. Doświadczenie pouczyło, że w miarę posuwania się ku północy zbiory z łąk skrapianych wzrastają i ilościowo i jakościowo wraz z wzrostem pochylenia stoków. Na stokach bardziej spadzistych ruch wody zraszającej szybcej się odbywa.

Warstwa przepływającej wody jest cieńszą, dostęp powietrza łatwiejszy, namuły dalej od rowka rozlewnego się rozprzestrzeniają, przesiąkanie wody w podglebie, a z niem oziębienie gruntu i wyciskanie powietrza z porów gruntowych, zmniejsza się znakomicie. Wszystko to są bardzo ważne czynniki pobudzające rozwój roślinności, które jednak przy płaskich stokach nie mogą się z równą siłą objawić, dla tego też byłoby błędem zmniejszać silne spadki za pomocą plantowania; przeciwnie, starać się trzeba aby przez właściwy wybór kierunków spadek powierzchni skrapianych o ile możności zwiększać, pamiętając jednak że spadki silne, zwłaszcza ku południowi zwrócone z powodu silniejszej operacyi słońca, szybciej wysychają, potrzebują więc o wiele znaczniejszych ilości wody.

Fig. 6.



Spadki poniżej 1% nazyw. bardzo słabemi
wynoszące 1— 3% słabemi
„ 4— 7% średniemi
„ 8—10% silnemi
powyżej 10% bardzo silnemi.

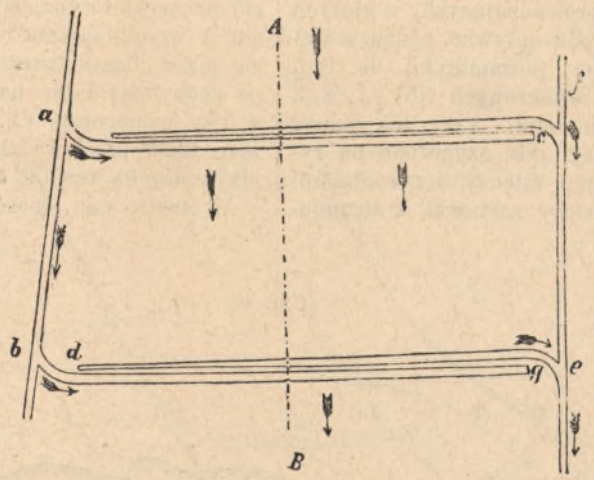
Jako minimum spadku dla urządzeń skrapiających, przyjmują zwykle 2—2½% i to jedynie wtedy tylko, jeśli nawodnianie odbywać się ma na powierzchniach naturalnych, sztucznie nie przekształconych, gdyż spulchnienie ziemi nieuniknione przy nasypach i wykopach, naruszając przyrodzoną spójność gruntu, zwiększa znacznie przesiąkanie wody w głąb; gdzie więc stoki kształtują się sztucznie za pomocą nasypów, tam trzeba im nadawać przynajmniej 4—5% spadku, na gruntach zaś zwięzłych nawet 6% i wyżej, gdyż w ten tylko sposób zapobiedz można rozwojowi traw kwaśnych i roślin błotnych.

Skrapianie może być urządzone w sposób najrozmaitszy, w każdym jednak razie jako prawidło zasadnicze przyjąć należy, aby woda przepływała po stokach warstwą tak cienką, żeby nigdy rośliny nie były wodą zupełnie pokryte, gdyż woda przepływając warstwą zbyt grubą tamuje dostęp powietrza, a przytem znaczna jej część nie mogąc się zetknąć ani z gruntem, ani bezpośrednio z roślinami spływa bez pożytku.

Fig. 7 przedstawia szematycznie zasadę urządzeń skrapiających; *a b* oznacza główny rów dopływowy, dostarczający wody do pewnej ilości oddzielnych parcel łąkowych, *b, g* oznacza rowek rozlewny sąsiedniej parceli.

Fig. 8 przedstawia przecięcie wzdłuż linii *A B* na którem widać, że powyżej każdego rowka rozlewnego znajduje się mała grobelka *h* oddzielająca rowek rozlewny od rowka zlewnego osuszającego powyżej położoną parcelę.

Fig. 7.



Jak wyżej wspomniano, nawodnienia zraszające mogą być urządzane rozmaitemi sposobami, począwszy od najprostszych aż do bardzo skomplikowanych.

Do najprostszych należą t. zw. skrapia-

Fig. 8.



rowek *a c* dostarcza bezpośrednio wodę do parceli na rysunku przedstawionej. Woda przelewając się przez dolną krawędź rowka t. zw. rozlewnego, spływa po pochyłości w kierunku strzałek. Rowek *d e* t. zw. zlewny zbiera nadmiar wody, która nie wsiąkła w grunt przepływając po stoku i odprowadza ją do rowu odpływowego *f. c.*;

nia *dzikie*. Jeśli wzdłuż doliny posiadającej dość silny spadek fig. 9, przepływa strumień, to zatamowawszy bieg jego w kilku miejscach za pomocą jak najprostszych zatamowań, możemy zmusić wodę strumienia do wystąpienia z brzegów powyżej każdej tamy; przy istnieniu silnego spadu woda spływać będzie napowrót do strumienia

poniżej tamy, zraszając w ten sposób przyległą powierzchnię łąki. Ponieważ użyta w taki sposób woda nie może zrosić jednakowo całej powierzchni łąki, a do wielu punktów wcale nawet nie dosięgnie, przeto „dzikie“ skrapianie w bardzo małym stopniu celowi odpowiedzieć może. Chcąc łąkę dokładniej zawodnić, potrzeba wykopać w kierunku linii równego poziomu (oznaczonych na rysunku liniami punktowanemi) kilka rowków rozprowadzających, z których rozlewająca się woda spływać będzie w kierunku prostopadłym (normalnym) do linii równego poziomu oznaczonych NNr. 1, 2, 3 napowrót do strumienia. Przy tak znacznym spadku doliny jak oznaczono na rysunku, gdzie odstęp między horyzontalami wynosi 1 metr, należy zastawki w strumieniu i powyżej nich idące rowki rozprowadzające, dawać dość gęsto np. co 75—100 *m.*, gdyż jeśliby poprzestać na jednym tylko rowie wykopanym w kierunku linii poziomej Nr. 1, to wszystka woda wylewająca się z niego spłynęłaby do strumienia blisko linii oznaczonej Nr. trzecim, a reszta łąki pozostałaby suchą, przedłużyć zaś rów tak aby poczynając od punktu końcowego pierwszej linii horyzontalnej, obejmował łąkę od góry idąc po granicy nie podobna, gdyż dno rowu miałoby spadek zbyt znaczny, wynoszący w warunkach rysunku 5—6 *m.*, co pociągnęłoby potrzebę budowy licznych progów i obwałowań rowu, a tem samem zniosło jedyną zaletę dzikiego nawodniania, t. j. prostotę i taniość urządzenia. Przy nieco mniejszym pochyleniu łąki, mniejsza liczba rowków wystarczy, gdyż woda z nich wylewająca się dalej sięgać będzie.

Fig. 10 przedstawia podobne urządzenie, zastosowane do zużycia wody ze stawu wysoko położonego, z którego woda za pomocą rowów AA′A′ i BB′B′ prowadzonych w kierunku linii równego poziomu dostaje się na powierzchnię łąki. Po otwarciu upustu A woda napełnia rowek AA′A, przelewa się przez niższy brzeg tegoż i spływa w dół po pochyłości łąki, nadmiar jej zbiera się w rów pomocniczy ć ć, po zapełnieniu którego znów przelewa się i zrasza dalszy pas przyległej do rowu *c′ c′* łąki.

W takiż sam sposób woda wpuszczona w rów B przelewając się kolejno przez rowy DD′ i EE′ zrasza dolną połowę łąki. Rowy FF′ GG′ i HH′ są to rowy osuszające, które nadmiar wody zbierają i unoszą do rzeki.

Fig. 9.

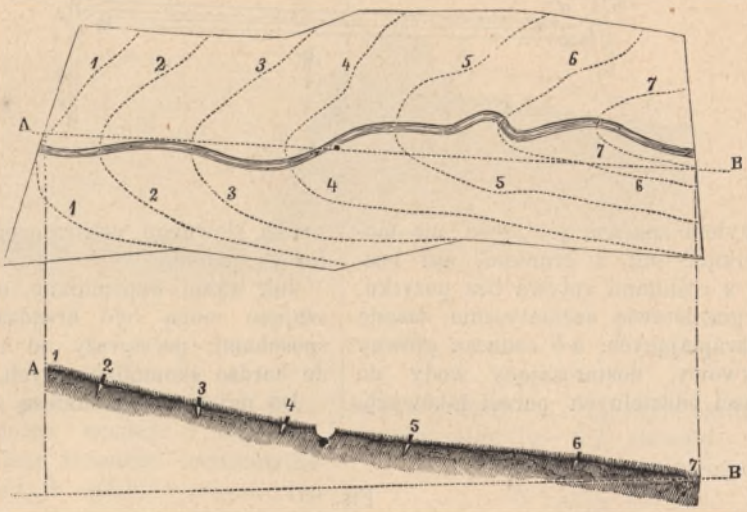
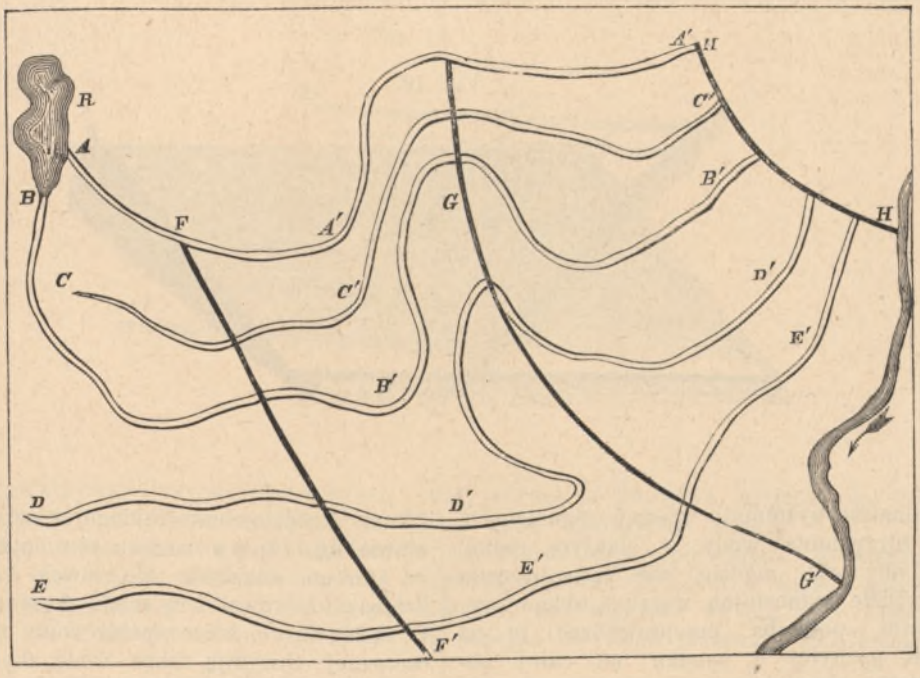


Fig. 11 przedstawia zastosowanie tegoż samego systemu, nieco tylko zmienionego, do skrapiania łączki w górach. Ze zbiornika A wychodzi rów a a′ prowadzony w kierunku linii równego poziomu, poniżej wykopano drugi rów b b′ także horyzontalny, z obu rowów odgałęziają się rowki pomocnicze c, rozprowadzające i rozlewne, częścią poziome, częścią idące w kierunku spadku głównego. Szerokość rowków idą-

cych ze spadkiem stopniowo ciągle się zmniejsza, wskutek czego woda szybko z góry napływająca, nie mogąc się pomieścić w coraz węższym rowku, rozlewa się w różnych kierunkach.

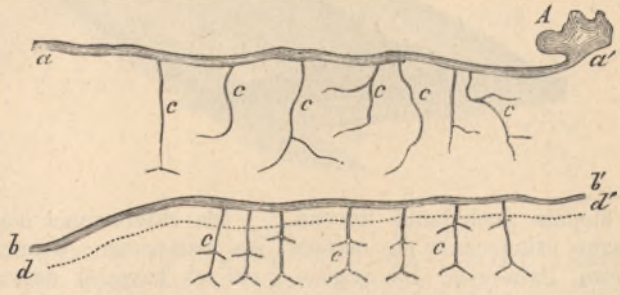
Keelhoff podaje że zmieniać się ona może w granicach od 3—13 *m*. Bardzo często sąsiednie rowki nie są równoległe do siebie, gdyż idąc za kierunkiem linii równego poziomu, to zbliżają się, to oddalają od sie-

Fig. 10.



Przez kombinacyę rowków rozlewnych, poziomych i spadkowych i prowadzenie ich w rozmaitych kierunkach, starają się dobie. Sposób ten szeroko jest rozpowszechniony w dep. Wogezów. Od starannego wykonania, właściwego umiejscowienia i tro-

Fig. 11.



prowadzić dostateczną ilość wody do każdego punktu łąki. Wzajemna odległość rowków poziomych zależy od stopnia przepuszczalności gruntu i spadku powierzchni. M. skliwego utrzymania w porządku rowków, jako też wielkiej obfitości wody, zależy w wysokim stopniu pomyślny rezultat nawodnień w ten sposób przeprowadzonych.

Powyżej opisany system acz nie zupełnie dokładnie funkcyonujący, przedstawia jednak znaczny postęp w porównaniu ze zraszaniem dzikiem, z którego się rozwinął.

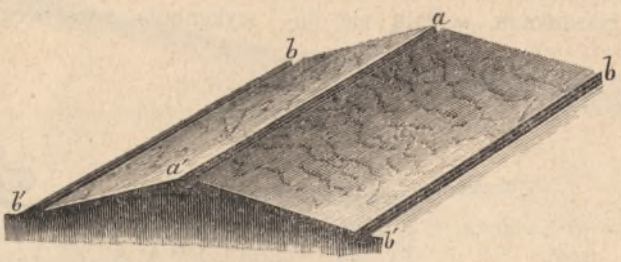
Dążąc do coraz lepszego wyzyskania wody przez umiejętne kombinowanie rowków dopływowych i zlewnych, przy coraz większem staraniu o wyrównanie pochyłości zraszanych, wytworzono nareszcie o wiele doskonalsze systematy zraszań regularnych. Dla utrzymania wody w ciągłym ruchu, tak aby się nigdzie nie zatrzymywała i wszędzie jednostajną warstwą równo przepływała, potrzeba przeprowadzać ją po równi pochyłej o spadku na całej powierzchni równomiernym.

Fig. 12.



Zależnie od stopnia pochylenia terrenu, zraszanie regularne uskutecznia się metodą skarpową (stokową, tarassową) lub zagonową (grzbietową), co znaczy że powierzchnia łąki dzieli się na oddzielne parcele w ten sposób ukształtowane, że woda po nich spływa na jedną stronę od rowka rozlewnego, jak to podaje fig. 12, lub na obie strony (fig. 13). Przy systemie skarpowym, naturalnym, kierunek rowków musi się stosować do naturalnego ukształtowania terrenu. Rowki rozlewne prowadzą się w kierunku linii równego poziomu (krzywych horyzontalnych), skarpy (stoki) otrzymują stosownie do pochyłości gruntu szerokość niejednakową. Przy silnym spadku skarpy układają pasami piętrowo jedną po nad drugą przez całą szerokość łąki. Szematyczne przedstawienie takiego układu przedstawia fig. 14: *aa* oznacza rów dopływowy od którego odgałęzia się rowek doprowadzający *bb*; rowek ten zasila poziome rowki rozlewne *cc*, które oprócz wody z niego czerpanej chwytają także wodę zbyteczną, spływającą z wyższych parcel.

Fig. 13.



Dla skierowania dopływu do danego rowka rozlewnego, wstawia się zatyczka z deski lub kawałek darniny w rowek *bb*, która to zastawa zmusza wodę napływającą do zwrócenia się w bok i wstąpienia w dany rowek rozlewny. Woda zużyta spływa do rowka zlewnego *dd*, który ją odprowadza do rowu odpływowego lub też prowadzi dla powtórnego użycia na niżej położonej kon-

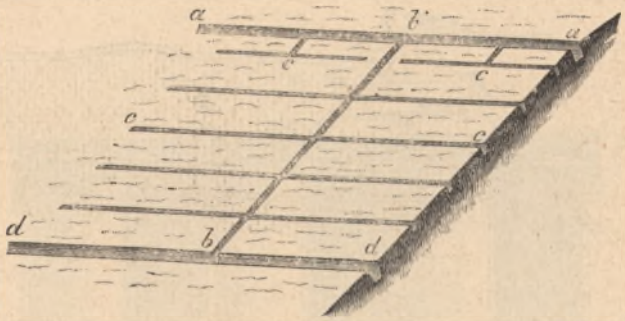
dygnacyi skarp, w którym to wypadku dla polepszenia zwykle zmieszaną zostaje z wodą świeżą.

Jak powiedzieliśmy, rysunek przedstawia układ szematycznie; w rzeczywistości zaś przy naturalnym systemie budowy, rowki rozlewne nie idą tak prosto, lecz stosownie do przebiegu krzywych horyzontalnych bywają zwykle powyginane rozmaicie, stąd niektórzy technicy system ten zwą nawodnianiem wężowem. Inny sposób układu skarp używany przy bardzo obfitej ilości wody przedstawia fig. 15, różni się on tem od opisanego powyżej, że wypływająca z rowka rozlewnego woda, zrasza tylko jedną skarpę, nadmiar zaś z niej spływający odrazu dostaje się do rowka zlewnego *c*, który go ostatecznie uprowadza.

Niekiedy szczególne ukształtowanie gruntu wymaga użycia t. zw. rowków regulujących. Są to rowki które chwytają wodę spływającą po stoku i doprowadzają ją do bocznych części stoku, do których by się wprost z rowka rozlewnego dostać nie mogła, fig. 16.

Rowki tego rodzaju *vv* mają wymiary mniejsze niż rowki rozlewne, a oprócz tego

Fig. 14.

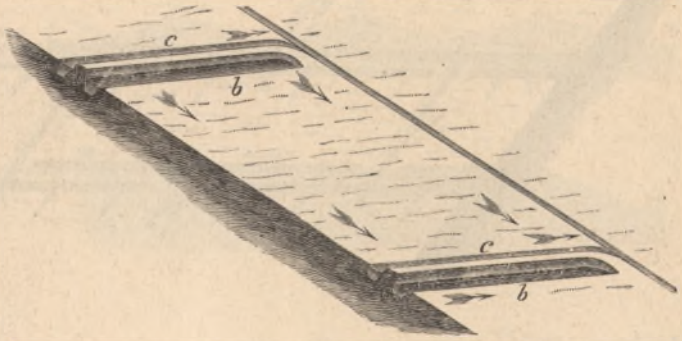


mały spadek w kierunku miejsca, do którego wodę doprowadzić mają.

Częstokroć woda spływająca ze stoków może być powtórnie użytą w sposób przedstawiony szematycznie na fig. 17. Litera *R* oznacza tu rowek rozlewny, lit. *S* zbieracz czyli rowek zlewny. Każdy następny rowek rozlewny musi leżeć niżej niż zbieracz, który mu wody dostarcza, przy mniejszych więc spadkach woda może być użytą dopiero na 3-im lub 4-tym pasie skarp.

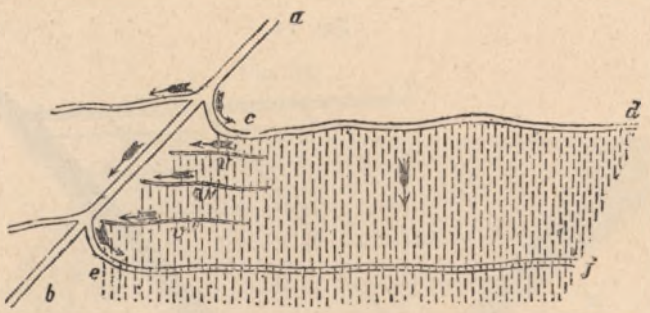
Jeśli nawodniać nie skąpo odmierzoną ilością wody lecz obficie, to woda raz już użyta do skrapiania, może być z korzyścią

Fig. 15.



użyta do tegoż celu jeszcze raz drugi, a nawet i trzeci. Woda użyta do zraszania, a tem bardziej do zalewu, traci pewną część materyj użyzniających, zwłaszcza mętów; jeśli więc użyzniające działanie wody polega w danym razie głównie na wyzyskaniu mętów, to należy do parceli skrapianej wodą, poprzednio już do tego celu raz użytą, doprowadzić oprócz niej także pewną ilość wody zupełnie świeżej.

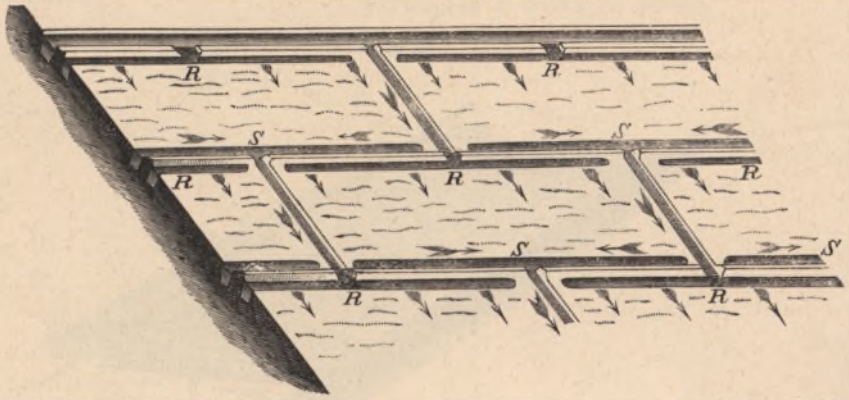
Fig. 16.



Ilość substancyj rozpuszczonych jaką zawiera woda raz już użyta, zwykle nie wiele jest mniejszą od ilości zawartej w wodzie świeżej, z tego więc źródła niższe parcele łąki mogą takąż korzyść osiągnąć, jak i wyższe nawodniane wodą zupełnie świeżą.

Dobrze jest gdy woda raz już użyta może przepłynąć choć niewielką przestrzeń w rowie otwartym, gdyż wskutek tego nabierze znów tlenu z powietrza, straci nadmiar kwasu węglowego, jaki zebrała przy pierwszem użyciu, a nadto niektóre związki szkodliwe zdążą się wydzielić i osiąść na dnie rowu. W powtarzanem użyciu wody mamy łatwo dostępny środek nawodnienia większych przestrzeni łąk niewielką stosunkowo ilością wody, jeśli więc tylko spadki istniejące na danej powierzchni łąkowej pozwalają na wielokrotne użycie wody, to należałoby nie zaniedbywać tego i korzystać z możności na szeroką skalę.

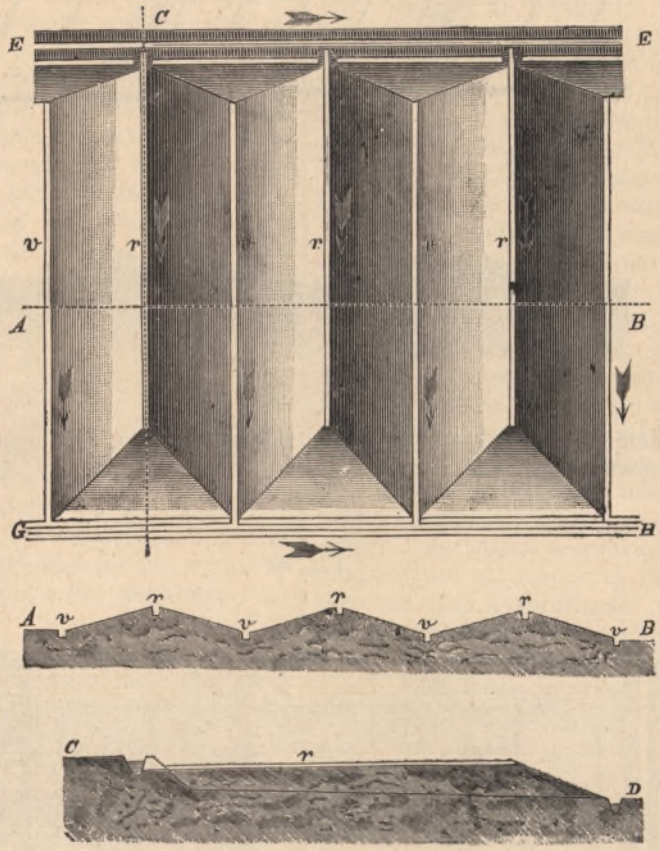
Fig. 17.



Przy spadku wynoszącym mniej niż 2% skrapiania urządzają metodą zagonową, aby przez wytworzenie wyniosłych grzbietów pozyskać na ich bocznych stokach niezbędny dla skropienia stopień spadku (fig. 18).

Pomiędzy zagonami przeprowadzają się bruzdy zlewne, odprowadzające zużytą wodę do rowów odbiorczych. Dla prawidłowego funkcyonowania nawodniań, wielkie znaczenie ma szerokość skarp i zagonów. Przy silniejszem pochyleniu robią się stoki szersze, gdyż woda po bardziej stromych stokach szybcej się porusza; zwykle przyjmują, że najmniejsza szerokość stoków wynosi 3 metry, największa 10; przy stokach (lub grzbietach) bardzo wązkich zbyt dużo wpływ szerzej sięga. Ponieważ zagony robią się zwykle tam tylko, gdzie spadek łąki bardzo jest mały, a pomimo to chcemy koniecznie urządzić nawodnianie zraszające, przeto w ogóle zagony bywają stosunkowo wązkie. Jeśli zaś zachodzi potrzeba budowy zagonów szerszych po nad zwykłą miarę to należy wzdłuż pochyłości na samym jej środku wyciąć dodatkowy rowek pomocniczy połączony bezpośrednio z głównym rowkiem rozlewnym idącym wzdłuż grzbie-

Fig. 18.

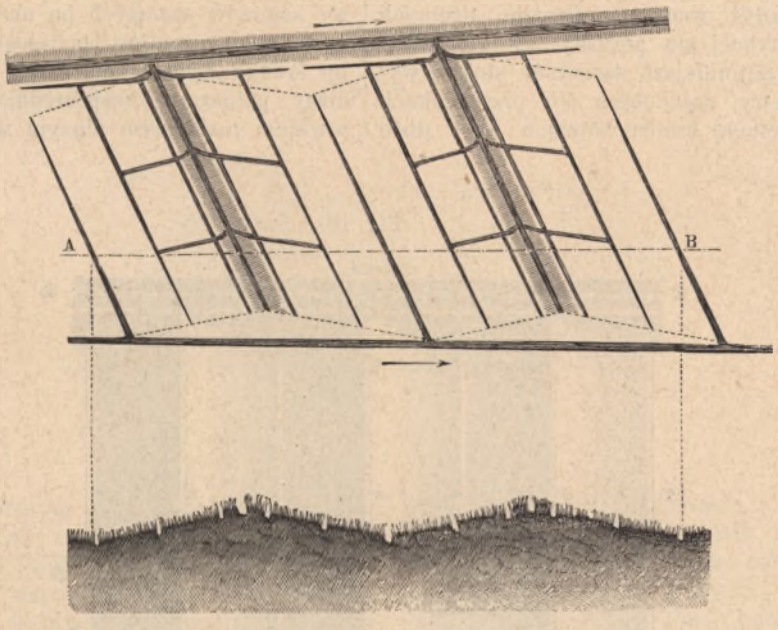


miejsca pochłaniają rowki i bruzdy. Nie należy jednak robić stoków zbyt szerokich nawet przy silnym spadku, gdyż zbytnia szerokość może być wtedy przyczyną, że pojedyncze żyłki wodne zamiast się pomiędzy trawą przewijać, potworzą bystre strugi przymuskujące trawę, niekiedy zaś nawet robiące wyrwy w powierzchni łąkowej. Szerokość jaką wypada nadać stokom oprócz spadku, zależy także od żyzności wody; im woda bogatsza w części nawozowe, tem jej wpływ szerzej sięga. Ponieważ zagony robią się zwykle tam tylko, gdzie spadek łąki bardzo jest mały, a pomimo to chcemy koniecznie urządzić nawodnianie zraszające, przeto w ogóle zagony bywają stosunkowo wązkie. Jeśli zaś zachodzi potrzeba budowy zagonów szerszych po nad zwykłą miarę to należy wzdłuż pochyłości na samym jej środku wyciąć dodatkowy rowek pomocniczy połączony bezpośrednio z głównym rowkiem rozlewnym idącym wzdłuż grzbietu zagonu, który to rowek pomocniczy wylewać będzie wodę tylko na jedną stronę fig. 19. Urządzenie nawodnienia zagonowego wymaga zawsze znacznych robót grabarskich, starają się więc zmniejszyć o ile można potrzebę wysokich nasypów robiąc zagony niezbyt długie, gdyż wiadomo, że wraz z długością zagonów wzrasta ich wysokość w dolnym końcu; w tymże celu Dünkelberg gorąco zaleca w razie potrzeby urządzanie zagonów piętrowo—przy którym

o sposobie zamiast nadmiernie wysoko podnosić koniec dolny dłuższego zagona co

Ponieważ nawodnianie w składy wymaga wielkiej precyzyi w wykonaniu i znaczne

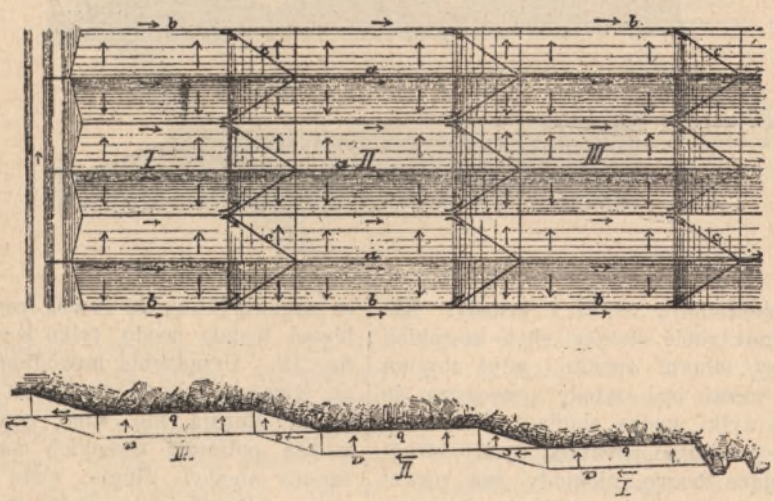
Fig. 19.



byłoby niezbędnem dla utrzymania rowka rozlewnego w równym poziomie, dzieli się

summy kosztuje, przeto niepodobna się przy tem obyć bez pomocy doświadczonego te

Fig. 20.



długość zagonów na części, które układa się w stopnie fig. 20.

chnika, z tego więc powodu bliższy opis wielu szczegółów wykonania pomijamy, po-

przestając na ogólnej charakterystyce systemu.

Niektórzy technicy gorąco zalecają drenowanie łąk nawodnianych przypisując temu urządzeniu nadzwyczajne zalety. Jednak pominąwszy już nawet zbyt wysokie koszty tego rodzaju urządzeń, w stosunkach naszego kraju drenowanie łąk rzadko kiedy właściwem być może, gdyż drenowanie tam tylko pełne działanie wywrzeć jest w stanie, gdzie dreny mogą być zagłębione przynajmniej na cały metr głębokości, na łąkach zaś naszych, zwykle w nizinach położonych, często wprost niepodobna wytworzyć należytego odpływu dla drenów tak głęboko założonych. I z drugiej znów strony tak nizkie opuszczenie poziomu wód zaskórnych w łące w naszym klimacie nie może być rzeczą celowi odpowiednią. Tylko w bardzo rzadkich wypadkach, gdy łąki zalegają na ciężkich nieprzepuszczalnych glinach, drenowanie mogłoby być pożytecznem, gdyby nie kosztowało tak drogo.

O ile drenowania łąk u nas nie można uważać za praktyczne, o tyle jest ono pożytecznem a nawet niezbędnem przy nawodnianiu odpływami fabrycznemi lub z miejskiej kanalizacyi spławnej, t. j. tam gdzie wielkie massy wód muszą szybko w ziemię przesiąkać i jaknajprędzej odpływać, aby nowej ilości wód użyzniających miejsca ustąpić. Silne przewietrzanie gruntu jakie wytwarza drenowanie sprzyja także w niemałym stopniu należytemu spożytkowaniu osiadających pomiędzy cząsteczkami gruntu częściom nawozowym pochodzenia organicznego w jakie obfitują wody kanałowe i fabryczne.

System Petersena. Zasadza się na urządzeniu nawodniania na gruntach zdrenowanych w sposób specyalny polegający na prawie poziomem ułożeniu sączków w kierunku linii równego poziomu, oraz zastosowaniu w punktach łączenia się sączków z linją zbieraczy idących w kierunku największego spadku przyrządów zamykających otwory sączków (wentyli). Przy użyciu tego systemu można dowolnie grunt nawodniać, osuszać lub zamknąwszy wentyle podtapiać od dołu, a nawet zmusić wodę zaskórną do wystąpienia przez wentyle na wierzch łąki w dolnych jej częściach. Pomimo tych dogodności, ta metoda dziś już bardzo rzadko gdzie bywa stosowaną, gdyż głównie nadawała się do uprawy murszów, które obecnie umiemy już meliorować w sposób nie tylko o wiele tańszy, lecz i lepszy.

Urządzanie nawodnień na gruncie.

Prace przedwstępne. Przystępując do urządzenia łąk pod nawodnianie należy przedewszystkiem zbadać wszelkie okoliczności, warunki i wpływy jakie w danym razie na ostateczny rezultat przedsięwzięcia oddziaływać mogą, aby na zasadzie w ten sposób pozyskanych danych wybrać najstosowniejsze dla dopięcia zamierzonego celu sposoby i środki.

Prace więc przedwstępne polegać będą na 1) zbadaniu jakości i wymierzeniu rozporządzalnej ilości wody oraz wskazaniu zkąd i w jaki sposób najłatwiej ją zaczerpnąć można 2) zbadaniu uwarstwowania i właściwości gruntów miejscowych 3) określeniu wysokości i wahań poziomu wody zaskórnej 4) szczegółowem poznaniu spadków, wystawy, ukształtowania powierzchni, odpływów, a także określeniu rozmiarów powierzchni jaką pod nawodnienie zająć będzie można, 5) obznajmieniu się ze stosunkami klimatycznemi okolicy 6) rozpatrzeniu stosunków prawnych *) odnośnie do prawa użytkowania z wody, ścieśnień prawa własności gruntów np. przez istnienie służebności pastwiskowych, przepędu bydła lub przejazdu przez łąki, zbadaniu wpływu jaki ewentualne spiętrzenie wody wywrzeć by mogło na grunty lub młyny wodne sąsiednich właścicieli — nareszcie dowiedzieć się czy w razie potrzeby możnaby uzyskać prawo przeprowadzenia wody przez obce grunty i na jakich warunkach, 7) poznaniu miejscowych sił roboczych tak co do ilości, jako też ceny i sprawności tychże, 8) poznaniu warunków ekonomicznych okolicy, cen i warunków zbytu produktów rolniczych i hodowlanych, ceny sprzedażnej siana, jak również ceny po której hodowla miejscowa opłacić będzie w stanie spasane na gruncie siano, 9) wyliczeniu dochodów jakie dana przestrzeń przed melioracyą przynosiła, 10) przybliżonem obliczeniu kosztów wykonać się mających robót, 11) obliczeniu środków pieniężnych jakiemi dla danego celu rozporządzać można będzie. Im warunki przyrodzone i ekonomiczne danej okolicy są przyjaźniejszemi, tem wyższe summy w melioracye wkładać *można* i przeciwnie, im warunki gospodarowania cięższe i trudniejsze, tem większą oględność w nakładach zachować *należy*.

---

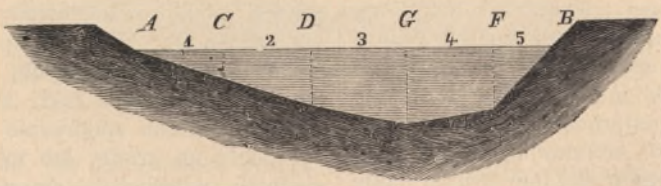
*) Patrz kodeks cywilny artykuł 640—644 i postanowienia Ks. Namiestnika z 10/X 1818 roku.

Mierzenie wody. Sposoby oceny wody pod względem jakości podanemi zostały w części pierwszej niniejszej pracy, obliczenie zaś ilości wody, którą rozporządzać możemy powinno być poprzedzone zebraniem dokładnych wiadomości co do najniższego i zwykłego stanu wody, a także co do czasu trwania i wielkości tak zwanych wód wielkich zwyczajnych, oraz przypadkowych powodzi.

Następnie należy zbadać łożysko i spadek potoku lub rzeki, dowiedzieć się czy przypływ wody bywa stały i jednostajny lub podlega częstym zmianom. Aby obliczyć massę wody przepływającą w strumieniu lub rzece, należy pomnożyć powierzchnię średniego profilu poprzecznego jej łożyska przez przeciętną szybkość przepływu.

Dla dokonania pomiarów należy wybrać miejsce gdzie koryto rzeki jest możebnie prostem, a prąd znajduje się w samym środku, i wytknąć profil prostopadle do kierunku rzeki fig. Nr 21.

Fig. 21.



Górną szerokość rzeki AB dzieli się na równe części AC, CD, DG, GF, FB oznaczone tykami, następnie w punktach oznaczonych przez tyczki mierzy się głębokość za pomocą łaty mierniczej zaopatrzonej w dolnym końcu poprzeczną deseczką, aby się łata w piasek dna nie zagłębiała. Wszystkie otrzymane w ten sposób głębokości dodaje się do siebie i dzieli przez liczbę tyczek; pomnożywszy taką średnią przeciętną głębokość przez średnią szerokość strumienia otrzymamy powierzchnię profilu poprzecznego rzeki. W takiż sposób należy wymierzyć kilkanaście profilów branych w różnych punktach tej przestrzeni rzeczki na której szybkość przepływu wymierzyć zamierzamy i z nich dopiero obliczyć powierzchnię jednego profilu przeciętnego.

Do mierzenia szybkości przepływu obmyslono wiele specyalnych przyrządów, najprostszy jednak sposób polega na użyciu t. z. *pływaka* czyli kuli metalowej wewnątrz próżnej napełnionej śrutem o tyle, aby tylko sam wierzchołek kuli wystawał z wody; w braku pływaka można się posługiwać butelką o tyle napełnioną wodą lub piaskiem aby, gdy butelka płynie, szyjka wystawała na kilka cali z wody. Wzdłuż biegu wody odmierza się w miejscu możebnie prostem linję *a a*, na tyle długą, aby pływak mógł ją przebyć w 2—3 minut. Punkty końcowe linii oznaczają się tykami *c*, *a*, *b* i *c' a' b'* zatkniętemi prostopadle do biegu rzeki (fig. 22).

Poczem podczas spokojnego bezwietrznego stanu powietrza kładzie się pływak do wody o kilka sążni powyżej linii *ab*, aby nabrał całkowitej prędkości zanim przetnie linję *ab*. Stając kolejno na punktach *c* i *c'* za pomocą zegarka z sekundnikiem oznaczyć można przeciąg czasu jaki spotrzebuje pływak na przebycie odległości między liniami *ab* i *a' b'*. Dla pewności próbę należy powtórzyć kilkakrotnie; jeśli znalezioną w ten sposób ilość sekund oznaczymy przez *t*, długość linii wyrażonej w metrach przez *l*, a szybkość przepływu przez *v* to:

$$v = \frac{l}{t}$$ w metrach na sekundę.

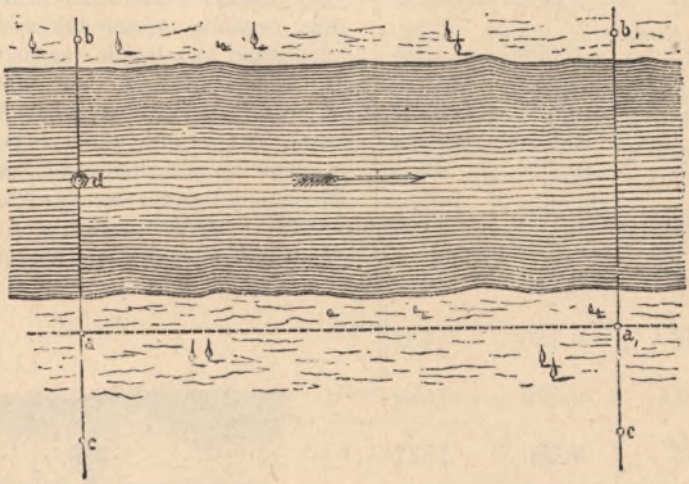
W ten sposób wymierzona szybkość oznacza szybkość prądu rzeki na powierzchni, która jest nieco większą od prędkości jaka ma miejsce w środku, z boków, a zwłaszcza na dnie wody, dla otrzymania więc przeciętnej szybkości strumienia należy szybkość wymierzoną w sposób powyżej opisany pomnożyć przez 0,85 lub 0,80.

Skoro woda płynie zbyt płytko lub wązko, to nie można obliczyć dokładnie jej ilości sposobem powyżej podanym, a to z powodu zbyt nieregularnego w takich warunkach biegu wody; wtedy urządza się mały jaz czyli zastawę i oblicza przepływ wody

przez przewał za pomocą sposobów opisanych w artykule „Hydraulika“ (patrz t. IV str. 320—324).

pomocą gliny i darniny tak aby cała massa wody musiała przepływać wyłącznie tylko przez otwór. Zastawa musi stać zupełnie

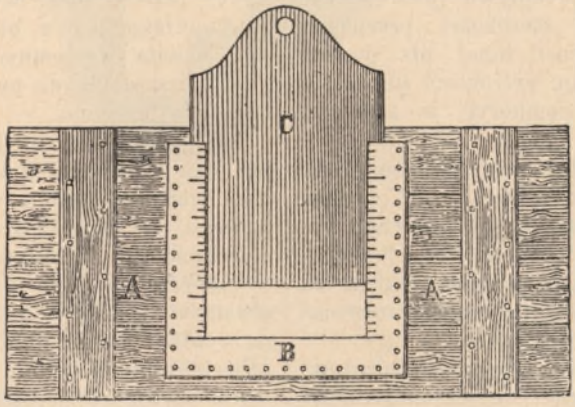
Fig. 22.



Do mierzenia przepływu wody w niewielkich strumieniach okazał się bardzo dogodnym przyrząd przedstawiony na fig. 23. W środku zbitej z desek zastawy *A* znajduje się prostokątny otwór zamykany zasuwą C; brzegi otworu obite są blachą *B* zaopatrzoną z obu stron w podziałkę centymetrową. Zastawę umocowywa się w poprzek strumienia troskliwie uszczelniając za

horyzontalnie co się poznaje z tego, że woda sięga do tejże samej podziałki z obu stron otworu. Ilość wody przepływającej zależy od wymiarów otworu (zasuwę opuszcza się do powierzchni wody) i wysokości ciśnienia. Przy szerokości 0,20 m. i bardzo małej wysokości ciśnienia przepust dostarcza następujących ilości wody.

Fig. 23.



przez otwór wysokości *m.*	przepłynie wody w ciągu 24 godzin *cbm.*	przez otwór wysokości *m.*	przepłynie wody w ciągu 24 godzin *cbm.*
0,005	14	0,080	715
0,010	31	0,085	783
0,015	58	0,090	854
0,020	88	0,095	926
0,025	125	0,100	1000
0,030	164	0,110	1154
0,035	207	0,120	1315
0,040	253	0,130	1482
0,045	301	0,140	1639
0,050	353	0,150	1837
0,055	408	0,160	2024
0,060	464	0,170	2230
0,065	524	0,180	2415
0,070	585	0,190	2619
0,075	689	0,200	2829

Ponieważ ilość przepływu jest prawie proporcyonalną do szerokości przepustu, przeto mając przepust innej niż podana (0,20) szerokości (np. szerokości b), rezultaty tabeli należy pomnożyć w stosunku b : 0,20 *m*.

Do mierzenia bardzo małych ilości wody np. wypływającej ze źródeł lub drenów bardzo dogodnym okazał się przyrząd wagowy pomysłu Milne'a fig. 24, funkcyonujący zadawalniająco pod warunkiem że będzie zawsze w dobrym stanie utrzymanym.

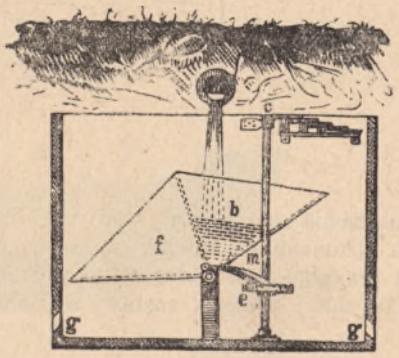
Woda wypływająca z rury *a* wpada wprost w przedział *b* skrzynki zawieszonej ruchomo na ośce *d*; skoro się przedział *b* wodą napełni, skrzynka się przechyla, przedział *f* zbiera wodę, a tymczasem przedział *b* opróżnia się i tak ciągle na przemian, przedziały skrzynki to się napełniają, to opróżniają kolejno.

Kołysząca się skrzynka połączoną jest ze szperradem *e* wprawiającym w ruch licznik *c* wskazujący dokładnie ilość obrotów skrzynki, a więc i ilość wypływającej wody.

Niwelacya.

Po zbadaniu i wymierzeniu wody, przystąpić należy do zdjęcia ogólnego planu niwelacyjnego, postępując przy tej pracy ze szczególną troskliwością, aby jaknajdokładniej poznać właściwości ukształtowania całego terrenu, a przedewszystkiem aby się przekonać czy będzie można w każdej chwili wodę użytą do nawodniania zupełnie z powierzchni łąki usunąć, dalej czy woda może być i w jakiej wysokości na powierzchnię łąki doprowadzoną, i jednostajnie po niej przy pozostawieniu naturalnego kształtu powierzchni łąki rozdzieloną, lub czy i jakie przekształcenie powierzchni łą-

Fig. 24.



kowej przedsięwziąć wypadnie. Te wiadomości otrzymamy z niwelacyi która służy do poznania wzajemnych stosunków wysokości poszczególnych punktów, odnośnie do obranego poziomu.

Za taki poziom przyjąć można oznaczając jego wysokość znakiem *O*, średni poziom wody w punkcie wyjścia rowu dopływowego, co się wielokrotnie okazało bardzo dogodnem w praktycznem użyciu, gdyż w ten prosty sposób odrazu przy robieniu niwelacyi widzimy, które punkty łąki leżą za wysoko, a po nad któremi zaś punkt wyjścia wody dominuje.

Dla szybszego zoryentowania się w sytuacyi, użyć możemy następującego sposobu jeszcze przed wykonaniem całkowitej niwelacyi całego terrenu.

Oznaczywszy palikiem przypuszczalną wysokość w której możemy otrzymać wodę, oznaczamy drugim palikiem najwyższy punkt powierzchni nawodniać się mającej. Następnie za pomocą instrumentu niwelacyj-

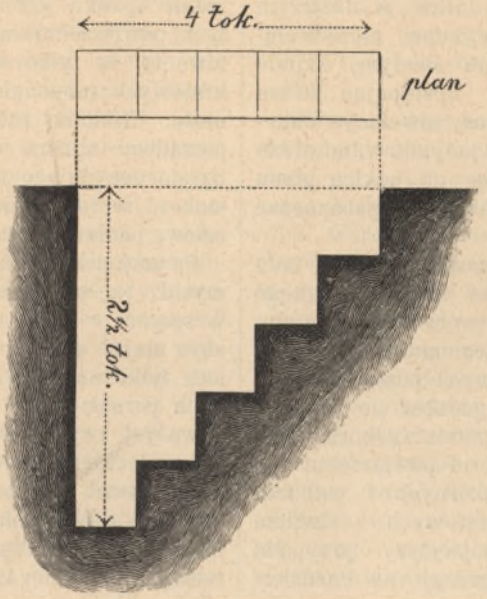
nego oznaczamy względne położenie wysokości obu palików.

Jeśli okaże się że pierwszy palik dostatecznie góruje nad drugim, to nawodnienie łąki z łatwością wykonanem być może, jeśli jednak palik drugi stoi wyżej niż pierwszy, to wypadnie użyć jednego z następujących sposobów, t. j. 1) albo powierzchnię wody w rowie dopływowym podnieść, spiętrzając wyżej (jeśli to będzie możebnem) wodę w rzece, albo 2) wyszukać na rzece inny punkt o tyle wyżej położony, aby wypływająca zeń woda mogła być doprowadzoną na łąkę w potrzebnej wysokości, rozumie się jeśli temu nie stanie na przeszkodzie potrzeba przecięcia gruntów obcych.

wierzchni łąkowej, obniżenie powierzchni da się na szerszą skalę zastosować, albo nakoniec 5) wypadnie zastosować siłę mechaniczną do podnoszenia wody na żądaną wysokość, o czem w oddzielnym rozdziale powiedzianem będzie.

Ogólny plan niwelacyjny zdejmuje się w siatce co najwyżej 20-to metrowej (oznaczając nadto dodatkowo w miarę potrzeby liczne punkty pośrednie); daje on możność bliższego poznania ukształtowania całej powierzchni, oraz kierunku spadu głównego, ułatwiając zarazem wybranie najstosowniejszych dla każdej parceli łąkowej systematów użycia wody. Sposoby wykonania niwelacyi podane będą w artykule „Niwe-

Fig. 25.



Częstokroć można wodę do nawodnień potrzebną zaczerpnąć powyżej młynów, korzystając z tak zwanych *upustów jałowych* przez które nadmiar wody ze stawu młynowego wypuszczanym bywa, 3) albo wyłączyć część łąki zbyt wysoko położoną z pod nawodniania, 4) albo obniżyć powierzchnię łąki; sposób ten jako bardzo kosztowny, może być tylko na niewielkich przestrzeniach stosowany. Tam tylko gdzie miejscowe warunki nakazują wybór systematów sztucznych, połączonych z zupełnem przekształceniem całej po-

lacya," tu więc tylko zaznaczyć potrzeba że jednocześnie ze zdejmowaniem planu niwelacyjnego, najstosowniej zająć się badaniem uwarstwowania gruntów, dopóki jeszcze stoi na gruncie siatka wytknięta palikami na użytek niwelacyi, zaznaczając doraźnie na planie zbadane miejsca. Badania prowadzą się w sposób następujący.

Stosownie do figury danej powierzchni zaznacza się osobnemi palikami (ze wszczepionym kawałkiem białego papieru dla odróżnienia z oddali) te punkty, które zamierzamy zbadać. Aby to szybko i systema-

tycznie wykonać, użyć należy 8—10 robotników, pokazawszy im na przykładzie jak postępować mają, rozstawia się ich i wyznacza robotę. Kopanie dołów próbnych uskutecznia się w sposób następujący: w danym punkcie odznacza się prostokąt długi mniej więcej około 4 łokci, a 18 cali szeroki, fig. 25, po odcechowaniu robotnik wykopuje cały ten pas ziemi do 12″ głęboko wybierając ziemię do czysta, następnie bierze sztych tak samo głęboki ale o 18″ krótszy, trzeci podobnie jak drugi, lecz znów o 18″ krótszy, i tak ciągle skracając stopniowo od jednej strony długość kopanego dołu, strona przeciwna pozostaje prostopadła i gładka, i na niej to widać zupełnie dokładnie uwarstwowanie i grubość pokładów ziemnych. Podłużna forma dołu i pozostawienie stopni od jednej strony, ułatwia kopanie i dozwala zagłębić się na 2—3 łokci; 5 takich dołów w lżejszym gruncie jeden robotnik wykopać może w ciągu $^1/_2$ dnia, w gruncie ścisłym, zajmie mu robota dzień cały. Postępując w ten sposób zanim się dokończy niwelacyę danego obszaru, zostaną już przygotowane otwory sondowe, odrazu więc na szkicu planu można we właściwych miejscach pooznaczać rodzaj gruntu.

Zamiast kopania dołków można w celu zbadania gruntu używać świdra ziemnego np. amerykańskiego. Otwory świdrowe służą także do badania poziomu wód gruntowych. Mierząc w pewnych odstępach czasu wysokość do jakiej podnosi się w otworze świdrowym stojąca woda zaskórna, poznać możemy odległość od powierzchni ziemi zwierciadła wód zaskórnych i wahania jakim poziom wód gruntowych z biegiem czasu ulega. Stan najwyższy przypada zwykle na Marzec, najniższy na Październik. Jeśli woda zaskórna zbliża się do powierzchni ziemi na parę centymetrów, to należy koniecznie obniżyć jej poziom za pomocą wykopania w miejscach stosownych rowów osuszających, gdy jednak odległość ta wynosi 50—60 *cm.*, to usuwać ją z gruntu łąkowego wtedy tylko potrzeba, gdy grunt jest zwięzły, a naturalny porost traw wskazuje na zbyteczną wilgotność gruntu.

Skoro za pomocą sposobów powyżej opisanych, zbadaliśmy już jakość i ilość wody, poznali uwarstwowanie i właściwości gruntów, a na planie niwelacyjnym mamy przedstawioną ogólną konfiguracyę terrenu i spadki, z kolei rzeczy przystąpić wypada do wyboru systemu, według którego nawodnianie ma być urządzonem. Przedewszystkiem zdecydować należy czy w danych warunkach wypada dać pierwszeństwo systemowi zalewnemu czy też zraszającemu.

Jak to już wiemy z charakterystyki systematów nawodniania podanej w pierwszej części niniejszego artykułu, system zalewny daje wprawdzie rezultaty mniej zadawalniające, zwłaszcza pod względem jakości otrzymywanego siana, natomiast kosztuje stosunkowo nie drogo, jest łatwym do obsługi, nadewszystko zaś nadaje się szczególniej dla łąk płaskich, prawie zupełnie pozbawionych spadów, a właśnie łąki w kraju naszym znajdując się przeważnie w nizinach, zwykle mają spadki nadzwyczaj małe, niezmiernie rzadko na łąkach naszych znaleźć można 2% spadu, a jest to przecież minimum niezbędnie potrzebne dla zraszania naturalnego, sztuczne zaś wytwarzanie spadku przez przeplantowywanie całych powierzchni łąkowych jest tak kosztownem, że tylko wyjątkowo w warunkach krajowych racyonalne zastosowanie znaleźć może. Niekiedy znów ilość wody jaką rozporządzać można w ciągu lata, wpływać będzie decydująco na wybór systemu; częstokroć wprost zmuszeni jesteśmy wybrać zalew, ponieważ latem nie mamy wody.

Sprzeczność interesów rolnictwa i przemysłu (u nas najczęściej młynarskiego) w sporze o wodę zwykle nie polega na zbyt małej ogólnej *całorocznej* ilości wody, lecz tylko na małym zasobie wody w pewnych porach roku. Na wiosnę i w jesieni bywa jej zwykle więcej niżby sobie życzono, w lecie zaś bardzo często dotkliwy brak wody nawet na potrzeby młyna uczuwać się daje. W wielu więc razach jedynie możebną do przeprowadzenia, bywa tego rodzaju kombinacya, że łąki nawodniają się silnie tylko na wiosnę i to już im wystarczyć musi na całe lato; w takich więc warunkach, jeśli przytem grunt nie jest zupełnie nieprzepuszczalnym, odpowie zadaniu jedynie system zalewowy, gdyż chociaż zraszanie przynosi istotnie rezultaty wyższe niż zalew, zwłaszcza pod względem jakościowym, lecz nieodzownie wymaga peryodycznie powtarzanego skrapiania w ciągu całego lata.

Okoliczności wpływające na wybór systemu muszą też rozstrzygnąć pomiędzy uprawą naturalną i sztuczną. Jak dalece podniesie się z *pewnością* plon z łąki po przeprowadzeniu nawodniania tym lub owym sposobem, o ile wzrośnie zależnie od większych nakładów, w jakim przeciągu czasu

zwiększone nakłady zwrócić się mogą, jaki procent przyniosą; od tego zależeć będzie (przypuszczając posiadanie dostatecznych kapitałów) wybór uprawy naturalnej lub sztucznej.

Urządzenie skrapiania wymaga koniecznie istnienia powierzchni spadzistych jednostajnie pochylonych, dla równomiernego przeprowadzenia wody po całej powierzchni—to ostatnie *w całej pełni* daje się osiągnąć tylko przy sztucznem uformowaniu powierzchni pochyłych w regularne geometryczne kształty—jedynie więc uprawa sztuczna zapewnia otrzymanie najwyższych możebnych z danej przestrzeni plonów; o ile jednak tak intensywna produkcya będzie racyonalną ze względów ekonomicznych, wielkie zachodzi pytanie.

Jeśli nie dążąc do otrzymania maksymalnych plonów z jednostki przestrzeni, chcemy zużytkować posiadaną wodę, bez wielkich nakładów, w granicach zakreślonych przez przyrodę danej miejscowości, wtedy całą usilność zwrócić musimy ku jaknajdokładniejszemu przystosowaniu urządzeń nawodniających do naturalnej konfiguracyi i właściwości gruntów łąkowych, przyczem najwłaściwiej będzie, nie trzymając się jednolitego systemu na całej przestrzeni, wytworzyć system mieszany przez połączenie kilku metod najbardziej odpowiadających warunkom przyrodzonym pojedynczych parceli łąki. W miejscowościach falistych, na smugach zalegających między wzgórkami, napotkać możemy spadki dostateczne do urządzenia skrapiania; o ile więc wodę na górę doprowadzić, lub tamże ją nagromadzić zdołamy, możemy urządzić nawodniania zraszające bez nadmiernych kosztów. W okolicach natomiast zupełnie płaskich możemy wodę za pomocą systemu zalewowego spożytkować w sposób prosty i tani. Szczególną uwagę zwrócić należałoby na te miejscowości, gdzie zalew wytwarza się sam przez się, t. j. gdzie w czasie powodzi wody strumienia lub rzeczki występują z brzegów zalewając czasowo przyległe łąki. Troska o jaknajobfitsze osadzenie się namułów i zapobieżnięcie spłukiwaniu ziemi grają tu główną rolę, oprócz tego starać się wypadnie o zabezpieczenie od nanoszenia piasku na łąki. Po części wpływ tu wywiera forma koryta rzeki, istotną pomoc przynieść więc mogą umiejętnie rozmieszczone tamy i groble regulujące bieg samejże rzeki. Następnie wykonać wypadnie na łące sieć rowów tak rozłożonych, aby ułatwiały chwytanie namułów podczas zalewu, a po powodzi sprzyjały dostatecznie szybkiemu obeschnięciu powierzchni. Jak widzimy więc, przez usypanie w stosownych miejscach grobelek i przekopanie potrzebnych rowów, oraz zrównanie miejsc wyniosłych i dołów, można zmusić wody zalewające aby się rozprzestrzeniły po łące w sposób pożądany i w ten sposób nie tylko znacznie podnieść użyzniające działanie zalewu, lecz zarazem ochronić do pewnego stopnia łąkę od szkód jakie bezładnie płynące wody wyrządzić mogą.

Woda puszczona na łąki nawet w sposób bezładny i dziki, jeśli tylko jest żyzną, wywiera już wpływ bardzo dodatni na wegetacyę łąkową. O ileż większy wpływ wywrze jeśli pokierowaną będzie umiejętną ręką—rzeczą inteligentnego projektodawcy jest przytem wyzyskać naturalne warunki miejscowości, rozprowadzić wodę równomiernie po powierzchni łąk, zapewnić jej należyty odpływ i w ten prosty i tani sposób osiągnąć znaczne korzyści.

Głównem dążeniem powinno być zawsze racyonalne doprowadzanie i odprowadzanie wody po naturalnym kształcie gruntu, unikając o ile możności sztucznej tegoż przeróbki. Wszelkie bowiem sztuczne roboty, powtarzamy to raz jeszcze, o tyle tylko zasługują na uznanie, o ile przyczyniają się do pozyskania większych dochodów, w inny sposób do osiągnięcia nie możebnych.

Jak najmniejszym nakładem osiągnąć najwyższe dochody powinno być hasłem każdego wytrawnego technika łąkowego, gdyż należy mieć na uwadze, że rolnictwo krajowe znajduje się obecnie w bardzo trudnych warunkach ekonomicznych, w skutek czego wysokie nakłady, choćby zupełnie usprawiedliwione z technicznego punktu widzenia, z punktu widzenia ekonomicznego przedstawiają znaczne ryzyko.

Z tego więc powodu systemy proste, naturalne, w obecnem położeniu na stanowcze pierwszeństwo zasługują tem więcej, że łąki urządzone systemem naturalnym można z biegiem czasu stopniowo ulepszać i w ten sposób powoli doprowadzić do tego stopnia regularności jakiego nabierają łąki sztucznie urządzone wprawdzie od razu, lecz za to ogromnym nakładem.

Dążąc jednak do możebnej prostoty i taniości urządzeń, nie należy wpadać w przeciwną ostateczność, gdyż osiągnąć możemy pomyślne rezultaty z nawodnień o tyle tylko, o ile każdy kawałek łąki istotnie i dostatecznie przypływem wody użyznionym

zostanie. Przy wadliwem choć taniem urządzeniu często na pierwszych tylko przyrowkach rozlewnych silniejszy rozwój roślin miewa miejsce, opodal zaś rośnie nędzna trawa lub mchy, a na piaszczystych miejscach zaledwie ślady roślinności się przejawiają. Głównym bowiem środkiem wiodącym do osiągnięcia pomyślnych rezultatów jest jednostajne i dostateczne nasycenie materyami użyzniającemi, w wodzie zawartemi, całej powierzchni łąki przy zapewnieniu łatwego i szybkiego odpływu wody. Skoro woda w czasie nawodnień na całej powierzchni jednostajnie płynie, nigdzie się nie zatrzymuje i nigdzie bezpożytecznie miejscami niewłaściwemi nie uchodzi, a wkrótce po zamknięciu upustów dopływowych zupełnie z całej powierzchni łąkowej spływa, wtedy urządzenie nawodniania za dobrze przeprowadzone uznanem być może.

Ponieważ, jak widzieliśmy, nie ma stałych niezmiennych prawideł co do wyboru najodpowiedniejszego systemu nawodnień, a wszystko zależy od trafnego przystosowania planu do miejscowości, przeto technik podejmujący się melioracyi takowych, obok wszechstronnych wiadomości specyalnych, powinien posiadać dużo samodzielności, bystrości, inicyatywy, a przedewszystkiem wiele *doświadczenia*. Ponieważ nie ma w kraju instytucyi kontrolującej techniczną wartość planów melioracyjnych—takiej jakie istnieją w wielu państwach środkowej Europy, przeto rolnik powierzający melioracyę łąk technikowi, powinien być bardzo oględnym w wyborze i przekonać się zawczasu, jak funkcyonują urządzenia przez niego projektowane i już wykonane. Gdyż tytuł „Inżyniera“ lub „właściciela „Biura Melioracyjnego“ jest zbyt słabą gwarancyą praktycznej znajomości rzeczy.

Co się tyczy przeprowadzenia robót na gruncie, to najwłaściwszem będzie wykonywanie robót na koszt właściciela sposobem gospodarczym; oddawanie w antrepryzę przedsiębiercy za z góry umówionem ryczałtowem wynagrodzeniem wiedzie najczęściej do obustronnych pretensyj, sporów, a nawet procesów, na dokładność zaś wykonania bynajmniej dodatnio nie wpływa.

Po załatwieniu powyżej zaznaczonych czynności przedwstępnych, przystąpić należy do wypracowania planów i obliczeń szczegółowych. Tak zwani majstrowie łąkowi, ludzie po większej części tylko empirycznie wyrobieni, zaniedbują zwykle opracowania planu szczegółowego na papierze i wytykają wszelkie podziały i dopływy wprost na gruncie, polegając na swej wprawie i pewności oka. Natomiast technicy z wyższem wykształceniem specyalnem przed przystąpieniem do robót na gruncie, cały plan szczegółowy działania opracowują na papierze, sądząc zupełnie słusznie, że o wiele dogodniej manipulować cyrklem i podziałką na rajzbrecie, niż łańcuchem mierniczym na polu, że staranne wykreślenie na planie linij równego poziomu (krzywych horyzontalnych) w odstępach pionowych 25—30 cm. doskonale uwypuklając całokształt przestrzeni łąkowej, pozwala z łatwością ogarnąć całość i wykonać podział łąki na oddziały, ułatwiając zarazem racyonalny układ pojedynczych poddziałów tak, aby z sobą harmonizowały.

Plan w taki sposób opracowany przedstawiać będzie całość skończoną, gdyż będzie rozwinięciem jednej myśli przewodniej obejmującej odrazu całość projektu, plany zaś tworzone częściowo w miarę posuwania się robót na gruncie, nigdy tej cechy jednolitości mieć nie mogą, często natomiast przedstawiają zlepek nie dokładnie przystosowanych pojedynczych kawałków w skutek czego wymagają licznych przeróbek i poprawek.

Niwelacya ogólna wskazuje punkty, które mogą być objęte nawodnianiem; położenie najwyższych z pomiędzy nich określi kierunek i położenie głównego rowu dopływowego—najniższych zaś wskaże linię rowu odpływowego, a różnica zachodząca między niemi wielkość spadu ogólnego. Przestrzeń zawarta między temi granicami może być użytą pod nawodnianie w takiej rozległości na jaką wody wystarczą. Na ilość wody jaką zużyć wypadnie na jednostkę przestrzeni oprócz wielu innych okoliczności, wpływa w wysokim stopniu podział łąki na pojedyncze oddziały i przyjęty *obrót* czyli *okres* nawodnień, t. j. ilość dni przez którą zamierzamy daną parcelę trzymać pod wodą i jak często z wodą na toż samo miejsce powracać będziemy.

Im ilość oddziałów kolejno zalewanych jest większa, tem czas przez który pojedyńcze parcele zostają pod wodą będzie mniejszy; natomiast tąż samą ilością wody większą przestrzeń łąk nawodnić można. Jeśli nawodnienia trwać mogą na wiosnę dni 40, latem dni 30, jesienią dni 50, czyli razem dni 120, to przy dwóch oddziałach połowa łąki będąc jednocześnie pod wodą, zwilżoną będzie w ciągu dni 60, jeśli urządzimy 3

oddziały, to każdy z nich będzie pod wodą dni 40, jeśli 4, to dni 30 tylko.

Jak bardzo podział łąki na oddziały zwłaszcza przy zastosowaniu wielokrotnego użycia wody, wpływa na zwiększenie przestrzeni, którą daną ilością wody zirrygować można, pouczy następujący przykład poczerpnięty z dziełka Vincent'a: Bewässerung der Aecker und Wiesen 1890 str. 61.

Pomiar wody wykazał minimum przepływu 400 *l*. na sek.—na wiosnę i w jesieni bywa więcej prawie drugie tyle. Jakość wody dobra, wobec tego postanowiono przy nawodnianiu podzielić łąkę na 4 oddziały. Znaczny spadek powierzchni łąkowej dozwala na kilkakrotnie powtarzane użycie wody. Szerokość stoków oznaczono na 6 *m.*; wiadomo że przy tej szerokości stoków Vincent wymaga użycia 80 *l* na *ha* i sekundę, przy przepływie więc w strumieniu 400 *l.* na *S.* zalewając na raz całą powierzchnię łąki, możnaby urządzić pod nawodnienie zaledwie 5 hektarów, jeśli zaś urządzimy jak wyżej postanowiono 4 oddziały, to nawodnić możemy kolejno $4 \times 5 = 20$ hektarów. Ponieważ spadek jest dostateczny, przeto urządziwszy np. 10 kondygnacyi stoków, możnaby skrapiać po 50 *ha* łąk na raz, kolejnemi zaś oddziałami aż do 200 *ha*.

Obliczenie to wyjaśnia jak należy właściwie rozumieć podania Vincenta, odnośnie do potrzeby wody przy irrygacyach, które bez tego wyjaśnienia zdają się być nadmiernie wielkiemi.

Odpowiednio do ilości wody na nawodniania przeznaczonej, i do przestrzeni łąk na raz zalewać się mającej, winny być obliczone otwory upustów i wymiary rowów (odnośne dane znajdują się w artykule Hydraulika). Dokładne obliczenie wszystkich wymiarów ściśle zastosowane do potrzeb urządzających się łąk, przyczynia się w wysokim stopniu do taniego i skutecznego urządzenia nawodnień; nie zawadzi jednak dla wszelkiego bezpieczeństwa urządzać rowy i upusty nieco obszerniejsze niż ścisła konieczność wymaga.

Im dokładniej plan specyalny we wszystkich szczegółach z zastosowaniem się do miejscowych warunków opracowanym będzie, i im staranniej na gruncie wykonanym, tem całe urządzenie funkcyonować będzie prawidłowiej, tem będzie trwalszem i korzystniejszem.

Po ukończeniu prac, przygotowaniu i wyrobieniu planów, na których i drogi do jazdy po łące oznaczone być muszą, przystępuje się do prac na gruncie.

Roboty na gruncie.

Właściwy czas rozpoczęcia robót na gruncie. Jeśli łąkę potrzeba naprzód *osuszyć*, to zacząć należy roboty osuszające zaraz z wiosny, aby w ciepłej porze je wykończyć i ziemię wyrzuconą z rowów za pogody usunąć, a wtedy skutek osuszenia okaże się już w jesieni. Jeśli roboty zacząć późno, to szarugi jesienne przerywają robotę, część ziemi wyrzuconej z rowów znów w nie może być spłukaną, a obeschnięcie z następną wiosną opóźnione. Dla rozpoczęcia zaś robót właściwych nawodniających, potrzeba aby powierzchnie do tego przeznaczone, były już poprzednio dokładnie osuszone.

Czas rozpoczęcia właściwych robót nawodniających, zależy od rozmiaru łąk, możności dostania robotników, oraz systemu jakiego trzymać się zamierzamy. Przedewszystkiem zbadać wypadnie czy potrzeba obawiać się zalewów zimą lub wiosną, gdyż w takim razie potrzebaby tak spieszyć się z robotą aby powierzchnie plantowane i rowy groblowane zdążyły się przedtem zadarnić o tyle, aby ich powódź nie popsuła, należy więc rozpoczynać roboty *jaknajwcześniej;* przyniesie to i tę korzyść że będziemy mogli korzystać zaraz z nawodniania jesiennego. Tylko przy mniejszych przestrzeniach i dostatku wprawnych robotników, można roboty rozpocząć po sprzęcie potrawu, a przed zimą ukończyć, ale i wtedy nie obędzie się bez licznych poprawek na wiosnę, dla tego i wtedy nawet lepiej rozpocząć roboty po sprzęcie siana, nie czekając zbioru potrawu. Roboty delikatniejsze, jako to równanie powierzchni i t. p. przedsiębierze się dopiero następnej wiosny, darniowanie najpóźniej do początku Października powinno być ukończone, aby się darń przed zimą przyjąć mogła.

Większe roboty rozpoczynać zawsze na wiosnę; przytem naprzód urządza się osuszanie, następnie zakłada szkielet głównych rowów nawodniających i buduje upusty. Dopiero po tem rozpoczyna się pozostałe roboty wszystkiemi siłami, na jednej części powierzchni robiąc początek tam gdzie rów dopływowy na powierzchnię łąki wchodzi; postępując w ten sposób zyskujemy to, że oddziały jeden po drugim wykończają się, a tymczasem na pozostałych trawa podrasta, część szybko ukończona może być wkrótce nawodnioną, i już w roku przyszłym wynagrodzić straty siana nieuniknione w roku pierwszym.

Czerpanie wody.

Czerpanie wody z rzek lub strumieni dla celów irrygacyjnych odbywa się najczęściej przy pomocy spiętrzania wody przez wzniesienie tamy, przewału, lub upustu na rzece, nieco poniżej tego miejsca w którym główny kanał prowadzący wodę z rzeki na łąki do rzeki przytyka; odstęp ten winien mieć przynajmniej kilka sążni długości, aby piasek, zwir i śmiecie unoszone przez wielkie wody, miały dość miejsca do osadzenia się przed tamą, a nie zanieczyszczały kanału irrygacyjnego.

Spiętrzenie powinno być tak wysokiem, aby do kanału wpływała zawsze dostateczna ilość wody bez względu na stan wody w rzece. Jakie przy tem okoliczności uwzględnić należy i jakie ostrożności zachować, wyłożono w artykule „Grobla.“

Wysokość spiętrzenia zależy od tego, jakiej wysokości potrzeba aby woda mogła być na powierzchnię łąki doprowadzona. Niekiedy dla opanowania całej powierzchni łąki, wypadnie podnieść wodę w rzece aż po nad jej naturalne brzegi, w takim razie brzegi te wypadnie po obu stronach tak daleko ogroblować, jak daleko sięgać będzie podniesienie się wody po nad poziom brzegów.

Jeśli rzeka jest spławną i tak dużą że na niej przewałów budować nie można, to potrzeba kanał irrygacyjny odgałęzić od rzeki tak wysoko, aby woda wchodzić weń mogła i płynąć ku łąkom bez potrzeby podnoszenia poziomu wody w korycie rzeki, przyczem jako punkt wyjścia wody w rowie dopływowym, należy przyjąć najniższy stan wody w rzece, aby nawet w czasie gorącego lata rów dopływowy mógł być w nią zaopatrzony.

Budowa większych upustów lub przewałów musi być bardzo umiejętnie pod względem technicznym przeprowadzoną, gdyż najmniejszy błąd niezmiernie szkodliwie wpływa na trwałość kosztownej budowy; powinna więc być poruczoną tylko ludziom fachowym, mogącym nadto przedstawić dostateczne rękojmie umiejętności i sumienności w wypełnieniu przyjętych zobowiązań. Wykład szczegółowy zasad konstrukcyi tego rodzaju budowli wodnych, nie może być przedmiotem Encyklopedyi rolniczej; znaleść go można w wydawnictwach specyalnych. Kilka jednak uwag ogólnych, odnoszących się do budowli najprostszych poniżej zamieszczamy, dodając że wiele praktycznego doświadczenia pod tym względem posiadają zwykle okoliczni młynarze; zasięgnięcia więc u nich rady pomijać by nie należało.

Jeśli woda jest niewielką i spokojną, a wymagane spiętrzenie nie wysokie, to można urządzić tamę po prostu przez wbicie kilkunastu mocnych kołów dębowych, nałożenie w poprzek faszyny i danie odmiału z ziemi sypanej od strony naporu wody, której cząstki woda między faszynę wtłacza.

Gdy się zaś ma do czynienia z wodą nieco większą, należy wbić w poprzek strumienia kilka szpicpali, oprzeć o nie parę sztuk drzewa w poprzek przepływu wody, założyć wszystko kiszkami wiązanemi z faszyny, zasypać ziemią i dać odmiał od strony naporu wody; dodanie 2 skrzydeł bocznych zachodzących dość głęboko w brzegi, wzmacnia całą budowę. Linia przewału tego rodzaju powinna być wklęsłą t. j. w samym środku najniższą, ku lądom zaś wzniesioną i tamże silnie umocowaną. Na przewale po przejściu lodów i wielkich wód wiosennych, ustawić można szereg skrzyń z desek zamykanych śluzami; zetknięcia się skrzyń z sobą i faszyną, uszczelniają się perzem, na zimę skrzynie się zdejmują.

Urządzenie tego rodzaju bardzo tanich śluz okazało się w Korytnicy na rzece Liwcu (pow. Węgrowski) nadzwyczaj praktycznem. Skoro jednak mamy do czynienia z większą i rwącą wodą, a pragniemy nadać większą trwałość budowie, to musimy koniecznie użyć ścian szpuntpalowych (patrz „Grobla.“)

Dla trwałości cała budowa drewniana powinna być tak urządzoną aby stale pozostawała pod wodą.

Urządzenie w przewale nawet faszynowym, choć jednego upustu mocno zbudowanego, jest bardzo polecenia godnem.

Szersze upusty na strumieniach lub rzekach powinny być podzielone na kilka okien, gdyż trudność podnoszenia zastaw wzrasta wraz z szerokością zastawy. Wysokość zastaw powinna być taką aby podnosiły wodę o tyle o ile to potrzebne do wypełnienia głównego rowu doprowadzającego, a woda zbyteczna lub nagle skutkiem ulewy przybywająca, mogła swobodnie po nad niemi odpłynąć. Jeśli nie zachować tej prostej ostrożności, to przy nagłych ulewach można doznać wielkich szkód, jeśli właśnie zdarzy się że nie ma kogoś coby zastawy zaraz popodnosił.

Podnoszenie wody środkami *mechanicznemi* dla nawodnień użyzniających ze względ-

du na wielkie ilości wody, jakie dla osiągnięcia tego celu użyć potrzeba, tylko wyjątkowo na małych przestrzeniach, lub przy użyciu wód nadzwyczaj bogatych w części nawozowe, jakiemi są np. wody odpływowe z niektórych fabryk, stosowanem bywa.

Natomiast dla nawodnień mających na celu wyłącznie odwilżanie gruntu w czasie długotrwałej suszy, do czego wystarczyć może stosunkowo niewielka ilość wody, z prawdziwym pożytkiem używanem być może. Przyrządy i machiny w tym celu używane opisanemi zostały w artykule „Hydraulika“ T. IV na str. 356 i następnych na tem więc miejscu wystarczy dodać, że obecnie w tym celu najczęściej używają pomp odśrodkowych (centryfugalnych) poruszanych lokomobilami lub motorami elektrycznemi.

W razie możności założenia w stosownem miejscu dostatecznej wielkości zbiornika na wodę z korzyścią zastosować można do pompowania wody nowe amerykańskie wiatraki (patrz „Motory“).

Roboty grabarskie.

Po wytknięciu na powierzchni łąki, według wskazówek planu, kierunku rowów dopływowych i osuszających, oraz wyznaczeniu za pomocą instrumentu niwelacyjnego poziomów w jakich rowy przebiegać mają, przystępuje się do robót grabarskich, pamiętając, że budowa rowów nawodniających wymaga szczególnej troskliwości w wykonaniu.

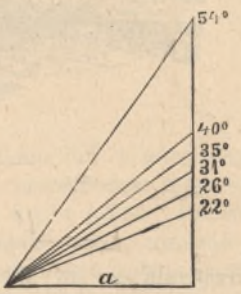
Rowy używane przy nawodnianiach podzielić trzeba na dwie gruppy; pierwszą stanowią rowy dopływowe i rozdzielające wodę po powierzchni gruntu, drugą rowy osuszające i odpływowe. Zależnie od przeznaczenia rowy mieć muszą różne kształty i wymiary. Dla dokładnego osuszenia danej przestrzeni łąki potrzeba usunąć z niej nie tylko wodę po powierzchni przepływającą, lecz nadto i tę, która przesyca wierzchnią warstwę ziemi.

Rowy zatem osuszające muszą być odpowiednio *zagłębione* i mieć burty rozplantowane lub ziemię z nich odwiezioną na stronę. Rowy zaś doprowadzające muszą utrzymać wodę na poziomie górującym po nad przyległą powierzchnią łąki w skutek czego urządzają się w ogroblowaniu powstającem najczęściej z ziemi z nich wydobytej, mają więc burty wyniosłe.

Pochylenie ścianek rowów. Aby zapobiedz podmywaniu gruntu przy pewnej prędkości przepływu i danej zwięzłości gruntu, należy nadać ściankom rowów mniejsze lub większe pochylenie. Większa massa wody będącej w ruchu podrywa brzegi łatwiej aniżeli mała jej ilość, podobnież bieg szybszy prędzej podmywa burty niż powolny, rowy więc przeznaczone dla przepływu większych ilości lub szybko płynącej wody muszą mieć brzegi pochyłe, rowki zaś wązkie na 4—6—8″ głębokie kopać można ze ścianami prostopadłemi. Im mniej wody rowy prowadzą, im mają spadek mniejszy, a grunt jest spójniejszy, tem mniej grozi niebezpieczeństwo podmycia, tem bardziej rozwarty kąt burty rowów z dnem tworzyć mogą, im grunt bardziej sypki tem pochylenie musi być łagodniejsze.

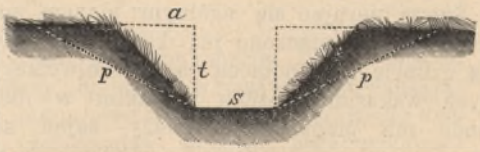
Kąt ten wynosić może na gruntach gliniastych bardzo ścisłych 54°
„ „ 40°
„ zwirowatych 35°
„ piaszczystych 31°
„ bardzo drobnych 22°
(fig. 26).

Fig. 26.



Pochylenie ścian bocznych rowu nazywamy pojedynczem, gdy jak na fig. 27 li-

Fig. 27.



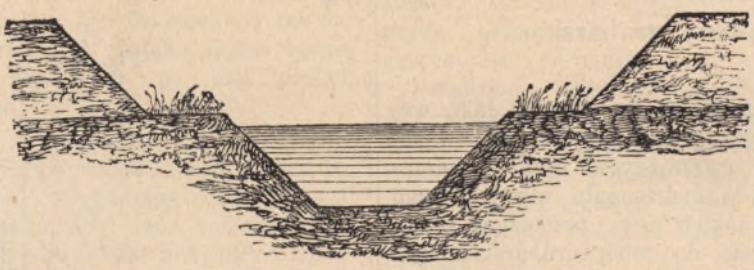
nia a równą jest linii t oznaczającej głębokość rowu; podwójnem gdy a równa się

dwa razy wziętej głębokości (na rysunku pochylenie podwójne oznaczono linią punktowaną p.) w tem znaczeniu zwać można pochylenie równem $^1/_4$—$^1/_2$—$^3/_4$—$^1/_2$ i t. d.

Wszystkie rowy prowadzą się o ile można w prostym kierunku, gdyż linia prosta jest najkrótszą odległością między dwoma punktami, a nadto im woda w rowie jednostajniej się porusza, tem mniej ściany rowów uszkadza. Gdzie konieczność zmusza do odstąpienia od tego prawidła tam nie należy nigdy łamać kierunku pod kątem ostrym, lecz prowadzić i łączyć łagodnemi łukami o dość wielkim promieniu.

Każdy rów zagłębiony powinien przedewszystkiem mieć mocne i równe dno przeprowadzone z właściwym spadkiem, gdyż inaczej woda może zatrzymywać się w różnych miejscach, osadzać szlam lub piach co następnie powstrzymuje równomierny ruch wody. Ściany boczne rowów bardzo

Fig. 28.



głębokich urządzają się zwykle dla większej trwałości w stopnie fig. 28. Burty rowów darniuje się zazwyczaj, a dno tylko wyjątkowo w miejscach mających bardzo silny spadek.

Niekiedy dla taniości zamiast darniowania poprzestają na obsiewie burt siennemi paprochami z rzepakiem, który prędko wschodząc utrzymuje korzeniami burty rowów.

Skoro kierując się ogólnym planem nawodnienia wyznaczono już kierunek rowów na gruncie i za pomocą palików niwelacyjnych wskazano poziom w jakim w nich woda ma przepływać, należy zająć się unormowaniem głębokości, pochylenia ścian, szerokości dna i górnej szerokości rowu w każdem poszczególnem miejscu. Głębokość rowu zależy od wskazań niwelacyi i ilości wody jaką rów ma obejmować. Szerokość dna może wzrastać lub zmniejszać się w miarę tego jak ilość przepływającej w nim wody wzrasta lub maleje. Rowy doprowadzające wodę zwężają się w dalszym swym przebiegu, rowy odprowadzające przeciwnie, w miarę tego jak co raz więcej wody przyjmować muszą, rozszerzają się stopniowo. Górna szerokość rowu zmienia się stosownie do głębokości rowu w danem miejscu. Szerokość tę dla każdego pojedynczego punktu otrzymamy, dodawszy do szerokości dna zdwojony iloczyn z głębokości rowu i pochyłości ścian. Rowom ogroblowanym daje się zwykle szerokość dna półtora raza tak wielką jak głębokość którą mają otrzymać. Górna powierzchnia wału zwana koroną równa się głębokosci rowu. Powierzchnia podstawy grobli oblicza się mnożąc wysokość grobli przez to pochylenie ścian, które ma być nadane, iloczyn podwaja się i dodaje szerokość korony, która jak wiemy równać się winna głębokości rowu.

Ponieważ roboty grabarskie obliczają się na kubiki, a spadek normalny rowu stosuje się do ilości wody, którą rów ma obejmować, potrzeba więc dla każdego rowu obliczyć profil poprzeczny czyli pionowe tegoż przecięcie. Profil otrzymujemy mnożąc głębokość rowu przez średnią tegoż szerokość np. jeśli głębokość rowu będzie =4′, dno 6′ a szerokość górna 14″ to przecięcie wynosić będzie $\frac{14+6}{2} \times 4 = 40'\square$.

Pomnożywszy powierzchnię przecięcia poprzecznego przez długość rowu otrzymamy ilość kubików ziemi, którą wyrzucić należy dla wykonania rowu. W takiż sam sposób obliczyć można objętość kubiczną grobli i wszystkich regularnych nasypów, mnożąc profil poprzeczny przez długość nasypu.

Przy wszystkich rowach większych spadek niweluje się po powierzchni wody, a to w ten sposób, że powierzchnia górna wszystkich palików wbijanych przy wyznaczaniu rowu, według wskazań instrumentu niwelacyjnego, oznacza przyszłą wysokość stanu wody w rowie, od głów tych palików oznaczających powierzchnię wody, mierzy się na dół głębokość rowów przy ich kopaniu.

Przy kopaniu rowów doprowadzających, palik powierzchniowy służy nietylko do wymierzania głębokości, ale zarazem oznacza wysokość do jakiej groble muszą być nasypane; ponieważ spadek w rowach doprowadzających powinien być mały, to można i groble ze spadkiem rowu równo budować. Rowy osuszające otrzymują przynajmniej dwa razy tak wielki spadek dna jak rowy doprowadzające, aby tem prędzej uprowadzały wodę; spadek rowów doprowadzających musi być mały, a ponieważ prędkość przepływu wody tem jest większą, im większą jest jej masa, to stąd wypada że spadek należy dawać tem mniejszy, im większe są profile rowów. Przy silnym spadku potrzebowalibyśmy bardzo dużo upustów do podnoszenia poziomu wody, aby tęż wodę zbiegającą ku końcowi rowu zatrzymać i do wstąpienia w rowki rozdziałowe lub rozlewne zmusić.

Każdy rów czerpiący wodę z rzeki lub innego rowu, otrzymuje na pierwszych 6—8 metrach długości od 2 ½—7 *cm.* tak zwanego spadku rozpędowego; jeżeli skutkiem położenia gruntu spadek ten jest silniejszy, to się następnie na dość znacznej przestrzeni nie daje żadnego spadku, gdyż samo ciśnienie wody wystarcza do jej poruszania naprzód; toż samo może mieć miejsce gdy rowek roznoszący (rozdzielający) otrzymuje wodę z rowu dopływowego powyżej leżącego, tak że przy otworzeniu śluzy je przedzielającej skutkiem parcia wody, rowek ten się dostatecznie wypełnia.

Na ostatnich 10—12 sążniach *dłuższego* i większego rowu doprowadzającego również nie potrzeba dawać żadnego spadku.

Spadek rowów doprowadzających stosuje się do wielkości profilu poprzecznego i tak:

przy powierzchni profilu mniejszej niż	5′ □	spadu wystarcza 2—3″
„ od	5—10′	„ 1,5—2″
„	10—15′	„ 1″
„	15—20′	„ 0,8″
„ większej niż	20′	„ 0,6″

na 20 sążni długości; wtedy woda zachowa prawie równą prędkość i nie będzie uszkadzać ścian rowu. Jeśli spadek naturalny, przez który mamy prowadzić rów dopływowy, jest tak wielki, że należy się obawiać naruszenia ścian i zbiegu wody aż na koniec rowu, to należy rów od miejsca do miejsca łamać czyli prowadzić dno z ustępami, t. j. stosownie do odległości, albo poziomo lub z bardzo małym spadkiem, aż do miejsca gdzie grobla musiałaby być zbyt wysoką. W takiem miejscu buduje się upust, a po za nim na 4—6 *m.* daje się rowowi taki spadek jakiego potrzeba aby dalej znowu na pewnej długości prowadzić

Fig. 29.



go prawie poziomo lub z normalnym spadkiem (fig. 29), przestrzenie między śluzami temi nawodnia się z kolei. Przez długość silniejszego spadku dno umocnić należy. Pomiędzy progami dno rowu prowadzi się z bardzo małym spadkiem, lub przegradza się upustami do spiętrzania wody.

Rowy odprowadzające powinny mieć też spadek jednostajny, nadaje się im zwykle

poniżej	5′ □	profilu 4—5″
	5—10	3—4
	10—15	2—3
	15—20	1,5—2
poniżej	20	1—1,5″ na 20 s. dług.

W razie potrzeby można nadać spadek silniejszy, bo woda z rowów odprowadzających jaknajprędzej odpływać powinna, byle tylko zwiększona wskutek tego szybkość przepływu nie przechodziła pewnych granic zastrzeżonych właściwościami gruntu. Maksymalna szybkość przepływu nie powinna przenosić dla ziem

szlamistych 0,10 *m.* na sekundę
gliniastych 0,20
piaszczystych 0,40—0,80
zwirowych 1,00
skał warstwowych 1,8
skał twardych 3,10.

Skoro się linię środkową rowu wytknęło i zniwelowało, należy odznaczyć szerokość tegoż równo po obu stronach linii. Poczem dopiero przystępuje się do wyznaczania pochyłości ścian rowu. Najczęściej powierzchnia gruntu między dwoma palikami nie jest równą, zatem kołki stoją na przemiany głowami, to poniżej poziomu łąki to wystając po nad nią, nie można więc przy oznaczaniu górnej szerokości rowu brać za podstawę głębokości rowu mierzonej od głowy palika do dna, lecz jeśli palik zagłębiony, to zawsze dodać należy do tego jeszcze odległość głowy palika od powierzchni łąki. Aby wykopać rów prawidłowo, należy przedewszystkiem odznaczyć na powierzchni łąki szerokość dna przyszłego rowu i z tej szerokości wybrać ziemię do właściwej dla każdego punktu głębokości, kopiąc zupełnie prostopadle, przyczem darń i wierzchnia rodzajna warstwa na bok się odkłada, a paliki niwelacyjne zachowują bez poruszania. Robotnicy kopiąc rów, przykładają wydaną im stałą miarę głębokości do głów zniwelowanych palików i o tyle tylko w grunt się zagłębiają, o ile miara tak przyłożona zasięga. Dozorca sprawdziwszy głębokości i czyste odrobienie dna, przystępuje do wyznaczenia pochyłości ścianek bocznych, mierząc w takiem miejscu gdzie poziom łąki się zmienia, odległość wykopanego już dna rowu od powierzchni ziemi i tę odległość stosownie do potrzeby w stosunku 1:1, 1:1½ lub 1:2 na ziemi odznacza, mierząc prostopadle do brzegu wykopu i kołeczkiem zatyka; po zdjęciu darni robotnicy ścinają ściany boczne ukośnie, a jednostajnie począwszy od górnego brzegu (oznaczonego zatkniętym przez dozorcę kołeczkiem) aż do dna rowu tak, aby łata od czasu do czasu przykładana wszędzie równo do boków przylegała. Naostatek przykłada się darń na nowo i troskliwie mocuje kołeczkami. Tym sposobem otrzyma rów rozmaitą szerokość u góry, ale pochylenie ścian będzie wszędzie jednostajnem.

Rowy ogroblowane. Przed wytknięciem rowu ogroblowanego, oblicza się ilość wody, jaką rów nieść ma, i oznacza przez niwelacyę wysokość w której woda ma płynąć i do jakiej po powierzchni łąki rozlaną będzie. Wtedy dopiero przystępuje się do oznaczenia wymiarów. Wytknięcie odbywa się w następujący sposób: chcąc np. zbudować rów ogroblowany o przecięciu poprzecznem 12′ □ przedewszystkiem w kierunku jego biegu, zatykamy szereg palików oznaczając je literami np. *a b c*; jeśli głowa palika *a* stoi o 2′ po nad powierzchnią gruntu, to dla oznaczenia poziomu w jakim ma płynąć woda w rowie, należy ustawić paliki *b c* i dalsze w stosownej wysokości. Jeśli rów ma być założony poziomo, to *b* i *c* zabija się równo z *a* za pomocą instrumentu niwelacyjnego, gdy zaś ma otrzymać spadek normalny, to odległości *a b*, *b c* i t. d. wymierzają się i podług podłużnego profilu który rów ma mieć oblicza się spadek; jeśli np. *ab* = 20 sążni, *bc* = 40′, a na 20 sążni ma być cal spadku, to pal *b* wbija się o jeden cal głębiej niż pal *a*, a pal *c* na 2 cale niżej od *b*. Poczem dopiero wytyka się szerokość, ponieważ głębokość będzie 2′ a szerokość daje się ogroblowanym rowom zwykle 1½ raza większa od głębokości, przeto będzie ona w punkcie *a* równą 3′. Podobnie wytyka się szerokość w pozostałych punktach, zwężając ją stopniowo, bo rów coraz mniej ma wody do prowadzenia.

Następnie oznacza się pozostałe wymiary. Ponieważ głębokość rowu wynosi 2′ a pochyłość ma być 1½ stopy, to palik *f* (fig. 30) wbija się od palika *a* o 2 × 1½ =

Fig. 30.



3′, a palik *g* także o 3′ od palika *b*. Korona grobli równa się głębokości rowu, a więc *ef* będzie = 2′; małemi palikami *i* i *k* oznacza się zewnętrzną pochyłość ścian grobli. Podobne paliki wbijają się przy wszystkich punktach zniwelowanych, poczem za pomocą krzyżownic ustawiają się paliki pośrednie co 5 kroków. Następnie sprawdza się całą robotę za pomocą dokładnego instrumentu niwelacyjnego. Poczem dopiero zbiera się darń z pod całej przyszłej grobli do głębokości 2 a najwyżej 3 cali.

Gdyby darń grubiej zrzynać, t. j. tak iżby nie było widać korzeni na stronie spodniej, to taka darń nie zrosłaby się

mocno z ziemią nasypu, bo korzonki rosłyby w gruncie z nią zerzniętym, a kawałki darni pozsuwałyby się z pochyłości.

Przy urządzaniu dna rowu ogroblowanego, mogą być 3 przypadki: albo paliki oznaczające powierzchnię wody, stoją tak wysoko po nad gruntem, jak głębokim ma być rów, albo wystają jeszcze wyżej, lub zagłębionemi są po większej części w ziemi.

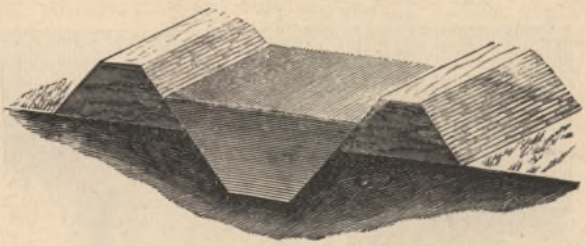
W pierwszym razie ziemia z której zdjęto darń, po wyrównaniu drobnych nierówności stanowi dno rowu, dla usypania zaś grobli należy ziemię dowozić. Dowóz ziemi będzie w tem większej ilości potrzebny, jeśli paliki wystają więcej nad powierzchnię ziemi, aniżeli wynosi głębokość rowu, gdyż to oznacza że w danem miejscu trzeba podwyższyć samo dno rowu, sypiąc tyle ziemi ile potrzeba do zasypania palików, tak aby tylko o głębokość rowu nad ziemię wystawały (fig. 31). Jeśli zaś paliki niwelacyjne mniej po nad grunt wystają, niż wynosić ma głębokość rowu, t. j. że rów w danym punkcie pójdzie częścią w wykopie a częścią w nasypie (fig. 32), to naprzód należy wykopać dno do należytej głębokości, w sposób podany przy opisie kopania rowów zagłębionych, a pozyskaną z niego ziemię użyć do sypania grobli.

Zanim się rozpocznie sypanie grobli, należy powierzchnię ziemi pod groblę przypadającą skopać, przez co nasyp lepiej się z gruntem połączy; wszelkie groble sypie się warstwami mocno ubijając; bryły ziemi rozbijają się, kamienie, darń lub materyały gnić mogące usuwają się, aby uniknąć późniejszego zleżenia się ziemi. Kształt rowu oznacza się dokładnie od jednego profilu do drugiego za pomocą naciągniętych sznurów. Powierzchnie grobli powinny być jaknajstaranniej odrobione i stykać się z sobą prostemi ostremi liniami. Groble sypie się do równości z palikami głębokość rowu oznaczającemi, tak żeby tylko o 2—3″ były wyższe od powierzchni wody w rowie. Rów ogroblowany może przecinać rowy osu-

Fig. 31.



Fig. 32.



szające, które spodem pod groblą w sposób przedstawiony na fig. 31 przeprowadzać się dają.

Inny sposób urządzania rowów ogroblowanych o wiele tańszy i łatwiejszy, stosowany częstokroć przy urządzaniu skrapiań dzikich lub naturalnych, polega na tem że rów zagłębia się zawsze w ziemię o tyle aby wyrzucona z niego ziemia wystarczyła na usypanie grobel, przyczem o równość dna rowu nie dba się zupełnie, poprzestając tylko na utrzymaniu górnej powierzchni wody w rowie na odpowiednim poziomie, a to dla tego że wielkie nawet nierówności dna rowu z czasem w skutek zaszlamowania się wyrównane zostaną. W miejscach gdzie rów przechodzi w poprzek większych zagłębień gruntu, wskutek czego groble muszą być bardzo wysokie, prowadzi się rów w tak zwanym „pakunku“ t. j. z obu stron głównego rowu kopią się rowy równoległe, wydobytą z których ziemię używa się na podwyższenie grobel otaczających główny, i te rowy boczne z czasem same przez się załażą ziemią; jest to sposób łatwy i tani, gdyż dowozu ziemi przytem zupełnie nie potrzeba.

Fig. 33.

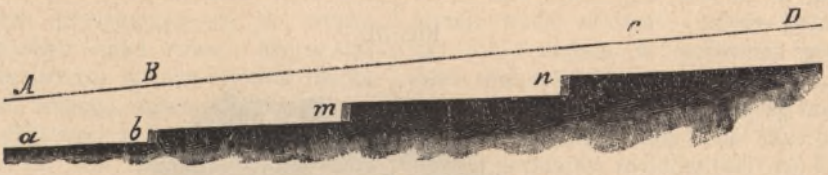
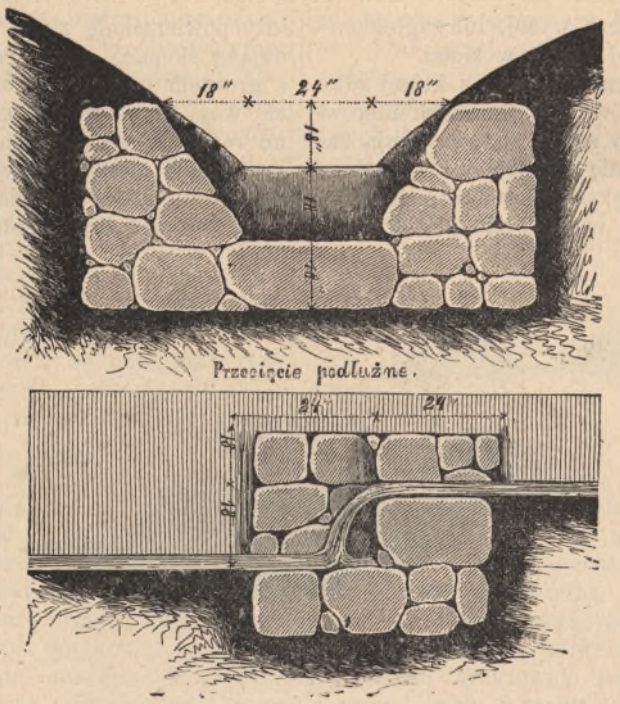


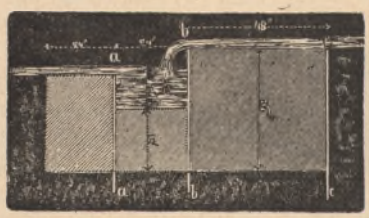
Fig. 34.



Na groble odpowiedniejszą jest ziemia

ścisła, ciężka. Ponieważ świeżo nasypana ziemia zawsze jest o wiele luźniejszą i stąd przepuszczalniejszą niż ziemia nieporuszana, należy więc sypiąc groble dobrze warstwy ziemi ubijać. Jeśli ziemia na której rów przebiega jest przepuszczalna, np. piaszczy-

Fig. 35.



sta lub żwirowata, to należy cały t. zw. mokry profil rowu uszczelnić. Przy nieznacznym spadku osiągnąć to można przez napuszczenie wody bardzo mętnej, którą można umyślnie gliną zarabiać, lub też wprost obłożyć rów warstwą ubitej gliny, grubą przynajmniej na 5—8 *cm.*, przykry-

Fig. 36.



wając nałożoną glinę warstewką ziemi rodzajnej aby prędzej porosła trawą.

Jeśli grunt po którym się rowy prowadzi ma tak wielki spadek, że woda płynąc niemi mogłaby grunt wyrywać i unosić, to należy, zakładać co pewną odległość t. zw. progi (fig. 33, 34, 35), a dno w razie po-

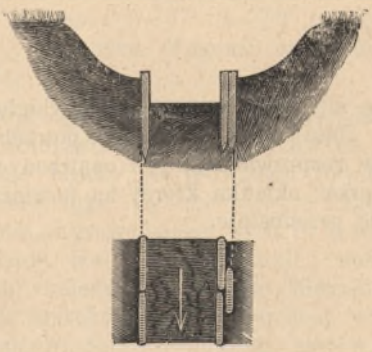
Fig. 37.



trzeby darniować, brukować, lub umocowywać faszyną, płotami, palami i t. p., (figury 36, 37, 38, 39, 40).

Szczegółowy opis rowów przy nawodnianiu używanych. Rów dopływowy główny, zwany inaczej matecznym. Prowadzi wodę bezpośrednio ze strumienia, rzeki lub stawu na całą dolinę łąkową lub na jedną jej część, powinien być zaopatrzony w śluzę zwaną matnia, ażeby przypływ wody można było dowolnie regulować lub zamykać; prowadzi się go z jednostajnym spadkiem przez najwyższe miejsca łąki, jakie tylko opanowanemi być mogą. Wysokość stanu wody jako też kierunek rowu głównego wskazuje niwelacya. Ilość wody rozporządzalnej i ilość jej potrzebną do nawodnienia danej przestrzeni, określają wymiary rowu dopływowego. Prawa rządzące przepływem wody w rowach i formuły do obliczania wymiarów, podano już w artykule

Fig. 38.



„Hydraulika“ powtarzać ich więc nie będziemy.

Nie można podać stałych norm wymiarów dla rowów dopływowych, któreby wystarczały zawsze dla pewnej określonej przestrzeni łąki, gdyż ilość wody przeznaczonej na jednostkę powierzchni jest bardzo różną, zależnie od wielu okoliczności, o których była mowa w rozdziale traktującym o „ilości wody“ używanej do irrygacyi.

Jako ogólną jednak wskazówkę podać można, że szerokość rowu dopływowego głównego winna się równać summie szerokości drugorzędnych rowów rozprowadzających, które z niego początek swój biorą.

Rowu dopływowego głównego przy nawodnieniach regularnych nie używa się bezpośrednio do rozlewania wody po powierzchni łąki, lecz dla nawodnienia najbliżej nawet przyległej powierzchni urządza się inny rów równoległy, połączony z doprowadzającym

za pomocą rowku wpustowego i ten dopiero wodę rozlewa.

Przy systemach prostych w ściankach rowu dopływowego robią się co pewną odległość wcięcia t. z. okienka, przez które wylewa się woda wprost na przyległą przestrzeń łąki lub w razie potrzeby do rowków rozprowadzających opatrzonych grobelką przez okienka której na powierzchnię łąki się przedostaje.

czenia powierzchni wody służy wysokość początku źródła; przy stawach zaś, wysokość rynien spustowych założonych pod groblą dla wypuszczania ze stawu wody.

Rowy rozprowadzające służą do tego- aby wodę z rowu dopływowego doprowadzić do różnych części łąki i oddać poziomym rowkom rozlewnym. Po większej części kopią się bez spadku, gdyż wypełniają się skutkiem ciśnienia wody napły-

Fig. 39.

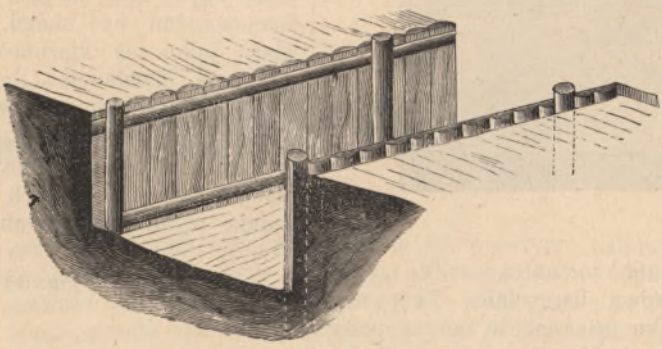
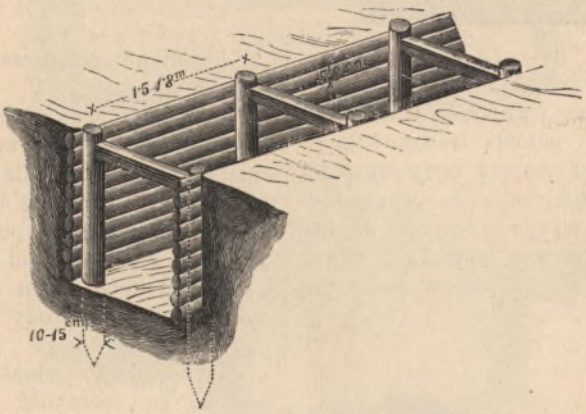


Fig. 40.



Dno rowu dopływowego nie powinno być na jednym poziomie z dnem strumienia lub rzeki urządzanem, aby piasek i zwir nie wpadały z wodą do rowu i nie były na łąki z wodą nanoszone. Jeśli do nawodniania bierzemy wodę źródlaną, to do oznawającej z wyżej położonego rowu dopływowego. Tylko przy znaczniejszych oddaleniach nadanie spadku jest potrzebnem. Rowy t. z. prostopadłe służą do tegoż celu przy systemacie nawodnienia skarpowego (tarassowego) doprowadzając wodę do row-

ków rozlewnych, które przecinają pod kątem prostym. Odległość wzajemna rowów prostopadłych nie powinna przenosić 8—10 s., szerokość początkowa 6—9″, końcowa 5″, głębokość 5″.

Rowki *rozlewne* zwane przerzutowemi lub poziomemi służą do jednostajnego rozdzielania wody po powierzchni łąki. Woda powinna się z nich przelewać na całej ich długości równą cienką warstwą na jedną stronę (przy metodzie skarpowej) lub na dwie (przy metodzie zagonowej) muszą więc być dokładnie *poziom* i z wielką starannością wykonane, gdyż najmniejsza nieregularność w ukształtowaniu brzegów powoduje nierówny rozlew wody wypływającej zamiast równą płachtą, oddzielnemi strugami, co pociągać za sobą musi niejednostajne nasycanie gruntu łąkowego materyami użyzniającemi; rowki rozlewne przy uprawie sztucznej mają zawsze kierunek zupełnie prosty, przy uprawie naturalnej mogą mieć kierunek wężykowaty.

Ponieważ *brzeg dolny* mnsi być starannie wyregulowany, więc po wykopaniu rowków wpuszcza się do nich wodę i brzeg rozlewny dopasowywa podług stanu wody, zbierając nieco brzegi lub nakładając je kawałkami darni w miejscach gdzie woda za bardzo obficie się przelewa; miejsca za wysokie ubija się stęporem.

Długość rowków rozlewnych stosuje się do długości zagonów lub skarp; zwykle wynosi od 20—25 m.

Początek rowków rozlewnych to jest miejsce skrzyżowania się z rowem roznoszącym powinien być *o kilka cali szerszy aniżeli koniec.*

Szerokość początkowa wynosi 8—10—18″, końcowa 5—7″ głębokość 4—5—8″. Według zdania wielu pierwszorzędnych techników łąkowych, rowki rozlewne horyzontalne zasługują na pierwszeństwo w porównaniu z rowkami rozlewnemi, kopanemi z niewielkim nawet spadkiem, zwłaszcza przy używaniu do nawodniania średnich ilości wody.

Rowki rozlewne robią się płytkie dla zapobieżenia wsiąkaniu większych ilości wody w ziemię; jednak utrzymanie zbyt płytkich rowków jest z przyczyny zbyt częstej potrzeby oczyszczania kosztownem, nawet rowki 8″ głębokie co 3 lata na nowo wyrzynane być muszą.

Przy najprostszych systemach zraszania woda nie przelewa się przez dolny brzeg rowka horyzontalnego, gdyż tenże jest zaopatrzony małą grobelką, lecz przez wcięcia (okienka) w brzegu rowka wyrznięte wydostaje się na powierzchnię łąki po której z wolna przepływa. Ilość, wielkość i rozmieszczenie okienek zależy od kształtu powierzchni zraszanej i przy racyonalnem ich rozmieszczeniu łąkę dostatecznie zrosić może.

Rowy wpustowe prowadzą wodę z rowu dopływowego lub roznoszącego, do bezpośrednio z niemi złączonych rowków rozlewnych, rzadko więc bywają dłuższe nad kilka stóp. Zamykają się lub otwierają za pomocą małego upustu lub kwadratowej rury, zakopanej w groblę a zamykanej zasuwą.

Rowki zlewne umieszczone poniżej stoków równolegle do rowków rozlewnych, służą do zbierania zużytej wody i do odprowadzania jej do rowów odpływowych; wymiary ich odpowiadają rozmiarom rowków rozlewnych, odwrotnie tylko na początku swym są najwęższe, a ku końcowi coraz szersze 4—6″ 8—10″, głębokość 4—6″, na sążeń długości otrzymują $^1/_4$″ spadku.

Rowy odpływowe służą do przyjmowania i uprowadzania wody z rowków zlewnych, dla tego należy je prowadzić najniższemi miejscami łąki; są one zawsze zagłębione w ziemię, a prowadzi się je o ile można prosto. Ażeby mogły odprowadzać i wodę podziemną, należy je zagłębiać niekiedy więcej niż szerokość dna ich wynosi; wymiary ich odpowiadają wymiarom rowów wodę doprowadzających, z tą różnicą że w miarę przebiegu coraz bardziej przybierają na objętości w stosunku zwiększającej się ilości wody. Dbać należy aby nie były za szczupłe, aby mogły szybko wodę zużytą odprowadzać. Spadek zależy od miejscowości, gdzie tylko można powinien być 2—3 razy tak wielki jak spadek rowów doprowadzających. Przedewszystkiem starać się należy aby w rowach odprowadzających nie mogło mieć miejsca nigdy tyle szkodliwe wsteczne podnoszenie się poziomu wody, które następuje gdy dla jakich bądź powodów poziom wody w głównym rowie osuszającym, lub strumieniu do którego tenże dochodzi zbyt się podniesie, wtedy woda w całym systemacie porusza się w kierunku odwrotnym, stopniowo podnosi się poziom wody w rowie odpływowym głównym, w rowach osuszających drugorzędnych, nakoniec w rowkach zlewnych, a skutkiem tego wszelki odpływ wód powierzchownych jest zatamowanym; rowki drobne mogą utracić regularność form, zostać zaszorowa-

nemi ziemią i t. p., a nawet szkodliwe zabagnienie łąki może częściowo wystąpić.

Dla ułatwienia utrzymania właściwej szerokości i głębokości rowów, przy ich corocznem czyszczeniu dobrze jest co 100 lub 150 kroków pozakopywać kamienne lub dębowe progi, jako znaki wskazujące szerokość i właściwy poziom, jaki w danym punkcie rów mieć powinien.

Równanie powierzchni. Zakres i sposoby wyrównywania powierzchni łąk, różnią się zależnie od tego czy urządzamy łąki według systematów sztucznych czy naturalnych. W pierwszym wypadku jesteśmy zmuszeni całą powierzchnię łąkową ukształtować w ściśle określone formy geometryczne, w drugim zaś potrzebujemy starać się tylko o to, aby koszenie trawy nie doznawało nadmiernych przeszkód, aby zbyteczna woda mogła być w sposób właściwy usuniętą, a nawodniająca o ile można w danych warunkach wyzyskaną. Ile ziemi z jednego miejsca ująć, a na drugie przenieść wypadnie, powinien wskazać ściśle przeprowadzony rachunek. Ponieważ przemieszczanie ziemi należy do robót kosztownych, powinno być zawsze poprzedzone dokładnem wyliczeniem ile kubików i na jaką odległość przewieźć będzie potrzeba, aby oszacować można było czy koszt odpowie oczekiwanym zyskom; wprawdzie zastosowanie przenośnych kolejek znacznie prace tego rodzaju ułatwia, jednak i one pociągają za sobą dość znaczne koszty. Przy plantowaniu wyniosłości należy uwzględniać ten warunek jako *najważniejszy*, aby warstwa rodzajna gruntu była *szanowaną* i *zachowaną*, gdyż warstwa gruntu która leżała na wierzchu (czy tworzy ona darń czy nie) jest zwykle do tyla zwietrzałą, że delikatne korzonki roślin tak znacznie rozłożone materye pożywne w niej znajdują, że je zaraz assymilować mogą. Jeśli zaś nasypiemy na wierzch ziemi pochodzącej z głębokich warstw gruntu czyli t. zw. martwicy, to pomimo częstego nawodniania a nawet nawożenia, nie będziemy w stanie otrzymać należytego rozrostu traw.

Gdzie z wyniosłości koniecznie potrzeba zebrać ziemię, tam należy co najmniej darninę i nieco pod nią bezpośrednio znajdującej się ziemi złożyć na boku, aby nią potem znów pokryć po wierzchu obnażone przy plantowaniu podłoże. Przy nawodnianiach prostych potrzeba o ile możności terren naturalny jak najmniej zmieniać (gdyż koszty mogą się nie wrócić). O wiele np. właściwiej będzie znajdującą się na łące górkę zupełnie z uprawy łąkowej wyłączyć (z przeznaczeniem na miejsce do ustawiania stogów lub na zagajenie), pozostawiając ją nietykaną, niż wydać wiele pieniędzy aby jałową z niej ziemią psuć inne miejsca łąki. W dwóch jednak wypadkach takie górki są bardzo użyteczne 1) jeśli w pobliżu znajdują się zabagnione doły które zapełnić koniecznie potrzeba lub 2) gdy potrzebujemy ziemnego pokrycia dla urządzenia racyonalnej kultury przyległych murszów.

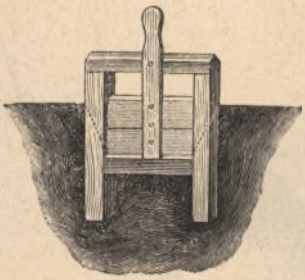
Na łąkach torfiastych wyrównanie ma szczególną ważność, gdyż możność dobrego rozrostu traw zależy tu w wysokim stopniu od tego by stan wody zaskórnej w całej masie łąki był wszędzie równy, aby woda zaskórna nie zastawała się w pojedyńczych miejscach; aby tego zła uniknąć, staranne równanie jest koniecznem; nie znaczy to jednak aby cała powierzchnia łąki musiała mieć jeden poziom, lecz tylko to, aby w każdem miejscu łąki woda zaskórna znajdowała się w równej od powierzchni łąki odległości; aby więc każde miejsce wznosiło się odpowiednio po nad horyzont wody zaskórnej. Pod tym względem najwięcej trudności przedstawiają łąki, na których poprzednio torf kopano, pozostawiając liczne nieregularne zagłębienia.

Gdy cała powierzchnia łąki składa się naprzemian ze wzgórków i zaklęsłości, a koniecznie chcemy na tej właśnie powierzchni dobrą łąkę wytworzyć, to wypadnie przedsięwziąć całkowite zrównanie powierzchni. Plantowanie idzie w ten sposób, że zdejmowanie ziemi w jednem miejscu z nasypywaniem w drugiem razem się odbywa; gdzie nasypy są znaczne, tam ziemię utłaczać należy, przejeżdżając po niej, inaczej bowiem wskutek zleżenia się ziemi powstać by mogły wklęsłości, w których by się woda zbierała i kwaśne trawy rosły. Po wyrównaniu układa się darń, ubija stęporem i posypuje jednostajnie trochą dobrej miałkiej ziemi, przez co wzrost traw się pobudza, a małe przerwy między kawałkami darni wypełniają. Małe wklęsłości na łąkach można wyrównać, nawożąc corocznie zimą 2—3 calami dobrej ziemi. Na wiosnę trawa przez tę warstwę porasta a dobra ziemia gnoi niejako łąkę.

Upusty i zastawy. Przy urządzaniu nawodnień potrzebnemi są mniejsze lub większe upusty i zastawy do podnoszenia, regulowania lub powstrzymywania przepływu wody w licznych rowach i rowkach. Można

je budować z drzewa lub kamieni opornych na działanie mrozu.

Fig. 41.



Następujące rysunki wyjaśniają konstrukcye najprostszych tego rodzaju urządzeń;

Fig. 42 .

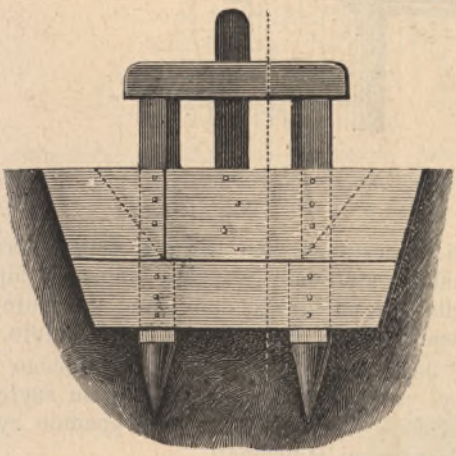
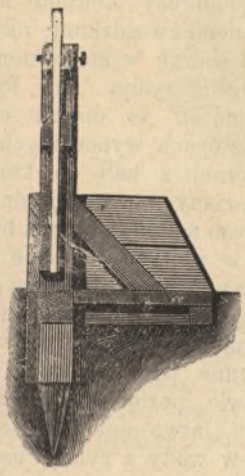
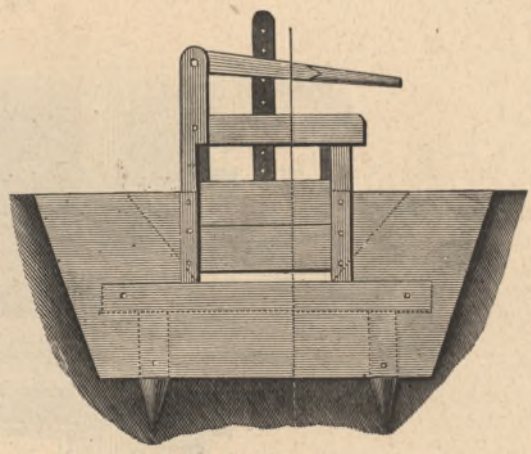


Fig. 42 *b*.



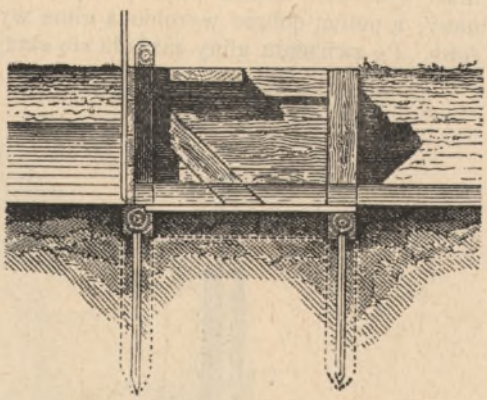
plany budowli więcej skomplikowanych można znaleść w specyalnych wydawnictwach (fig. 41, 42 *a*, *b*, 43 *a*, *b*, *c* i 44).

Fig. 43 *a*.



Śluzy lub *przepusty* skrzynkowe są używane do wypuszczania wody ze zbiorników lub gdy potrzeba wodę jednego rowu prze-

Fig. 43 *b*.

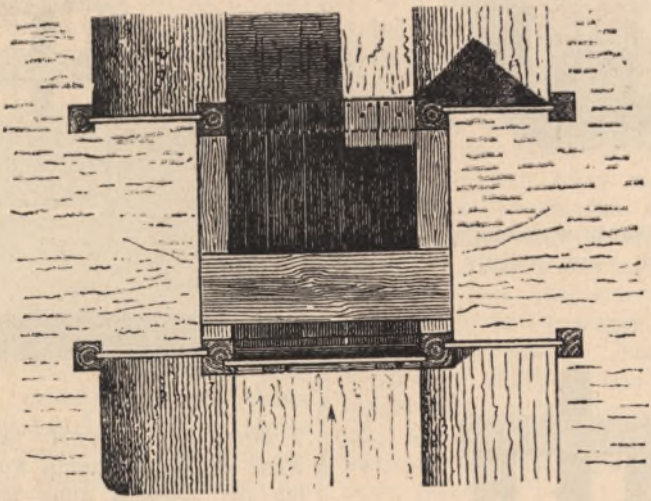


prowadzić pod innym rowem lub pod groblą (fig. 45) lub wstrzymać wodę w górze przybierającą od wdarcia się do rowu.

Śluzy skrzynkowe mające po 1½′ w kwadrat, robi się z mocnych bali. Bal tworzący dno wystaje na kilka cali, urzyna się go do połowy i zbiera dłutem, aby dać desce zastawowej stały punkt oparcia. Zastawa ściśle przystająca porusza się w jarzmie w górę i na dół za pomocą drąga, (fig. 46).

Jeśli skrzynka ma być $1^1/_2'$ wysoką a kilka stóp szeroką, to dno i wierzch robią się z bali poprzecznie układanych. Przed założeniem skrzynki, grunt pod nią dobrej ziemi łąkowej, byle starannie robotę wykonać. Przy niedbałem założeniu i umocowaniu skrzyni, woda łatwo może sobie przebić nową drogę poniżej lub obok skrzyn-

Fig. 43 *c*.



musi być o ile można wzmocniony i zrównany, a potem dobrze wyrobioną gliną wyłożony. Po zwilżeniu gliny zakłada się skrzyn-

Fig. 43 *d*.



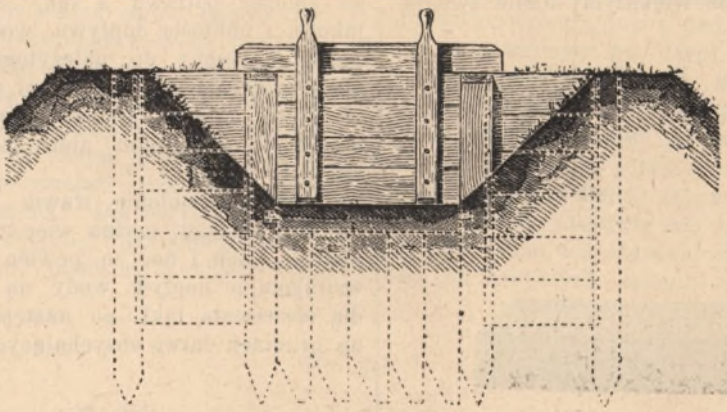
kę na środek dna i wgniata w glinę jaknajsilniej przez wejście na nią robotników. Zamiast gliny użyć można torfu lub nawet ki, przestrzeń więc wzdłuż ścian skrzyni należy starannie wypełnić mocno ubijaną gliną aż po brzegi; na glinę nasypuje się dobrej ziemi, brzegi starannie darniuje.

Jeśli woda rowu doprowadzającego ma być przeprowadzoną ponad rowem zagłębionym w ziemię to użyć wypadnie rynny drewnianej (aquaduct).

Małe rynny szerokie na 1—2′ i równie wysokie zbijają się poprostu z dwóch bali bocznych, pomiędzy któremi umocowywa się dno mocnemi gwoździami; rozpory utrzymują ściany boczne w stosownem położeniu fig. 47. Jeśli rynna ma być szerszą i wyższą nad 2′ to otacza się ją zewnątrz w odstępach wynoszących około stóp czterech zworami z bali do których przybijają się ściany boczne i dno fig. 48. Rynna dłuższa nad 5 m. musi być wspartą na jarzmie z wbitych pali lub zawieszona na wsporach unoszących (hengewerk) fig. 49. Rynnom daje się głębokość i szerokość równą średniemu profilowi rowu, którego wodę ma rynna przeprowadzać, a zakłada się je prawie poziomo—bo przy silniejszym spadku łatwo dno lub ściany rowu przez wypływ wody z rynny uszkodzonemi być by mogły; rynna wchodzi na kilka stóp

w rów z obu stron, a dno rowu na kilkanaście kroków wykłada się darniną; połączenie zaś rynny ze ścianami rowu uszczelnia się gliną.

Fig. 44.

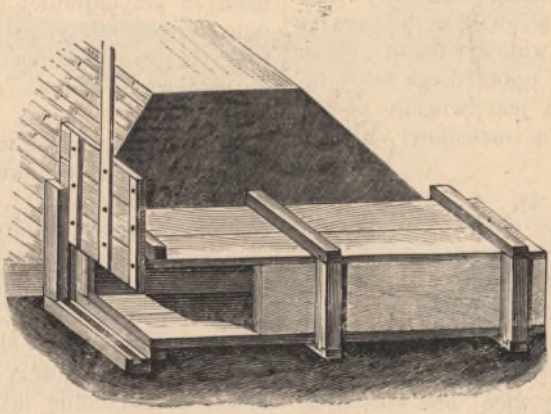


Prawidła nawodnień.

Stosownie do klimatu, położenia, jakości i ilości wody, właściwości gruntu podłącznego i t. p. okoliczności, w różny sposób i w różnych terminach łąki nawodniać trzeba; wobec więc niepodobieństwa ułożenia recepty stosować się mogącej do wszelkich okoliczności, poprzestać musimy na podaniu ogólnych wskazówek przy pomocy których możnaby na zasadzie bacznej obserwacyi i miejscowego doświadczenia w każdym poszczególnym wypadku wyrobić własne reguły postępowania, wskazujące jak otrzymać z danych łąk obfite zbiory na pewno.

Prawidłowo urządzone i dobrze przeprowadzone nawodniania jakkolwiek niekiedy wolno, wiodą jednak stanowczo do znacznego podniesienia urodzajności łąk, wymagają wszakże niemało przezorności i zastanowienia, gdyż nieoględne użycie wody spowodować może zamulenie trawy lub pogorszenie flory łąkowej w skutek nadmiernego przesycenia gruntu wilgocią.

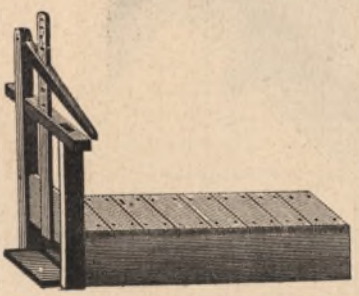
Fig. 45.



Lepiej zebrać nieco mniej, lecz dobrego gatunku i nie nadmulonego siana, niż wy-

stawiać się na niebezpieczeństwo otrzymania wprawdzie obfitej, lecz mało pożywnej, a nawet wprost w skutek zamulenia szkodliwej paszy. Na przewagę pewnych gatunków traw rosnących na łące, obok wpływu natury gruntów i natury wody, przeważny wpływ wywiera utrzymywanie łąki w mniejszym lub większym stanie zwilgotnienia. Pomiędzy bowiem licznemi gatunkami roślin rosnących na łące, te się rozkrzewiają i biorą przewagę, którym stopień wilgotności łąki najwięcej sprzyja. Lepszym gatunkom traw sprzyjają w ogóle suchsze grunty; mokre rodzą gatunki złe i niepożywne.

Fig. 46.



Ztąd wypływa ważność dokładnego osuszania łąk nawodnianych i potrzeba uniknięcia zbyt długotrwałego utrzymywania ich w wysokim stopniu zwilgocenia sprzyjającego głównie rozwojowi roślin złych przymiotów. Przeciąg czasu przez który łąka pozostaje pod wodą jest właśnie chwilą najbardziej sprzyjającą rozwojowi lichych

Fig. 47.

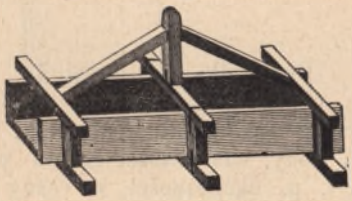


traw, nie powinien się więc bez słusznych powodów po nad miarę przeciągać. Dobrze prowadzone nawodnienie powinno wytwarzać jednostajny przepływ wody na całej powierzchni łąki. Woda stojąca na powierzchni nad rowkami zlewnemi lub rowami odprowadzającemi szkodzi roślinności, osadzając na niej kożuch pod którym trawa niszczeje.

Nawodniania podzielić można na jesienne, wiosenne i letnie. Nawodnienia jesienne w naszym klimacie trwają zwykle od połowy Września przez Październik i połowę Listopada; jest to czas najwłaściwszy do silnych mulących nawodnień. Udane nawodnienie jesienne jest główną podstawą obfitego zbioru siana w roku następnym. Nawodnianie jesienne należy rozpoczynać po zbiorze potrawu z łąk. Stosownie do jakości i obfitości dopływu wody przeciąg czasu potrzebny do należytego nasycenia łąki materyami użyzniającemi wynosić może 4—6 tygodni, niekiedy wystarcza już nawet 2—3 tygodni nieustannych nawodnień.

Jesienią zamulenie trawie nie szkodzi owszem pomaga, można więc śmiało nawodniać i dzień i noc co pewien czas, tylko wstrzymując dopływ wody na dzień jeden dla obsuszenia łąki—co następować winno na gruntach łatwo obsychających i ciepłych

Fig. 48.



co jakie 6 do 8 dni; na gruntach zaś gliniastych przynajmniej co dni 3—4 dokładnie osuszać należy, gdyż skłonnemi są one przy ciągłej wilgotności i małym spadku do wydawania turzyc, mchów i roślin bagnistych.

Grunty piaszczyste przepuszczalne można dłużej bez przerwy nawodniać, torfiaste należy nawodniać krócej, gdyż łatwo je przewodnić, a wtedy rośliny mało pożywne na nich się rozkrzewią; w późniejszej zwłaszcza jesieni nie powinno się gruntów torfiastych silnie nawodniać, aby nie pozostały zanadto mokremi na zimę, gdyż w takim razie mróz z łatwością uszkodziłby i poprzerywał powierzchnię łąki.

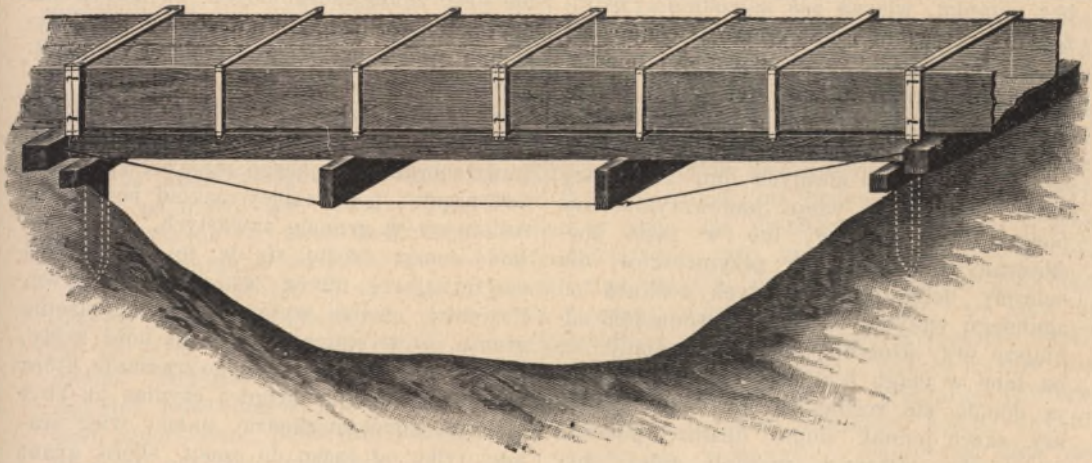
Jeśli ilość wody nie wystarcza do zalania na raz całej powierzchni łąkowej, to się prowadzi nawodnienie oddziałami, puszczając wodę co dni parę naprzemian na każdy oddział łąki tak, aby przed nastaniem zimy wszystkie oddziały możebnie jednakowo użyznić.

W miarę zbliżania się zimy coraz większą ostrożność zachować należy robiąc przerwy w nawodnianiach coraz częstsz

i dłuższe np. przerwy 2—3 dniowe powtarzane, po każdem 2—3 dniowem zalaniu, aby łąka dokładnie obeschnąć mogła przed nastaniem silnych mrozów.

Słabe przymrozki i zadymki śniegowe nie powstrzymują nawodnień (wtedy to właśnie należy silnie nawodniać) zanim jednak mrozy nastąpią, należy dopływ wody powstrzymać, gdy bowiem silny mróz zastanie łąkę mokrą, to zmieniając nagle w lód wodę nasycającą grunt łąkowy rozrywa delikatne korzonki roślin, a psując jednocześnie rowy i stoki wyrównane, spowodować może znaczne uszkodzenia. Dla tego najbezpieczniej osuszyć łąkę przed nastaniem mrozów i tak ją na zimę pozostawić. Tam tylko owszem przezimowawszy pod osłoną wody i lodu roślinność na wiosnę mogłaby się ocknąć wcześniej, bo jak wiadomo, woda pod lodem ma temperaturę wyższą od temperatury powietrza zimowego i tę temperaturę w gruncie by zachowała—jeśliby jednak woda wsiąkła lub z pod lodu spłynęła, to lód osiadając na darni spowodować by mógł wytworzenie się na łące wielu miejsc pustych. Z powyższego widać, że ochronne działanie wody podczas zimy stosować by się mogło jedynie do łąk urządzonych wedle systemu zalewowego, gdzie woda w grubej warstwie nie łatwo do dna wymarza. Tem też objaśnić można spotykanie na zwykłych łąkach wcześniejszej

Fig. 49.



gdzie darń jest zła, zwłaszcza zaś gdzie rosną w obfitości mchy, wrzosy i t. p. chwasty, można napuścić wody w zimie tak aby zamarzła, gdyż rośliny te giną pod pokrywą lodową.

Gdyby dość silny mróz niespodzianie zaskoczył łąki w czasie nawodniania, a ze względu na porę możnaby się jeszcze spodziewać powrotu dni łagodniejszych, to możnaby na nieco zmarzniętą już łąkę, napuścić jeszcze więcej wody wstrzymując się z osuszeniem do powrotu łagodniejszej pory—w ten sposób łąkę się odmrozi.

Gdybyśmy mogli być *pewni*, że woda na łąki wprowadzona przez całą zimę utrzyma się stale pod lodem, to zalewania łąk na zimę nie możnaby poczytywać za błąd, gdyż pokrycie się powierzchni wody powłoką lodową nie może roślinom szkodzić i bujniejszej roślinności w miejscach, gdzie woda w dołkach przez zimę stała.

Na wiosnę z rozpoczęciem nawodnień należy być ostrożnym, gdyż często się wtedy zdarza, że woda jest zimniejszą od powietrza, zimna zaś woda rozwój wegetacyi opóźnia. Skoro pod wpływem ciepłych wiatrów śnieg szybko stajał, pozwala się pierwszej wodzie jako bardzo zimnej odpłynąć, czekając z rozpoczęciem nawodnień dopóki się woda dostatecznie nie ogrzeje. Zanim się przystąpi do silniejszych nawodnień wiosennych starać się należy oddalić zamróz z gruntu, potem łąkę osuszyć i ogrzać chroniąc przed nocnemi przymrozkami. Skoro zachodzi obawa nocnych przymrozków należy napuścić wodę wieczorem a po wschodzie słońca wodę usunąć; jeśli jednak niespodziany przymrozek zmroził

trawę, to należy jaknajwcześniej z rana napuścić wody, aby zamróz 'z łąki zwolna wyciągnęła, chroniąc rośliny od zbyt szybkiego rozmarzania pod wpływem jasnego wiosennego słońca, gdyż zbyt szybkie rozmarzanie bardzo jest dla roślin szkodliwem.

Łąka zmarznięta a częściowo przy nawodnianiu odtajała łatwo ulega przerywaniu i niszczeniu przez wodę powierzchni. Lubo w Marcu dają się niektóre łąki w wyjątkowych latach nawodniać, to jednak stałe nawodnienia zwykle dopiero w kwietniu się rozpoczynają. Główny cel nawodnień jesiennych stanowi użyznienie gruntu—celem nawodnień wiosennych jest ogrzanie ziemi dla przyśpieszenia wegetacyi i osłona młodych roślinek od szkodliwych wpływów zbyt nizkiej temperatury. Jesienią więc puszczamy wodę na łąki prawie bez ustanku, wiosną zaś nawodniamy ostrożnie z przerwami i na krótko, stosując się do każdorazowego stanu pogody i ciepła. Podczas słonecznych ciepłych dni nie nawodniamy wcale, nawodniamy zaś głównie, gdy powietrze jest chłodne, podczas posępnych zimnych lub słotnych dni, gdy ostry wiatr bez ustanku wieje, nadewszystko zaś podczas zimnych nocy lub w razie spodziewanych silniejszych przymrozków, dla ochrony delikatnych młodych roślinek od zgubnego wpływu mrozu. Nawodniania silniejsze przy których wodę przetrzymuje się na łące w ciągu 3 a nawet i 4 dni, trwają dopóki się roślinność na dobre nie ruszy, skoro jednak ciepłe deszcze pobudzą trawy do szybszego rozwoju należy być z nawodnianiem bardzo ostrożnym, gdyż zbytek wilgoci mógłby wzrost roślin hamować tem bardziej, że zalanie roślin wegetujących wodą ciepłą już po upływie dni kilku rośliny zniszczyć może;—woda zimna wprowadza rośliny w stan odrętwienia, powstrzymuje wegetacyę lecz jej nie niszczy. Skoro trawa nieco podrośnie, strzedz ją należy od zamulenia bardzo szkodliwego dla zdrowia wszelkich zwierząt domowych szczególniej zaś przeżuwających. W czasie suchym nawodnia się co 3 lub 4 dni przez 24 godzin, najczęściej jedaak nawodnia się tylko na noc a rano wodę spuszcza. Nawodnienie późniejsze powinno być słabem a woda jaknajcieńszą warstwą przepływać, przyczem wystrzegać się należy użycia wody bardzo mętnej szlamistej bo szlam, zwłaszcza zawierający wiele gliniastych cząstek, osiadając na gruncie pokrywa go warstewką błonkowatą, przez którą młodym roślinkom przedostać się trudno.

W Maju, skoro roślinność znacznie już podrosła, tem większą ostrożność zachować należy, aby roślin nie zamulić. Jeśli grunt potrzebuje odwilżenia, to można wypełnić rowki o tyle jednak tylko, aby woda podsiąkała nie przelewając się po stokach, i tak długo ją w rowkach utrzymywać aż łąka dostatecznie odwilgnie. Trawy na łąkach zbyt długo i obficie nawodnianych, znacznie tracą na pożywności, wcześnie żółkną od spodu, a grunt zbytecznie namięka. Na 8—10 dni przed kosowicą zaprzestaje się nawodniań zupełnie, aby grunt mógł należycie obeschnąć i koła wozów przy zwózce nie wrzynały się głęboko.

Tylko wieczorem w przeddzień rozpoczęcia koszenia, można z lekka zrosić łąkę wodą aby trawa nieco odmiękła i łatwiej ciąć się dała. Na łąkach jednak nowych, nie dość silnie zadarnionych, zwłaszcza zaś na łąkach torfiastych, należy już na 2 tygodnie przed sprzętem wszelkiego nawodniania zaniechać.

Nawodniania *letnie* po zebraniu siana dokonywane ważny wpływ wywierają na ilość potrawu zebrać się mającego; mają cel wyłącznie zwilżający i pobudzający rozkład pokarmów roślinnych w gruncie zawartych, co z powodu suszy, często się w tej porze roku przytrafiającej nieraz wstrzymanem bywa. Ponieważ chodzi wyłącznie o odwilżenie gruntu, to wystarcza niewielka ilość wody, nie potrzeba długiego i silnego zraszania, które mogłoby oziębiając grunt i czyniąc go zbyt mokrym nawet zaszkodzić, należy więc zraszać tylko od czasu do czasu, skoro grunt jest za suchy; zależy to w każdym razie od stanu pogody; w razie częstych deszczów nie nawodnia się wcale, w razie zaś suszy troskliwie zapobiegać należy zbytniemu wyschnięciu gruntu, tak bardzo szkodliwemu dla roślin łąkom nawodnianym właściwych (szczególniej w pierwszej fazie ich wzrostu), przez częste choć lekkie zraszanie nocne lub wypełnienie rowków nawodniających, niedopuszczając jednak do zalania roślin wodą.

Po zebraniu siana czyli po upływie jakich 8—10 dni od kosowicy, puszcza się wodę przez 3—8 nocy, a nawet w czasie pochmurnym i w dzień; po dokładnem nasiąknięciu łąki odwilża się ją następnie w miarę potrzeby co 3 lub 5 nocy lub nawet jeszcze rzadziej. W ten sposób postępować należy po każdym pokosie, jeśli rozumie się łąka wydaje ich kilka w ciągu lata.

Wyżej podane wskazówki co do pory i przeciągu czasu nawodnień, mogą być

uważane tylko jako zbliżone do rzeczywistości, zmiennej podług różnicy potrzeb miejscowych i rozmaitych wpływów lat, często do siebie zgoła nie podobnych. Umiejętne kierowanie nawodnieniami przyczynia się niemało do wytępienia szkodników zwierzęcych i roślinnych. Silne nawodniania z następującem po nich silnem osuszaniem, wszelkie mchy na powierzchni łąk wyniszczają. Są mchy rosnące na suchych miejscach, są też i takie, które potrzebują wiele wilgoci; przez powyżej przytoczone postępowanie w dostatecznych rozmiarach zastosowane, oba te rodzaje można wygubić doszczętnie, wskutek czego o wiele bujniejsze trawy się puszczą. Jeśli się mchy znajdą na powierzchni dobrze urządzonych łąk nawodnianych, pochodzić to będzie albo z braku starania o wyniszczenie mchu, albo z nieznajomości użycia tego sposobu, lub też nakoniec z niemożności dostatecznego spotęgowania siły nawodniań i osiągnięcia po nich niemniej silnego osuszenia.

Jeśli woda do nawodniań używana jest dostatecznie żyzną i obfitą, to czyni zbytecznem wszelkie inne nawożenie łąk. Jeśli woda uboga lub jej skąpo, to może zajść potrzeba dodatkowego użyzniania łąk, ku czemu najwięcej się nadaje użycie nawozów zasobnych w kwas fosforowy i potas w formie mączki z żuzli Thomasa i kainitu.

W Westfalii od lat 20 używają z bardzo dobrym skutkiem superfosfatu, przeznaczając po 10 *kg.* kwasu fosforowego na morg pruski. Superfosfat rozsypują w Kwietniu; wskutek nawodniania *) w połączeniu z użyciem superfosfatu, plony tam dosięgają 70—80 cent. z morga pruskiego.

Utrzymanie łąk nawodnianych w porządku. Staranne pielęgnowanie i utrzymywanie w należytym porządku łąk irrygowanych, jest niesłychanie ważnem dla trwałości, prawidłowego funkcyonowania i opłacania się urządzeń nawodniających. Złe urządzenie, złe utrzymanie i błędne prowadzenie nawodniań, wydają zbiory co do wartości pożywnej na równi ze ściołką będące. Kto mniema że urządziwszy jednorazowym nakładem łąki pod nawodnianie, nie potrzebuje się o nie już więcej troszczyć, w grubym jest błędzie, gdyż łąki nawodniane wymagają nieustannej pieczy, bacznego dozoru i szczerego zajęcia się niemi, inaczej całe urządzenie rychło się psuje, wyłożony kapitał przepada, a stan łąk staje się nawet gorszym niż był przed zmeliorowaniem.

Staranne utrzymanie łąk w dobrym stanie, umiejętne i roztropne użycie wody, są niezbędnemi warunkami pomyślnych rezultatów z nawodniania. Wiele doskonale urządzonych irrygacyj z tego tylko powodu uległo zupełnemu zniszczeniu, że zaniedbano *stałego* utrzymania ich w porządku. Pierwszym a nieodzownym warunkiem dobrego pielęgnowania łąk, jest staranne oczyszczanie wszelkich rowów i rowków w ciągu *całego roku*; trzeba ciągle pilnować, aby się nigdzie nie wytwarzały zatkania, albowiem każda przeszkoda w odpływie powoduje stagnacyę wody w całym systemie odpływowym, co wywołać może szkodliwe zabagnienie się całych kawałków łąki. Przy zaniedbaniu oczyszczania dopływów, woda występuje w niewłaściwych miejscach, wyrywając dziury w jednych miejscach łąki, a inne zanosząc ziemią. Jeśli zaniedbać małe a często się zdarzające uszkodzenia i nie wykonać potrzebnych naprawek natychmiast, to rychło stąd powstaną takie uszkodzenia, których usunięcie wymagać już będzie dużych reparacyj, w razie zaś dalszego zaniedbania i tych ostatnich, całe urządzenie rujnuje się do tego stopnia, że już po pewnym przeciągu czasu trudno będzie poznać, że łąka ta była meliorowaną. Przy czyszczeniu wszelkich tak małych jako i dużych rowów, na łąkach urządzonych w regularne powierzchnie, głównem prawidłem będzie aby nigdy nie wykonywać roboty *od oka* ale zawsze *podług sznura*, gdyż inaczej prosty kierunek rowów znika, następnie aby tylko tyle ziemi ze ścian bocznych zbierać i o tyle dno pogłębiać, o ile potrzeba aby przywrócić rowom ich kształt i wymiar pierwotny; dalej przy czyszczeniu choćby najmniejszych rowków, należy tak składać wyrzucaną ziemię, aby nie mogła być przez deszcze napowrót do rowu spłókaną; najwłaściwiej składać ją odrazu w kupki większe w takich miejscach, skąd łatwo by ją było zabrać i użyć do zapełnienia przytrafiających się na powierzchni łąkowej nierówności.

Wskutek nawodniań grunt łąkowy staje się tak miękkim, szczególniej w pierwszych po zmeliorowaniu latach, że nie tylko koła wozów wyrzynają w nim głębokie koleje, lecz sam zbiór siana wytwarza często nierówności; do wyrównania więc tych dołków

*) Porównaj König. Landwirthschaftliche Zeitung für Westphalen und Lippe. L. Jahrgang № 6.

użytą być może ziemia wyrzucana przy odświeżaniu rowków. Jazy, zastawy, śluzy, groble, upusty, powinny być często oglądane, i w razie potrzeby natychmiast reparowane. Rowki rozlewne i zlewne przynajmniej raz na 3 lata wyrznąć na nowo potrzeba, corocznie zaś wykosić gładko i starannie wyregulować do poziomu, napełniając wodą z kolei i w miarę potrzeby, bądź to ubijając kafarem ręcznym, gdzie brzeg zbyt wysoki, bądź też nakładając kawałkiem darniny lub trochą ziemi, gdzie brzeg jest za niski. Najstosowniejszy czas do tych robót jest po zbiorze potrawu lub na wiosnę w Marcu i Kwietniu, zaraz po rozmarznięciu ziemi.

Myszy nie mogą być na łąkach nawodnianych cierpiane, pasanie zaś bydła musi być bezwarunkowo wzbronionem, nawet na łąkach urządzonych pod zalew.

Na wiosnę przed puszczeniem wody, należy oczyścić łąki starannie, nierówności i koleje wyrównać, śmiecie zgrabić i rowki wyczyścić.

Wtedy to zaczyna się robota dozorcy łąkowego. Bez stałego *dozorcy* łąkowego, chętnego i dostatecznie obznajmionego ze swemi obowiązkami, obejść się przy nawodnianiu, zwłaszcza oddzielnemi częściami, nie można. Mylnem jest mniemanie, że skoro raz już urządzono nawodnianie na gruncie, to samo już ono funkcyonować nadal będzie. Zwłaszcza przy skrapianiu stały dozór jest niezbędnym, gdyż nieustannie baczyć potrzeba, aby z żadnego rowka nie wypływało więcej wody niż przeznaczono, bo to może spowodować brak wody na innej parceli, należy więc przez ciągłe przekładanie zastawek lub kawałków darni dopływ wody na pojedyńcze stoki odpowiednio potrzebie regulować, tu dopływ powiększyć, tam zmniejszyć, tu z rowka usunąć przeszkodę i t. d. Przy zalewie także dopilnować potrzeba momentu, w którym dopływ wody do danej kwatery powstrzymać wypadnie, aby jej nie zabrakło na następną; zbytek wody puszczony na pierwszą, nie wyda lepszego skutku niż ilość przeznaczona normalnie, brak zaś dostatecznej ilości na sąsiedniej kwaterze, niewątpliwą szkodę wyrządzi. Z powyższego widzimy, że nie należy żałować kosztów na utrzymanie stałego dozorcy łąkowego, i zachęcenie tegoż do pilności, gdyż od baczności i znajomości rzeczy dozorcy, rezultat pomyślny nawodniania niewątpliwie w znacznym stopniu zależy.

Opis urządzeń irrygacyjnych w kraju naszym stosowanych.

Dla uzupełnienia teoretycznych wywodów w artykule niniejszym zawartych, oraz wykazania rezultatów, jakie nawodnianie łąk przynosi, przytaczamy poniżej opis niektórych bardziej typowych urządzeń irrygacyjnych częścią poczerpnięty z cennej pracy d-ra T. Kowalskiego (ogłoszonej w „Gaz. Rol." z roku 1880, w Nr. 4 i następnych), pod tytułem „Sprawozdanie ze zwiedzenia niektórych majątków krajowych w interesie kredytu melioracyjnego," częścią zaś zestawiony na zasadzie osobistych badań, przeprowadzonych przez nas w latach 1896 i 97 w dolinach Świdra i Liwca.

Dobra *Maluszyn*. Nawodnianie łąk na folwarkach Krzętów i Rogi urządzone w składy regularne, w połączeniu ze sztucznem przekształceniem całej powierzchni łąkowej, zajmuje przestrzeń 120 morgów. Grunt podłączny bardzo jest tam różnorodny. W bliskości rzeki Pilicy wierzchnicę stanowi 3—5 calowa warstwa drobnego piasku z pewną domieszką ciał organicznych. Poniżej zalega czysty piasek rzeczny, im głębiej tem grubszy; w miarę oddalania się od rzeki, piasek ustępuje miejsca torfowi, zalegającemu warstwami grubości od 2 aż do 10′. Torf płytkowarstwowy jest jednorodny, czarny, mazisty; grubowarstwowy czarny, ciemno czerwony lub rudy. W pośrodku przestrzeni zalega grunt dobry, czarnoziem glinkowaty, na piaszczystem lub glinkowatem podłożu; tylko z tej części łąk zbierano przed melioracyą nieco siana, reszta przestrzeni była nieużytkiem. Na Pilicy pod Maluszynem postawiono przewał podnoszący wodę o stóp kilka i upust szeroki na 24′ 6″ na głównym rowie dopływowym mającym 24′ szerokości a 593½ pręta długości, doprowadzającym wodę na miejsce zużycia.

