

TADEUSZ CHRZĄSZCZ



GORZELNICTWO

TOM I.

CZEŚĆ OGÓLNA



WARSZAWA
NAKŁAD GEBETHNERA I WOLFFA
KRAKÓW — G. GEBETHNER I SPÓŁKA

GORZELNICTWO

GORZELNICTWO

TEORIA I PRAKTYKA

PODRĘCZNIK

PRZEZNACZONY DLA UŻYTKU SZKÓŁ GORZELNICZYCH
I ROLNICZYCH ORAZ DLA PRZEDSIĘBIORCÓW GORZELŃ,
GORZELNIKÓW I KONTROLI TECHNICZNEJ GORZELŃ

NAPISAŁ

PROF. TADEUSZ CHRZĄSZCZ

DYREKTOR SZKOŁY GORZELNICZEJ I STACJI DOŚWIADCZ. DLA PRZEMYSŁU
FERMENTACYJNEGO, DOCENT AKADEMII ROLNICZEJ W DUBLANACH.

TOM I.

Z 37 RYCINAMI W TEKSCIE.



WARSZAWA

NAKŁAD GEBETHNERA I WOLFFA
KRAKÓW — G. GEBETHNER I SPÓŁKA

PRZEDMOWA.

Zamiarem moim było wydać podręcznik gorzelnictwa, który byłby wynikiem osobistych badań i doświadczeń tak w szczegółach teorii jak i praktyki. Jakkolwiek nie zdołałem dotychczas przebadać równie dokładnie wszystkich działów, to przecież ulegając namowom i uznając wielką potrzebę podręcznika gorzelnictwa, zdecydowałem się przyspieszyć jego wydanie.

Podręcznik ten jest wynikiem 10-letnich badań osobistych, oraz badań moich współpracowników, którym na tem miejscu składam podziękowanie; nadto jest on oparty o bardzo bogaty materiał doświadczalny, jaki zdołałem zebrać, podczas osobiście dokonanej lustracji kilkuset gorzelní głównie w Galicyi i w Królestwie Polskiem.

Całość omawianego przezemnie przedmiotu dzielę ze względów praktycznych na dwie części: »Ogólną«, którą obejmuję I-szym tomem i »Szczegółową« — II-gim tomem.

Co się tyczy słownictwa, to wobec braku obowiązujących uchwał, posługiwałem się nazwami używanemi po części w warszawskiej, po części w galicyjskiej literaturze naukowej.

Obok miar dziesiętnych uwzględniam miary i wagi obowiązujące w Królestwie Polskiem, podając je obok siebie w zaokrąglonych liczbach. Ciepłoty ważne dla praktyki

podaję tak w stopniach Celsiusza jak i Réaumura, wszystkie inne w stopniach Celsiusza. Chciałbym bowiem, by i nasza praktyka gorzelnicza, idąc za przykładem krajów zachodnich, przyjęła ogólnie stopnie Celsiusza.

Część rycin do tomu I łaskawie użyczył Prof. Dr. K. Miczyński, dyrektor Akademii Rolniczej w Dublanach, za co niniejszem składam podziękowanie.

Dublany, w styczniu 1912 r.

Tadeusz Chrzęszcz.

TREŚĆ TOMU I.

CZĘŚĆ PIERWSZA.

Ogólne uwagi. Węglowodany, oraz związki azotowe ważne w gorzelnictwie.

| | Str. |
|--|------|
| Rozdział I. Ogólne uwagi | 1 |
| Schematyczny obraz roboty w gorzelnii rolniczej przy normal- nych warunkach | 3 |
| Roboty w gorzelnii | 4 |
| Korzyści z gorzelnii | 5 |
| Zasadnicze prawidła robót w gorzelnii | 6 |
| Rozdział II. Węglowodany ważne w gorzelnictwie | 9 |
| Cukry proste — Jednosacharydy | 10 |
| Dekstroza | 10 |
| Lewuloza | 14 |
| Galaktoza | 16 |
| Cukry złożone — Dwu- i trój-sacharydy | 16 |
| Sacharoza | 16 |
| Maltoza | 19 |
| Laktoza | 22 |
| Rafinoza | 24 |
| Wielosacharydy | 25 |
| Skrobia | 25 |
| Budowa gałeczki skrobiowej | 27 |
| Chemiczna budowa skrobi | 34 |
| Własności skrobi | 36 |
| Wpływ chemicznych odczynników na skrobie | 40 |
| Skrobia rozpuszczalna | 34 |
| Dekstryny | 47 |
| Inulina, Lewulina i Lichenina | 52 |

| | Str. |
|---|-----------|
| Glikogen | 53 |
| Celluloza | 54 |
| Pentozy i Pentozany, oraz Ciała pektynowe | 57 |
| Przegląd węglowodanów i podział ich na podstawie fizyologicznej | 58 |
| Rozdział III. Związki azotowe ważne w gorzelnictwie | 60 |
| Ciała białkowe | 60 |
| Właściwe ciała białkowe | 64 |
| Produkty rozkładu białka | 66 |
| Związki zbliżone do ciał białkowych. — Proteidy | 69 |
| Podział białka fizjologiczno-techniczny | 71 |

CZEŚĆ DRUGA.

Enzymatyka.

| | |
|---|-----|
| Wiadomości ogólne o enzymach | 73 |
| Czem są enzymy | 79 |
| Otrzymanie enzymów | 81 |
| Działanie enzymów | 83 |
| Wpływ ciepłoty na enzymy | 85 |
| Wpływ światła, elektryczności i t. p. | 88 |
| Wpływ związków chemicznych na enzymy | 89 |
| Wpływ ilości enzymu i jego energia działania | 92 |
| Działanie wsteczne (rewersyjne) | 93 |
| Występowanie enzymów w przyrodzie | 94 |
| Podział enzymów | 96 |
| Szczegółowe wiadomości o enzymach | 98 |
| Amylaza | 98 |
| Występowanie amylazy w przyrodzie | 98 |
| Otrzymanie i skład chemiczny amylazy | 104 |
| Własności amylazy | 108 |
| Wpływ ciepłoty na amylazę | 108 |
| Wpływ ilości amylazy | 113 |
| Wpływ czasu na działanie amylazy | 115 |
| Wpływ związków chemicznych na amylazę | 116 |
| Proces działania amylazy | 120 |
| Maltaza | 123 |
| Cukraza | 126 |
| Otrzymywanie i skład chemiczny cukrazy | 127 |
| Wpływ ciepłoty, ilości i czasu na działanie cukrazy | 128 |
| Wpływ związków chemicznych na cukrazę | 130 |
| Laktaza i Melibiaza | 132 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Lipaza | 133 |
| Peptaza | 134 |
| Tryptaza | 135 |
| Antiproteaza | 137 |
| Zymaza | 138 |
| Laktacidaza i Glukacetidaza | 145 |
| Oksydazy i Reduktazy | 146 |

CZĘŚĆ TRZECIA.

Produkty fermentacji alkoholowej.

| | |
|---|-----|
| Główne produkty fermentacji | 148 |
| Dwutlenek węgla | 148 |
| Alkohol etylowy | 151 |
| Uboczne produkty fermentacji | 156 |
| Niedogony czyli oleje fuzłowe i ich składniki | 156 |
| Aldehyd etylowy | 160 |
| Kwas octowy | 161 |
| Kwas masłowy | 162 |
| Kwas bursztynowy | 164 |
| Gliceryna | 164 |
| Kwas mlekowy | 164 |
| Mannit i gumy fermentacyjne | 165 |
| Inne uboczne produkty fermentacji alkoholowej | 166 |
| Przegląd ważniejszych produktów fermentacji alkoholowej | 166 |

CZĘŚĆ CZWARTA.

Woda. Paliwo. Surowe produkty.

| | |
|---|-----|
| Rozdział I. Woda | 169 |
| Woda w przyrodzie | 169 |
| Woda w gorzelnii | 172 |
| Woda kotłowa | 173 |
| Woda do chłodzenia | 175 |
| Woda do robót technicznych | 176 |
| Szczegółowa ocena wody | 177 |
| Oczyszczenie wody | 180 |
| Rozdział II. Materiał opałowy | 186 |
| Wartość opałowa i ciężar różnego paliwa | 193 |
| Zużycie opału w gorzelnii | 194 |
| Rozdział III. Surowe produkty | 206 |

| | |
|--|-----|
| Produkty zawierające skrobię | 208 |
| Ziemniaki | 208 |
| Własności botaniczne ziemniaka oraz zmiany, jakim ulega pod- czas wegetacji | 209 |
| Własności bulwy ziemniaczanej | 214 |
| Chemiczny skład ziemniaków | 218 |
| Węglowodany w ziemniakach | 220 |
| Włókniak i inne związki bezazotowe | 223 |
| Związki azotowe w ziemniakach | 224 |
| Kwasy w ziemniakach | 226 |
| Związki mineralne ziemniaków | 227 |
| Odmiany ziemniaków | 228 |
| Uprawa ziemniaków | 231 |
| Zbiór i przechowanie ziemniaków | 234 |
| Choroby ziemniaków | 242 |
| Suszone ziemniaki | 247 |
| Zboże. Ogólne uwagi o zbożu | 249 |
| Rozwój ziarna i jego anatomiczna budowa | 250 |
| Zmiany zboża podczas dojrzewania i przechowania | 256 |
| Jęczmień | 264 |
| Żyto | 268 |
| Pszenvica | 272 |
| Owies | 274 |
| Proso | 276 |
| Gryka | 277 |
| Kukurudza | 278 |
| Inne produkty skrobiowe | 281 |
| Produkty zawierające cukier | 282 |
| Buraki | 282 |
| Owoce | 283 |
| Melasa | 284 |
| Spis rzeczy | 288 |



Część pierwsza.

Ogólne uwagi. Węglowodany oraz związki azotowe ważne w gorzelnictwie.

ROZDZIAŁ I.

Ogólne uwagi.

Przemysł, który przy pomocy mikroskopijnych roślinek, grzybków drożdży, przerabia drogą fermentacji cukier i związki pokrewne na alkohol i bezwodnik węglowy, nazywa się gorzelnictwem. Gorzelnictwo rozróżniamy zasadniczo dwojakiem:

1) rolnicze, którego zadaniem jest przerabianie wyprodukowanych w danym gospodarstwie ziemiopłodów na alkohol, oraz wywar, — stanowiący cenną karmę dla zwierząt gospodarskich, i

2) przemysłowe, w którym chodzi o wyrób spirytusu z materiału jak najtańszego, przy możliwie najniższych kosztach produkcji, przyczem wywar służy bądź jako nawóz, bądź w stanie wysuszonym — jako sucha karma, lub też jako materiał bezwartościowy, zostaje odpuszczony z wodami ściekowemi.

Gorzelnia rolnicza jest więc fabryką, przerabiającą na alkohol i wywar, przydatny na karmę dla zwierząt

domowych, wszelkie skrobiowo-cukrowe plony gospodarcze, nie dające się w inny sposób korzystniej zużytkować. Produkty przerabiane w takiej gorzelnii są: ziemniaki, oraz zboże liche, względnie uszkodzone podczas zbioru lub przechowania, dalej odpadki skrobiowe z fabryk krochmalu lub dekstryn, wreszcie buraki i owoce; w małej zaś ilości, jako dodatek, także i melasa.

Gorzelnia rolnicza produktów kupować nie powinna, gdyż jej korzyść polega głównie na przerabianiu plonów, otrzymywanych we własnym gospodarstwie rolnem. Jeżeli jednak zmuszoną jest do tego warunkami, w takim razie kupowany produkt obniża z reguły w wysokim stopniu jej dochody.

Zależnie od rodzaju przerabianego produktu, można gorzelnie rolnicze podzielić na:

- 1) ziemniaczane, które zużywają głównie ziemniaki lub buraki;
- 2) zbożowe, które przerabiają przeważnie zboże;
- 3) owocowe lub owocowo-mączne (gorzelnie kociołkowe), które przerabiają wyłącznie, lub w znacznej części owoce, celem otrzymania bezpośrednio wódki.

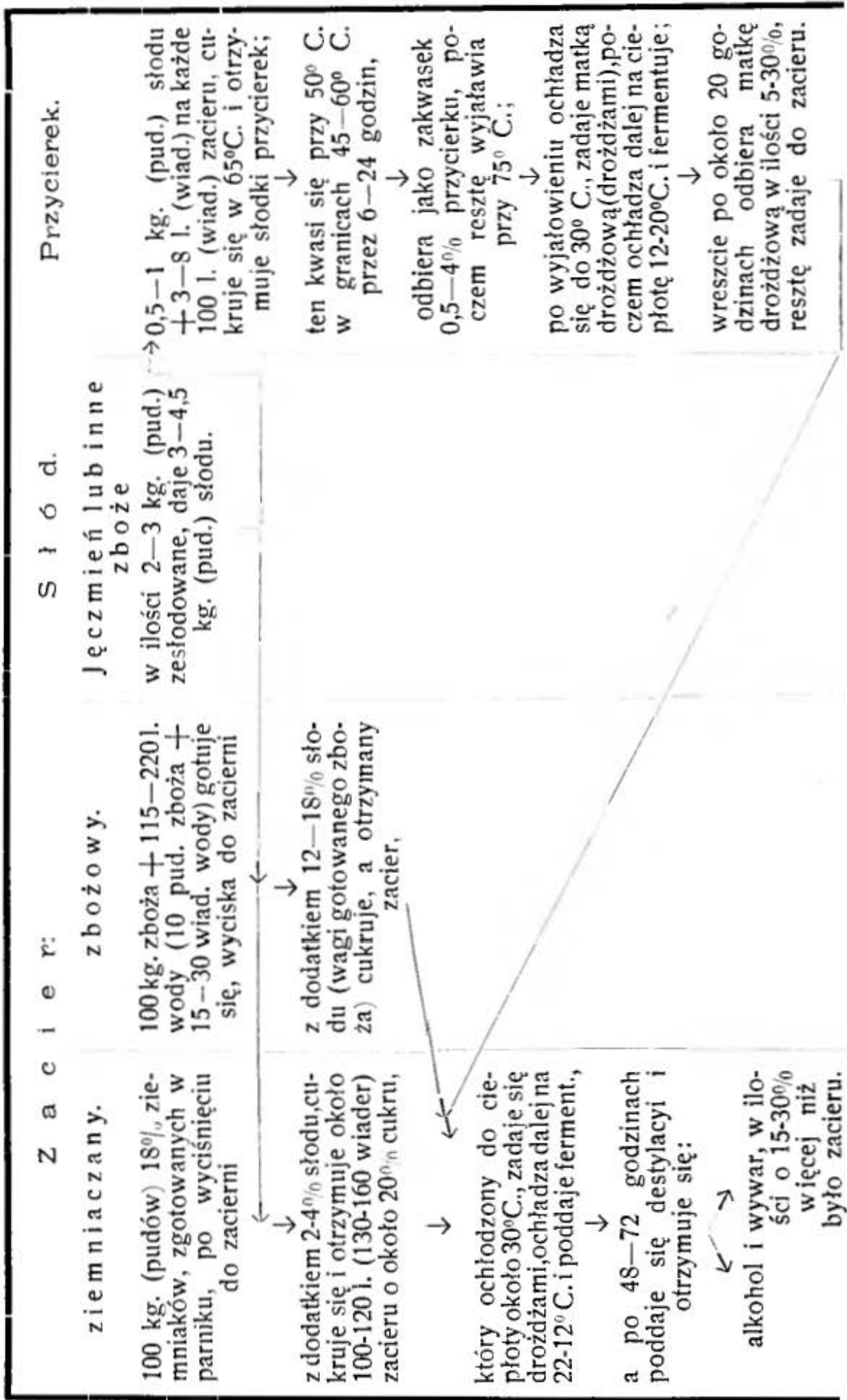
We wszystkich wymienionych typach gorzelń, otrzymany wywar służy jako karma dla zwierząt gospodarskich.

Oddzielnym typem są gorzelnie przemysłowe, do których zaliczamy i drożdżownie. Tu chodzi głównie o spirytus, względnie drożdże, przyczem wywar stanowi materiał małej wartości, używany tylko w pewnych wypadkach jako wilgotna lub sucha karma, albo też do przerabiania na nawozy. Produkty tutaj używane muszą być przede wszystkim tanie, a takimi są zazwyczaj: zboże i melasa, i zależnie od tego dzielimy gorzelnie przemysłowe na:

- 1) zbożowe i
- 2) melasowe, względnie melasowo-zbożowe.

Produkty, przerabiane w gorzelnii, mogą więc być dwojakiego rodzaju: skrobiowe albo cukrowe.

Schematyczny obraz roboty w gorzelni rolniczej przy normalnych warunkach:



Roboty w gorzelni.

Czynności w gorzelni składają się z przyrządzenia:

- 1) słoðu,
- 2) zacieru,
- 3) drożdży,
- 4) fermentacyi zacieru i
- 5) wypędu spirytusu z dojrzałego zacieru.

Słód otrzymuje się przez kielkowanie zboża 16 - 24 dni w ciepłocie 15° C. (12° R.). W ten sposób otrzymany słód łatwo zamienia rozpuszczoną, względnie skłajstrowaną skrobię na cukier.

Ziemniaki, zboże i t. p. produkty skrobiowe gotuje się w aparatach, zwanych parnikami, a rozgotowane, pod wpływem wysokiej ciepłoty na jednolitą, delikatną i płynną braję, wyciska się do zacierni, gdzie, przy pomocy zadanego słoðu, zamienia się skrobię na dekstryny i cukier. Proces ten nosi nazwę cukrowania.

Skoro cukrowanie ukończono, o czem przekonujemy się rozczyntem jodu, ochładza się otrzymany słodki zacier do ciepłoty około 30° C. (24° R.) i zaprawia go odpowiednią ilością drożdży.

Rozmnożenie drożdży następuje w tak zwanych przycierkach. Około 3—8% świeżo zcukrowanego zacieru odbiera się do małych kadek, zadaje słoðem, albo ekstraktem, celem podniesienia jego wartości odżywczej, cukruje i ukwasza, a po wyjąłowieniu przy 75° C. (60° R.) ochładza i rozmnaża w nim drożdże. Po upływie około 20 godzin, rozmnożone w przycierku drożdże rozdziela się w ten sposób, że część 5—30% służy do zadania nowego, już ukwaszonego i wyjąłowionego przycierku, jako tak zwana »matka drożdżowa«, zaś resztę wlewa się do zacieru głównego.

Zacier, zadany drożdżami, ochładza się do ciepłoty około 12—27° C. (10—22° R.) i poddaje fermentacyi, która trwa 48—72 godzin, rzadko dłużej i to tylko przy zacie-

rach bardzo bogatych w cukier (wyżej 23° B.). Wielkie gorzelnie dążą obecnie do ograniczenia fermentacji na 24 do 36 godzin.

Skoro zacier odfermentuje, poddaje się go destylacji w aparatach odpędowych, na których otrzymuje się okowitę (surowy alkohol etylowy) i pozostałość, zwaną wywarem (brahą). Okowita wymaga dalszego oczyszczenia od produktów ubocznej fermentacji, co następuje na aparatach rektyfikacyjnych. W ostatnich czasach zaczęły wielkie gorzelnie używać aparatów, dostarczających bezpośrednio z zacieru alkoholu, wolnego od wszelkich zanieczyszczeń.

W gorzelniach, gdzie przerabia się produkty cukrowe jak: melasa, owoce, buraki i t. p., odpada całkowicie, lub częściowo potrzeba cukrowania zacieru, zaś przy melasie i owocach potrzeba gotowania produktów, natomiast spotykamy tu większe trudności przy rozmnażaniu drożdży.

Ilość otrzymanego spirytusu z jednostki ciężarowej produktu (jednego kilograma, puda, lub funta) skrobi lub cukru, nazywamy wydatkami. Ich wysokość wskazuje na dobroć roboty; z tej samej bowiem ilości skrobi, przy wyższych wydatkach, otrzymuje się większą ilość spirytusu.

Korzyści z gorzelni.

Korzyści z gorzelni pozostają w ścisłej zależności od postępowania technicznego, t. j. od umiejętnego wyrobu spirytusu i starannego wykonywania robót.

Gorzelnia jest tem lepiej prowadzoną, im dokładniej wyzyskany jest przerabiany produkt, a koszt wyrobu spirytusu niższy, przyczem szanowanie maszyn i aparatów jest bardzo ważne. Ponieważ łatwość przerobu produktów jest zależną od dobroci urządzenia gorzelni, zaś taniość przerobu od wielkości produkcji, przeto im produkcya spirytusu jest większą, tem znaczniejsze są także dochody z gorzelni. Temi samemi bowiem maszynami i obsługą, wyrabiamy w tymże samym czasie znaczniejszą ilość spirytusu.

Jeżeli bowiem w większej gorzelnii wielki wpływ na dochodowość wywiera sposób zużycia surowych produktów i szanowanie maszyn i aparatów, to w tym wyższym stopniu okaże się ten wpływ w gorzelnii, wyrabiającej mniejszą ilość spirytusu. Przy ostatnim typie gorzelnii, sposób prowadzenia robót decyduje o tem, czy gorzelnia wogóle wykaże jakikolwiek bezpośredni dochód.

Dochód z gorzelnii jest zatem zależny od:

- 1) ilości wyprodukowanego spirytusu,
- 2) starannego wyzyskania surowych produktów,
- 3) kosztów prowadzenia gorzelnii,
- 4) szanowania maszyn i aparatów.

Zaś dobroć prowadzenia gorzelnii warunkuje:

- 1) pobudowanie i urządzenie gorzelnii,
- 2) jakość surowych produktów,
- 3) postępowanie techniczne przy wyrobie spirytusu.

Zasadnicze prawidła robót w gorzelnii.

1) Kadź zacierną, jakoteż wszystkie przewody, prowadzące zacier do kadzi fermentacyjnej, należy trzymać możliwie czysto. Najlepiej wyparzyć je codziennie parą przed rozpoczęciem robót, a w braku odpowiedniego urządzenia, odkazić antyseptykami np. mlekiem wapiennem, które pozostawia się przez całą noc i dopiero drugiego dnia splukuje.

2) Słód powinien być zdrowy, wolny od zakażenia i dobrze wyrośnięty tak, by na słodowni pozostawał co najmniej 16 dni w ciepłocie około 15° C. (12° R.). Przez długie i wolne kielkowanie, wzrasta stale siła cukrująca słodu i dochodzi między 16—24 dniem do największego rozwoju. W tym czasie długość piórka nie powinna przewyższać 2,5 długości ziarna. Bardzo wilgotne i ciepłe, tak zwane »for-

sowne« prowadzenie, daje w rezultacie słód ubogi w siłę cukrującą, a zarazem niezdrowy, gdyż zawiera bardzo dużo bakteryi.

3) Gotowanie w parniku jest zależne od jakości produktu. Im ziemniaki więcej zawierają skrobi, tem mniej należy odpuścić z parnika wody, gdyż wraz z nią spływa skrobia. Ziemniaki można również gotować bezpośrednio od dołu, nie odpuszczając wody sokowej. Ziemniaki uszkodzone paruje się, jak ziemniaki wysoko skrobiowe; przyczem ciśnienie w parniku ma być tem wyższe, im zawartość skrobi w ziemniakach jest większa, (3—4 atm., zależnie od sposobu gotowania). Wyższe ciśnienie stosuje się również przy ziemniakach, skłonnych do fermentacyi pienistej. Zboże gotuje się najlepiej w ten sposób, że wychodzi się odrazu na ciśnienie 4 atm.

4) Cukrowanie w zacierni należy tak prowadzić, by ciepłota przez cały czas wyciskania wynosiła 50—55° C. (40—44° R.), a dopiero przy samym końcu 60—62° C. (48—50° R.). Jeżeli mieszadła w zacierni są wolno-chodzące, w takim razie słód najlepiej dodawać partjami, i to pod postacią mleczka, gdyż wówczas odpada obawa o jego przeparzenie.

5) Jeżeli słód jest silnie zapleśniały, należy go przed gnieceniem obmyć ciepłą wodą; i to przynajmniej tą część, którą w danym wypadku dodaje się do zacieru ochłodzonego (fermentacya pienista).

6) Przycierek drożdżowy robić możliwie gęsty 20—24° B., przy czem ciepłota cukrowania ma wynosić 65° C. (52° R.).

7) Kwasić czystemi bakteryami kwasu mlecznego, które sprowadza się ze »Stacyi doświadczalnych«.

8) Ciepłota kwaszenia nie powinna opaść niżej 45° C. (około 37° R.). W tym celu należy przy-

cierek trzymać w ciepłych szafkach, względnie, o ile potrzeba, podgrzać go, jednakże nie wyżej 60° C. (48° R.).

9) Po skończonem kwaszeniu, odebrać część ukwaszonego przycierku, który służy jako zakwaszek dla nowego słodkiego przycierku. Resztę ukwaszonego przycierku wygrzać na 75°C. (60° R.), a, o ile drożdże gotowe, po 10—15 minutach szybko ochłodzić na ciepłość 30° C. (24° R.).

10) Gorzelnie dobrze urządzone powinny pracować czystą kulturą drożdży. Jeżeli spostrzeże się, że drożdże są zakażone, albo silnie osłabione, trzeba natychmiast je usunąć, a sprowadzić świeże.

11) Drożdże należy dobrze sfermentować. Matkę drożdżową odebrać między 5—7° B. cukru, a resztę sfermentować 3—5° B., zależnie od początkowego stężenia przycierku.

12) Unikać martwych punktów przy prowadzeniu drożdży. Roboty powinny być tak dostosowane, by drożdże szły bezpośrednio z jednego przycierku do drugiego. Przechowanie matki drożdżowej w t. z. matecznikach, jest potrzebne li tylko przy prowadzeniu drożdży 24 godzinnych.

13) Fermentacja zacieru ma być tak prowadzoną, by zacier wyraźnie fermentował aż do ostatniej chwili, przyczem ciepłota nie powinna przekroczyć 30° C. (24° R.) przy fermentacji trwającej trzy doby, a 31° C. (około 25° R.) przy dwudobowej.

14) Wodę lub zacier słodki, przy fermentacji trwającej trzy doby, można dodać tylko drugiego dnia, skoro główna fermentacja dochodzi największego natężenia.

15) Uważać na staranny wypęd alkoholu z zacieru; często bowiem pozostaje niewygotowany alkohol w wywarze, względnie lutrze i wywarze.

Gorzelnictwo jest dzisiaj obszerną nauką, która coraz więcej rozwija się i doskonali. Tylko dokładna znajomość wszelkich tu zachodzących procesów, zezwala na łatwe prowadzenie gorzelnii i zapewnia otrzymanie wyższych wydatków alkoholu. Aby zrozumieć procesy gorzelnicze, trzeba przede wszystkim zapoznać się z surowymi produktami i ich poszczególnymi składnikami.

ROZDZIAŁ II.

Węglowodany ważne w gorzelnictwie.

Pod pojęciem węglowodanów rozumiemy związki organiczne, złożone z węgla (C), wodoru (H) i tlenu (O). Ilość atomów, tych poszczególnych elementów, w cząsteczce jest różną i zależy od jakości węglowodanu; — zawsze jednak atomów wodoru jest dwa razy więcej niż atomów tlenu, zatem znajdują się one tutaj w stosunku podobnym, jak w wodzie. Węglowodany można przeto uważać za związki węgla z wodą, np. dekstroza o wzorze $C_6 H_{12} O_6$ składa się z 6 atomów węgla i 6 cząsteczek wody. Atomów węgla w cząsteczce węglowodanu jest zwykle 6, lub tej cyfry wielokrotność, a stosownie do tego rozróżniamy: jednosacharydy, gdzie w cząsteczce jest 6 atomów węgla, oraz dwu- lub wielosacharydy, gdy atomów węgla jest $2 \times 6 = 12$, względnie tej cyfry wielokrotność. Obok tych znamy jeszcze węglowodany z inną zasadniczą, względnie jej wielokrotną ilością atomów węgla w cząsteczce. Te jednak posiadają dla gorzelnictwa niewielkie znaczenie.

Węglowodany występują bardzo obficie w świecie roślinnym, w mniejszym stopniu w świecie zwierzęcym. Stanowią one materiał zapasowy, z którego żywy organizm pokrywa w odpowiednich warunkach potrzebę węgla, oraz

służą za główne źródło energii, jako materiał, ulegający łatwemu utlenieniu (pokarm węglowy i energijetyczny).

Węglowodany przez odpowiednie postępowanie można zamienić drogą fermentacji na alkohol. Różnią się jednak między sobą łatwością, z jaką tej fermentacji ulegają. Jedne z nich, mianowicie jednosacharydy, o 6 atomach węgla w cząsteczce, ulegają bezpośrednio fermentacji, zatem działaniu enzymu zymazy; inne muszą być przedtem odpowiednio rozłożone (odbudowane), poczem dopiero ulegają fermentacji.

Węglowodany, ważne w gorzelnictwie, można podzielić na trzy grupy:

I. **Gronowce** — jednosacharydy, związki o wzorze $C_6 H_{12} O_6$, do których zaliczamy:

dekstrozę, lewulozę, mannozę, galaktozę.

II. **Trzcinowce** — dwu- trój-sacharydy o wzorze $C_{12} H_{22} O_{11}$, względnie $C_{18} H_{32} O_{16}$. Do tych należą:

sacharoza, maltoza, laktoza, mylibioza, rafinoza.

III. **Błonnikowce** — wielosacharydy o wzorze $(C_6 H_{10} O_5)_n$, do których zaliczamy:

skrobię, dekstryny, inulinę, licheninę, glikogen, błonnik (celluloza).

IV. **Pentozy, pentozany** $C_5 H_{10} O_5$ i $(C_5 H_8 O_4)_n$, jak: arabinoza, ksyloza; wreszcie związki pektynowe.

Cukry proste. — Jednosacharydy.

I. Dekstroza (glukoza, cukier gronowy) $C_6 H_{12} O_6$.

Dekstroza występuje obficie w świecie roślinnym, często w towarzystwie lewulozy. Szczególnie często spotykamy ją w owocach, zwłaszcza dojrzałych, dalej w miodzie, którego jest głównym składnikiem. W mniejszej ilości znajduje się w sokach roślinnych, nadto wszędzie tam, gdzie gromadzi się sacharoza, maltoza lub też skrobia, względnie gdzie te cukry zostają zużyte. Dawniej sądzono, że powstaje ona także

i podczas procesu cukrowania skrobi za pomocą siodu, nowsze jednak spostrzeżenia temu zaprzeczyły.

Dekstroza występuje również i w świecie zwierzęcym, lecz w mniejszych ilościach, i tak znajdujemy ją: w wątrobie, krwi, moczu, podczas choroby moczowej, i t. d.

Fabrycznie otrzymuje się dekstrozę działaniem rozcieńczonego kwasu siarczanego na skrobię, w stosunku 10 części ciężarowych skrobi, 1 części kwasu siarczanego i 20 części wody. Mięszaninę tę gotuje się kilka godzin przy 120° C. w naczyniach zamkniętych, poczem zubożoną szlamowaną kredą, a po odsączeniu powstałego osadu, odbarwia węglem, stęża w niskiej ciepłocie do gęstości syropu i krystalizuje. Otrzymany produkt, zwany cukrem ziemniaczanym, zawiera 60—61% dekstrozy, około 20% wody, resztę, około 20%, ciał nieulegających fermentacji.

Cukier ziemniaczany służy zamiast cukru buraczanego do słodzenia konfitur, soków, wyrobu cukierków itp. Podany ponownej krystalizacji, dostarcza czystej dekstrozy.

Dekstrozę można również otrzymać z soku winogron, w którym znajduje się w ilości 10—30%. Przez zagęszczenie i następną krystalizację, wydziela się względnie czysta dekstroza. Dalej można ją otrzymać z cukru maltozy lub sacharozy pod wpływem kwasów, lub enzymów. Działanie to, zwane inwersją (rozpadem), dostarcza w pierwszym wypadku tylko dekstrozę, w drugim — mięszaninę dwóch cukrów: dekstrozy i lewulozy, zwaną cukrem inwertowym.

Chemicznie czystą dekstrozę otrzymuje się według Herzfelda z cukru ziemniaczanego przez wyługowanie go alkoholem. Powstały roztwór, zaprawiany eterem, wydziela dekstrozę, którą oczyszcza się przez krystalizację ze stężonego alkoholu. Soxhlet otrzymuje czystą dekstrozę przez rozpad sacharozy w roztworze alkoholowym, pod wpływem kwasu solnego i następną przekrystalizowanie otrzymanego cukru.

Dekstroza jest ciałem krystalicznym, barwy białej,

smaku słodkiego. Rozpuszcza się łatwo w wodzie, alkoholu etylowym, zwłaszcza bezwodnym, jako też i metylowym, natomiast bardzo trudno w eterze. 100 części wody o 15° C. rozpuszcza 97,85 części dekstrozy; jedna część dekstrozy rozpuszcza się w 50 częściach zimnego, a 4,6 częściach wrzącego, bezwodnego alkoholu etylowego.

Z roztworu wodnego krystalizuje dekstroza z jedną cząsteczką wody jako $C_6 H_{12} O_6 + H_2 O$, w postaci drobnych igiełek, o punkcie topliwości 86°. Począwszy od 60° C. traci częściowo wodę krystalizacyjną tak, że w 170° C. jest już ciałem bezwodnym. Powyżej 200° C. ulega zupełnemu rozkładowi. Formę bezwodną można również otrzymać przez krystalizację z alkoholu metylowego; wówczas wykazuje ciężar właściwy = 1,54 i topi się w cieplecie 140° C.

Wodny roztwór skręca płaszczyznę spolaryzowanego światła na prawo. Zachowanie to jest tem szczególne, że świeżo przyrządzony roztwór dekstrozy skręca płaszczyznę spolaryzowanego światła o + 105°, podczas gdy w starszych roztworach kąt skręcenia maleje i schodzi aż do + 52,75°, który pozostaje już niezmienny (birotacja).

Dekstroza działa na różne tlenki, zwłaszcza metali ciężkich, którym odbiera tlen. Sole żelaza, rtęci, srebra, szczególnie jednak miedzi, ulegają pod wpływem dekstrozy energicznemu odtlenieniu (redukcji).

Własność ta pozwoliła na wypracowanie metody chemicznego oznaczenia dekstrozy, zapomocą roztworu Fehlinga i Barfoeda. Roztwór Fehlinga, t. j. mieszanina zasadowego roztworu winianu sodowo-potasowego z siarczanem miedzi, w odpowiednich warunkach (patrz »Badania w gorzelnictwie« wydanie II), ulega redukcji w stosunku 100 części ciężarowych dekstrozy do 195 części miedzi, które wydziela z roztworu w formie $Cu_2 O$. Siła redukująca zmienia się zależnie od stężenia roztworu dekstrozy. 100 cm.³ roztworu Fehlinga odpowiada 0,4753 g. dekstrozy w 1% roztworze.

Rozczyn Barfoeda, t. j. słabo-kwaśny rozczyń obojętnego octanu miedziowego, ulega redukcji pod wpływem dekstrozy już w ciepłocie pokojowej, podczas gdy cukier maltoza redukuje go dopiero podczas gotowania.

Obecność dekstrozy w mieszaninie cukrów, można wykryć według Tollensa zapomocą kwasu azotowego o c. w. = 1,15, który utlenia ją na kwas cukrowy, dający charakterystyczną, łatwą do wyróżnienia sól srebrową.

Na działanie kwasów jest dekstroza dosyć odporną i ulega rozkładowi dopiero przy dłuższem gotowaniu z rozcieńczonymi kwasami. W stężonym kwasie siarczanym rozpuszcza się na zimno, tworząc z nim dosyć trwałą związek.

Dekstroza łączy się z zasadami tego rodzaju jak: tlenek potasu, sodu, baru, ołowiu, również z solami, jak sól kuchenna. Ogrzewana z zasadami ulega łatwo rozkładowi, przyczem rozczyń żółknieje, brunatnieje i zamienia się początkowo na kwas glukonowy i pokrewne, a przy dalszem ogrzewaniu na związki humusowe.

Pod wpływem suchej destylacji, to jest ogrzewania bez przystępu powietrza, rozkłada się na związki karamelowe, łatwo w wodzie rozpuszczalne, a przy dalszem ogrzewaniu pozostawia czysty węgiel.

Z jodem nie daje żadnej reakcji.

Z fenilhydrazynem wytwarza charakterystyczny związek krystaliczny feniloglukozazon. Reakcję tę, dla cukrów bardzo charakterystyczną, wykonujemy następująco: jedną część cukru, zmieszaną z 2 częściami fenilhydrazynu, 2 częściami 50% kwasu octowego i 20 częściami wody, ogrzewa się na łaźni wodnej przez 1 godzinę. W tych warunkach wydziela się ozazon w formie żółtych, igielkowatych kryształów, topiących się w 204° C.

Fermentacji ulega dekstroza bezpośrednio, a drożdże zużywają ją bardzo łatwo i to w zupełności. 100 części dekstrozy odpowiada 51,11 częściom ciężarowym, czyli 64,39 częściom obj. alkoholu.

Pod wpływem światła, ulega dekstroza w rozczyń

alkalicznym według Duclauxa rozkładowi na alkohol i bezwodnik węglowy. Spostrzeżenie mające wielkie znaczenie dla teorii zjawisk fermentacyjnych.

Dekstrozę spotykamy w zacierach gorzelniczych i w innych gałęziach przemysłu fermentacyjnego, jako produkt rozkładu więcej złożonych węglowodanów.

Lewuloza (fruktoza, cukier owocowy) $C_6 H_{12} O_6$.

Lewuloza występuje w owocach w towarzystwie dekstrozy i sacharozy, dalej w różnych organach roślinnych, jak liściach, łodygach, korzeniach, wreszcie w miodzie.

Lewulozę można otrzymać z inuliny albo z sacharozy, przez ogrzewanie z rozcieńczonymi kwasami, lub działaniem enzymów. W pierwszym wypadku otrzymuje się tylko lewulozę, którą oczyszcza się przez krystalizację.

Fabrycznie otrzymuje się lewulozę zazwyczaj z sacharozy przez działanie na nią kwasami. Powstały tutaj cukier inwertowy, według zrównania:



jest mieszaniną dekstrozy i lewulozy, z której zapomocą wapna żrącego wydziela się lewulozę, jako na zimno trudno rozpuszczalny związek z wapnem. Po przemyciu wodą rozkłada się ten sacharat działaniem bezwodnika węglowego na lewulozę i węglan wapniowy. Cały proces wykonuje się w niskiej ciepłocie, w odpowiednich chłodniach. Odsączony roztwór cukru, po zaprawieniu małą ilością organicznego kwasu, stęża się w aparatach bezpowietrznych, poczem krystalizuje.

Lewuloza jest ciałem krystalicznym, barwy białej, smaku słodkiego. W wodzie rozpuszcza się łatwiej niż dekstroza. W zimnym alkoholu jest prawie nierozpuszczalną, w gorącym daje roztwory przesycone, z których następnie wydziela się w formie pięknych, igielkowatych kryształów

o c. w. 1,555, topiących się w 95° C. Również łatwo rozpuszcza się na gorąco w eterze.

Płaszczyznę spolaryzowanego światła skręca na lewo o $-71,4^{\circ}$. Kąt skręcenia zależy od stężenia rozczyńców i ich ciepłoty, np. rozczyń 10% w ciepłocie 20° C. skręca płaszczyznę według Osta już o $-93,03^{\circ}$.

Wobec zasadowego rozczyńu siarczanu-miedzi, jako też wobec odczynnika Barfoeda zachowuje się podobnie jak dekstroza, redukując oba rozczyńy. Rozczyń Fehlinga redukuje trochę słabiej, jak dekstroza; 100 cm.³ rozczyńu Fehlinga redukuje 0,5144 g. lewulozy w 1% rozczyńie.

Ogrzewana z kwasami lub zasadami, łatwo się rozkłada. Czynniki utleniające, jak tlenek rtęciowy w obecności wody barytowej, zamieniają lewulozę, według Herzfelda, na kwas trójoksymasłowy, który znachodzi się także i w melasie. W alkalicznych rozczyńach melasy powstaje kwas trójoksymasłowy zapewne z lewulozy, a jako antyseptyk powoduje trudności przy fermentacji takiej melasy.

Z fenilhydrazynem wytwarza krystaliczny ozazon, który topi się podobnie jak ozazon dekstrozy w 204° C. W przeciwieństwie do tego ostatniego, ozazon lewulozy skręca płaszczyznę spolaryzowanego światła na lewo.

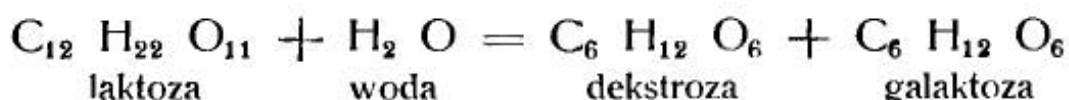
Lewuloza ulega bezpośrednio fermentacji alkoholowej i to podobnie łatwo jak dekstroza. W rozczyńie, zawierającym oba te cukry, pod wpływem fermentacji, znika dekstroza cokolwiek prędzej aniżeli lewuloza, co można tylko tłumaczyć, że cząsteczka dekstrozy posiada większą łatwość przenikania przez błonę komórki drożdżowej. Przy użyciu soku wytłoczonego z drożdży, a więc w wypadku gdzie przenikanie przez błonę komórki drożdżowej odpada, fermentacja obu cukrów przebiega równie szybko.

Lewulozę spotykamy w gorzelnictwie melasowem, oraz przy przeróbce buraków lub owoców. Znajduje się tutaj częściowo w stanie wolnym, częściowo powstaje z sacharozy, która działaniem kwasu, względnie enzymu drożdży cukrazy, ulega rozkładowi na cukier inwertowy.

Galaktoza, (laktoglukoza) $C_6 H_{12} O_6$.

Galaktoza występuje w przyrodzie tylko w połączeniach. Najłatwiej powstaje z cukru mlekowego albo rafinozy, działaniem kwasów lub odnośnych enzymów.

Fabrycznie otrzymuje się działaniem kwasu siarczanego lub solnego na cukier mlekowy.



Po usunięciu kwasów, roztwór zagęszcza się, poczem przez powolną krystalizację, trwającą tygodnie a nawet i miesiące, wydziela się galaktozę, którą oczyszcza się przez kilkakrotną krystalizację.

Galaktoza jest ciałem krystalicznym, smaku słodkiego, o ciężarze właściwym 1,0379 (przy 18° C.); krystalizuje z jedną cząsteczką wody, dając związek $C_6 H_{12} O_6 + H_2 O$. Płaszczyznę spolaryzowanego światła skręca na prawo o + 83,88°, zatem silniej, jak dekstroza. Topi się w ciepłocie 168° C. W wodzie, zwłaszcza cieplej, łatwo się rozpuszcza.

Z fenilhydrazynem tworzy się galaktozazon, kryształki, topiące się w ciepłocie 193° C. Rozczyn Fehlinga redukuje trochę słabiej niż dekstroza: 100 cm.³ roztworu Fehlinga odpowiada według Soxhleta 0,511 g. galaktozy w 1% roztworze.

Galaktoza ulega fermentacji alkoholowej bezpośrednio, jednak znacznie wolniej niż dekstroza.

Brom i tlenek srebra utleniają ją na kwas galaktowy.

Cukry złożone. — Dwu- i trój-sacharydy.

Sacharoza, (cukier trzcinowy, cukier buraczany) $C_{12} H_{22} O_{11}$.

Sacharoza jest bardzo rozpowszechnioną w świecie roślinnym. W większej lub mniejszej ilości znajduje się

prawie we wszystkich roślinach. Najwięcej sacharozy spotykamy w trzcinie cukrowej, bo około 20⁰/₀, w burakach cukrowych około 16⁰/₀, w mniejszej już ilości znajduje się w różnych owocach, jak: ananasach 11⁰/₀, poziomkach 7⁰/₀, jabłkach 8⁰/₀ i t. d. zawsze w towarzystwie dekstrozy i lewulozy, wreszcie znachodzimy ją w klonie, jaworze i t. p.

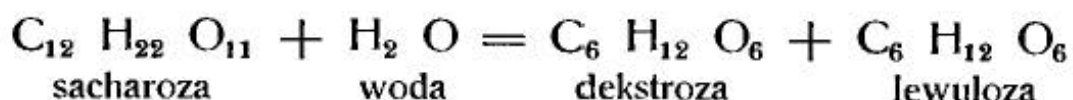
Fabrycznie otrzymuje się z buraków lub trzciny cukrowej. W Europie otrzymuje się sacharozę z buraków cukrowych, które, rozdrobnione na krajanekę, ługuje się ciepłą wodą. Sok buraczany oczyszcza się wapnem i bezwodnikiem węglowym, a otrzymany po przesączeniu sok rzadki, stęża się w aparatach bezpowietrznych aż do konsystencyi syropu, który poddaje się krystalizacyi. Powstałą masę krystaliczną bierze się na wirówki, gdzie odziera się cukier krystaliczny od syropu, pozostałego między kryształkami. Syrop ten, odciek po pierwszej krystalizacyi, gotuje się jeszcze raz, stęża i poddaje ponownej krystalizacyi. Po dwu — względnie trzechkrotnem zagęszczaniu i wydzielaniu cukru drogą krystalizacyi, pozostaje, jako ostatni odciek z kryształów, syrop gęsty, barwy ciemnej, zwany melasą, z której cukier, z powodu wielkiej ilości ciał zanieczyszczających, już więcej nie może się wydzielić. Melasę używa się — w wielu gorzelniach — jako surowy produkt do otrzymania alkoholu.

Sacharoza krystalizuje w pryzmatach, układu jednoskośnego, o c. w. = 1,59 (przy 4⁰ C.); smaku jest słodkiego, rozpuszcza się już w $\frac{1}{3}$ części zimnej wody, zaś bardzo łatwo w wodzie gorącej. Z czystych, stężonych, rozczyńców wodnych, krystalizuje sacharoza bardzo łatwo, natomiast wolno i trudno, skoro w roztworze znajdują się ciała zanieczyszczające.

W eterze jest nierozpuszczalną, podobnie w zimnym bezwodnym alkoholu. Alkohol wrzący rozpuszcza tylko 1,4⁰/₀ sacharozy, natomiast rozcieńczony rozpuszcza ją znacznie łatwiej.

Rozczyn sacharozy skręca płaszczyznę spolaryzowanego światła na prawo o $+ 65,5^\circ$.

Kwasy i zasady zachowują się wobec sacharozy odmiennie, jak przy dekstrozie. Kwasy z łatwością rozszczepiają ją na cukier inwertowy, tj. mieszaninę dekstrozy i lewulozy.



Wobec zasad jest natomiast sacharoza trwałą i nie zmienia się nawet przez ogrzewanie z dosyć stężonymi rozczynami zasad. (Soki buraczane w fabrykach cukru trzyma się alkaliczne).

Sacharoza łączy się z szeregiem zasad, głównie ziem alkalicznych, tworząc z wapnem, strontem i barem związki złożone, zwane sacharatami. Tworzenie się sacharatów zostało fabrycznie wyzyskane do oczyszczania i wydzielania sacharozy z rozczynów, z których cukier, z powodu licznych związków zanieczyszczających, więcej nie krystalizuje. (Oczyszczanie soków buraczanych, oraz otrzymanie cukru z melasy metodą Scheiblera i Scheibler-Seyfferta).

Rozczynu Fehlinga sacharoza bezpośrednio nie redukuje, tylko pośrednio. Ogrzana bowiem z kwasami lub też pod wpływem enzymu cukrzy, znajdującego się obficie w drożdżach, ulega hydrolizie i rozpada się na cukier inwertowy, czyli dekstrozę i lewulozę, które, jak wiadomo, redukują rozczyn Fehlinga. 100 cm.³ rozczynu Fehlinga odpowiada 0,4941 g. cukru inwertowego w 1% rozczyne.

Sacharoza topi się w ciepłocie 160°C ., poczem zastygła na masę bezpostaciową, podobną do szkła, która z czasem traci swą przezroczystość i przyjmuje napowrót ustrój krystaliczny, a w tej formie służy do wyrobu cukierków i pomadek. W 200°C . ulega częściowemu rozkładowi, utracą wodę i zamienia się na masę żółto-brunatną, zwaną karamelem, używaną do barwienia wódek, potraw itp.

Fermentacji bezpośrednio nie ulega. Z rozcieńczonymi kwasami, jako też pod wpływem enzymu cukrzy zmienia się już w zwyczajnej ciepłocie, daleko szybciej przez podgrzanie, na cukier inwertowy, ulegający fermentacji już bezpośrednio. 1 kg. sacharozy odpowiada 67,76% l. alkoholu. Również i przez enzymy siodu ulega sacharoza inwersyi, jakkolwiek wolno i nie zupełnie. Według Browna i Herona ze 100 części sacharozy, przy 16-godzinnem działaniu wyciągu siodowego ulega inwersyi zaledwie 20,4% cukru.

Występowanie cukru inwertowego w przyrodzie, można tłumaczyć rozkładem sacharozy pod wpływem kwasów lub enzymu cukrzy, znajdujących się w sokach roślinnych.

Sacharoza znajduje częste zastosowanie przedewszystkiem jako cukier do siodzenia i przyprawy różnych pokarmów. W gorzelnictwie spotykamy ją w wielkiej ilości w melasie, dalej w burakach, oraz różnych owocach.

Maltoza, (cukier siodowy) $C_{12} H_{22} O_{11}$.

Maltoza występuje w przyrodzie tylko w małych ilościach, mianowicie wszędzie tam, gdzie spotykamy skrobię, względnie jej produktu rozkładu.

Już w roku 1819 otrzymał maltozę de Saussure i jako ciało krystaliczne opisał ją z wielką dokładnością. Znacznie później, bo w roku 1847 Dubrunfant, nie znając pracy swego poprzednika, opisuje maltozę, jako nieznaną szczególniejszy cukier. Jednak dopiero w roku 1874 O'Sullivan i E. Schulze, badając i opisując maltozę jako nowy cukier, zwracają uwagę na prace swoich poprzedników i potwierdzają ich spostrzeżenia.

Maltozę otrzymuje się najwygodniej działaniem wyciągu siodowego (enzymem amylazą) na skrobię. W korzystnych warunkach cukrowania, skrobia dostarcza 81% maltozy, a 19% dekstryn. Te ostatnie usuwa się przez wytrącenie alkoholem, a otrzymany rozczyń zagęszcza się

i poddaje krystalizacji. Wydzieloną maltozę oczyszcza się przez krystalizację z alkoholu metylowego.

Według Dubrunfanta i Cuisiniera można, przez długie cukrowanie w odpowiednich warunkach, otrzymać ze skrobi 96% maltozy. 100 g. skrobi, starannie sklejtowanej w 1 l. wody, rozpuszcza się w ciepłocie 70—75° C. z pomocą 10 cm.³ wyciągu słodowego, otrzymanego przez zalanie 100 g. siodu 200 cm.³ wody. Po zestudzeniu na 50° C., zadaje 80 cm.³ powyższego wyciągu słodowego i cukruje 10 godzin, poczem stęża się przez parowanie aż do gęstości syropu, z którego, przez wrzucenie kilku kryształków maltozy, wydziela się w 24 godzinach masa krystaliczna. Otrzymaną maltozę oczyszcza się przez kilkakrotne przekrystalizowanie z alkoholu etylowego.

Trudnością tej zresztą bardzo dobrej metody, zezwalającej na otrzymanie maltozy w większych ilościach, jest niebezpieczeństwo zakażenia. Długi czas cukrowania i niska ciepłota krystalizacji maltozy sprzyja rozwojowi drobnoustrojów. Dla powstrzymania fermentacji trzeba więc użyć środków odkażających, a jednym z wygodnych dla tego celu środków jest kwas fluorowodorowy.

W ostatnich czasach Maquenne i jego współpracownicy, przez odpowiednie postępowanie mieli rzekomo zamienić w 24 godzinach skrobię w zupełności na maltozę. Przeciw temu występuje Cuisinier, który sądzi, że to spostrzeżenie jest oparte na pomyłce i że obok maltozy powstały drobne ilości dekstrozy, która swą obecnością pokrywa pozostałe reszty niescukrowanych dekstryn. Badania jego, oparte na obliczeniu maltozy z siły redukującej otrzymanego roztworu, względnie ilości alkoholu i odfermentowania, nie potwierdzają dostatecznie jasno poglądów Maquenna.

Maltoza oczyszczona wydziela się w masie krystalicznej, złożonej z delikatnych igiełek, albo też w formie gałeczek krystalicznych, powiązanych ze sobą podobnie jak komórki drożdżowe.

Z alkoholu bezwodnego lub bardzo stężonego, krystalizuje maltoza bezwodna, natomiast z roztworu wodnego lub alkoholu rozcieńczonego wydzielają się kryształki z wodą krystaliczną, o wzorze $C_{12} H_{22} O_{11} + H_2 O$ (zatem z 5% wody krystalicznej). Ich ciężar właściwy wynosi według Cuisiniera 1,61, według Osta 1,50.

Przez ogrzewanie w próżni do $105^{\circ} C.$, albo na miseczce platynowej do $135^{\circ} C.$, jako też przez działanie bezwodnym alkoholem, można maltozie odebrać cząsteczkę wody krystalizacyjnej. Wówczas zamienia się maltoza na masę bezkształtną, nadzwyczaj hygroskopijną, która, pozostawiona na powietrzu, szybko przyciąga wilgoć i przechodzi z powrotem w maltozę z wodą krystalizacyjną.

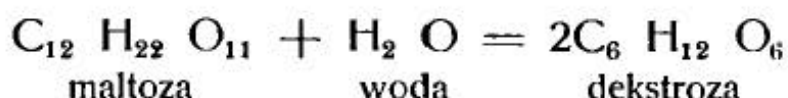
Maltoza rozpuszcza się w wodzie i to łatwiej w cieplej, jak w zimnej. Również łatwo rozpuszcza się w alkoholu rozcieńczonym, natomiast trudno w bezwodnym. Smak ma przyjemny, słodki.

Płaszczyznę spolaryzowanego światła skręca na prawo i to prawie trzy razy silniej niż dekstroza. Jej kąt skręcenia wynosi według Browna i Morrisa $+ 137,93^{\circ}$, według Osta $+ 137,04^{\circ}$. Świeże roztwory wykazują birotację.

Rozczyn Fehlinga, ogrzewany z maltozą, ulega redukcji. 100 części maltozy redukuje według Soxhleta 113 mg. miedzi, zaś według Linga i Bakera tylko 107,9 mg. Od dekstrozy różni się zachowaniem wobec odczynnika Barfoeda, który redukuje dopiero podczas ogrzewania.

Maltoza, podobnie jak inne cukry, daje reakcję t. z. ozazonową. Żółte, igielkowate kryształki maltozazonu topią się w $206^{\circ} C.$, w wodzie gorącej rozpuszczają się dosyć łatwo w stosunku 1 : 75 części wody gotującej. W przeciwieństwie do ozazonów innych cukrów, maltozazon wydziela się z roztworu wodnego dopiero podczas stygnięcia.

Kwasy powodują rozpad maltozy na 2 cząsteczki dekstrozy, w myśl zrównania:



Rozpad ten idzie znacznie wolniej aniżeli inwersja cukru sacharozy. Podobnemu działaniu ulega maltoza pod wpływem maltazy, enzymu spotykanego w drożdżach fermentacji alkoholowej. Natomiast amylaza, enzym działający na skrobię, pozostawia maltozę bez zmiany.

Jod na maltozę nie działa i nie wywołuje też żadnego charakterystycznego zabarwienia.

Pod wpływem czynników utleniających, jak chloru i bromu, powstaje kwas maltobionowy $\text{C}_{12} \text{H}_{22} \text{O}_{12}$, który następnie rozpada się na dekstrozę i kwas glukonowy. Kwas azotowy utlenia maltozę na kwas cukrowy.

Działaniem wodorotlenów lub węglanów alkali, rozkłada się maltoza na masę brunatną.

Według dawniejszych spostrzeżeń uważano maltozę za cukier, ulegający bezpośredniej fermentacji. Dokładne jednak badania Lintnera i Fischera wykazały, że maltoza ulega rozpadowi na dekstrozę, działaniem spotykanego w drożdżach enzymu maltazy, i że dopiero w tej formie może uleść fermentacji. Maltoza zatem, podobnie jak sacharoza, ulega fermentacji tylko pośrednio; przyczem 1 kg. maltozy odpowiada 67,76% l. alkoholu.

Maltozę spotykamy w zacierach gorzelniczych, brzezkach piwnych, wogóle wszędzie tam, gdzie skrobia ulega zamianie, działaniem enzymu amylazy. Ponieważ maltoza łatwo ulega rozpadowi na dekstrozę, wskutek działania enzymu maltazy, znajdującego się w komórkach drożdżowych, przeto zacierzy gorzelnicze będą zawierały obok maltozy także i dekstrozę.

Laktoza (cukier mlekowy, laktobioza) $\text{C}_{12} \text{H}_{22} \text{O}_{11}$.

Laktozę spotykamy w mleku zwierząt ssących, jako też i ludzi w ilości od 3—6%. W świecie roślinnym występuje tylko rzadko i to w małej ilości.

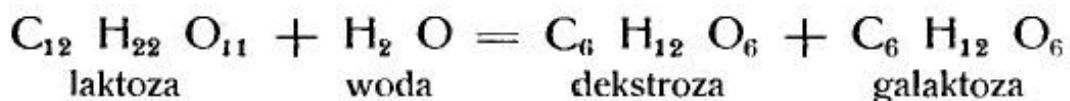
Fabrycznie otrzymuje się z mleka, z którego zapomocą podpuszczki wydziela się sernik, a pozostałą ciecz stęża do krystalizacyi, poczem otrzymaną masę oczyszcza się przez kilkakrotne przekrystalizowanie.

Laktoza tworzy wielkie kryształki, smaku słabo słodkiego, o c. w. 1,53—1,54. W wodzie rozpuszczają się różnie łatwo, zależnie od ciepłoty i tak: 1 część laktozy rozpuszcza się w 6 częściach wody zimnej, a 2 wrzącej.

Z wody wydziela się w kryształkach z jedną cząsteczką wody. W ciepłocie 140° C. utracą wodę krystaliczną, w 180° C. brunatnieją, utracą jeszcze cząsteczkę wody i zamieniają się na laktokaramel. W 205° C. topi się na masę brunatną, która przy dalszem ogrzewaniu ulega zupełnemu rozkładowi.

Płaszczyznę spolaryzowanego światła skręca na prawo o + 52,53°, zaś kryształki bezwodne o + 55,34°. Świeże rozczynty dają zjawisko birotacyi.

Kwasy powodują rozpad na galaktozę i dekstrozę:



Podobny rozpad następuje działaniem enzymu laktazy.

Rozczynu Fehlinga bezpośrednio nie redukuje.

Laktozazon topi się w 200° C., a rozpuszcza się w 90 częściach wody.

Laktoza fermentacyi alkoholowej bezpośrednio nie ulega. Zwyczajne drożdże gorzelnicze laktozy nie fermentują, gdyż nie są jej w stanie rozszcześcić. Znamy jednakże drożdże, które dokonują tego rozpadu laktozy na dekstrozę i galaktozę i one też powodują jej fermentację. Drożdży ostatniego typu używa się do fermentacyi mleka krowiego i kobyłego, wskutek czego otrzymuje się napoje alkoholowe — kefir i kumys.

Rafinoza (melitrioza) $C_{18} H_{32} O_{16} + 5H_2 O$.

Rafinoza występuje dość obficie w świecie roślinnym. Najwięcej spotykamy jej w mannie australijskiej, w nasionach bawełny, w burakach cukrowych, a stąd w melasie; w mniejszej ilości w różnych zbożach, jak: jęczmieniu, pszenicy i innych. Jakkolwiek rafinoza występuje w jęczmieniu, to jednak brak jej zupełnie w słodzie. Widocznie, podczas kiełkowania albo zostaje zużyta, albo też przerobiona na inne cukry.

Fabrycznie otrzymuje się ją z melasy. W burakach cukrowych znajduje się rafinoza w ilości około 0,02%, a stąd niektóre melasy zawierają tego cukru do 16%. Melasę taką zadaje się octanem ołowiatym, sączy i wydziela zapomocą amoniaku związek ołowiu z rafinozą, który następnie rozkłada się bezwodnikiem węglowym. Wydzieloną rafinozę oczyszcza się przez krystalizację z alkoholu etylowego.

Rafinoza krystalizuje w białych długich igielkach o 5 cząsteczkach wody.

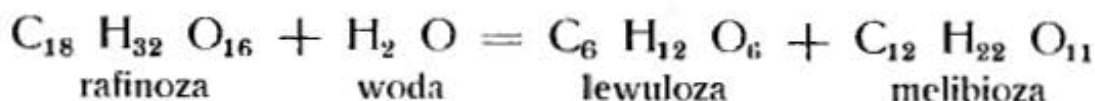
W wodzie zimnej rozpuszcza się dosyć trudno, w stosunku 1:6 wody o 16° C. Rozczyny wodne nie mają smaku słodkiego.

Płaszczyznę światła spolaryzowanego skręca na prawo o + 104–105°, zatem znacznie silniej niż sacharoza.

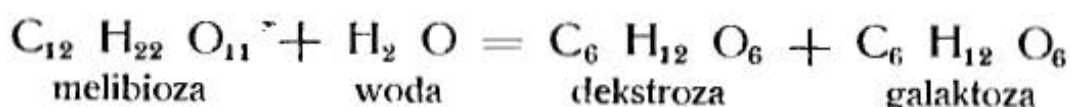
Rozczynu Fehlinga nie redukuje.

Ozazon rafinozy topi się w ciepłocie 187–189° C.

Pod wpływem kwasów i enzymu cukrzy ulega inwersyi:



na lewulozę i cukier melibiozę, który ogrzewany dalej ulega rozpadowi według zrównania:



Rafinoza jest zatem trójsacharydem i, jak wszystkie złożone cukry, nie ulega również i ona fermentacji bezpośredniej. Wpierw musi ulegć rozpadowi na jednosacharydy, poczem dopiero może fermentować. Tego rozpadu dokonują z jednej strony kwasy, z drugiej enzymy, znajdujące się w drożdżach.

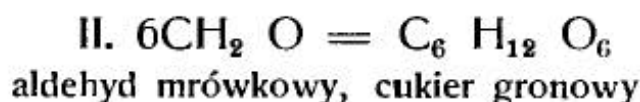
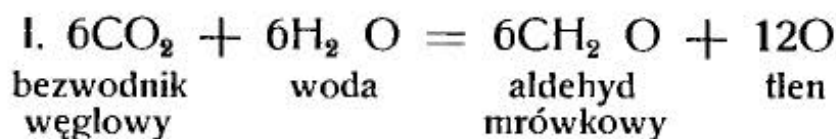
Według Baua silne drożdże dolne przerabiają całą rafinozę w zupełności, podczas gdy górne przerabiają tylko jej część, t. j. lewulozę, zaś resztę — melibiozę — pozostawiają zwykle nienaruszoną. Dla fermentacji melasy powyższe szczegóły są bardzo ważne, gdyż wskazują, jakimi drożdżami i w jakich warunkach może być melasa dobrze odfermentowana.