Woda ciepła, średnio żyzna wzbogaca się odpływami z cukrowni „Silniczka," zasób wody znaczny. Podług obliczeń wykonanych 15 Maja 1857 r., przepływało Pilicą przy średnim stanie wody 6,400 *l*. wody na sekundę. Według zaś pomiarów z dnia 19 Września 1872 r., przepływ przez upust główny w czasie nawodnień wynosił 3700 litrów na sekundę. Ponieważ na raz nawodnia się około 25 morgów, przeto na hektar i sekundę wypada po 268 *l*., na hektar zaś całej przestrzeni 67 *l* na *S*.

Oprócz upustu głównego, zbudowano jeszcze na łące 11 upustów o 2 oknach, 3 upusty podwójne o 2 oknach, 5 większych upu-

stów o jednem oknie i 34 upustów małych. Upusty największe dostarczające wody na całe działy łąk, mają po 5′ szerokości. Jak wyżej wspomniano, nawodnia się na raz około 25 morgów, przyczem woda utrzymuje się przez 3—5 dni, stosownie do natury warstwy podłącznej. Cała powierzchnia uformowaną jest w symetryczne zagony, długie na 150′, szerokie na 24 lub 30′ o spadkach bocznych od 8—12″. Rowy przypływowe idą po krańcach łąki, odpływowe pośrodku. Rowy rozprowadzające mają początkową szerokość 4—5′, końcową 3′, głębokość 1′. System rowów odpływowych dokładnie osusza przestrzenie torfowe, które poprzednio były trzęsawiskami. Powierzchnię zagonów darniowano, w małych tylko rozmiarach stosowano obsiew. Przed wykonaniem melioracyi łąki te zaliczano do klasy V, t. j. do dających 10 cent. lichego siana z morga. Obecnie przedstawia się bujny porost traw szlachetnych, przeważnie puszczają się wykliny, stokłosy, drżączki, niestrawy i t. p. Zbiór siana i potrawu przecięciowo wynosi 50 cent. z morga.

Stara Wieś gub. Warszawska. Przestrzeń nawodniana wynosi 252 *m.*, robotę rozpoczęto w 1869, ukończono w 1871 r. Grunt podłączny $^1/_3$ piaszczysty, $^1/_3$ torfowy, w $^1/_3$ gliniasty. System zagonowy sztuczny. Woda z rzeki Świder jest czysta i tylko na wiosnę unosi obfite namuły; główny więc nacisk położono na nawodnianie wiosenne, stosując kilkodniowe zatopienie dla lepszego wyzyskania namułów, następnie zaś prowadzą zraszanie. Łąki podzielono na 3 oddziały. Woda tak obfita że wiosną całą przestrzeń łąk w ciągu 48 godzin zalać można. Wykonanie robót bardzo staranne ale i kosztowne; sama śluza główna na Świdrze kosztowała około 7000 rubli. Zbiór siana podniósł się z 12 na 47 cent. z morga.

Żdżanne gub. Lubelska pow. Krasnostawski. Łąka mająca 95 m. 300 prętowych, otoczoną jest wzgórkami piaszczystogliniastemi. Wierzchnicę łąki stanowi torf włóknisty czarny lub rudawy, dochodzący w niektórych miejscach do 10′ głębokości. System nawodnień przyjęto mieszany skarpowo-zalewny, obejmujący skarpy wokoło, a zalew taflowy w pośrodku, który z czasem zmienia się stopniowo w zagony, gdyż irrygacya jest tak prowadzona, że woda sama przygotowuje wzniesienie składów czyli zagonów, w części łąki najniższej i zupełnie płaskiej, a to w ten sposób, że do wody doprowadzonej na łąkę narzucają z tuż obok leżących wzgórków szpadlami piasek lub glinkę, pęd wody unosi je i osadza na torfie powłokę która wzbogaca go i poprawia własności fizyczne gruntu torfowego; przytem rowki dopływowe symetrycznie przebiegające po całej płaskiej części łąki, zostają także zamulonemi, a namuł z nich wyrzucany przy peryodycznie powtarzanem czyszczeniu, służy do formowania grzbietów przyszłych zagonów. Zamulenia rozpoczynają się od przestrzeni najbardziej przyległych kanałowi dopływowemu, robią się tylko rowki dopływowe, odpływowe kopią się dopiero wtedy gdy na warstwie torfu wytworzony już został osad ziemisty, zagonom nadają szerokość od 45—60′; spadki mają różne stosownie do wytwarzania ich przez namuły; długość zagonów dowolna. Woda nawodniająca pochodzi ze źródeł bijących z pokładów, ocieplenie zawdzięcza zatrzymywaniu jej przez 48 godzin w 4 zbiornikach, umyślnie w tym celu wykopanych. Na raz dokładnie zrosić można 8 *m.* łąki. Gdzie przez podniesienie wody śluzą, można było puścić wodę i po pochyłości wzgórków, tam dane zostały rowki poziome rozlewne i utworzone w ten sposób naturalne skarpy (tarassy), na suchych przedtem pochyłościach bardzo wydajne. Przedtem łąka była jaknajgorsza, z wielu miejsc siano musiano wynosić na noszach, nie było go więcej jak 12—15 cent. z morga. Już po upływie lat 4, po zmeliorowaniu łąka zmieniła się w dwukośną, miejscami nawet w 3 kośną, a plon średni wzrósł do 40 cent. dobrego siana z morga.

Potoczek gub. Lubelska. Łąki nawodniane w Potoczku przedstawiają cztery przestrzenie odmiennej natury.

1) Rusinówka 27 morgów, grunt torfiasty pokryty warstwą piasku lub gliny, zalegający na niebieskim ile; przed melioracyą była to łąka bagnista w części porosła olszyną. Przyjęto system zraszający naturalny, a rowy wytknięto w ten sposób że działają i nawodniająco i osuszająco zarazem. Woda z rzeczki Sanny miękka, ciepła, często nadzwyczaj mętna, dość żyzna (przepływa przez 7 wiosek) i tak obfita, że cała powierzchnia w ciągu 2 godzin zalaną być może. Wskutek nawodnień nastąpiło przeistoczenie wegetacyi, mchy wyginęły, a dobre trawy puściły się obficie. Zbiory wzrosły z 20 cent. lichego siana, do 50 wybornego. Główne nawodniania trwają przez Październik i Listopad, i wiosną w Marcu, w Kwietniu nocami; jeśli Maj suchy, to tyl-

ko rowy wypełniają się wodą. Latem w tydzień po kosowicy nawodnienia rozpoczynają się i trwają od 2—3 tygodni, stosownie do stanu pogody.

2) Łąka „Szeroka“ 30 morgów przestrzeni, ma powierzchnię falowatą, nieregularną, grunt rędzinny w nizinach bardzo bogaty, na miejscach wyższych ubogi, przechodzący w rodzaj próchnicy torfowej, podłoże złożone z rudawizny żelazistej. Zraszanie odbywa się z pomocą wody z poblizkiej rzeczki, woda jest dobra żyzna, miękka, dostatecznie ciepła. Rowy doprowadzające idą częścią w wykopach, częścią w nasypach. Falowatość gruntu zmusiła do podziału łąki na drobne działki (ogółem jest ich aż 23), które się nawodniają odrazu po 2, 3, lub 4. Woda na każdym oddziale utrzymuje się przez 6—12 godzin, całą zatem łąkę przechodzi się w 3 do 5 dni, w ciągu więc miesiąca każdy oddział 6—9 razy nawodnianym być może, co ze względu na suchość wierzchnicy i przepuszczalność podłoża, bardzo jest użytecznem; wydajność wzrosła z 40 na 60 cent. siana z morga.

3) Łąka „za starą rzeką“ rozległości 18 morgów tworzyła bagnisko zalewane wodami sąsiednich źródlisk. Czarnoziemno gliniasta warstwa wierzchnia spoczywa na nieprzepuszczalnem podłożu. Przedewszystkiem całą przestrzeń osuszono, potem wykarczowano, po części wyrównano i obsiano trawami, poczem dopiero rowy osuszające zaopatrzono śluzami, przez co zamieniły się na nawodniające, a uzupełnione następnie rowkami rozprowadzającemi, wytworzyły system przy pomocy którego łąka zraszaną być może; była przedtem nieużytkiem, obecnie zaś wydaje do 70 cent. dobrego siana.

4) Łąka Grójec (48 morgów) przedstawiała niebezpieczne torfowe trzęsawisko, należało więc ją przedewszystkiem gruntownie osuszyć, co gdy nastąpiło przy pomocy głębokiego rowu głównego, i licznych pobocznych ściągaczy, dopiero wtedy przystąpiono do właściwego nawodniania wodą Sanny. W pierwszym roku woda płynęła przez całą zimę, to wolna, to pod skorupą lodową, wyniszczając mchy i osadzając obfite namuły rzeczne, poczem nastąpiło energiczne bronowanie, ugniatanie powierzchni ciężkim wałem dębowym, obsiew traw i peryodyczne nawodnianie. W miarę postępu namulenia, zbiory znacznie wzrastają.

Śmiłowice pow. Włocławski. Nawodnianie systemem zalewowym, urządzono na przestrzeni 82 morgów, grunt torfowo piaszczysty spoczywający na grubym piasku, położenie nizkie, nadmiar wilgoci z powodu niewystarczającego osuszenia. Łąka dzieli się wałami na 3 kwatery, tenże sam system rowów służy do doprowadzania i do odprowadzania wody. Woda ze stawu żyzna, ciepła, z wiosny mętna. Zbiór siana z 20 podniósł się na 37 cent.

Strzelce pow. Stopnicki. Nawodnienia zalewowe, grunt podłączny przeważnie torfowy, w części torfowo piaszczysty; przedtem było to bagno. Woda z rzeczki Wschodniej przepływającej pod Chmielnikiem jest ciepłą, żyzną, bardzo obfitą; za pomocą kanału i rowów rozdzielających, doprowadza się na łąkę podzieloną grobelkami, na oddziały które kolejno zalewa. Głównie nawodniają wiosną i po pierwszym pokosie; nawodnieniom jesiennym stoją na przeszkodzie służebności. Produkcya siana wzrosła z 18 na 40 cent.

Zagórze, przestrzeń łąk irrygowanych wynosi 23 morgi. System zraszający zużytkowuje wodę z 4 źródeł niezbyt obfitych; dla gromadzenia wody usypano lekkie grobelki, tworząc w ten sposób 4 sadzawki mniej więcej po 25 prętów obszaru mające, głębokie na 3 stopy; sadzawki komunikują się z sobą, wodę wypuszcza się za pomocą stawideł. Zraszanie trwa 5—8 godzin, na dłużej bowiem wody nie starczy, a do napełnienia sadzawek potrzeba dni siedmiu. Grunt gliniasto-piaszczysty zasobny w próchnicę, dla traw zbyt suchy. Woda twarda wapienna niezbyt zimna.

Z wiosny i latem zraszanie prowadzą tylko nocami. Jesienią zaś w każdym czasie o ile tylko jest woda.

Poniższa tablica zawiera zestawienie rezultatów i kosztów powyżej opisanych nawodnień.

W ostatnich latach w dolinie Nadświdrzańskiej urządzono liczne nawodniania w sposób rozmaity; wymienimy niektóre z nich: 1) w dobrach *Kąty* zaprowadzono, pod wyłącznym kierunkiem właściciela, na łąkach wytworzonych z pól sapowatych dobre łąki za pomocą skrapiania dzikiego, urządzonego w sposób bardzo prosty i tani, a pomimo to przynoszący zupełnie zadawalniające rezultaty, 2) w d. *Dębe Wielkie* urządzono łąki systemem zalewowym 3) w d. *Radachówka* skrapianie naturalne systemem skarpowym 4) w d. *Stodzew* zastosowano też skrapianie naturalne 5) w d. *Wola Suffczyńska* nawodnianie zraszające naturalne przz użyciu rowków rozlewnych wężykowatych 6) w d. *Dłużew* nawodnianie skarpowe sztuczne.

	Maluszyn	Stara Wieś	Żdżanne	Potoczek 1) Rusinówk.	Potoczek 2) Łąki Szeroka	Potoczek 3) Za rzeką	Potoczek 4) Grójec	Śmiłowice	Strzelce	Zagórze
Przypada na morg kosztów planu i nadzoru technicznego	21,38	koszty podano ogółem na	1,50	3,50	0,50	0,50	1,50	podano tylko koszt ogólny	podano tylko koszt ogólny	koszt ogólny
„ kopania rowów, kształtowania zagonów	55,72		4,68	7,66	5,50	6,10	21,68			
„ budowy szluz i upustów	7,80		3,60	1,23	3,00	1,15	5,71			
„ karczunku	—		—	1,26	—	16,10	11.94			
„ wzniesienia szop na siano	—		—	4,14	5,00	8,00	0,50			
„ plantowania i obsiewu	—		—	3,90	1,00	4,77	2,95			
„ nawozów	—		—	—	—	—	1,63			
„ nabycia prawa do wody i przeprowadzenia jej przez grunty obce	6,25		—	—	—	—	—			
„ budowy kanału doprowadzającego	7,10		—	—	—	—	—			
„ budowy zbiorników	—		4,80	—	—	—	—			
Ogółem nakład wynosił rs.	98—25	124,52	14,58	22,69	15,00	36,62	45,90	23,00	10,80	26,61
Średni zbiór siana z morga wynosi po melioracyi cent.	50	47	40	50	60	70	25	37	40	38
a że poprzednio był	—	12	15	24	40	---	—	20	18	17
zwyżka więc zbioru wynosi	50	35	25	26	20	70	25	17	22	21
Wartość zwyżki zbioru licząc centnar po 65 kop.	32,50	22,75	16,25	17,40	13,00	45,50	16,25	11,05	14,30	13,65
Koszty coroczne utrzymania łąk w porządku % od nakładu, koszta zwiększonego zbioru siana.	13,67	15,78	8,97	7,13	6,75	8,01	7.14	5,26	2,61	7,86
Zysk czysty	18,83	6,97	8,06	10,27	6.25	37,49	9,11	5,79	11,69	5,79
Wyłożony kapitał w sumie	98,25	124,52	14,58	22,69	15,00	36,62	45,90	23,00	10,80	26,61
Zwraca się w ciągu lat.	6	17	2	3	3	1	5	5	1	5

Ponieważ gospodarstwo w Dłużewie skierowanem jest do produkowania nabiału wysokich przymiotów, na który ma zbyt dogodny i stale zapewniony, potrzebuje więc dużo i doskonałego siana, które miejscowa obora w skutek wysoko rozwiniętej mleczności dobrze opłaca. Z tego więc powodu, uwzględniając zarazem naturę gruntów podłącznych, wybrano system skrapiania jako zdolny wydawać, zwłaszcza na łąkach natury torfowej, siano o wiele lepszych przymiotów niż system zalewowy. Ponieważ zaś łąki miejscowe posiadały na znacznej części przestrzeni spadki bardzo niewielkie, konieczność więc zmusiła do zaprowadzenia uprawy sztucznej. Ostatecznie wybrano system zraszania skarpowego. Główny rów dopływowy, na znacznej części przebiegu ogroblowany, ciągnie się trzy wiorsty; odgałęzia się on od Świdra z lewej strony powyżej przewału, przed wejściem zaś na łąki przejść musi w poprzek rzeki, aby się dostać na brzeg prawy gdzie się znajdują łąki. Przechodzi po nad rzeką za pomocą rynny drewnianej, na zimę rozbieranej niekosztownie lecz mocno zbudowanej (obacz fig. 49); rynna wisi wspierając się od spodu na prętach żelaznych nie tamuje więc przepływu wody w rzece. Przepływ wody w rowie dopływowym wynosi 320 l. na sekundę. Dla zabezpieczenia przyległego pasa łąki od wody przesiąkać mogącej z rowu dopływowego w miejscach gdzie takowy przechodzi w ogroblowaniu, oddzielono go od łąki za pomocą równoległego rowka komunikującego się bezpośrednio z siecią rowów odpływowych. Rów dopływowy dosięgnąwszy łąki dzieli się na 2 główne ramiona z których jedno biegnie równolegle do kierunku rzeki w oddaleniu 6 *m.* od koryta, drugie zaś obejmuje łąkę z przeciwnej strony ciągnąc się wzdłuż granicy pól. Z rowu dopływowego wychodzą 4 drugorzędne rowy doprowadzające wodę do pojedynczych parceli. Do roku 1897 urządzono pod nawodnianie około 40 morgów łąk położonych w zagłębieniu pomiędzy korytem rzeki, (mającej brzegi w skutek osadzania sią namułów podczas wiosennych wylewów dość znacznie podniesione) a polami położonemi na wzgórzach fig. 50). Grunt podłączny stanowią grube pokłady czarnego torfu. Na tej części łąki, która posiadała spadek dostateczny, ułożono regularnie ukształtowane skarpy w kondygnacye dla kilkakrotnie powtarzanego użycia wody. Tego rodzaju układ przedstawiono na fig. 51. Spadek oddzielnych skarp przy szerokości 10 m. wynosi 8 cm., ponieważ zaś zależnie od miejscowego spadku łąki urządzano w jednym tarasie skarp 4—6, spadek więc całego tarasu od rowka rozlewnego do zlewnego wynosi 32—48 *cm.* Pionowe rowki rozprowadzające, które się krzyżują z rowkami rozlewnemi, dawano także co 10 m. jeden od drugiego, wymiary ich są: szerokość 30 *cm.* głębokość 10 *cm.* Rowki rozlewne poziome zwężają się stopniowo, gdyż początkowa szerokość 30 *cm.* schodzi przy końcu rowka do 18 *cm.* ma to wpływać na równiejszy rozlew wody. Długość ich nie powinna przenosić 10 *m.* od skrzyżowania się z rowkiem doprowadzającym; pierwszy rowek rozlewny równolegle idący do rowu doprowadzającego wodę winien mieć brzeg dolny minimum o 10 *cm.* poniżej średniego poziomu wody w rowie doprowadzającym. Rów odpływowy przechodzi środkiem łąki rozszerzając się stopniowo od 20 cm. aż do 3 *m.*; starano się nadać mu możliwie dużą głębokość, zależną w każdym razie od spadku gruntu—drugorzędne rowki odpływowe urządzano też klinowato; szerokość ich wzrasta od 18—40 *cm.* Szczegółowy rozkład rowków rozlewnych wraz z oznaczeniem spadków przedstawia fig. 52. Na pozostałej części łąki, pozbawionej prawie zupełnie spadu, wytworzono spady sztuczne za pomocą ukształtowania dość wyniosłych skarp pojedynczych zaopatrzonych w rowki zlewne (fig. 53) przystosowanych do jednorazowego tylko użycia wody, t. j., że do każdej skarpy dopływa tylko zupełnie świeża woda. Spadek skarp zwróconych ku południowi od rowka rozlewnego do zlewnego wynosi 20 *cm.*, rowki krzyżowe w miarę wzrastającego spadku skarpy przechodzą w coraz wyższem ogroblowaniu; spadek dna rowków krzyżowych wynosi 1 na 1000 długości. Odległość między rowkiem zlewnym a następnym z kolei rozlewnym wynosi 1 metr. Przy formowaniu skarp przedewszystkiem wytykano i doprowadzano do właściwego poziomu rowki rozlewne i zlewne, poczem pasami jak przy regulówce zdejmowano darń i zbierano nadmiar ziemi przewożąc ją w miejsca potrzebujące nasypu. Wysokości nasypów i głębokość wykopów wyznaczono za pomocą krzyżów niwelacyjnych kierując się położeniem rowków poprzednio już wykończonych; po ukończeniu plantowania pokrywano skarpy na nowo darniną. Roboty prowadzono na dniówkę dla większej staranności w wykonaniu robót. Koszta wyniosły około 100 rs. na morgę.

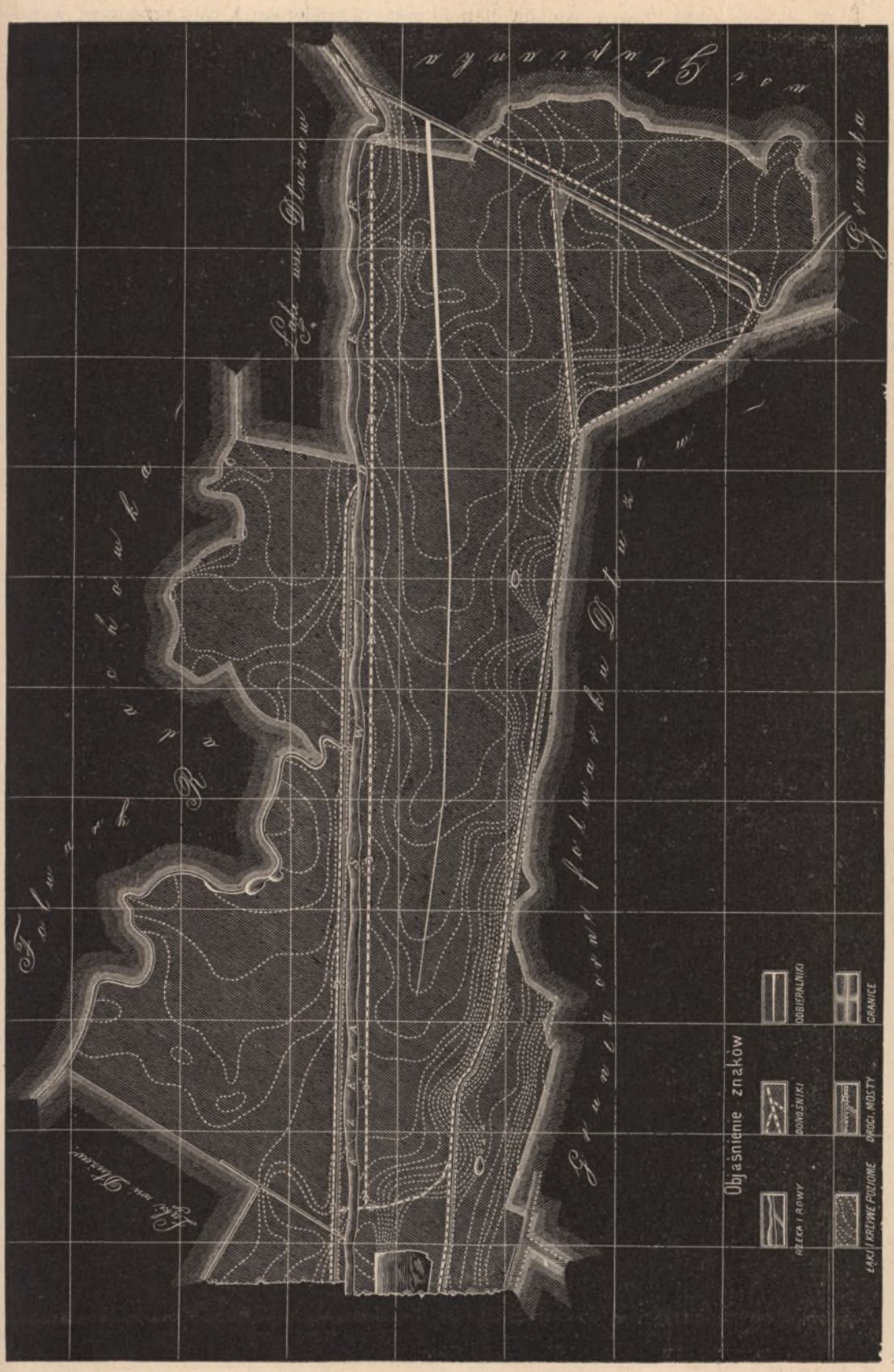

Objaśnienie znaków
ODBIERALNIKI
GRANICE
DROGI. MOSTY
ŁĄKI KRZYWE POZIOME

Fig. 50.

W dolinie rzeki Liwca istnieją liczne urządzenia irrygacyjne odznaczające się nadzwyczajną prostotą i taniością, a pomimo to dające rezultaty ze wszech miar zadawalające, stanowić więc mogą wysoce pouczający przykład jak małym stosunkowo nakładem przy sprzyjających okolicznościach znaczne korzyści osiągnąć można.

W dobrach *Stara wieś* irrygator A. Karge urządził nawodnianie łąk na przestrzeni około 100 m., systemem zraszania naturalnego czerpiąc wodę z jałowego upustu przy młynie.

W d. *Łaplin* inż. Bierkowski zirrygował 90 m. łąk systemem zraszania naturalnego.

W d. *Laski* A. Karge zirrygował około 60 m. także systemem naturalnego zraszania.

W dobrach *Korytnica* nawodnianie urządzono w sposób następujący:

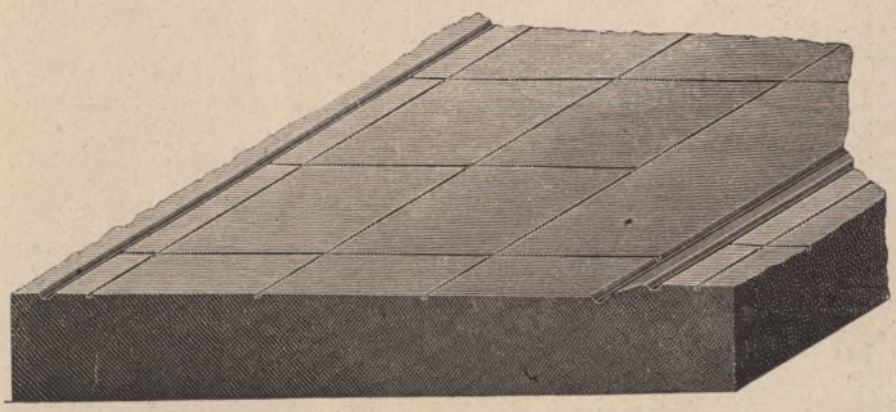
Łąki w Korytnicy mają formę zbliżoną do prostokąta, pośrodku którego rzeka Liwiec przepływa tworząc zakręt w kształcie litery *S*.

Wierzchnica gruba na 6—8″ składająca się z czarnoziemu łąkowego, piasku, mułu gliniastego i szczątków roślinnych, zalega na podłożu z grubego piasku z gniazdami rudy błotnej (żeleźniaka brunatnego). Grunt ten jest w wysokim stopniu przepuszczalny, w skutek czego łąki wysychają do tego stopnia, iż przed zaprowadzeniem nawodniania cała przestrzeń obecnych łąk była prawie zupełnym nieużytkiem, zaledwo w Maju dającym lichy pastewnik, wkrótce jednak pod wpływem suchych wiatrów i zwiększonej operacyi letniego słońca, wegetacya zamierała, a cała przestrzeń wypalona przybierała kolor kasztanowaty. Spadek powierzchni wynosi od 1 do 3 na tysiąc.

Liwiec, którego obydwa brzegi biegną w granicach łąki, toczy dobrą wodę obficie, na wiosnę wylewa i rwie brzegi, przy małej wodzie szerokość rzeki wynosi około 40 sążni, poziom wody wtedy jest o 1½ sążnia poniżej brzegów.

Z powodu dużej przestrzeni łąk, właściciel Korytnicy długo wstrzymywał się z zaprowadzeniem nawodnienia, pomimo że korzyści z niego oddawna uznawał. Dopiero na jesieni 1882 roku zawartą została umowa z irrygatorem p. A. Karge, na zasadzie której irrygator urządził nawodnienie na

Fig. 51.



160 morgach własnym kosztem, pod warunkiem że w ciągu lat 4-ch zbierać będzie siano na swą korzyść ze 120 *m.*, pozostawiając na użytek właściciela 40 morgów nawodnianych; po 4 latach całe urządzenie przejść miało na wyłączną własność dóbr Korytnica bez żadnego innego dla p. Karge wynagrodzenia.

Tamę faszynową (poleską) na rzece wybudował właściciel swym kosztem, a także dał deski potrzebne do budowy małych upuścików i zastawek, oprócz tego przez lat 4 zobowiązał się dać mieszkanie, opał, ogród i pastwisko dla krów irrygatora. Tama kosztowała 650 rs., obecnie służy ona do nawodniania 360 *m.* łąk. P. Karge wydał na kopanie rowów i budowę śluzek 800 rs.; koszta niwelacyi i dozoru własnego liczył po 1 rs. od morga, razem więc

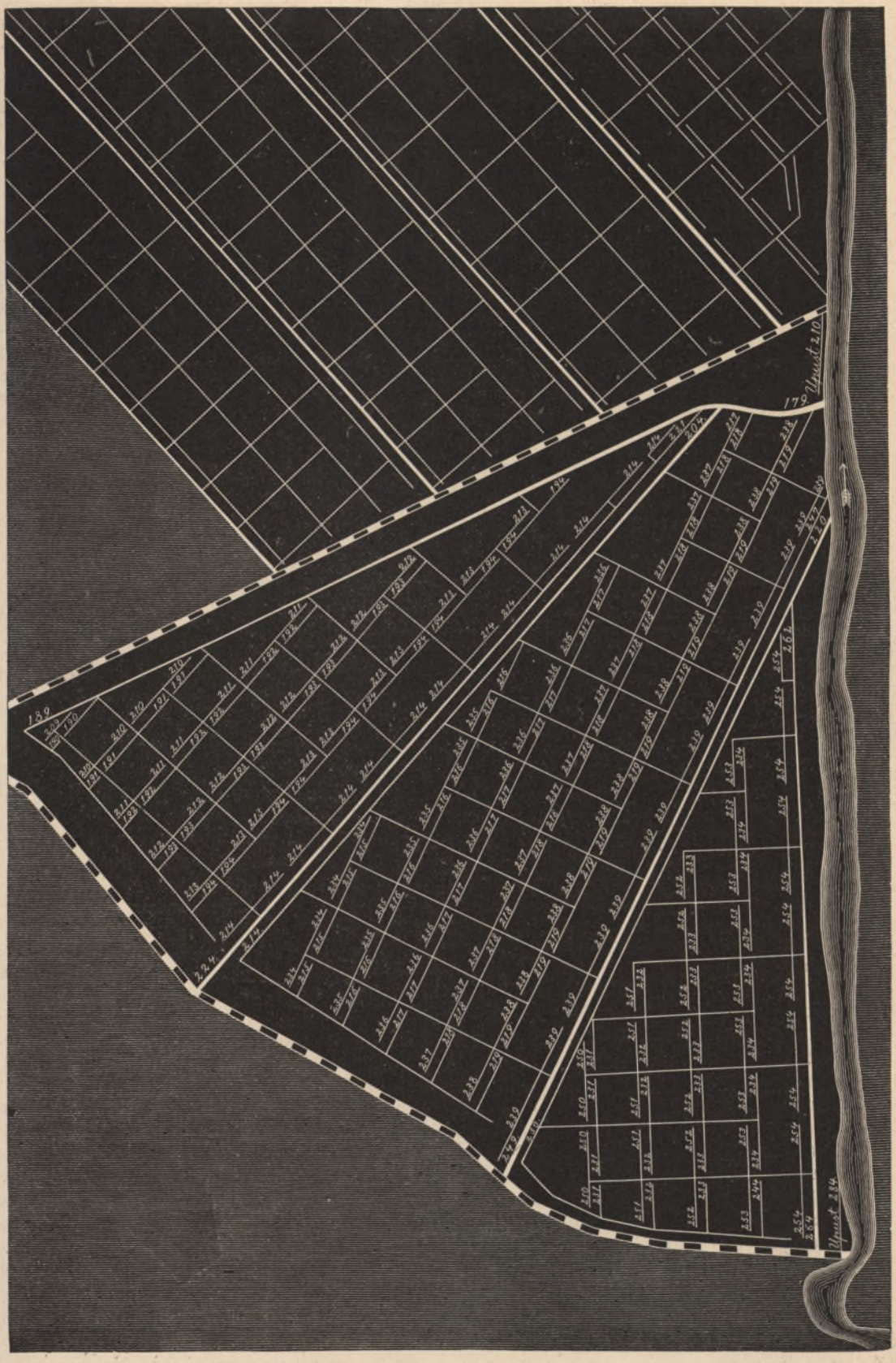


Fig. 52.

wyłożył 960 rs., za co sprzątał siano z 120 morgów przez 4 lata. W latach 1886—1889 po wyekspirowaniu kontraktu z p. K. urządzono irrygacyę na 2 pozostałych kawałkach łąki; plan nawodniania tych oddziałów, niwelacyę i wytknięcie rowów wykonał sam właściciel Korytnicy p. Tymoteusz Łuniewski. Koszty rowów i śluzek wyniosły po rs. 5 kop. 75 na mórg.

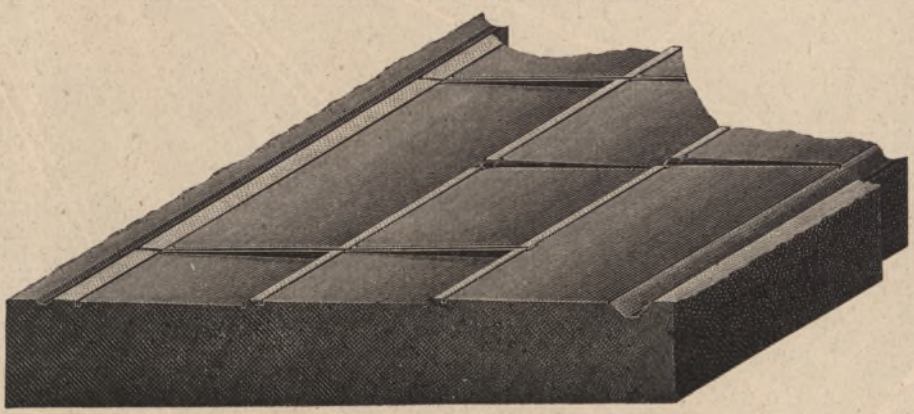
Skutki nawodniania są ogromne; dawne nieużytki lub liche pastewniki zmieniły się na 2 kośne łąki, wydające 30—40 cent. doskonałego siana z morga. W lata ciepłe niektóre kawały łąki koszą się nawet 3 razy. Wogóle mówiąc, nawodniania wydają rezultaty wyższe w lata suche i ciepłe, niż w chłodne i wilgotne. Ogólna przestrzeń łąk irrygowanych wynosi 360 *m.* i podzielona jest na 4 oddziały. Jako system nawodniania przyjęto zraszanie naturalne rowkami poziomemi wężykowatemi. Układ rowków przedstawia figura 54. Główne rowy dopływowe szerokie na $1^1/_2$ sążnia, i boczne szerokie na 2—3′, przeprowadzone są miejscami najwyższemi łąk, to jest idą wierzchołkami naturalnych falistości gruntu; woda z nich wylewa się na łąkę przez małe przekopy (okienka), zrobione w wałach otaczających rowy dopływowe; w rowach są liczne szluzki skrzynkowe, służące do spiętrzania wody dla zmuszenia jej do wylewania się przez okienka.

Tama faszynowa postawiona przy wejściu rzeki w granice łąk ma długości 40 s., szerokości 7 s., wysokości $2^1/_2$ s. i podnosi poziom wody w rzece na $1^1/_4$ s. Na wiosnę po przejściu kry naprawia się tama przez nałożenie faszyny, dla regulowania zaś wody ustawia się na tamie 7 szluzek w formie skrzyń bez wieka zbitych z desek; szerokość szluzki wynosi $1^1/_2$ s., wysokość 0,5 sążnia.

Przestrzeń pomiędzy szluzkami zapełnia się faszyną, darniną i perzem. Na zimę szluzki się zdejmują aby nie utrudniać przejścia kry i wód śniegowych. Coroczny koszt naprawy tamy, szluzek, rowów etc. wynosi około 1 rs. z morga.

Po zawodnieniu oddziału I woda spływa i zbiera się w podłużnem jeziorku, z którego za pomocą rynny drewnianej przechodzi na drugą stronę rzeki, gdzie nawodnia oddział III, z oddziału zaś III woda przechodzi znów w poprzek strumienia za pomocą drugiej rynny i nawodnia oddział IV. Oddział II nawodnia się wodą pochodzącą wprost z rzeki za pomocą drugiej szluzy, i odpowiedniej sieci rowów i rowków doprowadzających. Rowków zlewnych i odprowadzających nie ma wcale, gdyż wobec wielkiej przepuszczalności gruntu, cała masa dopływającej wody w ciągu paru godzin zostaje w ziemię wessaną. Zraszanie prowadzi się w miarę potrzeby; w czasie suszy powtarza się co parę dni, na tydzień przed sianokosem dopływ się zupełnie wstrzymuje, po zbiorze siana wodę puszcza się zaraz. Pierwotnie na oddziale I urządzono irrygacyę systemem *zalewowym*, ponieważ jednak naturalne wylewy Liwca są znaczne i gwałtowne, przeto często rozrywały grobelki otaczające kwatery, co po-

Fig. 54.



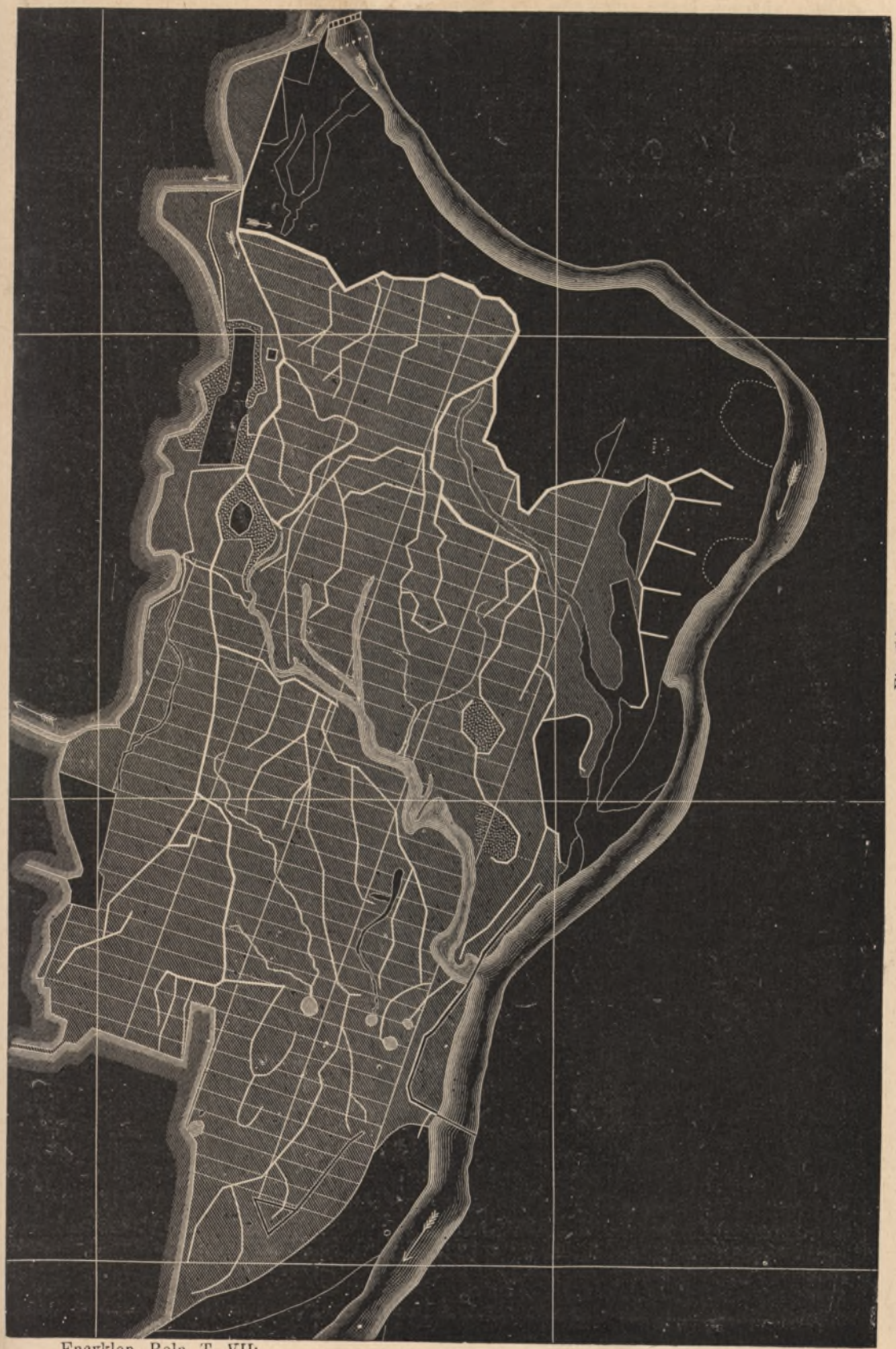


Fig. 54.

ciągało znaczne koszty reparacyi, w roku więc 1887 zmieniono system nawodnienia oddziału I, z zalewowego na zraszający naturalny, i obecnie wylewy rzeki nie robią znaczniejszych uszkodzeń. Utrzymanie 3 dozorców łąkowych w czasie nawodnień kosztuje po 75 kop. od morga zraszanej przestrzeni.

Rynna fig. 55 służąca do przeprowadzenia wody po nad korytem rzeki, ma 40 sążni długości, 0,4 s. szerokości, zbudowaną jest z desek $1^1/_2$ łączonych na feder, opasana jarzemkami z dębiny, pojedyńcze przęsła różnej długości łączą się z sobą i uszczelniają pakułami. Wspiera się ona na 12 jarzmach drewnianych, ustawianych

Fig. 55 *a*.

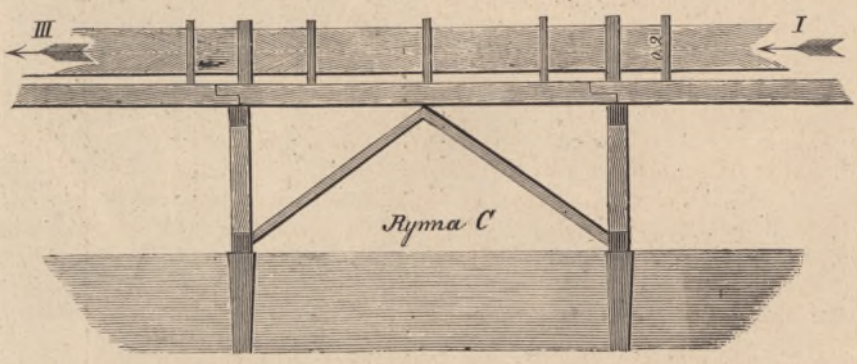
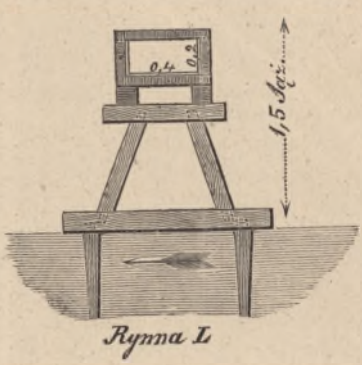


Fig. 55 *b*.



na 12 podstawach drewnianych, wbitych w dno rzeki poniżej zwierciadła wód wysokich, po opadnięciu których ustawiają się na nich jarzemka i rynna; na zimę całe urządzenie rozbiera się i sprząta. Spadek rynny wynosi $2\,^0/_{00}$. Jak wielkie korzyści przynosi urządzenie łąk w sposób tak prosty i tani, pouczy następujące zestawienie. W jesieni roku 1888 wydano w Korytnicy na kopanie rowów po rs. 5 kop. 75 na morg, a już w Czerwcu roku następnego za sprzedaną trawę z przestrzeni po dotąd zupełnie nieprodukcyjnej osiągnięto po *10 rs z morga*.

Cyfry te są najwymowniejszym dowodem, że trud i koszty wyłożone na nawodniania, w nader krótkim czasie sowicie się wynagradzają, byle tylko umieć należycie spożytkować miejscowe korzystne warunki. Każdy więc inteligentny rolnik, posiadający wodę i łąki, powinien całej usilności dołożyć, aby się dokładnie zapoznać z tak płodną w owoce nauką.

Nawodnianie pól.

Nawodnianie pól może być stosowanem w celu dwojakim, t. j. albo dla dostarczenia roślinom wilgoci, albo też dla użyznienia gruntu.

Nawodnianie zwilżające w klimatach umiarkowanych, rzadko kiedy używanem bywa, rolnicy bowiem zwykle uważają za właściwe pozbywać się jaknajprędzej wody z pól, niepomnąc że nie osuszanie, lecz rozumne uregulowanie stosunków wilgotności w roli chroni rolnika od strat i umożliwia należyte wyzyskanie ożywczego wpływu wilgoci na roślinność.

W Ameryce obecnie coraz częściej poważnie roztrząsają kwestyę skrapiania pól nawet w takich okolicach, gdzie do tego bynajmniej nie zmusza konieczność, gdyż zwykle wypada dość deszczów, a dłużej trwające susze zdarzają się w znacznych odstępach czasu. Pomimo to Amerykanie chcą przez skrapianie pól utrzymać wyso-

kość plonów w pewnej stałej mierze, nawet w lata wyjątkowo suche, uważając nawodnianie jako pewien rodzaj asekuracyi plonów. Jeśli kupiec, mówią oni, stale asekuruje swe zapasy, a ludzie przezorni asekurują nawet życie własne, to dla czegóż rolnik, którego całoroczny dochód w tak wysokim stopniu zależy od ilości spadłego deszczu, nie miałby usiłować zabezpieczyć się przeciw szkodom wynikającym z braku deszczów. Statystyka wykazuje że o wiele rzadziej ogień niszczy śpichlerze lub sterty, niż susza zasiewy, a przecież od ognia asekurują się prawie wszyscy gospodarze.

Od rozważania danej myśli do jej wprowadzenia w czyn w Stanach Zjednoczonych nie tak daleko. Czyżby Ameryka miała znów pokazać Europie w jaki sposób należy pomagać naturze siłami samejże przyrody.

Właśnie gdy podziwiałem, pisze Dr. T. Mueller, wspaniały rozwój roślinności na gruntach nawodnianych dalekiego Zachodu, Europę trapiła susza, a z odległych pól Newady wciąż szły transporty siana lucernowego do Anglii; te więc okolice w których stale panują ogromne susze, gdzie skąpe ilości wody z wielką sztuką gromadzone być muszą, dzięki przezornej zapobiegliwości amerykanów, zaradzić mogły brakowi paszy w kraju mającym klimat wilgotny, gdzie liczne strumienie i rzeki bezustannie toczą ku morzu ogromne masy drogocennej lecz niedostatecznie spożytkowywanej wilgoci. Istotnie jest się nad czem zamyśleć.

I w naszym kraju kwestya zasilania pól wilgocią zwrócić powinna uwagę rolników i pobudzić umysły do pilnego poszukiwania sposobów, praktycznego jej rozwiązania środkami do warunków gospodarstw krajowych stosować się mogącemi. Posuchy letnie przyprawiają nas często o wielkie straty, gdyż klimat lądowy właściwy krajom oddalonym od morza, niejednokrotnie pozostawia pola nasze przez miesiące całe bez kropli deszczu. Każdy więc rolnik powinien zbadać czy sam, lub w spółce z sąsiadami nie byłby w stanie przez właściwsze opanowanie i wyzyskanie wód, choć cząstkę swych pól wyzwolić więcej niż dotąd z pod zależności od kaprysów pogody.

Wprawdzie przyznać należy, że jest to zadanie niełatwe, trudności którego potęguje jeszcze wielka niejednolitość gruntów, które w wielu okolicach kraju prawie co kilka kroków zmieniają się nagle, zwłaszcza pod względem zwięzłości i przepuszczalności, nietylko gleby ale i podłoża, wskutek czego doprowadzona z wielkim trudem i kosztem woda zamiast nasycić większą przestrzeń, już niedaleko od rowu dopływowego może zostać pochłoniętą przez grube pokłady piasku. Brak doświadczeń w tym kierunku na gruncie krajowym przeprowadzonych, brak danych o wysokości zwiększania się przez to plonów, brak wyrobionych reguł postępowania, dalej rozdrobnienie gruntów, szachownice, serwituty i wiele innych przeszkód niewątpliwie przytoczyć by można, pomimo to jednak przy pomocy zapobiegliwości, pilnego zbadania miejscowych warunków, rozwagi i wytrwałego dążenia ku zamierzonemu celowi, wiele bardzo osiągnąć by się dało; jest to więc kwestya przyszłości.

Ciekawy przykład urządzeń tego rodzaju daje gospodarstwo p. Żerebcowa, położone w ziemi wojska Dońskiego. Pan Ż. opierając się na wzorach urządzeń francuskich, które troskliwie badał w czasie licznych podróży w tym celu przedsiębranych, zastosował do zwilżania pól wodę pochodzącą z roztopów wiosennych, które gromadzi w 3 wielkich stawach ogólnej pojemności 650,000 sażeni sześć., urządzonych u szczytu obszernej doliny, za pomocą zagrodzenia jej w poprzek silną groblą; wodę do stawów na znacznej przestrzeni prowadzą rowy ciągnące się na długość z górą 12 wiorst. Woda wypuszczana pod groblą przez żelazną rurę, rozprowadza się za pomocą kanału dopływowego, biegnącego brzegiem górnym wyniosłości; wzdłuż doliny prostopadle do kanału idą rowki rozprowadzające za spadkiem, poprzegradzane licznymi progami murowanymi z cegły; pod kątem do nich idą równolegle do rowu głównego rowki, doprowadzające wodę do bruzd idących znów ze spadkiem, urządzonych w sposób opisany przy systemie bruzdowym.

Bruzdy robią się po zasianiu i zawleczeniu zboża, za pomocą obsypnika; na 1 s. bieżący daje się od 2—4 bruzd, wodę puszcza się tak długo dopóki rola zawarta między bruzdami nie przesiąknie wodą należycie. Oziminy nawodniają się dwa razy, pierwszy raz zaraz po zasiewie dla przyspieszenia wzejścia, drugi raz w Maju. Jarzyny tylko raz w Maju. Wody wychodzi dla polania jesiennego 250—350 sażeni sześć. na diesiatinę, dla wiosennej 150 s. Przecięciowo potrzeba wody do 500 s. na dziesiatinę. Urządzono w ten sposób pod nawodnienie 1200 dz. kosztem 77,250 rs., czyli 64 rs. na dziesiatinę. Zwyżka plonów w ciągu dłuższego lat szeregu wynosi prze-

ciętnie z dziesiatiny pszenicy ozimej 60 pudów ziarna, jarej 50, prosa 70, owsa 65. Wyłożony kapitał przyniósł w roku 1890—15% od sumy nakładów, w 1891—29%, w 1892—32%.

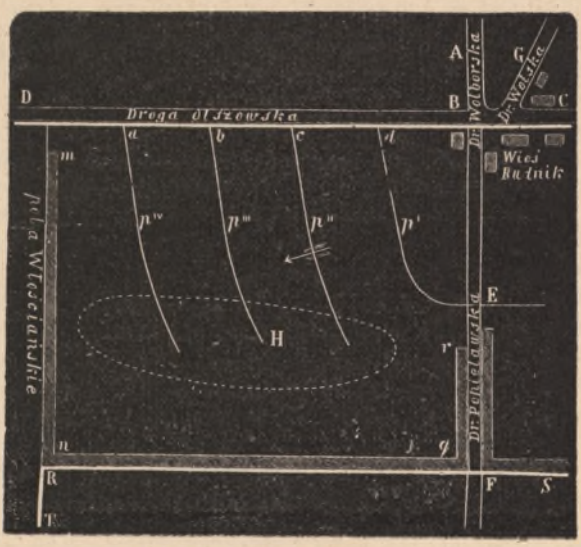
Nawodnianie pól w celu użyznienia odpywa się najczęściej na polach roślinnością jeszcze nie pokrytych. W tym celu można używać wód z roztopów spływających po powierzchni pól, które unoszą zwykle masy części szlamistych; z odpływów fabrycznych lub z odpływów miejskich.

Dla przykładu opiszemy warunki w jakich w Rudniku majątku p. Habdank Korzybskiego, skorzystano z wód po powierzchni pól spływających. Za ogrodem dworskim zalegał obszerny kilkomorgowy nieużytek, przedstawiający wydmę piaszczystą porosłą z rzadka karłowatą sośniną, a przesycony wodą zaskórną. Pole to zabezpieczono od napływu spodem wód gruntowych, izolując je za pomocą okopania rowami, otoczono wałem i splantowano w ten sposób, że obecnie przedstawia powierzchnię

Fig. 56.



Fig. 57.



Wody wiosenne spływające z pól żyznych w dobrej kulturze będących, skierowane na grunty piaszczyste, wywierają wysoce korzystny wpływ na fizyczne własności piasków i zasilają je nadto w pokarmy roślinne.

płytkiego talerza *) fig. 56, następnie skierowano nań napływ wód wiosennych, uno-

*) Szczegóły urządzenia znaleźć można w dziele p. H. Korzybskiego „Instrukcya do przeprowadzenia mel. rolnych," str. 114 i następne.

szących wiele namułów, wskutek czego wytwarza się na powierzchni piaszczystej coraz grubsza warstewka gliny; tym sposobem poletko to z każdym rokiem staje się urodzajniejszem i tam gdzie poprzednio nawet łubin rosnąć nie mógł, obecnie żyta bywają niezłe, gdyż wydają z tak lichego gruntu i niedługiego trwania zalewów około 5 korcy ziarna z morga. Kartofli w 1893 wykopano po 35 korcy z morga.

Fig. 57 przedstawia inne pole Rudnickie nawodniane w ten sposób, że woda nadpływająca do rowu *dcba* wykopanego wzdłuż drogi i poprzegradzanego progami kamiennemi w punktach *d*, *c*, *b*, *a*, za pomocą przegonów p′ p″ p‴ p⁗ wyoranych przed progami, rozlewa się po polu, spływając w kierunku strzałki; wskutek czego z nieużytku wytwarza się pole stopniowo coraz urodzajniejsze. Do zmeliorowania obu poletek zużyto w ciągu zimy 1889 roku dni roboczych parobków 122, koni fornalskich 206 i dni najemnych 109, gotówką wydano tylko 22 rs.; wobec tak małych nakładów i prostoty środków użytych, osiągnięte rezultaty należy uważać za zupełnie zadawalniające.

Wody odpływowe z niektórych fabryk zwłaszcza zaś z cukrowni, stanowią potężny czynnik użyzniający bardzo często stosowany we Francyi. Na polach buraczanych zwykle używają tam systemu bruzdowego (patrz str. 481), który także w ostatnich czasach został zastosowany na polach fabryki cukru w Lehi, w Stanach Zjednocz. Amer. Półn. z wybornym skutkiem. Jako przykład innego sposobu użycia wód fabrycznych, przytaczamy poniżej opis urządzenia zastosowanego w *Sannikach*.

Wszystkie wody odpływowe z cukrowni a mianowicie: wody z dyffuzyi, kościarni, płuczki gazowej, płuczki buraczanej etc. za wyłączeniem wody kondensacyjnej spływają wspólnym rowem kolejno do dwóch wielkich odstojników, mających każdy po 1600 m^3 objętości. W odstojnikach tych część zawieszonych w wodzie materyj stałych w skutek zwolnienia przepływu osiada na dnie. Woda z odstojników za pomocą 4″ pompy centryfugalnej, podnoszącej przy 700 obrotach 1,2 m^3 wody na minutę, dostaje się na wysokość 6,3 *m*. do głównej rynny doprowadzającej wodę na oddzielne poletka. Pompa centryfugalna poruszaną jest za pomocą motoru elektrycznego o stałym prądzie i napięciu 500 wolt. Przy pompowaniu motor zużywa 12,5 amperów na 480 wolt napięcia, co czyni 6000 woltamperów, a więc 10 koni parowych.

Motor elektryczny otrzymuje prąd od centralnej machiny dynamo-elektrycznej ustawionej w fabryce w odległości 400 *m*. od pompy centryfugalnej. Pompowanie wody trwa 12—16 godzin na dobę, a więc pompa wylewa 1400—1900 m^3 wody na pola irrygacyjne. Rynna doprowadzająca wodę na pólka, posiada spadek dna 0,1%. Poletka są urządzone w liczbie 7-miu po obu stronach grobli na której leży rynna, przestrzeń ich ogólna wynosi 23 morgi 300 prętowe.

Wszystkie poletka są drenowane; sączki 2″ średnicy są ułożone co 10 *m*. na głębokości od 1,4—2 *m*. Odbieralniki drenowe o średnicy 4—6 i 9″ schodzą się do wspólnej studni połączonej krytym kanałem prowadzącym wodę wypływającą z drenów napowrót do fabryki. W normalnych warunkach wody odpływowe oczyszczają się wskutek przejścia przez pola irrygacyjne do tego stopnia, że woda drenowa może być użytą w fabryce do kondensacyi.

Woda brudna po odstaniu zawiera w rozpuszczeniu:

w 1 litrze: materyj stałych	1,52 gr.	
w tem mineralnych	0,56 gr.	czyli 36,84%
organicznych	0,96 gr.	„ 63,16
Ciał zawieszonych mechanicznie	0,063 gr.	

Woda zaś oczyszczona zawiera w rozpuszczeniu

materyj stałych	1,36 gr.	
w tem mineralnych	0,65	czyli 47,78
organicznych	0,71	„ 52,22.

Zalewanie pól ma miejsce w ciągu Października, Listopada i Grudnia. Przestrzeń irrygowana obecnie stanowiła pole o gruncie bardzo lekkim i kamienistym, o podglebiu przepuszczalnem, siewano tu jedynie żyto, owies i kartofle. Urządzając irrygacyę dla dokładnego zrównania pól nawodniać się mających, zebrano w znacznej części wierzchnią warstwę, obnażając żwirowate podglebie. W roku 1896, pierwszym istnienia całego urządzenia, 2 poletka obsiano mieszanką z wyki, grochu, owsa i jęczmienia, 1 poletko (4 morgowe) serradellą, jedno burakami pastewnemi, 2 poletka (5½ *m*.) brukwią i jedno marchwią pastewną; w Czerwcu zebrano z poletek obsianych mieszanką nadzwyczaj obfity pokos zielonej paszy, poczem natychmiast zorano i na nowo zasiano mieszankę. Serradella zebrana na sucho dała z 4 m. około 200 cent. wy-

bornego siana. Buraki dały 225, marchew 200, a brukiew 100 korcy z morga. Brukiew ucierpiała ogromnie od liszek i suszy.

Co się tyczy użycia do użyzniania pól, wód odpływowych z kanalizacyj miejskich, to zastosowano je wprawdzie w kilku wielkich miastach Europejskich, w sposób jednak który z punktu widzenia rolniczego nie może być nazwany racyonalnym. Pochodzi to głównie z powodu braku w bliskości miast wielkich tak obszernych przestrzeni, aby mogły należycie wyzyskać wielkie masy części nawozowych, dostarczanych codziennie przez setki tysięcy mieszkańców, z tego więc powodu zwykle miewa miejsce roztrwanianie bezpożyteczne znacznej części materyj pożywnych, z których rośliny zaledwie nieznaczną cząstkę spożytkować mogą.

Dla należytego użyznienia hektara gruntu, wystarcza już doprowadzenie 2000 m^3 ścieków miejskich, co odpowiada wysokości rocznego zalewu 0,2 *m*. Rolnictwo nie może z korzyścią zużytkować wyższego zalewu nad 0,2—0,3 *m*., tymczasem w Berlinie doprowadzają na pola irrygowane taką ilość ścieków, że odpowiada to wysokości zalewu 1,4 *m*., we Wrocławiu 2,4 *m*., w Gdańsku 3,3 *m*., w Paryżu zaś aż 5 *m*.

Wysokość zalewu równa 1,4 *m*. dostarcza około 1400 *kg* azotu na *ha*, wysokość 5 metrów zaś aż 5000 *kg*; rozumie się że takich ilości azotu żadna roślina spożytkować nie jest w stanie, a zaradzić takiemu marnotrawstwu trudno, gdyż dla racyonalnego urządzenia irrygacyi potrzeba zbiegu wielu szczęśliwych warunków; najważniejsze z nich są: 1) wielka przepuszczalność gruntów, 2) dostateczny odpływ wód zaskórnych i niski tychże poziom, 3) bliskość miasta dla ułatwienia dostawy produktów rolnych takich jak ogrodowizny, okopowe, zielona pasza, które właśnie na polach zalewanych ściekami najlepiej się udają, są jednak bardzo ciężkie, i dla oszczędności kosztów doprowadzania ścieków na pola, 4) ustronne położenie pól zdala od mieszkań ludzkich i ożywionych dróg komunikacyjnych, dla zabezpieczenia ludzi od przykrych i niezdrowych wyziewów, 5) łagodne pochylenie całej powierzchni gruntów, 6) położenie gruntów wolne od zalewów rzecznych, 7) możność stopniowego rozszerzenia zakładu w miarę wzrostu ludności miejskiej. Dla użyznienia hektara wystarczają odpływy wydzielane przez 60 ludzi, ztąd łatwo zrozumieć można, jak wielkich obszarów potrzebowałoby urządzenie pól mogących ekonomicznie zużyć odpływy milionowego miasta i jak wielkie koszta pociągnąć by musiała budowa długich kanałów, rur, przewodów i t. p. urządzeń dla tak wielkich przestrzeni. Aby dać wyobrażenie o ile wzrastają plony pod wpływem irrygowania ściekami miejskiemi, przytaczamy poniżej średnie plony zebrane w całej prowincyi Brandenburgskiej, i pośrednie plony z Berlińskich pól irrygowanych z roku 1889 w *kg* z *ha*.

Zebrano	Bez irrygacyi		z pól irrygow.	
	ziarno	słoma	ziarno	słoma
Pszenicy	1218	1591	1596	2210
Żyto	693	1077	1862	2812
Owies	781	986	1299	2662
Buraki pastewne		12993		40523
Siano		1902		7259

Trawy z pól irrygowanych ściekami rzadko kiedy suszą na siano, z powodu trudności dosuszenia, a najczęściej spasają na zielono.

Stosunkowo najkorzystniejsze wyniki z użycia ścieków miejskich z kanalizacyi spławnej osiągnięto w Medyolanie, z powodu wielkiej przestrzeni łąk znajdujących się w pobliżu miasta, na łagodnie zniżającej się pochyłości, wskutek czego nie potrzeba było urządzać stacyi pomp, gdyż wody mogły spływać kanałami idącemi po naturalnym spadku gruntu. Dotąd urządzono 2736 *ha*, ludność Medyolanu wynosi 420,000 *m*, w miarę wzrostu liczby mieszkańców, przestrzeń irrygowaną można będzie rozszerzyć jeszcze o 784 *ha*. Rezultaty otrzymują zupełnie zadawalniające.

Przy opracowywaniu niniejszego artykułu oprócz cytowanych w tekście, posługiwałem się następującemi dziełami:

L. Kąkolewskiego „Nauka uprawy łąk“ z 1860 r.

Spornego „Hydraulika agronomiczna“ z r. 1860.

K. Krzyżanowskiego „Zasady technicznych amelioracyi (sic) rolnych“ z r. 1879.

F. Zajczek, „Der Landwirth als Kultur ingenieur.

Handbuch des landwirthschaftlichen Wasserbaus“ v. Dr. Emil Perels, 1884.

Bewässerung der Aecker und Wiesen von L. Vincent.

Encyclopädie und Methodologie der Culturtechnik von Dr. T. W. Dünkelberg.

Der Wiesenbau in seinen landwirthschaftlichen und technischen Grundzügen von Dr. F. W. Dünkelberg.

Barral. Irrigation. Paris 1862.
Nadaaud de Buffon Traité théorique et pratique des irrigations.
Oprócz tego wiele cennych wskazówek zawdzięczam uprzejmości p. Tymoteusza Łuniewskiego z Korytnicy, i p. inżyniera kultury K. Bierkowskiego z Warszawy.

Stanisław Wroński.

Nawozy.

Zasady nawożenia.

I. Zapatrywania dawniejsze.

Praktyka rolnicza w odległych bardzo czasach musiała już uznać za niewątpliwy pewnik, że nieuniknionem następstwem użytkowania ziemi urodzajnej dla produkcyi roślinnej jest zmniejszanie się jej żyzności. To zmniejszanie może się objawiać w bardzo różnym stopniu. Ziemia z natury zasobna dłużej zniesie wyczerpującą kulturę, aniżeli ziemia małej żyzności. Szybkość wyczerpywania będzie również zależeć zarówno od stopnia intensywności kultury, jako też od sposobu użytkowania ziemi. Las lub łąka wogóle dłużej utrzymują swą żyzność, aniżeli ziemia orna. Prócz tego obniżanie się produkcyjności musi być zawisłe w znacznym stopniu od tego, czy dany obszar podlega w mniejszym lub w większym stopniu naturalnemu wzbogacaniu w te składniki, którymi ziemia roślinność żywi. Ważne np. bardzo znaczenie ma dla podtrzymania plonów ziemi zamulanie żyznym namułem, które może nietylko równoważyć wyczerpywanie, ale nawet urodzajność ziemi podnieść (patrz Muł).

Ostatni przypadek przecie należy raczej do wyjątków, osobliwie na rolach. Pospolitem zaś zjawiskiem jest, że naturalna żyzność ziemi nie jest stałą, ale zmienną w kierunku ujemnym. Uznanie tego pewnika widzimy przedewszystkiem w gospodarce koczowniczych ludów, porzucających dawniej użytkowane obszary, skoro tylko ich wydajność się zmniejsza, a przenoszących się na nowe dziewicze, rokujące pod względem wydajności, bez łożenia wielkich trudów, lepsze nadzieje. Skoro zaś, z powodu wzrastania ludności i jej potrzeb, długoletnie odłogowanie staje się niemożliwem i zradza się konieczność stałego użytkowania obszarów jednych i tych samych, objawia się zaraz dążność do podtrzymywania urodzajności ziemi za pomocą nawożenia.

Na objawy wyczerpania roli z pokarmów nie potrzeba długo czekać. Gdy ziemia z natury nie jest bardzo żyzna, już po kilku lub kilkunastoletniej produkcyi roślin bez nawożenia, można dostrzedz znaczną redukcyę w plonach. Tak np. na polu doświadczalnem szkoły rolniczej w Grignon, wydzielono na lucerniku w 1875 r. pewną ilość poletek i jedne zaprzestano zupełnie nawozić, podczas gdy inne nawożono regularnie. Po upływie lat 12-tu plony zbierane różniły się jak następuje:

	zbiór z 1 *ha* roli nienawożonej	nawożonej
w 1887 r. buraków cukrowych	100—130 *q*	350—400 *q*
w 1889 r. koniczyny, siana	30 *q*	80—90 *q*
w 1890 r. pszenicy ziarna	8 *q*	30 *q*

Redukcya więc wskutek nienawożenia okazała się bardzo znaczna. Bądź co bądź gleba nie nawożona nie staje się odrazu jałową, ale z powodu dosyć rychło następującego wyczerpania łatwo przyswajalnych pokarmów, daje plon odpowiedni do tych ilości pokarmów, jakie mogą uledz uruchomieniu w ciągu jednego okresu wegetacyjnego. Na ziemiach bardzo żyznych można uzyskiwać nawet bez pomocy nawozów przez długi szereg lat, wcale zadawalające co do wysokości plony. Świadczą o tem próby rozpoczęte przed kilkudziesięciu jeszcze laty w Anglii na fermie doświadczalnej w Rothamsted. Pomiędzy innemi roślinami uprawia się tam na dwóch kawałkach pola, od roku 1844 stale bez żadnego nawozu pozostających corocznie pszenicę. Zbiory ziarna bez nawozu uzyskiwane w hektolitrach na 1 *ha* były następujące:

	zbiór przeciętny za 20 lat od 1852 do 1871	od 1872 do 1891	zbiór otrzymany w 1892
pole pierwsze	13.1	10.4	8.5
„ drugie	13.0	11.3	9.1

Jak zatem na uprawę bez zmianowania, osobliwie w pierwszem dwudziestoleciu, produkcya ziarna była stosunkowo wcale wysoka. Na tymże samym gruncie zbierano niewiele więcej z poletek nawożonych corocznie nawozem fosforowym i potasowym, natomiast nieco więcej na zasilanych rok

rocznie samą saletrą chilijską. Tymczasem na półkach, na których dawano nawóz stajenny lub mineralny kompletny, zbiory były trzy i cztery razy wyższe, jak to widać z porównania następnych liczb, wyrażających również zbiory z 1 *ha* w hektolitrach:

	zbiór przeciętny za 20 lat od 1852 do 1871	zbiór przeciętny za 20 lat od 1872 do 1891	zbiór uzyskany w 1892
po nawozie fosforowo-potasowym	15.3	11.6	9.4
po saletrze chilijskiej . . .	23.4	17.5	9.7
po nawozie stajennym . . .	32.3	30.1	30.1
po nawozie mineralnym kompletnym . . .	34.4	31.3	34.3

Trudno istotnie o wyraźniejszy dowód potrzeby i korzyści nawożenia roli tymi pokarmami, które rośliny z ziemi wyczerpują, jeżeliby wogóle mogła co do tej kwestyi zachodzić jakaś wątpliwość.

Pierwszym nawozem, którego używa rolnik prowadzący ekstensywną jeszcze gospodarkę, są zwykle odpadki roślinne, nie dające się zużyć jako pokarm dla ludzi lub jako pasza dla zwierząt, jak również stałe i płynne produkty przemiany materyi w organizmach zwierzęcych, wydzielane przez zwierzęta w postaci odchodów. Taki materyał nawozowy obfituje w związki organiczne, z których powstaje podczas rozkładu ważna część składowa ziemi — próchnica. Użycie tego nawozu sięgające bardzo odległej przeszłości i uzasadniona wiara w jego skuteczność, były też niezawodnie jednym z ważnych powodów rozpowszechnienia się aż po pierwszą połowę bieżącego stulecia, zupełnie fałszywych poglądów na żywienie się roślin, oraz na istotę działania środków używanych w celu podtrzymania żyzności ziemi.

Próchnicę pobierają rośliny z ziemi jako wyłączne oprócz wody pożywienie—oto artykuł wiary przed kilkudziesięciu jeszcze laty powszechnie wyznawany. Wedle dawnych poglądów, związki organiczne w ziemi zawarte są surowym materyałem, z którego roślina wytwarza swe organa, bez którego niema zgoła na świecie życia roślinnego, a tem samem i zwierzęcego, ściśle w swem istnieniu związanego z roślinnem. Materye mineralne stanowiące po spaleniu części organicznych ciała roślinnego—popiół, są wedle jednych tylko przypadkowymi składnikami, nie posiadającymi żadnego znaczenia dla życia rośliny; wedle innych nawet tworzą się w organizmie roślinnym z próchnicy. W 1800 jeszcze roku akademia nauk w Berlinie ogłasza konkurs na rozwiązanie kwestyi: „jaka jest natura elementów ziemi, których obecność wykrywa chemiczny rozbiór w rozmaitych rodzajach krajowych zbóż; czy te substancye dostają się do rośliny w takiej formie, w jakiej się je tam znajduje, czy też tworzą się one w roślinach pod wpływem wegetacyjnych organów.“ Nadesłana na ten konkurs przez Schradera praca orzekała, że popioły wytwarza w roślinach siła życiowa. Wobec takich poglądów o znaczeniu próchnicy, przyjętych za wiarogodne przez uczonych, nic dziwnego, że praktyka rolnicza pojmowała wzbogacanie ziemi w próchnicę—jako uniwersalne nawożenie, a próchnicę uważała za bezpośredni czynnik użyzniający.

Słynny i zasłużony tyle w rolnictwie Thaer, tak się wyraża o znaczeniu próchnicy w swem dziele, wydanem w pierwszych dziesiątkach lat bieżącego wieku (*Grundsätze der rationellen Landwirthschaft*).

„Żyzność ziemi zależy, właściwie mówiąc, wyłącznie od zawartości próchnicy; gdyż pominąwszy wodę, jest to jedyna substancya w ziemi, dostarczająca pokarmu roślinom.“ Do takiego zaś wniosku prowadzi Thaera następne rozumowanie: W celu podniesienia żyzności ziemi, używamy nawozu stajennego. Nawóz ten najwięcej zawiera związków organicznych, które w ziemi przechodzą w próchnicę. Użyzniać zatem może glebę nawóz zwierzęcy tylko tem, czego sam najwięcej zawiera, a więc substancyą organiczną, a rośliny muszą pobierać jako pokarm, powstający z tej organicznej substancyi wskutek rozkładu—humus. Za czasów Thaera używano jednakże już i nawozów mineralnych z dobrym skutkiem. Wypadało więc i działanie tychże objaśnić, zgodnie z zasadniczą teoryą o znaczeniu próchnicy. Czyni więc to Thaer w sposób następujący: „Nawozy mineralne, nie zawierające wcale materyi organicznej, działają wyłącznie, lub przynajmniej głównie, przez posiadaną zdolność ułatwiania rozkładu.“

Bardziej rozległy wpływ przyznaje substancyom nawozowym mineralnym francuski agronom Mateusz Dombasle. W swem dziele „*Traité d'agriculture*“ powiada on o materyach mineralnych używanych dla

melioracyi roli, które wywierają skutek podobny jak nawozy, że działają przez podniecenie na organa roślinne, lub też wpływają na składniki ziemi. Mniemanie niektórych, że te materye działają na sposób nawozów, to znaczy, że są przez rośliny pobierane i służą im za pokarm, nie wydaje się Dombaslowi wprawdzie zupełnie nieprawdopodobnem, przeciwnie uważa to za wcale możliwe. Ale ta okoliczność ma być dla praktyki zupełnie obojętna, a jest wedle zrobionych spostrzeżeń, wielce prawdopodobnem, że sposób działania substancyj mineralnych i właściwych nawozów jest całkiem odmienny.

Podobne uzasadnienia rozpowszechnionych poglądów, robią dziś istotne wrażenie starannego unikania prawdy pod wpływem silnie zakorzenionego w umyśle fałszu, odpornie przyjmującego wszystko, co nie było z nim w zgodzie. Co najciekawsza w tej sprawie, to usunięcie z pod rozwagi kwestyi, skąd się próchnica wzięła na kuli ziemskiej. Uważano ją słusznie za produkt rozkładu materyi roślinnych, lecz równocześnie także za główny i wyłączny pokarm roślin. Wobec tego nasunąć się powinno było pytanie, czem się żywiły pierwsze rośliny na ziemi. Brak odpowiedzi na to pytanie pozbawiał jednak całą teoryę o nawozowej wartości próchnicy podstawy, i dlatego zwolennicy tej teoryi niezawodnie woleli nad tą kwestyą się nie zastanawiać.

Przeciwko tej teoryi o znaczeniu próchnicy dla roślin, zapoznającej zupełnie potrzebę pobierania jakichkolwiek ciał mineralnych, wystąpił stanowczo dopiero w 1840 roku Justyn Liebig i ostatecznie, choć po dłuższej walce, wywołał jej niepowrotny upadek. Dziwić się bardzo trzeba, że się to tak późno stało, wobec istniejących w starszej literaturze dowodów, że w odległej bardzo przeszłości byli ludzie uczeni, którzy na sprawę żywienia się roślin mieli poglądy bardzo pokrewne z przyjętymi obecnie jako prawdziwe. W XVI mianowicie jeszcze wieku pojawiło się (w roku 1563) dzieło napisane przez Bernarda Palissy, urodzonego około r. 1499 w Aquitanii p. t. „*Traités des sels divers et de l'agriculture*," w którem spotykamy następujące ustępy:

„Sól daje powód do wegetacyi i wzrostu wszelkich nasion. A jakże mało jest osób, któreby znały przyczynę, dlaczego nawóz stajenny działa na nasiona i nie używały go tylko dla zwyczaju, lecz ze zrozumieniem rzeczy (*par philosophie*). Czyż gnój, który się wywozi w pole, byłby do czego przydatny, gdyby nie sól, którą słoma i siano pozostawiły w nim po zgniciu. Wobec tego ci, co pozostawiają swój obornik na łaskę deszczów, są bardzo złymi gospodarzami i nie posiadają ani wrodzonej, ani też nabytej filozofii; gdyż deszcze spadające na obornik, spływając w jakąkolwiek dolinę, unoszą ze sobą sól z rzeczonego nawozu, rozpuszczoną w wilgoci i wskutek tego gnój wywieziony na pola na nic się nie przyda. Rzecz to łatwa do pojęcia; a skoro nie chcesz wierzyć, to popatrz co się dzieje, jak rolnik wywozi gnój na pole: zrzucając z wozu, składa on go w małe kupki, a w kilka dni przyjdzie rozrzucić go po polu i nie zostawi nic w miejscu, gdzie kupki leżały. Tymczasem, gdy się na takiem polu posieje zboże, zauważysz, że zboże będzie piękniejsze, zieleńsze i gęściejsze w owych miejscach, gdzie znajdowały się kupki gnoju, a to się dzieje skutkiem tego, że deszcze spadły na kupki i zabrały z nich sól, przechodząc przez nie i wsiąkając w ziemię. Z tego można poznać, że to wcale nie nawóz pobudza do rozwoju, ale sól, którą rośliny wzięły z ziemi." „Jeżeli kto obsiewa pole przez wiele lat, nie gnojąc, to rośliny pobiorą sól z ziemi dla swego rozwoju, a ziemia wskutek takiego postępowania, zostanie z soli wyczerpaną i nie będzie mogła nadal rodzić, zaczem trzeba ją będzie gnoić, lub pozostawić w spoczynku przez lat kilka, ażeby zdobyła sobie pewną ilość soli pochodzącej z deszczów lub mgły. Gdyż każda ziemia jest ziemią, ale jedna obfituje daleko więcej w sól niż druga. Nie mówię tu tylko o pewnej soli zwykłej, lecz mówię o solach wegetacyjnych."

W innem miejscu znowu opisuje Palissy system uprawy ziemi w pewnych okolicach w Ardenach, polegający na tem, że co rok wycina się pewną powierzchnię lasu, drzewo składa w stosy, przykrywa kępinami, wypala i uzyskane popioły jako nawóz na karczunku rozrzuca. Po zaoraniu ziemi zasiewa się żyto, a następnie po sprzęcie znowu na las zapuszcza, zaś do uprawy żyta nowy kawałek karczuje. Korzyści takiego postępowania objaśnia Palissy, jak następuje:

„Rolnicy wymienionego kraju twierdzą, że tym sposobem ziemię się ogrzewa, a inaczej niby nie rodziła, gdyż ich kraj jest zimny. Na to odpowiem: tak jak woda wygotowana (destylowana) łatwiej zamarza, tak ogień jakiego używają, nie daje powo-

du do rozrostu płodów, ale trzeba przyjąć, że czyni to sól pozostawiona przez drzewa, zioła i korzenie. Gdyby sól była wrogą nasionom, niezawodnie spalone drzewa i zioła nie użyzniałyby ziemi, lecz czyniłyby ją bezużyteczną, gdyż po spaleniu drzewa zawarta w nich sól pozostaje w ziemi.“

Zdania powyższe wskazują wyraźnie, że Palissy przypisywał popiołom roślinnym, a więc związkom mineralnym, ważne bardzo znaczenie dla odżywiania się roślin. Jeszcze lepiej przekonywa nas o tem ustęp następujący:

„Czyście nie widzieli pewnych rolników, którzy chcąc obsiewać swą ziemię dwa razy z rzędu, palą słomę pozostałą po ścięciu zboża? W popiołach tej słomy znajduje się sól, którą słoma pobrała z ziemi; ta sól, pozostając teraz na polu, na nowo dopomoże ziemi (do wyżywienia roślin). Tak to słoma spalona na polu służy za nawóz, bo pozostawi tę samą substancyę, którą z ziemi czerpała.“

Czytając powyższe ustępy znamionujące tak niepospolity umysł autora, istotnie trzeba żałować, że ówczesny stan chemii przeszkodził mu w dojściu do zupełnej prawdy. Brak odpowiedniej wiedzy odczuwał sam autor widocznie, gdyż w pewnem miejscu w swem dziele z żalem się odzywa: „gdybym znał wszystkie przymioty soli, sądzę, że dokonałbym cudownych rzeczy.“

Zapatrywania jednakże Bernarda Palissy, tak zbliżone do obecnie przyjętych, nie zyskały u spółczesnych uznania, a potomność przez trzy blizko wieki trzymała je w pyle zapomnienia. Teorya próchnicowa, choć niepoparta żadnymi niezbitymi dowodami, panowała wszechwładnie. Nie obaliło jej nawet epokowe odkrycie Ingenhoussa pod koniec XVIII wieku dokonane, że rośliny w zielonych swych organach rozkładają pobrany z powietrza bezwodnik węglowy. Na dokonanie zupełnego przewrotu w panujących, fałszywych poglądach nie zdobył się nawet genialny umysł Saussure'a, badacza, który jednak na podstawie ścisłych doświadczeń doszedł do przekonania:

1-o że substancye mineralne napotykane w roślinach nie są składnikami przypadkowymi;

2-o że korzenie roślin zanurzone w roztworach solnych pobierają z nich sole;

3-o że fosforan wapniowy i tlenek potasu znajdują się w popiołach wszystkich roślin;

4-o że substancye mineralne napotykane we wszystkich roślinach mogą być potrzebne dla ich istnienia, chociaż nie pojawiają się w wielkich ilościach;—i że nic nie przemawia za twierdzeniem, iż rośliny mogłyby bez nich istnieć.

Poglądy te wypowiedział Saussure w swoich słynnych „*Recherches chimiques sur la végétation*“ ogłoszonych drukiem po raz pierwszy w 1804 roku. Badacz ten zwrócił już więc uwagę na pożyteczność związków odnajdowanych w popiołach roślinnych. Proces rozkładu bezwodnika węglowego, na świetle w liściach zielonych się odbywający, był mu dobrze znajomy. Pomimo tego nie mógł się Saussure zupełnie otrząsnąć z wpływu próchnicowej teoryi nawożenia i przyczynił się do rozpowszechnienia takich błędnych zapatrywań: „Rośliny dziko rosnące, nie mające żadnej wartości dla rolnictwa, wytwarzają materyę organiczną z węgla pobieranego w postaci bezwodnika kwasu węglowego z atmosfery. Natomiast rośliny hodowane tworzą główną masę swych spalnych części z próchnicy i znajdujących się w żyznej ziemi rozpuszczalnych organicznych związków“. Przyjęcie niczem nieuzasadnione takiego dwojakiego, całkiem od siebie odmiennego sposobu żywienia się rozmaitych roślin zielonych było istotnie nieszczęśliwym pomysłem. Przed popełnieniem takiego błędu uchronił się o kilka lat wcześniej, bo ku schyłkowi XVIII stulecia, twórca nowoczesnej chemii, słynny Lavoisier, który wypowiedział daleko trafniejszy i bardziej stanowczy pogląd na żywienie się roślin, jak o tem świadczy następny urywek odnalezionej przez Dumasa kartki, ręką tego uczonego skreślonej:

„Rośliny czerpią w powietrzu, które je otacza, w wodzie i w ogóle w królestwie mineralnem materyały potrzebne do swej organizacyi. Zwierzęta żywią się albo roślinami, albo też innemi zwierzętami, wyżywionemi na roślinach, tak, że substancye, z których się one składają, pochodzą ostatecznie z powietrza i królestwa mineralnego. Fermentacya zaś, gnicie i spalanie zwracają bezustannie powietrzu atmosferycznemu i królestwu mineralnemu elementy pobrane z nich przez rośliny i przez zwierzęta“.

Gdyby kto dziś chciał w bardzo treściwych słowach przedstawić obieg materyi w przyrodzie i wzajemny stosunek do siebie królestwa zwierzęcego, roślinnego, oraz mineralnego, mógłby śmiało posłużyć się słowami Lavoisiera. Na razie utonęły jednak one w zapomnieniu, bo poniesiona w czasach rewolucyi śmierć na szafocie

przeszkodziła wielkiemu badaczowi w rozwinięciu i rozpowszechnieniu swych poglądów.

W pierwszej połowie bieżącego wieku panowała więc nadal teorya próchnicowa, gorliwie wyznawana przez rutynowanych rolników. Postępująca jednakże szybkim krokiem naprzód wiedza w dziedzinie chemii oraz fizyologii roślinnej i zwierzęcej gromadziła skrzętnie fakty i spostrzeżenia przeciwko niej przemawiające tak, że główny jej przeciwnik Liebig znalazł już grunt zupełnie przygotowany, jak to sam nawet oświadcza w swem słynnem dziele „*die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie*“, ogłoszonem po raz pierwszy w 1840 roku,—w następnych słowach:

„Uzasadnienie mego poglądu nie obejmowało w sobie żadnego doświadczenia, lecz opierało się tylko na rozważeniu naturalnych stosunków rośliny do atmosfery i do zwierzęcia; związawszy życie rośliny z głównemi funkcyami życia zwierzęcego, z procesem oddychania i stałą zawartością tlenu w powietrzu, wypadło uznać kwas węglowy za wyłączne i główne źródło dostarczające roślinie węgla“.

Nowa teorya Liebiga o żywieniu się roślin i działaniu nawozów streszczała się w następujących słowach:

Pokarmami wszystkich roślin zielonych są związki nieorganiczne czyli mineralne. Roślina żywi się bezwodnikiem kwasu węglowego, amoniakiem (kwasem azotowym), wodą, kwasami: fosforowym, siarkowym i krzemowym, wapnem, magnezyą, potażem, (sodem) i żelazem; niektóre rośliny potrzebują soli kuchennej (chloru). Pomiędzy wszystkimi składnikami ziemi, wody i powietrza, które przyczyniają się do wyżywienia roślin, pomiędzy rośliną i zwierzęciem istnieje związek taki mianowicie, że gdy w całym łańcuchu przyczyn, które sprawiają przemianę nieorganicznej materyi na żyjący organizm, zabraknie jednego tylko ogniwa, roślina lub zwierzę nie mogłyby istnieć. Gnój, odchody ludzkie i zwierzęce nie wspierają życia roślin swymi organicznymi składnikami, lecz pośrednio—produktami procesu gnicia i butwienia, wskutek przemiany węgla w bezwodnik kwasu węglowego, a azotu w amoniak (lub kwas azotowy). Nawóz organiczny, składający się z części lub szczątków roślin i zwierząt, można zatem zastąpić związkami nieorganicznymi, na które się ów nawóz w ziemi rozpada.

Pojmując w taki sposób odżywianie się roślin, dochodził Liebig w dalszem rozumowaniu do wniosku, że chcąc trwale utrzymać żyzność ziemi, należy jej zwracać wszystko, czego jej brakuje, a ponieważ jest najczęściej niepodobieństwem poznać właściwe braki, dawał taką radę: „Kto wie, że w jego ziemi zachodzi przedewszystkiem brak albo potażu, albo kwasu fosforowego, albo azotu, ten nie potrzebuje wskazówki co ma robić, ale ci liczni rolnicy, którzy nic zgoła o brakach swej ziemi nie wiedzą, najstosowniej postąpią, starając się zwracać ziemi wszystkie substancye wywiezione z niej w płodach;—analiza chemiczna może wskazać, co i wiele potrzeba“.

Teorya Liebiga określała w taki sposób stosunek rośliny do ziemi: Zbiory uzyskiwane z pól wzrastają lub zmniejszają się w miarę przybytku lub ubytku czynników potrzebnych do ich reprodukcyi, a ponieważ tymi czynnikami są substancye nieorganiczne czyli mineralne—w miarę przybytku lub ubytku mineralnych pokarmów. Próchnica nie jest przez rośliny w stanie rozpuszczalnym z ziemi pobieraną i przyswajaną, lecz podlegając rozkładowi, jest źródłem dostarczającem powoli lecz stale bezwodnika węglowego, który ułatwia przejście w stan rozpuszczalny pewnych niezbędnych dla rośliny składników ziemi, albo też pobrany korzeniami zaopatruje roślinę w węgiel, osobliwie w młodocianym stadyum rozwoju, gdy roślina niema jeszcze organów nadziemnych czerpiących pokarm węglowy z powietrza. Skoro roślina zupełnie się rozwinie i wykształci dostatecznie organa odżywiania, nie potrzebuje już wcale czerpać z ziemi jako pokarmu bezwodnika kwasu węglowego. W szczątkach pozostających w polu po zbiorze plonów pozostaje znacznie więcej węgla aniżeli rozkładająca się próchnica utraciła w postaci kwasu węglowego. Żadna też roślina rozwijająca się normalnie, nie uboży ziemi w węgiel, lecz przeciwnie ją wzbogaca.

W gospodarstwach, które sprzedają i wywożą wiele płodów roślinnych, albo też produktów zwierzęcych, uzyskanych w formie mięsa, mleka, wełny i t. p. ze skarmionych na miejscu produktów roślinnych—zwrot zupełny jest niemożliwy, gdy się używa w celu nawożenia ziemi tylko wyłącznie nawozu stajennego, w gospodarstwie produkowanego. Taki system gospodarowania prowadzi zatem wedle zdania Liebiga do stałego wyczerpywania ziemi i idącego z niem w parze zmniejszenia plonów. Go-

spodarka podobna jest nieracyonalną, nieoglądającą się na przyszłość—poprostu rabunkową. Na stałym zaś stopniu da się utrzymać żyzność ziemi tylko wtedy, gdy w nawozach mineralnych dodaje się ziemi w miarę wyczerpywania wszystkie te pokarmy roślinne, których sama przyroda nie zwraca ziemi.

Jako pokarm nie wymagający zupełnego zwrotu wymieniał Liebig—azot, będąc tego przekonania, że ziemia otrzymuje z atmosfery znaczną ilość amoniaku w opadach atmosferycznych i rosie, a i rośliny wprost mogą pobierać z powietrza amoniak w obfitej ilości. Ponieważ cena nawozu amoniakalnego była wysoka, radził Liebig nie używać go wcale lub tylko niewiele, natomiast tak gospodarować, aby pozyskać dla ziemi z naturalnego źródła jak najwięcej azotowego pokarmu. Ponieważ zaś rośliny o wielkiej powierzchni liści, jak również o długim okresie wegetacyjnym, do jakich należą właśnie hodowane rośliny pastewne, mogą w wyższym stopniu korzystać z naturalnego źródła pokarmu azotowego—należy wedle Liebiga za ich pomocą zdobywać azot potrzebny do produkcyi zbóż.

Nowa teorya, tak niezgodna w swych zasadniczych punktach, z rozpowszechnionemi podówczas, osobliwie pośród praktycznych rolników, mniemaniami, musiała natrafić na silny opór. Znaleźli się przedewszystkiem gorliwi obrońcy próchnicy. W dwadzieścia pięć lat jeszcze po ukazaniu się pierwszego wydania swego dzieła, skarży się Liebig, że niektórzy profesorowie szkół rolniczych wciąż jeszcze przypisują próchnicy znaczenie głównego pokarmu roślinnego, dostarczającego węgiel i takie fałszywe zapatrywania wpajają w swoich uczniów, przeszkadzając w ten sposób szerzeniu się rzetelnej wiedzy. Zarzut ten mianowicie spotykał Moleschotta i Muldera, którzy poglądy Liebiga uważali za niewytrzymujące krytyki.

W innym znowu kierunku rozwinęła się walka w Anglii pod przewodnictwem Lawesa, fabrykanta nawozów oraz właściciela fermy w Rothamsted. Lawes podjął mianowicie próby nad działaniem nawozu mineralnego, sporządzanego według przepisu Liebiga i przekonał się o zupełnej jego bezskuteczności. Na tej podstawie wystąpił gwałtownie przeciwko twierdzeniu, że nawóz organiczny da się zastąpić zupełnie nawozem mineralnym, oraz szerzył zapatrywanie, że amoniak jest w nawozie niezbędnie potrzebny dla podniesienia produkcyi zbóż. Fosforan zaś wapniowy miał być według zdania Lawesa specyficznym nawozem, działającym znakomicie na turnips. W skutek wypadków uzyskanych w próbach Lawesa—ogłoszono w Anglii teoryę mineralną Liebiga za zupełnie błędną. Było to całkiem niewłaściwe, bo jakkolwiek próby angielskie nie potwierdzały wszystkich wniosków Liebiga, to jednakże niczem zgoła nie przemawiały przeciwko fundamentalnej podstawie jego teoryi, to jest przeciwko twierdzeniu, że rośliny hodowane tworzą swą organiczną materyę ze związków mineralnych, czerpanych z ziemi i z powietrza.

Cały spór pomiędzy Liebigiem a Lawesem wywołany był głównie nieporozumieniem co do kwestyi, jakie nawozy należy zaliczać do rzędu mineralnych, a jakie do organicznych. Lawes uważał za organiczne nawozy takie, które były zdolne zaopatrywać roślinę w skutek rozkładu, lub w inny sposób w węgiel, wodór i azot. Mineralnymi zaś dla niego nawozami, były te, które zawierały składniki popiołów roślinnych. Zrobiwszy taki podział, ogłosił Lawes teoryę mineralną Liebiga za fałszywą, na podstawie spostrzeżenia, że w fermie w Rothamsted najskuteczniej działały na zboża sole amoniakalne. Liebig natomiast słusznie zaliczał sole amonowe, będące pokarmem roślinnym, lecz nie znajdujące się w popiołach, za związki mineralne. Właściwie zatem nie było różnicy zdań co do sposobu żywienia się rośliny, lecz tylko co do kwestyi praktyczno-rolniczej, czy w produkcyi roślinnej można się obejść, czy też nie można bez zastosowania kosztownego pomocniczego nawozu azotowego.

Przed zarzutami napotkanymi ze strony Lawesa, a później tegoż współpracownika Gilberta, bronił się Liebig bardzo gorąco i pod wieloma względami trafnie. Obronę utrudniała jednakże wielce okoliczność, że sporządzona przez Liebiga, na podstawie chemicznego składu popiołów roślinnych, mieszanina nawozowa, nawet w próbach przez samego wynalazcę wykonywanych, okazywała się prawie zupełnie bezskuteczną. Ważną przyczyną zaś złego działania było, jak się Liebig później przekonał, to, że nie znając podówczas zdolności absorbcyjnej ziemi i obawiając się, aby sole mineralne dodane w związkach łatwo w wodzie rozpuszczalnych nie zostały zbyt szybko z ziemi wypłukane, przeprowadził w swej mineralnej mieszaninie nawozowej pokarmy roślinne w formę zbyt trudno przyswajalną.

Obecny stan wiedzy przyrodniczej pozwala nam na wydanie krytycznego sądu zarówno

o poglądach Liebiga, jak i o zarzutach, których jego teorya z wielu stron przez lat wiele za życia tego badacza doznawała. Jak zobaczymy w rozdziałach następnych, nowe ścisłe badania wykazały mylność niejednego poglądu przez Liebiga wygłoszonego. Nie ujmuje to jednakże w niczem wielkiej zasługi, jaką ten badacz dla rolnictwa położył, walcząc z taką siłą przeciwko teoryi prochnicowej, zapoznającej najzupełniej znaczenie soli mineralnych dla życia rośliny, a starając się równocześnie oprzeć zasady racyonalnego gospodarowania na podstawach przyrodniczych. Trafnie zupełnie głosił zasłużony uczony, że niema zawodu, który dla prowadzenia potrzebuje większego zakresu wiadomości, jak rolnictwo, jak również żadnego, w którym brak wiedzy byłby większy. Za życia nie doczekał się on zupełnego tryumfu głoszonych idei. Ale za to spełniło się jego marzenie, aby młode pokolenia, które rozpoczną swą praktykę rolniczą z zupełnie innem przygotowaniem naukowem, odniosły korzyść z podanej nauki i zdobyły świadomość, że rutyna bezmyślna nie wystarcza w ich zawodzie, lecz że jest dlań niezbędnie potrzebna teorya poparta wypadkami jej praktycznego zastosowania.

11. Nowoczesna teorya nawożenia.

Nawożenie ziemi ma na celu podniesienie jej żyzności. Cel zaś ten daje się osiągnąć przez zaopatrzenie w nawozach uprawnych roślin w to, co jest im potrzebne do życia, a czego w ziemi brakuje. Ztąd wynika niezawodna prawda, że racyonalne nawożenie musi koniecznie opierać się na dokładnej znajomości życia rośliny, a przedewszystkiem stosunku rośliny do ziemi. Zasługą jest wielką i niezaprzeczoną Liebiga, że zwrócił na to w sposób wymowny uwagę i usiłował oprzeć naukę o nawożeniu na racyonalnych podstawach. Ówczesne wiadomości w dziedzinie fizyologii roślinnej były jednakże bardzo niewystarczające; w niejednej kwestyi trzeba było iść omackiem i w obec tego trudno było w rozumowaniu i wnioskach uchronić się od poważnych błędów. Nie mogła też być od nich wolna nauka Liebiga. Niejeden jej szczegół wypadło odrzucić jako niezgodny z prawdą. Ale pojawienie się dzieła Liebiga stanowi istotnie epokę w nauce, bo dało ono impuls do ścisłych badań nad żywieniem się roślin, sprawą tak niesłychanie ważną dla rolnictwa.

Z pośród poglądów przez Liebiga głoszonych przedewszystkiem dwie kwestye wymagały ścisłego zbadania, a mianowicie: sprawa bezużyteczności substancyi organicznej dla wyższych roślin, jako też kwestya, jakie mianowicie związki mineralne z odnajdowanych w popiołach są dla nich niezbędnie potrzebne.

Sprawę żywienia się roślin zielonych próchnicą rozstrzygnęły nowe doświadczenia zupełnie po myśli zapatrywań Liebiga. Jedno z fundamentalnych twierdzeń nowoczesnej fizyologii roślinnej opiewa, *że rośliny posiadające w swych komórkach zieleń (chlorofil) produkują materyę organiczną z bezwodnika węglowego, czerpanego liśćmi z powietrza atmosferycznego.* Obchodzą się one zupełnie bez obecności próchnicy w środowisku, w którem korzenie się rozwijają, natomiast brak bezwodnika węglowego, w atmosferze otaczającej organa nadziemne, stanowi przeszkodę stanowczą dla ich rozwoju. Bezwodnik węglowy atmosfery jest źródłem, zaopatrującem rośliny w węgiel potrzebny do produkcyi materyi organicznej. Pod tym względem poglądy Liebiga okazały się zupełnie trafne. Mylnie tylko zapatrywał się Liebig na znaczenie bezwodnika węglowego w ziemi. Jak się okazało z badań dokładnych, rośliny nie czerpią, nawet w młodym wieku, dwutlenku węgla korzeniami z ziemi, lecz zawsze bezpośrednio z powietrza nadziemnego organami, w których substancya organiczna się wytwarza, zatem głównie liśćmi.

Co się tycze znaczenia soli mineralnych dla życia rośliny, to pobudzone pojawieniem się teoryi Liebiga doświadczenia fizyologiczne doprowadziły ostatecznie do przekonania, że pewne ciała mineralne odnajdowane w popiołach roślin są niezbędnym pokarmem roślinnym. Doświadczenia nad tą ważną sprawą rozpoczęto bardzo rychło po ukazaniu się pierwszego wydania dzieła Liebiga, o chemii zastosowanej do rolnictwa. Już w kilka miesięcy później ogłosiła Akademia w Getyndze konkursową nagrodę za najlepszą pracę naukową, podjętą w celu rozwiązania kwestyi, czy nieorganiczne związki napotykane w roślinach są pożyteczne dla ich rozwoju. W 1842 r. wykazały badania wykonane w celu rozwiązania tego zadania przez Wiegmanna i Polstorffa, że rośliny hodowane w ziemi sztucznej, zawierającej składniki popielne, rozwijają się

bez porównania lepiej aniżeli w piasku kwarcowym, wyżarzonym i wymytym wodą królewską. Pożyteczność związków mineralnych dla życia roślin nie mogła już podlegać wątpliwości wobec tych wypadków badania. Toż samo stwierdziły rezultaty otrzymane przez innych autorów w kulturach roślin w sztucznych ziemiach. O ile przecie takie kultury doprowadziły łatwo do stanowczego przekonania o pożytku i potrzebie soli mineralnych wogóle, o tyle okazały się niedostatecznemi, gdy próbowano za ich pomocą rozstrzygnąć pytanie, jakie mianowicie pierwiastki z odnajdowanych w popiołach są dla rośliny niezbędnie potrzebnym pokarmem, a jakie tylko przypadkową bezużyteczną domieszką. W celu rozwiązania nasuwających się przy tem kwestyj, trzeba było koniecznie wyłączać zupełnie w kulturach pewne sole i obserwować, jak się rośliny zachowują wobec ich braku, a to się okazało prawie niemożliwem do osiągnięcia w jakichkolwiek sztucznych ziemiach. Jak się bowiem przekonano, nawet piasek kwarcowy, płukany w wodzie królewskiej może zawierać jeszcze związki mineralne, które korzenie roślinne są zdolne w pewnej ilości pobrać. Pewniejsze więc rezultaty otrzymano dopiero wówczas, gdy zaczęto stosować do badań kultury wodne.

O możności hodowania w wodzie roślin, które normalnie rozwijają swój system korzeniowy w ziemi—wiedziano jeszcze w drugiej połowie ubiegłego stulecia. Kultury wodne znajdowały też zastosowanie w badaniach fizyologicznych roślinnych, podejmowanych w pierwszej połowie bieżącego wieku, dopiero jednakże w drugiej połowie przyczynili się Sachs oraz Knop do szerszego ich rozpowszechnienia. Ponieważ z wody czystej destylowanej i soli mineralnych można tworzyć płyny żywiące dowolnego składu, przeto kultury wodne nadają się najzupełniej do doświadczeń, mających na celu wykazanie, jakie mianowicie mineralne sole są niezbędnie potrzebne dla roślin. Łatwo też za ich pomocą można wykazać, że *żadna roślina nie może się normalnie rozwijać w nieobecności związków chemicznych następnych pierwiastków: potasu wapnia, magnu, żelaza, fosforu i siarki.* Zbędnymi, choć niekoniecznie bezużytecznymi, okazały się w wodnych kulturach sód, chlor, a przedewszystkiem krzem, który Liebig uważał za niezbędnie potrzebny dla roślin. Jako przypadkowe i nie mające znaczenia uznać musiano ze znajdowanych w popiołach pierwiastków: brom, jod, fluor, glin, mangan, miedź, ołów, cynk, nikiel i inne rzadziej napotykane.

W zakres badań podjętych przez fizyologię roślinną, musiała wejść również kwestya żywienia się roślin azotem. Co do tej sprawy, to stwierdzono przedewszystkiem, że amoniak i kwas azotowy są pokarmami roślinnymi, przytem ostatni związek odpowiedniejszym dla roślin uprawnych aniżeli pierwszy. Przekonano się dalej, że liczne związki organiczne azotowe, jak mocznik, kwas hippurowy, kwas moczowy, leucyna, tyrosyna i inne, mogą być przez rośliny pobierane wprost jako pokarm. Kwestyę, czy azot gazowy atmosferyczny jest przez roślinność jako pokarm pobierany, rozwiązały, pozornie w sposób stanowczo przeczący, słynne badania Boussingaulta, poparte wypadkami doświadczeń podjętych później w Anglii przez Lawesa, Gilberta i Pugh'a. Pomimo tego w praktyce rolniczej utrzymywało się pod tym względem niedowierzanie, jak się w najnowszych badaniach okazało, zupełnie słuszne. Słynne bowiem doświadczenia Hellriegla, poparte badaniami późniejszemi wielu innych autorów, wykazały u roślin motylkowych, tworzących na korzeniach wskutek symbiotycznego pożycia z bakteryami t. zw. bulwki czyli brodawki, zdolność żywienia się wolnym azotem, niedostępnym dla roślin innych rodzin, (patrz Motylkowe rośliny).

Ogromny postęp wiedzy w dziedzinie fizyologii roślinnej w kilku ostatnich dziesiątkach lat obecnego wieku, dostarczył cegiełek na zbudowanie fundamentu dla nauki o użyciu i działaniu nawozów z niezaprzeczoną dla rolnictwa korzyścią. Rutynę, aż nazbyt często szkodliwą, zastąpić już obecnie może w sprawach odnoszących się do nawożenia ziemi racyonalne postępowanie, oparte na naukowych podstawach.

Dokładna znajomość sprawy żywienia się roślin daje przedewszystkiem wskazówkę, jakich związków nie potrzeba wcale używać, chcąc w nawozach dostarczyć roślinom bezpośrednio pokarmu. Węgla, wodoru i tlenu, materyałów potrzebnych do wytworzenia organicznej substancyi, znajdują rośliny podostatkiem w przyrodzie w atmosferze (bezwodnik węglowy) i w ziemi (woda). Tych pierwiastków w nawozie dodawać nie potrzeba dla wyżywienia uprawianych roślin. Tak samo zbytecznym byłby dodatek w nawozach dla tegoż samego celu tych pierwiastków, które nie są niezbędnymi pokarmami roślinnymi, lecz przypadkowo

tylko do organów roślinnych się dostają i w ich popiołach odnajdują.

Czy jednakże te pierwiastki, bez pobierania których rośliny nie mogą zgoła żyć, dodane w nawozach, zawsze jako bezpośredni pokarm zostaną przez rośliny spożytkowane i przyczynią się do podniesienia wysokości plonu? Na to pytanie sama fizyologia roślin nie jest w możności dać zadowalającej odpowiedzi, lecz potrzebuje wsparcia ze strony chemii gleby, jako też praktyki rolniczej. Dopiero z faktów zebranych w tych różnych dziedzinach wiedzy wynika świadomość, że *zbytecznem jest dodawanie w nawozach dla bezpośredniego odżywiania roślin tych pierwiastków, stanowiących niezbędny pokarm, które stosunkowo w małej ilości podczas uprawy są z ziemi wyczerpywane, a które zazwyczaj w obfitym zapasie są nagromadzone w urodzajnych ziemiach.* Do takich pierwiastków należy przedewszystkiem żelazo, którego rośliny niewiele pobierają i w każdej ziemi w ilości zupełnie dostatecznej znajdą. Do nich zaliczyć można także magn i siarkę, pierwiastki, z których pierwszy znajduje się w ziemi w różnych solach magnowych, a drugi w siarkanach, w ilości wprawdzie odsetkowo nie wysokiej, znacznie mniejszej niż żelazo, ale na potrzebę roślinności zupełnie wystarczającej. Pospolicie zawierają też ziemie i sole wapniowe w ilości dostatecznej dla wyżywienia roślin, a wypadek, aby w ziemi brakło wapna *jako pokarmu*, należy do rzadszych. Wobec tego dochodzi się do przekonania, że żelazo, magn, siarka, a najczęściej i wapń nie są pokarmami roślinnymi, których potrzeba dodawać w nawozach dla podniesienia plenności ziemi.

Inaczej rzecz się ma z trzema pozostałymi pierwiastkami, które fizyologiczne badania nakazują zaliczyć do rzędu niezbędnych pokarmów roślinnych, mianowicie: fosforem, potasem i azotem. Praktyka rolnicza przekonywa, *że kwas fosforowy, sole potasowe i związki azotowe znajdują się w ziemiach służących do produkcyi roślinnej w ilościach aż nadto często niewystarczających do zaspokojenia potrzeby roślin, w skutek czego te pierwiastki, w nawozach dodane przyczyniają się do polepszenia bytu roślin, a tem samem do podniesienia żyzności ziemi* w ten sposób, że zostają przez rośliny bezpośrednio jako pokarm spożytkowane. Z tego też względu *nawozy zawierające wszystkie lub też którykolwiek z tych trzech pierwiastków, nazwano działającymi bezpośrednio, albo też wprost bezpośrednimi.* Stosownie do jakości zawartego pokarmu roślinnego w nawozie bezpośrednim, określa się go nazwą: *azotowy, fosforowy* i *potasowy.*

1. Nawozy bezpośrednie.

Dobre działanie nawozu bezpośredniego zależy przedewszystkiem od tego, czy dla danej ziemi trafnie go dobrano. Nawóz zawierający zarówno pokarm azotowy jak i fosforowy, oraz potasowy, może się okazać skutecznym na każdej ziemi, o ile nie istnieją w niej jakieś warunki, przeszkadzające osiągnięciu przez rośliny tego stopnia rozwoju, który czyni możliwym zasób pokarmów w ziemi zawarty, jako też dodany w nawozie. Nie tak pewny jest natomiast skutek użycia nawozu, zawierającego tylko jeden z pokarmów zawartych często w ziemi w ilości niedostatecznej, a więc jednostronnego nawozu bezpośredniego np. fosforowego, azotowego, albo też potasowego. Pokarm bowiem znajdujący się w takim jednostronnym nawozie, może być przez uprawianą roślinę korzystnie spożytkowany tylko wtedy, gdy w użytej do produkcyi roślinnej ziemi:

a) zachodzi brak dla owej uprawianej rośliny właśnie tego pokarmu, który zawiera nawóz użyty w celu użyznienia ziemi;

b) wszelkie inne pokarmy znajdują się w dostatecznej ilości, i żaden czynnik nie stoi na przeszkodzie normalnemu odżywianiu się i rozwojowi uprawianej rośliny.

Innemi słowami można wyrazić tę ważną dla rolnictwa prawdę tak: nawóz bezpośredni azotowy może działać skutecznie tylko tam, gdzie rośliny nie znajdują wystarczającej ilości odpowiedniego pokarmu azotowego; tak samo nawozy fosforowe i potasowe mogą znaleźć korzystne zastosowanie tylko tam, gdzie zachodzi brak pokarmu fosforowego, względnie potasowego. Fizyologia bowiem roślinna uznaje jako fakt nie podlegający najmniejszej wątpliwości, że w odżywianiu rośliny jeden pierwiastek pokarmowy nie daje się zastąpić przez inny, to znaczy np., że niedostatek azotu nie może być wynagrodzony nadmiarem pokarmu fosforowego, ani też brak fosforu albo potasu, wapnem i t. p. Wyjątek stanowi potas, który w pewnej funkcyi może być zastąpiony sodem.

Na te stosunki zwrócił pierwszy uwagę Liebig, i od niego pochodzi używany w che-

mii rolniczej dla ich określenia termin: *prawo minimum*. Prawo to głosi, że *stopień żyzności ziemi zależy od tego pokarmu roślinnego, który znajduje się w ziemi w stosunkowo najmniejszej ilości*. Czynnik regulujący żyzność nie jest dla pewnej ziemi stałym, ale zmienia się zależnie od sposobu nawożenia ziemi, jak to zupełnie trafnie już Liebig podniósł. Jeżeli np. w jakiejś ziemi stosunkowo w najmniejszej ilości znajduje się kwas fosforowy, to plon uprawianej na niej rośliny będzie co do wysokości swej normowany ilością kwasu fosforowego, jaką roślina zdoła sobie z tej ziemi przyswoić. Na takiej ziemi może korzystnie działać nawóz bezpośredni fosforowy. Z chwilą jednak wprowadzenia tego nawozu do ziemi, może się zmienić czynnik regulujący żyzność. Wówczas pokarm fosforowy może się znaleźć w pewnym nadmiarze wobec np. niezbyt obficie zawartego w ziemi pokarmu potasowego, wskutek czego po użyciu nawozu fosforowego, o wysokości plonu, będzie decydować dostępna dla rośliny ilość potasu. W takim przypadku zwiększenie dawki samego nawozu fosforowego więcej już plonu nie podniesie.

Liebig ograniczył swoje *prawo minimum* do pokarmów roślinnych. Postęp fizyologii przynoszący objaśnienia od czego wogóle rozwój rośliny jest zależny, pozwala nam granice dla tego prawa znacznie rozszerzyć. Ponieważ byt rośliny nie jest zależny wyłącznie od obfitości pokarmów, lecz również i od licznych warunków, wpływających na lepsze wyzyskanie i przerobienie pokarmu, można powiedzieć wogóle, że żyzność ziemi zależy od tego czynnika produkcyi roślinnej, który występuje do działania podczas wegetacyi w *minimum*. Czynnikiem takim może być zarówno jakikolwiek niezbędny pokarm, jak i przymioty fizyczne ziemi, mniej lub więcej odpowiadające potrzebie rośliny, jak np. zbyt wielka lub mała zdolność zatrzymywania wody, nieodpowiednia zwięzłość, stosunki klimatyczne i t. d.

Nie potrzeba obszernie udowadniać, jak pożyteczną jest znajomość *prawa minimum* dla praktyki nawożenia. Z jednej strony prowadzi ono do wyjaśnienia, dlaczego pewne nawozy w jednej miejscowości użyte dobrze działają i opłacają się, podczas gdy w innych okazują się zupełnie bezużytecznymi. Z drugiej zaś strony prawo minimum daje cenną wskazówkę, że dla racyonalnego i trafnego wyboru nawozu potrzebne jest poznanie, jaki czynnik produkcyi roślinnej, a w szczególności jaki pokarm znajduje się w ziemi w ilości niedostatecznej. Wykrycie czynnika występującego do działania w minimum nie jest jednakże bynajmniej rzeczą łatwą. Starania o wynalezienie prostych środków sięgają dawnych czasów, dotychczas jednakże, jakkolwiek już wiele na tem polu zrobiono, nie zostały one jeszcze uwieńczone zupełnie zadowalającym skutkiem.

Zdawać by się mogło, że najpewniejsze wskazówki co do brakujących w ziemi pokarmów, a zatem co do jakości potrzebnych dla niej nawozów może dać dokładny *chemiczny rozbiór ziemi*. I istotnie zrazu, gdy za pobudką Liebiga zaczęto w sposób ściśle naukowy kwestye rolnicze opracowywać, pokładano wielkie nadzieje w analizie ilościowej jako mierniku żyzności ziemi. Pokazało się jednakże rychło, że z wypadków chemicznego rozbioru ziemi aż nadto często nie można nic pewnego wnosić o rodzaju nawozów, przedstawiających widoki korzystnego działania. Pewniejsze wnioski są możliwe tylko wtedy, gdy ilościowy rozbiór chemiczny ziemi wykaże rażąco małą zawartość jakichś pokarmów wobec dostatecznie wysokiej zawartości innych niezbędnych. W takim przypadku można z wielkiem prawdopodobieństwem wnosić, że dodatek w nawozie tych właśnie pokarmów lub tego pokarmu, którego brak w ziemi rozbiór chemiczny stwierdził, podniesie jej żyzność i opłaci się. Wniosek przecie będzie zawsze tylko mniej lub więcej prawdopodobny, ale nigdy nie będzie absolutnie pewny, a to z powodu że chemiczny ilościowy rozbiór ziemi nie może wcale przekonać nas o tem, czy z ziemi badanej chemicznie niema w naturalnem jej położeniu jakichś niekorzystnych warunków, które uniemożliwią dobry rozwój uprawianych roślin pomimo dostatku niezbędnych dla nich pokarmów. Jeżeli zresztą działanie wybranego na podstawie chemicznego ilościowego rozbioru nawozu odpowie oczekiwaniom, to znaczy—podniesie wysokość plonu, nie idzie jeszcze koniecznie zatem, aby zastosowanie owego nawozu zapewniało korzyść pieniężną. *Dobre bowiem działanie użytego nawozu i opłacalność—są to dwie rzeczy, które nie zawsze chodzą ze sobą w parze.* Na opłacalność bowiem nawozu wpływają nietylko czynniki produkcyi w ziemi działające, ale także zewnętrzne czynniki ekonomiczne, jak cena nawozu, koszta przewozowe, cena ziemiopłodów, drogość kapitału i t. p. W każdym jednakże razie w przypadku, gdy ilościowa analiza wykazuje w ziemi niedostatek pewnego składnika, wnioski o nawo-

zowej potrzebie mogą być daleko pewniejsze, aniżeli wtedy, gdy chemiczny rozbiór wykrywa w ziemi stosunkową wysoką zawartość wszystkich niezbędnych pokarmów roślinnych.

W takich przypadkach wniosek, że ziemi żadnych pokarmów nie brakuje i żadne nawozy się nie opłacą, jakkolwiek na pozór zupełnie logiczny i słuszny, jest zupełnie niewłaściwy i niedopuszczalny. Rozbiór bowiem chemiczny wskazać tylko może, jakie ilości rozmaitych związków, będących i niebędących pokarmami roślinnymi, rozpuszczają się w użytym do analitycznego badania rozczynniku, ale nie jest wcale w stanie dać dokładniejszego pojęcia o stopniu, w jakim zawarte w ziemi mineralne pokarmy są dla roślin przyswajalne. Z tego to mianowicie powodu stopień żyzności ziemi nie pozostaje w zupełnie ścisłym związku ze składem chemicznym ziemi, wskazującym ilość bez uwzględnienia jakości. Niezgodność daje się często zauważyć osobliwie wtedy, gdy w celu oznaczenia ilościowego różnych składników wytrawiano ziemię, jak to w szczególności dawniej się praktykowało, silniejszymi kwasami mineralnymi i do tego jeszcze na gorąco. Zawartości związków pokarmowych roślinnych w takich warunkach oznaczone, musiały naturalnie znacznie odbiegać od ilości tychże samych związków, znajdujących się w ziemi w stanie łatwo przyswajalnym dla roślin. Kiedy poznano braki w taki sposób wykonywanego rozbioru, starano się oznaczać w ziemiach ilościowo składniki mineralne rozpuszczalne w rozczynnikach chemicznych, działających z siłą roztwarzającą mniej więcej tak samo znaczną, jak wydzieliny korzeni roślinnych. I tu jednak skutki musiały w znacznej części zawieść oczekiwania. Oprócz trudności w przygotowaniu rozczynników dorównywających siłą roztwarzającą fizyologicznej działalności korzeni, stanął na przeszkodzie udoskonaleniu się w tym kierunku chemicznej analizy ziemi fakt, że nie wszystkie rośliny obdarzone są w jednakowym stopniu zdolnością żywienia się trudniej rozpuszczalnymi mineralnymi pokarmami. Przeciwnie dają się zauważyć pod tym względem u rozmaitych roślin uprawnych bardzo wielkie różnice. Świadczą o tem np. wykonane przed wielu laty przez Dietricha doświadczenia w celu zbadania wpływu roślinności na wietrzenie różnych skał. Dietrich oznaczał w tych badaniach, o ile więcej substancyi mineralnej rozpuściło się pod wpływem korzeni różnych roślin, aniżeli wskutek czysto chemicznego procesu wietrzenia. Przewyżka znaleziona wynosiła mianowicie:

			z piaskowca pstrego	z bazaltu
dla	3	roślin łubinu	0.608 *g.*	0.749 *g.*
„	3	„ grochu	0.481 „	0.713 „
„	20	„ szporku	0.268 „	0.365 „
„	10	„ hreczki	0.232 „	0.327 „
„	4	„ wyki	0.221 „	0.251 „
„	8	„ pszenicy	0.027 „	0.196 „
„	8	„ żyta	0.014 „	0.132 „

Różnice zatem są wcale znaczne. Wynika zaś ztąd, że chcąc za pomocą użycia słabych rozczynników oznaczać w ziemiach zawartość łatwo przyswajalnych pokarmów, należałoby dla rozmaitych roślin uprawnych używać specyalnych rozczynników różnej siły i wykonywać oddzielne rozbiory. A niezawodnie i to jeszcze nie byłoby wystarczające i nie dozwalałoby stanowczego nieomylnego wnioskowania, gdyż ilość pokarmów, jakie rośliny z pewnej ziemi mogą pobrać, nietylko jest zależną od stopnia rozpuszczalności, jaki w danej chwili te pokarmy posiadają, jako też od siły roztwarzającej czynników roślinnych, ale także, i to w znacznej mierze, od sił chemicznych w samej ziemi działających. Jeden i ten sam trudno rozpuszczalny związek mineralny, będący roślinnym pokarmem, może w rozmaitych ziemiach posiadać bardzo różną przyswajalność, zależnie od ilości ciał próchnicowych w ziemi zawartych, energii ich rozkładu, szybkości powstawania bezwodnika węglowego, stopnia wilgotności, stosunków klimatycznych i t. p. Tych wszystkich ważnych czynników niepodobna uwzględnić w metodach chemicznej ilościowej analizy ziemi, i dla tego to właśnie chemiczny rozbiór bardzo często nie jest w stanie dać dokładnego pojęcia o tem, jakie pokarmy znajdują się w ziemi w ilości niedostatecznej, w owem minimum wedle prawa Liebiga, a tem samem—nieomylnej wskazówki, jakie nawozy bezpośrednie są dla pewnej ziemi wskazane. Dodać jeszcze należy, że ilość pokarmu, jaką ziemia może roślinie dostarczyć, zależy także jeszcze i od głębokości gleby.

Zastanowienie się głębsze nad tą sprawą prowadzi zatem do przekonania, że na podstawie chemicznego rozbioru ilościowego nie można wyprowadzić stanowczych wniosków o rodzaju pokarmów roślinnych, jakie należałoby dodawać ziemi w nawozach, chcąc skutecznie i z pieniężną korzyścią podnieść jej żyzność. Nie znaczy to jednak-

że bynajmniej, aby analiza chemiczna ziemi nie miała żadnego znaczenia i nie przedstawiała żadnych korzyści dla praktyki rolniczej. Znający chemiczny skład ziemi na swej roli czy łące, może zawsze przy wyborze nawozów na pewniejszej oprzeć się podstawie, aniżeli ten, kto pod tym względem niema żadnych wiadomości, osobliwie wtedy, gdy jak to już wyżej było zaznaczone, rozbiór chemiczny ziemi wykrywa niedostateczną ilość jednego ze składników, niezbędnie potrzebnych dla rośliny. Dlatego też postęp w metodach analitycznych ziemi jest zawsze dla rolnictwa bardzo pożądany, a w szczególności pożytecznem byłoby wielce używanie, jeżeli już nie na całym świecie, to przynajmniej w pojedyńczych państwach lub krajach, jednakowych metod analitycznych. Tylko bowiem w takim razie analizy różnych ziemi dokonane w rozmaitych pracowniach, dałyby się ze sobą porównywać i dozwalałyby wyprowadzanie bardziej ogólnych wniosków. Na tej drodze zrobiono już pierwszy krok w Niemczech, gdzie związek chemiczno-rolniczych stacyi doświadczalnych postanowił oznaczać w ziemiach ilościowo zawartość składników rozpuszczalnych w kwasach mineralnych jednakowego a słabego stężenia. Wedle obowiązującego niemieckie pracownie związkowe przepisu, traktuje się mianowicie ziemię 30% kwasem azotowym lub 10% kwasem solnym przez dni trzy na zimno, albo też 25% kwasem solnym przez 3 godziny w cieple łaźni wodnej (zatem w temperaturze niedochodzącej 100° C.). Metodę tę przyjęła również Sekcya rolnicza komisyi fizyograficznej Akademii umiejętności w Krakowie jako obowiązującą. Jako użyteczne podnieść należy również usiłowania podejmowane w celu uzyskania rozczynników rozpuszczających z ziemi mniej więcej takie same ilości pewnego pokarmu, jakie z tej ziemi pewne rośliny mogą sobie przyswoić w ciągu jednego okresu wegetacyjnego. Nad tą sprawą wypadnie się obszerniej zastanowić w rozdziałach traktujących szczegółowo o działaniu i użyciu różnych nawozów bezpośrednich. Tu wystarczy uwaga, że metody analityczne będące owocem tych usiłowań, mogą być prawdziwie użyteczne tylko dla badań ziemi pewnych gatunków, mniej więcej jednakim systemem uprawianych i rozmieszczonych na niezbyt wielkim obszarze. Poruszając kwestyę znaczenia chemicznego rozbioru ziemi, wypada jeszcze nadmienić, że znajomość chemicznego składu ziemi jest bardzo potrzebną dla objaśnienia i zrozumienia sprzecznych nieraz rezultatów otrzymywanych w próbach polowych nad działaniem nawozów. Jest też wielce pożądane, aby wszędzie, gdzie się takie próby polowe podejmuje, nie zaniedbywano wykonania chemicznych rozbiorów ziemi, które byłyby bardzo cennym materyałem dla krajowego gleboznawstwa.

Tak samo jak chemiczna analiza ziemi, nie dają w sprawach wyboru nawozów dostatecznie pewnych wskazówek — *różnice w składzie chemicznym rozmaitych roślin uprawnych.* Jakkolwiek wszystkie wyższe rośliny potrzebują niezbędnie do życia jednakowych pierwiastków chemicznych, to jednakże stosunek, w jakim różne pokarmowe pierwiastki są pobierane, nie jest u wszystkich roślin jednakowy. Przeciwnie, analizując np. popioły roślinne, znajdziemy u rozmaitych roślin to ten, to ów związek występujący w przeważnej ilości. Na podstawie też dostrzeżonych różnic w chemicznym składzie, odróżniał jeszcze Liebig grupy roślin potasowych, wapniowych i krzemionkowych, stosownie do składnika zawartego w stosunkowo największej ilości. Nazwa grupy, do której pewna roślina należała, wskazywała z jakiego pokarmu ziemia będzie przez uprawę tej rośliny najsilniej wyczerpywana. Nieuzasadnionym jednakże wcale byłby wniosek, że roślina która pobiera najwięcej potasu albo też wapna z ziemi, albo wogóle jakiegokolwiek pokarmu, będzie najbardziej potrzebowała dodatku tegoż pokarmu w nawozie, i najlepiej użycie nawozu zawierającego ów pokarm opłaci. Nie podlega bowiem już obecnie wątpliwości, że *obfitość jakiegoś składnika pokarmowego w organizmie pewnej rośliny niekoniecznie chodzi w parze z trudnością pozyskiwania tegoż pokarmu z naturalnych zasobów gleby.*

Faktów uzasadniających powyższe twierdzenie niemało już się w nauce nagromadziło. Tak np. wiadomo, że rośliny motylkowe, zawierające w jednorocznym plonie, w porównaniu z uprawnemi roślinami innych rodzin, bardzo znaczne ilości azotu, w wielu przypadkach nietylko nie opłacają użycia nawozów azotowych, ale nawet wogóle okazują się nieczułemi na ich działanie. Przyczyną tego jest naturalnie posiadanie zdolności żywienia się wolnym azotem atmosferycznym. Z pomiędzy roślin zbożowych pobiera z ziemi największą ilość tlenku potasowego — owies. Tymczasem, jak się okazało w badaniach Wagnera, ro-

ślina ta mniej daleko korzysta z podanego w pomocniczym nawozie pokarmu potasowego, aniżeli jęczmień, który w jednorocznym plonie zawiera znacznie mniejszą ilość potasu. Tenże sam autor zauważył, że dla kartofli, pobierających z ziemi bardzo wiele tlenku potasowego, nawozy zawierające łatwo rozpuszczalne sole potasowe, mogą być nawet szkodliwe, szczególnie na lekkich ziemiach.

Wyjaśnienie istniejącej niezgodności pomiędzy chemicznym składem rośliny a jej potrzebą nawozową, znaleźć możemy przedewszystkiem, zwracając uwagę na różnice istniejące u rozmaitych roślin uprawnych, w zdolności żywienia się trudno przyswajalnymi składnikami pokarmowymi, o czem już powyżej była mowa. Rzecz prosta, że roślina posiadająca tę zdolność w wysokim stopniu co do pobierania kwasu fosforowego lub tlenku potasowego, prędzej się obejdzie bez dodatku tych pokarmów w nawozach, jakkolwiek może ich wiele potrzebować, aniżeli inna roślina, dla której trudno rozpuszczalne związki fosforowe lub potasowe są daleko mniej dostępne. Wyjaśniają dalej obserwowaną niezgodność pomiędzy obfitością pewnego pokarmu, znajdowanego w organizmie jakiejś rośliny a jej potrzebami nawozowemi wielkie różnice, które dają się zauważyć w głębokości i sposobie korzenienia się roślin.

Głębokość do jakiej sięgają korzenie roślin uprawnych, jest nader rozmaita. Na podstawie skrajnych różnic, powstał podział powszechnie znany na rośliny płytko i głęboko się korzeniące. Szczegółowych spostrzeżeń w tym kierunku, jakkolwiek są one dla rolniczej praktyki bardzo cenne, nie mamy przecie wiele, niezawodnie z powodu trudności, z jakiemi jest połączone badanie głębokości korzenienia się, osobliwie na ziemiach bardziej zwięzłych. Interesującymi są pomiary wykonane w Niemczech przez Ortha, a we Francyi przez Müntza i Girarda u licznych roślin na jednakiej ziemi, które tu jako przykład mogących istnieć różnic podajemy.

Müntz i Girard znaleźli na glebach fermy w Vincennes, lekkich na wierzchu a bardziej zbitych w głębokości 50—60 *cm*, korzenie:

	w głębokości
rzepaku i lucerny większej niż	175 *cm.*
koniczyny	170 „
pszenicy większej niż . .	150 „
jęczmienia i owsa . . .	150 „
traw łąkowych, maku . .	140 „
konopi, bobu, łubinu . .	100 „

Orth mierzył głębokość, do jakiej wnikały korzenie rozmaitych roślin w przepuszczalnych piaskach i stwierdził następne różnice:

lucerna biała . .	265 *cm.*
esparceta . .	170 „
rzepak . . .	165 „
proso . . .	155 „
rzepa . . .	152 „
koniczyna łąkowa .	145 „
buraki i łubin . .	138 „
jęczmień. . .	135 „
marchew . .	130 „
owies . . .	127 „
żyto . . .	123 „
bób . . .	111 „
pszenica. . .	109 „
kartofle . . .	103 „
kukurydza . .	100 „
hreczka i wyka .	90 „
koniczyna biała .	83 „
przelot . . .	80 „
len . . .	67 „

Podane dla przykładu pomiary nie dają naturalnie pojęcia o granicznej głębokości, do jakiej w sprzyjających warunkach mogą dosięgnąć korzenie roślin głęboko się korzeniących. Dość powiedzieć np. że wydobywano już lucernę z korzeniami z głębokości 16 metrów. Nie można z nich również wnosić, aby płytko korzeniące się rośliny zawsze i wszędzie do tak znacznej głębokości sięgały. Świadczą one tylko wymownie, jak różną bywa na jednej i tej samej glebie masą ziemi, którą korzenie roślinne przerzynają. Widać stąd, że przy znacznie różnym składzie chemicznym głębokich i powierzchownych warstw urodzajnej ziemi, rośliny zapuszczające korzenie głęboko mogą obficie korzystać z takiego pokarmu, którego brakuje w warstwach wierzchnich roślinom z płytkiemi korzeniami.

Nietylko jednakże różnice w głębokości korzenienia się sprawiają, że nie wszystkie rośliny mogą w jednakowym stopniu korzystać z naturalnych zapasów pokarmowych ziemi. Ważne pod tym względem znaczenie ma także sposób rozgałęziania się korzeni, u różnych roślin odmienny. Pokarmy trudno przyswajalne, jako nierozpuszczalne, nie przechodzą do wody krążącej w ziemi i nie mogą za jej pośrednictwem dostać się do korzonków roślinnych. Te pokarmy zdobywa sobie roślina, stykając

się bezpośrednio z cząsteczkami ziemi młodymi korzonkami, pokrytymi obficie delikatnymi włoskami. Zetknięcie to jest tak ścisłe, że po wyrwaniu rośliny z ziemi dostrzegamy na młodszej części korzonków znaczniejszą ilość ziemi, której bez uszkodzenia delikatnych włosków niepodobna zupełnie usunąć, nawet za pomocą płukania korzonków w wodzie. Te to właśnie części korzonków, których cząstki ziemi tak silnie się czepiają, czerpią z ziemi pokarmy, podczas gdy części starsze korzeni, nie mające na powierzchni włosków, przewodzą pobrane pokarmy ku organom nadziemnym. Wobec takiej organizacyi, pobieranie pokarmów nierozpuszczalnych przez rośliny musi być zależne od obfitości najdrobniejszych rozgałęzień i od głębokości, w jakiej właśnie najdrobniejsze korzonki najobficiej powstają i najgęściejszą siatką ziemię przerastają. Pod tym względem rozwój korzeni u rozmaitych roślin uprawnych jest bardzo różny, jak to między innemi wykazują ciekawe obserwacye Müntza i Girarda, którzy oznaczali wagę oraz ogólną powierzchnię drobnych korzonków rozgałęzionych w warstwach ziemi rozmaitej głębokości. Wielkie różnice dały się mianowicie zauważyć w rozwoju korzeni u roślin o korzeniu włóknistym (charakterystycznym dla traw i zbóż) z jednej strony, a o wrzecionowatym—z drugiej. Okazuje to wyraźnie porównanie następujących liczb oznaczających, ile ważą korzonki drobne różnych roślin, rosnących na powierzchni jednego hektara w warstwach ziemi 25 *cm* grubych, w różnej głębokości pod powierzchnią się znajdujących.

A. Rośliny o korzeniu włóknistym.

	pszenica	jęczmień	owies	trawy łąkowe
1 warstwa (gleba)	921 *kg*	629 *kg*	1120 *kg*	2705 *kg*
2 „ (podłoże)	292 „	185 „	178 „	120 „
3 „ „	248 „	110 „	230 „	70 „
4 „ „	101 „	86 „	114 „	46 „
5 „ „	110 „	16 „	11 „	3 „

B. Rośliny o korzeniu wrzecionowatym.

	mak	lucerna	koniczyna	rzepak
1 warstwa (gleba)	39 *kg*	222 *kg*	150 *kg*	197 *kg*
2 „ (podłoże)	56 „	56 „	425 „	128 „
3 „ „	60 „	93 „	230 „	137 „
4 „ „	56 „	75 „	109 „	108 „
5 „ „	4 „	212 „	35 „	115 „
6 „ „	—	113	—	149 „

Podczas gdy zatem największa masa drobnych korzonków u roślin o korzeniu włóknistym przypada na glebę, u roślin o korzeniu wrzecionowatym największa ilość na wagę drobnych rozgałęzień znajduje się w warstwach ziemi głębszych. Różnice istniejące jeszcze jaskrawiej występują, gdy się obliczy ogólną wagę korzonków pochodzących z podłoża czyli z głębokości poniżej 25 *cm.*, a następnie przeliczy, ile przypada drobnych korzonków w podłożu na 100 *kg.* takichże korzonków rozgałęzionych w glebie. Liczby z takiego obliczenia wypadają jak następuje:

	waga drobnych korzonków z gleby	z podłoża	na 100 *kg* drobnych korzonków z gleby przypada na podłoże
pszenica	921 *kg*	751 *kg*	81 *kg*
jęczmień	629 „	397 „	63 „
owies	1120 „	533 „	48 „
trawy łąkowe	2705 „	239 „	9 „
mak	39 „	176 „	451 „
lucerna	222 „	549 „	247 „
koniczyna	150 „	799 „	533 „
rzepak	197 „	637 „	323 „

Nie mniej interesującymi są też pomiary ogólnej powierzchni drobnych korzonków, jaką posiadają różne rośliny rosnące na jednym hektarze. Liczby odpowiednie uzyskuje się przez zmierzenie długości i przeciętnej średnicy drobnych rozgałęzień u pewnej liczby egzemplarzy i przeliczenie następnie otrzymanych ilości na powierzchnię całego hektara. Pomiary takie naturalnie nie dadzą się wykonać z absolutną dokładnością, ale dopuszczają porównanie i bądź co bądź dają pewne wyobrażenie o wielkości powierzchni, na jakiej małe korzonki, pobierające pokarm, stykają się bezpośrednio z ziemią. Podajemy je też tutaj za Müntzem i Girardem dla kilku roślin o korzeniu włóknistym jak również o wrzecionowatym i dla różnych warstw ziemi o grubości 25 *cm.* każda:

A. Rośliny o korzeniu włóknistym.

	pszenica	jęczmień	owies	trawy łąkowe
1 warstwa (gleba)	78700 m^2	24864 m^2	77216 m^2	40240 m^2
2 „ (podłoże)	15000 „	4864 „	6400 „	18048 „
3 „ „	14690 „	2896 „	15584 „	10576 „
4 „ „	4650 „	2258 „	7840 „	6976 „
5 „ „	5050 „	416 „	774 „	400 „
6 „ „	—	—	—	—

B. Rośliny o korzeniu wrzecionowatym.

	mak	lucerna	koniczyna	rzepak
1 warstwa (gleba)	5584 m^2	1952 m^2	3360 m^2	6080
2 „ (podłoże)	4928 „	496 „	26080 „	3952
3 „ „	3824 „	816 „	14144 „	3360
4 „ „	7344 „	656 „	8176 „	4320
5 „ „	528 „	1872 „	2200 „	6190
6 „ „	—	1008 „	—	—

I z tych pomiarów zatem okazuje się, że u roślin o korzeniu włóknistym stosunkowo największą powierzchnią stykają się korzonki z żywicielką ziemią w warstwach wierzchnich — w glebie, podczas gdy rośliny z korzeniem wrzecionowatym przeciwnie w warstwach głębszych mają daleko większe zetknięcie. Różnice silniej jeszcze niewątpliwie zaznaczyłyby się, gdyby obserwacye rozciągały się na znacznie większą głębokość, do której włókniste korzenie roślin płytko się korzeniących nie dochodzą, a wrzecionowate głęboko zapuszczających korzenie—obficie się jeszcze rozgałęziają.

Różnice zachodzące u rozmaitych roślin uprawnych w sposobie żywienia się azotem, w zdolności przyswajania z ziemi trudno rozpuszczalnych pokarmów mineralnych, a wreszcie w sposobie korzenienia się— sprawiają, że *znajomość składu chemicznego rośliny jakiejś nie daje pewnej wskazówki dla rozwiązania kwestyi, jaki nawóz może być dla niej użyteczny.* Z rozbiorów zatem chemicznych rozmaitych płodów rolniczych mamy głównie tę korzyść, że uzyskujemy w nich potrzebne niekiedy dane do obliczenia ilości różnych pokarmów wyczerpywanych z ziemi przez uprawę.

Natomiast, jak to rezultaty nowych badań pozwalają mniemać, analizy chemiczne roślin uprawnych w sposób całkiem odmienny mogą doprowadzić nas do poznania, jaki składnik pokarmowy znajduje się w ziemi dla pewnej rośliny w ilości niedostatecznej. Chcąc mianowicie ten cel osiągnąć, należy zwrócić uwagę nie na to, o ile skład chemiczny danej rośliny różni się od innych, lecz na *różnice istniejące w składzie chemicznym jednej i tej samej rośliny wyhodowanej na rozmaitych glebach,*— a przedewszystkiem na zmianę, jaką wywołuje w odsetkowych zawartościach różnych pokarmów w jakiejś roślinie na pewnej ziemi uprawianej, nawożenie tejże ziemi rozmaitymi nawozami. Znaną bowiem jest rzeczą od dawna, że jedna i ta sama roślina uprawna, na różnych ziemiach wyprodukowana, nie będzie posiadała zupełnie jednakowego składu chemicznego, przeciwnie, w odsetkowych ilościach pojedynczych składników, oraz w stosunku ich wzajemnym do siebie będą istniały różnice, często

wcale znaczne—zależne od składu chemicznego ziemi, a ściślej się wyrażając od tego, jakie pokarmy znajdzie w niej roślina poddostatkiem, a jakie w ilości niewystarczającej.

Obfitość jakiegokolwiek pokarmu w ziemi, czy wogóle w środowisku, w którem korzenie się rozwijają, objawia się w organizmie roślinnym znaczną zawartością odsetkową tegoż pokarmu. Roślina bowiem, napotykając w swem otoczeniu jakiś pokarm w pewnym nadmiarze w stosunku do innych niezbędnych, może go zaczerpnąć po nad potrzebę, to znaczy więcej aniżeli koniecznie jej potrzeba do rozwoju w takim stopniu, jaki dopuszczają inne pokarmy będące w minimum. *Obfitość zatem pewnego pokarmu w ziemi chodzi zwykle w parze z obfitością tegoż pokarmu w rozwijających się na tej ziemi roślinach.* Inaczej natomiast dzieje się z pokarmami, w które ziemia jest skąpo uposażona. Z takim pokarmem roślina obchodzi się bardzo oszczędnie, jeżeli można wogóle tak się wyrazić, stara się jak najlepiej go zużytkować, to znaczy: z każdej pobranej ilości osiągnąć możliwie największą produkcyę. *Następstwem zaś naturalnem takiego ekonomicznego obchodzenia się z pewnym pokarmem w minimum będącym musi być niska odsetkowa zawartość tegoż pokarmowego składnika w masie roślinnej.* Fakta te łatwo zrozumiałe są już od dawna znane. Dopiero jednakże przed niecałym dziesiątkiem lat podjęto ściślejsze badania, w celu przekonania się, o ile pewne są te wnioski, które można wyprowadzać o potrzebie nawozowej ziemi na podstawie różnic, istniejących w składzie chemicznym jednej i tej samej rośliny. Jaśniejsze światło na tę ciekawą i ważną sprawę rzuciły już doświadczenia wykonane przez Atterberga, Kellnera, Heinricha, Helmkampfa i innych. Budzi ona obecnie wielkie zainteresowanie i zasługuje, aby pomieścić na tem miejscu treściwe sprawozdanie o uzyskanych rezultatach.

Jako jedno z najważniejszych spostrzeżeń, podnieść należy następujące. Oto przekonano się, że działanie nawozu, zawierającego składnik pokarmowy znajdujący się w ziemi w ilości niewystarczającej, objawia się między innemi również podwyższeniem odsetkowej zawartości tegoż składnika w masie roślinnej. Znaczy to, że roślina wyprodukowana bez tego nawozu będzie w odsetkach w swym składzie zawierała owego pokarmu mniej, aniżeli taż sama roślina wyrosła na tejże ziemi zasilonej nawozem. Odmienny natomiast skutek okaże się co do zawartości tych składników, które w ziemi nienawiezionej znajdują się w pewnym nadmiarze. W ziemi zasilonej za pomocą dodanego nawozu w brakujący pokarm, bujniejszy rozwój doprowadzi do obfitszej produkcyi. Roślina z pobranych z ziemi pokarmów będzie mogła wyprodukować większą masę, wskutek czego odsetkowa zawartość tychże pokarmów w tejże masie ulegnie obniżeniu, nawet bardzo wysokiemu, jeżeli nadmiar owych pokarmów w ziemi nie jest bardzo znacznym. Najsilniejsze obniżenie naturalnie wówczas nastąpi, gdy po nawiezieniu ziemi brakującym składnikiem, inny pokarm istniejący w pewnym nadmiarze w ziemi nienawiezionej, znajdzie się teraz w *minimum*.

W celu dania wyobrażenia, jak znaczne różnice w chemicznym składzie rośliny wywołuje zmiana warunków żywienia, przytaczamy wypadki uzyskane w jednem z doświadczeń Atterberga. W wazonach blaszanych, zawierających po 12 *kg.* piaszczystej glinki posiano owies. W jednym szeregu wazonów ziemia użyta nie była zasilona żadnym nawozem, w drugim zaś dodano pokarm azotowy w saletrze. We wszystkich posiano owies czarny chorągiewkowy. W jednej seryi doświadczeń zebrano owies w okresie zupełnej dojrzałości; oznaczono wysokość zbioru, a następnie wykonano rozbiór chemiczny słomy i ziarna. Odsetkowe zawartości azotu, kwasu fosforowego i tlenku potasowego wypadły jak następuje:

zawartość w % suchej masy:

	w słomie		w ziarnie	
	z nawozem azotowym	bez nawozu azotowego	z nawozem azotowym	bez nawozu azotowego
azotu (N)	1.03%	0.25%	2.97%	1.52%
kwasu fosforowego (P_2O_5)	0.092 „	0.396 „	0.794 „	0.982 „
tlenku potasowego (K_2O)	1.04 „	1.99 „	0.70 „	0.81 „

Jak się z powyższych liczb okazuje, użyty nawóz azotowy zmienił znacznie skład chemiczny owsa. Co do zawartości tlenku potasowego nastąpiła zmiana głównie w słomie (co się poprostu objaśnia tem, że ziarno zawiera stosunkowo mało potasu), natomiast w azocie i w kwasie fosforowym widać znaczne ilościowe różnice zarówno w ziarnie, jak i w słomie. Zawartość azotu uległa mianowicie zmianie w kierunku dodatnim, natomiast odsetkowe ilości kwasu fosforowego i tlenku potasowego zmniejszyły się. Wobec tego na podstawie podanych powyżej wskazówek należałoby stąd wnioskować, że w ziemi do doświadczenia użytej znajdował się w minimum azot, zaś kwas fosforowy i potasowy tlenek stosunkowo w pewnym nadmiarze. Słuszność tego wniosku jak najzupełniejsze znajduje potwierdzenie w różnicy, jaka się w tem doświadczeniu okazała w wysokości plonów. Zebrano mianowicie na 100 roślin owsa suchej substancyi:

	w słomie	w ziarnie
bez nawozu azotowego	28.6 *g*	20.1 *g*
po nawozie azotowym	73.6 „	50.5 „

Nawóz zatem azotowy jednostronnie użyty działał nader skutecznie, co najwymowniej świadczy o tem, że w ziemi właśnie azotu brakowało. Jak jednakże wskazują rezultaty chemicznego rozbioru, zawartość azotu zarówno w ziarnie jak i w słomie bardzo znacznie się podniosła. Można zatem przypuszczać, że po dodaniu nawozu azotowego azot znajdował się w pewnym nadmiarze, zaś braknąć mogło jakiegoś innego składnika pokarmowego. Ponieważ zawartość kwasu fosforowego uległa daleko znaczniejszemu obniżeniu aniżeli tlenku potasowego, można stąd wnosić, że na ziemi nawiezionej azotowym nawozem znalazł się w *minimum* tlenek potasowy. Jeżeli zaś tak było w istocie, to dodatek obok nawozu azotowego nawozu fosforowego nie powinienby, ani powiększyć zbioru, ani też wywołać zmniejszenia się w plonie zawartości azotu i tlenku potasowego. Natomiast nawóz potasowy razem z azotowym użyty powinien wysokość zbioru podnieść, odsetkową zawartość azotu obniżyć, zaś zawartość tlenku potasowego podwyższyć. Odpowiednie doświadczenia w dalszym ciągu przez Atterberga na tejże samej ziemi wykonane najzupełniej potwierdzają wszystkie powyższe wnioski. Zawartość bowiem w plonie różnych pokarmów wynosiła:

	w słomie po nawozie			w ziarnie po nawozie		
	azotowym	azotowym i fosforowym	azotowym fosforowym i potasowym	azotowym	azotowym i fosforowym	azotowym, fosforowym i potasowym
azotu (N)	1.57%	1.45%	0.50%	3.02%	3.13%	1.59%
kwasu fosforowego (P_2O_5)	0.27 „	0.43 „	0.26 „	1.15 „	1.43 „	0.98 „
tlenku potasowego (K_2O)	—	1.30 „	2.53 „	0.93 „	0.96 „	1.03 „

Nawóz potasowy zatem, tak jak można było przewidzieć, obniżył w plonie znacznie zawartość azotu, zaś ilość tlenku potasowego podwyższył. Szkoda tylko, że z powodu wypadkowego uszkodzenia kultur brak danych, z których możnaby się przekonać jak wpływa na tej ziemi nawóz azotowo-potasowy bez fosforowego. W takiej kombinacyi, być bardzo może, wystąpiłby w odżywianiu rośliny w minimum—kwas fosforowy.

Co się tyczy zmiany w wysokości plonów, to te wypadły jak następuje:

W 100 zebranych roślinach ważyła:

	słoma	ziarno
po nawozie azotowym	72 *g*	60 *g*
„ azotowym i fosforowym	68 „	35 „
„ azotowym fosforowym i potasowym	175 „	126 „

nawóz przeto fosforowy bez potasowego, zgodnie z przewidywanym rezultatem, nie okazał skutecznego działania. Rzecz zaś ciekawa, że na tej ziemi działał skutecznie nawóz potasowy, pomimo zawartości potasowego tlenku bardzo wysokiej, bo wynoszącej 0.274%.

W doświadczeniu Atterberga powyżej omówionem znajdujemy również do pewnego stopnia potwierdzenie słuszności przypuszczenia, nasamprzód przez Liebschera wypowiedzianego, że o braku jakiegoś pokarmu w ziemi można sądzić ze zmian, jakie się okażą w składzie chemicznym ro-

śliny po zastosowaniu na tej ziemi kompletnego nawozu bezpośredniego, zatem azotowo - fosforowo-potasowego. Nawóz taki powinien sprawić podwyższenie zawartości odsetkowej w roślinie pokarmu będącego w ziemi w minimum. Zaś na zawartość pokarmów znajdujących się w stosunkowym nadmiarze powinien pozostać albo zupełnie bez wpływu, albo też ją obniżyć. Tak też się stało w doświadczeniu Atterberga, jak to wyraźnie wykazuje następujące zestawienie liczb, powyżej raz już w oddzielnych ustępach podanych:

	zawartość suchej substancyi			
	w słomie		w ziarnie	
	bez nawozu	po nawozie kompletnym	bez nawozu	po nawozie kompletnym
azotu (N)	0.25%	0.50%	1.52%	1.59%
kwasu fosforowego (P_2O_5)	0.396 „	0.26 „	0.982 „	0.98 „
tlenku potasowego (K_2O)	1.99 „	2.53 „	0.81 „	1.03 „

W tym jednakże przypadku porównanie składu chemicznego jest o tyle tylko niezupełnie właściwe, że rośliny w ziemi bez nawozu i na nawozie kompletnym nie były hodowane w jednym i tym samym roku, lecz w dwóch po sobie następujących latach. Bądź co bądź, wniosek wypływający z różnic, zauważonych w składzie chemicznym po użyciu nawozu kompletnego, jest zupełnie zgodny z wyprowadzonym powyżej na podstawie zmian, będących następstwem działania niekompletnych nawozów bezpośrednich. Po nawozie kompletnym mianowicie podniosła się zawartość procentowa azotu i tlenku potasowego, zaś zmniejszyła zawartość kwasu fosforowego, co wskazuje (zgodnie z uzyskaną przewyżką w plonach) na brak w ziemi azotu, a także pokarmu potasowego, zaś na dostatek pokarmu fosforowego.

Widzimy zatem z przytoczonego przykładu, który bynajmniej nie jest wyjątkowym, że zmiany w składzie chemicznym rośliny, wywołane zmianą warunków żywienia, mogą istotnie doprowadzić do poznania, jaki pokarm znajduje się w ziemi w *minimum*, a co zatem idzie, jakie nawozy są wskazane do użycia na jakiejś ziemi. Czy jednakże badania w taki sposób wykonane, zawsze prowadzą do niezawodnych wniosków i mogą być rolnikom dla celów praktycznych śmiało zalecone? Na to pytanie na teraz jeszcze przynajmniej odpowiedź musi być przecząca. Sprawa zastosowania analizy płodów w celu zbadania potrzeby nawozowej ziemi znajduje się w obecnej chwili w stadyum niejako przygotowawczem; zbiera się dopiero materyały potrzebne do ścisłego opracowania metod badania, jakie w przyszłości będą mogły być praktyce rolniczej zalecone. Obecnie jeszcze trafna interpretacya zmian wywołanych przez różne nawozy, często jest możliwa dopiero wtedy, gdy można je porównać z dokładnie oznaczonemi zmianami w wysokości plonów. Zresztą zauważyć też należy, że jak to można było z góry przewidzieć, a co się w niektórych doświadczeniach już dało sprawdzić, możliwe są przypadki, w których nawóz bezpośredni może podwyższyć w roślinie odsetkową zawartość jakiegoś składnika pokarmowego, pomimo tego, że w ziemi ów pokarm nie znajduje się w minimum, ale przeciwnie w pewnym nadmiarze. Jeżeli bowiem, wskutek dodatku jakiegoś nawozu, nadmiar jednego z niezbędnych pokarmów jeszcze bardziej się podniesie, to roślina będzie mogła jeszcze łatwiej go pobierać, a nie mogąc dla braku innych pokarmów osiągnąć odpowiedniego stopnia rozwoju, nagromadzi go w swym organizmie w jeszcze większej ilości, aniżeli rosnąc na ziemi nienawiezionej. Fakt taki zdarzył się też i w opisanym powyżej doświadczeniu Atterberga, mianowicie w seryi kultur owsa nawiezionych nawozem azotowym i fosforowym. Widzieliśmy tam, że nawóz fosforowy użyty obok azotowego podniósł zawartość kwasu fosforowego:

w słomie z 0.27% na 0.43%
w ziarnie z 1.15 „ na 1.43 „

tymczasem wnioskowanie stąd, że w ziemi brakuje kwasu fosforowego byłoby niezgodne z prawdą, gdyż nawóz fosforowy, jak to widać z wysokości plonów, wcale nie działał.

Metoda poznawania potrzeby nawozowej ziemi za pomocą analizy plonów oddałaby niezawodnie najlepsze usługi praktyce rolniczej, gdyby wystarczało, jak to proponuje Liebscher, porównać zawartość najważniejszych pokarmów w roślinie, uprawianej

z jednej strony bez żadnego nawozu, z drugiej zaś na nawozie kompletnym. W takim razie doświadczenia nawozowe, podejmowane w celu dowiedzenia się, jaki pokarm znajduje się w ziemi w *minimum*, doznałyby wielkiego uproszczenia, gdyż wystarczałoby wykonanie próby tylko na dwóch poletkach — nawożonem i nienawożonem. Ale i tu może się zdarzyć, że nawóz kompletny podniesie procentową ilość pewnego pokarmu w roślinie, pomimo że ziemia zawiera go w dostatecznej ilości. Na ziemiach zaś, w których wszystkich pokarmów najważniejszych brakuje, kompletny nawóz zawierający pojedyncze pokarmy w stosunku odpowiednim do potrzeby rośliny, może prawie wcale nie zmienić chemicznego składu rośliny.

Pomyłki zatem, jak widzimy, nie są wcale wykluczone. Możliwość wysnucia fałszywego wniosku zmniejszy się w bardzo wysokim stopniu dopiero wtedy, gdy z biegiem czasu uzbiera się materyał wskazujący, jakie różnice zachodzą w składzie chemicznym pewnych roślin uprawianych na rozmaitych glebach, a przedewszystkiem, gdy poznamy, jakie minimalne zawartości najważniejszych pokarmów towarzyszą normalnemu rozwojowi. Mając taki materyał pod ręką, będzie można o wiele łatwiej i z większem prawdopodobieństwem wnioskować ze składu chemicznego rośliny o pokarmach będących w danej ziemi w *minimum*. Materyał taki pozwoli również osądzić, czy na ziemiach obficie nawożonych odżywianie rośliny odbywa się normalnie, a mianowicie czy niema niepotrzebnej, t. zw. luksusowej konsumcyi niektórych pokarmów, związanej z nieekonomicznem wyczerpywaniem ziemi z zasobów pokarmowych, jakoteż z nieekonomicznem zużyciem stosowanych nawozów. Dla praktyki sprawa ta ma niezaprzeczenie bardzo wielkie znaczenie, gdyż korzyść z użycia nawozów jest tylko wtedy zupełna, gdy po nawiezieniu ziemi pokarmy przystępne do pobrania dla rośliny znajdują się w pewnem harmonijnem ustosunkowaniu, jak najlepiej odpowiadającem roślinnej potrzebie. W takim tylko razie nie marnuje się pokarmów roślinnych i koszta nawożenia stosunkowo najtaniej wypadają.

Fizyologiczna analiza ziemi za pomocą roślin może być niezawodnie w wielu razach pożyteczniejsze dla praktyki rolniczej aniżeli często chemiczny rozbiór. Ma też ona przed sobą—przyszłość. Ponieważ jednakże daty co do różnic w składzie chemicznym roślin zbieranych w obcych krajach nie można wprost przenosić do naszych stosunków, odmiennych co do gleby i co do klimatu, jest rzeczą bardzo pożądaną, abyśmy nie pozostali w tyle i zdobyli ku pożytkowi ojczystej niwy własny materyał.

Z tego przecie, co się powyżej powiedziało o znaczeniu fizyologicznej analizy ziemi, nie należy jednakże wnosić, aby ona wykluczała i czyniła zbytecznemi próby nawozowe połączone z oznaczeniem wysokości plonów. Analiza płodów roślinnych bowiem, wskazująca brak pewnych pokarmów w ziemi, może tylko ułatwić wybór nawozów. Wnioski zaś co do ekonomicznej korzyści, jaką zapewnić może wybrany nawóz, dadzą się wyprowadzać tylko na podstawie uzyskanej za ich pomocą przewyżki plonów.

2. *Nawozy pośrednie.* Nawozy działające bezpośrednio tem się odznaczają, że zawierają przynajmniej jeden z pokarmów będących często w ziemi w ilości niedostatecznej i wskutek tego działają, dostarczając roślinom bezpośrednio pożywienia. Oprócz tych nawozów używa się w rolnictwie w celu podniesienia żyzności ziemi różnych materyałów, bądź naturalnych bądź też sztucznie wyprodukowanych, które nie zawierając wcale lub w znaczniejszych ilościach związków azotowych, fosforowych i potasowych, w jakikolwiek bądź sposób mogą ułatwić roślinie rozwój na nawiezionej niemi ziemi. Tego rodzaju nawozy zaliczamy do rzędu pośrednio działających. Nazywa się je też—środkami melioracyjnemi, ponieważ często przez dłuższy przeciąg czasu okazują skuteczne działanie. Takie pośrednie nawozy mogą zawierać w obfitej ilości związki należące do niezbędnych pokarmów roślinnych lecz najczęściej znajdujące się w ziemiach w wystarczającym na długie lata zapasie, jak np. połączenia wapnia, magnu, sodu lub żelaza, albo też składają się głównie z substancyi bezużytecznej dla roślin uprawnych jako pokarm, jak np. z bezazotowej materyi organicznej.

Działanie użyzniające nawozów pośrednich może być dwojakie, mianowicie *chemiczne* i *fizyczne*. Chemicznie działają nawozy pośrednie zmieniając postać składników ziemi, np. przyspieszając rozkład ciał organicznych albo czyniąc łatwiej rozpuszczalnymi, zatem przystępniejszemi dla rośliny pokarmy mineralne. Fizyczny zaś wpływ wywierają nawozy pośrednie, zmieniając korzystnie zachowanie się ziemi wobec t. zw. czynników atmosferycznych: wody,

powietrza i ciepła. U jednych nawozów oba te wpływy w wybitny sposób się objawiają, u innych znowu jeden przeważa albo prawie wyłącznie występuje. Pośrednie działanie mogą także wywierać i nawozy bezpośrednie.

3. *Nawozy zupełne.* Jeżeli materyał na nawóz używany zawiera wszystkie najważniejsze pokarmy roślinne w ilościach pozostających między sobą mniej więcej w takim samym stosunku, w jakim są potrzebne dla produkcyi roślinnej, a oprócz tego jest w stanie wywrzeć wybitny wpływ pośredni na ziemię urodzajną, to nawóz taki, jako łączący w sobie przymioty nawozów bezpośrednich i pośrednich, nazywamy—zupełnym.

Klasyfikacya materyałów nawozowych. Przyjąwszy podział na nawozy bezpośrednie i pośrednie, oraz zupełne i pomocnicze, można używane pospolicie materyały nawozowe rozklasyfikować w grupy następujące:

I. Nawozy zupełne: nawóz zielony, obornik czyli gnój, odchody ludzkie, komposty.

II. Nawozy pomocnicze:

A. Bezpośrednio działające.

1. *Azotowe:* saletra, siarkan amonowy oraz organiczne: mąka rogowa, mięsna, z krwi, ze skóry i t. p.

2. *Fosforowe:* fosforyty mineralne, guana fosforowe, popiół i węgiel kostny, wapno klejowe, fosforany strącone, mąka kostna odklejona, mąka żużlowa, superfosfaty.

3. *Fosforowo-azotowe:* guana naturalne i sztuczne, mąka kostna niewyklejona, mączki z wytłoczyn olejnych.

4. *Nawozy potasowe:* kainit, karnalit sylwinit, siarkan potasowy i potasowo-magnowy, chlorek potasowy.

5. *Nawozy kombinowane:* superfosfaty azotowe i azotowo-potasowe i t. p. mieszaniny.

B. Pośrednio działające: wapno, margiel, gips, sól kuchenna, siarkan żelazawy.

III. Znaczenie nawozowych doświadczeń naukowych i polowych.

Tak samo jak rozbiór chemiczny ziemi bardzo często nie daje dokładnego pojęcia o tem, które pokarmy roślinne znajdują się w niej w ilości niedostatecznej, tak samo nie zawsze wystarcza chemiczne zbadanie jakiegoś materyału nawozowego do stanowczego orzeczenia, jaką wartość dla rolnictwa ten materyał posiada. Dane rozstrzygające kwestyę można dopiero uzyskać w obserwacyach, jak ów materyał działa na rozwój roślin, zatem za pomocą odpowiednio przeprowadzonych doświadczeń wegetacyjnych.

Zagadnienia, znajdujące wyjaśnienie lub rozwiązanie w próbach wegetacyjnych, są najczęściej następujące:

1. Czy pewien materyał, czy to surowy, czy też produkt przeróbki technicznej nadaje się wogóle do użycia jako nawóz?

2. Jaką wartość nawozową posiada ów materyał w porównaniu z innymi nawozami pokrewnymi co do chemicznego składu i sposobu działania?

3. W jakich warunkach działanie użyźniające tego materyału się wzmaga, a w jakich doznaje osłabienia i jaki sposób użycia dla tego materyału w szczególności się zaleca?

Pierwotnie miejscem wykonania doświadczeń wegetacyjnych, przedsiębranych w celu pozyskania właściwej odpowiedzi na te pytania, były t. zw. pola doświadczalne utrzymywane przy szkołach rolniczych lub rolniczych stacyach doświadczalnych. Odmierzano na nich odpowiednią ilość pólek, uprawiano o ile możności jednakowo, dawano na nich właściwe, celem doświadczenia wskazane nawozy, zasiewano na wszystkich jednę i tę samą roślinę, i z różnic zauważonych w rozwoju roślin i w zbiorze wyprowadzano wnioski o skuteczności badanych środków użyźniających. W celu rozszerzenia działalności prowadziły rolnicze szkoły i stacye w taki sam sposób próby polowe na glebach gospodarstw wiejskich.

W sprawozdania z doświadczeń nawozowych w ten sposób wykonywanych, jest literatura rolnicza niezwykle bogata. Sądząc wedle ilości przedsiębranych prób, możnaby było mniemać, że wszelkie kwestye odnoszące się do działania i użyteczności rozmaitych nawozów, osobliwie t. zw. pomocniczych były już zupełnie wyjaśnione, i że w tym kierunku praktyka rolnicza już nie wiele od instytucyi doświadczalnych powinna była się spodziewać. Tymczasem rzecz się miała zupełnie inaczej. Rozczytując się w sprawozdaniach z dawniejszych doświadczeń polowych, znajdujemy zamiast oczywistej prawdy i wskazówek istotnie pożytecznych—mnóstwo sprzeczności, nie wytłumaczonych nietylko dla praktyków lecz również i dla ludzi pracujących naukowo. Chcąc znaleźć na podstawie wypadków prób polowych wyczerpujące wyjaśnienie w jakiejkolwiek kwestyi, znajdujemy się

najczęściej poprostu w labiryncie—bez drogi do wyjścia.

Wobec takich okoliczności, niepodobna się dziwić, że próby polowe nad działaniem nawozów, wykonywane w rolniczych szkołach i stacyach, zostały mocno zdyskredytowane, przedewszystkiem pośród praktycznych rolników. Instytucye te wezwane o poradę, udzielały jej wedle wypadków uzyskanych we własnych doświadczeniach polowych. Szukający pouczenia, stosując się do udzielonej rady, spodziewali się takich samych skutków, jakie w owych doświadczeniach osiągnięto. Tymczasem, aż nadto często rzeczywistość zupełnie nie odpowiadała oczekiwaniom. Nawóz, który okazał się bardzo użytecznym w próbie na polu doświadczalnem, zastosowany w tem lub owem gospodarstwie na większą skalę, zawodził, przynosząc, zamiast spodziewanych zysków—straty. Stąd to właśnie głównie tworzyło się obfite źródło, z którego płynęły, przynajmniej po części uzasadnione, skargi i narzekania, potęgując przysłowiową nieufność praktyków—do teoryi.

Przyczyny takiego stanu rzeczy przy obecnym rozwoju wiedzy są zupełnie wyjaśnione i zrozumiałe. Jeżeli próby polowe nie nadają się do badania i rozwiązywania kwestyi mających ogólne znaczenie, jeżeli wypadki tych prób polowych najczęściej nie są cegiełkami przydatnemi do budowy teoryi działania i użycia nawozów, to dzieje się tak niezawodnie z następujących powodów:

1. W doświadczeniach polowych niepodobna zupełnie dokładnie poznać i opanować wszystkich czynników, które wywierają wpływ na rozwój roślin i decydują o wypadku podjętej próby. Obok czynników działających znanych, mogą wpływać jeszcze i takie, które uszły uwadze wykonawcy doświadczenia. Takim nieznanym czynnikiem może być jakaś szczególna własność fizyczna lub położenie gleby, jakiś składnik gleby lub podglebia, znajdujący się w znaczniejszej lub nie wystarczającej ilości, właściwość miejscowego klimatu, przebieg pogody i t. p. Wskutek działania tych czynników niedostrzeżonych, rezultat próby może wypaść w tym lub owym kierunku, a zdanie sobie dokładne sprawy i wyjaśnienie, dlaczego ta sama próba, powtórzona w innem miejscu, w warunkach pozornie takich samych, wypada zupełnie odmiennie, jest bardzo często nadzwyczaj trudne albo wprost niepodobne. Odmienny skutek bowiem może być tak samo dobrze następstwem braku tych właśnie nierozpoznanych czynników, które decydowały o wypadku pierwszej próby, jak następstwem działania w doświadczeniu powtórzonem jakichś nowych a także nieznanych wpływów.

2. W próbach polowych nadzwyczaj trudno uzyskać w rezultatach taki stopień dokładności, jaki jest pożądany albo też niezbędny dla rozwiązania wielu zagadnień. Chcąc bowiem ocenić działanie jakiegokolwiek nawozu, trzeba doświadczenie prowadzić tak, aby warunki produkcyi roślinnej były na wszystkich pólkach, w zakres pewnej próby wchodzących, zupełnie jednakowe, z wyjątkiem badanych co do działania nawozów. Tylko bowiem w takim razie można kłaść dostrzeżone różnice w rozwoju roślin na karb wpływu użytych nawozów. Tymczasem uzyskanie na pólkach doświadczalnych owej absolutnej równości warunków przedstawia trudność niepodobną do pokonania, osobliwie gdy cel doświadczenia wymaga znaczniejszej liczby pólek. Małe, niewidoczne różnice w składzie chemicznym czy też zachowaniu fizycznem gleby lub podglebia, w głębokości gleby, w stopniu nachylenia powierzchni, niedostrzeżone nierówności w zapasie wody lub pokarmów roślinnych i t. p. okoliczności, mogą wpływ nawozu zmieniać w sposób dla dokładności i wiarogodności rezultatów niezaprzeczenie szkodliwy. W celu uchronienia się przed możliwą pomyłką w interpretacyi rezultatów próby, starano się w zakres jednego i tego samego doświadczenia wprowadzać po dwa lub trzy pólka co do nawożenia zupełnie jednakowo traktowane, to znaczy wykonywano dla kontroli dokładności wypadków równocześnie próbę polową podwójnie lub potrójnie. Wówczas jednak trudności, jakie się ma do zwalczenia w doświadczeniu polowem, pod względem wyrównania warunków, najjaskrawiej występowały i aż nadto często zdarzało się, że różnice, stwierdzone w wysokości zbioru na pólkach jednakowo traktowanych, bywały większe od przeciętnych różnic, istniejących w zbiorach z pólek odmiennie nawożonych. W takim przypadku naturalnie nie można było wyprowadzać żadnych wniosków, i znaczny nieraz nakład pracy i kosztów pozostawał bezowocnym.

Obok tych stron ujemnych, do przeprowadzania doświadczeń nawozowych polowych w szkołach i stacyach, zniechęcały liczne inne niedogodności a mianowicie: *a)* trudność zabezpieczenia roślin uprawianych na doświadczalnych pólkach przed

szkodnikami czy to roślinnymi czy też zwierzęcymi, jak również przed nieprzyjaznymi dla wegetacyi wpływami atmosferycznymi, zatem trudność w wykluczeniu szkód przypadkowych, niweczących całą pracę;

b) trudność w znalezieniu na polu doświadczalnem gleby dla celów doświadczenia najwięcej się nadającej, a więc np. ubogiej w kwas fosforowy dla prób z nawozami fosforowymi, niezamożnej w azot dla doświadczeń nad działaniem nawozów azotowych i t. p., i wynikające stąd ograniczenie sfery działalności przez istniejące w miejscu warunki naturalne;

c) trudność posiadania na jednem i tem samem polu doświadczalnem rozmaitych gatunków gleby i połączona z tem niemożność badania, o ile działanie pewnego nawozu zależy od jakości gleby;

d) nieprzydatność obszaru zajętego pod jakiekolwiek polowe próby, z powodu niejednakowego nawożenia rozmaitych poletek przez dłuższy szereg lat dla innych doświadczeń nawozowych;

e) niepodobieństwo, wobec technicznych trudności, napotykanych podczas wykonywania prób polowych w uprawie gleby, opiece nad kulturami, dokładnem oznaczeniu wysokości i jakości zbiorów), oraz wobec trudności w znalezieniu na polu doświadczalnem większego obszaru o dostatecznie wyrównanych własnościach, nietylko równoczesnego zajęcia się w pewnej miejscowości rozwiązaniem kilku kwestyi rozmaitych, lecz nawet wszechstronnego dokładniejszego wyjaśnienia jednego tylko bardziej skomplikowanego nawozowego zagadnienia.

Z powodu poważnych trudności w wykonaniu, znacznych kosztów a obok tego, co najważniejsze, małego pożytku prób polowych wykonywanych na specyalnych polach doświadczalnych, przed kilkunastu laty jeszcze dała się zauważyć znaczna redukcya działalności w tym kierunku, a niektóre rolnicze stacye doświadczalne zupełnie wykreśliły doświadczenia polowe z zakresu swych czynności.

Równocześnie zaczęto pracować nad wynalezieniem odpowiedniejszej metody dla doświadczeń nawozowych, w której braki prób polowych byłyby wykluczone. W pracy tej objawiało się coraz bardziej dążenie do uzyskania w próbach nawozowych, o ile to tylko możliwe, takiej ścisłości w wykonaniu, jaką się osięga w doświadczeniach naukowych fizyologicznych. Największe zasługi na tem polu położył niezawodnie Wagner, kierownik stacyi doświadczalnej w Darmsztadzie, w długoletnich próbach wytrwale zdążający do obmyślenia metody badania, któraby odpowiadała jak najlepiej następującym warunkom:

1-o dozwalała uzyskać we wszystkich kulturach w zakres jednego doświadczenia wchodzących, zupełną równość czynników, które na rozwój roślin wpływają, z wyjątkiem badanych nawozów;

2-o miała granice nieuniknionych błędów zmniejszone do minimum, a przytem dokładnie dające się oznaczyć;

3-o pozwalała utrzymać podczas trwania doświadczenia w *optimum* działania wszystkie czynniki produkcyi roślinnej, tak aby wpływ badanego nawozu mógł się bez jakiejkolwiek przeszkody objawić;

4-o wykluczała niepożądane działanie wpływów nieznanych.

Cel zamierzony, po wielu próbach nieudałych ulepszenia dawnego doświadczenia polowego, osiągnięto przez bardzo daleko idące zredukowanie rozmiarów kultur doświadczalnych, a właściwie przez zastąpienie pólek dawniejszych—kulturami roślin w wazonach blaszanych wolno stojących, albo też w walcach z blachy cynkowej bez dna, wkopanych w ziemię. Urządzenia dla takich kultur zaprowadzono nasamprzód na wielką skalę na stacyi w Darmsztadzie, skąd po wyprobowaniu i stwierdzeniu praktyczności, czerpały wzory wszystkie instytucye doświadczalne.

Wazony używane do doświadczeń na stacyi darmsztadzkiej są różnej wielkości. Średnie, przedstawione na fig. 1 z rezultatami doświadczenia z koniczyną czerwoną, w którem w sposób rzucający się w oczy objawiła się bezużyteczność dla tej rośliny jako motylkowej—nawozu azotowego, mieszczą 20 *kg.* ziemi, najmniejsze 8 *kg.* a największe, przeznaczone dla kultury roślin okopowych, 350 *kg.* Rozmiary wazonów są następujące;

	wysokość	średnica
najmniejszych	20 *cm.*	20 *cm.*
średnich	33 „	25 „
największych	80 „	60 „

Mniejsze wazony stoją podczas doświadczeń na wózkach umieszczonych na szynach, po których na wypadek niepogody można je wprowadzać pod ochronny dach wielkich żelaznych oszklonych altan. Wazony największe mają u spodu kółka, na których również po szynach można je z miejsca na miejsce przesuwać.

Walce blaszane w ziemię zapuszczone, przedstawione na fig. 2 (str. 558) z kulturą tytoniu, są dwojakiej wielkości: mniejsze mają średnicę 60 *cm.* a powierzchnię blisko $^1/_3$ m^2, zaś większe średnicę 100 *cm.* i powierzchnię przeszło $^3/_4$ m^2. Wysokość jednych i drugich wynosi 133 *cm.*, z których zaledwie kilka wystaje po nad poziom otaczającej ziemi. Każdy taki walec przedstawia jakby miniaturowe pólko doświadczalne, którego gleba jest ściśle odgrodzona z boków prostopadłą ścianą blaszaną od otaczającej ziemi, a od spodu spoczywa na naturalnem podłożu. Zamiast takich walców blaszanych w niektórych stacyach, np. w Halli w ogrodzie studyum rolniczego, urządzono znaczniejszym kosztem zagłębione w ziemi baseny z cegły, wewnątrz cementowane, z urządzeniami, dozwalającemi dokładne zbieranie odpływającej od spodu wody.

Ta nowa metoda doświadczeń nawozowych, wypracowana i wypróbowana głównie przez Wagnera, którą w odróżnieniu od prób polowych należy nazwać *metodą naukową*, odznacza się następującemi zaletami:

a. We wszystkich bez wyjątku kulturach, należących do jednego i tego samego doświadczenia, jest należycie zabezpieczona zupełna równość warunków. Przed napełnieniem bowiem wazonów czy też owych walców blaszanych, można ziemię przeznaczoną do doświadczenia jak najdokładniej wymieszać, a przy napełnianiu nią wazo-

Fig. 1.



Koniczyna czerwona: u góry przed pierwszym, u dołu przed drugim pokosem

bez nawozu	na nawozie azotowym	na nawozie fosforowym potasowym	na nawozie azotowym fosforowym i potasowym

nów uzyskać wszędzie równy stopień ubicia. Tak samo można osiągnąć pożądaną równość co do zasiewu, pielęgnacyi, czasu i sposobu zbioru.

b. Ziemię do doświadczenia można tak dobrać, aby przewyżki, osiągnięte dzięki użyciu nawozów próbowanych, były, o ile można, jak najwyższe, i równocześnie wykonywać próby na rozmaitych gatunkach ziemi.

c. Przez wybór odpowiedniej ziemi oraz dodanie potrzebnych pokarmów roślinnych we właściwych nawozach, można osiągnąć Dzięki podlewaniu, można też utrzymać w ziemi stopień wilgotności najwięcej przyjazny dla rozwoju hodowanej rośliny i zapobiedz temu, aby działanie próbowanych nawozów nie doznało przeszkody z powodu braku wody.

c. Produkcya stosunkowo niezbyt obfitej masy roślinnej w każdej z osobna kulturze dopuszcza zupełnie dokładne oznaczenie wielkości zbioru, a prócz tego umożliwia oznaczenie zebranej ilości suchej substancyi (co jest bezwarunkowo właściwsze aniżeli ważenie świeżej masy, której waga za-

Fig. 2.



Tytoń na nawozie fosforowym i potasowym z dodatkiem azotu w saletrze chilijskiej:
0 g. 3 g. 6 g.

to, że pokarm zawarty w nawozach przeznaczonych do badania będzie znajdował się w *minimum* i wskutek tego przyjdzie do pełnego działania.

d. Możność podlewania w miarę potrzeby kultur, dokładnie mierzonemi ilościami wody zapobiega różnicom w rozwoju, nieuniknionym w próbach polowych, w razie niejednakowej wilgotności ziemi. Stosunki wyrównane co do stopnia wilgotności uzyskuje się w stopniu najwyższym w kulturach wazonowych, w których można oznaczać za pomocą ważenia ubytek wody. leży od przypadkowej zawartości wody), jako też dokładne chemiczne zbadanie jakości zebranych plonów, oraz oznaczenie ilości pokarmów pobranych z nawozów do doświadczenia użytych. W skutek tego w rezultatach doświadczeń wykonanych metodą naukową można znaleźć daleko dokładniejsze wskazówki o sposobie działania nawozów, aniżeli za pomocą prób polowych.

f. Możność zwiększania ilości oddzielnych kultur, bez uszczerbku dla niezbędnej równości warunków i bez nadzwyczajnych

utrudnień w wykonaniu doświadczenia, pozwala kontrolować dokładność otrzymanych rezultatów przez prowadzenie każdej kultury jednakowo traktowanej w znaczniejszej liczbie wazonów lub też walców w ziemię wkopanych. Dzięki temu błędy wypadające po części *in plus*, po części *in minus*, w rezultatach przeciętnych wzajemnie się znoszą, a wielkość tych błędów da się dokładnie obliczyć.

g. Większa łatwość i skuteczność ochrony kultur doświadczalnych przed szkodnikami roślinnymi lub zwierzęcymi, nieprzyjaznym przebiegiem pogody, jako też wszelkiemi uszkodzeniami przypadkowemi, dopomaga do uzyskania wiarogodnych rezultatów i zapobiega w daleko wyższym stopniu zmarnowaniu włożonej w doświadczenie pracy.

Zbierając wszystkie powyżej wymienione zalety, można całą wyższość umiejętnych doświadczeń nawozowych w krótkich słowach przedstawić w sposób następujący: *Metoda umiejętna pozwala wprowadzać do działania w doświadczeniach rolniczych obok czynników równych i znanych—czynniki nieznane, umożliwiając przez to dokładne poznanie wpływu tych ostatnich. W próbach nawozowych czynnikiem nieznanym są badane nawozy, a różnice, zauważone w rozwoju hodowanych roślin, można z całą pewnością przypisywać wyłącznemu wpływowi tych nawozów i dokładnie oceniać tak intensywność jak i sposób ich działania.*

Dzięki ścisłości uzyskiwanych rezultatów, metoda naukowa doświadczeń nawozowych nadaje się do badania kwestyi, mających ogólne ważne znaczenie. W wypadkach doświadczeń metodą naukową wykonanych znajdujemy np. zupełnie wiarogodne wyjaśnienie, o ile w pewnych warunkach jedne nawozy azotowe, fosforowe lub potasowe lepiej działają niż drugie. Za ich pomocą możemy dokładnie poznawać czynniki, od których zależy gorsze lub też lepsze wyzyskanie zawartych w nawozach pokarmów roślinnych, albo też wyjaśniać, jakieś szczególne różnice w działaniu nawozów, zauważone bądź w próbach polowych, bądź w rolniczej produkcyi roślinnej na większą skalę i t. d., słowem rozwiązywać stanowczo wszystkie kwestye, objęte pytaniami na początku niniejszego rozdziału postawionemi i stwierdzać fakty służące do budowy teoryi nawożenia. Dzięki też wprowadzeniu tej metody wiele bardzo wątpliwych zagadnień doznało w ostatnich latach wyjaśnienia.

Inne natomiast zadanie, niemniej ważne, przypada w udziale próbie polowej, która i obecnie nie straciła wcale racyi bytu. Właściwem dla niej miejscem nie jest jednak już teraz owo dawne pole doświadczalne szkół rolniczych lub stacyi, lecz role i łąki prywatnych gospodarstw wiejskich. Tam doświadczenia polowe przynoszą wyjaśnienie w kwestyach czysto praktycznych, ułatwiając wybór nawozów odpowiednich dla danej gleby i dając wskazówkę, o ile w danych warunkach zastosowanie pewnego nawozu się opłaci.

Wykonywanie prób polowych na miejscu w gospodarstwie jest niezbędnie potrzebne przedewszystkiem dla informacyi co do opłacalności. Dobre bowiem działanie jakiegoś nawozu i korzyść ekonomiczna, z jego zastosowania dająca się uzyskać w danych stosunkach, są to dwie różne rzeczy, które nie zawsze w parze ze sobą chodzą, a o opłacalności nawozu przekonać się można tylko za pomocą doświadczenia na miejscu w gospodarstwie przeprowadzonego.

Oprócz tego gospodarska próba polowa służy równocześnie do sprawdzenia, o ile w lokalnych stosunkach działanie pewnego nawozu będzie zbliżone do rezultatu doświadczeń umiejętnych. Wypadki bowiem tych ostatnich niekoniecznie muszą się zawsze i wszędzie bez żadnej zmiany powtórzyć; są one bowiem ściśle zależne od warunków, w jakich zostały uzyskane i tylko dla tych warunków mają moc obowiązującą. Wskutek tego w praktyce rolniczej mogą się one w zupełności powtórzyć tylko tam, gdzie będą działały bez wyjątku wszystkie te czynniki produkcyi roślinnej, które wpływały na rezultat doświadczeń umiejętnych, i z taką samą przytem intensywnością. Jeżeli zaś jakiegoś czynnika zbraknie, albo też jeżeli w praktyce wystąpi do działania jakiś nowy czynnik, to wypadek może być mniej lub więcej odmienny. Tak np. mogą na działanie nawozu w próbie polowej wpływać korzystnie albo też niekorzystnie miejscowe stosunki klimatyczne, doroczny przebieg pogody, pewne właściwości gleby i t. p. Pewne zmiany mogą oprócz tego objawić się wskutek tego, że technika produkcyi roślinnej na wielkich obszarach znacznie odbiega od sposobu postępowania z kulturami roślinnemi, na bardzo małą skalę prowadzonemi w doświadczeniach umiejętnych. Sprawdzenie na miejscu w próbie polowej rezultatów do-

świadczeń naukowych jest w szczególności potrzebne tam, gdzie z powodu braku dokładnej znajomości natury i zachowania się własnej gleby, trudno z góry osądzić, o ile działanie na niej jakiegoś nawozu będzie zbliżone do zauważonego w próbach metodą naukową wykonanych.

Ponieważ jednak rezultaty prób polowych gospodarskich, są wypadkową działania całej sumy czynników, z których jedne są dobrze znane, inne zaś zupełnie nieznane, mają one tylko znaczenie lokalne, a nie posiadają znaczenia ogólnego. Szersze grono rolników może mieć z takich prób praktyczną korzyść tylko wtedy, jeżeli się je przeprowadza wedle jednolitego planu, pod należytym kierunkiem, w znaczniejszej liczbie gospodarstw, posiadających co do produkcyi roślinnej zbliżone warunki.

Fakty stwierdzone w doświadczeniach umiejętnych ułatwiają naturalnie wielce ułożenie planu prób polowych i zadowalające wyjaśnienie uzyskanych w tych ostatnich rezultatów. Z drugiej zaś strony spostrzeżenia zebrane w próbach polowych często stanowią materyał nadający się do opracowania w doświadczeniach naukowych. Jedne i drugie zatem doświadczenia nawzajem się uzupełniają i wspierają, tworząc niejako most, łączący teoryę z praktyką.

Nawozy zupełne.

I. Nawozy zielone

Przez nawóz, czyli pognój zielony, rozumiemy użyznienie roli, za pomocą uprawy na niej roślin przeznaczonych do przyorania w pewnym okresie rozwoju. Ten sposób nawożenia znali już rolnicy w starożytności i wielce cenili. Wyszedł on jednakże niewiadomo dla jakich przyczyn z powszechnego użycia i dopiero w bieżącym wieku został w wielu krajach europejskich jako nowość zaprowadzony, nie osiągnąwszy dotychczas jeszcze w wielu takiego rozpowszechnienia, na jakie zasługuje.

Uprawa rośliny przeznaczonej na zielony pognój może być w różny sposób i w różnych warunkach dokonaną, a mianowicie dadzą się wyróżnić następujące wypadki:

1-o Roślina uprawiana w celu przyorania zajmuje ziemię przez cały okres wegetacyjny roku sama jedna; produkcyę w tym roku pewnego obszaru stanowi przeto zielony pognój, będący wyłącznym plonem ziemi. W tym przypadku uprawia się roślinę pognojową, jako właściwy *plon*.

2-o Roślina na zielony pognój przeznaczona rośnie przez czas pewien na roli razem z rośliną uprawianą dla sprzętu, zatem stanowiącą właściwy plon. Po zbiorze tej rośliny dochodowej, przychodzi dopiero roślina nawozowa do silniejszego rozwoju i w pewnym jego okresie zostaje przyorana. W taki sposób uprawiana roślina na zielony nawóz, jest *śródplonem*.

3-o Roślinę uprawianą na przyoranie, zasiewa się dopiero po sprzęcie rośliny dochodowej, stanowiącej właściwy plon roku i przed zimą przyoruje. W taki sposób produkowany zielony nawóz stanowi zatem *poplon*

4-o Roślinę pognojową ozimą zasiewa się po sprzęcie rośliny dochodowej, zatrzymuje na roli aż do wiosny roku następnego i—gdy dojdzie na wiosnę do pewnego rozwoju—przyoruje. Tak stosowany zielony pognój jest *przedplonem wiosennym*.

Jakie korzyści przedstawia każdy z tych sposobów postępowania i w jakich warunkach który lepiej się nadaje—są to kwestye, dające się rozstrzygnąć na podstawie znajomości teoryi działania zielonego nawozu, której treściwem objaśnieniem wypada się tu przedewszystkiem zająć.

1. Teorya działania nawozów zielonych.

We wszystkich roślinach t. zw. wyższych, do których nasze uprawne należą, znajdujemy jedne i te same pierwiastki chemiczne, zaliczone przez fizyologię roślin do rzędu niezbędnych. Każda przeto roślina zawiera (choć niekoniecznie w odpowiedniej ilości) wszystko to, czego inna roślina do swego rozwoju potrzebuje, a zatem może być dla niej bezpośrednim nawozem. Logiczny ten wniosek doprowadzić musi każdego zastanawiającego się nad sposobem działania zielonego pognoju do zapatrywania, że roślina przyorana wywiera wpływ użyźniający w ziemi, żywiąc uprawiany po niej plon tymi pokarmami, które zawiera w swej masie. Tego rodzaju pogląd tem bardziej wiarogodnym i słuszniejszym musi się wydać, gdy przypomnimy sobie, że nawóz stajenny, działający niezaprzeczenie bezpośrednio przez odżywianie roślin zawartymi w sobie składnikami roślinnymi, powstaje przecież nie z czego innego, jak tylko z płodów roślinnych. To też dziwić się można wielce, że tak długo utrzymywała się wśród praktyków, jako zgodna

z prawdą, teorya Rosenberga Lipińskiego, wedle której miało być dla ziemi i dla następnych plonów zupełnie obojętnem, czy masa roślinna, uprawiana na zielony pognój, zostanie na polu na miejscu przyorana, czy też skoszona i wywieziona.

Rosenberg-Lipiński, objaśniając znaczenie zielonych nawozów, wysuwał na pierwsze miejsce wpływ ocienienia roli żywą roślinnością. Wedle jego mniemania, rola pod takiem ocienieniem stawała się pulchniejszą, wilgotniejszą, cieplejszą, wreszcie zdolną w wyższym stopniu do chłonięcia gazów z atmosfery, co wszystko razem wzięte miało wywierać zbawienny wpływ na rozwój uprawianej następnie rośliny, jeżeli tylko zachowano ostrożność, aby po ścięciu i sprzęcie roślin zielonych natychmiast rolę podorać. Sama zaś masa roślinna, jak się Rosenberg-Lipiński wyrażał: „redukująca się po zbutwieniu do szczupłej objętości,“ oraz „zawierająca wiele wody, a stosunkowo bardzo mało soli mineralnych,“ musi być wedle niego w roli zupełnie bezskuteczną, a nawet, jak na rolach piaszczystych, mało zwięzłych, wprost szkodliwą.

Postęp w dziedzinie teoryi rolnictwa wykazał pod każdym względem mylność poglądów Rosenberga-Lipińskiego. Badania nad fizycznemi własnościami ziemi urodzajnej, czyli nad jej zachowaniem się wobec wody, powietrza i ciepła, przyniosły przedewszystkiem dowody na to, że ziemia nie jest wcale pod ocienieniem żywą roślinnością wilgotniejszą, lecz, przeciwnie—suchszą, gdyż rośliny, wyparowując wielkie ilości wody liśćmi, z wilgoci ją wyczerpują. Nie może być ona również w okresie wegetacyjnym cieplejszą, gdyż pędy nadziemne roślin stają na przeszkodzie bezpośredniemu ogrzewaniu się ziemi od padających promieni słonecznych. Kwestya zaś chłonienia gazów przez ziemię jest najzupełniej obojętną wobec tego, że w ziemiach gazy nie znajdują się w stanie zagęszczonym, oraz, że zdolność ziemi zagęszczania gazów i par w stanie suchym niema żadnego zgoła znaczenia dla odżywiania się roślin. Jeżeli więc ocienienie wywiera wogóle korzystny wpływ, to bynajmniej nie w taki sposób, jak to sobie Rosenberg-Lipiński przedstawiał.

Co się zaś tyczy poglądu na znaczenie przyorywania masy roślinnej, praktykowanego powszechnie wszędzie tam, gdzie zielone nawożenie znajduje zastosowanie, to musiał on całkiem upaść wobec wypadków doświadczeń, podjętych w celu wyjaśnienia tej sprawy w latach 1875 i 1876 przez Wollnego. Rezultaty tych doświadczeń, jako zasadnicze dla teoryi działania zielonego pognoju, zasługują tu na przytoczenie.

Badania Wollnego miały na celu stanowcze rozstrzygnięcie kwestyi, co głównie wywiera wpływ użyzniający na ziemi zasilonej zielonym nawozem—ocienienie ziemi, czy też przyoranie masy roślinnej. Stosownie do powyższego celu, zasiano w r. 1876 groch na małych poletkach, z których jedne były traktowane w roku poprzednim jako ugór, drugie były obsiane roślinami przyoranemi na miejscu, po dojściu do pewnego okresu rozwoju, inne wydały też same rośliny, które jednak wykoszono, sprzątnięto i tylko ścierń przyorano, wreszcie inne jeszcze ugorowały i otrzymały jako nawóz masę roślinną, sprzątniętą z poletek poprzedniego szeregu. Wszystkie poletka miały równą zupełnie powierzchnię 4 m^2. Było ich zaś ogółem 13, z których jedno było w roku 1875 czystym ugorem, po dwa obsiano białym łubinem, białą gorczycą, wyką oraz hreczką, a pozostałe cztery, traktowane zrazu jako ugór, następnie nawieziono różnemi roślinami, wykoszonemi na czterech obsianych poletkach. W r. 1876 posiano na każdej parcelce po 100 ziarn grochu, którego plon wypadł, jak następuje:

Poletko ugorujące wydało ziarna 983 *g.* a słomy 1237 *g.*, na poletkach zaś, na których w różny sposób zastosowano zielone nawożenie, zebrano:

	Na poletku z masą roślinną sprzątniętą	
	Ziarna	Słomy
Po łubinie białym. .	877 *g.*	1602 *g.*
„ gorczycy białej .	1011 „	1223 „
„ wyce	863 „	1066 „
„ hreczce	973 „	1208 „

	Na poletku z masą roślinną przyoraną na miejscu	
	Ziarna	Słomy
Po łubinie białym. .	1283 *g.*	1470 *g.*
„ gorczycy białej .	1192 „	1327 „
„ wyce	1145 „	1126 „
„ hreczce	1006 „	1063 „

	Na poletku z masą roślinną nawiezioną na ugór	
	Ziarna	Słomy
Po łubinie białym. .	1443 *g.*	1880 *g.*
„ gorczycy białej .	1491 „	1668 „
„ wyce	1439 „	1603 „
„ hreczce	1135 „	1429 „

Doświadczenie powyższe wykazuje stanowczo korzystne działanie przyoranej masy roślinnej. Na poletkach, na których rośliny uprawiane na zielony pognój sprzątnięto, wskutek czego na rozwoju grochu objawić się mógł wpływ samego tylko ocienienia, zbiór w ziarnie i słomie był prawie wszędzie niższy, niż na poletku traktowanem w roku poprzednim jako ugór; tylko na przyoranej ścierni po łubinie zebrano więcej o 383 *g.* słomy, a po gorczycy o 28 *g.* ziarna. Natomiast uzyskano w porównaniu z poletkiem ugorowem przewyżkę w plonie ziarna, wskutek przyorania masy roślinnej:

	Na miejscu wzrostu:		
Łubinu	300 *g.*	czyli	30.5%
Gorczycy białej . .	209 „	„	21.2 „
Wyki	162 „	„	16.5 „
Hreczki	80 „	„	8.1 „

	Na ugorze:		
Łubinu	460 *g.*	czyli	46.8%
Gorczycy białej . .	508 „	„	51.7 „
Wyki	456 „	„	46.4 „
Hreczki	152 „	„	15.4 „

Działanie zatem użyzniające masy roślinnej przeważało wogóle nad wpływem ocienienia, który okazał się nawet słabszym od wpływu ugorowania. Dowodzi to, że nie jest wcale dla rośliny uprawianej na zielonym nawozie obojętnem, czy znajdzie ona w ziemi przyoraną całą masę nadziemnych pędów, czy też tylko resztki ścierniskowe. Jeżeli zaś w próbach z koniczyną, które przytacza Rosenberg-Lipiński na poparcie słuszności swoich poglądów, przyoranie całej masy zielonej nie okazało korzystniejszego rezultatu, to niezawodnie tylko dla tego, że doświadczenie wykonano na bardzo żyznej ziemi, na której bardziej wymagające rośliny mogły łatwo czerpać pożywienie i mogły jak najlepiej obejść się bez pokarmów znajdujących się w pędach nadziemnych koniczyny, na zielony pognój uprawianej i przyoranej. Rzecz jasna jednak, że na takiej ziemi stosowanie zielonego nawożenia jest zupełnie nieracyonalne.

Spostrzeżenia Wollnego pozbawiły wszelkiej podstawy teoryę zielonego nawożenia, przypisującą wpływ użyzniający wyłącznie ocienieniu. Nie należy jednakże z wypadków uzyskanych przez Wollnego wysnuwać wniosku, że ocienienie jest bez żadnego zgoła znaczenia. Przeciwnie, dobre ocienienie wywiera korzystny wpływ na stan fizyczny roli, zapobiegając zesychaniu się jej na powierzchni, zbytniemu zsiadaniu się pod wpływem mechanicznego działania deszczu, t. j. wogóle utrzymując dobrą strukturę ziemi. Oprócz tego zaś dobre ocienienie chroni ziemię przed zachwaszczeniem. I z tych też względów nie jest zatem obojętne, czy stan roślinności uprawianej na zielony pognój jest zwarty dostatecznie, czy też rzadki. Nie należy również mniemać, aby wpływ ocienienia był zawsze bezporównania słabszy, aniżeli wpływ ugorowania, jak się to właśnie w doświadczeniach Wollnego okazało. Z góry można przewidywać, że powinnoby zdarzać się i całkiem przeciwnie, co też odpowiednie spostrzeżenia najzupełniej potwierdzają. Tak np. w innem doświadczeniu, ugór nawieziony roślinnością, gdzieindziej wyprodukowaną, dał zbiór niższy, aniżeli poletko, na którem wyrosłe rośliny na miejscu przyorano. Między różnicami skrajnemi znajdzie się tu naturalnie mnóstwo stopniowań. Rezultat zaś będzie wogóle zależeć od jakości gleby, sposobu przeprowadzenia ugorowej uprawy, jakości ocienienia przez roślinę pognojową, a także i od stanu pogody.

Nie podlega też wątpliwości, że w pewnych przypadkach już sam rozwój rośliny na zielony pognój uprawianej korzystnie wpływa nietylko przez ocienienie na wegetacyę następującego płodu. Wielkie znaczenie może mieć nieraz przewiercenie silnymi korzeniami warstw zwięźlejszych, znajdujących się w podłożu i ułatwienie przez to głębszego zakorzenienia się roślinie na zielonym nawozie uprawionej. Korzyść stąd wynikająca objawia się szczególnie silnie w latach posusznych.

Spostrzeżenie, że zielone nawożenie i w tym kierunku korzystnie działa, zawdzięczamy Schultzowi. Zauważył on w swojem gospodarstwie w bardzo suchym 1893 roku, że kartofle posadzone na polu nawiezionem na 1 *ha* 200 *q* obornika, 200 *kg.* mąki parzonej kostnej i 100 *kg.* mąki z krwi, rozwijały się bezporównania lepiej, aniżeli posadzone na takiej samej glebie na łubinie ścierniskowym na zielony pognój przyoranym.

Przypuszczając, że różnica pochodzi z niejednakowo silnego zakorzenienia się, kazał Schultz kartofle do znaczniejszej głębokości odkopać, i jak świadczy rysunek reprodukowany na fig. 3, przypuszczenie w zupełności się potwierdziło. Kartofle zasadzone na łubinie, zapuszczając korzenie swe w ka-

naliki po korzeniach łubinu pozostałe, przeszły przez zbitą warstwę żelazistego piasku i doszły do piaszczystego podłoża, gdzie znalazły dostatek wody. Tymczasem kartofle, na gnoju i nawozach pomocniczych sadzone, korzeniły się tylko w płytkiej glebie i od posuchy mocno cierpiały. Różnica w kosztach produkcyi i w plonie tak się przedstawia:

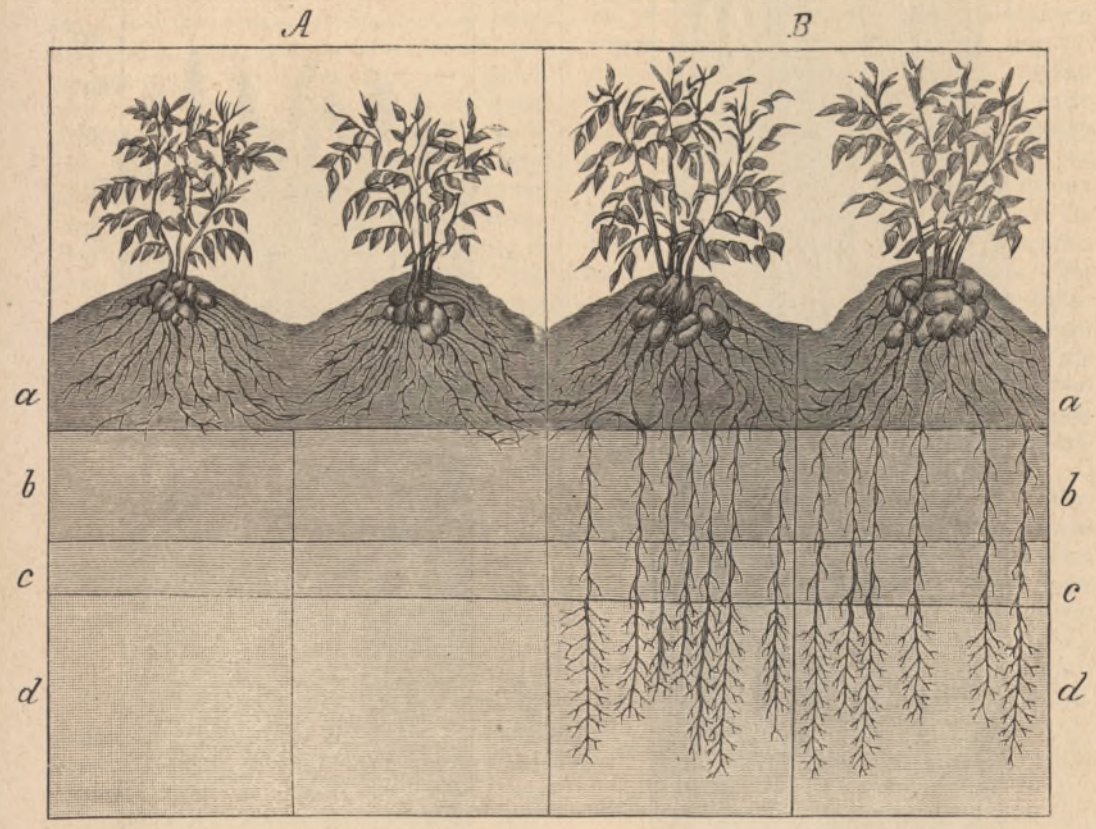
	bez łubinu	po łubinie
zbiór z 1 *ha*	146 *q*	234 *q*
koszt produkcyi 100 *kg*.	3.36 marek	1.68 marek

Podobny fakt zauważono w roku następnym na życie, jak to wskazują zdjęcia na fig. 4 i 5 przedstawione. Pierwsze z nich zrobione jest z żyta zasianego na przyoranym łubinie, zaś drugie—z żyta wyrosłego na polu, na którem w latach poprzednich po objęciu w uprawę, tylko jeden raz łubin posiano, a dawniej utrzymywano trwałe pastwisko.

Działanie przyoranej masy roślinnej.

Po stwierdzeniu, że nie ocienienie, lecz przyoranie masy roślinnej zielonego nawozu

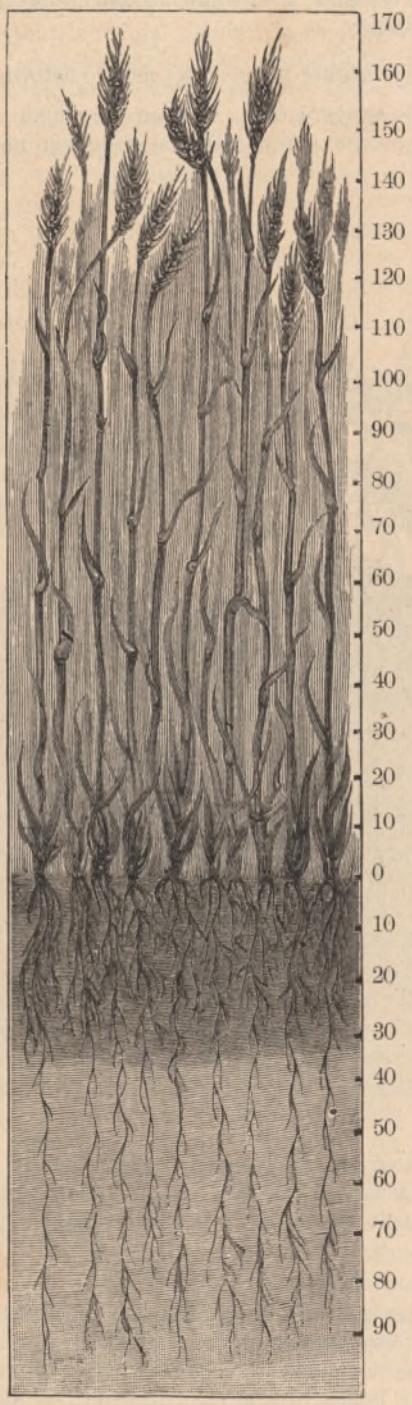
Fig. 3.



Objaśnienie profilu: *a*. gleba piaszczysta płytka. *b*. piasek zwięzły, zlepiony wodorotlenkiem żelazowym. *c*. warstwa wierzchnia piasku luźnego bardzo sucha. *d*. taki sam piasek dostatecznie wilgotny. *A*. kartofle na oborniku bez łubinu. *B*. kartofle bez gnoju na łubinie ścierniskowym.

działa głównie korzystnie, należy teraz zająć się wyjaśnieniem, w jaki sposób ta masa wywiera w glebie wpływ użyźniający? Rzecz prosta, że działają w niej po przyoraniu składniki, biorące pośredni, albo też bezpośredni udział w wyżywieniu rośliny, na zielonym nawozie uprawionej. Do nich zaś należą: *materya organiczna*, *azot* i *ciała mineralne*.

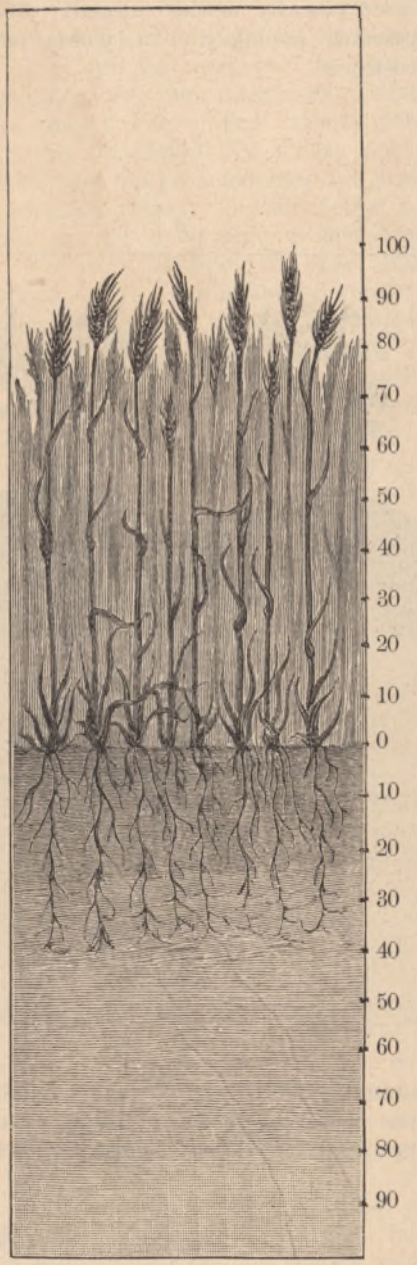
Fig. 4.



Objaśnienie profilu: warstwa od 0 do 30 *cm.* gleba piaszczysta; od 30—55 *cm.* piasek zlepiony wodorotlenkiem żelazowym; poniżej biały, luźny wilgotny piasek.

a) *Materya organiczna.* Jak wiadomo, rośliny tworzą swą substancyę spalną z wody czerpanej korzeniami z ziemi, oraz

Fig. 5.



Objaśnienie profilu: warstwa od 0 do 25 *cm.* gleba piaszczysta; 25—40 *cm.* piasek zwięzły zlepiony wodorotlenkiem żelazowym; poniżej biały i żółtawy, luźny wilgotny piasek.

z bezwodnika węglowego, pobieranego liśćmi z powietrza. Materya zatem organiczna zielonego nawozu z tych źródeł pochodzi.

Przed przyoraniem żywej roślinności ta materya nie znajdowała się w ziemi, a zatem *za pomocą nawożenia zielonego wzbogaca się ziemię w substancyę organiczną*. Podczas rozkładu tej substancyi powstają związki, roztwarzające w ziemi trudniej rozpuszczalne ciała mineralne i zwiększające przez to ich przyswajalność; w szczególności działa w ten sposób korzystnie dla następującego płodu bezwodnik kwasu węglowego. Prócz tego sam proces rozkładu może wpłynąć dodatnio na fizyczne zachowanie się ziemi, np. czyniąc ją pulchniejszą. Resztki wreszcie organicznej masy roślinnej, trudno ulegające rozkładowi, gromadząc się w roli, wzbogacają ją w próchnicę. Naturalnie, po jednorazowem zastosowaniu zielonego nawozu niewiele przybędzie w ziemi z tego źródła próchnicy, gdyż przeważna część masy roślinnej szybko stosunkowo rozkłada się na produkty gazowe. Skoro jednak stosuje się zielone nawozy na pewnym obszarze przez czas dłuższy stale i często, można się spodziewać pewnego przysporzenia w ziemi tego ważnego składnika.

b) *Azot*. W przyoranej masie roślinnej azot znajduje się prawie wyłącznie w związkach organicznych, z których jedne łatwiej, inne znowu trudniej ulegają podczas rozkładu przemianie na amoniak, a w następstwie, dzięki procesowi nitryfikacyjnemu — na kwas azotowy. Wskutek tej przemiany, *przyorana masa roślinna zaopatruje uprawioną następnie roślinę w pokarm azotowy*. Azot pochodzący z tego źródła najczęściej zupełnie nie byłby dostępny dla rośliny, gdyby jej nie poprzedziła uprawa zielonego nawozu. Gdyby bowiem plon poprzednio wyprodukowany był przeznaczony na sprzęt, to wyczerpany podczas jego uprawy azot powróciłby do ziemi, i to tylko w części, dopiero wtedy, gdyby ją nawieziono nawozem, uzyskanym ze spasienia sprzątniętego plonu na miejscu w gospodarstwie. Gdyby zaś poprzedzał uprawę tej rośliny ugór, to azot, zamieniony wskutek nitryfikacyi na kwas azotowy, byłby w znacznej ilości podczas ugorowej uprawy albo z roli wypłukany, lub też uniesiony wodą do warstw głębszych, pozbawionych łatwego dostępu tlenu, gdzie uległby redukcyi na wolny azot, albo bezużyteczne również dla roślin niższe tlenki azotowe. Gdy zaś w polu ugorowem uprawia się roślinę na zielony pognój, to strata azotu, powstająca z tego powodu, zostaje w bardzo znacznym stopniu zmniejszoną, gdyż w miarę jak się w roli tworzy podczas nitryfikacyi kwas azotowy, zostaje on zaraz przez rośliny pobrany i przed wyługowaniem zabezpieczony. Szanse straty azotu z tej przyczyny są o tyle jeszcze wówczas zmniejszone, że odpływ wody w głąb z ziemi, pokrytej roślinnością, jest bardzo nieznaczny, gdyż rola, wyczerpywana z wody przez korzenie roślinne, jest w porze ciepłej zawsze daleko suchsza niż ugorująca, i wskutek tego woda opadów atmosferycznych zatrzymuje się w niej prawie zupełnie w górnych warstwach. Zauważono np. że w porze letniej woda z drenów na polach obsianych prawie wcale nie odpływa, podczas gdy odpływ z ugoru jest znaczny. Jeżeli roślina pognojowa głęboko się korzeni, to może nie dopuścić straty także i tego kwasu azotowego, który został już z gleby do warstw głębszych uniesiony i tam narażony dla braku obfitszego dostępu tlenu na redukcyę. Wskutek tego *roślina uprawiana na zielonym nawozie może korzystać dla swego rozwoju nietylko z tego kwasu azotowego, który podczas jej wegetacyi z organicznych składników ziemi się tworzy, ale i z zapasu azotu w poprzednim roku znitryfikowanego i zachowanego w przyoranej masie roślinnej w postaci łatwo rozkładalnych połączeń organicznych*

Jak wielkie ilości azotu mogą rośliny, uprawiane na zielony nawóz, konserwować w ziemi dla przyszłego plonu, świadczą wymownie spostrzeżenia, zrobione przez Déhéraina w Grignon. Obserwowany tam odpływ azotu w kwasie azotowym w wodach drenowych z małych poletek wynosił w roku 1888, w przeliczeniu na powierzchnię, 1 *ha* z roli, na której uprawiano:

W lecie jako plon	W jesieni jako poplon		
buraki	nic	7,5	*kg.*
kukurydzę pastewną	nic	14,5	„
owies	rzepak	0,37	„
konopie	nic	10,4	„
groch	rzepę	0,51	„

Na roli zatem obsianej poplonami prawie zupełnie nie było straty azotu przez wypłukanie, podczas gdy na gołej — wcale znaczna, odpowiadająca na mórg nowopolski około 10, 15 i 20 funtom. W r. 1891, w którym odpływ z ziemi kwasu azotowego był, z powodu przyjaźniejszych warunków dla nitryfikacyi i obfitszych opadów deszczowych, daleko wyższy, korzyść z uprawy poplonów okazała się jeszcze bezpo-

równania większa. Strata mianowicie azotu, wskutek wypłukania kwasu azotowego, wynosiła w okresie od września do listopada na 1 *ha* roli:

nieobsianej niczem po zbiorze.	42,5 *kg.*
obsianej po konopiach—wyką	0,0 „
obsianej po owsie—gorczycą i koniczyną . .	0,8 „

Strata przecie kwasu azotowego z roli nieobsianej w okresie jesiennym nie daje jeszcze zupełnie dokładnego pojęcia o ilościach azotu, jakie można w ziemi zakonserwować przez uprawę roślin na zielony nawóz. Oprócz bowiem tej ilości kwasu azotowego, jaką rola naga straciłaby w jesieni, roślinność może wyczerpać z ziemi i resztę na razie niewypłukaną, którąby na nieobsianej ziemi wyługowały później deszcze jesienne lub wiosenne. Istotnie też w udanym poplonie, nawet niemotylkowym, znajdować się może znacznie więcej azotu, aniżeli ziemia naga traci do końca listopada w postaci wypłukanego kwasu azotowego. Tak np. w doświadczeniach Déhéraina zawartość ogólna azotu w wyprodukowanych na jesieni 1891 roku na 1 *ha* 48 c. m. zielonej gorczycy wynosiła przeszło 83 *kg.*, podczas gdy deszcze, jak to było wyżej podane, wypłukały z ziemi nieobsianej w kwasie azotowym tylko 42,5 *kg.* Z przewyżki 40 *kg.* azotu, zawartej w gorczycy, niewątpliwie na nagiej ziemi znaczna jeszcze część byłaby dla przyszłych plonów stracona.

Nie ulega więc wątpliwości, że za pomocą zielonych nawozów zwiększa się w ten sposób zasób azotowego pokarmu w ziemi. W tym jednak przypadku zachodzi ochrona przed stratą, a nie absolutne wzbogacenie. *To ostatnie można jednak również, dzięki zielonym nawozom, osiągnąć*, jeżeli do uprawy na zielony pognój wybierze się roślinę, posiadającą zdolność żywienia się wolnym azotem powietrza. Wtedy bowiem wprowadzamy do roli w przyoranej masie roślinnej zapas związków azotowych wytworzony z azotu atmosferycznego, którego poprzednio w ziemi nie było.

Przybytek azotu z tego źródła może być bardzo znaczny. Jeżeli rośliny motylkowe na ziemi ubogiej w azot znajdą warunki potrzebne do bujnego rozwoju, mianowicie odpowiednią wilgotność i dostatek bezazotowego pożywienia mineralnego, to ilość zasymilowanego z atmosfery azotu może być tak wielka, że wystarczy w zupełności na zapewnienie obfitego zbioru rośliny niemotylkowej, uprawianej na przyoranych roślinach motylkowych. Możliwość obchodzenia się w takim razie bez nawozów azotowych stwierdziły doświadczenia Wagnera, w których przez sześć lat z rzędu hodowano na maleńkich poletkach (uzyskanych przez wkopanie w ziemię walców blaszanych bez dna, o powierzchni prawie 30 $dm.^2$, a 133 *cm.* wysokich) różne rośliny na przykopanych na zielony nawóz poplonach, poprzedzającej jesieni na tychże samych poletkach wyprodukowanych. Ziemią, użytą do doświadczeń, był piasek, zawierający wiele wapna, a mało próchnicy. W nawozach dodawano w chwili przykopywania zielonych roślin tyle kwasu fosforowego i tlenku potasowego na każde poletko, ile tych pokarmów zabrano z ziemi w sprzątniętych w tymże roku w lecie roślinach. Na zielony nawóz uprawiano corocznie w jesieni jako poplony dwie rośliny motylkowe i jedne niemotylkową. Wyniki w tem doświadczeniu uzyskane zawiera tablica pomieszczona na str. 567.

Rośliny motylkowe zatem na tej ziemi dawały bezporównania więcej zielonej masy do przyorania, aniżeli niemotylkowe, a zawartość azotu w nich była 5 do 30 razy większa. W przykopanych roślinach motylkowych było wogóle znacznie więcej azotu, aniżeli uprawiane po nich na sprzęt rośliny mogły pobrać. Taki rezultat, naturalnie, można tylko wówczas osiągnąć, gdy rośliny motylkowe, na pognój przeznaczone, znajdą w ziemi, oprócz pokarmu azotowego, wszystko, czego potrzebują do silnej wegetacyi.

c) *Składniki popielne.* Wszystkie ciała niespalne, stanowiące po spaleniu popiół, a zawarte w masie roślinnej, przyoranej na zielony pognój, pochodzą z ziemi. Absolutnie zatem rola nie wzbogaca się za pomocą zielonego nawożenia w bezazotowe związki mineralne. Jeżeli jednakże zielony nawóz nie pozwala osiągnąć zmiany dodatniej ilościowej w tych związkach, to działa on nader korzystnie przez zmianę, odnoszącą się do miejsca ich umieszczenia w ziemi, oraz do formy. Gdy mianowicie roślina, uprawiana na zielony pognój, głęboko się korzeni, to pobiera znaczną część niezbędnych pokarmów mineralnych z podglebia. Pokarmy pobrane pozostają stosunkowo w bardzo nieznacznej ilości w korzeniach, a głównie przechodzą do nadziemnych pędów. Skoro więc po przyoraniu

Rok	Nr. poletka	Roślina hodowana w jesieni jako poplon na zielony nawóz	Zawartość w przyor. masie: Świeżej substancyi g.	Zawartość w przyor. masie: Azotu g.	Roślina hodowana w roku następnym na zielonym nawozie	W sprzątniej po zielonym nawozie roślinie było azotu g.
1885	I	Groch	1711	8,03	Żyto jare	4,911
	II	Wyka	1086	5,87		4,312
	III	Owies	205	0;75		1,390
1886	I	Groch	2025	9,37	Gorczyca biała	3,084
	II	Wyka	2456	14,71		4,308
	III	Gorcz. z hrecz.	333	1,85		1,350
1887	I	Groch	2612	18,10	Owies	4,823
	II	Wyka	1595	10,27		3,280
	III	Gorczyca	226	1,60		1,423
1888	I	Groch	1319	6,04	Owies	4,745
	II	Wyka	994	6,12		5,540
	III	Hreczka	109	0,40		0,853
1889	I	Groch	2288	12,25	Pszenica jara	3,543
	II	Wyka	1639	8,36		2,641
	III	Gorczyca	95	0,43		1,116
1890	I	Groch	1920	7,80	Marchew	4,994
	II	Wyka	1224	6,45		5,916
	III	Hreczka	199	0,82		1,368

zielonego nawozu te pędy dostaną się do ziemi, to *warstwy wierzchnie, czyli gleba, nietylko odzyskają z części popielnych wszystko to, co korzenie rośliny pognojowej z nich samych pobrały, lecz również i to, co wyczerpały z podłoża. Nie będzie przez to wprawdzie istotnego przybytku składników pokarmowych, ale nastąpi wzbogacenie gleby na koszt warstw głębszych.* Taka zmiana w pokarmach co do położenia będzie osobliwie korzystną wówczas, gdy na zielonym pognoju uprawia się roślinę płytko korzeniącą. Po przyoraniu zielonego nawozu staje się poprostu dostępnym dla takiej rośliny znaczny zasób pokarmu, którego sama bezpośrednio własnymi korzeniami nie byłaby w możności zdobyć. Korzystną jest również zmiana, jaką się uzyskuje przez zielone nawożenie co do formy pokarmów mineralnych. Wiadomo, że nie wszystkie rośliny posiadają w jednakowym stopniu zdolność żywienia się trudno przyswajalnymi pokarmami mineralnymi. Jeżeli zatem roślina, na zielony pognój przeznaczona, będzie posiadała tę zdolność w wysokim stopniu, to pobierze wiele pokarmów z tej samej ziemi, na której roślina, potrzebująca dla normalnego rozwoju większej siły nawozowej, mogłaby doznać ich braku. Raz zaś już przyswojone przez roślinę z ziemi pokarmy znajdują się w jej tkankach w postaci związków, które po rozkładzie materyi organicznej są łatwo przystępne do pobrania dla wszystkich roślin. *Za pomocą zatem zielonego nawożenia można zwiększyć w ziemi zasób łatwo przyswajalnych pokarmów i w ten sposób ułatwić na rolach, w takie pokarmy ubogich, byt roślinom, więcej wymagającym które same nie mogłyby się w nich dobrze wyżywić.*

Skutek użyźniający, jaki mogą wywrzeć tylko co omówione składniki, a więc materya organiczna, związki azotowe i składniki popielne, musi być naturalnie tem bardziej intenzywny, im większą ich ilość zawiera przyorywana masa roślinna. Jasną więc jest rzeczą, że pospolicie (mianowicie w warunkach, w których stosowanie zielo-

nego nawożenia jest racyonalne), niepodobna uzyskać, jak to głosiła teorya Rosenberga-Lipińskiego, jednakowego stopnia użyźnienia przez przyoranie całej obfitej masy roślinności, lub tylko resztek ściernikowych.

2. Rozkład nawozów zielonych i przyswajalność ich azotu.

Materya organiczna, zawarta w przyoranych roślinach, działa w ziemi pośrednio użyźniająco tylko wtedy, gdy się w ziemi rozkłada. Azot znajduje się w nich przeważnie w postaci azotowych nierozpuszczalnych związków organicznych, których rośliny uprawne nie mogą wprost jako pokarmu spożytkować. Aby się to stało, potrzebną jest przemiana tego azotu na amoniak i kwas azotowy, która podczas rozkładu się odbywa. Wreszcie związki mineralne spalne są albo z materyą organiczną połączone, albo też w niej mechanicznie uwięzione i dopiero po rozkładzie stają się dostępne dla korzeni roślinnych. Wobec tych faktów niepodobna powątpiewać, że *skuteczne działanie zielonego nawożenia jest ściśle związane z istnieniem w ziemi warunków, sprzyjających szybkiemu rozkładowi przyoranej masy roślinnej. Ważnymi są mianowicie: dosyć obfity dostęp tlenu atmosferycznego, dostatek wapna, oraz odpowiednia wilgotność ziemi.* W glebie zbyt mokrej, z powodu utrudnionego przystępu tlenu i niskiej temperatury przyorane rośliny opierają się długo rozkładowi i zielony nawóz nie może wywrzeć skutecznego działania. Natomiast tam, gdzie rozkład masy roślinnej nie doznaje przeszkody, skutek zielonego nawozu jest szybki, bo się zaraz na pierwszym plonie odbija, ale też równocześnie i krótkotrwały, bo często rozciąga się wyłącznie tylko na jeden plon.

Co się tyczy specyalnie związków azotowych, to w rozmaitych ziemiach przechodzą one z bardzo różną szybkością w stan przyswajalny. Dowodzi tego bardzo nierówna intenzywność nitryfikacyi, spostrzeżona np. w odnośnych doświadczeniach Müntza i Girarda. Autorowie ci, badając wogóle, jak szybko nitryfikuje się azot rozmaitych materyi azotowych, wykonali jedno doświadczenie, w którem między innemi łubin zielony rozkładał się w kilku ziemiach, bardzo różnych co do składu chemicznego i fizycznych przymiotów. Na 1 *kg.* każdej ziemi dodawano mianowicie w tem doświadczeniu jednakową ilość zielonego łubinu (125 *g.*), zawierającą równo 1 *g.* azotu. Po pewnym czasie, w którym ziemie znajdowały się w warunkach sprzyjających procesowi nitryfikacyjnemu, oznaczono zawartość kwasu azotowego i stwierdzono następne różnice:

	Zawartość w 1 *kg.* ziemi kwasu azotowego	Na 100 części azotu, danego w nawozie, przeszło w kwas azotowy
Ziemia lekka z Joinville.	1,842 *g.*	47,71%
„ ogrodowa	1,210 „	31,34 „
„ b. zwięzła, gliniasto-wapienna .	0,880 „	22,79 „
„ kredowa z Szampanii	0,430 „	11,14 „
„ kwaśna z Bretanii	0,234 „	6,06 „

Różnice zatem w nitryfikacyi azotu, zależne od gatunku ziemi, okazały się bardzo znaczne. Ciekawą jest również bardzo rzeczą, że w ziemiach, w których, z powodu braku przyjaznych warunków, nitryfikacya nie może się energicznie odbywać, obecność świeżej, ulegającej bardzo łatwo rozkładowi, masy roślinnej przyspiesza tworzenie się kwasu azotowego. Dowód na to znajdujemy w porównaniu następujących liczb, wziętych z doświadczeń Müntza i Girarda, a wskazujących ilości kwasu azotowego, jakie powstawały w różnych ziemiach z 1 *g.* azotu, dodanego do 1 *kg.* ziemi w postaci:

	Na 100 części azotu dodanego uległo nitryfikacyi w ziemi		
	lekkiej	b. zwięzłej	kwaśnej
siarkanu amonowego . . .	69,77%	1,32%	0%
krwi suszonej	41,96 „	0,93 „	0 „
łubinu zielonego	47,71 „	22,79 „	6,06 „

W ziemi więc lekkiej najszybciej przechodził w kwas azotowy azot siarkanu amonowego, zaś azot krwi bez mała tak samo szybko, jak azot substancyi organicznej zielonego łubinu. Inaczej zupełnie działo się w ziemiach: zwięzłej i kwaśnej. W pierwszej azot siarkanu amonowego oraz krwi suszonej uległ nitryfikacyi w ilości bardzo nieznacznej, zaś w drugiej wcale się nitryfikacya azotu tych dwóch nawozów nie odbywała. Natomiast z łubinu zielonego przeszła w kwas azotowy w ziemi zwięzłej blizko $^1/_4$ część ogólnej zawartości azotu, zaś w ziemi kwaśnej, chociaż proces nitryfikacyjny nie był bardzo intenzywny, w każdym przecież razie odbywał się. Obecność przeto materyi organicznej zielonego nawozu widocznie stwarza w ziemiach takich warunki przyjaźniejsze dla nitryfikacyi. W ziemiach zwięzłych korzystne działanie w tym kierunku zielonego pognoju polega na spulchnieniu ziemi, zmniejszeniu jej zwięzłości i ułatwieniu dostępu tlenu. Jeżeli zaś w ziemi kwaśnej azot zielonej masy roślinnej ulega nitryfikacyi, to niezawodnie także dzięki obecności w tej masie wapna, które podczas rozkładu materyi organicznej tworzy węglan wapniowy, zobojętniający o tyle przynajmniej kwasotę ziemi, że czynność drobnoustrojów nitryfikacyjnych, chociaż niezbyt wybitna, staje się wogóle możliwa.

Jak widać z wyników powyżej przytoczonego doświadczenia, wyzyskanie pokarmu azotowego z zielonego nawozu nie może być w rozmaitych wypadkach jednakowe. Liczby jednakże wskazujące, jaka ilość azotu w ciągu pewnego czasu zamienia się na kwas azotowy, nie mogą być absolutną miarą tych ilości azotu, jakie rośliny wogóle będą mogły sobie przyswoić. Trzeba bowiem pamiętać, że niektóre przynajmniej rośliny są w stanie żywić się także amoniakiem, powstającym obficie podczas rozkładu masy roślinnej i w ziemiach, których nitryfikacya nie może się, dla braku odpowiednich warunków, intenzywniej odbywać, jak również — rozpuszczalnymi azotowymi związkami organicznymi.

Jeżeli w glebie rozkład ciał organicznych może się energicznie odbywać, to przyswajalność azotu zielonego nawozu jest wcale wysoka, jak to zgodnie wykazują np. doświadczenia Wagnera, oraz Müntza i Girarda.

Wagner hodował w Darmsztadzie żyto jare na maleńkich poletkach, blachą cynkową do głębokości 133 *cm.* ogrodzonych. Jako nawóz azotowy otrzymały jedne poletka saletrę chilijską, inne siarkan amonowy, inne wreszcie lucernę zieloną. Różnice w zbiorze wypadły jak następuje:

Doświadczenie z żytem jarem.

RODZAJ NAWOZU AZOTOWEGO	Ilość azotu dodana w nawozie *g.*	Zbiór suchej substancyi		Zawartość azotu w zbiorze		Ilość azotu pobrana przez rośliny ze 100 części azotu nawozowego
		Ziarna *g.*	Słomy *g.*	Ogólna *g.*	Pochodząca z azotu nawozu *g.*	
Saletra chilijska . . .	1,696	112,4	250,0	2,771	1,081	64
	3,392	140,1	282,4	3,735	2,045	60
Siarkan amonowy. . .	1,696	99,5	243,0	2,526	0,836	49
	3,392	133,3	277,5	3,612	1,922	57
Lucerna zielona . . .	3,392	115,6	249,3	3,001	1,311	39
	6,784	142,1	284,5	4,293	2,603	38
Bez nawozu azotowego .	0	66,2	151,0	1,690	—	—

Pomimo zatem, że do doświadczenia tego wybrano żyto jare, a więc roślinę o krótkim okresie wegetacyjnym, która do dobrego rozwoju potrzebowała pobrać z roli w stosunkowo niedługim czasie znaczniejszą ilość pokarmów, wyzyskanie azotu z lucerny zielonej, w porównaniu z wyzyskaniem gotowego kwasu azotowego saletry chilijskiej, było wcale zadowalające. Spodziewać się jednakże z góry można, że rośliny, mające dłuższy okres wegetacyjny, np. zboża ozime, zdolne są stosunkowo w wyższym jeszcze stopniu skorzystać z pokarmu azotowego, zawartego w przyoranym nawozie zielonym. Słuszność tego przewidywania najzupełniej potwierdzają wyniki doświadczenia, wykonanego w sposób podobny, jak tylko co przytoczone, z marchwią, oraz końskim zębem.

Próbę z marchwią wykonał Wagner. Uzyskane rezultaty są zebrane w następującej tablicy:

Doświadczenie z marchwią.

RODZAJ NAWOZU AZOTOWEGO	Ilość azotu dodana w nawozie *g.*	Zbiór suchej substancyi: Korzeni *g.*	Zbiór suchej substancyi: Nati *g.*	Zawartość azotu w zbiorze: Ogólna *g.*	Zawartość azotu w zbiorze: Pochodząca z azotu nawozu *g.*	Ilość azotu pobrana przez rośliny ze 100 części azotu nawozowego
Saletra chilijska	1,696	450,5	109,6	3,368	1,559	92
	3,392	563,2	165,1	5,168	3,359	99
Siarkan amonowy.	1,696	432,6	126,4	3,539	1,730	102
	3,392	547,6	153,1	4,965	3,156	93
Lucerna zielona	3,392	463,0	158,4	4,071	2,272	67
	6,784	717,6	237,4	7,250	5,441	80
Bez nawozu azotowego	0	216,0	52,4	1,809	—	—

Marchew wyzyskiwała zatem bezporównania lepiej, zarówno azot saletry chilijskiej i siarkanu amonowego, jak i azot zielonej masy roślinnej. Tak samo zachowywał się też koński ząb w doświadczeniu, wykonanem w r. 1888 na lekkiej ziemi w Joinville przez Müntza i Girarda. W doświadczeniu tem na poletkach o przestrzeni jednego ara użyto, oprócz jednakowego nawozu potasowego i fosforowego, rozmaitych nawozów azotowych, z zawartością azotu wynoszącą wszędzie 1,25 *kg*. Rezultaty były następujące:

	Zbiór z 1 ara substancyi świeżej	suchej
Saletra sodowa	797 *kg*.	143 *kg*.
Lucerna zielona	792 „	143 „
Siarkan amonowy	664 „	141 „
Krew suszona	723 „	130 „
Bezazotowy nawóz	371 „	59 „

	Zawartość azotu w zbiorze ogólna	pochodząca z nawozu	Ze 100 części azotu nawozowego zawierał zbiór.
Saletra sodowa	1,456 *kg*.	0,985 *kg*.	78,9%
Lucerna zielona	1,355 „	0,884 „	70,7 „
Siarkan amon.	1,437 „	0,966 „	77,3 „
Krew suszona	1,152 „	0,681 „	54,5 „
Bezazotowy nawóz	0,471 „	—	—

Jak się wogóle z przytoczonych wszystkich doświadczeń okazuje, stopień wyzyskiwania azotu z zielonego pognoju, zależnie od jakości uprawianej na nim rośliny, może się wahać w dosyć szerokich granicach. Pomiędzy podanemi liczbami znajdujemy mianowicie *minimum* 38%, zaś *maximum* 80%. Wyższego znacznie stop-

nia wyzyskania, niż 80%, w żadnem z dotąd wykonanych doświadczeń nie znajdujemy. Trafiało się natomiast, nawet w próbach na małą skalę przedsiębranych, wyzyskanie bezporównania gorsze, jak np. w darmsztadzkich Wagnera, dochodzące zaledwie:

u owsa. 21%
u pszenicy jarej. . . 19 „
u marchwi . . . . 52 „

podczas gdy w innym wypadku owies pobrał z zielonego nawozu 69 i 82%, a marchew w doświadczeniu wyżej przytoczonem 67 i 80% azotu. Wskazówka w tem mieści się ważna dla praktyki, że *jedna i ta sama roślina może, zależnie od istniejących warunków, w bardzo niejednakowym stopniu skorzystać z azotu, znajdującego się w zielonych nawozach i, co więcej, że należy dbać o to, aby istniały w roli warunki, w których najlepsze wyzyskanie jest możliwe.* Jednym z tych niezbędnych warunków jest wilgotność ziemi i temperatura, sprzyjająca energicznemu rozkładowi, co jednak zależy od stosunków klimatycznych i dowolnie wedle potrzeby nie da się regulować. Natomiast inny ważny czynnik, który na wyzyskanie azotu z zielonego nawozu wpływa, jest w rękach rolnika, a mianowicie: *ustosunkowanie wszystkich pokarmów tak, aby azot zielonego nawozu nie był w zbyt obfitym nadmiarze i wskutek tego nie został zmarnowany.* Naturalnie, w tym kierunku można działać wogóle o tyle tylko, o ile na to dozwalają względy ekonomiczne. Możliwe są też nawet wypadki, w których nadmiar azotu w wyprodukowanym zielonym nawozie w sprzyjających warunkach będzie tak znaczny, że żadna roślina, w roku następnym uprawiona, nie mogłaby go w sposób pożądany wyzyskać. W takich razach mogłoby się lepiej opłacić częściowe skarmienie masy roślinnej, przeznaczonej na zielony pognój, lub też nawet użycie jej jako nawozu na innych polach. To ostatnie jednak w praktyce rzadko da się zastosować wobec kłopotu i kosztu, jakieby za sobą pociągnęły koszenie i przewóz obfitej a ciężkiej, z powodu znacznej zawartości wody, zielonej masy roślinnej. Mówiąc o wyzyskaniu należytem azotu zielonego nawozu, wypada jeszcze przypomnieć z naciskiem, że obecność wapna w roli sprzyja procesowi nitryfikacyjnemu, zaś brak jego może nitryfikacyę bardzo utrudnić. Wapnowanie zatem gleby, na której zielone nawozy znajdują zastosowanie, może być nieraz bardzo korzystne, gdyż zabezpieczy obfitszą produkcyę w ziemi z azotu zielonego pognoju—kwasu azotowego, będącego niezaprzeczenie najodpowiedniejszym pokarmem dla roślin uprawnych.

3. Rośliny przydatne do uprawy na pognój zielony.

Dokładna znajomość sposobu działania zielonych nawozów prowadzi do przekonania, że rośliny, nadające się dla celów zielonego nawożenia, powinny łączyć w sobie, o ile możności, następujące warunki:

a) *Taniość uprawy*, a zatem nizki koszt nabycia, czy też produkcyi nasienia, jak również skromne wymagania co do mechanicznej uprawy ziemi, oraz starań posiewnych; od tego warunku, naturalnie, ekonomiczna korzyść nawożenia zależy w bardzo wysokim stopniu.

b) *Pewność urodzaju*—chroniąca przed zawodem; warunek ten nakazuje wybór roślin niezbyt czułych na nieprzyjazne wpływy atmosferyczne, jak również niepodlegających łatwo zniszczeniu, lub silnemu uszkodzeniu przez szkodniki zwierzęce lub roślinne.

c) *Szybkość i bujność rozwoju*—przymioty ułatwiające, szczególnie w pierwszym okresie rozwoju, zwycięzkie współzawodnictwo z chwastami i zapewniające, tak dobre w skutkach, należyte ocienienie ziemi i utrzymanie jej w dobrej strukturze.

d) *Głębokie korzenienie się*, a więc możność żywienia się pokarmami, pobieranymi z warstw głębszych, i korzystnego dla roślin płytko się korzeniących wzbogacenia w następstwie (po przyoraniu) gleby na koszt podglebia, a oprócz tego możność ułatwienia roślinom słabiej się korzeniącym, na zielonym nawozie uprawianym zapuszczania korzeni do warstw głębszych i zabezpieczenia przez to lepszego ich rozwoju w latach suchszych.

e) *Zdolność żywienia się trudno przyswajalnymi pokarmami mineralnymi*, umożliwiająca wyżywienie się na rolach nawet bardzo ubogich w pokarmy przyswajalne, oraz zwiększenie w roli zasobu takich pokarmów dla roślin uprawianych na dochód, niezdolnych do obfitego czerpania z ziemi ciał trudno rozpuszczalnych.

f) *Zdolność żywienia się wolnym azotem atmosferycznym*, umożliwiająca wzbogacenie absolutne gleby w pokarm azotowy, niezbędny dla roślin, dla których powietrze

atmosferyczne nie jest źródłem bezpośredniem, zaopatrującem w azot.

Wszechstronne i intenzywne działanie zielonego nawozu możliwe jest naturalnie wówczas, gdy roślina, wybrana do uprawy, jak najlepiej odpowiada wszystkim bez wyjątku powyżej zebranym warunkom. Tak więc wszędzie, gdzie zależy wiele na tem, aby w możliwie najwyższym stopniu pozyskać te wszystkie różnostronne korzyści, które zielone nawożenie może zapewnić, trzeba bezwarunkowo tylko takie rośliny dobierać do uprawy na zielony pognój. Nie idzie jednakże zatem, aby rośliny, nieodpowiadające należycie wszystkim tym warunkom, zupełnie do uprawy dla celów zielonego nawożenia się nie nadawały. Przeciwnie, jeżeli zastosowanie zielonego nawożenia ma na widoku głównie zdobycie tylko pewnego ograniczonego wpływu, czyli osiągnięcie jakiejś jednostronnej korzyści, w takim razie może paść trafny wybór na roślinę, której uprawa zapewnia tę właśnie korzyść w dostatecznym stopniu, jakkolwiek innym warunkom nawet wcale nie odpowiada. Zapatrując się w taki sposób zasadniczo na sprawę wyboru rośliny do uprawy na zielony pognój, można łatwo wyrobić sobie właściwe zdanie w kwestyi, zajmującej obecnie umysły uczonych i praktyków, czy wogóle może być korzystne hodowanie na zielony pognój jakiejkolwiek rośliny, nienależącej do rodziny motylkowych?

Nie podlega już obecnie wątpliwości, że z roślin uprawnych tylko motylkowe obdarzone są od przyrody zdolnością asymilacyi, przy współudziale bakteryj brodawkowych, niezwiązanego azotu atmosferycznego. Wobec tego stanowczo można twierdzić, że *nie powinno się uprawiać na zielony pognój roślin niemotylkowych wszędzie tam, gdzie rola, uboga w związki azotowe, nie jest w stanie takiej rośliny normalnie wyżywić i gdzie bezwarunkowo wiele na tem zależy, aby wzbogacić ziemię za pomocą zielonego nawożenia w azot.* W takich bowiem okolicznościach roślina motylkowa może dojść do bujnego rozwoju i po przyoraniu swoją masą istotnie ziemię użyźnić, podczas gdy niemotylkowa będzie marnie rosła, pożytku nie przyniesie, a przyczyni się do zachwaszczenia roli.

Wymowny dowód bezużyteczności roślin niemotylkowych dla celów użyźnienia roli za pomocą zielonego nawożenia znajdujemy w rezultatach doświadczeń, wykonanych przez Wagnera, tych samych, na które już powołaliśmy się, chcąc wykazać, o ile wzbogaca się rola w azot przez uprawę roślin motylkowych na zielony pognój. W doświadczeniach tych, na małych pólkach Wagnerowskich, blachą w ziemi odgrodzonych, przez sześć lat z rzędu uprawiano, jako poplony: wykę, groch, oraz hreczkę lub gorczycę na zielony nawóz, a po przyoraniu tych poplonów w jesieni i dodaniu nawozu fosforowego oraz potasowego, zasiewano na wiosnę roku następnego jakąś roślinę jarą, przeznaczoną na zbiór. Otrzymane w doświadczeniach tych plony stosunkowe, wyrażone w odsetkach zbiorów, uzyskanych po hreczce lub gorczycy, wypadły jak następuje:

	Ziarna lub korzeni	Słomy lub liści
R. 1886. *Żyto jare*		
na wyce . .	276	271
„ grochu .	301	285
„ owsie . .	100	100
R. 1887. *Gorczyca biała*		
na wyce . .	—	289
„ grochu .	—	252
„ miesz. gorczycy z hreczką	—	100
R. 1888. *Owies*		
na wyce . .	238	249
„ grochu .	344	207
„ gorczycy .	100	100
R. 1889. *Owies*		
na wyce . .	942	417
„ grochu .	834	395
„ hreczce .	100	100
R. 1890. *Pszenica jara*		
na wyce . .	240	292
„ grochu .	283	341
„ gorczycy .	100	100
R. 1891. *Marchew*		
na wyce . .	321	411
„ grochu .	341	341
„ hreczce .	100	100

Plony więc po roślinach motylkowych, na zielono przyoranych, były stale, i to od $2^1/_2$ do $9^1/_2$ razy wyższe, aniżeli po roślinach niemotylkowych. Wielkie te różnice są w tych wypadkach tylko następstwem faktu, że rośliny motylkowe korzystały na tej ziemi ze źródła pokarmu azotowego, niedostępnego dla roślin niemotylkowych. Inne bowiem pokarmy, a w szczególności

kwas fosforowy, oraz tlenek potasowy, otrzymały w nawozach pomocniczych w jednakowej formie zarówno rośliny motylkowe, jak i niemotylkowe.

Bezużyteczność uprawy na zielony pognój roślin niemotylkowych na ziemiach bardzo ubogich w azot, stwierdzono również w długoletnich próbach wykonywanych w Lupitz. Zrobione mianowicie w tym kierunku spostrzeżenie opisuje Schultz w następujących słowach: „Gdzie tylko próbowano zasiewać razem z roślinami motylkowemi na nawóz gorczycę, rzodkiew olejną lub rzepak, albo też gdzie wśród zasianych roślin motylkowych pojawiły się takie chwasty, jak łopucha, gorczyca polna (ognicha) lub komosa, dała się zawsze zauważyć w plonie uprawianych na zielony pognój kartofli lub zboża znaczna zniżka i to tem większa, im obfitszym był dodatek do mieszanki roślin krzyżowych lub naturalne zachwaszczenie, tak że na oko można było ocenić zawsze, bez żadnego wyjątku, jak dalece bezskutecznym jest w tych warunkach zasiew na zielony pognój wymienionych roślin niemotylkowych.“

Wobec takich rezultatów niepodobna wątpić, że *rośliny niemotylkowe nie nadają się dla celów zielonego nawożenia tam, gdzie ziemia jest uboga w azot i potrzebne jest wzbogacenie jej, za pomocą uprawy roślin motylkowych* kosztem azotu atmosferycznego. W takich przypadkach można nawet niekiedy, wskutek uprawy na zielony pognój rośliny niemotylkowej, zmniejszyć w ziemi zasób przyswajalnego pokarmu azotowego i po zielonym nawozie zebrać wskutek tego mniejszy plon, aniżeli bez nawozu. Zdarzyć się to mogłoby mianowicie wtedy, gdy ziemia nieocieniona żywą roślinnością nie byłaby narażona na stratę azotu, z powodu wyługowania kwasu azotowego. Na możliwość ujemnego działania zielonego pognoju w takich warunkach wskazuje jedno z doświadczeń naukowo-rolniczych Wagnera, w którem hodowano owies w wazonach blaszanych, o średnicy 25 *cm.*, a 33 *cm.* wysokich, na różnych nawozach zielonych, wyprodukowanych i przyoranych poprzedniej jesieni w tychże samych wazonach. Dla porównania zasiano też na takiej samej ziemi owies w wazonach, w których poprzedzającej jesieni wcale nie hodowano roślin na zielony pognój. Podajemy poniżej zbiory ziarna i słomy owsa, wyrażone w odsetkach plonu, zebranego bez nawozu zielonego:

Owies hodowany	Ziarna	Słomy
Bez nawozu zielonego .	100	100
Na hreczce	58	54
Na gorczycy	76	76
Na łubinie	352	288
Na grochu	479	377

Jak przytoczone powyżej liczby wskazują, plon owsa po łubinie i grochu, razem w ziarnie i słomie, był przeszło 3, względnie 4 razy większy, aniżeli bez żadnego zielonego nawozu uzyskany, podczas gdy na hreczce zebrano blisko o $^1/_2$, a na gorczycy o $^1/_4$ mniej. Objaśnienie takich różnic nietrudno znaleźć. Ziemia, użyta do doświadczenia, nie była zamożna w azot, sposób zaś wykonania doświadczeń w niewielkich od spodu zamkniętych naczyniach, zupełnie wykluczał wypłukiwanie z ziemi kwasu azotowego. W takich warunkach łubin i groch pobierały azot z powietrza w znaczniejszej ilości i wzbogaciły ziemię w azotowe związki z korzyścią dla następnego płodu. Tymczasem hreczka i gorczyca żywiły się tylko przyswajalnym pokarmem azotowym ziemi, zamieniając go na organiczne związki, których azot dopiero po rozkładzie stawał się dla owsa dostępnym. Natomiast w wazonach, w których w jesieni nie hodowano żadnej rośliny na zielony pognój, pozostała pewna ilość azotu w formie łatwo dostępnej dla owsa, ponieważ powstający podczas nitryfikacyi kwas azotowy nie mógł uledz wyługowaniu. Wobec tego ujemne działanie w tych warunkach wkopanej hreczki i gorczycy, tłómaczy się poprostu tem, że rośliny te, żywiąc się azotowymi związkami z ziemi pobieranymi, zmniejszyły dla owsa zasób łatwo przyswajalnego pokarmu azotowego. Stosowany bowiem w doświadczeniu powyższem nawóz zielony mógł działać prawie wyłącznie przez wpływ na ilość i na jakość azotowego pożywienia, ponieważ do wszystkich bez wyjątku wazonów dodano pod owies kwas fosforowy i tlenek potasowy w łatwo przyswajalnych związkach, zaś działanie pośrednie (ocienienie i wpływ materyi organicznej) zielonego pognoju w niewielkich wazonach nie mogło wiele znaczyć. Naturalnie w praktyce podobny przypadek nie tak często się zdarzy, gdyż pospolicie ziemie, na których się stosuje zielone nawożenie, narażone są na stratę kwasu azotowego wskutek wypłukiwania. W takich zaś okolicznościach roślina niemotylkowa, jakkolwiek niewytrzyma konkurencyi z motylkową, zwykle przynajmniej

nie wywrze na rozwój następującego plonu ujemnego wpływu, tembardziej, że w praktyce rolniczej działanie zielonego pognoju nie ogranicza się wyłącznie do wpływu na pokarm azotowy, lecz bywa więcej wszechstronne. Bądź co bądź praktyka miała już niekiedy sposobność zauważyć zupełnie niekorzystne działanie rośliny niemotylkowej, uprawionej na zielony nawóz, co nieraz mogło być następstwem istnienia tych samych warunków, w jakich wykonano tylko co opisane doświadczenie Wagnera.

Z przytoczonych w powyższych ustępach faktów i wnioskowań wynika zatem, że w bardzo licznych, można nawet śmiało powiedzieć—najliczniejszych przypadkach, wybór rośliny niemotylkowej do uprawy na zielony pognój byłby zupełnie niewłaściwy. Nie znaczy to jednakże bynajmniej, aby tak było zawsze—bez wyjątku. Zdarzyć się może, że głównym celem zastosowania zielonego nawożenia będzie zapobieżenie stracie azotu wskutek wypłókiwania kwasu azotowego. W takim przypadku, na ziemi zamożniejszej w związki azotowe, może równie dobrą usługę oddać roślina niemotylkowa jak i motylkowa, skoro nie będzie tak wiele zależało na zdobyciu azotowego pokarmu z atmosfery. W podobnych zresztą warunkach i roślina motylkowa, znajdując w ziemi dostatek azotowego pożywienia, nie będzie zmuszona do pobierania azotu atmosferycznego i nie doprowadziłaby do wzbogacenia roli w azot. Wybór przeto pomiędzy roślinami motylkowemi i niemotylkowemi w takich razach staje się możliwy. A jeżeli jakaś roślina niemotylkowa dobrze się na jakiejś ziemi udaje, jeżeli ma przewagę pod względem taniości uprawy, szybkości rozwoju, ocienienia ziemi, oraz krótkości okresu wegetacyjnego nad motylkową — to nie będzie nieracyonalnem, jeżeli wybór na nią właśnie padnie.

Co do wysokości plonu, oraz zasobu nagromadzonego w roślinach azotu, na ziemiach zamożnych w azotowe związki może czasem roślina niemotylkowa nawet przewyższać motylkową. Z takim faktem spotykamy się mianowicie, między innemi, w następującej próbie, wykonanej przez Kühna na żyznej ziemi glinkowej, zamożnej w próchnicę. Na obszarze o powierzchni około 2,5 *ha* uprawiono w 1890 r. pszenicę ozimą (nawiezioną 40 *kg.* rozpuszczalnego kwasu fosforowego, oraz około 25 *kg.* azotu w saletrze chilijskiej na 1 *ha*). W następnym roku 1891 przyszło żyto ozime (na 15 *kg.* azotu w saletrze chilijskiej na 1 *ha*), po którem przyorano ściernisko 11 sierpnia i obsiano w części mieszanką polnego grochu, wyki i łubinu żółtego, w części białą gorczycą, a w części niczem go nie obsiano. Rośliny pognojowe przyorano 28 października; w tym czasie groch podrósł do wysokości 74 *cm.*, wyka do 40 *cm.*, łubin do 24 *cm.*, zaś gorczyca do 80 *cm.* Zawartości masy świeżej oraz azotu obliczone, na podstawie rozbioru chemicznego zielonych roślin, sprzątniętych na próbę z każdego działu na dwóch parcelkach po 20 m^2 mierzących, wynosiły na 1 *ha*:

	Masy zielonej	Azotu
Mieszanka roślin motylkowych . . .	9829 *kg.*	57 *kg.*
Gorczyca	14296 „	61 „

Dodać tu jednak trzeba, że na jęczmieniu, w roku następnym uprawianym, skutek zastosowanego zielonego nawożenia zupełnie się nie objawił, niezawodnie z powodu bardzo wielkiej żyzności ziemi i prawdopodobnego wykluczenia straty kwasu azotowego na dziale ugorującym.

Zastanawiając się nad użytecznością uprawy roślin niemotylkowych na zielony pognój, dojść jeszcze trzeba do przekonania, że te rośliny mogą być korzystne w mieszankach z takiemi roślinami motylkowemi, które za młodu rosną bardzo powoli i potrzebują wskutek tego ochrony przed chwastami. Nasuwa się też myśl, że na ziemiach niezupełnie w pokarm azotowy ubogich, roślina niemotylkowa, uprawiana w mieszance, współzawodnicząc w zdobywaniu azotowego pożywienia, może roślinę motylkową niejako zmusić do czerpania azotu z atmosfery. Co do tej kwestyi nie mamy jednakże dotąd odpowiednich spostrzeżeń, i tylko można wskazać na pożyteczność przeprowadzania prób w tym kierunku. Trzeba też mieć na pamięci fakt, że zanim fizyologia roślin stanowczo stwierdziła u motylkowych zdolność asymilacyi azotu wolnego, zasiewano o wiele częściej niż obecnie na zielony pognój rośliny niemotylkowe i nie zauważono wyraźnych niekorzyści tego postępowania, jakkolwiek, co do sprawy wzbogacania ziemi w azot za pomocą uprawy roślin motylkowych, istniały w praktyce rolniczej od dawnych lat przypuszczenia, jak się z najnowszych badań okazało—zupełnie słuszne.

Po wymienieniu przymiotów pożądanych u roślin, przeznaczonych na zielony pognój, i rozbiorze kwestyi, czy należałoby rośliny niemotylkowe zupełnie wykluczyć—wypada

podać wskazówki, o ile różne rośliny, których uprawa na zielony pognój była już próbowana, odpowiadają podanym wyżej warunkom, lub też czem się w szczególności odznaczają. O istnieniu idealnej jakiejś rośliny, któraby równie dobrze nadawała się dla wszelakich stosunków, naturalnie nie może być mowy. W jednych stosunkach te, w innych znowu owe okażą się korzystniejszemi do uprawy, a o wyborze decydują następujące czynniki: stosunki klimatyczne, gatunek roli, główny cel zastosowania zielonego nawożenia, a wreszcie pora uprawy.

Zwrócić tu należy jeszcze uwagę, że odpowiedniej jest zwykle, zamiast uprawiać na zielony pognój jakąś jedną tylko roślinę, zasiewać mieszankę złożoną z kilku odpowiednio dobranych roślin. W tym ostatnim bowiem razie łatwiej osiągnąć nawet w roku mniej przyjaznym zadowalającą zwartość i produkcyę obfitszej masy zielonej, a oprócz tego mniej jest groźnem zupełne nieudanie się zasiewu. W razie bowiem mniej przyjaznego przebiegu pogody lub pojawienia się jakichś szkodników, czy to roślinnych czy też zwierzęcych, niekoniecznie wszystkie rośliny doznają zupełnej przeszkody w rozwoju; przeciwnie niektóre z nich nie doznają żadnego uszczerbku lub tylko mniejszy i rozwijając się bujnie, jeszcze dostatecznie mogą glebę ocienić. Wskazówki najpewniejsze co do składu tak jakościowego jak ilościowego mieszanki, najwięcej odpowiedniej w pewnych warunkach do uprawy na zielony nawóz, uzyskać można w próbach na miejscu wykonanych. Zaznaczyć tu tylko wypada, że dla ziemi, w której rośliny mogą cierpieć na brak wody, nie powinny brakować w mieszance rośliny głębiej się korzeniące. To samo odnosi się do gleb o zwięźlejszem podłożu, którego przewiercenie przez roślinę na zielony nawóz uprawianą jest dla następującego płodu wielce korzystne. Nie powinny też rośliny w skład mieszanki wchodzące znacznie się różnić co do długości okresu wegetacyjnego.

Z pomiędzy roślin częściej zalecanych do uprawy na zielony pognój zasługują na wymienienie następujące;

1. *Łubin.* Nie ulega wątpliwości, że żadna z roślin nie zyskała tak szerokiego rozpowszechnienia w uprawie na zielony pognój, jak łubin, który celuje zdolnością łatwego wyżywiania się na ziemiach pod względem żyzności bardzo nisko stojących. Na glebach nadzwyczajnie ubogich w azot, oraz w łatwo przyswajalne związki niespalne, na których uprawa zbóż lub okopowych roślin wcale się nie opłaca, łubiny dochodzą do bujnego rozwoju, a po przyoraniu podnoszą znakomicie żyzność ziemi. Pod względem głębokości korzenienia się, łubin zupełnie zadowala, również co do taniości uprawy i pewności urodzaju na odpowiednich dlań rolach. Natomiast, jako słabą stronę łubinu, należy podnieść bardzo powolny rozwój po zejściu, wskutek czego niedostateczne jest ocienienie roli i ułatwiony porost chwastów. W starszym wieku łubin żółty ocienia ziemię dostatecznie, zaś łubiny wąskolistne, biało i niebiesko kwitnący, mniej pod tym względem zadowalają, ale bądź co bądź, przy dosyć bujnym rozwoju zapewniają ocienienie nienajgorsze. Do wielkich przymiotów łubinu zaliczyć także należy odporność wobec zwierzęcych, lub też roślinnych szkodników, oraz możność częstej uprawy na tem samem polu. Co do rodzaju gleby, łubin żółty jest kapryśniejszy, gdyż rodzi się najlepiej na lżejszych, przepuszczalnych w spodzie ziemiach, natomiast na żwirowatych lub trudniej przepuszczalnych w podglebiu, albo na zwięzłych w glinę obfitujących, na których łubiny wąskolistne dobrze się udają, jest mniej pewny. Ziemie zamożniejsze w wapno, oraz próchnicę, łubinom nie odpowiadają.

Łubiny nadają się do uprawy na zielony pognój, jako plon, śródplon, lub poplon. Łubin, uprawiony jako śródplon wsiewa się najczęściej w żyto w porze kwitnienia. Wcześniej zasiany do chwili sprzętu żyta podrósłby zbyt wysoko, a podcięty podczas sprzętu żyta dobrzeby następnie nie odrastał. Wysuszenie żyta byłoby prócz tego utrudnione, wskutek obecności soczystych, a grubych pędów łubinowych. Do wsiewu na wiosnę w żyto najlepiej się nadaje łubin żółty, którego nasienie drobniejsze łatwiej przylega do ziemi i dochodzi do skiełkowania w mniej sprzyjających warunkach pod względem wilgotności, co w porze kwitnięcia żyta bardzo pospolicie się zdarza. Wsiewają także łubiny po ostatniem obsypaniu kartofli w bruzdki pomiędzy roślinami, a przykopują podczas sprzętu kartofli w jesieni. Łubiny pod wieloma względami tak dalece przewyższają inne rośliny motylkowe, nadające się do uprawy na zielony pognój, że wszędzie tam, gdzie się dobrze rodzą, a gdzie stosowanie zielonego nawożenia jest korzystne, przed wszystkiemi innemi zalecają się do uprawy. Kto

poznał z własnego doświadczenia przymioty łubinu, ten zawsze ze zdumieniem widzi i słyszy, że są jeszcze okolice, w których uprawa łubinów zupełnie nie jest znana, jakkolwiek wprowadzenie zielonych pognojów ma tam wszelkie widoki powodzenia.

2. *Seradella*. Po łubinie największe uznanie, osobliwie w Niemczech, ma seradella. Roślina ta jednak pod wieloma względami łubinowi ustępuje. Przedewszystkiem nie odznacza się ona w tak wysokim stopniu, jak łubin, zdolnością zdobywania w ziemi trudno przyswajalnych pokarmów. Pod względem wilgotności ma seradella również większe wymagania i na zbyt suchych ziemiach, dla łubinu jeszcze odpowiednich, wcale się nie udaje. Głębokość korzenienia jest również u seradelli mniejszą. Co do kosztów uprawy, to te często z powodu wysokiej ceny, a małej wartości użytkowej nasienia seradelli, są stosunkowo znaczne. Najlepiej rośnie seradella na piaskach glinkowych, lub lżejszych glinkach. Na mocniej przepuszczalnych piaskach pożądane jest niskie położenie, zabezpieczające większy stopień wilgotności ziemi. Seradellę na zielony pognój uprawiają wyłącznie, jako śródplon, lub też, jako poplon. Ostatni sposób uprawy rzadziej się spotyka, gdyż nasienie seradelli do zejścia potrzebuje wiele wilgoci, a tej pospolicie brak na podorywanych ścierniskach. Jako śródplon uprawianą seradellę, wsiewają na wiosnę w zboże ozime, żyto i pszenicę, lub też w owies. Siew nie powinien być zbyt wczesny, gdyż seradella wówczas zbyt wysoko podrasta, a przycięta podczas sprzętu zboża źle się następnie rozwija. Wsianą na wiosnę seradellę należy bezwarunkowo zabronować, jeżeli siew nie był rzędowy, gdyż nasienie nieprzykryte ziemią bardzo źle wschodzi. Bronuje się więc nawet seradellę, zasianą w życie, chociaż dla tej rośliny użycie brony nie jest korzystne. Odrost w jesieni po sprzęcie zboża zależy w wysokim stopniu od stanu pogody; w latach posusznych bywa bardzo słaby. Na przyoranej seradelli uprawia się pospolicie kartofle, albo też owies. Uprawiają też seradellę jako śródplon w mieszance z łubinem; w takim razie łubin wsiewa się dopiero później, podczas kwitnięcia żyta, ponieważ szybciej od seradelli kiełkuje i rozwija się. Mieszanka taka jest pewniejszą, gdyż jeżeli zawiedzie seradella, to może łubin dopisać, i przeciwnie. Seradellę sieje się gęsto, gdyż nasion wiele wcale nie wschodzi: na morg 60—70 funtów; łubinu zaś mniej więcej dwa razy tyle. Wyłącznie samą seradellę, jako plon, rzadko się uprawia na zielony pognój, ponieważ w tych warunkach zasiewana nie udaje się o tyle lepiej, aby się opłacało roczny dochód z ziemi poświęcić.

3. *Nostrzyk biały*. Roślina ta jest mało rozpowszechnioną i, o ile się zdaje, uprawa jej na zielony pognój nie przedstawia większej korzyści tam, gdzie łubin dobrze się udaje. Wzrost ma nostrzyk wprawdzie bardzo bujny i dochodzi do znacznej wysokości, lecz ulistnienie ma drobne i skąpe. Jako przymiot nostrzyku podnoszą bardzo głębokie korzenienie się: wyjmowano już jego korzenie z głębokości 10 *m*. Arndt, gospodarujący pod Dreznem, zaleca uprawę nostrzyku na pognój zielony na cięższych glinkach. Nostrzyk zasiewa w jesieni lub z początkiem zimy w oziminę; po sprzęcie oziminy, zaczyna nostrzyk dopiero bujniej rosnąć. Przyoruje się nostrzyk późną jesienią lub też dopiero na wiosnę następnego roku i pospolicie zasiewa na nim owies. Bardzo korzystne rezultaty uprawy nostrzyku na pognój zielony na ciężkiej ziemi opisuje Orth. W pewnem niemieckiem gospodarstwie, po rzepaku nawożonym w roku pierwszym, a pszenicy ozimej w drugim, zasiano z początkiem maja—w przechodzące wedle zmianowania w roku trzecim po nawozie żyto—nostrzyk (w ilości 25 *kg*. na 1 *ha*), który przyorano na drugą wiosnę na głębokość 10 cali.

Uprawiane w roku czwartym po gnoju rośliny dały zbiór na 1 *ha*:

	Na nostrzyku.
Owies . .	20,2 c. m. ziarna; 42 c. m. słomy
Kartofle . .	180 „ „ bulw
Kartofle na 200 *q*. nawozu stajennego .	302 „ „ „
	Bez nawozu zielonego.
Owies . .	13,6 c. m. ziarna; 21,7 c. m. słomy
Kartofle . .	86 „ „ bulw
Kartofle na 200 *q*. nawozu stajennego .	152 „ „ „

Na mniejszą skalę zrobiono próbę z kukurydzą pastewną, która na nostrzyku była znacznie lepsza niż na nawozie stajennym. Rezultaty więc były bardzo pomyślne. Zaznaczyć tu przecież trzeba, że nawet ci nieliczni rolnicy, którzy uprawy nostrzyku próbowali, uskarżają się zgodnie na trudności, jakie się napotyka przy przyorywaniu

wysokich i twardych pędów, oraz na łatwe odrastanie po przyoraniu.

4. *Groch.* Z uprawą grochu na zielony pognój nieczęsto można się spotykać. Propagują ją obecnie w Niemczech, ale zdaje się, że bardzo znacznie nigdy się nie rozszerzy. Groch bowiem pod wieloma względami nie odpowiada warunkom, jakich należy wymagać od rośliny zdatnej na pognój zielony. Przedewszystkiem koszt zasiewu grochu jest stosunkowo bardzo wysoki, a rozwój nadzwyczaj zależny od stanu pogody i wskutek tego niepewny. Prócz tego groch łatwo podlega szkodnikom tak państwa roślinnego jak i zwierzęcego, a przytem jest dosyć wymagającym co do jakości gleby i co do jej siły nawozowej. Za pomocą więc uprawy grochu na pognój zielony nie można osiągnąć uruchomienia w roli trudno przyswajalnych pokarmów. Nadawać się więc może groch dla celów nawożenia zielonego tylko ze względu na zdolność żywienia się azotem atmosferycznym. Wobec tego próby z grochem mogą mieć tam tylko pewne widoki powodzenia, gdzie chodzi wyłącznie o wzbogacenie ziemi w związki azotowe. Jak dotąd próbowano uprawy grochu na pognój zielony w Niemczech w intenzywnie prowadzonych gospodarstwach, na żyznych ziemiach, na których łubiny i seradella się nie rodzą, zasiewając go jako poplon na podoranych ścierniskach na nawóz pod jarzyny.

5. *Wyka.* Zwykłą wykę siewną, jarą, na pognój zielony rzadko się zasiewa, gdyż zużycie jej na paszę stosunkowo lepiej opłaca wysokie koszty uprawy. Spotkać się jednak można było z uprawą tej rośliny na nawóz zielony w południowych Niemczech. Obecnie, niemieccy rolnicy, zajmujący się wyszukaniem roślin odpowiednich do nawożenia zielonego na gruntach zwięźlejszych, zalecają wykę, jako nadającą się dla takiej gleby do uprawy poplonowej na podoranych ścierniskach. Wogóle jednakże, tak samo jak z grochem, mało prób z wyką przedsiębrano i o jej pożyteczności nic stanowczego nie da się powiedzieć. To tylko pewne, że wyka, obradzająca dobrze na ziemiach posiadających znaczną siłę nawozową, nie będzie nigdy odpowiednim nawozem zielonym na glebach pustych, jałowych, na których bardzo wiele zależy na uruchomieniu trudno przyswajalnych pokarmów. Wogóle do wyki odnieść można najzupełniej to, co było powiedziane wyżej o grochu. W porównaniu z grochem ma wyka tę zaletę, że nie tak łatwo podlega szkodom. We Francyi zasiewają *wykę ozimą* na ścierniskach podoranych w jesieni, we wrześniu lub październiku, a przyorują dopiero na wiosnę, w miesiącach od marca do maja, pod jarzyny. Dla naszych stosunków klimatycznych taka przedplonowa uprawa nie nadaje się, z powodu braku długiej ciepłej jesieni a istnienia surowej zimy, grożącej wyce ozimej wymarznięciem. Oprócz wyki zwykłej uprawia się od niedawna na pognój zielony *wykę kosmatą*, czyli t. zw. *piaskową*, ponieważ się rodzi na ziemiach uboższych, suchych. Wyka ta, siana na wiosnę, bardzo powoli się rozwija, bez porównania więc korzystniej jest siać ją jako poplon w sierpniu lub z początkiem września. Ponieważ łatwo się kładzie, sieje się wykę piaskową w mieszance z żytem ozimem. Arndt zaleca uprawę jej razem z białą gorczycą, która jest w możności lepiej wykę podtrzymać; w takim jednak razie wypadałoby wykę przed zimą przyorywać, podczas gdy powszechnie zalecają przyoranie dopiero na wiosnę, gdyż wyka piaskowa zimę dobrze przetrzymuje, a na wiosnę wcześnie i szybko się rozwija. O ile się zdaje, wyka piaskowa może być pożyteczną rośliną, tam, gdzie uprawa przedplonowa pognojów zielonych okaże się korzystną. Zachodzi tylko niebezpieczeństwo zachwaszczenia roli w razie dojrzenia i obsypania się nasienia.

6. *Koniczyny.* W pogoni za roślinami nadającemi się w intenzywnych gospodarstwach do zdobywania azotu z atmosfery, pomyślano w Niemczech i o koniczynie czerwonej oraz szwedzkiej. Próby dotąd przedsiębrane kierowała nadzieja, że wsiewając koniczyny na wiosnę w zboża, można będzie po ich sprzęcie w jesieni uzyskać do przyorania obfitą masę zieloną, zawierającą wiele azotu pochodzącego z powietrza atmosferycznego. Z teoretycznego punktu widzenia nie jest to niemożliwe, chodzi tylko o koszty i pewne względy praktyczne. Wprawdzie koniczyny w roku zasiewu nie dają obfitej masy w organach nadziemnych i pod tym względem np. seradelli daleko ustępują, jednakowoż masa korzeni pozostających w nich, oraz ilość zawartego azotu są wcale znaczne. Strebel ważył na polu doświadczalnem w Hohenheimie masę nadziemną i korzenie koniczyny czerwonej na powierzchni 1 *m.* i znalazł:

świeżej masy w pędach . .	320 *g.*
w korzeniach do głębokości 30 *cm.*	1002 „

Zawartość zaś azotu w korzeniach była prawie 3 razy wyższa niż w pędach. Chociaż więc koniczyny do jesieni nie podrastają bardzo bujnie, to przecież mogą żyzność ziemi podnieść przez swą obfitą masę korzeni. Co do opłacalności uprawy koniczyn na pognój zielony, to w doświadczeniach hohenheimskich mamy dowód, że osiągnięcie znaczniejszego zysku nie jest możliwe. Tak np. po potrąceniu wszelkich kosztów uprawy, osiągnięty z uzyskanej przewyżki w plonie owsa zysk wynosił na 1 arze roli:

Nawiezionej na zielono przyoraną koniczyną szwedzką	2,06 marek
Nawiezionej na zielono przyoraną seradellą	1,48 „

Co się zaś tyczy wysokości przewyżki uzyskanej w plonie, to koniczyna podniosła zbiór ziarn owsa o $^1/_3$, a słomy o $^1/_4$ plonu uzyskanego bez zielonego nawozu. Po seradeli na zielono przyoranej zebrano plony zarówno ziarna jak i słomy przeszło o $^1/_4$ wyższe. Rezultaty to wcale zachęcające, trzeba jednakże pamiętać, że uzyskano je w próbach na małą skalę i w roku 1892, jak sam Strebel z naciskiem podnosi, nadzwyczajnie sprzyjającym uprawie śródplonów na pognój zielony, a prócz tego zwrócić uwagę na pewne bardzo ważne względy, które bezwarunkowo muszą ograniczyć uprawę koniczyn na nawóz zielony. Koniczyny dają rolnictwu przedewszystkiem wartościową paszę, a należą do rzędu roślin, z któremi nie można często powracać na to samo pole. Wobec tych faktów, niepodlegających wątpliwości, można uważać uprawę koniczyn na zielony pognój za nieracyonalną dla tych, istniejących w olbrzymiej większości gospodarstw, którym się opłaca utrzymywanie inwentarza dochodowego, albo też produkcya ziarna koniczynnego lub siana na sprzedaż. Probować zaś użyteczności koniczyn na pognój zielony mogą tylko gospodarstwa znajdujące lepszy rachunek w wykluczeniu lub ograniczeniu produkcyi zwierzęcej, a forsowaniu uprawy zbóż i okopowizn za pomocą zielonego nawożenia i nawozów sztucznych.

W takich gospodarstwach próbowano również uprawiać na pognój zielony i koniczynę białą, w czem jednak, wobec płytkiego korzenienia się tej rośliny, oraz słabego rozwoju w roku zasiewu, trudno się dopatrzeć jakiejś szczególnej korzyści. Siewaną bywa także na pognój zielony inkarnatka jako poplon jesienny przeznaczony do przyorania na wiosnę. Ten ostatni sposób uprawy daje się spotykać zwłaszcza we Francyi, gdzie klimat jest łagodniejszy. U nas inkarnatka w zimie wymarza, więc jako poplon siewać jej nie można. Zasiew zaś na wiosnę w roślinę dochodową jako śródplonu, jest bardzo zawodny, gdyż albo się wcale nie udaje, albo też, jeżeli się uda, to inkarnatka za szybko się rozwija, a skoszona podczas sprzętu rośliny ochronnej wcale nie odrasta.

7. *Lucerna chmielowa.* (Medicago lupulina). Roślina ta należy również do rzędu niewypróbowanych jeszcze dostatecznie co do użyteczności swej w uprawie na pognój zielony. Uprawiana jako śródplon, podobnie jak koniczyny, nie daje w pierwszym roku w jesieni obfitej masy w organach nadziemnych, lecz głównie w korzeniach. Wedle obliczenia Strebla wynosiła na powierzchni 1 m^2 u lucerny chmielowej waga:

Łodyg i ilości . . .	430 *g*.
Korzeni	784 „

Azotu zaś w korzeniach było prawie 3 razy więcej niż w pędach. W doświadczeniu w Hohenheimie zbiór owsa w słomie i w ziarnie był na lucernie chmielowej na zielono przyoranej o $^1/_3$ wyższy, zysk zaś czysty z zastosowania zielonego nawożenia, po potrąceniu kosztów uprawy, wynosił 2 marki na 1 arze. Uprawa lucerny chmielowej może mieć pewne widoki powodzenia na gruntach zamożnych w wapno, na których łubiny źle rosną.

8. *Gorczyca biała.* O gorczycy białej pojawiły się w czasopismach rolniczych wieści, że posiada, podobnie jak rośliny motylkowe, zdolność żywienia się gazowym azotem atmosferycznym i że wskutek tego za pomocą jej uprawy można w roli zwiększyć zasób związków azotowych. Poglądy tego rodzaju jednakże należy uważać, na podstawie wypadków ściślejszych badań, za zupełnie nieuzasadnione. Wobec zaś tego gorczyca nie może nadawać się do uprawy jako roślina pognojowa tam, gdzie chodzi o przysporzenie glebie pokarmu azotowego, natomiast może być użyteczną w tych przypadkach, gdzie głównym celem zielonego nawozu jest zapobieżenie stracie azotu, następującej wskutek wypłukiwania kwasu azotowego. Gorczycy więc nie można zaliczyć do rzędu roślin wzbogacających glebę w azot, lecz do konserwujących w niej związki azotowe. Uprawę gorczycy na pognój zielony w razie, gdy chodzi o osiągnięcie tego ostatniego celu, zalecają dwa

ważne jej przymioty, a mianowicie: niski koszt zasiewu, oraz szybki wzrost i krótki okres wegetacyjny. Posiadając te przymioty, nadaje się gorczyca do zasiewu poplonowego po sprzęcie ozimin na rolach przeznaczonych pod uprawę jarzyn, albo też do podsiewu upraw międzyplonowych niezupełnie udanych. Tak np. można gorczycę dosiewać po sprzęcie żyta w niedosyć zwartą seradellę lub łubin. W szczególności może być uprawa gorczycy na nawóz wskazaną i użyteczną na glebach, na których rośliny motylkowe, zasiewane jako poplony, pospolicie zawodzą. Z ujemnych stron gorczycy należy tu jednak podnieść: niedostateczne i sprzyjające zachwaszczeniu ocienienie roli (z powodu skąpego ulistnienia i zbyt rychłego strzelania w górę pędu kwiatowego), brak zdolności żywienia się trudno przyswajalnymi pokarmami, oraz trwanie wegetacyi tylko do pierwszych silniejszych przymrozków. Co się tyczy zasiewu gorczycy na wiosnę w mieszance z łubinem, to wobec znacznej różnicy w długości okresu wegetacyjnego dwóch tych roślin, trudno dopatrzeć się korzyści. Toż samo można powiedzieć o zasiewie gorczycy w żyto tuż przed zakwitnięciem, gdyż gorczyca za szybko rośnie, aby się nadawała do takiej uprawy śródplonowej. Zalecają także jeszcze zasiew gorczycy w mieszance z wyką piaskową na ściernisku, a to dla podpierania wyki i niedopuszczenia wylegania. W takim razie wykę samą należy zasiać wcześniej, a gorczycę szybciej się rozwijającą dosiać dopiero po jakimś czasie.

9. *Rzepak i rzepik.* Rośliny te nadają się do uprawy poplonowej z tych samych względów i w tych samych warunkach co gorczyca. Odznacza je niski koszt obsiewu i szybki rozwój, naturalnie tylko na ziemiach dostatecznie żyznych. W porównaniu z gorczycą, rzepak ma do pewnego stopnia przewagę—wskutek mniejszej wrażliwości na niską temperaturę i trwanie wegetacyi jeszcze po jesiennych przymrozkach. Również lepiej ocienia ziemię obfitszą rozetą liści i dlatego nadaje się do zasiewu w mieszance z gorczycą, niedostatecznie ziemię ocieniającą. Natomiast ustępuje rzepak gorczycy pod względem odporności przeciwko szkodnikom zwierzęcym, jak pchlicy i gąsienicy pilarza (Athalia spinarum), które go chętniej niszczą. Rzepak przyoruje się w jesieni, albo też, co się zdarza częściej, na wiosnę. Chwalą go jako dobry nawóz zielony pod kartofle i zasiewają nawet w jesieni na nawozie stajennym dla kartofli przeznaczonym. Jako niepożądany przymiot rzepaku podnieść jednakże należy łatwe odrastanie po przyoraniu. Z pomiędzy olejnych roślin uprawiają w Niemczech na pognój zielony także rzodkiew (Raphanus sativus oleifera) odznaczającą się skromniejszemi wymaganiami co do siły nawozowej gleby i co do jej fizycznego zachowania. Rzodkiew udaje się mianowicie dobrze i na lżejszych gruntach, dla rzepaku nieodpowiednich. Siewają ją też tam, gdzie łubin, mający dłuższy okres wegetacyjny, siany na ściernisku nie rozwija się dosyć bujnie. Przyorywać można rzodkiew późną jesienią lub też na wiosnę.

10. *Rzepa ścierniskowa.* Uprawa rzepy na pognój zielony jest mało rozpowszechnioną. Znaczenie jej, jako rośliny nawozowej, jest takie same, jak gorczycy i rzepaku. Schultz z Lupic osobliwie przenosił rzepę nad rzepak, ponieważ nie odrasta na wiosnę w jarzynach. Zasianą na podoranych ścierniskach rzepę trzyma się aż do silniejszych mrozów. Gdy te nastaną i zabite korzenie zaczynają się w ziemi rozkładać, wtedy się przyoruje. Rzepa nadaje się do uprawy szczególniej na gruntach lżejszych lecz dosyć wilgotnych.

11. *Hreczka.* Dawniej siewano na pognój zielony hreczkę o wiele częściej niż obecnie. Nadaje się ona do tego celu z powodu taniości uprawy, szybkiego rozwoju, skromnych wymagań co do zasobności gleby w pokarmy i bardzo dobrego ocienienia roli; nie zadawala natomiast z powodu płytkiego korzenienia się. Zasiewana sama nie zapewnia żadnych szczególnych korzyści, natomiast nadaje się do uprawy w mieszance z roślinami, niedostatecznie ocieniającemi rolę. Tak np. na gruntach łatwo się zachwaszczających może domieszka hreczki do łubinu na wiosnę, jako plon zasiewanego, dopomódz łubinowi w przygłuszeniu chwastów. Korzystnym może być także zasiew hreczki w poplonowej mieszance z gorczycą lub też gorczycą i rzepakiem (17 funtów gorczycy, 85 rzepaku i 45 hreczki na mórg 300 pręt.), gdyż zapewnia zwarty stan roślinności. Nadaje się również hreczka do zasiewu w niedosyć gęstą seradellę, w życie uprawianą, po sprzęcie żyta.

12. *Szporek.* Należy do roślin niegdyś cenionych, których uprawa doznaje coraz większego ograniczenia, i słusznie, gdyż trudno dopatrzeć się w tej roślinie przymiotów, dla których uprawa na pognój zie.

lony mogłaby być korzystna. Bardzo zaś zniechęcającem jest łatwe obsypywanie się nasienia i wynikające stąd zanieczyszczenie roli. Ten wzgląd stanowczo przemawia przeciwko siewaniu szporku w mieszance z innemi roślinami o dłuższym okresie wegetacyjnym.

13. *Rośliny mało rozpowszechnione.* Oprócz roślin wyżej wymienionych, częściej zasiewanych na nawóz, próbowano jeszcze uprawiać niektóre inne z mniejszem lub większem powodzeniem, ale nie zdobyto dla nich dotąd szerszego uznania i rozpowszechnienia. Do takich należą: bobik koński, przelot, otoczka czyli cieciorka (Coronilla varia), lędźwian (Lathyrus silvestris) i inne. Co się tyczy bobiku, to uprawa wyłączna tej rośliny jest za kosztowna, aby się opłaciło na zielono ją przyorywać; prędzej nadaje się do zasiewu w mieszance z innemi roślinami. Główną zaletą bobiku jest szybki rozwój po zasiewie w razie sprzyjającej pogody. Przelot w pierwszym roku bardzo skąpo rozwija się nad ziemią. Nasienie lędźwianu jest dotąd bardzo kosztowne i trudno wschodzi; prócz tego zachodzi obawa, że lędźwian raz zasiany trudno będzie na roli wyniszczyć. Z otoczką mało dotąd prób wykonano, lecz relacye nazywają ją rośliną bardzo się nadającą do uprawy na pognój zielony na cięższych żyźniejszych gruntach.

4. Wysokość produkcyi i skład chemiczny roślin uprawianych na nawóz.

Co do ilości masy zielonej, jaką się wprowadza do gleby w przyorywanych zielonych nawozach, odczuwamy brak dokładniejszych sprawozdań z powodów zupełnie zrozumiałych. Przyorywanych roślin nie kosi się i nie waży ani też nie mierzy, zaś szacowanie na oko nie może być nigdy dostatecznie ścisłe. Zresztą w plonie roślin uprawianych na pognój możliwe są daleko większe wahania, aniżeli w plonie roślin dochodowych. W szczególności tyczy się to upraw śródplonowych i poplonowych, jako zależnych najwięcej od stanu pogody i często dających plony spadające do bardzo nizkiego *minimum*. Wobec braku liczniejszych relacyi, możemy tu tylko podać poniżej liczby wskazujące, do jakiej wysokości może dojść produkcya zielonych nawozów w warunkach sprzyjających. Liczby te wzięte są z praktyki a nie z doświadczeń polowych na małą skalę przedsiębranych:

	produkcya zielonej masy	
	z 1 *ha* cetn. metr.	z 1 morga cetn. 100-funtowych
łubin uprawiany jako plon	400—500	550—700
„ „ „ śródplon	300—450	400—600
„ „ „ poplon	300—400	400—700
seradella w żyto siana	300—350	400—480
groch lub wyka jako poplon	150—200	200—275
wyka kosmata	200—320	275—440
koniczyna	150	200
lucerna chmielowa	90—110	125—150
gorczyca biała	200—240	275—330

Zasługują tu również na przytoczenie rezultaty prób, przeprowadzonych w celu wyszukania roślin najwięcej odpowiednich na zielony nawóz, w Lupitz, po części z inicyatywy samego Schultza, po części na zalecenie niemieckiego Towarzystwa rolniczego. Próby te bardzo wymownie świadczą o tem, jak dalece korzyści, dające się uzyskać z zielonego nawożenia, zależą od trafnego doboru roślin.

Na poletkach wydzielonych na polu dostatecznie wyrównanem, posiano w d. 28 marca 94 r. różne rośliny. W dniu 12 lipca odmierzono dokładnie na każdem poletku powierzchnię 1 m^2, i zebrano z niej zarówno części nadziemne jak i korzenie, które oddzielnie ważono i analizowano. Rezultaty przeliczone na powierzchnię 1 *ha* są zestawione w następującej tablicy:

Nazwa rośliny	waga w kilogramach				
	w pędach nadziemnych			w korzeniach	
	zielonej masy	suchej masy	azotu	suchej masy	azotu
lędźwian	27354	5388	167	293	7.5
groch	41489	7636	214	345	8.7
łubin biały	50121	6336	171	641	11.3
„ niebieski	52097	6690	174	1147	17.2
„ żółty	27874	5001	129	631	13.7
mieszanka	45728	6209	174	488	9.9

W tymże samym roku w jesieni, w dniu 22 października wykonano takie same oznaczenia na seradelli, oraz na mieszance seradelli z łubinem, wsianych na wiosnę jako międzyplon w żyto, oraz na różnych roślinach i mieszankach, zasianych jako poplon w dniu 20 lub 21 lipca, z wyjątkiem mieszanki łubinu i grochu bez bobiku, którą zasiano nieco wcześniej mianowicie 12 lipca. Rezultaty oznaczeń, przeliczone na powierzchnię 1 *ha*, przedstawiają się, jak następuje:

Nazwa rośliny	waga w kilogramach			
	w pędach nadziemnych		w korzeniach	
	suchej masy	azotu	suchej masy	azotu
Gorczyca, rzodkiew i rzepik ozimy . .	620	13	158	2.6
Rzodkiew, gorczyca, łubin żółty . . .	1304	36	274	6.8
Lędźwian hiszpański (Lathyrus clymenum)	1443	53	103	3.6
Łubin żółty	1991	80	301	11.7
Lędźwian biały siewny (Lathyrus sativus)	2070	80	100	3.0
Gorczyca, rzodkiew, hreczka, wyka kosmata i groch polny	2446	93	217	5.0
Mieszanka zwykle w Lupitz siewana: (łubin, groch i bobik)				
a) przeważnie rozwinięty bobik . . .	3351	115	598	14.9
b) przeważnie rozwinięty łubin . . .	4200	133	654	16.8
Mieszanka łubinu z grochem bez bobiku.	4683	153	673	15.1
Seradella w życie siana	3619	115	243	6.0
Seradella z łubinem w życie	5400	170	403	9.6

Skład chemiczny roślin na pognój uprawianych

(wedle tablic Königa i Dietricha).

W 100 częściach zawiera:	materyi suchej	azotu	materyi mineralnych	kwasu fosforowego	tlenku potasowego
Gorczyca biała *(Sinapis alba)* w pełnym kwiecie	14.9 (12.6—18.9)	0.45	1.42 (1.1—2.4)	0.16	0.26
Groch siewny *(Pisum sativum)* początek kwitnienia	15.40 (14.0—16.5)	0.63	1.42 (1.2—1.8)	0.15	0.56
Hreczka *(Polygonum fagopyrum)* w pełnym kwiecie	16.30 (12.5—26.4)	0.40	1.14 (0.8—1.6)	0.07	0.28
Koniczyna czerwona *(Trifolium pratense)* bardzo młoda	16.80 (13.1—19.8)	0.69	1.80 (0.8—0 22)	0.21	0.61
Koniczyna szwedzka *(Trifolium hybridum)* początek kwitnienia	17.80 (13.0—23.3)	0.58	1.47 (1.3—1.5)	0.11	0.20
Lędźwian leśny *(Lathyrus sylvestris)* w pełnym kwiecie	28.40	1.13	1.93 (1.6—2.4)	0.18	0.58
Lucerna chmielowa *(Medicago lupulina)*	20.00	0.55	1.64 (1.4—1.8)	0.10	0.40
Łubin żółty *(Lupinus luteus)* na początku kwitnienia	12.20 (10.8—13.5)	0.47	1.00 (0.7—1.3)	0.12	0.14
przy okwitaniu	16.85 (15.7—18.8)	0.51	0.96 (0.6—1.1)	0.11	0.15
Nostrzyk biały *(Melilotus alba)*	20.30 (18.7—22.9)	0.66	2.34 (1.3—3.4)	0.24	0.67
Rzepak *(Brassica napus oleifera)* w pełnym kwiecie	14.5 (13.0—16.4)	0.45	1.34 (1.0—2.0)	0.15	0.36
Seradella *(Ornithopus sativus)* w początku kwitnienia	13.3 (12.6—14.2)	0.42	1.32	0.14	0.50
w pełnym kwiecie	17.7 (13.3—20.5)	0.50	1.45 (0.6—2.0)	0.16	0.55
Wyka kosmata *(Vicia villosa)* w czasie kwitnienia	16.60 (14.4—20.0)	0.66	1.39 (1.1—1.8)	0.16	0.41
Wyka siewna *(Vicia sativa)* przy zakwitaniu	15.50 (15.0—16.0)	0.59	1.94 (1.7—2.2)	0.19	0.70
przy okwitaniu	17.50 (16.0—19.2)	0.51	1.54 (1.1—1.8)	0.12	0.43

Rezultaty prób wykonanych w Lupitz są pod wieloma względami bardzo pouczające. Wskazują one bardzo wyraźnie, jak dalece korzyść osiągnięta z zielonego nawożenia zależy od doboru do uprawy właściwych roślin dla miejscowych stosunków. Występuje w nich również na jaw pożyteczność uprawy mieszanek, oraz wyższość upraw śródplonowych nad poplonowemi w roku, w którym doświadczenie przeprowadzono.

W celu ułatwienia obliczeń, jakie ilości różnych składników pożytecznych wprowadza się do roli w roślin przyorywanych na zielony nawóz, podajemy w tablicy na str. 582 odsetkowy skład chemiczny rozmaitych roślin, najczęściej w tym celu uprawianych. Liczby tablicy objęte nawiasami przedstawiają najniższe i najwyższe zawartości odpowiednich składników, jakie dotąd w rozbiorach znaleziono.

5. Pora przyorywania nawozów zielonych.

Rozpowszechnione było do niedawna mniemanie, że rośliny, przeznaczone na pognój, należy przyorywać w czasie obfitego kwitnienia. W tym okresie rozwoju łodygi są jeszcze soczyste, słabo zdrzewniałe, podlegające łatwo i szybko rozkładowi. Sądzono też, że roślina w chwili zakwitnięcia przestaje pobierać z ziemi pokarmy i przerabia już tylko to, co poprzednio korzenie przyswoiły. Wedle więc dawnych zapatrywań, opóźnienie przyorania po za ten okres nie zapewniało żadnej korzyści, lecz przeciwnie, mogło nawet oddziałać ujemnie wskutek tego, że silniej zdrzewniałe łodygi powolniej się w ziemi rozkładają.

Zapatrywanie to, do którego zwykle ściśle się stosowano w praktyce, musiało uledz znacznej modyfikacyi po ogłoszeniu spostrzeżeń, zrobionych przez Baesslera w Regenwalde, a wykazujących, w jak obfitej ilości pobierają rośliny, przeznaczone na zielony pognój, rozmaite pokarmy już po rozpoczęciu się okresu kwitnienia i jak znacznie powiększa się w nich wskutek tego zawartość azotu, kwasu fosforowego i tlenku potasowego.

Badając tę sprawę, Baessler wykonał chemiczny rozbiór łubinu, zebranego w różnych okresach rozwoju, a w szczególności:

1) podczas gdy główny pęd znajdował się w pełnym kwiecie; do tego stadyum rozwoju doszedł łubin 19 sierpnia;

2) w chwili gdy na głównym pędzie zaczęły się okazywać stręki, w dniu 3 września;

3) podczas pełnego rozkwitu pędów bocznych, co zaszło 14 września;

4) w czasie dojrzewania stręków na osi głównej, w dniu 24 września.

W zebranych w tych różnych okresach rozwoju roślinach łubinu oznaczono zawartość materyi suchej, azotu, kwasu fosforowego i tlenku potasowego.

Oznaczenia wypadły jak następuje:

	10 roślin, zebranych w różnych okresach, zawierały gramów:			
	I 19 sierpnia	II 3 września	III 14 września	IV 24 września
Suchej masy	61,70	75,43	115,88	202,78
Azotu	1,802	2,180	3,245	5,536
Kwasu fosforowego . .	0,278	0,377	0,545	1,014
Tlenku potasu	0,895	1,063	1,321	2,129

W miarę zatem, jak łubin posuwał się w rozwoju po za okres zakwitnięcia głównego pędu, zawartość, tak suchej masy, jak i najważniejszych składników pokarmowych, powiększała się w wysokim stopniu.

Przybytki występują jeszcze bardziej wyraźnie po obliczeniu cyfr stosunkowych, wskazujących zawartość różnych składników w łubinie, zebranym w trzech późniejszych okresach rozwoju, w odsetkach ilości zawartych w łubinie najmłodszym. Przyjąwszy dla tych ostatnich ilość 100, znajdziemy następne stosunkowe przewyżki w łubinach starszych:

	w okresie			
	I	II	III	IV
dla suchej masy	100	122	188	327
„ azotu . . .	100	121	180	307
„ kwasu fosforowego . .	100	136	196	365
„ tlenku potasowego . .	100	119	148	238

Widać zatem z powyższych liczb, że zawartość kwasu fosforowego, azotu i materyi suchej wzrasta między I a IV okresem rozwoju przeszło w trójnasób, zawartość zaś tlenku potasowego powiększa się prawie $2^1/_2$ razy.

Jak to już wyżej udowodniliśmy, pognój zielony wywiera na rolę wpływ użyźniający głównie tem, co przyorana masa roślinna zawiera. Stąd zaś należy wnioskować, że działanie nawozu zielonego musi być tem intenzywniejsze, im większa ilość składników pożytecznych znajduje się w roślinach w chwili ich przyorywania; a skoro w porze kwitnienia zawartość tych składników nie dosięga, a nawet jest bardzo daleką od *maximum*, to przyorując w tej porze rośliny, uzyskuje się korzyść daleko mniejszą od tej, którą zapewnia wykonanie przyorania, dopiero w chwili, gdy po okwitnieniu nasiona zaczynają się wykształcać i dojrzewać. Do takiego wniosku logicznego prowadzą wprost spostrzeżenia zrobione przez Baesslera, to też wnet po ich ogłoszeniu, w praktyce rolniczej, osobliwie niemieckiej, dało się słyszeć hasło: *rośliny na pognój zielony przeznaczone, przyorywać w jak najpóźniejszym okresie wegetacyi.*

Jakkolwiek korzyść zaorywania nawozów zielonych w porze możliwie najwięcej opóźnionej, wobec liczb przez Baesslera podanych, jest istotnie wielce prawdopodobną, trzeba przecie przyznać, że ustanawianie na ich podstawie stanowczego prawidła dla praktycznego postępowania nie jest jeszcze zupełnie uzasadnione. Samo przez się bowiem nasuwa się tu na myśl następujące przypuszczenie: Rośliny, zbliżające się w rozwoju do okresu dojrzałości, zawierają istotnie bez porównania więcej azotu, kwasu fosforowego, tlenku potasowego i t. d., aniżeli w porze kwitnienia, jednakże tkanki ich są silniej zdrzewniałe i mniej łatwo podlegają rozkładowi. Ponieważ zaś działanie nawozu zielonego jest niezawodnie zawisłe od szybkości rozkładu przyoranych roślin, pytanie więc, czy soczyste, miękkie zielone pędy roślin kwitnących, bardzo szybko rozkładające się w ziemi, nie będą lepiej ziemi użyźniały, aniżeli późno przyorane twarde łodygi, jakkolwiek te ostatnie zawierają większe ilości pożytecznych składników? Wprawdzie zarzut tego rodzaju osłabiał do pewnego stopnia znany od dawna, a przez Baesslera również stwierdzony fakt, że w porze dojrzewania roślin cenne pokarmy roślinne, jak azot i kwas fosforowy, gromadzą się głównie w nasionach i owocach podlegających łatwo rozkładowi, podczas, gdy zdrzewniałe pędy zawierają ich daleko mniej. Bądź co bądź pozostawało jeszcze przypuszczenie, że stwardniałe zeschłe pędy mogą ujemnie wpływać na stan fizyczny roli, a wobec tego dla praktyki rolniczej pożądane było wykonanie prób, których rezultaty mogłyby kwestyę wyjaśnić i nasuwające się wątpliwości usunąć, albo też ich słuszność wykazać.

Próbę taką podjął tenże sam Baessler i wykonał ją w sposób następny: Na glebie próchniczno-piaszczystej, z pewną zawartością glinki, odmierzono 10 poletek po $12^1/_2$ arów każde. Na sześciu poletkach zasiano łubin 6 czerwca (wcześniejszy siew z lokalnych względów był niemożliwy); na czterech—bez nawozu pomocniczego, zaś na dwóch na mące żużlowej (400 *kg.* na 1 *ha*) i na kainicie (200 *kg.* na 1 *ha*).

Cztery pozostałe poletka ugorowały i w jesieni zostały w różny sposób znawożone. Na połowie poletek obsianych łubinem przyorano masę roślinną 1 września w porze kwitnięcia, zaś na drugiej połowie 29 września, w chwili, gdy na głównym pędzie strąki były już zupełnie obsadzone. Wskutek tak opóźnionego przyorania łubinu, na wszystkich poletkach posiano żyto dopiero 2 października, a więc bardzo późno. Zima sroga w owym roku wogóle wszędzie oziminy pouszkadzała, to też i na doświadczalnych pólkach żyto w maju było bardzo nieobiecujące, jednakże później stan roślinności, osobliwie na niektórych poletkach, znakomicie się poprawił. Sprzęt wykonany 2 sierpnia dał następujące rezultaty przeliczone na powierzchnię jednego hektara:

Nawóz użyty pod żyto na 1 *ha*	A. Poletka bez łubinu na zielony pognój		B. Poletka z łubinem przyoranym 1 września		przyoranym 29 września	
	ziarna	słomy	ziarna	słomy	ziarna	słomy
400 *kg.* mąki żużlowej i 200 *kg.* kainitu. .	11.4 *q.*	19.3 *q.*	13.6 *q.*	22.5 *q.*	16.7 *q*	23.3 *q*
200 *kg.* superfosfatu .	11.6 „	19.5 „	15.7 „	20.4 „	18.0 „	23.3 „
200 *kg.* superfosfatu i 200 *kg.* saletry . .	15.1 „	23.5 „	— „	— „	— „	— „
350 *q* nawozu stajennego	13.3 „	20.2 „	— „	— „	— „	— „
bez żadnego nawozu .	— „	— „	13.5 „	20.9 „	16.1 „	21.5 „

Pomimo więc tak bardzo opóźnionego siewu żyta, pognój łubinowy wogóle skutecznie działał, w szczególności zaś późno przyorany. Różnice uzyskane w plonach występują jeszcze wyraźniej po obliczeniu przeciętnych, które wypadają jak następuje:

	Ziarna	Słomy
Na nawozie pomocniczym bezazotowym . . .	11.5 *q*	19.4 *q*
„ nawozie azotowym (saletra i obornik). . .	14.2 „	21.8 „
„ łubinie wcześnie przyoranym . . .	14.3 „	21.3 „
„ „ późno przyoranym	16.9 „	22.7 „

Przewyżki w tem doświadczeniu okazały się w szczególności znaczne w zbiorach ziarna. Zbiór słomy był wszędzie stosunkowo niski, niezawodnie z powodu nieprzyjaznej zimy. Na łubinie późno przyoranym uzyskano najwyższy zbiór w ziarnie, jakkolwiek na tem poletku orkę wykonano na parę dni zaledwie przed zasiewem żyta i zasiano je w zupełnie nieodleżałą rolę. Na korzyść to naturalnie wyjść nie mogło, osobliwie wobec zimy surowej. Baessler przypuszczał, na podstawie tego doświadczenia, że działanie nawożenia zielonego byłoby jeszcze bardziej skuteczne, gdyby można było przyoranie łubinu odłożyć jeszcze na późniejszą porę, mianowicie doczekać się okresu wykształcenia strąków na pędach bocznych. Słuszność tego przypuszczenia została sprawdzoną w doświadczeniu nowem, później wykonanem, w którem łubiny biały, żółty i niebieski, przyorane w czterech różnych okresach wegetacyi, a najpóźniej w porze wykształcania się strączków na bocznych pędach, dały tem wyższy plon żyta, im bardziej przyoranie było opóźnione. W takim samym kierunku objawił się wpływ pory przyorania na skuteczność zielonego pognoju u innych roślin, a mianowicie u seradelli, wyki piaskowej i inkarnatki.

Korzyści opóźniania przyorania łubinu po za okres kwitnięcia nietylko okazały się w próbach przedsiębranych na małą skalę; stwierdzono je również w szerszej praktyce, czego dowodem jest np. fakt, że wszyscy niemieccy rolnicy, słynący ze stosowania w swych gospodarstwach nawozów zielonych, w artykułach swoich z naciskiem podnoszą potrzebę wykonania orki o ile się da najpóźniej, a nawet zalecają przyorywać nawozy zielone przeznaczone pod jarzyny dopiero na wiosnę.

Jakkolwiek trudno istotnie wątpić wobec nagromadzonych spostrzeżeń, że rośliny przyorane w czasie wykształcania już nasion mogą korzystniej działać, aniżeli dopiero kwitnące, to jednakże względy praktyczne, co tu należy podnieść z naciskiem, niezawsze pozwalają na wstrzymywanie się z przyoraniem aż do tego okresu wegetacyjnego. W szczególności wykroczenie przeciwko regule i zrzeczenie się korzyści późniejszego przyorania, jest aż nadto często wskazane w tym przypadku, gdy łubin przeznaczony jest na nawóz pod żyto ozime. Jak wiadomo, żadna roślina tak dalece nie potrzebuje zasiewu w rolę dobrze odleżałą, jak słabo się korzeniące żyto. Wobec tego odkładać orkę pod żyto, aż do chwili gdy łubin wykształci strączki, i zasiewać żyto w nieodleżałą rolę, byłoby wielkim błędem. Racyonalnem w tym przypadku jest tylko dążenie, aby łubin do chwili, w której przyoranie ze względu na żyto będzie konieczne, był jak najdalej posunięty w rozwoju i aby czas potrzebny na odleżenie się roli możliwie skrócić. Pierwszy cel osięga się przez zasiew łubinu na wiosnę, o ile można najwcześniejszy; tu

naturalnie decyzya zależy od stanu pogody i mniejszej lub większej obawy przymrozków szkodliwych dla łubinu. Do drugiego zaś celu prowadzi przyspieszenie odleżenia się roli, za pomocą starannego przyorania łubinu, tak aby skiby, o ile możności, nie wspierały się na sklepieniach z łubinowych pędów, jak również za pomocą racyonalnego użycia ciężkiego wałka. Te środki pozwalają jednak skrócać odstęp czasu pomiędzy orką a zasiewem żyta zawsze tylko do pewnej granicy, gdyż naturalnego odleżenia się roli nigdy nie zastąpią. Jeżeli w doświadczeniu Baesslera, żyto nieźle się udało na świeżo przyoranym łubinie, to należy to przypisać pewnym szczególnym warunkom, które istniały w próbie na małym obszarze wykonanej, zaś w praktyce rolniczej rzadko się powtórzą. Można też z wielkiem prawdopodobieństwem przypuszczać, że zdanie dające się z ust niektórych rolników słyszeć o nieudawaniu się zupełnem żyta na łubinach w pewnych okolicach, jest nieuzasadnionym przesądem, który się zrodził wskutek zasiewania żyta w pierwszych próbach na łubinie zbyt późno zaoranym, w nieodleżałą należycie rolę.