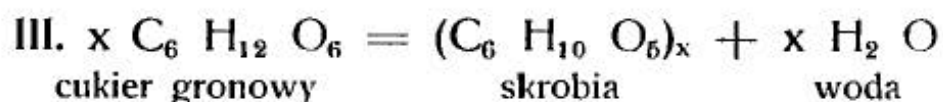
W najnowszych czasach wykazał Neuberg, że pod wpływem enzymu — gorzkich migdałów — emulzynu, rafinoza ulega rozszczepieniu na galaktozę i sacharozę.

Wielosacharydy.

Skrobia, (amylum, krochmal, mączka) $(C_6 H_{10} O_5)_x$.

Skrobia jest produktem życiowym roślin, przeto należy do ciał w świecie roślinnym najbardziej rozpowszechnionych. Spotykamy ją w mniejszej lub większej ilości prawie we wszystkich zielonych częściach rośliny. Powstaje w płazmie żywej komórki, działaniem szczególniejszej substancji, zwanej gałeczką zieleni, która z bezwodnika węglowego i wody, pod wpływem promieni słonecznych, powoduje następujący proces tworzenia się skrobi:





Działaniem więc gałeczki zieleni, powstaje aldehyd mrówkowy, który kondensuje się na cukier gronowy, a następnie na skrobię. Powstała skrobia przy gałeczkach zieleni nie pozostaje, lecz pod wpływem cukrującego enzymu, ulega rozpuszczeniu i przeprowadzeniu na cukier. Ten, łatwo przenikając błony, krąży od jednej komórki do drugiej wraz z innymi substancjami, jako sok roślinny i służy za pożywienie, oraz materiał do budowy nowych komórek.

Nie wszystek cukier zostaje jednak tą drogą zużyty. Pozostaje pewien nadmiar, który wędruje dalej i gromadzi się w miejscach, służących za magazyn pokarmów rośliny, gdzie z powrotem wydziela się w formie skrobi. Magazynem skrobi mogą być u roślin przede wszystkim następujące ich części:

bielmo nasion,
miąższ pni i łodyg,
cebule, bulwy, kłącze i korzenie.

Fizyologiczny cel gromadzenia skrobi polega na tem, by roślinie w nowym okresie wegetacji dostarczyć odpowiedniej ilości związków organicznych.

Proces asymilacji, t. j. przerób bezwodnika węglowego na skrobię, jej ilość, oraz zmagazynowanie, zatem i żywy rozwój rośliny, zależą od następujących warunków:

1) Dla tworzenia się skrobi niezbędnem jest silne nasłonecznienie zielonych części rośliny. Brak światła, albo zaciemnienie, lub chmurne powietrze osłabiają lub nawet wstrzymują tworzenie się skrobi.

2) Z opadającą ciepłotą słabnie proces asymilacji bezwodnika węglowego, a ustaje prawie zupełnie około 0° C.

3) Ilość bezwodnika węglowego w powietrzu wpływa na energię tworzenia się skrobi, która wzrasta ze zwiększeniem się zawartości bezwodnika.

4) Ponieważ skrobia tworzy się w zielonych organach

rośliny, przeto ilość wytworzonej skrobi będzie tem większą, im znaczniejsza jest ilość gałeczek zieleni, a tem samem i liści rośliny.

5) Dostateczna ilość wilgoci jest niezbędnym warunkiem tworzenia się skrobi. Posucha powoduje więdnienie liści, które tem samem słabiej asymilują bezwodnik węgłowy.

6) Wreszcie do energicznego działania gałeczek zieleni są niezbędne pewne sole mineralne, zwłaszcza sole żelaza i potasu.

Przeciętna zawartość skrobi w roślinach, które służą do otrzymania spirytusu, jest następującą:

| | | | |
|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| ryż | 75 ⁰ / ₀ | proso | 56 ⁰ / ₀ |
| pszenica | 65 » | hreczka | 50 » |
| żyto | 63 » | owies | 50 « |
| jęczmień | 60 « | wyka | 48 « |
| kukurudza | 60 » | ziemniaki | 18 » |

Skrobię z bulw i korzeni otrzymuje się bardzo łatwo. Wystarczy np. ziemniaki rozetrzeć na delikatną miazgę, by przez jej proste wymycie wodą, otrzymać czystą skrobię. Zboża oddają skrobię znacznie trudniej. Zawierają bowiem liczne ciała białkowe i gumy, które wydobyć skrobi bardzo utrudniają.

Budowa gałeczki skrobiowej.

Skrobia przedstawia się jako gałeczka wielkości 0,002 do 0,17 mm. rozmaitego kształtu, a więc: okrągłego, jajowatego, owalnego, wrzecionowatego, wielokątnego, a u niektórych roślin nawet laseczkowatego i pałeczkowatego o zgrubiałym końcu. Kształt, wygląd i wielkość gałeczek skrobi są zmienne i prawie u każdej rośliny różne, a tak dalece charakterystyczne, że na ich podstawie można określić z jakiej rośliny pochodzą.

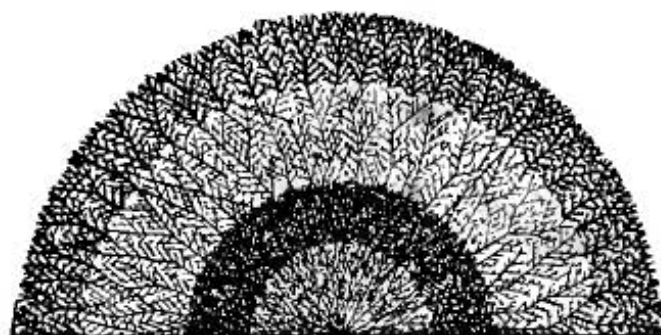
Budowa wewnętrzna skrobi, według badań Artura

Meyera, przedstawia wytwór kulisto-krystaliczny (sfero-krystaliczny), który składa się z pojedynczych kiści (wiechetek) krystalicznych, powstałych z bardzo delikatnych, rozgałęzionych, promienisto ułożonych igiełek krystalicznych (trychidów). Powstają one według ogólnych praw krystalizacji i narastają od środka ku zewnątrz. Punkt, skąd rozpoczęło się narastanie gałeczki, leżący zwykle we środku, nazywamy jądrem. Gałeczki skrobiowe, podobnie jak inne sferokryształy, są porowate, t. j. między kryształkami znajdują się wolne przestrzenie, kanaliki, które wypełnia sok komórkowy lub woda. Kanaliki te przebiegają między kryształkami w liniach zygzakowato-promienistych od środka kryształu, zatem od jądra gałeczki skrobiowej, ku jej obwodowi.



Ryc. 1.

Uwarstwienie gałeczki skrobi ziemniaczanej.



Ryc. 2.

Układ warstewek gałeczki skrobi.

Kryształki (trychidy) i kanaliki są tak delikatne, że przy użyciu nawet najlepszych i najsilniej powiększających mikroskopów nie udaje się ich zauważyć, a tylko w wyjątkowych wypadkach przy wielkich, dobrze wykształconych gałeczkach skrobi, można czasami dostrzedz ich krystaliczno-promienistą budowę.

W każdej gałeczce skrobi, obok jądra, z boku albo w środku leżącego, można zauważyć warstwowe ułożenie, biegnące ekscentrycznie lub centrycznie naokoło jądra. To ułożenie pochodzi od układu kryształków. Jeżeli warstewka składa się z kryształków, ułożonych luźno tak, że prze-

strzeń zajęta przez kanaliki jest wielką, to równocześnie jest ona bogata w wodę. Warstewka taka słabo załamuje światło, a pod mikroskopem przy wysokim nastawieniu i słabym powiększeniu okazuje się ciemną, zaś przy głębokim nastawieniu — jasną. W innych warstewkach kryształki są znowu ułożone więcej zbito, kanalików jest mniej, a tem samem są one uboższe w wodę. Załamują też silnie światło i zależnie od nastawienia mikroskopu przedstawiają się w powyższych warunkach jasno, względnie ciemno.

Powstawanie warstw przy narastaniu gałeczki skrobiowej, tłumaczy Meyer, peryodyczną zmianą stężenia roztworu krystalizującego. Tym roztworem jest tutaj woda, nasycona bezwodnikiem węglowym, którego zawartość zmienia się naprzemian, zależnie od energii asymilacyjnej gałeczki zieleni. Meyerowi udało się udowodnić, że wzrostowi gałeczki skrobi przy świetle dziennem odpowiadają warstewki szersze, o gęstym układzie kryształków, zaś wzrostowi nocnemu — warstewki węższe, o rzadszym układzie kryształków.

Potwierdzenie spostrzeżeń Meyera znajdujemy w pracach Poschla, który, przez wysuszenie w ciepłocie 40° C. roztworu wodnego skrobi, zmieszanego z 5% żelatyną, otrzymał sztuczne sferokryształy skrobi. Rodewald i Kattain otrzymali znowu sztuczną skrobię przez ogrzewanie skrobi pszenicznej z jodem do ciepłoty 330° C. Po usunięciu jodu, wydzielone gałeczki skrobi zachowały się zupełnie podobnie, jak skrobia naturalna.

Obecność wolnych przestrzeni, delikatnych kanalików, biegnących od jądra ku obwodowi gałeczki, tłumaczy zachowanie się skrobi wobec enzymu amylazy, jako też i innych czynników.

Amylaza wciska się kanalikami do wnętrza gałeczki i powoduje powolne rozpuszczanie i cukrowanie wnętrza gałeczki skrobi, która potem wygląda jakby miejscami nadgryziona, lub też wprost rozpada się na drobne części.

Z tych samych powodów skrobia jest bardzo hygro-

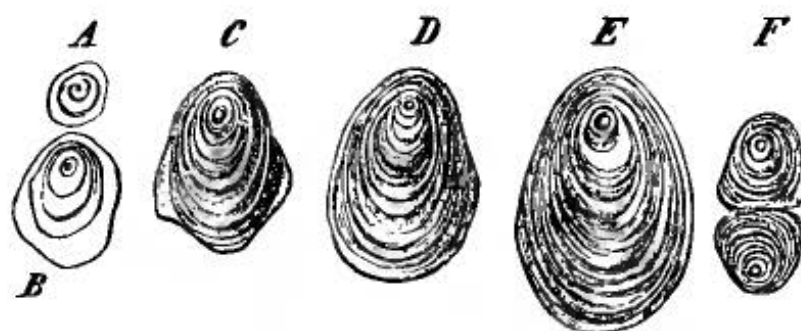
skopijną, t. j. zatrzymuje silnie pewne ilości wody, około 10–13%, Wysuszona chłonie bardzo energicznie wilgoć powietrza i to nawet silniej, niż kwas siarkowy lub chlorek wapna.

Podczas wysychania ściąga się skrobia i wówczas wykazuje rysy i pęknięcia, biegnące od jądra do brzegu gałeczki, przyczem uwarstwienie jest niewidoczne.

Gałeczki skrobi, zależnie od rośliny z jakiej pochodzą, mogą być pojedyncze albo też złożone.

Do pojedynczych należą:

1) Skrobia ziemniaczana, występująca w formie gałeczek jajowatych, często o regularnych konturach. Obok gałeczek większych powyższego kształtu, spotykamy także



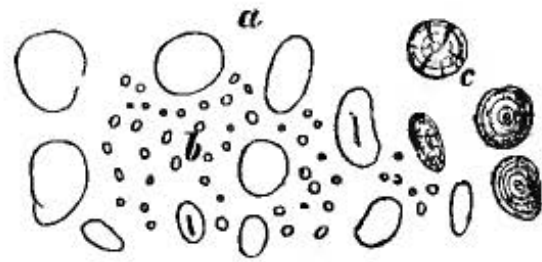
Ryc. 3.

Skrobia ziemniaczana 300 razy powiększona. *A*, młoda, nierozwinięta gałeczka skrobi. *B-E*, gałeczki skrobi w rozwoju. *F*, gałeczka złożona.

i małe, prawie zupełnie kuliste, które często są uważane za gałeczki nierozwinięte. Bliżej węższego końca gałeczki jest położone jądro. Od tego jądra biegną liczne ekscentryczne warstwy, przyczem niektóre z nich występują bardzo wyraźnie.

2) Skrobia żytnia, pszeniczna i jęczmienna są do siebie tak podobne, że można je rozróżnić tylko na podstawie bardzo starannych mikroskopowych mierzeń. Równocześnie jest ona tak charakterystyczną, że z łatwością daje się odróżnić od skrobi wszystkich innych roślin. Gałeczki są zasadniczo dwojakiej wielkości: wielkie i drobne, a tylko rzadko spotyka się średniej wielkości.

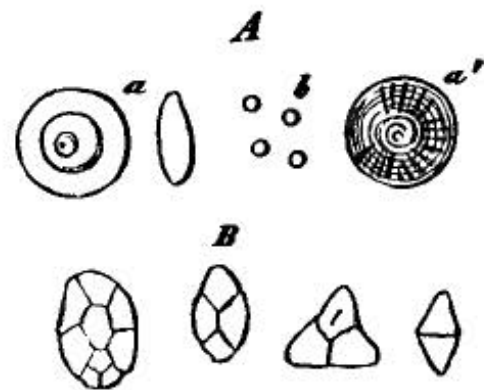
Wielkie galeczki są zwykle kształtu soczewicy, małe są kuliste, często z jednej lub z obu stron spłaszczone. Większe galeczki są zwykle nieuwarstwione, tylko z kilku rysami albo warstwami i rzadko zezwalają na łatwe rozpoznanie jądra. Często jednak przez miejsce, gdzie leży jądro przebiega jedna silniejsza lub kilka słabszych rys. Małe galeczki są zwykle nieuwarstwione, a w miejscu ich jądra znajdują się wkłęcia wypełnione powietrzem.



Ryc. 4.

Skrobia jęczmienna. *a*, wielkie galeczki, z tych niektóre z rysami biegnącymi środkiem. *b*, małe galeczki skrobi. *c*, galeczki zaprawione rozcieńczonym kwasem chromowym.

Rozpoznanie skrobi jęczmiennej od żytniej lub pszenicznej może według Wiesnera nastąpić na tej podstawie, że małe galeczki skrobi jęczmiennej znajdują się w wodzie w stałym ruchu molekularnym (drgającym), podczas gdy u pszenicy i żyta spostrzegamy to tylko przy niewielkiej ilości galeczek, mianowicie, u których wielkość nie przenosi 0,0022 mm. Nadto ilość małych galeczek skrobi u pszenicy i żyta jest mniej więcej taka sama, jak wielkich; u skrobi jęczmiennej ilość ich jest większą.



Ryc. 5.

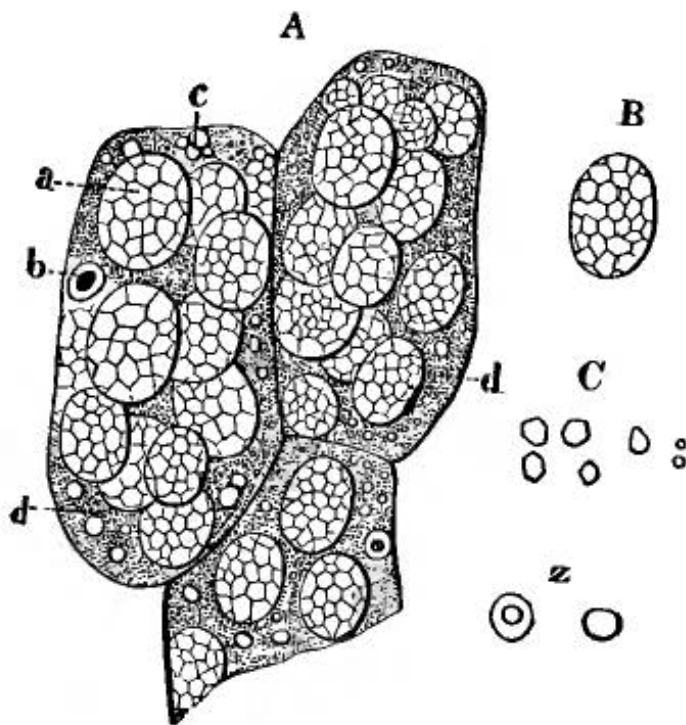
Skrobia pszeniczna. *A* 300 razy powiększona. *B* 800 razy powiększona. *a* wielkie galeczki. *a'* galeczka zaprawiona kwasem chromowym. *b* małe galeczki skrobi.

Do skrobi złożonej należy:

1) Skrobia owsiana. Przed-

stawia ona skupienia galeczek kształtu eliptycznego, zazwyczaj złożone z 20—70, według Nägelego nawet do 300 części. Pojedyncze galeczki takiego skupienia są zwykle nieregularne wielościany. Obok złożonych spotykamy także i galeczki pojedyncze, kształtu kulistego, lub beczkowatego,

nigdy zaś wielościennego, czem zasadniczo różnią się od poszczególnych ziarn gałeczek złożonych.

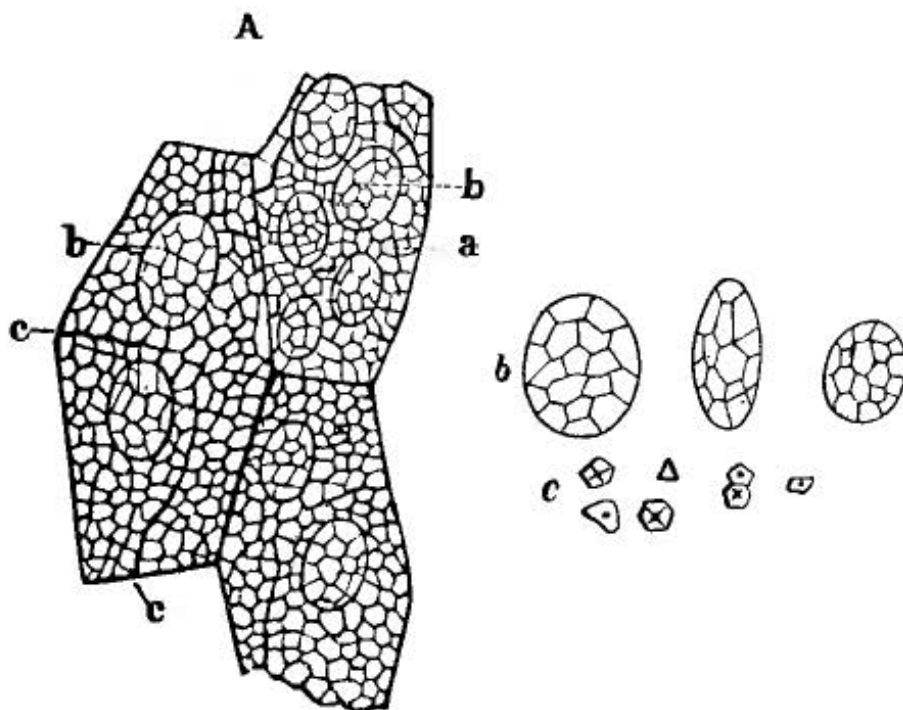


Ryc. 6.

A komórki ziarna owsa z gałeczkami skrobi, 300 razy powiększone. B gałeczka złożona. C pojedyncze części gałeczki złożonej. Z gałeczki pojedyncze.

2) Skrobia ryżowa składa się z dwojakich gałeczek: wielkich, złożonych i mniejszych, pojedynczych. Gałeczki złożone tworzą skupienia o 2—100 części, z których każda jest zwykle 5-cio lub 6-cio kątna, czasami trójścienna, w miejsce jądra środkiem z wielokątną albo promienistą próżnią (otworem).

Pojedyncze gałeczki są zupełnie podobne do części składowych

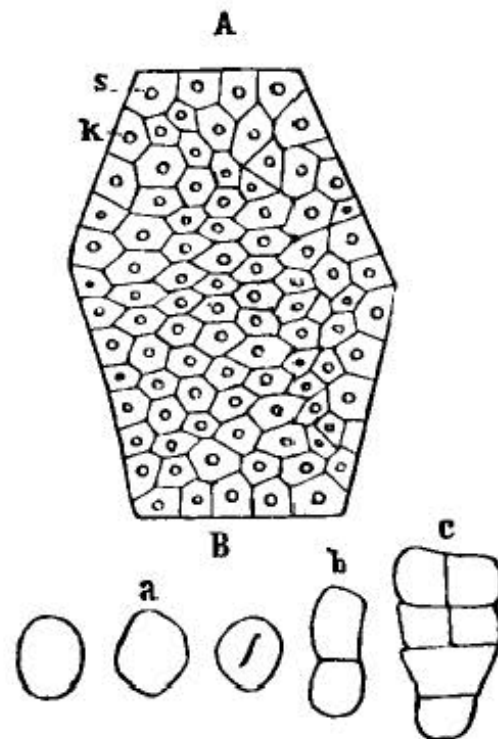


Ryc. 7.

A komórki ziarnka ryżu z gałeczkami skrobi, 300 razy powiększone. b gałeczki złożone. c (lewo) pojedyncze części złożonej gałeczki skrobi 400 razy powiększone.

gałeczki złożonej. W komórkach roślinnych są one tak gęsto obok siebie ułożone, że przyjmują formę nieregularnych wielościanów, podobnych kształtem do części gałeczki złożonej.

3) Skrobia kukurudziana również składa się z gałeczek pojedynczych i złożonych. Wnętrze ziarna kukurudzy, część mączysta, składa się przeważnie z gałeczek pojedynczych, oraz tylko z małej ilości gałeczek złożonych o 2—7 częściach. Warstwy zewnętrzne ziarna kukurudzy, część rogowa, składa się z komórek zbito ułożonych, wypełnionych skrobią o gałeczkach pozornie złożonych. Gałeczki poje-



Ryc. 8.

A komórka zewnętrznej warstwy (części rogowej) ziarna kukurudzy 300 razy powiększona. s gałeczka skrobi. k jądro gałeczki skrobi. B gałeczki skrobi z części mączystej ziarna. a gałeczki pojedyncze. b c gałeczki złożone.

dyńcze są kuliste, albo elipsoidalne; pozornie złożone gałeczki, oraz pojedyncze części gałeczki złożonej są to nieprawidłowo wyokrąglone czworo — lub — wielościenny, zresztą podobne budową do pierwszych. Większość gałeczek posiada jądro; u gałeczek wyschniętych widzi się

promieniste rysy, biegnące od jądra ku obwodowi gałeczki. Uwarstwienie gałeczek daje się zauważyć tylko wyjątkowo, a i wówczas jest ono bardzo słabe.

Wielkość gałeczek skrobi według Wiesnera jest następująca:

| Małe gałeczki | | |
|---------------------|-------------------|------------|
| | w granicach: | zwykle: |
| jęczmienne | 0,0016—0,0064 mm. | 0,0046 mm. |
| pszeniczne | 0,0022—0,0082 « | 0,0072 « |
| żytnie | 0,0022—0,0090 « | 0,0063 « |
| Wielkie gałeczki | | |
| | w granicach: | zwykle: |
| jęczmienne | 0,0108—0,0328 mm. | 0,0203 mm. |
| pszeniczne | 0,0111—0,0410 « | 0,0282 « |
| żytnie | 0,0144—0,0475 « | 0,0369 « |
| Pojedyncze gałeczki | | |
| | w granicach: | zwykle: |
| ziemniaczane | 0,0600—0,1000 mm. | 0,070 mm. |
| owsiane | 0,0030—0,0110 « | 0,008 « |
| ryżowe | 0,0030—0,0070 « | 0,005 « |
| kukurudziane | 0,0072—0,0325 « | 0,020 « |
| Złożone gałeczki | | |
| | w granicach: | zwykle: |
| ziemniaczane | — mm. | — mm. |
| owsiane | 0,014—0,054 « | 0,031 « |
| ryżowe | 0,018—0,036 « | 0,022 « |
| kukurudziane | — « | 0,047 « |

Chemiczna budowa skrobi.

Skrobia nie stanowi chemicznego indywiduum, lecz jest ciałem złożonym z szeregu substancji. Głównym składnikiem są węglowodany, obok tego znajdujemy związki proteinowe, aminy, tłuszcz i popiół (związki mineralne),

które żadną miarą od skrobi oddzielić nie można, zatem nie stanowią one zanieczyszczenia, lecz są jej rzeczywistą częścią składową.

Fernbach zauważył, że wielkie galeczki skrobi ziemniaczanej różnią się od małych zawartością kwasu fosforowego, którego małe galeczki zawierają znacznie więcej aniżeli wielkie.

Skład chemiczny zupełnie suchej skrobi jest następujący:

| S k r o b i a | czystej skrobi | białka | włókna tłuszczu i t. d. | popiołu |
|--|----------------|--------|-------------------------|---------|
| ziemniaczana według Maerkera | 98,98 | 0,28 | 0,34 | 0,40 |
| „ „ Totha | 97,40 | 1,82 | 0,65 | 0,13 |
| „ „ Niederstadta: | | | | |
| najwięcej | 99,05 | 1,55 | 0,25 | 0,51 |
| najmniej | 96,00 | 0,18 | 0,06 | 0,34 |
| średnio | 98,14 | 0,85 | 0,10 | 0,41 |
| pszeniczna według Maerkera | 97,65 | 0,38 | 1,69 | 0,28 |
| „ „ J. Deana | 98,14 | 1,26 | — | 0,60 |
| „ „ Totha | 99,11 | 0,18 | 0,29 | 0,42 |
| ryżowa „ Totha | 97,30 | 1,58 | 0,50 | 0,62 |

Co się tyczy zasadniczej substancji, to na podstawie najnowszych badań Maquenna, Wolffa, Fernbacha i Rouxa skrobia składa się z dwóch węglowodanów: amylocellulozy, zwanej także amylozą i amylopektyny. Amyloza rozpuszcza się we wrzącej wodzie bez tworzenia kleiku, a enzym amylaza przeprowadza ją w zupełności na cukier — maltozę. Podczas stania, a daleko szybciej pod wpływem enzymu amylokoagulazy, przechodzi rozpuszczona amyloza w stan

nierozpuszczalny, w formę, na działanie amylazy bardzo oporną.

W przeciwieństwie do amylazy, amylopektyna daje z wodą gorącą kleik, natomiast nie barwi się jodem. Działaniem enzymu amylazy, również i amylopektyna ulega cukrowaniu, jednak ta zamiana odbywa się znacznie wolniej, aniżeli przy amylozie. Procentowa zawartość tych dwóch składników zdaje się być zależną od pochodzenia skrobi i wynosi 80—92% amylozy, a 8—20% amylopektyny.

Na podstawie elementarnej analizy Salomona i Tolensa skrobia składa się:

$$\begin{array}{r} \text{C} = 44,42\% \\ \text{H} = 6,22\% \\ \text{O} = 49,36\% \\ \hline 100,00\% \end{array}$$

Wyprowadzony stąd wzór strukturalny według Kilińskiego odpowiada: $(\text{C}_6 \text{H}_{10} \text{O}_5)_n + \text{H}_2 \text{O}$.

Syniewski przyjmuje stosunek poszczególnych atomów na $\text{C}_{216} \text{H}_{360} \text{O}_{180}$.

Skrobia jest zatem wielosacharydem o wielkiej cząsteczce. Ugrupowanie poszczególnych atomów, oraz wielkość cząsteczki nie są dotychczas dokładnie zbadane, to też szczegółowe wzory podawane tu przez różnych autorów, nie są poparte dostatecznymi dowodami.

Własności skrobi.

Skrobia jest w alkoholu, eterze, płynnych olejach i innych używanych rozczynnikach zupełnie nie rozpuszczalna. W amoniakalnym roztworze tlenku miedzi tylko pęcznieje, jednak w przeciwieństwie do włókniaka, nie jest w nim rozpuszczalna. Również i w zimnej wodzie gałeczki skrobi są zupełnie nierozpuszczalne. Jeżeli jednak będziemy ją rozcierać piaskiem o drobnym ziarnie, to wówczas część skrobi przejdzie do roztworu, co można poznać po jego bar-

wieniu się z jodem na niebiesko, jako też po jego kącie skręcenia płaszczyzny spolaryzowanego światła. Badania Saarego czynią jednak te spostrzeżenia wątpliwymi.

Skrobia jest masą bardzo hygroskopijną i pod tym względem przewyższa nawet stężony kwas siarczany.

Według Noassiana, skrobia wysuszona chłonie z powietrza, zależnie od jego stopnia nasycenia wilgocią, rozmaite ilości wody i tak:

| | Ilość wody pobranej z powietrza o: | |
|------------------------------|------------------------------------|------------------|
| | wilgotności 73% | wilgotności 100% |
| Skrobia pszeniczna | 6,94 | 18,02 |
| « żytnia | 10,01 | 19,36 |
| « ziemniaczana | 10,33 | 20,92 |
| « kukurudziana | 10,53 | 19,55 |
| « hreczana | 10,85 | 20,02 |
| « ryżowa | 10,89 | 19,84 |
| « żółdziowa | 11,96 | 22,98 |

Godną uwagi jest różnica w hygroskopijności skrobi pszenicznej i ziemniaczanej. Przeciętne licznym analiz wskazuje, że handlowa skrobia:

| | | |
|--------------------|--------|----------|
| pszeniczna zawiera | 14—15% | wilgoci |
| zaś ziemniaczana | » | 19—20% » |

Alkohol stężony odciąga wodę bardzo szybko i na tej podstawie oparł Scheibler metodę oznaczenia wody w skrobi.

Skrobia ogrzewana z wodą pęcznieje i zwiększa objętość. W ciepłocie 54° C. występują wyraźne rysy w pobliżu jądra galeczki, które z podnoszeniem się ciepłoty, okazują się coraz dłuższe i liczniejsze. Około 60° C. rozpoczyna się zjawisko kleikowania skrobi; galeczki zwiększają objętość, i w miarę podnoszenia się ciepłoty tracą coraz więcej swój zasadniczy kształt, a równocześnie ota-

czająca je woda poczyna barwić się z jodem na niebiesko. Wytworzenie się kleiku, a z tem i zupełna zmiana gałeczki następuje dopiero wyżej 70° C. i jest według Lintnera zależną od rodzaju skrobi i tak:

| | | | |
|----------------------|----------|--------|--------|
| Skrobia ziemniaczana | kleikuje | przy | 65° C. |
| » kukurudziana | » | » | 75° » |
| » jęczmienna | » | » | 80° » |
| » słodu suchego | » | » | 80° » |
| » żytnia | » | » | 80° » |
| » pszeniczna | » | » | 80° » |
| » ryżowa | » | » | 80° » |
| » słodu wilgotnego | » | 80—85° | » |
| » owsiana | » | » | 85° » |

Przy klajstrowaniu zwiększa się objętość gałeczek skrobi o 30 razy, zaś przy ich zupełnem skleikowaniu o 125 razy. Wielkie gałeczki kleikują prędzej i to w niższej ciepłocie, aniżeli małe. Według Swobody skleikowaniu ulega naprzód jądro, potem reszta gałeczki, która zmienia kształt i wielkość, poczem wygląda jakby woreczek napelniony kleikiem.

Równocześnie z skleikowaniem podnosi się ciepłota. Przez nasycenie wodą 1 kg. skrobi i tem spowodowanego jej pęcznienia, podnosi się ciepłota około 15° C., odpowiadająca według Rodewalda 23,4 kaloryom. Przez skleikowanie 1 kg. skrobi zwiększa się objętość, a przez to i ciśnienie, które Rodewald oblicza na 2525 atmosfer, odpowiadające 2605 kg. na cm.².

Kleik skrobiowy rozpuszcza się częściowo w wodzie, z której przy oziębieniu wydziela się z powrotem. Najmniejsza ilość wody, potrzebna do klajstrowania skrobi, wynosi według Saarego 0,4 cm.³ wody na 1 g. skrobi, przyczem skleikowanie nie jest jeszcze zupełne.

W ciepłocie wyżej 100° C. kleik skrobiowy rozpuszcza się. Skrobia, zalana wodą w stosunku 1 : 4, ogrzewana cztery godziny w ciepłocie 130 C. (1³/₄ atmosf.), ulega zu-

pełnemu rozpuszczeniu. Otrzymany roztwór przy oziębieniu, wydziela z powrotem skrobię w formie kleiku. Można jednak i gęstszy kleik, bo w stosunku 1 części skrobi do 2 części wody, rozpuścić już przy trzechgodzinnem gotowaniu w 125° C. (1¹/₄ atm.); jednak powstały w tych warunkach roztwór, przy oziębieniu nie wydziela już kleiku, lecz wprost skrobię w formie zbliżonej do krystalicznej, nad którą zbiera się woda. Rozpuszczanie skrobi następuje więc tem łatwiej, im ilość wody jest większą, a ciepłota wyższa, od czego też zależy i łatwość przechowywania kleiku.

Przy długim gotowaniu skrobi z wodą, zwłaszcza w wyższej ciepłocie, tworzą się według Stumpfa i Delbrücka drobne ilości cukru. Daleko większe, bo nawet znaczne ilości cukru tworzą się, jeżeli użyta woda jest podkwaszona.

Zachowanie się skrobi wobec podkwaszonej wody w wyższej ciepłocie, jest dla praktyki gorzelniczej bardzo ważne. Produkty surowe, jak ziemniaki, zawierają wodę sokową o znacznej zawartości kwasów, które, przy gotowaniu ziemniaków pod ciśnieniem, rozpuszczoną skrobię wolno cukrują. Jeżeli ciepłota gotowania jest bardzo wysoka (wysokie ciśnienie), to wytworzony cukier ulega rozkładowi, karmelizuje, przez co masa ziemniaczana przyjmuje kolor czerwono-brunatny. Podobnie zachowują się podczas gotowania i inne produkty skrobiowe. Zacier ciemno zabarwiony wskazuje więc na stratę skrobi podczas gotowania (patrz gotowanie ziemniaków).

Kleik skrobiowy lub skrobia rozpuszczona, podczas przechowania, doznaje szczególnej zmiany, zwanej cofaniem się. Przezroczysty kleik, względnie roztwór skrobiowy, przechowany mętnieje, w końcu wydziela skrobię w formie nierozpuszczalnej, która uchyla się częściowo lub nawet zupełnie cukrującemu działaniu amylazy. Cofanie się skrobi jest procesem samowolnym, który można przyspieszyć niską ciepłotą, względnie działaniem amylokoagu-

lazy, enzymem, występującym w ziarnach zboża, jako też w słodzie.

Ciężar właściwy skrobi ziemniaczanej przy 18° C. według Horacego i Browna jest 1,50 - 1,51, zaś skrobi sklejstrowanej według Rodewalda 1,612, według Browna i Cherona 1,66. Ciepło właściwe suchej skrobi wynosi według Rodewalda i Katteina 0,2697, zaś skrobi klejstrowanej 0,3728. Ciepło spalania jednego kilogramu skrobi według Berthelota i Vieille odpowiada 4228 ciepłostkom, (sacharozy 3962, maltozy 3959, dekstrozy 3762 ciepłostkom).

Skrobia skręca płaszczyznę spolaryzowanego światła silnie na prawo; kąt skręcenia przy kleiku wynosi według Browna i Morrisa + 202.

Ogrzana bez dodatku wody wyżej 100° C., począwszy od 130° C. przyjmuje barwę żółtawą, która ciemnieje i w 200° C. przechodzi w brunatną; równocześnie skrobia zamienia się na dekstryny, ciała rozpuszczalne w wodzie. W ciepłocie wyżej 200° C. skrobia rozkłada się, tworząc produkty, podobne do karmeluru.

Kleik skrobiowy, pozostawiony dłuższy czas na powietrzu, ulega zakażeniu bakteriami kwasu masłowego, które, działaniem obecnego w nich enzymu amylazy, rozpuszczają skrobię i dalej rozkładają ją na produkty, redukujące płyn Fehlinga; równocześnie mogą się tu rozwijać także i inne grzyby.

Wpływ odczynników chemicznych na skrobię.

Wodorotlenki potasowców łączą się ze skrobią, dając produkty bezkształtne, w wodzie rozpuszczalne. Gałeczki skrobi działaniem 1--2%, względnie silniejszym roztworem wodorotlenków potasowcowych pęcznieją, a następnie rozplywają się i zamieniają na gęsty, przeświecający kleik, przyczem zwiększają swoją objętość o 75 razy. Jeżeli na taki kleik będziemy działać alkoholem, to wydzieli się z niego osad, który po ponownem rozpuszczeniu w wodzie i wytrąceniu alkoholem, przedstawia się jako ciało bez-

kształtne, będący związkiem skrobi z alkalią w stosunku 4 części skrobi na 1 część alkali. Związek ten skrobiowo-potasowy, względnie skrobiowo-sodowy, rozpuszcza się w wodzie i działa na płaszczyznę spolaryzowanego światła, skręcając ją na prawo o $+ 72^{\circ}$. Skrobia rozpuszczona pod ciśnieniem wytwarza z ługiem sodowym związek o stałym składzie, w wodzie rozpuszczalny, który pod wpływem alkoholu wydziela się z roztworu. Baument i Bode oparli na tej metodę ilościowego oznaczenia skrobi w produktach surowych.

Według A. Müllera rozpuszczona ługiem sodowym skrobia, przedstawia roztwór, który przechowuje się bez zmiany nieograniczony czas, a stanowi bardzo dobry odczynnik demonstracyjny dla reakcji jodowej. Przed użyciem należy roztwór skrobi słabo podkwaśnić.

Amoniak skrobi nie klejstruje. Ogrzewana z amoniakiem przez dłuższy czas w ciepłocie 150° C., zamienia się na ciało azotowe, barwy brunatnej.

Wodorotlenki baru, strontu i wapna łączą się ze skrobią i wytwarzają podobne związki, jak potasowce, różniące się tylko brakiem rozpuszczalności w wodzie. Związek barytowy został zastosowany przez Asbotha do oznaczenia skrobi. Lintner wykazał jednak, że powstające tu związki nie są stałe, gdyż zależnie od warunków, jedna cząsteczka barytu wiąże 2—8 cząstek skrobi, a przeto reakcja ta nie nadaje się dla celów analitycznych.

Również tlenki metali ciężkich, szczególnie tlenki ołowiu i miedzi, łączą się ze skrobią i tworzą nierozpuszczalne związki.

Nadmanganian potasowy zamienia skrobię na kwas dekstrynowy.

Woda utleniona utlenia skrobię na związki bezkształtne o zmiennym składzie.

Kwas garbnikowy wytrąca z kleiku, jako też z rozpuszczonej skrobi, kłaczkowaty osad, który łatwo rozkłada

się, wydzielając skrobię. W ciepłocie 50° C. związek ten już nie powstaje.

Z aldehydami, jak aldehydem metylowym, etylowym itp., tworzy skrobia związki złożone, które znalazły obszerne zastosowanie w nowoczesnej medycynie.

Jod jest najwięcej charakterystycznym odczynnikiem na skrobię. Tak skrobia nierozpuszczona, jak i rozpuszczona barwi się z roztworem jodu na kolor głęboko-niebieski, przyczem tworzy się związek jodowo-skrobiowy. Zawartość jodu w powyższym związku jest w wysokim stopniu zależną od stężenia roztworu, a przede wszystkim od rodzaju skrobi i tak: skrobia pszeniczna wiąże 8,9—19%, zaś ziemniaczana 13,5—18,6% jodu. Ta zmienność wskazywałaby, że jod ze skrobią nie wytwarza związku chemicznego. Za związkiem chemicznym jodowo-skrobiowym przemawia jednak zdolność rozkładania stałych połączeń jodowych przez skrobię, oraz i to, że przy dyalizie, jod, nie oddziela się w formie pierwiastku, lecz jako jodowodor. Rouvier sądzi, że jodo-skrobia jest związkiem, który rozpuszcza jeszcze pewne ilości jodu, zaś Küster i A. Mayer przypuszczają, że jodoskrobia jest roztworem jodu w skrobi.

Siła zabarwienia skrobi zależy od ciepłoty jej roztworu, gdyż im ciepłota jest niższą, tem piękniej i wyraźniej występuje zabarwienie. Przy ogrzewaniu zabarwienie z jodem słabnie, a znika zależnie od stężenia roztworu w ciepłocie 72—90° C.; równocześnie występuje zabarwienie żółte, które, o ile się jod w tej wyższej ciepłocie nie ulotnił, przyjmuje przy oziębianiu roztworu, z powrotem kolor niebieski.

Czyste roztwory skrobi barwią się już przy zadaniu pierwszych kropeł jodu. W obecności dekstryn występuje wprawdzie zabarwienie niebieskie od pierwszej kropli, lecz znika ono już przy najlżejszem poruszeniu; jod przechodzi do dekstryn i wywołuje zabarwienie od nich pochodzące. Jeżeli w roztworze obok dekstryn znajdują się także inne związki, jak np. w zacierze gorzelniczym, wówczas zabar-

wienie wywołane pierwszymi kroplami znika przy poruszeniu zupełnie, a jeżeli chcemy w tym wypadku stwierdzić obecność skrobi, trzeba dodać jodu w takiej ilości, by on nie tylko nasycił wszystkie ciała, wiążące jod, lecz by pozostał jeszcze w pewnym nadmiarze. Tę ostrożność należy zawsze zachować i uważać, by jod w badanej próbie znajdował się w dostatecznej ilości (patrz »Badania w gorzelnictwie« wydanie II).

Związki o znacznem powinowactwie do jodu, jak: wodorotlenki i węglany potasowców, dalej wodorotlenki ziem alkalicznych, siarkowodór, kwas siarkawy i podobne łączą się, lub wchodzą z nim w działanie, odciągając go skrobi, przez co reakcyę jodowo-skrobiową osłabiają lub wogóle niszczą. Nadmanganian potasowy niszczy reakcyę jodowo-skrobiową, wydzielając się jako tlenek manganu; podobnie usuwają zabarwienia opilki żelaza. Bromowodór niszczy zabarwienie i przechodzi na bromek jodu. Przez ogrzewanie z alkoholem skrobia odbarwia się szybko, przy czem tworzy się lotny jodek etylu.

Sole metali ciężkich bardzo często tak zmieniają zabarwienie skrobi z jodem, że przyjmuje zupełnie inny odcień. Kwas garbnikowy niszczy reakcyę; również chlor, kwas azotowy, kwaśny siarczyn wapniowy i kwas arsenawy.

Rozczyn jodu, służący do wywołania reakcyi, jest roztworem wodnym jodu w jodku potasowym, czem różni się od jodiny czyli tynktury jodowej — alkoholowego roztworu jodu.

Rozczyn jodu powinien być zawsze świeżo przyrządzony z czystych materyałów; stare roztwory, jako też sporządzone z zanieczyszczonego materyału, zawierają często wiele jodowodoru, nadto te ostatnie także pewne ilości chloru i kwasu bromowego, przez co wywołują zabarwienie zmienione, zwykle koloru fioletowego.

Kwasy stężone, zależnie od warunków, działają na skrobię rozpuszczająco, lub też rozkładająco. Skrobia, rozcierana z stężonym kwasem solnym, albo siarczanym, two-

rzyprzeźroczyste rozczyzny, które według Lintnera mogą służyć do ilościowego oznaczenia skrobi na drodze polaryzacyjnej.

Stężony kwas azotowy rozpuszcza skrobię już na zimno i wytwarza nitroskrobię (ksyloidyn), ciało służące do otrzymania substancji wybuchowych. Związków skrobi z kwasem azotowym znamy kilka, wszystkie są dosyć trwałe, a wybuchają dopiero w ciepłocie około 200° C.

Rozcieńczone kwasy, jak: kwas siarkowy, solny, szczawowy itd. działają na skrobię cukrująco, zamieniając ją stopniowo na rozpuszczalną skrobię, dalej dekstryny, maltozę, wreszcie dekstrozę. Proces ten postępowego rozkładu nazywamy procesem odbudowy¹⁾.

Ponieważ skrobia, jak wyżej omawiano, nie jest produktem jednolitym, lecz zawiera także zmienne ilości popiołu, tłuszczu itp., przeto na 100 części dekstrozy potrzeba 92—94 części skrobi, a nie zaś 90 części, jak to wynikałoby z wzoru strukturalnego.

Proces odbudowy skrobi przebiega nie tylko pod wpływem kwasów lecz także i enzymów, a przede wszystkim enzymu amylazy. Dla gorzelnictwa proces zamiany skrobi na cukier jest bardzo ważny i omawiamy go w osobnym ustępie (patrz enzymatykę).

Skrobia rozczyntu Fehlinga nie redukuje. Nie ulega też bezpośrednio fermentacji alkoholowej, lecz pośrednio, dopiero po odpowiedniej hydrolizie na cukier, działaniem enzymu amylazy lub kwasów, przyczem 1 kg. skrobi odpowiada 71,54% l. alkoholu.

Skrobia rozpuszczalna.

Działaniem wysokiej ciepłoty, dalej rozcieńczonych kwasów, zasad lub innych chemicznych czynników, jako

¹⁾ Pod pojęciem »procesu odbudowy« rozumiemy postępowy rozkład, polegający na tem, że cząsteczka bardzo złożona ulega stopniowemu rozkładowi na związki coraz to prostsze, zatem o cząsteczce mniejszej. W tem też pojęciu będziemy używać dalej terminu »odbudowy« danej substancji.

też i enzymu amylazy, przechodzi skrobia w formę w wodzie rozpuszczalną. Według Lintnera można ją wygodnie otrzymać w następujący sposób:

Skrobię ziemniaczaną zalewa się 7,5% kwasem solnym i trzyma przez 7 dni w ciepłocie pokojowej, lub 48 godzin w ciepłocie 30° C. Po zlaniu kwasu, skrobię wymywa się wodą aż do reakcyi zupełnie obojętnej, poczem suszy.

Zamiast kwasu można według Zulkowskiego użyć gliceryny. W tym celu skrobię zalewa się gliceryną w stosunku 1 : 20 i ogrzewa do 140° C. Przy ogrzewaniu należy uważać, by ciepłota nie przeszła 160° C., gdyż wtenczas tworzą się dekstryny, z których powstałe przy 190° C. barwią się już na czerwono. Zapomocą alkoholu wytrąca się z otrzymanego roztworu skrobię rozpuszczalną, którą prze-mywa się alkoholem do zupełnego usunięcia gliceryny, poczem suszy.

Również przez ogrzewanie z stężonym kwasem octowym można skrobię przeprowadzić w modyfikację rozpuszczalną.

W nowszych czasach podał Wróblewski metodę otrzymania łatwo rozpuszczalnej skrobi. Skrobię ryżową zadaje 2% wodorotlenkiem potasowym, a ogrzewając na łaźni wodnej, dodaje dalej tyle wodorotlenku, aż się skrobia zupełnie rozpuści, poczem ogrzewa jeszcze na wolnym płomieniu przez 20—30 minut. Powstały roztwór sączy, zobojętnia kwasem octowym i wytrąca z niego skrobię równą objętością 95% alkoholu; dalsze oczyszczenie następuje przez ponowne kilkakrotne rozpuszczenie w wodzie i strącanie alkoholem. Otrzymana w ten sposób skrobia wykazuje 0,15 – 0,18% popiołu i rozpuszcza się w 30 częściach wody o ciepłocie pokojowej.

Syniewski otrzymał skrobię rozpuszczalną działaniem nadtlenu sodu na skrobie, jako proszek biały, bezkształtny, rozpuszczalny w 8 częściach wody o ciepłocie pokojowej.

Dalej Fernbach otrzymuje skrobię rozpuszczalną działaniem $\frac{1}{1000}$ % kwasu solnego przez 24 godzin. Po usunięciu kwasu, przez wymycie wodą, suszy skrobię w 30° C. i wygrzewa przez 8–10 dni przy 46° C., albo przez $1\frac{1}{2}$ godziny przy 100 – 110° C. Preparat otrzymany przy 46° C. jest czystą rozpuszczalną skrobią, zaś otrzymany przy 100° C. wykazuje ślady dekstryn.

Wreszcie najnowszy sposób polega na działaniu rozcieńczonych kwasów organicznych lub nieorganicznych na skrobię przez 1–2 godzin, np. 3% kwasu solnego, w obecności katalizatorów soli mineralnych, jak: Cu SO_4 , soli Fe, Mn, Ni, Co, itp. i równoczesnem przeprowadzaniu strumienia powietrza, najlepiej o ciepłocie 50° C. W tych warunkach skrobia przechodzi w stan rozpuszczalny, a po jej odsączeniu, wymyciu i wysuszeniu otrzymuje się ciało białe, pulchne, w wodzie gorącej zupełnie rozpuszczalne.

Skrobia rozpuszczalna, otrzymana różnemi metodami, nie jest jednakową. Już sama rozpuszczalność wskazuje na tę różnorodności i tak: podczas gdy skrobia Syniewskiego rozpuszcza się w 8 częściach wody, to skrobia Wróblewskiego jest trudniej rozpuszczalną i wymaga 30 części wody. Również i kąt skręcenia płaszczyzny spolaryzowanego światła jest różny. Skrobia Lintnera, rozpuszczalna w wodzie gorącej skręca płaszczyznę światła o $+ 202^{\circ}$, podczas gdy skrobia Syniewskiego tylko o $+ 195,3^{\circ}$.

Skrobia rozpuszczalna przedstawia się jako biały proszek rozpuszczalny w wodzie bez pęcznienia i zwiększania objętości, daje wszystkie reakcje jakie wykazuje skrobia nierozpuszczalna, również daje te same połączenia, wogóle zachowuje się zupełnie tak samo, jak skrobia nierozpuszczalna z tą różnicą, że jest w wodzie rozpuszczalną. Zależnie od sposobu otrzymania, rozróżniamy skrobię rozpuszczalną w wodzie zimnej, jak preparat Wróblewskiego, i rozpuszczalną w wodzie wrzącej np. preparat Lintnera. W alkoholu i eterze jest nierozpuszczalną. Przy przechowaniu w suchym stanie, daleko szybciej w roztworze,

ulega skrobia rozpuszczalna powolnemu cofaniu się i przechodzi z powrotem w odmianę nierozpuszczalną.

Co się tyczy natury skrobi rozpuszczalnej, to Ost uważa ją tylko za modyfikację, bez zmiany wielkości cząsteczki i utrzymuje, że skrobia rozpuszczalna pod ciśnieniem 2—3 atmosfer, nie uległa rozkładowi.

W przeciwieństwie do tego, Delbrück i Stumpf znajdują zawsze przy ogrzewaniu skrobi w wodzie pod ciśnieniem pewne ilości cukru. Spostrzeżenia Osta mogą się zatem odnosić li tylko do tej części skrobi (amylopektyny), która tylko z trudem przechodzi na cukier. Również Maquenne uważa skrobię rozpuszczalną za pierwszy stopień odbudowy amylozy, zatem związek o mniejszej cząsteczce niż amyloza. Wobec tego skrobie rozpuszczalne należy uważać za produkt odbudowy skrobi, jeżeli już nie jej całej masy, to przynajmniej części łatwiej ulegającej procesowi cukrowania (amylocellulozy).

Dekstryny $(C_6 H_{10} O_5)_n$.

Przy działaniu na skrobię enzymu amylazy, kwasów, oraz wyższej ciepłoty, powstają, jako pośrednie produkty odbudowy skrobi na maltozę, względnie dekstrozę, związki, zwane dekstrynami.

Dekstryn znamy cały szereg, a zależnie od sposobu powstania różnią się między sobą wielkością cząsteczki, oraz własnościami fizycznymi i chemicznymi. Dekstryny o wielkiej cząsteczce zbliżają się własnościami do skrobi, a oddalają się od niej w miarę ich odbudowy tak, że dekstryny o małej cząsteczce przypominają własnościami końcowe już produkty odbudowy, t. j. maltozę, względnie dekstrozę.

Dekstryny, otrzymane działaniem kwasów i enzymu amylazy, są, jak wykazali Brown i Morris, prawie zupełnie podobne. Jedyna różnica polega na tem, że działaniem enzymu amylazy, skrobia i dekstryny ulegają odbudowie na

cukier maltozę, podczas gdy działaniem kwasów odbudowa ta idzie dalej, bo aż do cukru dekstrozy. Dekstryny, otrzymane działaniem wyższej ciepłoty na skrobie, są mało zbadane, a różnią się od poprzednich dekstryn przede wszystkim trudnością, z jaką ulegają procesowi cukrowania pod wpływem enzymu amylazy.

Odbudowa skrobi była przedmiotem bardzo obszer-nych badań wielu chemików. Mimo tych licznych badań i dociekań, sprawa ta nie jest dotychczas należycie wyjaśnioną. Wiemy dzisiaj, że skrobia, ciało o wielkiej cząsteczce i to bardzo złożonej, ulega działaniem enzymu amylazy, rozcieńczonych kwasów, jako też i wyższej ciepłoty, hydrolitycznemu procesowi odbudowy, polegającemu na tem, że do jej cząsteczki, względnie jej produktów odbudowy, zostają dorzucone cząsteczki wody, wskutek czego następuje rozpad substancji skrobiowej na produkty o mniejszej cząsteczce, zwane dekstrynami. Powstałe produkty odbudowy ulegają dalszej hydrolizie, przyjmują cząsteczki wody i rozpadają się na dalsze prostsze związki, którymi ostatecznie są: maltoza, względnie dekstroza. Tak więc skrobia ulega początkowo zamianie na szereg dekstryn, które w końcu przechodzą na cukier maltozę, zaś przy działaniu kwasów na dalszy jeszcze produkt odbudowy, cukier dekstrozę.

Z całego tego bardzo zawilego i długiego procesu odbudowy, znane nam są dokładnie tylko produkty końcowe: maltoza, względnie dekstroza. Natomiast produkty pośrednie, dekstryny, są ciałami obecnie jeszcze nie dość ściśle określonymi. Na tę nieścistość badań wskazuje już to, że podczas gdy Brown i Morris przyjmują 4 zasadnicze dekstryny, amylodekstrynę, erytro-, achro- i maltodekstryny, to Lintner przyjmuje 6 produktów odbudowy, bo: amylodekstrynę, 2 erytro-, 2 achrodekstryny i izomaltozę. Inni badacze znajdują dekstryn jeszcze więcej, bo 9, a nawet 11. Wszystko to wskazuje, że sprawa odbudowy skrobi nie jest jeszcze dostatecznie przestudyo-

wana i dlatego słusznie będzie, idąc w myśl badaczy angielskich Browna i Morrisa, przyjąć narazie egzystencję 4 wyżej wspomnianych dekstryn. Być jednak może, że pod nazwą poszczególnej Brownowskiej dekstryny kryje się, jak tego chcą różni badacze, dwie lub więcej podobnych dekstryn. Ponieważ jednak obecność tych licznych produktów nie jest popartą bezprzecznym dowodem, przeto proces odbudowy skrobi zyska tylko na jasności, jeżeli poprzestaniemy na tłumaczeniu Browna.

Ogólne własności dekstryn są następujące:

1) Wszystkie rozpuszczają się w wodzie, jednak nierównomiernie. Najtrudniej rozpuszczają się dekstryny o wielkiej cząsteczce, więc zbliżone do skrobi. W miarę jednak ich odbudowy rozpuszczalność wzrasta i jest największą u dekstryn o małej cząsteczce, więc budową zbliżonych do cukru maltozy.

2) W alkoholu są dekstryny dość trudno rozpuszczalne. Podobnie jednak jak przy wodzie, rozpuszczalność ich wzrasta w miarę odbudowy cząsteczki dekstryny tak, że najłatwiej rozpuszczają się dekstryny, które wielkością cząsteczki są zbliżone do maltozy. Zatem im cząsteczka dekstryny jest mniejsza, tem łatwiej się rozpuszcza, im większa — tem trudniej.

3) Dekstryny przenikają przez błonę komórki tak roślinnej, jak i zwierzęcej. Zależnie jednak od stopnia odbudowy dekstryny, więc zmniejszania się cząsteczki, wzrasta zdolność przenikania.

4) Z fenilohydrazynem dekstryny nie tworzą ozazonu, czem różnią się zasadniczo od cukrów.

5) Dekstryny barwią się roztworem jodu, w charakterystyczny sposób. Dekstryn rozróżniamy cały szereg zależnie od stopnia odbudowy (patrz wyżej). Każdej charakterystycznej dekstrynie odpowiada, pod wpływem jodu, pewna zasadnicza barwa, i tak:

produkty odbudowy skrobi, barwiące się jodem na niebiesko, nazywamy amylodekstrynami;

barwiące się czerwono — erytrodekstrydami;
wreszcie barwiące się jodem na żółto — achroodekstrydami.

Zupełnie bezbarwne — maltodekstryny są już związkami, które przypominają składem i własnościami ostateczne produkty odbudowy, cukier maltozę.

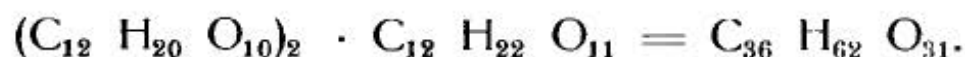
Obok powyższych zasadniczych barw, spotykamy jeszcze inne, jak kolor fioletowo-wiśniowy lub czerwono-brunatny, które wskazują na obecność mieszaniny dwóch lub więcej dekstryn, barwiących się wyżej wspomnianymi zasadniczymi barwami.

6) Wzór strukturalny $(C_6 H_{10} O_5)_m$, przyjmowany dawniej dla wszystkich dekstryn, okazał się w świetle nowych badań nieściśły. Ponieważ odbudowa skrobi jest procesem hydrolizy, tj. rozkładem skrobi, połączonym z równoczesnym wiązaniem cząsteczek wody, przeto dekstryny będą odpowiadały ogólnemu wzorowi $(C_6 H_{10} O_5)_n + m H_2 O$ albo według Lintnera $(C_6 H_{12} O_6)_x - (x-1) H_2 O$.

Według Lintnera i Dülla amylodekstryna odpowiada

| | |
|-----------------|---|
| wzorowi | $(C_{12} H_{20} O_{10})_{54}$ |
| erytrodekstryna | I. $(C_{12} H_{20} O_{10})_{18} + H_2 O$ |
| » | II. α i β $(C_{12} H_{20} O_{10}) + H_2 O$ |
| achroodekstryna | I. $(C_{12} H_{20} O_{10})_6 + H_2 O$ |
| « | II. $(C_{12} H_{20} O_{10})_3 + H_2 O = C_{36} H_{62} O_{31}$. |

Lintnerowska achroodekstryna II. zdaje się, że jest identyczną z Browna i Morrisa maltodekstryną, dla której podają oni wzór



6) Wszystkie dekstryny skręcają płaszczyznę spolaryzowanego światła na prawo. Zależnie jednak od stopnia odbudowy od skrobi ku maltozie, kąt skręcenia światła maleje w granicach $+ 202^\circ$ do $+ 137,04^\circ$.

8) Względem rozczyну Fehlinga zachowują się dekstryny rozmaicie, jak wykazuje następująca tabelka:

| Dekstryny | Kąt skręcenia spolaryzowanego światła | Siła redukcji w stosunku do maltozy = 100 | Nazwisko badacza |
|-------------------------------|---------------------------------------|---|------------------|
| Amylodekstryna | | | |
| a) otrzymana zapomocą amylazy | + 193,4° | 0 | Meyer |
| b) otrzymana zapomocą kwasów | + 196° | 6,6 | « |
| c) tak zwane oporna | +195—195,7° | 5,7—5,9 | Brown, Millar |
| Erytrodekstryna I | + 196° | 3,5 | Lintner, Düll |
| « II α | + 194° | 8,6 | « |
| « II β | + 194° | 8,6 | « |
| Achroodekstryna I | + 192° | 12—13 | « |
| « II | + 180° | 26,5 | « |
| « III | + 171,1° | 42,5 | Prior, Wiegmann |
| Maltodekstryna α | + 180° | 32,8 | Ling, Baker |
| « β | + 171,6° | 43 | « |
| « γ | + 160° | 60 | Ost. |

Z powyższego zestawienia wynika, że w miarę odbudowy, tak kąt skręcenia spolaryzowanego światła, jako też i siła redukcyjna wskazują na powolne przejście własności od skrobi do maltozy.

9) Pod wpływem amylazy dekstryny ulegają zupełnej zamianie na maltozę, za wyjątkiem dekstryn, otrzymanych wysoką ciepłotą, których zachowanie się nie jest dostatecznie zbadane.

10) Fermentacji alkoholowej dekstryny bezpośrednio nie ulegają. Natomiast według Lindnera wszystkie drożdże, o wielkiej energii fermentacyjnej, wytwarzają enzymy, które przynajmniej silnie odbudowane dekstryny są w stanie dalej hydrolizować aż do dekstrozy, by następnie przeprowadzić je na alkohol. Effront wykazał, że przez odpowiednie przyzwyczajenie, można przystosować drożdże do przerabiania dekstryn na alkohol.

11) Dekstryny z wyjątkiem maltodekstryny nie posiadają smaku słodkiego. Ostatnia wykazuje wprawdzie słaby, lecz całkiem wyraźny smak słodki.

Co się tyczy izomaltozy Lintnera, która zdaniem tego autora ma być ostatnim produktem odbudowy skrobi przed maltozą, to jej obecność jest sporną. Ost uważa izomaltozę za nic innego, jak tylko za mieszaninę maltozy i dekstryn, przez co obecność jej w produktach odbudowy skrobi jest wogóle wątpliwą.

Dekstryny spotykamy we wszystkich wypadkach odbudowy skrobi, a więc podczas procesu słodowania, cukrowania i fermentowania zacieru w gorzelnii, w drożdżowni, jako też w browarze; obok tego w surowych produktach, jak zbożu, bulwach ziemniaczanych itp.

Inulina, Lewulina i Lichenina (C₆ H₁₀ O₅)_n.

Wszystkie te trzy ciała są węglowodanami, składem zbliżone do skrobi.

Inulina występuje w korzeniach cykoryi i bulwach georginii i innych, należących do grupy »Dahlia«, dalej spotykamy ją obok lewuliny w bulwach topinamburowych i podobnych. W roślinach tych służy, jako materiał zapasowy, podobnie jak w innych roślinach skrobia.

Otrzymuje się najczęściej z Dahlii przez gotowanie jej z wodą i węglanem wapna, a następnie wytrącanie stężonym alkoholem.

Inulina przedstawia się jako ciało białe, w wodzie zimnej nierozpuszczalne, łatwo natomiast w wodzie

gorącej. Rozczyn wodny jest opalizujący, z jodem nie barwi się, a rozczyntu Fehlinga przy krótkim ogrzewaniu nie redukuje. Płaszczyznę spolaryzowanego światła skręca o $-39,5^{\circ}$. Podczas długiego gotowania z wodą, daleko łatwiej wobec rozcieńczonych kwasów, przechodzi inulina prawie ilościowo na lewulozę. Ta zamiana na lewulozę następuje również pod wpływem enzymu inulazy, znajdującego się w topinambunach. Inulina pozostaje zatem w takim stosunku do lewulozy, w jakim skrobia do dekstrozy.

Inulina służy do otrzymania lewulozy. Dla gorzelnictwa ma znaczenie tylko w okolicach, gdzie obficie rodzą się topinambury i tam znajduje zastosowanie do wyrobu spirytusu.

Lewulina występuje głównie obok inuliny w bulwach topinamburowych i heliantynowych. Jest to ciało, składem bardzo zbliżone do licheniny. W wodzie rozpuszcza się bardzo łatwo. Rozczynu Fehlinga nie redukuje. Działaniem rozcieńczonych kwasów oraz enzymu cukrazy, przechodzi lewulina bardzo łatwo i to w zupełności na lewulozę.