Regułą zatem opóźnionego przyorywania pognojów zielonych, jak widzimy, nie zawsze można się w praktyce kierować, gdy pognój jest przeznaczony pod oziminy. Natomiast daleko ściślej można się jej trzymać, gdy po nawozie zielonym uprawia się jarzyny. Czy jednakże zawsze i wszędzie okaże się korzystnem odkładanie przyorania aż do najbliższej wiosny, jak to osobliwie rolnicy niemieccy zalecają, o tem można bardzo powątpiewać. Przyorując bowiem nawozy zielone dopiero na wiosnę, traci się przedewszystkiem korzyści orki przedzimowej, a zyskuje do wykonania ważną i niepodlegającą zwłoce robotę w porze wiosennej, w której zwykle i tak bardzo wiele czynności około uprawy roli na czas stosunkowo krótki się skupia. W szczególności niepraktycznem musi być zaniedbanie przyorania w jesieni na rolach wilgotniejszych, nieobsychających łatwo i wskutek tego niedających się wcześnie z wiosną orać. Odkładanie orki aż do wiosny może prócz tego stać się przyczyną bądź straty w azocie z masy rozkładającej się na powierzchni ziemi, pod koniec jesieni lub z początkiem wiosny, bądź też niedosyć szybkiej nitryfikacyi w pierwszym roku i gorszego wskutek tego działania nawozu zielonego pod pierwszą roślinę. Doświadczenia wykonane nad tą kwestyą wykazały stanowczo, że zarówno jedno jak i drugie jest możliwe. Mianowicie Déhérain zauważył w Grignon, że masa roślinna, nieprzyorana w jesieni, zawierała na wiosnę znacznie mniejszą ilość azotu; jak również, że azot masy roślinnej, przyoranej późno w jesieni, podlega znitryfikowaniu w roku następnym głównie na wiosnę i w lecie, gdy tymczasem intenzywniejsza nitryfikacya azotu w roślinach przyoranych na wiosnę, może przypadać dopiero na peryod jesienny, w którym roślina uprawiona na pognój zielony nie może już z tego korzystać, a powstający kwas azotowy najwięcej jest narażony na wyługowanie.

Względy te stanowczo przemawiają przeciwko wprowadzeniu reguły wiosennego przyorywania pognojów zielonych, kończących swą wegetacyę przed zimą, wszędzie tam, gdzie z powodu istniejących stosunków klimatycznych niema nadziei, aby pozostawione do wiosny rośliny pobierały jeszcze w zimie pokarmy w obfitszej ilości i znacznie powiększyły swą masę. Natomiast w klimacie o łagodnej zimie, gdzie jeszcze w grudniu lub później wegetacya nie ustaje, pozostawianie roślin pognojowych aż do wiosny może być istotnie korzystne.

W takich stosunkach klimatycznych pozostawianie nieprzyoranej roślinności aż do wiosny może być uzasadnione tem więcej, że rośliny w jesieni przyorane mogłyby się w ziemi energiczniej rozkładać, i część zawartego w nich azotu, uległszy nitryfikacyi, mogłaby być straconą przez wypłukanie. W naszym jednak klimacie, gdzie mrozy przerywają wcześniej wegetacyę, ani nie można wiele liczyć na przyrost w nawozie zielonym, do wiosny pozostawionym, pożytecznych, użyźniających części składowych, ani też nie potrzeba się obawiać straty kwasu azotowego, wobec zamarznięcia ziemi i przerwania procesów rozkładowych materyi organicznej. Wiosenne przyorywanie należałoby tylko naturalnie, tak u nas, jak i wszędzie, stosować do roślin uprawianych na pognój zielony takich, które, w jesieni zasiane, podczas zimy przerywają tylko swoją wegetacyę, a z ciepłą wiosną budzą się na nowo do życia—o ile takie przedplonowe uprawy pognojowe miałyby w naszych gospodarstwach wogóle widoki powodzenia.

6. Sposoby przyorywania zielonych pognojów.

Gdy masa roślinna nie jest bardzo obfita, przyoranie zielonego nawozu nie przedstawia żadnych szczególnych trudności. Jeżeli zaś stan jest bardzo zwarty, a wysokość twardych pędów znaczna, to za pomocą samego pługa nie zawsze da się orka wykonać tak, aby wierzchołki pędów nie sterczały po nad ziemią, ani też pod skibami nie powstały obszerniejsze dziury. W takich razach wypada się uciec do pewnych środków, ułatwiających należyte wykonanie roboty. Do takich środków zaliczono koszenie zielonego nawozu przed przyoraniem. Środek ten jednak w próbach nie okazał się praktycznym. Wydatek bowiem na koszenie obciąża dosyć znacznie koszty zielonego nawożenia, a korzyść bynajmniej nie jest wielka. Przeciwnie, wycięte łodygi, plącząc się, mogą łatwo sprawiać częste zatykanie się pługa i bez wgartywania zielonej masy grabiami do bruzd trudno wtedy się obejść.

Z lepszym skutkiem stosuje się, w celu ułatwienia dobrego przyorania, walcowanie zielonego nawozu przed orką. Walec jednakże prowadzi do zamierzonego celu tylko wówczas, gdy połamane przezeń, tuż nad ziemią, pędy nie powstają zaraz, musi być zatem odpowiednio ciężki. Jeden z niemieckich rolników doradza wzmocnienie działania wałka za pomocą cięższej belki kańciastej, uczepionej na łańcuchach z tyłu wałka i obciążonej w czasie roboty ciężarem stojącego na niej człowieka. Połamane w ten sposób łodygi podczas orki układają się równo i skiby się na nich nie wspierają. Po orce ma iść ciężki pierścieniowy walec, przygniatający jeszcze mocniej skiby. Taki sposób postępowania nie zastąpi, rzecz prosta, w zupełności naturalnego odleżenia się roli, lecz może tylko je przyspieszyć i umożliwić rychlejszy zasiew oziminy. Łodygi roślin po zwałkowaniu powinny leżeć na ziemi w kierunku orki, nie należy więc przed orką walcować całego pola, lecz po rozmierzeniu składów wałek powinien pracować przed pługami. Najlepiej działa wałek krótki, dobrze się stosujący do nierówności terenu.

Wałkowania roślin przed przyoraniem można uniknąć przez zastosowanie na pługu pewnych urządzeń, służących do przychylania i przygniatania pędów przed odwracającą się skibą. Urządzenia te są bardzo proste i jest ich wiele; wymienimy tu kilka dobrze odpowiadających celowi. Do takich należy np. umocowanie na grządzieli kawałka sztaby żelaznej pod prostym kątem zgiętej, której część pozioma, trochę dłuższa niż szerokość skiby, posuwa się w czasie pochodu pługa tuż nad powierzchnią roli i łodygi przyciska. We francuskich gospodarstwach jest w użyciu znowu dosyć długi i ciężki łańcuch, przymocowany jednym końcem do prawego końca wagi orczykowej, zaś drugim na grządzieli przy kroju. Łańcuch powinien być tak długi, aby jedna część, czemś jeszcze obciążona, spuszczała się wzdłuż kroju, druga zaś wlokła się przed odkładnicą wzdłuż odkładanej skiby. Łańcuch ten w czasie orki przygniata i łamie pędy. Wreszcie zasługuje jeszcze na wzmiankę sposób od niedawna w Niemczech zalecany. Pole walcuje się ciężkim wałkiem gładkim w kierunku poprzecznym do zamierzonej orki, zaś na pługu, zamiast kroju, zakłada się ostre, obracające się kółko (pospolite u wielu amerykańskich pługów), które podczas pochodu pługa przecina pędy i w ten sposób ułatwia ich przykrycie i zapobiega zatykaniu się pługa. Środek ten może jednak znaleźć korzystne zastosowanie tylko na ziemiach zwięźlejszych, gdyż na sypkich tylko pędy wgniata, nie przecinając ich.

Pomimo starannej roboty, zdarza się często, osobliwie przy przyorywaniu łubinu, że z pod odłożonych skib sterczą wierzchołki pędów. W takim przypadku dobrze jest na zoraną rolę puścić owce, które wierzchołki objedzą, a ziemię do pewnego stopnia utłoczą. Dodać tu nakoniec należy, że dla przyśpieszenia rozkładu w ziemi przyoranych roślin, dobrze jest wykonać orkę wkrótce po deszczu, skoro tylko stan wilgotności roli na to pozwala.

7. Korzyści różnych sposobów uprawy nawozów zielonych.

Jak to na wstępie niniejszego rozdziału powiedzieliśmy, można uprawiać rośliny na pognój zielony jako plony, śródplony, poplony i przedplony. Co się tyczy korzyści, jaką zapewnia każdy z tych sposobów uprawy, to nie może podlegać najmniejszej wątpliwości, że *najintenzywniejsze i najpewniejsze działanie nawożenia zielonego uzyskuje się wówczas, gdy rośliny przeznaczone na pognój same na roli na wiosnę*

się zasiewa. W takim bowiem przypadku możliwe jest przygotowanie roli, za pomocą uprawy mechanicznej, odpowiednio do potrzeby wybranej na nawóz zielony rośliny. Siew może być dokonany we właściwym czasie, nasienie odpowiednio głęboko przykryte, a nawet, jeżeli tego potrzeba, można za pomocą właściwych starań posiewnych ułatwić zejście lub dalszy rozwój kiełków. Roślina siana na wiosnę a dopiero pod koniec lata przyorywana, ma dłuższy czas do bujnej wegetacyi, w którym może sobie wynagrodzić jakieś chwilowe przeszkody w rozwoju, wynikłe np. z powodu nieprzyjaznego chwilowo stanu pogody. Mając też możność czerpania przez czas dłuższy pokarmów z ziemi, zdoła ona wyżywić się i dojść do bujniejszego rozwoju na glebie mniej zasobnej w pokarmy, która w czasie krótkim nie mogłaby wiele pożywienia roślinie dostarczyć. Wobec tych wszystkich okoliczności, można stanowczo twierdzić, że *uprawa pognojów zielonych, jako właściwych dorocznych plonów, jest racyonalną i najwięcej pożyteczną wszędzie, gdzie od dobrego rozwoju rośliny pognojowej zależy w wysokim stopniu urodzaj rośliny dochodowej, gdzie wogóle jest bardzo potrzebne i pożądane wszechstronne wyzyskanie działania zielonego nawozu, a nie chodzi tylko o jakiś wpływ jednostronny.* Na gruntach zatem z natury jałowych, ekstenzywnie zagospodarowanych, poświęcanie całego jednego roku na uprawę nawozu zielonego jest najwięcej odpowiedniem. W takich warunkach strata rocznego dochodu jest właściwie tylko pozorna, gdyż uprawa, zamiast pognoju zielonego, jakiejś rośliny dochodowej pospolicie, albo przyniosłaby dochód niewielki, albo też nie opłaciłaby się wcale, zaś urodzaj uprawianego w roku następnym płodu, bez nawozu zielonego, byłby bezporównania gorszy. Tam więc, gdzie się ma do wyboru pomiędzy odłogowaniem a poświęceniem roku na produkcyę nawozu zielonego, wybór musi paść na to ostatnie.

Nie wszędzie jednakże, gdzie stosowanie nawożenia zielonego może przyczynić się skutecznie do podniesienia żyzności ziemi, można bez skrupułu decydować się na ofiarę lat dwóch dla produkcyi jednej rośliny na dochód uprawianej. Wysoka cena ziemi, stopień jej naturalnej żyzności, posiadana siła nawozowa, możność posiłkowania się nawozami kupnymi i t. p. — oto względy, wobec których strata całego roku na uprawę zielonego pognoju może zrównoważyć korzyść zastosowania zielonego nawożenia, albo też nawet ją przeważyć. W takich stosunkach, jeżeli się pragnie chociaż częściowo wyzyskać wpływ nawozów zielonych, objawia się dążność do uprawy roślin przeznaczonych do przyorania w taki sposób, aby można było uniknąć utraty całorocznego dochodu z gleby. Tam więc znajdują zastosowanie przedplony, śródplony i poplony nawozowe.

O tych sposobach uprawy roślin, przeznaczonych na przyoranie, przedewszystkiem to należy powiedzieć, że urodzaj bywa bardzo zawodny, wobec czego korzyść ze stosowanego w tej formie nawożenia zielonego jest bardzo niepewna. Wpływ decydujący wywierają tu głównie stosunki klimatyczne i doroczny stan pogody; z tego też właśnie powodu uprawy poplonowe, przedplonowe i śródplonowe nie we wszystkich krajach mogą być jednakowo pożyteczne.

Co się tyczy upraw przedplonowych na pognój zielony, to dla naszych stosunków klimatycznych są one mało odpowiednie. Wymagają bowiem koniecznie łagodnego przebiegu zimy i wczesnej wiosny, a gdzie tego brak, nie zapewniają żadnych szczególnych korzyści. W gospodarstwach francuskich, położonych w miejscowościach o łagodnym klimacie, są one zalecane i słusznie rozpowszechnione. Gdyby zaś u nas te same rośliny przetrzymywały dobrze zimę (np. inkarnatka, wyka ozima lub groch ozimy) i na wiosnę wcześnie do bujnego rozwoju dochodziły, to miałyby one bezporównania wyższą wartość i użyteczność, jako wczesna pasza dla inwentarza, i raczej w tym celu, aniżeli na pognój zielony, trzebaby zalecać ich uprawę. W naszych stosunkach klimatycznych nadawałby się może jeszcze najwięcej do uprawy przedplonowej na pognój zielony rzepak — na gruntach żyźniejszych, pod jarzyny wymagające późniejszego siewu, gdyby nie obawa niedogodności wiosennej orki i zbyt obfitego odrastania przyoranych pędów rzepaczanych. Co zaś do wyki piaskowej, to potrzebne są liczniejsze próby, aby o użyteczności tej rośliny dla naszych gospodarstw można było coś pewniejszego sądzić.

Uprawy natomiast poplonowe i śródplonowe bardziej już dla warunków naszego klimatu się nadają, a z pomiędzy nich niezawodnie śródplony więcej, aniżeli poplony. Zejście bowiem nasion zasianych na wiosnę, w ziemię bądź co bądź wilgotniejszą, jest daleko pewniejsze, aniżeli posianych

na suchem podoranem ściernisku, gdyż los takiego zasiewu letniego jest w wysokim stopniu zależny od tego, czy deszcz w czas rolę dostatecznie zmoczy, czy też zawiedzie. O ile poplonowe zasiewy są mniej pewne, świadczą spostrzeżenia Neuhausa z Selchowa, wedle których w ciągu trzydziestu lat łubin siany w ściernisku tylko w trzech latach zakwitł, podczas gdy łubin śródplonowy w życie siany w tym samym okresie kwitł, a nawet wykształcił niedojrzałe ziarna w 22 latach. W razie zresztą niezupełnego udania się śródplonowego zasiewu wiosennego, można jeszcze uzyskać bardziej zwarty stan roślinności, dosiewając, po sprzęcie rośliny ochronnej, jakąś roślinę mającą krótki okres wegetacyi. Prócz tego zasiew śródplonów jest najmniej kosztowny, wskutek czego w razie niepowodzenia grozi najmniejsza strata. Dla śródplonowej uprawy mają u nas niezawodnie największe znaczenie: łubin i seradella, na niezły urodzaj których można pewniej liczyć, gdy będą w mieszance siane. Wówczas, jeżeli zasiew seradelli trafi na porę nieprzyjazną, to w czasie zasiewu łubinu może rola zawierać dostatek wilgoci, zapewniający dobre zejście tej ostatniej rośliny. O ile się nadaje do uprawy śródplonowej nostrzyk, o tem już wyżej była mowa, w rozdziale traktującym o zaletach i wadach rozmaitych roślin. Tamże podaliśmy uwagi o uprawie koniczyn i lucerny na nawóz zielony. Tu wypada jeszcze nadmienić, że zejście tych roślin jest daleko pewniejsze niż wymagającej opóźnionego zasiewu seradelli lub łubinu. Jeżeli jednakże wogóle można uznać uprawy śródplonowe za odpowiednie dla naszych stosunków klimatycznych, to nie wynika stąd, aby ich zastosowanie było wszędzie racyonalne i korzystne. Jakkolwiek brak na to ścisłych dowodów liczbowych, to przecie nie podlega wątpliwości, że rośliny jako śródplon uprawiane, czerpiąc z roli pokarmy, robią w mniejszym lub wyższym stopniu konkurencyę roślinie uprawianej na sprzęt i na dochód. Konkurencya taka musi być tem więcej szkodliwa, im mniej ziemia jest zasobna w pokarmy, a im więcej przebieg pogody sprzyja bujniejszemu rozwojowi śródplonu. Jak zauważył Schultz, obniżenie plonu ziarna może w pewnych latach wynosić 200 *kg.* na 1 *ha.* Wobec tego należy zasiewy śródplonowe uznać za odpowiednie tylko dla gospodarstw posiadających rolę w dobrej kulturze i ze znaczniejszą siłą nawozową. Na gruntach zaś jałowych lub wyjałowionych lepiej zaniechać wymagania od gleby, aby równocześnie dwie różne rośliny karmiła, i stosując nawożenie zielone — ograniczyć się do produkcyi nawozów zielonych, jako wyłącznych dorocznych plonów. Zasiewy śródplonowe na większych obszarach, można naturalnie uskuteczniać tylko w zbożu. W kartoflach można zasiewać łubin jako śródplon tylko w małych gospodarstwach, gdzie wyrastające z bruzd pędy łubinowe nie przeszkadzają podczas dokonywanego ręcznie motyką sprzętu i mogą być łatwo przykryte ziemią, pochodzącą z rozkopywania redlin. Z taką formą nawożenia zielonego można się też spotkać głównie w gospodarstwach włościańskich na Szląsku i na Pomorzu, a z rozpowszechnienia jej tam można mniemać, że jest ona wogóle godną zalecenia włościanom.

Uznając uprawy poplonowe, wymagające bardzo gęstego siewu, w naszym klimacie za najmniej pewne, tem samem uważać musimy w szczególności za niewłaściwy dla naszych stosunków wybór do zasiewu na podoranych ścierniskach takich roślin, których uprawa jest stosunkowo bardzo kosztowna. Do takich mianowicie należą wyka i groch, tak gorąco zalecane w broszurce napisanej przez Dehlingera na podstawie prób, zrobionych we własnem gospodarstwie, położonem pod Darmstadem. Broszura ta zyskała sobie wielki rozgłos i uznanie, jakkolwiek uważny czytelnik znajdzie w wielu jej ustępach przestrogę, aby w praktyce na swojem gospodarstwie autora ślepo nie naśladował.

Jak wielkie ryzyko przedstawia uprawa poplonowa grochu i wyki, dowodzi wymownie ustęp opisujący sposób zasiewu tych roślin w majątku Dehlingera, w Weilerhofie. „Zasiew musi nastąpić rychło po sprzęcie. Rośliny pognojowe powinny jaknajdłużej rosnąć, sprzęt zatem należy wykonać możliwie wcześnie i zaraz przystąpić do siewu. Wnet po uprzątnięciu zboża, rola nawet w czasie wielkiej posuchy jest jeszcze krucha i wilgotna, siew zatem trzeba wykonać tuż za kosą i bezzwłocznie pługiem ściernisko podorać. Pewność dobrego skutku zależy od pośpiechu w wykonaniu tej roboty. Jeżeli rośliny zasieje się późno, w końcu sierpnia lub we wrześniu, to grozi obawa przymrozków, rośliny nie rozwijają się dobrze i zaledwie pokrywają ziemię—do obfitszej masy zatem nie dojdą. W czasie suchej pogody sieje się groch i wykę pod wieczór, aby nasiona od rosy

napęczniały, i wczesnym rankiem przykrywa wieloskibowymi pługami. Pora żniwa jest zatem równocześnie porą zasiewu roślin pognojowych. Trzeba aby wtedy nie brakło ludzi i zaprzęgów, gdyż na raz wypada kosić, wiązać, zwozić, siać, orać, a może nawet i młócić.“

Ustęp ten najwyraźniej wskazuje, że taki system nawożenia zielonego może znaleźć zastosowanie tylko w gospodarstwie o niewielkim obszarze. Tak jest właśnie w Weilerhofie, gdzie cały folwark zajmuje 70 hektarów (125 morgów), w czem przypada na grunty orne tylko 59 hektarów (105 morgów). Na wielkich obszarach zasiew w podobnych warunkach jest zupełnie niemożliwy. I na niewielkich jednakże obszarach trudno się spodziewać znacznych korzyści u nas z zasiewów poplonowych wyki oraz grochu. Rośliny te bowiem wogóle mogą dojść do bujniejszego rozwoju tylko chyba w takim klimacie, jaki posiada Weilerhof, gdzie po 10 października waga masy zielonej w pędach nadziemnych mogła się powiększyć w dwójnasób, zaś zawartość azotu—półtora raza. W naszych klimatycznych stosunkach na to rzadko gdzie liczyć można, tem więcej, że w naszych gospodarstwach, w których nawozy zielone mają racyę bytu, trudno o taką siłę nawozową gleby, jaką się Weilerhof odznacza. Wedle bowiem drukowanej relacyi właściciela, nie skąpi on wcale w wydatkach na zakupienie nawozów pomocniczych, dawanych w obfitej ilości pod wszystkie rośliny na sprzęt przeznaczone. Tak np. używano w Weilerhofie na 1 *ha:*

Pod buraki cukrowe:

w r. 1887, 1888 i 1892		
	mąki żużlowej . .	800—1200 *kg.*
„ 1889, 1890 i 1891		
	superfosfatu . . .	800 „

Pod zboża:

w r. 1887, 1888 i 1892		
	mąki żużlowej . .	300—400 *kg.*
„ 1889, 1890 i 1891		
	superfosfatu . . .	300—400 „

oprócz tego przeciętnie na rok kupuje się blizko 6000 *kg.* saletry chilijskiej i stosuje nawozy potasowe „w celu wytworzenia w ziemi pewnego zapasu tego pokarmu.“ Dodać wreszcie należy, że folwark rozporządza nawozem stajennym z pod 12 sztuk zwierząt pociągowych, 2-ch krów i 2—3 sztuk trzody chlewnej. Wobec tak silnego nawożenia roli, można istotnie w roku o sprzyjającej pogodzie doprowadzić zasiane na ścierniskach grochy i wyki do bujnego rozwoju i można niewiele sobie z tego robić, jeżeli poplonowe uprawy się nie powiodą. Na udaniu się zaś poplonowych nawozów zielonych wiele Dehlingerowi nie zależy, gdyż, jak sam się wyraża: „spodziewając się, że w pewnych latach poplonowe zasiewy wcale nie wzejdą, albo też nie będzie można ich wykonać z powodu braku robotnika lub innych przyczyn—stara się on doprowadzić swą rolę do najwyższej siły nawozowej i najlepszej struktury, tak aby była trwale żyzną.“ W takich stosunkach gospodarskich istotnie może „niewiele szkodzić, jeżeli uprawiane nawozy zielone w jednym roku lub też przez dwa lata z rzędu zupełnie się nie udadzą.“ Wobec małego obszaru uprawnej roli, można także przeboleć stratę kapitału wyłożonego na zasiew poplonów; jakkolwiek koszt na 1 *ha* wynosi bez mała 40 marek (przeszło 10 rs. na mórg). Siać bowiem trzeba bardzo gęsto i nasienia wyki lub grochu wychodzi 200 *kg.* na 1 *ha* czyli 275 funtów na mórg.

Techniczne trudności, jakie się ma do zwalczenia w uprawach poplonowych, przedstawia również bardzo obrazowo drugi ich zwolennik, Schultz w następującym opisie: „O przygotowaniu do posiewu ściernisko-wego należy już myśleć w czasie żniwa. Snopy trzeba mianowicie składać w prostych, równoległych rzędach. Oddalenie pomiędzy rzędami powinno być wielokrotnością szerokości siewnika rzędowego, tak aby podczas siewu nie pozostawały kliny, których obsiew pochłania wiele czasu. Zboże zostaje na polu, dopóki nie wyschnie, a tymczasem należy ściernisko podłożyć i przygotować pod siew. Warunkiem powodzenia jest wyzyskanie czasu. Tam gdzie rano przejdzie kosa, do południa powinny już skończyć robotę grabie, aby po południu mogły pracować trójskibowiec i brona, zaś wieczorem—wałek pierścieniowy i brona.“

Przytoczone powyżej opisy roboty udowodniają chyba dostatecznie, że uprawa poplonowa grochu i wyki da się z korzyścią wprowadzić tylko na małych obszarach, w odpowiednich stosunkach klimatycznych i w gospodarstwach forsownie prowadzonych, a to w celu wzbogacenia ziemi w azot i ograniczenia wypłukiwania w niej kwasu azotowego. Co się zaś tyczy

wogóle opłacalności tego „systemu“ nawożenia zielonego, to dotąd ani Dehlinger, ani nikt inny nie wykazał za pomocą ścisłych i niepodlegających żadnej wątpliwości obrachunków, jak wysokie wypadną korzyści, jeżeli się z rachunku nie wykluczy lat nieurodzaju w uprawach poplonowych, w których nawóz zielony o koszty gospodarstwo przyprawia, a pożytku nie przynosi żadnego.

W naszym więc klimacie, gdzie zasiewy ścierniskowe są wogóle bardzo niepewne, a rola pospolicie jest bardzo daleką od tego stopnia kultury, na jakim stoi w Weilerhofie, należy odradzać wyboru bez uprzedniego wypróbowania do jesiennej produkcyi nawozu zielonego takich roślin, których nasienie wiele kosztuje. Ponieważ ryzyko w zasiewach ścierniskowych jest bardzo wielkie, nie powinno się nigdy poświęcać większego kapitału. Wobec tego zaś trzeba często zrezygnować z uprawy rośliny motylkowej i zadowolnić się pożytkiem, jaki dać mogą uprawiane na pognój zielony rośliny niemotylkowe. Z pomiędzy nich w szczególności zalecają się z powodu szybkiego rozwoju oraz małej ilości potrzebnego do obsiewu nasienia — rośliny krzyżowe. Za ich pomocą, naturalnie, nie można osiągnąć absolutnego wzbogacenia ziemi w pokarm azotowy na koszt gazowego azotu atmosferycznego, lecz można tylko ochronić ziemię od wypłukania ze znaczniejszej ilości kwasu azotowego, a to bez wielkiego kosztu i ryzyka. Tego rodzaju pożytek, płynący z zastosowania nawozu zielonego, może być bardzo pożądany na rolach żyznych, niedawno gnojonych, które po wczesnem letniem żniwie miałyby pozostać bez ocienienia roślinnością aż do wiosennych zasiewów. Korzyści naturalnie można się spodziewać z takich poplonów tem większej, im energiczniej odbywa się w glebie nitryfikacya, im większe mogą być straty kwasu azotowego i im skuteczniej może oddziałać obecność łatwo ulegającej rozkładowi masy roślinnej.

Jako ujemną stronę upraw poplonowych podnieść jeszcze należy ułatwienie zachwaszczania się roli. Z tego względu należałoby unikać częstego ich stosowania osobliwie na gruntach, na których wyrosłe chwasty łatwo biorą górę nad słabszemi roślinami uprawnemi. Pamiętać też należy, że szersze stosowanie kultur poplonowych lub śródplonowych wymaga, ze względu na ułatwienie walki z chwastami, głębokiej orki. Wogóle zaś tak w uprawach poplonowych, jak i śródplonowych, najlepiej trzymać się reguły, że lepsza rola naga, niż źle ocieniona, i niedosyć zwarte zasiewy wczas przyorywać.

8. Znaczenie zielonych nawozów ze stanowiska ekonomicznego.

Zastosowanie zielonego nawożenia przynosi najpewniejszą korzyść w następujących przypadkach:

1-o na glebach z natury nieżyznych z powodu braku łatwiej przyswajalnych pokarmów roślinnych;

2-o na glebach nieprzydatnych do uprawy roślin pastewnych, dobrze się nadających do skarmienia na miejscu w gospodarstwie, i do produkowania dostatecznej ilości nawozu stajennego;

3-o na polach oddalonych od folwarku, do których byłby zbyt kosztowny dowóz nawozu stajennego.

Działanie nawozów zielonych w tych przypadkach zastosowanych jest bardziej wszechstronne, wskutek czego opłacają się one tu pospolicie najlepiej i najpewniej. Sprawdziła to stanowczo praktyka, przedewszystkiem na jałowych szczerych piaskach, dających się znakomicie podnieść w kulturze przez uprawę łubinów na zielony pognój. Jak najlepszem powodzeniem zostały później uwieńczone próby użyźnienia za pomocą pognojów łubinowych zwięźlejszych gruntów gliniastych, dla których łubiny wydawały się zrazu rośliną nieodpowiednią do uprawy. Przodownikiem był na tem polu w Królestwie Polskiem p. Maksymilian Dobrski, który stwierdził w swem gospodarstwie wielką korzyść przyorywania zielonego łubinu na jałowych czerwonych glinkach lubelskich. Następujące rezultaty tych prób, istotnie wielce zachęcających do naśladownictwa zasługują tu na przytoczenie: Na roli, bez gnoju mniej żyznej niż ziemie piaszczyste, na której owies i hreczka nie pokrywały kosztów uprawy, zaś żyto po dwuletniem ugorowaniu dawało zaledwie trzy kopy z morga, łubin zasiany na ziarno dał z morga przeszło 15 korcy, a owies zasiany na łubinie, uprawionym w roku następnym na pognój, wydał z morga z górą 20 korcy. W innym znowu majątku, na glinie lubelskiej, na której siewano raz na trzy lata żyto, owies zasiany na przyoranym łubinie wydał z morga 15 korcy, a posadzone po owsie kartofle prze-

szło 65 korcy z morga. Przykłady te zaś nie należą bynajmniej do wyjątków.

Przed niewielu jeszcze laty uważano w praktyce zielony nawóz za odpowiedni do zastosowania wyłącznie w takich stosunkach ekonomicznych, które niedopuszczały intensywnego zagospodarowania roli. Odkąd przecie stało się faktem wątpliwości niepodlegającym, że rośliny motylkowe mogą się wyżywić wolnym azotem atmosferycznym, zaczęło się coraz silniej objawiać dążenie do wprowadzenia regularnej uprawy roślin do tej rodziny należących na zielony pognój, nawet w gospodarstwach prowadzonych najforsowniej. Tu jednakże głównym albo też wyłącznym celem zielonego nawożenia jest zdobycie dla uprawianych roślin niemotylkowych pokarmu azotowego taniej, niż możnaby ten pokarm nabyć w nawozach uzupełniających. W warunkach sprzyjających cel ten można istotnie osiągnąć. Tak np. Schultz oblicza na podstawie zebranych we własnem gospodarstwie spostrzeżeń koszt zdobycia 1 *kg.* azotu za pomocą zielonego nawożenia, jak następuje:

przy uprawie:	
seradelli	na 6.3 kop.
seradelli z łubinem .	„ 7.0 „
mieszanki poplonowej:	
łubinu, grochu i bobiku	„ 14.2 „

podczas gdy 1 *kg.* azotu w saletrze chilijskiej nabyty kosztuje około 60 kop. Przyjąwszy więc nawet, że azot w nawozie zielonym będzie miał wartość o połowę mniejszą niż w saletrze, kosztowałoby zdobycie azotu za pomocą zielonego nawożenia znacznie taniej.

Tak korzystnie dla zielonych pognojów wypadło jednak obliczenie w roku dla uprawy ich bardzo pomyślnym, w którym wynosiła zawartość ogólna azotu w wyprodukowanej na 1 hektarze:

seradelli	120 *kg.*
seradelli z łubinem. . . .	179 „
mieszance poplonowej. . .	140 „

a oprócz tego przyjęto w rachunku niezupełnie słusznie, że cały azot znajdujący się w roślinach pochodził z atmosfery. Jeżeli jednak część będzie pochodziła z gleby (co jest nieuniknione przedewszystkiem na rolach żyznych i dobrze nawożonych), a w szczególności—jeżeli z powodu mniej sprzyjającego przebiegu pogody zawartość azotu w zielonych pognojach będzie znacznie niższa, rachunek nie wypadnie tak pomyślnie. Sam Schultz przyznaje, że w wielu latach ilość azotu znajdującego się w przyorywanym zasiewie ścierniskowym wynosiła zaledwie 50 lub nawet tylko 36 *kg.* na 1 *ha.* W takich razach, przyjmując ten sam koszt uprawy, wynoszący w Lupitz bez mała 20 rs. na 1 *ha*, kosztowałoby zdobycie 1 *kg.* azotu w pierwszym przypadku prawie 40 kop., zaś w drugim—55 kop., wobec czego korzyść z zastosowania zielonego nawożenia staje się wielce wątpliwą.

Gorzej jeszcze naturalnie przedstawi się rachunek, jeżeliby poświęciło się cały rok na uprawę zielonego pognoju, wyłącznie w celu wzbogacenia gleby w azot. Wedle doświadczeń np. Strebla, wykonanych w Hohenheimie, 15 *kg.* azotu, kosztujących w saletrze chilijskiej na miejscu w gospodarstwie 8 rs. 80 kop., możnaby w tym przypadku uzyskać w uprawianych na pognój:

wyce.	za 3 rs. 50 kop.
białym łubinie . . .	„ 3 „ 58 „
niebieskim łubinie . .	„ 3 „ 75 „
żółtym łubinie . . .	„ 3 „ 80 „
inkarnatce	„ 3 „ 96 „
bobiku	„ 4 „ 15 „
grochu polnym . . .	„ 6 „ 65 „
seradelli.	„ 7 „ 66 „

w przelocie zaś i grochu siewnym kosztowałby azot nawet więcej niż w saletrze. Jeżeli się zaś uwzględni, że nie cała ilość azotu znajdującego się w przyoranej masie roślinnej pochodzi z atmosfery i jest istotnie dla gleby zdobytą, jak również, że wyzyskanie azotu z zielonego pognoju (choćby tylko np. z powodu znalezienia się tego pokarmu w glebie w zbytnim nadmiarze), może być znacznie gorsze niż z dawki saletry, oszczędnie wymierzonej, trzeba dojść do przekonania, iż chyba tylko w rzadkich wypadkach poświęcanie całego roku na produkcyę zielonego nawozu, wyłącznie w celu przysporzenia ziemi azotu, stanowczo się opłaci.

Wogóle zaś z przytoczonych przykładów można wysnuć wniosek, że decyzya co do stosowania zielonego nawożenia w tak ograniczonym celu na większą skalę powinna być oparta na dokładnem, o ile możności, obliczeniu przypuszczalnej korzyści. Próby na miejscu w gospodarstwie wykonane mogą naturalnie dostarczyć najpewniejszych danych, potrzebnych do takiego obliczenia. Ogólnie da się tylko powiedzieć, że szanse powodzenia są tem większe, im taniej kosztuje uprawa rośliny,

im mniej gleba zawiera przyswajalnych związków azotowych i im drożej kosztuje nabycie azotu w nawozach pomocniczych.

Nie może też podlegać najmniejszej wątpliwości, że w gospodarstwach utrzymujących inwentarz dochodowy lub też mających możność sprzedaży po dobrej cenie paszy *in natura*, można uzyskać większy dochód ze skarmienia lub sprzedaży zebranej paszy, aniżeli z przyorania na nawóz. W takich stosunkach może być racyonalnem przyoranie roślin na nawóz tylko wówczas, gdy są na paszę mało przydatne, albo też gdy sprzęt ich przypadałby na porę, w której byłoby niemożliwe, bądź niezwłoczne zużycie, bądź też wysuszenie w celu dłuższego przechowania. Te ostatnie przypadki zachodzą w szczególności z zasiewami ścierniskowymi, które dochodzą do bujniejszego rozwoju późno w jesieni i wogóle dobrze się udają tylko w latach, w których gospodarstwa nie potrzebują się uskarżać na brak paszy. W każdym razie skarmienie roślin tem bardziej będzie wszędzie więcej korzystne, niż przyoranie, im przydatniejsze są one na paszę, im mniejszą jest strata azotu podczas produkcyi nawozu, dzięki staraunemu obchodzeniu się z gnojem i im wyższe są ceny sprzedaży produktów zwierzęcych.

9. Działanie użyźniające ścierniskowych resztek.

Po sprzęcie każdej rośliny, uprawianej w celu zbioru nadziemnych organów, pozostają na powierzchni roli dolne części źdźbeł lub łodyg, a w samej ziemi korzenie. Resztki te roślinne zawierają: materyę organiczną, azot, oraz kwas fosforowy, tlenek potasowy i inne składniki popielne; wogóle wszystko to, co się również znajduje w przyorywanej masie zielonego nawozu. Pozostałości zatem ścierniskowe muszą użyźniać ziemię dla następującego płodu w sposób zupełnie podobny jak zielone nawozy, tylko naturalnie działanie ich musi być odpowiednio do znacznie mniejszej masy słabsze.

W materyę organiczną, zawartą w resztkach łodyg i korzeni pozostających w ziemi, rola absolutnie się wzbogaca, gdyż ta materja organiczna powstała z węgla pobieranego liśćmi z powietrza. Z tego samego źródła może pochodzić azot zawarty w związkach azotowych, jeżeli resztki pozostały po roślinie motylkowej. W takim przypadku zwiększenie w ziemi zasobu pokarmu azotowego może być nawet znaczne i dla następującej rośliny niemotylkowej bardzo pożyteczne. Jako przykład zasługuje tu na przytoczenie ciekawe spostrzeżenie w tej kwestyi zrobione przez Lawesa i Gilberta w Rothamsted. W 1873 r. uprawiano tam na jednej części pewnego obszaru koniczynę, na drugiej zaś jęczmień i obliczono ilość azotu wyczerpanego z 1 *ha* ziemi w sprzątniętym plonie:

koniczyny na	171.7 *kg.*
jęczmienia „	41.8 „

Sprzątnięta więc koniczyna zawierała bez porównania więcej azotu, pomimo tego znajdowało się azotu w jęczmieniu zebranym w roku następnym z powierzchni 1 *ha*:

po koniczynie	83.9 *kg.*
po jęczmieniu	43.8 „

Jęczmień przeto na koniczysku posiany mógł pobrać z roli daleko więcej azotowego pokarmu, niezawodnie dlatego, że w pozostałych resztkach po sprzęcie koniczyny znajdowała się znaczna ilość azotu pochodzącego z atmosfery.

Co się tyczy składników popielnych zawartych w pozostałościach ścierniskowych, to ponieważ pochodzą one z roli, absolutnie się niemi ziemia naturalnie nie wzbogaca. Może natomiast nastąpić wzbogacenie gleby kosztem podglebia, jeżeli znaczniejsza ilość ciał popielnych zawartych w korzeniach i resztkach pędów była pobraną z warst głębszych. Przez przyoranie resztek ścierniskowych zwiększyć się również może w ziemi zasób pokarmów łatwo przyswajalnych, gdyż pewna część pokarmów zawartych w resztkach roślinnych mogła się znajdować poprzednio w związkach trudno roztwarzalnych, a obecnie po nastąpionym rozkładzie jest dostępną do pobrania dla korzeni każdej rośliny.

Fakty tylko co przytoczone świadczą najwyraźniej o istnieniu zaznaczonej analogii działania nawozowego zielonego pognoju i pozostałości ścierniskowych i usprawiedliwiają włączenie tych ostatnich do rozdziału traktującego o zielonem nawożeniu. Ponieważ nie ulega kwestyi, że każda roślina uprawiana korzysta z pokarmów pozostawionych w ziemi w korzeniach i resztkach pędów nadziemnych swej poprzedniczki, podajemy tu wedle Weiskego ogólną ilość różnych materyj zawartych w ważniejszych płodach roślinnych, obliczoną dla powierzchni 1 morga. Nadmieniamy przytem, że obliczenia te są dokonane na podstawie oznaczonego ciężaru i składu

chemicznego resztek wygrzebywanych z ziemi do głębokości 25 *cm.* (około 10 cali) na obszarze bądź 8 bądź też 16 stóp kwadratowych.

Ogólna zawartość różnych składników w resztkach ściernikowych na 1 morgu w funtach polskich.

	organiczna substancya	azot	kwas fosforowy	kwas siarkowy	tlenek potasowy	tlenek wapniowy	tlenek magnowy	tlenek sodowy	popielne części
jęczmień	2487	35.7	18.2	8.7	15.2	65.7	8.7	5.4	586
żyto	5568	104	40	18	49	117	27	67	2554
pszenica	3683	37	18	11	28	122	15	17	1682
owies	2923	42	47	12	38	135	18	42	2229
hreczka	2669	75	17	9	14	127	11	5	718
rzepak	5920	89	49	48	57	267	20	32	960
groch	3938	89	23	14	17	114	17	11	1035
łubin	4591	98	21	11	27	128	18	5	850
koniczyna	10804	305	18	41	28	417	78	31	2963
lucerna	13066	217	62	28	58	314	38	42	1852
esparceta	7562	197	47	32	67	211	49	21	1590
przelot	6219	162	38	21	41	217	28	8	1504
seradella	3988	102	28	14	14	127	21	7	842

II. Nawóz stajenny.

Do produkcyi nawozu stajennego, zwanego także obornikiem czyli gnojem służą w gospodarstwie dwa materyały: *odchody zwierząt gospodarskich i ściółka.* Wartość urobionego nawozu zależy zarówno od jakości użytych materyałów, jak i od sposobu obchodzenia się z nim od chwili wyprodukowania aż do czasu wywózki w pole.

Przedewszystkiem podać tu należy opis materyałów surowych do wyrobu obornika służących, a następnie—wiadomości o zmianach, jakim nawóz ten podlega podczas przechowania oraz wskazówki praktyczne, jak się należy z obornikiem obchodzić, aby nie stracił w czasie przechowywania na wartości.

Materyały służące do wyrobu gnoju.

A. Odchody zwierzęce.

Odchody zwierzęce odróżniamy stałe czyli kał i płynne—czyli mocz. Jedne i drugie powstają z paszy spożywanej przez zwierzęta. Wszystkie produkty, którymi zwierzęta się żywią, mogą być wprost jako nawóz użyte. Zastanowić się więc koniecznie potrzeba nad tem, o ile ich nawozowa wartość doznaje zmiany przez skarmienie.

Przy rozwiązywaniu kwestyi, czem są odchody zwierzęcia w stosunku do spożywanej paszy odróżnić trzeba dwa przypadki:

a. Zwierzę żywione nie powiększa kosztem paszy wagi swego ciała, to znaczy: ani nie rośnie, ani też się nie tuczy, a przytem nie zużywa nic z podanej paszy na wytworzenie jakiegoś produktu będącego celem chowu; nie jest więc to ani ciężarna matka, ani krowa dojna, ani też produkująca wełnę owca.

b. Zwierzę zużywa część substancyi spożytej paszy na wyprodukowanie np. mięsa, mleka lub wełny, albo też na wydanie płodu.

Weźmiemy nasamprzód pod rozwagę pierwszy przypadek, jako prostszy. Jeżeli paszę spożyło zwierzę, które nie wytwarza żadnego gospodarskiego produktu zwierzęcego, to ponieważ w naturze z materyi nic nie może zginąć, nie może podlegać najmniejszej wątpliwości fakt, że w tych warunkach cała substancya paszy daje się odnaleźć w wydawanych przez organizm zwierzęcy wydzielinach.

Gdyby wszystkie wydzieliny zwierzęce miały wartość materyału nawozowego, to w takim razie możnaby twierdzić, że pasza, spożyta przez zwierzę nic nie produkujące, nie traci nic zgoła ze swej wartości nawozowej. Tak jednakże bynajmniej nie jest. Życie zwierzęce, to zbiór całego szeregu czynności, których wykonanie, tak samo jak każda praca mechaniczna, zużywa siłę. W motorze parowym siła działająca uwalnia się wskutek spalania materyału opałowego. W podobny sposób organizm zwierzęcy zdobywa potrzebną mu energię do funkcyj życia, wskutek powolnego spalania, podczas procesu oddychania, materyi organicznej zawartej w przyjmowanym pokarmie. Produktami tego fizyologicznego utlenienia substancyi organicznej w ciele zwierzęcia są głównie: wydzielany przez płuca dwutlenek węgla, powszechnie zwany kwasem węglowym, oraz woda. Oba te związki są pokarmami roślinnymi, nie są jednakże materyałami nawozowymi. Ztąd więc należy wprost wnioskować, że skarmiając jakikolwiek produkt przez zwierzę nic nie produkujące, tracimy pewną część jego substancyi dla nawozu. Stratę mianowicie stanowi to co w postaci gazowej—głównie jako dwutlenek węgla i para wodna, opuszcza organizm zwierzęcy. Dla celów zaś nawozowych można zużytkować tylko wyłącznie wydzieliny zwierzęcia stałe i ciekłe.

Wobec tego ważną jest dla rolnictwa kwestya, jak znaczna ilość substancyi spalonej w organizmie zwierzęcym przepada dla nawozu i na jakie składniki paszy rozciąga się głównie ubytek. Do wyjaśnienia tej sprawy przyczyniły się wielce ścisłe doświadczenia podjęte przed kilkudziesięciu laty przez Boussingaulta (koń i krowa) Henneberga i Stohmanna (wół i owca) oraz Hoffmeistera (owce i koń). Badacze ci analizowali podawaną doświadczalnym zwierzętom paszę, w ilości wystarczającej do utrzymania posiadanej wagi ciała, a następnie oznaczali, ile z różnych składników zawartych w paszy przeszło do zbieranych dokładnie odchodów. Znaleziony ubytek suchej substancyi ze skarmionej paszy wynosił:

u konia	od	50.9	—	54.9%	czyli średnio	52.60%
u bydlęcia rogatego .	„	44.6	—	52.3 „	„ „	49.43 „
u owcy	„	46.3	—	53.0 „	„ „	50.02 „

Można zatem przyjąć na podstawie powyższych wypadków, że *zwierzęta gospodarskie spalają podczas procesu oddychania około 50% czyli połowę suchej masy zawartej w spożytej paszy.* Rezultat ten ostateczny otrzymany w naukowych badaniach znajduje zastosowanie praktyczne w obliczeniach ilości obornika dającego się wytworzyć ze znanej ilości skarmionej paszy.

Spaleniu podczas procesu oddychania podlega bezazotowa materya organiczna, rozpadająca się na dwutlenek węgla i wodę. W odchodach więc zwierzęcia nic nie produkującego znajduje się znacznie mniej węgla, wodoru i tlenu, aniżeli w skarmionej paszy. Co się tyczy azotu, to dawniej mniemano, że i ten pierwiastek ginie dla nawozu ze skarmianej paszy w ilości znacznej. Znajdowano niekiedy w odchodach zwierzęcych azotu 30% mniej, niż zwierzę spożyło tego pierwiastku w paszy. Wysoki deficyt objaśniano wydzielaniem się azotu gazowego przez płuca lub transpiracyę skóry. Nowsze jednakże badania, wykonane z większą ścisłością, wykazały, że u zwierzęcia, pozostającego na karmie utrzymania, azot paszy prawie całkowicie przechodzi do odchodów. Większa ilość azotu wolnego może się w organizmie zwierzęcym wydzielić tylko podczas zaburzeń w trawieniu np. podczas wzdęcia, gdy w paszy skarmianej znajdowały się w większej ilości azotany. Wówczas produkty rozkładu, powstające z gnijących w przewodzie pokarmowym ciał organicznych, mogą się utleniać kosztem tlenu kwasu azotowego i dawać w ten sposób powód do powstawania gazowego azotu (p. redukcya azotanów w art. gnicie i butwienie). Bardzo niewielkie zaś ilości azotu tracą zwierzęta przy trawieniu normalnem w postaci amoniaku wydzielanego przez transpiracyę skórną, przez płuca lub w wiatrach, odchodzących z kiszki odbytowej. Grouven obliczył na podstawie własnych doświadczeń, że na tej drodze tracą różne zwierzęta na 500 *kg.* żywej wagi $^1/_4$ do 1 *g.* amoniaku czyli 0.2 do 0.8 *g.* azotu w ciągu jednej doby. Z materyi mineralnych zwierzę, które nie rośnie i żadnego produktu nie daje, nie zatrzymuje nic w swoim organizmie, lecz wszystko w odchodach na zewnątrz wydziela. Dla celów nawozowych traci się tylko niewielkie ilości siarki w postaci siarkowodoru, lub siarczku amonowego wydzielanych w pocie i w wiatrach.

Podczas skarmiania zatem paszy masa jej zmniejsza się w organizmie zwierzęcym, natomiast koncentracya składników pokarmowych roślinnych w wytworzonych z paszy odchodach wzrasta. Twierdząc to, nie uwzględniamy naturalnie rozcieńczenia odchodów wytwarzanych z paszy przez wodę zużytą do zaspokojenia pragnienia. Z danej więc ilości masy roślinnej użytej wprost do celów nawozowych można wytworzyć znacznie więcej nawozu, niż z odchodów uzyskanych po skarmieniu tej samej ilości paszy, ale w pierwszym przypadku uzyskuje się nawóz obfitszy w materyę organiczną bezazotową, a uboższy w azot i mineralne pokarmy roślinne, aniżeli w drugim. Naturalnie porównanie to odnosić się może tylko do nawozów posiadających jednakowy stopień wilgotności. Żywiąc zwierzęta karmą utrzymania tracimy prawie wyłącznie materyał, który nie może być bezpośrednio przez rośliny zużyty jako pokarm. To co zwierzęta w swem ciele z paszy spalają, mogłoby w ziemi działać głównie tylko przez wpływ, jaki wywiera rozkład ciał organicznych na fizyczne zachowanie się ziemi. Nie możnaby się spodziewać po tym materyale obfitszego przysporzenia w ziemi próchnicy, ponieważ stanowią go ciała spalone podczas procesu oddychania, a zatem łatwo ulegające zamianie doszczętnej na związki gazowe i pod wpływem żyjących w ziemi mikroorganizmów.

W przypadku więc rozbieranym, przez skarmienie paszy nie traci rolnik dla celów nawozowych ani azotu ani też związków mineralnych. Ilość tych składników prawie wcale nie doznaje zmiany, forma jednakże do pewnego stopnia się zmienia, przedewszystkiem azotowych związków. Azot ciał białkowych strawnych, znajdujących się w paszy, którego wprost rośliny uprawne nie mogą sobie przyswoić, po strawieniu i obiegu w organizmie zwierzęcia, wychodzi na zewnątrz w moczu, w postaci połączeń azotowych łatwo rozpuszczalnych i przyswajalnych dla roślin, a mianowicie: w moczniku i kwasie hippurowym (u zwierząt mięsożernych i w kwasie moczowym). Przyswajalność przeto azotu zawartego w strawnych związkach azotowych się powiększa, azotowe zaś związki niestrawne przechodzą w niezmienionej formie do kału. Co się znowu tyczy soli mineralnych, to te doznają w czasie trawienia segregacyi: rozpuszczalne ulegają resorbcyi i przechodzą do moczu, zaś nierozpuszczalne wydziela zwierzę w kale. Z najważniejszych przytem mineralnych pokarmów roślinnych wydziela zwierzę sole potasowe paszy w mo-

czu, zaś kwas fosforowy i wapno w kale. Segregacyę taką soli mineralnych paszy podczas trawienia wykazają w sposób bardzo wybitny przytoczone niżej liczby z doświadczeń wykonanych przez Henneberga w Weende. Okazało się w nich mianowicie, że owce wydzielały ze 100 części każdego składnika zawartego w spożywanem sianie łąkowem:

	tlenku potasowego (K_2O)	tlenku wapniowego (CaO)	tlenku magnowego (MgO)	kwasu fosforowego (P_2O_5)	kwasu siarkowego (SO_3)	chloru (Cl)	ogółem soli mineralnych
w kale	5.3%	110.8%	82.1%	98.8%	35.0%	—%	58.3%
w moczu	84.7 „	4.7 „	25.5 „	1.7 „	53.2 „	86.4	42.2 „
a zużyły na produkcyę wełny . .	3.6 „	0.4 „	0.2 „	0.2 „	1.6 „	0.5	1.2 „
razem	93.6%	115.9%	107.8%	100.7%	89.6%	86.9%	101.7%

Ubytki albo też przybytki różnych związków pochodzą albo z nieodłącznych błędów w takich doświadczeniach, albo też są następstwem zatrzymania w organizmie lub wydzielenia z ciała zwierzęcia pewnych związków mineralnych.

U innych przeżuwaczów rzecz z segregacyą ciał mineralnych ma się tak samo, jak u owcy. U konia stosunki są o tyle odmienne, że w kale pozostaje więcej soli potasowych a do moczu przechodzi więcej wapna. Dlatego to mocz koński jest zawsze mętny i pozostawiony w spokoju tworzy obfity osad, składający się z węglanu wapniowego. Wolff na podstawie wypadków doświadczeń nad żywieniem konia, wykonanych w Hohenheimie, obliczył, że ze 100 części każdego składnika zawartego w paszy utrzymania przeszło do kału przy żywieniu:

	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	ogółem soli mineralnych
Sianem łąkowem	32.9%	33.1%	72.4%	116.4%	41.5%	62.8%
„ koniczynnem	29.5 „	46.5 „	67.5 „	101.6 „	31.7 „	55.2 „

Tu więc w kale znaleziono nawet mniej niż połowę wapna zawartego w paszy spożytej, natomiast blizko $^1/_3$ część tlenku potasowego.

Co się tycze kwestyi, o ile podczas trawienia zmienia się rozpuszczalność, zatem stopień przyswajalności różnych związków mineralnych spożytych w paszy, to zupełny brak odpowiednich doświadczalnych danych nie pozwala niczego stanowczego w tej sprawie orzec.

Znając zmiany, jakim podlega pasza, spożyta przez zwierzę żywione karmą utrzymania i nic nie produkujące, łatwo wywnioskować, czem będą odchody w stosunku do paszy zjedzonej przez zwierzę rosnące lub dające mleko, wełnę, przychówek i t. p. W tym przypadku naturalnie do odchodów przechodzi ze stratą dla nawozu o tyle mniej materyi organicznej, azotu i związków mineralnych, ile zwierzę musiało zużyć na powiększenie wagi własnego ciała albo też na wytworzenia mleka, wełny czy też płodu. Odchody więc zwierzęcia, powiększającego własną wagę lub dającego jakiś produkt, nie mogą zawierać tyle składników mających wartość nawozową, ile ich było w skarmionej paszy, lecz zawsze ilość mniejszą. Ubytek różnych soli mineralnych, do którego daje powód produkcya wełny, wykazują podane już wyżej cyfry otrzymane w doświadczeniach Henneberga. Badania zaś Boussingaulta dają nam pojęcie o tem, ile różnych ciał mineralnych zatrzymuje z paszy młode sześciomiesięczne cielę. Uczony ten odnalazł ze 100 części rozmaitych składników zawartych w spożytem przez cielę sianie łąkowem:

	K_2O i Na_2O	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	CE	SiO_2
w kale	46.9%	51.0%	70.4%	62.5%	52.0%	53.3%	98.3%
w moczu	38.2 „	0.5 „	11.6 „	0.6 „	33.6 „	49.3 „	0.5 „
razem	85.1%	51.5%	82.0%	63.1%	85.6%	102.6%	99.8%
na 1 dobę cielę zatrzymywało z paszy . . .	8.5 *gr.*	32.6 *gr.*	3.6 *gr.*	6.5 *gr.*	0.3 *gr.*	—	—

Jak powyższe daty wskazują, ubywało w szczególności wiele wapna i kwasu fosforowego, związków potrzebnych młodemu zwierzęciu do wytworzenia kości.

W praktyce rolniczej o wiele częstszym jest wypadek drugi aniżeli pierwszy. Z całej bowiem ilości zużywanej w gospodarstwie paszy zazwyczaj znacznie mniej spożywa inwentarz roboczy, a więcej zwierzęta dające produkty wywożone z gospodarstwa, jak nabiał lub wełnę. Chcąc w tym przypadku obliczyć, jaką ilość nawozu stajennego można wyprodukować z pewnej ilości skarmionej paszy, trzeba od jej suchej substancyi i różnych składników odciągnąć te ilości, które zwierzęta muszą spalić przy oddychaniu i zużyć na wytworzenie produktów będących celem chowu. Reszta dopiero pozostała przedstawi to co się da użyć w celu użyźnienia ziemi.

Ponieważ w rolnictwie zachodzi nieraz potrzeba obliczenia, ile się traci dla nawozu ze składników paszy w produkcyi płodów zwierzęcych, podajemy tu daty, które pozwalają takie obliczenia łatwo przeprowadzić:

1. Strata w produkcyi mleka:

Mleko zawiera w litrze średnio:

azotu (N)	6.4 *g.*
kwasu fosforowego (P_2O_5)	1.9 „
tlenku potasowego (K_2O)	1.7 „

Jedna krowa dorosła zużywa zatem z paszy przy produkcyi mleka rocznej:

	N	P_2O_5	K_2O
1000 litrów	6.40 *kg.*	1.90 *kg.*	1.70 *kg.*
1500 „	9.60 „	2.85 „	2.55 „
3000 „	19.20 „	5.70 „	5.10 „

Jeżeli sprzedaje się mleko świeże, w takim razie wszystkie składniki pokarmowe w mleku zawarte są dla nawozu stracone. Jeżeli mleko przerabia się na masło, a odpadki od fabrykacyi masła, mianowicie mleko kwaśne, maślankę i mleko zbierane konsumuje się na miejscu, w takim razie strata dla nawozu jest bardzo nieznaczna, gdyż masło zawiera bardzo niewiele zarówno azotu, jak i części popielnych. Przy wyrobie sera na eksport traci się prawie tyleż, co przy sprzedaży świeżego mleka, gdyż do sera przechodzi z mleka prawie w zupełności kwas fosforowy oraz azot.

2. Strata przez wychów zwierząt:

Zwierzę rosnące zużywa na produkcyę własnego ciała pewną część azotu i innych składników paszy. Jak wielki stąd powstaje ubytek dla nawozu, pouczają następujące liczby, wyliczone na podstawie doświadczeń Lawesa i Gilberta, przeprowadzonych w Rothamsted w Anglii, a wskazujące w kilogramach zawartość głównych pokarmów roślinnych w 100 *kg.* żywej wagi:

	cielęcia	wołu na pół utuczonego	wołu wypasionego	barana półtłustego	barana tłustego	świni chudej	świni tuczonej
N	2.50 *kg.*	2.66 *kg.*	2.32 *kg.*	2.30 *kg.*	1.97 *kg.*	2.20 *kg.*	1.76 *kg.*
P_2O_5	1.38 „	1.86 „	1.86 „	1.23 „	—	0.90 „	—
K_2O	0.24 „	0.17 „	0.17 „	0.15 „	—	0.18 „	—

Na podstawie tych liczb można przeciętnie liczyć wywóz przy sprzedaży wychowanego w gospodarstwie:

	cielęcia kilkutygodniowego (50 *kg.*)	wołu wypasionego (500 *kg.*)	barana wypasionego (50 *kg.*)	świni wypasionej (250 *kg.*)
azotu (N)	1.25 *kg.*	12.00 *kg.*	1.00 *kg.*	5.00 *kg.*
kwasu fosforowego (P_2O_5)	0.69 „	9.30 „	0.63 „	2.25 „
tlenku potasowego (K_2O)	0.12 „	0.85 „	0.08 „	0.45 „

3. Straty przy wypasaniu:

Celem wypasania zwierząt gospodarskich jest przyrost w ich ciele mięsa i tłuszczu. Jak się w doświadczeniach o tem przekonano, o ile przybywa tłuszczu, o tyle mniej więcej ubywa wody. Zwiększanie się wagi żywej zwierzęcia wskazuje zatem wcale dokładnie wielkość przyrostu mięsa, który głównie rolnika obchodzi przy obliczeniach straty składników nawozowych, gdyż na produkcyę tłuszczu zwierzę zużywa tylko węgiel, tlen i wodór—pierwiastki nie posiadające nawozowej wartości. Wedle zaś analiz znajduje się w 100 *kg.* mięsa:

	wołu	świni
N. . .	2.80 *kg.*	2.60 *kg.*
P_2O_5 .	0.43 „	0.46 „
K_2O . .	2.80 „	0.39 „

4. Strata przy produkcyi wełny.

W 100 *kg.* surowej wełny, nie mytej, znajduje się wedle badań Müntza:

azotu.	6.4—8.9 *kg.*
tlenku potasowego .	4.5—7.0 „

Tlenek potasowy znajduje się przeważnie w pyle zanieczyszczającym wełnę, a niezawodnie tylko w małej części pochodzi z paszy, podczas bowiem mycia owiec następuje wyługowanie prawie całej ilości tlenku potasowego. Wskazuje to następujący skład chemiczny wełny mytej podany przez Wolffa:

azotu	9.44%
tlenku potasowego.	0.18 „
kwasu fosforowego.	0.19 „

Przyjmując produkcyę wełny od jednej sztuki na 2—10 *kg.*, znajdziemy wedle tych ostatnich cyfr roczną stratę dla nawozu:

w azocie	189—944 *g.*
w tlenku potasowym . . .	3.6— 18 „
w kwasie fosforowym . . .	3.8— 19 „

Uwzględniając straty składników nawozowych zachodzące przy skarmianiu paszy, można obliczyć prawdopodobną ilość i chemiczny skład odchodów zwierzęcych. Obliczenie takie jednakże o tyle może być dokładne, o ile skład chemiczny paszy przyjęty do obrachunku odpowiada rzeczywistemu. Jeżeli procentowa zawartość różnych składników paszy była wziętą z tablic, to pomyłki mogą być wcale znaczne, gdyż podawane w tablicach cyfry odsetkowe minimalne i maksymalne znacznie między sobą się różnią, a trudno osądzić, o ile skład danej karmy zbliża się do jednych lub też do drugich. Nieuniknione błędy są bez wielkiego znaczenia tylko w tym przypadku, gdy skarmiona pasza pochodzi z miejscowej produkcyi, a celem obliczenia ilości i jakości otrzymanego obornika jest zyskanie niejakich wskazówek, o ile prowadzona w gospodarstwie produkcya roślinna wyczerpuje ziemię z pewnych pokarmów roślinnych. Wówczas błędy się znoszą, bo o ile oceni się za wysoko lub za nisko wyczerpywanie ziemi w płodach, o tyleż za wysoko lub za nisko oblicza się ilość różnych pokarmów zwracanych roli w nawozie zwierzęcym. Gdy zaś np. zwierzęta spożywają wiele siana z łąk zbieranego, a nawóz od nich idzie na rolę, obliczone wedle tablic wyczerpywanie gleby może się znacznie różnić od istotnego.

Odchody zwierzęce powstają z przerobionej paszy, mogą przeto zawierać tylko to, co w paszy skarmionej się znajdowało. Zazwyczaj skarmianie masy roślinnej połączone jest z ubytkiem roślinnych pokarmów; przybytek możliwy jest tylko wtedy, gdy zwierzę z własnego ciała coś do odchodów oddaje np. podczas chudnięcia. Słusznie zatem mówią, że wartość odchodów zwierzęcych, a co zatem idzie, i wartość obornika czyli gnoju zależy od jakości paszy. Im lepsze żywienie—tem lepszy nawóz zwierzęcy i przeciwnie. Na żyznej ziemi produkowane płody roślinne zawierają obficiej składniki pokarmowe, po skarmieniu dają zatem nawóz lepszy. Na wyczerpanej ziemi roślinom uprawnym trudno zdobywać pokarmy potrzebne, więc i nawóz produkowany w gospodarstwie posiadającym rolę wyczerpaną musi być z konieczności lichy.

Wartość odchodów zwierzęcych zależy od paszy. Ponieważ rozmaite zwierzęta gospodarskie żywimy w odmienny sposób — odchody różnych zwierząt muszą znacznie różnić się swym składem chemicznym. Różnice wzrastają jeszcze wskutek tego, że jedne zwierzęta z paszy spożytej nie dają nam żadnych produktów np. inwentarz pociągowy, inne zaś zużywają część składników paszy na wytworzenie mleka, wełny lub mięsa.

1. Odchody końskie.

Kał koński powstaje z niestrawionych resztek paszy, niedokładnie rozmiażdżonych, przedstawia zatem masę pulchną, do której powietrze znajduje łatwy dostęp. Kuliste bryłki wydzielanego przez konia kału pokrywają na powierzchni śluzowate wydzieliny przewodu pokarmowego. Po wyschnięciu bryłki te bardzo łatwo się rozkruszają.

Moczu wydzielają konie zwykle niewiele, dlatego całkowite odchody są stosunkowo suche. Najzwyklejszem pożywieniem konia jest wszędzie owies, siano i sieczka ze słomy, dlatego też w różnych analizach odchodów końskich znajdujemy mniejsze różnice, niż w roztworach odchodów innych zwierząt gospodarskich. Jednakże i u konia skład odchodów jest bardzo zależny od sposobu żywienia. Dla przykładu podajemy wypadki rozbiorów kału końskiego wykonanych przez różnych autorów.

	Audyonaud i Zacharewicz	Boussingault	Hoffmeister	Müntz i Girard
N	0.57%	0.55%	0.34%	0.73%
P_2O_5	0.40 „	0.30 „	—	0.49 „
K_2O	0.15 „	b. mało	—	0.54 „

Autor tego artykułu oznaczał w ciągu kilku lat azot w licznych próbkach kału końskiego, pochodzącego ze stajni folwarku szkolnego w Dublanach i znajdował 0.32—0.4%.

Ilość wydzielanego kału na dobę przez jednego konia może się wahać w obszernych bardzo granicach. Zachodzące pod tym względem różnice zależą od wodnistości kału, od wagi zwierzęcia i od rodzaju spożywanej karmy (stopnia strawności).

O różnicach zachodzących w wilgotności kału końskiego dają pewne pojęcie podane niżej odstatkowe zawartości wody:

Boussingault 75.30%
Hoffmeister . . . . . 76.30 „
Müntz i Girard . . . . 70.00 „
Audyonaud i Zacharewicz 68.87—75.84 „

Z jednakowej ilości paszy zwierzę może wydać więcej kału wilgotnego, niż suchego, kał jednakże wilgotniejszy będzie zawierał naturalnie odsetkowo mniej roślinnych materyi pokarmowych.

Ilość wydzielanego w ciągu jednej doby kału wynosi od 2—24 *kg*. Najwięcej kału produkuje koń żywiony paszą objętościową, a więc słomą i sianem, a najmniej—żywiony ziarnem. Tak Müntz i Girard znaleźli:

przy żywieniu:	ilość kału na dobę
owsem, kukurydzą i bobikiem	2— 5 *kg*.
owsem, sianem i słomą	8—15 „
sianem	8—18 „

Zależnie od sposobu żywienia i ilości wydzielonego kału różniła się znacznie odsetkowa zawartość azotu w kale, a mianowicie wynosiła w przypadku pierwszym 0.5—1.5%, w drugim 0.3%, zaś w trzecim 0.2—0.3%.

W moczu końskim znajdują się również pokarmy roślinne w rozmaitej ilości, jak to widać z następnych rozbiorów różnych autorów. W 1 litrze moczu znaleźli gramów:

	Boussingault	Audyonaud i Zacharewicz	Wolff	Grandeau
N	1.48	1.56	0.65—1.66	1.2—3.2
K_2O	0.80	1.06	—	—
P_2O_5	ślady	ślady	—	0.005

Różnice w składzie chemicznym moczu końskiego zależą naturalnie również od jakości paszy. Prócz tego na skład ma wielki wpływ ilość moczu, jaką koń w ciągu jednej doby wydziela. Pod tym względem spostrzeżenia nadzwyczajnie się różnią. Znaleźli mianowicie u konia

ilość moczu oddanego na 1 dobę:

Boussingault.	1.35 *kg*.	czyli	1.27 litrów
Grandeau i Leclerc . .	3.20 „	„	3.11 „
Müntz i Girard. . . .	1.30 „	„	1.20 „
Wolff i Voigt	5.66—17.65	„	5.36—17.32
Zuntz i Lehmann . . .	4.27	„	—

Tak wysokie różnice są wypływem bardzo różnych ilości wody zużytej do picia i pary wodnej transpirowanej przez skórę. Na wartość i na ilość nawozu obfitość wydzielanego moczu nie wpływa, bo przy jednakowym sposobie żywienia i jednakowych warunkach bytu wydzielają konie w bardzo różnych ilościach moczu jednakowe ilości roślinnych składników pokarmowych. Tak np. Wolff i Voigt otrzymali następne wypadki:

	rodzaj karmy	ilość moczu na dobę	odsetkowa zawartość w moczu azotu	całkowita ilość azotu wydzielona w moczu na dobę
1 koń	siano łąkowe	6.29 *kg*.	1.46%	91.89 *g*.
2 „	„ „	10.14 „	0.87 „	91.82 „
1 koń	siano koniczynne	9.10 „	1.21 „	110.13 „
2 „	„ „	15.42 „	0.74 „	114.69 „

Od obfitości, a co zatem idzie, od stopnia rozcieńczenia moczu zależy, przy jednakowem żywieniu i jednakowej produkcyi kału, ilość i koncentracya wydzielanych na dobę mieszanych odchodów końskich—ciekłych i stałych. Sumując najniższe i najwyższe znajdowane ilości wydzielanego przez konia w ciągu doby moczu i kału, znajdziemy dla produkcyi odchodów całkowitych cyfry wahające się między 3.3—41.6 *kg.* Przeciętna wzięta z tych dwóch skrajnych cyfr, a wynosząca 22.5 *kg.* najwięcej odpowiada ilości mieszanych odchodów końskich, jaką się uzyskuje przy normalnem żywieniu od konia ważącego 500 *kg.* Do tej samej bowiem cyfry dochodzi się za pomocą następującego obliczenia:

Wedle tablic Wolffa, koń pracujący średnio ciężko powinien spożywać w paszy na 500 *kg.* żywej wagi 11.25 *kg.* suchej substancyi. Z tej ilości koń spala 52.6% zatem oddaje w odchodach $\frac{11.25 \times 47.4}{100} =$ 11.25×0.474. W 100 częściach mieszanych odchodów końskich znajduje się średnio 22.5 części suchej substancyi. Ilość więc świeżych odchodów możliwych do uzyskania ze skarmionej paszy znajdziemy w następnej proporcyi:

$$22.5 : 100 = 11.25 \times 0.474 : x$$

stąd $x = \frac{11.25 \times 47.4}{22.5} = 11.25 \times 2.107$

znaczy to, że chcąc znaleźć ilość świeżych odchodów końskich, jaką można otrzymać po skarmieniu wiadomej ilości paszy, należy ilość suchej substancyi w paszy zawartej pomnożyć przez stały współczynnik 2.107. W naszym przypadku 11.25×2.107 daje 23.7 *kg.* dziennej produkcyi odchodów, co stanowi na rok 8650 *kg.* Przyjmując zaś dla odchodów całkowitych zawartość wody taką jaką się przyjmuje w nawozie normalnym, zatem 75%, otrzymujemy dla obliczenia produkcyi dziennej odchodów równanie:

$$x = \frac{11.25 \times 47.4}{25} = 11.25 \times 1.896 = 21.33\ kg.$$

roczna zaś produkcya odchodów wyniesie w tym przypadku 7785 *kg.*

Ponieważ koń spędza po za stajnią znaczną część doby, nie wszystkie jego odchody dadzą się użyć do produkcyi nawozu. Można liczyć, że w ciągu całego roku zaledwie $^2/_3$ całej produkcyi odchodów dadzą się przerobić na nawóz. Z reszty część pozostaje na gruntach, na których koń pracuje, część zaś na drogach, któremi przechodzi. Strata odchodów jest najmniejsza wówczas, gdy koń mało przebywa poza obrębem gospodarstwa, a porzucone na obejściu i drogach odchody się zbiera.

2. Odchody bydlęce.

Kał bydlęcia rogatego tworzą resztki niestrawionej paszy bardzo dokładnie przeżute i rozmiażdżone. Kał więc bydlęcia przedstawia masę zbitą, przytem zwykle mocno wodnistą. Jedno i drugie utrudnia dostęp powietrza tem więcej jeszcze, że na powierzchni leżącego na powietrzu kału tworzy się szybko twarda skorupa, pod ochroną której kał wewnątrz zachowuje wielką wilgotność. Po zupełnem wyschnięciu kał bydlęcy staje się twardym, zbitym, niełatwym do pokruszenia. Ponieważ sposób żywienia bydła rogatego, osobliwie krów dojnych w rozmaitych gospodarstwach jest bardzo odmienny, skład chemiczny, a co zatem idzie, wartość nawozowa kału bywa bardzo różną. Zmienność składu widać w następnych analizach różnych autorów:

	Boussingault	Henneberg i Stohmann	Rogers	Völcker	Audyonaud i Zacharewicz	Müntz i Girard
N	0.42%	0.17—0.42%	— %	0.29%	0.38—0.47%	0.30—0.36%
P_2O_5	0.10 „	0.10—0.17 „	0.15 „	0.15 „	0.11—0.18 „	0.16—0.24 „
K_2O	b. mało	—	0.05 „	0.05 „	0.04—0.05 „	0.14—0.25 „

Kał analizowany przez wymienionych autorów pochodził od zwierząt dobrze żywionych. Można się z góry spodziewać, że przy lichem żywieniu paszą przeważnie rozpychającą daje bydło dużo kału, ale jeszcze mniej obfitującego w ciała mające nawozową wartość.

Produkcya kału u bydlęcia jest obfitszą, niż u konia, ponieważ bydlę wydaje kał daleko więcej wodnisty. Znajdowano w świeżym kale zawartość wody od 79.70—86.80%. Wyjątkowo z nieznanych przyczyn suchym był kał krowi badany przez Audyonauda i Zacharewicza, gdyż miał tylko 40.71—51.58% wody. Dzienna produkcya kału bydlęcia według podań różnych autorów wynosi 19—33 *kg.* U wołów opasowych znajdowano nawet 37 *kg.*

Mocz krowi świeży jest jasny; na powietrzu szybko ciemnieje. Odczyn ma silnie alkaliczny, z powodu zawartości węglanów alkalicznych, których obecność zdradza silne burzenie moczu po zakwaszeniu. Różnice w chemicznym składzie moczu przedstawiają następujące analizy:

	Boussingault	Henneberg i Stohmann	Audyonaud i Zacharewicz	Müntz i Girard
wody	92.10%	92.66—95.28%	— %	88. 23—95. 94%
popiołów	—	3.04— 3.43 „	— „	—
N	0.97 „	0.20— 0.76 „	0.72—1.36 „	0.124— 1.540 „
P_2O_5	ślady	—	— „	ślady — 0.011 „
K_2O	1.32 „	1.20— 1.35 „	1.27—1.47 „	0. 60— 1. 69 „

Jak widać z porównania powyższych cyfr, w składzie chemicznym moczu krowiego zachodzą wielkie różnice. Są one następstwem zarówno odmiennego składu paszy, jak i różnej ilości wydzielonego moczu. Co do obfitości moczu można u krów znaleźć wielkie różnice. Tak zbierano od 1 dorosłej sztuki 6—40 *kg.* czyli 5.7—39.4 litrów na 1 dobę.

Ilość świeżych odchodów całkowitych, w ciągu jednej doby wydzielanych, zależy w znacznym stopniu od ich wilgotności. Dodawszy do siebie najniższe i najwyższe znalezione wydatki dzienne moczu i kału znajdziemy dla dziennej produkcyi odchodów całkowitych u dorosłego bydlęcia ilość 25 do 77 *kg.* Średnią produkcyę przy niezbyt wodnistej paszy i umiarkowanem pojeniu można przyjąć dla sztuki o wadze żywej 500 *kg.* na 40—45 *kg.* Do tejże cyfry przychodzimy w następującem obliczeniu: Krowa dojna ważąca 500 *kg.* przy odpowiedniem żywieniu dostaje w karmie na dobę około 12 *kg.* suchej substancyi. Z tego na produkcyę mleka, dojonego i wyssanego przez cielę, jak również na wyprodukowanie cielęcia, odchodzi mniej więcej 1 *kg.* Z pozostałych 11 *kg.* połowę krowa spala przy oddychaniu, pozostaje zatem na odchody 11×0.5 *kg.* Przyjmując dla świeżych całkowitych odchodów bydlęcych przeciętną zawartość wody 87.5%, znajdujemy produkcyę odchodów świeżych w proporcyi:

$$12.5 : 100 = 11 \times 0.5 : x$$

$$\text{stąd } x = \frac{11 \times 50}{12.5} = 11 \times 4.$$

Znaczy to, że dla znalezienia ilości odchodów, wydzielanych na dobę przez krowę dojną, potrzeba ilość suchej substancyi przechodzącej z paszy do odchodów pomnożyć przez 4. W naszym przypadku ilość obliczona dla sztuki ważącej 500 *kg.* wyniesie 44 *kg.* na dobę, a 16060 *kg.* na rok. Po obeschnięciu i przyjęciu normalnej zawartości wody 75% wydzielone w ciągu roku odchody krowy będą ważyły 8030 *kg.*

Skład chemiczny całkowitych odchodów krowy w doświadczeniach Müntza i Girarda.

	żywność na 1 dobę			
	I buraków 40 *kg.* siana z lucerny 9 *kg.* wody 20 litrów	II buraków 70 *kg.*	III siana z lucerny 12 *kg.* wody 30 litrów	IV lucerny zielonej 53.5 *kg.* wody 49 litrów
wody	82.87%	91.77%	81.58%	— %
N	0.48 „	0.19 „	0.60 „	0.46 „
P_2O_5	0.11 „	0.08 „	0.13 „	0.12 „
K_2O	0.62 „	0.45 „	0.56 „	0.57 „
kału	26.7 *kg.*	19.0 *kg.*	22.0 *kg.*	33.0 *kg.*
moczu	10.4 „	40.0 „	6.2 „	18.0 „

Wół roboczy tej samej żywej wagi daje trochę więcej odchodów. Dając na 500 *kg.* wagi wołu 12.5 *kg.* suchej masy w paszy, uzyskujemy całkowitych odchodów na 1 dobę $12.5 \times 4 = 50$ *kg.* czyli rocznie 18250 *kg.* odchodów o 87.5% wody, zaś 9125 *kg.*—o 75% wody.

Zarówno przecie ilość, jak i skład chemiczny całkowitych odchodów bydlęcych są zależne od sposobu żywienia. Jak wielkie mogą zachodzić różnice, pouczają doświadczenia Müntza i Girarda. Autorowie ci żywili w różny sposób krowę dojną ważącą 500 *kg.* i dającą podczas trwania doświadczenia 6 litrów mleka dziennie. Wypadki tego doświadczenia znajdują się w następnej tabliczce: (na str. 602).

3. Odchody owcze.

Owca wydziela kał w postaci małych zbitych bryłek, składających się z silnie rozmiażdżonych niestrawionych resztek paszy. Kał jest bardzo suchy. Różnice w zawartości najważniejszych nawozowych składników wskazują następujące analizy:

	Hoffmeister	Jürgenson	Boussingault	Henneberg	Heiden	Müntz i Girard
wody	61.55—73.11%	57.61%	57.60%	66.23%	58.26%	70.27%
popiołów	2.77— 4.39 „	5.73 „	—	3.51 „	4.88 „	—
N	0.45— 0.75 „	0.72 „	0.72 „	0.67 „	—	0.60 „
P_2O_5	—	0.66 „	0.44 „	0.33 „	0.54 „	0.47 „
K_2O	—	0.22 „	—	0.09 „	0.35 „	0.37 „

Ilość świeżego kału wydzielanego w ciągu jednej doby przez owce jest stosunkowo mniejsza, niż u konia lub bydlęcia, głównie z powodu małej wilgotności owczego kału. Sztuka ważąca około 40 *kg.* produkuje zwykle dziennie kału 0.4—1 *kg*, zatem 12—13 sztuk, ważących razem około 500 *kg*, wydaje na dobę 5—12.5 *kg.* Müntz znajdował w swych doświadczeniach produkcyę kału znacznie wyższą, bo przeszło 2 *kg.* na sztukę i dobę.

Mocz owcy jest stosunkowo bardzo stężony. Reakcyę ma silną alkaliczną i burzy po dodaniu kwasu z powodu zawartości rozpuszczalnych węglanów. W moczu owczym znajdowano:

	Henneberg	Hoffmeister	Jürgenson
wody	86.06%	84.82—90.89%	86.50
N	1.37 „	1.51— 2.55 „	1.31
P_2O_5	0.01 „	—	0.006
K_2O	3.24 „	—	1.74

Moczu owca wydaje również niewiele. Sztuka dorosła o wadze żywej 40 *kg.* wydziela zwykle na dobę 1—1.5 *kg.* a rzadko wyżej 2 *kg.* Zdarza się przecie i znacznie niższa produkcya. Tak np. w doświadczeniach Müntza wydzielały owce niecałe 200 *g.* moczu na dobę.

Produkcya dzienna odchodów całkowitych wynosi u owcy 1.4—2.0 *kg.* czyli średnio około 1.8 *kg.* Na 500 *kg.* zatem żywej wagi produkują owce przeciętnie na dobę przeszło 20 *kg.* kału i moczu. Ilość tę średnią, bardzo często rzeczywiście w doświadczeniach otrzymywaną, znajdujemy również za pomocą następującego obliczenia:

Wedle tablic Wolffa owce chowane na wełnę mają pobierać w paszy na 500 *kg.* żywej wagi 10.5—11 *kg.* suchej substancyi. Z pozostałych po potrąceniu na produkcyę wełny 10 *kg.* owca spala mniej więcej połowę, do odchodów zatem przechodz 10×0.5. Ponieważ zawartość wody w całkowitych odchodach owczych wynosi około 75%, a zawartość suchej masy 25%, znajdziemy szukaną ilość całkowitych odchodów wydzielanych na 1 dobę w następującej proporcyi:

$$25 : 100 = 10 \times 0.5 = x$$

$$\text{stąd } x = \frac{10 \times 50}{25} = 10 \times 2$$

W rachunku tym znajdujemy wskazówkę, że chcąc obliczyć ilość odchodów owczych uzyskiwanych z pewnej ilości paszy skarmionej, należy ilość suchej substancyi, pozostałej po potrąceniu ilości odchodzącej na produkcyę wełny, pomnożyć przez 2. W naszym konkretnym przypadku wypada, że 12—13 sztuk owiec ważących razem 500 *kg.* produkują na 1 dobę 20 *kg.* odchodów całkowitych o zawartości wody 75%. Na rok daje to produkcyę 7300 *kg.*

4. Odchody trzody chlewnej.

Sposób żywienia nierogacizny bywa bardzo różny, dlatego też i w składzie chemicznym odchodów trzody chlewnej istnieją wielkie różnice. Kału wydaje świnia stosunkowo niewiele. Przedstawia on masę wodnistą, mocno rozmiażdżoną. O różnicach w zawartości najważniejszych składników nawozowych w kale dają pojęcie następujące analizy:

	Boussingault	Rogers	Heiden i Voigt I	Heiden i Voigt II
wody	84. 0%	77.13%	78.13%	79.81%
N	0.70 „	— „	0.87 „	1.14 „
P_2O_5	0.62 „	0.40 „	1.04 „	1.40 „
K_2O	—	0.27 „	0.73 „	0.74 „

Ilość wydzielanego dziennie kału przez świnie waha się w dosyć szerokich granicach, zależnie od sposobu żywienia i wagi żywej zwierzęcia. Trzoda chlewna karmiona na opas materyałami łatwo strawnemi produkuje najmniej kału. Boussingault i Heiden znajdowali u opasanych sztuk liczących 8—10 miesięcy, a ważących 60—120 *kg.* kału wydzielonego na dobę $^3/_4$—1 *kg.*

Mocz wydaje trzoda chlewna z powodu żywienia karmą mocno wodnistą w ilości bardzo obfitej, natomiast mocno rozcieńczony, jak to widać w następnych analizach:

	Boussingault	Heiden i Voigt I	Heiden i Voigt II
wody	97.92%	97.70%	97.22%
N	0.23 „	0.39 „	0.62 „
P_2O_5	0.04 „	0.13 „	0.14 „
K_2O	—	0.67 „	0.75 „

Ilość moczu wydawanego na dobę wynosi, zależnie od wodnistości paszy i ilości wody zużytej do picia—3 do 5 *kg.* lub nawet więcej.

Z powodu tak obfitego wydzielania moczu odchody całkowite są bardzo wodniste. Produkcya dzienna ich da się w sposób następujący obliczyć ze znanej ilości suchej substancyi w skarmionej paszy. Z materyi organicznej zawartej w paszy świnie zużywają wiele na powiększanie wagi własnego ciała—dlatego też do ich odchodów przechodzi tylko około 32% suchej substancyi paszy. Przyjmując według tablic Wolffa, że na 100 *kg.* żywej wagi rosnącej i dorosłej nierogacizny opasowej daje się przeciętnie na 1 dobę w paszy 3 *kg.* suchej substancyi, znajdziemy, że z tego przejdzie do odchodów 3×0.32. Średnio można przyjąć w odchodach trzody chlewnej zawartość wody 90% a suchej masy 10%. Szukaną przeto ilość świeżych odchodów znajdujemy w następującem obliczeniu:

$$10 : 100 = 3 \times 0.32 : = x$$

$$\text{stąd } x = \frac{3 \times 32}{10} = 3 \times 3.2$$

Chcąc zatem obliczyć ilość świeżych całkowitych odchodów, jaka przypuszczalnie da się dla nawozu uzyskać ze skarmionej w chlewach paszy, trzeba ilość suchej masy w paszy zawartą pomnożyć przez 3.2. W naszym przypadku znajdujemy produkcyę dzienną tak wilgotnych odchodów całkowitych na 100 *kg.* żywej wagi trzody= 9.6 *kg.* Dla obliczenia zaś ilości odchodów o normalnej zawartości suchej substancyi 25% trzeba współczynnika $2^1/_2$ razy mniejszego, czyli wynoszącego 1.28. Skarmiając dziennie w chlewach na 500 *kg.* żywej wagi trzody około 15 *kg.* suchej substancyi, otrzymujemy zatem przypuszczalnie odchodów całkowitych o normalnej zawartości wody 15×1.28 czyli 19.2 *kg.* na 1 dobę. Produkcya zaś roczna takichże odchodów wyniesie nieco więcej nad 7000 *kg.*

Porównawcze zestawienie składu chemicznego odchodów różnych zwierząt.

Dla łatwiejszego pochwycenia różnic zachodzących w składzie chemicznym odchodów różnych zwierząt gospodarskich podajemy w tablicach I i II na str. 605 zamieszczonych minimalne i maksymalne cyfry, znalezione dla zawartości ważniejszych składników w kale, moczu i odchodach całkowitych.

Wahania w składzie odchodów zwierząt gospodarskich.

I

	KOŃ			BYDLĘ ROGATE		
	kał	mocz	odchody całkowite	kał	mocz	odchody całkowite
wody	68.80—76.30	87.61—92.39	75.40—79.49	79.70—86.80	88.25—95.94	81.58—91.77
materyi organicznej	20.67—21.68	5.91— 7.78	18.40—19.70	12.18—17.94	1.02— 8.32	6.59—15.85
części mineralnych	2.29 — 4.02	1.69— 4.51	2.16— 4.13	1.02— 2.36	3.04— 3.43	1.64— 2.57
azotu	0.20— 0.73	0.65— 3.2	0.60— 0.85	0.17— 0.47	0.12— 1.54	0.19— 0.60
kwasu fosforowego	0.30— 0.49	ślady— 0.01	0.27— 0.43	0.10— 0.24	ślady— 0.01	0.08— 0.13
tlenku potasowego	ślady— 0.54	0.80— 1.06	0.26— 0.59	ślady— 0.25	0.60— 1.69	0.45— 0.62

II

	OWCA			ŚWINIA		
	kał	mocz	odchody całkowite	kał	mocz	odchody całkowite
wody	57.61—73.17	84.82—90.89	67.10—90.89	77.13—84.00	97.22—97.92	82.00—95.16
materyi organicznej	24.12—36.6	4.89—10.31	—5.36	9.50—17.71	1.05—1.52	3.34—14.29
części mineralnych	2.77—5.73	3.21—5.98	24.40— —27.53	4.16—7.50	1.03—1.26	1.40—3.71
azotu	0.45—0.75	1.37—2.55	0.51—0.91	0.70—1.14	0.23—0.62	0.37—0.69
kwasu fosforowego	0.33—0.66	ślady—0.01	0.16—0.34	0.40—1.40	0.04—0.14	0.18—0.31
tlenku potasowego	0.09—0.37	1.74—3.24	0.87—1.70	0.27—0.74	0.67—0.75	0.69—0.75

Jak widać z podanych tablic, są do siebie zbliżone pod względem składu chemicznego—z jednej strony odchody konia i owcy, a z drugiej bydlęcia i trzody chlewnej. Cechami łączącemi w tych grupach są głównie—zawartości zbliżone suchej substancyi i azotu.

Na podstawie składu chemicznego odchodów zwierzęcych i ilości dziennie wydzielanych, można obliczyć, ile najważniejszych składników nawozowych znajduje się w odchodach całkowitych różnych zwierząt gospodarskich w ciągu całego roku wyprodukowanych. Wypadki takich obliczeń zawiera tablica:

Ilości najważniejszych składników nawozowych zawarte w całorocznych odchodach różnych zwierząt gospodarskich.

	Koń	Krowa	Owca	Świnia
	na 500 kilogramów żywej wagi			
N	33—57	37—78	48—91	40—58
P_2O_5	15—22	12—20	16—31	25—33
K_2O	10—23	52—97	? —81	59—63

Na przyjętą do podanych w tablicy obliczeń wagę żywą 500 *kg.* można liczyć: 1 rosłego konia, 1 wielką krowę, 11—13 sztuk dorosłych owiec i 3—4 stare świnie lub 6—10 młodych nie mających roku.

Różnice w składzie kału i moczu.

Odchody stałe zwierzęce składają się z niestrawnych części paszy. Azot znajduje się w związkach nierozpuszczalnych i trudno ulegających rozkładowi. Pokarmy mineralne zawiera kał głównie w postaci nierozpuszczalnych lub trudno rozpuszczalnych połączeń. Niewielka tylko stosunkowo część azotu i soli mineralnych, pochodząca z wydzielin przewodu pokarmowego znajduje się w stanie łatwo rozpuszczalnym. Najcenniejszym pod względem wartości nawozowej ze składników kału jest kwas fosforowy, który w moczu zwierzęcym prawie wcale się nie znajduje.

W moczu wszystkie składniki są rozpuszczalne. Wyjątek stanowi mocz koński, który zawiera w zawieszeniu wiele nierozpuszczalnego w wodzie węglanu wapniowego. Azot w świeżym moczu znajduje się prawie wyłącznie w rozpuszczalnych związkach organicznych. Amoniaku zawiera świeży mocz bardzo niewiele, gdyż 0—0.1 %. Głównemi azotowemi ciałami moczu zwierzęcego są mocznik i kwas hippurowy, w małej ilości znajduje się także w moczu zwierząt gospodarskich kwas moczowy. Kwasu hippurowego stosunkowo najwięcej jest w moczu owcy, mniej w krowim, jeszcze mniej w końskim, a w moczu świni wcale kwasu hippurowego nie znaleziono. W każdym jednakże moczu największa część azotu znajduje się w postaci mocznika, jak to widać z porównania następnych cyfr, obliczonych na podstawie rozbiorów moczu Boussingaulta, oraz Henneberga i Stohmanna:

	zawartość azotu moczu w mocznika	w kwasie hippurowym
w moczu konia . . .	1.45%	0.03%
„ krowy . . .	0.86 „	0.10 „
„ wołu minimum	0.16 „	0.04 „
„ „ maximum	1.01 „	0.13 „
„ „ średnia	0.57 „	0.07 „
„ owcy . . .	1.03 „	0.26 „
„ świni . . .	0.23 „	0.00 „

Z całej ilości azotu zawartego w odchodach zwierząt gospodarskich przypada na kał $^1/_4$—$^2/_3$ części. Wedle licznych doświadczeń można przyjąć, że na 100 części azotu całkowitych odchodów oddaje w moczu:

koń. . . .	35—70%
bydlę rogate.	41—57 „
owca . . .	62—75 „
świnia. . .	50—67 „

Na stosunek pomiędzy ilością azotu przypadającą na kał i na mocz wpływa rodzaj

zwierzęcia, rodzaj karmy i użytek jaki zwierzę przynosi. Im w karmie znajduje się więcej łatwo strawnych ciał azotowych, tem więcej azotu przejdzie do moczu a mniej do kału—i przeciwnie. Zwierzę, które zużywa wiele zaasymilowanego azotu na produkcyę mleka, w moczu stosunkowo mniej azotu oddaje.

Potas znajduje się w moczu głównie w węglanach (stąd silna reakcya alkaliczna moczu), jako też w solach kwasów organicznych, mianowicie hippurowego i mlekowego. Stosunkowo mniej potasu zawiera mocz w solach silnych kwasów mineralnych t. j. w siarkanach i chlorkach. Fosforany istnieją w moczu w bardzo nieznacznej ilości. Stosunkowo najwięcej zawiera ich mocz owiec i trzody chlewnej. O jakości i ilości innych składników moczu dają pewne pojęcie następujące zupełne rozbiory moczu:

	konia (Boussingault)	krowy (Boussingault)	owcy (Henneberg)	świni (Boussingault)
mocznika	3.10%	1.85%	2.21%	0.49%
hippuranu potasowego .	0.47 „	1.65 „	3.92 „	0.00 „
mleczanów alkalicznych	2.01 „	1.72 „	—	nieozn.
dwuwęglanu potasowego	1.55 „	1.61 „	—	1.07 „
węglanu magnowego .	0.42 „	0.47 „	—	0.09 „
„ wapniowego .	1.08 „	0.06 „	—	ślady
siarkanu potasowego .	0.12 „	0.36 „	—	0.20 „
chlorku sodowego . .	0.07 „	0.15 „	—	0.13 „
krzemionki.	0.10 „	ślady	0.07 „	0.01 „
kwasu fosforowego . .	0.00 „	0. 0 „	0.01 „	0.10 „
wody	91.08 „	92.13 „	86.06 „	97.91 „

W moczu końskim oprócz tego znajdowała się w zawieszeniu znaczniejsza ilość węglanu wapniowego i magnowego. Sposób żywienia zwierząt, których mocz rozbierano był następujący: koń jadł owies i siano; krowa siano i kartofle; owca siano; świnia zaś kartofle gotowane.

B. Ściółka.

Do użycia przy produkcyi nawozu stajennego drugiego głównego materyału—ściółki skłania potrzeba zapewnienia zwierzętom dogodniejszego legowiska. Zaspokojenie tej potrzeby schodzi się zwykle w gospodarstwach z koniecznością zużycia gromadzących się w ilości obfitszej odpadków z produkcyi ziarna, które same byłyby zbyt jałowym nawozem, a w zmieszaniu z odchodami, których zebranie i przechowanie ułatwiają, zyskują same na wartości.

W razie braku takich odpadków zastępuje się je rozmaitymi materyałami na podściół mniej lub więcej się nadającymi, jak liśćmi lub szpilkami zbieranymi w lasach, trzciną, szuwarami, mchem, wiórami, trocinami, torfem, ziemią i t. p. Produkcyę zaś gnoju zupełnie bez ściółki spotykamy tylko w gospodarstwach górskich, gdzie łąki i pastwiska stanowią główny obszar zajęty pod produkcyę roślinną, a na uprawy rolne poświęca się bardzo małą przestrzeń, albo też wcale się ich nie prowadzi. Tam przeważa produkcya roślin pastewnych, na miejscu skarmianych, a brak odpadków roślinnych uzyskiwanych z roli, jak również materyałów mogących je zastąpić, zmusza do produkcyi nawozu stajennego bez ściółki, chociaż wskutek takiego postępowania odchody zwierzęce tracą wiele ze swej wartości nawozowej. W stajniach, w których podściołów się nie używa, mocz spływa po pochyłych stanowiskach i ściekami do zbiornika. Tamże spłukuje się wodą odchody stałe i z płynnymi miesza, poczem należycie wodę rozcieńcza. Taki nawóz płynny odpowiedniejszy jest w każdym razie do użycia na łące lub pastwisku aniżeli na roli, gdzie gnojenie nawozem z odchodów i ściółki wyprodukowanym może wywrzeć wpływ korzystny na fizyczne zachowanie się ziemi.

Nawożenie rozcieńczonymi odchodami zwierzęcymi, bez ściółki zbieranymi, propagowano około połowy bieżącego stulecia w Anglii. W niektórych gospodarstwach zaprowadzano tam urządzenia służące do transportu pod ziemią rozcieńczonych odchodów wprost na pola potrzebujące nawożenia. Urządzenia jednak tego rodzaju okazały się zarówno niepraktycznemi, jak

i kosztownemi i chyba obecnie nie znajdują już wcale zwolenników.

Odpowiednio do różnych zadań, jakie ściółka spełnia przy produkcyi obornika, pożądane są w dobrym materyale na podściół następujące przymioty:

1) zdolność zatrzymywania jak największej ilości moczu i łatwego mieszania się z odchodami;

2) miękkość i elastyczność zapewniające zwierzętom dogodne legowisko;

3) zdolność zwolnienia zbyt energicznego rozkładu odchodów zwierzęcych, oraz wiązania lotnego amoniaku;

4) zasobność w związki posiadające wartość nawozową, zatem zawierające pokarmy roślinne;

5) zdolność wywierania po przyoraniu nawozu wpływu na fizyczne zachowanie się ziemi.

Jednym z najwięcej pożądanych przymiotów jest niezawodnie jak największa pojemność dla wody. Jak dalece pod tym względem różne materyały między sobą się różnią, wskazują następujące liczby:

	100 *kg.* podściołu zatrzymuje wody	do pochłonięcia 100 *kg.* wody potrzeba podściołu
słoma pszenna	220 *kg.*	45 *kg.*
„ rzepaczana. . .	200 „	50 „
łodygi bulwy .	210 „	47 „
„ „ stratowane	275 „	36 „
wrzosy . . .	145	
mech . . .	250—300 „	40—33 „
liście. . . .	200 „	50 „
szpilki . . .	150—200 „	66—50 „
torf	500—2000 „	20— 5 „
trzciny . . .	420 „	24 „
ziemia . . .	50 „	200 „

Zdolność do zatrzymywania znacznych ilości moczu chodzi zwykle, chociaż nie zawsze, w parze z zadowalającą absorbcyą amoniaku. O ile pod tym względem rozmaite materyały podściołowe różnie się zachowują, możemy mieć pewne pojęcie z doświadczeń Müntza, w których na odważone ilości materyałów nalewano roztwór węglanu amonowego, poczem trzymano na wolnem powietrzu, często wzruszając, aż do obeschnięcia. W tak niekorzystnych warunkach zatrzymywały amoniaku na 1 *kg.* suchej masy:

proszek torfowy	11.03 *g.*
torf mchowy	8.63 „
ziemia wrzosowa	6.60 *g.*
„ ogrodowa	5.38 „
„ leśna glinkowa	2.24 „
słoma zbożowa	1.70 „
ziemia piaszczysta	0.66 „
trociny sosnowe	0.46 „

O ile pod innymi względami te same materyały między sobą się różnią i mniej lub więcej zbliżają do ideału najlepszej ściółki, wskazują zamieszczone poniżej szczegółowe opisy ich składu i własności. Niestety w praktyce niema wyboru i trzeba na podściół brać to, co gospodarstwo mieć może, nieraz z przekonaniem, że używa się materyału mało odpowiedniego.

1. Słoma.

Słoma zbóż ozimych jest materyałem najczęściej używanym na podściół. Pospolicie w gospodarstwach inne materyały zdatne na ściółkę znajdują zastosowanie tylko o tyle, o ile słomy nie wystarcza. Tam gdzie słomy jest poddostatkiem, a wysoka cena i łatwy zbyt nie skłaniają do sprzedaży, słoma niezdatna na paszę najwłaściwiej może być zużytą do produkcyi obornika.

Jednym z bardzo cennych przymiotów słomy zbóż ozimych, jest zapewnienie zwierzętom w stajni tak czystego legowiska, jakiego nie można uzyskać w użyciu jakiegokolwiek innego materyału podściołowego. Dozwala również ściółka słomiasta łatwe uprzątanie nawozu, jak również zapewnia różne dogodności podczas przechowania, wywózki i rozrzucania w polu. Pod względem absorbcyi amoniaku słoma świeża wcale nas nie może zadowolić, w czasie jednakże jej rozkładu tworzą się ciała, które silnie amoniak zatrzymują i zapobiegają ulatnianiu się. Co do zdolności zatrzymywania wody, to posiada ją słoma w stopniu wcale zadawalającym. Na 100 *kg.* słomy pszennej przypada około 220 litrów wody zatrzymanej, zatem przeszło dwa razy więcej niż wynosi waga słomy. W praktyce jednak nie można nigdy liczyć na tak zupełne nasycenie słomy cieczą, jakie da się osiągnąć w doświadczeniu naukowem. Słoma leżąca na stanowisku nie pozostaje przez czas dłuższy w zetknięciu z wydzielonym przez zwierzęta moczem, gdyż znaczna część moczu szybko pomiędzy źdbłami słomy odpływa. Wskutek tego część tylko moczu może się w słomie zatrzymać. Zupełna absorbcya moczu przez ściółkę słomiastą jest możliwa tylko tam, gdzie gnój się przechowuje pod zwierzęta-

mi, a słomę daje się na podściół dosyć obficie. W tym przypadku unika się przesycenia słomy i odpływu moczu, ponieważ znaczna część wody uchodzi w powietrze w postaci pary. Tam gdzie nawóz codziennie ze stajen się uprząta, ścieki przy słomie są nieuniknione.

Na jednego konia lub jedno bydlę rogate dorosłe liczy się zwykle 3—5 *kg.* słomy, a więc $^1/_3$—$^1/_4$ części suchej substancyi paszy daje się w suchej masie słomy. W oborach, podczas skarmiania wodnistej paszy np. wywarów, potrzeba nawet słać więcej, jeżeli się chce utrzymać w stajni pożądaną czystość. Ponieważ koń wydziela moczu na dobę 1.5—17 litrów, a bydlę 6—39 litrów, przytem ilości minimalne należą do więcej wyjątkowych, łatwo pojąć, że zwykle słane ilości słomy nie wystarczyłyby najczęściej w stajniach, z których nawóz codziennie się uprząta, do wessania wszystkiego moczu, nawet w takim razie, gdyby słoma mogła się moczem zupełnie nasycić.

Oprócz słomy zbóż ozimych używa się także na podściół suchych łodyg rzepaku, gorczycy, hreczki, bulwy, kukurydzy, kartofli, maku i t. p. Materyały te są twardsze niż słoma zbożowa, legowisko więc dają zwierzętom mniej dogodne. Zdolność zatrzymywania wody mają mniejszą niż słoma, przytem powolniej wodę wsysają. Potrzeba tych materyałów zatem używać nieco więcej niż słomy, a mianowicie na dobę i na większą dorosłą sztukę 5—6 *kg.*

Bardzo twarde łodygi dobrze jest rozrzucić przed użyciem na ściółkę w miejscach na obejściu gospodarskiem, gdzie przejeżdżają wozy lub przechodzą zwierzęta. Potratowana tam ściółka będzie miększa i będzie lepiej zatrzymywała mocz.

Pod względem zawartości pokarmów roślinnych, słoma zbóż ozimych i suche pędy roślin częściej uprawianych różnią się, jak następuje:

	azotu	P_2O_5	K_2O	CaO
słoma pszenna	0.48%	0.23%	0.49%	0.26%
„ żytnia	0.40 „	0.25 „	0.80 „	0.36 „
łodygi hreczane	0.78 „	0.18 „	1.28 „	1.91 „
„ rzepaczane	0.50 „	0.27 „	0.97 „	1.01 „
„ kukurydzy	0.48 „	0.38 „	1.66 „	0.50 „
„ bulwy	0.43 „	0.07 „	0.41 „	0.91 „
„ kartofli	0.50 „	0.10 „	0.30 „	0.50 „
„ maku	0.40 „	0.23 „	2.00 „	1.50 „

Głównymi składnikami słomy zbożowej suchej są: błonnik (celluloza), drzewnik i guma drzewna, inne zaś związki znajdują się w daleko mniejszej ilości, jak to wskazuje następujący skład chemiczny słomy podany przez Héberta, na podstawie własnego rozbioru:

wody	9.52 %
ciał azotowych	4.87 „
tłuszczów i zieleni	0.93 „
cukrów	2.43 „
dekstryny	0.05 „
garbników, kwasów i t. p.	0.60 „
błonnika (cellulozy)	28.25 „
drzewnika (waskulozy)	28.06 „
gumy drzewnej	20.00 „
części mineralnych	7.15 „

Na podściół używa się pospolicie, osobliwie w naszych gospodarstwach, słomy w takim stanie, w jakim z pod młocarni wychodzi. Takiej targanej słomy daje się na podściół, zależnie od zapasu posiadanego w gospodarstwie, na dobę i na jedną sztukę:

konia	od	2	do 4	*kg.*
krowy lub wołu	„	3	„ 6	„
owcy	„	$^1/_4$	„ $^1/_2$	„
świni	„	$1^1/_2$	„ 4	„

Od pewnego czasu zaczyna się jednak coraz więcej rozpowszechniać ścielenie pod zwierzęta słomy ciętej na długą sieczkę. Korzyści, stwierdzone w wielu niemieckich gospodarstwach, które zapewnia użycie sieczki 10—15 *cm.* długiej, przedstawiają się jak następuje:

1. Sieczka zatrzymuje daleko lepiej mocz niż słoma targana, wskutek czego zmniejsza się strata części nawozowych, nieuniknionа przy odpływie moczu ze stajni do zbiornika na gnojówkę.

2. Wskutek zatrzymywania obfitszej ilości moczu i łatwiejszego oddzielenia przy uprzątaniu nawozu ściołki nasiąkniętej od suchej, wychodzi na podściół, w razie ście-

lenia sieczką, mniejsza ilość słomy. Zaoszczędzenie wynosi około 35%; zatem można zastąpić 4 *kg.* mierzwiastej słomy, zużywanej na dobę dla jednej dorosłej sztuki, około 2.6 *kg.* sieczki.

3. Przy ścieleniu sieczki łatwiejszem jest uprzątanie nawozu ze stajen, oraz składanie na gnojarni. Gnój bowiem produkowany ze sieczki daje się bezporównania dokładniej rozkładać równo na stosach, mieszać i równomiernie ubijać. Prócz tego wystarcza mniej obfite polewanie, ponieważ na gnojarnię wynosi się nawóz moczem mocno nasiąknięty, zatem daleko wilgotniejszy niż przy użyciu na podściół słomy targanej.

4. Gnój wyrobiony ze sieczki daje się na polu daleko równiej rozrzucić i dokładniej, nawet bez wgartywania grabiami, pługiem przyorać. Po przyoraniu nie wyciąga się taki nawóz na wierzch podczas bronowania, siewu, obsypywania i t. p. robót.

5. Gnój wyprodukowany ze sieczki miesza się daleko dokładniej z ziemią i lepiej w glebie rozkłada, ponieważ nie leży w niej, tak jak gnój z długiej słomy urobiony, grabiami wgartywany, w zbitej warstwie pod skibą.

6. Nakładanie i zrzucanie gnoju z sieczonej słomy przy wywózce jest mniej kłopotliwe.

Do cięcia długiej sieczki na podściół skonstruowano specyalne sieczkarnie. Najprostsza i najtańsza z nich składa się z prostego noża, poruszanego ręcznie pod pewnym kątem w obitej blachą szparze ławy drewnianej. Nożem tym przecina się łatwo na trzy części wiązkę słomy na ławie położonej. Kosztowniejszą jest sieczkarnia systemu Spängberga, wyrabiana przez fabrykę Eckerta w Berlinie, która tnie na godzinę około 1350 *kg.* słomy na podściół. W sieczkarni tej słomę wysuwa pod noże ruchoma w kierunku poziomym skrzynka, która w chwili zbliżania się noża tnącego sama się cofa, pozostawiając wysuniętą słomę.

2. Ściółka leśna i dzikie rośliny na paszę nie przydatne.

W gospodarstwach którym brakuje zarówno słomy jak i innych odpowiedniejszych materyałów podściołowych, z konieczności ściele się pod zwierzętami liście lub szpilki zgrabiane w lasach razem z mchem, drobnemi gałązkami i t. p. Użycie tego materyału przedstawia jednak znaczne niedogodności. Ani liście ani szpilki nie dają zwierzętom dogodnego legowiska, przytem czystość w stajni trudno utrzymać. Wynoszenie nawozu jest bardzo niedogodne. Tak liście jak i szpilki wodę powoli wysysają, mocz więc jest źle zatrzymywany, prócz tego dobre umieszanie ściółki z odchodami nie jest łatwe. Same liście i szpilki bardzo trudno się rozkładają, dlatego też i pokarmy roślinne w nich zawarte mogą leżeć w ziemi długo bezużytecznie, wskutek czego gnój o takiej ściółce mniej energicznie działa. Azotu zawierają liście i szpilki więcej niż słoma, znaczna jednakże część tego pierwiastku w ciałach powyższych przechodzi bardzo powoli w związki azotowe przyswajalne dla roślin. Liście i szpilki leśne, po mocnem wysuszeniu na powietrzu, zawierają 14—22% wody; w stanie zaś bezwodnym mają, zależnie od rodzaju drzewa, następujący przeciętny skład chemiczny:

	w 100 częściach suchej substancyi zawierają:				
	azotu	tlenku potasowego	tlenku wapniowego	kwasu fosforowego	części mineralnych
liście bukowe	0.80	0.30	2.46	0.31	5.57
„ dębowe	1.06	0.40	1.71	0.21	4.39
„ brzozowe	2.82	0.75	—	0.30	3.48
„ osikowe	2.13	2.40	—	0.60	6.92
igły sosnowe	1.89	0.15	0.60	0.12	1.47
„ świerkowe	1.35	0.16	2.03	0.21	4.53
„ jodłowe	1.44	0.26	2.43	0.28	3.79
mchy leśne	1.39	0.76	0.55	0.48	3.10

Pod względem składu chemicznego wyróżnia się, w porównaniu ze słomą zbożową, zbiórka leśna zamożnością w wapno i związki azotowe, natomiast ubóstwem w sole potasowe; tylko liście osikowe pod tym względem stoją wyżej, zaś mchy leśne i liście brzozowe na równi ze słomą. Wartość nawozowa liści jest wogóle wyższa niż

szpilek drzew iglastych; z pomiędzy ostatnich zaś zawierają najmniej związków mineralnych szpilki sosnowe.

Użycie na podściół opadających w lasach liści lub szpilek musi być nieraz ograniczone z powodu szkody, jaką może wywrzeć zgrabianie ściółki na przyrost drzewa. Szkoda wynikająca stąd dla rozwoju drzew jest następstwem nietylko zmniejszania się żyzności gleby leśnej, wskutek zabrania pewnych ilości pokarmów roślinnych w zgrabianej ściółce, lecz również wskutek obfitszego wypłukiwania pokarmów z ziemi pozbawionej przykrycia. Zgrabianie jest szczególniej niebezpieczne i powinno być zaniechane w następujących przypadkach:

1-o na ziemiach z natury ubogich, płytkich i przepuszczalnych, które wskutek zgrabiania podściołowego materyału mogą doznać najrychlej wyczerpania. Na takich glebach spostrzegał w Bawaryi Ebermayer w lasach bukowych stratę w przyroście drzewa wynoszącą 30—50%, podczas gdy zmniejszenie przyrostu na ziemi żyznej, zwięzłej, trudniej przepuszczalnej zaledwie przechodziło 8%.

2-o na silniejszych stokach, z których po zgrabieniu liści lub szpilek deszcze łatwo spłukują urodzajną ziemię, jako też na stokach z wystawą południową i wschodnią, które pozbawione warstwy ocieniającej zbyt łatwo obsychają.

3-o w młodych drzewostanach, w których drzewa potrzebują najobfitszego odżywiania; wiek, w którym drzewa pobierają z ziemi najwięcej pokarmów, przypada u sosny w latach od 15—30, u świerka od 30—50 zaś u buka od 40—60.

Umiarkowana eksploatacya ściółki może być natomiast nieszkodliwa w lasach rosnących na gruntach żyznych i głębokich, trudniej przepuszczalnych, w starszych drzewostanach, osobliwie wysokopiennie prowadzonych, o długich okresach cięcia. Przy równej żyzności gleby lepiej znoszą zgrabianie ściółki mniej wymagające drzewa szpilkowe aniżeli liściaste.

Nadmienić tu wreszcie wypada, że zgrabianie jest wprost korzystne i potrzebne, jeżeli warstwa liści i szpilek, czy mchu jest bardzo gruba i gdy zaczyna się obficie wytwarzać kwaśna próchnica. W pierwszym przypadku zbyt mało wody z opadów atmosferycznych dostaje się do ziemi, zaś w drugim kwasy próchnicowe, wypłukane do gleby uruchomiają w niej zbyt obficie pokarmy roślinne i przyspieszają wyczerpanie, ponieważ część pokarmów przeprowadzonych w stan rozpuszczalny ulega wypłukaniu.

Najobfitszą ilość ściółki uzyskuje się w lasach, jeżeli zgrabia się ją corocznie. W tym przypadku zbiera się liście nierozłożone i mało wyługowane, a zbiór roczny, zależnie od żyzności ziemi i od klimatycznych stosunków, można szacować w lesie:

bukowym	na	2852 do 6396	*kg.*
świerkowym	„	1157 „ 6864	„
sosnowym	„	2101 „ 4229	„

Jeżeli jednakże zbiórkę corocznie się powtarza, las najwięcej na tem cierpi i przyrost drzewa doznaje największej redukcyi. Tak np. Ebermayer stwierdził następujące różnice w bawarskich lasach bukowych:

	zmniejszenie przyrostu drzewa
a) zagrabianych raz na 6 lat . . .	10.0%
zagrabianych corocznie . . .	50.3 „
b) zagrabianych raz na 3 lata . . .	13.3 „
zagrabianych corocznie . . .	41.9 „

W doświadczeniach zaś wykonanych przez Schwappacha stwierdzono stratę w przyroście drzewa:

przy zgrabianiu wykonywanem:	
co 1 rok	51%,
„ 2 lata	40 „
„ 4 „	22 „
„ 6 lat	9 „

Zgrabianie zatem w dłuższych okresach jest stanowczo więcej właściwe, jakkolwiek w tym razie uzyskuje się ściółkę gorszą i w mniej obfitej ilości, ponieważ podczas leżenia na powierzchni znaczna część materyj mineralnych, osobliwie soli potasowych, doznaje wyługowania, zaś związki organiczne ulegają rozkładowi. To też, jak doświadczenia wskazują, ilość ściołki zbieranej co trzy lata wynosi na wagę zaledwie tyle, ile waży dwuletni opad; zbierając zaś raz na sześć lat, otrzymuje się ilość niewiele większą niż przy zbiórce co trzy lata powtarzanej.

Tam gdzie się ściółkę z lasów eksploatuje, należy unikać zdrapywania rozłożonej już warstwy próchnicznej; do zgrabiania zatem powinno się używać lekkich drewnianych grabi.

Lepszym materyałem na podściół aniżeli

liście lub szpilki są dzikie rośliny, rosnące bujniej w lasach, albo też na bagnach, moczarach i wrzosowiskach, na paszę nieprzydatne. Skład chemiczny przeciętny tego rodzaju podściołów przedstawia się, jak następuje:

	azotu	tlenku potasowego	tlenku wapniowego	kwasu fosforowego	części mineralnych
paprocie	2.90%	2.40%	0.83%	0.55%	6.76%
wrzosy	1.12 „	0.27 „	0.45 „	0.14 „	2.08 „
sity	2.00 „	2.21 „	0.42 „	0.50 „	5.59 „
trzcina	1.75 „	0.83 „	0.41 „	0.28 „	4.47 „
turzyce	—	2.69 „	—	0.54 „	—

3. Ściółka torfowa.

Użycie torfu jako materyału podściołowego sięga bardzo odległej przeszłości. Posługiwano się oddawna torfem przy produkcyi nawozu stajennego—osobliwie w gospodarstwach doznających stale lub czasowo braku słomy. Fabrykacya jednakże z torfu specyalnej ściołki, która stała się, osobliwie w Niemczech, przedmiotem rozległego handlu, rozpoczęła się niedawno, bo pierwsze fabryki powstały dopiero w 1879 roku.

Czynności przy fabrykacyi ściołki torfowej są bardzo proste. Fabrykacya polega na wykopaniu torfu z torfowiska, wysuszeniu, poszarpaniu wysuszonego materyału, wreszcie na oddzieleniu włókien stanowiących ściółkę od proszku torfowego. Przy produkcyi ściółki torfowej na własną potrzebę, można wykonywać całą przeróbkę ręcznie bez pomocy maszyn. Do fabrykacyi podściołu torfowego na większą skalę potrzebne są specyalne maszyny, jak szarpacze lub młyny do rozdzierania. separatory do oddzielania proszku, wreszcie prasy do ściskania gotowego produktu w celu ułatwienia przewozu.

Do przeróbki na ściółkę nie każdy torf dobrze się nadaje. Dobry materyał podściołowy można otrzymać tylko z torfu słabo rozłożonego, włóknistego, który po wyschnięciu zachowuje strukturę porowatą i posiada pewną elastyczność. Pożądanem jest, aby włókna po wysuszeniu, jak najmniej się kruszyły. Torf ziemisty, który przy wysychaniu silnie się kurczy i tworzy twardą zbitą masę, przy większym nacisku nie rozpadającą się na włókna lecz na proch, wcale się do fabrykacyi ściółki nie nadaje. Wymaga się koniecznie, aby torf użyty do wyrobu ściółki odznaczał się zdolnością wsysania bardzo znacznych ilości wody. Takim zaś jest torf, który w stanie wilgotnym zawiera w pewnej objętości możliwie najmniej suchej substancyi.

Najwięcej odpowiednim do fabrykacyi ściółki jest torf mchowy z torfowisk wyżynnych, powstałych głównie (niekiedy prawie wyłącznie) z mchów należących do rodzaju *sphagnum*. Na takich torfowiskach znajduje się w warstwach wierzchnich torf barwy brunatnej, często całkiem jasnej, posiadający wszystkie główne przymioty, jakie winien posiadać dobry podściół. Tylko warstwa powierzchowna jest mniej przydatną do wyrobu ściółki. Pod torfem mchowym znajdują się zwykle pokłady torfu ziemistego, silniej rozłożonego, zdatnego na opał.

W torfowiskach nizinnych, w których znajduje się zwykle dobry torf opałowy, nie zawsze można znaleźć pokłady torfu odpowiednie do przerobienia na ściółkę. Doskonałym do tego ostatniego celu jest torf składający się z mało rozłożonych delikatnych i elastycznych szczątków trzciny (*Phragmites communis*). Nie ustępuje on prawie w niczem torfowi mchowemu; obfitsze pokłady torfu trzcinowego rzadko jednak można znaleźć. Z torfami mchowymi mogą jeszcze konkurować torfy nizinne, powstałe z mało rozłożonych wełnianek (*Eriophorum vaginatum*) turzyc (*Carex*), sitów (*Juncus*) sitowia (*Scirpus*). Niekiedy w torfach nizinnych można znaleźć w całej grubości pokładu torf zdatny na ściółkę. Częściej jednak przydatne są dopiero warstwy głębiej leżące, pod wierzchnim pokładem silniej rozłożonego torfu ziemistego.

Produkując ściółkę torfową w gospodarstwie na własną potrzebę, w celu zaradzenia brakowi słomy, można użyć do przeróbki naturalnie i torfu niezupełnie odpowiedniego. Przy fabrykacyi ściółki torfowej na większą skalę, z wyższym nakładem i na sprzedaż, materyał surowy powinien być z rozwagą wybrany, tak aby wyrobiona ściółka, posiadając wszystkie wymagane przymioty, mogła liczyć na pokup.

Ocena torfu zdatnego na podściół nie jest trudną. Należy nasamprzód z torfowiska wyciąć pewną objętość torfu np. 1 m^3 lub 1 stopę sześć., zważyć w stanie mokrym i po wysuszeniu. Im niższa będzie waga masy suchej, a im większa waga wody tem lepiej, bo znaczy to, że torf małą masą własną może zatrzymać znaczną ilość cieczy. Z torfu dobrego na ściółkę o strukturze gąbczastej woda daje się łatwo w ręku wyciskać. Jest on i na mokro elastyczny i nie da się formować tak jak torf ziemisty. Torf po wyschnięciu powinien wykazać, o ile możności, jak najmniejszy stopień skurczenia, oraz odznaczać się pulchnością i elastycznością włókien przy jaknajmniejszej kruchości. Prócz tego zbadać trzeba, czy torf wyschnięty wsiąka w siebie wodę łatwo, szybko i w znacznej ilości. Jeżeli badany torf nie posiada wszystkich tych przymiotów w stopniu pożądanym, to należy spróbować, czy przez wymrożenie nie da się uzyskać poprawy.

Największe trudności przy wyrobie ściółki torfowej sprawia wysuszenie torfu i to tem większą, im bardziej odpowiednim jest torf. Pożądanem jest bowiem, aby ściółka torfowa posiadała jak największą zdolność wsiąkania cieczy. Torf zaś odznaczający się tymi przymiotami zatrzymuje podczas suszenia po każdym deszczu znaczne ilości wody, które na nowo utraca dopiero po dłuższej posusze. Deszcze więc wysuszenie mocno utrudniają. Chcąc przyspieszyć wyschnięcie torfu i usunąć przeszkodę, jaką deszcze sprawiają, próbowano suszyć torf pod dachem. Nie okazało się to jednakże praktycznem, gdyż torf w większej masie pod dachem złożony schnie powolnie, składanie zaś pod dachem w cienkiej warstwie byłoby zbyt kosztowne. Nie powiodły się również próby dosuszania torfu w opalanych suszarniach, gdyż koszta wypadły stanowczo za wysokie. Suszą więc torf przeznaczony do wyrobu ściółki wszędzie na wolnem powietrzu. Najgorzej schnie torf rozłożony na mokrem torfowisku. Chcąc wysychanie możliwie przyspieszyć, trzeba teren przeznaczony do suszenia, jak również torfowisko, na którem ma się torf kopać, przez obniżenie poziomu wody zaskórnej osuszyć. W tym celu przerzyna się torfowisko rowami otwartymi. Dno rowów powinno leżeć przynajmniej 50 *cm.* poniżej głębokości, do której się torf wybiera. Najczęściej na torfowiskach głębokich i wcale jeszcze nieosuszanych nie można kopać rowów odrazu do pełnej głębokości, gdyż wówczas rów często się zamyka przez zesuwanie się szkarp ku sobie i na miejscu wykopanego rowu powstaje ostatecznie garb. Jak głęboko odrazu można rów wybrać, wskażą najlepiej próby na miejscu wykonane. Dla wzmocnienia rowu osuszającego, kopie się w tym przypadku w odstępach 9—10 *m.* nieco płytsze rowki, wpadające do niego w kierunku prostopadłym, o długości trzy razy większej niż głębokość torfowiska. Powstałe w ten sposób groble zmniejszają ciśnienie na szkarpy rowów i zapobiegają zasuwaniu się ich. Jak dalece ważnem jest osuszenie torfowiska przeznaczonego na cele wyrobu ściółki, wskazuje fakt, że torf dobrze osuszony może zawierać w 1 m^3 nawet dwa razy więcej suchej masy, aniżeli tenże sam torf nieosuszony. Przy kopaniu zatem torfu na nieosuszonem torfowisku są bezporównania większe koszta z powodu wydobywania, przenoszenia i przewożenia znacznej masy wody.

Torf przeznaczony do wyrobu ściółki najlepiej wykopać przed zimą i cegiełki wyrznięte wystawić na wpływ mrozów. Na wiosnę dopiero rozpoczyna się suszenie. Torf na powietrzu wysuszony zawiera jeszcze około 20% wody.

Jeżeli torf zdatny na podściół znajduje się w warstwach wierzchnich, a produkcya ściółki ogranicza się do własnej potrzeby, to najtaniej wypada wyrób, gdy broną o zębach ostrych zdziera się powierzchowną podeschłą warstewkę torfu i następnie po podeschnięciu zdarty torf zgrabia na wały lub kopce, w których dosycha. Po zgrabieniu torfu bronuje się torfowisko, w celu przyspieszenia obeschnięcia powierzchownej warstwy, którą na nowo po obeschnięciu się zgrabia. Czynność tę powtarza się dopóty, dopóki są widoki, że zdarta broną warstwa świeżego torfu dostatecznie wyschnie. Jeżeli to możliwe, dobrze jest torfowisko, z którego ma się zdzierać ściółkę na wiosnę, przed zimą wyorać do średniej głębokości.

Odsiewanie miału od włókien jest konieczne, gdy się ściółkę na handel wyrabia. Przy produkcyi na własną potrzebę, można naturalnie używać na podściół bezpośrednio torf rozdarty broną lub na szarpaczach. Wówczas jednakże utrzymanie czystości w stajniach będzie bezporównania trudniejsze, niż wtedy, gdy się używa na podściół torfu włóknistego oczyszczonego z miału torfowego.

Jako wskazówkę pożyteczną przy ocenianiu dobroci torfu sciółkowego, podajemy w umieszczonej niżej tablicy (wykonane przez stacyę torfową doświadczalną w Bremie) oznaczenia wagi objętościowej torfu mchowego z niektórych niemieckich torfowisk w stanie mokrym i suchym, jakoteż zdolności zatrzymywania wody:

Własności torfu zdatnego na ściółkę.

Miejscowość	Rodzaj torfu	głębokość warstwy w *cm.*	1 m^3 torfu mchowego			100 *g.* torfu suchego zatrzymują wody *g.*
			nasyconego wodą waży *kg.*	zawiera substancyi		
				suchej *kg.*	na powierzchni wysuszonej *kg.*	
Szczecin	mchowy średnio rozłożony	15—30	854	138	173	1775
„	mchowy jeszcze mniej rozłożony	30—50	827	130	163	1827
„	prawie czysty mchowy	60—80	969	106	133	2300
Królewiec	mchowy z małą ilością wrzosów	0—20	526	93	116	1140
„	prawie czysty mchowy	20—100	504	70	88	1610

W trzech pierwszych torfach wypadła waga suchej masy zawartej w 1 m^3 mokrego torfu trochę za wysoko, a to z powodu że torf mokry nie był ważony w stanie nasyconym wodą, zatem nie osiągnął jeszcze *maximum* napęcznienia. Jak widać z tablicy, ilość wody zatrzymana przez torf ważyła 11.4—23 razy więcej niż sam torf. Najwyższa z liczb tamże podanych nie jest jednak kresową; są torfy mchowe, które wsysają wody nawet 30 razy więcej niż same ważą. Tak niezmiernie wielką pojemność dla wody zawdzięczają torfy mchowe temu, że mchy, z których powstały, posiadają w swych organach nadziemnych komórki wewnątrz puste o ściankach dziurkowatych, przez które do wnętrza łatwo się dostają znaczne ilości wody. Szczątki roślinne, tworzące torfy nizinne trawne, nie posiadają takiej anatomicznej budowy, dlatego też nie wsysają ani tak szybko, ani też tak wiele wody. Zwykle torfy trawne zatrzymują na 100 *g.* suchej masy własnej 400—1000 *g.* wody. Torfy trzcinowe zaś nawet 1600—1900 *g.*

Pod względem kurczliwości stoją torfy mchowe słabo rozłożone również na pierwszem miejscu. Według badań wykonanych w Bremie:

	1000 cm^3 wodą nasyconego torfu po wysuszeniu skurczyły się na	100 *gr.* suchego torfu miały objętość	a 1 m^3 torfu nierozszarpanego waży
torf mchowy zupełnie nierozłożony	484 cm^3	785 cm^3	127 *kg.*
torf z wełnianek mało rozłożony	227 „	232 „	431 „
torf rozłożony wełniankowo-wrzosowy	174 „	167 „	599 „

Wiele torfów nizinnych wcale się na ściółkę nie nadaje, ponieważ po wyschnięciu tworzy twardą, zbitą masę, która nie może zapewnić zwierzętom wygodnego legowiska.

Jeżeli torf nie posiada pożądanych przymiotów, może się okazać odpowiedniejszym do wyrobu ściółki po wymrożeniu. Torfy silniej rozłożone wystawione w stanie mokrym na działanie mrozu, mniej się przy wysychaniu kurczą i zbijają i więcej wysysają wody, jak to wskazują następujące wypadki próby w Bremie wykonanej:

	1000 cm^3 torfu mokrego po wyschnięciu miały objętość	1 m^3 torfu suchego ważył
torf niewymrożony.	134 cm^3	747 kg.
torf wymrożony . .	278 „	360 „

Torf przemrożony był po wysuszeniu znacznie miększy i elastyczniejszy niż niewystawiony na działanie mrozu. Działanie mrozu da się tem tylko objaśnić, że zamarzająca w mokrym torfie woda, zwiększając swą objętość, rozrywa tkanki i nadaje torfowi strukturę więcej porowatą i pulchną. Przemrożenie zaś słabo rozłożonego torfu mchowego, który nie potrzebuje wcale poprawy pod względem kurczliwości i struktury, może być z innego powodu wskazane. Z torfu takiego, wystawionego w stanie mokrym na działanie mrozu, odcieka na wiosnę przy rozmarzaniu wcale znaczna ilość wody, wskutek czego torf jest łatwiejszy do wysuszenia. Czy to zmniejszenie zdolności zatrzymywania wody jest trwałe, czy też chwilowe tylko, dotąd nie zbadano. Struktury torfu mchowego nierozłożonego, z natury już bardzo gąbczastej wpływ mrozu znaczniej nie zmienia. Odciekanie więc wody po rozmarznięciu jest prawdopodobnie tylko skutkiem porozdzierania tkanek podczas marznięcia wody.

Torf poszarpany ma znacznie większą objętość od wysuszonych cegiełek. Wskutek szarpania objętość może się nawet dwa razy powiększyć. Po odsianiu proszku torfowego, waga objętościowa poszarpanych włókien się zmniejsza. Przy prasowaniu gotowej ściółki torfowej objętość jej zmniejsza się około $3^1/_2$ razy. Jeżeli więc 1 m^3 poszarpanego torfu mchowego ważył, jak to często bywa, 70 kg, to waga 1 m^3 tegoż torfu po sprasowaniu będzie wynosiła około 250 kg. Torf mocniej rozłożony silniej się zbija i wskutek tego ma wagę objętościową wyższą. Torf wilgotny daje się silniej ściskać i również jest cięższy.

Pod względem chemicznym odznaczają się najlepsze ściółki z torfów mchowych wielkiem ubóstwem w części mineralne. Azotu zawierają, w porównaniu z torfami trawnymi, torfy mchowe również niewiele, przytem w formie trudno rozkładalnej, zatem nadzwyczaj powolnie przechodzącej w amoniak i kwas azotowy. Kwasy próchnicowe wolne zwykle znajdują się w torfach mchowych w znacznej ilości. W licznych zupełnych rozbiorach torfów mchowych, czystych lub zmieszanych z szczątkami wełnianek lub wrzosów, znaleziono następujące najniższe i najwyższe zawartości różnych składników:

	w 100 częściach suchej massy
azotu	0.44—1.29 %
części mineralnych . .	0.87—5.19 „
krzemionki, piasku . .	0.21—3.65 „
K_2O	0.01—0.04 „
CaO	0.10—0.93 „
P_2O_5	0.02—0.12 „

W torfach trawnych znajduje się znacznie więcej zarówno azotu, jak i części mineralnych. Osobliwie wapno występuje w ilości znaczniejszej, wskutek czego te torfy zawierają zwykle mniej wolnych kwasów.

Do bardzo pożądanych przymiotów należy w ściółkach torfowych zdolność silnego absorbowania amoniaku. I pod tym względem torfy mchowe, obfitujące w wolne kwasy próchnicowe celują. Według doświadczeń Königa absorbował z roztworu węglanu amonowego:

	z zawartego w roztworze azotu amoniakalnego	na 100 części torfu przypadało
czysty torf mchowy.	73.6 %	1.55 cz. azotu
ziemia wrzosowa. .	47.7 „	1.00 „ „
torf trawny.	39.8 „	0.84 „ „

Ściółka torfowa dotąd znalazła największe zastosowanie w stajniach końskich po miastach. Jako wielką zaletę jej, podnoszą to, że jeżeli jest wyrobiona z odpowiedniego materyału surowego, zapewnia koniom miękkie i suche legowisko. Niekiedy ko-

nie obawiają się ciemniejszej barwy ściółki torfowej i nie chcą się na niej kłaść. W takim przypadku należy na wierzch ściółki torfowej rzucać trochę słomy. Jako niedogodność podnoszą z wielu stron, że konie nie zbierają często wcale z ściółki torfowej zrzuconego siana. Na podstawie licznych praktycznych prób można twierdzić, że dobrej ściółki mchowej wystarcza na konia na wagę mniej niż potrzeba słomy, mianowicie $2^1/_4$—$3^1/_2$ *kg.* na dobę. Przy tej ilości mocz bywa zupełnie wessany, tak że ścieki są zbyteczne a powietrze w stajni zupełnie czyste i zdrowe. Ściółki z torfów trawnych trzeba używać więcej niż słomy, mianowicie 4—6 a nawet jeżeli gorzej wodę zatrzymuje i do 9 *kg.* na konia i dobę. Ściółka taka kruszy się o wiele łatwiej, rozpyla, zanieczyszczenie więc skóry zwierząt nie jest tak zupełnie wykluczone, jak przy użyciu ściółki mchowej.

W próbach nad użytecznością ściółki torfowej w stajniach końskich zauważono niekiedy ujemny jej wpływ na stan zdrowia, a osobliwie na nogi koni. O ile się jednak zdaje, działo się to tylko tam, gdzie używano złej ściółki albo też zadługo ją pod końmi trzymano, mianowicie aż do przesycenia moczem. Poważni autorowie twierdzą wprost przeciwnie, że miękki i elastyczny podściół torfowy bardzo dobrze działa na kopyto końskie, jeżeli tylko dosyć często torf się zmienia.

Co do użyteczności w oborach pod krowami dojnemi, to wiele świadectw brzmi niepochlebnie dla ściółki torfowej. Mianowicie dbali o wielką czystość w oborach gospodarze uskarżają się na zanieczyszczenie wymion. Uniknąć jednak tego można, jeżeli się ściele dosyć obficie i uprząta często kał, tak aby go zwierzęta nogami nie rozrabiały i kładąc się, nim nie walały. Na sztukę dorosłą wystarcza $2^3/_4$—4 *kg.* dobrej ściółki mchowej; ściółki zaś gorszej z torfu trawnego $4^1/_2$—6 *kg.* W stajniach, gdzie bydło stoi na gnoju, można z korzyścią używać na podściół słomy i ściółki torfowej, osobliwie podczas żywienia paszą mocno wodnistą np. liśćmi buraczanymi lub wywarami gorzelnianymi. Wówczas, przy dodatku torfu uzyskuje się dla zwierząt o wiele suchsze legowisko.

Chcąc używać ściółki torfowej oszczędnie i wyzyskać możliwie najlepiej jej wielką nasiąkliwość dla wody, należy zasłać w stajniach końskich lub bydlęcych warstwę około 10 *cm.* grubą, przyczem wychodzi około 9 *kg.* na 1 m^2 stanowiska. Kał należy uprzątać jak najczęściej, a mokry od moczu podściół mieszać dokładnie z suchym, dla wyrównania stopnia wilgotności w całej warstwie. Świeżego podściołu torfowego wypada dodawać codziennie 1—2 *kg.* na dorosłą sztukę, a całą warstwę trzeba ze stajni uprzątnąć, gdy zwierzęta leżąc na niej moczą się lub gdy już niechętnie się kładą, zaś powietrze stajenne nie jest wolne od wyziewów.

W chlewach okazała się również ściółka torfowa użyteczną. Natomiast w owczarniach nigdy nie zdoła wyrugować słomy, gdyż pyłem swoim zbyt silnie zanieczyszcza wełnę. Można więc w owczarniach dawać torfową ściółkę co najwyżej na spód pod dostatecznie grubą warstwę słomy.

4. Trociny i wióry drzewne.

Materyał ten stosunkowo rzadko bywa używany na ściółkę, chociaż pod pewnymi względami wcale dobrze nadaje się na ten użytek. Nasiąkliwość dla wody jest w trocinach nawet większa niż u słomy, natomiast co do łatwości rozkładu tak trociny jak i wióry stoją znacznie niżej od słomy.

Najczęściej używane trociny sosnowe mają wedle Wolffa następujący skład chemiczny:

wody.	15.00 %
kwasu fosforowego . .	0.30 „
tlenku potasowego . .	0.74 „
„ wapniowego . .	1.08 „

W miastach zalecają się trociny do użycia na ściółkę z powodu swej taniości. W doświadczeniach, wykonanych w stajniach Towarzystwa omnibusów w Paryżu, stwierdzono następujące różnice co do potrzebnej ilości i co do kosztu:

	ilość potrzebna na dobę i konia	koszt dzienny
słoma. . . .	4.8 *kg.*	40 centym.
torfowa ściółka	3.3 „	20 „
trociny . . .	3.4 „	8 „

W okolicach lesistych, gdzie drzewo tanie, wyrabiają na podściół, za pomocą specyalnych maszyn, cienkie wiórki, które zapewniają zwierzęciu legowisko daleko dogodniejsze aniżeli grube wióry stolarskie.

5. Ziemia.

W braku słomy i innych materyałów, składających się głównie z ciał organicz-

nych, używa się, dla ułatwienia dokładnego zebrania i przechowania odchodów zwierzęcych, także—ziemi. Przy racyonalnem użyciu tego materyału, możliwe jest tak samo dokładne zebranie moczu, jak przy ściółce torfowej. Należy tylko wybrać ziemię, posiadającą zdolność zatrzymywania znacznych ilości wody obok łatwej nasiąkliwości i dawać ją na stanowiskach w warstwie dostatecznie grubej, wzruszając codziennie dla ułatwienia wsiąkania uryny i zmieniając, zanim moczem zupełnie się przesyci. Najwięcej do tego użytku nadają się ziemie lekkie, zamożne w próchnicę. Ziemie zwięźlejsze nie są odpowiednie, ponieważ na mokro się zlepiają a na sucho twardnieją, i tak w jednym jak drugim przypadku mocz nie wsiąka w nie dosyć szybko.

Do poważnych niedogodności, które za sobą pociąga użycie w stajniach ziemi, należy bezwątpienia trudność utrzymania na zwierzętach skóry w dostatecznej czystości i zwiększenie kosztów przewozu obornika, z powodu znacznej jego ciężkości. Wobec braku w ziemi użytej na podściółkę ciał organicznych, łatwo podlegających rozkładowi, nawóz może zbyt słabo działać na stan fizyczny ziemi i z tego powodu będzie dla gleb cięższych mniej odpowiednim. Jako zaś stronę korzystną podnieść należy absorbowanie lotnego amoniaku i zapobieganie przez to znacznej stracie azotu, nieuniknionej, jeżeli amoniak może podczas przechowania nawozu ulatniać się w znaczniejszej ilości.

Ze względu na korzyści z użycia ziemi, zalecają niektórzy dawanie (osobliwie w stajniach, w których zwierzęta na gnoju się trzyma) podściołu mieszanego, złożonego z warstwy ziemi na spód danej i słomy rozścielonej na wierzchu. Nie ulega kwestyi, że przy takiej kombinacyi, braki każdego materyału z osobna wzajemnie się uzupełniają. Zachodzi jednakże obawa, że obecność obfitszej ilości ziemi może dać powód do wytworzenia znaczniejszej ilości kwasu azotowego, który następnie w pewnych warunkach zostanie rozłożony (p. w art. Gnicie i butwienie: redukcya azotanów str. 260 i 261). O ile te obawy są uzasadnione, wskażą doświadczenia, które niezawodnie, ze względu na ważność sprawy dla praktyki, będą w niedalekiej przyszłości podjęte. Prócz tego do takiego mieszanego podściołu może zniechęcać kosztowniejszy wywóz z powodu znacznego powiększenia wagi nawozu materyałem mało żyznym z natury.

C. Obliczenie produkcyi nawozu.

Ilość produkowanego nawozu można dosyć dokładnie obliczyć na podstawie znanej ilości suchej substancyi skarmionej paszy i zużytej ściółki, jeżeli możliwe jest zupełne zebranie odchodów zwierzęcych. W obliczeniu takiem przyjmujemy dla produkowanego gnoju zawartość wody 75 % czyli t. z. normalną, z każdej zatem 1 części suchej substancyi, znajdującej się w odchodach, uzyskuje się w takim razie 4 części świeżego nawozu, a przyjąwszy, że do odchodów przechodzi przeciętnie połowa suchej materyi w paszy skarmionej, możemy wyprowadzić dla obliczenia produkcyi nawozu stajennego następującą ogólną formułkę:

$$x = \left(\frac{A}{2} + B \right) \times 4$$

w której x jest szukaną ilością nawozu, A ilością na wagę suchej substancyi paszy, zaś B ilością suchej materyi podściołu. W odmiennej formie można słownie sposób obliczenia produkcyi gnoju tak wyrazić: chcąc znaleźć ilość wyprodukowanego lub dającego się wyprodukować nawozu, trzeba dodać do dwukrotnie wziętej ilości suchej materyi paszy czterokrotną ilość suchej substancyi ściółki.

Ponieważ w paszy daje się na dobę na 1000 *kg.* żywej wagi zwierząt 22—28 *kg.* suchej masy, zaś w ściółce, przy dostatecznie obfitym wymiarze, trzecią lub czwartą część tej ilości suchej materyi, jaką w paszy się skarmia, możemy określić wahania w dziennej produkcyi gnoju, w razie zupełnie dokładnego zbierania wydzielanych odchodów, za pomocą następujących obliczeń:

$$a) \quad \left(\frac{22}{2} + \frac{22}{4} \right) \times 4 = 66.0 \text{ } kg.$$

$$b) \quad \left(\frac{22}{2} + \frac{22}{3} \right) \times 4 = 73.3 \text{ „}$$

$$c) \quad \left(\frac{28}{2} + \frac{28}{4} \right) \times 4 = 84.0 \text{ „}$$

$$d) \quad \left(\frac{28}{2} + \frac{28}{3} \right) \times 4 = 93.3 \text{ „}$$

Wydatki te gnoju odpowiadają w zaokrąglonych liczbach produkcyi rocznej 24100, 26700, 30600 lub 34000 *kg.* Można zatem powiedzieć, że zwierzęta są w stanie wy-

produkować w ciągu całego roku, zależnie od sposobu żywienia i obfitości podściołu, 24 do 34, a średnio około 30 razy więcej niż same ważą. W razie żywienia paszą objętościową, bardzo mało skoncentrowaną, produkcya gnoju może być nawet jeszcze wyższa, uzyskuje się jednak wówczas nawóz gorszy, tak samo jak i przy obfitem użyciu ściółki. Zmniejsza się natomiast produkcya znacznie, jeżeli zwierzęta wiele odchodów wydzielają poza stajnią. W tym ostatnim przypadku trzeba od ilości gnoju obliczonej teoretycznie, na podstawie spożytej paszy i zużytej ściółki, potrącić odpowiednią część w stosunku do czasu po za stajnią spędzanego. Tak np. jeżeli zwierzęta przebywają w ciągu doby przez 8 godzin w robocie lub na pastwisku, należy potrącić z wyrachowanej ilości $^1/_3$ część.

W celu obliczenia najwyższej ilości świeżego nawozu, jaka się daje uzyskać w ciągu całego roku od rozmaitych zwierząt gospodarskich, można także użyć liczb podanych wyżej (dla konia, dla bydlęcia, dla owcy i dla świni na str. 606), a wskazujących całą roczną produkcyę odchodów. Chcąc znaleźć ilość nawozu, trzeba tylko dodać do owych liczb czterokrotnie wziętą ilość suchej substancyi zawartą w zużytym podściole. Przyjąwszy, że dla konia, krowy i wołu daje się w ściółce $^1/_4$ część, zaś dla owcy i świni $^1/_4$ część suchej substancyi paszy, dojdziemy w obliczeniach do następujących rezultatów:

	wagą żywa	roczna produkcya odchodów	udział ściółki w produkcyi gnoju	ogólna produkcya nawozu
koń . . .	400 *kg.*	6228 *kg.*	4380 *kg.*	10608 *kg.*
krowa . .	400 „	6424 „	4672 „	11096 „
wół . . .	500 „	9125 „	6132 „	15257 „
owca . .	40 „	584 „	306 „	890 „
świnia . .	100 „	1400 „	1095 „	2495 „

Z temi ilościami teoretycznie obrachowanemi zgadzają się nieraz ilości świeżego nawozu istotnie wyprodukowane przez zwierzęta, żywione na stajni. Tak np. wedle obserwacyi Bobierre'a otrzymano rocznie gnoju od jednej sztuki:

konia . . . 10200 *kg.*
krowy dojnej. 11400 „

W doświadczeniach zaś Müntza owce produkowały dziennie 2.1—2.3 *kg.* nawozu, co odpowiada produkcyi rocznej 760 do 840 *kg.*

Nie może jednak podlegać najmniejszej wątpliwości, że w praktyce spotkamy się także z rezultatami, znacznie odbiegającymi od teoretycznych wyliczeń, a istniejące różnice znajdują należyte usprawiedliwienie w odmiennem żywieniu, rozmaitej wadze zwierząt, a w szczególności w różnicach w czasie, jaki różne zwierzęta w rozmaitych gospodarstwach spędzają w ciągu doby w stajni i poza stajnią. Wogóle zaś przedstawia najwięcej trudności dokładniejsze obliczenie produkcyi nawozu w gospodarstwach, w których inwentarz przeważnie żywi się po za stajnią na pastwiskach, ponieważ wówczas można tylko z wielkiem przybliżeniem oszacować zarówno ilość suchej substancyi spożytej w paszy, jak i tę część odchodów, które można w stajni zebrać dla produkcyi gnoju.

Mniejszym bywa naturalnie zazwyczaj błąd popełniany przy obliczeniach, na podstawie podanego wzoru, całkowitej produkcyi nawozu stajennego w gospodarstwie, wedle ogólnej ilości paszy i ściółki przeznaczonej do utrzymania inwentarza. Podajemy tu poniżej przykład takiego obliczenia:

Pasze przeznaczone do skarmienia zawierały następujące ilości suchej substancyi:

siano	w 4000 *q.*	. . . .	3400 *q.*
buraki	„ 3500 „	. . . .	420 „
kartofle	„ 1000 „	. . . .	250 „
owies	„ 350 „	. . . .	290 „
makuchy	„ 250 „	. . . .	220 „
słoma	„ 2000 „	. . . .	1790 „
		Ogółem	6280 *q.*

Słomy zaś przeznaczono na podściół 2470 *q* z zawartością suchej materyi 2100 *q*. Przy takich ilościach paszy i ściółki będzie w świeżym nawozie suchej substancyi $\frac{6280}{2} + 2100 = 5240$ *q*. zaś ilość świeżego

nawozu o 75% wody będzie 5240 × 4 = 20960 *q*.

D. Skład chemiczny nawozu stajennego.

Widzieliśmy wyżej, jak dalece różnią się między sobą, co do składu chemicznego, nietylko odchody rozmaitych zwierząt, lecz również, zależnie od sposobu żywienia i rodzaju przynoszonego pożytku, odchody jednego i tego samego zwierzęcia gospodarskiego. Skład chemiczny rozmaitych materyałów służących za podściół bywa tak samo bardzo różny. Wobec tego jest rzeczą całkiem naturalną i łatwą do przewidzenia z góry, że i nawozy stajenne rozmaitego pochodzenia będą się między sobą co do chemicznego składu mniej lub więcej różniły.

Z pomiędzy czynników, wywołujących te różnice, należy wymienić: 1-o własności chemiczne gleby, z której pochodzą rośliny zużyte na paszę i ściółkę przy produkcyi gnoju; 2-o rodzaj zwierzęcia produkującego nawóz, 3-o sposób żywienia jako też rodzaj pożytku przynoszonego przez zwierzęta i będącego celem chowu i 4-o rodzaj i ilość użytej ściółki.

Co się tyczy natury gleby, to wpływ jej objawia się w tym kierunku, że im jest żyźniejszą, tem lepszy będzie gnój, wyprodukowany z zebranych na niej płodów. Wiadomo bowiem, że rośliny, które rosną na ziemi obfitującej w pokarmy, zawierają więcej składników, posiadających wartość nawozową, aniżeli rośliny pochodzące z ziemi niezbyt żyznej. Jeżeli zaś pewien pokarm roślinny będzie się znajdował w glebie w bardzo małej ilości, to i nawóz stajenny nie będzie w ten pokarm obfitował, i przy wyłącznem użyźnianiu takiej gleby gnojem produkowanym z płodów roślinnych na niej zbieranych, będzie niemożliwe powiększenie jej żyzności.

Różnice spostrzegane w chemicznym składzie nawozu, pochodzącego od rozmaitych zwierząt, znajdują w znacznej części usprawiedliwienie w różnicach, zachodzących w składzie chemicznym paszy, jaką rozmaity inwentarz zwykle spożywa. Z pomiędzy licznych rozbiorów nawozu świeżego, otrzymywanego od różnych zwierząt gospodarskich, podajemy tu rezultaty wykonanych przez Boussingaulta analiz gnoju końskiego, krowiego, owczego i świniego.

Skład chemiczny świeżego gnoju

wedle Boussingaulta.

	koń żywiony owsem i sianem a dostający na podściół 2 *kg* słomy dziennie	*krowa* żywiona potrawiem i kartoflami; na podściół dziennie 3 *kg* słomy	*owca* żywiona sianem; na podściół dziennie 225 *g* słomy	*świnia* żywiona kartoflami gotowanemi; podściołu 450 *g* słomy dziennie
wody. . .	67.40 %	81.80 %	61.60 %	72.80 %
materyi organicznej.	29.25 „	16.40 „	34.50 „	23.30 „
popiołów .	3.35 „	1.80 „	3.90 „	3.90 „
azotu . .	0.67 „	0.34 „	0.82 „	0.78 „
kwasu fosforowego .	0.23 „	0.13 „	0.21 „	0.20 „
tlenków potasowego i sodowego	0.72 „	0.35 „	0.84 „	1.69 „

Porównywając rezultaty tych rozbiorów, dostrzegamy w nawozie końskim i owczym, w przeciwstawieniu do nawozu krowiego, te same cechy, które charakteryzowały odchody tychże zwierząt, a mianowicie mniejszą wodnistość jako też większą zawartość azotu i kwasu fosforowego w dwóch pierwszych nawozach. Co się tyczy nawozu produkowanego przez trzodę chlewną, to w jego składzie chemicznym znajdujemy takąż samą wielką rozmaitość jak i w składzie odchodów, co się łatwo daje wytłumaczyć bardzo rozmaitym sposobem żywienia tych zwierząt. To też zależnie od jakości skarmianej paszy, nawóz świński może się pod względem swej wartości nawozowej zbliżać raz więcej do nawozu krowiego, drugi zaś raz, jak się ma rzecz właśnie z nawozem rozbieranym przez Boussingaulta, do nawozów końskiego i owczego.

W znacznym stopniu może się naturalnie odbijać rodzaj paszy skarmianej także i na jakości nawozu produkowanego bądź przez konie, bądź przez owce lub bydlęta rogate. Skład chemiczny każdego z osobna z tych nawozów bywa więc również dosyć zmienny. Świadczy o tem bardzo wymownie choćby następujące porównanie wykonanych przez Wolffa rozbiorów gnoju, pochodzącego od wołów opasowych i od krów oraz jałownika:

	nawóz z wolarni opasowej	nawóz z obory
azotu.	0.98 %	0.41 %
kwasu fosforowego	0.44 „	0.13 „
tlenku potasowego	0.65 „	0.54 „

Jak zatem widzimy, z treściwszej paszy zadawanej wołom uzyskano daleko lepszy nawóz aniżeli z gorszej paszy przez krowy i jałownik spożywanej. A takie stosunki nie są wyjątkiem lecz regułą, i przysłowie „krowa pyskiem doi“ będzie równie prawdziwe w brzmieniu zmienionem: „zwierzę pyskiem daje nawóz.“ W szczególności można z góry przewidzieć, że gnój produkowany przeważnie z roślin motylkowych będzie zawierał wiele azotu, tlenku potasowego i kwasu fosforowego, produkowany z kartofli lub buraków będzie obfitował w sole potasowe, zaś produkowany z ziarna—w kwas fosforowy i azot. W praktyce rolniczej, przy wymiarze nawozu, na te różnice w wartości nawozowej gnoju, zależne od jakości skarmionej paszy, nie zwraca się jeszcze należytej uwagi.

Sposób użytkowania ze zwierzęcia również na wartości produkowanego przez nie nawozu się odbija, wskutek tego że wyprodukowanie rozmaitych płodów zwierzęcych, jak to wyżej już przedstawiliśmy (p. str. 606), pociąga za sobą więcej obfite zużycie z paszy to tego to owego składnika, a w szczególności: wychów młodzieży azotu i kwasu fosforowego, produkcya mleka głównie azotu, a kwasu fosforowego w mniejszym stopniu, zaś produkcya mięsa przeważnie zużywa azot lecz w mniej znacznej ilości niż produkcya nabiału, oraz żywego przychowku.

II. Rozkład nawozu stajennego.

Odchody zwierzęce zawierają obficie związki organiczne podlegające łatwo rozkładowi. Zarodniki przeróżnych drobnoustrojów, tak bakteryj jak i rozmaitych pleśni, znajdują się już w odchodach w chwili ich wydzielenia, a także osiedlają się w licznych zastępach z powietrza, to też wnet po wydzieleniu odchodów, wszczyna się ich rozkład, przenoszący się, w miarę wzrostu energii, i na bardziej opo.ną materyę organiczną podściołów.

Z pomiędzy czynników, od których zależy szybkość rozkładu, (p. Gnicie i butwienie) wywiera w świeżym, mocno jeszcze wilgotnym nawozie stajennym wpływ decydujący *tlen*, tak co do siły, jak i co do kierunku procesów rozkładowych. Świadczą o tem wymownie przedewszystkiem wielkie różnice w podniesieniu się ciepłoty gnoju, podlegającego rozkładowi wobec obfitego albo też wobec skąpego dostępu powietrza. Różnice te, widoczne nawet bez użycia termometru, wyrobiły w praktyce pojęcie o rozkładzie zimnym i rozkładzie gorącym, oraz o paleniu się nawozu stajennego. W badaniach ściślejszych mierzył je Gayon, umieściwszy z dwóch porcyi świeżego nawozu końskiego, ważących po 250 *kg.*, jednę w skrzyni sześciennej o krawędziach 1 *m.* długich, zrobionej z siatki drucianej, drugą zaś w skrzyni takich samych rozmiarów zbitej z desek. Termometry umieszczone w rozmaitych głębokościach wykazały w okresie, w którym temperatura otaczającego powietrza wahała się między 8 a 10° C, następującą ciepłotę gnoju:

	w skrzynce z siatki		w skrzynce z desek	
w głębokości	1 dnia	od 2 do 6 dnia	1 dnia	od 2 do 6 dnia
10 *cm.*	12° C	58—72° C	15° C	11.5—15° C
25 „	12 „	53—70 „	15 „	12—22 „
50 „	12 „	47—66 „	15 „	13—18 „
75 „	13 „	44—60 „	17 „	12—18 „

W skrzynce zatem z desek, do której dostęp powietrza był utrudniony, nawóz miał tylko w pierwszym dniu ciepłotę nieco wyższą, niezawodnie wskutek ograniczenia zetknięcia bezpośredniego z zimniejszem powietrzem zewnętrznem. Natomiast już drugiego dnia w skrzynce z siatki podniosła się ciepłota bardzo znacznie, z powodu

mocnego samoogrzewania się gnoju podczas energicznego rozkładu, gdy tymczasem nawóz w skrzynce z desek mało co się zagrzał. W pierwszym przypadku najwyższe podniesienie się temperatury stwierdzono trzeciego dnia, zaś w drugim—drugiego dnia. Nawóz, rozkładający się w skrzynce z siatki wobec obfitszego przystępu tlenu, miał przytem najwyższą temperaturę w warstwie wierzchniej; zaś w warstwach głębszych, mocniej ubitych, ogrzewanie nawozu było słabsze, niezawodnie wskutek nieco już tu utrudnionej wymiany gazów.

Wpływ stopnia ubicia na temperaturę rozkładającego się gnoju, daje się również zauważyć w wielkich stosach na wolnem powietrzu złożonych. Najsilniej ogrzewa się w nich nawóz w warstwie wierzchniej a w głębszych coraz słabiej. W świeżym nawozie podniesienie się temperatury może nawet przekroczyć granice w doświadczeniu Gayona stwierdzone. Tak np. znajdowano stan ciepłoty w stosie nawozowym:

blizko powierzchni	65—70°C
w środku . . .	35 „
w spodzie . . .	25 „

Temperatura gnoju silniej rozłożonego bywa natomiast mniej wysoką. W takim nawozie wykazywał np. termometr, zależnie od założenia w większej lub też mniejszej głębokości, tylko 28—35°C.

Ciekawą jest rzeczą, że działalność drobnoustrojów, rozkładających nawóz wobec obfitego dostępu powietrza, czyli t. zw. aerobicznych, nie ustaje nawet w chwili, kiedy samoogrzewanie się nawozu dosięga bardzo wysokiej granicy. Jak to wykazały mianowicie doświadczenia Schloessinga, odbywa się jeszcze wcale energicznie rozkład nawozu końskiego pod wpływem bakteryj w temperaturze 65.5° a nawet 72.5°, zaś słabo—jeszcze i w temperaturze 73°C. Dopiero gdy się ciepłota podniesie wyżej, ustaje rozkład biologiczny, przez bakterye wywoływany, a rozpoczynają się procesy czysto chemicznego utleniania. Jeżeli nawóz jest dosyć suchy, może wówczas nastąpić, wskutek silnego zagrzania się i powstawania łatwo zapalnych związków, zajęcie się stosu płomieniem.

W ścisłym związku z różną intensywnością samoogrzewania się i rozkładu, zależną od mniejszej lub większej obfitości dochodzącego powietrza atmosferycznego, stoi jakość procesów rozkładowych. Świadczy o tem rozmaitość składu mieszaniny gazów, nagromadzających się, jako ostatecznych produktów rozkładu, w rozmaitej głębokości stosów gnojowych. Tak np. Déhérain znajdował w próbce gazu wypompowanej z warstwy:

	wierzchniej	środkowej	spodniej
bezwodnika węglowego (CO_2)	21.6 % obj.	31.0 % obj.	37.1 % obj.
tlenu (O)	0.0 „	0.0 „	0.0 „
azotu (N)	78.4 „	35.5 „	4.9 „
gazu błotnego (CH_4) . . .	0.0 „	33.5 „	58.0 „

W warstwie wierzchniej zatem znaleziono powietrze pozbawione tlenu, zużywanego energicznie przez butwiejącą materyę organiczną i zastąpionego prawie takąż samą objętością bezwodnika węglowego. Odpowiada to zupełnie stosunkowi w wymianie gazów podczas utleniania węgla, przy którem na każdą jednę objętość zużytego do spalenia tlenu tworzy się jedna objętość kwasu węglowego. Gazowych produktów gnicia tu nie znaleziono. Inaczej rzecz się przedstawia w składzie gazów zaczerpniętych z warstw głębszych, do których powietrze nie może tak łatwo dochodzić. Tu mamy do czynienia z powietrzem pozbawionem tlenu i jak wskazuje zawartość azotu, niższa od znajdującej się w atmosferze, rozcieńczonem gazami, powstającymi przy gniciu bez udziału tlenu atmosferycznego, a mianowicie bezwodnikiem węglowym, (którego mieszanina zawiera znacznie więcej, niżby odpowiadało ilości zużytego tlenu powietrza) i metanem, czyli gazem błotnym. Najwięcej tych gazów nagromadziło się w spodniej warstwie nawozu, dokąd dostęp powietrza, jak to widać z niskiej zawartości azotu był najsilniej ograniczony. Oprócz bezwodnika węglowego powstaje w nawozie gnijącym bez tlenu, w razie przewagi reakcyi kwaśnej, w ilości obfitszej zamiast metanu, wolny wodór.

Z powodu różnorodności, zarówno ciał organicznych w świeżym nawozie się znajdujących, jak i drobnoustrojów niszczących je i mineralizujących, nie odbywa się podczas rozkładu gnoju, czy to wobec dostępu tlenu, czy też wobec braku tego gazu, jakiś tylko jeden proces, dający się ująć

w ścisłą chemiczną formułę. Przeciwnie mamy tu zawsze do czynienia z całym szeregiem rozmaitych przemian chemicznych, z których, zależnie od rodzaju nawozu i warunków zewnętrznych, towarzyszących rozkładowi, jedne lub też drugie nad innemi przeważają. Przemiany związków azotowych oraz bezazotowych, największe mające znaczenie dla praktyki rolniczej i najlepiej dotąd zbadane, opisujemy obszerniej w dwóch najbliższych rozdziałach.

1. *Przemiany związków azotowych.*

Azot znajdujący się w zupełnie świeżym nawozie w postaci ciał organicznych, bądź przechodzi podczas rozkładu w amoniak i kwas azotowy, bądź też wydziela się w postaci wolnego gazu. Może się również odbywać wsteczna przemiana rozpuszczalnych związków azotowych (amoniaku, azotanów lub organicznych połączeń) na ciała organiczne nierozpuszczalne i trudno przyswajalne dla roślin. Z pomiędzy zatem przemian związków azotowych odróżniamy: *fermentacyę amoniakalną, nitryfikacyę, powstawanie wolnego azotu i reprodukcyę nierozpuszczalnych ciał organicznych.*

1. *Fermentacya amoniakalna.* Właściwej fermentacyi, której głównym obfitym produktem jest amoniak, podlegają podczas rozkładu nawozu składniki azotowe moczu, jak mocznik, kwas hippurowy oraz kwas moczowy.

Podczas fermentacyi amoniakalnej mocznika zachodzi złączenie się atomów węgla, wodoru, tlenu i azotu tegoż związku z elementami wody i rozszczepienie na kwas węglowy i amoniak, łączące się razem w węglan amonowy. Przebieg tego procesu możemy wyrazić następującymi wzorami chemicznymi:

$$\underset{\text{(mocznik)}}{CO\begin{matrix}<^{NH_2}\\ _{NH_2}\end{matrix}} + \underset{\text{woda}}{H_2O} = \underset{\text{(bezwodnik węglowy)}}{CO_2} + \underset{\text{(amoniak)}}{2(NH_3)}$$

$$\text{zaś } CO_2 + 2(NH_3) + H_2O = \underset{\text{(węglan amonowy)}}{(NH_4)_2\,CO_3}$$

Fermentacya zatem amoniakalna mocznika polega na uwodnieniu (hydratacyi) i rozszczepieniu. Jest to proces biologiczny, odbywający się pod wpływem rozmaitych mikroorganizmów, i to tak bakteryj jak i grzybów. Z pośród bakteryj, wykrytych dotąd w fermentującym moczu, rozkładają mocznik: *micrococcus ureae* (dawniej uważany za specyalny ferment mocznikowy), *micrococcus ureae liquefaciens*, oraz różne formy lasecznika—*Bacillus ureae*. Z grzybów rozkładają mocznik pewne pleśnie np. *Aspergillus*.

Wedle wszelkiego prawdopodobieństwa rozkład kwasów hippurowego oraz moczowego odbywa się pod wpływem tychże samych drobnoustrojów. Co się tyczy kwasu hippurowego, to rozkład fermentacyjny rozpoczyna się rozszczepieniem, po przybraniu elementów wody, na składowe związki: bezazotowy—kwas benzoesowy i azotowy—glykokol (kwas amidooctowy), wedle wzoru chemicznego:

$$\underset{\text{(kwas hippurowy)}}{CH_2.NH(C_6H_5.CO)\,COOH} + \underset{\text{woda}}{H.HO} =$$

$$= \underset{\text{(kwas benzoesowy)}}{C_6H_5.COOH} + \underset{\text{(glykokol)}}{CH_2.NH_2.COOH}$$

Dalsze losy tych produktów rozszczepienia nie są dotąd ściśle zbadane. Ostatecznie jednak azot glykokolu przechodzi prawie całkowicie w amoniak, gdyż po skończonej fermentacyi moczu roślinożernych zwierząt (zawierającego kwas hippurowy) można odnaleźć, tak samo jak w moczu zwierząt mięsożernych, prawie całą ilość azotu w postaci węglanu amonowego.

Fermentacya kwasu moczowego ma przebieg zupełnie analogiczny z fermentacyą mocznika. Poprzedza ją tylko czysto chemiczne utlenienie, i rozszczepienie wobec alkalicznej reakcyi na bezwodnik węglowy, mocznik i kwas allanturowy (związek pokrewny z mocznikiem). Pod wpływem żyjących fermentów azot tych dwóch ostatnich związków przechodzi ostatecznie w amoniak, łączący się częściowo z kwasem węglowym na węglan, a częściowo z kwasem szczawiowym, powstałym równocześnie podczas fermentacyi kwasu allanturowego, na—szczawian amonowy. Nawiasowo należy tu nadmienić, że te przemiany odbywały się na wielką skalę podczas powstawania guana z odchodów ptasich, w których kwas moczowy znajduje się w znacznej ilości.

Fermentacya moczu pozostawionego na powietrzu rozpoczyna się bardzo szybko, zarodki bowiem wywołujących ją fermentów znajdują się wszędzie w powietrzu, a osobliwie obficie tam, gdzie mocz ciągle się nagromadza i rozkłada, zatem w stajniach. Tu w ciągu kilku godzin mogą się już wytworzyć w moczu znaczne ilości amoniaku. Wszczęcie fermentacyi zdradza mętnienie moczu, (z powodu osadzania się ciał w wodzie rozpuszczalnych lecz nierozpuszczalnych w roztworach amoniakalnych),

ostra woń amoniaku i wzmagająca się alkaliczność. Drobnoustroje fermentacyi amoniakalnej moczu należą do bardzo wytrwałych i nie potrzebują dla swej działalności jakichś specyalnych korzystnych warunków. Produkują one równie dobrze węglan amonowy wobec dostępu tlenu jak i w nieobecności tego gazu, tylko w atmosferze czystego wodoru i kwasu węglowego czynność ich bywa nieco osłabioną, natomiast w czystym azocie pracują tak samo energicznie jak w powietrzu atmosferycznem. Odczyn alkaliczny cieczy sprzyja fermentacyi; odbywa się też ona jeszcze w moczu, w którym alkalicznie reagujący węglan amonowy już nagromadzi się w większej ilości. Reakcya kwaśna zwalnia energię procesu, ale go nie tamuje zupełnie, jeżeli pewnej granicy nie przekroczy. W cieczach silniej zakwaszonych fermentacya nie odbywa się, zarodniki jednak bakteryj długo utrzymują się przy życiu, czekając przyjaźniejszej chwili do rozpoczęcia działalności.

Fermentacyi moczu, tak jak wogóle wszystkim procesom rozkładowym, sprzyja wyższa temperatura, proces nie ustaje jednak nawet w temperaturze graniczącej blizko 0°C. Tak np. w doświadczeniach Müntza w okresie czasu od 17 grudnia do 24 lutego, w którym średnia temperatura otoczenia wynosiła zaledwie 2°, przeszło w amoniak azotu:

	w moczu końskim z pierwotnych 1125 *mg.*	w moczu krowim z pierwotnych 900 *mg.*	w moczu owczym z pierwotnych 375 *mg.*
po 3-ch dniach	6.0 *mg.*	5.2 *mg.*	8.4 *mg.*
po 12-u „	83.5 „	57.5 „	59.9 „
po 19-u „	158.4 „	95.4 „	98.8 „
po 69-u „	436.5 „	226.0 „	243.5 „

Jak zatem widzimy, nawet w tak niskiej ciepłocie przeszło ostatecznie, po upływie dwóch miesięcy, w amoniak z pierwotnie zawartego azotu:

w moczu końskim	45 %
„ krowim	25 „
„ owczym	65 „

W temperaturze wyższej energia fermentacyi wzrasta bardzo znacznie. W tychże samych doświadczeniach Müntza w przeciągu dwóch miesięcy przeszło w amoniak w temperaturze średniej 12°C. z pierwotnej ilości azotu:

w moczu końskim	70 %
„ krowim	79 „
„ owczym	75 „

W temperaturze zaś około 20°C. w ciągu miesiąca jednego w nierozcieńczonym moczu zamieniało się na amoniak około 90 % azotu. A nie ulega wątpliwości, że w stajni przebieg procesu bywa daleko żwawszy, z powodu łatwiejszego zakażania się moczu w zetknięciu ze ściółką, na której nie brak nigdy drobnoustrojów gotowych do pobudzenia fermentacyi amoniakalnej.

Wskazówkę, że fermencya amoniakalna moczu może mieć przebieg znacznie żywszy niż w próbach Müntza, mamy mianowicie w doświadczeniach Wagnera, w których znaleziono na 100 części azotu całkowitego azotu amoniakalnego:

w moczu końskim świeżym	2.55 %
po upływie 24 godzin	6.38 „
„ „ 48 „	59.97 „
„ „ 72 „	84.18 „
„ „ 96 „	91.07 „

Mocz był trzymany w zwykłej pokojowej temperaturze i już w ciągu czterech pierwszych dni fermentacya amoniakalna prawie zupełnie się w nim skończyła. Jeszcze zaś żwawszy był przebieg fermentacyi, gdy do moczu dodano, w celu przyspieszenia zakażenia, małą ilość kału. Wówczas już pod koniec drugiego dnia znaleziono w amoniaku 87.21 % azotu.

Amoniak, a raczej węglan amonowy może również tworzyć się podczas rozkładu azotowych związków organicznych, znajdujących się w kale zwierzęcym i w materyałach na podściół użytych. Produkcya przecie amoniaku z tych związków jest bez porównania mniej obfita i nawet niema cech procesu fermentacyjnego, objawiającego się zwykle burzeniem, wskutek tworzenia się gazów w znacznej ilości. Osobliwie powolnie powstaje amoniak z ciał azotowych odchodów stałych, jeżeli rozkład ich odbywa się w obecności tlenu; w tym też przypadku ulatnianie się amoniaku prawie zupełnie nie następuje. Z ilości np.

amoniaku, które się ulotniły w doświadczeniach autora z kału rozmaitych zwierząt, rozkładającego się w ciągu 15 do 45 dni w obecności tlenu, można wnosić, że z całorocznej produkcyi kału zwierzęcego mogą się podczas rozkładu ulotnić co najwyżej następujące ilości azotu w postaci amoniaku:

	roczna produkcya	zawartość azotu	ilość ulotniającego się azotu amoniakalnego
kał konia	5550 *kg.*	27.75 *kg.*	0.111 *kg.* czyli 0.40 %
„ krowy	7300 „	29.20 „	0.073 „ „ 0.25 „
„ owcy	730 „	5.30 „	0.010 „ „ 0.20 „

Przypuszczać możnaby jednakże wobec tych liczb, że amoniak tworzy się w ilości obfitszej i podczas rozkładu odchodów stałych w obecności tlenu, a jeżeli nie doznaje ulotnienia, to tylko wskutek silnego wiązania (przeprowadzania w związki nielotne) przez ciała organiczne, w kale świeżym już się znajdujące lub też tworzące się podczas rozkładu. Prawdopodobieństwo jednak tego przypuszczenia znika wobec oznaczeń ilości amoniaku związanego, dającego się odnaleźć w kale rozłożonym. Znaleziono np. po rozkładzie na 100 *kg.* kału:

	azotu amoniakalnego związanego
końskiego	0.0029—0.0073 *kg.*
krowiego	0.0218 „

co znaczy, że ze 100 części azotu pierwotnie w świeżym kale znajdującego się odnaleziono w postaci związanego amoniaku w rozłożonym kale:

końskim	0.66—1.69 części
krowim	4.77 „

W celu wykrycia czynników, pobudzających produkcyę amoniaku, podczas rozkładu stałych odchodów wobec dostępu tlenu, badano w specyalnych doświadczeniach wpływ obecności mniejszych lub większych ilości moczu, wyższej temperatury jako też obecności wapna palonego lub węglanu wapniowego. Rezultaty okazały, że te czynniki nie wywierają korzystnego wpływu. Wobec tego nie podlega wątpliwości, że podczas rozkładu kału jakiegokolwiek zwierzęcia gospodarskiego w obecności tlenu, amoniak ani się w obfitej ilości nie ulatnia, ani też zgoła nie tworzy. Fakt ten ma dla praktyki rolniczej ważne znaczenie i w rozdziale traktującym o działaniu gnoju znajdzie poniżej właściwe uwzględnienie.

Inaczej rzecz się ma natomiast z produkcyą amoniaku, podczas rozkładu odchodów stałych wobec utrudnionego dostępu tlenu lub w zupełnej nieobecności tego gazu. Wówczas wprawdzie tak samo nie daje się bynajmniej zauważyć ulatnianie amoniaku w znaczniejszej nieco ilości, ale bądź co bądź w kale, w tych warunkach rozłożonym, nagromadza się pewna ilość amoniaku związanego. Tak np. w jednem z doświadczeń znaleziono następujące różnice w ilości związanego azotu amoniakalnego, zależnie od tego czy tlen dochodził do rozkładającego się kału końskiego, czy też był zupełnie niedopuszczony:

po rozkładzie:	na 100 *g.* świeżego kału znaleziono azotu w amoniaku związanym
w tlenie	7.3 *mg.* czyli 1.69 %
w powietrzu	2.9 „ „ 0.66 „
w azocie	47.5 „ „ 11.00 „

Ponieważ w praktyce dostęp tlenu reguluje się, podczas przechowania gnoju, przez mniej lub więcej silne ubicie, przeprowadzono specyalne doświadczenia, w celu zbadania, o ile oddziaływa ubicie kału na tworzenie się amoniaku podczas rozkładu. W tym celu jedne porcye kału trzymano przez 2 do 2½ miesięcy w cienkiej warstwie na wielkich miskach odkrytych, inne w wązkich naczyniach szklanych w stanie nastroszonym, inne wreszcie w bardzo wązkich cylindrach w stanie jak najsilniej ubitym. Rezultaty wypadły jak następuje:

w kale:	na 100 *g.* świeżego kału przybyło azotu amoniakalnego
A) rozpostartym	—10.9 *mg.* czyli — 3.13 %
b. mocno ubitym	+ 31.0 „ „ + 8.91 „
B) rozpostartym	—10.2 „ „ — 2.92 „
luźno trzymanym	—10.7 „ „ — 3.08 „
b. mocno ubitym	+ 40.1 „ „ + 11.52 „

Wobec różnic powyższych uprawnionem jest twierdzenie, że *obfitsze uruchomienie azotu w organicznych związkach, zawartych w stałych odchodach zwierzęcych, na-*

stępuje tylko podczas rozkładu w nieobecności tlenu lub wobec utrudnionego dostępu tego gazu, zatem podczas gnicia.

Co się tyczy azotowych ciał organicznych ściółki, to jakkolwiek brak specyalnych badań nad ich zachowaniem się podczas rozkładu w obecności tlenu i bez tlenu, to wątpliwości nie podlega, że będą się pod względem produkcyi amoniaku daleko więcej zbliżały do składników kału zwierzęcego, aniżeli do składników moczu. W doświadczeniach przynajmniej Héberta wykonanych ze słomą, ilość amoniaku nietylko nie powiększała się podczas rozkładu, ale przeciwnie zmniejszała.

2. *Nitryfikacya.* Azotany nie znajdują się ani w odchodach stałych ani też w moczu, niema też ich w świeżym nawozie stajennym. W nawozie natomiast rozłożonym znajduje się zwykle pewna ilość azotu w postaci kwasu azotowego, czasem nawet wcale znaczna.

Niezawodnym jest zatem faktem, że podczas rozkładu gnoju odbywa się, tak samo jak w ziemi, nitryfikacya, a materyałem utleniającym się na kwas azotowy jest amoniak. Nie zbadano jednakże dotąd, jakim drobnoustrojom zawdzięcza kwas azotowy swoje powstanie. Ponieważ osobliwie obficie tworzy się kwas azotowy w gnoju w którym znajduje się ziemia, bądź użyta na podściół, bądź w celu lepszej konserwacyi azotu, jest rzeczą prawdopodobną, że amoniak, powstający podczas fermentacyi moczu, mogą utleniać na kwas azotowy te same drobnoustroje, które wywołują nitryfikacyę w glebie (p. Nitryfikacya). Nie jest jednakże wykluczonem przypuszczenie, że nitryfikacya azotu podczas rozkładu nawozu stajennego jest również dziełem jakichś odrębnych mikroorganizmów. Za takiem przypuszczeniem przemawia przynajmniej stwierdzony w badaniach fakt, że organizmy produkujące kwas azotowy w ziemi nie mogą się dobrze rozwijać w obecności znaczniejszej ilości ciał organicznych, co właśnie zachodzi w rozkładającym się oborniku.

3. *Wydzielanie azotu wolnego.* Fakt, że azot wolny może się wydzielać podczas rozkładu materyi organicznej w nieobecności tlenu lub w razie niedostatecznego przystępu tego gazu, jeżeli obok ciał gnijących znajdują się azotany, jest oddawna znany i nie ulega wątpliwości. W tym przypadku utlenienie materyi organicznej odbywa się kosztem tlenu dostarczanego przez kwas azotowy, który równocześnie doznaje odtlenienia czyli t. zw. redukcyi, (p. Gnicie i butwienie, T. III str. 260). Wskutek tego odtlenienia powstaje z kwasu azotowego kwas azotawy i jeszcze niższe tlenowe związki azotu, oraz wydziela się wolny azot. W razie zaś, gdy powstający wskutek redukcyi kwas azotawy znajdzie się w obecności amoniaku lub ciał organicznych pokrewnych z amoniakiem (amin i amidów), następuje wydzielenie się w postaci wolnego gazu, zarówno azotu kwasu azotawego jak i azotu zawartego w amoniaku, wskutek wzajemnego działania na siebie tych związków.

Z góry też można było wnosić, że taka denitryfikacya jest możliwą i podczas gnicia nawozu stajennego. A liczne spostrzeżenia w ostatnich czasach zrobione, które zyskały wielki rozgłos, najzupełniej potwierdziły wiarygodność tego wniosku. Przekonano się mianowicie, że dodatek kału zwierzęcego do roztworu jakiejkolwiek soli kwasu azotowego (saletry) wywołuje energiczną fermentacyę, wskutek której wydziela się wolny azot, a kwas azotowy może nawet zupełnie zniknąć z roztworu wskutek rozkładu. Wedle spostrzeżeń Burriego i Stutzera, niedawno opublikowanych, rozkład azotanów w tym przypadku ma być wspólnem dziełem dwóch bakteryj, z których każda z osobna zachowuje się wobec kwasu azotowego zupełnie obojętnie. Jednym z tych mikroorganizmów ma być pospolity w odchodach i dawno znany *Bacterium coli commune*, drugim zaś świeżo przez wymienionych autorów odkryty lasecznik, który otrzymał nazwę *Bacillus denitrificans I.* Oba te rodzaje mają redukować kwas azotowy w razie zupełnego braku tlenu na kwas azotawy, zamieniając azotany na azotyny. Redukcya zaś dochodząca aż do wydzielenia wolnego azotu ma być możliwą tylko w obecności tlenu.

Wagner, który uważa denitryfikacyę kwasu azotowego pod wpływem kału za proces mający dla praktyki rolniczej bardzo wielkie znaczenie, wykonał liczne badania, w celu wykrycia czynników, posiadających zdolność zniweczenia w kale zwierzęcym szkodliwego działania w tym kierunku. Między innemi badano, czy nie istnieją znaczniejsze różnice w zachowaniu się wobec azotanów kału świeżego i kału rozłożonego. W tym celu przechowywano większe porcye (po 500 *kg.*) nawozu końskiego, złożonego prawie wyłącznie z kału, przez pięć miesięcy zimowych i wiosennych w dołach cementowanych, przyczem w jed-

nych kał co 5, 10, 15 lub 20 dni przerzucano do innych dołów łopatami w celu przewietrzenia, w innych zaś przez cały czas trwania doświadczenia kału wcale nie ruszano. Z rezultatów okazało się, że kał zarówno przewietrzany, jak i nieprzewietrzany nie zatracił podczas swego rozkładu zdolności denitryfikowania kwasu azotowego, jednakże doznała ta zdolność pewnego osłabienia i to w daleko znaczniejszym stopniu w kale rozłożonym wobec obfitego dostępu powietrza, aniżeli w kale nieprzerzucanym, do którego tlen nie miał łatwego przystępu. Do zupełnego rozłożenia mianowicie 2 *g*. azotu zawartego w roztworze wodnym saletry, pod wpływem 300 *g*. nawozu końskiego:

	potrzeba było dni
świeżego	18
5-io miesięcznego:	
przewietrzanego co 5 dni . . .	106
„ „ 10 „ . . .	101
„ „ 15 „ . . .	103
„ „ 20 „ . . .	103
nieprzewietrzanego	36

Podobne wypadki uzyskano również w doświadczeniach wykonanych w cieplejszej porze roku: rozkład kału w wyższej temperaturze tak samo osłabił zdolność do denitryfikacyi, ale nie zniweczył jej zupełnie. Środki zaś zalecane do konserwacyi azotu podczas przechowywania gnoju, jak gips zwykły, gips z wolnym kwasem fosforowym lub kainit, nie wywarły skutku dodatniego, lecz przeciwnie kał koński, rozłożony w obecności tych środków nawet energiczniej rozkładał saletrę, aniżeli kał przechowany bez dodatku jakiegokolwiek środka. Natomiast silnie przeciwdziałał denitryfikacyi siarkan miedzi, użyty w stosunku 0.1 % wagi kału oraz wolny kwas siarkowy—w stosunku 0.4 %. Wedle spostrzeżeń Burriego i Stutzera, nie sprzyja również denitryfikacyi reakcya nieco silniejsza alkaliczna, tak że skoro w litrze roztworu zakażonego odpowiedniemi bakteryami rozłoży się 5 do 6 *g*. saletry, dalsza denitryfikacya zupełnie ustaje, z powodu nagromadzenia się zbyt znacznej ilości wodnika alkalicznego, powstającego z saletry po zniszczeniu kwasu azotowego.

Oprócz kału zwierzęcego może wywoływać denitryfikacyę kwasu azotowego w roztworach saletry także i słoma, jak to przed kilku już laty spostrzegł Bréal. Co się tycze wpływu słomy, to zasługuje na uwagę fakt, że dodatek słomy do kału zwierzęcego lub też ziemi ogrodowej do słomy znacznie przyspiesza przebieg denitryfikacyi, jak to wskazują rezultaty otrzymane w doświadczeniach Wagnera. Na zupełny rozkład 2 *g*. azotu znajdujących się w roztworze saletry potrzebowało w tych samych warunkach:

a) 300 *g* kału bydlęcego świeżego	12 dn
„ „ „ ze 100 *g* słomy żytniej	7 „
b) 300 *g* kału końskiego rozłożonego	22 „
„ „ „ ze 100 *g* słomy żytniej	8 „
c) 100 *g* słomy żytniej	138 „
4 *kg* ziemi ogrodowej.	400 „
100 *g* słomy i 4 *kg* ziemi	6 „

Jak widzimy, energia denitryfikacyi pod wpływem mieszanin była bez porównania wyższa, aniżeli pod wpływem każdego badanego materyału z osobna. Przyczyna tego dosyć dziwnego zjawiska nie jest jeszcze dostatecznie wyjaśniona. Być jednak bardzo może, że nie odgrywa tu głównej roli rozmaitość ciał, wobec których odbywa się denitryfikacya, lecz poprostu większy zapas ogólny związków organicznych podlegających rozkładowi.

Zauważoną w słomie własność rozszczepiania redukcyjnego azotanów przypisywał Bréal specyalnym drobnoustrojom, na słomie żyjącym. Tego samego zdania są Burri i Stutzer, którzy te drobnoustroje wyhodowali w czystej kulturze i w odróżnieniu od mikroorganizmów denitryfikujących, odkrytych w kale, nazwali *Bacillus denitrificans II.* Główną cechą charakterystyczną dla laseczników, znajdujących się na słomie, ma być zdolność wywoływania intensywnej denitryfikacyi azotanów tylko w nieobecności tlenu lub przy silniej ograniczonym dostępie tegoż gazu. Nadmienić tu przecie należy, że istnienie specyalnych drobnoustrojów (fermentów) denitryfikacyjnych, odszczepiających bezpośrednio tlen od azotanów, nie jest dotychczas stwierdzone w sposób nie pozostawiający pewnych wątpliwości. Przeciwnie, zawsze jeszcze wiele przemawia za zapatrywaniem, że rozkład kwa-

su azotowego następuje podczas denitryfikacyi wskutek redukcyjnego, często chemicznego działania produktów gnicia, wytwarzanych przez rozmaite anaerobiczne bakterye. Między innymi taki charakter procesu wskazuje fakt, że energiczna denitryfikacya może się odbywać tylko w środowiskach, w których nie brak obfitej ilości związków organicznych, łatwo podlegających gnilnym procesom rozkładowym. Tak np. dla wywołania obfitego wydzielania się azotu w roztworze saletry nie wystarcza zakażenie małą ilością kału zwierzęcego lub słomy, lecz trzeba te materyały dodawać w znaczniejszej ilości.

Wydzielanie się wolnego azotu podczas gnicia może się odbywać, jak to z początku zaznaczyliśmy, tylko w obecności azotanów. Jeżeli zaś azotanów niema, to podczas rozkładu gnoju bez dostępu tlenu wolny azot nigdy się nie wydziela. Może natomiast nastąpić wydzielanie się wolnego azotu w nieobecności azotanów, skoro ciała organiczne rozkładają się szybko wobec bardzo obfitego dostępu powietrza. Wówczas azot uwalnia się bezpośrednio z energicznie utleniających się organicznych związków azotowych i tego rodzaju wydzielanie wolnego azotu niema nic wspólnego z denitryfikacyą, zdarzającą się podczas gnicia nawozu. Analogii raczej można się dopatrzeć ze spalaniem się materyi organicznej w wysokiej temperaturze, podczas którego to procesu węgiel utlenia się na bezwodnik węglowy, wodór na wodę, zaś azot wydziela się w małej ilości w połączeniu z wodorem jako amoniak, głównie zaś w postaci wolnego gazu.

Bardzo obfite wydzielanie się wolnego azotu podczas tlenowego intensywnego rozkładu obserwował autor w próbkach kału końskiego, trzymanych w czystym, często świeżo zmienianym tlenie. Straty w azocie z tego źródła pochodzące wynosiły mianowicie na 100 *g* kału świeżego, zawierających 446 *mg* azotu:

po upływie	15 dni	84.9 *mg*	czyli	19.08 %
„	20 „	88.4 „	„	19.85 „
„	33 „	92.3 „	„	20.74 „

Ubyła zatem mniej więcej piąta część i to w stosunkowo krótkim czasie, gdyż główny ubytek przypada na pierwsze dwa tygodnie rozkładu. W innych doświadczeniach znowu wydzielanie się wolnego azotu przy dostatnim dostępie powietrza było daleko mniej obfite, np. nie dochodziło czasem nawet 2 %. Badania ściślejsze nad warunkami, nieprzyjaznymi dla wydzielania się wolnego azotu, podczas rozkładu w obecności tlenu, doprowadziły do przekonania, że w kale trzymanym na wolnem powietrzu i narażonym na obsychanie, azot wolny nie wydziela się w znaczniejszej ilości, chociaż przez zwilżanie od czasu do czasu rozkład się podtrzymuje. W odpowiedniem doświadczeniu otrzymano mianowicie następujące wypadki:

sposób przechowania kału	czas trwania doświadczenia	strata materyi organicznej	strata azotu
1. rozpostarty na misce	72 dni	26.42 %	1.49 %
2. lekko nasypany w naczyniu szklanem przykrytem	78 „	30.46 „	1.57 „
3. mocno ubity w naczyniu szklanem nakrytem	72 „	1.84 „	1.00 „
1. rozpostarty na misce	539 „	41.62 „	3.64 „
2. lekko nasypany w naczyniu szklanem przykrytem	539 „	59.32 „	8.85 „
3. mocno ubity w naczyniu szklanem nakrytem	540 „	12.90 „	1.07 „

Jak się zatem okazało, w pierwszym okresie były straty azotu, z powodu wydzielania się w stanie wolnego gazu, wogóle bardzo niewielkie; w drugim zaś okresie, znacznie dłuższym, strata azotu w kale ubitym, jak się tego należało spodziewać, wcale nie wzrosła, natomiast kał, trzymany na misce na wolnem powietrzu, utracił znacznie mniej azotu, aniżeli kał, który dzięki lekkiemu przykryciu naczynia i luźnemu złożeniu, nie był narażony na przerwy w rozkładzie wskutek przesychania, a mógł się energicznie rozkładać wobec łatwego dostępu powietrza.

Z badań nad wydzielaniem się wolnego azotu podczas rozkładu nawozu stajennego w obecności tlenu, zasługuje na wzmiankę spostrzeżenie przez Pfeiffera zrobione, że

obecność wapna palonego lub węglanu wapniowego ogranicza w wysokim stopniu stratę azotu, mogącą z tego źródła powstać. W doświadczeniach tego badacza trzymano we flaszkach, przez które stale przepuszczano powietrze, mieszaninę składającą się: z 400 *g* torfu zawierających azotu 2.96 *g*

„ 1000 „ moczu krowiego „ 11.63 „
„ 25 „ gnojówki „ 0.10 „

Ogólna zatem zawartość azotu wynosiła 14.69 *g*. Do jednej porcyi niczego nie dodano, do innych zaś wapno lub węglan wapniowy. Po upływie sześciu miesięcy stwierdzono następujące straty w azocie:

w mieszaninie przechowanej w temperaturze pokojowej	wskutek ulotnienia się amoniaku	wskutek wydzielania azotu wolnego
bez żadnego dodatku	1.12 *g*.	3.89 *g*.
z 3 % wapna palonego (CaO)	2.08 „	0.12 „
„ 10 % „ „	2.43 „	0.36 „
z 3 % węglanu wapniowego ($CaCO_3$)	1.26 „	0.19 „
„ 10 % „ „	1.30 „	0.16 „

Mieszanina zatem, rozkładająca się bez wapiennych materyałów, straciła przeszło 25 % azotu wolnego, gdy tymczasem w obecności wapna lub węglanu wapniowego wydzieliło się wolnego azotu przeciętnie zaledwie 0.21 *g* czyli około 1.5 %. Wapno przecie palone, tamując wydzielanie się azotu wolnego, zwiększyło wcale znacznie stratę azotu wskutek ulatniania się amoniaku. Zasługuje jednak na uwagę, że związki wapniowe działały korzystnie tylko w razie przechowania nawozu w zwykłej temperaturze pokojowej. W nawozie zaś trzymanym stale w temperaturze 30—32°C. obecność, czy to wapna palonego, czy też węglanu wapniowego, wcale nie ograniczała wydzielania się azotu w stanie wolnym, a amoniak ulatniał się w jeszcze większej ilości. Wobec tego działania tych dodatków potrzeba jeszcze ściślejszych badań przed wydaniem orzeczenia co do ich użyteczności.

4. *Przemiana wsteczna na związki organiczne.* Jak to powyżej przedstawiliśmy, przechodzi azot, podczas rozkładu czystego moczu, prawie całkowicie w węglan amonowy i w postaci tego związku z roztworu się ulatnia. Innego losu doznaje natomiast azot moczu, jeżeli fermentacya odbywa się w obecności kału lub ściółki. Wówczas pewna tylko ilość amoniaku ulatnia się z mieszaniny w postaci węglanu amonowego, pewna pozostaje w mieszaninie w postaci nielotnych soli amonowych, pewna wreszcie zamienia się w związki organiczne trudno się rozkładające. Stosunek zaś, pomiędzy ilościami amoniaku ulotnionego, związanego i przemienionego w połączenia organiczne, zależy od tego, czy mniej czy też więcej moczu przypada w mieszaninie na pewną ilość kału albo też ściółki. Jeżeli moczu znajduje się stosunkowo wiele, ulatnia się amoniaku więcej, a mniej pozostaje w związkach nielotnych i przeciwnie. Tak np. w doświadczeniach autora przeszło z azotu moczu:

podczas rozkładu:	w amoniak ulotniony	w amoniak związany	w inne związki azotowe
czystej uryny bydlęcej	92.17 %	1.29 %	6.54 %
50 *g* kału + 10 cm^3 moczu	26.46 „	27.55 „	45.99 „
50 *g* „ + 20 „ „	55.22 „	11.47 „	33.31 „

Doświadczenia z moczem i kałem końskim przyniosły takie same rezultaty. I w tym przypadku odnaleziono z azotu moczu tylko $^2/_3$ lub $^3/_4$ w amoniaku ulotnionym i związanym, reszta zaś znajdowała się w innych związkach. Zauważony zaś we wszystkich doświadczeniach ubytek azotu amoniakalnego, można objaśnić tylko tem, że *amoniak, tworzący się w mieszaninie odchodów stałych i płynnych podczas fermentacyi moczu i zatrzymany przez kał, służy za pokarm grzybom, rozwijającym się w sprzyjających warunkach bujnie na mieszanych odchodach i może być zamieniony przez nie, nawet w znacznej ilości, w azotowe organiczne połączenia.* Natura tych organicznych połączeń nie jest dokładnie znaną, wiadomo jednak, że należą one do rzędu silnie opierających się rozkładowi.

O ile się zdaje, taka sama wsteczna przemiana amoniaku na ciała organiczne

odbywa się podczas fermentacyi moczu w obecności słomy, jak również innych podściołów. Może jej ulegać nietylko amoniak, lecz także kwas azotowy azotanów, pobieranych przez grzyby jako pokarm. To też nawet w warunkach, w których może się odbywać w gnoju energiczna denitryfikacya kwasu azotowego, jak to spostrzegli Burri i Stutzer, tylko około 80 % azotu wydziela się w postaci wolnego gazu, reszta zaś, przez bakterye zaasymilowana, pozostaje w ich organizmie w postaci połączeń organicznych.

5. *Zebranie głównych spostrzeżeń.* Z dotychczasowych badań nad przemianami związków azotowych podczas rozkładu nawozu stajennego, które streściliśmy w tym rozdziale, można wysnuć następujące ostateczne wnioski, mające ważne znaczenie dla praktyki:

1. Związki azotowe moczu podlegają łatwo i bardzo szybko zupełnej przemianie na węglan amonowy, który może się całkowicie ulotnić, jeżeli fermentacyi amoniakalnej podlega mocz czysty.

2. Skoro mocz rozkłada się w obecności kału lub ściółki, ulatnianie się amoniaku doznaje znacznego ograniczenia. Amoniak powstały podczas fermentacyi moczu i zatrzymany przez kał lub ściółkę pozostaje po części w postaci nielotnych soli amonowych, po części zaś przechodzi, w skutek spożywania przez grzyby, w związki azotowe organiczne trudno rozkładalne.

3. Podczas rozkładu kału zwierzęcego w obecności tlenu, amoniak nie tworzy się w znaczniejszej ilości. Ani wyższa temperatura ani też obecność moczu lub związków wapniowych powstawania amoniaku w tych warunkach nie przyspieszają.

4. W kale zwierzęcym, rozkładającym się w nieobecności tlenu, lub przy bardzo skąpym dostępie tego gazu, gromadzą się dosyć znaczne ilości związanego amoniaku.

5. W nawozie rozkładającym się w obecności tlenu może się z amoniaku tworzyć, wskutek nitryfikacyi, kwas azotowy. Obecność ziemi, o ile się zdaje, sprzyja temu procesowi.

6. Powstający podczas nitryfikacyi kwas azotowy, dostawszy się do miejsc, do których tlen powietrza nie dochodzi łatwo, może uledz odtlenieniu na kwas azotawy, niższe tlenki azotowe lub na wolny azot, wskutek denitryfikowania, zachodzącego w tych warunkach pod wpływem kału i słomy. Denitryfikacya ta nie może się odbywać przy dostatecznie silnej reakcyi alkalicznej gnoju.

7. Wolny azot nie wydziela się podczas rozkładu gnoju w nieobecności tlenu lub przy bardzo ograniczonym dostępie tego gazu, jeżeli niema obecnych azotanów. Natomiast możliwe jest obfite wydzielanie się wolnego azotu w nieobecności azotanów, jeżeli tlen dochodzi do rozkładającego się gnoju w dosyć obfitej ilości.

8. Wydzielanie się obfitsze wolnego azotu w tych ostatnich warunkach następuje tylko wówczas, gdy rozkładający się gnój ma stale odpowiednią, dosyć znaczną wilgotność. Przesychanie zaś ogranicza wywiązywanie się azotu w bardzo wysokim stopniu, prawdopodobnie wskutek powstrzymywania rozwoju właściwych temu procesowi drobnoustrojów. Wedle wszelkiego prawdopodobieństwa wydzielanie wolnego azotu powstrzymuje również reakcya alkaliczna.

2. *Przemiany związków bezazotowych.*

Związki organiczne bezazotowe znajdują się w gnoju głównie w kale oraz podściole. Jeżeli rozkład gnoju odbywa się wobec obfitego dostępu tlenu, doznają one utlenienia na bezwodnik węglowy i wodę. Wówczas materya organiczna szybko ubywa. Jeżeli zaś dostęp tlenu jest utrudniony albo też zupełnie zamknięty, powstaje stosunkowo mniejsza ilość produktów gazowych, a pomiędzy nimi, jak to już wyżej widzieliśmy, znajduje się, obok bezwodnika węglowego, także gaz błotny oraz wodór. W tym ostatnim przypadku nagromadzają się w rozkładającej się masie pośrednie niedotlenione produkty rozkładowe stałe, a strata materyi organicznej jest bezporównania mniejsza. Jak wielką może być różnica w ubytku substancyi spalnej, zależnie od tego, czy tlen ma łatwy albo też trudny przystęp do rozkładającego się gnoju, wskazują rezultaty opisanego już wyżej doświadczenia autora nad wpływem tlenu na wydzielanie się wolnego azotu. Ubyło mianowicie ciał organicznych:

	w kale ubitym	w kale nieubitym
po 2½ miesiącach	1.84 %	30.46 %
po 18 „	12.90 „	59.32 „

Takie zaś rezultaty nie należą do wyjątkowych, lecz powtarzały się w każdem doświadczeniu wykonanem w tymże samym

celu. Nie ulega też najmniejszej wątpliwości, że *najlepszym i najtańszym środkiem do zmniejszenia straty materyi organicznej podczas rozkładu gnoju jest utrudnienie dostępu powietrza za pomocą silnego ubicia.*

Zmiany chemiczne, jakim w tych warunkach podlegają ciała bezazotowe gnoju, nie są jeszcze dotąd należycie zbadane. Ściślejsze badania wykonał tylko Hébert nad rozkładem słomy. Okazuje się z nich, że pewne składniki słomy ulegają fermentacyi metanowej, jeżeli w środowisku utrzymuje się stale dosyć silna reakcya alkaliczna, a fermentacyi masłowej, (charakteryzującej się wydzielaniem wolnego wodoru), jeżeli środowisko ma odczyn kwaśny, bądź z natury, bądź też wskutek nagromadzenia się kwasów organicznych, podczas gnicia powstałych. Z pomiędzy rozmaitych składników słomy nasamprzód znikają najłatwiej rozkładalne, jak cukier gronowy, dekstryna, tłuszcze i t. p. Mniej szybko rozkładają się takie węglowodany, jak błonnik (celluloza) i guma drzewna, zaś najsilniej opiera się rozkładowi drzewnik. Zauważono mianowicie następujące ubytki w słomie, która ulegała w ciągu 2—3-ch miesięcy w alkalicznych roztworach fermentacyi metanowej:

cukru i dekstryny	100 %
błonnika	50.35—57.65 %
gumy drzewnej	31.40—60.30 „
drzewnika	16.13—46.18 „

Ubywający drzewnik, ma się wedle Héberta po części rozpuszczać w alkalicznym roztworze gnojówki, po części zaś spalać na kwas węglowy i wodę.

Podczas rozkładu kału lub słomy w obecności tlenu i reakcyi alkalicznej następuje ciemnienie lub czernienie tak rozkładających się materyałów jak i odciekającej z nich gnojówki. Przyczyną jest niezawodnie utlenianie się w tych warunkach garbników. Jeżeli zaś obecność tlenu nie towarzyszy rozkładowi, to substancya rozkładająca się nietylko nie czernieje, lecz przeciwnie nawet staje się jaśniejszą.

3. Znaczenie praktyczne procesów rozkładowych.

Nieuniknionem następstwem rozkładu nawozu stajennego jest mniejsza albo też większa strata materyi organicznej, zamienionej na związki gazowe, wskutek czego zmniejsza się ilość nawozu, a równocześnie zmieniają jego własności. Podczas rozkładu giną bowiem przedewszystkiem te ciała organiczne, które stosunkowo łatwiej podlegają niszczącej działalności grzybów i bakteryj, pozostają zaś przeważnie takie, które procesom rozkładowym stawiają silniejszy opór. Gdy zatem w nawozie świeżym znajduje się jeszcze wiele materyi roślinnej niezmienionej (podściół) lub mało zmienionej (odchody zwierzęce stałe), w nawozie rozłożonym znajdujemy substancyę organiczną, co do istoty swej i własności tem więcej zbliżoną do próchnicy czyli humusu, im bardziej rozkład się naprzód posunął.

Stratę na masie nawozu, ponoszoną wskutek rozkładu, wynagradzają jednak pewne korzystne zmiany. Do takich zaliczyć należy doprowadzenie materyałów służących do produkcyi gnoju do pewnego wyrównania pod względem wartości nawozowej. W świeżym zupełnie oborniku, części składowe: mocz, kał i ściółka znajdują się obok siebie niedostatecznie jeszcze wymieszane, bez należytego, jeżeli się można tak wyrazić—wzajemnego złączenia. Nawóz przegniły przedstawia natomiast masę więcej jednolitą, w której składające ją główne materyały straciły niejako swe odrębne cechy. Największej zmiany doznają pod względem fizycznych własności materyały podściołowe. Te miękną, nasycają się moczem, mieszają z kałem i z twardych, opierających się przeciwko rozdarciu, stają się mazistymi i kruchymi. Wskutek tego nawóz rozłożony staje się podatniejszym do użycia w polu, daje się łatwiej równo na powierzchni rozrzucić, dokładnie pługiem przykryć, lepiej z ziemią wymieszać, a po przyoraniu nie wyciąga się tak łatwo na wierzch podczas bronowania i t. p. robót. O ile się zdaje, dzięki rozkładowi zatraca się także ujemny wpływ, jaki materyały podściołowe świeże wywierają na rozwój roślin (p. Działanie i wartość nawozowa gnoju).

Wobec tej korzyści strata z masy nawozu nie byłaby wiele znaczącą a w rozkładzie gnoju podczas przechowania nie widzielibyśmy nic tak dalece groźnego, gdyby przemiany zachodzące w związkach azotowych nie były tak dalece niekorzystne, jakiemi one są w istocie.

Jako wielce niekorzystną należy przedewszystkiem uważać fermentacyę amoniakalną, której podlega mocz. Zamienia ona rozpuszczalne azotowe związki organiczne nielotne w węglan amonowy (amoniak), łatwo się ulatniający, wskutek czego znaczna część najwięcej wartościowego azotu może

być z nawozu straconą. Stanowczo też można twierdzić, że byłoby o wiele lepiej, gdyby można było fermentacyę amoniakalną podczas przechowania gnoju powstrzymać a dopuścić ją dopiero po przyoraniu nawozu w ziemi, gdzie ulatniania się amoniaku nie dopuszczałaby—absorbcya gruntowa.

Tak samo niekorzystną jest przemiana podczas rozkładu nawozu amoniaku na kwas azotowy. Związek ten bowiem, jak to wyżej stwierdziliśmy, znalazłszy się przy rozkładających się ciałach organicznych w nieobecności tlenu, może uledz denitryfikacyi, przyczem narażony zostaje na wydzielenie w stanie wolnego gazu nietylko azot jego własny, lecz także azot amoniaku i pokrewnych z amoniakiem związków. Jakkolwiek więc kwas azotowy jest najwięcej odpowiednim pokarmem dla roślin wyższych, proces nitryfikacyjny w przechowywanym oborniku nie jest wcale pożądany.

Bezwzględnie dalej niekorzystnym trzeba nazwać proces bezpośredniego wydzielania się azotu, podczas energiczniejszego rozkładu gnoju w obecności tlenu, jak również wsteczną przemianę amoniaku, kwasu azotowego, lub rozpuszczalnych azotowych ciał organicznych na związki nierozpuszczalne i trudno się rozkładające.

Korzystnem natomiast mogłoby być tylko tworzenie się podczas rozkładu gnoju amoniaku z nierozpuszczalnych azotowych związków kału i ściółki. Ponieważ jednak na te materyały przypada stosunkowo mniej azotu, korzyść z tej przemiany wynikająca zazwyczaj nie może zrównoważyć, nawet w najlepszych warunkach, niekorzyści fermentacyi moczu, nitryfikacyi, denitryfikacyi i bezpośredniego wywiązywania się wolnego azotu. Ostatecznem też następstwem przemian związków azotowych jest to, że gnój co do formy azotu nietylko nic nie zyskuje wskutek rozkładu, lecz przeciwnie może wiele stracić.

Wymowne dowody, że tak się dzieje w istocie, znajdujemy w analizach nawozu stajennego świeżego i przegniłego. Jak to na właściwem miejscu podnieśliśmy, w odchodach całkowitych, świeżo wydzielonych, znaczna część azotu przypada na mocz, a mianowicie, zależnie od rodzaju zwierzęcia i strawności karmy—35 do 75%. Nieznaczna ilość azotu znajdującego się w materyale użytym na podściół, niewiele zmieni ten stosunek w gnoju świeżo wyprodukowanym na niekorzyść azotu zawartego w związkach rozpuszczalnych. Można też liczyć, że przeciętnie w całkiem świeżym oborniku połowa azotu znajduje się w związkach rozpuszczalnych w wodzie, zaś druga połowa w nierozpuszczalnych.

Gdyby zatem zachodzące podczas rozkładu przemiany związków azotowych nie pociągały za sobą tych niekorzystnych skutków, o których wyżej była mowa, powinnibyśmy w nawozie przegniłym znajdować w amoniaku i kwasie azotowym ilość azotu odpowiadającą ilości azotu moczu. Tymczasem wszystkie rozbiory wykazują, że nawet najlepiej przechowane nawozy stajenne zawierają stosunkowo bardzo niewiele tych związków, a stosunek ilościowy azotu rozpuszczalnego (w tych związkach zawartego) do azotu nierozpuszczalnego (zawartego w organicznych ciałach) jest w nawozie rozłożonym daleko mniej korzystny aniżeli w nawozie świeżym. Tak np. w nawozach stajennych analizowanych przez stacyę doświadczalną w Darmsztadzie znajdowano azotu w rozpuszczalnych związkach (amoniaku i kwasie azotowym) tylko 23.1 do 32.9% czyli średnio 26.5%; w próbach zaś gnoju, pochodzącego od gospodarzy, przechowujących nawóz bez należytego starania, znajdowano azotu rozpuszczalnego tylko 8.3, 7.4 a nawet w jednym przypadku zaledwie 0.99% ogólnej zawartości azotu. Gdy zatem w nawozie świeżym stosunek pomiędzy ilością azotu nierozpuszczalnego i rozpuszczalnego wynosi przeciętnie 1 : 1, w gnoju przegniłym znajdowano na 1 część azotu w związkach nierozpuszczalnych azotu w związkach rozpuszczalnych—przy przechowaniu:

starannem	0.30 do 0.39	średnio 0.36	części
mniej starannem	0.09 „ 0.08	lub 0.01	„

O wielkości strat w azocie podczas rozkładu i o środkach, za pomocą których można im do pewnych granic zapobiegać, będzie mowa na właściwem miejscu, w rozdziale traktującym o przechowaniu gnoju. Tu dla lepszego jeszcze uwidocznienia, jak dalece niekorzystnie może zmienić się, wskutek rozkładu, wartość nawozu stajennego, przytaczamy rezultaty starego doświadczenia Wolffa, w którem stwierdzono następujące zmiany w 7165 *kg.* gnoju, trzymanych przez 15½ miesięcy w stosie na wolnem powietrzu:

	w nawozie świeżym	w nawozie rozłożonym
azotu wogóle . .	32.75 *kg.*	14.45 *kg.*
„ w związkach organicznych:		
nierozpuszczalnych. . . .	17.20 „	11.50 „
rozpuszczalnych.	12.55 „	2.55 „
azotu w amoniaku.	3.00 „	0.40 „

W ciągu zatem tego długiego wprawdzie okresu czasu, stracił nawóz pozostawiony bez należytej opieki 55.9%, a strata rozciąga się głównie na organiczne związki rozpuszczalne i amoniak.

Który z opisanych procesów głównie jest niekorzystnym, trudno ogólnie orzec. W pewnych warunkach może odgrywać główną rolę ulatnianie się amoniaku, w innych zaś bezpośrednie wydzielanie się azotu wolnego podczas energicznego utleniania ciał azotowych. Co się zaś tyczy denitryfikacyi kwasu azotowego, to na razie nie można jeszcze osądzić, o ile jest ona groźną. Wprawdzie Wagner ten proces na pierwszym planie stawia i w nim główne złe widzi, wymagające energicznego przeciwdziałania, ze spostrzeżeń jednak dotychczasowych wskazujących, że kał i słoma bardzo szybko rozkładają azotany, nie można jeszcze nabrać stanowczego wyobrażenia o rozmiarach, jakie ten proces przybiera rzeczywiście w gnoju przechowywanym w stajniach lub na gnojarniach. Ponieważ alkaliczna reakcya środowiska denitryfikacyę ogranicza, albo nawet zupełnie powstrzymuje, możnaby mniemać, że w nawozie, zawierającym dosyć moczu, z powodu istnienia reakcyi alkalicznej, azotany nie mogą się tak łatwo rozkładać. Za tem przypuszczeniem przemawia fakt, że w rozłożonym nawozie pospolicie kwas azotowy się znajduje. Gdyby zaś w stosach gnojowych denitryfikacya odbywała się równie energicznie, jak ją obserwowano w doświadczeniach pod wpływem kału, powinienby kwas azotowy uledz doszczętnie rozkładowi.

Jak zatem widzimy, rozkład nawozu stajennego pociąga za sobą stratę materyi organicznej oraz stratę azotu. Co się tyczy soli mineralnych znajdujących się w nawozie, a w szczególności najbardziej ważnych fosforowych, potasowych i wapniowych, to te nie przechodzą podczas rozkładu w związki lotne i mogą być z nawozu o tyle tylko stracone, o ile zostaną wypłukane. Nie ulega jednakże wątpliwości, że związki mineralne nie znajdują się w nawozie rozłożonym w zupełnie tej samej formie, w jakiej istniały w nawozie świeżo wyprodukowanym, lecz także podlegają pewnym zmianom. Przypuszczaćby można, że te zmiany powinny być natury pożądanej, że mianowicie wskutek rozłożenia się materyi organicznej, nierozpuszczalne związki mineralne w niej uwięzione, oswobadzają się i stają się łatwiej dostępnymi do pobrania dla korzeni roślinnych. Rozkład bowiem ciał organicznych jest w skutkach podobny do procesu palenia i przez analogię możnaby wnioskować, że np. kwas fosforowy w nawozie rozłożonym będzie tak samo przystępniejszym do assymilacyi aniżeli w nawozie świeżym, jak przystępniejszym jest niezawodnie kwas fosforowy w wypalonym popiele aniżeli w kawałku świeżego drzewa. Że jednakże nie zawsze się tak dzieje, mamy pewną wskazówkę w doświadczeniu wykonanem przez Wolffa, tem samem, na które powołaliśmy się, przedstawiając niekorzystne strony przemian ciał azotowych. W doświadczeniu tem stwierdzono następujące zmiany w rozpuszczalności ciał mineralnych w 7165 *kg.* gnoju leżącego w stosie przez 15½ miesięcy na wolnem powietrzu:

	w stanie nierozpuszczalnym w wodzie		w stanie rozpuszczalnym w wodzie	
	w nawozie świeżym	w nawozie rozłożonym	w nawozie świeżym	w nawozie rozłożonym
materyj mineralnych	184.70 *kg.*	214.40 *kg.*	92.80 *kg.*	34.10 *kg.*
kwasu fosforowego	4.75 „	7.05 „	5.50 „	2.25 „
tlenku potasowego	6.90 „	8.15 „	35.85 „	11.10 „
„ wapniowego	24.70 „	28.30 „	8.20 „	3.30 „

Wogóle zatem powiększyła się ilość soli mineralnych nierozpuszczalnych, zaś zmniejszyła ilość rozpuszczalnych, a przybytki i ubytki przedstawiają się jak następuje:

	w stanie nierozpuszczalnym	w stanie rozpuszczalnym
soli mineralnych	+29.70 *kg.*	—58.70 *kg.*
kwasu fosforowego	+ 2.30 „	— 3.25 „
tlenku potasowego	+ 1.25 „	—24.75 „
tlenku wapniowego	+ 3.60 „	— 4.90 „

Ponieważ jednakże ubytki wszędzie są większe, aniżeli przybytki, zmniejszenie ilości związków rozpuszczalnych złożyć można przynajmniej po części na karb wypłukiwania. W szczególności odnosi się to do tlenku potasowego i co do tego związku trudno na podstawie doświadczeń Wolffa twierdzić, że przechodzi podczas rozkładu ze stanu rozpuszczalnego w stan nierozpuszczalny w wodzie. Natomiast co do kwasu fosforowego uzasadniony jest taki wniosek, gdyż przybytek części nierozpuszczalnych dorównywa ubytkowi rozpuszczalnych. W każdym razie do stanowczego rozstrzygnięcia kwestyi potrzeba nowych doświadczeń, gdyż doświadczenie Wolffa spotyka słuszny zarzut, że nawozu nie chroniono przed wyługowaniem i przed zmieszaniem z ziemią i piaskiem, wskutek czego rezultaty tracą wiele na wiarygodności.

Jeżeli można mieć jeszcze pewne wątpliwości co do tego, czy podczas rozkładu nawozu stopień rozpuszczalności części mineralnych się zmniejsza, czy też przeciwnie następuje korzystne uruchomienie, to nie ulega najmniejszej kwestyi, że dzięki roz-

Porównanie składu chemicznego nawozu świeżego i rozłożonego o zawartości wody 75%.

	w 100 częściach nawozu znaleziono					
	wogóle		w stanie rozpuszczalnym		w stanie nierozpuszczalnym	
	w świeżym	w rozłożonym	w świeżym	w rozłożonym	w świeżym	w rozłożonym
materyi organicznej	21.513	15.869	2.347	1.866	19.166	14.003
azotu organicznego	0.374	0.516	0.158	0.094	0.216	0.422
„ amoniakalnego	0.038	0.017	0.038	0.017	—	—
materyi mineralnych	3.487	9.131	1.167	1.254	2.320	7.877
kwasu fosforowego	0.129	0.335	0.069	0.083	0.060	0.252
tlenku potasowego	0.348	0.521	0.292	0.300	0.056	0.221
„ sodowego	0.053	0.109	0.048	0.070	0.005	0.039
„ wapniowego	0.414	1.162	0.103	0.122	0.311	1.040
„ magnowego	0.119	0.277	0.051	0.043	0.068	0.234
„ żelazowego	0.113	0.268	0.042	0.055	0.061	0.213
kwasu siarkowego	0.075	0.120	0.046	0.057	0.029	0.063
„ krzemowego	0.811	2.331	0.184	0.299	0.627	2.032
„ węglowego	0.233	0.535	0.082	0.054	0.151	0.481
piasku	0.903	3.174	—	—	0.903	3.174

kładowi następuje zawsze zwiększenie koncentracyi, czyli wzbogacenie procentowe nawozu stajennego w związki popielne. Skoro bowiem rozkład niszczy znaczną ilość materyi organicznej, a części mineralnych nie ubywa, musi nawóz rozłożony być w nie zamożniejszym.

Korzystne to niewątpliwie zwiększenie koncentracyi odnosi się zazwyczaj również i do azotu, chociaż ten pierwiastek może być, jak widzieliśmy, w znacznej ilości tracony, a to dzięki temu, że strata materyi organicznej bywa zawsze, nawet przy najgorszem obchodzeniu się z gnojem, wyższa, aniżeli strata azotu.

Ogólnie zatem można twierdzić, że nawóz przez rozkład staje się więcej stężonym, że zatem nawóz przegniły będzie zawierał w tej samej ilości na wagę więcej pokarmów roślinnych aniżeli nawóz świeży. Korzystna ta zmiana daje się zauważyć, nawet w źle przechowanym gnoju w doświadczeniu Wolffa, jak to wskazują liczby podane w powyższej tablicy: (na str. 633).

III. Działanie i wartość nawozowa gnoju.

Nawóz stajenny, jako nawóz zupełny, działa bezpośrednio, zaopatrując rośliny we wszystkie pokarmy roślinne a w szczególności w pokarmy główne: azot, kwas fosforowy i tlenek potasowy. Jak wiadomo, użyzniające działanie nawozu stajennego nie wyczerpuje się w ciągu jednego roku, lecz rozciąga się na lat parę, co już samo wskazuje, że nie cała ilość każdego z wymienionych pokarmów znajduje się w związkach jednakowo łatwo przyswajalnych dla roślin, lecz że przeciwnie, znajdujemy w gnoju rozmaite związki azotu, fosforu czy też potasu, różniące się między sobą co do stopnia rozpuszczalności i przyswajalności. Wartość nawozowa zatem gnoju nietylko będzie zawisłą od ilości zawartych w nim pierwiastków pokarmowych roślinnych, lecz również i od formy chemicznej, w jakiej te pierwiastki będą występowały.

Zdanie tylko co wypowiedziane w najwyższym niezawodnie stopniu odnosi się do azotu. Jak mianowicie wykazują najświeższe badania, już w świeżym nawozie istnieją nadzwyczajnie wielkie różnice w stopniu przyswajalności związków azotowych moczu z jednej strony, a kału i ściółki z drugiej, na co do niedawna nie zwracano należytej uwagi.

Aby ocenić wartość nawozową któregokolwiek pokarmowego składnika gnoju, najlepiej jest porównać jego działanie z działaniem odpowiedniego nawozu pomocniczego, wypróbowanej skuteczności. Tą też drogę obrano we wszystkich nowych badaniach. Ponieważ azot moczu przechodzi szybko, czy to na powietrzu, czy też po wprowadzeniu do ziemi, w amoniak, można się było z góry spodziewać, że jest dla roślin bardzo łatwo dostępny i co do stopnia przyswajalności będzie dorównywał azotowi—siarkanu amonowego. Kultury doświadczalne to przypuszczenie w zupełności potwierdziły. W Darmstadzie np. hodowano białą gorczycę w wazonach bez żadnego nawozu azotowego, na saletrze chilijskiej i na świeżym moczu krowim, i otrzymano rezultaty następujące:

rodzaj nawozu azotowego	zbiór suchej substancyi	zawartość azotu w plonie	ze 100 części azotu w nawozie danego odnaleziono w plonie
w saletrze 2 *g* azotu	35.6 *g*	1.289 *g*	63
w moczu krowim 2 *g* azotu	32.8 „	1.187 „	58
bez nawozu azotowego	1.6 „	0.029 „	—

Azot zatem moczu działał bez mała równie dobrze jak azot saletry chilijskiej. Przyjąwszy dla tego ostatniego nawozu wyzyskanie azotu równe 100, znajdziemy dla moczu krowiego wyzyskanie $\frac{58 \times 100}{63} = 92$, co znaczy, że wartość nawozowa tego ostatniego materyału była tylko o 8% mniejszą niż saletry; zbiór uzyskany z ziemi nawiezionej moczem był też w tym samym stosunku mniejszy. W doświadczeniach wykonanych w Halli z moczem końskim uzyskano rezultaty całkiem podobne, gdyż owies pobrał 78% azotu dodanego do ziemi w moczu krowim, zaś działanie moczu odpowiadało 94.6% działania saletry. Skoro zaś bardzo często azot siarkanu amonowego działa o 10% gorzej aniżeli azot saletry, można twierdzić, że azot moczu zwierzęcego co do wartości nawozowej stoi

zupełnie na równi z azotem amoniakalnym.

Bez porównania mniej pomyślnie wypadły natomiast doświadczenia nad przyswajalnością azotowych związków, znajdujących się w kale. Po zrobionem spostrzeżeniu, że azot kału przechodzi bardzo powolnie w amoniak, można było wprawdzie już z góry się spodziewać niezbyt wysokiej wartości nawozowej. Rezultaty jednakże otrzymane w kulturach autora przeszły wszelkie oczekiwania. Okazało się mianowicie z rozwoju końskiego zębu, hodowanego w 1892 roku w wazonach blaszanych, mieszczących po 20 *kg.* piasku, rozmaicie nawiezionego, że azot kału końskiego prawie wcale nie był przez tę roślinę pobierany. Świadczą o tem, w sposób nie pozostawiający żadnej wątpliwości, liczby zestawione w podanej niżej tablicy:

Zbiory suchej substancyi końskiego zębu w doświadczeniach nad przyswajalnością azotu kału.

Sposób nawożenia	w wazonach, w których hodowano:			
	po dwie rośliny		po cztery rośliny	
	bez saletry chilijskiej *g.*	z 10 *g.* saletry chilijskiej *g.*	bez saletry chilijskiej *g.*	z 10 *g.* saletry chilijskiej *g.*
bez nawozu	5.95	—	8.01	—
2 *kg.* kału	3.88	—	10.10	—
1 *kg.* kału	3.78	**83.02**	18.71	**99.14**
1 *kg.* kału i 2.5 *g.* fosforanu sodowego	4.97	**91.47**	10.07	**104.57**
1 *kg.* kału i 2.5 *g.* siarkanu potasowego	3.48	**88.03**	10.24	**116.74**
1 *kg.* kału, 2.5 *g.* fosforanu sodowego i 2.5 *g.* siarkanu potasowego	4.90	**88.83**	13.55	**104.62**

Rozpatrzenie się w liczbach w tablicy tej zebranych przekonywa, że w wazonach, w których nawieziono piasek kałem końskim, znalazły rośliny wszystkie niezbędne pokarmy w dostatecznej ilości—oprócz azotu. Tylko tam bowiem, gdzie obok kału dodano łatwo przyswajalny azot w saletrze chilijskiej, rozwój końskiego zębu był zadowalający. Dla lepszego uwidocznienia różnicy, przedstawiamy na Fig. 6 reprodukcyę fotograficznego zdjęcia kultur w piasku nawiezionym kałem (bez dodatku pokarmu fosforowego lub potasowego oraz z dodatkiem fosforanu sodowego i siarkanu potasowego), zasilonych lub też nie zasilonych saletrą. Gdzie zaś saletry nie było, tam rozwój był wogóle nadzwyczaj marny, a szczególnie nędzny w wazonach, w których hodowano po dwie rośliny. Tu rozwój był nawet gorszy niż w piasku bez kału. Tam natomiast, gdzie hodowano w każdym wazonie cztery rośliny, rozwój w piasku kałem nawiezionym był nieco lepszy niż bez kału, niezawodnie wskutek większej obfitości korzeni i lepszego zetknięcia z cząstkami kału dostarczającego pokarmu azotowego. I w tym ostatnim jednak przypadku ogólna ilość przyswojonego azotu była wcale nie wysoką, jak to wskazują następujące rezultaty oznaczeń azotu w zebranych plonach:

w dwóch roślinach hodowanych:

	było azotu
bez kału	0.0328 *g.*
na 2 *kg.* kału	0.0350 „
na 1 *kg.* kału	0.0455 „

w czterech roślinach hodowanych:

bez kału	0.0407 „
na 2 *kg.* kału	0.1050 „
na 1 *kg.* kału	0.1028 „

rozkładzie w obecności tlenu. Dla wyprodukowania zaś 116.74 *g.* suchej materyi, czyli zbioru najwyższego z uzyskanych, potrzeba było wszystkiego 0.7584 *g.* azotu, którą to ilość dostarczyła saletra zawierająca azotu 1.651 *g.* czyli o połowę mniej niż kał koński.

Tak samo jak w kale końskim i w kale krowim azot znajduje się w formie mało dostępnej dla roślin. Tylko kał owczy nie-

Fig. 6.



Kultury końskiego zęba w ziemi nawiezionej kałem końskim:

bez kwasu fosforowego i tlenku potasowego:		z kwasem fosforowym i tlenkiem potasowym:	
bez saletry	z saletrą	bez saletry	z saletrą

W najlepszym więc razie z 1 *kg.* kału, w którym znajdowało się 3.16 *g.* azotu, pobrał koński ząb 0.1028—0.0407=0.0621 *g.* czyli 1.97 %, zatem mniej więcej tylko tyle, ile azotu amoniakalnego znajdowano, w opisanych wyżej doświadczeniach nad tworzeniem się amoniaku, w kale końskim po

co lepiej się przedstawia co do przyswajalności azotu, jak to zauważono w doświadczeniach wykonanych w 1895 roku w Halli. Uzyskano tam mianowicie następujące rezultaty w wazonowych kulturach owsa nawiezionego:

	przewyżka w zbiorze	ilość azotu pobranego z nawozu
0.75 *g.* azotu w saletrze.	+ 59.01 *g.*	+ 0.392 *g.*
2.25 „ „ w kale końskim.	— 8.91 „	+ 0.008 „
2.25 „ „ „ „	— 11.49 „	— 0.096 „
2.25 „ „ „ krowim	— 3.17 „	+ 0.022 „
2.25 „ „ „ wołowym	+ 1.98 „	+ 0.003 „
2.25 „ „ „ owczym	+ 9.91 „	+ 0.104 „
2.25 „ „ „ „	+ 33.55 „	+ 0.198 „

Tylko zatem kał owczy skuteczniej działał i dostarczył roślinom w jednym przypadku około 5% a w drugim blisko 9% swojego azotu. Odchody stałe zaś innych zwierząt działały nawet wprost ujemnie.

Ponieważ w badaniach chemicznych okazało się, że w kale przegniwającym bez dostępu tlenu nagromadza się amoniak w nieco znaczniejszej ilości, starał się autor w specyalnych doświadczeniach zbadać, czy nie zachodzi przypadkiem większa różnica w przyswajalności azotu w kale zwierzęcym, rozłożonym wobec łatwego, oraz wobec bardzo utrudnionego dostępu powietrza. W tym celu trzymano przez 2½ miesięcy z dwóch jednakowych co do wagi porcyi czystego kału, jednę na odkrytych miskach, drugą zaś w stanie jak najsilniej ubitym w cylindrycznem naczyniu szklanem. Kał przechowany na miskach, często bardzo wzruszano i zwilżano, kał zaś trzymany w cylindrze nakryto na powierzchni płytką szklaną, obciążoną, w celu ograniczenia w jak najwyższym stopniu przystępu powietrza. Tak jednego, jak i drugiego kału użyto następnie w doświadczeniach wegetacyjnych wazonowych z kukurydzą, dając w obu na wazon jednakową ilość azotu 1.0488 *g.* Zbiór suchej masy z 5-u wyhodowanych w każdym wazonie roślin wypadł jak następuje:

	zbiór suchej masy	zawartość azotu
bez kału	2.94 *g.* i 4.63 *g.*	0.0255 *g.* i 0.0334 *g.*
z kałem wobec powietrza rozłożonym.	9.40 „ i 10.08 „	0.0713 „ i 0.0731 „
z kałem przegniłym bez dostępu powietrza . .	1.86 „ i 2.92 „	0.0221 „ i 0.0270 „

Zatem kał ubity nietylko że nie dostarczył roślinom hodowanym większej ilości azotu, aniżeli kał rozłożony wobec bardzo obfitego dostępu powietrza, lecz przeciwnie działał nawet wprost niekorzystnie. Rezultat ten był dosyć niespodziewany, wobec tego że w kale pierwszym znajdował się, w chwili użycia do kultur, amoniak w ilości bez porównania większej aniżeli w kale drugim, a mianowicie było azotu amoniakalnego w odważonych na jeden wazon porcyach kału:

przechowanego bez dostępu powietrza.	0.1462 *g.*
przechowanego na wolnem powietrzu.	0.0154 „

Kał zatem przechowany w stanie ubitym zawierał bez mała $^1/_7$ część swej ogólnej zawartości azotu w postaci amoniaku, zaś blisko dziesięć razy więcej niż kał rozłożony wobec bardzo ułatwionego dostępu powietrza. Pomimo tego rośliny nie mogły z niego przyswoić sobie nawet tyle azotu, ile zdołały pobrać z kału ostatniego, zawierającego bez porównania mniej gotowego amoniaku. Niespodziewany zupełnie taki rezultat wskazuje, że obecność w ziemi kału może wywierać jakieś szkodliwe działanie i wskutek tego przeszkadzać roślinom w korzystaniu z pokarmu azotowego, który w nieobecności kału mogłyby sobie z korzyścią dla rozwoju przyswoić. Możliwość takiego ujemnego wpływu nie może podlegać najmniejszej wątpliwości, tembardziej, że w doświadczeniach wykonanych przez Wagnera a następnie przez Maerckera w Halli spostrzeżono również, że *kał zwierzęcy może w bardzo znacznym stopniu zmniejszyć stopień wyzyskania azotu z łatwo przyswajalnych dla roślin związków, czy to mineralnych, czy też organicznych.*

W Darmsztadzie hodowano owies w wazonach napełnionych 18.5 *kg.* ziemi, nawiezionej, (obok soli fosforowych i potasowych), na wazon 2 *g.* azotu w saletrze sodowej, siarkanie amonowym, moczu kro-

wim lub zielonej trawie, z dodatkiem lub też bez dodatku drugich 2 *g.* azotu w kale końskim. W zbiorze ziarna i słomy oraz w wyzyskaniu azotu dodanego w nawozach łatwiej przyswajalnych stwierdzono, zależnie od tego, czy kał znajdował się w ziemi, lub też był w niej nieobecny, następujące, bardzo wybitne różnice:

rodzaj nawozu azotowego	przewyżka zbioru w porównaniu z wazonem bez nawozu azotowego ziarna	słomy	ilość azotu pobranego przez owies z nawozu absolutna	w odsetkach
mocz krowi	73.0 *g.*	113.6 *g.*	1.375 *g.*	69 %
„ „ z kałem końskim . .	47.4 „	68.6 „	0.793 „	40 „
saletra sodowa	90.8 „	123.4 „	1.548 „	77 „
„ „ z kałem końskim .	62.4 „	84.5 „	1.034 „	52 „
siarkan amonowy	85.1 „	116.3 „	1.385 „	69 „
„ „ z kałem końskim.	55.4 „	80.2 „	1.001 „	50 „
zielona trawa	51.5 „	74.4 „	0.860 „	43 „
„ „ z kałem końskim .	14.9 „	17.6 „	0.394 „	20 „

We wszystkich zatem przypadkach bez wyjątku działanie łatwiej przyswajalnych nawozów azotowych było w obecności kału gorsze. Owies mianowicie pobierał w tym razie zaledwie 46.5 do 72.5 % tej ilości azotu, którą mógł sobie przyswoić w nieobecności kału. Najsilniej przytem objawiło się ujemne działanie na nawozie zielonym, a w najmniejszym stopniu na siarkanie amonowym. W doświadczeniu analogicznem z gorczycą redukcya była jeszcze wyraźniejsza, gdyż działanie saletry sodowej spadło u tej rośliny na 46.2 % a—zielonej masy roślinnej nawet na 21 % w stosunku do działania uzyskanego w nieobecności kału.

Jak to wykazały doświadczenia Maerckera, szkodliwe działanie w tym kierunku nie następuje wyłącznie tylko pod wpływem kału końskiego, lecz daje się również zauważyć w kale pochodzącym od innych zwierząt, jednakże w mniej wysokim stopniu. Na 100 części bowiem azotu saletry, które rośliny mogły w ziemi pobrać w nieobecności kału, przyswajały z ziemi zmieszanej z kałem:

	owies	gorczyca
końskim I . .	57.4 %	78.2 %
II. .	52.6 „	76.4 „
krowim . . .	77.6 „	75.1 „
wołowym . .	87.3 „	82.7 „
owczym I . .	83.7 „	74.4 „
„ II . .	76.6 „	78.9 „

Objaśnienie tak dalece niepożądanego działania kału zwierzęcego na pobieranie przez rośliny azotu z saletry nie trudno znaleźć, znając zachowanie się tego materyału, wobec roztworu azotanów. Wedle mianowicie wszelkiego prawdopodobieństwa, następuje i w ziemi redukcya czyli denitryfikacya kwasu azotowego, połączona z wydzieleniem pewnej ilości azotu wolnego. Przypuszczenie to znajduje bardzo silne poparcie w spostrzeżeniu zrobionem przez Wagnera, że saletra umieszczona w ziemi równocześnie z kałem w znacznej ilości znika. Tak np. z dodanego do 3.4 *kg.* ziemi 0.5 *g.* azotu w saletrze sodowej, odnaleziono po upływie około sześciu tygodni w postaci kwasu azotowego, w wazonie:

bez kału końskiego 0.466 *g.* czyli 93 %
z 600 *g.* kału końskiego 0.211 „ „ 42 „

Dalszy dowód, że przyczyną szkodliwego wpływu kału na działanie saletry jest—denitryfikacya, pozyskaliśmy w spostrzeżeniu, również przez Wagnera zrobionem, że kał koński rozłożony wobec obfitego dostępu tlenu mniej szkodliwie działa na wegetacyę, aniżeli kał całkiem świeży. Zauważono mianowicie wyzyskanie azotu przez owies z saletry w ziemi:

bez kału . . . . . 77 %
z kałem końskim świeżym. . . . 26 „
„ „ rozłożonym. . . 39 „

Użyty w tem doświadczeniu kał rozłożony pochodził z porcyi wielkiej, którą przechowywano w ciągu pięciu miesięcy w dole cementowanym, przerzucając dla przewietrzenia regularnie co pięć dni. Kał ten, użyty w opisanych wyżej doświadczeniach chemicznych nad denitryfikacyą saletry,

rozkładał kwas azotowy bez porównania wolniej aniżeli kał świeży. Skoro więc w kulturach wegetacyjnych ten sam kał wpływał w mniejszym stopniu szkodliwie na wyzyskanie azotu z saletry, można osłabienie szkodliwego wpływu złożyć na karb stępienia zdolności do denitryfikacyi.

Wobec takich faktów, wyprowadza Wagner na podstawie swoich doświadczeń wegetacyjnych oraz chemicznych następujące wnioski:

1. W ziemi nawiezionej obfitą ilością świeżego kału zwierzęcego i obsianej bezpośrednio po znawożeniu szybko rosnącemi roślinami, może nastąpić, wskutek obecności kału, obniżenie zbioru.

2. Ujemny wpływ kału na wegetacyę polega na wywiązywaniu wolnego azotu, które następuje, gdy w ziemi znajduje się łatwo przyswajalny azot, czy to pochodzący z niej samej, czy też dodany w moczu, nawozie zielonym, soli amonowej lub kwasie azotowym.

3. Wydzielanie wolnego azotu w obecności kału, jest dziełem bakteryj rozkładających saletrę, które się znajdują w ilości znacznej w każdym kale zwierzęcym, a osobliwie w kale końskim.

4. Rozkład saletry wywołuje nietylko kał świeży, ale także i nawóz stajenny. Humifikacya gnoju, następująca podczas przechowania, osłabia zdolność do denitryfikacyi kwasu azotowego, ale jej nie niweczy.

O ile powyższym wnioskom można przypisać ważne znaczenie dla praktyki, rozpatrzymy poniżej. Tu wypada zaś zauważyć tylko, że na podstawie znajomości działania denitryfikującego można w zadowalający sposób objaśnić tylko ujemny wpływ kału na pobieranie azotu z saletry; w celu wyjaśnienia zaś pogorszenia zauważonego w wyzyskaniu azotu dodanego do ziemi w postaci siarkanu amonowego, moczu i zielonej masy roślinnej wypada szukać innej przyczyny. W tych ostatnich materyałach niema gotowego kwasu azotowego, a trudno istotnie przypuścić, aby w ziemi nawiezionej kałem, kwas azotowy z nich się tworzył i niezwłocznie, przed zaasymilowaniem, ulegał denitryfikacyjnemu wpływowi kału. Musiałaby w takim razie w jednych i tych samych warunkach odbywać się w ziemi równocześnie nitryfikacya i denitryfikacya, co jest wielce nieprawdopodobne. Chcąc zatem usprawiedliwić pogorszenie wyzyskania azotu z siarkanu amonowego moczu i zielonej masy, trzeba przypuścić, że obecność kału końskiego może przeszkodzić odbywaniu się w ziemi nitryfikacyi, t. j. procesowi, podczas którego powstaje najwięcej odpowiedni dla roślin uprawnych pokarm azotowy. Jest też rzeczą wielce prawdopodobną, że obecność w ziemi kału, mogła także oddziaływać bezpośrednio szkodliwie na korzenie roślinne.

Zasługuje też na wzmiankę fakt, że szkodliwe działanie tego rodzaju na wyzyskanie azotu z moczu objawia się, tak samo jak działanie denitryfikacyjne, słabiej w kale rozłożonym, aniżeli w kale świeżym. W doświadczeniach mianowicie Wagnera pobrał owies z azotu dostarczonego w moczu krowim z ziemi:

bez kału	69 %
z kałem świeżym.	20 „
z kałem rozłożonym w obecności tlenu	34 „

W kulturach zaś autora z kukurydzą, okazało się, że kał koński przechowany w stanie ubitym w daleko większym stopniu osłabiał działanie moczu końskiego, aniżeli kał rozłożony wobec bardzo obfitego dostępu powietrza. W zbiorach wystąpiły mianowicie następujące różnice w wazonach nawiezionych:

kałem przechowanym	zbiór suchej masy	zawartość azotu
w stanie ubitym:		
bez dodatku moczu	2.39 *g.*	0.024 *g.*
z dodatkiem moczu	9.58 „	0.090 „
kałem przechowanym wobec łatwego dostępu powietrza:		
bez dodatku moczu	9.74 „	0.072 „
z dodatkiem moczu	19.55 „	0.147 „

Natomiast na stopień wyzyskania azotu z saletry sodowej, sposób przechowania kału końskiego nie wywarł ani korzystnego, ani też niekorzystnego wpływu.

Wogóle, jak widzimy, sprawa przyswajalności azotu znajdującego się w odchodach stałych zwierzęcych, wcale korzystnie się nie przedstawia. To samo, a nawet w jeszcze wyższym stopniu, odnosi się do zachowania słomy. Specyalne doświadczenia wykazały mianowicie, nietylko że związki azotowe tego materyału są bezpożyteczne, lecz co więcej, że słoma może bardzo szkodliwie wpływać na rozwój uprawnych roślin. Rezultaty otrzymane w kulturach owsa, przeprowadzonych w Halli pod kierunkiem Maerckera, a przedstawione wedle fotograficznego zdjęcia na Fig. 7, bardzo wymownie o tem świadczą. Zauważone w nich różnice w zbiorach, w porównaniu z kulturami, które żadnego azotowego nawozu nie otrzymały, przedstawiają się mianowicie jak następuje:

Fig. 7.



Kultury owsa z dawką azotu na jeden wazon:

bez azotu — 0.25 *g.* w saletrze — 0.50 *g.* w saletrze — 0.25 *g.* w moczu krowim — 0.50 *g.* w kale wołowym — 0.50 *g.* w słomie pszennej — 0.50 *g.* w moczu, 0.25 *g.* w kale, 0.25 *g.* w słomie — 0.25 *g.* w moczu, 0.40 *g.* w kale, 0.35 *g.* w słomie

ilość nawiezionego azotu na trzy wazony	przewyżka wysuszonego plonu	przewyżka w ilości pobranego azotu
0.75 *g.* w saletrze	+ 68.50 *g.*	+ 0.409 *g.*
1.50 „ „	+ 95.55 „	+ 0.863 „
0.75 „ w moczu krowim . . .	+ 40.22 „	+ 0.220 „
1.50 „ w kale wołowym . . .	+ 3.38 „	+ 0.067 „
1.50 „ w słomie pszennej . . .	— 25.77 „	—0.140 „
1.50 „ w moczu krowim . .	— 19.45 „	—0.046 „
0.75 „ w kale wołowym . .		
0.75 „ w słomie pszennej . .		
0.75 „ w moczu krowim . .	— 23.99 „	—0.137 „
1.20 „ w kale wołowym . .		
1.05 „ w słomie pszennej . .		

Słomę pszenną dodawano w tem doświadczeniu do ziemi w postaci drobnej sieczki. Wpływ jej, jak to widać zarówno na Fig. 7, jak i z przytoczonych tylko co liczbowych rezultatów, był istotnie zdumiewająco niekorzystny. Na 25 roślin owsa zebrano w ziemi nawiezionej samą słomą wszystkiego 3 ziarna, ważące 0.16 *g.* oraz 3 *g.* słomy, gdy tymczasem ziemia bez żadnego nawozu azotowego i bez słomy wydała 9.73 *g.* ziarna i 19.20 *g.* słomy. Z moczu zaś krowiego, w obecności słomy i kału końskiego, owies wcale nie korzystał, gdyż ilość azotu w tych warunkach pobrana jest nawet mniejszą od przyswojonej z ziemi, która nie dostała żadnego nawozu azotowego, co wskazuje, że nawet azot pochodzący z gleby był w obecności słomy daleko gorzej wyzyskiwany.

Takie same niepomyślne rezultaty przyniosła próba wykonana w Darmsztadzie przez Wagnera, w celu zbadania wpływu słomy żytniej. W próbie tej uzyskano następujące zbiory białej gorczycy w wazonach wypełnionych 7 *kg.* ziemi piaszczystej:

	zbiór suchej substancyi	zawartość azotu w zbiorze
1. niczem nienawiezionej	6.4 *g.*	0.110 *g.*
2. nawiezionej 50 *g.* słomy żytniej . .	nic	nic
3. „ 1 „ azotu w saletrze . .	33.4 „	0.832 „
4. „ 50 „ słomy żytniej i 1 „ azotu w saletrze . .	23.8 „	0.591 „

W ziemi nawiezionej samą słomą gorczyca tak zmarniała, że poprostu przy zakończeniu doświadczenia nic nie zdołano z wazonów zabrać. W obecności saletry działanie słomy nie było tak dalece szkodliwe, ilość jednakże przyswojonego azotu zmniejszyła się o 0.241 *g*, t. j. wynosiła tylko $^2/_3$ tej ilości, której saletra w nieobecności słomy mogła dostarczyć.

Nie można zaprzeczyć, że wypadki najnowszych badań nad wartością nawozową kału i słomy, nie są bynajmniej pocieszające i mogły nawet obudzić w szerokich kołach rolników pewne zaniepokojenie. Do niedawna praktyka widziała w nawozie stajennym materyał, który na żyzność ziemi, raz w mniejszym, drugi raz w większym stopniu, ale zawsze tylko korzystnie mógł wpływać. Istnienie pewnych, nawet wcale znacznych różnic w wartości nawozowej azotu, pochodzącego z moczu, oraz z kału lub słomy, z góry wydawało się wielce prawdopodobne. Ale na odkrycie, że tak kał jak i słoma nietylko nie dostarczają roślinom pokarmu azotowego, lecz wprost wielce szkodliwie oddziaływają na pobieranie azotu z innych źródeł, że w szczególności zmniejszają w znacznym bardzo stopniu wartość nawozową azotu moczu, na to odkrycie praktyka nie mogła być przygotowaną. Wobec zaś tych niespodziewanych nowych spostrzeżeń, niezawodnie niejednemu z praktyków musiało przyjść na myśl, że błądzi, produkując dla podtrzymania żyzności gleby gnój złożony z moczu, kału i podściołu, zamiast zbierać i nawozić rolę samym tylko moczem, a użycia na nawóz odchodów stałych i podściołu wyrzec się jak najzupełniej. Gdyby bowiem w gnoju, w praktyce do nawożenia użytym, miały kał i słoma tak samo szkodliwie działać, jak w doświadczeniach nau-

kowych, to raczej opłaciłoby się uzupełniać brakujący w moczu kwas fosforowy za pomocą dokupowanych nawozów pomocniczych, a słomę sprzedawać lub razem z kałem na opał zużywać.

Ta jednak właśnie niezgodność, istniejąca pomiędzy wyobrażeniami praktyki o wartości nawozowej głównych materyałów, służących do produkcyi gnoju, a spostrzeżeniami zrobionemi w badaniach naukowych, nakazuje wielką rezerwę i zmusza poprostu, na co niemieccy badacze nie zwrócili dostatecznej uwagi, do zastanowienia się, czy w praktyce istotnie dzieje się tak źle, jak to zauważono w próbach na małą skalę wykonanych.

Ujemne działanie, czy to kału, czy też ściółki, objawiało się wprawdzie w licznych próbach w sposób tak bijący w oczy, że o wiarygodności rezultatów niepodobna powątpiewać i trzeba uznać jako fakt dostatecznie stwierdzony, że te materyały mogą wywierać bardzo szkodliwy wpływ na wegetacyę. Uznanie przecie tego faktu, nie wyklucza jeszcze przypuszczenia, że ten niekorzystny wpływ tylko może, ale niekoniecznie musi zawsze i wszędzie się objawiać. Przeciwnie, podobne przypuszczenie jest zupełnie na miejscu, gdyż przyczyną bardzo złych skutków, wynikających z użycia w kulturach wazonowych kału lub słomy, mogły być jakieś szczególne warunki, które w praktyce, przy stosowaniu gnojenia na większych obszarach, niekoniecznie muszą istnieć.

Dążąc do wykrycia i poznania tych szczególnych warunków, zwrócić musimy przedewszystkiem uwagę na okoliczność, że w doświadczeniach Wagnera, w których kał tak dalece szkodliwym się okazał, dawano go w ilościach stosunkowo bardzo wielkich, w jakich w praktyce, przy najsilniejszem nawet gnojeniu, do gleby się nie wprowadza. Na jeden wazon bowiem, mieszczący 6 albo 7 *kg.* ziemi, dawano w kale 2 *g.* azotu, to znaczy 400 do 500 *g.* kału. Ilość ta przeliczona na jeden hektar gleby 20 *cm.* głębokiej odpowiada dawce 1150 do 1650 *q*; na mórg zaś nowopolski uczyniłoby to około 1600 do 2300 cent. stofunt. Tyle obornika nigdy się nie daje, bo przy mocnem gnojeniu nie liczy się więcej niż 600 *q* na hektar czyli 800 cent. polskich na morg i to nie samego kału lecz gnoju z kału i słomy złożonego. Być więc bardzo może, że w roli kał dlatego wcale szkodliwie nie działa, że nigdy nie znajduje się na raz w tak obfitej ilości.

Trafność tego przypuszczenia popiera między innemi spostrzeżenie, że wysokość dawki kału zwierzęcego nie pozostaje bez wyraźnego wpływu na rozmiary szkodliwego działania. Widzimy to np. w następujących rezultatach, otrzymanych w doświadczeniach Maerckera z owsem:

ilość azotu na jeden wazon czyli na 6 *kg.* ziemi:	przewyżka w zbiorze wysuszonej masy	ilość azotu pobrana z nawozu	obecność kału redukowała wyzyskanie łatwo przyswajalnego azotu na:
0.25 *g.* w saletrze	+19.67 *g.*	0.131 *g.*	— %
0.25 *g.* w saletrze i tyleż w kale końskim	+15.44 „	0.080 „	61.07 „
0.25 *g.* w saletrze i 0.75 *g.* w kale końskim	+ 9.60 „	0.037 „	28.24 „
0.25 *g.* w saletrze i tyleż w kale krowim	+ 22.86 „	0.117 „	89.31 „
0.25 *g.* w saletrze i 0.75 *g.* w kale krowim	+19.09 „	0.094 „	71.75 „
0.25 *g.* w moczu krowim	18.59 „	0.102 „	—
0.25 *g.* w moczu krowim i tyleż w kale końskim	16.09 „	0.073 „	71.57 „
0.25 *g.* w moczu krowim i 0.75 *g.* w kale końskim	6.04 „	0.030 „	29.41 „

Różnice zatem w zmniejszeniu wyzyskania azotu z saletry i moczu, przy wysokich oraz przy nizkich dawkach kału, są wcale znaczne, osobliwie dla kału końskiego. Ponieważ jednakże i dawka najmniejsza, t. j. 0.25 *g.* azotu w kale na 6 *kg.* ziemi, wpływała niekorzystnie na pobieranie łatwo przyswajalnego pokarmu azotowego, a taka

dawka nie przekracza wcale granicy używanej w praktyce, należy przypuścić, że jest jeszcze i inna przyczyna która sprawia, iż obornik użyty do gnojenia roli nie działa szkodliwie, pomimo zawartości odchodów stałych.

Co się tyczy natury tej innej przyczyny, to wiele przemawia za przypuszczeniem, że ujemny wpływ kału podczas leżenia w glebie powoli się zatraca, wskutek czego nie objawia się na roślinach, posianych lub posadzonych w jakiś czas po zgnojeniu. Przypuszczenie to znajduje poparcie w rezultatach prób Maerckera, w których w wazonach nawiezionych kałem wyhodowano w ciągu jednego roku wegetacyjnego trzy plony białej gorczycy. Pierwszy raz posiano gorczycę w jednych wazonach niezwłocznie po zmieszaniu ziemi z kałem, w drugich—w 14 dni, a w trzecich w 4 tygodnie później. Zauważone zmniejszenie wyzyskania azotu z saletry, wskutek obecności kału, było we wszystkich trzech przypadkach wcale znaczne i wynosiło 40—60 %. Po sprzęcie pierwszego plonu dodano znowu tę samą porcyę saletry i zasiano gorczycę. Tym razem obecność w ziemi kału pozostała już prawie bez wpływu tak na wysokość plonu, jak i na ilość azotu pobranego z saletry. Na trzecim plonie gorczycy podobnież nie zauważono niekorzystnego działania kału na przyswajanie azotu saletry. Zatem w przeciągu 1½ do 2-ch miesięcy ujemne działanie kału zostało w ziemi najzupełniej zniweczone.

Zasługuje też na szczególną uwagę fakt, że szkodliwy wpływ kału na wegetacyę nie zawsze się objawiał, nawet i w kulturach wazonowych. Tak np. Wagner otrzymał w jednem ze swoich doświadczeń następujące rezultaty:

	zbiór suchej gorczycy	ilość azotu w zbiorze
bez azotu	30.1 *g*	0.214 *g*
2 *g* azotu w moczu krowim	216.7 „	1.589 „
2 *g* azotu w moczu i tyleż w kale krowim .	206.6 „	1.475 „
2 *g* azotu w moczu i 0.389 *g* w kale krowim	213.8 „	1.612 „

Tylko zatem większa dawka kału niekorzystnie działała i to w bardzo małym stopniu. Natomiast mniejsza dawka wcale nie obniżyła wyzyskania azotu w moczu, przeciwnie gorczyca pobrała nawet o 23 *mg.* azotu więcej niż w wazonie nawiezionym moczem bez kału.

Wobec takich rezultatów wniosek, że stałe odchody zwierzęce działają w gnoju, używanym w praktyce w celu użyźnienia roli, tak samo szkodliwie, jak to spostrzeżono w kulturach wazonowych, byłby stanowczo przedwczesnym. Nowe badania prawdopodobnie niezadługo doprowadzą do dokładnego poznania warunków, w których wpływ szkodliwy mniej lub więcej silnie występuje, jak również tych—w których wcale się nie objawia. Być też bardzo może, że kultury wazonowe, które oddają tak znakomite usługi w badaniach nad działaniem nawozów sztucznych, okażą się nieodpowiedniemi dla doświadczeń z nawozem stajennym, z powodu trudności naśladowania w nich tej całej techniki, jaka się wyrobiła co do gnojenia roli w ciągu setki lat trwającej praktyki.

Nie można zresztą także zgoła zapomnieć o tem, że i praktyce znane są złe następstwa, jeżeli gnojenie wykonywa się w sposób nieodpowiedni. Szkodliwe działanie świeżo przyoranego nawozu dla pewnych roślin uprawnych jest dobrze znane zarówno w rolnictwie jak i w ogrodnictwie. Może zatem właśnie w tych razach wyjątkowo objawiają się owe szkodliwe wpływy, które spostrzeżono w kulturach wazonowych. Stanowczego jednak o tem w tej chwili nic powiedzieć nie można i trzeba czekać, aż dalsze badania usuną wszelkie wątpliwości co do praktycznego znaczenia owych ujemnych wpływów odkrytych w kale zwierzęcym zupełnie niespodziewanie.

Pewna ostrożność zaleca się również w przenoszeniu do praktyki rolniczej spostrzeżeń zrobionych w kulturach wazonowych nad szkodliwem wielce działaniem słomy. Wysnuwanie z nich wniosku, że słoma użyta na podściół działa w gnoju tak samo niekorzystnie, byłoby całkiem nie na miejscu. Przedewszystkiem bowiem wprost niszczące działanie słomy, zauważone w próbach Maerckera, mogło być poprostu następstwem użycia olbrzymiej dawki, w jakiej słoma przy najobfitszem słaniu w praktyce nigdy się w roli nie znajduje. Na 6 *kg.* ziemi przypadało mianowicie około 200 *g.* słomy, co odpowiada na hektar gleby 20 *cm.* głębokiej blizko 700 *q.* Ilość ta zawiera mniej więcej 600 *q.* substancyi suchej; tymczasem używając na 1 hektar 600 *q.* gnoju, wprowadzamy w tej dawce tylko około 120 do 150 *q.* suchej substancyi. W tym zatem razie stosunki

istniejące w doświadczeniu, tak dalece odbiegają od istniejących w praktyce, że wedle wszelkiego prawdopodobieństwa przyczyną wielce ujemnego działania słomy był — niekorzystny dla wegetacyi stan fizyczny ziemi z powodu obecności zbyt obfitej ilości materyi organicznej.

Niekorzystny wpływ objawił się jednak także w doświadczeniach Wagnera, w których dawka słomy była cztery razy mniejsza, zatem bardziej zbliżona do stosowanej w praktyce. Możnaby jednak stąd co najwyżej wnosić, że obecność w glebie znaczniejszej ilości świeżej zupełnie słomy niekorzystnie działa na rozwój roślin. Czy zaś słoma rozłożona, taka jaka się znajduje w wywożonym na pole gnoju, zachowuje się tak samo—pod tym względem można mieć uzasadnioną wątpliwość i przed wydaniem stanowczego sądu, lepiej czekać na rezultaty dalszych badań nad tą kwestyą.

Na razie zatem, jak widzimy z pośród rezultatów otrzymanych w najświeższych badaniach nad działaniem gnoju, posiada istotne praktyczne znaczenie tylko spostrzeżenie, że azot kału oraz słomy ma bardzo małą wartość nawozową i bywa przez rośliny w stosunkowo niewielkiej ilości przyswajany. Azotowe związki tych materyałów dadzą się porównać z azotowemi organicznemi połączeniami znajdującemi się w próchnicy, które również opierają się rozkładowi i powolnie przechodzą w stan przyswajalny. Głównem zaś źródłem, zaopatrującem rośliny w pokarm azotowy, jest w nawozie stajennym mocz. Stąd zaś można już bezpośrednio dojść do wniosku, że *działanie gnoju w glebie będzie w bardzo wysokim stopniu zależeć od tego, czy azot moczu został podczas przechowania w stajni lub na gnojarni, źle czy też dobrze zakonserwowany.*

Jak dalece nawozy stajenne rozmaitego pochodzenia mogą się wskutek tego różnić co do wartości nawozowej znajdującego się w nich azotu, wskazują choćby próby wykonane pod kierunkiem Maerckera w Halli, w których hodowano owies w ziemi nawiezionej gnojem, pochodzącym z sześciu rozmaitych folwarków, oraz dla porównania—saletrą chilijską. W każdym z użytych do doświadczenia nawozów stajennych wprowadzono do ziemi na jeden wazon 0.5 *g.* azotu, w saletrze zaś ilość o połowę mniejszą. Z próbowanych nawozów dwa były nawozami wziętymi z owczarni (w wazonach NN-ra 720 i 723), cztery zaś inne nawozami mieszanymi z gnojarni. Różnice zauważone w rozwoju owsa przedstawia wedle fotograficznego zdjęcia Fig. 8. Oznaczenia zaś wagi uzyskanych plonów, oraz ilości pobranego z nawozu azotu wypadły jak następuje:

ilość danego na jeden wazon w nawozie azotu i rodzaj nawozu	przewyżka w zbiorze suchej substancyi	ilość azotu przyswojonego z nawozu
0.25 *g.* w saletrze	+22.83 *g.*	+0.136 *g.*
0.50 „ w „	+31.85 „	+0.288 „
„ „ w nawozie owczym I	+15.29 „	+0.099 „
„ „ „ „ II	+ 15.28 „	+0.100 „
„ „ „ mieszanym I	— 2.52 „	+0.024 „
„ „ „ „ II	+ 6.23 „	+0.049 „
„ „ „ „ III	— 3.12 „	+0.015 „
„ „ „ „ IV	— 0.45 „	+0.019 „

Tylko zatem nawóz owczy, przechowany pod zwierzętami skutecznym się okazał, natomiast nawozy mieszane, pochodzące z gnojarni działały znacznie słabiej, albo nawet wprost niekorzystnie. Różnice zauważone w działaniu w kulturach stoją do pewnego stopnia w zgodzie z różnicami stwierdzonemi w badaniach chemicznych co do stosunku pomiędzy ilością azotu zawartego w związkach rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych. Znaleziono mianowicie w amoniaku, kwasie azotowym i związkach amidowych z ogólnej ilości azotu:

w nawozie owczym	I . .	68.44 %
„ „ „	II . .	53.71 „
„ „ mieszanym	I . .	29.65 „
„ „ „	II . .	21.56 „
„ „ „	III . .	31.95 „
„ „ „	IV . .	25.63 „

Podczas gdy zatem w nawozach owczych przeszło połowa lub nawet dwie trzecie

Fig. 8.



Kultury owsa na dawce azotu:

bez nawozu azotowego	0.25 *g.* w saletrze	0.50 *g.* w nawozie owczym I	0.50 *g.* w nawozie owczym II	0.50 *g.* w nawozie mieszanym I	0.50 *g.* w nawozie mieszanym II	0.50 *g.* w nawozie mieszanym III	0.50 *g.* w nawozie mieszanym IV

części azotu znajdowały się w związkach rozpuszczalnych, w nawozach mieszanych na łatwiej przyswajalny azot przypada tylko $^1/_4$ część. Bądź co bądź nawet wobec takiego stosunku należałoby się spodziewać lepszego działania i po nawozach mieszanych. Jeżeli zaś na rozwój owsa niektóre z nich wpływały nawet ujemnie, to jest to prawdopodobnie następstwem pewnych niekorzystnych warunków istniejących, jak to już wyżej zaznaczyliśmy, dla działania nawozu stajennego w kulturach wazonowych.

O ile liczne są, jak dotąd, doświadczenia nad wartością nawozową azotu gnoju, i kwestya ta stała się obecnie ulubionym tematem rolniczych stacyj doświadczalnych, o tyle pole badań nad przyswajalnością kwasu fosforowego i tlenku potasowego leży prawie zupełnie odłogiem. Co do działania kwasu fosforowego mamy w literaturze tylko próby Maerckera, w których kwas fosforowy gnoju okazał się wcale skutecznym. W kulturach wazonowych owsa otrzymano mianowicie następujące wypadki:

	zbiór ziarna i słomy	ilość kwasu fosforowego w zbiorze
bez kwasu fosforowego	35.76 *g.*	0.067 *g.*
z dodatkiem kwasu fosforowego:		
0.6 *g.* w superfosfacie	122.57 „	0.306 „
1.2 „ „	134.45 „	0.508 „
0.6 „ w nawozie stajennym . .	117.41 „	0.256 „
1.2 „ „ „ . .	138.45 „	0.420 „

Kwas fosforowy gnoju prawie dorównywał zatem w tem doświadczeniu rozpuszczalnemu kwasowi fosforowemu superfosfatu. Ze 100 części mianowicie kwasu fosforowego danego w nawozie pobrał owies:

z superfosfatu:

mniejsza dawka	39.83 %
większa dawka.	36.75 „
z obornika:	
mniejsza dawka	31.50 „
większa dawka.	29.42 „

Jeżeli zatem wyzyskanie kwasu fosforowego z superfosfatu oznaczymy liczbą 100, wyzyskanie tegoż kwasu z gnoju wyrazi się liczbą stosunkową 80. Rezultat ten więc jest bardziej zgodny z tem, co o działaniu gnoju sądzi praktyka rolnicza, aniżeli badania nad wartością nawozową azotu.

Co się natomiast tyczy soli potasowych, to ich przyswajalności dotychczas wcale nie badano. Ponieważ jednak, główna część potasu w nawozie przypada na mocz i znajduje się w solach łatwo rozpuszczalnych, wolno mniemać, że co do przyswajalności tlenku potasowego gnój będzie dorównywał pomocniczym nawozom potasowym, jeżeli tylko, wskutek niestarannego przechowania, związki potasowe rozpuszczalne w wodzie nie uległy wyługowaniu.

Obok wpływu bezpośredniego, który nawóz stajenny wywiera dzięki zawartości pokarmów roślinnych, objawia się również mniej lub więcej silnie działanie pośrednie przez materyę organiczną. Pośrednie działanie gnoju może być chemiczne albo fizyczne. Chemicznie może organiczna materya gnoju działać w glebie przez uruchomienie związków mineralnych, przechodzących pod wpływem związków organicznych, podczas rozkładu się tworzących w stan łatwiej rozpuszczalny. O rozmiarach przecie tego działania mało co wiemy i być może, że niekiedy bywa ono przeceniane. Wpływ fizyczny materyi organicznej zaś może być natury dwojakiej: przez rozkład odbywający się w łonie ziemi, oraz przez zwiększenie zapasu ciał próchnicowych.

Wpływ fizyczny, wywierany przez rozkład da się do pewnego stopnia porównać z działaniem drożdży podczas fermentacyi ciasta; polega on na zmniejszeniu zwięzłości pomiędzy cząstkami ziemi, spulchnieniu jej i przewietrzeniu. Jeżeli wpływ ten objawia się zbyt silnie, może być niekorzystny, np. w razie gdy ilość materyi organicznej (jak to się zdarzało w kulturach wazonowych), łatwo się rozkładającej jest zbyt obfitą, albo gdy ziemia z natury lekka i przewiewna, takiego przewietrzenia wcale nie potrzebuje. Wpływ zaś wywierany przez przysporzenie próchnicy polega na łagodzeniu niekorzystnego dla wegetacyi zachowania się ziemi wobec wpływów atmosferycznych. W ziemiach ciężkich objawia się ten wpływ stępieniem plastyczności i zwięzłości, ułatwieniem doprowadzenia do dobrej struktury, oraz pożądanem zwiększeniem przewiewności. W ziemiach natomiast lekkich naj-

większą rolę odgrywa zwiększenie zdolności zatrzymywania wody. (p. art. p. t. Rola).

Utrzymywało się dawniej w praktyce przekonanie, że nawóz stajenny bardzo korzystnie działa w glebie po przyoraniu przez utrzymywanie w niej wyższej temperatury, dzięki obfitej ilości ciepła uwalnianego podczas rozkładu. Ścisłe jednak doświadczenia wykonane w celu rozwiązania tej kwestyi przez Wollnego wykazały mylność tego poglądu. Przeciętnie w miesiącach chłodniejszych temperatura ziemi zgnojonej była wyższą niż niegnojonej zaledwie o 0.58° C, w miesiącach zaś cieplejszych prawie żadnej różnicy nie zauważono. Najwyższe zaś podwyższenia temperatury chwilowe wynosiły na ziemi nawiezionej dawkami odpowiadającemi na 1 *ha*:

900 cetn.	świeżego nawozu końskiego . . .	1.0—1.3° C.
370 „	słomy bobowej .	2.2—2.8° „
370 „	słomy żytniej zwilżonej gnojówką .	1.0—1.1° „

To nieco znaczniejsze podwyższenie stanu ciepłoty obserwowano jednakże tylko wówczas, gdy w ziemi istniały bardzo przyjazne warunki dla rozkładu, a mianowicie wysoka temperatura i dostateczna wilgotność. Wogóle zaś nie ulega wątpliwości, że rozkład gnoju pozostaje na temperaturę ziemi bez wpływu, niezawodnie dla tego, iż znaczna nawet ilość ciepła wydzielanego podczas rozkładu, rozdzielona na wielką masę ziemi, nie może jej temperatury w sposób wybitny podnieść. O takim więc wpływie ogrzewającym, jaki znaczna ilość nawozu końskiego świeżego wywiera w inspektach, w roli nie może być mowy.

IV. Przechowanie nawozu stajennego.

W każdem gospodarstwie mija od chwili wyprodukowania świeżego nawozu stajennego aż do chwili wywózki w pole, krótszy albo też dłuższy okres czasu. Trudno bowiem, osobliwie tam gdzie obszar ugorów jest bardzo ograniczony, uregulować całe gospodarstwo polowe tak, aby zawsze mieć kawałek roli zupełnie gotowy do codziennej wywózki gnoju, jak również wolne do tej roboty zaprzęgi, oraz pieszego robotnika. Gdyby więc nawet, nieuniknione podczas przechowania gnoju, procesy rozkładowe pociągały za sobą same tylko złe skutki i zgoła żadnej korzyści nie zapewniały, zaprowadzenie regularnej codziennej wywózki w pole byłoby, jeżeli już nie całkiem niemożliwe, to w każdym razie zarówno kłopotliwe jak kosztowne. Zresztą przeciwko takiemu postępowaniu, gdyby nawet chroniło ono w najwyższym stopniu gnój przed zmniejszeniem wartości nawozowej, przemawiałaby bardzo silnie okoliczność, że pole codziennie po kawałku nawożone w chwili zasiewu byłoby bardzo niedostatecznie wyrównane. Na różnych bowiem jego częściach znajdowałby się nawóz bardzo różny co do wieku i stopnia rozkładu, wskutek czego niewątpliwie rozwój roślin byłby na całym obszarze bardzo nierównomierny.

Przechowywanie zatem nawozu stajennego na folwarkach i wywózkę w pole dopiero wtedy, gdy się większy zapas uzbiera, uważać trzeba za konieczność, od której niepodobna się uchylić. Ponieważ jednak podczas przechowania gnoju, czy to w stajni czy też na gnojarni, może się jego wartość nawozowa, wskutek niewłaściwego postępowania, rzeczywiście znacznie obniżyć, należy usilnie się starać o to, ażeby wszelkie złe skutki rozkładu zredukować do możliwie najniższych rozmiarów.

Zasady praktyczne przechowania gnoju muszą się koniecznie opierać na dokładnej znajomości przemian, jakie się w nim mogą odbywać podczas rozkładu. Znając je należycie, możemy dążyć do tego, aby zapobiegać niekorzystnym a dopuszczać pożyteczne, o ile tylko znajdą się odpowiednie środki. W szczególności powinno się dbać podczas przechowywania obornika o osiągnięcie następujących celów:

1-o Ograniczenie straty materyi organicznej, o ile to tylko jest możliwe bez uszczerbku dla dobrego działania gnoju.

2-o Niedopuszczenie wyługowania najwięcej cennych części rozpuszczalnych.

3-o Niedopuszczenie znaczniejszej straty azotu (następującej wskutek ulatniania się amoniaku, nitryfikacyi, powstawania azotu wolnego), jak również—cofania się związków azotowych co do stopnia przyswajalności.

Do środków najtańszych, dających się bezwarunkowo w każdem gospodarstwie z korzyścią zastosować, należą:

a) trzymanie gnoju zarówno w stajniach jak i gnojarniach na tłach dostatecznie nieprzepuszczalnych, w które gnojówka odciekająca z nawozu nie może wsiąkać;

b) utrudnianie przystępu powietrza za pomocą dostatecznie silnego ubicia gnoju;

c) utrzymywanie w przechowanym gnoju należytego stopnia wilgotności.

Uzasadnienie szczegółowe korzyści, wynikających z utrzymywania gnoju w stanie ubitym, znajduje się w rozdziale traktującym o rozkładzie obornika. Tu w streszczeniu tylko przypominamy, że korzyści, jakie zapewnia silne ubijanie gnoju, są wielostronne. Zaliczyć do nich można przedewszystkiem zmniejszenie straty azotu. Z ubitego gnoju bowiem podczas rozkładu nie wydziela się wolny azot bezpośrednio, amoniak nie tak łatwo się ulatnia, a grzyby wywołujące cofnięcie się azotu w przyswajalności, nie mogą się obficiej rozwijać. W tych warunkach strata azotu mogłaby tylko nastąpić głównie wskutek redukcyi azotanów, co jednak wcale nie grozi, wobec tego że ograniczenie dostępu tlenu tamuje nitryfikacyę, zatem niedopuszcza tworzenia się kwasu azotowego. Dzięki ubiciu gnoju osiąga się również pożądane zmniejszenie straty materyi organicznej. Może również w ubitym gnoju, wedle wszelkiego prawdopodobieństwa, nastąpić podczas przechowania korzystne uruchomienie azotu pochodzącego z kału i podściołów.

Utrzymywanie nawozu w stanie odpowiednio wilgotnym działa korzystnie w ten sam sposób co ubicie, ponieważ woda, wypełniając puste miejsca, ogranicza tak samo jak ubicie dostęp powietrza. Co się tyczy ulotniania amoniaku, to w wilgotnym nawozie jest ono mniej groźne także i z powodu zmniejszenia koncentracyi roztworu lotnego węglanu amonowego. Obecność dostatecznej ilości wody niedopuszcza prócz tego zbyt silnego ogrzewania się nawozu, i w ten sposób zapobiega zbyt energicznemu rozkładowi, który zniszczyłby zbyt wielką ilość materyi organicznej.

Zaznaczyć tu jednak należy, że ograniczenie do gnoju dostępu powietrza, czy to przez ubicie, czy przez polewanie, nie powinno przekraczać pewnej granicy. Gnój bowiem przegniły całkiem bez dostępu tlenu może być mniej skuteczny, lub nawet działać szkodliwie prawdopodobnie z powodu nagromadzenia się podczas rozkładu zbyt obfitej ilości kwaśnych związków organicznych. Z tego powodu zalania gnoju wodą nie można wcale uznać za racyonalne, jakkolwiek przez to najsilniej się rozkład powstrzymuje i stratę azotu ogranicza.

Zastosowanie wyłączne tych najprostszych i tanich środków podczas przechowania gnoju wydawało się jednakże od dawnych lat niewystarczającem tak praktykom jak i chemikom rolniczym. Zalecano więc dodawać, w celu lepszej konserwacyi azotu oraz ograniczenia ubytku materyi organicznej, rozmaite środki chemiczne, jak kwasy mineralne, gips zwykły i superfosfatowy, wapno, sole kopalne potasowe i t. p. Nad działaniem tych środków i ich użytecznością w praktyce wykonano mnóstwo doświadczeń, jak dotąd jednak nikomu nie udało się stanowczo rozwiązać kwestyi, o ile istotnie użycie tych środków konserwujących jest potrzebne i o ile się opłaca. Opisowi sposobu ich działania poświęcamy następujący rozdział.

Środki chemiczne do konserwacyi nawozu stajennego.

Sądzono dawniej powszechnie, że główną lub nawet wyłączną przyczyną strat azotu, zachodzących podczas przechowania gnoju, jest ulatnianie się węglanu amonowego. Straty zaś azotu na innej drodze, albo nie były znane, albo też nie zwracano na nie należytej uwagi. Wobec tego wydawało się, że można najskuteczniej przeciwdziałać ubytkowi cennego azotu z gnoju, zamieniając w nim, za pomocą dodatku odpowiedniego środka chemicznego, lotny węglan amonowy na nielotne sole amonowe. To też z pomiędzy różnych materyałów zalecano do konserwacyi nawozu stajennego tylko te, które były zdolne do tej przemiany, czyli wedle utartego w praktyce wyrażenia, do tak zwanego wiązania amoniaku. Jako użyteczne więc uznawano: gips zwyczajny i zawierający wolny kwas fosforowy, sole stassfurckie, kwasy mineralne, zaś przed użyciem np. wapna palonego, które wprost przeciwnie, amoniak ze związków nielotnych uwalnia i ułatwia jego ulotnienie, stanowczo przestrzegano.

Doświadczenia nad skutecznością środków chemicznych przeprowadzano zwykle na małą skalę w ten sposób, że jedne niewielkie porcye gnoju mieszano z próbowanym środkiem konserwującym azot, do innych zaś owego środka nie dodawano i wszystkie przechowywano w jednakowych warunkach. Po pewnym czasie oznaczano bądź ilość ulotnionego amoniaku, bądź stratę azotu i skoro badany środek konserwujący ulatnianie się amoniaku lub ubytek w azocie w stopniu znaczniejszym ograniczał, zalecano go, jako nadający się do zastosowania w praktyce z tem przekonaniem, że każda, choćby najmniejsza ilość, będzie

skutecznie działała i wiążąc odpowiednią ilość amoniaku, zabezpieczy przed ulotnieniem.

W nowszych dopiero badaniach zaczęto więcej liczyć się z możliwością, że te same środki chemiczne, które w próbach laboratoryjnych w sposób zadowalający konserwowały azot podczas przechowania gnoju, w praktyce mogą się okazać, z powodu odmiennych warunków, daleko mniej skutecznymi, albo też nawet zupełnie bezskutecznymi. Wobec zaś spostrzeżeń, że przyczyną strat w azocie jest nietylko ulatnianie się amoniaku, lecz również i wydzielanie się azotu wolnego, oraz że cofanie się związków azotowych w przyswajalności odgrywa również bardzo wielką rolę, rozszerzono zakres badania, dążąc do dokładnego poznania wpływów, jakie każdy z zalecanych do konserwacyi gnoju środków chemicznych wywiera na wszelkie przemiany, zachodzące podczas przechowania gnoju w związkach azotowych. Oprócz tego starano się też dokładniej zbadać, o ile użycie środków konserwujących istotnie w praktyce się opłaca i w jakich ilościach należy je stosować.

W pracy na tem polu rozpoczętej można zauważyć wiele jeszcze luk i trudno się spodziewać, wobec trudności, jakie się napotyka w wykonywaniu doświadczeń nad przechowywaniem gnoju, jeżeli się pragnie w nich ściśle naśladować warunki istniejące w stajni lub na gnojarni, aby różne wątpliwe kwestye doczekały się rychło rozwiązania. Sposób działania najczęściej zalecanych środków konserwujących, o ile jest dotychczas zbadany, opisujemy poniżej, oceną zaś ich istotnej użyteczności w praktyce zajmiemy się w rozdziałach, traktujących o przechowaniu obornika w stajniach i na gnojarni.

1. *Gips zwyczajny.* Do konserwacyi nawozu stajennego może być użyty równie dobrze gips palony bezwodny, jak i surowy, zawierający wodę krystalizacyjną. Ostatni jest więcej odpowiedni z powodu niższej ceny. Przyczynić się może gips do lepszej konserwacyi azotu, powstrzymując ulatnianie się amoniaku, dzięki podwójnej wymianie chemicznej, jaka się może odbywać między węglanem amonowym nawozu, a siarkanem wapniowym gipsu. Reakcya ta wyraża się następującym wzorem:

$$\underset{\text{węglan amonowy}}{(NH_4)_2CO_3} + \underset{\text{siarkan wapniowy}}{CaSO_4} = \underset{\text{siarkan amonowy}}{(NH_4)_2SO_4} + \underset{\text{węglan wapniowy}}{CaCO_3}$$

Siarkan amonowy jest solą w zwykłej temperaturze nie lotną, gips zatem, jak się w praktyce wyrażamy, posiada istotnie zdolność wiązania amoniaku. Wedle podanego wyżej wzoru można teoretycznie obliczyć, że do związania 1 części azotu amoniakalnego potrzeba 6.14 części chemicznie czystego gipsu, krystalizującego z dwiema drobinami wody ($CaSO_4 + 2H_2O$), to znaczy, że 100 *kg.* takiego gipsu może związać 16.3 *kg.* azotu amoniakalnego.

Działanie jednakże wiążące gipsu nie jest całkiem trwałe, pomiędzy bowiem siarkanem amonowym a powstającym węglanem wapniowym może się odbywać reakcya w kierunku wprost przeciwnym, wskutek której siarkan amonowy zamienia się napowrót na węglan, tak że w rzeczywistości w nawozie gipsowanym będą się obok siebie zawsze znajdować: węglan i siarkan wapniowy, oraz węglan i siarkan amonowy. Ilość zaś odtworzonego węglanu amonowego będzie zależała od stosunku istniejącego chwilowo pomiędzy ilością węglanu wapniowego i siarkanu amonowego.

W wyższym daleko jeszcze stopniu przeszkadzają wiązaniu amoniaku przez gips alkaliczne związki, znajdujące się w moczu zwierząt roślinożernych w obfitej ilości, a mianowicie węglan potasowy. W obecności bowiem tej ostatniej soli, siarkan wapniowy zamienia się na węglan wapniowy, podczas gdy z węglanu potasowego tworzy się siarkan, który wobec węglanu amonowego zachowuje się zupełnie obojętnie. Takie alkaliczne związki znajdują się również w kale, choć w ilości mniejszej i razem ze związkami zawartymi w moczu wykluczają pewną ilość gipsu od wiążącego działania. Wedle doświadczeń Müntza, który pierwszy zwrócił na ten ważny fakt uwagę, można liczyć, że jeden kilogram różnych odchodów zwierzęcych zobojętnia, w objaśniony wyżej sposób, następujące ilości gipsu krystalicznego:

	płynne	stałe
odchody końskie	7.31 *g.*	0.00 *g.*
„ krowie	14.62 „	5.57 „
„ owcze	30.66 „	2.97 „

W próbach zaś wykonanych ze świeżym gnojem okazało się, że dla nasycenia alkaliczności potrzeba gipsu krystalicznego na 1 *kg.* nawozu:

końskiego	2.13 do	3.55 *g.*	średnio	2.91 *g.*
bydlęcego	3.55 „	13.21 „	„	7.84 „
owczego	4.70 „	13.21 „	„	9.22 „
świniego	3.02 „	5.67 „	„	10.88 „

Chcąc zatem obliczyć najmniejszą ilość gipsu, potrzebną do zupełnego związania w gnoju lotnego węglanu amonowego, trzeba koniecznie uwzględnić ubezwładnianie pewnej dozy gipsu, wskutek obecności w nawozie stajennym alkalicznych związków. Ponieważ zaś tylko azotowe związki moczu łatwo i szybko przechodzą w amoniak, można przyjąć, że co najwyżej połowa azotu znajdującego się w całkowitych odchodach zwierzęcych narażona jest na ulotnienie i potrzebuje związania. Obliczywszy dzienny wydatek gnoju uzyskiwany od różnych zwierząt, wedle produkcyi rocznej, podanej wyżej w zestawieniu na str. 618, zaś ilość azotu, potrzebującego konserwacyi sztucznej, wedle zawartości azotu w całorocznych odchodach rozmaitych zwierząt, wykazanej w tablicy na str. 606, znajdziemy w odpowiednich obrachunkach, że do związania całej ilości amoniaku, powstającego podczas rozkładu moczu, potrzeba co najmniej następujących ilości czystego gipsu:

	waga żywa	ilość gipsu krystalicznego potrzebna na dobę: na zobojętnienie alkaliczności	na związanie amoniaku	ogółem średnio
na konia	400 *kg.*	85 *g.*	220—387 *g.*	390 *g.*
„ bydlę rogate	400 „	238 „	246—510 „	600 „
„ owcę	40 „	23 „	37— 61 „	75 „
„ świnię	100 „	30 „	65—100 „	110 „

Ponieważ zaś surowy mielony gips kopalny zawiera zwykle nie więcej niż 75—80 % krystalicznego siarkanu wapniowego, wypadałoby wyliczoną minimalną dawkę podwyższyć o $^1/_3$—$^1/_4$ części. W rzeczywistości zaś dla zupełnego związania amoniaku potrzeba ilości znacznie przewyższających obliczone teoretycznie, gdyż w praktyce niepodobna całkowicie wyzyskać wiążącego działania siarkanu wapniowego, tak aby każde 100 *kg.* krystalicznego siarkanu wapniowego, pozostałe po stępieniu alkaliczności gnoju związały, jak to wypada z chemicznego wzoru, przeszło 16 *kg.* azotu amoniakalnego. Nadmiar i to znaczny tembardziej jest potrzebny, że gips jest trudno rozpuszczalny w wodzie i po posypaniu nie rozchodzi się łatwo w całej masie nawozu. Chcąc więc ulatnianie się amoniaku ograniczyć, trzeba za pomocą obfitej dawki ułatwić zetknięcie się cząsteczek gipsu z węglanem amonowym wszędzie, gdzie ten ostatni związek podczas fermentacyi moczu się tworzy. Inaczej bowiem może się amoniak ulotnić, zanim wejdzie w zetknięcie z gipsem. Słaba rozpuszczalność gipsu w wodzie obniża też znacznie jego skuteczność osobliwie wtedy, gdy fermentacya amoniakalna moczu żywo się odbywa i na raz wiele węglanu amonowego się tworzy.

Co się tyczy innych przemian związków azotowych, to gips prawie wcale na nie nie wpływa. Nie powstrzymuje też ani rozkładu bezazotowych ciał organicznych, ani fermentacyi amoniakalnej. Zauważono tylko niekiedy, że w nawozie gipsowanym amoniak przechodził wskutek nitryfikacyi w ilości obfitszej w kwas azotowy niż w niegipsowanym. Jest to niezawodnie następstwem stępienia alkalicznej reakcyi gnoju nieprzyjaznej dla procesu nitryfikacyjnego.

2. *Gips superfosfatowy.* Ten środek konserwujący jest ubocznym produktem fabrykacyi kwasu fosforowego, służącego do wyrobu skoncentrowanych superfosfatów (p. superfosfaty), a zawiera, obok krystalicznego siarkanu wapniowego czyli gipsu, znaczniejszą ilość, zwykle 6—12 % wolnego kwasu fosforowego, który wiąże amoniak, zamieniając węglan amonowy na nielotne fosforany amonowe. Zależnie od tego, czy utworzy się fosforan jednoamonowy, dwuamonowy, czy też trójamonowy, potrzeba, wedle wzoru chemicznego, na związanie 1 *kg.* azotu amoniakalne o 7.0, 3.5 lub 2.3 *kg.* kwasu fosforowego, zaś 100 *kg.* kwasu fosforowego mogą związać 14.3, 28.6 lub 43.0 *kg.* azotu. Powstające fosforany amonowe mogą się następnie w zetknięciu z gipsem zamieniać na siarkan amonowy, podczas gdy wapno gipsu łączy się z kwasem fosforowym, tworząc nierozpuszczalne fosforany wapniowe, a to wedle następujących wzorów chemicznych:

1) $(NH_4)_2HPO_4$ + $CaSO_4$ = $(NH_4)_2SO_4$ + $CaHPO_4$
fosforan dwuamonowy — siarkan wapniowy — siarkan amonowy — fosforan dwuwapniowy

2) $2(NH_4)_3HPO_4$ + $3CaSO_4$ = $3(NH_4)_2SO_4$ + $Ca_3(PO_4)_2$
fosforan trójamonowy — siarkan wapniowy — siarkan amonowy — fosforan trójamonowy

Przy użyciu zatem gipsu superfosfatowego do konserwacyi gnoju, przechodzi zawarty w nim kwas fosforowy, ze stanu rozpuszczalnego w wodzie w stan nierozpuszczalny, wskutek czego jego wartość nawozowa może się zmniejszyć.

Działanie konserwujące wolnego kwasu fosforowego jest wogóle daleko skuteczniejsze niż działanie gipsu. Nietylko bowiem kwas fosforowy, jako rozpuszczalny w wodzie, daleko łatwiej wchodzi w zetknięcie z węglanem amonowym, i rozdzielając się w całej masie nawozu, szybciej dostaje się tam, gdzie może być użyteczny, lecz oprócz tego, wskutek swej kwaśnej reakcyi, zmniejsza energię tak fermentacyi amoniakalnej, jak i wszelkich innych procesów rozkładowych. Ponieważ jednak węglany alkaliczne, znajdujące się w moczu, szybko kwas fosforowy zobojętniają, działanie przeciwrozkładowe objawia się dopiero wtedy, gdy kwas fosforowy będzie dodany w znacznej ilości. Wedle spostrzeżeń Stutzera ilość kwasu fosforowego wynosząca 0.4 % w stosunku do masy nawozu skutecznie procesy rozkładowe powstrzymuje. Zobojętnianie kwasu fosforowego przez węglan potasowy moczu przeszkadza wiązaniu amoniaku tak samo jak przy użyciu gipsu; powstające bowiem przy tem fosforany potasowe zachowują się wobec węglanu amonowego obojętnie, jeżeli sole magnowe są nieobecne. Wskutek zobojętniania alkaliczności gnoju, gips superfosfatowy tak samo jak gips zwykły ułatwia nitryfikacyę amoniaku.

Tak samo jak gips superfosfatowy działają zwykłe superfosfaty, w których kwas fosforowy znajduje się prawie wyłącznie w kwaśnym fosforanie jednowapniowym. Natomiast materyały, zawierające kwas fosforowy w formie fosforanu dwuwapniowego lub trójwapniowego, a więc fosfaty strącone i fosforytowe mączki (p. nawozy fosforowe) są całkiem bezużyteczne, gdyż zachowują się wobec węglanu amonowego obojętnie.

3. *Siarkan żelazawy.* Działanie konserwujące siarkanu żelazawego co do wiązania amoniaku jest zupełnie podobne do działania gipsu. W zetknięciu z tym związkiem węglan amonowy zamienia się na siarkan, podczas gdy żelazo tworzy po złączeniu się z kwasem węglowym—węglan żelazawy, rozkładający się szybko w obecności tlenu powietrza na wodorotlenek żelazowy i kwas węglowy. Siarkan amonowy, utworzony pod wpływem siarkanu żelazawego, nie podlega, tak jak się to może stać w razie użycia gipsu, wstecznej przemianie na węglan, związanie przeto jest trwałem. Nad gipsem ma jeszcze siarkan żelazawy tę przewagę, że jako rozpuszczalny w wodzie łatwiej się w gnoju rozchodzi, a wskutek swoich antyseptycznych własności powstrzymuje procesy rozkładowe, między innymi i fermentacyę amoniakalną, przez co ogranicza powstawanie węglanu amonowego. Węglan potasowy moczu działa na siarkan żelazawy tak samo jak i na gips; pewna zatem ilość siarkanu żelazawego zużywa się w gnoju na zniweczenie alkalicznej reakcyi, a dopiero pozostały nadmiar może wiązać węglan amonowy.

Ponieważ siarkan żelazawy zawiera blizko o połowę mniej kwasu siarkowego, wiążącego amoniak, aniżeli gips, najmniejsza dawka, potrzebna do związania całej ilości węglanu amonowego, wypada w obliczeniu teoretycznem prawie dwa razy większą od dawki gipsu. Wobec tego zastosowanie siarkanu żelazawego do konserwacyi gnoju wypadałoby bardzo drogo, tem więcej że handlowa cena tego przetworu chemicznego jest znacznie wyższa niż gipsu. Nic zatem dziwnego, że w praktyce nie znalazł siarkan żelazawy szerszego zastosowania.

4. *Kopalne sole potasowe.* Z pomiędzy różnych kopalin stassfurckich zalecano użycie do konserwacyi gnoju kainitu lub karnallitu. W obu czynnikiem wiążącym amoniak są sole magnowe, mianowicie w pierwszej chlorek i siarkan, a w drugiej tylko chlorek magnowy; sole zaś potasowe pozostają na wiązanie amoniaku bez żadnego wpływu. W zetknięciu z solami magnowemi, tworzy węglan amonowy nielotne podwójne sole amonowo-magnowe, albo też zamienia się na chlorek lub siarkan amonowy. W obecności węglanu potasowego moczu, pewna część soli magnowych zamienia się na węglan magnowy, który nietylko że

amoniaku nie wiąże, lecz podobnie jak węglan wapniowy ma tendencyę do odtwarzania z chlorku lub siarkanu amonowego napowrót węglanu amonowego.

Korzystny wpływ kainitu lub karnallitu nie ogranicza się wszakże do wiązania amoniaku, lecz jest więcej wszechstronny. Zauważono mianowicie, że kopaliny te powstrzymują w gnoju fermentacyę amoniakalną oraz nitryfikacyę, jak również wogóle rozkład materyi organicznej, a to wszystko niezawodnie dzięki temu, że rozpuszczając się szybko, przez zwiększenie koncentracyi gnojówki utrudniają rozkładową działalność drobnoustrojów. Kainit i karnallit zatem ograniczają stratę powstającą wskutek ulatniania się amoniaku nietylko przez wiązanie węglanu amonowego, lecz również przez zmniejszenie produkcyi tego związku.

Tak samo jak surowe sole potasowe, działa tańszy od nich znacznie kizeryt, składający się głównie z siarkanu magnowego, a znajdujący się w wielkiej ilości w kopalniach stassfurckich.

5. *Kwasy mineralne.* Z pomiędzy kwasów mineralnych zalecano użycie w celu konserwacyi gnoju kwasu solnego i siarkowego. Pierwszy okazał się mało przydatnym z powodu swej lotności. Co się tyczy kwasu siarkowego, to z punktu widzenia teoretycznego, bardzo dobrze nadawałby się do tego celu. Jest on bowiem w stanie wiązać amoniak energicznie i trwale, zamieniając węglan amonowy na siarkan, prócz tego może także przeciwdziałać ulatnianiu się amoniaku, powstrzymując fermentacyę amoniakalną, wskutek wytworzenia w gnoju kwaśnej reakcyi. Z tej samej przyczyny i wszelkie inne przemiany rozkładowe, tak w związkach azotowych jak i w związkach bezazotowych, doznają w gnoju polewanym kwasem siarkowym osłabienia. Ponieważ jednak węglan potasowy moczu zobojętnia pewną ilość kwasu siarkowego, skuteczne działanie może wywierać dopiero nadmiar, pozostający po stępieniu alkaliczności gnoju. Na związanie 1 *kg.* azotu amoniakalnego potrzeba 3.5 *kg.* chemicznie czystego kwasu siarkowego, zatem 100 *kg.* tegoż kwasu mogą związać 28.6 *kg.* azotu. Stężony zaś wodny roztwór kwasu siarkowego, znajdujący się w handlu, który zawiera tylko 60 % czystego kwasu, może na 100 *kg.* związać około 17 *kg.* azotu amoniakalnego.

W próbach wykonywanych na małą skalę okazał się kwas siarkowy bardzo skutecznym i nie zawiódł przewidywań teoretycznych. Zastosowaniu jednak kwasu siarkowego w praktyce stoją na zawadzie gryzące własności, przy nieostrożnem obchodzeniu się zagrażające zdrowiu zwierząt jak również i obsługującej je czeladzi. Prędzej już mógłby wobec tego znaleźć kwas siarkowy zastosowanie przy przechowaniu gnoju poza stajnią, a w szczególności do konserwacyi gnojówki. W celu zmniejszenia niebezpieczeństwa, jakie przedstawia używanie kwasu siarkowego, próbowano w Niemczech rozpowszechniać ściółkę torfową zaprawioną 3 % kwasu siarkowego. Relacye jednak o tym podściole nie brzmią pomyślnie, niezawodnie dlatego, że kwas siarkowy w zetknięciu z torfem traci swe konserwujące własności.

6. *Wapno palone.* Ten materyał do wiązania amoniaku absolutnie się nie nadaje, gdyż wywiera wprost przeciwne działanie, uwalniając amoniak z nielotnych soli amonowych. Ponieważ jednak zauważono w najnowszych badaniach, że wapno palone, dodane do nawozu zmniejsza stratę azotu, powstającą wskutek wydzielania się wolnego azotu, tak bezpośrednio z rozkładających się ciał azotowych, jak również z powodu denitryfikacyi kwasu azotowego, sądzą niektórzy, że może być w celu konserwacyi azotu z korzyścią do gnoju dodawane. Przypuszczenie to jednak wymaga jeszcze dokładniejszego zbadania, a prawdopodobnem wcale się nie wydaje, wobec obawy, że obfitszego ulatniania się amoniaku wskutek dodatku wapna nie wynagrodzi ograniczenie straty azotu, powstającej z innych przyczyn.

Jak to wynika z opisanego powyżej działania ważniejszych środków konserwujących, wszystkie, z wyjątkiem jednego tylko wapna palonego, zaczynają działać dopiero nadmiarem pozostającym po stępieniu alkaliczności nawozu stajennego. Wskutek tego koszt zastosowania środków tych znacznie się powiększa, i użyteczność ich staje się, jak to jeszcze poniżej przedstawimy, często wielce problematyczną. Nie jest także stanowczo zbadaną rzeczą, czy to zniweczenie alkalicznej reakcyi w gnoju nie zmienia kierunku procesów rozkładowych w sposób dla wartości nawozowej niekorzystny. Na to powinno się w próbach zwracać uwagę, gdyż np. wedle francuskich autorów gnój powinien mieć podczas przechowania reakcyę alkaliczną, aby rozpuszczający się w alkalicznym roztworze drzewnik utworzył t. zw. materyę czarną,

wywierającą korzystny wpływ na żyzność ziemi (p. Rola). Należałoby również zbadać, czy nawóz zakwaszony (np. przez dodatek kwasu siarkowego w celu konserwacyi azotu, lub też wskutek nagromadzenia się większej ilości kwasów organicznych podczas rozkładu gnoju, w którym naturalną reakcyę alkaliczną stępiono środkami konserwującymi), nie będzie wpływał niekorzystnie na wegetacyę, osobliwie na rolach ubogich w wapno.

A. Przechowywanie nawozu w stajniach.

Trzymanie nawozu w stajniach pod zwierzętami, od chwili wyprodukowania aż do chwili wywózki na pole, niewątpliwie najskuteczniej chroni gnój przed zmianami, wpływającemi ujemnie na jego wartość. Korzyści, jakie ten sposób pielęgnowania zapewnia, są mianowicie następujące:

1. Odchody zarówno stałe jak i płynne dają się dokładnie zebrać, bez straty najwięcej cennych części rozpuszczalnych, jeżeli tylko nawóz gromadzi się w stajni na zupełnie nieprzepuszczalnym spodzie.

2. Uzyskuje się należyte wymieszanie odchodów z materyałami podściołowymi przez same zwierzęta.

3. Dzięki znacznej wilgotności gnoju, zabezpieczonej przez zatrzymanie całej ilości wydzielonego moczu, oraz przez utrudnienie parowania wody, temperatura nie może się podczas rozkładu zbyt znacznie podnieść.

4. Dzięki mocnemu ubiciu gnoju pod ciężarem stojących na nim zwierząt, dostęp tlenu ogranicza się w należytym stopniu, wskutek czego energia procesów rozkładowych się zmniejsza.

5. Koszta produkcyi gnoju są mniejsze, wskutek uniknięcia wydatku na wynoszenie nawozu ze stajni i na polewanie, na gnojarni niezbędnie potrzebne; pielęgnowaniem gnoju przechowywanego w stajni zajmują się zwierzęta same bezpłatnie i bezwiednie, a obsługa ich jest nawet mniej kosztowna.

Z pośród wymienionych korzyści należy osobliwie podnieść *należyte ograniczenie dostępu tlenu*, zatem wytworzenie warunków, w których niekorzyści, wynikające z rozkładu nawozu stajennego podczas przechowania, objawiają się, jak to już wyżej przedstawiliśmy (p. str. 627), stosunkowo w najmniejszym stopniu. Strata materyi organicznej jest bowiem wówczas najmniej znaczną, a niekorzystne przemiany związków azotowych, nie mogą przybrać bardzo groźnych rozmiarów. Wobec braku mianowicie tlenu, nie może się wydzielać w obfitszej ilości wolny azot, tembardziej, że powstrzymanie w gnoju nitryfikacyi zabezpiecza przed stratą, następującą wskutek redukcyjnego rozkładu kwasu azotowego. Nie następuje również w tych warunkach cofanie się związków azotowych w przyswajalności, a do ograniczenia straty azotu przyczynia się także w znacznym stopniu utrudnienie ulatniania się amoniaku, który w gnoju, rozkładającym się wobec ograniczonego dostępu powietrza i zabezpieczonym przed szybkiem obsychaniem, jest daleko lepiej wiązany.

Jak dalece przechowywanie pod zwierzętami jest dla nawozu korzystne, świadczy zdanie praktycznych rolników, że trzymając gnój w oborze, można z tej samej ilości paszy i ściółki wyprodukować większą ilość nawozu aniżeli przy przechowywaniu na gnojarni. Spostrzeżenie to wskazuje poprostu, że ubytek materyi organicznej jest w gnoju przechowywanym pod zwierzętami istotnie znacznie mniejszy. Co się zaś tyczy strat azotu i soli mineralnych rozpuszczalnych, w szczególności potasowych, to mamy w analizach chemicznych wymowny dowód, że przechowując nawóz na gnojarni trudniej się przed niemi chronić. Przeciętny mianowicie skład chemiczny nawozu bydlęcego rozłożonego, pochodzącego z gnojarni i z obór, przeliczony na zawartość wody normalną, wedle liczniejszych rozbiorów przez Holdefleissa zebranych, przedstawia się, jak następuje:

	w nawozie bydlęcym przechowywanym	
	w oborze	na gnojarni
suchej substancyi	25.000 %	25.000 %
azotu	0.544 „	0.470 „
tlenku potasowego.	0.670 „	0.572 „
kwasu fosforowego.	0.266 „	0.213 „

Nawóz zatem trzymany w oborze jest przeciętnie zamożniejszy we wszystkie składniki pokarmowe. Wprawdzie w niektórych rozbiorach znajdowano w oborniku pochodzącym z gnojarni ilość azotu i tlenku potasowego równą lub nawet większą niż w nawozie bydlęcym, przechowanym w oborze, fakt ten jednak wcale nie dowodzi, że na gnojarni strata była tak samo wielka lub nawet mniejsza, gdyż nawóz pochodzący z gnojarni mógł być wogóle bardziej skoncentrowanym, nawet pomi-

mo znaczniejszych strat w azocie lub tlenku potasowym, wskutek tego że energiczniej się rozkładał i więcej stracił z masy suchej, aniżeli nawóz przechowany w stajni. Pomimo jednak dobrych skutków, jakie zapewnia trzymanie nawozu pod zwierzętami, ten sposób postępowania bynajmniej nie zawsze okazuje się w praktyce najwięcej racyonalnym. Przedewszystkiem, wedle zgodnego zdania praktycznych gospodarzy, należy nawóz codziennie uprzątać i na gnojarni składać z pod koni i z pod trzody chlewnej, a to przez wzgląd na hygieniczne warunki dla zdrowia tych zwierząt potrzebne, którym nie można zadosyć uczynić, jeżeli się nawóz przechowuje w stajni.

Co się tyczy nawozu końskiego, to przechowaniu go pod końmi stają na przeszkodzie głównie wyziewy amoniakalne, na które oczy koni są bardzo wrażliwe. Przy użyciu na podściół słomy, przy najstaranniejszem pielęgnowaniu niepodobna zapobiedz ulatnianiu się węglanu amonowego w tych małych ilościach, które na wartość nawozu mało wpływają, a dla zdrowia mogą być bardzo szkodliwe. W moczu bowiem końskim, zawierającym wiele azotu, znajduje się, po przebytej fermentacyi amoniakalnej, węglan amonowy w roztworze bardziej stężonym i może się łatwo ulatniać, o czem najlepiej świadczy woń amoniakalna, która się daje zwykle w stajni końskiej uczuwać, jeżeli tylko nawóz w niej dłużej leży. Tylko przy użyciu dobrego podściołu torfowego, odpowiednio często zmienianego, można utrzymać w stajni końskiej dobre powietrze, chociaż się nawozu codziennie nie uprząta, ponieważ taki torf wiąże węglan amonowy znacznie lepiej niż słoma. W próbach wykonanych w Niemczech zauważono np. następujące różnice w ilości amoniaku przypadającej na 1 m^3 powietrza w stajni, w której używano na podściół:

	torfu	słomy
pierwszego dnia . .	0.0 *mg.*	1.2 *mg.*
drugiego dnia . . .	0.0 „	2.8 „
czwartego dnia. . .	0.0 „	8.1 „
szóstego dnia . . .	1.0 „	16.8 „
piętnastego dnia . .	17.0 „	— „

Przy użyciu zatem słomy już czwartego dnia znajdowało się amoniaku 400 razy więcej niż bywa w zwykłem powietrzu atmosferycznem; tymczasem w stajni, w której pod konie podścielano torf, w pierwszych dniach amoniak wcale się nie ulatniał, a obfitsza ilość tego związku znalazła się dopiero po upływie dłuższego czasu, gdy przesycony moczem torf nie mógł już tak dobrze absorbować amoniaku.

Czy chemiczne środki konserwujące byłyby w stanie w zupełności niedopuścić ulatniania się amoniaku w stajniach, w których konie stoją na słomie, jest rzeczą wątpliwą. To tylko nie ulega wątpliwości, że ilości tych środków, niezbędne do osiągnięcia jako tako dobrego skutku, kosztowałyby zbyt wiele, aby się mogły opłacić. Gdyby zresztą nawet udało się zapobiedz zanieczyszczeniu powietrza amoniakiem, trzymanie nawozu pod końmi, potrzebującymi suchego stanowiska i bardziej stałego, niezawodnie z innych przyczyn nie byłoby dla ich zdrowia korzystne.

Co się znowu tyczy nawozu produkowanego w chlewach, to możnaby go trzymać w stajniach bez obawy o zanieczyszczenie powietrza amoniakiem, gdyż z mocno wilgotnego nawozu świńskiego, często ubogiego w azot, ulatnianie się węglanu amonowego nie jest groźne. Przeciwko przechowywaniu jednakże gnoju w chlewach przemawia trudność utrzymania w nich w takim razie należytej czystości.