Lichenina występuje w mchu islandzkim, który w niektórych krajach północnych służy do otrzymywania alkoholu.

Glikogen ($C_6 H_{10} O_5$)_y.

Glikogen, zwany także skrobią zwierzęcą, znajduje się w różnych organach zwierzęcych, jak w wątrobie, mięśniach, krwi itp. Również występuje w świecie roślinnym, u różnych grzybów, a przede wszystkim u drożdży.

Glikogen jest ciałem białym, w ciepłej wodzie łatwo rozpuszczalnym, z której można go wytrącić zapomocą alkoholu. Rozczyny glikogenu są opalizujące, lecz można je sklarować zapomocą ługu potasowego lub kwasu octowego. Płaszczyznę spolaryzowanego światła skręca na prawo i to trochę silniej niż amylodekstryny. Z rozczyntem

jodu barwi się na czerwono-brunatno. Zabarwienie to znika przez ogrzewanie lub pod wpływem alkali.

Glikogen, ogrzewany z kwasami, ulega zamianie na cukier maltozę, — względnie dekstrozę. Glikogen wydzielony z miejsca powstania, nie ulega pod wpływem drożdży fermentacyi, przynajmniej wszelkie odnośne próby dały dotychczas wyniki ujemne. Zjawisko to jest tem dziwne, że glikogen nie wydzielony, lecz znajdujący się w komórce drożdżowej, ulega fermentacyi, jak to wskazuje jego znikanie podczas procesu samotrawienia drożdży, jakoteż przy końcu fermentacyi alkoholowej, wreszcie pod wpływem soku wytłoczonego z drożdży. We wszystkich tych wypadkach zachodzą procesy, dotychczas bliżej nie znane.

Celluloza (błonnik lub włóknik roślinny) $(C_6 H_{10} O_5)_w$.

Celluloza znajduje się bardzo obficie w świecie roślinnym. Błona komórek roślinnych składa się w przeważnej części z błonnika. Zawsze jest on zanieczyszczony rozmaitemi substancjami wydzielanemi z komórki, a tu przede wszystkim pentozanami, związkami pektynowymi i mineralnymi. Stosunkowo czystą cellulozę można spotkać tylko w młodszych częściach rośliny, a zwłaszcza w owocach bawełny, w rdzeniu bżowym itp. Starsze części rośliny, a szczególnie komórki skorkowaciałe, składają się głównie z włóknika i drzewnika (ligninu), substancyi zbliżonej własnościami do włóknika, nadto z pewnej ilości związków pektynowych i innych.

Czysty włóknik otrzymuje się najdogodniej z bawełny, konopi lub lnu itp. przez ługowanie po kolei eterem, alkoholem, wodą, zasadami i rozcieńczonymi kwasami. Bibuła szwedzka do sączenia po wytrawieniu rozcieńczonym kwasem fluorowodorowym pozostawia czysty błonnik. Z materiału drzewnego, który składa się tylko w części z włóknika, a resztę z ligninu, związków pektynowych i podobnych, otrzymuje się cellulozę działaniem kwasu solnego

i chloranu potasowego. Związki te niszczą wszystkie zanieczyszczenia, pozostawiając w rezultacie prawie zupełnie czystą cellulozę.

Celluloza, otrzymana różnymi metodami, jakkolwiek wykazuje jednakowe zasadnicze reakcje, przecież w szczegółowym zachowaniu jest różną, co wskazuje, że preparaty te nie są identyczne.

Celluloza jest ciałem białym, bezpostaciowym, bez zapachu i smaku. W zwyczajnych rozczynnikach, jak wodzie, alkoholu, eterze, rozcieńczonych kwasach i zasadach nie rozpuszcza się, łatwo natomiast w amoniakalnym roztworze tlenku miedzi (rozczywniku Schweitzera). Pod wpływem dodanych kwasów, rozmaitych soli, cukru, wody i t. p. wydziela się z powyższego roztworu w postaci białej, galaretowatej masy, pozbawionej pierwotnej struktury roślinnej. W zimnej mieszaninie chlorku cynkowego ze stężonym kwasem solnym rozpuszcza się błonnik nie ulegając zmianie.

W stężonym kwasie siarczanym celluloza pęcznieje, wreszcie rozpuszcza się, dając klejstrowaty płyn, z którego woda wydziela ciało bezkształtne, podobne nieco do skrobi, zwane »amyloidem«, barwiące się z jodem fioletowo.

Czysty papier, nieklejony, przeciągany przez kwas siarczanym o c. w. 1,66, następnie wymyty wodą, przekształca się na swej powierzchni na amyloid i przybiera niektóre własności pergaminu. Odznacza się przede wszystkim znacznie większą trwałością i nadaje się do dyalizy. Papier ten nosi nazwę sztucznego albo roślinnego pergaminu.

Jeżeli działanie kwasem siarczanym trwa dłuższy czas, to celluloza zamienia się, zwłaszcza podczas ogrzewania, przez szereg produktów pośrednich na cukier gronowy. Powyższa hydroliza jest procesem jeszcze nie dostatecznie zbadanym. Jednym z produktów tej odbudowy jest hydro-celluloza, która różni się od innych łatwością, z jaką ulega

utlenieniu, dalej rozpuszczalnością w amoniakalnym tlenku miedzi i w kwasach, wreszcie zamianą na dekstrozę. Związkiem bardzo podobnym zdaje się być hemicelluloza, ciało występujące w świecie roślinnym, zwłaszcza u grzybów.

Opierając się na powyższych spostrzeżeniach liczni autorowie starali się, a i ustawicznie dążą do wypracowania metody zamiany surowego drzewnika, jak masy drzewnej, torfu itp. na cukier, by następnie z tego otrzymać alkohol. Jedną z metod, która swego czasu narobiła wiele wrzawy, polegała na działaniu kwasu siarkowego na drzewo pod wysokim ciśnieniem. W tych warunkach obok małej ilości dekstrozy, powstaje cały szereg produktów, nie ulegających fermentacji, a to głównie pentoz. Wszystkie metody otrzymania alkoholu z drzewa, torfu itp. okazały się przy bliższem zbadaniu nieodpowiedniami, a nadto za drogiemi, by mogły skutecznie konkurować z dotychczasowymi sposobami otrzymywania alkoholu.

Kwas azotowy działa na cellulozę, a zależnie od stężenia kwasu i czasu działania powstają azotany błonnika, o zmiennym składzie i własnościach. Pyroksylin, czyli bawełna strzelnicza, składa się z azotanu $C_{12} H_{14} O_4 (NO_3)_6$

tworzy masę bezkształtną, podobną zupełnie do bawełny. Zapala się w 160° — 170° , a po uderzeniu gwałtownie wybucha. Znajduje zastosowanie w pyrotechnice. Mieszanka pyroksylinu z kamforą stanowi celluloid, który w 80° C. tak jest miękki, że daje się dowolnie formować. Używa się go zamiast kości słoniowej, rogu itp. do wyrobu rozmaitych przedmiotów n. p. grzebieni. Kolloksylin wzoru $C_{12} H_{16} O_6 (NO_3)_4$ rozpuszcza się w alkoholu i eterze. Rozczyn zwany kolodyum pozostawia po odparowaniu przezroczystą błonkę. Służy w fotografii, w medycynie, do wyrobu sztucznego jedwabiu, prochu bezdymnego itp.

Ze stężonymi rozczykami potasowców żrących, tworzy cellulosa związki potasowcowe; alkacellulozy mające w technice rozliczne zastosowanie.

Pentozy i pentozany, oraz ciała pektynowe.

Do pentozy zaliczamy węglowodany o wzorze $C_5H_{10}O_5$. Związki te, zwłaszcza ich przedstawiciele: arabinoza i ksylloza występują bardzo często w przyrodzie. Zazwyczaj nie spotykamy je w stanie wolnym, tylko w formie złożonej, pod postacią różnych gum, jak np. gumy drzewnej (hemicellulozy) albo pentozanów. Ostatnie pozostają do pentozy w tym stosunku, co skrobia do dekstrozy.

Pentozany $(C_5H_8O_4)_n$ występują w świecie roślinnym bardzo często i obficie. Spotykamy je również w surowych produktach, przerabianych w gorzelnictwie. Podczas hydrolizy tworzą cukry o 5 atomach węgla t. z. pentozy, które jakkolwiek rozczyń Fehlinga redukują, przecie w warunkach normalnych fermentacji alkoholowej nie ulegają.

Wszystkie ciała zawierające pentozany, lub pentozy wywiązują podczas destylacji z kwasem solnym furfuroł. Reakcyja ta służy do ich poznania i oznaczenia.

Ciała pektynowe występują równie często w świecie roślinnym. Spotykamy je w substancji międzykomórkowej, jak również w błonie komórkowej obok błonnika. Związki pektynowe są to ciała galaretowate, które z rozczyń wydzielają się pod wpływem dodanego alkoholu. Należą one do związków pokrewnych z węglowodanami. Z solami zwłaszcza wapniowców łączą się i przechodzą na związki nie rozpuszczalne. Działanie kwasów oraz wysokich ciepłot (przy gotowaniu pod ciśnieniem) zamieniają się na substancję w wodzie rozpuszczalną.

Przegląd węglowodanów i podział ich na podstawie fizyologicznej.

| Nazwa substancji. | Wzór chemiczny. | Fermentacyja | Rozczyn Fehlinga | Kąt skręcenia spolaryzowanego światła | Barwi się z jodem. | Skład procentowy subst. bezwodnej. | | | Ciężar właściwy | Rozpuszczalność w | |
|-------------------|------------------------------|-----------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|------|-------|-----------------|--|---|
| | | | | | | C | H | O | | wodzie: | alkoholu: |
| Dekstroza | $C_6H_{12}O_6 + H_2O$ | bezpośrednio | redukuje | + 52,75° | 0 | 39,98 | 6,71 | 53,31 | 1,54-1,57 | 1:1 | { zimnym 1:50 { ciepłym 1:4,6 |
| Lewuloza | $C_6H_{12}O_6$ | " | " | - 93,01° | 0 | " | " | " | 1,555 | b. łatwa | łatwa |
| Galaktoza | $C_6H_{12}O_6$ | " | " | + 83,88° | 0 | " | " | " | 1,79 | łatwa | łatwa |
| Sacharoza | $C_{12}H_{22}O_{11}$ | pośrednio | nie | + 66,5° | 0 | 42,08 | 6,48 | 51,44 | 1,588 | 1:0,33 | { zimnym nie { rozpuszcz. gorącym trochę |
| Maltoza | $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$ | " | redukuje | + 137,04° | 0 | " | " | " | 1,61 | łatwa | trudna |
| Laktoza | $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$ | " | nie | + 52,53° | 0 | " | " | " | 1,54 | 1:6 | — |
| Rafinoza | $C_{18}H_{34}O_{16} + 5H_2O$ | " | " | + 104 — 105° | 0 | 42,84 | 6,39 | 59,77 | 1,465 | 1:6 | { prawie nie { rozpuszcz. |
| Skrobia | $(C_6H_{10}O_5)_x$ | " | " | + 202° | niebiesko niebiesko | 44,42 | 6,22 | 49,36 | 1,51 | nie | nie |
| Dekstryny | $(C_6H_{10}O_5)_n$ | " | b. słabo | +202 do 137,04° | czernono bezb. barwne | " | " | " | — | { różna zależnie od ja- { kości dekstryny | |
| Inulina | $(C_6H_{10}O_5)_n$ | " | nie | - 39,5° | 0 | " | " | " | 1,54 | prawie nierozpuszcz. | |
| Lewulina | $(C_6H_{10}O_5)_n$ | " | " | - 17° | 0 | " | " | " | — | { łatwo { w gorącej | dosyć łatwo |
| Lichenina | $(C_6H_{10}O_5)_n$ | " | " | — | 0 | " | " | " | — | | |
| Glikogen | $(C_6H_{10}O_5)_n$ | " | " | + 211° | brunatno | " | " | " | 1,27 | " | dosyć trudno |
| Celluloza | $(C_6H_{10}O_5)_w$ | tylko częściowo | " | — | 0 | " | " | " | 1,45 | nie | nie |
| Pentozy | $C_5H_{10}O_5$ | nieulegają | redukują | — | 0 | " | " | " | — | w gorące łatwo | b. trudno |
| Pentozany | $(C_5H_8O_4)_x$ | " | nie | — | 0 | " | " | " | — | b. trudno | nie |

I. Wszystkie jednosacharydy, więc cukier o wzorze $C_6 H_{12} O_6$, zwłaszcza dekstroza i lewuloza, ulegają fermentacji działaniem wszystkich ras drożdżowych, nawet tak słabych, jak: *Saccharomyces apiculatus*.

II. Dwusacharydy:

1) Sacharoza i maltoza nie ulegają działaniu *saccharomyces apiculatus*, natomiast fermentują pod wpływem nawet słabych drożdży gorzelnianych.

2) Laktoza ulega zamianie na alkohol tylko pod wpływem specjalnych drożdży mlekowych.

III. Trójsacharyd rafinoza ulega pod wpływem słabych drożdży gorzelnicznych (typu górnego) tylko częściowej fermentacji, zaś pod wpływem silnych drożdży ulega zupełnej zamianie na alkohol.

IV. Wielosacharydy:

1) Skrobia nie ulega fermentacji drożdży gorzelnicznych, ani też innych choćby najsilniejszych drożdży. Natomiast pod wpływem pleśni, przede wszystkim grzybów z grupy »*Mucorów Amylomyces*«, ulega powolnej zamianie na alkohol.

2) Dekstryny silnie odbudowane, a więc o małej cząsteczce, jak maltodekstryna, ulegają fermentacji pod wpływem silnych drożdży gorzelnicznych, natomiast słabe drożdże gorzelniczne nie są je w stanie przerobić.

Dekstryny słabo odbudowane, a więc o wielkiej cząsteczce, nie ulegają fermentacji nawet pod wpływem bardzo silnych drożdży gorzelnicznych, natomiast przerabiają je drożdże krajów południowych, jak drożdże Pombe, a i te tylko bardzo powoli.

3) Inulina, lewulina, lichenina nie ulegają bezpośrednio działaniu drożdży gorzelnicznych.

4) Glikogen, gromadzony w komórce drożdżowej, zostaje przez nią przerobiony na alkohol.

5) Włóknik bezpośrednio nie ulega działaniu ani drożdżom, ani też pleśni.

V. Pentozany i pentozy wogóle nie ulegają fermentacji.

Sok wytłoczony z drożdży gorzelnicznych zamienia na alkohol nie tylko dekstryny, ale nawet skrobię rozpuszczalną. Wobec choćby bardzo drobnej ilości enzymu amylazy (wyciągu słodowego) zamiana ta zostaje bardzo silnie przyspieszona. Spostrzeżenie dla fermentacji zacierów gorzelnicznych bardzo ważne.

ROZDZIAŁ III.

Związki azotowe ważne w gorzelnictwie.

Ciała białkowe.

Drugą grupą związków ważną dla przemysłu fermentacyjnego, są ciała białkowe, oraz związki pokrewne i ich produkty odbudowy. Występują one w każdej komórce roślinnego i zwierzęcego pochodzenia, jako ich części składowe, oraz materiał, z którego powstają enzymy, związki posiadające pierwszorzędne znaczenie dla procesów życiowych. Wszystkie te ciała stanowią grupę związków niezbędną dla odżywienia komórki.

Jeżeli węglowodany, z powodu ich wielkiej i złożonej cząsteczki, są jeszcze w wielu kierunkach mało poznane, to ciała białkowe i ich pokrewne związki o cząsteczce znacznie większej i jeszcze więcej zawilej budowie, nastroją badaniom i ich poznaniu daleko większe trudności. Z tego też powodu wiadomości nasze do ostatnich lat były o tej grupie związków, z wyjątkiem pewnych najprostszycy produktów odbudowy bardzo ograniczone. Dopiero Emil Fischer, badacz, którego nazwisko jest związane ze wszystkimi ważniejszymi odkryciami chemii orga-

nicznej ostatniej doby, zwrócił obecnie uwagę również i na ciała białkowate, a swemi genialnemi spostrzeżeniami przyczynił się w znacznej części do ich chociaż częściowego poznania. Mimo jednak już bardzo licznych badań, wiadomości o ciałach białkowatych są jeszcze bardzo niedokładne, jakkolwiek nie da się zaprzeczyć, że obecnie znajdujemy się na drodze do ich bliższego poznania.

Ciała białkowate, zwane także proteinami, tworzą grupę związków dobrze określoną. Od węglowodanów różnią się w pierwszej linii składem chemicznym. Zawierają nie tylko węgiel, wodór i tlen, lecz zawsze, we wszystkich warunkach azot, a także siarkę, czasami zaś i fosfor. Pięć pierwszych elementów spotykamy w rozmaitych ciałach białkowatych, których skład jest w przybliżeniu następujący:

| | | |
|-------------------|---|-------------|
| węgla w granicach | | 50 – 55 % |
| wodoru | « | 6,5 – 7,3 « |
| azotu | « | 15—17,6 « |
| tlenu | « | 19—24 « |
| siarki | « | 0,3—2,4 « |

Obok powyższych składników wszystkie ciała białkowate zawierają związki mineralne, które przy spalaniu pozostają jako popiół.

Ciała białkowate przedstawiają się w suchym stanie, jako biały lub słabo żółty, pulchny, nie hygroskopijny proszek. Zazwyczaj są one bezkształtne, a tylko niektóre z nich jak: białko kurze, oksyhemoglobina i p. zdolano otrzymać w formie krystalicznej.

Ogrzewane nie topią się, lecz w przystępie powietrza spalają się, wydając silną, przejmującą woń, przypominającą spalone pióra lub włosy. Pozostały popiół zawiera siarczany, a czasami fosforany (potasowców).

W czystej wodzie przeważna ilość ciał białkowatych nie rozpuszcza się, natomiast część ich rozpuszcza się w roztworze soli mineralnych, inne w rozcieńczonych kwa-

sach lub alkaliach. W eterze, absolutnym alkoholu, oraz węglowodorach są nierozpuszczalne.

Rozczyny ciał białkowatych są optycznie czynne i skręcają płaszczyznę spolaryzowanego światła na lewo.

Błony zwierzęcej, ani też pergaminu białko nie przenika, gdyż jego cząsteczki są tak wielkie, że pory tych przepon nie przechodzą. Natomiast produkty odbudowy białka, albumozy i peptony, przenikają przez błonę, lecz nie równo szybko; albumozy jako słabiej odbudowane, więc związki o cząsteczce jeszcze stosunkowo wielkiej, przenikają wolniej, peptony silniej odbudowane, więc o mniejszej cząsteczce, dyfudują szybciej. Przenikanie białka jest jeszcze utrudnione jego pęcznieniem w roztworze. Graham nazywa ten stan kolloidalny (od słowa kolla = klej), a ciała białkowe kolloidami, w przeciwieństwie do związków łatwo przenikających, nazwanych krystaloidami, które też wydzielają się w formie krystalicznej. Własność ta ma wielkie znaczenie dla życia komórki. W pracowniach naukowych korzysta się nieraz z tej własności dla oddzielenia różnych kolloidów n. p. białka od związków krystalicznych.

Na szczególniejszą wzmiankę zasługuje ścinanie się (koagulacja albo denaturacja) białka. Niektóre z nich ściągają się już podczas wydzielania z żywego organizmu, jak fibrynogen krwi, inne podczas wstrząsania, dalej przez ogrzanie do pewnej ciepłoty (ścinanie się, koagulacja), wreszcie przez dodatki czynników wytrącających, jak: alkoholu, formaliny, soli metali itp. Wytrącone białko zmienia równocześnie własności chemiczne i traci zdolność rozpuszczania się w pierwotnym rozpuszczalniku. To zachowanie się ciał białkowatych, jest tak charakterystyczne, że na tej podstawie można je rozróżniać.

Najsilniejszym czynnikiem wytrącającym jest bezwodny alkohol, który zawsze wytrąca białko z roztworu, natomiast alkohol rozcieńczony, już tego nie czyni. Czasami,

zapomocą różnej tężości alkoholu, można w przybliżeniu rozdzielić różne ciała białkowe (częściowe wytrącanie).

Do czynników strącających należą dalej: chloroform, aceton, fenol, sole ciężkich metali jak: octan miedziowy, chlorek rtęciowy (sublimat), octan ołowiawy, octan uranylowy, wreszcie żelazocyanek potasu w roztworze kwasu octowego, kwasy: garbnikowy, pikrynowy, fosforowo-wolframowy, fosforowo-molibdenowy itp.

Z niektórymi odczynnikami daje białko charakterystyczne zabarwienie, przez co w roślinnych i zwierzęcych komórkach, względnie tkankach, można je widzieć przy pomocy mikroskopu, a nawet gołym okiem. Ważniejsze reakcje barwne ciał białkowych są następujące:

1. Próba Millona: roztwór azotanu rtęciowego z małym dodatkiem kwasu azotowego, daje zabarwienia czerwone do czarno-czerwonego, zwłaszcza po zagotowaniu. Z albumoz i peptonów tylko te wykazują próbę Millona, które w swojej cząsteczce zawierają tyrozynę.

2. Próba ksanto-proteinowa: stężony kwas azotowy, ogrzewany z roztworem białka, powoduje zabarwienie żółte, które, po zubożeniu amoniakiem, przybiera barwę pomarańczową.

3. Próba Biuretowa: roztwór ługu potasowego z dodatkiem dwuprocentowego siarczanu miedzi, daje przy zagrzaniu zabarwienie czerwone do fioletowego. Reakcję tę oprócz białka wykazuje i szereg jej produktów odbudowy, z wyjątkiem amidów.

4. Próba Adamkiewicza: jedna objętość stężonego kwasu siarczanego i dwie objętości kwasu azotowego wykazują po zadaniu białka, zwłaszcza przy zagrzaniu, barwę czerwono-fioletową.

Wszystkie ciała białkowe ulegają rozkładowi pod działaniem kwasów mineralnych, alkali, pary wodnej pod ciśnieniem, czynników utleniających, a przede wszystkim enzymów. Produkty powstałe działaniem różnych czynników są różne, a ich rozdział przedstawia wiele trudności.

Ponieważ nasze wiadomości o białku są jeszcze bardzo niedokładne, przeto ich podział na podstawach naukowych jest niemożliwy i dlatego opierając się na propozycji Maercker-Delbrücka, rozdzielimy je według ich rozpuszczalności, co ze względów gorzelniczych jest całkiem odpowiednie i wygodne. Stosownie więc do tego ciała białkowe można podzielić na trzy grupy:

a) właściwe ciała białkowe, (albuminy, globuliny i proteiny klebrowe);

b) produkty odbudowy, więc takie ciała białkowe, które powstały z pierwszych przez ich częściowy rozkład, lecz przy tem charakteru białkowego nie straciły. Tu należą: acidalbuminy, albuminaty, albumozy i peptony;

c) związki zbliżone do ciał białkowych, więc nukleina i podobne, które są również zwane proteidami.

a) Właściwe ciała białkowe.

1. **Albuminy**, do tych należą nieliczne ciała białkowe, które zdołano wydzielić w formie krystalicznej. Przedstawiają one zupełnie określone chemiczne indywidua. W wodzie, rozcieńczonych kwasach i zasadach, dalej w roztworze soli kuchennej i siarczanie magnowym, jako też w rozcieńczonym siarczanie amonowym, rozpuszczają się, czem różnią się od stale im towarzyszących globulin. Działaniem silnych lub słabszych lecz stężonych kwasów, jak również podczas ogrzewania, ścinają się i z roztworu wydzielają się w formie osadu. Przy dłuższem działaniu kwasów wydzielone albuminy przechodzą z powrotem do roztworu.

Albuminy są rozpowszechnione tak w świecie roślinnym, jak i zwierzęcym. Jako najważniejsze należy wspomnieć o albuminie jajka, jako też krwi, w świecie roślinnym spotykamy je u wszystkich zbóż.

2. **Globuliny** różnią się od albumin nierozpuszczalnością w wodzie. W rozcieńczonych obojętnych solach,

jako też w roztworze węglanu potasowców, rozpuszczają się, jednak przez ogrzewanie lub też dodanie siarczanu magnezyi zostają ponownie wydzielone. Jeżeli to wytrącanie następuje w ciepocie 30° C., wówczas otrzymany globulin nie utraci swoich pierwotnych własności.

Globuliny występują bardzo obficie w świecie roślinnym — z wierzycem, skąd można je otrzymać i to wcale czyste. W produktach używanych w gorzelnictwie, spotykamy je u wszystkich zbóż i w ziemniakach i tak: w owsie znajduje się globulin — awenalin, w pszenicy, życie i jęczmieniu — edestin, w słodzie — bynedestin, wreszcie globulin spotykany w ziemniakach nazwał Osborne: tuberynem.

3. Proteiny klebrowe występują przede wszystkim w zbożach, a charakteryzują się rozpuszczalnością w alkoholu. Mąka pszeniczna, ugniatana z wielką ilością wody w ten sposób, by skrobia została wydalona, pozostawia w rezultacie ciało ciągliwe, plastyczne, zwane kleberem. Kleber składa się z dwóch proteinów, z tych jeden, nazwany przez Osbornego gliadynem, rozpuszcza się w wodzie, lecz trudno; drugi, zwany gluteninem, jest w wodzie nierozpuszczalny, za to rozpuszcza się w rozcieńczonych kwasach i alkaliach. Glutenin znajduje się tylko w pszenicy, gliadyn spotykamy także w życie. Ponieważ gliadyn tworzy kleber tylko z gluteninem, przeto spotykamy kleber tylko w pszenicy i w tych nielicznych zbożach, gdzie występują oba wspomniane proteiny.

W jęczmieniu znajdujemy protein klebrowy, zwany chordeinem w ilości około 4⁰/₁₀. Przy zamianie jęczmienia na słód, znika chordein, a występuje inny protein, zwany byninem, którego w słodzie znajduje się około 1,25⁰/₁₀.

Również w kukurudzy spotykamy protein klebrowy — zein, charakteryzujący się tem, że ogrzewany z wodą lub rozcieńczonym alkoholem przechodzi w formę nierozpuszczalną.

b) Produkty rozkładu białka.

1. Albuminy, globuliny itp. rozpuszczane w kwasach, a łatwiej przez ogrzewanie z tymiż, przechodzą na związki, zwane acidalbuminami czyli syntoninami. W wodzie i roztworach soli są one nierozpuszczalne, natomiast rozpuszczają się w rozcieńczonych kwasach i roztworze sodu. Obecność tych związków w zbożu, nie jest dotychczas dość ściśle stwierdzoną.

2. Albuminaty czyli alkalialbuminy powstają działaniem ługu potasowego na proteiny. Podobnie jak syntoniny, są one w wodzie i roztworach soli nierozpuszczalne, a rozpuszczają się w rozcieńczonych kwasach i roztworach sodu. Posiadają charakter kwasowy, gdyż rozkładają węglany, wydzielając z nich bezwodnik węglowy.

3. Albumozy, zwane także proteozami, powstają z proteinów i związków podobnych działaniem enzymów, kwasów lub ogrzewania pod ciśnieniem. Stanowią one pierwszy właściwy produkt odbudowy białka. Albumozy są w wodzie zwykle rozpuszczalne, lecz trudno. Ogrzewane nie ściągają się, natomiast różne środki wytrącające, jak siarczan amonowy, siarczan cynkowy wydzielają je z roztworu. Roztwory albumoz skręcają płaszczyznę spolaryzowanego światła na lewo. Błonę zwierzęcą przenikają, lecz bardzo wolno. W świecie roślinnym są bardzo rozpowszechnione i spotykamy je we wszystkich produktach, przerabianych w gorzelnii.

4. Peptony są dalszym produktem odbudowy białka, a jako takie łatwo przenikają błonę zwierzęcą, gdyż posiadają już stosunkowo małą cząsteczkę. Powstają działaniem enzymów, lub też innych czynników rozkładowych, jak kwasów, wysokiej ciepłoty itd. W wodzie łatwo się rozpuszczają, dając roztwory, z których można je wydzielić kwasem garbnikowym, pikrynowym, fosforowo-wolframowym, natomiast nie wytrącają się z roztworu ani przez gotowanie, ani też wysalanie. Również rozpuszczają się w roztworach soli i alkali, a niektóre nawet w 96% alkoholu.

Plaszczyznę spolaryzowanego światła skręcają na lewo. Peptony, jako ciała azotowe, łatwo dyfudujące, stanowią wyborne pożywienie dla drobnoustrojów, zwłaszcza drożdży i dlatego w cieczach przefermentowanych spotykamy je tylko w bardzo drobnych ilościach.

5. *Aminy, amidy i podobne* są grupą związków, które do ciał białkowych już nie należą, lecz powstają z nich drogą rozkładu. Działaniem enzymów, kwasów lub innych czynników rozkładowych, ciała białkowe ulegają odbudowie i przechodzą wreszcie na aminy, amidy i związki podobne, ich końcowe produkty rozkładu, a zarazem pojedyncze człony, z których powstają i na które rozpadają się, jak to swemi pracami nad polipeptydami wykazał Emil Fischer. Aminy i amidy są to już związki proste i dobrze poznane. W wodzie rozpuszczają się i nie ulegają ani koagulacji, ani strącaniu pod wpływem soli. Większość z nich można otrzymać w formie krystalicznej. Posiadają małą cząsteczkę i przenikają z wielką łatwością przez błonę komórkową, wskutek czego posiadają wielkie znaczenie, jako pożywienie azotowe roślin. Występują też bardzo obficie w świecie roślinnym i zwierzęcym; spotykamy je również w wielkiej ilości w produktach przerabianych w gorzelni, jak: w ziemniakach, słodzie itd.

Związków aminowych i podobnych powstałych z rozkładu białka, znamy obecnie cały szereg, z tych ważniejsze są następujące:

glikokol (kwas aminooctowy) $\text{CH}_2 : (\text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$

alanina (kwas α -aminopropionowy)

$\text{CH}_3 \cdot \text{CH} : (\text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$

seryna (kwas aminooksypropionowy)

$\text{OH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH} : (\text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$

kwas aminoizowaleryanowy $(\text{CH}_3)_2 : \text{CH} \cdot \text{CH} : (\text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$

leucyna (kwas aminokapronowy)

$(\text{CH}_3)_2 : \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH} : (\text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$

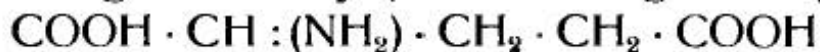
izoleucyna (kwas aminometyloetylopropionowy)



kwas asparaginowy (kwas aminobursztynowy)



kwas glutaminowy (kwas aminoglutarowy)



lizyna (kwas dwuaminokapronowy)

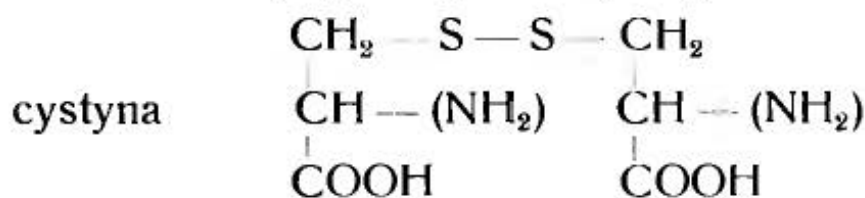


arginina $\text{NH} : \text{C} : (\text{NH}) \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH} \cdot \text{COOH}$

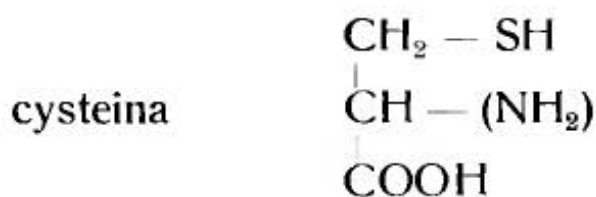


fenilalanin $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH} : (\text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$

tyrozyna (p=oksyfenilalanin)

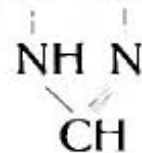


cystyna

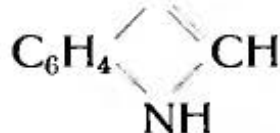


cysteina

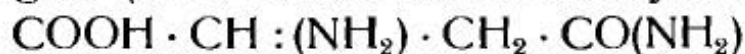
histydyna $\text{COOH} \cdot \text{CH} : (\text{NH}_2) \cdot \text{CH}_2 - \text{C} = \text{CH}$



tryptofan $\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} : (\text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$



Asparagina (amid kwasu aminobursztynowego)



i glutamina (amid kwasu aminoglutarowego)



występują obficie w kielkujących zbożach, ziemniakach, (wogóle w różnych roślinach). Nie są one produktami bezpośredniego rozkładu białka, lecz powstają pośrednio z kwasów: asparaginowego, względnie glutaminowego, które są już pierwszym węzłem w łańcuchu tworzącego się białka. Ciała białkowate powstają bowiem przez kondensację aminów, które łączą się między sobą w rozmaitym stosunku i rozmaitej ilości, dając w rezultacie te rozliczne związki białka.

c) Związki zbliżone do ciał białkowych, proteidy.

Związki, objęte wspólną nazwą proteidów, są składem zbliżone do proteinów. Składają się one z białka, połączonego zazwyczaj ze złożoną substancją organiczną. Podobnie jak białko, są nierozpuszczalne w alkoholu, a natomiast pod tegoż działaniem ulegają koagulacji. Można je podzielić na cztery grupy:

1. **Nukleoalbuminy**, są to ciała białkowate, złożone z właściwego białka i substancji organiczno-fosforowej, która nosi nazwę kwasu paranukleinowego, i rozpuszcza się tylko z trudnością pod wpływem enzymów trawiących. Nukleoalbuminy występują tak w świecie zwierzęcym, jak i roślinnym. Z tych najważniejszą jest kazeina, białko mleka, zaś w świecie roślinnym spotykamy podobną do tego roślinną kazeinę, którą znajdujemy również i w zbożu. Plazma żyjącej komórki składa się prawdopodobnie w znacznej części z nukleoalbuminów.

2. **Nukleoproteidy** (nukleus = jądro) stanowią główny składnik jądra komórki zwierzęcej i roślinnej. Należą one do substancji bardzo złożonych i podobnie jak nukleoalbuminy zawierają grupę fosforowo-organiczną. Działaniem enzymów trawiących, nukleoproteidy ulegają rozszczepieniu na białko i nukleinę, która znowu składa się z białka połączonego z kwasem nukleinowym, odznaczającym się tem, że enzymy trawiące rozkładają go tylko z trudnością. W warunkach korzystnych, enzymy tryptyczne rozkładają także

i nukleinę, oddzielając z niej pozostałą część białka od kwasu nukleinowego. Ten przy dalszym rozkładzie, zależnie od swojego składu, rozpada się na pochodne pirimidyny, dalej zasady ksantynowe (adeninę, guaninę, ksantynę, hypoksantynę), pentozany, ksylozę i kwas fosforowy, który jest połączony z powyższymi zasadami.

Nukleiny posiadają charakter kwaśny; w wodzie i kwasach są nierozpuszczalne, natomiast rozpuszczają się w ługu potasowym. Wykazują te same reakcje barwne, co ciała białkowe.

Nukleoproteidy spotykamy w wielkiej ilości u drożdży. Wydzielony z nich kwas nukleinowy wykazuje następujący skład:

| | |
|---------|--------|
| węgla | 34,07% |
| wodoru | 4,31% |
| azotu | 16,03% |
| fosforu | 9,04% |

Godnem uwagi jest to, że kwas nukleinowy, otrzymany przez rozkład drożdży, nie dostarcza wolnego kwasu fosforowego, obok innych produktów rozpadu, lecz fosforowo-organiczną resztę, zwaną kwasem plazminowym, który zawiera około 28% kwasu fosforowego.

Nukleoproteidy spotyka się często w towarzystwie enzymów, co wskazywałoby, że enzymy, przynajmniej częściowo, powstają w jądrze komórki.

3. **Glukoproteidy** są to związki, białka, względnie pochodnych białka z węglowodanami. Do tych zalicza się mucyny, czyli substancje śluzowe. Posiadają one charakter kwaśny; w wodzie są nierozpuszczalne, natomiast rozpuszczają się w słabych roztworach wodorotlenków potasowych i wapniowych. Rozczyny glukoproteidów działają obojętnie, posiadają własności śluzowate, a podczas gotowania jak i pod działaniem kwasu azotowego nie ścinają się. Ogrzewane z kwasami lub zasadami, rozkładają się na

albumozy, względnie peptony, przyczem wydziela się węglowodan, którego obecność można stwierdzić rozczyntem Fehlinga. Z powodu obecności węglowodanu, mucyny wykazują mniejszą zawartość azotu, aniżeli właściwe białka, gdyż ilość jego wynosi 11,7—12,3%.

4. Albuminoidy różnią się swym składem od białka jeszcze więcej niż glukoproteidy. Spotykamy je tylko w świecie zwierzęcym i to w formie nierozpuszczalnej. Stanowią one główny składnik piór, rogu, włosów, tkanki kostnej i t. p.

Podział białka fizjologiczno-techniczny.

Podział białka dla celów praktycznych powinien uwzględniać jego zachowanie się podczas przerobu surowych produktów w gorzelnii, oraz jako pożywienie dla drożdży. Stosownie też do tego dzieli Delbrück ciała białkowe następująco:

1. Białko nierozpuszczalne. Tu należą ciała białkowe, które działaniem kwasów, ogrzewania itp. ulegają koagulacji. Dalej należą tu również te związki, które jako nierozpuszczalne i przez błonę nieprzenikającą, nie mogą służyć drożdżom za pożywienie i z tego powodu w przeważnej ilości pozostają w wywarze, względnie w młócie, podnosząc ich wartość karmową dla bydła. Rozpuszczenie tych związków, tj. przeprowadzenie w stan płynny i przenikający przez błonę, może nastąpić działaniem enzymów lub czynników chemicznych, jak gotowanie z rozcieńczonymi kwasami, lub ogrzewanie pod ciśnieniem.

2. Białko ścinające się. Tu należą albuminy globuliny i proteiny klebrowe. Są to związki nieprzenikające przez błonę, a przeto również nie nadające się jako pożywienie drożdży. Działaniem enzymów ulegają jednak stosunkowo łatwemu rozkładowi, wskutek czego przechodzą do

rozczyntu. Podczas ogrzewania ulegają koagulacyi i przechodzą w formę nierozpuszczalną.

3. Albumozy.

4. Peptony.

5. Aminy i pochodne.

Związki, należące do tych ostatnich trzech grup, przenikają błonę i dlatego stanowią dobre pożywienie dla drożdży. Obecność ich w zacierach jest przeto pożądaną i konieczną.

Część druga.

Enzymatyka.

Wiadomości ogólne o enzymach.

Codzienna obserwacja naszego ciała, dalej zwierząt lub roślin poucza, że w łonie każdego żywego organizmu zachodzą liczne procesy chemiczne. Powstają one przez stykanie się organizmu z rozmaitemi substancjami, oraz wpływami fizycznymi otoczenia, jak to wskazuje następujący przykład:

Zboże, trzymane w ciepłocie pokojowej, po nawilgoceniu, pęcznieje, zmienia kształt, zagrzewa się i poczyna kielkować, przyczem zawartość ziarna, bielmo, maleje.

Jeżeli takie kielkujące zboże nakryjemy kloszem z rurką zamykaną kurkiem, z pod którego gromadzące się gazy będziemy w miarę wyprowadzać, jednak tlenu powietrza tam niedopuszczymy, to kielkujące ziarno w krótkim czasie przestaje dalej rozwijać się i wreszcie marnieje.

W pierwszym wypadku, przez dostarczenie odpowiednich warunków, jak ciepła, wody i tlenu powietrza, zboże poczęło widoczne życie i zakielkowało. Rozwijająca się roślinka czerpała pokarm z nagromadzonych zapasów ziarna (bielma); — węglowodany, białko, tłuszcz itd. przerabiała częściowo na swoją tkankę (komórki zarodka roślinnego),

częściowo spalała na bezwodnik węglowy (CO_2) i wodę (H_2O), czem powodowała energię życia — ciepło.

W drugim — brak tlenu, który procesami życiowymi został zużyty, i równoczesne nagromadzenie się bezwodnika węglowego i pary wodnej sprawiły, że proces kiełkowania zboża ustał i ziarna w końcu zmarniały.

Doświadczenia powyższe wskazują, że zjawiska i procesy żywej przyrody, są ściśle związane z warunkami, wśród których przebiegają.

Jeżeli w podobny sposób wglądniemy w różne zjawiska przyrody, to zauważymy, że nie tylko organizmy wyższe, złożone z licznych komórek, lecz i każda komórka jakiegokolwiek organizmu, czy to roślinnego, czy też zwierzęcego, będąca nawet na najniższym stopniu ewolucyjnego rozwoju, jest polem, gdzie dokonują się rozmaite przemiany chemiczne, które można zgrupować w dwa szeregi.

1) Procesy budowy — syntezy, gdzie ze związków więcej lub mniej prostych, powstają substancje więcej złożone. Protoplasma — treść komórki, która wskutek procesów życiowych zostaje częściowo zużyta, odnawia się i uzupełnia ze związków prostych, pokrywając pozostały brak drogą procesów syntetycznych.

2) Równocześnie z tymi procesami syntezy, przebiegają jako drugi szereg zmian, procesy rozkładu — analizy — związków złożonych, przez co powstają związki proste, oraz ciepło tj. energia działania.

Tak jedne, jak i drugie, więc tak procesy syntetyczne, jak i analityczne spotykamy we wszystkich warunkach życia, niezależnie od tego, czy to organizm jedno- czy wielokomórkowy, czy jest przedstawicielem niskiego, lub też wysokiego stopnia ewolucyjnego rozwoju.

Prawa zasadnicze powyższych procesów, znajdujemy zawsze te same. Różnica polega tylko w energii z jaką przebiegają, a jakkolwiek odbywają się równocześnie, przecież ich działania nie są równomierne. Pomimo pozornej

dowolności, procesy te w komórce żywej, pozostają zawsze między sobą w ścisłej zależności.

Dalsza różnica tych procesów polega jeszcze na tem, że z reguły produkty syntezy pozostają dłużej w plazmie komórki, stanowiąc często nawet jej część składową — w przeciwieństwie do produktów rozkładu, które zazwyczaj gromadzą się na zewnątrz komórki, a o ile zostaną przez nią zatrzymane, to tylko przez czas stosunkowo bardzo krótki.

Nie zawsze jednak omawiane procesy muszą zachodzić w łonie komórki, bo oto badania wskazują, że niektóre z nich, zwłaszcza procesy rozkładowe, można od żywej komórki oddzielić, zatem mogą one przebiegać i poza obrębem żywej plazmy.

Przypatrzmy się teraz z kolei zachowaniu komórki drożdżowej (*saccharomyces cereviseae*) w zacierze gorzelnicznym. Składniki zacieru: węglowodany, związki azotowe, tłuszcz i inne, wszystkie o wielkiej cząsteczce i budowie bardzo złożonej, zostają przez komórkę drożdżową drogą fermentacyi zużyte i przerobione na związki prostsze, jak: aminy, amidy, cukier inwertowy, alkohol, glicerynę, olejki fuzłowe, bezwodnik węglowy itd. Obok powyższego, dzięki ciepłu, wytworzonemu drogą reakcyi, z szeregu otrzymanych związków prostych, powstają związki złożone, — części składowe plazmy. Komórka bowiem drożdżowa, rozmnażając się drogą pączkowania, przerabia wspomniane związki proste na wysoko złożone: ciała białkowe, glikogen, tłuszcz itp. Pierwsze — są procesami rozkładu (analizy), drugie — budowy (syntezy).

Jakkolwiek oba szeregi przemian zdają się być nie równej energii, gdyż pierwsze przebiegają pozornie znacznie żywiej niż ostatnie, co jednak jest jeszcze zależne od ubocznych warunków: ciepłoty, składu chemicznego cieczy itp. — to przecież pozostają między sobą w ścisłej zależności, która bezkarnie dla egzystencyi i życia komórki, nie może być przekroczoną. Niech np. komórka drożdżowa

pozostanie przez dłuższy czas w ciepłocie 40° C., to, wskutek energicznego działania procesów rozkładowych, ciała białkowe plazmy ulegną w krótkim czasie zamianie na związki prostsze. Ten ubytek składników plazmy, nie mogąc być pokryty procesem twórczym — syntezy, z powodu zbyt żywego działania rozkładowego, musi prowadzić do zwichnięcia równowagi; komórka drożdżowa ginie, jej plazma rozplywa się.

Wszystkie zjawiska i zmiany przebiegające w organizmie żywym, więc tak w komórce roślinnej jak i zwierzęcej, tłómaczono do początku XIX wieku »siłą życia«. Co to jest ta »siła życia«? tego nie umiano wytłómaczyć; poprzestawano tylko na spostrzeżeniu, że liczne procesy i związki, występujące w organizmie żywym, nie można otrzymać w pracowniach naukowych, drogą sztuczną, działaniem różnych odczynników chemicznych.

Już stosunkowo dawno, bo w XVII wieku, uczony alchemista Spallancani dąży do wytłómaczenia pewnych zjawisk, przebiegających w łonie żywego organizmu, a mianowicie: procesu trawienia. W tym celu kawałki mięsa uwiązane na sznurku, daje połykać krukowi, a po pewnej chwili wyciąga je z powrotem i trzyma dalej w ciepłocie 35° C. Mięso w tych warunkach, nawilgocone sokami żołądkowymi, kruszeje i rozplywa się, ulegając procesowi trawienia. Widocznie więc, że niektóre zjawiska, przebiegające w organizmie żywym, można od niego oddzielić i bez szkody dla tych procesów dalej je prowadzić, zdala od środowiska ich powstawania.

Spostrzeżenia Spallancaniego nie znalazły na one czasy należytej oceny i na dalsze badania musiały czekać bardzo długo, bo aż do początku XIX w., kiedy Wöhler w r. 1828 otrzymał po raz pierwszy na drodze chemicznej mocznik, produkt ostatecznego strawienia ciał białkowych, występujący bardzo obficie w świecie zwierzęcym. Od tej chwili następuje jedno spostrzeżenie za drugim, dowodzące, że szereg działań można od żyjącej komórki

oddzielić, a zatem do ich przebiegu t. zw. »Siła życia« nie jest potrzebną.

I oto w r. 1814 zauważył Kirchhoff, że w jęczmieniu kiełkującym znajduje się siła, która skrobię zbożową z łatwością zamienia na cukier. Payen i Persoz stwierdzają w roku 1833, że przyczyną tego cukrowania jest substancja rozpuszczalna w wodzie, powstająca podczas kiełkowania zboża, nazwana przez nich dyastazem. Trochę później, bo w roku 1837 Eberle i Schwann powtarzają doświadczenia Spallancaniego i wykazują, że w soku żołądkowym znajduje się substancja nazwana pepsyną, która jest w stanie trawić ciała białkowe (mięso). W r. 1838 Liebig i Wöhler odkrywają w gorzkich migdałach emulzynę, substancję rozszczepiającą glukozyd amygdalinę. Dalej w r. 1850 Schönbein odkrywa oksydazę, substancję o działaniu utleniającem. Berthelot w r. 1860 zauważył, że wyciąg wodny drożdży fermentujących działa rozkładająco na sacharozę (cukier buraczany), przeprowadzając ją na cukier prostszy, inwertowy. Wreszcie w r. 1896 Buchner wykazuje, że sok otrzymany przez wytłoczenie rozdartych komórek drożdżowych, wywołuje takie same zjawisko fermentacji alkoholowej, jak komórki żyjących drożdży.

W ten sposób kroczą jedne odkrycia za drugimi, wykazujące dowodnie, że zapomocą pewnych substancji oddzielonych od żywej komórki — miejsca ich powstawania, można dalej roztaczać energiczne działania rozmaitej natury, jakie spostrzega się w łonie organizmu żyjącego.

Zauważone tutaj zjawiska, podobne do znanych już procesów gnicia, względnie fermentacji alkoholowej, zaliczono początkowo do zjawisk fermentacji, wyróżniając: fermentację zgniłą, kwaśną i alkoholową; zaś czynniki te zmiany powodujące, nie wchodząc w ich naturę, czy to są organizmy żyjące, czy substancje martwe, nazwano ogólnie »fermentami«. Gdy jednak Pasteur wykazał, że zjawiska tu zachodzące, są często związane z żyjącymi drobno-organizmami, podzielono czynniki powodujące te zjawiska na

dwie grupy: dyastazy i podobne, jako »rozpuszczalne czyli nieuorganizowane fermenty«, w przeciwieństwie do żyjących organizmów, jak bakteryi, drożdży, które objęto pojęciem: »uorganizowanych fermentów«.

Dla fermentów nieuorganizowanych zaproponował następnie Kühne nazwę »enzymów«.

Słowo »ferment« posiada dzisiaj rozmaite znaczenie i nie oddaje dobrze istotę rzeczy. Jedni badacze pod mianem fermentów, rozumią organizmy żywe, jak bakterye, drożdże itp., inni enzymy. Ta nieściśłość byłaby już dostatecznym powodem do usunięcia z nauki słowa »fermentu«.

Obok tego przekonujemy się coraz więcej, że rozdział między uorganizowanymi fermentami, a enzymami nie jest zbyt ostry, gdyż ilość tych uorganizowanych fermentów, jako pojęcia pewnych procesów chemicznych, w miarę postępu nauki, coraz więcej maleje. To co dotychczas sądzono, że może być wykonane tylko pod wpływem organizmu żyjącego, zatem fermentu uorganizowanego, przy lepszych metodach badań i bystrzejszej obserwacji, okazuje się, że tu chodzi o działanie enzymu związanego z żywą plazmą komórki, od której w pewnych warunkach może być oddzielony.

Jako typowi przedstawiciele fermentów uorganizowanych, były uważane do niedawnego czasu fermenty (bakterye) kwasu octowego i mlekowego. Dzięki jednak badaniom Buchnera i Meisenheimera, udało się z bakteryi kwasu octowego oddzielić enzym glukacetazę, który w słabym roztworze alkoholowym wytwarza kwas octowy, zatem zachowuje się zupełnie podobnie jak żyjące bakterye.

Wreszcie w ostatnich czasach Buchner, Meisenheimer jako też Herzog, wydzielają z bakteryi kwasu mlekowego substancję enzymatyczną laktacidazę, która jest w stanie cukier przerobić na kwas mlekowy.

Z powyższego wynika, że wszystkie dotychczasowe procesy, powodowane przez fermenty uorganizowane, są ni-

czem innym, jak tylko działaniami enzymów, wytworzonych w komórkach żyjących, tych fermentów uorganizowanych. Zjawiska więc jakiegokolwiek fermentacyi, jako też wszelkie procesy przebiegające także i na zewnątrz żywej komórki, lecz powodowane przez substancje wytworzone w łonie organizmu żyjącego, należy uważać za działanie enzymatyczne, zaś substancje te zjawiska wywołujące będziemy nazywać enzymami, jako pojęcie określające te specyficzne działania.

Przemysł fermentacyjny, jest jednym nierozrwalnym pasmem działań enzymatycznych. Aby więc zrozumieć procesy tam zachodzące, należy szczegółowo zapoznać się z enzymami i ich poszczególnymi własnościami.

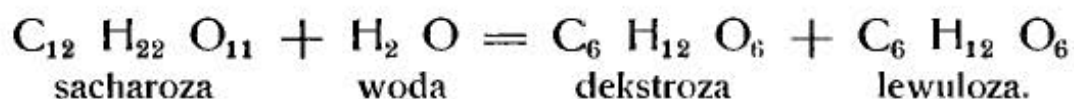
Czem są enzymy?

Enzymy występują w przyrodzie bardzo obficie i to na każdym kroku. Według dzisiejszego poglądu nie można sobie wyobrazić żadnego żyjącego organizmu, żyjącej komórki, ni życia jakiegokolwiek bez obecności enzymów.

Ostwald określa enzymy jako substancje organiczne, natury koloidalnej (kleikowej), które powstają w komórce żywej, a mogą działać tak w jej wnętrzu, jako też i na zewnątrz, od niej oddzielone. Zachowują się one jako typowe katalizatory, t. j. czynniki, które pewne działania (reakcje), przebiegające samowolnie już w zwyczajnej ciepłocie, albo przyspieszają (zazwyczaj), albo opóźniają; same jednak nie występują w końcowych produktach działania. Enzym (katalizator) jest zatem w stanie tylko zmienić szybkość procesu, lecz samego procesu nie wywołuje. Procesy zatem chemiczne, które same przebiegają nieskończenie wolno, ledwo dostrzegalnie, w obecności enzymu (katalizatora) zostają tak przyspieszone, że już w stosunkowo krótkim czasie, dają się zauważyć i mierzyć; przyczem to działanie chemiczne, po upływie stosownego czasu, zostaje doprowadzone do pewnego stopnia równowagi, który często bywa i zupełnym zużyciem substancji atakowanej.

Jako przykład takiego działania, może służyć zachowanie się cukru buraczanego (sacharozy) w roztworze wodnym.

Sacharoza rozpada się pod działaniem enzymu cukrzy (inwertazy), jako też rozmaitych kwasów na dwa cukry o mniejszej cząsteczce, a to: dekstrozę i lewulozę.



Po ukończonym rozkładzie można z łatwością stwierdzić, że ilość zużytego do reakcji kwasu zupełnie się nie zmieniła i, że jest taką samą jak na początku działania. Ten rozpad cukru, tę więc katalizę kwasową, można znacznie przyśpieszyć, jeżeli podgrzejemy roztwór cukru podczas działania.

Zupełnie podobny rozpad cukru sacharozy na dekstrozę i lewulozę można otrzymać i bez użycia jakiegokolwiek katalizatora, tylko przez ogrzanie wodnego roztworu cukru. Szybkość jednak reakcji jest w tym wypadku znacznie wolniejsza, a czas działania dłuższy, aniżeli w obecności dodanych kwasów, lub enzymu cukrzy. Taki sam rozpad cukru sacharozy, w roztworze wodnym następuje również i w zwyczajnej ciepłocie, jednak wówczas nadzwyczaj wolno, prawie że niedostrzegalnie.

W przytoczonym przykładzie enzym cukrzy, względnie użyty kwas, działają jak katalizator, który, reakcję rozpadu cukru, przebiegającą samowolnie nadzwyczaj powoli już w zwyczajnej ciepłocie, bardzo znacznie przyśpiesza. Działanie więc enzymu (katalizatora) polega w tym wypadku na przyśpieszeniu chyżości, więc zwiększeniu energii (reakcji) działania. Podobieństwo działania obu rodzajów katalizatorów, to jest: enzymów i kwasów, jest jeszcze przez to wielkie, że tak kwasy, jak i użyty enzym nic nie tracą ze swej siły katalitycznej; co dla nieorganicznych ka-

talizatorów (kwasów) jest prawie zawsze regułą, zaś dla enzymu cukrzy wykazał Henry.

Już znacznie wcześniej przed Ostwaldem wypowiedział Berzelius, że zachowanie się tak zw. fermentów, można tłumaczyć działaniem kontaktowym (katalitycznym) i rozumuje, że w każdej komórce żywego organizmu tak roślinnego, jak i zwierzęcego, przebiegają bardzo liczne działania kontaktowe, natury enzymatycznej.

Problem ten starał się rozwiązać i udowodnić doświadczalnie C. Ludwig; jednak dopiero badania Ostwalda i jego ucznia Brediga, sprawę tę znacznie posunęły naprzód, a działanie enzymów w wielu wypadkach zupełnie wytłumaczyły.

Dzięki tym badaniom wiemy dzisiaj, że wszystkie cechy, rzekomo charakteryzujące szczególniejsze stanowisko i własności enzymów: jak ich nietrwałość wobec wyższej ciepłoty i większych dawek kwasów, wpływ niszczący pewnych związków, t. zw. trucizn i t. p. (o czym mówimy poniżej), można zauważyć i wykazać w mniejszym lub większym stopniu, również i przy substancjach nieorganicznych, działających jako katalizatory. Cechy te więc nie stanowią żadnej szczególniejszej charakterystyki dla enzymów, gdyż dają się zauważyć u wszystkich katalizatorów, jako też działań katalitycznych, jakkolwiek — trzeba przyznać — występują one przy enzymach znacznie ostrzej i wyraźniej.

Otrzymanie enzymów.

Enzymy można otrzymać najłatwiej z miejsca ich powstawania, więc z żywych komórek, które rozdziera się i następnie prasuje, albo też luguje: wodą, gliceryną, lub innym tego rodzaju rozczynnikiem. Z otrzymanych rozczyńców wydziela się następnie enzym przez wytrącanie np. alkoholem, lub też wysalanie, dodając odnośnej substancji (soli) np. siarczanu amonowego lub octanu uranylowego w takiej ilości, aż enzym w formie osadu zostanie z rozczyńcu

wytrącony. Zebrany osad jest zanieczyszczonym enzymem, który oczyszcza się w rozmaity sposób, jak: sączeniem przez papier pergaminowy, lub filtry gliniane, dalej rozpuszczaniem enzymu w wodzie i ponownym wytrącaniem i t. p.

Mimo najrozmaitszego postępowania i nieraz bardzo skomplikowanego oczyszczania, nie zdołano dotychczas otrzymać zupełnie czystych enzymów, a wszystkie jakie miano pod ręką należy uważać za preparaty oczyszczone tylko do pewnego stopnia.

Analiza elementarna takich możliwie oczyszczonych enzymów, wykazuje, że składają się: z węgla, wodoru, tlenu i zwykle azotu, niektóre także z siarki, fosforu, a nawet żelaza. Są to więc w przeważnej ilości związki natury azotowej, o których wiemy stosunkowo jeszcze niewiele. Prawdopodobnie, przynajmniej większość znanych enzymów, są to bardzo złożone, o wielkiej cząsteczce, koloidalne (kleikowe) substancje azotowe z grupy proteidów. W każdym razie inne poglądy, jakie w tym kierunku różni badacze wygłaszali, dotychczas nie sprawdziły się.

Najlepsze preparaty amylazy, jakie otrzymał Wróblewski i Osborne, wskazują, że enzym ten zbliża się swoją budową do związków proteozowych. Pepsyna, otrzymana przez Nenckiego z ludzkiego żołądka, jest związkiem bardzo złożonym, który można zaliczyć do nukleoproteidów.

Badania, jakie prowadzili Wróblewski, Bednarski i Wojczyński, działając peptazą i tryptazą, (enzymami rozkładającymi ciała białkowate), na szereg innych enzymów, wykazały, że przede wszystkim oba te enzymy nawzajem się uszkadzają, dalej, że zymaza, a w mniejszym stopniu także i amylaza zostają przez nie osłabione, natomiast cukraza i synaptaza zachowują się względem ich działania opornie.

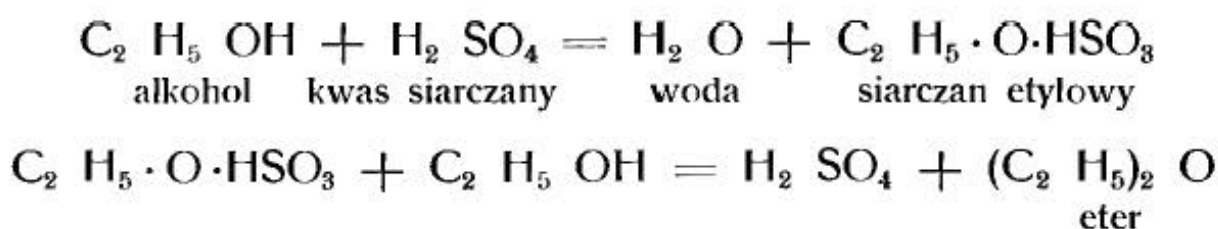
Ta różnorodność zachowania się poszczególnych enzymów, względem enzymów rozczepiających ciała białkowate, wskazuje, że ich budowa nie jest jednolitą.

Otrzymanie czystych enzymów jest bardzo utrudnione z powodu ich koloidalnych własności. Substancje o podobnych własnościach, które im z reguły towarzyszą, dają się tylko z wielką trudnością oddzielić, a nieraz jest to wprost niemożliwem. Tem też należy tłómaczyć, dlaczego wnioski wyprowadzane na podstawie analizy enzymów, przypisują im bardzo różnorodną budowę chemiczną. Według dotychczasowych badań można więc uważać przeważną ilość enzymów jako bardzo złożone związki azotowe z grupy ciał białkowatych, lub też składem do nich podobne, produkty rozkładu.

Działanie enzymów.

Dotychczasowe badania wykazują, że nie znamy ani jednego takiego wypadku zachowania się enzymów, którego by nie można było wytłómaczyć działaniem kontakto-
wem katalizatora.

Według Ostwalda, przy działaniu katalitycznem, powinien być katalizator we wszystkich fazach reakcyi zupełnie wolny. Znamy jednak i takie działania, w których i katalizator bierze bezpośrednio udział w procesie, jak to ma miejsce przy otrzymaniu eteru z alkoholu pod wpływem kwasu siarczanego.



W reakcyi tej kwas siarczany działa jako pseudo-katalizator.

Enzymy zachowują się i prawdopodobnie działają jako właśnie takie pseudo-katalizatory. Enzym (katalizator) łączy się chwilowo z cząsteczką atakowanej substancyi, wytwarza z nią nietrwały związek, który ulega rozkładowi w ten sposób, że substancja rozpada się, a enzym, uwol-

niony z tego chwilowego połączenia, wchodzi z dalszą cząsteczką substancji atakowanej w podobny związek i t. d.

Tłómaczenie powyższe znajduje poparcie w szeregu znanych faktów, że enzymy w roztworach substancji, którą atakują, znoszą wszelkie szkodliwe wpływy znacznie łatwiej.

Według O'Sullivan'a i Thompson'a, cukraza, która w roztworze wodnym ulega bardzo łatwo zniszczeniu, znosi bez szkody w roztworach cukrowych o 20° C. wyższą ciepłotę. To szczególniejsze zachowanie się można tylko tłómaczyć powstawaniem połączenia cukru z cukrazą, związku odporniejszego na działanie ciepłoty, przez co cukraza jest ochronioną i znosi znacznie wyższą ciepłotę.

Amylaza, która w roztworze wodnym, wyżej 75° C. szybko ginie, znosi tę ciepłotę wcale dobrze, skoro znajduje się w obecności skrobi i dekstryn, a ulega zniszczeniu dopiero powyżej 85° C. Podobnie rzecz się ma, według Henrygo, z tryptazą w obecności żelatyny.

Prawdopodobieństwo łączenia się enzymu z substancją atakowaną, znajduje poparcie jeszcze w tem, że enzymy nie mogą atakować dowolnych związków, lecz, że każdemu enzymowi odpowiadają pewne specjalne substancje, na które ten może działać. I tak: amylaza działa na skrobię i dekstryny, przeprowadzając je na cukier maltozę. Powstały cukier maltoza nie ulega już dalej działaniu amylazy, natomiast pod wpływem innego enzymu, mianowicie maltazy, rozpada się na dwie cząsteczki dekstrozy. Cukier melitrioza, ulega rozpadowi pod wpływem enzymu cukrzy, na dekstrozę i melibiozę. Fermentacji alkoholowej ulega dekstroza, natomiast cukier melibioza musi wpierrw zostać dalej rozłożoną na dekstrozę i galaktozę, czego dokonuje inny enzym, mianowicie melibiaza. Wogóle ostatnimi czasy, przejawia się coraz większe dążenie tłómaczenia, że każdemu działaniu (katalizie) odpowiada specjalny katalizator (enzym). Tak daleko idąca specjalizacya, jest może przesadą, jednak z całą słusnością można przyjąć twierdzenie, że każde szczególniejsze działanie, spotkane

w przyrodzie żywej jest wynikiem działania innego enzymu.

Decydującem poparciem tlómaczenia, specjalizacji działań enzymów, były badania Emila Fischera nad metyloglukozydami. Fischer wykazał, że cukraza rozszczepia tylko α — metyloglukozyd, podczas gdy β — metyloglukozyd pozostaje nienaruszony. Ten ostatni zostaje natomiast rozłożony przez syntazę, która α — metyloglukozyda nie zmienia. α i β — metyloglukozydy różnią się między sobą tylko budową swojej cząsteczki (stereoizomeryczną).

Fischer rozszerzył swoje badania i na inne związki — na podstawie czego wypowiada następujące ogólne twierdzenie:

Dany enzym atakuje tylko takie związki, które mają na równi z nim podobny ustrój budowy cząsteczki — i wygłasza porównanie: »że enzym pozostaje do substancji na którą działa w takim stosunku, jak klucz do zamku«. Jeden i ten sam enzym może zatem rozszczepiać i kilka różnych substancji, jednak wszystkie muszą posiadać zblizoną budowę cząsteczki. A to szczególniejsze zachowanie się wskazuje, że między enzymem a substancją atakowaną, musi w chwili działania następować związek przejściowy.

Wpływ ciepłoty na enzymy.

Działanie wszystkich enzymów zależy w wysokim stopniu od ciepłoty. Wpływ ten jest jeszcze warunkowany: stężeniem roztworu, ilością enzymu, rodzajem reakcji itp.

Zymaza drożdżowa ulega częściowemu zniszczeniu już w ciepłocie pokojowej, daleko jednak szybciej w wyższej ciepłocie. Powyżej 70° C. doznają wszystkie enzymy silnego uszkodzenia, niektóre z nich zostają nawet już zupełnie zniszczone. W ciepłocie około 100° C. giną wszystkie enzymy stosunkowo bardzo prędko. W roztczynach rozcieńczonych, doznają większego i szybciej krocącego uszkodzenia, aniżeli w roztczynach stężonych. Wysuszone w ni-

zkiej ciepłocie (próżni) znoszą według Hüfnera i Hueppego ciepłotę wyżej 100° C., nawet 120° C., jednak i w tym wypadku, po następnym rozpuszczeniu w wodzie, okazują wcale silne osłabienie.

Szczególniejsza własność chronienia enzymów przez niektóre substancje, nie jest jeszcze dostatecznie wytłómaczoną, jakkolwiek jest wielkie prawdopodobieństwo, że w tych warunkach powstają związki przejściowe, między enzymem, a substancją atakowaną, o znacznej odporności na wyższe ciepłoty.

Według Morritza i Gleudinninga, ulega amylaza w roztworze wodnym w ciepłocie 63° C. już silnemu osłabieniu, czego nie zauważono, skoro znajdowała się w obecności kleiku skrobiowego.

Podobnie zachowuje się cukraza. W roztworze cukru sacharozy, znosi wyższą ciepłotę, aniżeli w roztworze wodnym.

Duclaux przyjąwszy ilość enzymu cukrazy w ciepłocie 15° C. za wartość równą 100, wykazuje niszczący wpływ ciepłoty:

| | | | | | | | | | | |
|---|------|-------|-------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| Ciepłota działania w °C. | 15. | 35. | 40. | 45. | 50. | 55. | 60. | 65. | 70. | 75. |
| Ilość cukrazy w roz- czynie wodnym od- powiada wartości . | 100. | 91,7. | 76,5. | 30. | 20. | — | — | — | — | — |
| Ilość cukrazy w roz- czynie cukru sach- arozy odpowiada war- tości | 100. | 100. | 100. | 100. | 100. | 100. | 100. | 88. | 34. | — |

Enzymy poczynają działać już w ciepłocie bardzo niskiej: Selmi obserwował wpływ enzymu synaptazy na amigdalinę w ciepłocie poniżej 0° C.; po upływie 2 godzin, działanie enzymu było już wyraźne. Müller-Thurgau znajduje w 0° C. już wcale widoczne działanie cukru-

jące amylazy. W 20° C. amylaza działa pięciokrotnie, a w 40° C. dwudziestokrotnie silniej, niż w 0° C.

Cukraza drożdżowa wytwarza w 20%_o roztworze sacharozy, w ciągu 1 godziny, zależnie od ciepłoty, następujące ilości cukru inwertowego:

| | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Ciepłota działania cukrazy w °C. . | 0. | 5,6. | 10. | 15. | 20. | 30. | 40. | 50. | 60. |
| Ilość wytworzonego cukru wyrażonego w mg. Cu. — | 0,05. | 0,11. | 0,18. | 0,35. | 0,40. | 1,65. | 2,20. | 2,21. | |

Według Kjeldahla, wyciąg słodowy wytwarza w kleiku skrobiowym w przeciągu 15 minut, zależnie od ciepłoty działania następujące ilości cukru:

| | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-----|-------|-----|-----|
| Ciepłota działania wyciągu słodowego w °C. | 18,5. | 35. | 54. | 63. | 66,5. | 68. | 70. |
| Ilość wytworzonego cukru wyrażonego w mg. Cu. . | 17,5. | 40,5. | 41,5. | 42. | 34. | 29. | 18. |

W ciepłocie 40–60° C. przeważna ilość enzymów rozwija najenergiczniejsze działanie i tak:

| | | |
|--------------------------------|----------------------------|-------------|
| peptaza | działa najkorzystniej przy | 45–50° C. |
| synaptaza | « | « 45–50° C. |
| amylaza | « | « 50–55° C. |
| enzymy proteolityczne słodu | « | « 60° C. |

Z podnoszeniem się ciepłoty, wzrasta więc z jednej strony, szybkość i energia działania enzymu, z drugiej strony coraz jego większa ilość zostaje zniszczoną. Skoro zatem z podniesieniem się ciepłoty, efekt przyśpieszonego działania nie pokryje straty pracy, spowodowanej zmniejszeniem się ilości czynnego enzymu, wówczas działanie

enzymu poczyna słabnąć i to tem silniej, im ciepota jest wyższą, zatem ilość zniszczonego enzymu większą.

Przy wszystkich enzymach można zatem wyróżnić trzy zasadnicze granice wpływu ciepota:

1) najniższa, przy której enzym rozpoczyna już widoczne działanie;

2) najwyższa, przy której daje się jeszcze zauważyć działanie enzymatyczne, jednak powyżej tej ciepota, enzym zostaje bezwarunkowo zniszczony;

3) najkorzystniejsza, przy której enzym rozwija najenergiczniejsze działanie.

Silne oziębienie działa na enzymy tylko lekko osłabiająco, i nawet oziębienie do -190° C. nie jest w stanie je zniszczyć. Większy wpływ jak silne oziębienie, wywiera na enzymy szybkie odtajanie. Przez kilkakrotne szybkie zamrażanie i szybkie odtajanie, można enzym nawet zupełnie zniszczyć. Przy słodzie zamrożonym do -20° C. nie zauważyliśmy żadnych ujemnych wpływów; sól taki wykazywał swoją siłę enzymatyczną bez zmiany.

Wpływ światła, elektryczności itp.

Wpływ bezpośredni promieni słonecznych na enzymy, jest tak szkodliwy, że w krótkim czasie niszczeją. To działanie jest prawdopodobnie związane z wpływem tlenu, który w tych warunkach powoduje procesy utlenienia. Jeżeli bowiem tlen powietrza usuniemy, a badany enzym będziemy trzymać w atmosferze gazów obojętnych jak: np. azotu, to szkodliwe działanie promieni słonecznych zostanie w znacznym stopniu ograniczone. Czyste roztwory wodne enzymów, ulegają pod wpływem promieni słonecznych silniejszemu uszkodzeniu, aniżeli ich roztwory z substancjami, na które działają. W tym wypadku enzym prawdopodobnie łączy się z substancją, którą atakuje i wytwarza związek odporniejszy na ujemne wpływy.

Światło słoneczne rozpruszone, względnie przyciemnione, okazuje się tylko mało szkodliwe.

Według badań Greena, najszkodliwszymi są promienie ultrafioletowe.

Tappainer i jego uczniowie wykazują, że substancje fluoryzujące np. eozyna, uszkodzają enzymy wcale silnie.

Elektryczność, jako też promienie Rentgena i radium, według Henrygo i Maiera osłabiają działanie enzymów, jakkolwiek również tylko w małej mierze.

Wpływ związków chemicznych na enzymy.

Liczne substancje chemiczne, zależnie od ich składu, natury i stężenia, działają na enzymy rozmaicie.

Bardzo drobne ilości kwasów, działają z reguły pobudzająco, szczególnie jest to widoczne przy amylazie, cukracie i peptazie. Według Calego dawka kwasu solnego (HCl) w stosunku 1:3000 podnosi energię działania tych enzymów o 12 razy.

Wpływ rozmaitych dawek kwasu siarczanego na cukracę, badali O'Sullivan i Thompson. Zależnie od ilości dodanego kwasu, trzeba było do otrzymania równych wyników działania cukraczy następującego czasu:

| | | | | | | |
|---|-----|------|------|------|------|------|
| Ilość dodanego H_2SO_4 w mg. | 0. | 0,5. | 1,0. | 1,5. | 2,0. | 6,0. |
| Potrzeba minut do wywołania przez cukracę jednakowego skutku: | 66. | 48. | 46. | 47. | 50. | 108. |

Müller-Thurgau znajduje, że działanie amylazy, przebiega znacznie energiczniej w obecności bezwodnika węglowego (CO_2), i to tem silniej, im większą jest prężność tego gazu.

Działanie enzymu peptazy jest możliwe tylko w roztynie kwaśnym, a jego energia działania zależy do pewnego stopnia od siły ukwaszenia roztworu.

Podobnie jak kwasy, działają na niektóre enzymy również i zasady i tak: drobne ilości alkali działają pobudzająco tak na tryptazę roślinną, jak i zwierzęcą.

Przy rozkładzie wody utlenionej (H_2O_2) zapomocą

enzymu synaptazy, wykazuje Jakobson następujący wpływ alkaliu na wydzielanie się tlenu.

| | | | | | | |
|---|---|-----|----|----|----|----|
| Przy dawce ługu potasowego w mg. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | γ | 130 | 70 | 40 | 30 | 25 |
| 170 cm. ³ tlenu zostało wydzielone | | | | | | |
| w minutach | | 30 | 3 | 6 | 15 | 30 |

więcej jak

Większe dawki kwasów, względnie zasad działają na enzymy wogóle szkodliwie, a nawet niszcząco. Można jednak wszystkie enzymy, podobnie jak i żywe organizmy, przez odpowiednie, systematyczne zwiększanie dawek przyzwyczaić do tak znacznych ilości kwasów, względnie zasad, że te dodane w tej ilości zaraz z początku, działałyby na nie niszcząco.

Zachowanie się enzymów względem kwasów i zasad, nie jest dla nich czemś charakterystycznym, gdyż według Brediga, to samo można zauważyć przy katalizatorach nieorganicznych. Koloidalne roztwory soli platynowych, złotych itp., zachowują się wobec wody utlenionej bardzo podobnie jak enzymy.

Również i niektóre sole działają na enzymy w małych dawkach pobudzająco, w większych niszcząco. W działaniu tem widzi się niekiedy pewną prawidłowość, a wówczas z reguły chodzi o charakter soli, tj. czy działa kwaśno, czy też zasadowo. W innych wypadkach można zauważyć tylko szczególne oddziaływanie pewnych soli, na niektóre enzymy.

Cobe znajduje, że rozmaite sole amonowe, jak salmiak ($\text{NH}_4 \text{Cl}$), fluorek amonowy ($\text{NH}_4 \text{Fl}$), siarczan amonowy ($(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$), fosforan amonowy obojętny ($(\text{NH}_4)_3 \text{PO}_4$), fosforan amonowy kwaśny ($(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_3$) itp. wpływają na enzymy pobudzająco. Natomiast sole takie jak: sól kuchenna (Na Cl), chlorek barowy (Ba Cl_2), chlorek wapniowy (Ca Cl_2), siarczan sodowy ($\text{K}_2 \text{SO}_4$) itp. działają z reguły osłabiająco. We wszystkich tych wypadkach pra-

wdopodobnie chodzi o bezpośrednie oddziaływanie soli na enzym.

Od powyższego należy oddzielić zjawisko ścinania się mleka pod wpływem podpuszczki (kazeokoagulazy), w obecności rozpuszczonych soli wapna. Zamiana sernika na parakazeinę następuje i bez obecności wapna, to ostatnie wpływa tylko na tworzenie się osadu. Podobnie rzecz się ma według Bertranda i Mallerzego z pektazą, która pektaty wytrąca w formie osadu dopiero w obecności wapna, baru lub strontu.

Całkiem inaczej zachowują się względem enzymów t. zw. trucizny plazmy.

Różne związki, głównie jednak sole metali ciężkich, nawet już w bardzo drobnych ilościach osłabiają, a nawet zupełnie niszczą działanie enzymatyczne. Chlorek rtęciowy (Hg Cl_2), chromowce, siarkowodór ($\text{H}_2 \text{S}$), kwas pruski (HCN), fenol ($\text{C}_6 \text{H}_5 \text{OH}$), kresole $\text{C}_6 \text{H}_4 (\text{OH})_2$ i podobne, należą do najsilniejszych trucizn enzymów. Wszystkie substancje, które działają bezpośrednio na plazmę i powodują zmianę w jej budowie, jak alkohol, aceton, formalina itp., uszkodzają także silnie i enzymy.

Niektóre z tych związków działają tylko na pewne enzymy i tak: nikotyna, działa na cukrazę i synaptazę; farby anilinowe na — cukrazę; sole kwasu arsenowego — na zymazę. Również i chloroform, uważany bardzo często za płyn nieszkodliwy, osłabia działanie całego szeregu enzymów.

Mimo wielkiej siły niszczącej powyższych substancji, potrafią i one, skoro znajdują się w bardzo wielkim rozcieńczeniu, działać na enzymy pobudzająco. Lindet np. wykazał, że sole miedzi, silne trucizny enzymów, w bardzo wielkim rozcieńczeniu, działają na cukrazę korzystnie. Należy więc przypuszczać, że wogóle wszystkie trucizny zachowują się podobnie i, że w bardzo wielkim rozcieńczeniu, działają na enzymy pobudzająco, — osłabiając je i niszcząc już w dawkach cośkolwiek większych. Zatem mamy

tu podobne zachowanie się, jak żyjących organizmów wobec trucizn.

Truczyny plazmy i enzymów nie stanowią ich wyłączności, gdyż według badań Brediga, szereg trucizn enzymów działa także osłabiająco i niszcząco na katalizatory nieorganiczne. Kwas pruski, który działa niszcząco na enzymy, należy również do najsilniejszych trucizn koloidalnych roztworów platyny, jako też i innych nieorganicznych katalizatorów.

Wpływ ilości enzymu i jego energia działania.

Charakterystyczną cechą enzymów, jako też i wszystkich katalizatorów, jest zdolność wykonywania olbrzymiej pracy, w stosunku do użytej ilości. Payen i Persoz przyjmują już w swoich pierwszych pracach nad amylazą, że jej jedna część ciężarowa cukruje 2000 części skrobi. Najnowsze badania w tym kierunku Philoche, również wykazują, że stosunek wykonanej pracy przez amylazę pozostaje jak: 1 : 100.000. Według O'Sullvana, cukraza działa na cukier w stosunku 1 : 200.000. Podpuszczka Hammersteina wytrąca sernik w stosunku 1 : 800.000. Fuldy'ego preparat był silniejszy, bo działał w stosunku 1 : 30,000.000.

Działanie enzymów pozostaje w pewnym stosunku do stężenia. W wielkim rozcieńczeniu działają aż do pewnej granicy zazwyczaj w stosunku wprost proporcjonalnym do ilości użytego enzymu i tak przy cukrazie do 20⁰/₀ rozszczonego cukru; przy amylazie stosunek ten Kjeldahl podaje w następujących cyfrach:

| | | | | | | | |
|--|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| Ilość wyciągu słodowego w cm ³ | 1. | 3. | 5. | 10. | 15. | 20. | 30. |
| Ilość wytworzonej mal- tozy w gr. | 0,1. | 0,31. | 0,49. | 0,82. | 1,1. | 1,1. | 1,2. |

W miarę dalszego działania, a przez to nagromadzenia produktów reakcji, czynność enzymu słabnie coraz

więcej, wreszcie prawie zupełnie ustaje. Ta przerwa jest nieraz zupełnem wyczerpaniem atakowanej substancji, zwykle jednak zostaje wywołaną nagromadzeniem produktów enzymatycznego działania. Wystarczy jednak wytworzone produkty usunąć jakąkolwiek drogą, np. przy cukrze, drogą fermentacyi, przy białku, drogą dyalizy itp., aby proces enzymatyczny na nowo się rozpoczął.

Każdochwilowa szybkość działania enzymu, zależy od ilości atakowanej w roztworze substancji z jednej, a ilości wytworzonych produktów reakcyi, z drugiej strony. Im więcej w roztworze produktów działania, a mniej substancji atakowanej, tem proces enzymatyczny przebiega wolniej, a w końcu ustaje zupełnie. Większe dawki działającego tutaj enzymu, wywierają na przebieg procesu tylko stosunkowo niewielki wpływ.

Nie we wszystkich jednak wypadkach, można łatwo określić stosunek działania enzymu. Również nie jest zawsze dostatecznie jasnym, dlaczego energia enzymu słabnie. Nie ulega żadnej wątpliwości, że enzym zużywa się podczas działania. Przynajmniej część czynnego enzymu, zostaje tu uszkodzoną, a nawet zniszczoną, co dla syntazy wykazał Tasumeiner, a dla zymazy Buchner i Katteler. Na to zużycie enzymu wywiera znaczny wpływ, jak to wykazaliśmy wyżej: ciepłota, stężenie roztworu, a wreszcie wpływy innych towarzyszących enzymów (antienzymów), jako też rewersyjne (wsteczne) działanie enzymów.

Działanie wsteczne (rewersyjne).

Szczególnie interesujące było spostrzeżenie, że enzymy, podobnie jak nieorganiczne katalizatory mogą w pewnych warunkach powodować wsteczne działania, tak, że ten sam enzym (katalizator), który w jednym wypadku powoduje rozkład, w drugim będzie wywoływał syntezę.

Już w r. 1890 udało się Emilowi Fischerowi i Wohlowi przez długie działanie stężonego kwasu solnego na

dekstrozę, otrzymać produkty kondensacyjne: izomaltozę i substancję zbliżoną do dekstryn. W ośm lat później Hill stwierdza, że przez działanie enzymu maltazy na stężony roztwór dekstrozy, otrzymuje się z powrotem cukier maltozę, która według następnego badania Emmerlinga, okazała się nie maltozą, lecz izomaltozą, analogiczną do otrzymanej działaniem kwasów.

Fischer i Armstrong otrzymują następnie z dekstrozy i galaktozy, cukier izolaktozę. Podobnie Herzog stwierdził syntetyczne działanie enzymów: pepsyny, trypsyny i papajoty, gdy te trzymał w roztworze wodnym związków amidowych. Produktami działania były w tym wypadku białko, lub substancje składem do białka podobne. Enzym lipaza, według prac Kastlego, Lewenharta i Hanryot'a, powoduje syntezę estrów np. z kwasu masłowego i gliceryny, wytwarza gliceryd jednomasłowy. Podobnie Konnstein, Hoyer i Wartenberg przy rozkładzie tłuszczów enzymem lipazą, wydzielanym z nasion rycynusowych, napotykali trudności z powodu jej wstecznego (syntetycznego) — działania na rozłożone już składniki tłuszczowe.

Powyższe spostrzeżenia wskazują, że enzymy zależnie od warunków działania, mogą powodować tak procesy rozkładu, jak i procesy budowy — (syntezy).

Występowanie enzymów w przyrodzie.

Rozliczne, a tak szczególne zachowanie się enzymów wskazuje na ich nadzwyczaj doniosłe znaczenie dla procesów przebiegających w przyrodzie żywej. Enzymy musimy zatem spotykać na każdym kroku, tak dalece, że formalnie nie możemy sobie dzisiaj wyobrazić żyjącej komórki, tak roślinnego jak i zwierzęcego pochodzenia, bez równoczesnej obecności w niej szeregu enzymów. Wiele z nich, szczególnie enzymy tryptyczne (rozkładające białko), zymazy (powodujące fermentację), dalej amylaza, względnie cukraza i maltaza, działające na węglowodany, wreszcie

oksydazy i reduktazy, enzymy utleniające i odtleniające, występują ogólnie w każdej komórce, gdyż procesy przez nie powodowane są nieodłączne od życia, — a stąd też enzymy te można uważać, jako niezbędne składniki żywej plazmy. Inne natomiast enzymy zdają się występować tylko u niektórych organizmów, względnie w ich komórkach.

Enzymy powstają prawdopodobnie przez rozkład białka plazmy i występują albo bezpośrednio w formie czynnej, zdolnej do natychmiastowego wywoływania odnośnych procesów, albo też chwilowo nieczynnej, w formie t. zw. proenzymów, profermentów, (zymogenów). Przez dodanie kwasów, przy innych jak tryptazie, zasad, a nawet działaniem jednych enzymów na drugie, z formy nieczynnej, z profermentów otrzymuje się enzymy czynne. W soku żołądkowym znajduje się pepsyna, w jelitach trypsina, w formie takich proenzymów; skoro w pierwszym wypadku dodamy kwasu, w drugim zasady, otrzymamy enzymy czynne. Przykłady podobnych proenzymów znachodzimy stosunkowo nierzadko, tak w świecie roślinnym, jak i zwierzęcym.

Szereg badaczy przyjmuje, że w każdej żywej komórce znajdują się, jeżeli nie wszystkie enzymy, to przynajmniej ich znaczna większość. Z tych do działania przychodzą tylko te enzymy, które znajdują dla siebie korzystne warunki działania, inne natomiast zwalczają się. Dwa szeregi takich bezpośrednio zwalczających się enzymów, są nam znane pod postacią oksydaz i reduktaz.

Obok enzymów, znamy jeszcze substancje własnościami do nich bardzo zbliżone, które przeciwdziałają ich reakcyom. Są to t. zw. antienzymy i tak: Morgenroth otrzymał antilab, który utrudnia ścinanie się sernika. Weinland w błonie żołądkowej odkrył antitrypsynę. Zdaje się, że każdemu enzymowi odpowiada jakiś antienzym, który utrudnia działanie pierwszego, albo wogóle je uniemożliwia.

Podział enzymów.

Ilość enzymów jest już obecnie bardzo znaczna, bo oto liczymy ich około czterdzieści. Być może, że liczba ta jeszcze znacznie wzrośnie, nie jest jednak wykluczonem, że przy bliższych badaniach, wiele z dotychczasowych enzymów okaże tożsamość własności z enzymami dokładnie znanymi i odpadnie.

Aby więc między te liczne enzymy wprowadzić pewien ład i ułatwić orientowanie się i ich bliższe poznanie, trzeba je stosownie do działania podzielić na grupy. W tym celu Duclaux proponuje nazwę enzymu urobić od nazwy atakowanej substancji z końcówką »aza«. Nazwy w ten sposób urabiane, najlepiej odpowiadają istocie rzeczy, ułatwiają spamiętanie enzymu i natychmiast zwracają uwagę na jego zachowanie się.

Uwzględniając więc w miarę możliwości powyższą propozycję, dzielimy wszystkie enzymy, na następujące klasy i grupy:

I. klasa. Enzymy hydrolizujące:

Grupę węglowodanów (karbohydrazy).

| Nazwa enzymu: | Substancja hydrolizowana: |
|------------------------|------------------------------|
| 1. Amylaza (diastaza) | Skrobia, dekstryny. |
| 2. Maltaza | Maltoza, dekstryny (niższe). |
| 3. Cukraza (inwertaza) | Sacharoza, rafinoza. |
| 4. Laktaza | Laktoza. |
| 5. Melibiaza | Melibioza. |
| 6. Glikogenaza | Glikogen. |
| 7. Inulaza | Inulin. |
| 8. Seminaza (cytaza) | Drzewnik. |
| 9. Cellulaza | Błonnik, (celluloza). |
| 10. Pektynaza | Związki pektynowe. |
| 11. Amylumkoagulaza | Skrobia. |

Grupę glikozydów (glikozydazy).

| Nazwa enzymu: | Substancja hydrolizowana: |
|-------------------------|------------------------------|
| 1. Synaptaza (emulzyna) | Amigdalina i inne. |
| 2. Myrozynaza | Kwas myronowy. |
| 3. Ramnaza | Ksantoramnina. |
| 4. Gaulteraza | Glikozyd gaulterowy. |
| 5. Indoksyłaza | « indoksyłowy. |
| 6. Erytrozynaza | Kwas rubirytrynowy. |

Grupę tłuszczów (estrazy).

| | |
|-----------|--------------------------------|
| 1. Lipaza | Tłuszcze i związki tłuszczowe. |
|-----------|--------------------------------|

Grupę białka i związków pokrewnych (proteazy).

| | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1. Peptaza (pepsyna) | Białko (w odczynie kwaśnym). |
| 2. Tryptaza (trypsyna) | « (w odczynie alkalicznym). |
| 3. Nukleaza | Nukleiny. |
| 4. Erypsynaza | Albumozy. |
| 5. Papajotylna | Białka roślinne. |
| 6. Antiproteaza | Ciała białkowe i podobne. |
| 7. Trombaza (fibrynaza) | « « krwi. |
| 8. Kazeokoagulaza (lub koagulaza) | Białko (sernik) mleka. |

II. klasa. Enzymy fermentujące (zymazy):

Grupę rozszczepiającą się bez przyjęcia tlenu.

| | | |
|----------------|----------|--|
| 1. Ko-enzym | } zymaza | Cukry (jednosacharydy) oraz niektóre inne substancje. |
| 2. Alkoholaza | | |
| 3. Laktacidaza | | |

Grupę rozszczepiającą się z przyjęciem tlenu.

| | |
|----------------|------------------------------|
| 1. Glukacetaza | Alkohol etylowy i propylowy. |
|----------------|------------------------------|

Grupę wydzielającą amoniak (amidazy).

| Nazwa enzymu: | Substancja hydrolizowana: |
|------------------|------------------------------|
| 1. Ureaza | Mocznik. |
| 2. Amidaza | Związki amidowe. |

III. klasa. Enzymy utleniające.

Oksydazy i peroksydazy (Lakkaza, tyrozynaza, aldehydaza, fenolaza).

IV. klasa. Enzymy odtleniające.

Katalaza, reduktaza, (hydrogenaza, filotion).

Z podanych tutaj enzymów poznamy w dalszej części, tylko ważniejsze, mające znaczenie w przemyśle fermentacyjnym, a obszerniej amylazę i zymazę.

Szczegółowe wiadomości o enzymach.

Amylaza (diastaza, diastaz) ptyalin.

Występowanie amylazy w przyrodzie.

Zamiana skrobi na cukier, podczas kiełkowania zboża, jest jednym z najdawniej poznanych procesów enzymatycznej natury. Już w r. 1814 zauważył Kirchhoff, że w kiełkującym jęczmieniu znajduje się szczególniejsza substancja, rozpuszczalna w wodzie, która jest w stanie skrobię zamienić na cukier. W rok później zauważył on, że podobnie jak słód (kiełkujące ziarna), zachowują się i otręby pszeniczne, które zamieniają w ciepłocie 40° C. kleik skrobiowy na cukier.

Ponieważ jeszcze w roku 1812 ten sam autor stwierdził, że skrobia gotowana z rozcieńczonym kwasem siarczanym, zamienia się na cukier, przeto w konsekwen-

cyi tego sądził, że i w powyższych wypadkach mamy do czynienia z podobnym procesem chemicznym, który zostaje wywołany i powodowany przez substancję klebrową, białkową (warstwę aleurenową) ziarna.

To pierwsze spostrzeżenie enzymatycznego działania, czekało na dalsze badania dosyć długo. Dopiero w r. 1823 podejmuje temat poruszany przez Kirchhoffa Dubrunfant, potwierdza zgodność jego obserwacji i poszerza spostrzeżeniem, że zamiana skrobi na cukier, przebiega najlepiej w ciepłocie 65° C. i że otrzymany cukier ulega łatwo fermentacji alkoholowej.

W r. 1831 stwierdza Leuchs, że również i ślina ludzka posiada zdolność zamiany skrobi na cukier.

Poczynione spostrzeżenia torują drogę badaniom Payena i Persoza, którzy w r. 1833 przeprowadzają obszerne studia nad substancją białkową, powstającą podczas kiełkowania zboża, nazwaną przez nich po raz pierwszy diastazą. Kiełkujący jęczmień zalewają oni małą ilością wody, i po kilku godzinach sączą. Otrzymany wyciąg, zadany alkoholem, wydzielił kłaczkowaty osad, który po odsączeniu i ponownem rozpuszczeniu w wodzie, działa cukrująco, podobnie jak pierwotny wyciąg słodowy. Tem samem zostało stwierdzone, że podczas kiełkowania zboża tworzy się szczególniejsza substancja, działająca na skrobię cukrująco, którą przez ługowanie wodą można od ziarna oddzielić, nie tracąc na jej sile cukrującej.

Poczynione odkrycia rozszerzają wspomnieni autorzy i na inne zboża, jak: owies, pszenicę, a także ziemniaki, i stwierdzają, również i w tych warunkach, podobną zdolność energicznego cukrowania skrobi.

Amylaza (diastaza albo diastaz) jest jednym z najwięcej rozpowszechnionych enzymów; występuje bardzo obficie tak w świecie roślinnym jak i zwierzęcym. Obok już wymienionych spostrzeżeń, wykazujących obecność enzymu cukrującego skrobię w ziarnach kiełkujących, które zostały poszerzone badaniami Gorup-Besaneza z r. 1874,

zauważono następnie, że amylaza występuje również i w ziarnach nieskielkowanych; co dla jęczmienia stwierdza Kieldahl i Lintner 1890 r., dla pszenicy — Detmer i Jacobson, dla pinii, ryżu, grochu, kukurudzy i t. d. — Will, Krauch i inni.

Nietylko w nasionach znachodzi się amylaza, lecz, jak wykazują badania Kosmy z r. 1879, Baraneckiego 1878, Kraucha 1879, Wortmanna i innych, występuje ona również i w liściach, pączkach, łodygach i innych organach wyższych roślin. W mchach wykazuje jej obecność Baranecki, u pleśniaków — Roux, u drożdży — Lindner, bakterii — Nägeli i Fermi.

U niektórych pleśniaków z grupy Mucorów, a także Aspergillusów, amylaza występuje w tak znacznej ilości, że okazało się możliwem zastosować je w przemyśle fermentacyjnym do cukrowania skrobi. Badania ostatnich czasów rozszerzają dalej powyższe spostrzeżenia i wykazują, że amylaza jest jednym z najczęściej występujących enzymów w świecie roślinnym.

Jednak nie tylko w świecie roślinnym jest amylaza tak bardzo rozpowszechnioną, bo oto stosunkowo również często spotykamy ją i w świecie zwierzęcym. Już Leuchs wykazał jej obecność w ślinie. W r. 1895 Buchard i Zandrast stwierdzają jej obecność w soku żołądkowym, Röhmman — w soku jelit i krwi, Dastre — w limfie itd.

Obecność amylazy w rozmaitych roślinach i ich organach nasuwa pytanie, czy enzym ten jest jednolity, a głównie, czy amylaza występująca z jednej strony w ziarnach kielkujących, z drugiej w ziarnach nieskielkowanych jest identyczną, czyli też mamy tu do czynienia z dwoma, lub nawet kilkoma rozmaitemi amylazami.

Badania prowadzone w tym kierunku przez Kieldahla w r. 1880, a dalej Lintnera i Eckharda, doprowadzają do wniosku, że w świecie roślinnym występują dwie różne amylazy. Jedna z nich, nazwana przez Browna i Morrisa »amylazą (diastazą) wędrującą«, jest bardzo rozpowszech-

nioną. Odgrywa ona ważną rolę w przesyłaniu węglowodanów w zielonych roślinach, a stąd też znajduje się we wszystkich ich organach wegetacyjnych jak: liściach, łodygach, pączkach, a także w przeważnej ilości ziarn będących w spoczynku (nieskiełkowanych). Druga, nazwana przez tychże autorów »amylazą (diastazą) wydzielinową«, występuje wyłącznie w słodzie, powstając tylko podczas kiełkowania zboża. Między sobą mają się one różnić szczególniejszym zachowaniem względem skrobi surowej i skleikowanej. Amylaza wędrująca rozpuszcza skrobię bez poprzedniego nagryzania (korozyi). Ciepłota jej najkorzystniejszego działania leży między 45—50° C. W przeciwieństwie do tej, amylaza wydzielinowa, galeczki skrobi przede wszystkim nagryza i rozdrabnia, poczem dopiero przeprowadza w stan rozpuszczenia; ciepłota jej najkorzystniejszego działania leży między 50—55° C., zatem o 5° C. wyżej. Dalsza różnica polega jeszcze na tem, że amylaza wędrująca rozpuszcza kleik skrobiowy trudno, podczas gdy wydzielinowa czyni to bardzo łatwo. Również i produkty odbudowy nie są identyczne.

Brown i Morris przyjmują w słodzie jeszcze trzeci enzym, cytazę. Rozpuszcza ona błonę galeczki skrobiowej (części bielma), co w słodzie jest widoczne w ten sposób, że mączka skrobiowa okazuje się pulchną, a rozcierana w palcach nie daje wyczuwać żadnej szorstkości. Piwowarzy nazywają ten stan, rozpuszczalnością skrobi w słodzie.

Również autorzy jak: Seifert, Pottewin, Fernbach, Wolff, Ford i inni, przyjmują w zbożu obecność przynajmniej dwóch amylaz.

Nie wszyscy jednak badacze godzą się na ten pogląd. Jednym ze stanowczych przeciwników teorii wielu amylaz jest Effront. Licznymi pracami stara się wyżej przytoczone poglądy zwalczyć. Tłómaczy, że w zbożu nieskiełkowanym, znajduje się tylko mała ilość amylazy, a natomiast równocześnie wiele takich substancji, które osłabiają jej działanie, względnie pewne jej funkcy. Również zwraca

uwagę, że działanie enzymu w małym stopniu zależy od ilości, a natomiast ogromny wpływ wywiera jego stężenie; stąd też widzi się pozorną różnicę zachowania się amylazy ziarna nieskielkowanego, gdzie znajduje się, niejako w bardzo wielkim rozcieńczeniu, w przeciwieństwie do amylazy w słodzie, gdzie występuje w wielkiej ilości, zatem niejako w formie stężonej.

Obszerne badania, prowadzone przez nas nad amylazą, uprawniają do twierdzenia, że składa się ona przynajmniej z dwóch enzymów, z których jeden powoduje przede wszystkim rozpuszczenie skrobi, drugi jej cukrowanie.

Amylaza występuje szczególnie obficie we wszystkich tych roślinach, względnie ich organach, w których jednocześnie znajdujemy skrobię, służącą jako materiał zapasowy dla przyszłej roślinki (zarodka). Najwięcej amylazy będziemy zatem znachodzić w bogatych w skrobię kielkujących ziarnach zboża.

Tworzenie się amylazy w kielkującym ziarnie zboża i jej ilość są, jak to wykazał Pfeffer, ściśle związane z potrzebą węglowodanowego pokarmu dla rozwijającej się roślinki. We wszystkich wypadkach, gdzie roślina, obok złożonych węglowodanów, jaką jest skrobia, znachodzi wiele prostych cukrów, tam ilość wytworzonej amylazy i jej siła działania jest stosunkowo mała.

Jeżeli znajdujące się tu cukry, zostaną w jakikolwiek sposób usunięte, czy to przez zużycie, czy też przez wyługowanie, to rozwijająca się roślina postara się w krótkim czasie zwiększyć ilość amylazy. Roślina wydziela zatem amylazę tylko w tych miejscach i w takiej ilości, o ile i do jakiej zmuszoną jest warunkami życia.

W zbożu znajdujemy amylazę w całym ziarnie, jednak nierównomiernie rozłożoną. Według Grüssa tworzenie się amylazy następuje przede wszystkim w komórkach będących w pobliżu warstwy aleuronowej, jako też w pobliżu zarodka roślinnego.

Brown i Morris znajdują w kiełkującym ziarnie jęczmienia następujące rozmieszczenie amylazy:

| | |
|------------------------|-------|
| w dolnej części bielma | 69,9% |
| w górnej « « | 25,2% |
| w korzonkach | 0,6% |
| w piórku | 0,4% |
| w tarczce | 3,9% |

Najwięcej zatem amylazy znajduje się w dolnej części ziarna, t. j. w pobliżu zarodka roślinnego. Według badania Lintnera stosunek wagowy amylazy przedstawia się w ziarnie następująco:

| | |
|--|-------|
| 1 gram bielma zawiera | 5,8% |
| 1 « całego zarodka roślinnego | 41,2% |
| 1 « samego zarodka roślinnego bez tarczki | 5,9% |
| 1 « samych tarczek | 48,6% |

Podane liczby wskazują, że najwięcej amylazy powstaje w bezpośrednim sąsiedztwie zarodka roślinnego, w miejscu gdzie leży tarczka, oddzielająca magazyn ziarna, — bielmo, od zarodka roślinnego. Wszystkie zaś inne części ziarna zawierają amylazę w znacznie mniejszej ilości.

Pfeffer i Hansteen wykazali, że i samo bielmo, wolne od zarodka roślinnego, może w krótkim czasie utracić skrobię, jeżeli zostanie pomieszczone na bloczku gipsowym, otoczonym wielką ilością wody w ten sposób, że wytworzony ze skrobi cukier, pod wpływem znajdującej się w bielmie amylazy, może łatwo przenikać do wody (dyfundować), a tem samem zostać usunięty. Przy jęczmieniu, woreczek bielmowy został w tych warunkach wypróżniony już w trzy-nastu dniach. Podobne zachowanie stwierdzono i przy innych zbożach, przyczem u niektórych odmian kukurudzy skrobia została zużyta tylko częściowo. Zupełnie inaczej

zachowują się woreczki bielkowe skrobi, jeżeli tworzący się ze skrobi cukier, drogą wymiany z wodą (dyfuzji) nie zostanie usunięty. W tych warunkach cukier pozostaje, a przez to w miarę jego gromadzenia się, wolniej znika skrobi z woreczka bielkowego, a w końcu zupełnie ustaje.

Powyższe badania wykazują, że amylaza znajduje się w całym bielmie, gdyż skrobię może przerobić na cukier i bez obecności zarodka roślinnego. Z drugiej jednak strony widzimy, że zamiana skrobi na cukier działaniem amylazy, może tylko o tyle naprzód postępować, o ile wytworzone produkty, a przede wszystkim cukier, zostaną w jakikolwiek sposób usunięte. Jeżeli zatem zarodek roślinny posiada do dyspozycji cukier, to amylazy wytwarza tylko nie wiele, względnie nie okazuje się ona energicznie czynną. Szczegóły ważne dla słodowania, jako też procesu cukrowania.

Również i sam zarodek roślinny posiada amylazę w takiej ilości, że może odżywiać się bezpośrednio ze skrobi. Brown i Morris hodowali go na żelatynie ze skrobią, zaś Grüss na kleiku skrobiowym. W obu wypadkach zarodek roślinny wydzieliał amylazę, przerabiał otaczającą skrobię na cukier i w ten sposób z łatwością sam się odżywiając, rozwijał. Badania te potwierdzają dawniejsze spostrzeżenia von Tieghema i Błociszewskiego, że oddzielony od ziarna, zarodek roślinny, można skutecznie hodować na pożywcę skrobiowej.

Otrzymanie i skład chemiczny amylazy.

Od czasu prac Payena i Persoza, początkowe badania nad istotą amylazy, były stosunkowo bardzo skąpe. Baranecki w r. 1878 wydziela amylazę surowym alkoholem. Dalsi badacze, jak: Zulkowski, König nie dodają nic szczególniejszego do znanych faktów. Dopiero Lintner w r. 1886 podaje względnie dobrą metodę otrzymania surowej amylazy. W tym celu sól dobrze roztarty, zalewa dwu- do czterokrotną ilością 20^o/_o alkoholu (celem powstrzy-

mania fermentacji), a często mieszając, trzyma przez 24 godzin w ciepocie pokojowej. Po upływie tego czasu sączy, a zebrany czysty przesącz, zalewa 2—2¹/₂-krotną ilością bezwodnego alkoholu. W tych warunkach wydziela się żółtawy, kłaczkowaty osad, który skoro tylko na dno opadnie, natychmiast odsącza. Zebrany osad przemywa, rozcierając go kilkakrotnie z małą ilością alkoholu, potem przepłukuje eterem i suszy w próżni nad kwasem siarczanym. Otrzymaną amylazę można dalej oczyścić przez ponowne rozpuszczenie w wodzie i następne wydzielenie bezwodnym alkoholem, poczem postępuje się jak wyżej. Jeden gram w ten sposób otrzymanej amylazy, odpowiada co do siły 50 gr. słodu świeżego.

Osborne stosuje inny sposób oczyszczania amylazy. Wyciąg słodowy zalewa alkoholem, a powstały osad odsącza i rozpuszcza w wodzie, skąd przez wysalanie siarczanem amonowym, usuwa węglowodany. Otrzymany osad surowej amylazy, rozpuszcza znowu w wodzie i przez dyalizę (sączenie przez błonę zwierzęcą lub papier pergaminowy), oddziela globulin, zaś przez następne cząsteczkowe wydzielenie alkoholem, usuwa albuminy i proteozy. To długie i wielokrotne działanie odczynnikami sprawia, że otrzymane przez Osbornego preparaty amylazy są w miarę czyszczenia coraz słabsze, a produkt końcowy prawie zupełnie nieczynny.

Osborne tłumaczy zachowanie się swoich preparatów tem, że amylaza jest substancją białkową, proteinową, która działa energicznie tylko w obecności pewnych zanieczyszczeń. Takim niezbędnym składnikiem zdaje się być albumin, gdyż preparat od niego uwolniony, okazał się zupełnie nieczynny. Również niektóre składniki mineralne, jak sól kuchenna, fosforany potasowców, kwas fosforowy, wreszcie kwas cytrynowy i octowy są pożądane, gdyż działają na amylazę pobudzająco.

W bardzo podobny sposób otrzymuje swoje preparaty Wróblewski. Rozczyn surowej amylazy, wysala tak

wielką dawką siarczanu amonowego, że roztwór zawiera go około 50%, przez co, zdaniem autora, usunięto węglowodany, mianowicie pentozan — araban. Amylaza Wróblewskiego jest preparatem energicznym, a pod względem chemicznym zdaje się być zbliżoną do związków proteiny.

W najnowszych czasach Fränkel i Hamburg podają nową metodę otrzymania czystej amylazy. Polega ona na sączeniu przez filtry glinowe, wysalanie octanem ołowiatym, wreszcie oczyszczanie drogą fizyologiczną, zapomocą fermentacji drożdżami Froberg i Logos. Otrzymaną ostаточно ciec, sączy się przez filter Pukala, następnie zagęszcza w niskiej ciepłocie i suszy nad kwasem siarczanym. W tych warunkach otrzymany preparat ma być bardzo silny.

Amylaza przedstawia się jako substancja łatwo rozpuszczalna w wodzie i w wodnym roztworze gliceryny. Słabe ogrzanie obojętnego lub słabo kwaśnego roztworu, amylazy nie wydziela, natomiast silne ukwaszenie, zwłaszcza kwasem solnym i równoczesne podgrzanie, amylazę niszczy i wydziela ją z roztworu, w formie lekkich kłaczków. Kwas azotowy powoduje początkowe wydzielanie słabego osadu, który rozpuszcza się w nadmiarze odczynnika.

Amylaza wykazuje wszystkie reakcje ciał białkowych, więc: millonową, biuretową, ksantoproteinową, jednak nie każdy jej preparat w równej sile. Pod wpływem garbnika wydziela się w formie obfitego osadu, który rozpuszcza się w rozcieńczonych alkaliach.

Z powyższego wynika, że amylaza zachowuje się jak typowy związek białkowy, jakkolwiek nie jest jeszcze zupełnie pewne, czy reakcje chemiczne przez nią powodowane, nie pochodzą od zanieczyszczających ją ciał białkowych.

Również t. zw. reakcja gwajakowa, dawniej uważana za charakterystyczną dla amylazy i proponowana jako me-

toda do wykrycia jej obecności, jest, według najnowszych spostrzeżeń wywoływana przez enzymy utleniające, które amyłazie zawsze towarzyszą. Reakcja ta, polega na tem, że świeżo przyrządzony roztwór alkoholowy żywicy gwajakowej, po zadaniu kilku kroplami wody utlenionej, barwi się na niebiesko w obecności roztworu amyłazy, jako też szeregu innych enzymów, a przede wszystkim enzymów utleniających.

Amyłaza, jak wykazują badania Krabbego, przechodzi (dyfuduje) przez papier pergaminowy, błonę zwierzęcą, rury porcelanowe, nawet zwyczajne gliniane. Ta zdolność dyfundowania amyłazy, posiada ważne znaczenie fizyologiczne, ze względu jej działania na skrobię i dekstryny.

Skład chemiczny rozmaitych preparatów amyłazy jest następujący:

| | Węgla % | Wodoru % | Azotu % | Siarki % | Popiołu % | Nazwisko analityka |
|-----------|---------|----------|---------|----------|-----------|--------------------|
| Skład | 52,50 | 6,72 | 16,10 | 1,90 | — | Osborne |
| chemiczny | 46,66 | 7,35 | 10,41 | — | 4,79 | Lintner |
| amyłazy | 46,66 | 7,35 | 16,53 | — | 4,79 | Wróblewski |
| — | 45,24 | 6,62 | 9,44 | 1,12 | 6,00 | Szilagyi |

Skład chemiczny amyłazy, jest więc bardzo rozmaity zależnie od sposobu otrzymania.

Również i zachowanie się, jako też działanie tych preparatów, okazuje się różne.

Preparat Osbornego zamieniał w przeciągu pół godziny w ciepłocie 20° C., 2000 części skrobi. W ciepłocie 50° C., roztwór mętniał i w znacznej części tracił siłę enzymatyczną, zaś w 56° C. wydzieliał osad i stawał się zupełnie nieczynny. Preparat Wróblewskiego podczas ogrze-

wania nie wydzieliał się i to ani z rozczyńców słabo kwaśnych, ani obojętnych.

Ilość azotu preparatu Osbornego i Wróblewskiego, odpowiada składowi ciał białkowatych. Inni badacze wykazują znacznie mniej azotu w swoich preparatach. Szczególniejszem spostrzeżeniem jest to, że preparaty lepiej oczyszczone, zawierające mniej popiołu, wykazują według Wróblewskiego i Osbornego mniejszą siłę diastatyczną. Również niższa zawartość azotu, jak wykazuje Lintner, jest związana ze słabszą siłą enzymatyczną. Preparat jego o zawartości 9,06% azotu, wykazywał siłę cukrującą oznaczoną przez cyfrę 100%, natomiast preparat o 5,1% azotu okazywał zaledwie 24% pierwotnej siły cukrującej.

Właściwości amylazy.

Amylaza wykazuje dwojaką zdolność działania na skrobię:

1) rozpuszczającą, która skrobię rozpuszcza i przeprowadza do rozczyńcu;

2) cukrującą, która skrobię rozpuszczoną przeprowadza na szereg dekstryń, a w końcu na maltozę.

Działanie to można śledzić zapomocą rozczyńcu jodu, względnie płynu Fehlinga.

Zdolność przeprowadzania skrobi na cukier, była znana już pierwszym badaczom. Payen, Porsoz i Masculus przyjmowali, że amylaza zamienia skrobię na cukier gronowy. Późniejsze jednak prace Dubrunfanta, O'Sullivan'a i Schulzega wykazały, że powstający tutaj cukier nie jest, jak sądzono, dekstrozą, lecz maltozą. Zamiana skrobi na cukier nie idzie wprost, ale pośrednio, stopniowo, przez szereg związków zwanych dekstrynami.

Wpływ ciepłoty na amylazę.

Działanie amylazy, i to tak jej siły cukrującej, jak i rozpuszczającej, jest w wysokim stopniu zależne od ciepłoty. Według Krabbego działanie amylazy na kleik skro-

biowy jest już całkiem widoczne w ciepocie — 3° C.; ochłodzenie do — 20° C., działanie jej wstrzymuje, jednak nie uszkadza.

W miarę podnoszenia się ciepłoty, energia cukrowania systematycznie wzrasta i dochodzi do pewnej granicy (optimum) leżącej między 50 a 55° C., przy której amylaza rozwija najsilniejsze działanie cukrujące. Powyżej tej ciepłoty »optimum«, działanie amylazy znowu słabnie i wreszcie około 80° C. zupełnie niszczeje.

5 cm.³ wyciągu słodowego przy działaniu na 5% kleik skrobiowy przez trzy godziny wytwarza cukru:

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Ciepłota działania °C. | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
| Ilość cukru wytworzona z 1 gramu skrobi wyrażona w gr. Cu. | 0,1295 | 0,1355 | 0,1470 | 0,1500 | 0,1545 | 0,1565 | 0,1580 | 0,1575 | 0,1495 | 0,1245 | 0,0820 | 0,0445 | ślady |

Według Müller-Thurgaua stosunek wytworzonego ze skrobi cukru przedstawia się, zależnie od ciepłoty działania amylazy, następująco:

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| Ciepłota działania | Stosunek otrzymanego cukru. |
| 0° C. | 7 ₍₁₎ |
| 10° C. | 20 ₍₃₎ |
| 20° C. | 38 ₍₅₎ |
| 30° C. | 60 ₍₉₎ |
| 40° C. | 98 ₍₁₄₎ . |

Działanie cukrujące amylazy jest więc w pobliżu 0° C. bardzo wolne, począwszy od 30° C. energia działania szybko wzrasta, dochodzi w ciepocie 50—55° C. do swego optimum, działając bardzo korzystnie w granicach 40—60° C. Powyżej tej ciepłoty, zwłaszcza z ciepłotą 65° C. siła cukrująca szybko słabnie, a niszczeje powyżej 75° C.

Obok siły cukrującej posiada amylaza jeszcze zdolność rozpuszczania skrobi, która, jak wykazują nasze badania, jest również zależną od ciepłoty:

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Ciepłota działania amylazy °C. | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| Ilość cm ³ wyciągu słodowego 1 ⁰ / ₀ potrzebnego do rozpuszczenia 1 gr. skrobi. | 2,3 | 2,2 | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 2,2 | stała |

Podobnie jak przy sile cukrującej, tak i przy sile rozpuszczającej daje się zauważyć wyraźna zależność działania od ciepłoty. W ciepłocie 30° C. siła rozpuszczająca okazuje się jeszcze bardzo słabą. W miarę podnoszenia się ciepłoty, energia działania szybko wzrasta i dochodzi przy 60—65° C. do optimum tj. najenergiczniejszego działania. Powyżej 70° C. słabnie rozpuszczające działanie amylazy, początkowo wolno, od 80° C. szybko, a powyżej 85° C. niszczy zupełnie.

Korzystne działanie amylazy waha się w dwóch szeregach cyfr, t. j. 50—55° C. najlepszej ciepłoty cukrowania i 60—65° C. najlepszej dla rozpuszczania skrobi; przyczem korzystne ciepłoty cukrowania leżą w granicach 40—60° C., zaś dla rozpuszczania skrobi 55—75° C.

Zależność działania amylazy od ciepłoty, widzi się również w stosunku wytworzonych produktów maltozy do dekstryn, przy 10 minutowem działaniu wyciągu słodowego na kleik skrobiowy.

| W ciepłocie | otrzymano | maltozy | dekstryn |
|-------------|-----------|----------------------------------|----------------------------------|
| 63° C. | « | 63 ⁰ / ₀ | 37 ⁰ / ₀ |
| 68° C. | « | 35 ⁰ / ₀ | 65 ⁰ / ₀ |
| 70° C. | « | 17,4 ⁰ / ₀ | 82,6 ⁰ / ₀ |

Przytoczone cyfry wskazują, że z podniesieniem ciepłoty do optimum cukrowania, wzrasta ilość wytworzo-

nego cukru, zaś w miarę odchylenia się od niej, a zbliżania ku górnej granicy ciepłoty, przy której rozpuszczalność idzie jeszcze wcale dobrze, ilość wytworzonych dekstryn, zwiększa się, a maleje ilość maltozy.

W ciepłotach wyżej 60° C. rozkład skrobi idzie szybko, potrzeba jednak więcej amylazy, gdyż w tych warunkach łatwo niszczeje, nadto otrzymuje się stosunkowo mało maltozy, a wiele dekstryn. W niższych ciepłotach (50° C. i niżej) rozkład skrobi postępuje wolno, za to potrzeba mniej amylazy, nadto otrzymuje się wiele maltozy, a stosunkowo mało dekstryn. Ciepłota, przy której rozkład skrobi przebiega pod wpływem amylazy pod każdym względem korzystnie, leży w granicach 50—60° C. (40—48° R.)

Amylaza cukruje kleik skrobiowy bardzo łatwo. Również cukruje skrobię niesklajstrowaną, jednak już znacznie trudniej, przyczem wpływ ciepłoty ujawnia się tutaj bardzo ostro, jak wykazują badania Lintnera:

| Skrobia: | Ciepłota działania | | | |
|--------------|--------------------|--------|--------|--------|
| | 50° C. | 55° C. | 60° C. | 65° C. |
| ziemniaczana | 0,13% | 5,0% | 52,68% | 90,34% |
| ryżowa | 6,58% | 9,68% | 19,68% | 31,14% |
| jęczmienna | 12,13% | 53,30% | 92,81% | 96,24% |
| słodowa | 29,70% | 58,56% | 92,13% | 96,26% |
| pszeniczna | — | 62,23% | 91,08% | 94,58% |
| kukurudziana | 2,70% | — | 18,50% | 54,60% |
| żytnia | 25,20% | — | 39,70% | 94,50% |
| owsiana | 9,40% | 48,50% | 92,50% | 93,40% |

Zestawienie to wskazuje, że w niskiej ciepłocie najoporniej zachowuje się skrobia ziemniaczana.

Według badań Vuylsteka, surowa skrobia zbożowa, w obecności amylazy ulega powolnej fermentacji pod wpływem drożdży w ciepłocie 20—30° C., czego przy skrobi ziemniaczanej nie zauważono.

Świeży roztwór amylazy zmniejsza w miarę podgrzewania swoją siłę enzymatyczną. Wpływ ujemny zależy

z jednej strony od działania utleniającego powietrza, gdyż np. w atmosferze bezwodnika węglowego przechowuje się znacznie lepiej, z drugiej zaś strony od ciepłoty. Według Effronta wpływ ciepłoty przedstawia się następująco:

| | | |
|--------------------|--|--------------------|
| W ciepłocie 40° C. | traci się 3—10 ⁰ / ₀ | siły diastatycznej |
| « 45° C. | « « 10—20 ⁰ / ₀ | « « |
| « 50° C. | « « 20—30 ⁰ / ₀ | « « |
| « 60° C. | « « 30—50 ⁰ / ₀ | « « |

Z powyższego wynika, że z podniesieniem się ciepłoty, występują dwa działania: niszczące amylazę i jej działanie pobudzające. Energia działania amylazy, będzie zatem wzrastać aż do tej ciepłoty, przy której wpływ pobudzający, zostanie zrównoważony przez wpływ niszczący. Powyżej tej ciepłoty, działanie amylazy będzie stale maleć, aż wreszcie ulegnie zupełnemu zniszczeniu.

Bardzo ciekawym szczegółem, a ważnym dla praktyki jest zachowanie się amylazy w roztworach zawierających skrobię lub jej produkty odbudowy. Według Delbrücka i Petzholda amylaza znosi tem łatwiej wyższą ciepłotę, im więcej cukru, względnie dekstryn, znajduje się w roztworze. Gęste zaciery chronią amylazę lepiej niż zaciery rzadkie.

Według naszych badań amylaza znosi o 10° C. wyższą ciepłotę, w obecności skrobi i jej produktów rozkładu, aniżeli w roztworach wodnych.

Amylaza, wysuszona w niskiej ciepłocie, wytrzymuje następnie z łatwością wysokie ciepłoty. Według Kraucha, taką wysuszoną amylazę, można podgrzać do 120° C. bez obawy jej zniszczenia. Z własności tej korzysta oddawna praktyka browarnicza, która suszy słód w niskiej ciepłocie, a następnie bez wielkiej szkody dla amylazy, poddaje go działaniu ciepłoty nawet wyżej 100° C. W stanie wilgotnym amylaza niszczy już przez dłuższe pozostawienie słodu w ciepłocie 80° C.

Wpływ ilości amylazy.

Chyżość działania amylazy, zależy od każdorazowego stężenia czynnej amylazy z jednej, a wytworzonego przez nią stężenia cukru, z drugiej strony. Przy użyciu małej ilości amylazy, ilość wytworzonego cukru pozostaje w stosunku prostym do ilości (stężenia) użytej amylazy, jak to wykazuje następujące badanie Effronta:

| Ilość użytego wyciągu słodowego. | Otrzymano cukru maltozy. |
|-------------------------------------|--------------------------|
| 1 cm. ³ | 0,1 gr. |
| 3 « | 0,31 « |
| 5 « | 0,49 « |
| 10 « | 0,82 « |
| 15 « | 1,10 « |
| 20 « | 1,10 « |
| 30 « | 1,20 « |

Ilość powstałej maltozy wzrasta zatem proporcjonalnie aż do użycia 5 cm.³ wyciągu słodowego na tą samą ilość (stężenie) skrobi. Powyżej tej dawki proporcjonalność znika, jednak, bądź co bądź wpływ większej ilości wyciągu słodowego, zaznacza się zwiększoną ilością powstałego cukru, jak to wynika z następujących naszych badań.

Działanie wyciągu słodowego na 5⁰/₀ kleik skrobiowy przez 3 godziny:

| W cieplocie | 50° C. | 60° C. |
|--|------------------|------------------|
| 5 ⁰ / ₀ wyciąg słodowy | 0,1725 gr. cukru | 0,1655 gr. cukru |
| 10 ⁰ / ₀ « « | 0,1860 « | 0,1720 « |
| 20 ⁰ / ₀ « « | 0,2085 « | 0,1995 « |

Stopień rozcieńczenia wyciągu amylazy wywiera również znaczny wpływ na powstawanie cukru. I tak: przy działaniu na 8⁰/₀ kleik skrobiowy:

| W ciepłocie | 45° C. | 55° C. | 60° C. | 65° C. | 75° C. |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| 10 cm. ³ 5% wyciągu słodowego wytworzyło cukru, wyrażonego w gr. Cu. | 0,1175 | 0,1385 | 0,1325 | 0,1130 | 0,0430 |
| 5 cm. ³ 10% wyciągu słodowego wytworzyło cukru, wyrażonego w gr. Cu. | 0,1460 | 0,1520 | 0,1515 | 0,1290 | 0,0490 |

Wpływ ilości amylazy i ciepłoty wykazuje działanie 5% wyciągiem słodowym na 5% kleik skrobiowy.

| Ilość wyciągu | 1 cm. ³ | | 5 cm. ³ | | 10 cm. ³ | |
|--|--------------------|--------|--------------------|--------|---------------------|--------|
| | 30° C. | 50° C. | 30° C. | 50° C. | 30° C. | 50° C. |
| Ciepłota działania | | | | | | |
| Ilość cukru wytworzona w 1 godzinie wyrażona w gr. Cu. | 0,0360 | 0,0655 | 0,1340 | 0,1500 | 0,1515 | 0,1585 |
| Ilość cukru wytworzona w 10 godz. wyrażona w gr. Cu. | 0,1315 | 0,1500 | 0,1595 | 0,1675 | 0,1685 | 0,1815 |

Spostrzeżenia te są ważne dla praktyki, gdyż wykazują, jak należy postępować ze słodem, oraz że nie tylko ilość, ale także i stopień rozcieńczenia siodu, wywiera wielki wpływ na proces cukrowania i ilość wytworzonego cukru.

Do niedawna sądzono, że nie można przeprowadzić całej ilości skrobi bezpośrednio na cukier. Dopiero badania ostatnich lat, głównie prace Fernbacha i Wolffa, wykazały, że jest ono możliwe, lecz zamiana ta przebiega bardzo wolno. Proces ten można jednak przyspieszyć albo przez lekkie podkwaszenie skrobi, albo przez wydzielenie pozostałych dekstryn, które rozpuszczone w małej ilości wody, poddane dalszemu działaniu amylazy, przechodzą w zupełności na cukier. Chyżość więc działania amylazy zależy,

jak widzimy, od jej ilości i stopnia rozcieńczenia oraz ilości (stężenia) wytworzonych produktów odbudowy skrobi.

Wpływ czasu na działanie amylazy.

Celem zbadania zależności działania amylazy od czasu, przeprowadził Effront studyum porównawcze, działając wyciągiem słodowym w 50° C. na 1% roztwór skrobi.

| | | | | | | |
|--------------------------------|------|-------|------|------|------|------|
| Czas działania w minutach | 15 | 30 | 60 | 120 | 240 | 480 |
| Ilość wytworzonego cukru w gr. | 0,05 | 0,097 | 0,21 | 0,39 | 0,63 | 0,82 |

Według naszych badań, wpływ czasu przy działaniu amylazy na 5% kleik skrobiowy w 50° C. przedstawia się następująco:

| | | | | | | |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Czas działania w minutach | 30 | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 |
| Ilość wytworzonego cukru w gr. Ca | 0,1400 | 0,1515 | 0,1560 | 0,1585 | 0,1595 | 0,1620 |

Wpływ czasu i ciepłoty wykazują nasze badania przy działaniu 5% wyciągiem słodowym na 5% kleik skrobiowy:

| Ciepłota działania w °C. | Ilość cukru w gr. wytworzonego po godzinach: | | | | |
|--------------------------|--|--------|--------|--------|--------|
| | 1/2 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| 20 | 0,0625 | 0,0950 | 0,1095 | 0,1155 | 0,1290 |
| 30 | 0,0830 | 0,1205 | 0,1330 | 0,1425 | 0,1470 |
| 40 | 0,1010 | 0,1350 | 0,1430 | 0,1480 | 0,1545 |
| 50 | 0,1380 | 0,1435 | 0,1515 | 0,1540 | 0,1570 |
| 55 | 0,1400 | 0,1495 | 0,1505 | 0,1530 | 0,1540 |
| 60 | 0,1160 | 0,1255 | 0,1280 | 0,1295 | 0,1320 |
| 70 | 0,0620 | 0,0660 | 0,0720 | 0,0815 | 0,0820 |
| 80 | 0,0520 | 0,0530 | 0,0535 | 0,0530 | 0,0530 |

Przeprowadzone doświadczenie poucza, że stosunek proporcjonalnego działania amylazy, występuje tylko przy jej słabych roztworach i to w pierwszych dwóch godzinach; w roztworach więcej stężonych, proporcjonalność działania znika.