Wobec takich okoliczności do stałego przechowania pod zwierzętami nadaje się tylko nawóz bydlęcy i nawóz owczy. Dla pierwszego możliwy jest wybór pomiędzy regularnem wynoszeniem na gnojarnię a trzymaniem pod bydłem. Względami, które mogą skłonić, do przechowania nawozu bydlęcego na gnojarni są: 1-o dążenie, racyonalne w gospodarstwach, w których chów zwierząt bardzo wysoko stoi, do utrzymania w oborze jak największej czystości, co trudno uzyskać, w razie trzymania zwierząt na gnoju, w zadawalającym stopniu, osobliwie przy niezbyt dbałej obsłudze, oraz—2-o znacznie wyższy koszt budowy obory, która ma służyć na przechowanie nawozu. Ten ostatni wzgląd może być rozstrzygającym dla gospodarstw, potrzebujących wystawienia nowej obory, a posiadających zupełnie odpowiednio urządzoną gnojarnią na pomieszczenie gnoju przez bydło produkowanego. Natomiast dla nawozu owczego przechowanie w owczarni stanowczo należy uznać za najbardziej racyonalne, innego też postępowania w praktyce nie spotykamy. Dla owiec trzymanie w owczarni gnoju nie przedstawia żadnych niedogodności, w zimie zaś wielką korzyść, gdyż ciepło uwalniane podczas rozkładu, ogrzewając powietrze w owczarni, chroni

owce przed szkodliwem obniżeniem się temperatury. A dla gospodarującego możność trzymania nawozu w owczarni jest również bardzo pożądaną, gdyż codzienne uprzątanie przedstawiałoby w praktycznem wykonaniu znaczne trudności i pociągałoby za sobą produkcyę nawozu, składającego się ze zbyt przeważającej ilości słomy.

1. *Pielęgnowanie nawozu przechowywanego w oborze.*

Zbawienne skutki przechowania gnoju pod bydłem osiąga się w najwyższym stopniu, jeżeli zwierzęta nie są wiązane u żłobów, lecz wolno po oborze chodzą. Wówczas odchody najlepiej są mieszane z podściołem, mocz równomiernie się w całym nawozie rozdziela, a gnój wszędzie jednakowo silnie udeptywany równomiernie w całej masie się rozkłada. Pożądane te rezultaty naturalnie najłatwiej uzyskać w stajniach, w których się trzyma młodzież, niepotrzebującą wiązania. Wprawdzie w niektórych niemieckich gospodarstwach, nawet postępowych można znaleźć obory, w których krowy mleczne wolno po całej stajni chodzą i przywykłszy do takiej wolności, wzajemnie sobie nie robią szkody, niepodobna jednak zaprzeczyć, że wiązanie starszych zwierząt, czy to krów mlecznych czy też wołów, jest z wielu względów dogodniejsze i bezpieczniejsze, chociaż dla samego gnoju mniej korzystne.

W celu częściowego przynajmniej uzyskania w oborach, w których zwierzęta się u żłobów wiąże, tej korzyści, jaka daje się osiągnąć, gdy wiązania można zaniechać, urządzają żłoby dające się w stajni przestawiać tak, aby zwierzęta nie stały wciąż i nie wydzielały odchodów na jednem miejscu. Takie urządzenia są jednak zwykle bardzo kosztowne a często niepraktyczne. Jeżeli, jak to się o wiele częściej zdarza, takich przestawianych żłobów niema a tylko zwyczajne, dające się podnosić w górę i obniżać, trzeba dla wyrównania gnoju dosyć często przerzucać nawóz więcej obfitujący w odchody z pod nóg tylnych pod przednie i przeciwnie. Postępowanie takie jest niezbędne także ze względu na szkodliwy wpływ, jaki na zdrowie zwierząt może wywrzeć stanie przedniemi nogami niżej aniżeli zadniemi, z powodu że pod zadniemi nogami nagromadza się gnój w obfitszej ilości.

Dla uniknięcia straty najcenniejszych części rozpuszczalnych, koniecznem jest naturalnie i w oborze, w której się nawóz przechowuje, tak samo jak na gnojarni, zbudowanie absolutnie nieprzepuszczalnego spodu. Aby i na takim mocz się nie rozlewał w tym czasie, gdy przez cienką jeszcze warstwę nawozu nie może być całkowicie wessany, dobrze jest przed zasłaniem pierwszej warstwy słomy rozrzucić na całej powierzchni choćby cienką warstwę torfu lub ziemi zamożnej w próchnicę.

Co się tyczy straty materyi organicznej i straty azotu, to jest rzeczą nieulegającą wątpliwości, że są one wogóle w gnoju przechowywanym w oborze mniejsze; do jakiego *maximum* mogą jednakże dochodzić i do jakiego *minimum* można je przy należytem staraniu ograniczyć, tego dotąd nie zbadano. Tak samo oczekuje jeszcze stanowczego rozstrzygnięcia kwestya, czy użycie środków chemicznych, w celu lepszej konserwacyi azotu w gnoju bydlęcym pod zwierzętami przechowywanym, przedstawia istotną korzyść.

Najbardziej staranne doświadczenia wykonał w celu rozwiązania tej kwestyi Holdefleiss. Rezultaty otrzymane w nich są bardzo ciekawe, jednakże nie dozwalają wysnucia stanowczych wniosków, ponieważ probowane środki konserwujące dodawano w ilości niewystarczającej, tak że mogły wcale nie działać, z powodu alkaliczności nawozu (p. opis działania środków konserwujących); straty zaś azotu ocenić nie można, ponieważ zaniechanie oznaczenia ilości azotu, w skarmionej paszy i zużytej na podściół słomie nie pozwala obliczyć, ile azotu powinienby nawóz zawierać, gdyby strata wcale nie nastąpiła.

Doświadczenie to wykonano w oborze, w której stało w trzech oddziałach po 24 krów dojnych zupełnie jednakowo żywionych i otrzymujących jednakową ilość słomy na podściół. W jednym oddziale posypywano nawóz gipsem superfosfatowym po $^1/_2$ *kg.* dziennie na sztukę, w drugim taką samą ilością kainitu, a w trzecim nie używano żadnego środka konserwującego. Po upływie 65 dni nawóz zebrany w każdym oddziale, po jak najdokładniejszem wymieszaniu, zanalizowano i znaleziono w każdym z trzech oddziałów następujące ilości gnoju i różnych jego części składowych, po potrąceniu tego co dodano w dwóch pierwszych oddziałach w gipsie i w kainicie:

	I oddział nawóz posypywany gipsem superfosfatowym	II oddział nawóz posypywany kainitem	III oddział nawóz niczem nie posypywany
nawozu świeżego	62170 *kg.*	63155 *kg.*	66150 *kg.*
suchej substancyi	16192 „	16443 „	14900 „
azotu	283.5 „	285.5 „	284.5 „
„ w amoniaku	12.6 „	17.0 „	9.9 „
„ w kwasie azotowym . . .	0.76 „	b. mało „	1.37 „
kwasu fosforowego	156.8 „	160.0 „	159.0 „
tlenku potasowego	327.5 „	321.1 „	330.5 „

We wszystkich zatem trzech oddziałach znaleziono mniej więcej jednakową ilość azotu. Fakt ten jednak można objaśnić w sposób dwojaki. Albo mianowicie można przypuścić, jak to zrobił Holdefleiss, że w żadnym oddziale nie nastąpiła w nawozie strata azotu, że zatem przy staranem przechowywaniu w oborze, azot bez pomocy sztucznych środków wiążących amoniak zupełnie dobrze się konserwuje, albo też, co wydaje się nawet więcej prawdopodobnem, wolno mniemać, że we wszystkich oddziałach gnój stracił pewną, może tylko niewielką ilość azotu, z powodu że gips superfosfatowy oraz kainit, użyte w zbyt małych ilościach, wcale nie działały przez wiązanie azotu, lecz tylko zmniejszyły stratę materyi organicznej. Ile materyi organicznej ubyło w każdym oddziale, tego ściśle niepodobna oznaczyć, ponieważ nie wiadomo, jaka ilość znajdowała się w nawozie przed rozkładem. W drodze pośredniej można jednak obliczyć, że prawdopodobna strata materyi organicznej wynosiła w nawozie przechowanym:

z gipsem superfosfatowym . . .	4.5 %
z kainitem.	2.8 „
bez środka konserwującego . . .	13.1 „

Jak widzimy, straty są wogóle bardzo niewielkie, znacznie mniejsze od tych, które obserwowano w nawozie bydlęcym przechowywanym w stosach na gnojarni (p. niżej: Pielęgnowanie nawozu na gnojarni), co o korzyści trzymania nawozu pod bydłem wymownie świadczy. Dodatek środków konserwujących stratę materyi organicznej do całkiem nieznacznej granicy zredukował. Nie ulega jednak wątpliwości, że gdyby te środki w ten sposób tylko na gnój w oborze przechowywany działały, użycie ich nie mogłoby się bezwarunkowo opłacić.

Jak się ma rzecz z opłacalnością wówczas, gdy środki konserwujące zmniejszają nietylko stratę materyi organicznej lecz również i azotu, na to trudno przy obecnym stanie naszej wiedzy dać zupełnie pewną odpowiedź. O ile się jednak zdaje, straty azotu z gnoju bydlęcego przechowywanego w oborze są najczęściej stosunkowo tak małe, że azot zakonserwowany dzięki użyciu w wystarczającej ilości kainitu lub gipsu superfosfatowego a nawet gipsu zwykłego może być mniej wart od kwoty na kupno tych środków wydanej.

Podaliśmy w tablicy na str. 606, że odchody krowie w ciągu jednego roku wydzielane zawierają na 500 *kg.* żywej wagi 37 do 78 *kg*, co odpowiada na cięższą sztukę ważącą około 400 *kg.* od 21 do 62 *kg.* Przyjmijmy, że podczas kilkumiesięcznego przechowania nawozu w oborze utracimy aż 10 %, to znaczy 2 do 6 *kg.* W takim razie wartość utraconego azotu wyniesie, licząc po 60 kop. za 1 *kg.*, wszystkiego 1 rs. 20 kop. do 3 rs. 60 kop., czyli stosunkowo nie tak wiele. Dodatek zaś $^3/_4$ *kg.* kainitu lub gipsu na dobę czyli rocznie około 275 *kg.*, który byłby całkiem jeszcze bezpożytecznym, wobec tego że dopiero dawka prawie trzy razy większa mogłaby stracie azotu zapobiedz, kosztowałby 2$^1/_2$ do 3 rs. rocznie. Na opłacalność w naszych stosunkach tem mniej można liczyć, że ilość azotu znajdująca się w rocznych odchodach krowy, mniej intensywnie żywionej, będzie niezawodnie bliższą 37 *kg.* na 500 *kg.* żywej wagi, zatem i strata bliższą 2 niż 6 *kg.*, jeżeli tylko gnój trzymany w oborze nie będzie pozbawiony należytej opieki. Przyjmując zaś stratę azotu tylko 10 %, nie szacujemy jej, jak się zdaje, za nisko, skoro w doświadczeniach Holdefleissa nawóz krowi trzymany przez 6 miesięcy na gnojarni w stosie niewielkim, wcale niepolewanym utracił tylko 23.4 % z pierwotnej ilości azotu.

Wobec takich okoliczności użycie środka konserwującego mogłoby chyba w takim

razie być korzystne, gdyby ów środek zawierał pokarm brakujący w glebie (a więc np. kainit—tlenek potasowy, a gips superfosfatowy—kwas fosforowy) i dzięki temu można było uzyskać przewyżkę w plonie, pokrywającą koszt dodania tego środka w celu lepszej konserwacyi gnoju. W takim razie azot byłby zakonserwowany darmo. Prawdopodobnie jednak z takimi stosunkami w praktyce nie często będzie się można spotkać, a o wiele częściej brakujący pokarm będzie właściwiej dodać oddzielnie, pod odpowiednią roślinę, w nawozie pomocniczym, aniżeli wprowadzać do gleby równocześnie z gnojem.

Zauważyć tu jeszcze nakoniec należy, że posypywanie nawozu w oborach przechowywanego którymkolwiek z częściej używanych środków konserwujących pociąga za sobą, jak to powszechnie zauważono, poważne niedogodności. Tak np. siarkan wapniowy gipsu zwykłego lub superfosfatowego w głębszych warstwach podlega redukcyi (p. Gnicie i butwienie) na siarkowodór, zanieczyszczający powietrze i szkodliwy dla zdrowia. W razie zaś posypywania kainitem, bydło chętnie nawóz zjada, osobliwie gdy soli nie dostaje, co niekorzystnie wpływa na organa trawienia, z powodu obecności w kainicie soli magnowych, mających własności przeczyszczające. Prócz tego bydło stojące na gnoju kainitem konserwowanym podlega często chorobie racic. Wobec tych niedogodności, tembardziej jest pożądanem, aby przyszłe spostrzeżenia istotnie potwierdziły przypuszczenie, wydające się obecnie wielce prawdopodobnem, że nawóz trzymany w oborach same zwierzęta pielęgnują tak dobrze, że do stosowania sztucznych środków konserwujących nie potrzeba się uciekać.

2. *Pielęgnowanie nawozu w owczarni.*

Nawóz owczy, co do swoich własności, jest podobny do nawozu końskiego. Odznacza się małą zawartością wody, a znaczną zawartością azotu. W moczu owczym przebywającym fermentacyę amoniakalną, znajduje się węglan amonowy w silniejszem stężeniu, wskutek czego amoniak może się łatwo ulatniać. Świadczy o tem silna woń amoniakalna, dająca się aż nader często w owczarniach uczuwać. Z powodu mniejszej wilgotności, nawóz owczy rozkłada się energiczniej aniżeli bydlęcy i traci więcej materyi organicznej. Skłonność do szybkiego rozkładu wskazuje nazwa nawozu gorącego, którą mu wyrobiło niezawodnie w praktyce spostrzeżenie, że temperatura leżącego w owczarni gnoju znaczniej się podnosi niż w gnoju bydlęcym. Wobec podlegania łatwo rozkładowi i możliwości poniesienia znacznej straty azotu z powodu ulatniania się amoniaku, nawóz owczy potrzebuje, o czem w praktyce często się zapomina, nawet staranniejszej opieki niż bydlęcy.

Niezbędnym warunkiem dobrego przechowania nawozu w owczarni jest podobnie jak w oborze, zupełnie nieprzepuszczalny spód. Na to, że owce wydają stosunkowo niewiele płynnych odchodów, i ściółka je w zupełności zatrzymuje, nigdy nie powinno się liczyć. Mamy bowiem dowody w rozbiorach chemicznych, że i w owczarni można stracić z nawozu wiele części rozpuszczalnych, jeżeli tylko mocz może wsiąkać w ziemię. Tak np. znaleziono w ziemi, stanowiącej spód w jednej z francuskich owczarń:

	w warstwie wziętej z głębokości od 0 do 20 *cm.*	od 20 do 40 *cm.*
wody	15.300 %	8.30 %
kwasu azotowego .	0.007 „	0.07 „
kwasu fosforowego.	0.250 „	0.06 „
tlenku potasowego .	1.280 „	0.76 „

Co do wsiąkania zatem w tej owczarni gnojówki w ziemię, wobec powyższych liczb niepodobna mieć wątpliwości. Świadczy o tem większa wilgotność warstwy wierzchniej niż głębszej, jak i obfita ilość najważniejszych pokarmów roślinnych, z pośród których kwas fosforowy i tlenek potasowy, jako absorbowane, zatrzymywały się na wierzchu, zaś kwas azotowy, nie podlegający absorbcyi wsiąkał głębiej, tak że w warstwie między 20 a 40 *cm.* było go dziesięć razy więcej niż w głębokości powyżej 20 *cm.*

Co się tyczy wysokości straty azotu, możliwej nawet wówczas gdy wsiąkanie moczu jest niedopuszczone, to, o ile można wnosić z dotychczasowych badań, bywa ona bardzo znaczna, jeżeli się używa słomy na podściół. Badania Müntza i Girarda wykazały, że strata azotu, w czasie kilkutygodniowego przechowania nawozu owczego, może wynosić około połowy ilości azotu spożytego w paszy. Jest ta strata znaczniejsza w okresie ciepłym letnim, aniżeli w zimie. Zauważono mianowicie stratę

azotu podczas przechowania gnoju w ciągu 21 do 23 dni:

w czerwcu i w lipcu	50.2 %
w lipcu	55.3 „
w marcu i w kwietniu	44.3 „
w lutym	43.8 „
w styczniu i w lutym	45.9 „

Olbrzymie te straty następują zaraz w pierwszych tygodniach rozkładu, w doświadczeniu bowiem, które trwało przez 11 miesięcy, w czasie od 13 sierpnia do 11 lipca, spostrzeżono stratę azotu 55.3 %, zatem taką samą jak w ciągu dwudziestu paru dni letnich. Przy obliczeniu tych strat uwzględniano naturalnie wszędzie tę ilość azotu, jaką owce zatrzymywały w swym organizmie, wskutek zwiększania własnej wagi oraz wskutek produkcyi wełny.

Jak wielką jest strata materyalna, którą ponieść można, dopuszczając tak znaczną stratę azotu, wskazuje następujący prosty obrachunek: Wedle tablicy zamieszczonej na str. 606, duża owca, ważąca 40 *kg.* wydziela w ciągu całego roku w kale i w moczu 3.8 do 7.3 *kg.* azotu. Jeżeliby z tej ilości została stracona połowa czyli 1.9 do 3.65 *kg.* azotu, wyniosłaby strata pieniężna na każdą sztukę, licząc za kilogram azotu 60 kop., mniej więcej 1 rs. 15 kop. do 2 rs. 20 kop. Na owczarnię mieszczącą tysiąc sztuk owiec uczyniłoby to przeszło 1000 do 2000 rs.

Obliczenie to wymownie wskazuje, jak dalece potrzebne jest należyte pielęgnowanie nawozu owczego i zastosowanie środków, za pomocą których można stratę azotu zmniejszyć. Wprawdzie w owczarniach, w których Müntz i Girard wykonali swoje doświadczenia, straty prawdopodobnie były wyjątkowo wielkie, z powodu że owce były żywione bardzo intensywnie, albo zieloną lucerną, albo też sianem z lucerny, jak również z powodu użycia zbyt małej ilości słomy na podściół, mianowicie tylko 60 do 70 *g.* na dobę i sztukę. Ilość zatem suchej substancyi w podściole była przeszło 30 razy mniejsza od ilości suchej substancyi w paszy skarmionej. Bądź co bądź nie może ulegać wątpliwości, że straty możliwe przy mniej intensywnem żywieniu i przy użyciu obfitszej ilości słomy, jeżeli tej granicy nie dosięgną, będą w każdym razie stosunkowo bardzo wysokie, a przedewszystkiem wyższe od tych, których można się obawiać przy przechowaniu gnoju bydlęcego w oborach.

Co się tyczy przypuszczenia, że przy obfitszem podścielaniu w owczarni słomy, strata azotu okaże się mniej znaczna, to uzasadniają je rezultaty jednego z doświadczeń Müntza i Girarda, w którem dwie partye owiec jednakowo żywionych otrzymały na podściół nierówną ilość słomy. Pod jedną partyę owiec podesłano mianowicie w dniu rozpoczęcia doświadczenia t. j. 30 marca całą przeznaczoną słomę na podściół w ilości 30 *kg.*, pod drugą zaś przeznaczono ilość o połowę większą czyli 45 *kg.*, których nie zaścielono jednak odrazu, lecz częściowo, w następujących terminach:

30	marca	15 *kg.*
3	kwietnia	10 „
8	„	10 „
13	„	5 „
17	„	5 „

Doświadczenie zakończono 20 kwietnia czyli po upływie 21 dni. W ciągu tego czasu owce pierwszej partyi spożyły 502 *kg.* lucerny suchej, zawierających 10.394 *kg.* azotu; owce zaś drugiej partyi, stojące na obfitszym podściole, zjadły 511 *kg.* lucerny z zawartością azotu wynoszącą 10.578 *kg.* W chwili zakończenia doświadczenia stwierdzono następujące różnice w stratach azotu:

z całej ilości spożytego azotu odnaleziono:	przy podścielaniu słomy w ilości mniejszej			większej		
w przyroście żywej wagi . . .	0.570 *kg.*	czyli	5.5 %	0.660 *kg.*	czyli	6.2 %
w zebranych odchodach	5.224 „	„	50.3 „	5.597 „	„	53.0 „
azotu straconego zatem było . .	4.600 „	„	44.2 „	4.321 „	„	40.8 „

Przy obfitszym zatem podściole, strata azotu była blisko o 3.5 % mniejsza. Ponieważ zaś i wyższą z użytych w tem doświadczeniu dawek słomy należy uznać za niewystarczającą, gdyż dano w podściole przeszło jedenaście razy mniej suchej substancyi niż skarmiono w paszy, należy mniemać, że tam gdzie słomy używa się

na ściółkę dwa lub nawet trzy razy więcej, strata azotu do 40 % nigdy nie dojdzie.

W wyższym stopniu jeszcze aniżeli słoma może ograniczyć stratę azotu z nawozu owczego ściółka torfowa lub ziemia dobrze wiążąca amoniak. Spodziewać się tego można, sądząc z rezultatów doświadczenia Müntza i Girarda, w którem zbierano w jednym oddziale odchody 25 owiec na skąpo podścielonej słomie, w drugim zaś na warstwie lekkiej, piaszczystej ziemi, grubej 20 do 25 *cm*. Owce w pierwszym oddziale spożyły w zielonej lucernie 14.548 *kg*., zaś w drugim—13.709 *kg*. azotu. Z tych ilości spożytego azotu nie znaleziono ani w odchodach, ani w przyroście żywej wagi u owiec trzymanych

na słomie	7.299 *kg*.	czyli	50.2 %
na ziemi	3.527 „	„	25.7 „

Przy użyciu ziemi strata była zatem o połowę mniejsza. Żałować tylko wypada, że brakuje jeszcze dla porównania doświadczenia, w którem użytoby ilość słomy znacznie przewyższającą dawkę, 60 *g*. na sztukę dziennie, wyznaczoną owcom w tylko co przytoczonem doświadczeniu. Ponieważ zaś przeciwko użyciu w owczarni na podściół ziemi lub torfu przemawia obawa o zanieczyszczenie wełny, byłoby także pożądanem zbadanie, o ile stratę azotu można zmniejszyć, jeżeli się pewną ilość ziemi lub torfu da pod słomę na wierzch rozrzuconą.

O ile się zdaje, strata azotu w owczarniach następuje głównie wskutek ulatniania się amoniaku. Trudno bowiem przypuścić, że do nawozu ugniatanego dosyć silnie i równomiernie przez biegające po nim zwierzęta, chociaż lekkie, dostęp powietrza nie jest do tego stopnia utrudniony, aby wolny azot mógł się wydzielać bezpośrednio podczas rozkładu w obfitszej ilości, jak również, aby wskutek energicznej nitryfikacyi amoniaku, ulegała rozkładowi znaczniejsza ilość kwasu azotowego. Wobec tego wydaje się prawdopodobnem, że dla ułatwienia dobrego przechowania nawozu owczego mogą być przydatne chemiczne środki wiążące amoniak, a odpowiednie doświadczenia istotnie potwierdzają słuszność tego przypuszczenia. W próbach np. Fittbogena odnajdowano w owczarni z całej ilości azotu spożytego w paszy, w gnoju konserwowanym na 1 sztukę dziennie:

120 *g*. karnallitu	87.1—97.6 %
80 „ kainitu	83.6—93.8 „
100 „ gipsu	87.8—89.8 „
niczem nie konserwowanym	71.1—81.7 „

Strata azotu przeciętna wynosiła w gnoju przechowanym bez sztucznej konserwacyi 23.9 %, a dzięki zastosowaniu środków spadła na 8.7 %, była zatem blisko trzy razy mniejszą. Doświadczenia te jednakże, w dawniejszych czasach wykonywane, potrzebowałyby sprawdzenia.

Wpływ środków konserwujących na zmniejszenie straty azotu w nawozie owczym badali również Müntz i Girard. Z pomiędzy uzyskanych rezultatów zasługuje na uwagę tylko spostrzeżenie, że zbyt małe ilości siarkanu żelazawego lub gipsu zupełnie nie działają, niezawodnie z powodów, któreśmy przytoczyli wyżej, opisując działanie różnych środków konserwujących. Tak np. okazała się strata azotu w ciągu dwudziestu kilku dni wiosennych w nawozie posypywanym na głowę i dobę:

15 *g*. siarkanu żelazawego	48.3 %
30 „ gipsu	46.1 „

podczas gdy gnój niczem nie posypywany utracił w tymże samym czasie 43.8 %, względnie 45.9 %.

W doświadczeniu natomiast, w którem gips dawano w ilości większej, wedle obliczenia teoretycznego wystarczającej na nasycenie alkaliczności i związanie amoniaku, mianowicie 100 *g*. dziennie na sztukę, strata azotu w gnoju gipsowanym wynosiła w okresie letnim tylko 33.9 %, gdy tymczasem nawóz niegipsowany stracił aż 55.3 %. Ponieważ jednak tam gdzie był gips użyty podścielono pod 10 owiec na cały czas trwania doświadczenia 40 *kg*. słomy, zaś tam gdzie gipsu nie dawano, tylko 34 *kg*. na 25 owiec, pozostaje wątpliwem, czy czasem lepszej konserwacyi azotu nie należałoby przypisać obfitszemu ścieleniu słomy.

Wedle wszelkiego prawdopodobieństwa można, przy użyciu dostatecznej ilości słomy na podściół, stratę azotu w owczarni jeszcze bardziej ograniczyć przez zaprowadzenie regularnego polewania gnoju wodą. Zwyczaj ten mało jest w praktyce rozpowszechniony, w gospodarstwach jednak, gdzie wprowadzono polewanie, skutki okazały się bardzo dobre. Z powodu bowiem małej ilości moczu wydzielanego przez owce, nawóz owczy jest za suchy i zbyt

energicznie się rozkłada. Przez polewanie niezawodnie doznałoby także ograniczenia ulatnianie się amoniaku z gnoju owczego w chwili wywózki w pole, często tak obfite, że gryząca woń utrudnia robotę. O ile odpowiedniejszym byłby do polewania zamiast wody bardzo słaby roztwór kwasu siarkowego, trudno orzec wobec istniejącej obawy, aby wskutek nieostrożności obsługi zdrowie zwierząt na tem nie ucierpiało. Być może jednak, że polewanie bardzo rozcieńczonym kwasem przed rozrzuceniem świeżej słomy okazałoby się dla owiec nieszkodliwe, a dla konserwacyi azotu korzystne.

Bądź co bądź wpływ polewania gnoju w owczarniach czystą wodą zasługuje na ściślejsze zbadanie. Gdyby bowiem można było przez to zredukować stratę azotu do jakich 10 lub 15%, korzyść zastosowania kupnych środków konserwujących, które trzeba dawać w wielkiej ilości, jeżeli mają być istotnie skuteczne, byłaby bardzo problematyczną, nawet i w owczarniach, jakkolwiek tu strata azotu jest niewątpliwie bardziej groźną niż w oborze.

B. Przechowywanie nawozu na gnojarni.

Warunki dla dobrego przechowania nawozu na gnojowiskach są o tyle gorsze aniżeli w stajni, że ograniczenie dostępu powietrza, przez silne ubicie, nie da się tak łatwo osiągnąć, jak również, że gnój narażony jest bardziej na obsychanie. Wskutek tego strata materyi organicznej oraz azotu może być znacznie większa. Można również stracić bardzo wiele najcenniejszych pokarmów mineralnych, jeżeli na gnojarnią spływa zbyt wielka ilość wody np. z powierzchni podwórza, lub też z dachów zabudowań sąsiadujących z gnojarnią.

Do jakich granic mogą dojść straty w materyi organicznej i w azocie, jeżeli nawóz, jak to niestety aż nadto często spotyka się w praktyce, pozbawiony jest należytej opieki, wskazują stare doświadczenia wykonane przez Völckera w Anglii. Ze świeżego, zmieszanego gnoju końskiego, bydlęcego i świńskiego odważono trzy wielkie porcye, z których jedna zawierała 2838 funt., druga 3258 funt., trzecia zaś 1652 funty. Pierwszą złożono w stos, przylegający jedną stroną do muru; drugą w stos pod dachem, trzecią zaś rozpostarto na wolnem powietrzu na znacznej przestrzeni. Straty okazały się następujące:

	w stosie nieprzykrytym	w stosie pod dachem	w gnoju rozpostartym
A. Po upływie 6-iu miesięcy:			
materyi organicznej	41.0%	47.3%	61.4%
ciał organicznych rozpuszczalnych . . .	+23.4 „	6.9 „	63.7 „
azotu wogóle	0.9 „	9.4 „	28.3 „
azotu amoniakalnego	46.7 „	70.9 „	64.2 „
ciał mineralnych rozpuszczalnych . . .	+32.4 „	+ 1.7 „	49.7 „
B. Po upływie $9^3/_4$ miesięcy:			
materyi organicznej	62.7 „	57.3 „	76.2 „
ciał organicznych rozpuszczalnych . . .	12.9 „	33.5 „	88.3 „
azotu wogóle	28.1 „	20.7 „	60.9 „
azotu amoniakalnego	70.9 „	60.0 „	70.0 „
ciał mineralnych rozpuszczalnych . . .	10.0 „	20.8 „	74.7 „

Doświadczenia Völckera nie mogą mieć wprawdzie pretensyi do wielkiej dokładności, są jednak zawsze ciekawe i pouczające, wskazując, jak wiele się traci na wartości nawozowej i na ilości gnoju, jeżeli się go, wedle utartego w praktyce wyrażenia, wyrzuca ze stajni i pozostawia na gnojarni bez należytej opieki, zamiast składać i pielęgnować, jako rzecz wielce wartościową. Znajdujemy przedewszystkiem w rezultatach tych doświadczeń, mianowicie w porównaniu strat w gnoju złożonym w stosy, oraz rozrzuconym w cieńszej warstwie, wymowny dowód, jak dalece ważną jest rzeczą, przy przechowywaniu nawozu na gnojowisku, zmniejszenie do możliwie

najniższej granicy powierzchni gnoju, wystawionej bezpośrednio na działanie wpływów atmosferycznych.

Warunkowi tylko co wymienionemu niewątpliwie można w wyższym stopniu zadosyć uczynić, składając nawóz na gnojarni zagłębionej, aniżeli na gnojarni płytkiej, na której stosy nawozowe mają odkrytą nietylko górną powierzchnię, lecz także i boki. Na gnojarniach jednakże zagłębionych tylko w takim razie gnój jest istotnie lepiej chroniony przed wpływami atmosferycznymi, jeżeli częściowo zajmuje się gnojarnię na składanie nawozu, a nie rozrzuca go odrazu po całej powierzchni, jak to w niejednem jeszcze gospodarstwie się praktykuje. Jeżeli się o tem pamięta, to warunki, dla rozkładu gnoju na głębokiej gnojarni więcej zbliżają się do tych, którym nawóz przechowywany w stajniach ma do zawdzięczenia swą dobrą konserwacyę, aniżeli się to dzieje w stosach, nawet porządnie układanych na gnojowiskach płytkich. Możność wpuszczania na gnojowiska zagłębione zwierząt, w celu silniejszego ubicia nawozu, ma także wielkie znaczenie, bo stosy na gnojarniach płytkich składane nigdy nie mogą być nogami ludzkiemi dosyć silnie ugniecione, zwierzęta zaś trudno na nie wpuszczać wobec obawy o rozburzenie stosów.

Opis urządzenia gnojarni i wskazówki, bardziej szczegółowe, jak się nawóz powinno na nich składać, znajdują się w oddzielnym artykule (p. Gnojowisko). Na tem więc miejscu wypada tylko przedstawić, do jakiego stopnia można zmniejszyć straty materyi organicznej oraz azotu, przy zastosowaniu należytego pielęgnowania.

Pod tym względem bardzo cenne wskazówki znajdujemy w doświadczeniach Holdefleissa, podjętych głównie w celu przekonania się, o ile skutecznem jest działanie w nawozie przechowanym na gnojarni chemicznych środków konserwujących. Doświadczenia te, wykonane z jak największą starannością, są dla praktyki niesłychanie ważne, gdyż wykazały, do jakich granic można stratę azotu ograniczyć za pomocą najtańszego środka ze wszystkich, a mianowicie przez przykrycie stosów nawozowych ziemią.

Do doświadczeń swoich wybrał Holdefleiss nawóz bydlęcy, pochodzący od krów dojnych. Nawóz zbierano w stajni przez jeden tydzień, poczem, po jak najdokładniejszem wymieszaniu, składano w cztery stosy, z których każdy zawierał około 6000 *kg.* świeżego gnoju. Każdy ze stosów zajmował powierzchnię 9 m^2, a w chwili składania był 160 *cm.* wysoki. Spód był zupełnie nieprzepuszczalny, strata zatem części rozpuszczalnych wskutek wsiąkania była zupełnie wykluczona. Przy wyprowadzaniu stosów, kilku ludzi wciąż gnój udeptywało, w celu jak największego ograniczenia dostępu powietrza. Wskutek rozkładu i naturalnego zsiadania się, wysokość stosów gnojowych po upływie kilku miesięcy zmniejszyła się do mniej więcej jednego metra. Z pomiędzy czterech stosów nawozowych jeden pozostawiono bez żadnej specyalnej ochrony, drugi nakryto zaraz po złożeniu warstwą ziemi próchnicznej około 20 *cm.* grubą; w trzecim przesypano gnój podczas składania gipsem superfosfatowym, w czwartym zaś kainitem. Środki konserwujące były dodane w ilości odpowiadającej około 5 % wagi nawozu, zatem wcale obfitej.

Pierwsze doświadczenie, wykonane w 1884 roku trwało 7 miesięcy—w czasie od 6 czerwca do 6 stycznia. Ilość użytego gipsu na 6000 *kg.* gnoju wynosiła 265 *kg.*, a kainitu 260 *kg.* Bardzo dokładne rozbiory chemiczne gnoju świeżego oraz gnoju przegniłego wykazały, zależnie od sposobu przechowania, następujące straty:

w stosie:	substancyi suchej	azotu
A. nagim	31.2 %	23.4 %
B. ziemią przykrytym .	26.2 „	2.0 „
C. z gipsem superfosfatowym	22.5 „	0.0 „
D. z kainitem . . .	11.9 „	0.0 „

Okazało się zatem, że środki konserwujące, użyte w ilości dostatecznie obfitej zmniejszyły stratę materyi organicznej (gips nie wiele a kainit bardzo znacznie, niezawodnie wskutek utworzenia skoncentrowanego solnego roztworu) zaś straty azotu zupełnie nie dopuściły. Najciekawszym jednak i daleko ważniejszym rezultatem jest stwierdzenie, jak dalece skutecznie działa przykrycie stosu ziemią. Jak mianowicie widzimy z podanych wyżej liczb, strata azotu, wcale wysoka w stosie pozbawionym przykrycia, zmniejszyła się dzięki przykryciu ziemią do mało znaczących rozmiarów.

W opisanem tylko co doświadczeniu, nie polewano stosów nawozowych ani gnojówką ani też wodą, co niezawodnie nie wywarło korzystnego wpływu, lecz przeciwnie nie-

korzystny. Zaniechaniu polewania można przedewszystkiem przypisać bardzo wysoką stosunkowo stratę azotu w gnoju nieprzykrytym ziemią. W celu przekonania się, o ile dzięki polewaniu można stratę zmniejszyć, wykonał Holdefleiss, w ten że sam sposób, w 1886 roku nowe doświadczenie, w którem stosy gnoju krowiego w ciągu siedmiomiesięcznego przechowania, w czasie od 5 lutego do 16 września, polano trzy razy gnojówką, mianowicie w dniu 12 lutego, 2 kwietnia oraz 11 maja, zatem niewątpliwie zbyt rzadko.

Każdy z czterech stosów, tak samo jak poprzednio, mieścił w chwili rozpoczęcia doświadczenia około 6000 *kg.* nawozu krowiego świeżego, w ciągu tygodnia w oborze uzbieranego. Gipsu superfosfatowego i kainitu użyto zaś tym razem nieco więcej, mianowicie po 300 *kg.* Po upływie siedmiu miesięcy wykazał rozbiór chemiczny następujące zmiany:

w stosie:	strata substancyi suchej	strata azotu
A. nagim	29.0 %	13.6 %
B. ziemią przykrytym .	33.3 „	1.8 „
C. z gipsem superfosfatowym	23.0 „	0.0 „
D. z kainitem . . .	13.7 „	0.0 „

Jak zatem widzimy z porównania liczb tylko co podanych z poprzednio przytoczonemi, strata materyi organicznej w nawozie polewanym gnojówką była nawet nieco wyższa niż w nawozie niepolewanym. Rezultat ten można chyba objaśnić tem, że przez zbyt rzadkie polewanie stosów utrzymywano w nich stopień wilgotności dla procesów rozkładowych przyjazny, oraz ułatwiano dostęp tlenu. Natomiast strata azotu była w nawozie polewanym o połowę niższa w stosie nieprzykrytym ziemią, zaś w stosie przykrytym tak samo jak w doświadczeniu poprzedniem, małoznacząca. Ten skutek polewania był do przewidzenia, żałować jednak niezawodnie należy, że zmiany w nawozie polewanym i niepolewanym nie były robione równocześnie, w tym samym roku, oraz że polewanie wykonywano nie dosyć często.

W celu przekonania się, jakie różnice zachodziły w przemianach związków azotowych w stosach nawozowych, zależnie od sposobu przechowania, oznaczył Holdefleiss w tem doświadczeniu w gnoju świeżym i w rozłożonym ilość azotu nietylko ogólną, lecz także przypadającą na amoniak, kwas azotowy i związki organiczne. Znalezione różnice, przedstawiają się, jak następuje:

(Patrz tablicę na str. 663).

Jak zatem widzimy w podanych powyżej liczbach, sposób konserwacyi nawozu w stosach, wpłynął w następujący sposób na bilans azotu:

1. Gnój rozłożony w stosie bez przykrycia ziemią nie zawierał kwasu azotowego wcale, zaś amoniaku bardzo niewiele; stracił zaś prawie tyle azotu, ile było w powyższych dwóch związkach na końcu doświadczenia w stosie przykrytym ziemią, oraz przesypanym gipsem superfosfatowym.

2. W stosie przykrytym ziemią znajdowało się więcej kwasu azotowego aniżeli we wszystkich trzech innych; strata azotu była w tym przypadku bardzo mała, niezawodnie dzięki temu, że amoniak, który się mógł ulatniać ze stosu nieprzykrytego, był absorbowany przez ziemię i ulegał nitryfikacyi. Obecność znacznej ilości kwasu azotowego świadczy, że rozkład kwasu azotowego nie jest tak bardzo groźny w stosach nawozowych (prawdopodobnie wskutek alkalicznej reakcyi gnoju), jakby to można wnosić z doświadczeń Wagnera. Wydzielanie bezpośrednie azotu podczas rozkładu było w tym przypadku niedopuszczone dzięki temu, że pokrywająca warstwa ziemi utrudniała dostęp powietrza.

3. Obecność gipsu superfosfatowego sprzyjała również procesowi nitryfikacyjnemu i zapobiegała ulatnianiu się amoniaku, dzięki czemu strata azotu nie nastąpiła; zauważono nawet mały przybytek, usprawiedliwiony w zupełności nieuniknionymi błędami w oznaczeniach.

4. W gnoju przesypanym kainitem nitryfikacya była prawie zupełnie powstrzymana, a amoniak lepiej wiązany, niż w stosie nie przykrytym ziemią.

5. We wszystkich czterech stosach azot znajdował się głównie w związkach organicznych, azotu zaś w amoniaku i kwasie azotowym było stosunkowo niewiele, co każe przypuszczać, że amoniak tworzący się podczas rozkładu moczu w znacznej części przechodził napowrót w związki organiczne. Żałować też należy, że zaniechano oznaczenia, jaka część azotu organicznego przypadała na związki rozpuszczalne i na związki nierozpuszczalne.

Takie same oznaczenia azotu, znajdującego się w rozmaitej formie w nawozie

	azotu wogóle	azotu w związkach organicznych	azotu w amoniaku	azotu w kwasie azotowym
A. *Stos ziemią nieprzykryty:*				
pierwotnie	18.35 *kg.*	16.64 *kg.*	1.69 *kg.*	0 *kg.*
po 7-iu miesiącach	15.83 „	15.60 „	0.23 „	0 „
ze 100 części azotu pierwotnego odnaleziono.	86.4 %	85.1 %	1.3 %	0.0 %
B. *Stos ziemią przykryty:*				
pierwotnie	21.54 *kg.*	19.46 *kg.*	2.08 *kg.*	0 *kg.*
po 7-iu miesiącach	21.14 „	17.90 „	1.42 „	1.82 „
ze 100 części azotu pierwotnego odnaleziono.	98.2 %	83.1 %	6.6 %	8.5 %
C. *Stos przesypany gipsem superfosfatowym:*				
pierwotnie	20.92 *kg.*	18.93 *kg.*	1.99 *kg.*	0 *kg.*
po 7-iu miesiącach	21.29 „	18.98 „	1.35 „	0.96 „
ze 100 części azotu pierwotnego odnaleziono.	100.0 %	89.0 %	6.4 %	4.6 %
D. *Stos przesypany kainitem:*				
pierwotnie	18.26 *kg.*	16.65 *kg.*	1.61 *kg.*	0.0 *kg.*
po 7-iu miesiącach	18.59 „	17.26 „	1.21 „	0.11 „
ze 100 części azotu pierwotnego odnaleziono.	100.0 %	93.5 %	6.0 %	0.5 %

rozłożonym, były wykonane w stosach niepolewanych gnojówką w doświadczeniu z r. 1884. W celu wykazania, jak wpływa polewanie na przemiany związków azotowych w rozkładającym się nawozie, podajemy też poniżej zestawienie ilości azotu, odnalezionych w amoniaku i w kwasie azotowym w chwili zakończenia jednego i drugiego doświadczenia:

	ze 100 części pierwotnego azotu znaleziono			
	w amoniaku w stosie		w kwasie azotowym w stosie	
	polewanym	niepolewanym	polewanym	niepolewanym
A. przykrytym ziemią	6.6 %	—	8.5 %	18.0 %
B. przesypanym superfosfatem .	6.4 „	0.54	4.6 „	10.1 „
C. przesypanym kainitem. . .	6.0 „	3.75	0.5 „	7.2 „

W stosie polewanym zatem gnojówką było stosunkowo więcej azotu amoniakalnego, zaś w stosie niepolewanym—kwasu azotowego. W tym ostatnim, niezawodnie wskutek łatwiejszego dostępu powietrza, proces nitryfikacyjny energiczniej się odbywał. Gdyby polewanie było, jak to być powinno, częściej dokonywane, wedle wszelkiego prawdopodobieństwa znalezionoby jeszcze znacznie więcej azotu amoniakalnego, a to dzięki ograniczeniu przemiany amoniaku nietylko na kwas azotowy, lecz również wstecznej i niekorzystnej na nierozpuszczalne połączenia organiczne.

Z porównania strat okazuje się jednakże, że zaniechanie polewania odbiło się ujemnie na konserwacyi azotu tylko w stosie gnojowym nieprzykrytym ziemią. W stosie zaś przykrytym ziemią z nawozu polewanego ubyło azotu 1.8 %, zaś z niepolewanego tylko 2.0 %, zatem ilości prawie zupełnie jednakowe. W stracie materyi organicznej również jak to wyżej podnieśliśmy, korzystny wpływ polewania się nie objawił. Nie należy jednak bynajmniej wyprowadzać stąd wniosku, że przykrycie stosów gnojowych warstwą ziemi, tak dobrze zabezpiecza gnój przed parowaniem wody, iż polewanie staje się zupełnie zbyteczne. Jeżeli bowiem w doświadczeniach Holdefleissa polewanie gnojówką nie wywarło widocznego korzystnego wpływu, to niezawodnie dlatego że nawóz w chwili składania w stosy był bardzo wilgotny, gdyż zawierał całą ilość moczu wydzielonego przez krowy. Wskutek tego większego początkowego zapasu wody, opady atmosferyczne wystarczały, aby zapobiedz zbyt silnemu zmniejszeniu się wilgotności z powodu utraty wody przez parowanie. Być jednakże bardzo może, że przez częstsze polewanie gnojówką dałaby się strata materyi organicznej i w doświadczeniach Holdefleissa znacznie ograniczyć.

W praktyce stosunki są nieco odmienne. Na gnojarni składa się nawóz, zawierający tylko część moczu wydzielonego przez zwierzęta, gdyż część odpływa ściekami wprost do zbiornika. Nawóz zatem jest suchszy i tracąc wodę przez parowanie, może obeschnąć do tego stopnia, iż pomimo silnego ubicia dostęp powietrza do stosu nie będzie dostatecznie powstrzymany. Wskazują to zaraz bujnie rozwijające się w niepolewanym stosie nawozowym pleśnie, które spalają znaczną ilość ciał organicznych, wyczerpują nawóz z łatwo przyswajalnych związków azotowych, a prawdopodobnie dają także powód i do bezpośredniego wydzielania się podczas ich rozkładu wolnego azotu. Pleśnienie zatem stanowczo szkodliwie na wartość gnoju wpływa, co w praktyce rolniczej oddawna spostrzeżono, zanim w naukowych badaniach poznano istotę szkodliwego działania pleśni. Znaną jest również z praktyki rzeczą, że regularne polewanie gnojówką jest najlepszym środkiem zaradczym przeciwko pleśnieniu. W badaniach zaś naukowych znajdujemy stanowcze dowody, że polewanie ogranicza dostęp powietrza do nawozu, jeżeli tylko jest dostatecznie obfite. Tak np. Hébert znalazł następujące różnice w składzie chemicznym gazów wypompowanych ze stosu nawozowego suchego przed deszczem i mokrego po zlewnych deszczach z jednego i tego samego miejsca:

	w nawozie suchym	w nawozie przemokłym
kwasu węglowego	33.96 %	35.07 %
gazu błotnego. .	2.18 „	30.75 „
azotu.	63.89 „	34.18 „
tlenu	0. 0 „	0.00 „

W gazach zatem wypompowanych ze stosu suchego znaleziono bardzo mało metanu, zaś azotu niewiele mniej niż w powietrzu atmosferycznem, co świadczy, że rozkład odbywał się wobec obfitszego dostępu powietrza. Silne zaś przemoczenie utrudniło przystęp tlenu z zewnątrz, wskutek czego fermentacya metanowa wzięła górę i gaz błotny nagromadził się w znacznej ilości.

Z naciskiem podnieść tu jednak należy, że tylko z dosyć często stosowanego i dostatecznie obfitego polewania spodziewać się można korzyści. Jeżeli zaś dopuszcza się obeschnięcie gnoju, a potem skąpo go polewa, to wpływ polewania może być nawet szkodliwy. Niedostateczne bowiem zwilżenie pobudzi raczej gnój do energiczniejszego rozkładu niż rozkład powstrzyma, tem więcej że przeciekająca przez warstwę nawozu woda usunie przed sobą część gazowych produktów rozkładu, a wciągnie za sobą na ich miejsce w powietrzu atmosferycznem znaczniejszą ilość tlenu. Do polewania należy naturalnie zawsze używać gnojówki, o ile tylko wystarcza. W razie jednak braku gnojówki, co podczas suchego lata może się nieraz zdarzyć, należy z konieczności uciec się do polewania wodą.

Jeżeli w doświadczeniach Holdefleissa wpływ polewania, wskutek podniesionych usterek, nie okazał się tak korzystnym, co do zmniejszenia straty materyi organicznej, jak się tego należało spodziewać, to skuteczność przykrycia stosu ziemią pod względem konserwacyi azotu przeszła wszelkie oczekiwania. Nie podlega też wątpliwości, że *zastosowanie na gnojarni jakichkolwiek kupnych środków konserwujących byłoby prostem marnowaniem pieniędzy, gdyby za pomocą przykrycia ziemią można było zredukować istotnie wszędzie stratę azotu do owych 2%*, w próbach Holdefleissa zauważonych.

Czy w praktyce strata azotu na gnojarniach da się do tak małych rozmiarów ograniczyć, trudno na razie osądzić. Przedewszystkiem jest prawdopodobnem, że bogatszy w azot nawóz koński nie da się tak dobrze zakonserwować, jak silniej opierający się rozkładowi nawóz bydlęcy, użyty w doświadczeniach Holdefleissa. Strata może być w praktyce prócz tego obfitszą nawet i z nawozu bydlęcego, z powodu, że skuteczne działanie przykrycia nie da się tak dobrze wyzyskać. Holdefleiss bowiem po złożeniu nawozu w stos, niezwłocznie ziemią go przykrywał i przed zetknięciem z powietrzem atmosferycznem chronił. W praktyce zaś niepodobna osiągnąć, nawet w razie wprowadzenia w zwyczaj nakrywania stosów gnojowych ziemią, aby każda porcya nawozu na stos wyniesiona natychmiast była ziemią przysypywana. W takim razie obfita ilość dodawanej ziemi zwiększałaby nawet niepotrzebnie wagę nawozu i mogłaby dać powód do zbyt energicznej nitryfikacyi. Co najwięcej jednak popiera wiarygodność przypuszczenia, że w praktyce przechowywanie nawozu, nawet bydlęcego, na gnojarni pociąga za sobą większą stratę w azocie, to okoliczność, że Holdefleiss składał w swoje stosy nawóz nie świeży, ale przez tydzień w oborze zbierany. Wobec tego można przypuścić, że azot na gnojarni dał się dobrze zakonserwować bez środków konserwujących dla tego tylko, że część azotowych związków, najtrudniejszych do zatrzymania w nawozie, została już podczas przechowania w stajni straconą Zarzut tego rodzaju zupełnie uzasadniony zmniejsza do pewnego stopnia praktyczne znaczenie rezultatów przez Holdefleissa z nadzwyczajnym nakładem pracy zdobytych. Kwestya bowiem zbędności środków konserwujących przy przechowaniu nawozu na gnojarni byłaby stanowczo dopiero w takim razie rozstrzygnięta, gdyby oznaczono z dostateczną dokładnością ilość azotu, jaką zawierał nawóz zupełnie świeży, w chwili produkcyi i gdyby środki konserwujące w stajni były rozsypywane, a nie dopiero na gnojarni. Gdyby w takich warunkach ilość azotu straconego w stosach przykrytych ziemią była nieznaczna i prawie taka sama jak w stosach zawierających gnój posypywany gipsem superfosfatowym lub kainitem—bezużyteczność środków kupnych konserwujących wystąpiłaby w całej pełni, w sposób żadnej już wątpliwości nie pozostawiający.

Ponieważ zaś pod tym względem można obranej przez Holdefleissa metodzie postępowania stawiać zarzuty, pewna wątpliwość, osobliwie dla zwolenników środków konserwujących, nadal pozostała, a chcąc nabrać pojęcia, o ile powątpiewanie, co do wystarczającego działania przykrycia ziemią, jest słusznem, można tylko przypuszczalnie ocenić, ile traci azotu nawóz żadnym środkiem konserwującym nie posypywany, zanim się go zabezpieczy na gnojarni przed dalszą stratą azotu nakryciem ziemią.

Co do przypuszczalnej całkowitej straty azotu z nawozu bydlęcego dają nam pewne wskazówki spostrzeżenia Holdefleissa. Autor

ten skarmiał w oborze paszę dokładnie ważoną i analizowaną, a następnie wykonał ścisły rozbiór chemiczny nawozu w ciągu tygodnia nagromadzonego. Bilans azotu przedstawił się jak następuje:

w paszy i ściółce było azotu	104.18 *kg.*
odnaleziono w przyroście wagi, w mleku i nawozie	94.26 „
strata wynosi	9.92 *kg.*
czyli w odsetkach	9.5 %

W ciągu zatem pierwszego tygodnia ubyło prawie 10 % azotu. Ponieważ w opisanych wyżej doświadczeniach Holdefleissa nad przechowaniem nawozu na gnojarni składano tak samo tygodniowy nawóz bydlęcy, uzyskane w nich rezultaty nie rozstrzygają kwestyi, ile azotu straciłby w stosie przykrytym ziemią gnój krowi, który do chwili wyniesienia na gnojarnię nic jeszcze azotu nie stracił albo bardzo niewiele. Skoro jednakże niema powodu przypuszczać, że przy należytem pielęgnowaniu i codziennem uprzątaniu nawozu z obory, całkowita strata azotu będzie znacznie wyższą od tej, którą nawóz przechowywany przez Holdefleissa stracił razem przed złożeniem w stos i w czasie leżenia w stosie nakrytym ziemią, można śmiało twierdzić, że azot, któryby można zatrzymać w gnoju bydlęcym przez zastosowanie środków konserwujących nie będzie tyle wart, ileby kupno tych środków kosztowało. Ogólna bowiem strata azotu w doświadczeniach Holdefleissa wynosiła 10+2=12 %, czyli na 6000 *kg.* gnoju, zawierających pierwotnie 20—24 *kg.* azotu, wszystkiego 2.4 do 2.9 *kg.* o wartości pieniężnej mniej więcej 1 rs. 50 kop. do 1 rs. 75 kop. Tymczasem w celu niedopuszczenia straty azotu trzeba było dodać na tę porcyę gnoju 300 *kg.* gipsu superfosfatowego lub kainitu, które, licząc tylko po 1 rs. za 100 *kg.*, kosztowałyby 3 rs. A ilość 300 *kg.* tych środków na 6000 *kg.* gnoju, czyli 5 % nie była wcale przesadzona, gdyż jak to w wielu próbach zauważono, działanie konserwujące gipsu superfosfatowego lub kainitu objawia się dopiero wówczas, gdy na jedną krowę przeznacza się do posypywania 1.5—2 *kg.* na dobę.

Co się tyczy nawozu produkowanego w chlewach, który nawet jest wilgotniejszy od bydlęcego, to niema powodu do obawy, że będzie tracił podczas leżenia na gnojarni azot łatwiej i obficiej aniżeli gnój produkowany w oborach. Tylko więc co do nawozu końskiego pozostawałaby, jak to już wyżej zauważyliśmy, pewna wątpliwość, czy przykrycie ziemią może ograniczyć ubytek azotu w tym samym stopniu, jak się tego można spodziewać w nawozie bydlęcym. Wnosząc jednak z rezultatów próby wykonanej przez Müntza i Girarda w stajniach towarzystwa omnibusów w Paryżu, ograniczenie straty może i w tym razie być tak znaczne, że użycie środków konserwujących nie mogłoby się opłacić. W próbie tej uprzątano codziennie nawóz i składano w stos w ciągu 30 dni z pod 11 do 12 koni, przebywających stale w stajni i żywionych analizowaną paszą. Bilans azotu wypadł jak następuje:

skarmiono azotu w owsie, sianie i otrębach . .	43.79 *kg.*
odnaleziono w nawozie po strąceniu ilości azotu przypadającej na słomę podściołową. .	31.22 „
ubyło	12.57 *kg.*

Strata powyższa wynosi w stosunku do ilości spożytego azotu 28.7 %. W doświadczeniach zaś Holdefleissa, jak wyżej podaliśmy, za pomocą przykrycia ziemią udało się stratę azotu obniżyć w stosach polewanych gnojówką z 24 % (licząc już i stratę poniesioną podczas zbierania nawozu przez tydzień w oborze) na 12 %, czyli zredukować do połowy. Jeżeliby więc przykrycie ziemią dla gnoju końskiego było równie skuteczne, jak dla bydlęcego, a niema powodu sądzić, że musi być inaczej, to mogłoby stratę stwierdzoną przez Müntza i Girarda dla stosu nieprzykrytego zmniejszyć na 14 do 15 %, zatem znowu do granicy, przy której opłacalność kupnych środków konserwujących okazuje się bardzo niepewną.

Wobec zatem teraźniejszego stanu naszej wiedzy, niepodobna dojść w sprawie użyteczności środków konserwujących do innego ostatecznego wniosku, jak do tego, że *przy przechowaniu nawozu stajennego na gnojarniach, silne ubicie, polewanie, oraz przykrywanie ziemią są środkami konserwującymi azot w zadowalającym stopniu. Zastosowanie zaś, w celu osiągnięcia jeszcze lepszej konserwacyi, chemicznych środków w tak znacznych ilościach, jakie są niezbędnie potrzebne, jeżeli mają one wogóle,*

w zetknięciu z całą masą nawozu wywrzeć pewien skutek, nie może się opłacić, chyba że tę lepszą konserwacyę zyskuje się bez kosztu, dzięki temu że użyty środek chemiczny, zawierając brakujący w glebie pokarm, może zapewnić zwyżkę plonu pokrywającą koszt nabycia.

Uznając jednak w ten sposób za możliwe dobre przechowanie nawozu na gnojarni bez uciekania się do kosztownych dodatków chemicznych, musimy równocześnie podnieść z całym naciskiem potrzebę nieoszczędzania należytych starań, aby gnój nie poniósł, jeszcze przed złożeniem na gnojowisku, zbyt wielkiej straty, zarówno w azocie, jak i w materyi organicznej.

Dla osiągnięcia tego celu należy, o ile możności, powstrzymywać w stajni fermentacyę amoniakalną moczu, aby węglan amonowy nie mógł w obfitszej ilości się nagromadzać i ulatniać, a to—przez utrzymanie jak największej czystości i niedopuszczenie, aby mocz, zamiast szybko spływać do zbiornika, zatrzymywał się w stajni i tworzył gnijące i zakażające powietrze kałuże. Częste przemywanie ścieków jest ze wszech miar wskazane, gdyż zapobiega do pewnego przynajmniej stopnia zetknięciu się świeżego moczu z podlegającym już rozkładowi i opóźnia zakażenie bakteryami, wywołującemi fermentacyę amoniakalną. Lepiej niezawodnie aniżeli czysta woda spełniałby to zadanie słaby roztwór kwasu siarkowego, gdyby użycie nie było połączone z pewnem niebezpieczeństwem dla ludzi i zwierząt. Być także może, że posypywanie ścieków umiarkowaną ilością gipsu zwykłego, superfosfatowego lub kainitu nie byłoby bez korzyści, bo te środki, leżąc w ściekach i nie znajdując się w zetknięciu z całą masą produkowanego nawozu, mogą związać pewną ilość amoniaku lub zmniejszyć energię procesów rozkładowych, chociaż będą użyte w ilościach stosunkowo niewielkich, a w szczególności—znacznie mniejszych od tych, których potrzeba dla zakonserwowania w gnoju całej ilości azotu narażonej na stratę. O tem jednak rzecz prosta można pomyśleć dopiero w gospodarstwie, w którem gnojowisko jest odpowiednio urządzone, a składany na niem gnój nie jest pozbawiony tej racyonalnej i niekosztownej opieki, o której wyżej była mowa.

Zależeć dalej powinno bardzo na tem, aby mocz był bez znaczniejszej straty zebrany. Ponieważ przy odprowadzaniu ściekami do zbiornika, zupełne uniknięcie straty moczu, jak również ulatniania się amoniaku jest zadaniem wcale niełatwem, wydaje się bardzo praktycznem i godnem zalecenia urządzenie stajni tak, aby mocz mógł być całkowicie przez słomę zatrzymany a ścieki odprowadzające były całkiem zbyteczne. Można to uzyskać mianowicie, umieszczając z tyłu za stanowiskami rowek cementowany około 25 *cm.* głęboki, a u góry 40 *cm.* szeroki, nakryty deskami. W rowek ten składa się na 24 godzin nawóz wyprodukowany w przeciągu poprzedniej doby, poczem dopiero wynosi na gnojarnię. Mocz spływający ze stanowisk ścieka na gnój w rowkach w nieco grubszej warstwie złożony i całkowicie się w nim zatrzymuje, osobliwie jeżeli na podściół używa się słomy ciętej na długą sieczkę. Urządzenie podobne zapewnia równocześnie tę jeszcze korzyść, że na gnojarnię wynosi się nawóz mocno wilgotny, zatem łatwiejszy do pielęgnowania i mniej potrzebujący polewania.

Jednym z warunków dobrego przechowania nawozu na gnojowisku jest wreszcie codzienne wynoszenie ze stajni. Trzymanie bowiem gnoju przez tydzień lub przez dwa tygodnie pod zwierzętami, w celu zaoszczędzenia na kosztach obsługi, nietylko, że żadnej korzyści dla nawozu nie przedstawia, lecz nawet może przyczynić się do zwiększenia straty. Skoro bowiem nawóz zawsze tylko w cienkiej warstwie leży pod zwierzętami, osiąga się tylko w małym stopniu te wszystkie korzyści, które zapewnia trzymanie w stajni gnoju aż do wywózki w pole. Gdy zaś nawóz, który się już energiczniej w stajni zaczął rozkładać, przewietrzy się podczas przenoszenia i nasyci tlenem, będzie przedstawiało powstrzymanie dalszego rozkładu na gnojowisku pewne trudności. Istotnie też znajdujemy w doświadczeniach dowody, że przy codziennem wynoszeniu gnoju strata azotu bywa mniej znaczna niż przy uprzątaniu w dłuższych okresach czasu wykonywanem. Tak np. Müntz i Girard zauważyli, że strata azotu z nawozu krowiego uprzątanego raz lub dwa razy na tydzień wynosiła 31.9 do 36.3 %, gdy tymczasem nawóz koński, ulegający łatwiej rozkładowi, codziennie wynoszony ze stajni utracił, jak wyżej podaliśmy, tylko 28.7 %.

Należy tu jeszcze nadmienić, że wielkość straty materyi organicznej oraz azotu zależy do pewnego stopnia od tego, jak długo przechowanie trwa, a w wyższym

jeszcze stopniu, od tego na jaką porę roku przypada. Widzimy to bardzo wyraźnie w następujących rezultatach, uzyskanych w doświadczeniach Heidena:

	strata w nawozie przechowanym bez przykrycia ziemią			
	w lecie		w zimie	
	substancyi suchej	azotu	substancyi suchej	azotu
w ciągu 6 tygodni . .	27.4 %	6.4 %	16.5 %	7.8 %
„ 9 „ . .	33.2 „	15.7 „	24.2 „	12.6 „
„ 12 „ . .	35.5 „	24.8 „	26.7 „	15.4 „
„ 15 „ . .	36.0 „	24.3 „	27.5 „	16.2 „

W zimie zatem straty były o wiele mniejsze. Tylko strata azotu w pierwszych 6-iu tygodniach była w lecie nieco niższa niż w zimie z jakiegoś przypadkowego, niewyjaśnionego powodu. Najwięcej stosunkowo tracił nawóz w pierwszych stadyach rozkładu, w późniejszych zaś straty były już mniej znaczne.

Do jakiego minimum można przy starannem przechowaniu na gnojarni stratę materyi organicznej zredukować, trudno ściśle oznaczyć, wobec braku odpowiednich praktycznych prób. O ile się jednak zdaje, na stratę mniejszą niż 20 % przy zwykłym okresie przechowania trudno liczyć.

C. Konserwacya gnojówki.

W zbiorniku przeznaczonym na gnojówkę zbierają się najcenniejsze składniki nawozu zwierzęcego. Gnojówka bowiem jest mieszaniną świeżego moczu, niezatrzymanego przez ściółkę i odpływającego ściekami ze stajen, oraz—roztworu, odciekającego z nawozu złożonego na gnojarni i zawierającego związki rozpuszczalne w wodzie, zatem przedstawiające największą wartość nawozową. Na dobrem więc przechowaniu gnojówki bardzo wiele zależy, o czem niestety w praktyce często się zapomina, osobliwie w gospodarstwach włościańskich, w których spuszczanie gnojówki do rowów i wywózka na rolę wypłukanego deszczami, jałowego gnoju zawsze jeszcze się praktykuje.

Stracie składników popielnych z gnojówki w dobrze urządzonym zbiorniku zapobiegają nieprzepuszczalne zupełnie ściany i dno. Przed stratą natomiast azotu zadosyćuczynienie temu warunkowi nie chroni gnojówki w dostatecznym stopniu. Jeżeli bowiem nawet wsiąkanie gnojówki w ziemię jest całkiem wykluczone, można ponieść znaczną stratę, wskutek ulatniania się amoniaku oraz wydzielania się wolnego azotu. Ulatniania się amoniaku najwięcej można się obawiać z gnojówki stosunkowo dosyć stężonej, w której z powodu obfitszego dopływu świeżego moczu tworzy się w znaczniejszej ilości lotny węglan amonowy. Jeżeli ten związek nie przechodzi w nielotne sole amonowe, można wiele stracić amoniaku i podczas polewania nawozu gnojówką. Co się zaś tyczy wywiązywania wolnego azotu, to grozi ono wtedy, gdy roztwór dopływający z gnojarni zawiera znaczniejszą ilość kwasu azotowego. Wobec bowiem ograniczonego dostępu powietrza do gnojówki denitryfikacya azotanów może się w niej energicznie odbywać.

Pomimo tego że dobra konserwacya gnojówki jest sprawą dla praktyki bardzo ważną, dotąd w naukowych badaniach mało się nią zajmowano. W literaturze chemiczno-rolniczej mamy tylko doświadczenie Heidena, w których badano wpływ szczelnego przykrycia zbiorników oraz zakwaszania na konserwacyę azotu w gnojówce. Do przechowania gnojówki użyto w tych doświadczeniach, bądź murowanych zbiorników, szczelnie zamkniętych pokrywą, drewnianą blachą obitą i nakrytych dachem, bądź też w beczkach drewnianych, nieszczelnie przykrytych. Zbiorniki mieściły po 400 *kg.* a beczki po 100 *kg.* gnojówki, zakwaszonej kwasem siarkowym, dodanym w ilości 7 % lub też niezakwaszonej. Strata azotu, w okresie czasu od 5 marca do 4 czerwca, wynosiła w gnojówce:

	zakwaszonej	niezakwaszonej
w zbiornikach	1.11 %	14.92 %
w beczkach	3.03 „	23.68 „

Zakwaszenie zatem kwasem siarkowym pozwoliło wcale dobrze zakonserwować azot nawet w nieszczelnie zamkniętych beczkach. Szczelne zaś zamknięcie wpłynęło korzystnie na konserwacyę azotu, zarówno w gnojówce zakwaszonej, jak i nie zakwaszonej. Skuteczny wpływ szczelnej pokry-

wy objaśnić można niezawodnie ograniczeniem parowania wody, z którą równocześnie może się ulatniać węglan amonowy. Z tem przypuszczeniem stoi przynajmniej w zupełnej zgodzie fakt, że w zakwaszonej gnojówce konserwował się dobrze azot nawet w nieszczelnych beczkach. W tym razie bowiem związany amoniak nie mógł się w obfitszej ilości z parą wodną ulatniać.

Wydaje się wcale prawdopodobnem, że zastosowanie kwasu siarkowego może ułatwić także konserwacyę azotu w nawozie, polewanym zakwaszoną gnojówką. Aby jednak śmiało ten środek praktyce polecać, trzeba wprost sprawdzić, czy stępienie w nawozie kwaśnej reakcyi nie wpływa ujemnie na jego wartość. Natomiast nakrywanie zbiorników jak najwięcej szczelne można bezwarunkowo zalecić.

Skład chemiczny gnojówki bywa bardzo zmienny, a zależy w wysokim stopniu przedewszystkiem od obfitości opadów atmosferycznych. Gnojówka odpływająca z nawozu stajennego w jesieni i na wiosnę jest najsilniej rozcieńczona, odciekająca zaś podczas lata najbardziej skoncentrowana. Zależy prócz tego wartość gnojówki od ilości moczu bezpośrednio ze stajen spływającego do zbiornika, od lepszego lub gorszego zakonserwowania azotu, a wreszcie od tego, jak często była użytą do polewania nawozu na gnojarni.

W celu dania pewnego pojęcia o wartości nawozowej gnojówki, podajemy rezultaty rozbiorów kilku próbek wedle Völckera:

	I gnojówka z nawozu mieszanego, mocno rozłożonego	II gnojówka ze szczelnego zbiornika	III gnojówka ze zbiornika otwartego	IV gnojówka ze świeżego nawozu mieszanego
wody	99.110 %	99.249 %	99.136 %	98.022 %
materyi organicznej . .	0.365 „	0.222 „	0.341 „	1.022 „
„ mineralnych .	0.536 „	0.374 „	0.516 „	0.892 „
amoniaku lotnego . .	0.052 „	0.155 „	0.016 „	0.022 „
„ w nielotnych solach	0.005 „			
azotu w związkach organ.	0.005 „	0.007 „	0.013 „	0.026 „
azotu wogóle	— „	0.134 „	0.026 „	0.044 „
kwasu fosforowego . .	0.010 „	0.004 „	0.014 „	0.052 „
tlenku potasowego . .	0.266 „	0.198 „	0.221 „	0.355 „

W powyższych analizach występuje bardzo wyraźnie korzyść szczelnego przykrycia zbiornika. Widzimy mianowicie, że gnojówka III zawierała blisko dziesięć razy mniej amoniaku, aniżeli gnojówka II, przechowana w zbiorniku szczelnie zamkniętym. Charakterystyczną dla wszystkich gnojówek jest mała bardzo zawartość kwasu fosforowego; tylko gnojówka odciekająca z nawozu świeżego zawierała tego kwasu więcej niż azotu, trzy pozostałe zaś przeciwnie znacznie mniej. Z pomiędzy składników niespalnych znajduje się w gnojówkach w największej jeszcze ilości tlenek potasowy.

Gnojówka każda, jakkolwiek jest materyałem nawozowym bardzo mało skoncentrowanym i wskutek tego kosztownym w przewozie, jest roztworem dość silnym, aby na rozwój roślin mogła szkodliwie oddziałać i dlatego na żyjące rośliny w stanie nierozcieńczonym nie można jej używać.

D. Skład chemiczny rozłożonego gnoju.

W celu przybliżonego obliczenia ilości pokarmów roślinnych, wprowadzanych do gleby w gnoju, przyjmuje się zwykle w rozłożonym nawozie, przy normalnej zawartości suchej masy 25 %, jako przeciętną zawartość: azotu 0.5 %, kwasu fosforowego 0.2 % i tlenku potasowego 0.5 %. Dając zatem 100 *q* nawozu stajennego o takim składzie na hektar, czyli około 140 centn. polskich na morg, wprowadzamy do gleby następujące ilości tych najważniejszych pokarmów:

	na hektar kilogramów	na mórg funtów
azotu	50	70
kwasu fosforowego	20	28
tlenku potasowego	50	70

Obliczenie jednak wykonane na podstawie takich przeciętnych zawartości, może

nieraz bardzo znacznie odbiegać od prawdy. W składzie chemicznym bowiem nawet nawozu mieszanego, zależnie od tych wszystkich okoliczności, które podnieśliśmy, przedstawiając różnice dające się zauważyć w składzie nawozu świeżego (p. str. 619), dostrzegamy bardzo znaczne wahania. W większej liczbie rozbiorów zestawionych przez Müntza, znajdujemy np. następujące wahania w odsetkowych ilościach różnych składników:

wody	75.0—83.0 %
azotu	0.32—0.72 „
kwasu fosforowego .	0.18—0.61 „
tlenku potasowego .	0.32—0.82 „
tlenku wapniowego .	0.49—0.88 „

Odpowiednio do tych tak wysokich różnic w składzie procentowym, naturalnie także i ilości absolutne najważniejszych składników nawozowych, zawarte w jednakowych na wagę ilościach gnoju rozmaitego pochodzenia, muszą się wahać w bardzo szerokich granicach. Okazuje się w stosownych obliczeniach, że 100 *q* nawozu stajennego wywiezionego na hektar, czyli 140 centn. polskich na mórg mogą zawierać:

	na hektar	na mórg
azotu. . .	32 do 72 *kg.*	44 do 100 funtów
kwasu fosforowego .	18 „ 61 „	25 „ 85 „
tlenku potasowego .	32 „ 82 „	44 „ 113 „
tlenku wapniowego .	49 „ 88 „	68 „ 121 „

Porównanie powyższych liczb świadczy wymownie o tem, jak dalece jednakowe porcye gnoju, nawet racyonalnie przechowanego, mogą się między sobą różnić co do siły użyźniającej.

Ponieważ w praktyce używa się często do gnojenia nawozu pochodzącego wyłącznie od jednego gatunku zwierząt, zatem np. przechowywanego w oborze bydlęcego, lub w owczarni owczego, podajemy jeszcze poniżej rezultaty rozbiorów chemicznych takich niemieszanych nawozów, w celu wykazania różnic dających się zauważyć w ich składzie chemicznym. Liczne w literaturze rozbiory gnoju bydlęcego, pochodzącego tak z obór jak i z gnojarni, dają pewne pojęcie o wahaniach istniejących w składzie odsetkowym. Analiz zaś nawozu końskiego, owczego i świńskiego posiadamy bardzo niewiele, tak że ani wahań ani przeciętnego składu przedstawić niepodobna. Ponieważ jednak w sposobie żywienia koni i owiec zachodzą mniej znaczne różnice, spodziewać się można, że zawartości najwyższe i najniższe nie będą zbyt odbiegały od stwierdzonych w rozbiorach Bretschneidera, których rezultaty poniżej są podane. Natomiast w gnoju rozłożonym pochodzącym od trzody chlewnej, jak to widać już w porównaniu podanego rozbioru dwóch prób, wahania w składzie chemicznym mogą być nawet znacznie większe niż w nawozie bydlęcym.

Skład chemiczny rozłożonego nawozu.

	bydlęcego		końskiego	owczego	świńskiego	
	z obory	z gnojarni	(wedle Bretschneidera)		I	II
suchej masy	18.41—32.58 %	16.22—26.02 %	27.87 %	30.70 %	19.43 %	24.17 %
azotu . .	0.41— 0.73 „	0.31— 0.54 „	0.66 „	0.61 „	0.71 „	0.65 „
kwasu fosforowego.	0.13— 0.37 „	0.07— 0.27 „	0.12 „	0.21 „	0.18 „	0.95 „
tlenku potasowego .	0.40— 0.94 „	0.41— 0.74 „	0.59 „	0.76 „	1.86 „	0.39 „
tlenku wapniowego .	0.32— 0.39 „	0.37— 0.58 „	—	—	—	—

V. Postępowanie z nawozem stajennym w polu.

Gnój wywieziony w pole zabezpiecza się jak najskuteczniej przed stratą cennych składników, jeżeli się kupki, poskładane z wozów w równych odstępach, w celu równego wymiaru, jak najrychlej rozrzuci i nawóz do właściwej głębokości pługiem przyorze. Jeżeli jednakże wykonanie niezwłoczne orki jest niemożliwe, w takim razie w bardzo licznych przypadkach będzie najwięcej racyonalnem pozostawienie rozrzuconego nawozu na powierzchni gleby

niezbyt stoczystej, przez czas nawet długi, zarówno w porze zimowej jak i w porze letniej.

W porze letniej nie potrzeba się obawiać, aby wskutek takiego postępowania wynikły jakiekolwiek poważniejsze niekorzyści, jeżeli tylko spadek pola jest tak nieznaczny, że spłukanie gnoju przez deszcze jest stanowczo wykluczone. Strata materyi organicznej nie może być wcale w tych warunkach wielka, nawóz bowiem leżący w cienkiej warstwie na polu nie może się zagrzać wskutek własnego rozkładu, a co ważniejsza, szybko obsycha i dochodzi do tego stopnia wilgotności, w którym procesy rozkładowe nie mogą się żywo odbywać. Skoro na rolę pokrytą gnojem spadnie deszcz, wyługowane z nawozu związki rozpuszczalne rozdzielą się na całej powierzchni i cały obszar zostanie równomiernie użyźniony, chociaż w chwili wykonywania orki wprowadzi się do gleby gnój już do pewnego stopnia wyczerpany z najżyźniejszych części. Strata większej ilości azotu również bynajmniej nie grozi. W nawozie bowiem dobrze przechowanym amoniak nie znajduje się w związkach lotnych, a oprócz tego ziemia wskutek absorbcyi nie dopuszcza ulotnienia się amoniaku z leżącego na jej powierzchni gnoju. W jednem np. doświadczeniu Hellriegla strumień powietrza przepuszczany nad wazonem z ziemią przykrytą nawozem stajennym zabrał w ciągu 36 dni ilość amoniaku, odpowiadającą około 5 *kg.* na 1 *ha*, w drugiem zaś w ciągu 80 dni znacznie mniej, gdyż tylko 1.35—1.80 *kg.* na hektar. Jak widzimy nie są to bynajmniej ilości tak wielkie, aby mogły odstraszyć od pozostawienia nawozu nieprzyoranego, jeżeli do takiego postąpienia skłaniają ważne powody. Wreszcie pomimo tego że do gnoju leżącego w cienkiej warstwie na powierzchni ziemi dostęp tlenu atmosferycznego jest bardzo obfity, nie należy się obawiać znaczniejszej straty, z powodu wydzielania się azotu w postaci wolnego gazu. W tych bowiem warunkach nawóz narażony jest na obsychanie, a zatem znajduje się w warunkach, w których proces wywiązywania się wolnego azotu nie może być groźny (p. str. 627).

Jak zatem widzimy, obawa, że pozostawienie w lecie, na polu nie stoczystem, rozrzuconego i nie przyoranego gnoju pociągnie za sobą jakieś wielce niekorzystne skutki, byłaby całkiem nieuzasadnioną. Przeciwnie na roli zaschłej, zbitej i stwardniałej, nie dającej się dobrze orać, przykrycie nawozem przez czas jakiś może być bardzo zbawiennem, przyczyni się bowiem do zwiększenia w warstwie wierzchniej stopnia wilgotności, a co za tem pójdzie, do skruszenia i wogóle poprawy struktury. Kilkunastodniowe leżenie gnoju na powierzchni wystarcza nieraz, aby rola, jak się o tem praktyczni rolnicy wyrażają, *odeszła* i dała się łatwo i dobrze orać. Środek ten znajduje najczęściej zastosowanie na starych, zaschłych na powierzchni koniczyskach, jeżeli niema obawy, że przez to utrudnioną zostanie podczas następnych upraw walka z chwastami.

Podczas zimy rozrzucenie gnoju zaraz po wywózce i trzymanie aż do wiosny nie przedstawia nieraz, tak samo jak w lecie, żadnego niebezpieczeństwa. Niska temperatura powietrza powstrzymuje w tym razie skutecznie rozkład gnoju leżącego w cienkiej warstwie. Związki rozpuszczalne wyługowane z nawozu na wiosnę wsiąkają równomiernie na całej powierzchni. Na polu zatem, mającym łagodny spadek, w bardzo wielu razach bez ryzyka można nieprzyorany nawóz do wiosny na powierzchni pola trzymać. Nieracyonalnem, bo grożącem stratą byłoby podobne postępowanie tylko wtedy, gdy pole ma silniejszy spadek, gdy pokryte jest grubszą warstwą śniegu i wreszcie gdy ma glebę zwięzłą i trudno przepuszczalną. Na polu stoczystem zagraża bowiem zniesienie nawozu przez obficie spływającą po powierzchni wodę z roztopów, a co najmniej spłukanie części rozpuszczalnych, zanim jeszcze ziemia rozmarznie i będzie w stanie wyługowany roztwór wessać. Jeżeli śnieg leży w grubej warstwie, trudno nawóz równomiernie rozrzucić a prócz tego zachodzi obawa, aby przykrycie gnojem nie opóźniło tajania na wiosnę. Na ciężkich zaś ziemiach rozrzucenie w zimie nawozu może znacznie utrudnić na wiosnę roztajanie, ogrzanie i obeschnięcie roli, a co zatem idzie, wogóle opóźnić chwilę rozpoczęcia uprawy mechanicznej.

Jeżeli z któregokolwiek z wymienionych wyżej powodów rozrzucenie niezwłoczne wywiezionego nawozu, czy to w lecie czy w zimie, byłoby nieracyonalnem, wywóz zaś gnoju z folwarku jest koniecznym, bądź z powodu braku miejsca w stajni lub na gnojarni, bądź z powodu potrzeby zajęcia wolnych w owej chwili zaprzęgów, albo też potrzeby skorzystania z lepszego chwilowo stanu drogi dojazdowej, trzeba uciec się z konieczności do założenia na polu prze-

znaczonem do zgnojenia stosu nawozowego, jakkolwiek ten sposób wyjścia przedstawia wiele stron ujemnych. Przed znaczniejszą stratą materyi organicznej trudno się wówczas uchronić, gdyż gnój przewietrzony podczas przewożenia i nasycony tlenem zacznie się w nowo założonym stosie silniej rozkładać, podtrzymując procesy rozkładowe własnem swem ciepłem. Stos trzeba z konieczności zostawić najczęściej nieprzykryty z powodu trudności kopania zamarzniętej ziemi. Możliwem jeszcze bywa, choć w każdym razie kosztownem przykrycie stosu w polu torfem, jeżeli gospodarstwo posiada na swym obszarze torfowisko. Niepożądane jest dalej nieuniknione wyługowanie na wiosnę ze stosu najcenniejszych składników rozpuszczalnych i wpłukanie w ilości zbyt obfitej w ziemię pod stosem się znajdującą. Możnaby wprawdzie tę ziemię do pewnej głębokości wybrać i użyć jej jako dobrego kompostu, trzeba się jednak w takim razie zdecydować na wykopanie w polu dołu, co wcale nie jest pożądanem. Wreszcie podnieść jeszcze należy z pośród stron niekorzystnych podwójny koszt nakładania gnoju na fury.

Pomimo tego jednakże w wypadkach, w których wywózka gnoju jest konieczną, chociaż niezwłoczne rozrzucenie kupek jest niemożliwe, trudno znaleźć bardziej racyonalne wyjście i należy je niejako uważać za złe konieczne. Gorszem bowiem daleko byłoby trzymanie na polu przez czas dłuższy, czy to w porze letniej czy też w zimowej, gnoju w kupkach. Nie uniknionem bowiem a wielce niepożądanem następstwem tego postępowania jest bardzo nierównomierne użyźnienie gnojonej roli: aż nazbyt silne i dla wegetacyi wprost szkodliwe w miejscach, gdzie kupki jakiś czas stały, a znacznie słabsze pomiędzy kupkami. Rozkład bowiem nawozu w kupkach złożonego nie da się powstrzymać, a związki rozpuszczalne ulegają wypłukaniu przez deszcze. Nawet w zimie o przemarznięciu nie może być mowy, gdyż nawóz ogrzewa się ciepłem podczas rozkładu uwalnianem, a jeżeli nawet silniejszy mróz rozkład powstrzyma, to tylko chwilowo. Skoro zaś temperatura powietrza podczas odwilży znaczniej się podniesie, nawóz na nowo zaczyna się rozkładać. Złe skutki zresztą trzymania w kupkach są tak wyraźne na polach włościańskich i tak dobrze w praktyce znane, że należy uważać za zbyteczne obszerniejsze uzasadnianie, jak dalece to postępowanie jest nie racyonalne. Wypada tylko jeszcze zauważyć, że trzymanie nawozu w wielkich kupach jest bardziej niekorzystne niż w małych, gdyż w wielkich kupach jest bardziej niekorzystne niż w małych, gdyż w wielkich własne ciepło gnoju silniej jeszcze przeciwdziała oziębiającemu wpływowi mroźnego powietrza, wskutek czego na powstrzymanie rozkładu tem mniej można liczyć.

Ponieważ nawóz stajenny zawiera znaczny zapas pokarmów roślinnych w związkach na razie dla korzeni niedostępnych, a wpływ na zachowanie fizyczne ziemi wywiera bądź przez sam rozkład, bądź też przez produkty rozkładu, opierające się działaniu niszczących drobnoustrojów, należy przy przyorywaniu gnoju umieścić go w warstwie ziemi, w której znajdzie warunki umożliwiające dosyć szybki rozkład. Działanie gnoju na wegetacyę zależy mianowicie w wysokim stopniu od tego, czy po przyoraniu nawóz znajdzie w glebie odpowiedni stopień wilgotności oraz dostatni przystęp powietrza. Pierwszego z tych warunków może brakować, jeżeli gnój zostanie przyorany zbyt płytko, drugiemu zaś nie zadosyćuczyni zbyt głębokie przykrycie. Ponieważ jednak ta warstwa ziemi, w której nawóz znajdzie zarówno dostatek wilgoci jak i powietrza, znajduje się w rozmaitych glebach w niejednakowej głębokości, a mianowicie w glebach lekkich, mało zwięzłych stosunkowo głębiej, niż w zwięźlejszych płycej, najwłaściwsza głębokość przyorania nawozu musi być różną dla rozmaitych gatunków gleby. Spotykamy się też w praktyce z wahaniami w głębokości przykrycia nawozu między 5 a 15 *cm.*, czyli nieco więcej niż 2 do 6 cali.

Największe niebezpieczeństwo przedstawia zbyt głębokie przyoranie nawozu na ziemiach cięższych. Ziemie także zatrzymują wiele wody, wskutek czego dostęp powietrza tem więcej jest do nich utrudniony i gnój przyorany zbyt głęboko, zamiast rozkładać się normalnie, ulega storfieniu, co na użyzniające działanie gnojenia bardzo ujemnie wpływa. Aby temu zapobiedz, należy przez dostatecznie płytkie przykrycie zabezpieczyć należyty dostęp powietrza przedewszystkiem w pierwszych stadyach rozkładu, w których zużycie tlenu jest najbardziej obfite. Skoro zaś nawóz w glebie już się do pewnego stopnia rozłoży, można go następnie, bez obawy o złe skutki, przyorać do znaczniejszej głębokości.

Przy decyzyi, jak głęboką ma być orka przykrywająca nawóz stajenny, należy uwzględnić naturalnie zawsze głębokość następnej orki, wkrótce po pierwszej mającej się wykonać. Jeżeli bowiem gnój przyorany był znacznie płycej, niż pług ma w drugiej orce sięgnąć, w takim razie po odwróceniu skiby podczas drugiej orki, mógłby się dostać zbyt głęboko pod powierzchnię. Gdyby zaś głębokość pierwszej orki mało co się różniła od drugiej, w takim razie nietylko wykonanie porządne drugiej orki byłoby utrudnione, ale prócz tego gnój wydostałby się do warstw ziemi zbyt płytkich, albo nawet w znacznej części i na powierzchnię gleby zostałby wyciągnięty. Aby uniknąć takich niepożądanych przypadków, najlepiej się trzymać praktycznej reguły, która nakazuje wymierzać głębokość przykrycia nawozu równą połowie głębokości skiby, odwracanej przy drugiej orce. W takim bowiem razie, po wykonaniu drugiej orki, nawóz znajdzie się mniej więcej w tej samej głębokości, do której za pierwszą orką się dostał.

Różnice, istniejące we własnościach fizycznych rozmaitych gleb, są też powodem, że na jednych ziemiach okazuje się skuteczniejszym w działaniu nawóz silniej rozłożony, na innych znowu nawóz rozłożony słabiej. W ziemiach ciężkich zwięzłych zależy zwykle bardzo na tem, aby gnój, przez rozkład w ziemi się odbywający, oddziałał korzystnie na fizyczne ich zachowanie się. Dlatego to na tego rodzaju glebach wskazane jest użycie nawozu słabo rozłożonego, słomiastego, który w ziemi jeszcze będzie w stanie energiczniej się rozkładać. Aby skutek w tym kierunku był wybitny, potrzeba na raz wprowadzać do gleby wielkie ilości gnoju. Silne gnojenie można w tym razie stosować bez obawy o stratę rozpuszczalnych pokarmów, gdyż ziemie zwięźlejsze, obfitujące w glinę, odznaczają się zdolnością absorbowania, tak tlenku potasowego i amoniaku, jak i kwasu fosforowego, o wypłukiwanie zaś kwasu azotowego nieabsorbowanego nie potrzeba się tak dalece obawiać, wobec tego, że nitryfikacya w ziemiach zwięźlejszych odbywa się powolnie, a odpływ opadów atmosferycznych do warstw głębszych jest, z powodu wielkiej zdolności zatrzymywania wody a małej przepuszczalności, niezbyt obfity.

Na ziemiach znowu lekkich, w których przeważającym składnikiem jest piasek, stosunki są wprost przeciwne. Tu gnój, jeżeli tylko nie trafi na bardzo posuszną porę, rozkłada się szybko wobec ułatwionego dostępu tlenu. Z powodu słabej absorbcyi i wielkiej przepuszczalności dla wody, powierzanie glebie odrazu wielkiego zapasu pokarmów, przeznaczonego na dłuższy szereg lat byłoby niebezpiecznem. Mniej odpowiednim jest również, wedle zgodnych spostrzeżeń w praktyce zebranych, gnój słomiasty, mało rozłożony, gdyż taki jest w stanie szkodliwie przesuszyć, przez energiczny rozkład, glebę ze swej natury już niezdolną zabezpieczyć roślinom dostatku wilgoci, a przez rozluźnienie ziemi przewiewność i przepuszczalność w sposób niekorzystny dla wegetacyi powiększyć. Prawdopodobnie na takich lekkich ziemiach użycie zbyt mało rozłożonego nawozu może wywierać takie same złe skutki, jakie zauważono w kulturach wazonowych w ziemi nawiezionej znaczną ilością kału zwierzęcego lub słomy. Wobec takich okoliczności okazuje się dla lekkich gleb odpowiedniejszym do użycia nawóz silniej rozłożony, t. zw. krótki, w dawkach stosunkowo mniej obfitych a częściej powtarzanych.

Wypada tu przecie nadmienić, że z zapatrywaniami tylko co przedstawionemi, a opartemi głównie na praktycznych spostrzeżeniach, niektórzy autorowie się nie zgadzają. Mając mianowicie głównie na uwadze słabą absorbcyę i wielką przepuszczalność lekkich ziem, sądzą oni, że odpowiedniejszym powinien być dla nich nawóz mało rozłożony, w którym pokarmy mało jeszcze uruchomione lepiej są zabezpieczone przed wypłukaniem. Pogląd ten jednak jest zbyt jednostronnym, bo zupełnie pomija fizyczne działanie gnoju, a oprócz tego opiera się na niedosyć pewnej podstawie. Jak to bowiem mieliśmy sposobność wyżej przedstawić, w nawozie słabiej rozłożonym pokarmy rozpuszczalne w wodzie mogą się bardzo często znajdować nawet w ilości większej, aniżeli w silniej rozłożonym. Tyczy się zaś to, jak widzieliśmy, nietylko składników mineralnych niespalnych, lecz również i azotu.

Do czynników, które w wysokim stopniu wpływają na dalszy los przyoranego nawozu stajennego, jak również na szybkość i trwałość użyźniającego działania, należy jeszcze bez najmniejszej wątpliwości wapno, a ściślej i właściwiej się wyrażając— węglan wapniowy. W glebie, w której ten składnik znajduje się w ilości wystarczającej, nawóz rozkłada się szybko i normalnie i nie przyczynia się do zakwaszenia

ziemi. W obecności wapna przemiana związków azotowych wskutek nitryfikacyi na najodpowiedniejszy dla roślin do przyswojenia—kwas azotowy nie doznaje przeszkody. Obecność węglanu wapniowego sprawia również, jak tego najnowsze badania dowodzą, że rozkład kwasu azotowego wskutek denitryfikacyi, zagraża wówczas w daleko mniejszym stopniu, lub nawet zupełnie może być niedopuszczony.

Najgorsze natomiast warunki znajduje nawóz stajenny dla swego rozkładu i użyźniającego działania w glebach, w których nagromadziła się w ilości obfitej kwaśna próchnica, a więc np. w torfowych. Tu organiczna substancya znajdująca się w gnoju niema żadnego znaczenia, a ponieważ zbyt wolno się rozkłada, wpływ nawozu nie może być skutecznym, tem więcej że wyzyskaniu wprowadzonego do gleby w nawozie azotu stoi na przeszkodzie brak warunków potrzebnych dla nitryfikacyi. Na takich też glebach najczęściej skuteczniejszymi się okazują i tańszymi nawozy pomocnicze, jeżeli tylko poprzedzi je dostateczne wapnienie.

Co się tyczy wysokości dawek gnoju używanych w praktyce, to wahają się one, zależnie od jakości gleby i długości okresu czasu, w jakim gnojenie regularnie się powtarza, w granicach między 100 a 800 *q* na hektar, czyli 140 do 1100 centn. polskich na mórg. O wysokości dawki zwykle decyduje, z powodów wyżej podanych, stopień zwięzłości gleby, a mianowicie wywozi się na gleby:

	na hektar	na mórg
ciężkie gliniaste . .	600—800 *q*	850—1150 centn.
glinkowe .	400—500 „	550— 700 „
piaszczyste	100—300 „	150— 400 „

Jeżeli pole ma spadek silniejszy, należy części położone wyżej gnoić stosunkowo mocniej, niż nisko leżące, gdyż z wyższych deszcze spłukują żyzną ziemię i wskutek tego spłycają warstwę uprawną.

Ponieważ zazwyczaj gnoju w pole wywożonego nie waży się lecz mierzy na fury, należy, w celu osiągnięcia pożądanego wymiaru jak również równego wynawożenia całego obszaru, pamiętać, że im bardziej gnój jest posunięty w rozkładzie, tem jest cięższy, to znaczy, tem więcej masy zawiera w równej objętości. Próby wykonane w tym kierunku wykazały np. następujące różnice w wadze 1 m^3 nawozu:

mieszany słomiasty	300—400 *kg.*
mało rozłożony ubity	700 „
na pół rozłożony	800 „
silnie rozłożony, ubity	900 „
bydlęcy świeży	580 „
„ rozłożony	700 „
koński świeży	365 „
„ rozłożony	465 „

Użycie gnojówki. Gnojówkę należy, o ile tylko jest to możliwe, używać do polewania stosów nawozowych lub kompostowych i razem z nawozem lub kompostem wywozić. Przewóz bowiem samej gnojówki jest bardzo kosztowny z powodu małej jej koncentracyi. Skoro jednak w porze roku, w której opady atmosferyczne są bardzo obfite, zagraża przepełnienie zbiorników, wywóz samej gnojówki staje się nieraz koniecznym.

Przy największym stopniu rozcieńczenia, do jakiego gnojówka może dojść w zbiornikach, jest ona roztworem jeszcze zbyt stężonym, aby można było polewać nią żywe rośliny, bez obawy o wypalenie. Ponieważ zaś dodanie odpowiedniej ilości wody koszta przywozu niepomiernie by powiększyło, korzystniejszem się okazuje wywożenie gnojówki na rolę nagą, na pokrytą zaś roślinami, tylko podczas zastoju w ich wegetacyi.

Rozpowszechnionem jest dotąd jeszcze nawożenie gnojówką w późnej jesieni lub wcześnie z wiosną koniczysk, lucerników lub łąk. Nie ulega jednak wątpliwości, że użytek tego rodzaju połączony jest ze zmarnowaniem pokarmu azotowego, bez którego koniczyna i lucerna mogą się obejść. Co się zaś tyczy łąk, to tu należy dążyć również do tego, aby wskutek odpowiedniego stosunku między roślinami niemotylkowemi oraz motylkowemi, te ostatnie zdobywały z atmosfery dostatek azotu nietylko dla siebie, ale i dla roślin, które wolnym azotem atmosferycznym nie mogą się żywić. Ponieważ zaś każdy nawóz azotowy pobudza silniejszy rozrost roślin niemotylkowych na niekorzyść motylkowych, gnojówka nie wydaje się nawozem odpowiednim dla łąki. Jeżeli też nawożenie gnojówką koniczyn, lucern albo też łąk okazywało się w praktyce skutecznem, to raczej dzięki zawartym w niej solom potasowym, aniżeli dzięki—zawartości azotu.

O ile się zdaje, najracyonalniejszem jest użycie gnojówki pod rośliny okopowe, w szczególności pod buraki pastewne, które pobierają z gleby zarówno wiele azotu, jak

i tlenku potasowego. Dla zbóż gnojówka jest mniej odpowiednim nawozem, gdyż zawiera stosunkowo bardzo mało kwasu fosforowego, wskutek czego te rośliny mogą należycie wyzyskać zawarty w niej pokarm azotowy i potasowy tylko na glebach z natury zamożnych w kwas fosforowy, albo też, w razie niedostatecznej ilości tego pokarmu, równocześnie zasilonych nawozem fosforowym.

Zauważyć wreszcie należy, że rozlewanie gnojówki na glebach z natury bardzo zwięzłych i wilgotnych nie jest do zalecenia. To samo można twierdzić o wywozie na ziemię zamarzniętą, z której znaczna część rozlanej gnojówki może po powierzchni spłynąć.

Ponieważ gnojówka zawiera pokarmy w stanie łatwo przyswajalnym, działanie jej jest szybkie, ale też i krótkotrwałe Pośrednich wpływów, wobec nieznacznej zawartości materyi organicznej, gnojówka nie wywiera w glebie.

III. Odchody ludzkie i ptasie.

Odżywianie organizmu ludzkiego odbywa się wedle tych samych praw fizyologicznych co i zwierzęcego. Ponieważ jednakże u człowieka niema tak jak u zwierząt obfitszego zużycia pewnych składników na produkcyę wełny, mięsa lub mleka, odnajdujemy w odchodach ludzkich prawie całą ilość azotu oraz składników popielnych spożytych w pokarmach. Tylko młody, rosnący organizm ludzki, nietylko spala pewną część bezazotowej materyi organicznej podczas oddychania, tak samo jak dorosły, lecz oprócz tego zatrzymuje, ze stratą dla celów nawozowych, potrzebną na powiększenie własnej wagi ilość azotu, kwasu fosforowego, tlenku potasowego i t. d.

W przeróbce spożytej paszy daje się także zauważyć dalej ta jeszcze różnica, że ludzie, spożywający pokarmy o wiele strawniejsze aniżeli zwierzęta, wydzielają przeważną ilość zawartych w nich składników w moczu, mniej zaś znacznie w kale. Tak np. z 20 *g.* azotu, które dorosły człowiek przeciętnie w ciągu jednej doby spożywa i w odchodach wydziela, przypada na:

mocznik.	15.60 *g.*
kreatynę i kwas moczowy . .	0.70 „
związki azotowe kału	3.30 „
pot, ślinę i t. p.	0.37 „

zatem na mocz przypada przeszło 80 % azotu spożytego w pokarmach. Najwięcej stosunkowo azotu w moczu wydziela człowiek żywiący się mięsem, mniej zaś—żywiący się pokarmami przeważnie roślinnego pochodzenia.

Przeciętny skład odsetkowy moczu i kału ludzkiego oraz odchodów całkowitych przedstawia się jak następuje:

	w moczu	w kale	w odchodach całkowitych
wody	95.70 %	77.20 %	93.85 %
materyi organicznej . . .	3.25 „	19.50 „	4.88 „
azotu	1.00 „	1.05 „	1.06 „
materyj mineralnych . . .	1.05 „	3.30 „	1.27 „
kwasu fosforowego	0.13 „	1.34 „	0.25 „
tlenku potasowego	0.16 „	0.44 „	0.18 „

W porównaniu ze zwierzęcymi, odznaczają się zatem odchody ludzkie bardzo wysoką zawartością azotu i kwasu fosforowego. Ten ostatni związek nawet znajduje się w moczu ludzkim w znaczniejszej ilości, gdy tymczasem mocz zwierząt albo wcale go nie zawiera, albo tylko w nadzwyczaj małej ilości. Natomiast co do zawartości tlenku potasowego, odchody ludzkie ustępują zwierzęcym. Ilość odsetkowa azotu w moczu ludzkim zależy w wysokim stopniu od wieku; tak np. w moczu ludzi dorosłych znaleziono 1.84 %, u dzieci 0.5 do 0.7, a u niemowląt tylko 0.16 % azotu. Sposób żywienia się wpływa również bardzo wybitnie na ilość azotowych związków wydzielanych w moczu. Tak np. Lehmann znajdował następujące ilości mocznika i kwasu moczowego, wydzielane w ciągu jednej doby przy żywieniu się pokarmami:

	mocznika	kwasu moczowego
mięsnymi	53.2 *g.*	1.5 *g.*
mieszanymi	32.5 „	1.2 „
roślinnymi	22.5 „	1.0 „
bezazotowymi	15.4 „	0.7 „

Mocz ludzki ma zwykle reakcyę kwaśną, czem także odróżnia się od zwierzęcego.

Wedle Lehmanna szczegółowy skład moczu ludzkiego przedstawia się, jak następuje:

mocznika	3.29 %
kwasu moczowego	0.11 „
kwasu mlekowego	0.16 „
substancyi wyciągowych	1.04 „
mlekanu amonowego	0.19 „
chlorku sodowego i amonowego	0.36 „
siarkanów alkalicznych	0.73 „
fosforanu sodowego	0.37 „
fosforanu wapniowego i magnowego	0.12 „
śluzowych części	0.01 „
ogółem części stałych	6.38 %
wody	93.62 „

Waga moczu wydzielanego na dobę przez jednego człowieka wynosi przeciętnie 1200 *g*, waga zaś kału tylko 133 *g*. Wskutek znacznie większej ilości moczu odchody całkowite są nadzwyczaj wodniste. W tych przeciętnych ilościach moczu i kału znajdują się następujące ilości ważniejszych składników:

	w moczu	w kale	w całkowitych odchodach	na mocz przypada
suchej substancyi	64.00 *g*.	30.30 *g*.	94.30 *g*.	67.87 %
azotu	12.10 „	2.10 „	14.20 „	85.28 „
kwasu fosforowego	1.80 „	1.64 „	3.44 „	52.32 „
tlenku potasowego	2.22 „	0.73 „	2.95 „	75.25 „

Odchody ludzkie są zatem bardzo cennym materyałem nawozowym, gdyż jak widzimy z powyższego zestawienia, zawierają przeważną część azotu i tlenku potasowego w moczu, zatem w związkach w wodzie rozpuszczalnych i łatwo przyswajalnych dla roślin. Co do przyswajalności kwasu fosforowego stoją również o wiele wyżej od odchodów zwierzęcych, gdyż z ogólnej ilości tego związku wydzielonej z organizmu przeszło połowa przypada na mocz.

Przeciętna roczna produkcya odchodów i ilość wydzielonych w nich najważniejszych składników, wypada na jednego człowieka jak następuje:

	moczu	kału
ilość wydzielona	438.00 *kg*.	48.80 *kg*.
suchej substancyi	23.30 „	11.00 „
azotu	4.40 „	0.80 „
kwasu fosforowego	0.66 „	0.60 „
tlenku potasowego	0.81 „	0.26 „

Licząc wartość składników nawozowych w odchodach ludzkich, nawet nieco niżej od ceny żądanej za nie w nawozach pomocniczych, a mianowicie za 1 *kg*. azotu 40 kop., kwasu fosforowego 15 kop. a tlenku potasowego 5 kop., znajdziemy, że wartość pieniężna bez mała 600 *kg*. świeżych odchodów, rocznie wydzielanych przez jedną osobę, wynosi mniej więcej 2 rs. 85 kop. Z tej ogólnej kwoty zaś przypada:

na 5.20 *kg*.	azotu	2 rs. 60 kop.
„ 1.26 „	kwasu fosforowego	— „ 19 „
„ 1.07 „	tlenku potasowego	— „ 6 „

Główną więc wartość posiada azot, którego odchody w ciągu całego roku przez jednego człowieka wydzielone zawierają tyle, ile się znajduje w trzydziestu kilku kilogramach saletry chilijskiej.

Materya organiczna odchodów ludzkich składa się przeważnie ze związków azotowych. Wskazuje to stosunkowo bardzo ciasny stosunek, istniejący pomiędzy zawartością azotu a zawartością suchej substancyi. Na 100 części suchej substancyi przypada mianowicie w odchodach ludzkich mieszanych przeszło 15 części azotu, gdy tymczasem w odchodach całkowitych konia, stosunkowo najbogatszych w azot ze wszystkich zwierzęcych, zaledwie 3 do 3.5 części. Z tego to powodu odchody ludzkie podlegają znacznie łatwiej rozkładowi i mogą utracić, wskutek niewłaściwego przechowania, bardzo znaczną ilość azotu. Energia rozkładu jest tem większą, że odchody ludzkie zbiera się bez podściołu, który w gnoju, sam trudniej się rozkładając, powstrzymuje zbyt szybki rozkład odchodów zwierzęcych. Ponieważ odchody ludzkie są bardzo wodniste i wskutek tego tlen z trudnością znajduje do nich dostęp, przeważają podczas rozkładu procesy gnicia, których cuchnące produkty, między innymi i siarkowodór, zakażają powietrze. Tylko fermentacyi amoniakalnej moczu to nie ogranicza; postępuje ona szybko, dając powód do znacznej straty azotu przez ulatnianie się węglanu amonowego.

Sama już znajomość składu chemicznego odchodów ludzkich wskazuje, jak dalece godnem zalecenia jest staranne ich zbieranie i zużycie na nawóz. Niestety, jak do-

tąd, zużycie racyonalne całej masy odchodów gromadzących się w wielkich miastach przedstawia niepokonane trudności i niezawodnie długo jeszcze będzie zagadnieniem trudnem do rozwiązania dla hygienistów, inżynierów sanitarnych oraz rolników. O metodach postępowania, które dotychczas znalazły, z mniejszem lub większem powodzeniem, praktyczne zastosowanie w wielkich miastach, traktować będzie oddzielny artykuł p. t. „Nieczystości miejskie.“ Na tem miejscu zatem wypada się ograniczyć do podania wskazówek, jak należy postępować z tym stosunkowo niewielkim zapasem odchodów ludzkich, jaki na miejscu w gospodarstwie daje się zebrać.

O zdobyciu dla celów nawozowych wszystkiego, co wedle teoretycznych obliczeń ludność należąca do folwarku w pewnym okresie czasu wydziela, naturalnie i w tym razie nie może być mowy. Przedewszystkiem niepodobna marzyć o całkowitem zebraniu wartościowego moczu, który bywa w znacznej ilości wydzielany poza zbiornikami, przy miejscach ustępowych zakładanymi. Bądź co bądź należy dążyć przez urządzenie dosyć licznych i odpowiednich wychodków, aby marnowania się odchodów o ile możności nie dopuszczać, zaś wydzielone do zbiorników chronić przed stratą cennych pokarmów roślinnych.

Z największą stratą połączone jest zbieranie odchodów w obszernych zwyczajnych dołach kloacznych, w ziemi wykopanych, jakie się po wsiach bardzo często spotyka. W takich pierwotnych zbiornikach znaczna część rozpuszczalnych ciał wsiąka w ziemię, a znaczna część węglanu amonowego, powstającego podczas fermentacyi amoniakalnej moczu ulatnia się w powietrze. Aby tak jednemu, jak drugiemu zapobiedz, najlepiej w miejscach ustępowych urządzać zbiorniki drewniane, niewielkie, łatwo dające się przenosić, uprzątanie zaś odchodów wykonywać jak najczęściej. Do tego celu dobrze się nadają beczki od nafty na pół przepiłowane, zaopatrzone antabami. Dla uniknięcia ulatniania się amoniaku i wydzielania cuchnących gazów, zaleca się jako bardzo skuteczne posypywanie odchodów proszkiem torfowym lub sypką, mocno próchniczną ziemią. Czynność tę może wykonywać automatycznie umieszczona na stolcu na zawiasach, zamiast pokrywy, skrzynka drewniana, przedzielona wewnątrz ukośną przegrodą na dwa oddziały w ten sposób, że przy podnoszeniu pewna część proszku torfowego lub ziemi dostaje się z oddziału górnego napełnionego do dolnego pustego, a przy nakrywaniu otworu z dolnego wpada do zbiornika kloacznego. Urządzenie takie jest bardzo praktyczne, gdyż zapewnia zupełne odwonienie odchodów i czyni wszelkie starania około nich daleko mniej wstrętnemi.

Odchody wynoszone z ustępów najlepiej wylewać na stosy kompostowe, przysypując, jak najrychlej ziemią. W kompoście bowiem przechowane odchody najmniej podlegają stracie nawozowych składników, a oprócz tego nie zakażają powietrza cuchnącymi gazowymi produktami rozkładu. Wynoszenie na stos gnojowy nie jest racyonalne. Nietylko bowiem w takim razie rozchodzi się z gnojarni przykry odór, ale co ważniejsza, utrudnia się przez to dobre przechowanie nawozu stajennego. Odchody bowiem ludzkie skłonne do szybkiego rozkładu, pobudzają procesy rozkładowe i w samym gnoju, zwiększając stratę materyi organicznej oraz azotu. Szkodliwe następstwa objawiają się w stopniu najwyższym, gdy odchodów nie miesza się równomiernie z nawozem, lecz w pewnem miejscu na stosie w obfitszej ilości składa. Wówczas bowiem tworzą się w stosie gniazda, w których rozkład ze szczególnie wielką energią się odbywa. Z tego to właśnie powodu należy uznać także za niepraktyczne budowanie wychodków nad gnojarnią. Prędzej już dopuszczalnem jest umieszczenie ich nad zbiornikiem na gnojówkę.

Co się tyczy działania, to odznaczają się odchody ludzkie, w porównaniu z nawozem stajennym, tem, że na fizyczne zachowanie się ziemi nie mogą wywrzeć wybitnego wpływu z powodu braku odpowiednich ciał organicznych. Ponieważ zarówno azot, jak i kwas fosforowy oraz tlenek potasowy, znajdują się w odchodach ludzkich w związkach łatwo przyswajalnych, wpływ użyźniający jest szybki ale też krótkotrwały. Z tego też powodu bardzo dobre rezultaty zapewnia zastosowanie nawożenia odchodami w kulturach ogrodowych. Zresztą nadają się dobrze do użycia pod wszystkie rośliny, a w szczególności takie, które pobierają z gleby wiele azotu. Ponieważ w odchodach przeważającym składnikiem jest azot, następstwem jednostronnego zasilania gleby odchodami ludzkiemi może być zubożenie jej w kwas fosforowy i tlenek potasowy. Może też być często wskazanym dodatek obok odchodów pomocniczego nawozu fosforowego (np. pod zboża) a na lekkich glebach także i kainitu.

Tak samo jak odchody ludzkie, odznaczają się znaczną wartością nawozową odchody ptaków. Szczególnie cennym materyałem nawozowym są odchody kur i gołębi, które żywią się przeważnie ziarnem. Odchody natomiast kaczek i gęsi spożywających wiele zielonych świeżych roślin zbliżają się więcej pod względem nawozowej wartości do odchodów bydlęcych. W celu wykazania tej różnicy, podajemy poniżej rezultaty rozbioru chemicznego odchodów ptasich:

	Skład chemiczny odchodów			
	gołębich	kurzych	kaczych	gęsich
wody	62.0 %	59.7 %	53.0 %	82.0 %
organicznej substancyi. . . .	31—32.0 „	29.4 „	40.0 „	14.0 „
azotu	1.2—2.4 „	0.8—1.4 „	0.8 „	0.6 „
popiołów	6.0—7.0 „	8.4 „	7.0 „	4.0 „

Azot znajduje się w odchodach ptasich przeważnie w postaci kwasu moczowego, który łatwo się rozkłada. Ostatecznymi produktami rozkładu są, jak to wyżej przedstawiliśmy, węglan amonowy oraz szczawian amonowy, (p. str. 622).

IV. Kompost.

W każdem gospodarstwie gromadzą się rozmaite odpadki, bądź roślinnego bądź też zwierzęcego pochodzenia, posiadające mniejszą lub też większą wartość nawozową. Wprost na nawóz użyć ich zwykle nie można, z powodu nieodpowiedniej formy, albo też zbyt małej ilości; przeznacza się je zatem, unikając zmarnowania, do wyrobu t. zw. kompostów.

Wyrób kompostu ma na celu uzyskanie z takich odpadków nawozu w działaniu, o ile możności, zbliżonego do gnoju, zatem zawierającego wszystkie trzy pokarmy roślinne, zwykle znajdujące się w glebach w ilości nie dosyć obfitej, a obok tego zdolnego wywrzeć i pewien pośredni wpływ. Oprócz odchodów ludzkich i ptasich, które są najcenniejszym materyałem dla stosów kompostowych, służą częściej do produkcyi kompostu następujące:

1. *Odpadki roślinne.* Do tej kategoryi należą przedewszystkiem chwasty uzyskiwane przy plewieniu, trzcina i szuwary, niepotrzebne na podściółkę z powodu wystarczającej ilości słomy, obrzynki buraczane, łodygi kartofli, łubinu, bulwy i innych roślin, z powodu twardości na podściół nie przydatne, wreszcie zmiotki ze stodół, szop i śpichrzów oraz trzaski drzewne. Skład chemiczny tych materyałów jest bardzo zmienny; wartość nawozowa zaś zależy w ogólnem stopniu od tego, czy rozkładowi podlegają z łatwością, czy też mu się opierają.

2. *Zmiotki z gościńców i dróg.* O znacznej wartości nawozowej tego materyału świadczy fakt, że zagranicą za dzierżawę prawa zbierania uzyskuje się wcale wysokie opłaty, osobliwie na drogach publicznych licznie uczęszczanych. Skład chemiczny zmiotków zależy zarówno od ilości znajdujących się w nich odchodów zwierzęcych, jak i materyału użytego do budowy drogi. Dla przykładu podajemy poniżej rezultaty czterech rozbiorów:

	I.	II.	III.	IV.
materyi organicznej.	7.21 %	11.66 %	1.86 %	3.45 %
azotu . .	0.21 „	0.43 „	0.24 „	0.06 „
kwasu fosforowego .	0.51 „	0.69 „	0.02 „	0.08 „
tlenku potasowego .	0.05 „	0.12 „	0.59 „	1.00 „
tlenku wapniowego .	7.84 „	0.81 „	2.70 „	4.25 „

Jak wskazują zatem podane wyżej rozbiory, w zmiotkach znajdujemy nieraz materyał obfitujący w węglan wapniowy i jako taki bardzo użyteczny dla gleb bezwapiennych. Zmiotki obfitujące w wapno pochodzą naturalnie z dróg szutrowanych kamieniem wapiennym. Zawartość kwasu fosforowego bywa niekiedy znacznie większą niż w nawozie stajennym, a przyswajalność nie powinna być gorszą wobec tego, że kwas fosforowy pochodzi przeważnie z odchodów.

3. *Popioły.* Pomiędzy popiołami różnego pochodzenia odznaczają się największą wartością popioły drzewne, które nawet opłaci się kupować, ponieważ co do koncentracyi pokarmów nie ustępują nawozom pomocniczym. Skład chemiczny popiołów, otrzymywanych z drzew najczęściej używanych na opał, przedstawia się, jak następuje:

	popiół pochodzący z drzewa bukowego	brzozowego	sosnowego
kwasu fosforowego .	8.65 %	3.99 %	7.27 %
tlenku potasowego .	12.49 „	8.66 „	12.97 „
tlenku wapniowego .	39.27 „	36.25 „	45.29 „

Najmniej wartościowym jest zatem popiół z drzewa brzozowego. Azot może się znajdować w niezupełnie wypalonym popiele w małej ilości, ale jako trudno przyswajalny niema żadnej wartości. Oprócz popiołów drzewnych świeżych znajdują się często w handlu popioły ługowane np. w mydlarniach. Takie popioły, z powodu wypłukania węglanu potasowego, zawierają daleko mniej tlenku potasowego, natomiast stosunkowo więcej kwasu fosforowego i tlenku wapniowego.

Bezporównania mniejszą wartość nawozową przedstawiają: popiół z torfów, a w szczególności popiół z węgla kamiennego, których głównym składnikiem są nierozpuszczalne w wodzie krzemiany i krzemionka. Ze składników użytecznych jako pokarm dla roślin znajdowano:

	w popiele torfowym	w popiele z węgla kamiennego
kwasu fosforowego .	0.1— 6.0 %	0.08—2.0 %
tlenku potasowego .	0.1— 3.5 „	około 1 „
tlenku wapniowego .	6.0—45.0 „	2.0—30.0 „

Popioły torfowe, zamożniejsze w kwas fosforowy i tlenek potasowy zdarzają się stosunkowo rzadko. Najczęściej zatem nie stanowią one, tak samo jak popioły z węgla kamiennego, materyału godnego kupna i opłacającego przewóz. O ile jednak bez kosztu w gospodarstwie się nagromadzają, mogą być na kompost zużyte. Pewną wartość, z powodu zawartości amoniaku, przedstawiają także *sadze* i z tego względu nadają się do użycia na kompost.

4. *Odpadki zwierzęce.* Z pomiędzy materyałów należących do tej kategoryi najwięcej cennymi są mięso, krew i wnętrzności, gdyż obfitują w pokarmy roślinne i łatwo podlegają rozkładowi. Skład chemiczny mięsa i krwi przedstawia się, jak następuje:

	w mięsie	w krwi
materyi organicznej	20.4 —25.7 %	19.00 %
azotu	2.9 — 3.7 „	3.00 „
kwasu fosforowego	0.66—0.70 „	0.07 „
tlenku potasowego	0.50—0.54 „	0.10 „

Wobec wysokiej wartości nawozowej mięsa i krwi, zakopywanie trupów zwierzęcych, powszechnie praktykowane, zamiast zużycia ich na kompost, jest stanowczo niewłaściwe, jeżeli do tego nie zmusza obawa o rozszerzenie choroby zakaźnej, na którą zwierzę padło. We Francyi i takie trupy nawet zalecają przerabiać na nawóz, zanurzając je w zbiorniku napełnionym dosyć mocno stężonym kwasem siarkowym. Postępowanie to jednak, jakkolwiek stanowczo doprowadza do wyniszczenia chorobotwórczych zarazków jest zbyt kosztownem i kłopotliwem, aby mogło znaleźć korzystne zastosowanie w sporadycznych, rzadkich przypadkach. W razie jednak epidemii, która pochłania liczne ofiary, można je zalecić, gdyż kwas siarkowy szybko niszczy trupy i można coraz to nowe do zbiornika wrzucać, dopóki nie wytworzy się gęsta masa, a kwas siarkowy nie osłabnie w niszczącem działaniu.

Trudniej daleko, aniżeli mięso i krew, dają się w kompoście przerabiać kości, rogi i kopyta, które silnie opierają się procesom rozkładowym. Odpadki te zatem najlepiej sprzedawać, jeżeli tylko znajdzie się na nie kupiec. Zawierają one głównie azot i kwas fosforowy, tlenek zaś potasowy w ilości bardzo nieznacznej. Z dwóch pierwszych pokarmów znajdowano:

	azotu	kwasu fosforowego
w kościach	2.7— 4.9 %	9.5—23.5 %
w częściach rogowych. .	16.0—17.0 „	4.0— 5.0 „

Do wyrobu kompostu nadają się również bardzo dobrze trupy owadów tępionych, w celu ograniczenia wyrządzanych rolnictwu szkód. W Algierze przyrządzają np. nawóz ze zbieranych w wielkiej ilości szarańczaków, u nas można w pewnych latach zużyć na ten cel obficie się pojawiające chrząszcze majowe lub ich pędraki. Zawartość kwasu fosforowego i tlenku potasowego wynosi w chrząszczach świeżych

około 1 %, azotu zaś znajdowano w owadach:

świeżych	3.2— 3.5 %
suchych	12.0—14.0 „

5. *Ziemia.* Znaczenie ziemi w stosie kompostowym jest podobne do tego, jakie posiada przy produkcyi nawozu stajennego ściółka. Powinna ziemia mianowicie ułatwiać zebranie i przechowanie bez straty cenniejszych odpadków. Odpowiednio do zadania, jakie ziemia ma w kompoście spełniać, pożądanem jest, aby miała zdolność zatrzymywania znacznej ilości wody, aby dobrze absorbowała kwas fosforowy, tlenek potasowy i amoniak, wreszcie aby nie utrudniała zbytecznie dostępu powietrza. Jeżeli w stosie znajduje się ziemia posiadająca takie przymioty, nie potrzeba się obawiać wypłukania przez deszcze pokarmów ulegających absorbcyi, jak również znacznej straty azotu z powodu ulatniania się amoniaku. Tylko zatem kwas azotowy z takiego stosu może być wyługowany.

Pożądane przymioty znajdujemy w ziemiach zawierających znaczniejszą ilość próchnicy, takim więc, w razie możności wyboru, należy oddawać pierwszeństwo. Aby użyta ziemia nie zmniejszała zbyt silnie koncentracyi pokarmów w kompoście, pożądaną jest zasobność w najważniejsze pokarmy roślinne. Temu ostatniemu warunkowi mogą zadosyćuczynić w wyższym stopniu aniżeli zwykła ziemia, zmiotki z podwórza folwarcznego, szlam wydobywany przy czyszczeniu rowów, oraz stawarki (Skład chemiczny tych ostatnich materyałów p. w art. Muł).

6. *Wapno.* Do stosów kompostowych składa się bardzo często materyały powolnie się rozkładające. W celu przyspieszenia t. zw. dojrzenia kompostu, korzystnem jest wielce w takich razach dodawanie do stosów palonego wapna. Wapno, dzięki swym gryzącym własnościom, przyspiesza przedewszystkiem desagregacyę opornych odpadków a oprócz tego zapobiega nagromadzeniu się kwasów, tamujących postęp rozkładu. Skoro zaś, wskutek łączenia się z kwasem węglowym, wapno zamieni się w stosie na węglan wapniowy, umożliwia wówczas w stosie energiczniejszą nitryfikacyę amoniaku.

Jeżeli dodatek do kompostu wapna nie ma na celu przyspieszenia desagregacyi szczątków organicznych, lecz niedopuszczenie zakwaszenia i przyspieszenie nitryfikacyi, można zamiast palonego wapna użyć z równie dobrym skutkiem węglanu wapniowego, w postaci miałkiego marglu, lub nawet tynku wapiennego z rumowisk.

7. *Gnojówka.* Używa się w stosach kompostowych gnojówki w celu pobudzenia rozkładu i utrzymania potrzebnego stopnia wilgotności. W ostatniem zadaniu mogą gnojówkę bardzo dobrze zastąpić pomyje, mydliny i t. p. ciekłe odpadki, w których spodziewać się można zawartości roślinnych pokarmów.

Wyrób i użycie kompostu.

Przy wyrobie kompostu należy pamiętać przedewszystkiem o tem, że przy nieoględnem postępowaniu można bardzo łatwo włożyć w stosy kompostowe kapitał przewyższający znacznie ich wartość nawozową. Aby się uchronić przed tak niepożądanym rezultatem pracy, należy, o ile tylko można, unikać:

1-o używania do wyrobu kompostu płatnego a drogiego robotnika;

2-o przewozu, tak materyałów przeznaczonych na kompost, jak i samego kompostu na znaczniejszą odległość.

W tym celu należy do czynności, których kompost wymaga, używać przeważnie własną stałą czeladź i zaprzęgi, w chwilach wolnych od właściwych zajęć, a stosy kompostowe zakładać blisko tych miejsc, w których pewne odpadki w większej ilości się gromadzą, jako też tych obszarów, dla których kompost może być pożytecznym nawozem. W gospodarstwach bowiem, gdzie się nie dba w należytym stopniu o zaoszczędzenie wydatku na pracę ręczną i sprzężajną, kompost jest rzeczywiście nawozem bardzo drogim i koszta produkcyi wypadają tak wysoko, że nabycie w nawozach pomocniczych tych pokarmów, które stos kompostowy zawiera, nieraz kosztowałoby znacznie taniej.

Produkcyą kompostów w gospodarstwie powinno więc kierować zawsze przeświadczenie, że są one materyałem nawozowym stosunkowo ubogim w pokarmy, mało wartościowym i wskutek tego nie mogą opłacić znaczniejszego nakładu.

Miejsce pod stosy kompostowe należy tak wybierać, aby straty wskutek wyługowywania pokarmów rozpuszczalnych przez deszcze jak najbardziej ograniczyć. Umieszczenie zatem stosów na stoczystym obszarze, albo w pobliżu rowów jest stanowczo niewłaściwe. Stosy kompostowe zakładane na obejściu gospodarskiem powinny znajdo-

wać się w miejscach zacisznych, chronionych przed słońcem i wiatrami.

Przy pielęgnowaniu kompostu obowiązują te same zasady co przy przechowaniu nawozu stajennego. Zadanie gospodarza jest przy kompostach o tyle jednakże odmienne, że usiłowania powinny być skierowane, z powodu obecności materyałów najczęściej bardziej opierających się rozkładowi, raczej ku przyspieszeniu rozkładu, aniżeli ku zwolnieniu. Środkami prowadzącymi zaś do celu są: polewanie gnojówką lub wodą w celu utrzymania stopnia wilgotności przyjaznego dla procesów rozkładowych, przerabianie stosów łopatami w porze ciepłej roku w celu wymieszania należytego rozkładających się materyałów z ziemią oraz w celu przewietrzenia i ułatwienia dostępu tlenu, a wreszcie przesypywanie stosów podczas składania w nich warstwami materyałów na kompost przeznaczonych wapnem palonem.

Do przesypywania stosów najlepiej używać wapna rozlasowanego na suchą mąkę, takie bowiem działa najenergiczniej i daje się najłatwiej z całą masą kompostu dokładnie wymieszać podczas przeróbki łopatami. Umieszczanie w stosie wapna palonego nierozlasowanego w dużych kawałkach nie jest praktyczne, trzeba bowiem bardzo rychło przystąpić do przekopania kompostu, w chwili gdy rozlasowane w stosie wapno jest jeszcze suche i sypkie. Skoro bowiem ta właściwa chwila minie, wapno zamieni się nasamprzód na mazistą masę, a następnie w twarde bryły, a tak w jednym jak w drugim przypadku należyte wymieszanie z kompostem stanie się już niemożliwem.

W każdem gospodarstwie można stale produkować kompost mieszany i kompost z odpadków roślinnych. Oprócz tych w pewnych warunkach może być korzystnym wyrób specyalnego kompostu z mięsa oraz kompostu z kości.

1. *Kompost mieszany.* Przy wyrobie kompostu mieszanego należy trzymać się koniecznie zasady, aby równocześnie w stanie świeżym nie składać w stos kompostowy materyałów trudno podlegających rozkładowi z materyałami łatwo się rozkładającymi. W takim bowiem razie, w chwili gdy te ostatnie należycie się rozłożą, pierwsze będą jeszcze zbyt mało rozłożone i kompost nie będzie gotowym do użycia. Jeżeli zaś zechcemy czekać tak długo, aż rozkład materyałów opierających się dojdzie do właściwego stadyum, materyały łatwo się rozkładające stracą wiele ze swej wartości nawozowej, wskutek zbyt daleko posuniętego rozkładu. Aby tego uniknąć, należy z materyałów mocno opierających się rozkładowi, a więc np. trzasek, odpadków rogowych, kawałków kości, twardych łodyg i t. p., warstwowanych ziemią, popiołem lub rumowiskami i przesypywanych wapnem przysposobić t. zw. ziemię kompostową. W celu przyspieszenia rozkładu twardszych łodyg, korzystnem jest rozrzucenie ich przed złożeniem w stos na drogach, po których częściej przechodzą inwentarze. Osięga się przez to stratowanie odpadków roślinnych, ułatwiające następnie znacznie ich rozkład w stosie, oraz zdobywa dla kompostu pewną ilość odchodów zwierzęcych, które porzucone na drodze nie zasłanej byłyby zmarnowane. Ziemia kompostowa gotową jest wówczas, gdy wszystkie materyały w stos złożone doznają wskutek rozkładu takiej desagregacyi, że się dokładnie z ziemią, popiołem i t. p. dadzą wymieszać. Jeżeli ciała organiczne trudno się rozkładają, stan taki osięga się nieraz dopiero w ciągu lat paru. W celu przyspieszenia desagregacyi wskazanem jest przekopanie w ciepłej porze roku oraz polewanie gnojówką, mydlinami i wszelkiemi wypłuczynami, które mogą zawierać pewne ilości roślinnych pokarmów.

Przyrządzona w taki sposób ziemia kompostowa służy następnie do zbierania i przechowania materyałów szybko się rozkładających i więcej wartościowych, jak odchody ludzkie i ptasie, świeże odpadki roślinne, mięso, wnętrzności i t. p. Zależnie od posiadanej ilości tych materyałów i czasu, w jakim się one nagromadzają, kompostuje się je oddzielnie w małych stosach lub kupkach i następnie miesza, lub oddzielnie w pole czy na łąkę wywozi, albo też składa się je odrazu w jeden stos kompostowy. Kompost taki już po upływie kilku miesięcy może być gotowy do użycia.

Ponieważ w odpadkach roślinnych, a osobliwie w zmiotkach z szop i stodół, mogą się znajdować nasiona chwastów zdolne do kiełkowania, dla uniknięcia zachwaszczenia, należy je w kompoście zużyć w taki sposób, aby na roli lub łące nie mogły już kiełkować. Najłatwiej się ten cel osięga przez rozsypywanie takiego materyału na wierzchu stosów i przykrycie cienką warstwą ziemi. Skoro nasiona w tych warunkach wykiełkują, należy kompost łopatami przerobić i młode rośliny przez głębsze przykopanie zniszczyć. Mniejsze ilości nasion

można pozbawić siły kiełkowania przez zalanie wrzącą wodą.

Najodpowiedniejszem miejscem do wyrobu kompostu mieszanego jest podwórze folwarczne, bo tu głównie gromadzą się użyteczne na ten cel odpadki.

2. *Kompost roślinny.* Do wyrobu tego rodzaju kompostu służą chwasty na polach wyplewiane lub odpadki pozostające po sprzęcie uprawnych roślin np. łęty późno dojrzewających odmian kartofli, kaczany kukurydzy, obrzynki buraków ziemią zanieczyszczone i wskutek tego niezdatne na paszę i t. p. Stosy z takich materyałów najlepiej zakładać na tem polu, na którem się nagromadziły, używając do warstwowania ziemi z tegoż samego pola. Ziemi należy używać ilość możliwie niewielką, aby niepotrzebnie kosztów przewozu nie powiększyć. Kompostowanie odpadków roślinnych zupełnie bez ziemi nie jest korzystne, gdyż pociąga za sobą stratę znacznej ilości azotu, z powodu niczem nie powstrzymywanego ulatniania się amoniaku.

Chwasty z nasieniem już wykształconem wymagają w stosie kompostowym, takiego samego traktowania, jak zmiotki ze stodół lub szop. Chwasty rozmnażające się za pomocą łodyg podziemnych wymagają również przy kompostowaniu zachowania pewnej ostrożności. Osobliwie przy kompostowaniu perzu, wybronowanego na polach, potrzeba się zabezpieczyć przed rozwiezieniem w kompoście rozłogów, które nie straciły jeszcze zdolności do rozwoju. Najpewniejszym środkiem jest w tych razach silne wysuszenie na słońcu przed złożeniem w stosy.

3. *Kompost z mięsa.* W niektórych okolicach można kupować tanio stare konie za wartość skóry, a z mięsa i wnętrzności wyrabiać bardzo cenny nawóz. Tam gdzie materyał opałowy jest tani, albo można mieć z istniejącego w gospodarstwie zakładu przemysłowego parę wodną, korzystnem jest przed złożeniem w stos obgotowanie poćwiertowanych trupów, w celu oddzielenia tłuszczu, spływającego na powierzchnię wody oraz kości. Koniecznem to jednak nie jest i można poćwiertowane konie odrazu składać w stos kompostowy, warstwując ziemią próchniczną, a jeżeli zależy na przyspieszeniu rozkładu, także i gnojem końskim, dla podniesienia temperatury. W takim razie, w chwili gdy mięso przegnije do tego stopnia, że łatwo się od kości daje oddzielić, przerabia się stos kompostowy i kości wybiera. Kompost z mięsa gotowy jest do użycia, kiedy włókna mięsne tak dobrze się rozłożą, że trudno je pomiędzy ziemią odnaleźć. Jeżeli stos zbyt silnie obeschnie, polanie gnojówką lub wodą jest potrzebne. Zależnie od pory roku, w której taki stos kompostowy został założony, potrzeba na dojrzenie kompostu 6 do 12 miesięcy.

Wyrób kompostu z mięsa powinien się odbywać w miejscu oddalonem od folwarku, z powodu wydzielania się cuchnących gazów zakażających powietrze.

4. *Kompost z kości.* W gospodarstwach, które mogą posiadać obok większej ilości kości znaczniejszy zapas popiołów drzewnych, korzystny może być wyrób kompostu wedle przepisu podanego przez Engelhardta. Metoda postępowania opiera się na spostrzeżeniu, że kości przechodzą w obecności substancyi alkalicznych dosyć szybko w miękką mazistą masę.

W dół na łokieć głęboki, wyłożony deskami wsypuje się 2000 funtów kości, 600 funtów niegaszonego wapna oraz 4000 funtów drzewnego popiołu i wszystko to zalewa mniej więcej 45 garncami wody. Gdy kości pod wpływem alkalicznych substancyi popiołu oraz wapna zmiękną i dadzą się łatwo rozcierać pomiędzy palcami, dosypuje się drugie tyle kości i przerabia całą masę łopatami. Gdy i ta druga porcya kości rozłoży się i zmięknie, wyjmuje się kompost z dołu, suszy na powietrzu i miesza w celu ułatwienia rozrzucenia z 4000 funtów suchej ziemi lub proszku torfowego. Otrzymany w ten sposób sypki całkiem kompost zawiera mniej więcej:

fosforanu wapniowego	12 %
soli alkalicznych (potasowych)	2 „
ciał azotowych	6 „

Tam gdzie brak popiołu drzewnego, można kości kompostować z ziemią próchniczną, polewając obficie gnojówką. W takich warunkach przecie rozkład postępuje bardzo powoli i przygotowanie kompostu potrzebuje długiego czasu.

Działanie i użycie kompostu. Dobrze przygotowany, dojrzały kompost zawiera szczątki roślinne lub zwierzęce, daleko posunięte w rozkładzie, w działaniu zatem od nawozu stajennego tem się różni, że nie wywiera wybitnego wpływu przez rozkład materyi organicznej, lecz może zmienić w sposób korzystny zachowanie się fizyczne ziemi, przez zwiększenie w niej ilości gotowej próchnicy. W kompoście wy-

robionym z cenniejszych odpadków pokarmy znajdują się w stanie łatwo dla roślin przyswajalnym, wskutek czego bezpośrednie działanie kompostu bywa szybkie. Jeżeli w stosie istniały warunki przyjazne dla nitryfikacyi, to znaczna część azotu może się w kompoście znajdować w formie kwasu azotowego. W 1 *kg.* dobrego kompostu znajdowano nawet 6 do 10 *g*, czyli 0.6 do 1 % saletry.

Najlepiej działają komposty na łąkach i na rolach z glebą piaszczystą. Na łące nawet wywóz bardzo chudego kompostu, np. t. zw. ziemi kompostowej w dosyć obfitej ilości może być wielce korzystny, z powodu zbawiennego wpływu, jaki na rozwój roślin łąkowych wywiera przysypanie dolnych części ich pędów sypką, żyzną ziemią. Na łąkach z glebą torfową kompostowanie jest szczególniej użyteczne, gdyż ogranicza bezpośrednie parowanie wody z ziemi i zapobiega zbyt silnemu obeschnięciu warstwy powierzchownej, w której korzenie w największej ilości się znajdują. Ułatwia również kompost tępienie mchu na łąkach. Na piaszczystej roli dobry kompost może być nawozem odpowiedniejszym, aniżeli nawóz stajenny, osobliwie jeżeli zawiera wiele próchnicznej ziemi. Mniej odpowiednim jest natomiast kompost dla ziemi zwięźlejszej, w której dobre wymieszanie kompostu w glebie nie jest łatwe do osiągnięcia, a nawóz stajenny skutecznie działa pośrednio, wskutek zawartości ciał organicznych, zdolnych do energiczniejszego rozkładu w łonie ziemi.

Jeżeli kompost ma być wożony w ciągu zimy, kiedy zaprzęgi są najmniej zajęte, należy stosy nakryć odpadkami roślinnymi, w celu niedopuszczenia silniejszego zamarznięcia.

Nawozy pomocnicze.

I. Nawozy azotowe.

A. Opis nawozów azotowych.

1. Saletra chilijska.

Azot w saletrze chilijskiej znajduje się w postaci azotanu sodowego (Na NO_3), czyli soli sodowej kwasu azotowego. Materyał surowy, służący do wyrobu tego nawozu znajduje się w olbrzymich pokładach w Ameryce południowej, na pograniczu trzech republik: Peru, Chili i Boliwii. W Peru znajduje się surowa saletra na równinie Pampa Negra w prowincyi Tarapaca, na obszarze 1200 kilometrów kw., czyli 2000 włók, w Boliwii zaś na pustyni Atacama. W miejscowościach, w których znajdują się pokłady, brak wszelkiej roślinności. Nazwa miejscowa surowego kopalnego produktu jest *caliche* lub *terra salitrosa*. Pokłady mają grubość zmienną od 25 *cm.* do 5 metrów, najczęściej zaś około 1 *m.*, a występują dosyć płytko pod powierzchnią, gdyż w głębokości $^1/_3$ do 3 *m.* Warstwy pokrywające stanowi nasamprzód piasek zawierający gips, zwany *chuca;* pod nim rozpościera się skalisty konglomerat, złożony z okruchów skaleńca, zieleńca, porfirów, z gliny i żwiru, zlepionych siarkanem wapniowym, siarkanem potasowym, siarkanem magnowym i małą ilością soli kuchennej, t. n. *Costra*. W spodzie *costra* przechodzi w warstwę, zawierającą oprócz siarkanów znaczniejszą ilość chlorków: sodowego oraz magnowego, a także już kilka procentów saletry, nazwaną z powodu podobieństwa do zamarzniętego bardzo mokrego szutru, *congelo*. Ta ostatnia warstwa spoczywa już na pokładzie saletronośnych *calicheros*, śnieżnobiałych, lub też zabarwionych żółto, pomarańczowo, niebiesko, fioletowo i brunatno, albo z powodu domieszki ziemi, mniej lub więcej szaro. Pokłady saletrodajne spoczywają na warstwie czerwonawej gliny, zwanej *coba*, pod którą już nigdy saletra się nie pojawia.

Saletra kopalna zawiera 20—80 % czystego azotanu sodowego, resztę stanowią: chlorek i siarkan sodowy, oraz mniejsze domieszki soli magnowych i potasowych. Pokłady peruwiańskie są przeważnie bogatsze, natomiast chilijskie uboższe; te ostatnie zawierają tylko od 20—40 % azotanu sodowego. We wszystkich znajduje się niewielka ilość jodku sodowego, zwykle mniej niż 1 % wynosząca.

Co do pochodzenia kopalnej saletry sodowej zdania są dotąd podzielone. Jedni twierdzą, że azot tego produktu pochodzi z nagromadzonych w niezmiernej ilości morskich wodorostów, t. z. morszczyzn, z rozkładu których powstał nasamprzód amoniak, a następnie przez nitryfikacyę — kwas azotowy. Ponieważ w morszczyznach zawsze się jod znajduje, obecność jodku w *caliche* byłaby wobec tej teoryi zupełnie zrozumiałą. Wręcz przeciwnego zapatrywania jest jednakże Müntz, który w surowej saletrze chilijskiej widzi produkt powstały z rozkładu szczątków zwierzęcych, podobnych do tych,

jakie utworzyły pokłady guana, zatem z odchodów ptaków morskich i nietoperzy, oraz z trupów tych zwierząt. Ponieważ jednakże w saletrze kopalnej nie znajdują się fosforany, które musiałyby pozostać po rozkładzie kości, przypuszcza Müntz, że rozkład szczątków zwierzęcych nie odbywał się w tem miejscu, gdzie obecnie istnieją pokłady saletry, lecz gdzieindziej. Nierozpuszczalne związki mineralne, a w szczególności fosforany miałyby na miejscu rozkładu pozostać, gdy tymczasem utworzony podczas nitryfikacyi azotan wapniowy został wyługowany przez wodę, a po odparowaniu wody złożony tam, gdzie się obecnie saletra znajduje. Pod wpływem zawartego w wodzie morskiej chlorku sodowego (soli kuchennej), miałaby później nastąpić, między tym związkiem a azotanem wapniowym, podwójna wymiana, prowadząca do powstania trudniej rozpuszczalnego azotanu sodowego i nadzwyczaj chciwie przyciągającego wodę chlorku wapniowego, który wsiąkał w głębsze warstwy ziemi. Jodki wedle teoryi Müntza pochodziłyby z tej samej wody morskiej, pod wpływem której powstał z azotanu wapniowego—azotan sodowy. I jedna i druga teorya powstania saletry nie grzeszy nieprawdopodobieństwem, żadna jednakże nie opiera się na dostatecznie pewnych faktach. To tylko wątpliwości nie ulega, że pokłady obfitujące w łatwo rozpuszczalne sole kwasu azotowego mogły powstać wyłącznie w klimacie nadzwyczajnie suchym, takim, jakim właśnie odznacza się miejscowość, gdzie znaleziono pokłady saletry, a gdzie deszcze często nie padają przez 3 i 5 lat nawet z rzędu.

Oprócz pokładów saletry sodowej znajdują się tu i owdzie w Peru i w Boliwii bardzo czyste pokłady tejże saletry zmieszanej z saletrą potasową, zawierające około 60% azotanu sodowego i 30—35% azotanu potasowego.

Dotychczas eksploatuje się tylko bogatsze pokłady, mianowicie zawierające nie mniej jak 40% czystego azotanu sodowego. W miejscach, gdzie się one znajdują, zakłada się w otworach przewierconych aż do warstwy *coba* naboje prochu i zapala. Wskutek wybuchu podlegają pokruszeniu zarówno warstwy pokrywające, jak również i saletrodajna warstwa *caliche*, którą się następnie wybiera i przewozi do rafineryi.

W celu oddzielenia rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych domieszek i uzyskania produktu, zawierającego możliwie najwięcej azotanu sodowego, poddaje się nasamprzód surowy kopalny produkt ługowaniu gorącą wodą w kotłach różnych konstrukcyi, ogrzewanych bądź na wolnym ogniu, bądź też za pomocą pary wodnej. W lepiej urządzonych rafineryach potłuczoną *caliche* wsuwa się do kotłów w dziurkowanych skrzynkach lub wagonikach, w których też wywozi się po wyługowaniu pozostałe części nierozpuszczalne. Ług nasycony na gorąco surową saletrą, po sklarowaniu wlewa się do płaskich naczyń, umieszczonych na wolnem powietrzu, w których osadza się podczas stygnięcia azotan sodowy, zaś domieszki pozostają przeważnie w roztworze. Roztwór ten zawiera jeszcze dosyć wiele azotanu sodowego i służy do ługowania nowej porcyj surowej saletry. Po ponownej krystalizacyi przeznacza się roztwór do fabrykacyi jodu, chociaż zawiera jeszcze około 20% azotanu sodowego, gdyż dalsze oddzielanie saletry w obecnych stosunkach jeszcze się nie opłaca. Wykrystalizowaną saletrę oczyszczoną suszą na słońcu, a następnie ładują w worki po 115 do 140 *kg.* i przewożą, z działu północnego do portu Piragua, zaś z działu środkowego do portu Iquique.

Pierwsze transporty saletry amerykańskiej były wysłane do Europy, około 1825 r. z Chili, stąd pochodzi nazwa *saletry chilijskiej*, która się dotąd utrzymała. Do 1830 r. ilość saletry przywożonej do Europy niedochodziła 10,000 *q* na rok. Odtąd dowóz stale i silnie wzrastał. Przywieziono mianowicie:

w roku		
1850	. . . . .	230,000 *q.*
1860	. . . . .	616,500 „
1870	. . . . .	1,325,000 „
1875	. . . . .	3,000,000 „
1880—1887		3,000,000—6,000,000 „

Saletra chilijska oczyszczona zawiera zazwyczaj 94—97% azotanu sodowego. Ponieważ chemicznie czysty azotan sodowy zawiera 16.47 % azotu, zawartość tego pierwiastku w saletrze chilijskiej waha się między 15.48 a 15.98%. Przeciętnie można liczyć w saletrze zawartość azotanu sodowego 95.5%, zaś azotu 15.7%. Saletra przywożona do Europy w ostatnich latach wykazywała nieraz zawartość azotu niedochodzącą lub niewiele przewyższającą 15%, a to z powodu obecności obok azotanu sodowego znaczniejszej ilości azotanu potasowego, związku zawierającego tylko 13.86% azotu, zatem znacznie mniej niż

saletra sodowa. Z obliczenia teoretycznego wypada, że obecność w saletrze chilijskiej 1% azotanu potasowego zamiast sodowego, obniża odsetkową zawartość azotu prawie o 0.03%, tak, że np. w saletrze, w której na 95% azotanów przypada 15% na azotan potasowy, będzie azotu tylko 15.25%, gdy tymczasem w saletrze, zawierającej takąż samą ilość odsetkową samego azotanu sodowego, byłoby azotu 15.67%.

Jakość i ilość zanieczyszczeń przedstawiają następne rozbiory saletry handlowej:

	I	II	III
azotanu sodowego	94.29	94.03	96.70
azotynu sodowego	—	0.31	—
azotanu potasowego	0.43	—	—
„ magnowego	0.85	—	—
„ wapniowego	—	—	ślady
chlorku sodowego	1.99	1.52	1.30
„ potasowego	—	0.64	„
„ magnowego	—	0.93	„
siarkanu sodowego	—	0.92	—
„ potasowego	0.24	—	ślady
jodku sodowego	—	0.29	—
wody	1.99	1.36	2.00
części nierozpuszczalnych	0.21	—	—
	100	100	100

W saletrze obecnie przywożonej do Europy, lepiej czyszczonej zawartość chlorku sodowego zwykle nie przechodzi 1%. Z domieszek szkodliwych dla roślin znajduje się niekiedy w saletrze nadchloran sodowy.

Oczyszczona saletra chilijska składa się z niewielkich, rzadko przechodzących wielkością ziarnko grochu, kryształków. Smak ma gorzkawy i odświeżający. W dotknięniu jest cokolwiek wilgotna, a barwę ma żółtawą lub szarawą. Ponieważ azotan sodowy, jak również związki jako domieszki występujące, w szczególności sole magnowe, są mocno higroskopijne, saletra trzymana w wilgotnem powietrzu przyciąga chciwie wodę. Silna higroskopijność jest przyczyną łatwego zbrylania się saletry podczas transportu, szczególnie morzem, oraz znacznej straty, z jaką bywa połączone przechowywanie saletry w wilgotnej porze roku. Z tego też względu zaleca się zakupywanie na raz tylko takiej ilości saletry, jaka w gospodarstwie może być w stosunkowo krótkim czasie zużyta, a w każdym razie przechowywanie w miejscu jak najsuchszem. Unikać należy składania saletry na tokach glinianych, gdyż w porze wilgotnej wsiąka w nie roztwór saletry i toki w tych miejscach pozostają zawsze mokre. W czasie transportu i przechowywania worki nasycają się zwykle saletrą, zatrzymując po $^1/_2$ do 1 *kg*. Wskutek tego zdarza się, że worki puste, złożone na kupę same się zapalają. Z powodu silnej higroskopijności nie można saletry chilijskiej zemleć na miałką mąkę.

Stosunkowo wysoka cena saletry zachęca do fałszerstw, które najczęściej popełnia się przez domieszanie soli morskiej, albo też przez niedokładną rafineryę saletry surowej. Domieszka wynosi 20—25%, zdarza się jednakże i większa; w jednej próbce np. wynosiła zawartość azotanu sodowego zaledwie niecałe 15%, zatem mniej niż niefałszowana saletra zawiera samego azotu.

Cena saletry chilijskiej w ostatniem dwudziestopięcioleciu uległa bardzo znacznemu obniżeniu, mianowicie spadła przeszło o połowę ceny płaconej w 1870 roku, co niewątpliwie przyczyniło się bardzo znacznie do powiększenia konsumcyi w celach rolniczych. Jakkolwiek koszta produkcyi i transportu nie podlegają bardzo znacznym zmianom, cena saletry w Europie nie jest stałą, lecz ulega z roku na rok, jak również w różnej porze tego samego roku, dosyć wysokim wahaniom. Przyczyna leży w spekulacyi, która stara się wyzyskać chwilę większego zapotrzebowania, a regulując dowóz do portów europejskich, niedopuszcza nazbyt znacznego podwyższenia podaży.

Przy cenie saletry nawozowej wahającej się w ostatniem dziesięcioleciu między $12^1/_2$—$14^1/_2$ złr. względnie między 10—$12^1/_2$ rs., wypada cena 1 *kg*. azotu 80—95 ct., względnie 65—80 kop. zaś 1 *kg*. bezwodnika kwasu azotowego (N_2O_5) $10^1/_2$—$12^1/_2$ ct. względnie $8^1/_2$—$10^1/_2$ kop.

Kupując saletrę, należy żądać poręczenia zawartości azotu w kwasie azotowym. Gwarantowanie zawartości azotanów może narazić kupującego na stratę, w razie gdy znaczniejsza część azotu znajduje się w saletrze w azotanie potasowym, jest więc zupełnie niewłaściwe.

Ponieważ saletra chilijska chciwie przyciąga wodę, wskutek czego waga się jej powiększa, a procentowa zawartość azotu zmniejsza, sprzedający powinien wymienić, do jakiego stopnia wilgotności odnosi się poręczona zawartość azotu, nabywca zaś powinien żądać przeważenia i poświadczenia

wagi, jaką miała dostarczona saletra w chwili brania próbek, przeznaczonych do rozbioru kontrolnego. Inaczej może powstać pomiędzy nabywcą a dostawcą spór trudny do rozstrzygnięcia. Przyciąganie wody zmniejsza procent azotu wcale znacznie, mianowicie, gdy na 100 *kg.* saletry przybędzie tylko 1 *kg.* wody, zawartość azotu zmniejszy się o 0.16%. Jeżeli więc np. kupiec poręczał w saletrze 15.5% azotu przy zawartości 2% wody, to saletra, która przy kontrolnym rozbiorze wykaże ilość wody 3% może zawierać azotu tylko 15.34% bez uszczerbku dla kupującego, skoro tylko waga saletry podczas przewozu istotnie tak się powiększyła, że zamiast załadowanych 100 *q*, wyważono w chwili odbioru i brania próbki 101 *q* saletry.

Oznaczenia wody stają się zbyteczne tylko w takim razie, gdy zawiera się umowę o dostawę azotu w saletrze, a nie o kupno saletry. Wówczas kupujący potrzebuje oznaczyć tylko wagę dostarczonego nawozu w chwili brania próbek do rozbioru i obliczyć po otrzymaniu wyniku, ile azotu w całym transporcie otrzymał. Jeżeli np. kupiec miał dostawić 1500 *kg.* azotu w saletrze, saletra w chwili odbioru ważyła prawie równo 10000 *kg.*, a rozbiór chemiczny kontrolny stwierdził w niej 15% azotu, niema powodu do żadnego zarzutu. Aby jednakże przy umowie zawartej na takich podstawach uniknąć dostarczenia nawozu mało skoncentrowanego, którego przewóz zbyt wiele kosztowałby, należy zastrzedz, jaką odsetkową ilość azotu musi dostarczona saletra co najmniej zawierać.