Według dawniejszych spostrzeżeń Effronta, wyciąg słodowy traci szybko swą siłę enzymatyczną podczas przechowania. Najnowsze badania w tym kierunku Maquenna, wykazują niezgodność poprzednich spostrzeżeń, gdyż roztwór amylazy podczas czystego (antyseptycznego) przechowania, nie tylko, że ze swej siły nie traci, lecz wręcz przeciwnie, nawet ją zwiększa. Wyciąg słodowy zadany toluolem, celem powstrzymania rozwoju drobnoustrojów, zwiększa swą siłę enzymatyczną podczas przechowania, tak, że po ośmiu dniach energia jego działania jest największą, a po miesiącu wyciąg ten okazał się jeszcze silniejszy niż poprzedni roztwór świeżo przyrządzony.

Wpływ związków chemicznych na amylazę.

Produkty powstałe podczas cukrowania skrobi, wywierają znaczny wpływ na przebieg tegoż procesu. Wprawdzie według dawniejszych badań Baranckiego, Wortmanna, Müller-Thurgaua i innych, wpływ produktów odbudowy na proces cukrowania miał być niewielki, jednakże nowsze szczegółowe obserwacje, wypowiadają się tutaj wręcz przeciwnie.

Grüss zauważył słabnięcie procesu cukrowania skrobi, skoro zostanie wytworzone 30⁰/₀ maltozy. Lindet stwierdza, że przez usunięcie powstałej maltozy, na przykład drogą fermentacji, można proces cukrowania silnie pobudzić. To samo w ostatnich czasach konstatują Fernbach i Wolff, tylko, że przyczynę słabnięcia procesu cukrowania, przypisują oni również i zbyt silnemu rozcieńczeniu pozostałych dekstryn. Jeżeli bowiem te dekstryny wytrącone z roztworu, rozpuścimy następnie w małej ilości

wody, to wówczas z łatwością ulegają zupełnemu scukrowaniu.

Szczególniejsze zachowanie wykazuje amyłaza wobec kwasów. Bardzo drobne ilości kwasów tak organicznych, jak i mineralnych, działają pobudzająco. Skrobia wykazuje zawsze reakcję alkaliczną. Jeżeli, jak to wynika z badań Maquenna i Rouxa, skrobię lekko podkwasimy, dodając na jej 1 gr., następujące dawki kwasu siarczanego:

| Skrobia | ziemia- czana | maniokowa | grochowa | kukuru- dziana | pszeniczna | ryżowa |
|---|------------------|-----------|----------|-------------------|------------|--------|
| Ilość kropeł $\frac{1}{1000}$ H ₂ SO ₄ | 7 | 5 | 4 | 3 | 4 | 3—4 |

to działanie amyłazy będzie energiczniejsze, a ilość scukrowanej skrobi większa.

| S k r o b i a | niepodkwaszona | podkwaszona |
|---------------|----------------|----------------|
| ziemniaczana | 78 mg. cukru | 91,7 mg. cukru |
| ryżowa | 79 " | 88,1 " |
| kukurudziana | 81,9 " | 89,1 " |
| pszeniczna | 82,0 " | 85,7 " |
| grochowa | 78,6 " | 91,5 " |
| maniokowa | 75,0 " | 92,2 " |

maltozy otrzymanej
w cieplecie 60° C.

Wpływ ukwaszenia jest tak znaczny, że jak wykazują spostrzeżenia Fernbacha i Wolffa, może amyłaza w zu-

pełności i z łatwością zamienić taką skrobię na cukier maltozę i tak:

| Czas dzia- łania w go- dzinach | I skrobia | | Czas dzia- łania w go- dzinach | II skrobia | |
|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| | bez do- datku kwasu | zobojęt- niona kwasem | | bez do- datku kwasu | zobojęt- niona kwasem |
| 2 | 82,1 mg. | 86,8 mg. | 1 | 81,4 mg. | 81,7 mg. |
| 4 | 84,6 " | 89,0 " | 3½ | 86,8 " | 91,0 " |
| 22 | 89,9 " | 100,1 " | 5½ | 91,0 " | 93,9 " |
| 46 | 93,9 " | 102,7 " | 7½ | 92,4 " | 94,4 " |
| 94 | 103,0 " | 103,8 " | 10½ | 96,9 " | 100,4 " |
| — | — | — | 22½ | 97,8 " | 101,5 " |
| — | — | — | 47½ | 101,2 " | 103,2 " |

Znaczniejsze ilości kwasu działają na proces cukrowania osłabiająco, jak to wynika z badań Kieldahla:

| | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Na 100 cm. ³ kleiku skro- biowego do- dano kwasu siarkowego w g. | 0 | 1 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 6 | 10 |
| Ilość wytworzonego cu- kru w g. | 0,44 | 0,47 | 0,49 | 0,48 | 0,43 | 0,27 | 0,13 | 0,02 | 0,01 |

Większe zatem dawki jakiegokolwiek kwasu, mogą w zupełności powstrzymać proces cukrowania.

Według badań Müller-Thurgaua, kwas węglowy okazuje się dla procesu cukrowania korzystnym, gdyż wywiera wpływ pobudzający.

Wolny kwas fluorowodorowy w drobnych dawkach, potrzebnych do powstrzymania rozwoju bakterii kwasu mlekowego i masłowego, jest dla procesu cukrowania, według Effronta, w niskich ciepłotach korzystny, w ciepłocie 30° C. bez wpływu, a dopiero w 55° C. okazuje się szkodliwy.

Szczególniejsze zachowanie się amylazy wobec kwasów, jest dla praktyki gorzelniczej bardzo ważne. Pewną ilość kwasów znajdujemy zawsze w zacierach gorzelniczych i oto ten kwas, jak wynika z powyższych spostrzeżeń, nie tylko nie jest szkodliwy, lecz wręcz przeciwnie okazuje się nawet korzystny, gdyż działa pobudzająco na proces cukrowania. Natomiast większe ilości kwasu, czy to rozmyślnie do zacieru dodane, czy też powstałe wskutek zakażenia, wpływają na amylazę osłabiająco, a nawet niszcząco, co pociąga za sobą gorsze lub złe odfermentowanie.

Cały szereg soli i związków organicznych, zwłaszcza o charakterze kwaśnym, działają na amylazę korzystnie. Szczególnie dobrymi okazały się sole fluorowe i fosforowe. Według Maquenna roztwór amylazy, którego siła enzymatyczna w ciągu trzech dni opadła na 21,7%, przy zadaniu fluorku potasu, okazuje w tym samym czasie 92,3% pierwotnej siły. Być może, że w tym wypadku chodzi również i o ochronę amylazy przed rozwojem szkodliwych drobnoustrojów; wszystkie bowiem fluorki działają silnie odkażająco i chronią rozczyły przed rozwojem drobnoustrojów.

Podobnie korzystny wpływ wywiera asparagina, jako też i cały szereg amidokwasów.

Somlo stwierdził korzystny wpływ małych dawek formaliny, co jednak nie zgadza się z naszymi badaniami.

Sole obojętne wapniowców, jako też potasowców, są bez wpływu na amylazę.

Sole metali ciężkich, szczególnie: ołowiu, cynku, żelaza, a przede wszystkim rtęci (sublimat) są bezwarunkowo

szkodliwe. Również związki tego rodzaju jak: kwas salicylowy, tanina, kwas azotawy, chloroform, benzol, alkohol, działają, zwłaszcza w większej ilości, uszkadzająco.

Wolne alkalia, jako też węglany, wogóle związki o charakterze silnie alkalicznym, jak: soda, potaż, działają niszcząco już w małych dawkach.

Wpływ wszystkich związków chemicznych, zależy nie tylko od ich charakteru i ilości, ale przede wszystkim od ciepłoty w jakiej działają na amylazę. Dawki bowiem, które w zwyczajnej ciepłocie są prawie bez wpływu i zaledwie zaznaczają ujemne działanie, w ciepłocie około 60° C. są już szkodliwe.

Porównując amylazę rozmaitego pochodzenia, przede wszystkim rozmaitych zbóż, dochodzą Lintner i Baranecki do przekonania, że pochodzenie amylazy niema wpływu na jej siłę. Szilagyi jest innego poglądu i przyjmuje, że np. amylaza owsa jest słabszą od jęczmiennej. Według naszych spostrzeżeń, energia działania zależy od ilości amylazy, będącej w roztworze, jako też substancji jej towarzyszących, które mogą wywierać wpływ bądź to osłabiający, bądź też pobudzający, natomiast nie jest zależną od pochodzenia amylazy.

Proces działania amylazy.

Proces enzymatycznego działania amylazy na skrobię, nie jest do obecnej chwili należycie wyjaśniony. Wiemy tylko napewno, że amylaza działa na skrobię rozpuszczając ją i że tę rozpuszczoną skrobię, po przez szereg dekstryn przeprowadza na cukier maltozę. W jaki jednak sposób ten proces odbudowy skrobi następuje, to nie jest jeszcze wyjaśnione bez zarzutu, a różni autorzy starają się tłómaczyć ten proces w rozmaity sposób.

Jeżeli działanie amylazy na skrobię, będziemy śledzić przy pomocy roztworu jodu, to zauważymy następujący szereg barw: skrobia nierozpuszczona barwi się z jodem na kolor niebieski. Pod wpływem amylazy przeprowadzona

skrobia w stan płynny, zatrzymuje nadal barwę niebieską. Przy dalszem działaniu amylazy, otrzymane rozczyiny barwią się z jodem: naprzód na kolor niebiesko-fioletowy, dalej fioletowy, czerwono-fioletowy, następnie brunatno-czerwony, wreszcie krwisto-czerwony, który stopniowo blednie, przechodząc w różowy, poczem w żółty. Każdemu charakterystycznemu zabarwieniu odpowiada pewne indywiduum chemiczne, produkt odbudowy skrobi, powstały drogą hydrolizy i tak:

1. Niebiesko barwi się skrobia rozpuszczona. Stanowi ona pierwszy produkt odbudowy gałeczki skrobi; nie ulega fermentacji ani pod wpływem drożdży, ani pleśniaków.

2. Również kolorem niebieskim barwi się, dalszy produkt odbudowy skrobi, pierwsza o wielkiej cząsteczce dekstryna, »amylodekstryna«. Nie ulega działaniu drożdży, natomiast fermentuje pod wpływem pleśni »Amylomyces«.

3. Czerwono barwią się »erytrodekstryny«, których jest prawdopodobnie kilka.

4. Barwy: niebiesko-fioletowa, fioletowa, fioletowo-czerwona i brunatno-czerwona, wskazują na obecność co najmniej dwóch różnych dekstryn t. j. amylodekstryn barwiących się niebiesko i erytrodekstryn — czerwono. Zależnie od ilości w rozczyinie amylodekstryn w stosunku do innych dekstryn, kolor niebieski będzie występował wyraźniej lub też słabiej.

5. Żółto barwią się »achrodekstryny«, których jest również kilka. Związki te ulegają fermentacji pod wpływem drożdży Pombe.

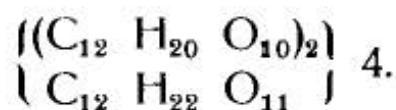
6. Słabnięcie koloru czerwonego, więc odcień różowy, wskazuje, że w rozczyinie jest coraz mniej erytrodekstryn, które przechodzą na »achrodekstryny«.

7. Następnym produktem odbudowy są już dekstryny proste, nazwane przez Browna i Morrisa »maltodekstrynami«, a przez Piora i Weigmanna »achrodekstrynami Nr. 3«. Związki te nie barwią się z jodem, a ulegają fermentacji już pod wpływem silnych drożdży gorzelniczych.

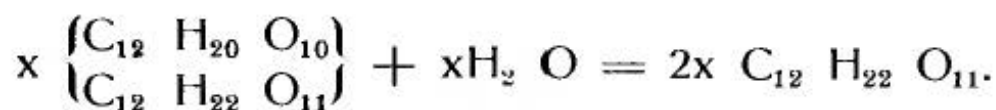
8. Wreszcie końcowym produktem odbudowy skrobi jest cukier maltoza, która łatwo ulega fermentacji drożdżom gorzelnicznym, natomiast drożdże »Apikulatus« pozostawiają ją bez zmiany.

Według hipotezy Payena, pierwszego, który stara się wytlómaczyć proces odbudowy skrobi, zamiana miała iść stopniowo w ślad schematu: skrobia — dekstryny — cukier. Poglądy te zostały wnet zaprzeczone przez Mascullusa, który zauważył, że cukier powstaje równocześnie z dekstrynami i to natychmiast, nawet w pierwszej chwili odbudowy skrobi.

Badania, prowadzone następnie przez licznych chemików, doprowadzają do wykrycia całego szeregu produktów odbudowy skrobi, na podstawie których Brown i Morris stawiają własną hipotezę działania amylazy. Według nich skrobia składa się z pięciu grup amylinowych $(C_{12} H_{20} O_{10})_{20}$. W pierwszej chwili działania amylazy, odszczepia się jedna z powyższych grup, tworząc w rezultacie dekstrynę oporną na dalsze działanie amylazy, która zamianie na maltozę ulega tylko z wielką trudnością. Do pozostałych czterech grup amylinowych, tworzących wspólną cząsteczkę, doczepia się przy dalszem działaniu cząsteczka wody, przez co powstają cztery połączone grupy amyloino-owe oraz cukier maltoza:



Przy dalszym procesie odbudowy, odszczepiają się poszczególne grupy amyloino-owe i przechodzą w pojedynczy amyloin, który stanowi Browna i Morrisa »maltodekstrynę«. Ta przez przyjęcie dalszej cząsteczki wody, przechodzi następnie w maltozę:



Teoria ta tłumaczy natychmiastowe powstawanie maltozy, oraz tworzenie się, opornych na działanie amylazy, dekstryn.

Obok Brownowskiej maltodekstryny, przyjmują inni badacze więcej dekstryn i tak: Lintner, Düll przyjmują 2 achrodekstryny, Prior — 3, a Ost nawet — 4.

Lintner zarzuca teorii Browna i Morrisa stopniowość odbudowy skrobi i przeciwstawia jej swoją hipotezę. Skrobia, według niego, pod wpływem amylazy, przyjmuje cząsteczkę wody i z tą chwilą rozpada się na szereg dekstryn. Powstałe dekstryny przyjmują dalsze cząsteczki wody i przechodzą na maltodekstryny, a wreszcie na maltozę. Działanie tutaj jest tego rodzaju, że skoro jedna cząsteczka skrobi ulegnie odbudowie, amylaza natychmiast atakuje następną itd., tak, że w roztworze mogą się znajdować równocześnie wszystkie produkty odbudowy skrobi.

Wüysmann, Pottevin i Beyerinck przyjmują w amylazie obecność dwóch enzymów, z których jeden skrobię rozpuszcza i zamienia na pierwsze dekstryny, o wielkiej cząsteczce, drugi odbudowę prowadzi dalej, po przez szereg dalszych dekstryn aż na cukier maltozę.

W najnowszych czasach Maquenne i Roux stawiają inną hipotezę hydrolizy skrobi. Przyjmują oni, że skrobia składa się z dwóch zasadniczych substancji: z amylocellulozy w ilości 80–92% i reszty amylopektyny. Pierwsza ulega szybko i łatwo odbudowie i już w niskiej ciepłocie zostaje zamienioną w zupełności na maltozę, podczas gdy amylopektyna zachowuje się bardzo opornie i tylko z trudnością ulega hydrolizie. Wobec powyższego, scukrzenie skrobi przebiegałoby w dwóch fazach: w pierwszej ulegałaby zamianie amylocelluloza, w drugiej amylopektyna.

Maltaza (Glukaza).

Maltaza jest enzymem, który działa na maltozę, oraz dekstryny i przeprowadza je na cukier dekstrozę.

Obecność enzymu działającego na maltozę zaprzeczano długi czas, jakkolwiek było wiadomem, że cukier ten nie ulega bezpośrednio fermentacyi alkoholowej i że przedtem musi uleść rozszczepieniu na cukier gronowy.

W r. 1880 ogłaszają Brown i Morris spostrzeżenia, odnoszące się do trawiącego działania jelit. Błona jelitowa świń, dostarcza wyciągu, który hydrolizuje cukier maltozę, zamieniając go na dekstrozę. Spostrzeżenia Browna zostają następnie potwierdzone przez Meringa. Nieco później, Emil Bourguelot konstatuje to samo, przy doświadczeniu z królikami i poszerza je badaniami pleśniaków. Grzybnia *Aspergillus nigra*, roztarta i zalana wodą, daje wyciąg, który hydrolizuje cukier maltozę. Następnie zauważył on, że drożdże, dodane do roztworu cukru maltozy, a powstrzymane w rozwoju chloroformem, zachowują się w szczególny sposób, gdyż roztwór cukru wykazywał zmniejszenie się kąta skręcenia płaszczyzny spolaryzowanego światła, jako też zwiększenie się zdolności redukowania roztworu Fehlinga. Oba zjawiska wskazywały na hydrolizę maltozy. Z tego wynika, że i w drożdżach znajduje się specjalny enzym, rozszczepiający cukier maltozę na dekstrozę, nazwany przez Bourguelota maltazą. Obecność maltazy w drożdżach została następnie potwierdzoną przez E. Fischera.

W r. 1885 wykrywa Cuisinier w ziarnach zboża, jako też w słodzie jęczmiennym, obecność enzymu hydrolizującego maltozę, który nazwał glukazą. Gedult stwierdza obecność maltazy w kukurudzy i to w wielkiej ilości. Dalsi badacze jak Lintner, Kröber, Issaew, Beyerinck wykazują, że maltaza występuje w świecie roślinnym bardzo często. W zbożu spotykamy ją częścią w formie rozpuszczalnej, częścią w formie nierozpuszczalnej. W słodzie tylko w formie rozpuszczalnej.

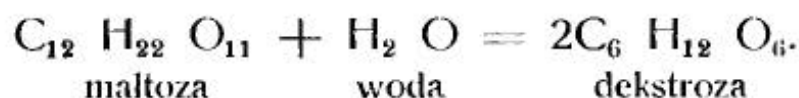
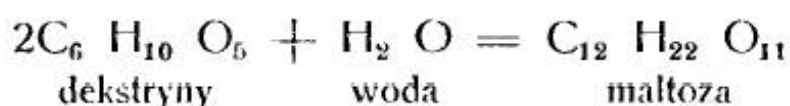
Nietylko w świecie roślinnym, lecz jak wykazują badania Röhmanna, Biała, Hamburgera, Herona i innych, znajduje się maltaza również i w świecie zwierzęcym, jak:

krwi, limfie, wątrobie, ślinie, nerkach, jelitach. Béchamps stwierdza jej obecność również i w moczu.

Maltazę można otrzymać najlepiej z kukurudzy, ku czemu podaje Beyerinck następujący sposób:

3¹/₂ kg. odfłuszczonej i od łupek uwolnionej kukurudzy, zalewa się 5 litrami wody, zawierającej 500 cm.³ alkoholu 96% i dwa gramy kwasu winnego. Po 30 godzinach trzymania w ciepłocie pokojowej, sączy się do klarowności, a otrzymane w tych warunkach 4¹/₂ litry przesączu, zadaje się taką samą ilością 96% alkoholu. Otrzymany osad wytrąconej maltazy, przemywa się wodą, zawierającą w 1 litrze trochę alkoholu i 0,4 gr. kwasu winnego. Osad częściowo rozpuszcza się, zaś pozostałość nierozpuszczoną zbiera się na sączku, jako czystą maltazę.

Maltaza zupełnie nie działa na skrobię sklejstrowaną, a tylko bardzo wolno na skrobię rozpuszczoną; natomiast wszystkie dekstryny ulegają jej hydrolizie na dekstrozę, jednak różnie szybko. Pierwsze dekstryny o wielkiej cząsteczce, ulegają temu działaniu trudno, dalsze dekstryny o mniejszej cząsteczce, już stosunkowo łatwo, ostatnie nawet bardzo łatwo:



Już Bourguelot zauważył obecność maltazy w drożdżach. Dalsze badania Fischera, Lindnera, Willa wskazują, że w drożdżach silnie fermentujących, znajduje się zawsze znaczniejsza ilość enzymu maltazy, którą przytrzymuje komórka drożdżowa, z tak wielką siłą, że tylko z trudnością przechodzi do otaczającej drożdże cieczy. Aby więc wydobyc z drożdży lub pleśniaków maltazę, trzeba je starannie

rozetrzeć z pumeksem i piaskiem szklannym, poczem dopiero wyługować wodą. Łatwiej otrzymuje się maltazę przez wysuszenie drożdży w ciepłocie 40° C. i następne wyługowanie wodą.

Lintner i Kröber badali dwu-godzinne działanie maltazy drożdżowej na cukier maltozę w różnych ciepłotach:

| Ciepłota działania maltazy. | Ilość wytworzonej dekstrozy. |
|-----------------------------|------------------------------|
| 35° C. | 2,90 gr. |
| 40° C. | 3,09 « |
| 45° C. | 2,08 « |

Według tych badań, najkorzystniejszą ciepłotą byłoby 40° C. Z tem jednak nie zgadza się Cuisinier, gdyż jego preparaty otrzymane z kukurudzy, działają najlepiej w ciepłocie 56—60° C., co więc wskazuje, że najkorzystniejsza ciepłota działania maltazy zależy od jej pochodzenia i waha się między 40—60° C. Powyżej 60° C. zostaje maltaza zniszczoną.

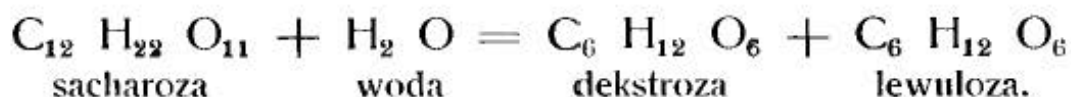
Związki chemiczne działają na maltazę, podobnie, jak i na amylazę.

Ponieważ, jak wykazano poprzednio, maltaza drożdży prawie zupełnie nie przechodzi do roztworu, przeto odbudowa cukru maltozy i dekstryn, musi odbywać się wewnątrz komórki drożdżowej. Siła fermentacyjna drożdży będzie więc zależała w znacznej części od ich zawartości w enzym maltazę, gdyż wówczas przerobią z łatwością nawet słabo odbudowane dekstryny. Gorzelnie ziemniaczano-zbożowe powinny przeto pracować drożdżami, które z łatwością przerabiają dekstryny, zatem wytwarzają wiele enzymu maltazy.

Cukraza (inwertyn lub inwertaza).

Cukraza jest enzymem, który rozszczepia drogą hydrolizy cukier zwyczajny, sacharozę, na cukier inwertowy;

do cząsteczki sacharozy dorzuca cząsteczkę wody i rozszczepia na cukier dekstrozę i lewulozę.



Odkrycie cukrazy zawdzięczamy Döbereinerowi i Mitscherlichowi, którzy zauważyli jej obecność w drożdżach. W roku 1860 Berthelot wydzielił ten enzym z drożdży. Sacharoza nie ulega bezpośrednio fermentacji, lecz przedtem musi zostać rozszczepioną. Hydrolizę tę powoduje cukraza, enzym, który z komórek drożdżowych z łatwością przechodzi do wody.

Obok drożdży występuje cukraza, jak wykazują badania Béchamps'a, również u całego szeregu pleśniaków. Johansen zauważył ją w kielkującej pszenicy, zaś Brown, Heron i inni, w słodzie jęczmiennym, jako też i innych gatunkach zboża. W bakterjach, zauważył cukrazę Montisano, jako też i inni.

Podobnie jak w świecie roślinnym, spotykamy cukrazę bardzo obficie i w świecie zwierzęcym. Bernard wykazał jej obecność w krwi, nerkach, a nawet w moczu. Dalsze badania wskazują, że znachodzi się ona również w organach trawiących rozmaitych zwierząt, jak: królików psów, ptaków itp. Wogóle cukraza należy również do jednych z najczęściej spotykanych enzymów.

Otrzymanie i skład chemiczny cukrazy.

Cukrazę można otrzymać w rozmaity sposób i z różnego materiału. Jeżeli drożdże, które stanowią bardzo dogodny materiał, rozrobimy wodą i zadamy kilku kroplami chloroformu, tak by zostały tylko częściowo zabite, to po pewnym czasie, odsączony roztwór wodny wykazuje zdolność inwertowania cukru — widocznie więc cukraza przeszła do roztworu. Hoppe-Seyler, zabija drożdże eterem, a następnie ługuje wodą, z której zapomocą alkoholu wy-

trąca cukrazę. Gumming wyciąga cukrazę z przemytych drożdży zapomocą gliceryny.

Bardzo dobrą metodę zastosowali Zulkowski i König. Przemyte alkoholem drożdże, wysuszyli w niskiej ciepłocie, poczem je sproszkowali i wyługowali wodą. Po przesączeniu, wytrącono cukrazę eterem. Zebrany osad wyługowano małą ilością wody, z której wytrącono enzym zapomocą alkoholu. Tak otrzymana cukraza, wysuszona w niskiej ciepłocie, przedstawia się jako ciało białe, w wodzie łatwo rozpuszczalne, działające silnie rozszczepiająco na cukier sacharozę.

O składzie chemicznym cukrazy wiemy stosunkowo jeszcze nie wiele. Wprawdzie nowsze, dokładniejsze metody wykazały, że pierwsze preparaty były zanieczyszczone przez węglowodany, — gumy — przecież mimo to i obecnie nie zdołano je w całości usunąć, jak to wynika z prac Wróblewskiego i Salkowskiego. Najczystsze preparaty cukrazy nie dają wprawdzie reakcyi na białko, przecież analiza elementarna wykazuje zawsze obecność azotu. Według Donatta i Bartha skład chemiczny cukrazy jest następujący:

$$\begin{aligned} \text{C} &= 40,5 & - & 46,4\% \\ \text{H} &= 6,6 & - & 8,4\% \\ \text{N} &= 3,6 & - & 9,4\% \end{aligned}$$

Według dzisiejszego stanu badań z całą pewnością przyjąć można, że cukraza jakkolwiek jest związkim azotowym, przecież nie może być zaliczoną do ciał białkowych.

Wpływ ciepłoty, ilości i czasu na działanie cukrazy.

Jak przy innych enzymach, również i przy cukrazie, widzi się wielką zależność jej działania od ciepłoty. Effront, przy działaniu cukrazy na 20% roztwór sacharozy przez 1 godzinę, otrzymuje następujące ilości cukru inwertowego:

| | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ciepłota działania °C. | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| Ilość cukru inwertowego w gr. | | 0,05 | 0,11 | 0,18 | 0,35 | 0,40 | 1,65 | 2,20 | 2,10 |

Najkorzystniejszą ciepłotą działania cukrazy okazuje się według tych badań 50° C. Według Kieldahla jest nią 52° C., zaś według O'Sullivan i Tompsona 55 – 60° C. Widać więc z tego, że ciepłota najkorzystniejszego działania waha się między 50 – 60° C., zależnie od jakości preparatu, oraz stężenia roztworu cukru, na który działa. Powyżej 60° C. cukraza szybko słabnie, w 65° C. niszczy w przeciągu 1 godziny, zaś w 75° C. natychmiast.

Podobnie jak przy amylazie, również i przy cukrazie, daje się zauważyć wpływ ochronny cukrów. Przy ich obecności, cukraza znosi ciepłotę o 20° C. wyższą, aniżeli w czystym roztworze wodnym. Cukraza znajdująca się w komórkach drożdżowych, po ich wysuszeniu w niskiej ciepłocie, znosi bez uszkodzenia ciepłotę 105° C.

Cukraza jest enzymem bardzo energicznym. Według Duclaux, 1 część enzymu inwertuje 4000 części sacharozy. O'Sullivan i Tompson mieli silniejszy preparat, którego 1 część inwertowała 100.000 części sacharozy. Mimo tak energicznego działania, proces inwersji nawet w korzystnej ciepłocie, przebiega stosunkowo bardzo wolno.

Według Effronta 1 cm.³ cukrazy, wytwarza w 10% roztworze sacharozy przy 50° C. następujące ilości cukru inwertowego:

| | | | | | | | |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Czas działania w godzinach | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 | 20 |
| Ilość cukru inwertowego w gr. | 0,20 | 0,41 | 0,60 | 0,80 | 0,97 | 1,72 | 3,12 |

Cyfry te wskazują, że ilość tworzącego się cukru inwertowego pozostaje początkowo w stosunku proporcjonalnym do czasu działania (do 5-ciu godzin), t. j. skoro zostanie zinvertowane około 20^o/_o użytej sacharozy, potem działanie to słabnie coraz więcej. Widocznie więc, podobnie, jak przy innych enzymach, produkty rozkładu powstrzymują proces inwersji sacharozy.

Wpływ związków chemicznych na cukrazę

Drobne ilości kwasów wpływają w wysokim stopniu pobudzająco na działanie cukrazy, natomiast większe — działają szkodliwie. Według Fernbacha wpływ ten jest zależny od jakości kwasu i tak:

| | Ilość gr. w 1 litrze działa: | |
|-------------------|------------------------------|------------|
| | korzystnie | szkodliwie |
| Kwasu siarczanego | 0,025 | 0,2 |
| « winnego | 1,00 | 2,00 |
| « szczawowego | 0,066 | 0,10 |
| « bursztynowego | 2,00 | 4,00 |
| « mlecznego | 5,00 | 10,00 |
| « octowego | 10,00 | 50,00. |

Również i pochodzenie cukrazy nie jest bez wpływu. Fernbach użył dla porównania, trzy różne rasy drożdżowe i obserwował ich zdolność rozszczepiania cukru sacharozy, wobec rozmaitych dawek kwasu octowego:

| Ilość kwasu octowego w gramach w 1 litrze. | Ilość cukru inwertowego wytworzonego przez drożdże w gramach. | | |
|--|---|----------------------------|------------|
| | D r o ż d ż e: | | |
| | Szampańskie. | Saccharomyces-Pastorianus. | Pale-Alle. |
| 0 | 38,3 | 29,7 | 18,8 |
| 0,02 | 38,7 | 31,9 | 19,8 |
| 0,05 | 63,9 | 32,4 | 22,3 |

| Ilość kwasu octowego w gramach w 1 litrze. | Ilość cukru inwertowego wytworzonego przez drożdże w gramach. | | |
|--|---|----------------------------|------------|
| | D r o ż d ż e: | | |
| | Szampańskie. | Saccharomyces-Pastorianus. | Pale-Alle. |
| 0,1 | 74,3 | 32,4 | 25,5 |
| 0,2 | 79,4 | 32,9 | 28,3 |
| 0,5 | 78,4 | 33,0 | 29,4 |
| 1,0 | 77,5 | 31,3 | 28,9 |
| 2,0 | 71,9 | 29,6 | 27,6 |
| 10,0 | 50,4 | — | — |

Alkalia i węglany alkaliczne działają na cukrazę szkodliwie.

Sublimat, jako też i inne sole metali ciężkich, działają wogóle szkodliwie; chloroform, eter, alkohol okazują się niekorzystne już w małych ilościach, a chlorek wapna — nawet bardzo szkodliwy. Natomiast chlorek sodowy i potasowy, jako też bezwodnik węglowy działają korzystnie.

Światło słoneczne działa wogóle niekorzystnie. Najsilniej działają promienie ultrafioletowe. Wpływ promieni słonecznych okazuje się silniejszy wobec rozczyńców podkwaszonych i przy ich równoczesnem zetknięciu się z tlenem powietrza, natomiast w atmosferze beztlenowej i w rozczyinach słabo alkalicznych, jest on mniejszy szkodliwy. Rozczyny cukrazy należy zatem przechowywać w ciemności i w atmosferze beztlenowej.

Cukraza działa nie tylko na sacharozę, lecz także i na cukier melitriozę (rafinozę), który rozszczepia na melibiozę i fruktozę:



Cukraza posiada wielkie znaczenie dla przemysłu fermentacyjnego. Drożdże, które zawierają wiele enzymu cu-

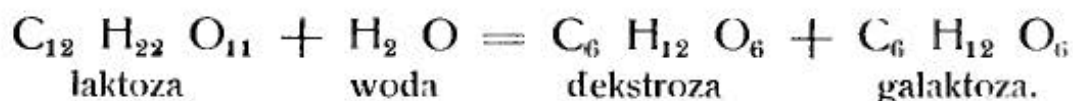
krazy, mogą z łatwością przerabiać sacharozę, co dla gorzelnictwa melasowego jest bardzo ważne. Ponieważ w melasach znachodzi się często znaczna ilość cukru rafinozy, który również ulega rozpadowi pod wpływem cukrazy, przeto łatwa fermentacja melasy będzie w pierwszym rzędzie zależęć od jakości drożdży. W gorzelnictwie melasowym dobór odpowiedniej rasy drożdży, jest bardzo ważny, gdyż od tego zależy w wysokim stopniu przebieg fermentacji melasy.

Laktaza i melibiaza.

Laktaza została odkrytą przez Beyerincka, w drożdżach mlekowych, również spotykamy ją u bakterji. U roślin wyższych, laktazy dotychczas niezauważono, natomiast Röhmann i Lappe znaleźli ją w organizmie zwierzęcym, mianowicie w jelitach i błonie śluzowej.

Wiadomości nasze o laktazie są bardzo szczupłe. Komórki drożdżowe, w których ją wykryto, zatrzymują laktazę tak silnie, że aby ją otrzymać, trzeba komórki drożdżowe zabić, przez roztrącenie z delikatnym piaskiem, poczem otrzymaną masę wylugować wodą. Wyciągi wodne komórek żyjących, enzymu tego nie zawierają.

Laktaza działa na cukier mlekowy, który rozszczepia na cukier dekstrozę i galaktozę:



Najkorzystniejsza ciepłota działania laktazy leży około 39° C. Według badań Fischera i Amstronga, powoduje laktaza w stężonym roztworze dekstrozy i galaktozy w ciepłocie 35° C. ponowne tworzenie się dwusacharydu, cukru izolaktozy. Mamy więc tutaj do czynienia z procesem odwrotnego działania enzymów (rewersyjnym).

Laktaza posiada pewne znaczenie w przemyśle fermentacyjnym, przy wyrobie napojów alkoholowych, ku-

mysu i kefiru. Cukier mleczny, mleka krowiego i kobylego ulega fermentacji pod działaniem specjalnych ras drożdżowych, zawierających enzym laktazę, dostarczając w rezultacie wspomnianych napojów.

Melibiaza jest enzymem działającym na cukier melibiozę, rozszczepiając go na dekstrozę i galaktozę.



Melibiaza została odkryta przez Baua w drożdżach fermentacji dolnej, natomiast w drożdżach fermentacji górnej, spotyka się ją tylko wyjątkowo. Ponieważ cukier melibioza, powstaje z cukru rafinozy, znachodzącego się nie raz w wielkiej ilości w melasie, przeto drożdże zawierające enzym melibiazę, są dla gorzelnictwa melasowego bardzo skuteczne, gdyż będą fermentować melasę łatwo i szybko.

Obecność melibiazy w drożdżach, służy jako podstawa do rozpoznania, czy drożdże należą do typu górnej, czy też dolnej fermentacji.

Lipaza.

Działaniem enzymów, zwanych ogólnie lipazami, rozpadają się tłuszcze na glicerynę i wolne kwasy. Pierwsze spostrzeżenia nad zachowaniem się tłuszczów w organizmie żywym czyni Eberle, które następnie poszerza Bernard. Lipaza występuje w jelitach, żołądku, krwi itd. Również bardzo często spotykamy ją w świecie roślinnym, zwłaszcza w nasionach zawierających wiele tłuszczu. W niektórych roślinach, jak w nasionach gorzycy, znachodzi się w tak znacznej ilości, że można ją stamtąd wydobyć i zastosować w technice do rozszczepiania tłuszczu zwierzęcego. Wreszcie spotykamy ją u pleśniaków, a według Laksa także i w drożdżach i to wcale wielkiej ilości.

Lipaza roślinna działa najkorzystniej w ciepłocie około 40° C. Małe ilości kwasu działają na lipazę pobudzająco

i tak: parę gramów odoliwionej mąki nasion rycynusowych, przy dodaniu 5 gr. $\frac{1}{10}$ ‰ kwasu siarczanego rozszczepiają w 4 dniach 25 gr. tłuszczu. Bez dodatku kwasu rozkład ten idzie bardzo wolno i trwa kilka tygodni.

Glicerydy wyższych kwasów ulegają łatwiej rozszczepieniu, aniżeli kwasów niższych. Fokin badał lipazy rozmaitych nasion i znajduje, że różnią się między sobą siłą działania.

Lipaza zwierzęca zdaje się być różną od roślinnej. Jej najkorzystniejsza ciepłota działania leży około 50° C.

Obecność lipazy w drożdżach, tłumaczy powstawanie gliceryny, podczas fermentacji alkoholowej. Według Buchnera gliceryna powstaje również i przy fermentacji, wywołanej sokiem wytłoczonym z drożdży, co wskazuje, że do tego soku przechodzi również i lipaza.

Lipaza obok zdolności rozszczepiania posiada także możliwość działania syntetycznego (rewersyjnego). Hauriat zauważył działanie syntetyczne lipazy, skoro zmieszano ją w ciepłocie 37° C. z roztynem wodnym gliceryny z kwasem masłowym. W tych warunkach powstawał trójbutylin. Działanie to syntetyczne jest u lipazy tak silnie rozwinięte, iż niektórzy badacze przypuszczają, że tłuszcze powstają właśnie tą drogą. Tworzenie się estrów woniejących, podczas fermentacji, jakie powstają działaniem niektórych ras drożdżowych, jest prawdopodobnie również wynikiem syntetycznego działania lipazy.

Peptaza (pepsyna).

Enzymów działających na białko znamy kilka, z tych, w produktach przerabianych w gorzelnictwie, spotykamy peptazę i tryptazę.

Już w XVII wieku Spallanzani zwrócił uwagę na obecność w soku żołądkowym enzymu trawiącego białko. Badania te w r. 1837 powtórzone i poszerzone przez Eberlega i Schwanna, a następnie przez szereg innych badaczy, wykazują, że peptaza występuje często w świecie

zwierzęcym. W r. 1874 Lintner zauważył obecność peptazy w słodzie jęczmiennym, następnie Windisch i Schellhorn, a także i Weiss, przenoszą te badania na szereg innych zbóż i roślin, które wykazują, że peptaza jest również rozpowszechnioną i w świecie roślinnym; w większej ilości można ją spotkać u drobnoustrojów jak: pleśniaków i bakterii, mniej u drożdżaków. W zbożu nieskiełkowanym spotykamy mało peptazy, lecz można jej ilość łatwo podnieść przez kielkowanie. Suszenie słodu, zwłaszcza w wyższej ciepłocie, obniża i to silnie zawartość peptazy, przez co sól suszony jest w nią ubogi.

Peptaza działa na ciała białkowe i zamienia je na acidalbuminy, albumozy i peptony. Energia peptonizująca jest zależną od ciepłoty i obecnego w roztworze kwasu. Najkorzystniejsza ciepłota działania leży około 50° C.; zaś powyżej 70° C. peptaza niszczy. Przy niższej ciepłocie peptonizacja przebiega wolniej, zato powoduje silniejszą, dalej idącą odbudowę białka; odwrotnie w wyższej ciepłocie peptonizacja kroczy szybciej, zato białko ulega słabszej odbudowie. Małe dawki kwasu wpływają na peptazę roślinną pobudzająco, większe szkodliwie.

Tryptaza (trypsyna).

Tryptazę odkrył Kühne w r. 1874; bliżej została zbadana przez Willa, Hahna, Gereta i innych. Występuje tak w świecie zwierzęcym jak i roślinnym i to daleko częściej jak peptaza. U zwierząt spotykamy ją w większej ilości w soku jelit.

Tryptaza działa energicznie na ciała białkowe i zamienia je, po przez albumozy i peptony, na aminy i amidy. Atakuje również związki nukleinowe, wydzielając z nich zasady nukleinowe, czego nie czyni peptaza; jest więc od tej silniejszą. O działaniu proteolitycznym tryptazy, można się łatwo przekonać, gdyż już w początkowym działaniu wydzielają się obficie leucyna i tyrozyna, produkty rozkładu białka, czego się nie widzi przy działaniu peptazy.

Najkorzystniejsza ciepłota działania tryptazy leży około 55° C., powyżej tej ciepłoty działanie jej szybko słabnie, a wreszcie niszczeje około 80° C.

Obok ciepłoty wielki wpływ wywierają także i produkty odbudowy białka, które w miarę gromadzenia się osłabiają proteozę, a wreszcie wstrzymują ją w zupełności.

Rozkład białka można jednak przeprowadzić do końca, jeżeli związki aminowe, ostateczne produkty rozkładu, będziemy w miarę ich powstawania usuwać n. p. drogą dyalizy.

Enzymy trawiące białko, więc tak peptaza jak i tryptaza, odgrywają ważną rolę w przyrodzie. One bowiem umożliwiają przez rozkład ciał białkowych odżywianie się roślin i zwierząt. Komórka do swego życia, obok innych pokarmów, potrzebuje związków azotowych, z których może użyć tylko związki rozpuszczalne w wodzie, więc przenikające jej błonę. Białko i szereg związków pokrewnych, jako posiadające wielką cząsteczkę, nie mogą przenikać przez błonę, a tem samem odżywiać komórkę. Tu przychodzą z pomocą enzymy proteolityczne, które wydzielone przez żywą komórkę, rozszczepiają białko i związki pokrewne, przeprowadzając je na związki proste, przenikające błonę, zatem na łatwo przyswajalne pożywienie azotowe. Komórka, która tych tryptycznych enzymów nie posiada, nie może czerpać pożywienia azotowego z białka.

W organizmie ludzkim znajdujemy oba enzymy. W soku żołądkowym znajduje się peptaza i działa w odczynie kwaśnym; w soku jelit, zatem w odczynie alkalicznym — tryptaza. Dzięki ich obecności i zgodnemu działaniu, złożone ciała białkowe jak: mięso, mleko itp. organy nasze trawia, t. z. działaniem powyższych enzymów rozkładają na związki proste, przenikające błonę, które organizm łatwo wchłania jako przystępne pożywienie azotowe.

Zaciery gorzelnicze zawierają liczne złożone ciała azotowe. Dzięki enzymom tryptycznym siodu, związki te ulegają rozkładowi podczas procesu cukrowania, przez co

otrzymuje się dobre pożywienie azotowe dla drożdży. Energia bowiem rozwoju i działania drożdży zależy do pewnego stopnia od ilości łatwo przyswajalnych związków azotowych, przeto im więcej ich w roztworze, tem przebieg fermentacji jest korzystniejszy.

Antiproteaza.

W roku 1910 Buchner i Haehn zauważyli, że gotowany sok wytłoczony z drożdży (patrz zymazę), dodany do świeżego soku, chroni tenże przed działaniem niszczącym tryptazy. Podobnie żelatyna, sernik mleka i inne ciała białkowe chronią sok drożdżowy, przed trawiacem działaniem enzymów tryptycznych. Z badań tych wynika, że w gotowanym soku wytłoczonym z drożdży znajduje się substancja, nazwana przez wspomnianych autorów antiproteazą, która chroni ciała białkowe przed działaniem proteolitycznym.

Antiproteazę można otrzymać przez wygotowanie drożdży lub soku wytłoczonego z drożdży, albo przez wylugowanie zimną wodą drożdży acetonowych i zagęszczenie tegoż wodnego roztworu w próżni, albo też wreszcie przez wytrącenie jej z roztworu mieszaniną alkoholu i eteru. W otrzymanych preparatach obok antiproteazy znajduje się ko-enzym (patrz niżej), od którego można ją oddzielić przez kilkogodzinne gotowanie z odwróconą chłodnicą, lub przez ogrzewanie z rozcieńczonymi kwasami, albo też działaniem węglanu potasowego w 37° C. W tych warunkach ko-enzym ginie, a antiproteaza zostaje.

Antiproteaza jest bardzo trwałą, znosi ciepłotę gotowania, a niszczy dopiero przez ogrzewanie pod ciśnieniem z przegrzaną parą wodną, jak również działaniem lipazy rycynusowej. Jest więc natury organiczno-fosforowo-estrowej, własnościami podobna do koenzymu.

Działanie ochronne antiproteazy polega zapewne na tem, że łączy się ona z odnośnym ciałem białkowym i wytwarza związek oporniejszy na rozkładowe działanie tryp-

tazy. Antiproteaza może mieć wobec powyższego wielkie znaczenie w przyrodzie.

Zymaza.

Spór, toczony przez setki lat nad istotą przyczyny fermentacji alkoholowej, został ostatecznie rozstrzygnięty przez Buchnera w r. 1896 otrzymaniem enzymu fermentacyjnego, nazwanego przez niego zymazą, który cukry, jednosacharydy, $C_6H_{12}O_6$ zamienia na alkohol i bezwodnik węgłowy.

Zymazę otrzymał Buchner z drożdży piwnych następująco: drożdże przemyte i osuszone przez wyprasowanie pod ciśnieniem 50 atm., mięsza się z taką samą ilością piasku kwarcowego oraz $\frac{1}{5}$ częścią ziemi okrzankowej i rozciera starannie. Otrzymaną ciastowatą masę poddaje się kilkakrotnemu prasowaniu pod ciśnieniem 400–500 atm., przyczem dodawano za każdym razem do wytłocznin trochę wody. W ten sposób 1 kg. drożdży dostarczył około 500 cm.³ soku.

Sok wytłoczony z drożdży, który krótko nazywać będziemy »sokiem drożdżowym«, przedstawia się jako ciecz, prawie przezroczysta, opalizująca, o przyjemnym zapachu drożdży i znacznej ilości dwutlenku węgla (CO_2). Ciężar właściwy soku wynosi 1,032–1,057, średnio 1,045–1,050, przyczem suchej substancji zawiera 8,5–14,4⁰/₀, w czem 0,82–1,75⁰/₀ azotu, a 1,3–2⁰/₀ popiołu. Ogrzany do 40° C. ścina się i wydziela gęsty osad. Odparowany w ciepłocie poniżej 35° C. i następnie wysuszony nad H_2SO_4 , przedstawia masę jednolitą, rogowatą, barwy żółtej, którą można łatwo rozetrzeć na proszek pulchny, biały, w wodzie łatwo rozpuszczalny. Sok ten, posiada enzym fermentujący, gdyż dodany do roztworu cukru, wywołuje fermentację alkoholową.

Obecność enzymu zymazy w »soku drożdżowym«, była długi czas zaprzeczana przez badaczy angielskich Maefa-

dyena, Morrisa, Rowlanda i in., którzy utrzymywali, że w »soku drożdżowym« znajdują się, jeżeli już nie bezpośrednio żyjące i rozwijające się komórki drożdżowe, to co najmniej cząsteczki żywej plazmy.

W odpowiedzi na czynione zarzuty, Buchner sączy »sok drożdżowy« przez filtry Berkefelda oraz Chamberlanda, które przez swoje pory nie przepuszczają nawet najdrobniejszych bakterii. Przesączony »sok« wywoływał również fermentację, jakkolwiek słabszą niż przed sączeniem. Widocznie więc »sok drożdżowy«, zawiera enzym powodujący fermentację, substancję o dużej cząsteczce, przez co część jej zatrzymała się na porach sączków. Zymaza nie przenika przez papier pergaminowy, co tłumaczy, dlaczego fermentacja może przebiegać tylko w łonie komórki, której błona jest dla zymazy również nieprzenikliwą i skąd można ją wydobyć, dopiero po rozdarciu tejże błony.

Obecność czynnego enzymu w »soku drożdżowym«, można rozpoznać zapomocą wody utlenionej. Świeży, rozcieńczony »sok drożdżowy«, powoduje gwałtowne wydzielanie się tlenu z wody utlenionej, czego nie czyni sok, w którym zabito zymazę zapomocą silnej trucizny np. kwasu pruskiego.

Alkohol dodany do »soku drożdżowego«, wydziela z niego osad, który również wywołuje fermentację alkoholową. 50 cm.³ »soku drożdżowego« zadanych 400 cm.³ alkoholu i 200 cm.³ eteru, wydziela osad, który, po przemyciu alkoholem i eterem, szybko odsączony i wysuszony nad kwasem siarczanym w próżni, daje pulchną białą masę. Substancja ta rozpuszcza się w wodzie tylko częściowo, a fermentację alkoholową wywołuje słabiej niż sok pierwotny.

Związki chemiczne działają na zymazę oraz »sok drożdżowy« rozmaicie. Chlorki jak: sól kuchenna (Na Cl), chlorek potasowy (K Cl), salmiak (NH₄ Cl) są w małych dawkach bez wpływu, w większych od 4% mało szkodliwe.

Więcej szkodliwe są azotany potasowców, a w wyższym stopniu chlorek wapniowy (Ca Cl_2), w przeciwieństwie do chlorku barowego, który jest znowu mało szkodliwy. Sole metali ciężkich, jak sublimat, metaarseniny, działają niszcząco już w małych dawkach, podobnie związki tego rodzaju, jak: kwas pruski, fluorek amonowy i t. p. Korzystnie działają związki fosforowe tak nieorganiczne jak i organiczne. Również pobudzająco działają związki aminowe, wreszcie drobne dawki kwasów, a także i ślady ługu żrącego, który już w dawce 0,1% osłabia fermentację, a przy 0,2% niszczy ją zupełnie.

Zymaza jest bardzo wrażliwą na ciepłość. Rozczyny wodne niszczą już przy 41°C . Wysuszona w ciepłocie niższej 35°C . w próżni, daje się przechować bez zmiany, a nawet ogrzewać do ciepłoty 100°C . bez uszkodzenia siły fermentacyjnej. Największą zdolność fermentacyjną rozwija zymaza w ciepłocie $12\text{--}14^\circ \text{C}$., powyżej tej ciepłoty wprawdzie zafermentowanie następuje pręcej, a energia fermentacyjna w pierwszej chwili jest większa, lecz przy dłuższym działaniu, szybko słabnie i ilość przefermentowanego cukru jest w rezultacie mniejsza i tak:

| W ciepłocie | Ilość wytworzonego CO_2 w gr. po godzinach | | | |
|----------------------------------|---|------|------|------|
| | 6 | 21 | 24 | 40 |
| $12\text{--}14^\circ \text{C}$. | 0,43 | 1,11 | 1,14 | 1,27 |
| 22°C . | 0,76 | 1,01 | 1,02 | 1,03 |

»Sok drożdżowy« zawiera obok zymazy, także i szereg innych enzymów, jakie znajdowały się w komórce drożdżowej. Między tymi są również lipaza, oraz enzymy

trawiące białko i związki pokrewne. Ostatnie niszczą bardzo łatwo zymazę, przez co też siła fermentacyjna »soku drożdżowego« szybko słabnie podczas przechowania, zwłaszcza w wyższej ciepłocie, a w końcu zupełnie niszczy. W niskich ciepłotach enzymy proteolityczne »soku drożdżowego« działają bardzo słabo.

Drożdże piwne wyprasowane, przy przechowaniu w ciepłocie 0—3° C. podnoszą swą siłę fermentacyjną i dnia 5-go dochodzą do największej energii, którą utrzymują bez zmiany przez 7 dni. Po upływie tego czasu siła fermentacyjna poczyną słabnąć, tak, że 36-go dnia drożdże wykazują zaledwie $\frac{1}{3}$ ich pierwotnej największej energii fermentacyjnej.

Drożdże trzymane w ciepłocie 6—7,5° C. pokazują już po 12 dniach widoczne osłabienie siły fermentacyjnej, a po 24 dniach okazują się już tak słabe, jak drożdże trzymane w 0—3° C. po 36 dniach.

Przechowanie drożdży w ciepłocie 17—18° C. powoduje tak szybkie słabnięcie ich siły fermentacyjnej, że po 8 dniach jest ona prawie zupełnie zniszczoną.

Wreszcie drożdże trzymane w ciepłocie 27,5—28,5° C. tracą zdolność fermentacyjną do 3 dni, zaś po 8 dniach są już na pół płynne.

Powyższe wskazuje, że zymaza jest enzymem bardzo wrażliwym, który bardzo łatwo ulega zniszczeniu pod wpływem enzymów tryptycznych i lipazy.

Cukier i ciała białkowate wywierają wpływ ochronny na zymazę, a stąd przebieg fermentacji w gęstych zacierach i brzeczkiach jest lepszy, jak to wykazuje następujące zestawienie.

1 gr. suchego »soku drożdżowego« rozpuszczonego w 7 cm.³ wody wobec 0,07 cm.³ toluolu w ciepłocie 23° C.:

| W roztworze sacharozy | d o s t a r c z a g r. CO ₂ p o: | | | |
|--------------------------------|---|-----------|-----------|---|
| | 8 godzin | 24 godzin | 48 godzin | 72 godzinach ogrzano na 55—60° C. i resztki CO ₂ wypędzono powietrzem (wolnym od CO ₂) |
| 10 ^o / _o | 0,14 | 0,16 | 0,17 | 0,20 |
| 15 ^o / _o | 0,16 | 0,33 | 0,34 | 0,37 |
| 20 ^o / _o | 0,14 | 0,35 | 0,40 | 0,42 |
| 25 ^o / _o | 0,13 | 0,33 | 0,43 | 0,46 |
| 30 ^o / _o | 0,11 | 0,30 | 0,43 | |
| 40 ^o / _o | 0,07 | 0,22 | 0,38 | |

Na krótki przeciąg czasu, więc po 8 godzinach, najlepiej fermentują roztwory 15^o/_o, przy fermentacji 24 godzinnej okazują się lepsze roztwory 20^o/_o, zaś przy 48 godzinach najlepiej fermentowały roztwory 20—30^o/_o. Słabnięcie fermentacji w słabych roztworach należy odnieść do niszczącego działania enzymów peptonizujących i lipazy. W roztworach tęższych, ochrona cukru jest większa, a stąd ostateczny wynik fermentacji okazał się tutaj lepszy. Wpływ chroniący cukru, widoczny jest i w tym, że »sok drożdżowy«, bardzo nietrwały, zalany równą objętością 75^o/_o roztworu sacharozy, utrzymuje swą zdolność fermentacyjną w ciepłocie pokojowej przez tydzień, zaś w lodowni przez 14 dni.

»Sok drożdżowy« fermentuje dekstrozę i lewulozę prawie z równą szybkością, jakkolwiek dekstrozę trochę lepiej. Również łatwo fermentuje sacharozę, maltozę, dekstryny, glikogen, melibiozę, natomiast skrobię i laktozę pozostawia niezmienione. Ponieważ zymaza rozszczepia tylko cukry wzoru C₆ H₁₂ O₆, przeto w komórce drożdżowej, a stąd w »soku drożdżowym« musi znajdować się cały

szereg enzymów, które przerabiają cukry złożone, na proste, jednosacharydy, przez co umożliwiają ich fermentacye.

Według teorii przy rozkładzie cukru na alkohol,



powinno powstać 54,14 części ciężarowych alkoholu, a 48,86 części ciężarowych bezwodnika węglowego. W rzeczywistości powstaje tylko 50,4 części alkoholu, co wskazuje, że nie cała ilość cukru ulega zamianie na alkohol. Badania Buchnera i Rappa wykazują, że podczas fermentacji alkoholowej »soku drożdżowego« obok produktów głównych alkoholu i bezwodnika węglowego, powstają także i to stale: gliceryna w granicach 3—8⁰/₀ przerobionego cukru, dalej kwas octowy do 0,3⁰/₀, kwas bursztynowy, a prawdopodobnie i oleje fuzlowe. Obok powyższych można nieraz zauważyć kwas mlekowy, co dało powód do przypuszczenia, że jest on produktem przejściowym fermentacji alkoholowej.

Fermentacja alkoholowa nie jest zatem tak prostą, jak to pierwotnie przypuszczano. Pewnem jest dzisiaj, że nie cała ilość cukru zostaje zamieniona na alkohol, lecz, że obok niego powstają i inne produkty. Te składniki fermentacji, zwłaszcza kwas mlekowy, były przyczyną do przedstawienia przebiegu fermentacji w ten sposób, by kwas mlekowy był produktem pośrednim, a zarazem by tłómaczył powstawanie towarzyszących produktów fermentacji alkoholowej. Obecnie poglądy te uległy zmianie, zwłaszcza z chwilą kiedy Harden i Joung wykazali, że zymaza nie jest substancją jednolitą, lecz składa się co najmniej z 2 enzymów. Najnowsze badania Buchnera i Klattego nad istotą fermentacji przynoszą dalsze ciekawe spostrzeżenia.

»Sok drożdżowy« dodany do roztworu cukru traci po pewnym czasie zdolność fermentowania. Jeżeli do takiego już nieczynnego soku wytłoczonego z drożdży, do-

damy trochę zgotowanego »soku«, to fermentacja pocznie się na nowo i to jeszcze z większą siłą. Po pewnym jednak czasie fermentacja słabnie, wreszcie ponownie ustaje. Jeżeli do tego powtórnie nieczynnego »soku«, doda się dalszą partję zgotowanego »soku drożdżowego«, to fermentacja rozpocznie się na nowo i tak:

20 cm.³ »soku drożdżowego« wydzieliło 0,73 gr. bezwodnika dwutlenku węgla (CO₂). Przez stopniowe dodawanie zgotowanego »soku«, aż do ilości 120 cm.³, wywiązało się jeszcze 1,5 gr. bezwodnika węglowego, zatem dwa razy więcej, jak przy fermentacji normalnej.

Widocznie w »soku drożdżowym«, świeżym, znajduje się substancja, która podczas fermentacji alkoholowej zużywa się, a może być uzupełniana, przez dodanie zgotowanego »soku drożdżowego«. Na podstawie powyższego dochodzą wymienieni dwaj autorowie do wniosku, że zymaza składa się z dwóch części:

- 1) alkoholazy, która właściwie fermentację wywołuje, lecz ciągle ulega degeneracji, przeto może powodować fermentację cukru tylko w towarzystwie ko-enzymu;
- 2) ko-enzymu, który służy do regeneracji alkoholazy, lecz sam łatwo ulega zużyciu.

Fermentacja alkoholowa może przebiegać tylko w obecności obu tych enzymów, przyczem ko-enzym jest bardzo wrażliwy i łatwo niszczyje. Przez dodawanie ko-enzymu w miarę ustawiania fermentacji, można cukier roztworu wodnego całkowicie zamienić na alkohol.

Co się tyczy natury ko-enzymu, to wbrew przypuszczeniu, że to jest związek białkowy, okazuje się, że mamy tu do czynienia z substancją fosforowo-organiczną o własnościach tłuszczowych, gdyż rozkłada go i niszczy enzym lipaza. Wobec powyższego nasuwa się przypuszczenie, że fermentację będzie można pobudzać nie tylko zapomocą ko-enzymu, lecz także i innych związków fosforowo-organicznych, jak na to wskazują dalsze w tym kierunku prace Buchnera i Klattego.

Zymaza występuje nie tylko w drożdżach, lecz także u niektórych pleśniaków i bakterii. Według najnowszych badań Stoklasy i Czernego znajduje się zymaza również: w burakach, ziemniakach, grochu, zbożu, mięsieniach, płucach, sercu itd., co by wskazywało, że jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych enzymów w przyrodzie.

Laktacidaza i glukacetidaza (acetidaza).

W ostatnich latach zwrócono uwagę również i na procesy powodowane przez różne bakterie. Do nierozwiązanych zagadnień należało jeszcze pytanie, czy fermentacja taka jak: mleczna i octowa jest dziełem enzymów, czyli też wynikiem życia i działania występujących tu drobnoustrojów.

Dla wyjaśnienia tego pytania, Buchner i Meisenheimer użyli czystej kultury bakterii kwasu mlekowego (*Bacillus Delbrücki*), które zabili acetonem, poczem przy użyciu małej ilości wody, roztarli piaskiem kwarcowym, a po zadaniu toluolu, jako antyseptyka, działali na sacharozę.

We wszystkich wypadkach działania, powstawał z cukru kwas mlekowy, jakkolwiek tylko w małej ilości. Ponieważ wszystkie bakterie były zabite, przeto tworzenie się kwasu mlekowego mogło następować li tylko pod wpływem substancji martwej, enzymu laktacidazy, powstałego w łonie żywego organizmu tychże bakterii.

Podobnie jak z bakteriami kwasu mlekowego, postąpili Buchner i Meisenheimer i z bakteriami kwasu octowego. Również i w tym wypadku bakterie zabito acetonem i roz tarto piaskiem kwarcowym.

Otrzymany preparat, dodany do alkoholu etylowego, powodował jego zamianę na kwas octowy. Widoczne więc z tego, że w utlenianiu alkoholu na kwas octowy nie bakterie są bezpośrednio czynne, lecz enzym glukacetidaza, który przez te bakterie wytworzony, działa nawet po ich zabiciu.

Przeprowadzonymi doświadczeniami zostało więc stwierdzone, że produkty fermentacji kwaśnej, powstałe

działaniem bakterii, nie są bezpośrednim wynikiem ich życia i działania, lecz enzymów powstałych w łonie tych bakterii, dających się od nich oddzielić. Otrzymanie enzymów bakterii jest bardzo trudne, stąd też i nasze o nich wiadomości są jak obecnie bardzo małe i niedokładne.

Oksydazy i reduktazy.

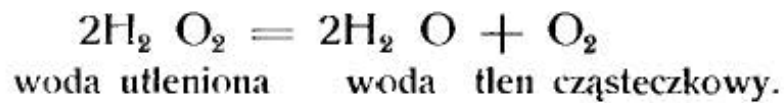
Ostatnia grupa to enzymy działające bądźto utleniająco, bądź też odtleniająco. Enzymów tych znamy już kilka, a jakkolwiek posiadają one bezprzecnie wielkie znaczenie dla życia każdej komórki, mimo to nasze wiadomości o nich są jeszcze bardzo skąpe.

Oksydazy biorą zapewne udział w procesie oddychania komórki, spalają jej pokarmy i dostarczają w zamian ciepła, więc energii życia i działania. Utratę skrobi podczas przechowania ziemniaków lub zboża, należy odnieść do działania tych enzymów.

Jeszcze mniej wiadomości posiadamy o reduktazach. Ich zadaniem jest łagodzenie zbyt energicznie biegnących procesów utlenienia w żywej komórce; prócz tego posiadają one jeszcze i ważniejsze znaczenie, gdyż zapewne biorą żywy udział w budowie plazmy komórki.

Pewne światło na działanie omawianych enzymów w komórce roślinnej rzucają badania Bacha i Chodata. Według ich spostrzeżeń, w komórce roślinnej znajdują się: oksygienaza, peroksydaza i katalaza. Pierwsza wiąże tlen powietrza i wytwarza nadtlenki — peroksydy. Druga z peroksydów uwalnia tlen atomistyczny i dokonuje wszystkich odnośnych procesów utlenienia w komórce. Działanie tych enzymów zwiększa się według ogólnych praw w miarę podnoszenia się ciepłoty; im wyższa ciepłota tem one żywiej przebiegają. Zbyt energiczne procesy utlenienia, mogą przynieść komórce wiele szkody, gdyż przez to mogłoby nastąpić zwichnięcie równowagi, między narostem żywej plazmy, a jej zużyciem, wskutek procesów utlenienia, co musi prowadzić do obumarcia komórki. Nad tą

równowagą czuwa dalszy enzym katalaza, który można uważać za regulatora procesów utlenienia w żywej komórce. Skoro bowiem, wskutek zbyt żywego działania enzymów, procesy utlenienia przebiegają zanadto energicznie, wówczas występuje do działania katalaza, rozkłada peroksydy i wydziela z nich nieczynny tlen cząsteczkowy na zasadzie zrównania:



Dalsze badania nad istotą tych enzymów zapewne wykażą ich wielkie znaczenie dla szeregu procesów życiowych, w których już bezpośrednio bierze udział żywa plazma.



Część trzecia.

Produkty fermentacji alkoholowej.

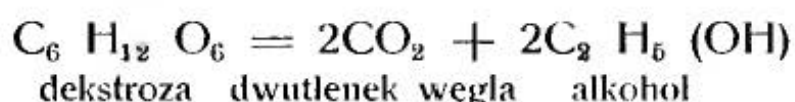
Główne produkty fermentacji.

Dwutlenek węgla (bezwodnik węglowy) CO_2 .

Dwutlenek węgla, zwany także bezwodnikiem węglowym, występuje w przyrodzie tak w stanie wolnym, jak i w licznych połączeniach. W stanie wolnym spotykamy go w powietrzu w ilości około 0,03%, dalej w źródłach mineralnych, w gazach wulkanicznych, niekiedy wydobywa się z ziemi, jak np. w psiej grocie koło Neapolu, i wreszcie spotykamy go wszędzie tam, gdzie następują procesy rozkładu połączone z utlenieniem.

W stanie związanym występuje w formie licznych węglanów.

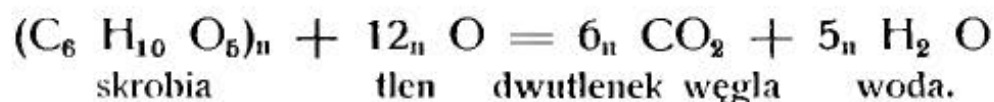
W przemyśle fermentacyjnym powstaje w wielkiej ilości podczas fermentacji alkoholowej w myśl zrównania:



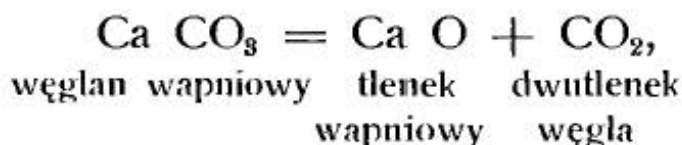
według którego 100 części cukru gronowego, dostarczają 48,9 części dwutlenku węgla. Pewna część bezwodnika

węglowego, wydzielana podczas fermentacji, powstaje drogą utlenienia także i z innych składników, jak np. tłuszczu.

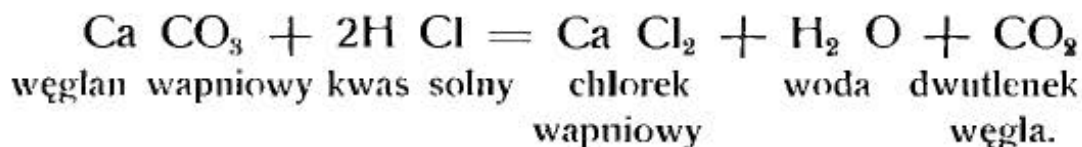
Podczas kiełkowania zboża, a więc przy otrzymywaniu słodu, wydziela się bezwodnik węglowy również bardzo obficie. Skrobia zboża ulega tu utlenieniu w myśl zrównania:



Dwutlenek węgla otrzymuje się fabrycznie przez spalanie węgla w dostępie powietrza, albo z węglanów przez ich prażenie:



lub wreszcie działaniem kwasów:



Dwutlenek węgla jest to gaz bez barwy, o zapachu nieco ostrym i smaku kwaskowatym. Jest o 1,5 razy cięższy od powietrza, ciężar właściwy = 1,529 (powietrza 1), tak więc 1 litr CO₂ waży w 0° i przy ciśnieniu 760 mm. 1,9652 gr. Z powodu wysokiego ciężaru właściwego, można CO₂ przelewać w innych gazach np.: w powietrzu, z jednego naczynia do drugiego. Również z powyższego powodu zbiera się zawsze CO₂ w najniżej położonych warstwach powietrza.

Szczegół ważny dla gorzelnictwa, zwłaszcza przy wyrobie słodu, gdyż wskazuje, gdzie się CO₂ gromadzi i skąd należy go usuwać.

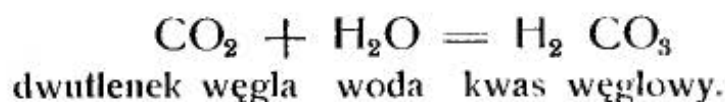
Dwutlenek węgla nie jest trucizną, jednak, nagromadzony w większej ilości w powietrzu, osłabia procesy od-

dychania, oraz spalania, wywołując trudności w oddychaniu, a nawet duszności. W atmosferze dwutlenku węgla, giną, z powodu zatamowania procesu oddychania, tak ludzie, jak i zwierzęta.

Pod ciśnieniem 35 atm. w 0° zagęszcza się dwutlenek węgla na ciecz, która wskutek parowania wiąże tyle ciepła, że wreszcie przechodzi na ciało stałe. Punkt wrzenia płynnego dwutlenku węgla leży przy — 80° C., punkt topienia stałego CO₂ przy — 57° C. W stanie płynnym, w butelkach żelaznych, stanowi artykuł handlowy i służy do sylenia wód mineralnych, różnych napojów, w celach leczniczych itp.

W wodzie rozpuszcza się dwutlenku węgla nie wiele. W ciepocie pokojowej rozpuszcza się w stosunku 1:1, w ciepłotach niższych więcej, np. przy 4° C. już 1,5 objętości, w wyższych mniej. W alkoholu rozpuszcza się znacznie łatwiej i tak: w 0° i 760 mm. ciśnienia 1 objętość alkoholu rozpuszcza jego 4,33 objętości. Rozczyn wodny alkoholu rozpuszcza mniej, niżby to wypadalo z rozcieńczenia.

Roztwór wodny dwutlenku węgla posiada smak kwaśny, czerwieni niebieski papier lakmusowy, a z zasadami daje sole. Zachowuje się więc jak rozczyń kwasu w myśl zrównania:



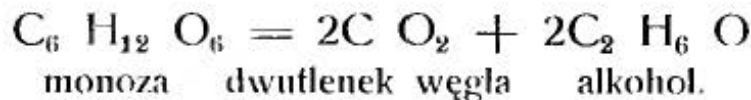
Kwas węglowy w stanie wolnym nie występuje, gdyż już w zetknięciu z powietrzem rozkłada się na składniki, z których powstał; natomiast występuje bardzo często w formie różnych soli.

Sole kwasu węglowego rozróżniamy dwojaki: kwaśne i obojętne. Sole kwaśne różnych metali, z wyjątkiem potasowych, łatwo rozpuszczają się w wodzie; sole obojętne tychże metali albo się zupełnie nie rozpuszczają, albo

bardzo trudno. Sole potasowe kwaśne, trudno się rozpuszczają w wodzie, zato łatwo ich sole obojętne.

Alkohol etylowy (wyskok, spirytus) $C_2 H_5 (OH)$.

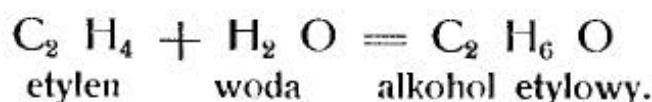
Alkohol etylowy znany był już w starożytności, a otrzymano go z wina w VIII stuleciu. Powstaje podczas fermentacji alkoholowej, gdzie cukry z grupy heksoz, jak: dekstroza, lewuloza, galaktoza, ulegają rozszczepieniu w ślad schematycznego wzoru:



Sto części dekstrozy przy zupełnem rozszczepieniu drogą fermentacji dostarcza 51,14 części alkoholu, a 48,86 części bezwodnika węglowego. W praktyce takiego wydatku alkoholu nie otrzymujemy, gdyż część cukru zostaje przerobioną na plazmę drożdży, część zaś ulega ubocznej fermentacji. Obok cukrów ulegają fermentacji alkoholowej także mannit i gliceryna, jako też kwasy, jak: winowy, cytrynowy itp.

Alkohol występuje w małej ilości w ziemi, zwłaszcza pruchnicowej. Dalej spotykamy go w owocach, jak: jabłkach, wiśniach, winogronach itp., w których powstaje podczas przechowania bez przystępu powietrza. Tak samo powstaje w kielkującym zbożu, jeżeli normalne oddychanie zostanie powstrzymane, przez odjęcie tlenu. Również spotyka się go w niewielkiej ilości w świecie zwierzęcym, jako też w przetworach suchej destylacji.

W pracowniach chemicznych można go otrzymać przez rozpuszczenie etylenu w stężonym kwasie siarczanym i następne rozcieńczenie wodą.



Otrzymanie alkoholu na drodze chemicznej, było przedmiotem wielokrotnych propozycji. Wszystkie jednak dotychczasowe usiłowania, napotykały na trudności praktycznego wykonania, jako też znacznych kosztów, i nie doprowadzały do celu.

Skład chemiczny czystego, absolutnego alkoholu jest następujący:

| | |
|--------|--------------------------------------|
| węgla | 52,12 ^o / _o |
| wodoru | 13,14 ^o / _o |
| tlenu | 34,74 ^o / _o |
| | 100,00 ^o / _o . |

Czysty zupełnie spirytus, tworzy ciecz bezbarwną, łatwo ruchliwą, silnie załamującą światło, woni słabej, przyjemnej i ostrego, ściągającego, piekącego smaku; reakcję wykazuje obojętną; z wodą miesza się w każdym stosunku.

Absolutny alkohol przyciąga chciwie wilgoć z powietrza i z tego powodu odciąga wodę różnym substancjom. Działanie pobudzające, jakie wykazuje alkohol przy spożyciu, polega na odciąganiu wody z jamy ustnej, względnie z błony śluzowej nosa. Zmieszany z wodą zagrzewa się, przyczem objętość się zmniejsza. Mieszając 50 objętości alkoholu z 50 częściami wody, otrzymujemy nie 100, lecz tylko 96,4 objętości mieszaniny, która wykazuje wówczas 51,9^o/_o objętościowego alkoholu.

Ciężar właściwy alkoholu przy 4° C. = 0,8095, przy 15° C. (12° R.) = 0,79425. Wrze w ciepłocie 78,3° C. Mieszaniny alkoholu z wodą wykazują wyższy ciężar właściwy, aniżeli absolutny alkohol i to tem wyższy, im mniej alkoholu. Stosunek ilości alkoholu do ciężaru właściwego jest zawsze stały, tak, że z ciężaru właściwego można zupełnie ściśle określić ilość alkoholu znajdującą się w roztworze. Na tej zasadzie są sporządzone alkoholomierze (patrz »Badania w gorzelnictwie«. Wyd. II). Również wykazuje mieszanina alkoholu i wody wyższy punkt wrzenia,

aniżeli czysty alkohol; a to podwyższenie punktu wrzenia zależnie od ilości wody jest tak stałe i dokładne, że i na tej podstawie można było oprzeć metodę oznaczenia ilości alkoholu w roztworze (ebulioskopy).

Alkohol wrze w niższej temperaturze niż woda, łatwiej się więc ulatnia, tak, że przez proste gotowanie można go z różnych roztworów wypędzić. Wodne roztwory alkoholu wydzielają podczas gotowania pary bogatsze w alkohol, aniżeli to odpowiada składowi wrzącej cieczy. Ciecz, o zawartości 10% objętościowych alkoholu, podczas gotowania wydziela początkowo pary o zawartości 55% alkoholu, zaś ciecz o zawartości 5% objętościowych alkoholu, wydziela pary o mocy 42% alkoholu itd. Jeżeli te pary skroplimy i otrzymaną już bogatszą w alkohol ciecz, doprowadzimy ponownie do wrzenia, to wydzielimy z niej pary o jeszcze wyższej zawartości alkoholu. Powtarzając to gotowanie i następne skraplanie wydzielonych par kilkakrotnie, otrzymuje się w rezultacie alkohol stężony. Na tej zasadzie są oparte konstrukcje wszystkich aparatów wypędowych (destylacyjnych) tak okowity, jako też czystego (rektyfikowanego) spirytusu.

Z powodu wielkiego powinowactwa do wody, zatrzymuje jej alkohol około 4%. Tę resztę wody można usunąć tylko zapomocą substancji, wykazujących silniejsze powinowactwo do wody, niż alkohol. Odwodnienie alkoholu można więc dokonać takimi ciałami, jak: palone wapno, bezwodny chlorek wapna, bezwodny siarczan miedzi, a przede wszystkim metaliczny sód, potas, lub tlenek baru, które odciągają ostatnie reszty wody (absolutny alkohol).

Wróblewski otrzymał alkohol w stanie stałym, jako masę krystaliczną, która topi się w $-112,3^{\circ}\text{C}$. W -129°C . przedstawia oleistą masę, która dopiero w $-130,5^{\circ}\text{C}$. przechodzi znowu w ciało stałe, barwy białej. Ponieważ alkohol krzepnie w bardzo niskiej temperaturze, przeto nadaje się do wypełnienia termometrów, które służą do oznaczenia niskich ciepłot, przy których rtęć już marznie.

Alkohol służy jako bardzo dobry rozczynnik dla wielu ciał. Rozpuszcza żywicę, szelak, kalafonię, różne oleje, kwasy tłuszczowe, trudniej — tłuszcze. Z eterem miesza się wcale łatwo, a mieszanina ta w stosunku 3 części alkoholu i 1 eteru, służy pod nazwą kropli Hoffmana lub anodynu, jako środek leczniczy.

Sole wielu metali również łatwo rozpuszczają się w alkoholu.

Jod rozpuszcza się w alkoholu wcale łatwo i jest znany w lecznictwie pod nazwą jodyny. (W gorzelnictwie używa się wodnego roztworu jodu).

W powietrzu łatwo się pali płomieniem słabo świecącym, niebieskim, na bezwodnik węglowy i wodę, przy czem wywiązuje się wiele ciepła; jeden kg. bezwodnego alkoholu dostarcza przy spalaniu 7060 ciepłostek, z czego część, mianowicie 700 ciepłostek, zostaje związaną przez powstającą przy spalaniu wodę, tak, że praktycznego ciepła dostarcza 1 kg. alkoholu 6360 ciepłostek.

Przy powolnem lub niezupelnem spalaniu, co następuje, jeżeli pary alkoholowe przeprowadza się przez rozgrzane porowate ciała, alkohol spala się na aldehyd i kwas octowy w ślad zrównania:



W pewnych warunkach oba te związki powstają w gorzelnicach.

W bezwodnym stanie działa alkohol trująco, w rozcienionym, podniecająco i zarazem odurzająco. Alkohol jest czynnikiem odkażającym (antyseptykiem), gdyż odciąga wodę swemu otoczeniu, a rozpuszczone białko ścina i wydziela z roztworu. Skoro znajduje się w odpowiednim stę-

zeniu, nie dopuszcza do rozwoju drobnoustrojów i przeto zapobiega rozkładowi i gniciu. Z tego też powodu fermentacja alkoholowa w roztworze cukru ustaje, jeżeli wytworzy się znaczniejsza ilość alkoholu. Zależnie od rasy drożdży, ilość wytworzonego alkoholu może być różną; przy silnych drożdżach winnych, fermentacja ustaje dopiero powyżej 18% alkoholu. Jako dobry antyseptyk, służy alkohol do konserwowania preparatów anatomicznych, przechowania owoców itp.

Z solami niektórych metali, jak: chlorkiem wapna, azotanem magnezyi, łączy się i zajmuje do pewnego stopnia miejsce ich wody krystalicznej.

Z kwasami wytwarza związki, zwane estrami, które odznaczają się przyjemną wonią owocową i są używane, jako zaprawy do różnych potraw i napoi. Prócz tego alkohol służy do wyrobu kwasu octowego, chloroformu, eteru i innych preparatów chemicznych. Wreszcie jako artykuł spożywczy w postaci różnych napojów, jak: piwa o zawartości 0,5—8%, wina 6—22%, wódki 45—70% alkoholu itp.

Poglądy na wartość pokarmową alkoholu są bardzo różne. Według badań Strassmanna, część alkoholu zostaje w organizmie spaloną, a tylko około 10% wydziela się drogą oddechu, co wskazywałoby, że w małych dozach służy organizmowi za pożywienie. Spostrzeżenia te zostały następnie potwierdzone przez C. F. Noordena, który nadto zauważył, że przy pokarmach bogatych w białko, alkohol zostaje dobrze wyzyskany przez organizm, przy ubogich — stosunkowo niekorzystnie. To samo potwierdza Rosemann i rozszerza spostrzeżeniem, że alkohol, doprowadzony organizmowi w formie rozcieńczonej, powstrzymuje rozkład białka i tłuszczu naszego ciała. Według Chittendena napoje o zawartości 1—3% alkoholu pobudzają trawienie pokarmów, natomiast w formie stężonej, wstrzymują. W przeciwieństwie do powyższego, Miura i inni utrzymują, że alko-

hol wpływa ujemnie na zawartość białka w organizmie, oraz działa jako słaba trucizna plazmy komórki.

Uboczne produkty fermentacji.

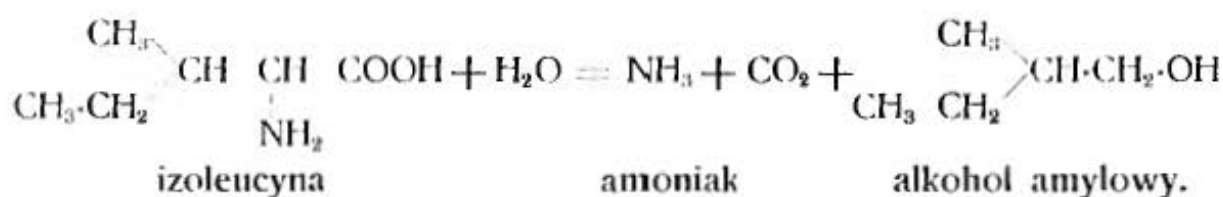
a) Niedogony, czyli oleje fuzlowe i ich składniki.

Obok alkoholu i bezwodnika węglowego, jako głównych produktów, powstaje podczas fermentacji alkoholowej jeszcze cały szereg związków, zwanych fuzlami, z których najważniejszy jest alkohol amyłowy. Obecność tych związków w produktach fermentacji była przedmiotem długich dochodzeń i sporów. Chodziło bowiem o rozstrzygnięcie, jaką drogą powstają fuzle i czy są one produktem życia i działania drożdży, czyli też bakteryi.

Już Pasteur zwrócił uwagę na tworzenie się fuzłów podczas fermentacji i za ich powstawanie czyni odpowiedzialnemi bakterye. Następne badania potwierdzają i rozszerzają to spostrzeżenie i tak: Perdrix wydzielił z paryskiej wody wodociągowej bakterye, tworzące fuzle; Beyerinck wykazał, że bakterye »Granulobakter-butylicus« wytwarzają alkohol izobutyłowy; Emmerling znalazł na łupie ziemniaczanej beztlenowe bakterye, które tworzyły wielką ilość oleju fuzlowego, zwłaszcza ze skrobi; Péreire i Guignard opatentowali nawet postępowanie, mające na celu otrzymanie spirytusu bogatego w fuzel, który powstaje podczas fermentacji alkoholowej działaniem specjalnych, umyślnie dodawanych bakteryi. Nietylko jednak bakterye tworzą fuzle, lecz bezwątpienia także i drożdże, jak to wykazały badania: Kruisa, Raymanna, Ordonneau'a, Lindeta i innych.

Co się tyczy substancyi, z których powstają fuzle, to poglądy tutaj są rozmaite. Według Kruisa i Raymanna służą dla tego celu tylko dekstroza i pentozany. Według Emmerlinga skrobia, sacharoza i pentozany. Bau sądzi, że mamy tu do czynienia z procesem rozkładowym tłuszczu enzymatycznej natury.

Najprawdopodobniejsze są jednak poglądy Ehrlicha, oparte na obszernych badaniach, według których aminokwasy, produkty odbudowy białka, zostają działaniem drożdży przeprowadzone na niższe alkohole. Czyste drożdże w roztworze cukru sacharozy, wytwarzają zaledwie ślady alkoholu amyłowego, natomiast powstają natychmiast większe ilości optycznie czynnego alkoholu amyłowego, jeżeli do roztworu cukru dodamy izoleucynę:



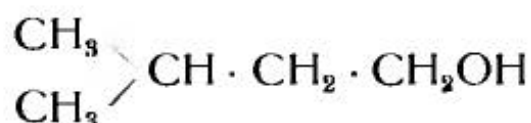
Ponieważ w cieczach fermentujących, takich aminów, pochodzących bądź z drożdży, bądź z surowych produktów, znajduje się tylko niewiele, przeto tlómaczenie Ehrlicha powstawania tą drogą fuzlu, posiada wszelkie prawdopodobieństwo.

Dalsze badania Ehrlicha wykazały, że przy zamianie związków aminowych na alkohole fuzłowe, odszczepiony amoniak służy jako pożywienie drożdży, które zużywają go do budowy białka (plazmy ich komórek), i z tego powodu tworzenie się fuzlu pozostaje w związku z azotowym pożywieniem drożdży.

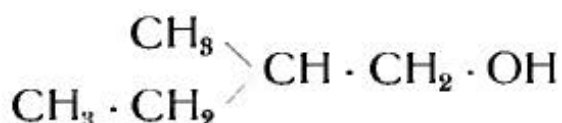
Oleje fuzłowe przedstawiają się jako ciecz koloru od żółtego do bezbarwnego, o nieprzyjemnej woni duszącej, pobudzającej do kaszlu.

Ciężar właściwy wynosi około 0,83, zaś punkt wrzenia zaczyna się około + 80° C. i stopniowo podnosi się do 130—134° C., zależnie od składu; gdyż olej fuzłowy nie jest jednolity, lecz mieszaniną różnych związków. W ciepłocie około 130° C. destyluje alkohol amyłowy C₅ H₁₂ O, który jest też głównym składnikiem oleju fuzłowego. Mimo jego wysokiego punktu wrzenia, ulatnia się łatwo już z parami wodnymi.

Alkohol amyłowy występuje w kilku odmianach, z których dwie, mianowicie: tak zwany alkohol izoamyłowy



i optycznie czynny alkohol amyłowy



występują w oleju fuzłowym.

Obecność oleju fuzłowego (w okowicie), surowym alkoholu etylowym, daje się zauważyć swoim charakterystycznym, niemiłym zapachem. Drogą przekraplania (destylacji) można go jednak usunąć. Surowy spirytus zawiera oleju fuzłowego od 0,1—0,4^o/_o. Niektóre wódki, jak otrzymane z wiśni, śliwek, wytłocznyn winogronowych itp., zawierają znacznie większe ilości fuzłu.

Alkohol amyłowy działa na organizm szkodliwie, trująco, i z tego powodu w stanie wolnym w wódkach, nie powinien się znajdować.

W powietrzu pali się olej fuzłowy płomieniem silnie świecącym i gdyby nie bardzo przykra woń, możnaby go użyć z dobrym skutkiem do oświetlania.

Olej fuzłowy posiada rozliczne zastosowania. Przede wszystkim służy do wyrobu octanu amyłowego, który w bardzo wielkiej ilości znajduje zastosowanie w przemyśle naftowym, do wmywania składników asfaltowych nafty. Dalej służy jako główny składnik do wyrobu esencji owocowych. Alkohol amyłowy łączy się bowiem z różnymi kwasami, wytwarzając estry, związki o bardzo przyjemnej woni owocowej. Wreszcie oleje fuzłowe rozpuszczają bardzo łatwo olejki i tłuszcze i to znacznie lepiej, niż alkohol etylowy i jako takie mają zastosowanie w parfu-

meryi, oraz innych działach techniki fabrycznej, jako bardzo dobry rozczynnik różnych ciał.

W pozostałościach po oczyszczeniu (rektyfikacji) spirytusu surowego, znaleziono następujące, ważniejsze, uboczne składniki fermentacji alkoholowej:

alkohol izopropylowy
 « propylowy
 « butylowy
 « izobutylowy
 « izoamyłowy
 « amyłowy optycznie czynny
 aceton, furfurol, oraz
 estry kwasów tłuszczowych.

Według K. Windischa skład olei fuzłowych wolnych od wody i alkoholu etylowego, jest następujący:

1 kg. oleju fuzłowego z ziemniaczanego spirytusu zawiera:

| | |
|---------------------------------|-----------|
| normalnego alkoholu propylowego | 68,54 gr. |
| alkoholu izobutylowego | 243,50 « |
| « amyłowego | 687,60 « |
| wolnych kwasów tłuszczowych | 0,11 « |
| estrów kwasów tłuszczowych | 0,20 « |
| furfurołu i zasad | 0,05 « |

W 100 częściach kwasów i esterokwasów oleju fuzłowego znajduje się:

| | |
|-------------------|-----------|
| kwasu kapronowego | 36 części |
| « pelargonowego | 12 « |
| « kaprylowego | 32 « |
| « kaprinowego | 14 « |
| « masłowego | 0,5 « |
| « octowego | 3,5 « |

1 kg. oleju fuzlowego ze zbożowego spirytusu zawiera:

| | |
|---|-----------|
| normalnego alkoholu propylowego | 36,90 gr. |
| alkoholu izobutyłowego | 157,60 « |
| « amyłowego | 158,50 « |
| « heksylowego | 1,33 « |
| wolnych kwasów tłuszczowych | 1,60 « |
| estrów kwasów tłuszczowych | 3,05 « |
| terpenów | 0,33 « |
| wodnika terpenowego | 0,48 « |
| furfurołu, zasad i alkoholu heptyłowego | 0,21 « |

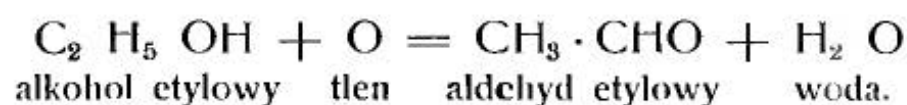
W 100 częściach kwasów i esterokwasów żytniego oleju fuzlowego znajduje się:

| | kwasów wolnych | kwasów związanych |
|-------------------|----------------|-------------------|
| kwasu kapronowego | 44,1 gr. | 40,7 gr. |
| « pelargonowego | 12,9 » | 14,2 » |
| « kapryłowego | 26,7 « | 34,8 « |
| « kaprinowego | 13,2 « | 9,6 « |
| « masłowego | 0,4 « | 0,4 « |
| « octowego | 2,7 « | 0,3 » |

Tak terpen $C_{10}H_{16}$ jak i wodnik terpenowy $C_{10}H_{18}O$ posiadają nawet w wielkim rozcieńczeniu charakterystyczną woń żytniówki i one też głównie przyczyniają się do woni wódki z żyta.

b) Aldehyd etylowy C_2H_4O .

Aldehyd etylowy tworzy się przez utlenienie alkoholu etylowego w ślad zrównania:



Powstaje on podczas fermentacji alkoholowej, a zwłaszcza podczas destylacji zacieru, względnie gotowania spi-

rytusu nasyconego tlenem. Również tworzy się przy sączeniu spirytusu przez ciała porowate, jak węgiel drzewny.

Aldehyd etylowy jest to ciecz bezbarwna, bardzo ruchliwa, silnie załamująca światło, o ciężarze właściwym 0,7889 i woni ostrej, duszącej. Wrze w ciepłocie $20,8^{\circ}$ C.; należy więc do związków bardzo łatwo lotnych i z tego powodu przy destylacji znajduje się w pierwszych produktach gotowania, w tak zwanym przedgonie oczyszczonego spirytusu. Należy do związków łatwo utleniających się, wiąże tlen i przechodzi na kwas octowy. Z tego też powodu działa silnie odtleniająco, rozkłada i zabiera tlen różnym związkom, przedewszystkiem tlenkom metali ciężkich. Zdolność odtleniania alkalicznego roztworu siarczanu miedzi przez różne cukry, polega właśnie na obecności w cukrach takich odtleniająco działających grup aldehydowych.

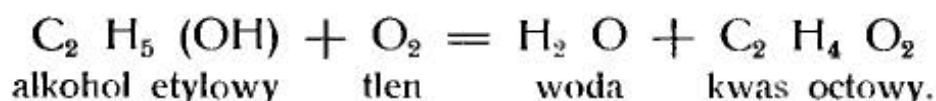
c) Kwas octowy $C_2 H_4 O_2$.

Kwas octowy, należy według najnowszych badań, do stałych produktów fermentacji alkoholowej, jakkolwiek powstaje tu tylko w bardzo małej ilości.

W przyrodzie znachodzi się w sokach wielu roślin bądź w stanie wolnym, bądź w postaci soli.

Powstaje przez utlenienie alkoholu. To utlenienie może następować tak pod wpływem czynników chemicznych, jak i działaniem drobnoustrojów, zwłaszcza bakterii kwasu octowego, oraz niektórych bakterii kwasu mlekowego, tak zwanych dzikich, albo szkodliwych bakterii kwasu mlekowego, które obok kwasu mlekowego, tworzą także i pewne ilości kwasu octowego. Powstawanie kwasu octowego w zacierze jest zawsze połączone ze stratą alkoholu.

Fabrycznie otrzymuje się kwas octowy albo przez suchą destylację drzewa, albo też działaniem bakterii kwasu octowego, które alkohol utleniają na kwas octowy w myśl zrównania:

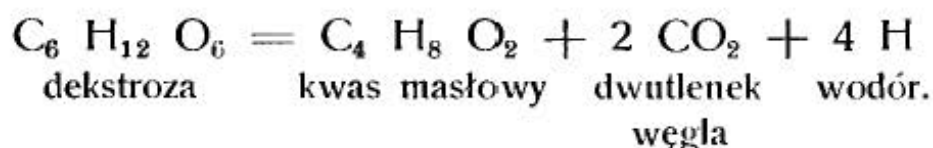


Kwas octowy jest cieczą bezbarwną, woni ostrej, przejmującej i silnie kwaśnego smaku. W stanie stężonym działa gryząco i wywołuje na skórze pęcherze. W niskiej ciepłocie ścina się na masę krystaliczną (stąd nazwa kwasu octowego-lodowatego), która topi się dopiero w 16,7° C., a wrze w 118,1° C. Z wodą łączy się w każdym stosunku, przyczem roztwór zagrzewa się i zmniejsza swą objętość. Rozczyny wodne noszą nazwę octu. Ciężar właściwy kwasu octowego wynosi 1,0515 przy 15° C., a w miarę rozcieńczenia wodą, ciężar właściwy podnosi się, z powodu tworzenia się wodnika. Największy ciężar 1,0748 odpowiada kwasowi $\text{C}_2 \text{H}_4 \text{O}_2 + \text{H}_2 \text{O}$, który zawiera 77% kwasu, a 23% wody. Przy dalszem rozcieńczaniu ciężar właściwy maleje tak, że np. roztwór około 40% ma ten sam c. wł., co kwas bezwodny. Z tego powodu z ciężaru właściwego, rozcieńczonego kwasu octowego, nie można bezpośrednio ocenić jego stężenia, jak to ma miejsce przy innych cieczach np. roztworach wodnych alkoholu.

d) Kwas masłowy $\text{C}_4 \text{H}_8 \text{O}_2$.

Kwas masłowy znajduje się bądź w stanie wolnym, bądź w połączeniu z gliceryną, jako gliceryd różnych tłuszczów zwierzęcych lub roślinnych, (w maśle około 5%), nadto w pocie, kale itd.

Powstaje najdogodniej działaniem specjalnych bakterii, które zamieniają cukier drogą fermentacji masłowej na kwas masłowy.



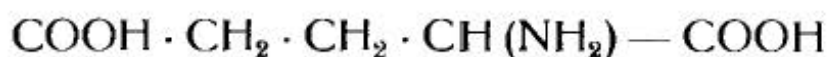
Kwas masłowy jest cieczą bezbarwną, gęstą, silnie kwaśną, woni bardzo niemiłej zjełczanego masła. Ciężar właściwy = 0,9587 przy 20° C., wrze w ciepłocie 162,3° C.

Kwas masłowy spotykamy czasami w melasie, oraz w gorzelnianach z kadziami fermentacyjnymi z betonu. Na drożdże działa osłabiająco, należy więc do antyseptyków. W małych dawkach działa na fermentację pobudzająco, a zarazem chroniąco i z tego powodu proponowano go dodawać jako środka odkażającego, przy sporządzaniu przy-cierków drożdżowych.

e) Kwas bursztynowy C₄ H₆ O₄.

Kwas bursztynowy występuje w niektórych roślinach, w niedojrzałych winogronach, moczu, krwi, dalej różnych żywicach. Tworzy się podczas utlenienia wielu tłuszczów.

W gorzelnianach spotykamy go jako stały produkt fermentacji alkoholowej. Według najnowszych badań Ehrlicha, kwas bursztynowy powstaje podobnie jak oleje fuzlowe ze związków aminowych. Jeżeli do cieczy fermentacyjnej doda się kwasu glutaminowego,



to równocześnie podniesie się znacznie ilość kwasu bursztynowego. Widoczne więc, że tworzenie się kwasu bursztynowego jest związane z obecnością kwasu glutaminowego. Ponieważ ten ostatni jest produktem przemiany materii drożdżowej, przeto pozostaje z tą w łączności. Tworzenie się kwasu bursztynowego podczas fermentacji, będzie więc zależne od procesów rozkładu białka komórki drożdżowej.

Kwas bursztynowy jest ciałem stałym, krystalicznym, bezbarwnym, smaku właściwego. Topi się w 185° C., wrze w 235° C. Rozpuszcza się w 20 częściach wody o 16° C., a mniej jak w 1 części gotującej się wody. Trudno się rozpuszcza w alkoholu, jeszcze trudniej w eterze.

f) Gliceryna $C_3 H_8 O_3$.

Gliceryna jest głównym składnikiem wszelkich tłuszczów.

Tworzy się stale w małej ilości podczas fermentacji alkoholowej i należy, obok kwasu bursztynowego i octowego, do produktów przemiany materii drożdżowej. Według badań Pasteura stosunek gliceryny do kwasu bursztynowego w cieczy odfermentowanej, pozostaje jak 5 : 1. Powstawanie gliceryny nie jest do obecnej chwili dostatecznie wytłómaczone; prawdopodobnie powstaje z tłuszczu działaniem enzymu lipazy.

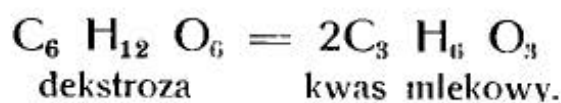
Gliceryna jest cieczą gęstą, bez woni i barwy, smaku silnie słodkiego, o ciężarze właściwym 1,26 przy 20° C. W ciepłocie poniżej 0° C. ścina się na masę przejrzystą, krystaliczną, która topi się w 17° C. Czysta gliceryna wrze w 290° C. prawie bez rozkładu. Z powietrza przyciąga chciwie wilgoć i z tego powodu służy do oblewania ciał, które przez wysychanie łatwo kruszeją. Z wodą miesza się gliceryna w każdym stosunku, w eterze nie rozpuszcza się.

Gliceryna posiada obfite zastosowanie do wyrobu nitrogliceryny, likierów, konserw owocowych, czernideł, nadto w medycynie.

g) Kwas mlekowy $C_3 H_6 O_3$.

W przyrodzie spotykamy kwas mlekowy bardzo często. Znajduje się w kwaśnym mleku, kapuście kiszonej, w soku żołądkowym, w opium itp.

Otrzymuje się przez fermentację mleczną z cukru i związków pokrewnych, pod wpływem właściwych drobnoustrojów, bakterii kwasu mlekowego.



Powstały kwas, zwany fermentacyjnym, jest optycznie bierny, czem różni się od jego odmiany kwasu paramleko-

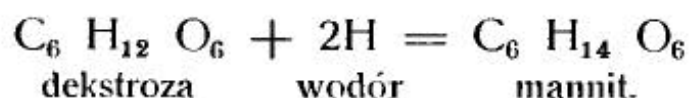
wego, czyli mięśniowego, znajdującego się w soku mięśniowym, który płaszczyznę spolaryzowanego światła skręca na prawo.

Kwas mlekowy fermentacyjny otrzymuje się także i w gorzelniach, gdzie służy jako środek chroniący (odkazyjący) drożdże przed rozwojem obcych, szkodliwych organizmów; nadto przyczynia się tam do łatwiejszego rozkładu ciał białkowych, pod wpływem enzymów trawiących białko, a tem wpływa na podniesienie pożywności przycierków drożdżowych.

Kwas mlekowy jest cieczą gęstą, oleistą, bez woni, o silnym, czysto-kwaśnym smaku, a ciężarze właściwym 1,2485 przy 15° C. W niskiej ciepłocie ścina się na masę krystaliczną, która topi się w + 18° C. W zwyczajnem ciśnieniu jest nielotny, a można go destylować tylko w próżni. Z wodą, alkoholem i eterem miesza się w każdym stosunku. Sole kwasu mlekowego łatwo rozpuszczają się w wodzie, a pod wpływem bakterji kwasu masłowego, przechodzą na kwas masłowy, przyczem wydziela się bezwodnik węglowy i wodór.

h) Mannit C₆ H₁₄ O₆ i gumy fermentacyjne.

Oba związki występują tylko przy nienormalnej fermentacji alkoholowej, mianowicie przy fermentacji śluzowej, powodowanej specjalnemi bakterjami. W takich razach wydziela się wodór, który łączy się z dekstrozą na mannit:



Mannit jest ciałem krystalicznym, smaku słodkiego. Płaszczyznę spolaryzowanego światła skręca na prawo. Rozpuszcza się w 6 częściach wody zimnej. Ulega łatwo fermentacji tak alkoholowej, jak i kwaśnej kwasu mlekowego lub masłowego, przyczem wydziela się wodór.

Gumy fermentacyjne są prawdopodobnie identyczne

z kwasem arabinowym. Są to ciała bezkształtne, bez woni i smaku. Ogrzewane z kwasami, najlepiej rozcieńczonym kwasem siarczanym, zamieniają się na gronowce lub ciała podobne.

i) Inne uboczne produkty fermentacji alkoholowej.

W surowym spirytusie można jeszcze znaleźć cały szereg związków, które powstają podczas fermentacji alkoholowej i pozostają do niej w pewnej zależności. Warunki ich powstawania nie są nam jeszcze dokładnie znane, w każdym razie występują one podczas fermentacji alkoholowej i spotykamy je jako stałe składniki przedgonu, względnie niedogonu. Ważniejsze z nich są następujące:

Alkohol izopropylowy, propylowy, butylowy, izobutylowy, acetal, furfurol, etylowe i amyłowe estry kwasów tłuszczowych.

Acetal powstaje przez działanie w wyższej ciepłocie alkoholu na aldehyd etylowy. Spotyka się go w dość znacznej ilości w przedgonie. Jest związkiem woni eterycznej.

Przegląd ważniejszych produktów fermentacji alkoholowej.

| Nazwa | Wzór strukturalny | Punkt wrzenia °C. | Ciężar właściwy przy 15° C. |
|----------------|--|-------------------|-----------------------------|
| 1. Alkohole: | | | |
| Alk. etylowy | $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2(\text{OH})$ | 78,3 | 0,79425 |
| « propylowy | $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2(\text{OH})$ | 97,4 | 0,8066 |
| « izopropylowy | $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CH}_3$ | 82,1 | 0,7903 |
| « butylowy | $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2(\text{OH})$ | 117,0 | 0,8129 |

| Nazwa | Wzór strukturalny | Punkt wrzenia °C. | Ciężar właściwy przy 15° C. |
|------------------------------|--|--------------------------|--|
| Alk. izobutyłowy | $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix} > \text{CH} \cdot \text{CH}_2(\text{OH})$ | 108,4 | 0,8003 przy 18°C. |
| • amyłowy | $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2(\text{OH})$ | 137,0 | 0,8172 |
| • izoamyłowy | $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix} > \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2(\text{OH})$ | 131,1 | 0,8135 |
| • amyłowy (optycznie czynny) | $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \end{matrix} > \text{CH} \cdot \text{CH}_2(\text{OH})$ | 128,7 | 0,8330 przy 0° C. |
| • heksylowy | $\text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2(\text{OH})$ | 157,2 | 0,8222 |
| • heptyłowy | $\text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2(\text{OH})$ | 175,5 | 0,8242 |
| Gliceryna | $\text{CH}_2(\text{OH}) \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CH}_2(\text{OH})$ | 290 | 1,2604 |
| Mannit | $\text{CH}_2(\text{OH}) \cdot [\text{CH}(\text{OH})]_4 \cdot \text{CH}_2(\text{OH})$ | 278 przy ciśnieniu 1 mm. | 1,488 |
| 2. Aldehydy i ketony: | | | |
| Aldehyd etylowy | $\text{CH}_3 \cdot \text{COH}$ | 20,8 | 0,7889 |
| Acetal | $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}(\text{O} \cdot \text{C}_2\text{H}_5)_2$ | 109 | 0,8314 przy 20°C. |
| Furfurol | $\text{C}_4\text{H}_3\text{O} \cdot \text{COH}$ | 162,0 | 1,1636 przy 13,5° |
| Aceton | $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$ | 56,5 | 0,7920 przy 19,8° |
| 3. Kwasy: | | | |
| Bezwodnik kwasu węglowego | CO_2 | — 80 | 1,529 (w stosunku do powietrza ¹⁾) |
| kw. mrówkowy | $\text{H} \cdot \text{COOH}$ | 100,6 | 1,220 |
| • octowy | $\text{CH}_3 \cdot \text{COOH}$ | 118,1 | 1,0515 |
| • masłowy | $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$ | 162,3 | 0,9587 przy 20°C. |
| • kapronowy | $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$ | 205 | 0,9289 |
| • kapryłowy | $\text{CH}_3 \cdot (\text{CH}_2)_6 \cdot \text{COOH}$ | 237,5 | 0,9100 |

| Nazwa | Wzór strukturalny | Punkt wrzenia °C. | Ciężar właściwy przy 15° C. |
|---------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| kw. pelargonowy | $\text{CH}_3 \cdot (\text{CH}_2)_7 \cdot \text{COOH}$ | 254 | 0,9045 |
| « kaprinowy | $\text{CH}_3 \cdot (\text{CH}_2)_8 \cdot \text{COOH}$ | 268,4 | 0,8858 |
| « mlekowy | $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{COOH}$ | 119 przy ciśnieniu 12 mm. | przy 40°C. 1,2485 |
| « bursztynowy | $\text{COOH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$ | 235 | 1,552 |
| 4. Oleje eteryczne: | | | |
| Terpen | $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ | 167—170 | 0,8492 |
| Wodnik terpenowy | $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ | 206—210 | 0,9302 |

Część czwarta.

Woda, paliwo, surowe produkty.

ROZDZIAŁ I.

Woda.

Woda w przyrodzie.

Woda znajduje się bardzo obficie na ziemi. Rozróżniamy ją jako: 1) wodę deszczową, 2) źródlaną lub studzienną, 3) strumieni, potoków lub rzek, 4) stawów i jezior, 5) wodę mineralną i 6) wodę morską.

Najczystsza jest woda deszczowa. W powietrzu unosi się para wodna, która wskutek oziębienia skrapla się i opada na ziemię w postaci deszczu, śniegu lub gradu. Wody te przebiegając w drodze ku ziemi przez warstwy powietrza, rozpuszczają lub porywają ze sobą jego składniki, czy to istotne, czy przypadkowe, więc: tlen, azot, bezwodnik węglowy, oraz cząsteczki pyłu, w którym znajduje się wiele drobnoustrojów i t. p. Ponieważ te składniki najczęściej są gazami i to w wodzie trudno rozpuszczalnymi, przeto wody opadowe są stosunkowo bardzo czyste, a przy długo trwałych opadach zbliżają się składem swym do wody destylowanej.

Wody opadowe znikają z czasem z powierzchni ziemi. Jedna ich część paruje i dostaje się napowrót do powietrza. Druga — ścieka po powierzchni ziemi do rzek, które dążą do jezior lub morza. Trzecia wreszcie wsiąka w ziemię, przesącza się przez jej pokłady, aż natrafi na warstwy nieprzeziąkliwe; na nich zbiera się, płynie po nich gdy są nachylone i w danym razie wydostaje się wraz z niemi na powierzchnię ziemi. Takie podziemne wody zowią się grunтовemi, a stają się źródłami, gdy wydostaną się na wierzch. Jeżeli zaś trzeba do nich kopać, noszą nazwę wód studziennych, które znowu stają się artezyjskimi, jeżeli ze znacznej kopanej głębokości wydostają się na powierzchnię. To ma miejsce wtenczas, jeżeli woda zaskórna, tocząc się pochyłością warstwy ziemi, dostanie się do zagłębienia, z którego wydobyć się nie może, a jest naciskaną przez wciąż napływającą wodę. Jeżeli studnią wierconą dostaniemy się do tego zbiornika podziemnego, to woda, znajdując się tam pod znacznem ciśnieniem, wstępuje w otwór wiercony niekiedy z taką siłą, że bije fontanną do góry.

W tej podziemnej wędrówce, wody opadowe doznają zmian, daleko sięgających. W wierzchnich warstwach ziemi, pochłania woda znaczne ilości bezwodnika węglowego, który wytwarza się tam wskutek butwienia i gnicia różnych szczątków roślinnego lub zwierzęcego pochodzenia. Oprócz tego rozpuszcza rozmaite przetwory gnicia i butwienia, jako też porywa i unosi ze sobą rozliczne bakterye, które owe gnicie i butwienie powodują. W miarę oddalania się wody od powierzchni ziemi, zanieczyszczenia, pochodzące z gnicia i butwienia, jako też i same bakterye znikają, a miejsce ich zajmują związki mineralne, składniki warstw, przez które woda płynie. Najczęściej są niemi siarczan i węglan wapniowy i magnezowy, gdyż związki te tworzą najpospolitsze, rozpuszczalne składniki ziemi; inne zaś znajdują się w pokładach ziemi znacznie rzadziej, stąd też spotykamy je w wodzie tylko w bardzo małych ilościach.

które unoszą jako muł rzeczny, nadający im właściwą barwę. Wody więc rzeczne, w miarę odsuwania się od źródeł, stają się coraz więcej miękkie, lecz zarazem i zanieczyszczone różnymi ściekami, niosącymi produkty zgnilizny, oraz czynniki powodujące to gnicie.

Jezióra powstają przez zbieranie się w pewnem zagłębieniu wód opadowych, stąd też posiadają one zwykle wody bardzo miękkie.

Stawy mają wodę albo źródlaną, albo rzeczną i opadową. W pierwszym wypadku woda jest dosyć twardą, lecz zarazem dosyć czystą, w drugim wypadku woda jest nieraz bardzo miękka, lecz równocześnie zawiera wiele substancji gnijących, jako też wiele drobnoustrojów. Stawy dobre, w których ryby szybko narastają, mają wodę silnie zakażoną.

Woda w gorzelnii.

Wody w gorzelnii potrzeba zawsze bardzo wiele, jak to wykazuje następująca tabelka.

Ilość potrzebnej wody w gorzelnii:

| Przy produkcyi spirytusu z jednego zacieru | | Studnia powinna wydać dziennie | | | | | | | | Wydajność pompy w godzinie | |
|--|---------|--------------------------------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|----------------------------|----------------|
| | | 1. zacier | | 2. zacier | | 3. zacier | | 4. zacier | | | |
| wiaderek | hektol. | wiaderek | m ³ | wiaderek | m ³ | wiaderek | m ³ | wiaderek | m ³ | wiaderek | m ³ |
| 10 | 1 | 1000 | 10 | 1500 | 15 | 2000 | 20 | 2500 | 25 | 300 | 3 |
| 15 | 1,5 | 1500 | 15 | 2200 | 22 | 3000 | 30 | 3700 | 37 | 450 | 4,5 |
| 20 | 2 | 2000 | 20 | 3000 | 30 | 4000 | 40 | 5000 | 50 | 600 | 6 |
| 25 | 2,5 | 2500 | 25 | 3700 | 37 | 5000 | 50 | 6200 | 62 | 750 | 7,5 |
| 30 | 3 | 3000 | 30 | 4500 | 45 | 6000 | 60 | 7500 | 75 | 900 | 9 |
| 35 | 3,5 | 3500 | 35 | 5200 | 52 | 7000 | 70 | 8700 | 87 | 1050 | 10,5 |
| 40 | 4 | 4000 | 40 | 6000 | 60 | 8000 | 80 | 10000 | 100 | 1200 | 12 |
| 50 | 5 | 4800 | 49 | 7200 | 72 | 9600 | 96 | 12000 | 120 | 1500 | 15 |

Żatem w przybliżeniu na każdy hektolitr, względnie wiadro 100^o spirytusu, potrzeba około 100 hl. względnie wiader wody.

Nietylko jednak ilość, lecz także i jakość wody jest bardzo ważną. Woda, nie odpowiadająca warunkom dobrej wody gorzelniczej, powoduje trudności w prowadzeniu robót, obniża wydatki spirytusu i utrudnia należyte wyzyskanie surowych produktów. Ogólnie można przyjąć, że woda o ciepłocie około 10^o C. (8^o R.), posiadająca własności dobrej do picia, niezbyt twarda, a przede wszystkim wolna od ciał gnijących i to gnicie powodujących, jest zupełnie odpowiednią dla celów gorzelniczych.

Wodę w gorzelnictwie potrzeba dla trojkiego celu:

- 1) do zasilania kotła,
- 2) « chłodzenia,
- 3) « mycia kadzi i aparatów, do słodowania, rozcieńczania zacierów i podobnych czynności technicznych.

Zależnie więc w jakim kierunku ma być użyta, powinna wykazywać odpowiedni skład i własności.

Woda kotłowa.

Woda kotłowa powinna być przede wszystkim miękka, t. j. nie zawierać wiele soli wapnia i magnezu, które na ścianach kotła powodują tworzenie się osadu, zwanego uwarem albo kamieniem kotłowym. Prócz tego nie powinna zawierać wiele ciał, będących w zawieszeniu, gdyż te przyspieszają tworzenie się grubego kamienia kotłowego. Jeżeli obok soli wapnia i magnezu, znajduje się wiele krzemionki, to tworzący się kamień jest twardy, zwięzły, i tylko z trudnością daje się usuwać ze ścian kotła, szczególnie jeżeli wapniowce są w formie siarczanów. Uwar, którego głównym składnikiem są węglany wapniowców, jest mniej zwięzły i można go łatwo ze ścian kotła usuwać. Związki organiczne wpływają na tworzenie się obfitego osadu, który jednak łatwo z kotła usunąć. Jeżeli obok większej ilości związków organicznych, znajdują się w wodzie także

azotyny i azotany, to często dochodzi do ich redukcji na tlenki azotu, które nagryzają kocioł, powodując jego silne rdzewienie. Również wody, zawierające siarkowodór, siarczki, kwasy i tłuszcze, więc wody mineralne lub zanieczyszczone wodami kanałowymi, są jako woda kotłowa nieprzydatne, gdyż niszczą kocioł.

Tworzenie się kamienia kotłowego jest bardzo niekorzystne. Osad, przypiekając się do ścian kotła, stwarza zły przewodnik ciepła, który powoduje gorsze wyzyskanie materiału opałowego, a tem samem większe zużycie paliwa. Grubość i zwięzłość uwaru kotłowego, decydują o stratach paliwa, które mogą dojść do 40%.

Nietylko gorsze zużycie paliwa powoduje kamień kotłowy, lecz jest także groźny, niebezpieczeństwem rozsądzenia kotła. Pod warstwą uwaru, jako złym przewodnikiem, ściany kotła dogrzewają się często do żaru. Jeżeli w takim wypadku pęknie uwar na dłuższej przestrzeni, lub też odprysnie jego znaczny kawał, to woda dostawszy się do rozżarzonej ściany kotła, tak szybko i w tak znacznej ilości zamienia się na parę, że wskutek gwałtownie zwiększonego ciśnienia może spowodować, szczególnie przy słabszym kotle jego rozsądzenie. Zwięzłość i grubość uwaru zwiększa niebezpieczeństwo rozsądzenia kotła.

Wody twarde, jako nienadające się do zasilania kotła, należy sztucznie zmiękczyć (o czem piszemy poniżej). Ponieważ nie zawsze dysponuje się w gorzelnii odpowiednią wodą do zasilania kotła, przeto we wszystkich wypadkach, gdzie chcemy chronić się przed szybkim tworzeniem się uwaru, należy po ukończonym ruchu w gorzelnii, względnie przed jego rozpoczęciem, skoro ciśnienie w kotle opadnie do 1 atm., wypuścić tyle wody z kotła, ile jej odchodzi z osadem. Woda, występująca pod ciśnieniem, porywa ze sobą zebrany na dnie kotła luźny osad i tem powstrzymuje tworzenie się uwaru.

Również jest korzystne, jeżeli kilka razy (3—5) podczas ruchu w gorzelnii, gdy pobieranie pary jest mniejsze,

nagłym otwarciem kurka spustowego wypuści się trochę wody z kotła, która odpływając, porywa osad. Przy większych kotłach ostatni sposób okazuje się korzystniejszy, aniżeli odpuszczanie wody przed rozpoczęciem i po skończeniu ruchu w gorzelnii.

Wysmarowanie suchych ścian kotła grafitem chroni je w czasie spoczynku przed rdzewieniem, zaś podczas ruchu utrudnia przypiekanie się osadu, który przez to łatwiej odchodzi.

Najlepszą wodą do zasilania kotła jest jako najmiększa, woda opadowa. Z tego też powodu bardzo dobrą jest woda z jezior, oraz czystych sadzawek i stawów, o ile w tych ostatnich niema wiele źródlisk. Również wcale dobrą jest woda wielkich rzek, natomiast woda strumieni górskich jest już mniej korzystną, gdyż jest twardszą. Najmniej odpowiednie są wody źródlane, studzienne, wreszcie mineralne, które zwykle szybko niszczą kocioł. Wody, płynące przez łąki szczególnie torfowe, są zwykle miękkie, lecz za to niosą ze sobą wiele rozpuszczonych ciał organicznych, które przyczyniają się do tworzenia obfitego, jakkolwiek niezwiązanego osadu.

Woda do chłodzenia.

Drugiej wody potrzeba w gorzelnii do chłodzenia zacieru i spirytusu. Od tej wymaga się, by jej ciepłota była możliwie niska, gdyż w takim razie potrzeba jej mniej, a to pociąga za sobą zmniejszenie zużycia paliwa. Oprócz niskiej ciepłoty trzeba, by woda chłodząca była wolną od ciał, będących w zawieszeniu, oraz od większej ilości czasowo rozpuszczonych soli, które wydzielają się z rozczynu przez zetknięcie się z powietrzem, a daleko szybciej podczas ogrzania. Kwaśne węglany, rozkładając się, wydzielają się w formie osadu, który przylega do ścian przewodów chłodzących, przez co utrudnia chłodzenie i powoduje większe zużycie wody. Przez podgrzanie takiej wody

aż do zagotowania, powtórę działaniem wapna gaszonego, lub wreszcie przez zetknięcie się jej na wielkiej powierzchni z powietrzem, np.: przez ściekanie kroplami z wierzy cieniowej lub koksowej, sole kwaśne węglanów rozkładają się i wydzielają w formie nierozpuszczalnego osadu.

Rury i przewody, które zaszły kamieniem, można oczyścić zapomocą szczoteczek drucianych lub wrzącym 2—5% ługiem żrącym, lub 5—8% roztworem sody. W razie grubego kamienia, trzeba do tego celu użyć 1—2% kwasu solnego, którym działa się na zimno lub ciepło.

Najodpowiedniejsze do chłodzenia w porze zimowej, późnej jesieni i wczesnej wiosny, są wody ze stawów, jezior, wreszcie rzek. Wody te są wolne od kwaśnych soli wapniowców, przeto nie tworzą podczas chłodzenia żadnego osadu, nadto w powyższym czasie mają niską ciepłość. W porze cieplejszej, więc wczesnej jesieni lub późnej wiosny, trzeba użyć wody studziennej, względnie źródlanej. Brak zimnej wody w gorzelnii, pomijając większego jej zapotrzebowania, a z tem związanych kosztów, powoduje niepotrzebne przedłużanie robót, co musi odbić się niekorzystnie na gorszych wydatkach i większem zużyciu paliwa.

Woda do robót technicznych.

Trzeciej wody potrzeba do wszystkich innych czynności, więc wyrobu siodu, rozcieńczania zacieru itp. Od tej wody wymagamy, aby była przede wszystkim czystą pod względem biologicznym tj., by nie zawierała ciał gnijących, oraz drobnoustrojów, powodujących te rozkłady i gnicie. Tu więc powinna być użyta najczystsza woda, zatem źródłana lub studzienna. Ponieważ i te wody mogą być zakażone ubocznymi ściekami, przeto tylko badania szczegółowe, drobnowidzowe i chemiczne mogą rozstrzygnąć, czy dana woda nadaje się dla celów gorzelnicznych i czy może być użyta w każdym kierunku, względnie w jakim?

Szczegółowa ocena wody.

Przy szczegółowej ocenie wody, należy zwrócić uwagę na następujące jej składniki:

1. **Ciała organiczne** znajdują się nieraz w wodzie w wielkiej ilości. Zwykle są to resztki roślin, ulegające gniciu pod wpływem drobnoustrojów.

Związki organiczne są zatem tylko tem szkodliwe, że służą za pożywienie drobnoustrojom i umożliwiają ich rozwój. Ostatnie są właściwymi szkodnikami, które powodują zakażenie w gorzelnii. Produktami ich działania są związki amoniaku, kwasu azotawego, azotowego i wreszcie chloru. Woda, do której przedostają się ścieki stajenne i ustępów, wody odpadkowe lub kanałowe, zawiera powyższe składniki i przeto jako zakażona nie nadaje się do przyrządzania siodu, mycia naczyń i podobnych robót technicznych.

Jednakże i wody, które nie zawierają powyższych składników, mogą być zakażone i nieść ze sobą wiele drobnorganizmów, szkodliwych dla gorzelnictwa. Obecność ich można stwierdzić tylko zapomocą badań drobnowidzowych, które decydują, czy dana woda nadaje się dla celów gorzelnicznych i w jakim kierunku? Wody, widocznie gnijące, są dla gorzelnictwa wogóle nieprzydatne, a co najwyżej mogą być użyte do zasilania kotła lub chłodzenia.

2. **Sole amoniaku** w małej ilości są w zasadzie korzystne, gdyż służą jako pożywienie dla drożdży. Ponieważ jednak związki amoniaku są produktami gnicia i rozkładu ciał białkowych roślinnego i zwierzęcego pochodzenia, przeto ich obecność wskazuje, że woda jest zakażona. Badania biologiczne wykazałyby z pewnością w takiej wodzie liczne drobnoustroje, między tymi szkodliwe dla procesów gorzelnicznych. Z tego powodu wodę zawierającą związki amoniaku można użyć tylko do chłodzenia, a o ile jest miękka także do zasilania kotła.

3. **Kwas azotawy** jest produktem utlenienia amoniaku i jego soli; wskazuje zatem na procesy rozkładu

i gnicia. Oprócz tego już drobne ilości kwasu azotawego i jego soli, działają szkodliwie na rozwój drożdży, przez co wpływają ujemnie na przebieg fermentacji. Woda, zawierająca kwas azotawy i jego sole, nadaje się tylko do chłodzenia, a w braku lepszej, wreszcie i do zasilania kotła. Związki kwasu azotawego, wobec większej ilości ciał organicznych, ulegają redukcji na tlenki azotu, które, jak to już mówiliśmy wyżej, działają niszcząco na kocioł.

4. **Kwas azotowy** jest dalszym produktem utlenienia amoniaku i kwasu azotawego. Woda, zawierająca jego większe ilości, jest zawsze podejrzana o zakażenie różnymi drobnoorganizmami, jako też ciałami gnijącymi. Jeżeli woda taka jest wolną od amoniaku i kwasu azotawego, to nawet znacznie większe ilości kwasu azotowego nie muszą wskazywać na procesy gnicia, a tem samem na zakażenie wody, gdyż jego obecność może być innego pochodzenia. W każdym razie woda o zawartości kwasu azotowego, jest podejrzana i o jej przydatności mogą rozstrzygnąć tylko szczegółowe badania biologiczne.

5. **Siarkowódór** występuje w wodach mineralnych, jako też podczas procesów gnicia. Woda, wykazująca jego obecność, dla celów gorzelniczych jest nieprzydatną.

6. **Chlor**, występujący najczęściej w formie chlorku: sodu, potasu, magnezu lub wapnia jest niekorzystnym, gdyż uszkadza proces słodowania. Lintner znalazł, że już zawartość 0,03% soli kuchennej wydłuża czas moczenia z 97 na 120 godzin, a zawartość 0,05% soli kuchennej wydłuża moczenie do 132 godzin. Równocześnie proces kielkowania zostaje znacznie przedłużony, bo sól browarniczy, który przy zwyczajnej wodzie był dojrzały po 6 dniach, wymagał przy wodzie zawierającej sól kuchenną 9 dni; przyczem rozwój korzonków zostaje wstrzymany, a natomiast pobudzony rozwój piórka. Otrzymany sól był gorzszy i dał mniej ekstraktu, i tak: w jednym wypadku zamiast 69,99% ekstraktu, otrzymano tylko 66,32%, w dru-

gim jeszcze mniej, bo tylko 63,53%. Woda, zawierająca znaczniejsze ilości chlorków, jest więc dla słodowania nieprzydatną. Jeżeli obok znaczniejszej ilości chlorków, znajdują się w wodzie także i większe ilości kwasu azotowego, to wskazuje, że do tej wody dostały się prawdopodobnie jakieś uboczne ścieki: gnojówki, wody ustępowej lub kanałowej. Woda tak zakażona nie nadaje się dla celów gorzelnicznych.

7. Suchej substancji znajduje się w normalnej wodzie do picia 0,3—0,6 gr. w 1 litrze. Głównym składnikiem są tu sole wapniowe i magnezowe, które powodują twardość wody. Do chłodzenia i zasilania kotła najlepszą jest woda miękka, natomiast dla innych czynności technicznych, zwłaszcza do słodowania i zacieru, nadaje się najlepiej woda średnio twarda.

8. Sole wapniowe i magnezowe. Woda twarda nadaje się lepiej do słodowania niż miękka, gdyż mniej rozpuszcza cennych składników zboża.

Siarczan wapniowy (gips), a zapewne i siarczan magnezowy wpływają pobudzająco na odbudowę ciał białkowych, oraz tworzenie się enzymów w słodzie, natomiast wpływają niekorzystnie na proces cukrowania. Węglany wapnia i magnezu w przeciwieństwie do siarczanów, wstrzymują trochę odbudowę białka, a tem samem tworzenia się enzymów w słodzie, za to działają na amylazę chroniąco. Przebieg cukrowania, zwłaszcza przy końcowej fermentacji, więc proces docukrowania jest wówczas korzystniejszy, co powoduje lepsze wydatki alkoholu.