Próbki saletry trzeba bezwarunkowo natychmiast po wzięciu z worków wsypać do czystych suchych naczyń szklanych, dających się szczelnie zamknąć, co do liczby w umowie wskazanych (zwykle trzech). Najdogodniejszymi są słoiki, zaopatrzone szlifowanymi korkami.

Z powodu wsiąkania saletry w worki, wagi ich nie potrąca się, wedle przyjętego w handlu zwyczaju, lecz liczy wagę *brutto* za *netto* przy obliczeniach. W celu uniknięcia straty azotu, zaleca się wymoczenie worków, po wysypaniu z nich saletry, w wodzie, przeznaczonej np. do polewania ogrodu. Z 500 worków można wypłukać 25 do 50 *kg.* saletry, trud zatem się opłaca.

Ponieważ saletra jest szkodliwą dla zdrowia, nie należy dopuścić lizania worków niewypłukanych przez zwierzęta. Zasługuje też na wzmiankę fakt, że saletrą rozsypaną powierzchownie na polu truje się czasem zwierzyna.

Saletra sprowadzona na folwark jest zawsze mniej lub więcej zbrylona, przed rozsiewem trzeba ją zatem potłuc lub zemleć na specyalnym młynku do nawozów. Jeżeli saletrę rozsiewa się ręcznie, najlepiej zmieszać ją, w celu ułatwienia równego rozdzielenia na polu, z piaskiem lub sypką, suchą ziemią.

2. Siarkan amonowy.

Siarkan amonowy jest przetworem sztucznym, otrzymywanym głównie jako produkt uboczny w fabrykach, w których materyały zawierające azot podlegają suchej destylacyi, czyli silnemu ogrzewaniu wobec braku dostępu powietrza. W tych warunkach azot substancyi organicznej łączy się z wodorem, tworząc amoniak, przerabiany następnie na siarkan amonowy. Taką produkcyą uboczną zajmują się fabryki gazu oświetlającego, koksu, węgla kostnego, czyli spodium, połączeń sinowych (cyanowych), jak np. żelazosinków. Oprócz tego wyrabia się siarkan anomowy z ludzkiego moczu. Amoniak przerabiany na siarkan amonowy znajduje się zawsze w bardzo rozcieńczonym roztworze, który zależnie od pochodzenia lub rodzaju głównej fabrykacyi nazywa się wodą gazową, wodą kondensacyjną, wodą basenową *(eaux vannes)* i t. p.

a. Woda gazowa amoniakalna. Węgiel kamienny zawiera zawsze pewną ilość organicznych substancyi, w resztkach nierozłożonych roślin, z których powstały pokłady węglowe. W fabrykach gazu węgiel, ogrzewany w zamkniętych wielkich retortach, zamienia się na koks, z substancyi zaś organicznych tworzy się: woda, amoniak, węglowodory stałe i ciekłe, stanowiące smołę gazową, oraz węglowodory lotne (gaz błotny, etylen, acetylen), tworzące wraz z innemi jeszcze gazowemi ciałami gaz oświetlający. Para wodna wychodząca z retort, skraplając się, pochłania znaczną część amoniaku i tworzy t. z. amoniakalną wodę gazową.

Zawartość amoniaku w wodzie gazowej zależy przedewszystkiem od ilości azotu, jaka się znajdowała w węglu użytym do fabrykacyi gazu. Przeciętnie można liczyć zawartość azotu w węglach kamiennych około 1%; w lignitach bywa dużo więcej. Ponieważ znaczna ilość azotu wydziela się z retort w stanie wolnego gazu, w 1000

litrach, czyli $1m^3$ wody gazowej, otrzymanej z przeróbki 100—125 *q*. węgla kamiennego, bywa tylko 12—15 *kg*. amoniaku, z czego można uzyskać 48—60 *kg*. siarkanu amonowego. W takich stosunkach odsetkowa zawartość amoniaku w wodzie gazowej wynosi 1.2—1.5%; bywa jednak i niższa, mianowicie spada do 0.3%, czasem zaś podnosi się do 2%. Amoniak znajduje się przeważnie w postaci węglanu amonowego, w mniejszej ilości jako siarczek, a niekiedy i jako siarkosinek (rodanek) amonowy.

Związki amoniakalne, niepochłonięte przez wodę gazową, odzyskuje się podczas oczyszczania gazu oświetlającego, zapomocą przepuszczania przez wodę czystą, przez wodę zakwaszoną, albo też przez roztwór chlorku magnowego, chlorku żelazowego i kwasu solnego (mieszanina będąca odpadkiem fabrykacyi chloru). Czyszczą również, osobliwie w Anglii gaz świetlny na sucho, przepuszczając przez trociny zmieszane z solami żelazowemi, magnowemi i wapniowemi w różnych kombinacyach, czyli przez t. z. masy Laminga. Masy te po użyciu ługuje się wodą i otrzymany roztwór przerabia także na siarkan amonowy.

Fabrykacyą siarkanu amonowego zajmują się tylko większe gazownie, w mniejszych natomiast wody amoniakalne odpływają z niezaprzeczoną dla rolnictwa stratą niewyzyskane. W bezporównania większej jednakże ilości marnuje się obecnie azot zawarty w węglu zużywanym w celach opałowych, który w postaci amoniaku, albo też w stanie wolnym uchodzi przez kominy w powietrze.

Ponieważ roczną konsumcyę węgla w Europie i w Stanach Zjednoczonych obliczają na przeszło 2000 milionów cetn. metr., coroczna strata azotu z tego źródła wynosi więcej niż 20 milionów cetn. metr., zatem znacznie więcej od ilości azotu zawartej w rocznej produkcyi saletry chilijskiej. Obliczenie to nie daje jeszcze wyobrażenia o całej wysokości straty, gdyż dla celów opałowych zużywa się oprócz węgla znaczne bardzo ilości drzewa, z którego azot uchodzi w produktach spalenia również bezużytecznie do atmosfery. Dotychczas przecie nieznane są środki, zapomocą których możnaby w sposób opłacający się tej straty niedopuścić.

W celu oddzielenia amoniaku z wód gazowych poddaje się je destylacyi w specyalnych aparatach różnej konstrukcyi, które tem lepiej odpowiadają zadaniu, im dokładniej pozwalają oddzielić amoniak i im mniej zużywają materyału opałowego. Zapomocą prostej destylacyi wód gazowych oddzielić można naturalnie tylko amoniak, znajdujący się w postaci lotnych związków, zatem zawarty w węglanie i siarczku. Amoniak tworzący sole nielotne daje się natomiast oddestylować dopiero po dodaniu silniejszej zasady, np. wapna palonego, która łączy się z kwasem, a amoniak uwalnia. Najczęściej zadowalają się fabryki oddzieleniem tylko lotnych związków amoniakalnych, zaś nielotnych nie rozkładają, gdyż zdobyta z nich stosunkowo nieznaczna ilość amoniaku często nie opłaca kosztu użycia wapna, a oprócz tego aparaty silniej podlegają zniszczeniu.

Oddestylowany amoniak po oziębieniu i skropleniu dochodzi do naczyń wyłożonych blachą ołowianą, zawierających kwas siarkowy, rozcieńczony, albo też zgęszczony, z którym łączy się, tworząc siarkan amonowy. Przy użyciu zgęszczonego kwasu siarkowego, siarkan amonowy, w miarę tworzenia się, odrazu w kryształach się wydziela. Jeżeli natomiast używa się rozcieńczonego kwasu siarkowego, to w celu wydzielenia siarkanu amonowego roztwór zagęszcza się w panwiach ołowianych, a po osadzeniu kryształów używa wody, zawierającej jeszcze niewykrystalizowane resztki siarkanu amonowego, do przygotowania rozcieńczonego roztworu kwasu siarkowego dla następnej destylacyi. Koszta wyrobu tą drugą metodą są wyższe, z powodu potrzeby odparowywania roztworu w celu zagęszczenia, otrzymuje się jednakże produkt czyściejszy.

Zupełnie w taki sam sposób jak w gazowniach wyrabiają siarkan amonowy z wody kondensacyjnej w koksowniach, przerabiających węgiel na koks. Jak obecnie z ogólnej produkcyi siarkanu amonowego w Niemczech, największa część przypada na te zakłady.

b. Woda kondensacyjna suchej destylacyi ciał organicznych. Największą stosunkowo ilość takiej wody zużywa się do wyrobu siarkanu amonowego w fabrykach węgla kostnego, czyli spodium, gdzie drobno potłuczone kości zwęgla się zapomocą ogrzewania w odpowiednich piecach bez dostępu powietrza. W trakcie zwęglania azot organicznej substancyi kostnej tworzy amoniak i uchodzi wraz z parą wodną i innymi surowymi produktami tej suchej destylacyi. Po oziębieniu para wodna, skraplając się, zatrzymuje amoniak i tworzy t. z.

kondensacyjną wodę amoniakalną, z której wyrabia się siarkan amonowy w sposób podobny jak z wody gazowej. Wyrób o tyle jest mniej kosztowny, że taka woda kondensacyjna zawiera znacznie więcej amoniaku niż woda gazowa. Z 1000 *kg.* kości otrzymuje się zwykle około 250 litrów wody kondensacyjnej, z których można wyprodukować 70—80 *kg.* siarkanu amonowego. Znaczna część azotu kostnego pozostaje oprócz tego w węglu.

Do wyrobu siarkanu amonowego służy również woda kondensacyjna, otrzymywana podczas zwęglania krwi, rogów, kopyt, odpadków skórzanych i t. p. azotowych ciał organicznych w celu fabrykacyi żelazosinku potasowego. Przy tym procesie azot związków organicznych przechodzi w pewnej części na amoniak, skraplający się w wodzie kondensacyjnej. Produkcya jednakże z tego materyału nie jest znaczna.

Teoretycznie rzecz biorąc, możnaby produkować siarkan amonowy za pomocą suchej destylacyi wszelkich ciał organicznych, zawierających znaczniejsze ilości azotu, a więc np. i torfu, albo bitumicznych łupków. Dotąd jednak tego rodzaju fabrykacya nie weszła w praktykę, gdyż sam siarkan amonowy nie opłaciłby kosztów przeróbki. W fabrykach przerabiających torf na sadzę, prędzej mogłoby się opłacić wprowadzenie wyrobu siarkanu amonowego jako ubocznego produktu, gdyż wówczas znaczną część kosztów pokrywa produkcya sadzy.

c. Woda basenowa. Przy wyrobie pudrety z miejskich nieczystości pozostaje obfita ilość cieczy, zawierającej najcenniejsze rozpuszczalne azotowe związki moczu. Związki te podlegają łatwo fermentacyi, która prowadzi do wytworzenia lotnego węglanu amonowego, a w mniejszej znacznie ilości siarczku amonowego. Oprócz tych lotnych połączeń zawiera woda basenowa w mniejszej ilości związki amonowe stałe. Wogóle wody basenowe są roztworem bardzo mocno rozcieńczonym, znacznie jeszcze słabszym aniżeli wody gazowe. Z tego też powodu koszta wyrobu z nich siarkanu amonowego są stosunkowo daleko wyższe, wobec czego dawniej wpuszczano wody basenowe niewyzyskane do rzek, o ile nie dało się ich bezpośrednio zużytkować dla celów nawożenia roli lub łąk. Przed kilkudziesięciu jednakże laty, nasamprzód w Anglii, a następnie w Szwecyi i Francyi zaczęto używać wód basenowych do wyrobu siarkanu amonowego i ta fabrykacya, jakkolwiek nie bardzo się opłacająca, dotąd w tych krajach się utrzymuje. Z 1000 litrów wód basenowych można liczyć przeciętny wydatek siarkanu amonowego na 9 do 11 *kg.*, jest on zatem pięć razy mniejszy, niż uzyskiwany z wody gazowej. Niższy wydatek otrzymuje się wówczas, gdy przez destylacyę odpędza się tylko lotne połączenia amonowe, do 11 zaś kilogramów dochodzi się, gdy destylując wody basenowe z dodatkiem wapna, wypędza się także amoniak ze związków stałych. Dystylarnia francuska w Bondy pod Paryżem, przerabiająca dziennie 8000 hektolitrów wody basenowej, produkuje z nich 6 do 7 tysięcy kilogr. siarkanu amonowego.

Przeróbka azotu odchodów ludzkich na siarkan amonowy byłaby daleko zyskowniejsza, gdyby było możliwem uzyskanie do fabrykacyi świeżego nierozcieńczonego moczu, w którym zawartość azotu jest 10 razy wyższa niż w wodach basenowych. Staje jednakże temu na przeszkodzie dążność większych miast do usuwania nieczystości kloacznych z domów za pomocą kanalizacyi. We Francyi komisya zajmująca się asanacyą Sekwany zalecała jeszcze w 1882 r., ażeby usunąć produkcyę pudrety w osadnikach, a natomiast poddawać bezpośrednio nieczystości kanałowe destylacyi w obecności wapna, w celu oddzielenia amoniaku i produkcyi siarkanu amonowego; dotąd jednakże projekt ten nie wszedł w praktyczne zastosowanie.

W ostatnich latach daje się zauważyć bardzo znaczny wzrost produkcyi siarkanu amonowego i nawóz ten zaczyna robić silną konkurencyę saletrze chilijskiej. Wedle najnowszych sprawozdań wyprodukowano np. w r. 1896 siarkanu amonowego:

w Anglii	1800000 *q.*
w Niemczech w koksowniach	610000 „
„ gazowniach	140000 „
we Francyi	450000 „
w Belgii i Holandyi	300000 „
razem	3300000 *q.*

W Ameryce północnej również produkcya siarkanu amonowego mocno się powiększa.

Nawozowy siarkan amonowy przedstawia się w postaci masy grubokrystalicznej, zależnie od stopnia zanieczyszczenia, mniej lub więcej silnie brunatno lub szaro zabarwionej. W bardzo czystych produktach zawartość azotu wynosi nawet 21.1 %, czyli prawie tyle, ile zawiera siarkan amonowy chemicznie czysty (21.21 %), najczęściej jednak

znajdują się w handlu produkty zawierające 20—21% azotu, co odpowiada 24.28—25.5% amoniaku (NH_3). W mniej czystych produktach bywa 10, 15, 18% azotu.

Z zanieczyszczeń siarkanu amonowego najmniej pożądaną jest obecność rodanku, czyli siarkosinku amonowego (NH_4CNS), który oddziaływa bardzo szkodliwie na roślinność. Wedle doświadczeń Völckera siarkosinek wywiera wielkie zniszczenie, gdy na hektar dostanie się w ilości wynoszącej zaledwie 10 *kg.*, czyli niecałe 14 funtów na mórg. Najwięcej siarkosinku zawierał dawniej angielski nieoczyszczony siarkan amonowy, otrzymywany bezpośrednio przez odparowanie zakwaszonej kwasem siarkowym wody gazowej amoniakalnej, albo też roztworu wyługowanego z mieszanin Laminga. Siarkan amonowy zawierający większe ilości siarkosinku ma najczęściej barwę czerwonawo-brunatną; małe ilości siarkosinku w czystym produkcie nadają mu barwę różowawą. Wogóle można o obecności siarkosinku bardzo łatwo się przekonać, dodając do małej ilości rozpuszczonego w wodzie siarkanu amonowego kropelkę rozcieńczonego roztworu jakiejkolwiek soli żelazowej np. chlorku żelazowego. W razie obecności siarkosinku występuje wówczas zabarwienie krwiste, zależnie od stopnia zanieczyszczenia mniej lub więcej intensywne.

W celu sfałszowania mieszają siarkan amonowy z substancyami na pozór mało się różniącemi, a mającemi cenę znacznie niższą, jak np. solą morską, solą kuchenną, siarkanem sodowym (solą glauberską) lub siarkanem magnowym (solą gorzką). Obecność większej ilości tych domieszek łatwo wykryć zapomocą wyprażania podejrzanego produktu. Czysty bowiem chemicznie siarkan amonowy w wyższej temperaturze rozkłada się i ulatnia, prawie nie pozostawiając osadu, podczas gdy substancye dodawane nie podlegają rozkładowi i nie ulatniają się. Jeżeli więc badany produkt po wyżarzeniu pozostawia bardzo mało osadu, świadczy to, że składa się prawie całkowicie z soli amonowej. Jeżeli zaś w celach sfałszowania dodano którąkolwiek z wyżej wymienionych substancyj, pozostanie po wyprażeniu zawsze obfitszy osad.

Fałszują również siarkan amonowy dodatkiem piasku, co można łatwo wykryć, rozpuściwszy trochę nawozu w wodzie; wówczas piasek, jako nierozpuszczalny, opada na dno.

Przy kupowaniu siarkanu amonowego powinno się zawsze żądać gwarancyi zawartości azotu amoniakalnego i cena powinna być odpowiednio do poręczonej zawartości normowana. Należy zwrócić również uwagę na to, czy gwarantowana zawartość odsetkowa odnosi się do azotu, czy też do amoniaku. Każdy 1 funt czy też kilogram amoniaku zawiera tylko około $^4/_5$ swej wagi, a ściślej biorąc 0.823 części azotu. Jeżeli więc sprzedający gwarantuje w produkcie 20% amoniaku, to zawartość azotu wyniesie tylko 16.46%. Sprzedający powinien prócz tego poręczyć nieobecność siarkosinku amonowego.

Cena azotu w siarkanie amonowym bywała pospolicie trochę, a niekiedy nawet znacznie wyższa od ceny azotu w saletrze chilijskiej. Tak np. cenniki warszawskie w 1894 r. notowały za 100 funt. siarkanu amonowego z 20% azotu 8 rs. 50 kop., a za 100 f. saletry z 15% azotu 5 rs. 20 kop. Wypadła zatem cena 1 funta azotu:

w siarkanie amonowym	$42^1/_2$ kop.
w saletrze chilijskiej	$34^1/_2$ „

W 1895 r. znowu jedna z firm w Królestwie Polskiem żądała za funt azotu w siarkanie amonowym blisko $41^1/_2$, podczas gdy funt azotu w saletrze kosztował niecałe 30 kop.

Wyższa cena azotu w siarkanie amonowym nie jest wcale usprawiedliwioną większą wartością nawozową, gdyż w działaniu, jak to poniżej wykażemy, najczęściej saletra okazuje się bardziej skuteczną. Obecnie też na większych rynkach targowych cena azotu w saletrze i siarkanie amonowym stoi na jednakowej wysokości, a można się spodziewać, że wskutek wzrastającej produkcyi i znacznej podaży siarkanu amonowego, będzie się w obu nawozach z korzyścią dla rolnictwa, wskutek konkurencyi, obniżała.

3. Mąka z krwi.

W skład krwi wchodzą, oprócz wody, stanowiącej około $^4/_5$ całej wagi, głównie ciała białkowe, w ilości do 19%, z zawartością azotu około 3%. W mniejszych znacznie ilościach zawiera krew: kwas fosforowy (0.04%), tlenek potasowy (0.06%), i sole sodowe, oprócz tego bardzo mało siarkanów lub chlorków wapna, magnezyi i żelaza.

Jakkolwiek zawartość azotu w świeżej krwi jest stosunkowo wcale wysoka, z powodu znacznych kosztów transportu, niepodobna zużywać w stanie niezmienionym dla celów nawozowych całej ilości krwi, jaka się w rzeźniach wielkomiejskich gromadzi. W celu ułatwienia przewozu i obniżenia kosztu, podlega krew odpowiedniej przeróbce, której celem jest zmniejszenie w możliwie najwyższym stopniu zawartości wody, bez straty cennej materyi azotowej.

Najczęściej w celu oddzielenia od wody ścina się ciała białkowe przez ogrzanie krwi w beczkach lub żelaznych skrzynkach, w których na wysokości 15 *cm.* ponad dnem, znajduje się przegroda dziurkowana, pokryta rzadką tkaniną lub też koszykarską plecionką. Dopływający rurą, umieszczoną z boku, tuż ponad przegrodą, strumień pary wodnej ścina krew. Gdy to nastąpi, surowicę odpuszcza się przez kran u dołu, a skrzep wyjmuje do wysuszenia. W surowicy odchodzi bardzo nieznaczna ilość azotu. Kłaczkowaty skrzep po wysuszeniu nasamprzód na wolnem powietrzu, a następnie w suszarni, miele się na miałką mąkę, co się daje łatwo osiągnąć z powodu wielkiej kruchości. Dla przyspieszenia skrzepnięcia dodają czasem do krwi niewielką ilość stężonego kwasu siarkowego. Wydatek mąki suchej wynosi około 20%.

Drugi sposób wyrobu mąki z krwi polega na wywołaniu skrzepnięcia za pomocą dodatku sproszkowanego wapna palonego, w ilości od 1.5—5%. W obecności wapna kłócona krew ścina się, dając bez wydzielania surowicy skrzep, który można suszyć na powietrzu, bez znaczniejszej straty azotu, gdyż nie tak łatwo podlega gniciu.

Ponieważ fabrykacya mąki z krwi którymkolwiek z obu powyżej opisanych sposobów, jest połączona z wydzielaniem zakażających powietrze odorów, władze sanitarne francuskie zalecają obecnie używanie do wytwarzania z krwi skrzepu mieszaniny siarkanu żelazowego, kwasu siarkowego i azotanu sodowego. Pod wpływem tych substancyj skrzepnięcie następuje szybko, a elastyczny skrzep daje się prasować i wysycha łatwo, nie wydzielając przykrej woni.

Mąka z krwi przedstawia się jako proszek mniej lub więcej miałki, barwy ciemnej, prawie czarnej. Mączki wyprodukowane z krwi ścinanej parą, posiadają zwykle przykry odór, podczas gdy krew doprowadzona do skrzepnięcia zapomocą chemicznie działających substancyj daje mąkę prawie bezwonną. Zawartość wody w dobrze wysuszonej mące wynosi niecałe 15%. Mąki miałko zmielone bywają wilgotniejsze, gdyż łatwiej absorbują z powietrza parę wodną. W stanie mocniej wilgotnym łatwo wszczyna się rozkład, który może doprowadzić do straty części azotu, ulatniającego się w postaci amoniaku; należy zatem mąkę z krwi przechowywać w suchem miejscu. W dobrej mące zawartość najważniejszych składników nawozowych wynosi:

azotu	10 —13 %
kwasu fosforowego .	0.5— 1.5 „
tlenku potasowego .	0.6— 0.8 „

Zawartość azotu zdarza się nawet wyższa. Tak np. w mące z kwi ścinanej wapnem przechodzi czasem 15%. Znajdowano jednak w niektórych produktach ilość azotu znacznie niższą od przeciętnej, niekiedy zaledwie 5%. Przy kupnie powinno się żądać gwarancyi zawartości azotu i tylko za ten składnik płacić; małej bowiem zawartości kwasu fosforowego i tlenku potasowego przy obliczaniu ceny wcale się nie uwzględnia. Cena azotu w mące z krwi bywa bez racyi nieco wyższa, niż w saletrze chilijskiej.

Produkcya mąki z krwi nawozowej nie jest bardzo znaczna, gdyż część krwi z rzeźni zużywa się dla celów technicznych, do produkcyi albuminy, część na nawóz w stanie świeżym, a część ze stratą dla rolnictwa marnuje. W wielkich rzeźniach zbiera się krwi bardzo dużo, gdyż na 1,000 f. żywej wagi bitych zwierząt przypada przeszło 30 f. krwi. Byłoby też pożądanem, aby zużycie na nawóz tego materyału było więcej zupełne.

Gospodarstwa, leżące blisko większych miast, mogą używać na nawóz bezpośrednio surową krew. W świeżej krwi, trzymanej na powietrzu ścina się bardzo prędko włóknik i łatwo rozpoczyna rozkład. Oddzieleniu się surowicy można na czas pewien zapobiedz zapomocą silnego ubicia krwi trzepaczką. Chcąc uniknąć zaś strat azotu w czasie rozkładu, należy krew przez czas jaknajkrótszy przechowywać. Jeżeli dłuższe przechowanie jest koniecznem, dobrze jest krwią świeżą nasycić sproszkowany torf, ziemię lub trociny i w tej formie na nawóz używać. Postępowanie to jest wogóle zawsze praktyczne, gdy krew przeznaczona jest do nawiezienia roli, podczas gdy krew płynna więcej się nadaje do podlewania drzew owocowych w sadach.

4. Mąka mięsna.

Do wyrobu mąki mięsnej służą odpadki rzeźniane, nieprzydatne na pokarm dla ludzi, a w szczególności mięso końskie. Materyały te obfitują głównie w azot, inne zaś składniki nawozowe zawierają w stosunkowo daleko mniejszej ilości. Skład przeciętny można przyjąć następujący:

wody	77.0 %
azotu	3.0 „
ciał białkowych . . .	18.5 „
kwasu fosforowego . .	0.4 „
tlenku potasowego . .	0.4 „

W celu przerobienia na mąkę poćwiartowane mięso i odpadki gotują się zapomocą pary przez 12 do 14 godzin, przyczem tłuszcz wydzielony zbiera się na powierzchni cieczy i służy dla celów mydlarskich, resztki zaś odtłuszczone spadają na dno kotłów, skąd, po odpuszczeniu płynu, wydostaje się je, oddziela kości, zaś części miękkie suszy nasamprzód w suszarniach, a następnie miele na mąkę. W odlanej z kotłów cieczy pozostaje jeszcze pewna ilość pokarmów roślinnych, w szczególności prawie cała ilość soli potasowych.

Mąka mięsna przedstawia się jako wilgotny proszek szarej lub brunatnej barwy, o niemiłej woni. Trzymana w miejscu wilgotnem podlega łatwo rozkładowi, przyczem może się ulatniać amoniak. Zależnie od mniej lub więcej starannego wyrobu, w składzie chemicznym mąki mięsnej zachodzą dosyć znaczne wahania; i tak wynosi zawartość:

wody	8.0—28.0 %
azotu	6.5—14.0 „
kwasu fosforowego . .	0,25— 3.0 „

tlenku potasowego niema prawie wcale, gdyż podczas gotowania przechodzą sole potasowe do roztworu. W mące mięsnej czystej, niezmieszanej z obcymi dodatkami, wynosi pospolicie zawartość azotu około 10 %. Mąki, wyrobione z części miękkich ciała zwierzęcego, zmieszanych z pewną ilością kości, zawierają mniej azotu, zaś stosunkowo więcej kwasu fosforowego. Jeżeli dodatek kości jest znaczny, to mąka nazywa się mięsno-kostną i jest nawozem fosforowo - azotowym. Przy kupnie mąki mięsnej należy zważać, ażeby zawartość w niej tłuszczu nie była znaczna, gdyż to utrudnia rozkład i opóźnia działanie użyźniające.

Pod względem łatwości rozkładu stoi mąka mięsna na równi z mąką z krwi, cena też azotu bywa w handlu u obydwóch mniej więcej równa. Cenę oblicza się tylko wedle zawartości azotu, a kwasu fosforowego wcale się nie uwzględnia.

5. Mąka rogowa.

Mączkę rogową wyrabia się z rogów, kopyt, oraz z obrzynków i opiłków odpadających w fabrykach wyrobów rogowych. Materyały te obfitują przedewszystkiem w azot, zawierają jednak również dosyć wiele kwasu fosforowego. Ponieważ są one twarde i wskutek tego nie dają się mleć na miałką mąkę, poddaje się je przed zmieleniem działaniu pary o wysokiem ciśnieniu, albo też praży na sucho. Przez to postępowanie związki azotowe stają się łatwiej rozkładalnymi, a zatem i łatwiej przyswajalnymi dla roślin.

Parą przegrzaną traktuje się części rogowe przez mniej więcej 12 godzin. Po upływie tego czasu tworzą one galaretowatą, elastyczną masę, która po wysuszeniu w suszarniach daje się łatwo pokruszyć, a następnie zemleć na dosyć miałką mąkę. W ten sposób wyrobiony produkt odznacza się zwykle jasną żółtawą, przezroczystą w większych okruchach, barwą.

Jeszcze łatwiej dają się mleć części rogowe przeprażone. Czynność tę wykonywa się na blachach, w płaskich kotłach lub też w obracających się nad ogniskiem cylindrach. Pod wpływem wysokiej temperatury, róg traci część wody i powiększa znacznie swoją objętość, stając się mocno porowatym i bardzo kruchym. Prażenie musi być wykonane ostrożnie, ażeby substancya rogowa nie ulegała zwęgleniu i nie nastąpiło wydzielenie się amoniaku. Osiąga się to przez ciągłe mieszanie prażonego materyału. Mąka z rogu prażonego miewa zwykle kolor ciemniejszy.

Z powodu mieszania przy wyrobie części rogowych z kośćmi, zawartość azotu w rogowej mące nie dochodzi nigdy do wysokości właściwej czystej substancyi rogowej, to jest do 16—17 %. W dobrej, niesfałszowanej mące bywa azotu pospolicie więcej niż 12 %, zaś wartość kwasu fosforowego wynosi 4—5 %. Jeżeli do wyrobu użyto oprócz rogu kawałków kości, zawartość azotu w mące spada, natomiast podnosi się zawartość kwasu fosforowego i mąka spo-

sobem działania użyźniającego zbliża się już do nawozów fosforowo-azotowych. Skład chemiczny szczegółowy mąki rogowej czystej, jest, wedle analizy Hellriegla, mniej więcej następujący:

wody	9.45 %
materyi organicznej . . .	71.75 „
azotu	13.07 „
fosforanu trójwapniowego i trójmagnowego . . .	11.46 „
kwasu fosforowego . . .	5.54 „
węglanu wapniowego . . .	1.37 „
siarkanu wapniowego . . .	0.66 „
piasku i t. p. nierozpuszczalnych części	5.28 „

Cena azotu w mące rogowej bywała dawniej nawet wyższa, niż w saletrze chilijskiej, obecnie jest najczęściej nieco niższą, lecz wcale nie o tyle, o ile to odpowiadałoby mniejszej wartości nawozowej. W 1894 r. na targu warszawskim żądano za 1 funt azotu:

w saletrze . . .	34½ kop.
w mące rogowej .	29 „

różnica więc w cenie wynosi zaledwie 16 %. Stosunkowo wysoka cena mąki rogowej może się w handlu utrzymywać tylko dzięki temu, że podaż, z powodu niezbyt znacznej ilości surowego materyału, nie jest wcale wielka, a wypadki najnowszych badań porównawczych nad wartością różnych nawozów azotowych nie są jeszcze dosyć ogólnie znane w praktyce rolniczej.

Kupując mąkę rogową, należy żądać gwarantowania zawartości azotu i wedle niej cenę normować. Zawartości kwasu fosforowego przy obliczaniu ceny się nie uwzględnia, chyba, że sprzedawana mączka rogowa jest właściwie mieszaniną z mąką kostną.

6. Mąka z odpadków skórzanych.

Zawartość azotu w skórze świeżej wynosi tyle, co w mięsie lub substancyi rogowej, to jest 12—14 %; w skórze zaś garbowanej, której odpadki na nawóz się przerabia, spada do połowy, wskutek osadzania się kwasów garbnikowych. W celu ułatwienia rozdrobnienia, odpadki skóry poddaje się działaniu pary wodnej, albo też praży. Pierwszy sposób jest mniej praktyczny, gdyż skóra zamienia się na kleistą masę, nie dającą się łatwo wysuszyć i sproszkować. Zawartość azotu w gotowej mące skórzanej wynosi 6—9 %. Cena nie odpowiada zwykle wartości nawozowej, która jest bardzo niska.

7. Odpadki z fabryk wyrobów wełnianych.

W fabrykach sukna i kortu gromadzą się odpadki wełny na tkaniny nieprzydatne, w których zawartość azotu wynosi 2.5 do 6 %, jak np. pył, odpadający przy czyszczeniu wełny, postrzyżyny i t. p. W celu przerobienia takich odpadków na nawóz, gotuje się je przez kilka godzin z węglanem sodowym, z wapnem lub z silnymi kwasami mineralnymi, albo też lekko praży w ten sam sposób, jak odpadki skórzane. Najnowsza zaś metoda przeróbki polega na traktowaniu wełny parą wodną w temperaturze 150° C. przez 7 do 8 godzin. Wełna wskutek tego traktowania przechodzi w stan rozpuszczalny i uzyskuje się roztwór brunatny, dający po odparowaniu błyszczącą kruchą substancyę, nazwaną *azotyną*.

Przy przeróbce odpadków wełnianych jakimkolwiek bądź sposobem, pewna część azotu organicznego i to wcale znaczna, przechodzi w amoniak, wskutek czego przyswajalność azotu staje się większą, niż w odpadkach surowych. Znaleziono mianowicie w rozbiorach:

	azotu organicznego	azotu amoniakalnego
w szmatach wełnianych prażonych w zamkniętych przyrządach .	4.18 %	1.09 %
w szmatach wełnianych parzonych	7.5—8.5 „	0.75—1.0 „
w postrzyżynach wełnianych parzonych	8.5 „	0.75 „

Z powodu małej ilości surowego materyału, znacznych kosztów fabrykacyi, a obok tego niskiej wartości nawozowej, wyrób nawozu azotowego z odpadków wełnianych odbywa się tylko na bardzo małą skalę. Pewną ilość odpadków zużywają gospodarstwa, położone blisko fabryk sukienniczych na kompost.

B. Zachowanie się w ziemi i działanie nawozów azotowych.

Z pomiędzy wszystkich nawozów azotowych tylko dwa zawierają azot w związkach mineralnych; są to saletra chilijska i siarkan amonowy. W nawozach zaś pozostałych azot znajduje się prawie wyłącznie w połączeniach organicznych, nierozpuszczalnych w wodzie. Odpowiednio do tej różnicy w składzie chemicznym nazywamy pierwsze — nawozami azotowymi mineralnymi, drugie zaś — nawozami azotowymi organicznymi.

W ścisłym związku z różnicami, istniejącemi co do postaci, w jakiej azot znajduje się w rozmaitych nawozach, pozostają różnice co do przyswajalności. Kwas azotowy saletry chilijskiej może być bezpośrednio przez rośliny pobrany i jest najwięcej odpowiednim pokarmem. Amoniak natomiast siarkanu amonowego, jak najnowsze spostrzeżenia wskazują, dla pewnych roślin uprawnych jest na pokarm całkiem nieprzydatnym, a dla wszystkich niewątpliwie mniej pożytecznym, aniżeli kwas azotowy. Nierozpuszczalne wreszcie związki azotowe nawozów organicznych bezpośrednio przez żadną roślinę nie mogą być jako pokarm pobrane.

Różnice, zaznaczone w formie i przyswajalności azotu w rozmaitych nawozach są jednakże tylko czasowe. Istnieją one dopóty, dopóki nawóz nie znajdzie się w ziemi, w glebie zaś mniej lub więcej szybko, jako też mniej lub więcej zupełnie, się zacierają. Amoniak bowiem siarkanu amonowego, wskutek nitryfikacyi, zamienia się w glebie na kwas azotowy. Związki azotowe nawozów organicznych ulegają w glebie rozkładowi, przyczem albo przechodzą nasamprzód w związki rozpuszczalne, a następnie w amoniak, albo też amoniak odszczepia się z nich bezpośrednio podczas rozkładu. Jedne związki ulegają tej przemianie łatwiej, inne znowu bardzo powolnie, wytworzony zaś amoniak podlega następnie nitryfikacyi i przechodzi w kwas azotowy. Ostatecznym przeto produktem przemian siarkanu amonowego i nawozów organicznych jest ten sam związek, który w saletrze chilijskiej już gotowy do gleby się wprowadza, tak, że azot wszystkich nawozów azotowych ostatecznie w jednej i tej samej postaci dostaje się do korzeni.

Zanim powyższe przemiany związków azotowych się rozpoczną, zachowanie się rozmaitych nawozów azotowych w glebie przedstawia znaczne różnice. Kwas azotowy saletry chilijskiej znajduje się w związku rozpuszczalnym w wodzie, może więc łatwo rozchodzić się pomiędzy cząsteczkami gleby, a to tem bardziej jeszcze, że nie ulega w ziemi przemianie w związki nierozpuszczalne, czyli t. zw. absorbcyi gruntowej. Przeciwnie, po zaabsorbowaniu przez ziemię z saletry chilijskiej sodu, kwas azotowy przechodzi z azotanu sodowego w azotan wapniowy, sól jeszcze łatwiej w wodzie rozpuszczalną. Tej to właśnie łatwej rozpuszczalności zawdzięcza saletra chilijska swe szybkie działanie, które nawet i wtedy się objawia, gdy rozsiewa się ją na żyjące rośliny i pozostawia na powierzchni ziemi, powierzając deszczom wpłukanie do warstw głębszych i wprowadzenie jej w zetknięcie z korzeniami.

Obok tych dobrych stron, posiada przecie łatwa i trwała rozpuszczalność azotu saletry chilijskiej także i złe. Przedewszystkiem kwas azotowy może uledz, z powodu swej rozpuszczalności, częściowemu wypłukaniu z gleby, zanim rośliny go pobiorą. Obawiać się takiego losu dla saletry należy głównie na lekkiej, bardzo przepuszczalnej roli. Natomiast na glebach zwięźlejszych, które wiele wody z opadów atmosferycznych zatrzymują, a stosunkowo niewiele w głąb przepuszczają, wypłukanie saletry bynajmniej nie zagraża. Tu jednak możliwą jest w pewnych warunkach strata pewnej ilości azotu wprowadzonego do gleby w postaci saletry, wskutek redukcyi kwasu azotowego na niższe tlenki azotowe i na wolny azot, czyli t. z. denitryfikacyi. Do jakich rozmiarów może dojść ten niepożądany proces w ziemiach zwięźlejszych, trudno na razie osądzić, z powodu braku odpowiednich doświadczeń. Wedle wszelkiego prawdopodobieństwa jednakże denitryfikacya może się odbywać energiczniej tylko wówczas, gdy saletra napotka w glebie, zawierającej zbyt mało węglanu wapniowego, znaczniejszą ilość łatwo rozkładających się ciał organicznych, np. wskutek użycia na roli

świeżo zgnojonej (patrz w rozdziale: „Nawóz stajenny, str. 637).

Niepożądanem następstwem łatwej rozpuszczalności saletry chilijskiej jest wreszcie niszczenie struktury gruzełkowej, nadanej ziemi przez mechaniczną uprawę. Skoro bowiem saletra z pomiędzy cząstek ziemi zostanie wypłukana, spójność ich znacznie słabnie; wskutek tego gruzełki się rozpadają, a ziemia zlewa się i tworzy po obeschnięciu mniej lub więcej twardą skorupę. Skorupienie daje się najwięcej we znaki przy użyciu powierzchownem saletry w obfitszych dawkach na glebach glinkowych, a najskuteczniejszym środkiem, przeciwdziałającym jest wapnienie.

Daleko lepiej zabezpieczony jest w glebie przed stratą azot siarkanu amonowego, oraz nawozów organicznych. Amoniak bowiem, który w siarkanie gotowy do gleby się wprowadza, zaś z nawozów organicznych w glebie tworzy, wskutek absorbcyi gruntowej przechodzi w ziemi w związki trudno rozpuszczalne w wodzie. Skoro zaś amoniak ulegnie nitryfikacyi, utworzony kwas azotowy może być w miarę produkcyi przez korzenie roślin pobrany i dzięki temu zabezpieczony przed wyługowaniem do warstw zbyt głębokich. Wypłukanie mogłoby chyba nastąpić tylko podczas energicznej nitryfikacyi w ziemi nie obsianej. Ponieważ na ziemiach obsianych kwas azotowy, powstający bądź z siarkanu amonowego, bądź też z nawozów organicznych, nie gromadzi się w większej ilości, denitryfikacya zagraża w mniejszym jeszcze stopniu, niż przy użyciu saletry. Pewna przecież ilość azotu może się wydzielić w stanie wolnym już w czasie nitryfikacyi. Tak np. spostrzegano w odpowiednich doświadczeniach, że z azotu siarkanu amonowego przechodziło w kwas azotowy tylko 90 %, reszta zaś wydzielała się w postaci wolnego gazu.

W zachowaniu się saletry z jednej strony, a wszystkich innych nawozów azotowych z drugiej, daje się zauważyć także ta jeszcze różnica, że azot ostatnich, z powodu bądź absorbcyi, bądź też nierozpuszczalności w wodzie, nie rozchodzi się tak łatwo w glebie, jak azot saletry. Pod względem zaś pośrednich wpływów na fizyczne zachowanie się gleby, zarówno siarkan amonowy, jak i nawozy organiczne zachowują się również korzystniej, gdyż nie dają powodu do zniszczenia w glebie struktury gruzełkowej i do utworzenia na powierzchni skorupy.

Znajomość różnic, zachodzących w rozmaitych nawozach w naturze chemicznej zawartych w nich związków azotowych, oraz w zachowaniu się ich w glebie wskazują, że muszą się one znacznie między sobą różnić w działaniu na wegetacyę, zatem co do swej nawozowej wartości, jak również, że różnice w wartości nawozowej nie są stałe, lecz zmienne, zależnie od rodzaju ziemi, rośliny, stosunków klimatycznych i t. p. Doświadczenia naukowe i praktyka w zupełności potwierdzają podobne teoretyczne przewidywania. Zasadnicze wnioski, jakie można z nich wysnuć, przedstawiają się mianowicie, jak następuje:

Działanie saletry chilijskiej jest najwięcej szybkie i pewne. Na przeszkodzie dobremu wyzyskaniu przez rośliny azotu z tego nawozu stanąć jednakże może wypłukanie z gleby przez opady atmosferyczne, oraz redukcya na niższe tlenki azotowe i wolny azot.

Siarkan amonowy zależny jest w swojem działaniu od mniej lub więcej przyjaznych warunków dla nitryfikacyi, jakie w glebie napotka; najlepszego działania można się spodziewać wtedy, gdy amoniak w nim zawarty przechodzi szybko w kwas azotowy w porze, w której rośliny najwięcej potrzebują pokarmu azotowego. Co się zaś tyczy nawozów organicznych, to działanie ich zależy od mniejszej lub większej łatwości, z jaką zawarte w nich związki azotowe przechodzą w stan przyswajalny, jak również od tego, czy w glebie znajdą się lub nie znajdą warunki przyjazne dla rozkładu. Wogóle jednakże tak siarkan amonowy, jak i nawozy organiczne mogą współzawodniczyć z saletrą chilijską tylko tam, gdzie nie chodzi o bardzo szybkie dostarczenie roślinom pokarmu azotowego i gdzie nawóz azotowy, bez szkody dla wyzyskania zawartego w nim azotu, może być przed zasiewem do gleby wprowadzony. Jeżeli zaś zachodzi potrzeba zasilenia azotem roślin podczas wegetacyi, saletra jest nawozem najwięcej ze wszystkich odpowiednim. Nawozy azotowe organiczne zupełnie się do takiego użytku nie nadają, bo pozostawione na powierzchni ziemi, nie znajdą potrzebnych warunków dla rozkładu. Siarkan zaś amonowy mógłby saletrę zastąpić chyba tylko na bardzo lekkich, przepuszczalnych glebach, w których nitryfikacya mogłaby się energicznie odbywać, a absorbcya amoniaku nie stanęłaby na przeszkodzie przedostaniu się azotu do warstw głębszych

gleby, gdzie korzenie roślin najobficiej się rozwijają.

Z pomiędzy wszystkich nawozów azotowych stoi pod względem wartości nawozowej najbliżej saletry — siarkan amonowy. W doświadczeniach, wykonanych metodą umiejętną w Darmsztadzie, pod kierunkiem Wagnera, nawóz ten niekiedy zupełnie dorównywał w działaniu saletrze chilijskiej, w kilku przypadkach dał nawet większe zwyżki, a najczęściej działał mniej więcej o 10% gorzej, niż saletra. W tych doświadczeniach wypłukanie kwasu azotowego z ziemi było zupełnie wykluczone, a wyzyskanie azotu z saletry mogło dojść do najwyższej możliwej granicy. Słabsze nieco działanie amoniaku w doświadczeniach darmsztadzkich przypisuje Wagner stracie azotu, nieuniknionej podczas nitryfikacyi amoniaku, która, jak to wyżej już nadmieniliśmy, także często do 10% dochodzi. Ponieważ jednak nie ma pewości, że w tych ziemiach, w których podczas nitryfikacyi wydziela się wolny azot w znaczniejszej ilości, kwas azotowy saletry nie jest również narażony na redukcyę, objaśnienie powyższe nie jest całkiem wystarczające. Wedle wszelkiego prawdopodobieństwa przyczyną nieco gorszego działania siarkanu amonowego w kulturach nawozowych, musiało być również powolniejsze zaopatrywanie roślin w azot. Można mianowicie całkiem słusznie przypuścić, że pobieranie azotu, dostarczonego w postaci amoniaku, rozciąga się na dłuższy okres czasu, podczas gdy azot saletry chilijskiej może być odrazu w znaczniejszej ilości przez rośliny przyswojony, co może być w szczególności korzystne dla rozwoju roślin, mających krótki okres wegetacyi.

W próbach polowych, w których naturalnie wypłukiwaniu kwasu azotowego nie można było zapobiegać, skuteczniejsze działanie siarkanu amonowego w porównaniu z saletrą zdarzało się nawet jeszcze częściej, w szczególności przy użyciu tych nawozów pod kartofle i pod owies. W zestawieniu bardzo licznych prób polowych, które przed kilkunastu laty opublikował Stutzer, znajdujemy mianowicie dla tych dwóch roślin takie różnice w przewyżkach zbioru, osiągniętych dzięki dodatkowi 15 *kg* azotu w saletrze i w siarkanie amonowym:

	saletra dała zbiór wyższy, niż siarkan amonowy	siarkan amonowy dał zbiór wyższy, niż saletra
ziarna owsa:		
w 18 próbach	—	0—131 *kg*
w 1 próbie	361 *kg*	—
kłębów kartofli:		
w 12 próbach	—	53—1750 *kg*
w 28 próbach	209—920 *kg*	—

Dla innych natomiast roślin uprawnych, siarkan amonowy stosunkowo rzadko okazywał się nawozem korzystniej działającym, niż saletra. Tak np. na 145 prób z burakami cukrowymi, w jednej tylko saletra dała mniejszą przewyżkę zbioru, na 81 prób z jęczmieniem tylko w 7, na 88 prób z pszenicą również tylko w 7, zaś na 36 prób z burakami pastewnymi w 9 próbach. Jeżeli przytem saletra działała skuteczniej, niż siarkan amonowy, to różnice w osiągniętych przewyżkach były bardzo znaczne, skoro zaś siarkan amonowy dał przewyżkę większą, niż saletra, to różnice były bez porównania mniejsze, a mianowicie uzyskiwano przewyżki po dawce azotu 15 *kg*:

	w saletrze większe, niż w siarkanie amonowym	w siarkanie amonowym większe, niż w saletrze
na burakach cukrowych	298 do 361 *kg*	80 *kg*
„ „ pastewnych	938 „ 3938 „	90 „
w pszenicy w ziarnie.	10 „ 69 „	31 „
„ „ „ słomie.	71 „ 251 „	19 „
„ jęczmieniu w ziarnie	43 „ 392 „	23 „
„ „ „ słomie	53 „ 163 „	75 „

Porównanie liczb powyżej podanych wskazuje zatem, że siarkan amonowy w działaniu na buraki, pszenicę i jęczmień w nielicznych przypadkach, dorównywał saletrze, w bezporównania zaś liczniejszych, ustępował jej tak znacznie, że uzyskane przewyżki nie były jak przeciętne w doświadczeniach Wagnera, tylko o 10 % mniejsze, lecz w daleko mniejszym stopniu. O tyle gorszego działania siarkanu amonowego niepodobna już złożyć na karb straty azotu podczas nitryfikacyi, lecz trzeba je przypisać wpływowi jeszcze innych czynników. Z zebranych dotąd spostrzeżeń można mianowicie wnosić, że należytemu wyzyskaniu przez rośliny azotu z siarkanu amonowego mogła stanąć na przeszkodzie jedna z następujących przyczyn:

1. Zatrzymanie azotu wskutek absorbcyi w powierzchownej warstwie gleby. Azot wprowadzony do gleby w siarkanie amonowym przedostaje się do warstw głębszych daleko trudniej, aniżeli azot saletry. Wskutek bowiem szybkiej absorbcyi amoniaku przez ziemię, azot siarkanu zostaje unieruchomiony w tej głębokości, w jakiej się znajdzie po mechanicznem wymieszaniu. Skoro zaś amoniak zamieni się na kwas azotowy, przejście azotu do warstw głębszych bywa często w dalszym ciągu utrudnione, jakkolwiek ziemia kwasu azotowego nie absorbuje, a to z powodu, że w porze, w której nitryfikacya może się w glebie żwawiej odbywać, ziemia jest stosunkowo suchą i z każdego deszczu zatrzymuje wodę głównie w warstwie wierzchniej, a w głąb niewiele przepuszcza. Używając siarkanu amonowego, nawozimy zatem głównie warstwę wierzchnią gleby, używając zaś saletry, także i warstwy głębsze. Na poparcie słuszności tego twierdzenia można przytoczyć spostrzeżenie, zrobione w angielskiej stacyi doświadczalnej w Rothamsted, że w latach posusznych działanie siarkanu amonowego, w porównaniu z saletrą jest w daleko wyższym stopniu niekorzystne, aniżeli w latach mokrych. Tak np. w r. 1870, bardzo suchym, zebrano na działku łąki stale nawożonym saletrą o 7000 *kg* siana więcej niż na nawożonym siarkanem, gdy tymczasem w mokrych latach różnica w sprzęcie wynosiła na korzyść saletry przeciętnie tylko 3000 *kg*. Śledząc za przyczyną tak wyjątkowo wysokiej różnicy stwierdzono, że na łące nawożonej saletrą korzenie znajdowały się w głębokości 120 *cm*, a na kawałku nawożonym siarkanem dochodziły tylko do głębokości 45 *cm*. Ponieważ, jak wiadomo, korzenie rozgałęziają się głównie tam, gdzie znajdują dostatek pokarmu, dla wyjaśnienia zauważonej różnicy trzeba przypuścić, że kwas azotowy saletry, posuwający się łatwiej w głąb, niż azot siarkanu, zmusił niejako trawy do głębszego zakorzenienia się i przez to ułatwił im walkę z posuchą. Wedle też wszelkiego prawdopodobieństwa niedostatecznie szybkie przechodzenie azotu siarkanu amonowego do warstw głębszych, sprawia, że ten nawóz jest dla buraków daleko mniej odpowiednim, aniżeli saletra chilijska. Na glebach bowiem nadających się do uprawy buraków, azot wprowadzony w formie amoniaku, doznaje właśnie największej przeszkody w rozchodzeniu się, z powodu wielkiej zdolności absorbcyjnej ziemi i słabej przepuszczalności, zaś głęboko korzeniący się burak potrzebuje znaleźć dla dobrego rozwoju pokarm azotowy także i w głębszych warstwach.

2. Brak warunków niezbędnych dla szybkiej nitryfikacyi. Ponieważ rośliny uprawne pobierają azot głównie w postaci kwasu azotowego, opóźnienie nitryfikacyi może być ważną przeszkodą w działaniu siarkanu amonowego. W doświadczeniach np. Wagnera znajdujemy dowód, że na pewnych ziemiach dopiero po zwapnieniu siarkan amonowy skuteczniej działa, podczas gdy na saletrę dodatek wapna nie wywiera wcale wpływu. W kulturach wazonowych rzepiku letniego otrzymano mianowicie następujące przewyżki w zbiorze suchej masy z ziemi torfowej:

	dawka azotu na wazon	
	1.5 g	*2.0 g*
bez marglu:		
na saletrze	68.0 *g*	88.1 *g*
na siarkanie amonowym .	20.6 „	23.1 „
z dodatkiem marglu:		
na saletrze	75.0 „	82.4 „
na siarkanie amonowym .	64.9 „	77.1 „

Przeciętna przewyżka zatem, osiągnięta w ziemi niemarglowanej, dzięki użyciu siarkanu amonowego, była blisko cztery razy mniejsza od przewyżki, otrzymanej w saletrze, gdy tymczasem w tejże samej ziemi zmarglowanej działanie siarkanu amonowego było tylko o 10% gorsze. W tym przypadku tak dalece niezadawalające działanie siarkanu amonowego w ziemi nie marglowanej, można objaśnić tylko niedostatecznie szybką nitryfikacyą z powodu braku wapna, zaś korzystny wpływ marglowania — przyspieszeniem przemiany amoniaku na odpowiedniejszy dla roślin kwas azotowy. Gdyby bowiem wapno działało w inny sposób, to dobry skutek marglowania musiałby się objawić nietylko w ziemi nawiezionej siarkanem, lecz również i w ziemi nawiezionej saletrą.

Tak samo jak brak wapna w glebie, może stanąć na przeszkodzie należytemu wyzyskaniu przez rośliny azotu dodanego w postaci siarkanu amonowego jakikolwiek inny czynnik, utrudniający nitryfikacyę, a więc np. niedostateczna przewiewność, nieodpowiedni stopień wilgotności lub zbyt znaczna zawartość materyi organicznej.

3. Niedostateczna zawartość w ziemi przyswajalnych dla roślin związków potasowych. Jeżeli ziemia nie jest w stanie dostarczyć roślinom w ilości dostatecznej pokarmu potasowego, wyzyskanie azotu z siarkanu amonowego może być, stosownie do znanego prawa *minimum*, w znacznym stopniu ograniczone, podczas gdy saletra chilijska może na takiej ziemi okazać się nawozem daleko skuteczniejszym, z powodu zawartości tlenku sodowego, który może częściowo przynajmniej wynagrodzić roślinom niedostateczną ilość w ziemi potasu. Że taki przypadek jest istotnie możliwy, dowodzą doświadczenia Wagnera, w których udało się w ziemi ubogiej w potas wzmocnić działanie siarkanu amonowego i znacznie zbliżyć do działania saletry przez dodatek w soli kuchennej takiej ilości sodu, jaką zawierała użyta dawka saletry. W doświadczeniach tych hodowano w ciągu trzech po sobie następujących lat w wazonach w rozmaity sposób nawożonych, powtarzając co rok nawożenie: nasamprzód jęczmień, po jęczmieniu marchew, a po marchwi znowu jęczmień. Przewyżki względne w plonach suchej substancyi, wyrażone w odsetkach zwyżek, uzyskanych pod wpływem samej saletry, przedstawiają się jak następuje:

rodzaj użytego nawozu:	1 rok jęczmień	2 rok marchew	3 rok jęczmień
1. Saletra chilijska	100	100	100
2. Siarkan amonowy	75	78	67
3. Saletra chilijska i chlorek potasowy	105	131	115
4. Siarkan amonowy i chlorek potasowy	97	99	94
5. Siarkan amonowy i chlorek sodowy	95	121	107

Działanie zatem siarkanu amonowego samego było w pierwszych dwóch latach mniej więcej o 25%, zaś w trzecim roku nawet aż o 33% gorsze, aniżeli działanie saletry. Gdy zaś obok siarkanu amonowego dodano w soli kuchennej taką samą ilość sodu, jaką wniosła do ziemi saletra chilijska, to w pierwszym roku uzyskano przewyżkę tylko o 5% niższą, a w obu latach następnych nawet wyższą. Skuteczność siarkanu amonowego podnosił w tej ziemi nietylko chlorek sodowy, ale i chlorek potasowy, co wyraźnie wskazuje, że sod, obecny w saletrze lub dodany do siarkanu w soli kuchennej, mógł zastąpić roślinom w pewnej mierze brak potasu. O niedostatecznej zaś zawartości w ziemi użytej do doświadczeń i tego pokarmu, świadczy fakt, że dodatek obok saletry chilijskiej chlorku potasowego, zwiększył przewyżkę w zbiorze suchej substancyi o 5 do 31%. Trudno tylko na razie w sposób zadowalający objaśnić lepsze działanie siarkanu amonowego, uzupełnionego odpowiednią ilością sodu, aniżeli saletry chilijskiej. Prawdopodobnie objawił się tu bądź korzystny wpływ pośredni chlorku sodowego, bądź też bezpośredni — samego tylko chloru. Co się zaś tyczy lepszego wpływu dodatku do siarkanu amonowego chlorku sodowego, aniżeli chlorku potasowego, to otrzymane rezultaty dają się najzupeł-

niej usprawiedliwić tem, że sodu dodano daleko więcej, aniżeli potasu. Zasługuje wreszcie na uwagę fakt, że wpływ sodu w roku drugim i trzecim objawił się silniej, aniżeli w roku pierwszym. Stało się tak prawdopodobnie wskutek stopniowego zmniejszenia w ziemi zasobu potasowego pokarmu przez poprzedzające kultury. Stwierdzenie w doświadczeniach Wagnera korzystnego w pewnych warunkach wpływu sodu saletry, ułatwia do pewnego stopnia wytłumaczenie spostrzeżonego w próbach polowych faktu, że z pomiędzy roślin zbożowych jęczmień najgorzej wyzyskuje azot siarkanu amonowego, zaś saletra, w bardzo przeważającej liczbie przypadków, działa na to zboże daleko korzystniej. Jęczmień bowiem ze wszystkich zbóż jest najwięcej czuły na nawóz potasowy i wedle wszelkiego prawdopodobieństwa sód saletry chilijskiej jest mu z tego powodu bardziej pożyteczny, aniżeli dla innych zbożowych roślin. Korzystnem działaniem sodu można również wytłumaczyć, dlaczego na pewnych ziemiach działał siarkan amonowy na rozwój owsa równie dobrze, jak saletra chilijska, podczas gdy na kartoflach działanie saletry było bezporównania korzystniejsze. Jak wiadomo, kartofle zabierają z ziemi daleko więcej potasu i wskutek tego na obecności w saletrze sodu, mogącego częściowo wynagrodzić brak w glebie potasu, mogą również daleko więcej skorzystać, aniżeli owies, który nietylko mniej potasu potrzebuje, lecz oprócz tego najlepiej wyzyskuje zapas tego pokarmu, znajdujący się w glebie.

4. Znaczna zawartość w ziemi węglanu wapniowego. W glebach, które zawierają bardzo wiele wapna w postaci węglanu, możliwem jest ulotnienie się, w razie nawiezienia siarkanem amonowym, pewnej ilości amoniaku. Wskutek bowiem podwójnej wymiany, siarkan amonowy w obecności węglanu wapniowego zamienia się na lotny węglan amonowy (patrz „Nawóz stajenny“, str. 649). Na takich glebach zatem strata azotu w ulatniającym się amoniaku, może sprawić, że siarkan amonowy będzie działał bezporównania gorzej, aniżeli saletra chilijska. Ta przyczyna jednakże tylko w rzadszych przypadkach może znacznie zmniejszyć wyzyskanie azotu z siarkanu, ponieważ ulatnianie się obfitsze amoniaku zagraża dopiero wtedy, gdy zawartość węglanu wapniowego w glebie przekracza 10%.

Nadmienić wreszcie należy, iż w dawniejszych próbach polowych siarkan amonowy mógł często wykazywać niekorzystne rezultaty, wskutek obecności szkodliwego dla roślin siarkosinku, który dawniej o wiele częściej, niż teraz trafiał się w tym nawozie. Tak samo znowu dobremu działaniu saletry może czasem przeszkodzić obecność nadchloranu sodowego, który na rozwój roślin wprost szkodliwie działa. Szkodę z powodu zanieczyszczenia saletry tą domieszką spostrzegano najczęściej na życie. Objawia się ona u tej rośliny w taki sposób, że jedne egzemplarze mają źdźbła kolankowato pozginane lub skręcone spiralnie i zaschłe przedwcześnie, inne zaś wyglądają tylko, jakby zostały przez posuchę wypalone. Ponieważ nadchloran najczęściej nie jest równomiernie w saletrze rozdzielony, lecz znajduje się w gniazdach, szkoda nie występuje zwykle na całym łanie, nawiezionym saletrą, lecz tylko na pewnych miejscach.

Takie same wahania, jakie istnieją w rozmaitych ziemiach i w rozmaitych warunkach w działaniu saletry w porównaniu z siarkanem amonowym, wystąpiły też na jaw w doświadczeniach, podejmowanych w celu sprawdzenia, jak dalece nawozy azotowe organiczne różnią się co do wartości nawozowej od nawozów mineralnych. Ponieważ jednakże w każdym nawozie organicznym pewna część azotu znajduje się w związkach, silnie opierających się rozkładowi, wyzyskanie z nich azotu najczęściej nie może być tak znaczne, jak z nawozów mineralnych i tylko w wyjątkowych warunkach mogą one przewyższyć w działaniu saletrę chilijską i siarkan amonowy. Jak wykazały próby, wykonane przez Kellnera w Japonii, takie wyjątkowe warunki zdarzają się w glebach, położonych w klimacie bardzo wilgotnym, a przytem gorącym. Tam nawozy azotowe organiczne mogą się w ziemi bardzo szybko rozkładać, zaś saletra chilijska do użycia zupełnie się nie nadaje, gdyż zbyt łatwo ulega wypłukaniu z gleby. W klimacie natomiast umiarkowanym, gdzie wypłukania saletry nie potrzeba się tak dalece obawiać, a warunki rozkładu materyi organicznej w ziemi są daleko mniej przyjazne, mają nawozy organiczne daleko więcej utrudnione współzawodnictwo z mineralnymi i zwykle w działaniu niżej od nich stoją.

Do jakiej granicy różnica w działaniu sięga, zależy to przedewszystkiem od jakości nawozu organicznego. Im łatwiej za-

warte w nim ciała azotowe przechodzą w ziemi w amoniak i w kwas azotowy, tem mniej będzie nawóz ustępował co do wartości nawozom mineralnym i przeciwnie. W doświadczeniach np. przeprowadzonych przed kilku laty w Darmsztadzie, zauważono następujące różnice w wyzyskaniu azotu przez różne rośliny uprawne, z rozmaitych nawozów organicznych w porównaniu z wyzyskaniem azotu z saletry sodowej i siarkanu amonowego:

przy użyciu:	azotu zawartego w nawozie znaleziono w zbiorze:		
	żyta jarego	pszenicy jarej	marchwi
saletry chilijskiej . . .	62 %	53 %	96 %
siarkanu amonowego . .	53 „	34 „	98 „
mąki z krwi	42 „	35 „	70 „
mąki rogowej	39 „	34 „	62 „
mąki mięsnej	28 „	26 „	60 „
pyłu z wełny	17 „	13 „	36 „
mąki skórzanej	8 „	7 „	28 „

Osobliwie zatem pył z wełny i mąka skórzana działały bardzo słabo, niektóre zaś nawozy organiczne, jak mąka z krwi i mąka rogowa, osobliwie na pszenicy jarej, okazały się nie wiele mniej skutecznymi od siarkanu amonowego. Widzimy dalej, że nie wszystkie rośliny jednakowo korzystały z azotu dodanego do ziemi w związkach organicznych. Wyróżnia się pod tym względem od innych marchew, która z nawozów łatwiej rozkładalnych, zdołała przyswoić sobie prawie $^2/_3$ do $^3/_4$ części zawartego w nich azotu, gdy tymczasem żyto przyswoiło w tych samych warunkach zaledwie $^1/_3$ do $^2/_5$ części, a pszenica jeszcze mniej. Ponieważ jednakże te same rośliny, które dobrze wyzyskują nawozy organiczne, korzystały również w wyższym stopniu z azotu saletry, stosunek pomiędzy wyzyskaniem azotu z rozmaitych nawozów jest dla wszystkich roślin hodowanych w doświadczeniach Wagnera, mniej więcej jednakowy. Przekonywa o tem następujące zestawienie, w którem wyzyskanie azotu z rozmaitych nawozów przedstawiono w odsetkach wyzyskania stwierdzonego dla saletry, jako nawozu działającego najbardziej skutecznie:

	żyto jare	pszenica jara	marchew
saletra chilijska . . .	100.0	100.0	100.0
siarkan amonowy . . .	85.5	64.1	102.1
mąka z krwi	67.7	66.0	72.9
mąka rogowa	62.9	64.1	64.6
mąka mięsna	45.2	49.0	62.5
pył z wełny.	27.4	24.5	37.5
mąka skórzana . . .	12.9	13.2	29.2

Tylko zatem nawozy organiczne trudniej się rozkładające, jak odpadki wełniane i mąka skórzana, a z łatwiej ulegających rozkładowi mąka mięsna, stały nieco bliżej saletry w doświadczeniu z marchwią, aniżeli w doświadczeniu z roślinami zbożowemi. Natomiast działanie mąki z krwi i mąki rogowej było u wszystkich trzech hodowanych roślin, w porównaniu z działaniem saletry, słabsze w jednym i tym samym prawie stopniu, mianowicie mniej więcej o 30 do 36 %.

Odmienne zachowanie się w obec nawozów azotowych z jednej strony jarych zbóż, z drugiej zaś strony marchwi znajduje zupełne usprawiedliwienie w różnej długości okresu wegetacyjnego tych roślin. Marchew, którą zbiera się dopiero w jesieni, może przez dłuższy przeciąg czasu korzystać z azotu wprowadzonego do ziemi w nawozie i pobrać ilość znaczniejszą, aniżeli rośliny zbożowe, które się sprzątą o parę miesięcy wcześniej. Uogólniając też rezultaty zdobyte w doświadczeniach Wagnera, można twierdzić zupełnie słusznie, że działanie przedewszystkiem nawozów azotowych organicznych będzie daleko skuteczniejsze na roślinach mających długi okres wegetacyi, aniżeli na roślinach, które przez czas stosunkowo krótki rolę zajmują. Nawozy

bowiem organiczne nie zawierają gotowego przyswajalnego pokarmu azotowego, lecz azot w nich się znajdujący dopiero w glebie przechodzi w stan przyswajalny; przemiana ta zaś nie odbywa się odrazu, lecz rozciąga na dłuższy przeciąg czasu. O ile więc w skutek tego nawóz organiczny może być dla rośliny szybko a krótko się rozwijającej mało dostępny, o tyle może w dostatecznym stopniu zaspokoić potrzebę roślin, które powoli rosną i mogą się zadowolić dostarczaniem azotu przez dłuższy czas w małych dawkach. Czy natomiast nawozy azotowe mineralne, a w szczególności saletra będą w praktyce przez rośliny z długą wegetacyą również tak znacznie lepiej wyzyskiwane, jak to się w doświadczeniach naukowych okazało, o tem można wątpić. Na roli bowiem warunki są odmienne, aniżeli w kulturze wazonowej lub w blaszanych walcach bez dna w ziemię wkopanych. Tam pewna część z powierzonej roli przed zasiewem saletry, może być w ciągu wiosny i lata z ziemi wypłukaną, zanim korzenie zdołają ją przyswoić, i to w szczególności wówczas, gdy rolę zajmują rośliny powoli się rozwijające, do jakich właśnie należą rośliny z długim okresem wegetacyi. Zresztą jest rzeczą wprost nieprawdopodobną, aby i w doświadczeniu Wagnera marchew istotnie zdołała przyswoić sobie wszystek azot wprowadzony do ziemi w postaci saletry lub siarkanu amonowego, prawie bez żadnej straty. Niezawodnie część azotu znalezionego w marchwi, wyhodowanej na ziemi nawiezionej azotem, nie pochodziła w rzeczywistości z użytego nawozu mineralnego, ale z zasobów naturalnych ziemi. Rośliny bowiem zasilone nawozem azotowym, w skutek tego, że lepiej od samego początku się rozwijały, mogły z samej ziemi więcej azotu pobrać, aniżeli rośliny, rozwijające się marnie w ziemi nie nawiezionej z powodu braku pokarmu azotowego.

Uwzględniając te odmienne stosunki istniejące w praktyce, można przypuszczać, wbrew przytoczonym wyżej rezultatom uzyskanym przez Wagnera, że u wszystkich uprawnych roślin z długim peryodem wegetacyjnym działanie każdego nawozu organicznego będzie bardziej zbliżone do działania nawozów mineralnych (osobliwie saletry), aniżeli u roślin, które do dojrzenia dochodzą w ciągu krótszego przeciągu czasu, a co więcej jeszcze, że w praktyce nie zawsze nawozy azotowe organiczne będą pod względem wartości nawozowej stały tak znacznie niżej od nawozów mineralnych. Mniejszej daleko różnicy w działaniu jednych i drugich można się spodziewać przedewszystkiem na takich glebach, na których można słusznie się obawiać wypłukiwania kwasu azotowego. Tu bowiem szanse straty azotu wprowadzonego w saletrze, lub też nawet w siarkanie amonowym, (z którego na raz może powstać zbyt obfita ilość kwasu azotowego w stosunku do zapotrzebowania przez rośliny), są daleko większe, aniżeli—z nawozów organicznych, których azot stopniowo i powoli przechodzi w stan rozpuszczalny. Prócz tego skuteczniejsze działanie nawozów organicznych w porównaniu z mineralnymi wydaje się wielce prawdopodobnem także z powodu, że w praktyce wegetacya uprawianych roślin nie jest tak przyśpieszona jak w kulturach doświadczalnych, jak również, że nawozy organiczne wprowadza się do gleby zwykle na jakiś czas przed wykonaniem siewu a nie bezpośrednio przed zasiewem, jak to się praktykowało w doświadczeniach darmsztadzkich. Tak jedno zaś jak i drugie może tylko ułatwić roślinom korzystanie z pokarmu azotowego, wprowadzonego do gleby w postaci związków organicznych. Dla roślin bowiem rozwijających się w normalnych warunkach na roli, nie pobudzanych do szybkiego rozwoju jak w kulturach doświadczalnych, bądź przez rozmyślnie opóźniony siew w celu uniknięcia niweczących cały nakład pracy szkód od nieprzyjaznych wpływów atmosferycznych, bądź przez utrzymywanie w ziemi najwięcej przyjaznego stopnia wilgotności, albo też przez silniejsze ogrzewanie się ziemi w blaszanych wazonach, mogą i organiczne nawozy azotowe dostarczyć w porę potrzebnej ilości przyswajalnego azotu, gdy tymczasem rośliny, w kulturach wazonowych do pewnego stopnia sztucznie pędzone w rozwoju, będą w obec nich doznawały wciąż braku pokarmu azotowego. Dzięki zaś wprowadzeniu nawozu azotowego organicznego do gleby na pewien czas przed zasiewem, rozpoczynają się w glebie zawczasu procesy rozkładowe, tak, że rośliny później posiane w chwili wschodzenia mogą już znaleźć jaki taki zapas łatwo przyswajalnego azotu.

W obec przytoczonych powyżej okoliczności, przypuszczenie, że w praktyce rolniczej można się spotkać z warunkami więcej przyjaznymi dla działania nawozów azotowych organicznych, od tych, które istniały w doświadczeniach Wagnera i innych badaczów, jest całkiem uzasadnione. Nie ulega jednak najmniejszej wątpliwości, że w za-

stosowaniu praktycznem mogą się te same nawozy okazać także i jeszcze mniej użytecznymi. Spodziewać się czegoś podobnego można mianowicie z góry na glebach, w których brak warunków potrzebnych do szybkiego rozkładu materyi organicznej, a więc przedewszystkiem na ziemiach zbyt zwięzłych lub zbyt wilgotnych.

Czy jednakże w jakiejś glebie znajdą się dla działania nawozów organicznych warunki trochę lepsze, czy też trochę gorsze, każdy z rozmaitych nawozów do tej grupy należących odniesie z tego korzyść, czy też niekorzyść mniej więcej równą, tak, że wszystkie nawozy organiczne będą mniej więcej w tym samym stopniu lepiej albo też gorzej działały. W obec tego należy się spodziewać, że różnice w działaniu rozmaitych organicznych nawozów, dające się zauważyć w praktyce, nie będą w ogóle bardzo wielkie i że najczęściej nawozy te będą pod względem wartości nawozowej stały w tym samym porządku, w jakim wypadło je ustawić na podstawie rezultatów otrzymanych np. w próbach darmsztadzkich. Pewne zmiany jednak i pod tym względem są możliwe, jak o tem świadczy choćby porównanie rezultatów uzyskanych w doświadczeniach Wagnera oraz Heinricha. Oznaczywszy wartość nawozową najlepszego nawozu organicznego najwyższą liczbą 100, ustawili wymienieni autorowie nawozy inne, wedle zauważonego działania, w następujące szeregi:

	Wagner	Heinrich
mąka z krwi	100	73.6
„ rogowa	93	26.4
„ mięsna	78	100
pył z wełny	42	—
mąka skórzana	29	—

Podczas gdy zatem w szeregu Wagnera stoi na czele mąka z krwi, mąka rogowa bardzo blisko niej, lecz zawsze nieco niżej, a mąka mięsna znacznie niżej, u Heinricha zupełnie przeciwnie, mąka mięsna przoduje, zaś mąka rogowa, co do nawozowej wartości stoi bardzo daleko zarówno od mąki z krwi, jak i od mąki mięsnej. Wahania takie dadzą się usprawiedliwić różnicami w chemicznym składzie, jakie mogą istnieć w każdym azotowym organicznym nawozie, zależnie od różnicy, bądź w chemicznym składzie surowego materyału, bądź też w sposobie wyrobu w rozmaitych fabrykach praktykowanym. Można z góry się spodziewać, że jeden i ten sam nawóz organiczny, w różnym czasie nabyty albo też pochodzący z rozmaitych fabryk okaże w działaniu na tej samej roli i pod te same rośliny pewne różnice. Na to jednakże nigdy liczyć niepodobna, że nawozy organiczne trudno ulegające rozkładowi, jak mąka skórzana lub pył wełniany przewyższą w uzyźniającym wpływie mąki: mięsną, rogową lub z krwi.

Jak zatem widzimy, w doświadczeniach naukowych i polowych, przedsiębranych w celu oznaczenia wartości nawozowej rozmaitych azotowych nawozów, stwierdzono bardzo znaczne wahania. W obec takiego stanu rzeczy nie znajdujemy bynajmniej w wypadkach doświadczeń dostatecznej podstawy do ścisłego oznaczenia, o ile cena azotu powinna być w jednych nawozach niższą niż w drugich. To tylko nie może podlegać wątpliwości, że w naszych stosunkach klimatycznych nie opłaci się nabywać siarkanu amonowego lub jakiegokolwiek nawozu organicznego, jeżeli trzeba by płacić w nich za azot drożej niż w saletrze, jak również, że nawozy organiczne w wyjątkowych tylko warunkach mogą być do użycia wskazane, jeżeli cena azotu wypada w nich, jak to się jeszcze zdarza, tak samo wysoko jak w nawozach mineralnych.

Twierdzenie powyższe jest tem bardziej uzasadnione, że niepodobna liczyć na wynagrodzenie gorszego działania nawozów organicznych w roku pierwszym przewyżką zbiorów w roku drugim lub nawet i trzecim. Ta bowiem reszta azotu, z której pierwsza uprawiana na nawozie roślina nie mogła korzystać, znajduje się przeważnie w połączeniach silnie opierających się rozkładowi i wskutek tego będzie mało dostępna także i dla roślin, uprawianych w latach następnych. Jeżeli zaś pozostaną w ziemi w małej ilości związki łatwiej się rozkładające, to aż nadto często pozostaną one bez wyraźniejszego wpływu na rozwój następnych płodów. Takie związki bowiem ulegają nitryfikacyi po sprzęcie pierwszej rośliny, a przed zasiewem następnej, zatem w porze, w której tworzący się kwas azotowy najwięcej jest narażony na wypłukanie z gleby.

Dowód, że działanie organicznych nawozów nie rozciąga się na większą liczbę lat, lecz wyczerpuje się w ciągu pierwszego roku, znajdujemy między innemi w doświadczeniach Wagnera, w których w ziemi nawiezionej rozmaitymi nawozami, zasiano w jesieni po sprzęcie pierwszej, drugą roślinę,

mianowicie po życie jarem — len, a po owsie — białą gorczycę. Rozbiór chemiczny roślin zebranych w tych kulturach poplonowych okazał, że ze znacznej ilości azotu, pozostawionego zarówno przez żyto, jak i przez owies z mąki z krwi, mięsnej, rogowej, a nawet i skórzanej, ani len, ani też gorczyca nic nie zdołały pobrać. Małą bardzo natomiast ilość azotu przyswoiły sobie te rośliny jedynie z pozostałych w ziemi resztek pyłu wełnianego, a mianowicie:

	ilość absolutna przyswojonego azotu	na 100 azotu przez pierwszą roślinę nie pobranego
len w ziemi na wiosnę słabiej nawiezionej	21 *mg*	0.8 %
„ „ „ „ „ silniej nawiezionej.	103 „	1.8 „
gorczyca	154 „	3.4 „

Wyzyskanie zatem i w tym przypadku było tak słabe, że nie można brać go w rachubę. Czy w praktyce jednakże azotowe nawozy organiczne zawsze okażą się tak bezskutecznymi w działaniu na następne płody, trudno o tem przesądzać, wobec braku odpowiednich danych. Przypuszczać tylko wolno, że rośliny w drugim roku uprawiane, mające dłuższy okres wegetacyi, bądź co bądź zdołają trochę lepiej wyzyskać pozostały z poprzedniego roku z nawozu azot, aniżeli len i gorczyca, hodowane w doświadczeniach Wagnera w jesiennych poplonowych kulturach. Na znaczniejszą jednak pieniężną korzyść z tego następczego działania nie należy liczyć, chociażby i z tego względu, że roślina przychodząca w zmianowaniu po roślinie, pod którą uważamy za właściwe dać nawóz azotowy, może się bez dodatku azotu nieraz zupełnie dobrze obejść, a użycie nawozu powinna jak najlepiej opłacić jej poprzedniczka.

Wobec stwierdzonego wyczerpywania się wpływu nawozów organicznych w ciągu jednego roku, zbyteczną jest prawie wzmianka, że nawozy mineralne tem bardziej wyłącznie tylko na rozwój pierwszej uprawianej rośliny działają. Azot tych nawozów jest bowiem wogóle lepiej wyzyskiwany i mniej go po sprzęcie pozostaje, zaś to, co pozostanie, zbyt łatwo ulega z roli nie obsianej wypłukaniu. Chyba tylko oziminy wcześnie posiane po sprzęcie poprzedzających płodów, uprawianych na nawozie azotowym, mogą cokolwiek z pozostawionego azotu skorzystać. Jeżeli jednakże pierwsza roślina, z powodu jakichkolwiek przeszkód z nawozu azotowego bardzo mało korzysta i dużo azotu w glebie pozostawi, to działanie w roku następnym może się nieraz objawić, w szczególności na glebach zwięźlejszych, na których nitryfikacya odbywa się powolnie, a kwas azotowy nie podlega tak łatwo wyługowaniu. W doświadczeniach np. Heidena nawieziono ciężką, surową ziemię, wyjętą z podglebia w 1888 r. siarkanem amonowym, a obsiano dopiero na wiosnę roku następnego owsem. Pomimo tego poletko zasilone azotem dało, w porównaniu z nienawiezionem, zbiór znacznie wyższy, jak to wskazują następujące rezultaty, przeliczone na powierzchnię $^1/_4$ *ha*:

	ilość z półka siarkanem amonowym	
	nie nawiezionego	nawiezionogo
ziarna	111.1 *kg*	418.8 *kg*
słomy i plew	283.2 „	797.5 „

Siarkan zatem amonowy w drugim roku po nawiezieniu dał zbior ziarna owsa prawie cztery razy, zaś słomy blisko trzy razy wyższy. Na lekkiej przepuszczalnej glebie jednakże działanie w drugim roku byłoby wedle wszelkiego prawdopodobieństwa znacznie słabsze, z powodu wypłukania, utworzonego podczas nitryfikacyi, kwasu azotowego.

Bezpośredni wpływ nawozów azotowych objawia się naturalnie tylko na glebach, w których rośliny nie znajdują dostatecznej ilości pokarmu azotowego. Jeżeli oprócz tego braku nic innego nie stoi na przeszkodzie lepszemu rozwojowi roślin, można osiągnąć za pomocą jednostronnego zastosowania nawozów azotowych mniej lub więcej znaczne podniesienie produkcyi.

W razie jednakże używania wyłącznie nawozów azotowych przez dłuższy szereg lat, może nastąpić zmniejszenie się jej żyzności, jak o tem praktyka nieraz miała sposobność się przekonać. W stosunkowo krótkim przeciągu czasu nastąpiło np. osłabienie produkcyjności roli, wskutek jednostronnego nawożenia azotem, w doświadczeniach Heidena nad sposobem użyźnienia surowych, zwięzłych gruntów. W doświadczeniach tych w ciągu 10 lat jedno poletko nawieziono siedm razy siarkanem amonowym, uzyskując na tym nawozie bardzo znaczne przewyżki w zbiorach, mianowicie:

	na $^1/_4$ *ha*
w 1869 r. w ziarnie owsa . . .	307.6 *kg*
„ 1871 „ „ „ „ . . .	691.1 „
w 1873 r. w ziarnie żyta . . .	468.9 „
„ 1877 „ „ „ „	912.1 „
„ 1878 „ „ kłębów kartofli . .	3441.0 „

Niezwykle skuteczne działanie nawozu azotowego tłumaczy się dostatecznie tem, że na działkach nie nawożonych, z powodu wielkiego ubóstwa ziemi w azot, plony były nadzwyczajnie niskie.

Począwszy od r. 1879, zaczęto wszystkie poletka nawozić mieszaniną superfosfatu amoniakalnego i siarkanu potasowego i uzyskano następujące zbiory przeliczone na powierzchnię $^1/_4$ hektara na działku w poprzedzającem dziesięcioleciu:

	nie nawożonym siarkanem	nawożonym amonowym
w 1879 r. owsa	464.6 *kg*	558.3 *kg*
„ 1880 „ kartofli	5063.6 „	4072.6 „
„ 1881 „ „	4583.2 „	4257.2 „
„ 1883 „ jęczmienia . .	448.6 „	210.9 „

Na roli zatem siarkanem amonowym w poprzednich latach nawożonej, z wyjątkiem roku 1879, zbiory były dosyć znacznie niższe, niż na nienawożonej siarkanem amonowym. Najwyższa różnica okazała się w 1888 r. na jęczmieniu.

Redukcya plonów, objawiająca się na glebach po jednostronnem nawożeniu azotem, daje się wytłumaczyć silniejszem wyczerpywaniem ziemi z różnych pokarmów, wskutek zbierania wyższych plonów. Nawóz azotowy niejako podrażnia ziemię do silniejszej produkcyi, przyśpieszając jej wyczerpanie. Nawozy azotowe mineralne, a w szczególności saletra, wskutek chemicznego pośredniego działania, przytem ułatwiają przejście mineralnych pokarmów ze stanu trudno przyswajalnego w stan łatwiej przyswajalny. Ale ani przez to nie dają powodu do wyługowania z gleby uruchomionych pokarmów, ani też nie pobudzają roślin do luksusowej ich konsumcyi, w ilości, przekraczającej normalne zapotrzebowanie. Wobec tego jednostronne stosowanie nawozów azotowych może być najzupełniej ekonomicznie uzasadnione.

Co się tyczy kwestyi wyczerpania, to jako ciekawy zasługuje jeszcze na przytoczenie fakt, stwierdzony w doświadczeniach Wagnera, że użycie nawozu azotowego może doprowadzić do zubożenia ziemi nawet i w azot. Dziwne to na pozór zjawisko wyjaśnia się dostatecznie tem, że rośliny uprawiane na nawozie azotowym, znajdując w porę potrzebny do bezpośredniego rozwoju azot, korzystają następnie w wyższym stopniu z azotu gleby, aniżeli rośliny. które w ziemi nie nawiezionej od samego wzejścia walczyły z brakiem azotu.

C. Podwyższenie plonów zapomocą nawozów azotowych.

Zwiększenie plonu, jakie można uzyskać dzięki zastosowaniu nawozu azotowego, zależy co do wysokości od wielu czynników, przedewszystkiem zaś od tego, w jakiej mierze roślina uprawiana na nawozie azotowym może korzystać z naturalnych źródeł azotu, które znajduje bądź w glebie, bądź w atmosferze.

Z pomiędzy wszystkich roślin uprawnych odznaczają się obojętnem zachowaniem wobec nawozu azotowego — rośliny motylkowe. W ziemi nienawiezionej azotem mogą one obrodzić tak samo dobrze, jak w ziemi, która nawóz azotowy otrzymała, dzięki posiadanej zdolności żywienia się azotem atmosferycznym, jeżeli tylko, po zakażeniu odpowiedniemi bakteryami, brodawki wykształcą się dosyć obficie na ich korzeniach. Wobec tego zastosowanie w prak-

tyce nawozów azotowych pod rośliny motylkowe byłoby marnotrawstwem i dobrowolnem zrzeczeniem się tej korzyści, jaką zapewnia glebie zdobywanie za ich pośrednictwem wolnego azotu atmosferycznego dla roślin motylkowych. Chyba tylko w wyjątkowych wypadkach może roślina motylkowa nawóz azotowy opłacać, a mianowicie teoretycznie daje się uzasadnić potrzeba użycia pod roślinę motylkową małej dawki nawozu azotowego, jeżeli gleba jest tak dalece ubogą w azot, że nie jest w stanie wyżywić jej w pierwszem stadyum rozwoju, zanim brodawki asymilujące gazowy azot się rozwiną, i doprowadzić jej do takiej siły, aby w porę zdołała bakterye brodawkowe opanować i przez zamianę ich na bakteroidy, zmusić do pracy na własną korzyść (patrz „Motylkowe rośliny“, str. 343 i 346). Takie stosunki przecie w praktyce rzadko się mogą zdarzyć, za regułę zaś można uważać, że nawozy azotowe nie przyczyniają się wcale do podniesienia plonu roślin motylkowych.

Rośliny natomiast uprawne, które nie należą do rodziny motylkowych i wskutek tego nie mogą bezpośrednio korzystać z azotu atmosferycznego, w ziemiach ubogich w azot wszystkie bez wyjątku potrafią wywdzięczyć się lepszym rozwojem i obfitszym plonem, o ile na to pozwalają stosunki klimatyczne, natura ziemi, przebieg pogody i t. d. Na ziemiach zaś zamożniejszych w azot, dodatek nawozu azotowego może być osobliwie korzystny dla takich roślin, które nie są w stanie dobrze się rozwijać, jeżeli są skazane na żywienie się wyłącznie azotem gleby, podczas gdy nawozy azotowe mogą być w tych warunkach zbyteczne dla roślin niemotylkowych, obdarzonych z natury zdolnością zdobywania pokarmu azotowego z naturalnych zasobów gleby.

Ze względu na wielkie znaczenie, jakie dla rolnictwa przedstawia rozstrzygnięcie kwestyi, które z uprawnych roślin potrzebują dodatku nawozu azotowego w mniejszym stopniu, a które w większym, wykonano w Darmsztadzie, pod kierownictwem Wagnera cały szereg odpowiednich doświadczeń. Hodowano mianowicie w jednej i tej samej ziemi bez nawozu azotowego najważniejsze z uprawnych roślin i oznaczono następnie ilość azotu, znajdującą się w zabranym plonie. Rezultaty uzyskane przedstawiają się jak następuje:

		zbiór suchej substancyi	ilość azotu pobranego z ziemi
w roku 1888	jęczmień	125.4 *g*	1.156 *g*
	owies	156.6 „	1.250 „
	pszenica jara.	157.0 „	1.518 „
	kartofle	220.7 „	2.256 „
	marchew	334.4 „	2.042 „
w roku 1889	jęczmień	87.8 „	0.840 „
	owies	110,6 „	0.905 „
	kartofle	224.2 „	2.900 „
	buraki cukrowe	245.2 „	3.266 „

Najmniejszy zatem dał zbiór i najmniej zdołał pobrać azotu—jęczmień, najlepiej zaś wyzyskiwały z ziemi azot rośliny okopowe. Różnice zaś spostrzeżone w korzystaniu przez różne rośliny ze związków azotowych gleby są naturalnem następstwem tych samych przyczyn, które przytoczyliśmy wyżej w celu objaśnienia, dlaczego marchew wyzyskiwała azotowe nawozy organiczne lepiej aniżeli zboża jare. Związki azotowe bowiem w glebach się znajdujące są, tak samo jak zawarte w nawozach organicznych, przeważnie nie dostępne dla korzeni roślinnych, a stają się przyswajalnymi dopiero wówczas, gdy przejdą w skutek rozkładu w związki organiczne rozpuszczalne w wodzie, bądź też dzięki nitryfikacyi w kwas azotowy. Ponieważ przemiany te odbywają się powolnie, ziemia tem więcej może pewnej roślinie dostarczyć azotu, im dłuższym jest jej okres wegetacyi, przeto kartoflom, burakom i marchwi więcej znacznie, aniżeli owsowi lub jęczmieniowi. Na podstawie uzyskanych w doświadczeniach Wagnera rezultatów można zatem wysnuć ogólny wniosek, że na ziemiach zamożniejszych w azot nawóz azotowy może być w mniejszym stopniu potrzebny dla roślin

odznaczających się długą wegetacyą, aniżeli dla takich, które zajmują rolę przez czas stosunkowo krótszy. Na roli natomiast ubogiej w azot, może być nawóz azotowy, jak to już wyżej zaznaczyliśmy. skuteczny tak dla roślin mających krótki jak i długi okres wegetacyi. Przewyżka jednakże w plonie rozmaitych roślin, możliwa do uzyskania dzięki zastosowaniu jednej i tej samej dawki azotu, bywa bardzo różna w rozmaitych warunkach.

Z pomiędzy czynników, od których zależy wysokość możliwie największej przewyżki, należy wymienić na pierwszem miejscu: ilość azotu, jaką roślina w danych warunkach zdoła pobrać,—oraz odsetkową zawartość azotu w organicznej materyi przez roślinę produkowanej. Im naturalnie wyzyskanie azotu podanego w nawozie będzie lepsze i im uboższą w azot będzie produkowana przez rozmaite rośliny materya organiczna, tem większą może być zwyżka plonu, dająca się osiągnąć dzięki zastosowaniu nawozu azotowego.

Co się tyczy stopnia wyzyskania azotu z nawozu, to będzie on mniejszym lub większym, zależnie od natury gleby, stosunków klimatycznych, przebiegu pogody, od rodzaju uprawianej rośliny i od jakości nawozu. W doświadczeniach Wagnera, w których w ogóle warunki dla działania nawozów organicznych były przyjazne, pobrały rozmaite rośliny z różnych nawozów następujące ilości azotu:

	z saletry chilijskiej	z siarkanu amonowego	z nawozów organicznych rozkładalnych	
			łatwiej	trudno
pszenica jara . .	60 %	54 %	31 %	10 %
żyto jare . . .	68 „	55 „	36 „	12 „
jęczmień	64 „	53 „	— „	— „
owies	73 „	61 „	48 „	10 „
kartofle	85 „	76 „	— „	— „
marchew	91 „	84 „	66 „	32 „

Ponieważ w doświadczeniach Wagnera wypłukanie kwasu azotowego z ziemi było całkiem wykluczone, zaś nawozy organiczne znajdowały w ziemi warunki przyjazne dla swego rozkładu, wolno uważać podane w powyższem zestawieniu liczby jako *maximum* wyzyskania, dającego się osiągnąć w praktyce przez pierwszą uprawianą na nawozie roślinę. W szczególności odnosi się to do saletry i do siarkanu amonowego, podczas gdy dla nawozów organicznych nie jest wykluczone, jak to wyżej zaznaczyliśmy, trochę lepsze działanie, jeżeli się je wprowadzi do gleby nie bezpośrednio, ale na jakiś czas przed zasiewem.

Na podstawie stwierdzonego przez Wagnera wyzyskania azotu, można łatwo obliczyć zwyżkę, jaką pewna dawka azotu w nawozie powinnaby wyprodukować. Przyjąwszy przeciętną zawartość azotu w rozmaitych roślinach, wedle tablic, znajdziemy w odpowiednich rachunkach, że azot zawarty np. w 100 *kg* saletry chilijskiej może wyprodukować w warunkach korzystnych dla działania tego nawozu, oprócz odpowiedniej ilości słomy i plew, lub łodyg i liści:

	z zawartością azotu	kilogramów
ziarna pszenicy	2.11 %	300
„ żyta	2.00 „	300
„ jęczmienia	1.79 „	400
„ owsa	1,90 „	400
bulw kartofli.	0.25 „	3600
korzeni marchwi	0.20 „	5200
„ buraków pastewnych .	0.17 „	5400
„ „ cukrowych. .	0.15 „	6500

Przewyżki zatem, możliwe do osiągnięcia wedle teoretycznego obliczenia, są tem znaczniejsze, im uboższą w azot jest materya organiczna organu, będącego głównym celem produkcyi rolniczej. Ponieważ jednakże cena płodów roślinnych, uboższych w azot, jest niższa aniżeli bogatszych, wysokość dającej się uzyskać przewyżki naturalnie bynajmniej nie rozstrzyga kwestyi, jakie rośliny najlepiej opłacają nawozy

azotowe. Chcąc w tym kierunku znaleźć informacyę, należy w rachunku uwzględnić nietylko wagę osiągniętych przewyżek, ale także i ich wartość pieniężną.

Przewyżki w zbiorach, uzyskane w doświadczeniach lub w praktyce, nieraz zupełnie się zgadzają z teoretycznie dającemi się obliczyć, można przeto uważać te ostatnie, jako możliwe do uzyskania. Zdarzały się jednakże również bardzo często przewyżki, które znacznie się różnią od teoretycznych. Otrzymywano mianowicie następujące zwyżki w zbiorze:

	w doświadczeniach naukowych	w doświadczeniach polowych
ziarna pszenicy	186 do 682 *kg*	217 do 371 *kg*
„ żyta	357 „ 518 „	167 „ 347 „
„ jęczmienia	434 „ 961 „	168 „ 678 „
„ owsa	295 „ 1302 „	103 „ 736 „
bulw kartofli.	1814 „ 3100 „	1246 „ 3267 „
korzeni marchwi	6417 „ 8169 „	— „ — „
korzeni buraków pastewnych .	— „ — „	4056 „ 6180 „
„ „ cukrowych. .	— „ — „	940 „ 8765 „

Jak zatem powyższe zestawienie wskazuje, zarówno w doświadczeniach naukowych, jak i w polowych, zdarzały się przewyżki w plonach, bądź znacznie wyższe, bądź też znacznie niższe od obliczonych. Świadczy to, że siła działania jakiegokolwiek nawozu azotowego nie zawsze się daje przewidzieć: Co się zaś tyczy przyczyn, które dają powód do tak wielkich wahań w wysokości przewyżek, osiąganych na jednakowej dawce tegoż samego nawozu azotowego, to są one następujące:

Przedewszystkiem wpływa na wielkość osiągniętej zwyżki w produkcyi jakiejkolwiek rośliny uprawnej korzystanie, oprócz z azotu podanego w nawozie, także w mniejszym, albo też w większym stopniu z azotu samej gleby. Jeżeli roślina, posiana lub posadzona na roli zasilonej nawozem azotowym, wskutek przyspieszenia i wzmocnienia rozwoju, będzie zdolną pobrać większą ilość pokarmu azotowego z naturalnych zasobów, aniżeli roślina, która na glebie nie nawiezionej azotem od chwili wzejścia cierpi głód i nędznie wegetuje, to przewyżka uzyskana może być znacznie wyższą od obliczonej teoretycznie. W takim bowiem razie do wytworzenia przewyżki przyczynia się nietylko azot nawozu, lecz również i azot samej gleby. Skoro zaś nawóz azotowy nie może pobudzić roślin do lepszego korzystania z azotu przez ziemię dostarczanego, np. z powodu jej ubóstwa w związki azotowe łatwiej przyswajalne, to przewyżka osiągnięta będzie odpowiadała głównie ilości azotu zdobytego z użytego nawozu.

Wysokość dającej się w pewnych warunkach uzyskać przewyżki, jest powtóre w bardzo znacznym stopniu zawisłą od tego, w jaki sposób roślina azot pobrany przerobi w swoim organizmie. W jednym bowiem przypadku mogą rośliny zużyć stosunkowo więcej przyswojonego, czy to z nawozu, czy też z ziemi azotu, na wyprodukowanie organów, będących głównym celem produkcyi, a więc ziarna zbóż lub kłębów czy korzeni roślin okopowych, w innym zaś przypadku mogą rośliny obrócić znaczniejszą ilość azotu na produkcyę organów, będących właściwie ubocznym odpadkiem, a nie celem uprawy rolniczej, zatem słomy lub łodyg i liści. A co więcej, w jednych warunkach rośliny, obchodząc się oszczędnie z dostarczonym w nawozie azotem, zużyją go na wytworzenie znacznej przewyżki o normalnej zawartości odsetkowej azotu, w innych zaś wyprodukują stosunkowo mniejszą masę materyi roślinnej z podniesioną mniej lub więcej znacznie procentową ilością azotu.

Zwrócenie uwagi na różnice, jakie mogą istnieć w sposobie przerobienia przyswojonego przez korzenie azotu, zawdzięczamy Wagnerowi. Doświadczenia tego autora przyniosły mianowicie niezbite dowody, że jedna i ta sama roślina może wyprodukować, zależnie od warunków, towarzyszących jej rozwojowi, bądź znaczną masę stosunkowo ubogą w azot, bądź masę mniejszą, ale za to w azotowe ciała bogatą. W kulturach np. owsa zauważono następujące różnice w działaniu saletry:

stopień wyzyskania azotu z nawozu	przewyżka, odpowiadająca dawce saletry 100 *kg*	zawartość azotu w ziarnie
76 %	583 *kg* ziarna	1.73 %
72 „	665 „ „	1.50 „
74 „	787 „ „	1.34 „

We wszystkich trzech zatem przypadkach owies pobrał prawie zupełnie jednakową ilość azotu z saletry, mianowicie około 74 %, podczas gdy wyprodukowane ilości ziarna bardzo między sobą się różnią i co do wysokości, stoją w ścisłym związku z ilością odsetkową azotu.

W innem doświadczeniu spostrzeżono zupełnie to samo, mianowicie wynosiły przewyżki w zbiorze owsa, przeliczone na dawkę saletry 100 *kg*:

ziarna	295 *kg*	z zawartością	azotu	2.49 %
słomy	403 „	„	„	0.58 „

albo też w drugim przypadku:

ziarna	822 „	„	„	1,28 „
słomy	1132 „	„	„	0.25 „

Związek przeto między skutecznością działania nawozu azotowego a zawartością azotu w wyprodukowanych płodach roślinnych jest bardzo widoczny. Jako całkiem zaś prawdopodobny można uważać i taki przypadek, w którym azotowy nawóz nie da żadnej przewyżki, z powodu zużycia przez roślinę całej ilości pobranego pokarmu na wzbogacenie wyprodukowanej materyi organicznej w azot.

Jak zatem widzimy, wysokość przewyżki, jaką pewna dawka nawozu azotowego może wyprodukować, zależy w wysokim stopniu od procentowej zawartości azotu w materyi organicznej, wytworzonej przez roślinę. Przyczyny zaś tego zjawiska, że jedna i ta sama roślina, mając do dyspozycyi jednakowe ilości pokarmu azotowego, raz zużywa więcej stosunkowo azotu na wzbogacenie swej masy w azot i wytwarza małą przewyżkę, drugi raz zaś na pierwszy cel obraca bardzo niewiele, albo też nawet nic z przyswojonego azotu i daje wysoki plon, są najzupełniej zrozumiałe. Wzbogacenie w azot następuje naturalnie tylko wówczas, gdy roślina znajduje w glebie pokarm azotowy w mniej lub więcej znacznym nadmiarze, bądź wskutek zbyt obfitej dawki nawozu azotowego, bądź też wskutek jakiejkolwiek przeszkody w tak silnym rozwoju, do jakiego mogłaby dojść, dzięki zastosowaniu nawozu azotowego.

Dokładna znajomość wszystkich przyczyn, które sprawiają, że jedna i ta sama dawka jakiegokolwiek nawozu azotowego daje, zależnie od rozmaitych warunków, raz znacznie większą, drugi raz znacznie mniejszą przewyżkę w plonie jakiejkolwiek uprawnej rośliny, wskazuje zarazem, o co należy się starać, chcąc z zastosowania nawozu azotowego mieć jak największe korzyści. Celem starań, dających się zastosować w praktyce, powinno niewątpliwie być, wobec spostrzeżeń, zebranych w doświadczeniach Wagnera: *skierowanie dostarczonego roślinom w nawozie azotu do produkcyi organów, będących głównym celem uprawy, a więc do produkcyi ziarna u zbóż, organów zaś podziemnych u roślin okopowych, a powtóre — uniknięcie produkowania materyi organicznej, zbyt bogatej w azot.*

Co się tyczy celu pierwszego, to osiągnąć go można w praktyce, jak to obszerniej przedstawimy w następujących rozdziałach, przez podanie uprawianej roślinie w nawozie pokarmu azotowego we właściwej porze i w takiej ilości, aby przyswojony azot nie został wyłącznie zużyty na produkcyę organów mniej cennych, lecz aby wystarczyło go również i na produkcyę organów cenniejszych. Co się zaś tyczy drugiego celu, to chcąc go osięgnąć, należy się starać, aby azot znajdował się w glebie wobec wszelkich innych czynników regulujących bujność rozwoju i wysokość plonu w *minimum*. Tylko w takim bowiem razie rośliny będą się z dostarczonym w nawozie azotem obchodziły oszczędnie, a pobrany azot — będą mogły w swym organizmie przerobić z jak największą korzyścią dla gospodarza, t. j. zużyć na wyprodukowanie możliwie najwyższej w danych warunkach przewyżki. W *minimum* zaś znajdzie się azot w nawiezionej glebie wów-

czas, jeżeli dawka nawozu azotowego będzie odpowiednio zastosowana do ilości wszelkich innych pokarmów, jakie roślina uprawiana będzie mogła podczas swego rozwoju czerpać, bądź z naturalnych zasobów gleby, bądź też z dostarczonych w nawozach fosforowych, potasowych, albo też wapiennych, używanych obok nawozów azotowych, oraz — do własności fizycznych gleby (mniej lub więcej wystarczającego zapasu wody) i stosunków klimatycznych.

Skrupulatny wymiar dawki nawozu azotowego wskazany jest osobliwie w tych razach, w których, w razie obecności w glebie azotu w pewnym nadmiarze, nietylko niepotrzebnie marnuje się pewną ilość pokarmu azotowego, lecz oprócz tego pogarsza się przez zbytnie wzbogacenie w azot wartość uprawianych płodów.

Obawiać się tego należy mianowicie przy uprawie na nawozach azotowych jęczmienia, kartofli i buraków cukrowych. Jęczmień bowiem, obfitujący w związki azotowe, jest dla celów browarnianych mniej odpowiedni, kartofle zawierające zbyt wiele azotu, zawierają mniej skrobi i są mniej smaczne, zaś buraki cukrowe zawierają mniej cukru, a prócz tego przeróbka ich w cukrowni jest więcej kosztowną. Pogorszenie jakości wskutek zbyt obfitego nawiezienia azotem, bywa nieraz bardzo znaczne. Tak np. znajdowano w ziarnie jęczmienia uprawianego:

nawóz dany na 1 *ha*:	zbiór z 1 *ha* ziarna	zbiór z 1 *ha* słomy	zawartość w ziarnie ciał bezazotowych
30 *kg* azotu w saletrze	23,6 *q*	36.9 *q*	11.02 *g*
30 *kg* azotu w saletrze	32.0 „	49.5 „	9.40 „
60 „ kwasu fosforowego w superfosfacie			
30 *kg* azotu w saletrze	34.0 „	51.2 „	9.10 „
60 „ kwasu fosforowego w superfosfacie			
90 „ tlenku potasowego w kainicie . .			

Ujemny wpływ na jakość tak na jęczmieniu, jak na kartoflach i na burakach, objawia się jednakże tylko wówczas, gdy azot znajduje się w pewnym nadmiarze wobec innych czynników, decydujących o rozwoju, wskutek czego roślina nie może wyprodukować przewyżki tak wysokiej, jakiej dozwalałby pokarm azotowy. Wogóle więc może prędzej nastąpić pogorszenie jakości uprawianego płodu, jeżeli nawóz azotowy stosuje się jednostronnie, a zagraża w mniejszym stopniu, jeżeli równocześnie z nawozem azotowym używa się innych nawozów pomocniczych. Wskazują to między innymi następujące rezultaty próby wykonanej z jęczmieniem w pewnem niemieckiem gospodarstwie:

bez nawozu azotowego . . . . 14.4 % ciał białkowych
na nawozie azotowym . . . . 19.9 „ „ „

w próbach zaś z burakami cukrowymi:

	cukru	ciał azotowych
bez nawozu azotowego . . .	13.3 %	0.87 %
nawiezionych saletrą	10.5 „	1.74 „
„ siarkanem amonowym	11.0 „	1.49 „

Jak zatem widzimy, jęczmień nawieziony samą saletrą, zawierał najwięcej ciał białkowych w ziarnie, z powodu stosunkowo niskiego plonu. Gdy zaś wskutek dodatku, obok azotu, kwasu fosforowego, możliwem się stało uzyskanie znacznie wyższego plonu, zawartość azotu w ziarnie znacznie się zmniejszyła. I w tym jednak przypadku, z powodu braku potasu, nie osiągnięto jeszcze największej produkcyi, to też wskutek dodatku, obok powyższych nawozów, także i kainitu, zmniejszenie zawartości azotu w jęczmieniu było jeszcze znaczniejsze.

Zasługuje też na uwagę, że nowsze odmiany uprawnych roślin, bardziej plenne, są na szkodliwy wpływ nawozu azotowego z powodów łatwo zrozumiałych, mniej czułe, niż odmiany dawniejsze. Odnosi się to w szczególności do buraków cukrowych i kartofli.

D. O właściwej porze rozsiewania nawozów azotowych.

Ponieważ azot narażony jest w glebie na stratę w daleko wyższym stopniu, aniżeli inne pokarmy roślinne, a prócz tego mniej lub więcej korzystne przerobienie przyswojonego przez rośliny azotu zależy w wysokim stopniu od tego, w jakim okresie rozwoju korzenie zdołały azot dostarczony w nawozie z ziemi pobrać, pora użycia nawozu azotowego rozstrzyga o jego lepszem, albo też gorszem działaniu. Jeżeli bowiem wprowadzi się jakikolwiek nawóz azotowy do ziemi w nieodpowiedniej porze, może znaczna część azotu uledz wypłukaniu, albo też będzie przez rośliny zużytą na wytworzenie organów, mających mniejszą wartość pieniężną.

Wobec takiego stanu rzeczy przedstawia dla praktycznego gospodarza bardzo wielkie znaczenie przedewszystkiem rozstrzygnięcie kwestyi, kiedy rozsiewać nawóz azotowy, przeznaczony pod oziminy. Rośliny bowiem ozime mają najdłuższy okres wegetacyi, a podczas zimy rozwój ich doznaje dłuższej przerwy; z góry więc można przypuszczać, że nie będzie dla nich rzeczą obojętną, kiedy się rolę zasili nawozem azotowym, czy w jesieni przed siewem, czy w jesieni podczas trwania wegetacyi, czy też dopiero na wiosnę.

Doświadczenia, wykonane w celu rozjaśnienia tej kwestyi, potwierdzają najzupełniej słuszność powyższych przewidywań. W próbach np. Wagnera, w których hodowano żyto na maleńkich poletkach, ogrodzonych do głębokości 133 *cm* blachą cynkową, okazały się w zbiorze ziarna i słomy bardzo znaczne różnice, zależnie od tego, w jakiej porze użyte nawozy azotowe—saletrę chilijską i siarkan amonowy—wprowadzono do ziemi. Przewyżki w sprzęcie masy roślinnej, wysuszonej na powietrzu, z poletek o powierzchni około $^1/_3$ m^2 były mianowicie następujące:

	rodzaj i pora użytego nawozu	dawka azotu w stosunku 1 *ha*	przewyżka w zbiorze wysuszonej masy w ziarnie	w słomie
a)	saletra na wiosnę. . . .	20—50 *kg*	12.9—37.6 *q*	51.0—120.4 *q*
b)	siarkan amonowy w jesieni	20—50 „	0.2— 7.5 „	9.0— 29.7 „
c)	siarkan amonowy w jesieni saletra na wiosnę. . . .	10 „ 10—40 „	7.6—28.5 „	32.6— 92.7 „
d)	saletra w jesieni . . . . „ na wiosnę	10 „ 10—40 „	7.6—28.9 „	41.9— 93.5 „

Najlepiej zatem działała saletra, użyta w całości dopiero na wiosnę, siarkan zaś amonowy, użyty wyłącznie w jesieni, działał bez porównania gorzej. Jeżeli zaś główną część azotu dano na wiosnę w saletrze, część zaś, bądź w siarkanie, bądź też w saletrze w jesieni, przewyżki w zbiorze były wcale znaczne, ale ustępowały — osiągniętym w kulturach, które całą porcyę azotu w saletrze otrzymały w porze wiosennej.

Wypadki uzyskane w Darmsztadzie niewątpliwie nieraz się powtórzą w praktyce. Błędnem byłoby jednakże mniemanie, że nigdy nie będzie inaczej, że zatem użycie nawozu azotowego przeznaczonego dla oziminy dopiero na wiosnę, będzie zawsze najwięcej racyonalne. Są bowiem próby, w których otrzymano rezultaty wprost niezgodne z rezultatami doświadczeń Wagnera. Użycie głównej porcyi nawozu azotowego w jesieni pod pszenicę okazało się mianowicie najwięcej korzystnem w doświadczeniach polowych, wykonywanych systematycznie przez siedm lat przez Hoppenstedta, w gospodarstwie własnem, na bardzo zwięzłych glinach i glinkach. Zbiór ziarna przeliczony na powierzchnię 1 *ha* wynosił mianowicie w latach 1882—1884 przeciętnie:

	ilość saletry użytej na 1 *ha*	ziarna pszenicy zebrano
a)	400 *kg* w jesieni	30.4 *q*
b)	200 „ w marcu i po 100 *kg* w kwietniu i maju .	18.3 „
c)	200 „ w jesieni, a po 100 *kg* w marcu i kwietniu .	25.6 „

w próbach zaś przeprowadzonych w peryodzie od 1890 do 1893 roku uzyskano średni zbiór:

	na dawce saletry na 1 *ha*	ziarna pszenicy
a)	250 *kg* w jesieni	26.4 *q*
b)	250 „ w marcu	20.3 „
c)	250 „ w maju	16.1 „
d)	200 „ w jesieni i 50 *kg* w marcu	27.8 „
e)	150 „ „ „ i 100 „ w marcu	27.7 „
f)	150 „ „ „ i po 60 „ w marcu i w maju .	31.1 „

Najkorzystniejsze działanie zatem stwierdzono w powyższych próbach na działach, na których saletrę rozsiano w jesieni w całości, albo też w przeważnej części, pozostawiając do wiosennego użytku mniejszą stosunkowo ilość. Saletra zaś wyłącznie na wiosnę zastosowana, działała daleko gorzej.

Wobec całkiem sprzecznych rezultatów doświadczeń z jednej strony Wagnera, z drugiej zaś strony Hoppenstedta, można spodziewać się w praktyce spotkania z dwoma skrajnymi przypadkami: w jednym użycie nawozu azotowego pod oziminę w jesieni będzie zbyteczne i wprost niekorzystne; w drugim zaś będzie wskazane wprowadzenie do gleby całej lub prawie całej przeznaczonej dawki azotu przed zimą. Wedle wszelkiego prawdopodobieństwa, przypadek pierwszy zdarzy się nierównie częściej, z drugim zaś wyjątkowo można będzie się spotkać na bardzo zwięzłych glebach, na których wypłukanie kwasu azotowego w jesieni i wcześnie z wiosną tak bardzo nie zagraża.

Oprócz tych dwóch skrajnych przypadków można się spotkać w praktyce jeszcze z trzecim, w którym zapewnia największą korzyść użycie stosunkowo małej dawki nawozu azotowego w jesieni, przed zasiewem lub po wzejściu, głównej zaś dawki w odpowiednim czasie na wiosnę. Taki przypadek możliwy jest przedewszystkiem na glebach bardzo ubogich w azot, które nie są w stanie dostarczyć oziminie pokarmu azotowego w ilości, wystarczającej na ubezpieczenie dosyć silnego przedzimowego rozwoju. Na glebach zamożniejszych zaś w azot może być potrzebne jesienne użycie nawozu wówczas, gdy z powodu spóźnionego siewu zachodzi obawa, że rozwój roślin, skazanych na żywienie się wyłącznie azotem gleby, nie będzie dostatecznie szybki, albo też gdy nieprzyjazne wpływy atmosferyczne, czy też szkodniki jakiekolwiek powstrzymają normalny rozwoj roślin i od przyspieszenia wegetacyi zależy dobre przetrwanie przez nie zimy.

W przypadku, w którym całą albo też główną porcyę nawozu azotowego wypada rozsiać dopiero na wiosnę, stoi jednakże gospodarz znowu wobec kwestyi, w jakiem stadyum rozwoju oziminy najlepiej uskutecznić nawożenie, aby zapewnić należyte wyzyskanie i przerobienie dostarczonego w nawozie azotu. Rozstrzygnięcie tej ważnej kwestyi ułatwiają rezultaty, otrzymane w doświadczeniach wazonowych Wagnera, przeprowadzonych w celu przekonania się, jak wpływa pora użycia saletry na wiosnę na rozwój zbóż jarych. Do jednego doświadczenia wybrano pszenicę jarą; saletrę dodawano w rozmaitej ilości w trzech terminach i stwierdzono następujące różnice w produkcyi ziarna i słomy:

ilość azotu dodanego na wazon w gramach			zbiór suchej substancyi		na 100 *g* słomy zebrano
27/IV	26 V	15/VI	w ziarnie	w słomie	ziarna
0	0	0	41.3 *g*	69.7 *g*	59 *g*
6	—	—	155.4 „	252.1 „	62 „
4	2	—	169.5 „	269.8 „	53 „
4	—	2	162.5 „	254.9 „	64 „
2	4	—	170.0 „	266.6 „	64 „
2	2	2	168.5 „	254.8 „	66 „
2	—	4	161.2 „	242.9 „	66 „
—	6	—	143.3 „	223.5 „	64 „
—	4	4	146.4 „	208.1 „	70 „
—	2	4	141.8 „	187.7 „	76 „
—	—	6	119.4 „	167.2 „	71 „

Porównanie liczb, podanych w powyższem zestawieniu prowadzi zatem do przekonania, że pora użycia nawozu azotowego wpływa bardzo wybitnie na stosunek pomiędzy ilością ziarna i słomy. Jeżeli mianowicie azot wprowadzi się do gleby wcześnie, roślina zużywa go na silniejsze rozkrzewienie i produkuje stosunkowo wiele słomy, a mniej ziarna. Jeżeli zaś dostarcza się jej nawozu azotowego w porze późniejszej, stosunek pomiędzy produkcyą słomy a ziarna jest daleko ciaśniejszy.

Zupełnie to samo spostrzeżono w drugiem doświadczeniu, wykonanem z owsem. Zauważono mianowicie, zależnie od pory użycia saletry, następujące różnice między wyprodukowaną ilością słomy i ziarna:

azot w saletrze dodany:	na 100 *g* słomy zebrano ziarna
cała dawka przy zasiewie . . .	48—56 *g*
w połowie przy zasiewie . . .	52—54 „
w połowie po rozkrzewieniu . .	
cała dawka po rozkrzewieniu . .	55—58 „
cała dawka podczas wykłaszania .	62—67 „

W rezultatach doświadczeń Wagnera znajdujemy więc bardzo cenną wskazówkę, w jaki sposób można przy stosowaniu nawozów azotowych pod ozime zboża uniknąć zbyt obfitej produkcyi słomy przy niezadawalającej produkcyi ziarna, zatem — niepożądanego skutku, który dawniej dość powszechnie dawał się zauważyć w praktyce rolniczej. Wobec mianowicie zebranych w tych doświadczeniach spostrzeżeń nie może podlegać wątpliwości, że dawniej całkiem mylnie przypisywano nawozom azotowym własność pobudzania głównie rozwoju słomy, z uszczerbkiem dla produkcyi ziarna. Przez dostarczenie bowiem roślinom zbożowym azotu w tym okresie rozwoju, w którym krzewienie ustaje, a wykształcenie kłosów i ziarna się rozpoczyna, można skierować azot w nawozie zawarty głównie do produkcyi cennego ziarna. Jeżeli zaś azotowy nawóz rozsieje się w niezbyt obfitej ilości za wcześnie, to rośliny zużyją pobrany azot na silniejsze rozkrzewienie się, zatem pomnożenie liczby źdźbeł, a nie znalazłszy następnie w glebie dostatecznej ilości azotu do wykształcenia na tych źdźbłach kłosów, dadzą istotnie w zbiorze mało ziarna, a stosunkowo wiele słomy.

Doświadczenia Wagnera, jak zatem widzimy, upoważniają do wniosku, że późniejsze rozsianie na oziminach saletry na wiosnę może zapewnić większą korzyść, aniżeli wcześniejsze. Nie należy stąd jednak bynajmniej wnosić, że zasilenie nawozem azotowym oziminy przed ustaniem krzewienia się nigdy i nigdzie nie będzie korzystne. Przeciwnie może nieraz bardzo skutecznie działać saletra, rozsiana wkrótce po obudzeniu się na wiosnę wegetacyi, jeżeli zapas azotu, znajdujący się w glebie,

jak również zebrany przez rośliny w czasie jesiennego wzrostu, nie wystarcza, aby zapewnić dosyć szybki i bujny rozwój, albo też jeżeli z powodu opóźnionej wiosny, przyspieszenie wegetacyi za pomocą nawozu azotowego, bardzo łatwo przyswajalnego rokuje pewne korzyści. W takim przypadku można przeznaczoną dawkę saletry rozłożyć na dwie porcye i jednę z nich rozsiać przed rozkrzewieniem, drugą zaś tuż przed wykłoszeniem, lub też podczas kłoszenia się zboża.

Warunki, w których będzie korzystniejsze wcześniejsze, albo też wyłącznie późniejsze rozsiewanie saletry na oziminie, nie dadzą się naturalnie teoretycznie ściśle określić, tak samo, jak niepodobna ogólnie oznaczyć wedle kalendarza najwłaściwszej do tej czynności pory. Do trafnego rozstrzygnięcia potrzebna jest inteligencya i znajomość nauki o żywieniu się roślin u gospodarującego, a z wielką pomocą przyjść ma mogą w tem zadaniu spostrzeżenia zebrane w próbach, wykonanych na miejscu. Zaznaczyć tu jeszcze tylko należy, że zbyt późne rozsianie saletry jest także niekorzystne, gdyż w takim razie roślina nie ma już czasu na przerobienie azotu, dostarczonego w nawozie. Okazało się to bardzo wyraźnie w doświadczeniu Wagnera z pszenicą, wyżej przytoczonem, w którem uzyskanie bardzo ciasnego stosunku między ilością słomy i ziarna, dzięki odkładaniu dodatku saletry aż po za maj, zostało opłacone zmniejszeniem zbioru, tak w słomie, jak i w ziarnie. Opóźnienie zatem rozsiania na wiosnę nawozu na oziminach nie powinno przekroczyć właściwej granicy, bo ostatecznie zysk z nawożenia nie jest największy wtenczas, gdy na wyprodukowaną ilość ziarna przypada niewiele słomy, ale wtedy, gdy produkcya ziarna jest możliwie najwyższa. Gorszego wyzyskania nawozu azotowego, później rozsianego, obawiać się szczególniej należy na ziemiach, mających słabszą siłę nawozową. Tu bowiem może stanąć na przeszkodzie normalnemu przerobieniu łatwo przyswajalnego azotu — brak choćby tylko jednego z niezbędnych pokarmów. Nie podlega wreszcie wątpliwości, że powierzchowne nawiezienie azotem zbóż ozimych na wiosnę, w późniejszym okresie rozwoju, nie ochroni przed skąpą produkcyą ziarna, jeżeli stan pogody nie dopuści należytego wykształcenia się ziarna. Taką naturalną przeszkodą w działaniu nawozów azotowych, przeciwko której niczem się nie można bronić, bywa najczęściej posucha, przyspieszająca dojrzewanie kłosów, z uszczerbkiem dla dorodności ziarna. W latach zatem, odznaczających się bardzo suchą wiosną, najlepiej użycia saletry na wiosnę na oziminach zaniechać.

Wskazówki co do najwłaściwszej pory rozsiewania saletry na wiosnę na zbożach ozimych, mają naturalnie pełne znaczenie i dla zbóż jarych. Jeżeli, czy to owies, czy też jęczmień, ma być saletrą zasilony, najczęściej osiągnie się na glebach stosunkowo zamożniejszych w azot lepszy skutek, jeżeli saletrę rozsieje się powierzchownie w tym okresie rozwoju, w którym zużycie azotu na produkcyę ziarna będzie najwięcej zabezpieczone. Jeżeli zaś gleba zawiera tak mało azotu, że dostatecznie silne rozkrzewienie zbóż jarych jest niemożliwe, w takim razie pewna dawka saletry, rozsiana przed zasiewem, albo też po zejściu, może nieraz okazać się bardzo skuteczną. Rozsiewanie przed wzejściem zaleca się przedewszystkiem na ziemiach zwięźlejszych. Na ziemiach zaś lekkich, łatwo przepuszczających wodę, z których deszcze łatwo mogą wypłukać saletrę, zanim wschodzące rośliny zaczną z niej korzystać, saletra po wzejściu dana, może z reguły lepiej działać jeżeli tylko znowu z powodu braku deszczu nie pozostanie zbyt długo bezużytecznie na powierzchni gleby. O wyborze najwłaściwszej pory nawożenia zbóż jarych może być naturalnie mowa tylko w razie użycia saletry chilijskiej. Jeżeli zaś używa się nawozów organicznych, lub też siarkanu amonowego, to trzeba je rozsiać przed zasiewem i do pewnej głębokości z ziemią wymieszać. W wyjątkowych tylko przypadkach, na ziemiach słabo absorbujących, można przeznaczyć siarkan amonowy do powierzchownego nawiezienia zasiewów w czasie wegetacyi.

Co się wreszcie tyczy nawożenia roślin okopowych, to w razie użycia saletry chilijskiej w różnych przypadkach bądź wczesne, bądź też późne rozsiewanie będzie najwięcej korzystne, a to zależnie od celu nawożenia, rodzaju gleby, od przebiegu pogody, oraz rodzaju uprawianej rośliny. Jeżeli chodzi, jak np. przy uprawie buraków, czy to cukrowych, czy też pastewnych, o przyspieszenie rozwoju roślin zaraz po wzejściu, a przeznaczona dawka nawozu jest skąpo wymierzona, to najlepsze uzyskuje się rezultaty, dając całą porcyę saletry przed zasiewem, wkrótce po zasiewie, albo też w czasie wschodzenia. Rozsianie

przed siewem jest najwięcej wskazane na glebach lepiej zatrzymujących wodę. Na glebach zaś łatwo przepuszczalnych mogą saletrę przed zasiewem do gleby wprowadzoną wypłukać w głąb deszcze, tak, że rośliny zaraz po wzejściu jej nie znajdą i cel nawożenia nie zostanie osiągnięty; rozsianie zatem powierzchowne, mniej lub więcej rychło po zasiewie, przynosi w tym przypadku zazwyczaj większą korzyść.

W razie użycia większych dawek saletry, również nie zaleca się, nawet na żwięźlejszej roli, wprowadzenia całej porcyi przed siewem. W takim bowiem razie ułatwia się skorupienie ziemi, albo też nawet i bezpośrednio opóźnia wschodzenie buraków. Na rolach zaś źle wodę zatrzymujących rozsiewanie większej dawki saletry w dwóch, albo nawet w trzech terminach, bezwarunkowo się zaleca, bo w ten sposób zabezpiecza się lepiej kwas azotowy przed wypłukaniem. W razie rozdzielenia saletry na dwie porcye, jedną nawozi się glebę przed siewem, albo w czasie wschodzenia, drugą zaś podczas pierwszego lub drugiego okopywania. Jeżeli zaś przeznaczona saletra ma być wprowadzoną do gleby w trzech terminach, w takim razie należy rozsiać równe ilości przed siewem lub po wzejściu, przed pierwszem i przy drugiem obsypywaniu. Na burakach cukrowych ostatnia porcya saletry powinna być rozrzucona powierzchownie co najpóźniej w końcu czerwca, w przeciwnym bowiem razie saletra może zniszczyć liście, na których zatrzymuje się w znaczniejszej ilości, a co ważniejsza, wykopane buraki w jesieni zawierają mniej cukru. Z tego ostatniego względu nie zaleca się też użycia pod buraki cukrowe nawozów organicznych, których azot dopiero w późniejszej, dla cukrowego buraka mniej właściwej porze, staje się dla korzeni dostępnym.

Na kartoflach małe dawki saletry zwykle działają najskuteczniej, jeżeli się je w całości wprowadzi do gleby przed sadzeniem, albo też po zasadzeniu, przed wzejściem. W pierwszym razie lepszy skutek zdarza się w latach z wiosną suchą, w drugim zaś, przeciwnie, spodziewać się należy lepszego działania w latach z obfitszym na wiosnę opadem atmosferycznym. Większą dawkę można rozsiewać w dwóch terminach, dając połowę przed sadzeniem, a drugą przed bronowaniem lub pierwszem okopywaniem. Użycie w późniejszym jeszcze terminie, o ile z nielicznych prób dotychczasowych wnosić można, nie jest do zalecenia.

E. O wyborze i wielkości dawek nawozów azotowych.

Z pomiędzy wszystkich nawozów azotowych nadaje się saletra chilijska do najwięcej wszechstronnego użycia. Ani siarkan amonowy, ani też nawozy organiczne nie mogą współzawodniczyć z saletrą przedewszystkiem w tych przypadkach, w których zachodzi potrzeba powierzchownego rozsiania nawozu azotowego w czasie wegetacyi. Wyjątkowo tylko, na bardzo słabo absorbujących amoniak, przepuszczalnych glebach, może być wówczas użyty zamiast saletry siarkan amonowy. Trudno również zastąpić saletrę jakimkolwiek innym nawozem, jeżeli pożądane jest działanie nawozu azotowego bardzo szybkie, np. w celu przyśpieszenia rozwoju opóźnionych zasiewów, albo też uszkodzonych, bądź przez nieprzyjazne wpływy atmosferyczne, bądź przez jakiekolwiek szkodniki.

W takich razach właściwie niema wyboru, gdyż tylko saletra odpowiada celowi nawożenia. Jeżeli natomiast nic nie przemawia przeciwko wprowadzeniu do gleby nawozu azotowego przed zasiewem, a prócz tego pożądane jest raczej powolniejsze działanie, aniżeli szybkie a zato krótkotrwałe,—można saletrę zastąpić innymi nawozami, skoro tylko można kupić w nich azot po cenie odpowiadającej ich nawozowej wartości. Ponieważ siarkan amonowy może nieraz dorównać w działaniu saletrze chilijskiej, wybór pomiędzy tymi dwoma nawozami jest możliwy i wtedy, gdy azot kosztuje w nich tak samo drogo. Ponieważ zaś wartość nawozowa organicznych nawozów jest w naszych stosunkach klimatycznych mniejsza aniżeli saletry, należy się spodziewać korzyści z ich użycia pospolicie tylko wtedy, gdy można nabyć w nich azot po niższej cenie, aniżeli w saletrze, i to tem niższej, im gorzej działają w porównaniu z saletrą.

Zarówno siarkan amonowy, jak i nawozy organiczne mogą zwykle współzawodniczyć z saletrą tylko na glebach, w których nie brak warunków niezbędnych dla ich korzystnego działania, zaś dobremu działaniu saletry może przeszkodzić wypłukanie kwasu azotowego. Takie stosunki spotyka się głównie na glebach lekkich przepusz-

czalnych, w których nitryfikacya i rozkład materyi organicznej odbywa się szybko. Nawozy organiczne mogą tu zastąpić z korzyścią saletrę w szczególności przy uprawie roślin okopowych, mających długi okres wegetacyi, jak marchwi i kartofli. Jeżeli zaś dobrego wyzyskania azotu, dodanego w postaci amoniaku albo też związków organicznych, nie dopuszcza pewien brak w glebie, który pozostaje bez wpływu na należyte działanie saletry, wówczas zastosowanie saletry większą zapewnia zazwyczaj korzyść. Tak np. wedle wszelkiego prawdopodobieństwa nie może się opłacić użycie siarkanu amonowego, choćby azot kosztował w tym nawozie (odpowiednio do różnicy w działaniu) stwierdzonej w wielu doświadczeniach Wagnera, nawet o 10% taniej, jeżeli saletra działa w tej glebie przez zawartość sodu, a siarkan amonowy, z powodu braku potasu, nie może być normalnie wyzyskany. Tak samo może być użycie siarkanu amonowego mniej korzystne, albo zgoła nieracyonalne, jeżeli saletra działa dobrze bez wapnienia, zaś amoniak siarkanu nie może być należycie wyzyskany przez rośliny w glebie nie wapnionej, z powodu zbyt powolnie odbywającej się przemiany na kwas azotowy.

Dokładna znajomość warunków, od których zależy lepsze wyzyskanie przez rośliny azotu z siarkanu amonowego oraz z nawozów organicznych, jak widzimy, pozwala do pewnego stopnia przewidzieć, czy zastąpienie w danym przypadku saletry chilijskiej którymkolwiek z owych nawozów rokuje jakąś korzyść. Najpewniejszą jednakże podstawę przy wyborze właściwego nawozu stanowią rezultaty próby, w odpowiedni sposób na miejscu w gospodarstwie wykonanej.

Zdobywszy za ich pomocą wiadomość, o ile nawozy azotowe, dostępne dla owego gospodarstwa, różnią się w miejscowych warunkach, co do wartości nawozowej i wiedząc, za jaką cenę można w każdym z probowanych nawozów nabyć azot, można dokładnie obliczyć, który nawóz najlepiej się opłaci. Przedsiębranie tego rodzaju praktycznych doświadczeń przedstawia wielką bardzo korzyść, gdyż stosowanie na ślepo nawozu, który gdzieś indziej okazał się najwięcej użytecznym, zwiększa za tym nawozem popyt, co wpływa naturalnie na podwyższenie jego ceny. W obec zmniejszonego przez to popytu na inne nawozy, cena azotu może w nich ulegać znaczniejszej obniżce. Z takiego zaś chwilowego obniżenia ceny azotu w pewnych nawozach może wiele skorzystać gospodarz, który wie z własnego doświadczenia, co może zapłacić za azot w taniejącym z powodu małego popytu nawozie.

Przy obliczeniu porównawczem kosztu użycia siarkanu amonowego i saletry, należy uwzględnić, że siarkan amonowy jest nawozem więcej skoncentrowanym, wskutek czego przewóz w nim azotu kosztuje prawie o czwartą część taniej niż w saletrze. Natomiast transport nawozów organicznych, które zawierają mniej azotu, kosztuje drożej niż przewóz saletry, tem więcej, że dla osiągnięcia tego samego skutku trzeba w nich dodawać do gleby nieraz znacznie więcej azotu niż w saletrze. Dla gospodarstw leżących daleko od stacyi dróg żelaznych i płacących drogo za transport nawozów koleją, różnica w kosztach transportu może rozstrzygać nieraz przy wyborze nawozu.

Do wypróbowania skuteczności siarkanu amonowego i nawozów organicznych powinna również zachęcać okoliczność, że nawozy te mogą być wyrabiane w kraju. Należałoby zatem stosować je wszędzie, gdzie można zastąpić niemi, choćby bez wielkiego zysku, lecz także i bez uszczerbku w czystym dochodzie, saletrę przywożoną z Ameryki.

Ponieważ rozmaite nawozy azotowe w różnych warunkach posiadają nie jednakową wartość nawozową, właściwa wysokość dawki musi zależeć, jak o tem już nieraz była wyżej mowa, od rodzaju wybranego nawozu. Nawozu, z którego azot jest bardzo dobrze wyzyskiwany, trzeba użyć stosunkowo mniej, aniżeli nawozu, w którym znaczna część azotu jest dla roślin niedostępną. Oprócz tego jednakże należy uwzględnić przy oznaczaniu dawki nawozu azotowego inne bardzo ważne czynniki, a w szczególności—cel nawożenia.

Jeżeli celem nawożenia jest zwiększenie produkcyi na glebie, która jest stosunkowo ubogą w azot i z własnych zasobów nic ponad pewne, niewystarczające dla osiągnięcia pożądanej podwyżki maximum nie jest w możności dostarczyć uprawianej roślinie, należy wymierzyć w nawozie dawkę azotu ściśle odpowiadającą najwyższej przewyżce, jaką w miejscowych stosunkach klimatycznych na owej glebie można wyprodukować. Nadmiar azotu nie powinien być nigdy do gleby wprowadzany, ponieważ w takim razie może nastąpić, jak to wyżej obszerniej przedstawiliśmy, niepożądane

wzbogacenie sprzątniętych płodów w związki azotowe, azot zaś nie wyzyskany z nawozu przez pierwszą roślinę zbyt łatwo może być, wskutek wypłukania przedewszystkiem, stracony dla następujących płodów. Nawozy azotowe z reguły zatem daje się na rok jeden i żąda, aby zastosowanie ich przy sprzyjającym przebiegu pogody stanowczo się opłaciło w pierwszym zaraz roku.

Dla obliczenia ilości azotu potrzebnej dla uzyskania oznaczonej przypuszczalnie przewyżki, potrzeba naturalnie wiedzieć, ile azotu będzie się przy normalnem zużyciu w owej przewyżce znajdowało, prócz tego zaś—jaką część z całej ilości azotu będzie mogła pobrać uprawiana na nawozie roślina. W celu ułatwienia podobnych obliczeń podajemy za Wagnerem ilości azotu w kwasie azotowym oraz ilości saletry, potrzebne dla wyprodukowania 100 *kg.* ziarna względnie 1.000 *kg.* kłębów lub korzeni najważniejszych roślin uprawnych wraz z odpowiednią ilością słomy lub łodyg i liści. Są one następujące:

dla wyprodukowania	potrzeba azotu w kwasie azotowym	potrzeba saletry
100 *kg* ziarna owsa	3.7 *kg*	24 *kg*
„ „ „ pszenicy	5.0 „	32 „
„ „ „ żyta	5.0 „	32 „
„ „ „ jęczmienia	3.9 „	25 „
„ „ „ rzepaku	8.6 „	56 „
1000 „ kłębów kartofli	4.3 „	28 „
„ „ korzeni buraków cukrowych .	2.4 „	16 „
„ „ „ „ pastewnych .	2.9 „	19 „
„ „ marchwi	3.0 „	19 „

W powyższych obliczeniach przyjęto, że z azotu w saletrze dodanego mogą w najwięcej przyjaznych warunkach wyzyskać w pierwszym zaraz roku:

kartofle, buraki, marchew . .	90 %
owies	75 „
jęczmień, pszenica i żyto . .	60 „
rzepak.	55 „

Jeżeli z powodu wypłukania z gleby części kwasu azotowego, wyzyskanie azotu będzie gorsze, potrzebne będą dla osiągnięcia tych samych przewyżek w plonie ilości saletry odpowiednio większe. Co się zaś tyczy innych nawozów azotowych, to dla wyprodukowania 100 *kg.* ziarna, czy też 1.000 *kg.* organów podziemnych tychże samych roślin, potrzeba dodawać w nich o tyle więcej azotu, o ile gorszem będzie spodziewane wyzyskanie. W tych zatem np. warunkach, w których azot amoniakalny działa o 10 % gorzej niż azot saletry, trzeba dawać w siarkanie amonowym dla osiągnięcia tego samego rezultatu 10 % więcej azotu niż w saletrze.

W celu uchronienia się przed wprowadzeniem do gleby w nawozie zbytecznego nadmiaru azotu, należy naturalnie zwrócić uwagę na to, czy brak jakiegoś innego pokarmu np. kwasu fosforowego, albo też tlenku potasowego nie stanie na przeszkodzie wyprodukowaniu tak znacznej masy roślinnej, na jaką wystarcza zastosowany nawóz azotowy. Dla tego to z reguły należy trzymać się daw k skromniejszych, jeżeli nawozi się glebę azotem jednostronnie, na większe zaś decydować się wówczas, gdy równocześnie z nawozem azotowym używa się jeszcze innego nawozu pomocniczego, zawierającego pokarm będący w glebie obok azotu w *minimum*. Unikać również należy silnych dawek nawozu azotowego na roli, na której w roku poprzednim uprawiano roślinę motylkową, pozostawiającą po sobie glebę nietylko nie zubożoną, lecz przeciwnie wzbogaconą w azot. Po takim przedplonie nieraz azotowy nawóz wcale nie działa, a dla zbóż może być nawet szkodliwym, gdyż usposabia je do wylegania.

Skoro zastosowanie nawozu azotowego ma na celu dostarczenie uprawianej roślinie całej ilości azotu potrzebnej do wyprodukowania pożądanej przewyżki, użycie bardzo małych dawek nieraz nie przedstawia żadnej korzyści, osobliwie, jeżeli wprowadza się nawóz do gleby zbyt wcześnie.

W takich razach bowiem, roślina zużywa pobrany z nawozu azot na silniejszy rozwój organów, nie będących głównym celem uprawy, a spotkawszy się następnie, podczas wykształcania się ziarna lub kłębów czy korzeni, z brakiem azotu w glebie, nie może dać zadowalającego zbioru. Takiego niepomyślnego rezultatu należy się szczególnie obawiać przy zastosowaniu bardzo skromnej dawki nawozu szybko przyswajanego, a mianowicie saletry.

Bardzo słabe natomiast dawki nawozu azotowego mogą się znakomicie opłacić na glebach zamożniejszych w azot, jeżeli nawożenie ma na celu przyśpieszenie wegetacyi w pewnym okresie rozwoju jakiejkolwiek rośliny. W tym przypadku do wyprodukowania przewyżki przyczynia się głównie azot gleby, azot zaś nawozu, wzmacniając niejako zasiloną nim roślinę, umożliwia jej korzystanie w wyższym stopniu z azotu dostarczanego przez glebę. Użycie nawozu azotowego w tym celu, a więc np. dla pobudzenia wegetacyi opóźnionych zasiewów, dla ułatwienia wschodzącym posiewom walki z nieprzyjaznymi wpływami atmosferycznymi albo ze szkodnikami, może też znaleźć zastosowanie nawet w gospodarstwie ekstensywnie prowadzonem, ponieważ nie pociąga za sobą wielkiego kosztu i przedstawia bardzo małe ryzyko.

Ponieważ przewyżki w plonie, jakie w rozmaitych gospodarstwach można uzyskać dzięki zastosowaniu nawozów azotowych, znacznie między sobą się różnią, spotykamy w dawkach nawozów azotowych, stosowanych w praktyce, bardzo znaczne wahania. Wedle zebranych z praktyki wiadomości, daje się pod najważniejsze rośliny uprawne następujące ilości azotu w saletrze chilijskiej:

	na hektar kilogramów	na mórg polski funtów
zboża	15—60	20— 80
kartofle	25—50	35— 70
buraki cukrowe, marchew i cykorya	25—60	35— 80
buraki pastewne	30—75	40—100
rośliny olejne	25—60	35— 80
tytoń	15—30	20— 40

Powyższym ilościom azotu odpowiadają dawki saletry prawie $6^1/_2$ razy większe, zaś siarkanu amonowego w tych przypadkach, w których obydwa wymienione nawozy jednakowo dobrze działają, około 5 razy większe. Przyjmujemy przy wyliczeniu tych mnożników normalną zawartość azotu w saletrze około $15^1/_2$ %, a w siarkanie amonowym około 21 %.

Zauważyć tu wypada, że w razie stosowania nawozu azotowego na glebach z natury zasobniejszych w azot, w celu chwilowego pobudzenia wegetacyi, można z korzyścią używać nawet mniejszych dawek od najniższych podanych w powyższem zestawieniu, osobliwie wówczas, gdy nie zachodzi potrzeba równomiernego nawiezienia całego łanu, lecz tylko pewnych miejsc ze słabszą wegetacyą.

Od rodzaju wybranego nawozu zależy głównie sposób wprowadzenia go do gleby. Nawozy azotowe organiczne powinny być po rozsianiu przyorane do tej głębokości, do jakiej przykrywa się na zasilonej niemi roli zwykle nawóz stajenny. Nawozy te bowiem, tak samo jak nawóz stajenny, mogą skutecznie działać tylko wtedy, gdy po wymieszaniu z ziemią znajdą się w warunkach sprzyjających rozkładowi. Siarkan amonowy potrzebuje również, osobliwie na glebach silniej absorbujących amoniak, wymieszania do znaczniejszej głębokości. Tylko dla jednej saletry chilijskiej, przed zasiewem na roli rozrzuconej, wystarcza najczęściej płytsze wbronowanie. Jeżeli jednakże gleba jest bardzo zwięzła, jeżeli ma skłonność do skorupienia i jeżeli saletrę daje się pod rośliny głęboko się korzeniące, w celu zaopatrzenia ich w pokarm azotowy, nietylko wkrótce po wzejściu, lecz również i w późniejszym okresie rozwoju, umieszczenie saletry w większej głębokości będzie również właściwsze. Przy uprawie buraków zauważono np. nieraz korzystniejsze działanie saletry pługiem przyoranej, aniżeli wymieszanej z ziemią za pomocą brony.

Jeżeli rozsiewanie nawozów azotowych odbywa się ręcznie, należy użyty nawóz, w celu zabezpieczenia równomiernego nawiezienia całej powierzchni, zmieszać z pewną ilością piasku lub sypkiej ziemi. Potrzebne to jest osobliwie przy rozsiewaniu nawozów mineralnych, które są zazwyczaj nieco wilgotne i rozrzucane bez piasku lub ziemi zbijają się w mniejsze lub większe bryłki. Ilość materyału ziemistego najlepiej tak dobierać, aby niezależnie od wielkości przeznaczonej dawki nawozu, siewacz dostawał zawsze do rozsiania na pewnej powierzchni jednakową objętość mieszaniny. Wówczas nabierze wprawy i przyzwyczai się brać na raz do ręki tyle nawozu, ile potrzeba, aby cała powierzchnia pola otrzymała ilość azotu odpowiadającą ustanowionemu wymiarowi, jak również, aby na ostatku nie zabrakło rozsiewanej mieszaniny. Bardzo miałkie i lekkie nawozy organiczne trzeba mieszać z ziemią lekko wilgotną, aby uniknąć unoszenia podczas rozsiewu przez wiatr. Przy rozsiewaniu maszynowem, za pomocą specyalnych potrząsaczów do nawozów (p. Machiny rolnicze str. 142), dodatek piasku lub ziemi jest zbyteczny.

W razie gdy oprócz nawozu azotowego ma być równocześnie wprowadzony do gleby inny jeszcze nawóz pomocniczy, który może być po rozsianiu wymieszany z ziemią w taki sam sposób jak użyty nawóz azotowy, można często z korzyścią odrazu rozsiewać nawozy dokładnie ze sobą zmieszane. Rozsiewanie każdego nawozu z osobna, jakkolwiek kosztowniejsze, zaleca się jednakże w tych przypadkach, w których zmieszanie nawozów przed ich rozsianiem może dać powód do straty pewnej ilości azotu.

Z tego właśnie względu należy unikać mieszania ze sobą następujących nawozów, przedewszystkiem wtedy, gdy mieszanina nie może być dosyć rychło na polu rozrzucona:

1. Saletry chilijskiej z superfosfatami zawierającymi wolny kwas fosforowy lub też związki organiczne; w pierwszym bowiem przypadku może kwas fosforowy rozkładać azotan sodowy, wydzielając z tej soli łatwo ulatniający się kwas azotowy, w drugim zaś—kwas azotowy może uledz denitryfikacyi w skutek rozkładu materyi organicznej w obec utrudnionego dostępu powietrza do mieszaniny w większą kupę złożonej.

2. Siarkanu amonowego z nawozami zawierającymi znaczniejszą ilość wolnego tlenku wapniowego, a zatem z wapnem palonem, miałem wapiennym, mąką żużlową, ponieważ tlenek wapniowy uwalnia amoniak z połączenia z kwasem i przeprowadza w stan lotny; z tego samego powodu nie jest właściwem mieszanie z wymienionymi materyami nawozów organicznych, w których pewna ilość azotu znajduje się w postaci amoniaku związanego.

II. Nawozy fosforowe.

Rośliny pobierają fosfór w postaci kwasu fosforowego, wszelkie zaś inne połączenia fosforu, bądź z tlenem, bądź z innymi pierwiastkami, są dla nich nieodpowiednie. W celu zatem zasilenia gleby można używać tylko takich materyałów, które zawierają kwas fosforowy lub jego sole, tak zwane fosforany.

Wedle chemicznego składu i sposobu powstawania, możemy uważać kwas fosforowy jako połączenie bezwodnika fosforowego (P_2O_5) z wodą. Zależnie od tego, czy na jedną drobinę bezwodnika przypadają trzy, dwie, lub też tylko jedna drobina wody, powstają odrębne związki, tak że kwas fosforowy istnieje w trzech różnych odmianach. Znamy mianowicie: kwas ortofosforowy, kwas pyrofosforowy i kwas metafosforowy. Skład chemiczny tych kwasów i wzajemny ich do siebie stosunek przedstawiają następujące wzory chemiczne:

$$P_2O_5 + 3H_2O = H_6P_2O_8 = 2H_3PO_4 \text{ — kwas ortofosforowy}$$
$$P_2O_5 + 2H_2O = H_4P_2O_7 \text{ — kwas pyrofosforowy}$$
$$P_2O_5 + H_2O = H_2P_2O_6 = HPO_3 \text{ — kwas metafosforowy}$$

Wszystkie te kwasy, łącząc się z metalami, tworzą sole, zwane, odpowiednio do rodzaju kwasów, ortofosforanami, pyrofosforanami i metafosforanami. Z pomiędzy nich najwięcej rozpowszechnione są w naturze ortofosforany, nazywane, wedle utartego zwyczaju, poprostu fosforanami. Skoro powstający podczas palenia się fosforu bezwodnik fosforowy wejdzie w styczność z parą wodną lub wodą, tworzy się zawsze kwas ortofosforowy, zwany również pospolicie, dla krótkości, fosforowym. Zarówno

zaś kwasy pyrofosforowy i metafosforowy, jak i sole tych kwasów: pyrofosforany i metafosforany, tworzą się przez prażenie w wyższej temperaturze kwasu fosforowego zwykłego, względnie zwyczajnych fosforanów, a zamieniają się napowrót na kwas fosforowy lub fosforany, jeżeli pozostają przez czas dłuższy w zetknięciu z wodą. Przemianie tej ostatecznej ulega daleko łatwiej kwas metafosforowy i jego sole, aniżeli kwas pyrofosforowy; pyrofosforany zaś przechodzą na ortofosforany dopiero podczas gotowania z kwasami mineralnymi.

Z powodu trudnej rozpuszczalności pyrofosforanów, fosfór w nich zawarty jest dla korzeni roślinnych bardzo trudno dostępny. Metafosforany, jak to wykazały ogłoszone niedawno doświadczenia Maerckera, działają na rozwój rośliny równie dobrze, jak fosforany zwykłe, rozpuszczalne w wodzie, niezawodnie wskutek łatwej stosunkowo przemiany na te ostatnie w obecności wody w ziemi.

Z pomiędzy soli kwasu ortofosforowego, czyli, jak je będziemy w dalszym ciągu stale nazywać, fosforanów, znajdujemy w nawozach najczęściej sole wapniowe, czyli t. zw. fosforany wapniowe. Zależnie od ilości tlenku wapniowego i od ilości pozostałej jeszcze niezastępionej nim w kwasie wody, odróżniamy fosforan jednowapniowy, dwuwapniowy i trójwapniowy. Różnice zachodzące w ich własnościach, oraz w składzie chemicznym, przedstawiają się, jak następuje:

		zawartość bezwodnika kwasu fosforowego	zawartość tlenku wapniowego	składników wody	na 1 część kwasu fosforowego przypada tlenku wapniowego	rozpuszczalny
fosforan jednowapniowy	$CaH_4P_2O_8$ ($CaO+P_2O_5+2H_2O$)	60.69 %	23.93 %	15.38 %	0.394 części	w wodzie
fosforan dwuwapniowy	$CaH_2P_2O_8$ ($2CaO+P_2O_5+H_2O$)	52.20 „	41.18 „	6.62 „	0.788 „	w cytrynianie amonowym
fosforan trójwapniowy	$Ca_3P_2O_8$ ($3CaO+P_2O_5$)	45.81 „	54.19 „	— „	1.183 „	w kwasach mocniejszych

Oprócz wymienionych powyżej fosforanów wapniowych, oddawna znanych, istnieje jeszcze fosforan, odkryty przed kilkunastu laty w żużlach Thomasa, t. zw. fosforan czterowapniowy. Zawiera on tlenku wapniowego jeszcze więcej niż trójwapniowy, znaleziono bowiem w kryształach tego połączenia:

bezwodnika kwasu fosforowego	38.80 %
tlenku wapniowego . .	61.20 „
na 1 część kwasu tlenku wapniowego . . .	1.576 części

Skład chemiczny ten odpowiada w zupełności wzorowi $4CaO+P_2O_5$, czyli $Ca_4P_2O_3$. Ponieważ, jak to widzimy w zamieszczonem wyżej zestawieniu, rozpuszczalność fosforanów zmniejsza się w miarę zwiększającej się w nich zawartości tlenku wapniowego, możnaby przypuścić, że fosforan czterowapniowy będzie jeszcze trudniej rozpuszczalnym, aniżeli fosforan trójwapniowy. Tymczasem rzecz się ma zupełnie przeciwnie, gdyż fosforan czterowapniowy, znajdujący się w żużlach Thomasa, rozpuszcza się dosyć łatwo w cytrynianie amonowym, zatem co do stopnia rozpuszczalności, stoi blisko fosforanu dwuwapniowego.

Do ważniejszych połączeń kwasu fosforowego z wapnem, obchodzących bliżej rolnika, należy jeszcze, oprócz wymienionych wyżej, podwójna sól wapniowa kwasów fosforowego i krzemowego, odkryta w postaci charakterystycznych kryształów również w żużlach Thomasa, mianowicie t. n. krzemofosforan wapniowy. Skład chemiczny czystych kryształów tego podwójnego połączenia, dającego się wyrazić wzorem $5CaO.P_2O_5.SiO_2$, czyli $Ca_3P_2O_8.Ca_2SiO_4$, przedstawia się jak następuje:

bezwodnika kwasu fosforowego	29.46 %
tlenku wapniowego . .	58.09 „
bezwodnika kwasu krzemowego	12.45 „
na 1 część kwasu fosforowego przypada:	
tlenku wapniowego . .	1.972 części
kwasu krzemowego . .	0.423 „

Jakkolwiek w skład tej podwójnej soli wchodzi, jak to widać z chemicznego wzoru, fosforan trójwapniowy, stoi ona pod względem rozpuszczalności na równi z fosforanem czterowapniowym, zawiera bowiem kwas fosforowy w stanie rozpuszczalnym w cytrynianie amonowym.