Najnowsze badania wskazują, że w zbożach znajdują się pewne związki, działające na drożdże trująco. Trucizny te można uczynić nieszkodliwymi zapomocą wapna, wobec czego pewna zawartość węglanów wapniowców w wodzie, jest dla przebiegu fermentacji całkiem korzystną.

9. Związki żelaza są dla procesu słodowania niekorzystne. Żelazo znajduje się zwykle w formie kwaśnych węglanów; te rozkładają się łatwo przy zetknięciu z tlenem

powietrza i wydzielają się jako osad, barwy czerwonej, który pozostając na zbożu, utrudnia jego kielkowanie. Szczególnie przy fabrykacji drożdży prasowanych woda, zawierająca sole żelaza, jest szkodliwą, gdyż, pomijając trudności słodowania zboża, powoduje zabarwienie drożdży na niebiesko. Sole żelaza można łatwo usunąć zapomocą wapna, dodanego do wody, co jest koniecznem jeżeli woda taka ma służyć do moczenia zboża.

Oczyszczanie wody.

Niezawsze skład i własności wody są tego rodzaju, że można ją użyć bezpośrednio do wszelkich robót w gorzelni; często trzeba ją przedtem oczyścić. Oczyszczenie wody może nastąpić przez sączenie na drodze mechanicznej, albo przez użycie różnych chemikalii na drodze chemicznej, wreszcie na drodze biologicznej.

Czysty, ostroziarnisty piasek nadaje się do mechanicznego czyszczenia wielkiej ilości wody. Woda, sącząc się przez warstwy piasku, utracą wszystkie mechaniczne zanieczyszczenia, a między temi i organizmy, powodujące rozkłady i gnicie. Warunki, jakie tu woda napotyka, są bardzo podobne do warunków znajdujących się w przyrodzie, gdzie, przechodząc przez warstwy ziemi, które działają jak sączonek, utracą towarzyszące jej zanieczyszczenia mechaniczne.

Filtr piaskowy sporządza się w podłużnych dołach (basenach) betonowych 2—2,5 m. (około 7—9 stóp) głębokich. Na spód zakłada się warstwę 30—35 cm. (około stopy) żwiru, a na to idzie warstwa piasku 60—65 cm. (około 2 stóp). Żwir daje się warstwami, różnej grubości. Na spód zbiornika, przychodzi żwir wielkości pięści, na to wielkości orzecha, wreszcie wielkości grochu, poczem dopiero daje się warstwa właściwie sączącego piasku.

Woda dopływa na filtr powolnym spadem i stoi na nim słupem $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{4}$ m. (około 2—5 stóp), zależnie od tego, czy chcemy sączyć pod mniejszem, czy większem ci-

śnieniem. Sączenie nie idzie równie szybko. Początkowo, gdy puści się wodę na świeży filtr, sączenie idzie szybciej, a wolniej w miarę, jak osadzają się na nim zanieczyszczenia. Skoro na filtrze zbierze się taka ilość osadu, że sączenie znacznie osłabło, wstrzymuje się dalszy dopływ wody, zgarnia się górną warstewkę piasku wraz z zanieczyszczającym ją osadem, poczem wyrównuje powierzchnie i dopuszcza na nowo wodę. W ten sposób postępuje się tak długo, aż sącząca warstwa piasku nie zmaleje do 40 cm. (poniżej $1\frac{1}{2}$ stopy), poczem przerywa dopływ wody i dosypuje się świeżego, czystego piasku do pierwotnej wysokości. Zbierane warstwy zanieczyszczonego piasku wyrzuca się na kupy, a gdy dobrze przegniją (towarzyszące ciała organiczne), przemywa się go i bierze do ponownego sączenia. Filtrów piaskowych trzeba mieć zawsze dwa, tak, że gdy jeden jest nieczynny, z powodu jego oczyszczania, puszcza się wodę na drugi, i naodwrot.

Ilość oczyszczonej wody zależy od szybkości sączenia, zatem od warstwy wody, znajdującej się na filtrze, oraz od jej zanieczyszczenia. Im większy jest słup wody, zatem ciśnienie wyższe, tem większa jej ilość przesączy się, lecz za to jest ona mniej czysta; natomiast wolne sączenie podnosi czystość wody. Przy normalnem ciśnieniu 1 m.² filtra piaskowego dostarcza w 24 godzinach 12 hl. wody (1 stopa² filtra dostarcza 8 wiader wody). Jeżeli szybkość sączenia zwiększymy, to na tej samej powierzchni można przesączyć do 72 hl. (tj. na 1 stopę² — 48 wiader), lecz za to woda nie będzie tak czystą, jak przy wolnem sączeniu.

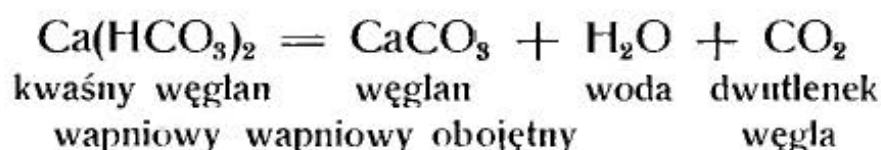
Jeżeli chodzi o zatrzymanie tylko grubszych zanieczyszczeń, to bardzo dobrym jest filtr z gąbek. Odpadki z gąbek oczyszcza się przez wymycie kwasem solnym i następne wyplukanie ciepłą wodą. Skoro gąbki tak zmiękną, że pod naciskiem ręki nie dają się odczuć części twarde, co wskazywałoby na niedostateczne wymycie kwasem solnym, układa się je między dwie siatki o drewnia-

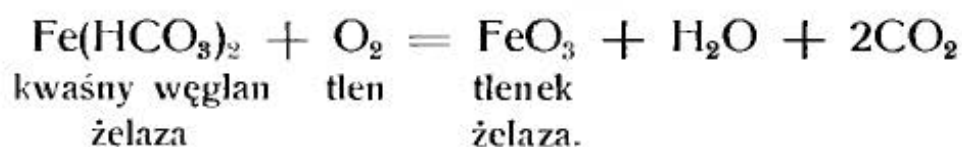
nych ramach i obciąża kamieniami lub silnie ściąga śrubami. Filtr o powierzchni $1,8 \times 1,1$ m. ($6,15 \times 3,8$ stopy), a grubości 32 cm. (około 1 stopy), na który potrzeba 30 kg. (około 73 funtów) gąbek, oczyszcza w 24 godzinach 500—600 m.³ (około 40—49 tysięcy wiader) wody; skuteczność filtra z gąbek jest więc bardzo wielką. Po pewnym czasie, zależnie od zanieczyszczenia wody, szybkość sączenia słabnie, pory gąbek zatkały się, należy zatem sączenie przerwać i gąbki starannie wyczyścić. Z tego powodu, jeżeli chodzi o sączenie bez przerwy, trzeba mieć do dyspozycji dwa filtry, z których jeden jest w ruchu, a drugi w czyszczeniu.

Obok powyższych, znane są jeszcze filtry z węgla drzewnego, gliny palonej, asbestu itp. Wszystkie te służą tylko dla małej produkcji, gdyż dla celów przemysłowych są za kosztowne.

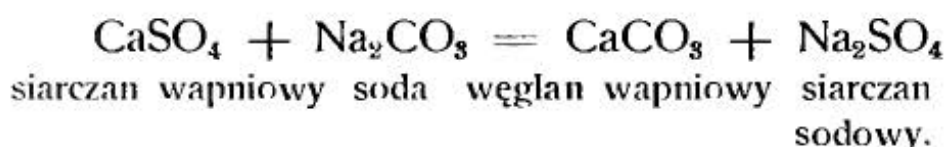
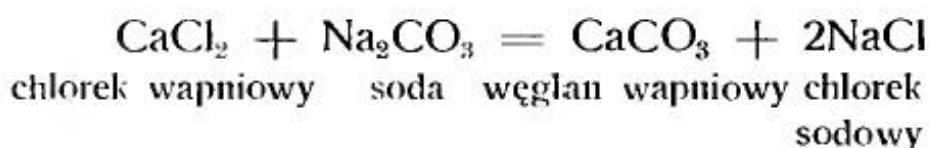
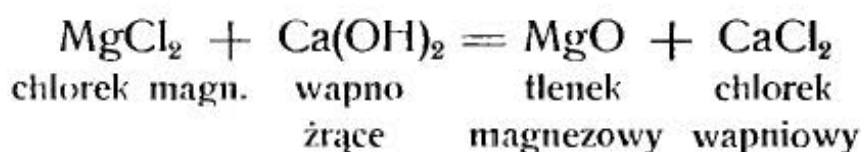
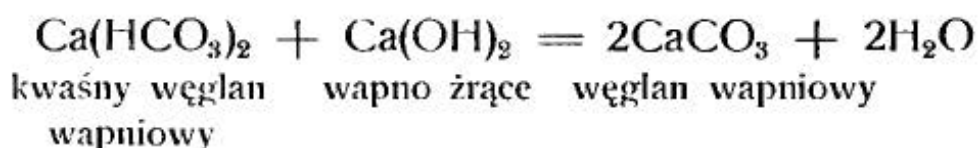
Drugi sposób oczyszczania wody jest na drodze chemicznej. Tu głównie chodzi o usunięcie soli wapniowych i magnezowych, powodujących twardość wody, względnie także soli żelaza, wywołujących trudności przy słodowaniu i przy fabrykacji drożdży prasowanych.

Jeżeli chodzi o usunięcie kwaśnych węglanów wapnia i żelaza, które w znacznej części wydzielają się już przez zetknięcie się wody z powietrzem, to postępowanie jest proste. Wodę pompuje się na wieżę lub do cylindrów, w których znajdują się porowate ciała, jak: koks, czerepy gliniane, węgiel drzewny itp., albo na rusztowanie z chrustu, po których woda, ściekając kroplami na dół, nasycy się tlenem powietrza, przez co następuje rozkład kwaśnych węglanów na obojętne, względnie na tlenki metali, wydzielające się w formie osadu.





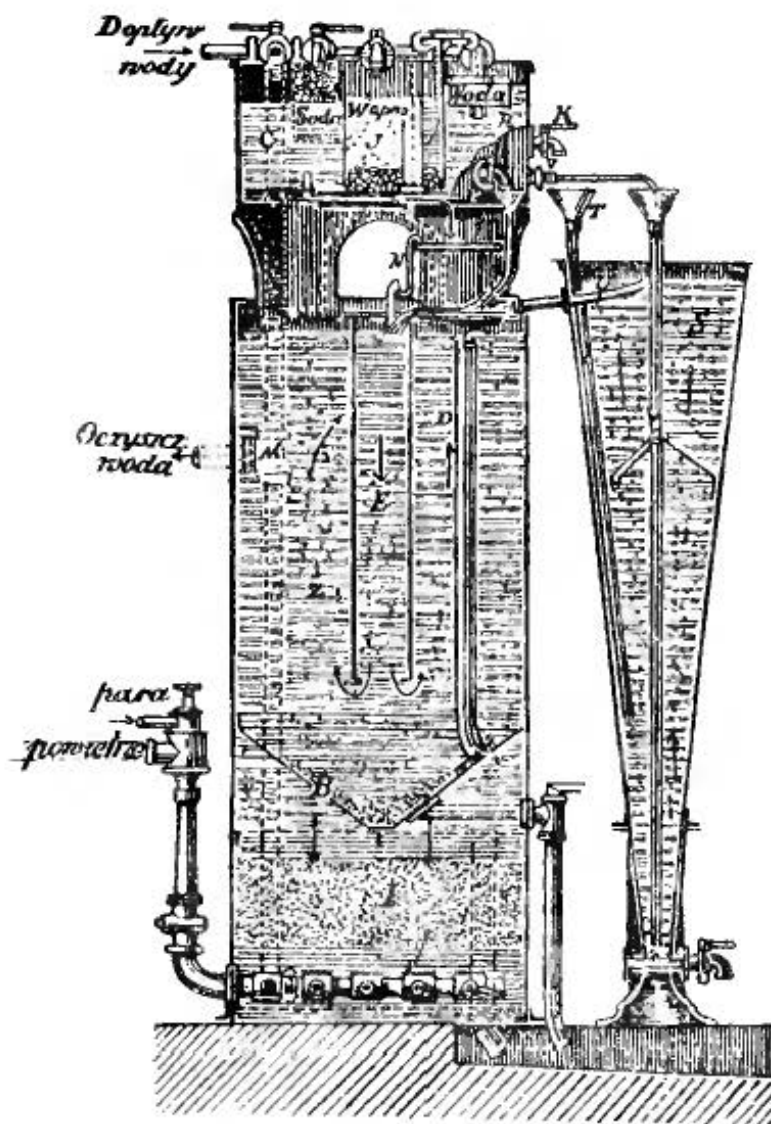
Usunięcie soli wapniowców i żelaza można dokonać zapomocą wapna żrącego i sody, według metody Clarka. Wapno wydziela kwaśne węglany, soda siarczany i inne sole.



Miękczenie wody dokonuje się w większych fabrykach w osobnych aparatach, w mniejszych — w zbiornikach, stojących bezpośrednio nad kotłem. Wodę o ciepłocie 60° C. miesza się z odpowiednią ilością wapna i sody (którą oblicza się na podstawie rozbioru chemicznego wody) i pozostawia 2—3 godzin w spokoju. Po upływie tego czasu, gdy wytworzony osad opadł na dno, ściąga się stojącą nad nim klarowną wodę, którą można już bezpośrednio użyć do zasilania kotła i innych czynności.

Woda zmiękczona nigdy nie powinna wykazywać reakcy alkalicznej, gdyż użyta jako woda kotłowa, powoduje szybkie nagryzanie nitów i pakunków, nadto gotuje się wybuchowo. Należy więc zawsze bacznie śledzić, czy ilość dodanych środków miękczących jest odpowiednią.

Dalszym środkiem miękczącym są krzemiany złożone: glinowo-potasowe lub sodowe, posiadające zdolność zatrzymania wapna w sączonej wodzie, przyczem w miejsce jego przychodzi do roztworu potas, względnie



Ryc. 9.

Aparat systemu Dervaux-Reiserta do miękczenia wody kotłowej. C. J. R. rozdzielacze sody, wapna, wody. S. zbiornik do sycenia wody wapnem. E. Z. zbiornik wody zaprawionej chemikaliami. B. namulnik. F. filter kwarcowy.

sód. Wody twarde można prostem sączeniem przez takie alkaliczne krzemiany (zeolity) zupełnie zmiękczyć. Przy długim użyciu, w miarę gromadzenia się soli wapnia i magnezu, słabnie działanie zeolitu, lecz starczy takie słabo

czynne alkaliczne krzemiany przemyć roztynem soli kuchennej, by wrócić im pierwotną zdolność miękczenia wody. Do roztynu przechodzą wówczas wapień i magnez, a w ich miejsce wstępuje do zeolitu odpowiednia ilość sodu.

W ostatnich czasach firma niemiecka J. D. Riedel, wprowadziła do handlu krzemian glinowo-sodowy pod nazwą »permutitu«, który z bardzo dobrym skutkiem usuwa z wody sole wapnia, magnezu i żelaza. Permutit używa się w warstwie 30 cm. (około 1 stopy) bezpośrednio albo też w warstwie 15 cm. (około $\frac{1}{2}$ stopy), którą nakłada się na zwyczajny filtr piaskowy. 100 kg. (= 244 pudów) permutitu zmiękcza w 50 godzinach 187 m.³ (= 15205 wiader) wody o twardości 10⁰ niemieckich.

Obok sody i wapna, oraz alkalicznych krzemianów, jako środków miękczących wodę, można jeszcze użyć dwuchromianu potasowego; natomiast należy się wystrzegać przed wszystkimi tajemnymi środkami, które rzekomo nie dopuszczają do tworzenia się kamienia kotłowego, lub też powodują łatwe miękczenie wody. Na pewną wzmiankę zasługuje tylko olej naftowy, którym naciera się ściany kotła i przez to utrudnia się gromadzenie uwaru, względnie ten łatwo od ścian kotła odchodzi. Użycie oleju naftowego jest jednak niebezpieczne ze względu na jego łatwą zapalność.

Wodę w gorzelnii trzyma się zwykle w zbiornikach żelaznych, które należy chronić przed rdzą odpowiednimi środkami. W tym celu maluje się zbiorniki farbą lakielową, albo minją z pokostem.

Również dobrymi są: mieszanina smoły pogazowej z asfaltem w stosunku 3:1, którą rozpuszcza się i zaciera na gorąco, jak i wreszcie cement rozrobiony na rzadką braję. W ostatnim wypadku, po każdej kampanii, należy zbiornik oczyścić, usunąć łuszczący się cement i zapędzłować ponownie świeżym cementem.

Wody odpadkowe z gorzelnii stanowią bardzo dobry

środek nawożący i jako takie powinny zawsze znaleźć zastosowanie w gospodarstwie do irygacji pól i łąk.

ROZDZIAŁ II.

Materyał opałowy.

Pod materyałem opałowym, paliwem, lub opalem, rozumie się wszystkie te ciała, przez spalanie których otrzymuje się ciepło. W pojęciu technicznym, materyałem opałowym może być każdy tani produkt przyrody, albo też wytwór sztuczny, który ulega spaleniowi i dostarcza ciepła. Do pierwszych zaliczamy: węgiel kamienny, torf, drzewo, słomę, ropę itp., do ostatnich: koks, węgiel drzewny, gaz świetlny, brykiety, gaz wodny, spirytus itp.

Wszelki materyał opałowy składa się z węgla, wodoru, tlenu, azotu, siarki, popiołu i wody. Właściwemu spaleniowi ulegają: węgiel, wodór i siarka i te składniki dostarczają ciepła, natomiast azot, woda i popiół zużywają ciepło i tem samem obniżają wartość opałową.

Paliwo, zawierające w swym składzie wiele wodoru, pali się płomieniem jasnym. Drzewo, torf, węgiel brunatny, jako zawierające wiele wodoru, łatwo się zapalają i płoną jasnym płomieniem, natomiast węgiel kamienny, zwłaszcza stare jego pokłady, antracyt, trudno się zapala i płonie słabo świecącym płomieniem, lecz za to bardzo gorącym.

Stosunek węgla, wodoru i tlenu w spotykanym najczęściej paliwie jest następujący:

| | węgla | wodoru | tlenu |
|-----------------|-------|--------|-------|
| Drzewo | 50% | 6,3% | 43,7% |
| Młody torf | 54% | 6,0% | 40,0% |
| Starszy torf | 60% | 6,0% | 34,0% |
| Węgiel brunatny | 70% | 5,5% | 24,5% |

| | węgla | wodoru | tłenu |
|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Węgiel kamienny tłusty | 80 ⁰ / ₀ | 5,0 ⁰ / ₀ | 15,0 ⁰ / ₀ |
| Węgiel kamienny chudy | 88 ⁰ / ₀ | 4,0 ⁰ / ₀ | 8,0 ⁰ / ₀ |
| Antracyt | 95 ⁰ / ₀ | 2,0 ⁰ / ₀ | 3,0 ⁰ / ₀ |

Spalanie materiału opałowego następuje w dostępie powietrza, którego tlen (21,8⁰/₀ ciężarowych) powoduje palenie, przyczem węgiel utlenia się na dwutlenek węgla $C + O_2 = CO_2$, wodór na parę wodną $H_2 + O = H_2O$, siarka na dwutlenek siarki $S + O_2 = SO_2$. 1 kg. węgla potrzebuje do spalania się 2,666 kg. tlenu, co odpowiada 11,7 kg. powietrza, zaś 1 kg. wodoru, 8 kg. tlenu, równe 34,7 kg. powietrza. Przy spalaniu opału musi być odpowiedni nadmiar tlenu powietrza; brak dostatecznej ilości powietrza, powoduje niezupełne spalanie. Węgiel spala się wówczas tylko częściowo na dwutlenek węgla (CO_2), a w większej części na tlenek węgla (CO), przyczem znaczna ilość węgla uchodzi z komina w formie sadzy, co wszystko razem powoduje ogromne straty na paliwie.

Wartość opału ocenia się ilością ciepła, wyrażonego w ciepłostkach, a powstałego podczas spalania jednostki ciężarowej paliwa. Pod pojęciem ciepłostki (kaloryi) rozumie się tę ilość ciepła, jakiej potrzeba do ogrzania 1 kg. wody o 1^o C.

W Królestwie Polskiem i Rosyi używają czasami w technice t. z. »ciepłostkę funtową«. Jakkolwiek naukowo ona uzasadnienia niema, to jednak z powodów praktycznych uwzględniając jej użytkowość, podajemy, że pod »ciepłostką funtową« należy rozumieć tę ilość ciepła, jaką potrzeba do ogrzania 1 funta wody o 1^o C.

Przy spalaniu funta paliwa, otrzymamy taką samą ilość ciepłostek funtowych, jaką otrzymujemy ciepłostek właściwych (kilogramowych), przy spaleniu 1 kg. opału. Ciepłostka funtowa (409 gr.) jest niespełna dwa i pół razy mniejszą od ciepłostki właściwej (1000 gr.).

Wartość opałową wyraża się jako:

- 1) bezwzględny skutek ciepła,
- 2) skuteczna ilość ciepła.

Bezwzględny skutek ciepła podaje tę ilość ciepła, wyrażonego w ciepłostkach, jaką otrzyma się przez zupełne spalanie 1 kg. paliwa. Oznaczenie wykonuje się w odpowiednich aparatach, zwanych kalorymetrami. Wartość cyfrowa, którą tu otrzymamy, służy za podstawę do teoretycznego porównania wartości różnego paliwa.

Bezwzględny skutek ciepła w praktyce otrzymać nie można. Przy opalaniu kotła parowego, tylko część teoretycznie wykazanego ciepła zostaje praktycznie zużyta, reszta stanowi straty.

Straty ciepła są dwojakie: a) nie do uniknięcia, na które składają się:

- 1) Zużycie ciepła na wyparowanie wody, znajdującej się w większej lub mniejszej ilości w paliwie.

- 2) Zużycie ciepła na wywołanie potrzebnego ciągu w kominie. Gazy idące do komina wykazują 200—400° C.

- 3) Straty opału przez jego niezupełne spalanie, którego część przepada do popielnika. Przy złych rusztach i węgla spiekającym się, straty te mogą być wcale wielkie.

- 4) Potrzebne ciepło do rozgrzania materiału opałowego aż do temperatury jego zapalenia, oraz strata ciepła, pozostałego w rozżarzonej popiele.

- 5) Utrata ciepła przez promieniowanie i przewodzenie tak kotła, jak i jego przewodów parowych.

Największą stratę ciepła powodują gorące gazy spalania, idące do komina.

b) Straty dające się przez dobre palenie ominąć, a temi są:

- 1) Zła obsługa paliwa na ruszcie.

- 2) Niedostateczny dostęp powietrza, lub przeciwnie jego za wielki dostęp.

- 3) Złe regulowanie ciągu komina.

Z przyczyn powyższych nawet w najlepszych warun-

kach spalania paliwa pod kotłem, zostaje tylko część ciepła, bo zaledwie 65—75%, technicznie wyzyskana, resztę 25—35% ciepła stanowią nie do uniknięcia straty. Jeżeli jednak urządzenie kotłowni jest złe, lub obsługa kotła niedbała i nieumiejętna, to skuteczna ilość ciepła, wyzyskana ze spalonego opału, może wynosić zaledwie 40% teoretycznej wartości opałowej, a resztę 60% będą stanowiły straty.

Skuteczną ilość ciepła wyraża się zwykle siłą parowania, tj. ilością wyparowanej wody zapomocą jednostki ciężarowej 1 kg. opału. Do zamiany 1 kg. wody o 0° na parę o 100° C. potrzeba 636,5, okrągło 637 ciepłostek. Jeżeli więc wartość opałowa danego materiału, wyrażonego w ciepłostkach, podzieli się przez 637, to otrzyma się teoretyczną siłę parowania, np.:

Węgiel o wartości opałowej 6300 ciepłostek przedstawia teoretyczną siłę parowania:

$6300 : 637 = 9,89$ tj. tyle kg. (f.) wody mógłby wyparować 1 kg. (f.) węgla o 6300 ciepłostkach, gdyby całe jego ciepło zostało w tym kierunku zużyte. Ponieważ w praktyce osiągamy skutecznego ciepła tylko np. 75%, przeto 1 kg. (f.) powyższego węgla zdolalby dostarczyć:

$$\frac{9,89 \times 75}{100} = 7,4 \text{ kg. (f.) pary wodnej.}$$

Rzeczywistą siłę parowania oznacza się przez bezpośrednią próbę palenia pod kotłem, przyczem oznacza się ilość kg. (f.) wody, wyparowanej zapomocą pewnej, danej ilości kg. (f.) opału. Dzieląc przez siebie tych dwoje liczb, otrzymuje się rzeczywistą siłę parowania. Do tego samego wyniku można dojść przez oznaczenie strat ciepła.

Drzewo rozróżnia się twarde i miękkie. Do twardych zalicza się: dęby, buki, graby, wiązy; do miękkich: wszystkie drzewa iglaste, dalej wierzby, topole, lipy, olchy, osiki.

Przeciętny skład chemiczny suchego drzewa jest następujący:

| | |
|---------|---------------------------------------|
| węgla | 49—50,6 ⁰ / ₀ |
| wodoru | około 6,0 ⁰ / ₀ |
| tlenu | 42,0—47,0 ⁰ / ₀ |
| popiołu | 0,3—2,9 ⁰ / ₀ . |

Świeżo ścięte drzewo zawiera 40—45⁰/₀ wody, którą utracą w miarę wysychania na powietrzu i już po 6 miesiącach ma zaledwie 25⁰/₀, po roku 20⁰/₀, a po 18 miesiącach 15—17⁰/₀. Więcej wody na powietrzu drzewo nie traci. Drzewo pozbawione kory utracą wodę szybciej. Drzewa, cięte w zimie, zawierają mniej wody, jak cięte w pełnej wegetacji, zwłaszcza młode.

Wartość opałowa drzewa waha się w granicach 2000 do 4000 ciepłostek, przyczem:

100 sążni³ polskiej miary (= 516 m.³) drewn dębowych suchych (po roku cięcia, o wadze 174,2 q. = 1070 pudów) odpowiada pod względem wartości opałowej:

| | | | kórego 1 sążeń ³ waży |
|--------------------------|----------------------------|-----------|----------------------------------|
| 103 sążniom ³ | drew brzozowych | 16,2 q. = | 99 pudów |
| 104 « | « grabowych | 17,2 q. = | 105 « |
| 108 « | « olchowych | 12,8 q. = | 78 « |
| 115 « | « sosnowych | 14,7 q. = | 90 « |
| 189 « | « topolowych lub osikowych | — | |

a 124,5 q. = 760 pudom węgla o 6000 ciepłostkach.

Torf jest najmłodszym, dopiero tworzącym się węglem. Powstaje przez rozkład różnych roślin, których strukturę widzi się jeszcze u młodszych odmian torfu. Grubość pokładów torfowych jest różną, od 1—6 m. (3,5—21 stóp), rzadko jest większą jak np. w Irlandyi, gdzie dochodzi do 12 m. (41 stóp).

Skład chemiczny torfu wyschniętego w powietrzu, waha się bardzo znacznie:

wody zawiera 10—20%, popiołu 2—50%, przyczem torf, zawierający więcej jak 20% popiołu, dla celu opałowego opłaca się tylko w szczególniejszych warunkach miejscowych.

Wartość opałowa torfu waha się w granicach 1500 do 4500 ciepłostek i jest zależną od ilości zawartej w nim wody i popiołu, i tak:

| | | | | daje 1 kg. ciepłostek | |
|----|-----------------|----------|--------------|--------------------------|------|
| 1) | Torf wyborowy z | 10,84% | wody i 4,14% | popiołu | 4030 |
| 2) | « dobry | « 19,79% | « 10,10% | » | 3355 |
| 3) | « zwyczajny | « 21,94% | « 13,13% | « | 3045 |
| 4) | « lichej | « 39,93% | « 10,70% | « | 2309 |

Podczas formowania cegiełek torfowych można jego wartość opałową znacznie podnieść przez dodanie ropy lub odpadkowych olejów naftowych. Według badań Dąbskiego z Rudnej, torf może zatrzymać do 50% ropy.

Węgiel brunatny. Starszą formacją węgla od torfu, jest węgiel brunatny. U młodszych odmian można jeszcze zauważyć pochodzenie i ustrój roślinny, u starszych są już te cechy zatarte.

Skład chemiczny dobrze wysuszonych węgli brunatnych jest następujący:

| | |
|---------------------------|----------|
| węgla | 50—60% |
| wodoru | 1—5% |
| azotu | 0,5—1,5% |
| wody chemicznie związanej | 20—30% |
| « hygroskopijnej | 10—25% |
| popiołu | 5—10% |
| siarki | 0,2—2% |

Wartość opałowa wynosi 3000—5500 ciepłostek.

Węgiel kamienny jest najstarszą formacją węgla; występuje w pokładach 0,2—10 m. (0,7—35 stóp) grubości. Zwykle jest bezkształtny, bez woni, barwy czarnej do ciemno-brązowej, mniej lub więcej lśniący, dający się łatwo łupać. Rozróżniamy węgle spiekające się, bardzo dobre do robienia gazu świetlnego i koksu, oraz niespiekające się, które nadają się tylko na zwykły opał.

Węgiel kamienny wyschnięty w powietrzu zawiera:

| | |
|---------|-----------------------------------|
| węgla | 73—95 ⁰ / ₀ |
| wodoru | 2—6 ⁰ / ₀ |
| tlenu | 3—20 ⁰ / ₀ |
| azotu | 0,2—2 ⁰ / ₀ |
| wody | 1—8 ⁰ / ₀ |
| popiołu | 3—10 ⁰ / ₀ |

nadto nieraz wiele siarki.

Wartość opałowa węgla kamiennego wynosi 6000 do 7000 ciepłostek, zaś antracytu, najlepszego węgla dochodzi do 8000 ciepłostek.

Węgiel powinien być trzymany sucho i chłodno, w warstwach 1—2 m. Przechowanie ciepłe i wilgotne może doprowadzić do samozapalenia węgla. Świeżo wydobyty węgiel, przechowany na wolnym powietrzu, traci 2—10⁰/₀ ze swej wartości opałowej; po pół roku ustają te straty prawie zupełnie. Najlepszy sposób przechowania węgla jest pod wodą, gdyż wówczas nic nie traci z wartości opałowej.

Ropa występuje w Galicyi wzdłuż całego Podkarpacia, dalej w gubernii Baku, w Ameryce itd.

Przedstawia się jako ciecz oleista, barwy ciemno-brunatnej, z odcieniem zielonawym. Składa się z połączeń węgla z wodorem i służy przedewszystkiem do fabrykacji nafty świetlnej, przyczem otrzymuje się jako produkty uboczne: benzynę i olej ponaftowy, tzn. olej niebieski albo mazut.

Przeciętny skład chemiczny oleju niebieskiego jest: węgla 86,1⁰/₀, wodoru 12,8⁰/₀, tlenu 1,1⁰/₀. Wartość opa-

lowa odpadków naftowych, jako też i ropy wynosi 10,000 do 11,700 ciepłostek.

Opalanie ropą i odpadkami naftowymi, wykonuje się przy pomocy dmuchawki parowej, do której dopływająca ropa, rozpylona prądem pary, płonie po zapaleniu przy odpowiednim dostępie powietrza, płomieniem jasnym, nie kopcącym.

Załączona tabelka przedstawia wartość opałową i ciężar rozmaitego materiału opałowego.

Wartość opałowa i ciężar różnego paliwa.

| Rodzaj opalu | Ciężar 1 m. ³ paliwa w kilogr. | Ciężar 1 sąż. ³ paliwa w funtach rosyjskich | 1 kg. (f.) paliwa przy całkowitem spaleniu dostarcza ciepłostek *) | Przez spalenie 1 kg. (f.) paliwa za- mieniono kg. (f.) wody na parę | Uwagi |
|-------------------------|--|---|---|--|--|
| Słoma | 65 - 100 | 800 1200 | 2000 - 2800 | 3,1 - 4,4 | 1 sążeń ³ = 5,1598 m. ³ |
| Drzewo: | | | | | |
| a) miękkie | 280 | 3600 | 2500 | 4,0 | |
| b) twarde | 330 | 4200 | 3200 | 5,0 | *) Patrz str. 187 |
| c) przeciętnie suche | 240 - 370 | 3300 4300 | 2000 - 4000 | 3,1 - 6,2 | |
| Torń | 200 500 | 3200 4700 | 2000 - 4200 | 3,1 - 6,6 | |
| Węgiel z torfu | | | 6400 | 10,0 | |
| • brunatny | 700 - 750 | 8800 9400 | 3000 - 5500 | 4,7 - 8,6 | |
| • z Jaworzna | | | 5000 - 5800 | 7,8 - 9,1 | |
| • kamienny przec. | 740 960 | 9300 1200 | 6000 - 7600 | 9,4 - 11,8 | |
| • z Zagłębia Dąbr. | | | 6200 - 7000 | 9,7 - 11,0 | |
| • pruski | | | 6200 - 7500 | 9,7 - 11,8 | |

| Rodzaj opału | Ciężar 1 m. ³ paliwa w kilogr. | Ciężar 1 sąż. ³ paliwa w funtach rosyjskich | 1 kg. (f.) paliwa przy całkowitem spaleniu dostarcza ciepłostek *) | Przez spalenie 1 kg. (f.) paliwa za- mieniono kg. (f.) wody na parę | Uwagi |
|-----------------|--|---|---|--|---|
| Koks | 450 — 570 | 5650 — 7100 | 6000 — 7500 | 9,4 — 11,8 | *) Patrz str. 187 1 sążeń ³ = 5,1598 m. ³ |
| Antracyt | — | — | 7500 — 8000 | 11,8 — 11,5 | |
| Benzyna | 710 | — | 11300 | 17,7 | |
| Nafta | 800 | — | 11000 | 17,2 | |
| Odpadki naftowe | 918 | — | 10700 | 16,8 | |
| Alkohol 100% | 794 | — | 7068 | 11,1 | |
| „ 96% | — | — | 6080 | 9,5 | |
| „ 94% | — | — | 5950 | 9,4 | |
| „ 92% | — | — | 5800 | 9,1 | |
| „ 90% | — | — | 5660 | 8,8 | |
| „ 88% | — | — | 5550 | 8,5 | |

Zużycie opału w gorzelnii.

Ilość opału, potrzebnego do pędzenia gorzelnii, zależy od czterech warunków:

- 1) Jakości opału.
- 2) Dobrego spalania.
- 3) Jakości kotła, jego obmurowania, oraz izolacji przewodów parowych.
- 4) Postępowania technicznego w gorzelnii i ilości przyrządzanych dziennie zacierów.

Wybór materiału opałowego jest zależny od warunków miejscowych. Najkorzystniejsze będzie to paliwo, które

w danych warunkach kalkuluje się najlepiej. W okolicach wielkich lasów, najodpowiedniejsze będzie drzewo, w innych torf, dalej ropa lub węgiel kamienny. Tylko rachunek ścisły, uwzględniający tak koszt opału na miejscu w gorzelnii, jak również jego wartość opałową, wskaże jakie paliwo w danej gorzelnii, będzie najtańsze, tak np.:

W gorzelnii w Dublanach:

| | koron |
|--|-------|
| 1) 100 kg. węgla pruskiego o 6500 ciepłotek kosztuje | 3,15 |
| 2) 100 kg. « galicyjskiego « 5200 « « | 2,62 |
| 3) 100 kg. torfu miejscowego « 3800 « « | 1,65 |

Aby rozstrzygnąć, jaki opał w tych warunkach jest najtańszy, trzeba obliczyć koszt 100.000 ciepłotek poszczególnego paliwa, zatem:

$$\begin{aligned}
 1) \quad 6500 : 3,15 &= 100.000 : x \\
 x &= \frac{3,15 \cdot 100.000}{6500} = 48,46 \text{ kor.} \\
 2) \quad x &= \frac{2,62 \cdot 100.000}{5200} = 50,38 \text{ kor.} \\
 3) \quad x &= \frac{1,65 \cdot 100.000}{3800} = 58,93 \text{ kor.}
 \end{aligned}$$

Z rachunku tego wynika, że w gorzelnii Dublańskiej najtańszem paliwem będzie węgiel pruski.

Przy opale drzewem, względnie torfem należy uważać, by ten był dobrze wyschnięty przez odleżenie co najmniej półroczne w suchem miejscu. Spalanie zupełnie świeżego drzewa, względnie torfu, powoduje nie tylko trudności w prowadzeniu gorzelnii, lecz również i większe zużycie, bo spala się jego w stosunku do wyschniętego prawie o $\frac{1}{3}$ więcej.

Wartość opałowa drzewa w stosunku do węgla:

| 1 kub. sześc. drew suchych po roku od chwili cięcia | Waży | | Odpowiada ilości pudów (cetnarów) węgla, z gatunku dającego z 1 kg. ciepłostek | | | | | |
|--|-------|------------|--|------|------|------|------|------|
| | pudów | kilogramów | 5000 | | 6000 | | 7000 | |
| | | | pud. | kg. | pud. | kg. | pud. | kg. |
| dębowych | 107 | 1752 | 91 | 1490 | 76 | 1245 | 65 | 1064 |
| brzozowych | 99 | 1622 | 88 | 1441 | 74 | 1213 | 63 | 1038 |
| grabowych | 105 | 1719 | 87 | 1425 | 74 | 1212 | 63 | 1037 |
| olchowych | 78 | | 84 | 1376 | 70 | 1146 | 60 | 983 |
| sosnowych | 90 | 1474 | 79 | 1294 | 66 | 1081 | 57 | 933 |
| topolowych | | | 48 | 786 | 40 | 655 | 35 | 578 |

Wielki wpływ na zużycie opalu wywiera sposób jego spalania. Umiejętny i staranny palacz potrafi poczynić znaczne zaoszczędzenie, dochodzące do $\frac{1}{3}$ paliwa, w stosunku do złego, przy spełnianiu jednej i tej samej pracy. Ażeby osiągnąć dobre wyniki i opał zużytkować jak najoszczędniej, należy — nawet przy dobrze urządzonej palenisku i odpowiednim kotle — zachować następujące warunki:

1) Gruby węgiel porozbijać na kawałki, nie większe od pięści.

2) Miał węglowy przed narzuceniem do paleniska zwilżyć wodą.

3) Przy rozpalaniu zasuwę otwierać stopniowo, a gdy węgiel zupełnie się rozpali, odchylić ją o tyle, o ile tego wymaga normalna produkcja pary.

4) Przy wielkich paleniskach, już rozpalonych, węgiel narzucać na przednią część rusztu, gdzie wskutek wysokiej ciepłoty wydzielają się z niego gazy; te, przechodząc nad warstwą rozpalonego węgla, leżącego w tylnej części

rusztu, mieszają się z powietrzem i spalają w zupełności. Gdy gazy z węgla ujdą, przesunąć go na tylną część rusztu, narzucając na część przednią świeżego węgla. Przy paleniskach mniejszych węgiel narzuca się na całej powierzchni rusztów, warstwą, zaledwie pokrywającą rozżarzone węgle.

5) Grubość warstwy węgla na ruszcie nie powinna przenosić, przy dobrym ciągu i węglu orzechowym 200 mm. (około $\frac{2}{3}$ stopy), przy węglu koksowym 300 mm. (około stopy).

6) Świeży węgiel narzucać wtedy, gdy w palenisku widać rozżarzone węgle bez czarnych plam, co jest dowodem, że gazy już się wydzielily.

7) W paleniskach z dwoma drzwiczkami, nigdy nie otwierać obu drzwiczek naraz, lecz tylko na zmianę.

8) Unikać częstego mieszania węgla w palenisku, aby go zbyt nie ochładzać i nie przyczyniać się tem do spychania drobnych, niespalonych jeszcze węgielków do popielnika.

9) Przy czyszczeniu rusztu za szlaki, węgiel zgarnąć na stronę, następnie pogrzebaczem uderzyć z pod spodu wolną od węgla połowę rusztu, aby odskakująca od uderzeń szlaka zsypywała się do popielnika. Następnie długim hakiem przeciągnąć po kolei każdą szczelinę rusztu, by zeskrobać przystalą szlakę.

10) Przy każdym nowem narzuceniu węgla, lub mieszaniu węgla, dalej oczyszczaniu rusztu, należy bezwarunkowo opuścić zasuwę, a kanał kominowy trzymać zaledwie o tyle otwarty, by dym nie wychodził z paleniska na kotłownię.

11) Przy nowych kotłach, lub nowych paleniskach, należy drogą analizy gazów oznaczyć wysokość podnoszenia zasuw.

12) Po ukończonej robocie nigdy nie zalewać paleniska wodą, tylko wygarnąć opał i zalać wodę przed kotłem.

13) Przy opale drzewnym warunki spalania pozostają te same, z wyjątkiem narzucania opału. Drzewo, rzucone do paleniska, należy szczyptami układać ściśle jedno obok drugiego wzdłuż rusztów, bynajmniej nie w poprzek lub w krzyż.

Gorzelnia przy pewnym przerobie wymaga odpowiedniej ilości pary, którą dostarcza kocioł. Doświadczenie poucza, że na 1 m.² (12 stóp²) powierzchni ogrzewalnej, można otrzymać rozmaite ilości pary, jak to wykazuje następująca tabelka.

Ilość paliwa, potrzebna do pędzenia dobrego kotła parowego.

| Stopień natężenia kotła | Ilość pary z 1 kg. (f.) paliwa | 1 metr kwadratowy (12 stóp ²) powierzchni ogrzewalnej | | | | 1 m. ² (12 stóp ²) powierzchni rusztów zużywa w godzinie opału | | Rodzaj paliwa |
|-------------------------|--------------------------------|---|------|-----------|------|---|-----|---------------------------------|
| | | zużywa paliwa | | daje pary | | | | |
| | | kg. (f.) | f. | kg. (f.) | f. | | | |
| Łagodne natężenie | 8 | 2 | 4,9 | 16,6 | 40,5 | 70 | 171 | dobrze węgle kamienne śląskie |
| Średnie | 7 | 3,3 | 8,1 | 23,3 | 56,9 | 90 | 220 | |
| Silne | 6 | 5 | 12,2 | 30 | 73,3 | 110 | 269 | |
| Łagodne | 3,3 | 8,3 | 20,3 | 10 | 24,4 | 150 | 366 | dobry torf prasowany lub drzewo |
| Średnie | 2,7 | 8,7 | 21,3 | 23,3 | 56,9 | 250 | 611 | |
| Silne | 2,3 | 12,8 | 30,3 | 30 | 73,3 | 400 | 977 | |

Aby osiągnąć jak największą oszczędność na opale trzeba przede wszystkim, by kocioł parowy był odpowiednich do produkcji rozmiarów, a nadto by był dobrze obmurowany; małe kotły zużywają opału zawsze więcej.

Dla ekonomicznego palenia wielkość powierzchni kotła parowego powinna być następująca:

| 2 3 zacierów dziennie do | | Kocioł parowy powierzchni ogrzewalnej |
|-----------------------------|----------------------|--|
| 18 q. | 120 pudów ziemniaków | 30 m. ² = 360 stóp ² |
| 22 q. | 145 „ „ | 35 „ = 420 „ |
| 30 q. | 180 „ „ | 40 „ = 480 „ |

Dane te odnoszą się do kotłów parowych z przegrzewaczami, z paleniskiem, pod górnym kotłem i przy opale węglem lub dobrem, suchem drzewem.

Przy użyciu drzewa mokrego, zmurszałego, lub torfu, dalej przy systemie kotła z rurami płomiennymi, powierzchnia ogrzewalna powinna być większą o 10—20%. Przy kotłach rurkowych powierzchnia powinna być jeszcze znacznie większą, bo do 30%.

Ważną częścią kotła są ruszta, których kształt i rozmiary są zależne od jakości paliwa, a powinny odpowiadać następującym warunkom:

1) Sztaby rusztu powinny mieć taką między sobą odległość, by przepuszczały potrzebną do spalania opału ilość powietrza, a jednocześnie by opał niespalony nie przelatywał do popielnika.

2) Powierzchnia rusztów powinna być tak wielką, aby swobodnie spalała daną ilość opału. W razie za wielkiej powierzchni, należy ją systematycznie zmniejszać, kładąc bokiem cegły na sztorc, aż dojdziemy drogą kilkodniowych prób do takiej powierzchni, jaka wykaże nam najmniejsze zużycie opału.

3) Odległość rusztu od kotła winna być zastosowaną do rodzaju opału, jego warstwy i siły ciągu, w każdym razie nie powinna być mniejszą dla węgla jak 400 mm. (16,5 cala), dla drzewa i torfu 500 mm. (21 cali).

4) Drzwiczki paleniska nie powinny być za duże. Przy

wielkich paleniskach lepiej dawać dwoje drzwiczek, niż jedne podwójne.

5) Próg ogniowy, który służy dla przemieszania gazu z powietrzem, winien być w odległości od kotła 150 do 200 mm. (6 – 8 cali), z wyjątkiem kotłów rurkowych. (Dalsze dotyczące kotła patrz T. II).

Izolacja. W końcu należy jeszcze zwrócić uwagę na dobrą izolację wszelkich przewodów parowych, parnika i aparatu odpędowego, przez co można zaoszczędzić 10—20% opału.

Środków izolacyjnych znachodzi się w użyciu bardzo wiele, chodzi więc o rozważenie, które z nich są dobre, a tem samem polecenia godne.

Przez izolacje staramy się usunąć, względnie ograniczyć straty spowodowane przewodnictwem i promieniowaniem ciepła, stąd też skuteczność środka izolującego pozostaje w stosunku odwrotnym do jego zdolności przewodzenia i promieniowania ciepła. Ordway doszedł na podstawie obszernych badań do przekonania, że materiały porowate, zatem lekkie, są lepszymi środkami izolującymi, aniżeli zbito ułożone, ciężkie, i wypowiada, że przewodnictwo jest tem mniejsze, im waga danego materiału izolującego jest niższą.

Ciężar właściwy ważniejszych środków izolujących jest następujący:

| | Ciężar właściwy | | |
|------------------------|-----------------|------|---------|
| | od | do | średnio |
| Glina | 1,52 | 2,85 | 2,185 |
| Azbest | 1,20 | 2,80 | 2,000 |
| Lapidyt | 1,31 | 1,33 | 1,320 |
| Masa korkowa | 0,90 | 1,00 | 0,950 |

| Ciężar właściwy | | | |
|------------------------------|-----------|------|-----------|
| | od | do | średnio |
| Papier | 0,70 | 1,15 | 0,925 |
| Mastyka Le roi | 0,50 | 0,55 | 0,525 |
| Azbestyt | 0,44 | 0,50 | 0,470 |
| Salamandra | 0,40 | 0,45 | 0,425 |
| Infuzoryt | 0,30 | 0,50 | 0,400 |
| Poryt | 0,30 | 0,50 | 0,400 |
| Pasta krzemo-azbestowa | 0,39 | 0,40 | 0,395 |
| Izolguryt | 0,38 | 0,40 | 0,390 |
| Porowiec | 0,20 | 0,50 | 0,350 |
| Wojłok budowlany | 0,27 | 0,29 | 0,280 |
| Jedwab w sznurach | 0,13 | 0,20 | 0,165 |
| Słoma w powroślach | 0,04 | 0,05 | 0,045 |
| Powietrze | 0,0000013 | | 0,0000013 |

Współczynnik przewodnictwa cieplnego według Pe-cleta, Pasquaya, Meidingera i innych jest następujący:

| | od | do |
|--|-------|-------|
| Glina | 0,51 | 0,63 |
| Azbest | 0,16 | 0,503 |
| Gips | 0,33 | — |
| Ziemia krzemionkowa (rozmaitego składu) | 0,077 | 0,240 |
| Drzewo rozmaitych gatunków | 0,093 | 0,211 |

| | od | do |
|---------------------------------------|--------|--------|
| Salamandra | 0,125 | 0,075 |
| Korek | 0,073 | 0,143 |
| Odpadki z wełny | 0,101 | — |
| Lapidyt i suberyt | 0,077 | 0,108 |
| Sznur krzemionkowy | 0,092 | — |
| Mastyka Le roi | 0,091 | — |
| Iufuzoryt | 0,077 | 0,099 |
| Masa korkowa | 0,08 | — |
| Węgiel drzewny sproszkowany | 0,079 | — |
| Poryt | 0,074 | — |
| Torf | 0,073 | — |
| Trociny | 0,065 | — |
| Sznur jedwabny | 0,058 | 0,062 |
| Płótno | 0,043 | 0,052 |
| Wełna | 0,04 | — |
| Papier | 0,034 | 0,043 |
| Wojłok | 0,031 | 0,04 |
| Powietrze | 0,0175 | 0,0205 |

Przy izolacji ważnem jest także i promieniowanie, które zależy tak od jakości środka izolującego, jak i grubości jego warstwy. Przyjmując stratę ciepła przy powierzchniach nieizolowanych = 100, znajduje Rietschel przy rozmaitych izolowaniach następujące straty ciepła:

| Rodzaj izolacji | Grubość obszycia | | | |
|--|------------------|-------|-------|-------|
| | 15 mm | 20 mm | 25 mm | 30 mm |
| Powrósło słomiane z gliną | 69 | 64 | 60 | 57 |
| • azbestowe z masą azbestową | 59 | 56 | 54 | 52 |
| Różne preparaty z tufu krzemowego przeciętnie | 46 | 42 | 40 | 39 |
| Segmenty z korka | 44 | 35 | 29 | 24 |
| • ze sztucznego kamienia poro- watego | 38 | 33 | 30 | 28 |
| Sznur jedwabny różnego obrobienia . | 25 | 22 | 20 | 19 |
| Wojłok | 19 | 16 | 14 | 13 |

Z powyższego zestawienia wynika, że warstwa środka izolacyjnego musi być tem grubsza, im jego działalność izolująca jest słabsza.

Ze wszystkich środków izolacyjnych najlepszym okazuje się powietrze będące w spokoju, oraz wojłok. Stroną ujemną wojłoku i podobnych ciał izolacyjnych organicznych jest słaba wytrzymałość na wysokie ciepłoty, gdyż łatwo ulegają zwęgleniu, a nawet zapaleniu i z tego powodu nie mogą być bezpośrednio użyte do izolacji rur i przewodów, zawierających parę o wysokiej prężności.

K. Olszański, uwzględniając zalety izolacyjne powietrza i wojłoku, opracował i zaproponował izolację powietrzno-wojłokową, która polega na tem, że rury lub przewody mające być izolowane, obwija się sprężyną, względnie siatką drucianą, a te okręca się następnie szczelnie wojłokiem. Na zewnątrz obwiązuje się sznurem, okręca płótnem, które pokrywa się farbą olejną, lepiej smołową. W ten sposób między powierzchnią izolowaną, a wewnętrzną powierzchnią warstwy wojłoku, pozostaje przestrzeń powie-

trza, grubości średnicy sprężyny, względnie siatki drucianej; przez to zapobiega się zwęglaniu wojłoka, a uzyskana warstwa nieruchomego powietrza ze swej strony stanowi już doskonały środek izolujący.

Izolacja wojłokowo-powietrzna jakkolwiek jest jedną z najlepszych, przecież jest rzadko stosowaną z powodu dosyć wysokich kosztów urządzenia.

Z innych środków jako najtańsze, zasługują na uwagę słoma lub trawa szeroko-listna, oraz trociny i szalowanie deskami.

Słoma lub trawa są dobrymi środkami izolującymi, posiadają jednak tę samą ujemną stronę, co wojłok, tj. że łatwo ulegają zwęglaniu. Z tego więc powodu przedmiot izolowany należy obłożyć warstwą gliny, azbestu lub podobnym środkiem, by chronić słomę od bezpośredniego stykania się z silnie rozgrzaną ścianą przewodu parowego. W tym celu na rurę daje się warstwę 0,5—1 cm. (2—5 linii) np. gliny, na to przychodzi silnie skręcona (niepleciona) glina nasycona słomą w warstwie około 3—5 cm. (13—23 linii) potem glina znowu w warstwie około 1—3 cm. (5—13 linii), poczem płótno, które pokrywa się farbą olejną. Na wszelkich łączeniach rur należy założyć mankiety z blachy dla utrwalenia warstwy izolującej.

Zamiast słomy można użyć trociny, do których dodaje się tylko tyle gliny lub gipsu, by można je swobodnie nałożyć na przewody parowe. Zewnętrznie przychodzi płótno, które zaciera się farbą.

Gdzie chodzi o izolacje parnika lub kubłów odpędowych, tam można użyć trociny i szalówkę z drzewa lub samą szalówkę.

W ostatnim wypadku ściany izolowane okrywa się deskami grubości około 5 cm. (2 cale); najlepiej użyć do tego deski jedną stroną zbutwiałą i tą zwrócić je ku powierzchni izolowanej. Deski należy szczelnie dopasować i spiąć obręczami. Również dobrze można izolować cienkimi deskami, lecz wówczas należy założyć podwójną

szalówkę. Izolacja drzewem ma tę dobrą zaletę, że można ją rozebrać bez uszkodzenia łatwo każdej chwili i zbadać, względnie naprawić przedmiot izolowany.

Jakikolwiek byłby środek izolacyjny, trzeba zawsze pamiętać, by jego zewnętrzna powierzchnia była szczelna, a warstwa izolująca tak gruba, jak tego wymaga jakość środka izolacyjnego tj. im jest on lepszy, tem warstwa jego będzie cieńsza i naodwrot, im środek izolujący gorszy, tem warstwa jego musi być grubsza.

W dobrze urządzonej gorzelnii potrzeba dziennie węgla kamiennego, o ważności opalowej 6500 ciepłostek:

| Przy produkcji spirytusu z jednego zacieru | | d z i e n n i e p r z y | | | | | | | |
|--|--------|-------------------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------|
| | | 1 zacierze | | 2 zacierach | | 3 zacierach | | 4 zacierach | |
| hl. | wiader | w | | ę | | g | | l a | |
| | | kg. | pud. | kg. | pud. | kg. | pud. | kg. | pud. |
| 1,0 | 8 | 220 | 14 | 320 | 20 | 450 | 28 | 500 | 31 |
| 1,5 | 12 | 300 | 18 | 450 | 28 | 650 | 40 | 700 | 43 |
| 2,0 | 16 | 360 | 22 | 550 | 34 | 750 | 46 | 860 | 53,5 |
| 2,5 | 20 | 400 | 25 | 650 | 40 | 850 | 52 | 1020 | 63 |
| 3,0 | 24 | 450 | 28 | 750 | 46 | 1000 | 61 | 1200 | 74 |
| 3,5 | 28 | 520 | 32 | 850 | 52 | 1150 | 70 | 1375 | 84,0 |
| 4,0 | 32 | 580 | 36 | 950 | 58 | 1300 | 80 | 1550 | 95 |
| 5,0 | 40 | 700 | 43 | 1200 | 74 | 1600 | 98 | 1950 | 120,0 |

Na wiadro 100^o spirytusu wypada około 0,8—1—1,20 pudów węgla.

ROZDZIAŁ III.

Surowe produkty.

Surowe produkty, służące do wyrobu spirytusu, mogą zawierać:

- 1) skrobię,
- 2) cukier.

Do pierwszych należą wszystkie rośliny, gromadzące skrobię bądź w bulwach, bądź też w ziarnach, więc: ziemniaki, dalej jęczmień, żyto, pszenica, kukurudza, owies, proso, ryż, żołądź itp. Oprócz tych, zaliczamy tu i wszystkie produkty odpadkowe z innych fabrykacyi, zawierające skrobię, więc odpadki krochmalu, mąki, dekstryn itp.

Do produktów, zawierających cukier, zaliczamy: buraki, trzcinę cukrową, oraz różne owoce. Dalej pozostałości z różnych fabrykacyi, zawierające cukier, jak: melasę, wytłoczony winogron, drożdże winne itp.

Osobną grupę stanowią wreszcie produkty, zawierające inulinę jak: topinambury, mech islandzki, które jednakże dla wyrobu spirytusu nie przedstawiają większego znaczenia.

We wszystkich krajach z wyjątkiem Francyi, głównym materiałem przy wyrobie spirytusu są produkty skrobiowe i tak:

Na Ziemiach Polskich przerabia się głównie ziemniaki, a obok tego kukurudzę, żyto, jęczmień, owies, proso, dalej buraki, melasę, odpadki krochmalu, mąki, wreszcie trochę owocu na różne wódki.

W Niemczech i Austro-Węgrzech, obok wymienionych produktów, przerabia się na koniak większe ilości winogron i ich odpadków, jak wytłoczyny winogronowe, drożdże winne; również przerabia się więcej owoców na wódki, między którymi śliwowica otrzymana ze śliw jest

produktem bardzo rozpowszechnionym w Bośni i Hercegowinie.

W Rosji przerabia się więcej zboża niż ziemniaków, a obok tego wiele melasy, nadto trochę owoców i odpadków mącznych.



Ryc. 10.

Bulwa czyli topinambur: na lewo cała roślina, na prawo bulwa.

We Francji głównie buraki i melasę, a obok tego wiele owocu na wódki i koniak. Gorzelnie zbożowe podpadły z powodu podniesienia w ostatnich latach cła na zboże.

Włochy i Hiszpania przerabiają głównie kukurudzę, odpadki ryżu i owoce.

Anglia i Ameryka — kukurudzę, ryż, żyto, jęczmień, trzcinę cukrową i melasę.

A. Produkty zawierające skrobię.

1. Ziemiaki.

Po łacinie: — solanum tuberosum, albo esculentum, po polsku: — ziemniaki lub perka, po kaszubsku — bulba, po rosyjsku — картофель, po rusku — буля, барабола, po czesku — země, po niemiecku — Kartoffel lub Erdäpfel, po francusku pomme de terre, po angielsku — potato, po włosku — pomo di terra, po szwedzku — potäter, po węgiersku — pityoka, po fińsku — maaomena.

Ojczyzną ziemniaka jest Ameryka południowa, mianowicie kraje: Peru, Chili i Equador, gdzie i obecnie napotyka się go w stanie dzikim. Stamtąd zapewne przez Meksyk, Amerykę północną dostał się do Europy.

Kto i kiedy sprowadził ziemniaki do Europy, tego na pewne nie wiadomo. W latach 1560—1570 spotykamy je w Hiszpanii, do Irlandyi sprowadził je lord Walter Raleigh, zaś do Anglii w r. 1585 admirał Franciszek Drake. Przez Niderlandy i Francję dostają się do Niemiec, gdzie należały około 1620 r. jeszcze do wielkich rzadkości. Wojna 30-letnia rozprzestrzenia ziemniaki po całych Niemczech, a następnie przenosi je do Austrii, Czech, Szwecyi, Danii, Szwajcaryi i Rosyi.

Do Polski przysłał pierwsze ziemniaki król Jan III. Sobieski po odsieczy wiedeńskiej r. 1683. Zasmakowały mu one na dworze cesarza Leopolda w Wiedniu i stamtąd przysłał je królowej Marysieńce do Wilanowa, polecając

swemu ogrodnikowi zasadzić je i rozmnożyć. Około r. 1700 uprawiał już ziemniaki na znaczniejszym kawałku ogrodnik Marcin Łuba na Nowolipkach pod Warszawą i stamtąd zaczęły się rozchodzić po Polsce.

We wszystkich krajach z wyjątkiem Anglii i Francji ziemniaki z końcem XVIII wieku należały jeszcze do rzadkości, którą spotykało się tylko na pańskich stołach. Głód w latach 1816—1818 i bezwzględne zarządzenia niektórych władców, jak np. Fryderyka W., sprawiły, że w odnośnych krajach uprawa ziemniaków poczęła się rozszerzać, lecz prawdziwy rozwój ich hodowli widzi się od chwili, kiedy zaczęto je używać do wyrobu spirytusu, następnie krochmalu i innych celów technicznych. Dzisiaj około 10% gleby ornej jest zajęte pod hodowlę ziemniaków.

Pierwsze wzmianki o wyrobie wódki z ziemniaków znajdujemy z r. 1747, kiedy niejaki Lantingshausen przedkłada rozprawę Szwedzkiej Akademii umiejętności, donosząc, że z ziemniaków można otrzymać wódkę. Dalsza wzmianka odnosi się do r. 1771, w którym polski, tytularny radca, Pasgnini przesyła z Werony do Wenecyi na próbę barylkę wódki, otrzymanej z ziemniaków. W latach 1773—1775 poczęto wyrabiać wódkę z ziemniaków we Francji i Wirtembergii.

Własności botaniczne ziemniaka, oraz zmiany, jakiem ulega podczas wegetacyi.

Ziemniak jest rośliną jednoroczną i należy do rodziny psinkowych. Składa się z gałęzistej łodygi, kształtu skrzydelkowato-kanciastego, pokrytej szorstkimi włoskami. Na łodydze są rozmieszczone naprzemian-ległe, przerywanopierzaste listki. Są one kształtu podłużnego lub jajowatego, nieco śpiczaste, w nasadzie nierówne, z obu stron kosmate, spodem bledsze, ku wierzchołkowi łodygi zwykle większe. Ziemniak kwitnie biało-żółtym, niebieskawym lub fioletowym z odcieniem różowawym kwiatem, zebrany wierzchołkowo w nieco zwisłe baldaszkogrony. Szypułki

są opatrzone pośrodku małym kolankiem. Kielich jest 5-dzielny, wzniesiony, nabarwiony. Korona obszerna, zrosłopłatkowa, o 5 wcięciach śpiczastych, na zewnątrz omszanych, zabarwionych biało do fioletu; w środku wznosi się stożek jasno-pomarańczowy, przytwierdzony do nasady korony, złożony z pręcików, tworzących jakby rurkę.



Ryc. 11.
Ziemniak.

Z pomiędzy pręcików sterczy słupek kwiatowy barwy zielonej, jest to dłuższa od pręcików szyjka zakończona główkowatą blizną.

Przy korzeniach zbierają się bulwy, które posiadają wszelkie cechy pędów podziemnych, tj. mają pączki (oczka) podobnie jak na gałęziach, przysłonięte śladem luseczki.

Bulwy te, cel hodowli ziemniaków, są więc podziemnymi, zgrubiałymi pędami, zapomocą których roślina zimuje. Tworzą się one przy końcach podziemnych pędów (stolonów), skoro rozwinie się silnie nadziemna część rośliny (nać).

Na bulwie są rozmieszczone oczka, których ilość przy wierzchołku jest większą niż u podstawy. Oczka są to wgłębienia, w których znajduje się 2—4 zarodków pędowych. Z tych najsilniejszy z oczek wyrasta, inne marnieją. Następnego roku, posadzony ziemniak wydaje pędy z 3—6 oczek, reszta oczek zwykle zamiera.

Pędy w cieniu są koloru białego, na świetle zieleńią. Wyrastając, przebijają ziemię, unosząc na wierzchołku pączek liści zarodowych, koloru fioletowo-zielonego, które po wyjściu z ziemi zieleńią.