Oprócz fosforanów wapniowych, zawierają, niektóre przynajmniej nawozy, fosforany glinowe i żelazowe, rozmaitego składu chemicznego. Niektóre z tych fosforanów pod względem rozpuszczalności dorównywają fosforanowi dwuwapniowemu; w ogóle zaś fosforany glinowe odznaczają się rozpuszczalnością większą, aniżeli żelazowe.

Spotykamy się wreszcie w nawozach także i z wolnym kwasem fosforowym (H_3PO_4), który w wodzie bardzo łatwo się rozpuszcza. Fosforany natomiast alkaliczne: potasowe, sodowe lub amonowe, z powodu swej wysokiej ceny, nie są na nawóz używane.

A. Opis nawozów fosforowych.

Zależnie od stopnia rozpuszczalności związków, w których kwas fosforowy znajduje się w rozmaitych nawozach, możemy je rozdzielić na trzy następujące grupy, co do nawozowej wartości znacznie między sobą się różniące:

Pierwsza grupa obejmuje nawozy, zawierające kwas fosforowy, przeważnie w związkach nierozpuszczalnych ani w wodzie, ani w cytrynianie amonowym, ani też w słabszych kwasach organicznych. Rozpuszczają je dopiero silniejsze kwasy mineralne. Nazywać je będziemy nawozami z kwasem fosforowym nierozpuszczalnym.

Do drugiej grupy należą nawozy z kwasem fosforowym rozpuszczalnym w zwykłej temperaturze w czystej wodzie.

Trzecią wreszcie grupę stanowią nawozy, z których roztwór wodny cytrynianu amonowego, kwaśny albo też alkaliczny, rozpuszcza kwas fosforowy całkowicie, lub też w bardzo znacznej części. Związki fosforowe w nawozach tu należących się znajdujące, rozpuszczają się także w małej części w wodzie.

I. Nawozy z kwasem fosforowym w związkach nierozpuszczalnych.

Reprezentantami głównymi nawozów tej grupy są: mąki z apatytów i fosforytów mineralnych, guana fosfatowe, popiół kostny, wapno klejowe, oraz węgiel kostny. Zawierają one kwas fosforowy prawie wyłącznie w fosforanie trójwapniowym.

1. Mączki fosforytowe. Materyałem. służącym do wyrobu mączek fosforytowych są fosforyty mineralne (patrz „Fosforyty“), francuskie, belgijskie, rosyjskie i amerykańskie. Fosforyty francuskie należą do najdawniej zużytkowywanych w celach rolniczych. Znajdują się one w bardzo wielu departamentach, głównie zaś w departamentach: Ardennes, Meuse, Pas de Calais i Somme; w ostatnim odkryto je dopiero przed kilkunastu laty w postaci sypkich piasków, nagromadzonych w pokładach kredowych, w olbrzymich wyżłobieniach stożkowatego kształtu, znajdujących się stosunkowo płytko pod powierzchnią ziemi, bo przykrywa je warstwa gliny tylko 80 do 1200 *cm* gruba. Pokłady francuskich fosforytów zawierają zapas kwasu fosforowego prawie niewyczerpalny.

Później znacznie odkryto i zaczęto eksploatować dla celów rolniczych fosforyty belgijskie i amerykańskie. Fosforyty belgijskie znajdują się w najobfitszych pokładach na prawym brzegu rzeki Mozy, w okolicy Rocour i Bottem. Powstały one głównie ze szkieletów zwierzęcych, nagromadzonych w wielkiej masie w tufach wapiennych, z których woda wypłukała węglan wapniowy, a pozostawiła bezporównania trudniej rozpuszczalny fosforan trójwapniowy. Pochodzenie belgijskich fosforytów zdradza dobrze jeszcze zachowana struktura porowata kości, która wyrobiła im nazwę *ossofosfatów*. Z powodu tej struktury, znacznej zawartości kwasu fosforowego (50 do 60 % fosforanu trójwapniowego), jak wreszcie z powodu małej ilości węglanu wapniowego i tlenku żelazowego (główną domieszkę stanowią części nierozpuszczalne w kwasach), są one bardzo cenione. W stanie zmielonym puszczają je w Niemczech w handel pod nazwą patentowanych albo preparowanych mączek fosfatowych.

Większe jeszcze znaczenie, aniżeli fosforyty belgijskie, mają obecnie fosforyty amerykańskie, znajdujące się w stanie Ca-

rolina (na pow. około 1000 mil kw.), oraz na półwyspie Florida (na całym półwyspie o pow. mniej więcej 1900 mil kw.), na wschodnim brzegu Ameryki północnej. Tworzą one litą skałę, albo występują w postaci brył twardych, różnej wielkości, w pokładach gliny lub miałkiego piasku, lub na dnie rzek. Zależnie od miejsca znalezienia otrzymują utarte w handlu nazwy: fosforytu skalistego *(rockphosphate)*, oraz rzecznego *(riverphosphate)*. Fosforyty amerykańskie są bardzo zamożne w kwas fosforowy, zawierają bowiem 60 do 80% fosforanu trójwapniowego. Główna ilość przywożonych do Europy fosforytów amerykańskich pochodzi z półwyspu Florida. Wedle statystycznych dat za rok 1892 roczna produkcya mączki z fosforytów południowej Caroliny wynosiła 6 milionów, a na półwyspie Florida 2 miliony cetn. metr., z czego same Stany Zjednoczone zużyły około 5 milionów cetnarów.

Niezmierzone zapasy kwasu fosforowego znajdują się w pokładach fosforytów rosyjskich, dotychczas jeszcze na zbyt małą skalę eksploatowanych. Najobficiej uposażona jest w fosforyty część północna i środkowa Rosyi, gdzie pokłady fosforytów zajmują powierzchnię około 20 milionów hektarów, a wydajność przeciętną jednego hektara obliczają na 150 do 600 tysięcy cetn. metr. Fosforyty północno i środkowo rossyjskie występują w kredowej formacyi, w postaci bezkształtnych brył, grud i żwirów. Zawartość fosforanu trójwapniowego wynosi 30 do 60%, resztę stanowią prawie wyłącznie krzemiany nierozpuszczalne w kwasach, domieszka zaś węglanu wapniowego bywa bardzo nieznaczna. Od pewnego czasu eksploatacya tych fosforytów dla celów rolniczych zaczyna się coraz więcej rozszerzać i ma przed sobą wielką przyszłość.

W celu dania wyobrażenia o rozmiarach eksploatacyi i zużycia fosforytów mineralnych, podajemy tu ilości produkowane i konsumowane w rozmaitych krajach, wedle statystycznych sprawozdań z 1892 roku:

	produkcya	konsumcya
Stany Zjednoczone . . .	8,000,000 *q*	5,000,000 *q*
Francya . . .	4,500,000 „	3,500,000 „
Belgia . . .	2,000,000 „	750,000 „
Niemcy . . .	400,000 „	2,500,000 „
Anglia . . .	200,000 *q*	3,000,000 *q*
Norwegia, Rosya, Kanada i t. d. .	1,150,000 „	1,500,000 „
	16,250,000 *q*	16,250,000 *q*

Fosforyty mineralne zmielone, zmieszane z wapnem palonem i następnie zlasowane wodą, sprzedają pod nazwą *mączek fosforytowych preparowanych lub patentowanych*. Postępowanie to ma na celu przeprowadzenie kwasu fosforowego w stan łatwiej przyswajalny, celu tego jednakże nie osięga. Próbowano również zamienić fosforyty obfitujące w węglan wapniowy, zapomocą silnego prażenia, w nawóz zbliżony własnościami do mąki żużlowej Thomasa. Okazało się to możliwem, jednak z powodu zbyt znacznego kosztu niewykonalnem w praktyce.

2. Guana fosforowe. Kwas fosforowy, znajdujący się w guanach pochodzi ze szczątków zwierzęcych, przeważnie szkieletów ptaków morskich, nagromadzonych w wielkich ilościach, razem z odchodami, jajami, piórami i t. p. na wybrzeżach skalistych małych wysepek, leżących w gorącej strefie. Szczątki te ulegały szybko rozkładowi z powodu wysokiej temperatury i zabezpieczenia dostatecznej wilgotności, dzięki rozpylaniu wiatrem wody burzliwego oceanu, a produkty rozkładu poczęści ulatniały się, poczęści wyługowane zostały przez skraplającą się z przesyconego wilgocią powietrza wodą morską. Na miejscu pozostały przeważnie nierozpuszczalne sole kwasu fosforowego, które po długich szeregach lat utworzyły nadzwyczaj obfite pokłady guana bezazotowego, w postaci piasków lub zwirów, luźnych albo też powrastanych w skaliste podłoże.

Najwięcej obfite pokłady guan fosforowych znaleziono na wysepkach oceanu Spokojnego: Baker, Jarvis, Howland i Enderbury, z których przywożono je dawniej w bardzo wielkich ilościach do Europy. Obecnie z powodu wyczerpywania się pokładów i konkurencyi fosforytów mineralnych, dowóz stale się zmniejsza. W roku np. 1890 przywieziono do portów europejskich Hamburga i Harburga tylko 250,000 centnarów metrycznych, a w następnym 450,000 centnarów metr., zatem w porównaniu z przywożoną ilością fosforytów amerykańskich, stosunkowo bardzo niewie-

le. Zawartość kwasu fosforowego w guanach, pochodzących z wymienionych wysepek w postaci fosforanu trójwapniowego, wynosi 20 do 37%. Najuboższem jest guano Jarvis, najzamożniejszem zaś w kwas fosforowy guano Enderbury.

Znaleziono również obfite pokłady guana bezazotowego w Ameryce południowej u stóp góry Morro de Mejillones, między Chili a Boliwią, odznaczającego się charakterystycznem ciemno-ceglastem zabarwieniem, oraz zawartością, obok fosforanu trójwapniowego, znaczniejszej ilości fosforanu dwumagnowego. Znaleziono mianowicie np. w jednej próbie:

fosforanu trójwapniowego	($Ca_3 P_2 0_8$) . .	60.56%
fosforanu dwumamagnowego . .	($Mg_2 H_2 P_2 0_8$).	17.96 „

Tej ilości fosforanów odpowiada zawartość kwasu fosforowego 38.40%. Guano Mejillones było niegdyś bardzo cenionym materyałem do wyrobu superfosfatów. Obecnie znika coraz więcej w handlu portowym.

W pewnem pokrewieństwie co do pochodzenia pozostają z guanami t. zw. fosforyty guanowe. Są to utwory nowsze, powstałe wskutek infiltracyi kwasu fosforowego z guan w skalistą masę podłoża i osadzenia się w niem w postaci nierozpuszczalnych połączeń. Do rzędu takich fosforytów guanowych należy między innemi fosfat z wyspy Redonda, zawierający kwas fosforowy w postaci fosforanu glinowego, a głośny z powodu dosyć rozpowszechnionego do niedawna jeszcze fałszowania nim mąki z żużli Thomasa.

3. Popiół kostny. Materyału tego dostarcza rolnictwu europejskiemu Ameryka południowa z zapasów, nagromadzonych w stanach La-Plata i brazylijskiej prowincyi Rio-Grande, gdzie z powodu braku lasów używają kości jako materyału opałowego, przy wytapianiu tłuszczu i wyrobie mięsnego ekstraktu. Popiół kostny składa się z mocno wypalonych, białych i niedopalonych, czarnych lub szarych okruchów, o strukturze porowatej, a zawiera, obok paru procentów fosforanu dwuwapniowego, 70 do 80% fosforanu trójwapniowego. Znajduje się zwykle również pewna część kwasu fosforowego w postaci pyrofosforanów, wytworzonych pod wpływem wysokiej temperatury ze zwykłych fosforanów. Pomiędzy domieszkami występuje w znaczniejszej ilości piasek, w mniejszych zaś ilościach — niedopalona materya organiczna, fluorek, węglan oraz tlenek wapniowy. Dowóz popiołu kostnego znacznie się zmniejszył, z powodu wyczerpania starych zapasów i niezbyt wielkiej obecnej produkcyi.

4. Wapno klejowe. *(Leimkalk.* Otrzymuje się jako uboczny odpadek przy fabrykacyi pewnych gatunków kleju kostnego. Fabrykacya polega na tem, że kości, przeważnie chrząstkowate, maceruje się w roztworze kwasu solnego, w którym sole mineralne, jak fosforan i węglan wapniowy, rozpuszczają się i oddzielają od nierozpuszczalnej osseiny, wypłukaną osseinę zamieniają następnie zapomocą gotowania w klej, do odcedzonego zaś roztworu dodaje się, w celu strącenia kwasu fosforowego, nadmiar mleka wapiennego. Wydzielony osad fosforanu trójwapniowego wyciska się na prasach i trzyma przez dłuższy czas na wolnem powietrzu, aby deszcze wypłukały utworzony równocześnie z fosforanem, bardzo łatwo rozpuszczalny w wodzie chlorek wapniowy, poczem suszy w suszarniach. Skład chemiczny wapna klejowego jest mniej więcej następujący:

fosforanu trójwapniowego .	65%
węglanu wapniowego, tlenku wapniowego i innych domieszek	20 „
wody	10—15 „

Ponieważ fabrykacya kleju w taki sposób nie dochodzi, z powodu małego zapotrzebowania, do większych rozmiarów, produkcya wapna klejowego nie może być znaczna, tem więcej, że roztwór składników mineralnych kości bywa częściej przeznaczany do wyrobu fosforanu strąconego (dwuwapniowego).

5. Węgiel kostny. W celu wyrobu węgla kostnego, czyli t. zw. spodium, używanego głównie w cukrowniach do czyszczenia syropów, poddaje się kości odtłuszczone i potłuczone na grubą śrutę suchej destylacyi w zamkniętych piecach. Materya organiczna zostaje w tych warunkach zwęglona, a wydzielone drobne cząsteczki węgla osiadają na składnikach mineralnych kości, tworząc czarną, mocno porowatą masę, posiadającą zdolność absorbowania z roztworów rozmaitych zanieczyszczeń. Przez dłuższe użycie węgiel kostny zdolność tę traci, może być jednakże, za pomocą trak-

towania kwasami, ługiem lub sodą, fermentacyi, płukania i przeprażania, kilka razy ożywiony. Po kilkakrotnej regeneracyi, jest węgiel do użycia w cukrowni już zupełnie nieprzydatnym i wówczas staje się dopiero materyałem nawozowym. Wskutek użycia do czyszczenia syropu, skład chemiczny węgla kostnego doznaje znacznej zmiany, jak to wskazują następujące rozbiory:

	w węglu świeżym	w węglu dwa razy użytym
węgla i materyi organicznej . . .	11.60 %	42.20 %
azotu	1,12 „	3.95 „
fosforanu trójwapniowego	73.1 „	46.60 „

Zmiana zatem polega na zwiększeniu zawartości materyi organicznej, oraz azotu, a ubytku soli fosforowych. Zmniejszenie zapotrzebowania spodium w cukrowniach, wskutek wprowadzenia systemu osmotycznego, obniżyło w ostatnich czasach bardzo znacznie podaż tego materyału dla celów nawozowych.

2. Nawozy z kwasem fosforowym, rozpuszczalnym w wodzie.

Nawozy, należące do tej grupy, zawierają kwas fosforowy głównie w postaci fosforanu jednowapniowego, oprócz tego związku, znajduje się w nich w mniejszych ilościach wolny kwas fosforowy oraz rozmaite jego połączenia z tlenkami: wapniowym, magnowym, glinowym i żelazowym. Nazywamy je *superfosfatami*, czyli nadfosforanami, przyczem odróżniamy, zależnie od koncentracyi i sposobu wyrobu, superfosfaty zwykłe, w których zawartość kwasu fosforowego nie dochodzi 20 % i skoncentrowane, czyli podwójne (Doppelsuperphosphate), w których waha się między 35 a 45 %.

Do wyrobu superfosfatów służą materyały kopalne, albo też fabryczne, zawierające w dosyć obfitej ilości nierozpuszczalny w wodzie fosforan trójwapniowy, powyżej już opisane. W celu przeprowadzenia zawartego w nich kwasu fosforowego w stan rozpuszczalny w wodzie, poddaje się zmielony materyał surowy działaniu kwasu siarkowego, odpowiednio rozcieńczonego — przy wyrobie superfosfatów zwykłych, zaś wolnego kwasu fosforowego — przy wyrobie superfosfatów podwójnych. Przemiany, którym może podlegać fosforan trójwapniowy pod wpływem kwasu siarkowego, dadzą się wyrazić następującymi wzorami chemicznymi:

1) $Ca_3(PO_4)_2 + H_2SO_4 + 6H_2O = [Ca_2H_2(PO_4)_2 + 4H_2O] + [CaSO_4 + 2H_2O]$
fosforan trójwapniowy — kwas siarkowy — woda — fosforan dwuwapniowy — gips

2) $Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 + 5H_2O = [CaH_4(PO_4)_2 + H_2O] + 2[CaSO_4 + 2H_2O]$
fosforan jednowapniowy — gips

3) $Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 + 6H_2O = 2H_3PO_4 + 3[CaSO_4 + 2H_2O]$.
kwas fosforowy — gips

Cała reakcya polega więc na tem, że kwas siarkowy, jako silniejszy, odbiera kwasowi fosforowemu trzecią część, dwie trzecie części lub całe wapno, znajdujące się w fosforanie trójwapniowym, zależnie od tego, w jakiej ilości działa. Jeżeli obok kwasu siarkowego znajduje się w odpowiedniej ilości woda, tworzą się podczas reakcyi, przebiegającej wedle wzoru pierwszego i drugiego, suche krystaliczne fosforany i gips. Jeżeli zaś reakcya odbywa się wedle wzoru trzeciego, powstaje, obok krystalicznego gipsu, wolny kwas fosforowy, chciwie przyciągający z powietrza wilgoć. Ponieważ superfosfat, zawierający znaczniejszą ilość wolnego kwasu fosforowego byłby zawsze wilgotny i nie dałby się dobrze sproszkować, ani też łatwo rozsiewać, zaś fosforan dwuwapniowy jest w wodzie trudno rozpuszczalny, prowadzący fabrykacyę superfosfatu starają się, w celu uniknięcia reakcyi, wyrażonej wzorami pierwszym oraz drugim, ilość surowego materyału, kwasu siarkowego i wody tak ustosunkować, aby reakcya wyłącznie odbywała się wedle wzoru drugiego. Wówczas bowiem otrzymuje się superfosfat, w którym kwas fosforowy znajduje się

w związku rozpuszczalnym w wodzie, przytem łatwo dający się wysuszyć, zemleć i nie wilgnący, wskutek przyciągania wody z powietrza.

Zauważyć tu należy jednakże, że wzór drugi przedstawia tylko ostateczny rezultat działania kwasu siarkowego, dodanego we właściwej ilości, na fosforan trójwapniowy. W rzeczywistości zaś reakcya, odbywająca się podczas roztwarzania, ma dwie odrębne fazy. W pierwszej — kwas siarkowy, znajdując się chwilowo w nadmiarze, rozkłada fosforan trójwapniowy wedle wzoru trzeciego i pozostawia trzecią część tegoż fosforanu niezmienioną. Dopiero następnie nierozłożony fosforan trójwapniowy w zetknięciu z kwasem fosforowym, przechodzi w fosforan rozpuszczalny jednowapniowy. Wzory chemiczne tych reakcyj są następujące:

1) $3\,Ca_3P_2O_8 + 6\,H_2SO_4 + 12\,H_2O = 4\,H_3PO_4 + Ca_3P_2O_8 + 6\,[CaSO_4 + 2\,H_2O]$
fosforan trójwapniowy — kwas siarkowy — woda — kwas fosforowy — fosforan trójwapniowy — gips

2) $Ca_3P_2O_8 + 4\,H_3PO_4 + 3\,H_2O = 3\,[CaH_4P_2O_8 + H_2O]$.
siarkan trójwapniowy — kwas fosforowy — woda — fosforan jednowapniowy

Ponieważ reakcya ma właściwie taki przebieg, w razie użycia zbyt wielkiej ilości kwasu siarkowego, powstaje kwas fosforowy w ilości większej, aniżeli go potrzeba do rozkładu pozostałego nieroztworzonego fosforanu trójwapniowego; jeżeli zaś użyje się zbyt mało kwasu siarkowego, w takim razie utworzony kwas fosforowy nie wystarczy do rozłożenia reszty fosforanu trójwapniowego i pewna część kwasu fosforowego pozostanie w skutek tego w superfosfacie w stanie w wodzie nierozpuszczalnym. Po jakimś czasie ilość ta nawet się zwiększy, gdyż fosforan jednowapniowy i fosforan trójwapniowy, działając na siebie wzajemnie, zamieniają się na fosforan dwuwapniowy, trudno rozpuszczalny w wodzie, wedle następującego chemicznego równania:

$Ca_3P_2O_8 + CaH_4P_2O_8 = 2\,Ca_2H_2P_2O_8$
fosforan trójwapniowy — fosforan jednowapniowy — fosforan dwuwapniowy

Ilość potrzebnego kwasu siarkowego da się łatwo obliczyć, jeżeli tylko znany jest dokładnie chemiczny skład materyału surowego, przeznaczonego do roztworzenia. Zadanie byłoby najłatwiejsze do rozwiązania w tym przypadku, w którym do fabrykacyi superfosfatu miałby służyć czysty fosforan trójwapniowy albo materyał, zawierający obok tego fosforanu wyłącznie tylko domieszki, nie podlegające wpływowi kwasu siarkowego, a więc np. krzemiany lub piasek. Z wzoru bowiem drugiego wypada, w odpowiedniem obliczeniu, że dla zamiany 100 *kg* czystego fosforanu trójwapniowego całkowicie na fosforan jednowapniowy, trzebaby użyć około 63 *kg* bezwodnego kwasu siarkowego i 29.2 wody. Wyliczywszy raz na zawsze te ilości, możnaby łatwo obliczyć, jakiej ilości kwasu siarkowego i wody potrzebuje do roztworzenia surowy materyał o oznaczonej dokładnie zawartości fosforanu trójwapniowego. Ponieważ jednakże, podczas działania kwasu siarkowego, masa roztwarzana silnie się zagrzewa, wskutek czego pewna ilość wody zamienia się na parę, obliczona teoretycznie ilość wody, jak to wykazała praktyka, nie wystarczyłaby na wykrystalizowanie fosforanu jednowapniowego i gipsu, należy więc dodatek wody odpowiednio zwiększyć. Wychodzi to nawet na korzyść fabrykacyi, bo dokładne wymieszanie zmielonego surowego materyału z kwasem siarkowym jest daleko łatwiejsze, jeżeli używa się do roztworzenia kwasu mocniej rozcieńczonego w większej ilości, aniżeli wtedy, gdy wypadłoby dodawać mniejszą ilość kwasu silniej stężonego. Zazwyczaj bierze się do wyrobu superfosfatów roztwór kwasu siarkowego o gęstości 50° Beaumego, który zawiera około 63 % kwasu i 37 % wody. Na 100 *kg* fosforanu trójwapniowego potrzeba zatem kwasu o tem stężeniu takąż samą ilość, a z 37 *kg* zawartej w roztworze wody pozostaje około 29 *kg* w wykrystalizowanych solach, zaś reszta uchodzi w powietrze w postaci pary. Przy zachowaniu powyżej podanego stosunku, możnaby otrzymać ze 100 *kg* fosforanu trójwapniowego około 190 *kg* suchego superfosfatu, zawierającego mniej więcej 110 *kg* krystalicznego gipsu i 80 *kg* krystalicznego fosforanu jednowapniowego. Wskutek zaś tak znacznego powiększenia masy, z powodu przyłączenia się kwasu siarkowego i wody, pierwotna

zawartość kwasu fosforowego w fosforanie trójwapniowym, wynosząca 45.81 % spadłaby w superfosfacie na 24.11 %, czyli prawie o połowę. Przy wyrobie zatem superfosfatów zysk na rozpuszczalności pociąga za soba nieuchronną stratę na koncentracyi nawozu.

W praktyce jednakże przy wyrobie superfosfatów, stosunkowo rzadko przerabia się materyały surowe, w których obok fosforanu trójwapniowego nie znajdują się żadne domieszki, podlegające działaniu kwasu siarkowego. Najczęściej ma się do czynienia z materyałami, zawierającemi mniej lub więcej węglanu wapniowego lub magnowego, fluorku i chlorku wapniowego, a wreszcie soli glinowych i żelazowych. Wówczas zaś, nie tylko że cała przeróbka jest więcej skomplikowana i wymaga dokładnego chemicznego rozbioru roztwarzanego materyału, ale, co więcej, jest bardziej kosztowną, z powodu potrzeby użycia obfitszej ilości kwasu siarkowego na nasycenie tych domieszek, które nawet łatwiej, aniżeli fosforan trójwapniowy, się rozkładają.

Z pomiędzy wymienionych związków tylko jeden chlorek wapniowy jest prawie nieszkodliwy, przy rozkładzie bowiem pod wpływem kwasu siarkowego i przemianie w gips, wydziela się z niego kwas solny, który na fosforan wapniowy działa tak samo, jak kwas siarkowy. Ile zatem kwasu siarkowego na tę reakcyę się zmarnuje, tyle pozostanie wolnego kwasu solnego, zdolnego wobec fosforanu spełniać tę samą funkcyę. Strata możliwą jest tylko o tyle, o ile z parą wodną pewna ilość gazowego kwasu solnego się ulotni.

O wiele więcej natomiast niepożądaną jest obecność w surowym materyale większej ilości węglanów lub fluorków. Przy rozkładzie tych soli wydzielają się kwasy: węglowy, względnie fluowodorowy, które uchodzą w powietrze i na fosforan trójwapniowy pozostają bez wpływu; pewna część zatem kwasu siarkowego, zużyta na ich rozkład, jest po prostu zmarnowaną. Strata jest wcale znaczna, bo wedle obliczenia teoretycznego potrzeba, ponad ilość niezbędną dla rozłożenia fosforanu trójwapniowego, zawartego w surowym materyale, dodać na każdy 1 *kg*:

	wodnego roztworu zawierającego około 63% kwasu siarkowego
węglanu wapniowego .	1.555 *kg*
„ magnowego. .	1.824 „
fluorku wapniowego . .	1.994 „

Niekorzyść, wynikająca dla wyrobu z obecności powyższych połączeń jest jeszcze o tyle większa, że wytworzone siarkany mają od nich większą wagę, a mianowicie gips waży 2 razy więcej niż fluorek, a przeszło $1\frac{1}{2}$ razy tyle co węglan wapniowy, siarkan zaś magnowy prawie $1\frac{3}{4}$ razy więcej, niż węglan magnowy. W razie przeto obfitszej ilości węglanu wapniowego lub magnowego, czy też fluorku wapniowego, waga roztworzonego materyału znacznie się powiększa, a zawartość kwasu fosforowego i tak już zmniejszona prawie do połowy, wskutek przemiany fosforanu trójwapniowego na fosforan jednowapniowy i gips, jeszcze bardziej się obniża.

Jak dalece odbija się to szkodliwie na koncentracyi superfosfatu, wskazują następujące obliczenia. Mączka fosforytowa, zawierająca 60 % fosforanu trójwapniowego z 27.68 % kwasu fosforowego i 40 % krzemianów i piasku, zachowujących się obojętnie wobec kwasu siarkowego, może dać, wedle obliczenia teoretycznego, mniej więcej 154 *kg* superfosfatu z zawartością 17.97 % kwasu fosforowego. Jeżeli zaś z 40 % domieszek przypadnie tylko 10 % na związki kwasem siarkowym nieroztwarzalne, 25 % na węglan wapniowy i 5 % na fluorek wapniowy, w takim razie waga otrzymanego ze 100 *kg* materyału wyniesie przeszło 170, a zawartość kwasu fosforowego spadnie na 16.09 % i będzie blisko o 2 % niższą niż w poprzednim przypadku.

W razie większej zawartości domieszek rozkładalnych kwasem siarkowym, koszta wyrobu zwiększają się w tak wysokim stopniu, że materyałów, obfitujących w te domieszki, np. w węglan wapniowy, zupełnie się nie opłaca przerabiać na zwyczajne superfosfaty.

Daleko większe jeszcze trudności przedstawiają przy przeróbce na superfosfat materyały, zawierające znaczniejszą ilość związków żelaza a także i glinu. W tym bowiem razie nietylko zwiększa się koszt wyrobu z powodu zużycia przez te związki pewnej ilości kwasu siarkowego, ale co ważniejsze, przeprowadzenie kwasu fosforowego w stan rozpuszczalny w wodzie napotyka na przeszkody trudne do pokonania. Najmniej pożądaną jest z tego powodu obecność soli żelazowych, powstający bowiem z nich siarkan żelazowy, działając na rozpuszczalne w wodzie fosforany, zamienia je napowrót na nierozpuszczalne. Jeżeli że-

lazo znajdowało się w materyale w postaci fosforanu żelazowego, szkodliwe działanie da się przedstawić w następujących wzorach chemicznych:

1) $3FePO_4$ + $3H_2SO_4$ + $2H_2O$ = $FePO_4 . 2H_2O . 2H_3PO_4$ + $Fe_2(SO_4)_3$
[fosforan żelazowy; kwas siarkowy; woda; kwaśny fosforan żelazowy; siarkan żelazowy]

2) $3CaH_4P_2O_8$ + $Fe_2(SO_4)_3$ + $4H_2O$ = $2FePO_4 . 2H_2O . 2H_3PO_4$ + $3CaSO_4$
[fosforan jednowapniowy; siarkan żelazowy; kwaśny fosforan żelazowy; siarkan wapniowy]

3) $FePO_3 . 2H_2O . 2H_2PO_4$ = $FePO_4 . 2H_2O$ + $2H_3PO_4$
[kwaśny fosforan żelazowy; zwykły fosforan żelazowy; kwas fosforowy]

Pierwszy z powyższych wzorów wskazuje, że przy zamianie fosforanu żelazowego na siarkan tworzy się kwaśny fosforan żelazowy. Związek ten jest w wodzie łatwo rozpuszczalny, lecz bardzo nietrwały; ulega mianowicie szybko rozszczepieniu na wolny kwas fosforowy i na obojętny fosforan żelazowy, jak to wzór trzeci przedstawia. Reakcya ta jest bardzo niepożądaną, gdyż obojętny fosforan żelazowy w wodzie się nie rozpuszcza i w skutek tego po roztworzeniu trzecia część kwasu fosforowego, pierwotnie w surowym materjale połączonego z żelazem, pozostaje w superfosforacie w stanie nierozpuszczalnym. Tem bardziej szkodliwą jest reakcya, przebiegająca wedle wzoru drugiego, gdzie siarkan żelazowy, działając na rozpuszczalny w wodzie fosforan jednowapniowy, zamienia go na kwaśny fosforan żelazowy, rozszczepiający się następnie na kwas fosforowy wolny i fosforan żelazowy obojętny, nierozpuszczalny w wodzie.

W razie zatem obecności żelaza, kwas fosforowy znajduje się po roztworzeniu surowego materjału przez czas stosunkowo krótki wyłącznie w związkach rozpuszczalnych w wodzie, poczem częściowo przechodzi w związki nierozpuszczalne. Zjawisko to w technice nazwano *cofaniem się*, zaś kwas fosforowy ze stanu rozpuszczalnego w wodzie w stan nierozpuszczalny w ten sposób przeprowadzony—*cofniętym* (zurückgegangene Phosphorsäure). Jeżeli żelaza jest wiele w surowym materyale, nawet przeszło połowa kwasu fosforowego może uledz takiemu cofnięciu się w rozpuszczalności. W zupełnie podobny sposób, ale w mniejszym stopniu, utrudniają przeprowadzenie kwasu fosforowego w stan rozpuszczalny — związki glinu. Do niedawna zupełnie nie znano środków na to cofanie. Obecnie środki są znane, lecz zastosowanie ich znacznie podraża koszta wyrobu superfosfatu, tak, że fabryki unikają przeróbki surowego materyału zawierającego nieco większą domieszkę glinu i żelaza, najchętniej zaś przerabiają takie materyały jak mąkę kostną odklejoną, węgiel kostny i popiół kostny, które odznaczają się nietylko małą zawartością szkodliwych domieszek, ale prócz tego posiadają strukturę porowatą. Porowatość jest przymiotem bardzo cenionym, gdyż w porowaty materyał roztwór kwasu siarkowego wsiąka, wchodząc w zetknięcie bezpośrednie z fosforanem trójwapniowym na znaczniejszej powierzchni. Dzięki temu roztworzenie może być bardziej zupełne, a prócz tego wydzielony kwas fosforowy wolny ma również ułatwione dalsze działanie. Jeżeli zaś surowy materyał nie jest porowaty, łatwo zdarzyć się może, że gips, wykrystalizowany na powierzchni jego cząsteczek, utworzy powłokę tamującą dalsze działanie kwasów. Z takich materyałów można zatem otrzymać dobre superfosfaty tylko wówczas, gdy wynagrodzi się brak porowatości jak najdalej idącem zmieleniem. W najwyższym stopniu osiąga się pożądane rozdrobnienie przez potłuczenie w t. z. młynach kulkowych, zdolnych pokonać opór najtwardszych fosforytów.

Sama fabrykacya superfosfatu odbywa się w bardzo prosty sposób. Dawniej mieszano zmielone materyały surowe z roztworem kwasu siarkowego łopatami w dołach murowanych lub w stosach, co szkodliwie odbijało się na zdrowiu zajętych tą czynnością robotników, z powodu wydzielania się z roztwarzanej masy niszczących zdrowie gazów, jak kwasu siarkowego, fluowodoru i t. p. Obecnie fabryki lepiej urządzone używają mieszadeł mechanicznych, do których podczas czynności stale dopływa oddzielnie rozcieńczony kwas siarkowy, a oddzielnie materyał surowy, w ilościach dających się wedle potrzeby regulować. Mie-

szadło jest szczelnie zamknięte, a gromadzące się w niem gazy uchodzą do kominów. Roztworzona mieszanina, wychodząca z mieszadeł przesycha i dojrzewa (tak określają działanie wolnego kwasu fosforowego na nierozłożony kwasem siarkowym fosforan trójwapniowy wedle wzoru wyżej podanego), poczem podlega rozdrobnieniu na specyalnych maszynach do tego celu zbudowanych, zwanych desintegratorami. Zwykłe młyny do mielenia się nie nadają, ponieważ superfosfaty pod większem ciśnieniem nie ulegają sproszkowaniu, lecz zamieniają się na lepiącą, ciastowatą masę.

Wyrób superfosfatów skoncentrowanych odbywa się na tych samych zasadach co i zwykłych. Główna różnica polega na tem tylko, że do roztwarzania surowego materyału bierze się zamiast kwasu siarkowego kwas fosforowy, który zamienia, zarówno nierozpuszczalne fosforany, jak i węglany, na rozpuszczalny w wodzie fosforan, a to wedle następujących chemicznych wzorów:

1) $Ca_3 P_2 O_8$ (fosforan trójwapniowy) + $4 H_3 PO_4$ (kwas fosforowy) = $3 Ca H_4 P_2 O_8$ (fosforan jednowapniowy)

2) $Ca CO_3$ (węglan wapniowy) + $2 H_3 PO_4$ (kwas fosforowy) = $Ca H_4 P_2 O_8$ (fosforan jednowapniowy) + CO_2 (bezwodnik węglowy) + $H_2 O$ (woda)

Węglan magnowy w zupełnie podobny sposób zamienia się na rozpuszczalny w wodzie fosforan jednomagnowy. Jak zatem widzimy, używając do roztworzenia kwasu fosforowego, można otrzymać snperfosfaty bogate w kwas fosforowy, nawet z mączek fosforytowych zawierających wiele węglanu wapniowego lub magnowego. Gdyby np. materyał surowy zawierał tylko fosforan trójwapniowy i węglan wapniowy, masa roztworzona odpowiednią ilością kwasu fosforowego składałaby się z samego tylko fosforanu jednowapniowego.

Kwas fosforowy potrzebny do wyrobu superfosfatów skoncentrowanych otrzymuje się z surowych materyałów, zawierających stosunkowo mało fosforanu trójwapniowego i w skutek tego nie nadających się do przeróbki na superfosfat. Najbardziej odpowiednim jest dla tej fabrykacyi materyał, w którym domieszki rozkładalne kwasem siarkowym nie znajdują się w większej ilości. Kwas siarkowy dodaje się w pewnym nadmiarze, aby wszystek kwas fosforowy z fosforanu wydzielił się w stanie wolnym, poczem bądź oddziela się wodny roztwór kwasu tego przez odparowanie, bądź też traktuje się roztworzoną masę alkoholem, w którym kwas fosforowy się rozpuszcza, zaś gips i nierozkładalne domieszki nie przechodzą do roztworu. W pierwszym przypadku roztwór wyciśnięty, zawierający zazwyczaj 7 do 8% kwasu fosforowego, zagęszcza się przez ogrzewanie; w drugim zaś oddziela się alkohol od kwasu fosforowego przez destylacyę i z małą stratą odzyskuje dla nowej ekstrakcyi. Uzyskany w obu razach kwas fosforowy w postaci syropowatej cieczy miesza się z odpowiednią ilością zmielonego surowego materyału przeznaczonego na wyrób superfosfatu.

Masa mineralna pozostała po odprasowaniu części ciekłych, albo też wyługowaniu alkoholem zawiera zawsze pewną ilość kwasu fosforowego wolnego. Jako nawóz, z powodu małej koncentracyi, nie znajduje chętnych nabywców, puszczają ją zatem fabryki w handel pod nazwą *gipsu superfosfatowego*, zalecając użycie do konserwacyi azotu w nawozie stajennym. Zostawiają czasem również rozmyślnie w roztworzonej masie większą ilość kwasu fosforowego, mianowicie 6 do 10% i taki mocniej skoncentrowany produkt sprzedają, jako środek konserwujący azot w nawozie pod nazwą *gipsu z kwasem fosforowym* (Phosphorsäure-Gyps). Tego rodzaju produkt jest poprostu mało skoncentrowanym superfosfatem. Znajduje się również w handlu i wolny kwas fosforowy w postaci syropowatej cieczy, zalecany do polewania stosów nawozowych lub do nawożenia roli.

Skład chemiczny i własności superfosfatów. Zależnie od natury surowego materyału i sposobu fabrykacyi zawierają superfosfaty bardzo rozmaite sole kwasu fosforowego. Pomiędzy związkami rozpuszczalnymi w wodzie zajmuje główne miejsce fosforan jednowapniowy, obok którego inne, jak fosforan jednomagnowy, wolny kwas fosforowy, oraz kwaśne fosforany żelazowy i glinowy pojawiają się w małej ilości. Oprócz związków kwasu fosforowego rozpuszczalnych w wodzie, znajdują się zawsze

w pewnej ilości związki rozpuszczalne w cytrynianie amonowym (fosforan dwuwapniowy, dwumagnowy oraz fosforany żelazowe i glinowe), oraz związki rozpuszczalne w kwasach mineralnych.

Pomiędzy solami innych kwasów przoduje siarkan wapniowy (gips), którego ilość przewyższa zawartość fosforanów w superfosfatach zwykłych, a tylko w superfosfatach skoncentrowanych bywa stosunkowo bardzo nieznaczną. W mniejszych ilościach wchodzą w skład superfosfatów związki organiczne (superfosfat z mąki kostnej), węgiel (superfosfat ze spodium lub popiołu kostnego), kwas solny, fluorek wapniowy, kwas krzemowy i rozmaite krzemiany.

Własności zewnętrzne superfosfatów pozwalają je łatwo odróżnić od innych nawozów. Poznać można mianowicie odrazu, wziąwszy próbkę superfosfatu do ręki, że jest to produkt chemicznej przeróbki. W palcach nie wyczuwa się ostrości ziarn, a przez silniejsze ugniatanie można zamienić nawet sypki superfosfat w masę mniej lub więcej silnie lepiącą się. Superfosfaty wyrabiane z materyałów, zawierających związki organiczne, np. z kości, zdradzają swe pochodzenie charakterystycznym ostrym zapachem. Zależnie od rodzaju surowego materyału, różnią się superfosfaty pod względem barwy: wyrabiane ze spodium są czarne lub ciemno-szare, z mąki kostnej odklejonej są jasno-szare, a produkowane z mączek fosforytowych — szare lub białe.

Przy kupnie powinno się płacić wyłącznie za kwas fosforowy rozpuszczalny w wodzie i ilość procentowa takiego kwasu powinna być przez sprzedającego poręczona, z zastrzeżeniem potrącenia w rachunku odpowiedniej kwoty, w razie gdyby kontrola stwierdziła w dostawionym produkcie zawartość niższą od poręczonej. Wedle przyjętego w Niemczech zwyczaju, u nas również naśladowanego, najwyższa różnica dopuszczalna, przy której odbiorca nie ma prawa żądać wynagrodzenia, wynosi 0.4%. Jeżeli jednak różnica przekracza tę granicę, sprzedający powinien wynagrodzić za całą brakującą ilość, bez potrącenia owych 0.4%, czyli t. zw. latitudy. Za kwas fosforowy nierozpuszczalny nie powinno się w superfosfatach nic liczyć, gdyż dla kogoś, co potrzebuje dla swej roli kwasu fosforowego rozpuszczalnego w wodzie, może kwas fosforowy rozpuszczalny w kwasach nie przedstawiać żadnej wartości. Wedle zwyczaju, istniejącego we Francyi, cenę superfosfatów oznacza się wedle ilości kwasu fosforowego, rozpuszczalnego w cytrynianie amonowym. Uwzględnia się zatem przez to i kwas fosforowy t. z. cofnięty, który. jak to niżej wykażemy, co do wartości nawozowej stoi na równi prawie z kwasem rozpuszczalnym w wodzie.

Cena kwasu fosforowego, rozpuszczalnego w wodzie, powinnaby być właściwie we wszystkich superfosfatach jednakowa. Jak obecnie jednakże dosyć powszechnie się zdarza, że handle żądają drożej za kwas fosforowy w superfosfatach ze spodium lub z mąki kostnej, aniżeli z mineralnych fosforytów, usprawiedliwiając różnicę wyższą ceną surowego materyału oraz większym popytem, z powodu upodobania niektórych rolników do superfosfatów kostnych a niedowierzania superfosfatom mineralnym. Upodobanie to o tyle może mieć słuszną podstawę, że z kości lub spodium można łatwiej zrobić dobry superfosfat, aniżeli z fosforytów. W superfosfatach kostnych liczy się zazwyczaj pewną kwotę także i za azot, chociaż na działanie tego składnika, z powodu nieznacznej ilości oraz niezbyt dostępnej dla roślin postaci, nie można wcale wiele liczyć. W podwójnych superfosfatach, z powodu większego kosztu fabrykacyi, cena kwasu fosforowego jest o 12 do 15% wyższa, niż w zwyczajnych.

Zawartość kwasu fosforowego rozpuszczalnego w wodzie w superfosfatach, z powodu obecności w surowym materyale, obok fosforanów, pewnej ilości domieszek, zazwyczaj nie dochodzi 20%, spada zaś nawet aż do kilku procentów. Zdarza się też, że z superfosfatów wysokoprocentowych robią się niskoprocentowe, za pomocą domieszki piasku, gipsu lub innego materyału, stanowiącego bezużyteczny balast. Nie jest to wprawdzie fałszerstwem, jeżeli tylko cena żądana odpowiada obniżonej zawartości kwasu fosforowego, kupować się przecież takich produktów nie powinno, ponieważ przewóz w nich kwasu fosforowego drożej wypada aniżeli w superfosfatach skoncentrowanych. Aby przypadkiem takiego towaru nie otrzymać, należy zastrzedz sobie przy kupnie prawo zwrotu na koszt dostawcy, jeżeli zawartość rozpuszczalnego kwasu fosforowego przekracza pewną z góry oznaczoną minimalną granicę. Zamawiając np. superfosfat 18%, można zabezpieczyć sobie prawo zwrotu dostarczonego superfosfatu 15%, nawet w razie gotowości ze strony dostawcy odpisania w rachunku odpowiedniej kwoty za brakującą ilość

kwasu fosforowego. Niezbędnem jest również zamieszczenie w umowie warunku, że dostarczony superfosfat ma posiadać odpowiednie fizyczne przymioty. Należy mianowicie żądać, aby superfosfat był dobrze zmielony, bez grud, suchy i sypki. Superfosfaty bowiem wilgotne i lepkie, zbijające się łatwo w bryły, nie dadzą się nigdy równo rozsiać, osobliwie przy rozsiewie maszynowym. W razie gdy kupiony superfosfat jest mocno zbrylony, trzeba go przesiać, a oddzielone bryły po przesuszeniu, jeżeli są zbyt wilgotne, lekko potłuc.

Superfosfaty przegryzają bardzo łatwo worki, z powodu, że zawierają zwykle małą ilość wolnych kwasów. W celu zaoszczędzenia worków, należy superfosfat jak najrychlej z nich wysypać i worki w wodzie wypłukać. Do przechowania superfosfatu trzeba przeznaczać miejsca suche, aby zapobiedz zwilgnięciu lub zbryleniu się, któremu najlepszy superfosfat, trzymany w nieodpowiedniem miejscu, może podledz.

3. Nawozy z kwasem fosforowym rozpuszczalnym w cytrynianie.

Do tej grupy nawozów fosforowych należą: *superfosfaty z kwasem fosforowym cofniętym, fosfaty strącone*, czyli t. z. *precypitaty, mąka kostna odklejona* i najważniejszy, daleko więcej od poprzednich rozpowszechniony w użyciu — *mąka z żużli Thomasa*. Wszystkie wymienione nawozy są, podobnie jak superfosfaty, produktami sztucznie wyrabianymi. Kwas fosforowy znajduje się w nich w bardzo rozmaitej postaci i różni się znacznie co do stopnia rozpuszczalności. Obok związków rozpuszczalnych w roztworach cytrynianu amonowego, bądź w kwaśnym, bądź też w alkalicznym, znajdują się w nich związki nierozpuszczalne (rozpuszczalne w kwasach), a w niektórych również i rozpuszczalne w wodzie.

Ilość kwasu fosforowego, jaka się rozpuszcza z nawozów, należących do tej grupy, zależy od stężenia roztworu cytrynianu amonowego. Do oznaczenia rozpuszczalności używa się w rozmaitych przypadkach jednego z następujących płynów:

1) Roztwór Petermanna: Kwas cytrynowy rozpuszcza się w amoniaku aż do zobojętnienia, poczem dodaje się wodę, dopóki ciężar właściwy roztworu nie dojdzie do 1.09. Po rozcieńczeniu dolewa się na każdy litr płynu 50 cm^3 stężonego amoniaku. Roztworu Petermanna używa się do oznaczenia rozpuszczalnego kwasu fosforowego w nawozach, które zawierają nietylko kwas rozpuszczalny w cytrynianie, lecz również i rozpuszczalny w wodzie.

Roztwór Wagnera dawny: 30 g kwasu cytrynowego rozpuszcza się w wodzie, zobojętnia amoniakiem, do zobojętnionego płynu dodaje jeszcze 2 g kwasu cytrynowego i rozcieńcza ostatecznie wodą do objętości jednego litra. Roztwór ten ma rozpuszczać z fosforanów część kwasu fosforowego, równoważną co do wartości nawozowej z kwasem rozpuszczalnym w wodzie.

3) Roztwór Wagnera nowy: do 60 g kwasu cytrynowego dodaje się w roztworze 11.17 g amoniaku (NH_3) i dopełnia wodą do objętości jednego litra. Tak przygotowany roztwór zawiera około 1.4 % wolnego kwasu cytrynowego i służy do oznaczenia ilości przyswajalnego kwasu fosforowego w mąkach żużlowych.

2. Superfosfaty z kwasem fosforowym cofniętym. Są to nawozy, wyrabiane z fosforytów, zawierających znaczniejszą domieszkę żelaza, w których po roztworzeniu kwasem siarkowym pewna ilość kwasu fosforowego przechodzi ze stanu rozpuszczalnego w wodzie w stan rozpuszczalny w cytrynianie amonowym, czyli cofa się w rozpuszczalności. Kwas fosforowy znajduje się w nich po części w fosforanie jednowapniowym w wodzie rozpuszczalnym i jako kwas wolny, poczęści zaś w fosforanie żelazowym nierozpuszczalnym w wodzie i fosforanach rozpuszczalnych w kwasach (por. superfosfaty). Produkują takie superfosfaty głównie w prowincyach nadreńskich z fosforytów nassauskich, mocno zanieczyszczonych solami żelazowemi. Dla naszych gospodarstw nie mają one znaczenia, ponieważ nie ma ich u nas w handlu.

2. Fosfaty strącone. Nawozy zwane fosfatami strąconymi lub precypitatami, zawierają kwas fosforowy głównie w postaci fosforanu dwuwapniowego, rozpuszczalnego częściowo w wodzie, w przeważnej zaś części w cytrynianie. Otrzymuje się je przez strącanie kwasu fosforowego rozpuszczonego w kwasie solnym taką ilością mleka wapiennego, że ilość dodanego tlenku wapniowego, pozostała po zobojętnieniu kwasu solnego, wystarcza akurat do nasycenia w dwóch trzecich częściach kwasu fosforowego. Utworzony wówczas chlorek wapniowy pozostaje w roztworze, fosforan zaś wapniowy opada jako drobny biały osad,

który się następnie płucze na turbinach i suszy na suszarniach. Podczas suszenia unika się znaczniejszego podniesienia się temperatury z powodu szkodliwego wpływu na rozpuszczalność kwasu fosforowego.

Najczęściej używa się do wyrobu precypitatów roztworu, zawierającego kwas fosforowy, wyługowany kwasem solnym z kości, w celu wydzielenia z nich osseiny, tegoż samego, z którego można uzyskać wapno klejowe (p. Nawozy z kwasem fosforowym w związkach nierozpuszczalnych). Różnica w fabrykacyi polega tylko na tem, że wapna nie dodaje się w nadmiarze, lecz w ilości ściśle oznaczonej wedle zawartości w roztworze obu kwasów — solnego i fosforowego, tak, aby obok fosforanu dwuwapniowego, strąciło się jak najmniej fosforanu trójwapniowego.

Można jednakże wyrabiać precypitaty z każdego materyału, zawierającego znaczniejszą ilość nierozpuszczalnych fosforanów, ługując z nich kwas fosforowy kwasem solnym i strącając następnie mlekiem wapiennem. Najczęściej przeznacza się do wyrobu tego nawozu fosforyty, nie nadające się do przeróbki na superfosfat, z powodu zbyt obfitej zawartości domieszek. Przy fabrykacyi fosforanów strąconych, domieszki te nie szkodzą, gdyż nie podlegając działaniu kwasu solnego, nie przechodzą do roztworu, a te, które się w kwasie solnym rozpuszczają, po strąceniu kwasu fosforowego, pozostają w roztworze. Można zatem nawet z materyału ubogiego w kwas fosforowy otrzymać skoncentrowany fosfat strącony.

Z powodu niskiej zawartości obcych domieszek, precypitaty dorównywają co do koncentracyi superfosfatom podwójnym, gdyż zawierają kwasu fosforowego 38 do 42%. Przedstawiają się one jako biały, bardzo miałki i suchy proszek.

Wypada tu nadmienić, że mączka fosforowa, zalecana jako dodatek do karmy dla młodych zwierząt w celu przyspieszenia rozwoju kości, jest niczem innem, jak bardzo czystym precypitatem kostnym.

3. Mąka kostna odklejana. Materyał ten jest odpadkiem, otrzymywanym w kościarniach, po wydzieleniu z kości tłuszczu oraz kleju. Dokładny opis przeróbki kości znajduje się w artykułach „Klej“ i „Kości“. Ponieważ kości odtłuszczone i odklejone są bardzo kruche i dają się bardzo łatwo mleć, mąka kostna odklejona odznacza się wielką miałkością i przy powierzchownem badaniu niczem nie zdradza swego organicznego pochodzenia. Do odklejenia bierze się zwykle kości dobrze oczyszczone, w mące zatem odklejonej znajdujemy zazwyczaj bardzo niewiele zanieczyszczających domieszek. Zawartość kwasu fosforowego jest, z powodu ubytku tłuszczu i kleju, wyższą, niż w świeżych kościach, a mianowicie wynosi w dobrze odklejonych produktach 30 do 34%. Kwas fosforowy w przeważnej części rozpuszcza się w cytrynianie amonowym; z ogólnej ilości przechodzi do roztworu zwykle 58—75%. O ile się też zdaje, znajduje się w mące odklejonej kwas fosforowy, przeważnie w postaci fosforanu dwuwapniowego, a nie trójwapniowego, co jednakże dotąd nie jest jeszcze stanowczo udowodnionem. Ponieważ niepodobna przy przeróbce kości wydzielić z nich całej ilości kleju, zawiera mąka kostna odklejona zawsze pewną ilość azotu, mianowicie zazwyczaj ½ do 1%. Materyał gorzej odklejony może zawierać azotu 2%, a nawet i więcej. Barwę ma jasno szarą lub białą i tem, jak również większą miałkością, odróżnia się od szarej mąki kostnej nieodklejonej.

Mąka kostna odklejona, jak dotychczas, służy głównie do wyrobu superfosfatu, a na nawóz bezpośrednio rzadko się jej używa. Przy kupnie normuje się cenę wedle ogólnej zawartości kwasu fosforowego.

4. Mąka żużlowa. Nawóz ten znajduje się dopiero od niedawna w użyciu a wyrabia z żużli, otrzymywanych przy przeróbce żelaza na stal systemem Gilchrista i Thomasa. Od nazwiska ostatniego z wymienionych wynalazców, pochodzi nazwa mąki żużlowej Thomasa, albo tomasówki.

W celu zamiany żelaza na stal, potrzeba z niego wydzielić rozmaite zanieczyszczające domieszki, jak mangan, krzem, a przedewszystkiem fosfór, który robi stal zbyt kruchą, a znajduje się w żelazie w postaci fosforku żelaza. Wedle pierwotnej metody Bessemera, czyszczenie żelaza odbywało się w wielkich żelaznych naczyniach, gruszkowatego kształtu, wyłożonych wewnątrz gliną ogniotrwałą, w których wprowadzano do stopionego żelaza strumień tlenu. W tych warunkach jednakże utlenienie fosforu na kwas fosforowy i oddzielenie od żelaza przedstawiało znaczne trudności. Jak praktyka wykazała, dodatek wapna do stopionego żelaza ułatwiał znacznie zadanie, ale równo-

cześnie wpływał bardzo niekorzystnie na trwałość wewnętrznego glinianego pancerza. Wobec tego Gilchrist i Thomas wpadli w 1879 r. na myśl, aby glinę zastąpić w gruszach cegłami wypalonemi z dolomitowych wapieni. Pomysł ten okazał się w praktycznem zastosowaniu bardzo pożytecznym, gdyż utlenienie zanieczyszczeń następuje przy takiem zasadowem wewnętrznem uzbrojeniu grusz w obecności wapna daleko prędzej i łatwiej, a sam pancerz jest bez porównania trwalszy. Wynalazek więc Gilchrista i Thomasa bardzo szybko się rozpowszechnił.

Fabrykacya stali wedle patentu wymienionych wynalazców odbywa się w następujący sposób: Do grusz, czyli t. z. konwertorów, dodaje się świeżo wypalone wapno, w ilości 15 do 20 *kg* na 100 *kg* żelaza z zawartością około 3 % fosforu, wlewa stopiony surowiec i za pomocą silnych miechów wpędza przez dziurkowane dno gruszy strumień powietrza. Nasamprzód podlega utlenieniu mangan na tlenek manganowy (MnO), krzem na krzemionkę, czyli dwutlenek krzemu (SiO_2), oraz węgiel na kwas węglowy (CO_2) i tlenek węgla (CO), poczem dopiero (po odwęgleniu), fosfór fosforku żelaza utlenia się na kwas fosforowy. Podczas tej ostatniej reakcyi podnosi się temperatura mniej więcej o 700° C., tak, że tlenek wapniowy zaczyna się topić i łączy z kwasem fosforowym i krzemowym. Cały proces kończy się w przeciągu kwadransa. Utlenione zanieczyszczenia, jako lżejsze od żelaza, spływają na powierzchnię, z której daje się po przechyleniu konwertorów łatwo zlać, tworząc po zastygnięciu żużle, kruche, jeżeli oziębienie odbywało się powoli, a twarde — jeżeli zostało przyspieszonem przez przebijanie stygnącej masy. Materyał ten przez kilka lat gromadził się bezpożytecznie przy stalowniach. Dopiero spostrzeżenie, zrobione w r. 1886 przez Reisa oraz Arensa, że kwas fosforowy żużli Thomasa rozpuszcza się w znacznej ilości w wodzie nasyconej kwasem węglowym, zwróciło na nie uwagę, a pierwsze próby użycia na nawóz wyrobiły im odrazu wielką sławę.

O wartości żużli, jako materyału nawozowego, świadczy najwymowniej nadzwyczajnie szybki rozwój fabrykacyi mąki żużlowej. Statystyka niemiecka wykazuje mianowicie następujące gwałtowne skoki w rocznej produkcyi:

	wyprodukowano w Niemczech
w roku 1886 . .	250000 *q*
„ „ 1887 . .	500000 „
„ „ 1889 . .	3000000 „
„ „ 1890 . .	5000000 „

Ponieważ w roku 1894 skończył się patent na oczyszczanie żelaza wedle metody Gilchrista i Thomasa, spodziewać się należy nadal stałego zwiększania się produkcyi.

Przerobienie żużli Thomasa na materyał nawozowy polega tylko na zmieleniu. Z początku mielenie przedstawiało, z powodu wielkiej twardości surowych żużli, pewną trudność, osobliwie gdy chodziło o uzyskanie mąki bardzo miałkiej. Obecnie, po zastosowaniu do mielenia żużli młynów kulkowych, trudności zostały usunięte i miałkość znajdujących się obecnie w handlu mączek, w rzadkich tylko przypadkach nie odpowiada potrzebie rolnictwa. Młyny kulkowe składają się z bębna dziurkowanego, w którym znajduje się pewna liczba luźno umieszczonych kul stalowych. Podczas obrotu bębna, kule uderzają o materyał przeznaczony do rozmielenia, roztłukując go na drobne części, które przelatują przez otwory na sito, otaczające bęben. Mąka miałka przechodzi przez sito i wpada do lejka odprowadzającego, zaś części niedostatecznie rozdrobnione powracają do bębna pomiędzy tłukące kule. Przed naładowaniem do młyna tłucze się zwykle żużle na kawałki młotami i wybiera kawałki żelaza.

Mąka zmielona przedstawia się jako nadzwyczaj miałki, suchy i ciężki proszek, barwy czekoladowej lub też stalowo szarej. Ziarna grubsze, które oddzielić można na delikatnem sicie, mają barwę czarną. Zabarwienie pozostaje w pewnym związku z zawartością kwasu fosforowego, a mianowicie mąki szaro zabarwione są zwykle zamożniejsze w kwas fosforowy, aniżeli brunatne. Przy przerabianiu żużli, pochodzących z jednej i tej samej stalowni, dochodzą dozorujący robotą do takiej wprawy, że wedle zabarwienia oceniają wcale trafnie, ile kwasu fosforowego zawierają żużle.

Skład chemiczny żużli Thomasa wykazuje bardzo znaczne wahania, a zależy od mniejszej lub większej obfitości oraz jakości zanieczyszczeń w przerabianym na stal surowcu. Wahania w zawartości głównych

składników przedstawiają się jak następuje:

kwasu fosforowego ($P_2 O_5$)	8—23 %
tlenku wapniowego (Ca O)	30—59 „
kwasu krzemowego ($Si O_2$)	2—20 „
tlenku żelazowego i żelazawego ($Fe_2 O_3$ i Fe O)	4—30 „
tlenku manganowego (Mn O)	0.5—15 „
tlenku magnowego	1— 8 „
siarki	0.2—1.4 „

oprócz tego znajduje się w żużlach mniejsza lub większa ilość okruchów niezwiązanego żelaza. Podobne różnice w składzie chemicznym jak w żużlach surowych spotykamy naturalnie także i w mąkach żużlowych. Pewne tylko zmiany w chemicznym składzie żużli następują podczas leżenia na powietrzu przed zmieleniem. Tlenek wapniowy przechodzi mianowicie na wodnik i węglan wapniowy, a tlenek żelazawy utlenia się na tlenek żelazowy; procesy te chemiczne wywołują rozpadanie, czyli lasowanie się żużli, przyczem łatwiej z nich wybrać kawałki przymieszanego żelaza.

W zwykłej mące żużlowej zawartość kwasu fosforowego zwykle nie dochodzi do 20 %. Wyrabiają jednakże w Niemczech w Hoerde t. z. patentowaną mąkę żużlową Scheiblera, która zawiera przeszło 25 % kwasu fosforowego. W celu otrzymania tak skoncentrowanych żużli, dodaje się do konwertorów nasamprzód ilość wapna palonego mniejszą, niż potrzeba do zupełnego oczyszczenia żelaza, zlewa otrzymane żużle bogate w kwas fosforowy, poczem dopiero dodaje resztę wapna. Produkować można również wysoko procentowe żużle, dodając do konwertorów, zamiast wapna, fosforyty kredowej formacyi. Fosforyty te, topiąc się w wysokiej temperaturze ciekłego żelaza, przechodzą w związek (prawdopodobnie fosforan czterowapniowy), co do rozpuszczalności nie ustępujący zupełnie fosforanom, znajdującym się w najlepszych żużlach.

Oprócz żużli Thomasa, służą do wyrobu mąki żużlowej t. z. żużle Martina, otrzymywane przy przeróbce żelaza na stal, wedle nieco odmiennej metody, przez Martina podanej. Różnica w sposobie usunięcia zanieczyszczeń z żelaza polega na tem głównie, że domieszki, wedle metody Martina, spalają się w otwartych płaskich panwiach, umieszczonych w odpowiednich piecach, za pomocą utleniającego płomienia. Co do składu chemicznego, mąka żużlowa Martina różni się zazwyczaj od mąki Thomasa mniejszą zawartością kwasu fosforowego i wapna, a wyższą związków żelaza. Z powodu większej twardości, zmielenie żużli Martina na miałką mąkę, przedstawia większą trudność.

Ponieważ wiadomem było z chemii, że fosforany wystawione na działanie wysokiej temperatury tracą wiele na rozpuszczalności, nie przypuszczano wcale przez czas jakiś, że w żużlach może istnieć kwas fosforowy w formie łatwo dostępnej dla roślin. Tymczasem w pierwszych zaraz próbach stwierdzono, że kwas fosforowy znajduje się w zmielonych żużlach w stanie bezporównania łatwiej rozpuszczalnym, aniżeli w mączkach fosforytowych. Tak np. Wagner zauważył następujące różnice w rozpuszczalności w wodzie, nasyconej kwasem węglowym, oraz w roztworze cytrynianu amonowego:

	rozpuściły z ogólnej ilości kwasu fosforowego w mące żużlowej	w mące fosforytowej
woda nasycona kwasem węglowym	36 %	8 %
roztwór cytrynianu amonowego	74 „	4 „

Albert znowu przekonał się, że znaczna część kwasu fosforowego przechodzi do roztworu pod wpływem torfu. Zmieszawszy mianowicie 1 *g* mąki żużlowej ze 100 *g* torfu i 1 litrem wody, znalazł po pewnym czasie z ogólnej ilości 79 % kwasu fosforowego w roztworze. Zasługują wreszcie na przytoczenie wypadki badań Fleischera, które stwierdziły zależność rozpuszczalności kwasu fosforowego od miałkości mąki. W 100 litrach wody nasyconej kwasem węglowym rozpuściło się z mąki:

o średnicy ziarna	kwasu fosforowego
0.5 —1.0 *mm*	1.4 *g*
0.25—0.5 „	2.6 „
< 0.25 „	6.6 „
z odszlamowanego wodą pyłu	7-7—12.2 *g*

Badania nad rozpuszczalnością kwasu fosforowego w mąkach żużlowych wskazywały, że żużle muszą zawierać, zamiast spodziewanych ze względu na ogniowe pochodzenie pyrofosforanów, jakieś inne fosforowe związki. Rozbiory kryształów, wyraźnie wykształconych, napotykanych w większych wydrążeniach porowatej za-

stygłej masy żużlowej, potwierdziły najzupełniej te przewidywania. Hilgenstock znalazł mianowicie w żużlach związek, który ma skład chemiczny, odpowiadający wzorowi $Ca_4 P_2 O_9$, a zatem jest fosforanem czterowapniowym. Tenże sam związek udało się Hilgenstockowi otrzymać sztucznie przez stapianie fosforanu trójwapniowego lub bezwodnika fosforowego, razem z odpowiednią ilością wapna palonego i dodatkiem szpatu wapiennego. W postaci analogicznej soli, znacznie łatwiej jeszcze rozpuszczalnej, znajduje się w żużlach magn. Obok tych fosforanów czterozasadowych znajdują się jeszcze w żużlach podwójne połączenia wapna z kwasem fosforowym i krzemowym. Wedle badań Arensa, przeświecające niebieskie kryształy, które sterczą w rzędach jakby zęby w wydrążeniach żużli, składają się z fosforanu i krzemianu wapniowego, związku mającego wzór chemiczny $Ca_3 P_2 O_8 . Ca_4 Si O_4$. Oprócz tego napotykano jeszcze w żużlach krzemo-fosforany wapniowe, w których stosunek między fosforanem wapniowym, a krzemianem wapniowym odpowiada innym wzorom chemicznym.

Ponieważ mąki żużlowe Thomasa mogą zawierać rozmaite związki kwasu fosforowego, należało się z góry spodziewać mniej lub więcej znacznych różnic w rozpuszczalności. Na to jednakże z początku nie zwracano uwagi i kupowano mąkę żużlową, tak samo jak np. mączki fosforytowe, lub mąki kostne, na podstawie poręczonej ogólnej zawartości kwasu fosforowego, bez względu na jego rozpuszczalność. Zastrzegano tylko, aby stopień zmielenia odpowiadał pewnej, powszechnie w handlu przyjętej normie, a mianowicie, aby conajmniej 75 % całej wagi mąki przechodziło, w ciągu 15-minutowego przesiewania, przez sito zrobione z mosiężnej drucianej siatki Nr. 100, wyrabianej przez Amandusa Kahla w Hamburgu. Liczba sto oznacza ilość drutów, znajdujących się na 1 calu kw. gazy, mającej następujące wymiary oczek:

szerokość poprzeczna	0.14 do 0.17 *mm*
długość przekątni . .	0.22 „ 0.24 „

Przekonano się jednakże bardzo rychło, że kupno mąki żużlowej, wedle ogólnej zawartości kwasu fosforowego i oznaczonego minimalnego stopnia miałkości nie ubezpiecza bynajmniej dostawy produktów o wartości nawozowej, odpowiadającej ustanowionej cenie. Przedewszystkiem łatwo było przy takich warunkach umowy sprzedawać za mąkę żużlową mieszaniny mąki żużlowej z mączkami fosforytowemi i takie mniej wartościowe mieszaniny istotnie w handlu bardzo często się pojawiały. Fałszerstwo posuwano nawet tak daleko, że sprzedawano za mąkę z żużli Thomasa dobrze zmielone, jasne fosforyty mineralne, zabarwione na czarno proszkiem węglowym. Oprócz zaś tego, przy umowie opartej na powyższych warunkach, otrzymywał jeden odbiorca mąkę z bardzo znaczną rozpuszczalnością kwasu fosforowego, inny zaś za tę samą cenę mąkę bezporównania gorszą, chociaż bynajmniej rozmyślnie nie fałszowaną.

Reforma w handlu mąką żużlową stała się kwestyą pierwszorzędnego znaczenia od chwili, w której zauważono, że różnice, istniejące w stopniu rozpuszczalności kwasu fosforowego są nadzwyczajnie wielkie. Zwrócił na to uwagę rolników Wagner, przekonawszy się, że w mączkach, pochodzących z czeskich fabryk, roztwór cytrynianu amonowego rozpuszczał około 40 % całej ilości kwasu fosforowego, podczas gdy w żużlach z fabryk nadreńskich rozpuszczało się 60 do 93 %.

Spostrzeżenia te były bodźcem do wyszukania metody oznaczania kwasu fosforowego w mące żużlowej, która dawałaby dokładne pojęcie o nawozowej wartości produktu i zapobiegała licznym podrabianiom, coraz więcej rozpowszechniającego się w użyciu nawozu. Najodpowiedniejszym do tego celu wydawał się odrazu roztwór cytrynianu amonowego i wypadało tylko podjąć specyalne badania w celu przekonania się, jak stężonym powinien być ten roztwór, aby z każdej mąki żużlowej rozpuszczał tylko ten kwas fosforowy, który znajduje się w związkach łatwo dla roślin przyswajalnych.

Badania chemiczne, jak i doświadczenia wegetacyjne, stwierdziły, że warunkom tym odpowiada w zadowalającym stopniu roztwór cytrynianu amonowego, zawierający około 1.4 % wolnego kwasu cytrynowego. Sposób przygotowania takiego roztworu podaliśmy już na wstępie tego rozdziału (p. str. 328). W tak stężonym i kwaśnym roztworze fosforany znajdujące się w fosforytach i innych nawozach zaliczonych do grupy pierwszej prawie wcale się nie rozpuszczają, zaś kwas fosforowy żużli, jak to niżej obszerniej jeszcze przedstawimy, w ilości dosyć dokładnie odpowiadającej ich rzeczywistej nawozowej wartości. Tak np. gdy w dobrej, wyrobionej z nadreń-

skich żużli mące rozpuszcza się z ogólnej zawartości 80 do 90 % kwasu fosforowego, a w mąkach gorszych spada rozpuszczalność do 38 %, z mączek fosforytowych, uważanych za najlepsze, przechodzi do roztworu zaledwie 1 do 5 %.

Badania nad rozpuszczalnością kwasu fosforowego w żużlach okazały się w dalszym swoim postępie tem więcej użyteczne, że doprowadziły do rozpoznania natury związków, w jakich kwas fosforowy przeważnie znajduje się w dobrych mąkach żużlowych, a następnie do wykrycia bardzo prostego środka, który pozwala niezadowalającą rozpuszczalność żużli w znacznej mierze powiększyć.

Naturę łatwo rozpuszczalnych związków fosforowych wskazało spostrzeżenie, że stopień rozpuszczalności kwasu fosforowego w żużlach pozostaje w wyraźnym związku z zawartością kwasu krzemowego, a mianowicie — że rozpuszczalność tem jest większa, im więcej krzemionki wykazuje rozbiór chemiczny. Tak np. w mąkach żużlowych, w których roztwór kwaśny cytrynianu amonowego rozpuszcza 79 do 91 % kwasu fosforowego, przypada na 100 części tegoż kwasu 41 do 48 części krzemionki (SiO_2). Stosunek ten w zupełności odpowiada stosunkowi pomiędzy ilością kwasu fosforowego i krzemowego w krzemofosforanie wapniowym, wynoszącemu, jak o tem była wyżej wzmianka, 100 : 42.3. W mąkach zaś zawierających mniej krzemionki rozpuszczalność jest gorsza. W obec tego można całkiem słusznie wnosić, że dobre mąki żużlowe zawierają przeważną część kwasu fosforowego w postaci tegoż krzemofosforanu wapniowego.

Powyższe przypuszczenie znalazło niespodziewanie silne poparcie w rezultacie próby, wykonanej przez jednego z głównych producentów mąki żużlowej, w celu przekonania się, czy dodatek piasku do rozpalonych, ciekłych jeszcze żużli może wpłynąć korzystnie na rozpuszczalność kwasu fosforowego. Próba wydała rezultat dodatni, stwierdzono mianowicie, za pomocą rozbioru, następujące różnice w składzie chemicznym żużli zastygłych z domieszką i bez dodatku piasku:

	żużle bez piasku	żużle z piaskiem
wolnego tlenku wapniowego . .	11.0 %	0.7 %
krzemionki . .	2.3 „	12.0 „
rozpuszczalność w cytrynianie .	58 „	84 „

Powyższe rezultaty chemicznego rozbioru najwyraźniej wskazują jaka zmiana zaszła pod wpływem piasku topiącego się w gorących żużlach. Krzemionka piasku musiała połączyć się z tlenkiem wapniowym i utworzyć krzemian wapniowy, który złączył się z fosforanem wapniowym w podwójną, rozpuszczalną w cytracie sól krzemowo-fosforową. W piasku znaleziono zatem środek zwiększający rozpuszczalność fosforanów w żużlach, któremu zawdzięczamy, że lichsze mąki żużlowe coraz rzadziej pojawiają się w handlu. Środek ten bowiem zbyt mało kosztuje, aby producenci mąki żużlowej, ociągali się z jego zastosowaniem w praktyce, tam gdzie istotnie może być wielce użytecznym.

Ponieważ zastosowanie kwaśnego roztworu cytrynianu amonowego do oceny i kontroli jakości mączek żużlowych zapewniało z góry wyraźną korzyść dla rolnictwa, jak również i dla uczciwych producentów, zainicyował Wagner akcyę w celu wprowadzenia w zwyczaj poręczania przy kupnie mąki żużlowej nietylko ogólnej zawartości, ale także i stopnia rozpuszczalności kwasu fosforowego w wypróbowanym roztworze cytrynianu. Projekt ten musiał być życzliwie przyjęty i już w 1894 r. na zebraniu chemików rolniczych w Dreznie postanowiono oznaczać w mące żużlowej zarówno ogólną ilość kwasu fosforowego, jak i ilość tegoż kwasu rozpuszczalnego w roztworze Wagnera. Przyjęto przytem za normę, że dobra mąka żużlowa powinna zawierać z ogólnej ilości przynajmniej 75 % kwasu rozpuszczalnego, Uznano zaś rozpuszczalność 60 do 70 % jako zadowalającą, 50 do 60 % jako mierną, a nie dochodzącą 50 % jako niedostateczną. Najwyższą dopuszczalną różnicę w rozpuszczalności poniżej poręczonej, która nie uprawniała jeszcze do wystąpienia z pretensyą o odpowiednie odszkodowanie, oznaczono na 5 %.

Poręczanie jednakże jakości mąki żużlowej oparte na takich zasadach okazało się w praktyce niezupełnie dogodnem. Przedewszystkiem potrzeba było przy kontroli wykonywać dwa oddzielne oznaczenia kwasu fosforowego. Oprócz zaś tego cena kwasu fosforowego w różnych mąkach żużlowych musiała być zmienna zależnie od stwierdzonego stopnia rozpuszczalności. Inaczej bowiem naturalnie należało płacić za każdy procent kwasu w mące z rozpuszczalnością 70 %, aniżeli w mące z rozpuszczalnością 40 %. Niedogodności te były do przewidzenia, zdecydowano się jednak je

znosić, aby nie utrudnić zbytecznie sprzedaży mączek żużlowych z niezadawalającą rozpuszczalnością, których podówczas w handlu nie brakowało.

Wzgląd ten stracił całkiem znaczenie, odkąd znaleziono sposób produkowania żużli o wysokiej rozpuszczalności i odkąd zaczęto odkryty środek wprowadzać w praktyczne zastosowanie. Wówczas znalazła zupełnie przygotowany grunt myśl, aby zaprowadzić zwyczaj kupowania mąki żużlowej wyłącznie na podstawie zawartości kwasu fosforowego rozpuszczalnego w roztworze Wagnera, tak samo jak się kupuje superfosfaty wyłącznie wedle zawartości kwasu rozpuszczalnego w wodzie. Wypróbowanie przez rozmaite stacye kontrolne dokładności oznaczeń wedle metody Wagnera uprawniało najzupełniej do wprowadzenia tej myśli w życie. Ponieważ fabrykanci w Niemczech na to się zgodzili, sprzedaż mąki Thomasa na takich zasadach stała się tam regułą, a i u nas coraz bardziej się rozpowszechnia. Tylko francuscy i belgijscy chemicy dotąd jeszcze bez słusznych powodów przeciwko tej innowacyi występują.

Należy tu zauważyć, że przy kupnie mąki, na podstawie ilości kwasu fosforowego rozpuszczalnego, odpada potrzeba oznaczania stopnia miałkości. Ten przymiot bowiem znajduje już wyraz w oznaczeniu ilościowem kwasu fosforowego, ponieważ roztwór cytrynianu amonowego rozpuszcza z mąki miałkiej większą ilość aniżeli z gruboziarnistej.

Wprowadzenie w zwyczaj kupna mąki żużlowej na podstawie poręczonej zawartości rozpuszczalnego kwasu stanowi najskuteczniejszą tamę przeciwko fałszowaniu mączkami fosforytowemi. Skoro bowiem kupujący nic za kwas fosforowy w związkach nierozpuszczalnych nie płaci, mieszanie żużli z mąką fosforytową nie przedstawia dla handlującego żadnej korzyści, jeżeli tylko nie może liczyć na to, że zbyt ufny odbiorca zaniedba posłać próbkę dostawionego towaru do kontrolnego rozbioru.

W razie uzasadnionego podejrzenia, że mąka żużlowa jest zmieszana z fosforytową, można stwierdzić obecność ostatniej, wrzuciwszy próbkę do bromoformu. Ciecz ta ma ciężar właściwy 2.775, mąka zatem fosforytowa z ciężarem właściwym, wahającym się zwykle około 2.5, pływa na jej powierzchni, podczas gdy mąka żużlowa, mająca ciężar gatunkowy 3.317, tonie. Dobrą usługę może oddać także mikroskop, pod którym można rozpoznać ziarna mąki fosforytowej po kształtach zaokrąglonych i jasnej barwie. W razie grubego podrobienia mąki żużlowej piaskiem, można tę domieszkę łatwo oddzielić za pomocą odszlamowania miałkich części wodą. Wówczas pomiędzy osadzonemi grubszemi okruchami żużli można wyróżnić gołem okiem białe ziarnka piasku.

B. Zachowanie się w ziemi i działanie nawozów fosforowych.

Nawozy fosforowe mogą się przyczynić do podniesienia plonu na glebach zawierających kwas fosforowy w niedostatecznej ilości. Z powodu wywozu znacznej ilości kwasu fosforowego, pobranego przez rośliny zbożowe z ziemi w sprzedawanem ziarnie, gleby na których pokarm ten znajduje się w minimum, spotykamy bardzo często. Nawozy fosforowe najczęściej też poprzedzają wszelkie inne, przy przejściu do więcej intenzywnego gospodarstwa.

Zależnie od stopnia rozpuszczalności kwasu fosforowego, rozmaite nawozy fosforowe różnią się w swym wpływie na rozwój roślin. Natura gleby wpływa również w sposób bardzo wybitny, tak, że jedne i te same nawozy w jednych warunkach mogą się co do użyźniającego wpływu daleko więcej do siebie zbliżyć, albo też oddalić, aniżeli w innych. W celu przedstawienia różnic, dających się zauważyć w wartości rolniczej rozmaitych nawozów fosforowych, zajmiemy się każdą z trzech grup oddzielnie.

1. *Nawozy z nierozpuszczalnymi fosforanami.* W nawozach zaliczonych do pierwszej grupy, znajduje się kwas fosforowy wogóle w formie trudniej przyswajalnej dla roślin. Fosforan trójwapniowy bowiem, rozpuszczający się dopiero pod wpływem silniejszych kwasów, opiera się działaniu wydzielin korzeniowych. Jakkolwiek przecie we wszystkich tych nawozach znajdujemy przeważnie jednę i tę samą, co do składu chemicznego, sól kwasu fosforowego, różnią się one między sobą bardzo znacznie co do stopnia rozpuszczalności tegoż kwasu. W próbach np. Wagnera z ogólnej ilości kwasu fosforowego przeszło do roztworu kwaśnego cytrynianu amonowego (używanego do oznaczania rozpuszczalności w żużlach):

z belgijskiego fosforytu z Malogne	1 %
z preparowanej mąki fosforytowej	2 „
z belgijskiego fosforytu z Malogne i francuskiego z Somme .	5 „
z francuskiej szarej kredy fosfatowej	8 „
z mąki koprolitowej . . .	15 „

Tak samo znaczne różnice w rozpuszczalności stwierdzono w rozmaitych innych próbach. Śledząc zaś za przyczynami zauważonych różnic, dochodzi się do przekonania, że większą rozpuszczalnością odznaczają się:

1) mączki fosforytowe, pochodzące z fosforytów bezkształtnych, miękkich, porowatych, jakie najczęściej występują w formacyi kredowej;

2) materyały dające się zemleć na bardzo miałką mąkę, ponieważ powierzchnia bezpośredniego zetknięcia z czynnikiem roztwarzającym jest tem większa, im wyższy jest stopień miałkości.

Największy natomiast opór przy rozpuszczaniu stawiają fosforyty z budową krystaliczną (apatytowe), zbite i twarde, które nie dadzą się miałko zemleć. Do trudniej rozpuszczalnych należą również materyały, które pozostawały pod wpływem wysokiej temperatury, jak np. popiół kostny lub węgiel kostny, w warunkach niedopuszczających utworzenia się, tak jak w żużlach, fosforanu czterowapniowego lub krzemofosforanów wapniowych. W takich materyałach część kwasu fosforowego znajduje się w pyrofosforanach trudniej rozpuszczalnych.

Co się tyczy użyteczności dla rolnictwa materyałów zawierających fosforan trójwapniowy, to odpowiednie próby, w rozmaitych warunkach wykonane, doprowadziły do skrajnie różnych sądów. W doświadczeniach Wagnera oraz Maerckera, w których superfosfat lub mąka żużlowa nadzwyczaj skutecznie działały, mączki fosforytowe, zwykłe lub preparowane, nie podwyższały wcale zbioru. Zupełnie inaczej natomiast rzecz się miała w próbach Fleischera na torfie wyżynnym, w których mąki z fosforytu amerykańskiego Florida oraz angielskiego Bedford, dały takie same prawie przewyżki w zbiorze kartofli i owsa, jak mąka żużlowa, przy dawkach kwasu fosforowego jednakowych we wszystkich trzech próbowanych nawozach. Tak samo skuteczną okazała się w działaniu preparowana mączka z fosforytów belgijskich na nizinnym torfie, w kulturach wazonowych Tackego. A co najważniejsza, wystawili mączkom fosforytowym i innym pokrewnym jej nawozom jak najlepsze świadectwo liczni francuscy rolnicy, którzy od dawna z dobrym skutkiem rolę niemi nawożą; w ostatnich zaś czasach i próby przeprowadzone w Rosyi, za inicyatywą Jermołowa, z fosforytami środkowo-rosyjskimi.

Istniejące sprzeczności w rezultatach rozmaitych prób, którym niedokładności nie można bynajmniej zarzucić, wskazują, że nawozy należące do grupy pierwszej w pewnych warunkach mogą być z korzyścią stosowane, w pewnych zaś wcale się do użycia nie nadają. Jednym z warunków nadzwyczaj dla nich przyjaznym jest obecność w ziemi kwaśnej próchnicy. Kwaśne bowiem związki próchnicowe roztwarzają fosforan trójwapniowy w podobny sposób, jak je roztwarza kwas siarkowy przy fabrykacyi superfosfatów i wskutek tego ułatwiają roślinom wyzyskanie pokarmu, dodanego w nawozie w formie trudno dla nich przyswajalnej. Jeżeli kwaśnej próchnicy w glebie niema, korzystanie z kwasu fosforowego, znajdującego się w nierozpuszczalnym fosforanie, przedstawia większą trudność, ponieważ sole wapniowe kwasów próchnicowych zachowują się wobec fosforanu trójwapniowego zupełnie obojętnie, a wpływ roztwarzający może w tym razie wywierać tylko znacznie słabiej działający kwas węglowy. Tem właśnie wytłomaczyć można spostrzeżenie praktyków, że mączki z fosforytów, zawierających wiele węglanu wapniowego, działają gorzej, oraz że na ziemiach kwaśnych mączki fosforytowe, po zwapnieniu lub po zmarglowaniu, często przestają skutkować. W jednym i drugim przypadku wapno zobojętnia w ziemi kwasy, pozbawiając je zdolności roztwarzania trudno-rozpuszczalnych fosforanów. Dla tego to we Francyi unikają wapnienia lub marglowania gleby równocześnie albo przed rozsianiem mączek fosforytowych, węgla kostnego i t. p. Wapniąc zaś ziemię w roku następnym po zastosowaniu fosforowego nawozu, utrzymują w niej do pewnego przynajmniej czasu, kwaśną reakcyę, wystarczającą do roztworzenia fosforanu trójwapniowego. Skoro zaś zobojętnienie przekroczy pewną granicę, użycie fosforanów łatwiej rozpuszczalnych, zamiast nierozpuszczalnych, zapewnia większą korzyść. Obecność w ziemi torfowej siarkanu potasowego (kainitu), jak się o tem przekonał Fleischer,

wpływa bardzo korzystnie na zdolność roztwarzania trudno-rozpuszczalnych fosfatów.

W ziemiach, które kwaśnej próchnicy nie zawierają, roztworzenie fosforanu trójwapniowego nie postępuje dosyć szybko. I tu jednakże, jak to nowe próby stwierdziły, mogą mączki fosforytowe działać skutecznie, jeżeli się użyje bardzo wysokich dawek. Wówczas korzenie wchodzą łatwiej w zetknięcie bezpośrednie z cząsteczkami nawozu i mogą przyswoić z nich znaczniejszą ilość kwasu fosforowego, chociaż ziemia nie przychodzi im w tem z pomocą. Jeżeli w glebie nie ma kwaśnej próchnicy, można zwiększyć użyteczność nierozpuszczalnych fosfatów za pomocą kompostowania z kwaśnym, ubogim w wapno torfem. Dodatek kainitu lub siarkanu potasowego do takiego kompostu bardzo się zaleca. We Francyi kompostują nierozpuszczalne nawozy fosforowe z trocinami drzewnemi, zlewanemi gnojówką, albo też z silnie ubitą masą roślinną, podlegającą z powodu utrudnionego dostępu powietrza kwaśnej fermentacyi.

Ponieważ nie zawsze można stanowczo osądzić, czy w glebie znajdują się warunki dosyć korzystne dla działania mączek fosforytowych i t. p. nawozów, ostrożność nakazuje wykonanie próby na mniejszą skalę, w celu sprawdzenia, czy ta forma kwasu fosforowego będzie istotnie dla gleby odpowiednią.

2. *Nawozy z fosforanami rozpuszczalnymi w cytrynianie.* Nawozy należące do tej grupy zawierają kwas fosforowy w związkach, co do stopnia rozpuszczalności zbliżonych do fosforanów, w które przechodzą w ziemi, wskutek absorbcyi, rozpuszczalny w wodzie fosforan wapniowy oraz wolny kwas fosforowy. Wobec tego wydaje się z góry prawdopodobnem, że nawozy, zawierające kwas fosforowy w formie w cytrynianie rozpuszczalnej, powinny się tem więcej w swem działaniu zbliżać do superfosfatów, im mniejsza część z całej ilości kwasu fosforowego przypada w nich na nierozpuszczalne połączenia. Nadzwyczajnie liczne próby potwierdzają w zupełności słuszność powyższego przypuszczenia.

Pomiędzy nawozami drugiej grupy co do stopnia rozpuszczalności, wypada postawić na pierwszem miejscu fosforan strąconyy, który całkowicie rozpuszcza się w cytrynianie amonowym. Nawóz ten, jak to po długich sporach w Niemczech toczonych ostatecznie wypadło przyznać, bardzo często co do działania dorównywa zupełnie superfosfatom, często je nawet przewyższa, a tylko w pewnych glebach działa mniej korzystnie.

Skuteczniejsze działanie precypitatów dało się zauważyć zazwyczaj w następujących przypadkach:

1. Na glebach torfowych i piaszczystych, zbyt słabo absorbujących kwas fosforowy, w których superfosfat działa mniej korzystnie, z powodu zachowania kwaśnej reakcyi oraz z powodu możliwej straty kwasu fosforowego przez wypłukanie, — precypitaty zaś, jako w wodzie nierozpuszczalne, nie są narażone na wypłukanie, ani też przez kwaśną reakcyę nie wywierają na korzenie szkodliwego wpływu.

2. Na glebach, zawierających obfitą ilość wapna, w których kwas fosforowy superfosfatów przechodzi bardzo szybko, wskutek absorbcyi, w fosforan trójwapniowy, fosforan zaś dwuwapniowy precypitatu zachowuje przez dłuższy czas w ziemi swą formę łatwiej rozpuszczalną i przyswajalną dla roślin.

Superfosfaty okazały się natomiast skuteczniejszemi w działaniu niż precypitaty na zwięźlejszych, dobrze absorbujących kwas fosforowy glebach glinkowych i gliniastych. Objaśnić to się da tylko tem, że kwas fosforowy, wprowadzony do tego rodzaju gleby w związkach w wodzie rozpuszczalnych, rozejdzie się po ziemi przed zaabsorbowaniem, gdy tymczasem nierozpuszczalny fosforan dwuwapniowy nie może być mechanicznie, broną czy też innem narzędziem, należycie z ziemią wymieszany.

Na glebach zaś, na których absorbcya stanowczo nie dopuszcza wyługowania kwasu fosforowego, a mechaniczne wymieszanie nierozpuszczalnego nawozu z cząstkami ziemi nie sprawia trudności, nie spostrzegano zazwyczaj żadnej różnicy w działaniu między superfosfatami a fosforanami strąconymi. Z zupełną zatem słusznością można twierdzić, że fosforany strącone są, co do wartości nawozowej równoważne z superfosfatami.

Do precypitatów zbliżają się pod względem nawozowej wartości superfosfaty zawierające większą ilość kwasu fosforowego cofniętego. Ponieważ jednakże fosforany żelazowe są trudniej rozpuszczalne aniżeli fosforan dwuwapniowy, działanie takich superfosfatów bywa często nieco mniej skuteczne. Wedle Wagnera wartość nawozowa kwasu fosforowego cofniętego jest o 30 % niższa od wartości tegoż kwasu rozpuszczalnego w wodzie.

Większe jeszcze daleko różnice aniżeli precypitat, okazuje w działaniu mąka żużlowa. Pierwsze próby zastosowania tego nawozu podjęte przez Fleischera na glebach torfowych, gdzie trudno przyswajalne, jak się zrazu zdawało, fosforany żużli mogły znaleźć najwięcej przyjazne warunki, przyniosły nadspodziewanie korzystne rezultaty. Okazało się bowiem, że mąka żużlowa nie ustępuje w działaniu fosforanom strąconym, które są na tych gruntach odpowiedniejszym nawozem, aniżeli superfosfaty. Spostrzeżenie to dało powód do nadzwyczaj szybkiego rozpowszechnienia się użycia żużli, w których można było z początku nabywać kwas fosforowy przeszło o połowę taniej aniżeli rozpuszczalny w wodzie.

Próby wykonane na torfach nie dawały jednak żadnego pojęcia o tem, o ile żużle i superfosfaty mogą się różnić w działaniu na ziemiach utworzonych przeważnie ze składników mineralnych, w których warunki dla roztwarzania nierozpuszczalnych fosforanów są o wiele mniej korzystne. W celu zbadania, czy i na takich glebach można z korzyścią zastąpić drogi superfosfat tańszą znacznie mąką żużlową, przedsięwziął Wagner cały szereg doświadczeń, w których stwierdzono, że na glinach i glinkach 50 do 60 *kg* kwasu fosforowego w wodzie rozpuszczalnego działa tak samo, jak 100 *kg* w miałko zmielonej, dobrej mące żużlowej, że zatem *wartość nawozowa każdego kilograma kwasu fosforowego, razem wziętego rozpuszczalnego i nierozpuszczalnego w żużlach, jest dla takich ziemi o połowę lub prawie o połowę mniejszą niż wartość jednego kilograma tegoż kwasu w wodzie rozpuszczalnego w superfosfacie.* Taki sam stosunek w działaniu obu wymienionych nawozów dawał się najczęściej zauważyć w późniejszych doświadczeniach przez rozmaitych autorów podejmowanych i to tak w kulturach wazonowych, jak i w próbach polowych.

W doświadczeniach Wagnera badano także, o ile zależy skuteczne działanie żużli od stopnia miałkości. Jak się tego można było spodziewać, mąka grubo zmielona okazała się w tych próbach daleko mniej użyteczną, aniżeli mąka miałka. W porównaniu z ziemią nawozem fosforowym niezasiloną, dała zbiór suchej masy wyższy:

	mąka żużlowa o średnicy ziarn:	dawka kwasu fosforowego na 1 *ha*	jęczmienia	pszenicy
1)	wyłącznie $<$ 0.1 *mm*	100 *kg*	150 %	245 %
2)	$<$ 0.1 *mm*. . 83 % 0.1—0.2 „ . . 17 „	100 „	135 „	146 „
3)	0.1—0.2 „ . . 52 „ 0.2—0.4 „ . . 48 „	200 „	58 „	94 „
4)	taż sama	300 „	84 „	155 „

Gruba zatem mąka żużlowa dała, przy dawce podwójnej i potrójnej, zbiory znacznie niższe, aniżeli mąki miałkie, użyte w ilości dwa i trzy razy mniejszej. Uwzględniwszy nierówność dawek, znajdziemy w odpowiedniem obliczeniu następujący stosunek, wyrażający wartość nawozową kwasu fosforowego w użytych do doświadczenia trzech próbach mąki:

mąka złożona z samego miału .	100
mąka normalnej miałkości . .	95
mąka grubo-ziarnista	22

Rezultaty doświadczeń Wagnera, a także i innych autorów nad wartością żużli Thomasa, odnoszą się do mączek, w których rozpuszczało się z ogólnej ilości kwasu fosforowego około 75 % w kwaśnym cytrynianie amonowym. Skoro więc pojawiły się w handlu produkty stojące co do stopnia rozpuszczalności o wiele niżej, musiała się wnet wyłonić kwestya, co może być wart w nich kwas fosforowy. Jeżeli nie do zupełnego jej rozwiązania, to przynajmniej do pożądanego rozświetlenia przyczyniły się znowu doświadczenia, wykonane w Darmsztadzie w celu sprawdzenia, czy stopień rozpuszczalności kwasu fosforowego w mą-

ce żużlowej może służyć rzeczywiście za miarę jej wartości nawozowej.

W wypadkach doświadczenia z owsem, hodowanym w kulturach wazonowych, otrzymano na powyższe pytanie odpowiedź twierdzącą. Różnice w rozwoju, występujące bardzo wyraźnie na Fig. 9, będącej reprodukcyą fotograficznego zdjęcia, wska-

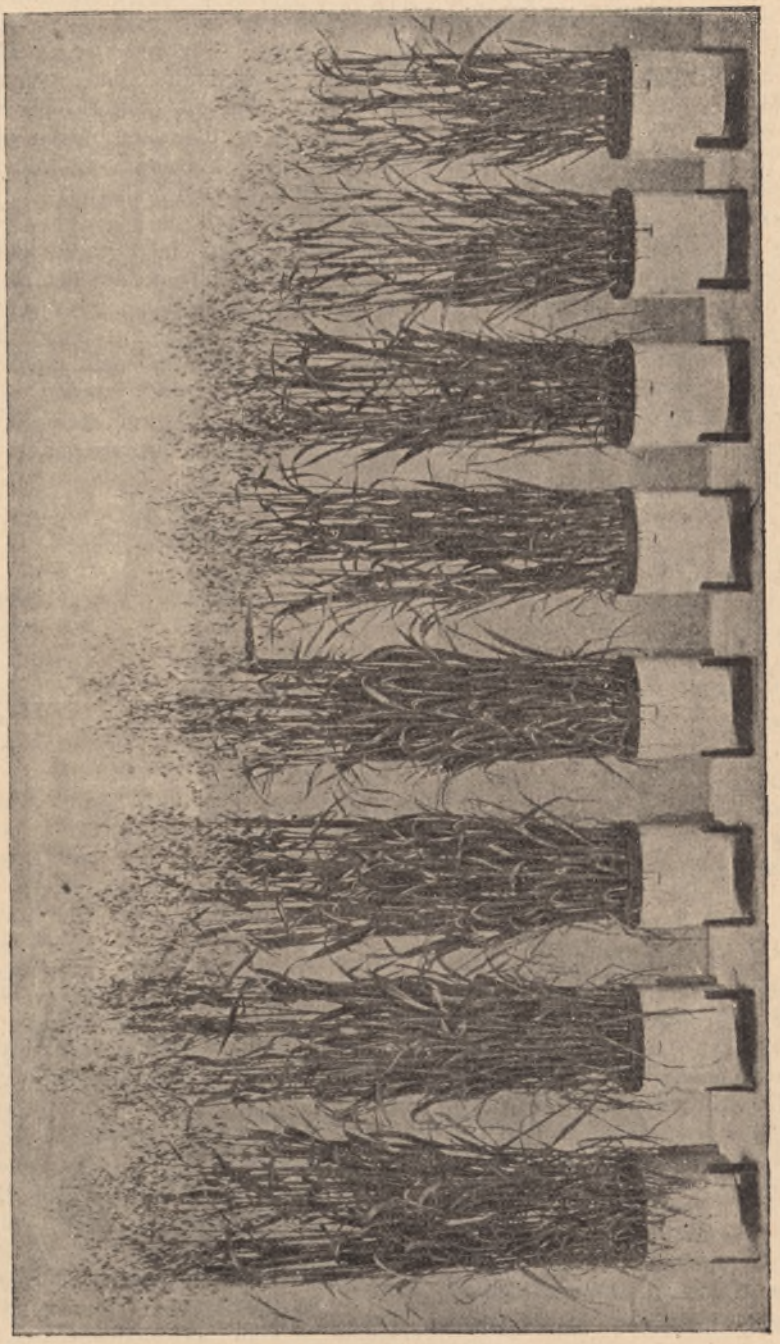


Fig. 9.

kultury na rycinie przedstawione otrzymały następujące ilości kwasu fosforowego

$^1/_2$ g w superfosfacie	$^1/_2$ g w mące żuźl. 1 z rozp. 89%	$^1/_2$ g w mące żuźl. 2 z rozp. 82%	$^1/_2$ g w mące żuż. 3 z rozp. 65%	$^1/_2$ g w mące żuż. 4 z rozp. 39%	$^1/_2$ g w mące żuż. 5 z rozp. 36%	1 g mączki fosforytow.	bez nawozu fosforowego

zują, że działanie mączek żużlowych było tem skuteczniejsze, im więcej one zawierały kwasu fosforowego, rozpuszczalnego w cytrynianie. To samo okazało się w oznaczeniach zbiorów, które wypadły, jak następuje:

rodzaj nawozu fosforowego	dawka P_2O_5 na wazon	zbiór ziarna i słomy z jednego wazona	przewyżka uzyskana absolutna	względna
superfosfat	0.5 *g*	180.4 *g*	132.4 *g*	100 *g*
mąka żużlowa Nr. 1 z rozp. 89 %	0.5 „	167.7 „	119.7 „	90 „
„ „ Nr. 2 „ „ 82 „	0.5 „	154.9 „	106.9 „	81 „
„ „ Nr. 3 „ „ 65 „	0.5 „	138.9 „	90.9 „	68 „
„ „ Nr. 4 „ „ 39 „	0.5 „	102.3 „	54.3 „	41 „
„ „ Nr. 5 „ „ 36 „	0.5 „	97.0 „	49.0 „	37 „
„ fosforytowa prep. „ 2 „	1.0 „	53.0 „	5.0 „	— „
bez nawozu fosforowego — „	— „	48.0 „	— „	— „

Jak przeto widzimy, rezultaty przez Wagnera otrzymane dowiodły, że pomiędzy stopniem rozpuszczalności kwasu fosforowego a wartością nawozową żużli w pewnych warunkach (takich, jakie były w doświadczeniach), istnieje prawie zupełnie ścisła proporcyonalność. Najłatwiej można się o tem przekonać z porównania liczb, wskazujących stopień rozpuszczalności w cytrynianie, z liczbami ostatniej kolumny, oznaczającymi względną przewyżkę. Wskazały równocześnie te doświadczenia, że kwas fosforowy, znajdujący się w żużlach w stanie rozpuszczalnym w cytrynianie amonowym, może co do działania dorównać najzupełniej rozpuszczalnemu w wodzie superfosfatowi. Skoro bowiem w dawce 0.5 *g* było w żużlach 90 % kwasu rozpuszczalnego (mączka Nr. 1), działanie było w porównaniu z superfosfatem o 10 % gorsze, Skoro mąka zawierała tylko 39 % z ogólnej ilości kwasu fosforowego rozpuszczalnego (mąka Nr. 4), działała o 60 % gorzej i t. d.

Zupełnie analogiczne wypadki przyniosły doświadczenia, wykonane przez Maerckera oraz przez Fleischera. Tak w jednych jak i w drugich ścisły związek pomiędzy rozpuszczalnością a wartością nawozową wystąpił na jaw, w sposób nie podlegający wątpliwości. Mniej zgodne natomiast rezultaty otrzymano w próbach wykonanych we Francyi, w Belgii oraz w wiedeńskiej stacyi rolniczo-doświadczalnej, co wcale nie powinno dziwić, jeżeli się zwróci uwagę na to, że mąka żużlowa, tak samo jak każdy inny nawóz, zależną jest w swem działaniu od całego szeregu warunków działających w ziemi. W szczególności da się najzupełniej usprawiedliwić naruszenie proporcyonalności, pomiędzy rozpuszczalnością a działaniem, faktem niepodlegającym wątpliwości, że na pewnych ziemiach, w pewnych stosunkach klimatycznych i dla pewnych roślin uprawnych mogą przyczynić się w daleko większej mierze, aniżeli gdzieindziej do wyprodukowania przewyżki także i nierozpuszczalne fosforany, znajdujące się w mące żużlowej obok rozpuszczalnych.

W doświadczeniu np. Maerckera zauważono następujące różnice w przewyżce uzyskanej w kulturze owsa, wskutek dodatku do ziemi 0.75 *g* kwasu fosforowego w rozmaitej formie:

	przewyżka zbioru absolutna	względna
rozpuszczalny w wodzie w superfosfacie	145.56 *g*	100
rozpuszczalny w cytrynianie w żużlach	119.98 „	83
nierozpuszczalny w cytrynianie w żużlach	10.96 „	7.5

Nierozpuszczalne zatem fosforowe związki działały w tym przypadku nadzwyczaj słabo, a rozpuszczalne prawie że dorównywały superfosfatowi. Jeżeli w ziemi warunki dla działania nierozpuszczalnych fosforanów żużli będą tak mało korzystne i przewyżka będzie zależała w skutek tego prawie wyłącznie od ilości fosforanu rozpuszczalnego w cytrynianie, ścisła proporcyonalność pomiędzy stopniem rozpuszczalności a działaniem rozmaitych mączek żużlowych da się niezawodnie zauważyć. Jeżeli natomiast nierozpuszczalny kwas fosforowy trafiłby w ziemi na tak nadzwyczajnie korzystne warunki, że mógłby równie dobrze

odżywiać rośliny jak rozpuszczalny w cytrynianie (można istnienie takiego skrajnego przypadku przypuścić), żużle posiadające słabą rozpuszczalność, mogłyby dorównać w działaniu żużlom co do rozpuszczalności stojącym znacznie wyżej, proporcyonalność zatem w tym przypadku nie dałaby się zupełnie zauważyć.

Fakt jednakże dający się teoretycznie przewidzieć i w doświadczeniach zauważony, że intenzywność działania mąki żużlowej nie zawsze i nie wszędzie jest ściśle proporcyonalną do stopnia rozpuszczalności kwasu fosforowego, nie upoważnia jeszcze do wniosku, jaki niektórzy autorowie zbyt pochopnie wysnuli, że kupowanie mąki żużlowej na podstawie poręczonej zawartości kwasu fosforowego rozpuszczalnego w wodzie jest całkiem nieracyonalne. Skoro tylko producenci na taką zasadę się godzą, rolnictwo nie ma najmniejszego powodu przeciwko niej występować, bo chroni ona najlepiej przed nabyciem mniej wartościowego towaru, który tylko w pewnych, stosunkowo rzadszych warunkach, może być użyteczny.

Należy tu nadmienić, że zwiększenie w sztuczny sposób, za pomocą domieszki piasku, rozpuszczalności kwasu fosforowego idzie najzupełniej w parze z podniesieniem wartości nawozowej mąki z żużli. Stwierdziły to w sposób stanowczy doświadczenia Maerckera i Wagnera. Żużle zatem wyrabiane z dodatkiem piasku są tak samo dobrym materyałem nawozowym, jak żużle z natury odznaczające się wysokim stopniem rozpuszczalności.

Opinia daleko mniej w ogóle pochlebna, aniżeli o precypitatach i żużlach, panowała do niedawna, prawie powszecznie, o użyteczności rolniczej ostatniego nawozu do tej grupy zaliczonego, mianowicie — *mąki kostnej odklejonej*. Kiedy o przydatności superfosfatów, precypitatów i żużli nikt nigdy nie mógł powątpiewać, odklejona mąka kostna do ostatnich czasów uważaną była jako materyał nie nadający się wcale do nawożenia. Ceniono ją wielce jako materyał surowy, bardzo odpowiedni do wyrobu superfosfatów, przed użyciem jednakże na nawóz wprost przestrzegano, rozpowszechniając zdanie, żadnym dowodem doświadczalnym niepoparte, że kwas fosforowy znajdujący się w kościach, jest tylko wówczas dla roślin dostępny, gdy ciała azotowe organiczne, zmieszane w substancyi kostnej bardzo dokładnie z fosforanami, uruchomią go podczas swego rozkładu w ziemi. Wpływem tych ciał organicznych (osseiny) objaśniano różnicę pomiędzy działaniem mąki kostnej nieodklejonej i odklejonej, jakkolwiek istnienia znaczniejszej różnicy, o ile można wnosić z braku wszelkiej o tem wzmianki w literaturze rolniczej, o użyteczności obu wymienionych materyałów, nikt nigdzie nie miał sposobności stwierdzić. A ogólny brak zainteresowania się mąką odklejoną powinien był niezawodnie obudzić zdziwienie, bo materyał ten, tak co do formy kwasu fosforowego, jak i co do stopnia miałkości, bardzo się dobrze rekomendował.

Wobec wpojonego przekonania, że użycie mąki odklejonej na nawóz nie może zapewnić żadnej korzyści, nie sprawiło nawet żadnego wrażenia sprawozdanie z doświadczeń wykonanych w Halli, w których mąka odklejona okazała się rzeczywiście nawozem bez wartości. Rezultat taki wydał się tylko spodziewanem potwierdzeniem znanej ogólnie prawdy. Tymczasem, jak to autor niniejszej pracy od wielu lat słowem i drukiem przepowiadał, przyszła obecnie chwila rehabilitacyi dla mąki kostnej w ogóle, a dla — odklejonej w szczególności. W doświadczeniach bowiem Kühna w roku bieżącym ogłoszonych, mąka kostna odklejona dała wyższy zbiór żyta na lekkiej ziemi piaszczystej, aniżeli superfosfat, mąka parzona odtłuszczona i mąka żużlowa. Różnice w uzyskanych przewyżkach przedstawiają się mianowicie, jak następuje:

dawka kwasu fosforowego	przewyżka w zbiorze ziarna	przewyżka w zbiorze słomy
0.2 *g* w superfosfacie .	1.30 *g*	2.88 *g*.
0.4 „ „ „ . .	3.86 „	7.66 „
0.4 „ „ mące żużlowej	4.85 „	11.29 „
0.4 „ „ „ parzonej	5.03 „	10.37 „
0.4 „ „ „ odklejonej	5.57 „	13.62 „

Wobec takich wypadków niepodobna już nadal wykluczać mąki kostnej odklejonej z rzędu nawozów fosforowych w pewnych warunkach istotnie użytecznych. Dalsze próby niezawodnie pozwolą ściślej te warunki określić. Dziś już jednak można sądzić, że mąka odklejona będzie mogła w wielu razach współzawodniczyć z mąką żużlową, daleko od niej droższą. Ziemie piaszczyste i próchnicze, wedle wszelkiego prawdopodobieństwa, będą najodpowiedniejszem dla niej polem popisu. Spodziewać się można również z góry korzystnego działania mąki odklejonej na łąkach.

3. Nawozy z kwasem fosforowym, rozpuszczalnym w wodzie. Pomiędzy wszystkimi nawozami fosforowymi superfosfaty, pod względem działania i wartości nawozowej, zajmują takie same stanowisko, co saletra chilijska pomiędzy nawozami azotowymi. Podczas gdy inne nawozy w jednych warunkach działają o wiele lepiej, aniżeli w drugich, w działaniu superfosfatów spostrzegamy wogóle daleko mniejsze wahania, w skutek czego zastosowanie ich może być więcej wszechstronne. Superfosfat da się użyć wszędzie zamiast innego nawozu, gdy tymczasem w wielu razach rozmaite inne nawozy fosforowe nie dadzą tej korzyści, jaką może zapewnić zastosowanie superfosfatów.

Pomimo przecie, że w superfosfatach znajduje się kwas fosforowy w związkach bezpośrednio przyswajalnych dla wszystkich roślin, pewne różnice w ich działaniu, zależne głównie od natury gleby, dadzą się zauważyć. Przedewszystkiem na gorsze lub też lepsze działanie rozpuszczalnego w wodzie kwasu fosforowego superfosfatów wpływa natura związków, które wskutek absorbcyi w ziemi powstaną. Jeżeli gleba zawiera dostateczną ilość wapna, fosforan jednowapniowy albo też wolny kwas fosforowy, przechodzą w fosforan dwuwapniowy albo w fosforan trójwapniowy, — w związki, które, w stanie bardzo daleko sięgającego rozdzielenia w ziemi, rozpuszczają się w wodzie, zawierającej kwas węglowy i ten stopień rozpuszczalności przez dłuższy czas zachowują. W braku dostatecznej ilości wapna, może kwas fosforowy superfosfatów wejść przy absorbcyi w związki z glinem, trudniej już rozpuszczalne, niż fosforany wapniowe. Fosforan glinowy opiera się działaniu kwasu węglowego, rozpuszcza się jednakże w 1 % roztworze kwasu octowego i jest dla roślin tak samo łatwo dostępny jak fosforany rozpuszczalne w cytrynianie. Po nastąpionej zatem absorbcyi, znajduje się kwas fosforowy w tych przypadkach w związkach, które co do stopnia rozpuszczalności przewyższają fosforany zawarte w precypitacie, żużlach, mące odklejonej i t. p., albo też stoi z nimi na równi. Wyzyskanie zaś pokarmu fosforowego z superfosfatu może być o tyle lepsze, że przed zaabsorbowaniem rozpuszczalne w wodzie fosforany daleko lepiej się pomiędzy cząstkami ziemi rozchodzą, aniżeli to można osiągnąć przez najwięcej staranne mechaniczne wymieszanie fosforanów nierozpuszczalnych. Większą natomiast trudność może sprawić roślinom pobieranie dostarczonego w superfosfatach fosforu, jeżeli zamiast fosforanów wapniowych lub glinowych powstaną w glebie odrazu fosforany żelazowe, które w kwasie octowym są mniej łatwo rozpuszczalne, albo też — jeżeli łatwiej rozpuszczalne fosforany wapniowe i glinowe zbyt szybko zamienią się w żelazowe.

Ważny wpływ na działanie superfosfatu wywiera następnie stopień wilgotności ziemi. Jeżeli gleba w chwili rozsiania i wymieszania superfosfatu zawiera wodę w obfitej ilości, kwas fosforowy może być lepiej i do znaczniejszej głębokości w roztworze wodnym rozprowadzony. Jeżeli zaś gleba będzie zanadto suchą, fosforan jednowapniowy, znalazłszy się po rozpuszczeniu w zbyt stężonym roztworze, rozszczepia się na wolny kwas fosforowy i na fosforan dwuwapniowy, unieruchomiony w wodzie. W takim przypadku może zostać pokarm fosforowy nierozpuszczalny zbyt wcześnie i w zbyt płytkiej warstwie ziemi, wskutek czego działanie nawozu okaże się mniej skutecznem.

Niekorzystnie może nareszcie oddziałać na wyzyskanie kwasu fosforowego z superfosfatu brak zdolności absorbcyjnej w glebie. W takim razie superfosfaty mogą nawet, wskutek zachowania przez zbyt długi czas kwaśnej reakcyi, oddziałać szkodliwie na korzenie, a oprócz tego pewna ilość pokarmu fosforowego może być dla roślin straconą wskutek wypłukania z gleby. Tak pierwsza, jak i druga okoliczność objaśnia, jak o tem była już mowa, dlaczego na ziemiach lekkich piaszczystych lub torfiastych nawozy z kwasem fosforowym rozpuszczalnym w cytrynianie, mogą przewyższyć w działaniu superfosfaty.

Dodać tu wypada, że syropowaty roztwór wodny kwasu fosforowego, w ostatnich czasach zalecany na nawóz, działa najczęściej tak samo dobrze, jak fosforan jednowapniowy superfosfatów. Lepsze działanie kwasu wolnego zauważono tylko na glebach wapiennych, silnie absorbujących — zapewne wskutek łatwiejszego rozchodzenia się w ziemi. Zdarzało się jednakże również zauważyć mniej skuteczne działanie wolnego kwasu fosforowego, z czego możnaby wnosić, że w niektórych ziemiach wolny kwas fosforowy przechodzi prędzej w trudniej przyswajalne fosforany żelazowe, aniżeli fosforan jednowapniowy.

C. Wybór nawozu fosforowego, wielkość dawek i pora użycia.

Przy wyborze nawozu fosforowego, najwięcej odpowiedniego do użycia w danych warunkach, zachodzi najczęściej potrzeba rozstrzygnięcia, czy lepiej będzie nawieźć glebę superfosfatem, czy też którymkolwiek z nawozów z kwasem fosforowym rozpuszczalnym w cytrynianie amonowym, np. mąką żużlową, mąką kostną odklejoną, lub precypitatem. W rzadszych natomiast przypadkach potrzeba przy wyborze zwrócić uwagę także i na nawozy, zawierające kwas fosforowy w związkach nierozpuszczalnych.

Rzeczywisty wybór powinien się zawsze opierać na obliczeniu, w którem należy z jednej strony uwzględnić różne ceny kwasu fosforowego w rozmaitych nawozach, z drugiej zaś — różnice w działaniu, stwierdzone za pomocą próby polowej na miejscu wykonanej, albo też wydające się prawdopodobnemi, wobec znanych miejscowych warunków gleby, stosunków klimatycznych i t. p. W obliczeniach podobnych należy naturalnie zwrócić uwagę na większe koszta przewozu przetworów, które dla osiągnięcia tego samego skutku trzeba dawać w znaczniejszej stosunkowo ilości.

Na korzyść z zastosowania mączek fosforytowych i t. p. materyałów nawozowych można z większem prawdopodobieństwem liczyć tylko na glebach, w których można się spodziewać obecności kwaśnych związków próchnicowych. Na innych, a osobliwie na ubogich w próchnicę, lepiej nasamprzód wypróbować ich skuteczność i przekonać się, czy taniości kwasu fosforowego nie zrównoważy lub też nie przeważy potrzeba użycia bardzo wysokiej dawki.

Co się tyczy nawozów drugiej grupy, to będąc w możności nabycia w nich kwasu fosforowego taniej aniżeli w superfosfatach, należy oddać im pierwszeństwo tam, gdzie równa dawka kwasu fosforowego, rozpuszczalnego w wodzie działa nie lepiej, albo też nawet gorzej. Na torfach i lekkich piaszczystych glebach, jak to już przedstawiliśmy, można się najczęściej spotkać z warunkami przyjaznymi dla działania fosforanów nierozpuszczalnych w wodzie. Przy małych dawkach kwasu fosforowego w superfosfacie, można nawet na piaskach, bardzo ubogich w kwas fosforowy zyskać przewyżkę wyłącznie w słomie, podczas gdy ta sama ilość kwasu fosforowego w żużlach, jak to spostrzegł Wagner, może dać znaczniejszą przewyżkę także i w zbiorze ziarna. Fakt ten da się tem objaśnić, że rośliny szybko pobrany kwas fosforowy z superfosfatu zużyją na obfitszy wegetacyjny rozwój, a w chwili wykształcenia ziarna będą skazane na czerpanie tego pokarmu z ubogiej gleby, podczas gdy nawiezienie żużlami, zawierającymi kwas fosforowy w mniej przystępnej formie, lepiej im zabezpieczy równomierne odżywianie przez cały okres wegetacyi.

Jeżeli natomiast dla osiągnięcia pożądanego skutku potrzeba dać kwasu fosforowego w żużlach, mące odklejonej i t. p. znacznie więcej niż rozpuszczalnego w wodzie, tańszy pozornie nawóz może wypaść w rzeczywistości daleko drożej. Tak naprzykład dla glinkowych i gliniastych ziemi, na których 60 *kg* kwasu fosforowego w superfosfacie bardzo często tyle znaczy co 100 *kg* w żużlach, zastosowanie żużli mogłoby być korzystne tylko chyba w takim razie, gdyby można było nabyć w żużlowej mące kwas fosforowy przynajmniej o połowę taniej, niż w superfosfacie. Jak obecnie, z powodu potanienia superfosfatów a podrożenia żużli, różnica w cenie jest bezporównania mniejsza i użycie superfosfatu na podobnych glebach przedstawia zwykle większą korzyść.

Przy wyborze nawozu fosforowego należy uwzględnić, oprócz własności gleby, także i rodzaj produkcyi roślinnej. Na łąkach np. bezwarunkowo należy ograniczyć do wyjątkowych przypadków użycie drogiego kwasu fosforowego rozpuszczalnego w wodzie, bo tu trudniej rozpuszczalne fosforany równie dobrze działają. Obok żużli, probować tu należy użycia tańszej mąki odklejonej. Tak samo pod wszystkie rośliny, mające długi okres wegetacyi, można przeznaczać nawozy trudniej rozpuszczalne z nadzieją wcale prawdopodobną osiągnięcia z tego korzyści. Natomiast pod rośliny o krótkim okresie wegetacyi, np. zboża jare, najczęściej użyteczniejszym bywa superfosfat, osobliwie na zwięźlejszych nieco ziemiach. Superfosfaty są również zwykle więcej odpowiednim nawozem dla gospodarstw bardzo intenzywnie prowadzonych, osięgających w produkcyi roślinnej bardzo wysokie plony. Tak np. Maercker miał sposobność zauważyć, że żużle w największych dawkach użyte nie były w stanie wyprodukować tych maksymalnych plonów, które już przy mniejszych dawkach kwasu fosforowego w superfosfacie można było osiągnąć. Pierwszeństwo należy oddać su-

perfosfatom również w tym razie, gdy zależy, jak np. przy uprawie buraków cukrowych na przyspieszeniu chwili dojrzałości. Zauważono bowiem, że na glebach, na których mąka żużlowa na buraki cukrowe wcale nie działała, superfosfaty wprawdzie plonu nie powiększyły, ale podnosiły zawartość cukru o 1.5 do 2%. Jeżeli cukrownia, tak jak to być powinno, za bogatsze w cukier buraki lepiej płaci, superfosfat może w tym przypadku dać pewien zysk, żużle zaś będą całkiem bezużyteczne.

Przy wymiarze dawki nawozu fosforowego należy starać się, aby kwas fosforowy w nawozie dodany nie znalazł się w glebie w zbytecznym nadmiarze, należy zatem tylko tyle używać nawozu, ile potrzeba do wyprodukowania opłacającej się przewyżki. Wprawdzie strata kwasu fosforowego z ziemi, wskutek wypłukania, jest daleko mniej prawdopodobna, aniżeli strata azotu, dawanie jednakże kwasu fosforowego na zapas, w celu wzbogacenia gleby, powszechnie w Niemczech zalecane, nie jest wcale ekonomicznie uzasadnione, osobliwie, jeżeli nawozi się ziemię kwasem fosforowym, rozpuszczalnym w wodzie. Przez dłuższe bowiem leżenie w ziemi łatwo rozpuszczalne związki fosforowe mogą tylko na rozpuszczalności stracić. Lepiej więc dawać na raz ilość nawozu dostateczną do osiągnięcia możliwej w danych wypadkach przewyżki, i częściej nawożenie powtarzać, aniżeli na raz dać zbyt wiele, licząc na to, że kwas fosforowy w ziemi nie zginie i w latach następnych wpłynie korzystnie na rozwój roślin. Jak dalece propagowane w Niemczech „pracowanie nadmiarem kwasu fosforowego“ jest błędne ze stanowiska ekonomicznego, świadczy spostrzeżenie, zrobione w Saksonii, że na rolach bardzo intenzywnie zagospodarowanych, na których zawartość kwasu fosforowego, wskutek bardzo obfitego stosowania superfosfatów, doszła do 0.5%, po zaniechaniu stosowania tego nawozu przez dwa lub trzy lata z rzędu, plony zmniejszają się w bardzo znacznym stopniu. Przykład ten powinien odstraszać przed dążeniem do „wzbogacania gleby w kwas fosforowy.“

Wielkość dawki kwasu fosforowego zastosowana naturalnie być musi do rodzaju wybranego nawozu. Najmniejsze ilości można z reguły dawać w superfosfatach, z których pierwsza roślina może zaraz pobrać 40 do 70% kwasu fosforowego. Dawki kwasu fosforowego w wodzie rozpuszczalnego, stosowane pod najczęściej uprawiane rośliny, wahają się w następujących granicach:

	na 1 hektar kilogramów	na 1 mórg funtów
pod zboża . . .	30—80	40—110
„ motylkowe	40—60	55— 80
„ buraki cukrowe . .	40—80	55—110
„ buraki pastewne . .	40—60	55— 80
„ kartofle. .	20—40	28— 55

Z pomiędzy wymienionych roślin najmniej reagują na nawóz fosforowy buraki pastewne i kartofle.

W nawozach zawierających fosforany rozpuszczalne w cytrynianie amonowym daje się albo równe ilości kwasu fosforowego (na ziemiach gdzie równie dobrze skutkują jak superfosfaty), albo też odpowiednio do słabszego działania wyższe. W nawozach zaś z fosforanami nierozpuszczalnymi, jak w mączkach fosforytowych i t. p. trzeba zwykle dawać znacznie więcej kwasu fosforowego, osobliwie w pierwszych latach, na glebach bardzo ubogich w kwas fosforowy. We Francyi na pierwszy raz dają w fosforytach zmielonych 200 do 300 *kg* na 1 *ha*, co odpowiada 280 do 400 funtów na mórg, w latach zaś następnych pięć do dziesięciu razy mniej.

Nawozy fosforowe rozsiewa się na roli z reguły przed zasiewem. W wyjątkowych tylko przypadkach (na ziemiach bardzo słabo absorbujących kwas fosforowy), możnaby liczyć na jako tako korzystne działanie superfosfatu, powierzchownie w czasie wegetacyi rozrzuconego. Nawozy zaś z fosforanami nierozpuszczalnymi w wodzie, w ten sposób na roli użyte, nie wywarłyby nigdzie pożądanego działania. Używając nawozów zawierających kwas fosforowy w formie trudno przyswajalnej dla roślin pod jarzyny, najlepiej rozsiać je jeszcze w jesieni, aby kwas fosforowy mógł się do pewnego stopnia w ziemi lepiej rozdzielić, ulegając wpływowi roztwarzających czynników. Na łąkach, gdzie superfosfaty, z powodu większego kosztu, nie mogą współzawodniczyć z nawozami innymi, jesienne nawożenie jest również niezbędne, jeżeli skutek ma się objawić na pierwszym zaraz pokosie.

Nawozy fosforowe należy po rozsianiu na roli, o ile możności najrówniejszem, zmieszać z ziemią do pewnej głębokości za pomocą pługa, spulchniacza lub brony. Płytkie przyoranie zazwyczaj jest potrzebne na

rolach uprawianych głęboko lub przeznaczonych do produkcyi roślin głęboko się korzeniących. Na rolach łatwo się zachwaszczających przyoranie może być niebezpieczne, osobliwie pod zboża, nad któremi chwasty, lepiej odżywiane wskutek nawiezienia gleby, mogą łatwo wziąć górę. Dając nawozy trudno rozpuszczalne w wielkich dawkach, można jednę część przyorać, drugą zaś wymieszać z wierzchnią warstwą gleby odpowiedniem narzędziem spulchniającem. Na łąkach do dokładniejszego rozdzielenia rozsianych nawozów fosforowych nadaje się tylko brona.

W razie równoczesnego użycia rozmaitych nawozów pomocniczych, należy unikać zmieszania przed rozsianiem:

1) superfosfatów z materyałami, zawierającymi tlenek wapniowy, który zamieniłby rozpuszczalne w wodzie związki fosforu na nierozpuszczalne;

2) superfosfatów z saletrą chilijską, jeżeli mieszanina ma być przez czas dłuższy przechowana, ponieważ wolny kwas azotowy, w takiej mieszaninie wydzielony, mógłby się ulatniać albo podlegać denitryfikacyi (patrz „Saletra“ str. 717);

3) żużli z siarkanem amonowym, gdyż niezwiązane wapno znajdujące się w żużlach, może przeprowadzić amoniak w stan lotny;

4) żużli z kainitem (jeżeli mieszaniny nie można zaraz siać), ponieważ leżąc na powietrzu twardnieje, wskutek utworzenia się, w reakcyi między chlorkiem magnowym a wapnem, cementu magnowego (tlenochlorku magnowego).

III. Nawozy fosforowo-azotowe.

Nawozy fosforowo-azotowe zawierają obok fosforanów, pospolicie występujących w przeważającej ilości, organiczne ciała azotowe. Do najwięcej używanych należą. guana naturalne i sztuczne. mąka kostna parzona i preparowana, oraz mąka z wytłoczyn (kuchów) olejarnianych.

1. Guana naturalne. Guana fosforowo-azotowe powstały z tych samych materyałów co i bezazotowe, a więc głównie z odchodów, trupów, jaj i różnych szczątków ptaków nadmorskich. Pokłady ich mogły się nagromadzić tylko w miejscowościach o klimacie nadzwyczajnie suchym, w którym wysoka temperatura przyspieszała rozkład, a powstające rozpuszczalne związki azotowe, jak również i sole potasowe, wobec braku obfitszych opadów atmosferycznych, nie uległy wypłukaniu. Znaleziono je też wyłącznie w gorących krajach: w Ameryce południowej, Afryce, Azyi i Australii.

Guano ptasie przywiózł do Europy na próbę po raz pierwszy Humboldt w 1804 r. z wysepek, leżących wzdłuż wybrzeża peruwiańskiego na oceanie spokojnym. Znaczniejsze partye przywieziono jednakże dopiero około 1840 r. do Anglii, a pierwsze próby użycia guana peruwiańskiego na nawóz wypadły tak pomyślnie, że stało się ono przedmiotem ożywionego handlu i ulubionym nawozem francuskich, niemieckich i angielskich rolników.

Pierwsze transporty guana ptasiego sprowadzono z obfitych pokładów, odkrytych na wysepce Chinchas oraz z Angamos w Boliwii. Był to materyał nawozowy bardzo skoncentrowany. zawierał bowiem azotu 14 do 20%, a kwasu fosforowego 7 do 14%. Zarówno azot, jak i kwas fosforowy znajdowały się w związkach bardzo łatwo dla roślin przyswajalnych, jak to wskazują rezultaty szczegółowego chemicznego rozbioru, zamieszczone na następnej stronicy:

Amoniak znajdujący się w guanie jest produktem rozkładu kwasu moczowego, głównego składnika odchodów ptasich (p. fermentacya kwasu moczowego, w rozd. „Nawóz stajenny“, str. 622). Prawie cała reszta azotu znajdowała się w guanie w kwasie moczowym, łatwo się rozkładającym. Był to zatem nawóz działający bardzo energicznie, a ponieważ obok azotowych i fosforowych zawierał również związki potasowe, — zbliżony w działaniu do nawozów zupełnych.

Z powodu olbrzymiego popytu na guano w Zachodniej Europie, pokłady w Chinchas wyczerpały się w ciągu lat kilkunastu, poczem zaczęto dowozić materyał z innych wysepek (Guanape, Bolestas, Huanillos, Punta de Lobos) coraz to uboższy w azot, a natomiast zamożniejszy w kwas fosforowy. Zawartość azotu wahała się już tylko między 5 a 10%, podczas gdy zawartość kwasu fosforowego wynosiła 13—25%. Około 1880 r. pojawiło się w Anglii guano z wysp południowo-afrykańskich z zawartością azotu 13.8% (z tego w amoniaku 4.6%, a w związkach organicznych 9.2%), kwasu fosforowego 8.8% (z czego rozp. w wodzie 2.9%, nierozp. zaś 5.9%), a tlenku potasowego 2%.

A. części	rozpuszczalnych w wodzie	*43.96%*
w tem:	moczanu amonowego	12.74 „
	szczawianu amonowego	13.60 „
	guaniny	3.61 „
	fosforanu amonowo-magnowego . . :	4.00 „
	„ amonowego	0.90 „
	siarkanu amonowego	1.82 „
	chlorku amonowego	1.55 „
	siarkanu potasowego	3.30 „
	chlorku sodowego	2.44 „
B. części	w wodzie trudno-rozpuszczalnych . .	*46.04* „
w tem:	kwasu moczowego	21.14 „
	żywicy	1.11 „
	kwasów tłuszczowych	1.60 „
	materyi organicznej azotowej nieznanej	2.29 „
	fosforanu wapniowego (przeważnie dwuwapniowego)	18.22 „
	fosforanu żelazowego	1.04 „
	kwasu krzemowego	0.64 „

W ostatnich latach znaleziono znowu niespodziewanie nowe obfite pokłady guana ptasiego na wysepce Chinchas, nie ustępującego pod względem składu chemicznego dawniejszemu. Zawiera to guano:

azotu	8.2 do 14.6%
kwasu fosforowego .	8.6 „ 11.4 „
tlenku potasowego .	2.1 „ 4.3 „

Do naszych gospodarstw guano peruwiańskie dawniej nie dotarło z powodu warunków ekonomicznych, wykluczających stosowanie nawozów pomocniczych. Obecnie nie ma również znaczenia z powodu małej podaży, nie zaspakajającej zapotrzebowań na zachodzie i kosztownego transportu. Interesować się jednak musi guanem peruwiańskiem każdy inteligentny rolnik, z powodu nadzwyczaj ważnej roli, jaką ten nawóz odegrał w podniesieniu produkcyi rolniczej na Zachodzie.

Materyałem pokrewnym z guanem peruwiańskiem co do wartości nawozowej, są guana nietoperzowe, znajdowane w niewielkich ilościach w europejskich grotach, jak również guana złożone przez gnieżdżące się ptactwo i nietoperzy na strychach starych kościołów, w dzwonnicach, wieżach i t. p.

2. Guana sztuczne. Do wyrobu sztucznych guan używa się odpadków zwierzęcych, najczęściej pozostających od wyrobu konserw lub przetworów rybich. W Norwegii specyalne fabryki przerabiają na nawóz mięso wielorybie i odpadki stokfisza. W Anglii produkują guano rybie z małych śledzi, specyalnie na ten cel łowionych, a we Francyi z odpadków od sardeli. Guana rybie zawierają azotu 5 do 15%, a kwasu fosforowego 1.5 do 18%. Azotu tem jest mniej, a kwasu fosforowego tem więcej, im znaczniejsze ilości szkieletów rybich przy fabrykacyi z mięsem się przerabia.

Do sztucznych guan należy również mąka mięsno-kostna, wyrabiana głównie w Ameryce południowej, w Fray Bentos z odpadków pozostających przy fabrykacyi ekstraktu mięsnego i mięsnej mączki pokarmowej. Produkt ten zawiera 5 do 8% azotu, a 10 do 17% kwasu fosforowego.

Pod względem wartości nawozowej guana sztuczne stoją niżej od naturalnych, osobliwie z powodu mniejszej przyswajalności azotu.

3. Mąka kostna nieodklejona. Do wyrobu mąki kostnej nieodklejonej służą kości pozbawione mniej lub więcej zupełnie tłuszczu. Użycia mąki kostnej surowej zaniechano od dawna, ponieważ kości zawierające tłuszcz nie dadzą się zemleć na mąkę dostatecznie miałką, a oprócz tego w ziemi silniej opierają się rozkładowi. Różne metody odtłuszczania są opisane obszernie w artykule p. t. „Kości“, gdzie znajduje się również szczegółowy opis składu chemicznego kości pochodzących od rozmaitych zwierząt. Zależnie od tego, w jaki sposób nastąpiło odtłuszczenie kości (obgotowanie, wyparzenie, ekstrakcya benzy-

ną) i jaki materyał został przeznaczony do zmielenia, można zauważyć w chemicznym składzie nieodklejonej mąki kostnej znaczniejsze różnice, jak to widać w następującem zestawieniu:

rodzaj mąki kostnej	tłuszczu	azotu	kwasu fosforowego
surowa	10—15%	< 4.5%	16—19%
gotowana	> 6 „	3.5—4.3 „	18—23 „
parzona	4.0— 6 „	3.5—4.8 „	20—24 „
benzyną odtłuszczona	0.5— 4 „	4.0—5.0 „	21—24 „
bębnowa	3.0— 5 „	4.3—5.8 „	12—18 „

Mąka bębnowa składa się z najmiększych kości i zanieczyszczeń organicznych (ścięgien, mięśni i t. p.), rozpylających się łatwo pod stępami, stąd pochodzi jej wysoka zawartość azotu. Zazwyczaj kościarnie nie sprzedają samej mąki bębnowej, lecz mieszają ją z mąką uboższą w azot.

Przy kupnie mąki nieodklejonej należy żądać najdokładniejszego zmielenia. Ponieważ niektóre części kości nie dają się miałko zemleć, można w najlepszej mące wyróżnić gołem okiem drobne okruchy kości. W dobrym towarze wymiar najgrubszych okruchów nie powinien przenosić 0.3 *mm*. Wymagać się powinno dalej należytego odtłuszczenia, z tego względu należy oddawać pierwszeństwo produktom wyrabianym z kości odtłuszczanych chemicznie (benzyną). Zawartość azotu wynosi normalnie około 4%, zaś kwasu fosforowego 20 do 22%. Jeżeli kości nie zostały podczas odtłuszczania, wskutek niewłaściwego traktowania, częściowo odklejone, albo też, jeżeli rozmyślnie nie oddzielono z nich po odtłuszczeniu kleju, przypada w mące na 6 części kwasu fosforowego 1 część azotu klejowego. Jeżeli mąka kostna zawiera ilość azotu normalną, a stosunek między ilością kwasu fosforowego i azotu klejowego jest znacznie wyższy, np. 8 : 1 lub 10 : 1, należy wnosić, że ma się do czynienia z mieszaniną mąki nadklejonej lub odklejonej, z obcemi ciałami azotowemi. Najczęściej bywają w tym celu używane nawozy azotowe organiczne, jak mąka z krwi, mąka rogowa i t. p., niekiedy zaś nawet i siarkan amonowy. Jeżeli azot domieszanego materyału pod względem wartości nawozowej nie stoi niżej od azotu klejowego, kostnego, takie mieszaniny mogą, o ile się zdaje, działać równie skutecznie jak naturalna mąka nieodklejona. Jeżeli jednakże domieszany organiczny materyał posiadałby wartość nawozową znacznie niższą, kupujący w dobrej wierze mieszaninę za czystą mąkę kostną mógłby ponieść stratę. Lepiejby zatem było, gdyby tego rodzaju mieszaniny w handlu się nie pojawiały, a przynajmniej były sprzedawane za to, czem są w istocie.

Przy kupnie mąki kostnej należy żądać od sprzedającego poręczenia ilości azotu oraz kwasu fosforowego, znajdują się bowiem w handlu mąki kostne podrabiane domieszką piasku, gliny lub gipsu. W razie domieszki piasku albo też gliny, zwiększa się zawartość części nierozpuszczalnych, która w naturalnej mące z kości dobrze czyszczonych wynosi zwykle nie więcej jak 5%, a w mące z kości czyszczonych przed odtłuszczeniem mniej starannie nie przechodzi 9%. Podrobienie zatem można łatwo wykryć i udowodnić. Zmieszanie z gipsem zdradza obecność w wodnym roztworze znaczniejszej ilości kwasu siarkowego, czysta bowiem mąka kostna zawiera tego kwasu nadzwyczaj mało. W celu powiększenia małym kosztem wagi, skrapiają mąkę kostną wodą. Można podejrzywać, że dodatek wody był rozmyślnym, jeżeli znaleziona w mące zawartość wody przenosi 8%.

Mąka kostna jest nawozem najdawniej ze wszystkich w praktyce stosowanym. Jeszcze bowiem pod koniec ubiegłego stulecia używano jej w Szkocyi. W ostatnich czasach użycie kości doznało znacznego ograniczenia, wskutek rozpowszechnienia się szybciej działających superfosfatów i żużli Thomasa. Zawsze jednakże ceniono mąkę kostną w praktyce, jako nawóz dostarczający roślinom, obok pewnej ilości azotu, głównie kwasu fosforowego i w pewnych warunkach przyznawano jej pierwszeństwo przed innymi nawozami fosforowymi. Pewne też zdziwienie musiały wywołać nasamprzód doświadczenia Wagnera, w których mąka kostna działała tak znacznie gorzej, aniżeli superfosfat i mąka żużlowa, że postawiono ją co do wartości nawozowej na równi z mąką koprolitową. A po ogłoszeniu rezultatów doświadczeń Maerckera i Steffecka, zdawać

się nawet mogło, że rola mąki kostnej jako nawozu fosforowego już się całkiem skończyła. Zauważono bowiem w tych doświadczeniach, które się wydały dosyć wszechstronnemi, że rośliny przyswajały sobie z kwasu fosforowego, w mące nieodklejonej podanego, czasem zaledwie 1.25%, a nigdy więcej, niż 10%, w tych samych warunkach, w których z superfosfatu pobierały 23 do 45%.

Skłaniając się jednakże do tak niepochlebnej opinii o wartości mąki kostnej jako nawozu fosforowego, trzeba było równocześnie przypuścić, że rolnicy nawożący swe role mąką kostną, poprostu marnowali pieniądze i dziwić się, że w ciągu tak długiego czasu tego nie spostrzegli. Jeżeli bowiem mąka kostna działała tylko jako nawóz azotowy, to przy istniejących w handlu cenach, jak to łatwo można obliczyć, nigdy nie mogłaby się opłacić. Pomyłka taka ze strony praktyki rolniczej powinna się była jednakże wydać wprost nieprawdopodobną, a wobec tego należało zachować wobec poglądów głoszonych przez Wagnera i Maerckera pewną rezerwę i z uzyskanych w doświadczeniach tych autorów rezultatów wysnuć tylko ten wniosek, że mąka kostna nie zawsze, lecz tylko w pewnych warunkach może być użytecznym materyałem nawozowym.

Jak dalece stanowisko takie było słuszne, świadczą ogłoszone w ostatnich czasach rezultaty pierwszych prób, wykonanych przez Kühna w Halli, zatem w tejże samej miejscowości, gdzie Maercker i Steffeck prowadzili swoje kultury doświadczalne. Wspomnieliśmy już o tych próbach Kühna, opisując działanie mąki kostnej odklejonej i przytoczyliśmy rezultaty wskazujące, że tak samo mąka odklejona, jak i nieodklejona, może nietylko dorównać, ale nawet i przewyższyć superfosfaty w zaopatrywaniu roślin w pokarm fosforowy. Sprzeczność zaś pomiędzy wypadkami badań z jednej strony Wagnera oraz Maerckera i Steffecka— niezgodnymi z praktyką, z drugiej zaś strony — Kühna, potwierdzającymi opinię praktycznych rolników, można objaśnić tylko tem, że w doświadczeniach Kühna starano się pod każdym względem naśladować warunki, w których mąka kostna w praktyce okazywała się wedle zdania praktyków korzystnym nawozem, podczas gdy w doświadczeniach tamych autorów wcale się nie troszczono o obecność tych przyjaznych warunków.

Co się tyczy natury warunków, które ułatwiają roślinom wyzyskanie pokarmu fosforowego, znajdującego się w mące kostnej, to dadzą się one określić na podstawie dotychczasowych praktycznych spostrzeżeń, jak następuje:

1) gleba powinna zapewnić mące kostnej dosyć szybki rozkład;

2) roślina powinna mieć możność korzystania z pokarmu dostarczonego w mące kostnej przez czas stosunkowo długi.

Wobec tego nie można się spodziewać dobrego skutku z zastosowania mąki nieodklejonej na ziemiach zwięźlejszych, wilgotnych i nieprzewiewnych i należy ograniczyć jej użycie do gleb lżejszych, piaszczystych. Co się zaś tyczy rodzaju roślin, to spodziewać się można najlepszego działania mąki kostnej na roślinach mających długi okres wegetacyi, a więc przedewszystkiem na oziminach. Z pomiędzy zbóż ozimych, dla żyta mąka kostna okazywała się prawie wszędzie nawozem odpowiedniejszym, aniżeli dla pszenicy, niezawodnie głównie dlatego, że pszenicę siewa się na glebach, w których mąka kostna nie znajduje warunków sprzyjających. Z pomiędzy jarzyn prędzej mogą opłacać użycie mąki kostnej rośliny okopowe, aniżeli krótko wegetujące jare zboża. Jeżeli też te ostatnie uprawia się na roli zasilonej mąką kostną nieodklejoną, to na zbożu objawia się prawie wyłącznie wpływ azotu, z kwasu fosforowego zaś korzysta dopiero w latach następnych koniczyna, lub inne rośliny pastewne motylkowe, w jare zboża wsiewane i wpływ na rozwój koniczyny jest głównym celem zastosowania w tym przypadku mąki kostnej.

O ile wartość kwasu fosforowego w mące kostnej była bardzo stanowczo zakwestyonowana, o tyle co do wartości azotu nie podnoszono nigdy żadnych wątpliwości. W kulturach doświadczalnych Maerckera azot mąki kostnej działał na lekkiej piaszczystej ziemi tylko o 20% gorzej aniżeli azot saletry w takiej samej ilości użyty. Na glinach próchnicznych różnica w działaniu była wyższą, bo dochodziła 45%. W analogicznych doświadczeniach Wagnera stała mąka kostna pod względem wartości nawozowej azotu na równi z mąką mięsną, mianowicie działanie azotu substancyi klejowej było mniej więcej o połowę słabsze, aniżeli działanie w tych samych warunkach azotu chilijskiej saletry. Wyzyskanie azotu z mąki kostnej zwiększają naturalnie wszystkie te czynniki, które wywierają korzystny

wpływ na działanie nawozów azotowych organicznych. Tak samo też jak te nawozy, będzie się mąka kostna bardziej zbliżała do saletry pod względem wartości nawozowej azotu na glebach, z których saletra może być w znaczniejszej ilości wypłukana.

Mąka kostna nieodklejona działa najlepiej jeżeli się ją niezbyt głęboko przyorze. Zbyt głębokie przyoranie wpływa ujemnie na działanie mąki kostnej, tak samo jak na działanie nawozu stajennego. Dawki zwykle stosowane w praktyce wahają się między 250 *kg* a 350 na hektar, co odpowiada 350 do 400 funtom na mórg.

4. Mąka kostna preparowana. Nawóz ten wyrabia się z mąki kostnej nieodklejonej w sposób podobny jak superfosfaty. Celem przeróbki jest w tym przypadku również przeprowadzenie kwasu fosforowego w stan łatwiej dla roślin przyswajalny. Wskutek obecności jednakże w mące kostnej kleju, trudno otrzymać z niej po roztworzeniu kwasem siarkowym materyał posiadający pożądane w superfosfacie przymioty. Zwykle uzyskuje się masę lepką, trudną do wysuszenia i rozdrobnienia. W celu uniknięcia do pewnego przynajmniej stopnia tych niedogodności, dodaje się zwykle kwas siarkowy, w ilości niedostatecznej do przeprowadzenia całej ilości fosforanu trójwapniowego w stan rozpuszczalny w wodzie, wskutek czego mąka kostna preparowana zawiera obok fosforanu jednowapniowego, w mniejszej lub większej ilości fosforan dwuwapniowy i zupełnie nieroztworzony trójwapniowy.

Wyrób mąki preparowanej nie przybrał nigdy wielkich rozmiarów. Można się z nim spotkać głównie w kościarniach, które nie wyrabiają kleju, a nie znajdują zbytu na całą produkcyę mąki nieodklejonej. W kościarniach zaś posiadających urządzenie do fabrykacyi kleju, bierze się o wiele chętniej do wyrobu superfosfatu mąką odklejoną, osobliwie wówczas, gdy odklejenie kości, przy wysokiej cenie kleju, przynosi znaczny zysk.

Mąka kostna preparowana zawiera zwykle najważniejsze składniki w następujących ilościach:

kwasu fosforowego w ogóle .	10—16 %
„ „ rozpuszczalnego w wodzie	9—13 „
azotu	1— 3 „

Przy kupnie poręcza się zawartość kwasu fosforowego całkowitego i rozpuszczalnego oraz azotu. Ponieważ mąka nieodklejona jest materyałem stosunkowo drogim, cena rozpuszczalnego kwasu fosforowego bywa w mące preparowanej zwykle nieco niższa, niż w superfosfacie. Z tego powodu, jak również z powodu niezadawalających fizycznych przymiotów, nie opłaci się jej kupować.

Co się tyczy wartości nawozowej, to rozpuszczalny w wodzie kwas fosforowy ma w mące preparowanej taką samą wartość, jak w superfosfatach, azot zaś taką samą, jak azot mąki zwykłej nieodklejonej.

W ostatnich latach starał się Maercker rozpowszechnić fabrykacyę z mąki nieodklejonej (którą uznał za bezpożyteczną jako nawóz fosforowy) nawozu zawierającego kwas fosforowy prawie wyłącznie w postaci fosforanu dwuwapniowego. Do wyrobu miały służyć, w celu otrzymania produktu bardziej sypkiego, grubsze okruchy odsiane z mąki kostnej, a kwas siarkowy dodawany w ilości potrzebnej do przemiany fosforanu trójwapniowego na dwuwapniowy. Taka preparowana mąka kostna nie ustępowała w działaniu superfosfatom, a co do zewnętrznych przymiotów przewyższała mąkę preparowaną zwykłą. Z powodu znacznie zmniejszonego popytu, po ogłoszeniu wypadków doświadczeń Wagnera i Maerckera, na mąkę nieodklejoną, fabrykacya fosforanu dwuwapniowego, wedle metody Maerckera, zaczęła się w Niemczech rozpowszechniać. Obecnie, po rehabilitacyi mąki nieodklejonej przez Kühna, straciła przepowiadane znaczenie.

5. Mąka z odpadków olejarnianych. Odpadki pozostające w olejarniach po wytłoczeniu oleju zużywa się przeważnie na karmę dla zwierząt. Na nawóz zaś przeznacza się wytłoczyny nieprzydatne do skarmienia, bądź wskutek nadpsucia się, bądź też wskutek obecności już w nasionach związków dla zdrowia szkodliwych. Do rzędu tych ostatnich należą wytłoczyny otrzymywane w fabrykach oleju rycynowego, pojawiające się obecnie w znacznej ilości w handlu w postaci mąki nawozowej.

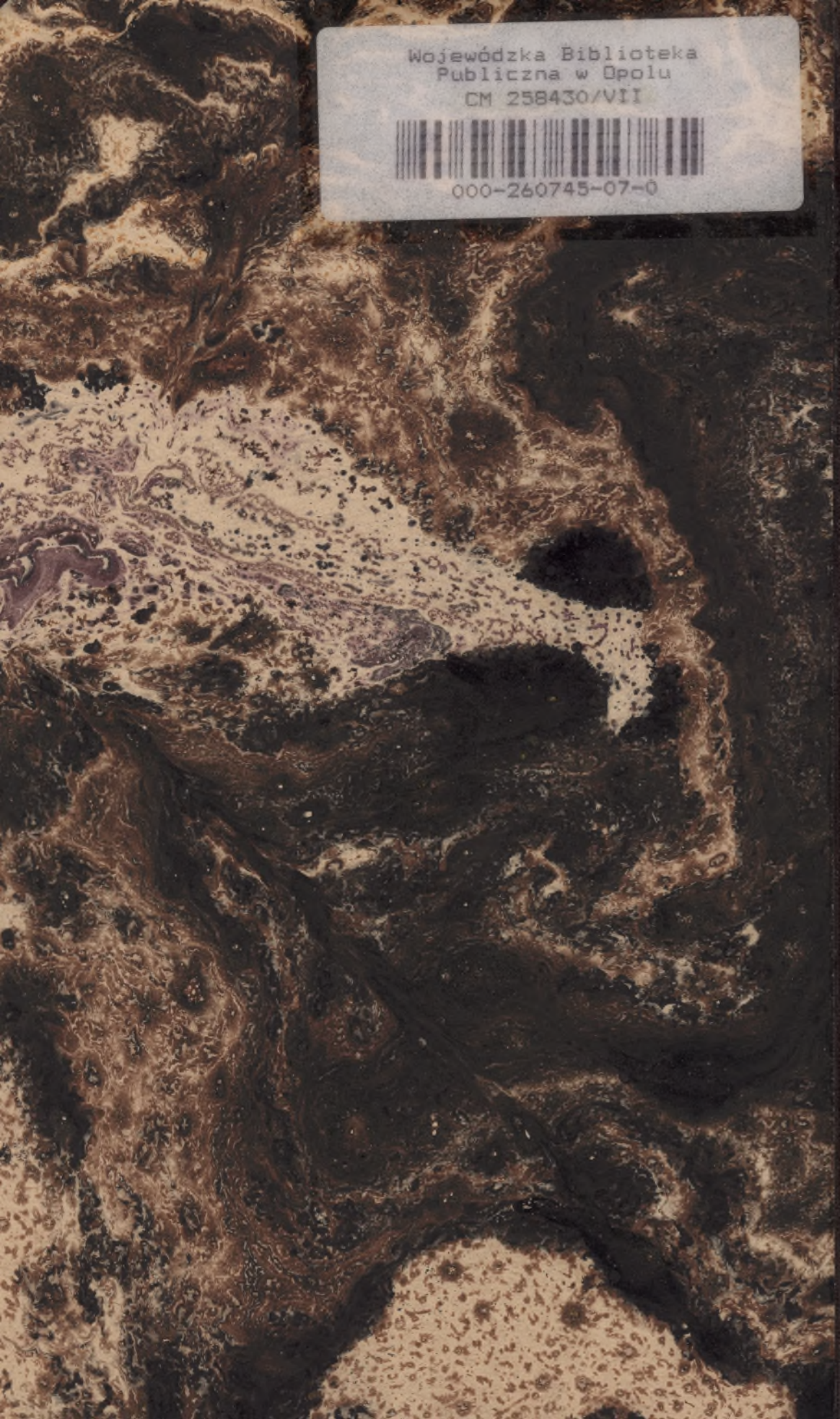
Zawartość głównych składników w mące rycynowej wynosi:

kwasu fosforowego	1.0—2.5 %
azotu	3.0—5.5 „

Jest to zatem materyał bardzo mało skoncentrowany i wskutek tego nadający

Wojewódzka Biblioteka Publiczna CZYTELNIA w Opolu

Uratowane z powodzi 1997 roku
przez **Toruńskie Stowarzyszenie
dla Ratowania Książek
i Archiwaliów po Powodzi**


Wojewódzka Biblioteka
Publiczna w Opolu
CM 258430/VII
000-260745-07-0