Jak długo roślina jest młodą i jeszcze nie rozwinęła dostatecznie silnie liści i korzeni, to wszelkie pożywienie pociąga z bulwy ziemniaczanej (z nasienia), spichlerza młodej roślina, w którym są złożone: węglowodany (cukier i skrobia), związki azotowe i sole. Przy pobieraniu tych pokarmów muszą być pomocne enzymy, gdyż substancje złożone w bulwie są przeważnie w formie nierozpuszczalnej. Cukru jest tak mało, że zaledwie starczy do zapoczątkowania wzrostu. Skrobia, jako nierozpuszczalna w soku roślinnym, nie może bezpośrednio służyć za pożywienie, lecz naprzód musi ulegć rozpuszczeniu i zamianie na cukry, zapomocą istniejących już w bulwie ziemniaczanej i dalej drogą kiełkowania powstałych enzymów diastytycznych. Część tego cukru służy do budowy tkanki młodej roślina, reszta, spalona drogą oddychania, dostarcza ciepła, przez co pobudza procesy życiowe.

Podobnie rzecz się ma ze związkami azotowymi. Roślina może użyć do budowy swych komórek tylko te związki azotowe, które są rozpuszczalne i przenikają przez błonę roślinną. Ponieważ takich związków znajduje się w bulwie ziemniaczanej niewiele, przeto brak azotu musi być pokryty z ciał białkowych, związków, które bezpo-

dnio zużyte być nie mogą, gdyż o ile są nawet rozpuszczalne, to przecież nie dyfudują przez błonę. Z pomocą przychodzą tutaj enzymy, trawiące białko, które znajdują się już gotowe w bulwie, lecz ich ilość jeszcze znacznie wzrasta podczas kiełkowania ziemniaka.

Drobna część ciał białkowatych ulega zamianie na enzymy, lecz przeważna ich ilość, działaniem enzymów trawiących białko, ulega odbudowie na albumozy, peptony, wreszcie związki aminowe. W ten sposób związki azotowe nierozpuszczalne przechodzą w formę rozpuszczalną, przenikającą błonę, zatem materiał, który może już służyć jako pożywienie, oraz do budowy nowych komórek.

Wysadzona bulwa ziemniaka utracą podczas kiełkowania i rozwoju roślinki, prawie wszystkie swoje składniki, tak, że skład chemiczny takiego wyzyskanego nasienia (bulwy) jest następujący:

| | |
|-------------------|-----------------------------------|
| włókniaka | 2,11 ^o / ₁₀ |
| skrobi | 1,60 ^o / ₁₀ |
| surowego białka | 0,34 ^o / ₁₀ |
| popiołu | 0,42 ^o / ₁₀ |
| Razem suchej masy | 4,47 ^o / ₁₀ |

Wobec powyższego wysadzone bulwy nie przedstawiają żadnej wartości dla wyrobu spirytusu. Podczas zbioru należy je pozostawić w polu, gdyż zebrane łatwo ulegają gniciu, a przez to zakażają tylko zebrane w kopcu ziemniaki.

Skoro roślinka, czerpiąc pokarmy z bulwy, rozwinęła już listki i korzonki, poczyną żywot samodzielny. Korzonkami czerpie z ziemi wilgoć, sole i proste związki azotowe, podczas gdy listki, jak u wszystkich zielonych roślin, chłoną z powietrza bezwodnik węglowy i przerabiają go na skrobię. Tworzenie się skrobi przyspiesza i ułatwia silne naświetlenie, ciepło i obfitość liści. Powstała skrobia ulega rozpuszczeniu i zamianie na cukier, działaniem amy-

lasy, enzymu, znachodzącego się w zielonych komórkach rośliny. Część wytworzonego cukru ulega spaleniui drogą oddychania, reszta zamianie na tkankę rozwijającej się rośliny działaniem, czynników syntetycznych.

Jeżeli skrobi i związków azotowych powstanie więcej aniżeli tego wymagają warunki chwili rozwoju, tak, że roślina nie może zużytkować tego wszystkiego w formie pokarmu, wówczas rozpoczyna się tworzenie młodych bulw ziemniaczanych, w które zostaje złożony nadmiar tych związków. Węglowodany, w formie płynnego cukru, zostają tutaj, syntetycznem działaniem enzymów, zamienione z powrotem na formę stałą i częściowo zużyte na tkankę rozwijającej się bulwy ziemniaczanej, częściowo wydzielone jako skrobia. Związki azotowe napływają do bulw jako związki aminowe, z których syntetyczne enzymy budują peptony i białko więcej złożone.

Substancje złożone w bulwie, mogą narastać lub ulegać zużyciu przez roślinę, zależnie od nadmiaru lub braku nowo-tworzącego się pokarmu. Cukier i rozpuszczone związki azotowe, które dopłynęły do bulwy, mogą każdej chwili uleść napowrót zużyciu przez roślinę do jej odżywienia, względnie dalszej jej budowy. Jeżeli związki te zostały zużyte, a panuje dalej brak pokarmu, to wówczas i substancje rezerwowe, jak skrobia i ciała białkowe, mogą uleść odbudowie działaniem enzymów i zostać z bulwy pobrane podobnie, jak to miało miejsce z bulwy nasienia, podczas ich kiełkowania. Stosownie zatem do warunków rozwoju rośliny, ilość substancji zapasowych, złożonych w bulwie, może wahać się tak co do ilości, jak i jakości. Skład bulwy będzie więc zależał od tego, czy narastają substancje rezerwowe prędko lub wolno, lub też czy zostało wstrzymane dalsze ich gromadzenie z powodu braku pokarmu, a nawet częściowo zużyty materiał zapasowy. Przy korzystnych warunkach rozwoju, można stwierdzić stałe gromadzenie się substancji zapasowych w bulwie, aż do chwili obumierania rośliny. Gdy to nastąpi, wi-

dzi się jeszcze słaby dopływ skrobi, pochodzący z cukru, pozostałego w wolno obumierających częściach rośliny, więc w liściach i łodydze. Lecz nawet gdy i liście zamrą, można jeszcze zauważyć pewne podniesienie się skrobi, która powstaje z cukru (sacharozy, cukru inwertowego), nagromadzonego w tym czasie w znacznej ilości w bulwie.

Dojrzałe ziemniaki są zwykle ubogie w cukier i związki aminowe. W przeciwieństwie do tych, ziemniaki niedojrzałe wykazują wiele substancji rozpuszczalnych, jak cukru, związków aminowych, itp., a równocześnie ich zawartość skrobi jest mniejszą; ziemniaki takie są więcej skłonne do gnicia i różnych chorób.

Dla celów gorzelniczych ziemniaki niedojrzałe są niekorzystne. Cukier ich podczas gotowania częściowo odpływa wraz z wodą sokową (o ile jest odpuszczana), częściowo zaś ulega karmelizacji, dając zaciery, które gorzej fermentują.

Ziemniaki powinny być zatem zbierane dopiero wówczas, gdy zupełnie dojrzeją, gdy więc zamrze cała zielona część rośliny. Zebrane ziemniaki, jako organizmy żywe, ulegają dalej całemu szeregowi procesów fizjologicznych, jako też różnym zmianom, związanym z ich przechowaniem (patrz przechowanie ziemniaków).

Własności bulwy ziemniaczanej.

Jeżeli przekroimy bulwę w kierunku podłużnej osi, tj. od jej nasady do oczka szczytowego, to możemy roz-

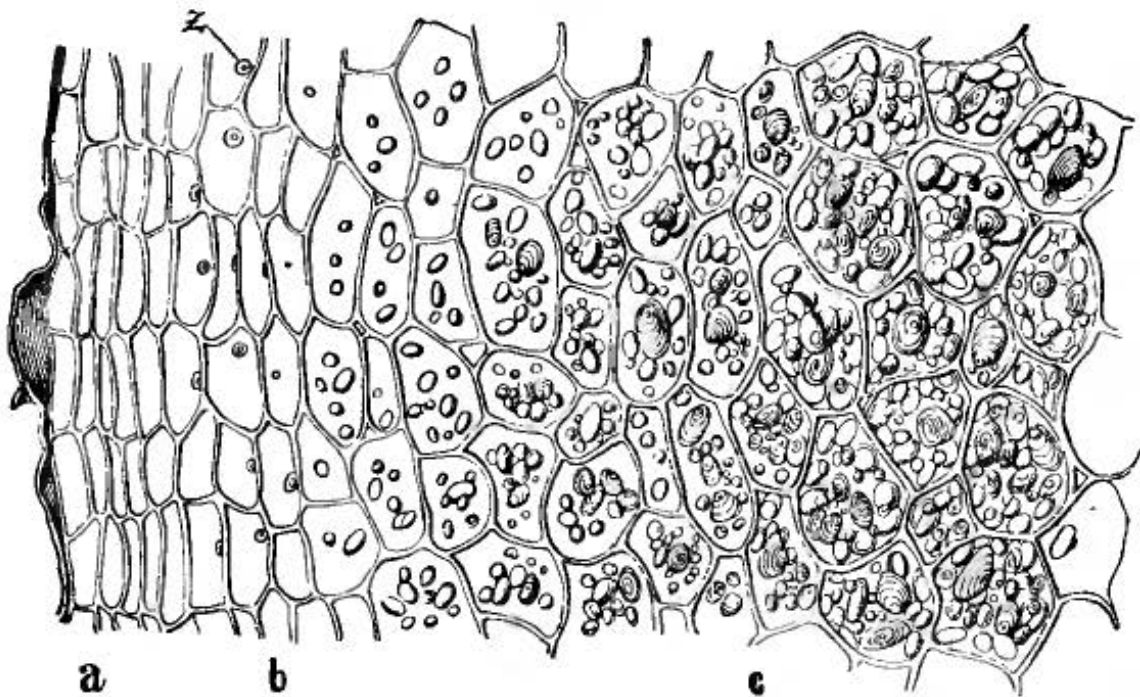


Ryc. 12.

Linia przekroju ziemniaka od *w* wierzchołka bulwy z gęsto osadzonymi oczkami, do *n* nasady bulwy.

różnić dwie warstwy: 1) zewnętrzną, czyli skórę, pod którą znajduje się warstwa komórek barwnych (u niektórych odmian); 2) środkową, z wiązkami naczyniowymi, wypełnioną skrobią.

Skórka (łupa) składa się z kilku warstewek, skorkowaciałych komórek, z wyschniętą plazmą, które jako mocne i sprężyste, a przytem nie przepuszczające ani wody, ani powietrza, stanowią ochronę dla bulwy od złych zewnętrznych wpływów i różnych szkodników. Łupka ta schodzi łatwo z ziemniaka dopóki jest młody i niedojrzały,



Ryc. 13.

Część przekroju ziemniaka 250 razy powiększona. *a* skorkowaciałe komórki skórki ziemniaka. *b* komórki pod skorkowaciałą częścią skórki. Komórki te są wypełnione plazmą i wykazują jądro. *z* jądro komórki. *c* komórki wypełnione skrobią.

gdyż pod nią znajduje się warstewka komórek, bogatych w plazmę, o cienkich ściankach, które stanowią miążgę tworzącą się skórki. Na dojrzałej bulwie przysycha skórka mocno i nie daje się łatwo zdrzeć. Dalsza warstewka składa się z komórek bogatych w plazmę, która przy barwnych odmianach ziemniaków zawiera rozpuszczony barwnik. Od ilości i jakości barwnika, zależy kolor ziemniaków,

które mogą być: białe, żółte, różowe, fioletowe, ciemno-niebieskie, nawet łaciaste, białe z czerwonym lub fioletowym.

Skórka może być gładką lub chropowatą. Ostatnia pochodzi stąd, że zewnętrzna część skorkowacialej lupiny pęka i odstaje kawałkami. Na każdej skórcie tak chropowatej, jak gładkiej można zauważyć liczne, drobne, nieco wystające brodaweczki. Są to tak zwane szparki (przetchniki), które służą bulwom ziemniaczanym do wymiany gazów z otaczającym powietrzem (oddychania). Ponieważ skórka nie przepuszcza powietrza, więc w tych brodawkach są małe przetwarki, którymi może ono wchodzić do wnętrza ziemniaka, względnie dwutlenek węgla i inne gazy mogą z bulwy występować. W niektórych mokrych latach brodawki te wyrodniają i rozrastają się chorobliwie, zwłaszcza na ziemiach torfiastych, i wówczas przez nie dostają się do wnętrza bulwy różne pasożyty.

Żywe, nacięte komórki ziemniaka posiadają zdolność tworzenia nowych ścianek, które ranę zamykają rodzajem korka i w ten sposób chronią bulwę przed szybkim wysychaniem w miejscu rany. Komórki, tworzące korek, nie zawierają skrobi.

Drugą zasadniczą częścią jest warstwa środkowa, miąższ ziemniaka, który może być barwy: białej, żółtej, fioletowej, różowo-żyłkowanej, a nawet ciemno-fioletowej, prawie czarnej. Składa się ona z komórek, bogatych w plazmę. Pierwsze szeregi komórek, przytykające do warstwy zewnętrznej, zawierają tylko bardzo niewiele i to małych galeczek skrobi, oraz małe ilości związków proteinowych i mineralnych; dalsze są niemi obficie wypełnione i stanowią tę część bulwy, która właściwie dostarcza skrobię; sam środek jest więcej wodnisty i zawiera trochę mniej skrobi niż komórki poprzednie.

Między warstwą środkową a t. z. korą bieżną wiązki rurek naczyniowych, które doprowadzają z liści i korzeni sok, a z tym materiałem potrzebny do wzrostu bulwy. Wiazki naczyniowe przebiegają od nasady bulwy do wierzchołka,

dochodząc zawsze ku powierzchni do wszystkich oczek, jak to widać na rysunku.

Skrobia znajduje się w formie galeczek różnej wielkości. Ułożone są one w płynnym soku komórkowym, który składa się z roztworu ciał białkowatych, cukru, związków mineralnych, soli organicznych itp. Przy ogrzewaniu albo gotowaniu ziemniaków, chłonie skrobia płynną zawartość komórki i zamienia się na ciągłą, kleistą masę. Jeżeli ziemniaki są ubogie w skrobię, to na jedną jej galeczkę przypada tyle wody, że skrobia może nie tylko na-



Ryc. 14.
Przekrój ziemniaka.

pęcznić, ale i zupełnie sklejtować. Ziemniaki bogate w skrobię zawierają znacznie mniej wody, a w stosunku do skrobi tak mało, że ta może uleść tylko częściowemu sklejtowaniu, przez co gotowane ziemniaki pozostają twardymi. Ziemniaki, zawierające więcej jak 20% skrobi, nie nadają się do jedzenia, gdyż gotowane rozpadają się, pozostając mimo to twardymi (nieugotowane). Na to szczególne zachowanie się ziemniaków wysoko-skrobiowych należy zwrócić uwagę podczas ich parowania w gorzelni.

Wielkość galeczek skrobiowych jest bardzo różnaita i waha w granicach 0,003—0,1 mm. Również różnym

jest kształt galeczek. Małe galeczki są okrągłe, większe są okrągłe lub jajowate, największe jajowate i muszlowate. W komórkach, znajdujących się w pobliżu wiązek naczyniowych, przeważają małe galeczki skrobi, w innych komórkach są one nieregularnie pomieszane z większymi. W ziemniakach wysoko-skrobiowych, przeważna ilość komórek jest przepelniona galeczkami skrobi, zaś u ziemniaków nisko-skrobiowych komórki zawierają zaledwie po kilka galeczek. Jeżeli ziemniak przetniemy i będziemy pocierać o siebie płaszczyznami przeciętymi, to przy ziemniakach bogatych w skrobię, galeczki skrobi łatwo wystąpią z komórek naciętych i wytworzą obfitą, gęstą, białą pianę; przy ziemniakach nisko-skrobiowych, piana ta będzie stosownie do skrobiowości słabszą. W ten sposób można w przybliżeniu już na oko rozróżnić skrobiowość ziemniaków.

Chemiczny skład ziemniaka.

Na podstawie licznych analiz rozmaitych ziemniaków, ich skład chemiczny przedstawia się następująco:

| W 100 częściach ziemniaka znajduje się: | Średnio | Najwięcej | Najmniej |
|---|---------|-----------|----------|
| Ciężar właściwy | 1,0977 | 1,1507 | 1,0500 |
| Wody | 76,53 | 85,48 | 65,20 |
| Suchej substancji | 23,47 | 34,80 | 14,52 |
| Substancji rozpuszczonej w wodzie | 2,85 | 5,95 | 2,08 |
| Związków azotowych (N \times 6,25) | 1,98 | 3,52 | 1,02 |
| Tłuszczu | 0,18 | 0,96 | 0,04 |
| Związków bezazotowych | 18,53 | 33,78 | 8,96 |
| w tem: skrobi | 17,73 | 29,60 | 8,70 |
| cukru | 0,26 | 4,72 | 0,02 |
| dekstryn i gum | 0,54 | 2,90 | 0,24 |
| Włókniaka | 1,60 | 3,85 | 0,92 |
| Popiołu | 1,18 | 5,80 | 0,80 |

Ziemniak składa się zasadniczo z dwóch części: stałej i płynnej. Na pierwszą składają się substancje w wodzie nierozpuszczalne, więc: tkanka roślinna (ścianki komórek), pobudowana z surowego włókna i związków pektynowych, dalej skrobia, część związków azotowych, głównie białko, trochę związków pektynowych i gum, wreszcie soli organicznych i nieorganicznych. Część drugą stanowi sok, ciecz wodnista, wypełniająca komórki, w której są rozpuszczone cukry, dekstryny, część związków azotowych, głównie aminy, pentozany, popiół i kwasy.

Ilość tych wszystkich składników wpływa na ciężar właściwy ziemniaka, który waha się w granicach 1,0506 do 1,1501 i jest tem wyższy, im suchej substancji jest więcej.

Ponieważ w suchej masie najcięższym składnikiem jest skrobia, przeto jej ilość decyduje o wysokości ciężaru właściwego. Na tych danych oparto oznaczenie skrobi i suchej masy z ciężaru właściwego ziemniaka (patrz »Badania w gorzelnictwie« wyd. II).

Suchej masy znajduje się w ziemniakach od 14—35%, a głównym jej składnikiem jest skrobia i od jej ilości zależy będzie zawartość suchej substancji w ziemniaku, i tak:

| suchej masy | skrobi | innych związków z różnicy |
|-------------|--------|------------------------------|
| 21,68 | 15,92 | 5,76 |
| 21,93 | 16,18 | 5,75 |
| 22,19 | 16,44 | 5,75 |
| 22,45 | 16,70 | 5,75 |
| 22,70 | 16,95 | 5,75 |
| 22,96 | 17,20 | 5,76. |

Podane cyfry, wynik licznych analiz, wskazują, że tylko ilość skrobi waha się, inne zaś ciała znajdują się zwykle w jednakowej ilości bez względu na skrobiowość ziemniaka. Znamy jednak cały szereg pojedynczych wypad-

ków, gdzie zależnie od sposobów nawożenia, uprawy gleby i warunków klimatycznych, wahały się i to bardzo znacznie, również i inne składniki, jak: związki azotowe, popiół, gumy. Małe ziemniaki zawierają więcej lupy i włókien niż większe, silnie rozwinięte.

Węglowodany w ziemniakach.

Węglowodany ziemniaka składają się głównie ze skrobi, a obok tego już stosunkowo w małej ilości z sacharozy, cukru inwertowego, dekstryny i gum.

Skrobia. Pod pojęciem skrobi rozróżnia się dwie wartości:

1) Zawartość skrobi, tj. rzeczywista ilość skrobi w ziemniakach.

2) Wartość skrobiowa, pod którą rozumie się sumę węglowodanów, więc skrobię, dekstryny i t. d., ulegające podczas gotowania z kwasem solnym zamianie na ciała (cukry) redukujące rozczyzn Fehlinga, a przeliczone na skrobię.

Wartość skrobiowa jest zatem wyższą, aniżeli zawartość skrobi.

Dla fabrykacyi krochmalu jest ważną tylko zawartość skrobi w ziemniakach, gdyż inne towarzyszące węglowodany są tu bez znaczenia. W gorzelnictwie obok skrobi możemy przerobić na alkohol również i cukier, stąd też pytamy tu o wartość skrobiową ziemniaka.

Waga Reimanna podaje nam zawsze wartość skrobiową ziemniaka, nie zaś zawartość skrobi, zatem ilość węglowodanów, mających znaczenie dla gorzelnictwa.

Wartość skrobiowa ziemniaka waha w granicach 9—30%, średnio 18%.

Ziemniaki, zebrane z jednego pola i nawet z tej samej wegetacyi, wykazują zwykle różną wartość skrobiową i tak: przy saksońskich cebulkach, hodowanych w jednokowych warunkach, znalazł Maercker skrobi:

| | |
|----------|-----------|
| najmniej | najwięcej |
| 16,10% | 25,5% |

Również i wielkość ziemniaków wywiera znaczny wpływ na ich skrobiowość i tak:

| | | | |
|---------------------------|----------|--------|-----------------|
| małe bulwy, wagi 20—50 g. | wykazały | 22,86% | wartości skrob. |
| średnie « « 50 100 « | « | 24,55% | « « |
| wielkie « « 100—150 « | « | 24,37% | « « |

Z tego wynika, że średnie, dobrze wykształcone bulwy, wykazują najwyższą wartość skrobiową (skrobi).

W szczególnie korzystnych warunkach wegetacji, ziemniaki mogą dojść do bardzo wysokiej wartości skrobiowej. Maercker znalazł w ziemniakach »saksońskich cebulkach« z Salzmünde 29,4%, zaś z Schochwitz 28,1% skrobi. W latach gorących można spotkać ziemniaki o wartości skrobiowej dochodzącej do 25—27%, zwykle jednak skrobia waha się od 17 do 23%.

Cukier. Obok skrobi znajdujemy w ziemniaku sacharozę, cukier inwertowy i dekstryny. Zawartość cukru waha się bardzo silnie i jest zależną od odmiany ziemniaka, warunków jego wegetacji, stopnia dojrzałości i sposobu przechowania. Młode, niedojrzałe, lub też kiełkujące ziemniaki zawierają zwykle wiele cukru i tak: Müller-Thurgau znalazł w ziemniaku kiełkującym do 5% cukru.

Jeżeli ziemniaki podczas przechowania znachodzą się długi czas w ciepłocie bliskiej 0°, to ich zawartość cukru znacznie wzrasta. Saare badał 10 różnych odmian ziemniaków i znalazł cukru w granicach 0,4—3,4%. Wreszcie większa lub mniejsza zawartość cukru, może być właściwością odmiany, np.: Imperatory, Juno są znane, jako zawierające wiele cukru, podczas gdy np. Dabery odznaczają się małą zawartością cukru.

Pentozany i gumy występują stosunkowo w małej ilości. Saare znajduje pentozan 0,74—0,95%. Nowsze bada-

nia wykazują jednak, że ilość tych składników może być daleko większą, w każdym razie znane są ziemniaki, w których znaleziono pentozan i gum około 3⁰/₀.

Pentozany i gummy, a w pewnym stopniu i związki pektynowe, znajdujemy nawet w zacierach zupełnie odfermentowanych, jako pozostałości, nie ulegające przerobowi.

Wiadomości nasze o tych związkach, do których zaliczamy pentozany, gummy i związki pektynowe, są jeszcze bardzo skąpe. Wprawdzie praktycznie rzecz biorąc, nie należą one do ulegających fermentacji alkoholowej, lecz właśnie dlatego, że spotykamy je jako pozostałość nieodfermentowaną, zasługują na bliższe rozważanie.

Jako mówiliśmy poprzednio, pod pojęciem skrobi w ziemniaku, wykazanej wagą Reimanna, rozumiemy wartość skrobiową, na którą obok skrobi i cukru, więc substancji ulegających fermentacji, wpływają pentozy, gummy i związki pektynowe. Jeżeli tych ostatnich jest normalna ilość, oznaczenie skrobi wypada w przybliżeniu dobrze, lecz jakżeż często jest ich znacznie więcej, względnie mniej, a wówczas oznaczenie skrobi jest błędne. Błąd ten może przy oznaczeniu skrobi wagą Reimanna dojść do $\pm 2\%$ skrobi. Znane są wypadki każdemu doświadczonemu gorzelnikowi, że dana odmiana ziemniaków, jakkolwiek wykazała mniej skrobi niż druga, dała w rezultacie przy tej samej robocie większą ilość alkoholu. Przyczynę tego zjawiska należy odnieść do błędnie wykazanej skrobi na zasadzie wartości skrobiowej. Odmiana ziemniaków, która wykazała mniej skrobi, zawierała jej istotnie więcej, a natomiast bardzo mało substancji nieulegającej fermentacji, przez co pozorna zawartość skrobi wypadła niższa. Również często można zauważyć, że pewne odmiany ziemniaków, zwłaszcza pochodzące z szczególniejszych warunków wegetacji, źle fermentują. Ziemniaki takie zawierają zapewne wiele pentozan i gum, oraz rozpuszczalnych związków pektynowych, które, nie ulegając fermentacji, powodują złe odfermentowanie.

Dlaczego pewne odmiany ziemniaków zawierają więcej tych niefermentujących związków, inne mniej — jest jeszcze nierozstrzygnięte, jak również nie jest wyjaśnione, dlaczego tych związków w pewnych latach znajdujemy więcej, zwłaszcza u niektórych odmian ziemniaków.

Włóknik i inne związki bezazotowe.

Błona komórkowa ziemniaków składa się głównie z włókniaka oraz pewnej ilości związków pektynowych. Te ostatnie ogrzewane z wodą, daleko szybciej z rozcieńczonym kwasem do 130° C., ulegają rozpuszczeniu. Ponieważ substancja międzykomórkowa ziemniaków jest złożona ze związków pektynowych, przeto ziemniaki ugotowane w wodzie, wykazują oddzielone od siebie komórki, gdyż ich substancja międzykomórkowa ulega częściowemu lub nawet zupełnemu rozpuszczeniu. Zawartość włókniaka waha się według Saarego 0,92—3,85‰ i zależy od grubości łup ziemniaków i tak: ziemniaki o cienkiej łupie zawierają włókniaka 0,92—1,64‰, o grubej łupie 2,04—3,85‰. Dla przebiegu fermentacji łupy są bez znaczenia, chociaż wielka ich zawartość jest niekorzystną, gdyż zacier jest mniej ruchliwy i wyżej się podnosi.

Obok powyższych znajdujemy w ziemniakach jeszcze tłuszcz, którego zawartość waha się w granicach 0,04 do 0,96‰. Jakkolwiek nie bierze on bezpośredniego udziału w fermentacji alkoholowej, to przecież jest wcale ważnym składnikiem, gdyż ułatwia wydzielanie się bezwodnika węglowego. Ziemniaki, zawierające mało tłuszczu, są zawsze skłonne do fermentacji pienistej, w przeciwieństwie do bogatych w tłuszcz, które fermentują spokojnie. Ponieważ zawartość tłuszczu jest związana ze stopniem dojrzałości ziemniaków i ich zawartością skrobi, przeto ziemniaki dojrzałe, zwłaszcza wysoko skrobiowe, fermentują zwykle spokojnie. Zawartość tłuszczu jest także właściwością odmiany. Znamy bowiem odmiany ziemniaków tak wysoko- jak i nisko-skrobiowych, które odznaczają się małą zawar-

tością tłuszczu, a stąd też, zwłaszcza jeżeli są jeszcze niezupełnie dojrzałe, okazują wielką skłonność do fermentacji pienistej. Ziemniaki, zawierające mało tłuszczu a wiele gum, pentozan i związków pektynowych, dają zacierę gęstą, kleistą, trudno fermentującą i szczególnie skłonne do fermentacji pienistej.

Związki azotowe ziemniaków.

Azot w ziemniakach występuje głównie w dwojakiej formie: białka, oraz aminów, amidów i pochodnych^{*)}. Dawniej sądzono, że jest on tylko w formie białka, nowsze jednak badania wykazały, że przynajmniej połowę azotu, występuje także i w innej formie.

König znalazł w ziemniakach azotu 0,212—0,498‰, z czego w formie białka przeciętnie 56,6‰, w granicach 43,9—71,2‰, resztę 43,4‰, w granicach 28,8—56,1‰, w formie innych związków azotowych. Według Kellnera azotu związków aminowych jest 42,3—50,9‰, zaś podług najnowszych badań Waterstradta azotu aminowego znajdujemy w ziemniakach średnio 50‰, w granicach 41,6 do 55,9‰.

Ilość związków aminowych zależy od dojrzałości ziemniaka, oraz warunków nawożenia i wegetacji. Badania, prowadzone w tym kierunku, streszcza Maercker w następujących punktach:

1. Ziemniaki bogate w azot zawierają więcej związków aminowych, aniżeli ubogie w azot.
2. Ziemniaki wysoko-skrobiowe, tych samych odmian zawierają mniej związków aminowych.
3. Jeżeli zawartość skrobi obniży się przez szczególne nawożenie, jak np. solami potasowymi, to równocześnie podniesie się zawartość związków aminowych.
4. Przez obniżenie skrobiowości w ziemniaku, a tem

^{*)} Aminy, amidy, iminy i pochodne obejmuje w dalszym wykładzie pojęciem: „Związków aminowych”.

samem podniesieniu związków aminowych zwiększa się równocześnie i całkowita zawartość azotu.

Dalsze doświadczenia wskazują, że ziemniaki drobne, niewykształcone lub niedojrzałe, zawierają więcej związków azotowych, aniżeli dobrze rozrosłe, wysoko-skrobiowe odmiany. Ponieważ niedojrzałe ziemniaki, więc zawierające wiele związków aminowych, wykazują zwykle mało tłuszczu, brak którego utrudnia wydzielanie się bezwodnika węglowego, przeto zacier, sporządzony z takich ziemniaków, będą skłonne do fermentacji pienistej. Związki aminowe stanowią dobre pożywienie dla drożdży, nadto wpływają pobudzająco na ich szybki rozwój, czego następstwem jest żywa fermentacja.

Ziemniaki pochodzące z gleby ciężkiej, są zazwyczaj bogatsze w związki azotowe, aniżeli pochodzące z gleby lekkiej. Ostatnie fermentują zwykle łatwo i spokojnie, a jako posiadające mało gum i pentozan, dostarczają zacierów ruchliwych, które dobrze sfermentowują.

Schulz badał związki aminowe ziemniaków i znajduje, że występują one głównie w formie asparaginy, obok której znachodzi się jeszcze leucyna, tyrozyna i hypoksantyna, i tak: na 100 części azotu ziemniaków znajduje się:

| | |
|---------------------------|------------------------------------|
| Białka nierozpuszczalnego | 19,2 ^o / _o |
| « rozpuszczalnego | 40,6 ^o / _o |
| Asparaginy | 21,6 ^o / _o |
| Innych związków aminowych | 18,6 ^o / _o . |

Białko rozpuszczalne składa się głównie z globuliny, rozpuszczalnej w wodzie i roztworach soli, którą Osborne nazwał tuberyną.

Związki aminowe, jako bardzo dobre pożywienie drożdży, są ważne dla gorzelnictwa, natomiast przedstawiają małą wartość karmową dla bydła. Pobrane jednak przez drożdże, zostają przerobione na białko plazmy ich

komórek, przez co podnoszą wartość odżywczą wywaru, gdyż zwiększają ilość białka, korzystną karmę dla bydła.

Oprócz wymienionych związków azotowych, znajdujemy w ziemniaku jeszcze sole amonowe.

Do ciał azotowych należy jeszcze zaliczyć przeważną ilość enzymów. Występują one i działają we wszystkich warunkach życia ziemniaków, więc tak podczas ich przechowania, jak kiełkowania i wzrostu. Ich zadaniem jest rozkład związków złożonych w bulwie, by przez to dostarczyć potrzebnego materiału dla procesu oddychania, jako też odpowiedniego pokarmu dla rozwijającej się roślinki ziemniaka. Z drugiej strony podczas tworzenia się bulwy, powodują one procesy twórcze, gdzie ze związków prostych wytwarzają więcej złożone, wydzielane w bulwie, materiały zapasowe, jak: skrobię, białko itp.

Obok powyższych znajduje się w ziemniakach solanina glukozyd, który posiada własności trujące. Zawartość solaniny w ziemniakach waha się w granicach 0,03 - 0,32^o/_o. Ziemniaki dojrzałe i zdrowe, z dobrej kultury, zawierają solaniny bardzo mało, natomiast znaczniejsze jej ilości spotyka się w ziemniakach dzikich oraz zwyrodniałych. Również zawartość jej wzrasta podczas kiełkowania, jednak na szczęście jest umiejscowioną w pędach, które z ziemniaków przeznaczonych na pokarm dla ludzi, należy starannie usuwać. Solanina znajduje się przedewszystkiem w łupie i oczkach, natomiast w części mączystej ziemniaka stosunkowo tylko w bardzo drobnej ilości. Spożyta w większej ilości, wywołuje u ludzi i bydła objawy zatrucia.

Kwasy w ziemniakach.

Sok ziemniaczany wykazuje zawsze reakcję kwaśną, t. j. czerwieni niebieski papierak lakmusowy. Pochodzi ona od szeregu obecnych kwasów, jak: cytrynowego, szczawiowego, jabłkowego, dalej kwasu pektynowego, który zapewne jest identyczny z kwasem arabinowym (gumą) itp. Również i kwasy amidowe działają kwaśno.

Obok powyższych znajduje się, według Windischa, również i kwas mleczny, jakkolwiek tylko w bardzo drobnych ilościach.

Ilość kwasu jest związaną z dojrzewaniem ziemniaków, a przede wszystkim rodzajem gleby i warunkami ich wegetacji. Ziemniaki niedojrzałe, dalej pochodzące z gleby ciężkiej, jak i z drugiej strony z bardzo lekkiej, wykazują wiele kwasu. Kwasowość ziemniaków zdrowych waha się od 0,1 do 0,45 cm.³ normalnego ługu żrącego na 20 cm.³ soku ziemniaka, czyli zawierają do 0,15% kwasu, przeliczonego na kwas mleczny. Ziemniaki gnijące wykazują nie raz bardzo wysoką kwasowość.

Związki mineralne (popiół) ziemniaków.

Związki mineralne składają się głównie z soli potasowych.

W 100 częściach czystego popiołu znajduje się według E. Wolffa:

| | Średnio % | Najwięcej % | Najmniej % |
|-----------------------------|--------------|----------------|---------------|
| Potasu | 60,07 | 73,61 | 43,95 |
| Sodu | 2,12 | 16,93 | 0,00 |
| Wapna | 2,57 | 6,23 | 0,51 |
| Magnezyi | 6,57 | 13,58 | 1,32 |
| Tlenku żelaza | 1,08 | 7,18 | 0,04 |
| Kwasu fosforowego | 17,10 | 27,14 | 8,39 |
| « siarkowego | 5,41 | 14,89 | 0,44 |
| « krzemowego | 2,03 | 8,11 | 0,00 |
| Chloru | 3,11 | 10,75 | 0,85 |
| Całkowita zawartość popiołu | 3,77 | 5,80 | 2,20 |

Według Morgena w 100 częściach popiołu ziemniaków znajdujemy:

| | Średnio ‰ | Najwięcej ‰ | Najmniej ‰ |
|--------------------------|--------------|----------------|---------------|
| Związków rozpuszczalnych | 73,88 | 89,19 | 57,49 |
| « nierozpuszczalnych | 26,12 | 42,51 | 10,81 |

Odmiany ziemniaków *).

Ziemniaki tworzą mnóstwo odmian, które co roku pojawiają się w handlu. Licząc tylko w przybliżeniu ziemniaki, polecane przez rozmaitych więcej znanych hodowców, znajdziemy ich około 2000 odmian. Różnią się one między sobą wyglądem zewnętrznym, jak: kształtem rośliny, jej liśćmi, kwiatem, kształtem bulwy, jej wielkością, barwą, własnościami skórki itp. Dalsza różnica leży w składzie chemicznym, oraz własnościach fizjologicznych, więc: zawartości skrobi, cukru, plenności, czasie dojrzewania, odporności na choroby itp.

Wszystkie te odmiany można zgrupować w trzy szeregi:

a) Ziemniaki wczesne, do użytku stołowego; są one zawsze mniej plenne, uboższe w skrobię, oraz najłatwiej ulegające chorobom i gniciu.

b) Ziemniaki średnio-późne; wykazują zwykle większą plenność oraz skrobiowość niż poprzednie, są wytrwalsze, nadają się zarówno na stołowe, jak i do gorzelnii.

c) Ziemniaki późne, najplenniejsze i najwytrwalsze, wykazują też zwykle największą skrobię, oraz odporność na choroby i gniliznę. Nać zachowują zieloną zwykle aż do mrozów.

Do sadzenia należy wybierać takie odmiany, które w pewnej glebie i okolicy najlepiej się udają.

*) Literaturę podaję na końcu tomu II.

Dla celów gorzelniczych najlepszą będzie ta odmiana, która wykazuje nietylko wielki plon, lecz także i wysoką skrobiowość, zatem odmiana, dostarczająca największą ilość skrobi z jednostki przestrzennej gleby, będzie tu najodpowiedniejszą. Jeżeli mamy do wyboru między dwoma odmianami, z których jedna daje wielki plon, o małej skrobiowości, a druga — wielką skrobiowość, lecz mały plon, to dla celów gorzelniczych odmiana ostatnia jest korzystniejszą. Ziemiaki wysoko-skrobiowe, pomijając, że wymagają mniejszych kosztów przewozu i przechowania (gdyż jest ich mniej), zwykle nie ulegają tak łatwo psuciu się, jak nisko-skrobiowe, a nadto w gorzelnii dają stosunkowo lepsze wydatki. Przy wyborze odmiany, oprócz powyższego, trzeba brać pod uwagę i odporność na różne choroby, oraz trwałość podczas przechowania. Ostatnie jest tak ważne, że nieraz lepiej hodować odmianę, dającą niższy plon, a za to odporną, niżeli naodwrot — dającą wielki plon, lecz przystępną dla chorób i gnilizny lub zagrzewaniu się w kopcach podczas przechowania.

Korzyści z gorzelnii są zawsze związane z plennością i kulturą ziemniaka. Jeżeli gospodarstwo w tani sposób wyprodukuje obfity plon ziemniaka, bogatego w skrobię, to gorzelnia wykaże w tych warunkach większy dochód z gleby. Koszt otrzymania jednego hektolitra (1 wiadra) spirytusu będzie tem niższy, im większy i tańszy będzie plon ziemniaków z jednostki przestrzeni gleby.

Wysoki plon, wysoka skrobia i odporność na choroby i zgniliznę — oto ideał ziemniaka gorzelniczego, do którego dążą wszystkie racjonalne gospodarstwa. Tworzenie nowych odmian, więc planowa hodowla ziemniaków, ma właśnie na celu otrzymanie odmiany, któraby posiadała wymienione zalety.

Z hodowców ziemniaków wyróżniają się: Henryk Dołkowski w Nowej Wsi pod Kentami. Wytworzył on wiele odmian, dziś bardzo cennych, jak: Sas, Perkun, Topaz, Gawronek, Świtez i inne. Dalej hodowcy niemieccy:

Richter w Zwickau, Paulsen w Nessengrundzie, Cimbal w Trömsdorfie, francuski Vilmorin w Paryżu, angielscy: Fidler w Readingu, oraz William Kerr w Dargavel-Dumfries. Każdy z tych hodowców wyprodukował po kilkadziesiąt, a niektórzy nawet po kilkaset nowych odmian.

Jaką odmianę należy prowadzić w danych warunkach gleby i klimatycznych? — na to niema żadnej reguły, a jedyną pewną odpowiedź można otrzymać przez próby na półkach doświadczalnych, które rozstrzygną, jakie odmiany w tych warunkach dadzą najlepsze wyniki i te najlepsze ziemniaki należy następnie rozplenić i hodować.

Z odmian, cieszących się uznaniem w gorzelniach, należy wymienić: Znicz, Gawronek, Topaz, Waza, Świtez, Sas, Prezydent Kruger, Bismark, Imperator, Wohltmann, Maercker, Reichskanzler, Brocken i wiele innych. W ostatnim czasie wysunęła się na naczelne miejsce plennością i skrobiowością nowa odmiana, nazwana prof. Wohltmann Nr. 34.

Na pewną uwagę zasługują również ziemniaki uragwajskie (*Solanum Commersoni*), mające się udawać nawet na takich glebach, na których inne odmiany nie można hodować. W kraju ojczystym rozpleniają się podobno bez sadzenia, rozradzając się z korzeni z roku na rok. Dalej mają być bardzo odporne zgniliznie, jako też wszelkim chorobom, a przymrozki wiosenne zupełnie im nie szkodzą. Według szczegółów, podanych z Francji, bulwy wyrastają do wielkości 100—145 gr., a niektóre nawet do 400 gr. Według badań Instytutu przemysłu fermentacyjnego w Berlinie, próba nadesłana wykazała 31,26% suchej masy, co według tabeli Reimanna odpowiadałoby 25,5% skrobi; w istocie jednak zawierały tylko 19% skrobi, a natomiast bardzo wiele ciał, nieulegających fermentacji. Próby i badania, prowadzone od 3 lat przez prof. Miczyńskiego w Dublinach, wykazują, że ziemniaki *Solanum-Commersoni* w naszych warunkach klimatycznych nie posiadają podanych

zalet, a tak plon, jak szczególnie ich skrobiowość, odporność itd. pozostawiają bardzo wiele do życzenia.

Uprawa ziemniaków.

1. **Gleba.** Ziemniaki można uprawiać na każdej glebie. Najwyższy plon, jako też i najwyższą skrobię dają jednak na lekkich glinkach piaszczystych, przepuszczalnych a żyznych; mniej dobrze idą na ziemiach zwięzłych, najgorzej na glebie podmokłej i na torfach.

2. **Klimat.** Pod względem klimatu są ziemniaki również dość niewybredne; udają się zarówno w górach, jak na równinach, a uprawa ich sięga daleko na północ. Lata suche i pogodne sprzyjają u nas urodzajowi ziemniaków. Długotrwała słota i chłód działają niekorzystnie, wstrzymują wegetację i rozwój bulw. Zależnie od odmiany potrzebują krótszego lub dłuższego czasu do rozwoju. Wczesne ziemniaki dochodzą w 13 tygodniach, późne potrzebują wegetacji 21—26 tygodni.

3. **Przedplon.** Ziemniaki udają się po jakimkolwiek przedplonie, a jeżeli dobrze nawozimy, mogą nawet następować po sobie kilkakrotnie bez znacznego ubytku plonu. Najczęściej uprawia się je po zbożach kłosowych, w pierwszym polu na nawozie stajennym, w żyznych ziemiach w drugim polu.

4. **Nawożenie.** a) Najwyższe plony osiągnąć można na dobrym nawozie stajennym, przyoranym w jesieni. Nawożenie obornikiem z wiosną, powoduje nieraz silne obniżenie skrobi w ziemniakach. Również dobrze idą ziemniaki na zielonych nawozach (na łubinie przyoranym) przy użyciu nawozów pomocniczych.

b) Nawozy pomocnicze azotowe działają, podług prof. Miczyńskiego więcej na rozrost liści i łodygi, mniej na plon. Badania, prowadzone przez stację hodowli ziemniaków w Berlinie, wykazują bardzo korzystny wpływ nawozu azotowego w formie saletry chilijskiej. Przy użyciu

32 kg. (2 pudów) saletry na hektar (1,7 morg pol.) otrzymano więcej:

na dobrej glebie 3182 kg. (194 pud.) ziemniaków,
czyli 649 kg. (39,6 pud.) skrobi na hektarze;

na gorszej glebie 2148 kg. (131 pud.) ziemniaków,
czyli 372 kg. (22,7 pud.) skrobi na hektarze.

Przesadne użycie nawozów pomocniczych azotowych obniża bardzo znacznie skrobię w ziemniakach, oraz czyni je skłonne do wszelakich chorób.

c) Nawozy fosforowe podnoszą plon i skrobię w ziemniakach tylko na glebie ubogiej w fosfor.

d) Nawozy potasowe wywierają największy wpływ. Ziemniak jest rośliną, która potrzebuje bardzo wiele potasu. Kainit (sole potasowe) należy dawać w jesieni lub wcześniej zimą. Na wiosnę lepiej użyć 40% soli potasowej i to w formie siarczanu potasowego, a nie chlorku, w ilości 80 kg. potasu na hektar (na morg — 115 f.). Wapnienie i margłowanie wprost pod ziemniaki wpływa na ich plon najczęściej niekorzystnie.

5. Uprawa. Uprawa pod ziemniaki powinna być dokonana w jesieni. Po kłosowych daje się wczesną podorkę, wywozi nawóz i przyorywa orką przedzimową. Orka powinna być głęboka, lub za plugiem puszcza się pogłębiacz. Na wiosnę niszczy się chwasty i lekko rolę spulchnia.

Nawożenie wiosenne jest mniej korzystne. W tym razie pole powinno być również w jesieni zorane, a w zimie, lub z wiosną roztrząsa się nawóz, przyoruje płytko i wałuje należycie.

6. Odmiany. Do sadzenia należy wybrać odmiany, dające wysoki plon, wysoką skrobię, jako też odznaczające się odpornością na choroby i gnicie. Stare odmiany zie-

mniaków wyradzają się, dają niższy plon, względnie niższą skrobię, a przede wszystkim wykazują szczególniejszą skłonność do różnych chorób i gnicia. Te stare odmiany trzeba zastępować nowemi, rozmnażając co roku po kilka odmian naprzód w małych poletkach. Odmiany, które dadzą plon wysoki i wykażą wysoką skrobiowość, oraz odporność na choroby i gniliznę, bierze się następnie do szerokiej uprawy.

7. **Czas sadzenia.** Ziemniaki rosną dopiero w ciepocie około $+ 8^{\circ}$ C., a młode pędy marzną od przymrozków, dlatego zbyt wczesne sadzenie niema celu. Pora sadzenia przypada u nas na kwiecień i początek maja, a przeciąga się niekiedy i do końca maja.

8. **Dobór nasienia.** Do sadzenia należy wybierać tylko bulwy średniej wielkości, wagi 70—100 gr., gdyż tylko średniej wielkości, jako najbogatsze w skrobię, dają największy i najlepszy plon. Drobne bulwy dają słabe krzaki.

Ziemniaki przeznaczone do sadzenia nie powinny w kopcu porość, bo to je osłabia; jeżeli zaczynają w kopcu silnie kielkować, należy je odkryć, przebrać i w suchym miejscu rozłożyć. Silne zawiędnięcie bulw przed sadzeniem, wywiera wpływ korzystny na plon ziemniaków.

9. **Sadzenie.** Sposoby sadzenia są rozmaite. Najczęściej sadi się: a) za pługiem, b) za rządownicą, c) za łopatą lub motyką w kwadrat, d) za dołownicą.

Na glebie lekkiej sadi się wężej, na ciężkiej — szerzej. Wczesne ziemniaki sadi się wężej, jak późne, podobnie ubogie w nać, w przeciwieństwie do bogatych w nać. Jako granicę można przyjąć odległość krzaków:

30 : 30 cm. na 65 : 65 cm. (12,5 : 12,5 cali na 27 : 27 cali).

Głębokość sadzenia zależy od gleby; im ona lżejsza, tem trzeba sadić głębiej, i tak w przybliżeniu:

| | |
|----------------------------|----------------------------|
| | należy sadzić w głębokości |
| na bardzo lekkich glebach | 12—15 cmt. (5—6 cali) |
| « lekkich glebach | 10 « (4 cali) |
| « średnio ciężkich glebach | 8 « (3,3 cali) |
| « ciężkich glebach | 5 « (2 cali). |

Do sadzenia wychodzi średnio około 15—30 gr. ziemniaków na hektar (9—18 korcy na morgę).

Po skielkowaniu i zakorzenieniu się ziemniaków, należy je obsypać pulchną ziemią, gdyż to wpływa korzystnie na tworzenie się bulw, również spulchnianie gleby wpływa korzystnie na plon, zwłaszcza w glebach zwięzłych.

Zbiór i przechowanie ziemniaków.

Ziemniaki wczesne dojrzewają już w lipcu, późniejsze w sierpniu i wrześniu, najpóźniejsze rosną prawie aż do mrozów. Do zbioru wczesnych odmian przystępuje się, gdy nać już opadła, a skórka z bulw już się nie łuszczy, lecz mocno przylega. Zbiór późnych odmian należy rozpocząć tak, by go ukończyć przed mrozami.

Plon ziemniaków wypada nadzwyczaj rozmaicie, zależnie od roku, gleby i uprawy. W gorszych warunkach plon wynosi zaledwie 100 q. z hektara. Podobnie mały plon bywa z odmian bardzo wczesnych. Średnio wczesne odmiany dają zwykle 150 q. z ha. Bardzo dobry plon uważa się u nas 140—160 q. (875—980 pudów) z morgi, tj. do 280 q. z ha. Za granicą znane są plony do 400 q. z ha., tj. do 240 q. (1465 pudów) z morgi.

Wybrane ziemniaki przechowuje się w piwnicach, kopcach, dołach i szopach. Od dobrego przechowania zależy bardzo wiele. Pominąwszy straty widoczne, jak: gnilizna i marznięcie ziemniaków, następują jeszcze straty, spowodowane przez zużycie się suchej masy.

Ziemniak jako istota żyjąca, podlega szeregowi procesów i zmian, które są nieodłącznym wynikiem praw życiowych.

Podczas przechowania mogą więc zachodzić następujące zmiany:

1. Utrata wody przez wysychanie.
2. Zamiana skrobi na cukier.
3. Przechowanie albo spalanie drogą oddychania wytworzonego cukru.
4. Częściowa odbudowa ciał białkowych.
5. Marznięcie.
6. Choroby i gnicie.
7. Kielkowanie.

Podczas przechowania, zwłaszcza z początku, można zauważyć drobny przybytek skrobi. Jest on jednak tylko pozorny, bo ten względny procentowy przyrost skrobi pochodzi od wysychania świeżych, bardzo bogatych w wodę ziemniaków. Ta utrata wody jest dość znaczną, bo wynosi od października do końca marca miesięcznie po 1⁰/₀, czyli razem 6⁰/₀, zaś od kwietnia do końca maja po 2⁰/₀. Ziemniak wyschnięty jest objętościowo trochę mniejszy, przez co wykazuje ów względny przybytek skrobi.

W każdej żywej komórce znajdują się dwojaki siły: twórcze czyli budujące i rozkładające, czyli odbudowujące. W spokojnie leżącym ziemniaku, podczas przechowania, przebiega szereg enzymatycznych działań. Skrobia ziemniaka ulega rozpuszczeniu i zamianie na cukier, który przez enzymy utleniające, oraz enzym zymazę zostaje drogą oddychania spalony; dalej enzymy tryptyczne trawią ciała białkowe, zamieniając je na albumozy, peptony i amidokwasy. Działanie tych enzymów potęgują, względnie osłabiają: wilgoć i ciepłota, przez co straty są tem znaczniejsze im ciepłota i wilgoć powietrza są większe; nadto wywiera znaczny wpływ i jakość odmiany ziemniaka.

Nobbe podaje, że straty suchej masy ziemniaka podczas przechowania w przestrzeni cieplej, a wilgotnej wynoszą 46,6⁰/₀, zaś w powietrzu suchem i chłodnym tylko 12,2⁰/₀. Wollny znajduje przy normalnem przechowaniu straty wynoszące 1,2—2,1⁰/₀ skrobi.

Podług Saarego straty skrobi, przy dobrym przechowaniu w kopcach, tj. do marca w ciepłocie 4—5° C., zaś do końca maja w ciepłocie nie wyżej 15° C., wynosiły:

| | | |
|-----------------|------------|--------|
| po 2 miesiącach | 0,1—0,2% | skrobi |
| « 4 | « 0,2—0,8% | « |
| « 6 | « 1—1,3% | « |

i podaje, że wahają się w granicach 5—30% skrobi.

Według Gerlacha straty przechowania od 25/9—31/3 wynoszą przy ziemniakach 24,3%, przy burakach 8—10%; od kwietnia straty wzrastają.

Schulze-Schulzendorf znalazł, że straty skrobi wynosiły w r. 1895 już w styczniu 2,5%.

Strata skrobi może być dwojakiego rodzaju: rzeczywistą i pozorną. W ostatnim wypadku skrobia ulega zamianie na cukier, którego ilość w ziemniakach według Saarego waha się 0,4—3,4%.

Ziemniaki zależnie od warunków rozwoju, a przede wszystkim jakości odmiany, mogą mieć różne własności, a przez to i zachowanie. Delbrück wykazał, że podobnie jak u zbóż, znajdujemy odmiany ziemniaków, z których jedne możnaby nazwać gorącymi, gdyż energicznie oddychają, a przez to łatwo zagrzewają się podczas przechowania, inne zaś tych własności nie posiadają.

»Gorącość« ziemniaków polega na wytwarzaniu przez plazmę ich komórek wiele energicznie czynnych enzymów. Ziemniaki posiadające wiele enzymów silnie się zagrzewają, gdyż powodują energiczną odbudowę ciał białkowych, oraz spalanie wytworzonego ze skrobi cukru. Ziemniaki takie, pomijając straty na suchej masie, są również mało odporne i łatwo ulegają gniciu. »Gorącość« danej odmiany ziemniaka, można przez odpowiednie nawożenie, uprawę gleby, podnosić lub osłabiać. Doświadczenia porównawcze wskazują, że ziemniaki bogate w skrobię, zatem ubogie w związki azotowe, oddychają słabiej, przez co słabiej się

zagrzewają, okazują też mniejsze straty na suchej masie i mniejszą skłonność do gnicia, aniżeli odmiany bogate w związki azotowe.

Przy dobrem przechowaniu, gorącość ziemniaków nie występuje w szkodliwy sposób, gdyż dobre przechowanie jest w zasadzie niczem innym, jak tylko regulowaniem ciepłoty przechowania, co można również uważać za regulowanie oddychania ziemniaków.

Parowanie, tworzenie się cukru i jego spalanie drogą oddychania słabnie z obniżaniem się ciepłoty przechowania. Przy wysokiej ciepłocie, straty suchej masy ziemniaka są bardzo znaczne, a cała ilość wytworzonego cukru ulega natychmiastowemu spalaniu drogą oddychania; natomiast w ciepłotach bliskich 0° C. straty są małe, za to ziemniak wykazuje smak słodki. Ziemniaki takie, pomijając zły słodkawy smak, są szczególnie skłonne do gnicia. W wyższej ciepłocie, enzymy utleniające spalają cały wytworzony cukier i w miarę opadania ciepłoty, proces oddychania silniej słabnie, aniżeli proces tworzenia się cukru. W ciepłocie $10-6^{\circ}$ C. panuje, według Müller-Thurgaua, między oboma procesami prawie zupełna równowaga, tj. że tyle cukru powstaje, ile następnie zostaje wydychane. Jeżeli ciepłota opadnie do 0° C., to proces oddychania ustaje prawie zupełnie, podczas gdy tworzenie się cukru postępuje jeszcze dalej naprzód. W ciepłocie -2° C. oba procesy ustają. Poniżej tej ciepłoty ziemniak marznie, równocześnie obumiera, a wówczas po odtajaniu jest szczególnie skłonny do gnicia.

Przy obniżaniu się ciepłoty mogą zająć następujące zjawiska:

1. Ciepłota opada wolno do 0° C.; wskutek tego słabnie proces oddychania, a tworzenie się cukru postępuje dalej — ziemniak wykazuje smak słodki.

2. Ciepłota opada dalej poniżej -2° C. — ziemniak marznie i pozostaje smaku słodkiego.

3. Ciepłota opada bardzo szybko poniżej -2° C. —

ziemniak marznie, lecz smaku słodkiego nie wykazuje, gdyż nie było czasu na wytworzenie się większej ilości cukru.

Ziemniaki słodkie, lecz nie zmarznięte, tracą swą słodycz przez pozostanie dłuższy czas w ciepłocie 20—30° C., przyczem $\frac{4}{5}$ cukru przechodzi ponownie na skrobię, reszta zostaje spalona drogą oddychania.

W powietrzu ciepłym i wilgotnym ziemniak kiełkuje. Straty, powodowane kiełkowaniem, są wcale znaczne. Kramer podaje, że ze 100 części skrobi podczas kiełkowania zostaje utracone:

| | | | | | |
|-------------|-----|------|--------|----------------------------------|------------------------------------|
| przy kiełku | 1—2 | ctm. | długim | 3,18 ⁰ / ₀ | skrobi |
| « | « | 2—3 | « | « | 5,26 ⁰ / ₀ « |
| « | « | 3—4 | « | « | 9,88 ⁰ / ₀ « |

Aby ziemniaki dobrze się trzymały podczas przechowania, trzeba zwrócić uwagę na następujące szczegóły:

1. Ziemniaki muszą być zupełnie dojrzałe.
2. O ile można powinny być suche.

3. Przed trwałem przechowaniem, należy postarać się, by ziemniaki dobrze obeschły. Woda mechaniczna, jako też pochodząca z początkowego energicznego oddychania, powinna mieć łatwe ujście z miejsca przechowania.

4. Ciepłota przechowania nie powinna być ani za wysoka, ani za niska, lecz wahać się między 6—10° C.

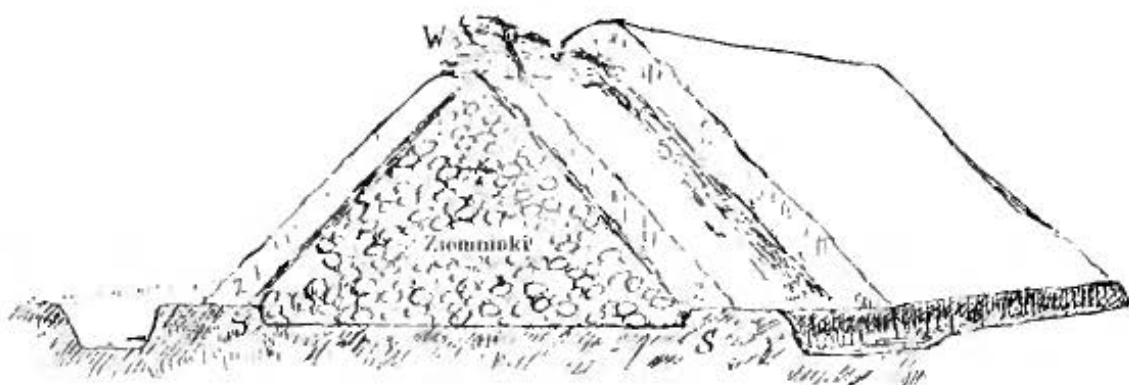
Najprostsze, a zarazem najtańsze jest przechowanie ziemniaków w kopcach lub rowach.

O. Appel, który prowadził obszerne badania nad przechowaniem ziemniaków w kopcach, podaje następujące przepisy:

Kopce należy ustawiać w miejscu suchem, o ile możliwości osłonięciem przed panującymi w danej okolicy mroźnymi wiatrami, a w każdym razie stawiać je wzdłuż kierunku często panujących wiatrów. Jeżeli są stawiane na stoku, lub też w zagłębieniu, należy rowami odgraniczyć je od napływającej z góry wody, która w przeciwnym ra-

nie może dostać się do kopców i spowodować gnicie ziemniaków. Na glebę zwięzłą można po wyrównaniu sypać ziemniaki bezpośrednio. W ziemi lekkiej, piaszczystej jest wskazane cośkolwiek, około 20—30 cm., wkopać się, gdyż gleby takie słabo chronią przed mrozem i podczas ostrych zim przemarzają ziemniaki łatwo od spodu kopców.

Forma kopca jest najlepsza prostokątna, o podstawie 1,20—2 metrów (4—7 stóp), a długości stosownie do potrzeby. W większych kopcach ciepłota jest równiejszą i nie tak zależną od wpływów otoczenia; ziemniaki trzymają się też w nich znacznie lepiej. Kopce otwierane w zimie powinny być tak wielkie, by ich całą zawartość można było



Ryc. 15.

Kopiec ziemniaków podwójnie kryty. *w* i *s*, słoma z pierwsza warstwa ziemi; — wokóło rów (według prof. Dr. Miczyńskiego).

zaraz wybrać, gdyż nakrywanie pozostałych ziemniaków jest w zimie trudne i łatwo mogą zmarznąć. Ziemniaki przeznaczone do dłuższego przechowania, więc do wiosny, powinny być suche i starannie przebrane. Wszystkie nabolałe, zgniecione, nacięte, nagryzione i t. d. uszkodzone bulwy, powinny być usunięte i albo zaraz zużyte, albo też przechowane w oddzielnym kopcu dla zużycia w najbliższym czasie.

Wysokość kopca powinna wynosić 1—1,5 metra (3,5—5 stóp), gdyż otrzymany w ten sposób stożek ziemniaków szybko obsycha i łatwiej go obsypać ziemią. Ściany stożka mogą być zaraz kryte słomą, którą należy

układać dachówkowato. Słoma maszynowa jest do krycia lepszą, leży pulchno i łatwo przepuszcza wywiązującą się z ziemniaka parę wodną. Aby zabezpieczyć przed wiatrem i deszczem, należy słomę przysypać warstwą 10 ctm. (4 cali) ziemi, przyczem część górną, jakie 30—40 ctm. (12,5—17 cali) pozostawić wolną, by mogły ziemniaki lepiej parować.

Kopce w ten sposób przyrządzone pozostają tak długo, aż ciepota wewnątrz opadnie niżej 10° C., poczem można przystąpić do trwałego krycia przed mrozami. Krycie kopca może być pojedyncze, albo podwójne. W pierwszym wypadku kładzie się warstwę słomy w okolicach cieplejszych około 10 ctm. (4 cali), w zimniejszych 15 ctm. (6 cali), poczem narzuca się warstwę ziemi, której grubość waha się w granicach 40—100 ctm. (17—42 cali), zależnie od ostrości klimatu. Podwójne krycie jest lepsze, jakkolwiek kłopotliwsze. Na warstwę pierwszą bierze się słomę, na drugą — badyle ziemniaczane, liście, igliwo, jałowiec itp. Warstwy powinny być następujące: słomy 10 ctm. (4 cali), ziemi 10—15 ctm. (4—6 cali), na to liście lub coś podobnego w warstwie 15—30 ctm. (6—12,5 cali), poczem ziemi 20—40 ctm. (8,5—17 cali). Ziemię wybiera się naokoło kopca, przez co tworzy się ściek dla wody, którą należy odprowadzić.

Przy dobrem ułożeniu kopca, jeżeli ziemniaki sucho sypano i przed kryciem dobrze wypocily, zakładanie kominów lub wentylatorów jest zbyteczne, w innych wypadkach — korzystne, a nawet niezbędne. Do przewietrzania i odprowadzenia wilgoci, należy urządzić kanały u dołu kopca. Mogą one być sporządzone albo z szerszych rur drenowych, lub z listewek drewnianych, zbitych w trójkąt. Kanały te, wychodzące po obu stronach kopca, zakrywa się szmatami i obornikiem, i stosownie do potrzeby otwiera i przewietrza. Wietrzenie następuje przez proste otwarcie z obu stron podanych kanałów, albo też zapomocą wialni Holtz-Brucha'a, którą przeciska się powietrze przez kopiec.

Pozostawianie w kopcach od góry otworów zaty-

kanych słomą, lub zakładanie kominków jest błędne, gdyż parująca z ziemniaków woda, oziębiając się na ścianach takiego kominka, ścieka do kopca, powodując w tem miejscu gniazdo gnilizny.

Po sporządzeniu kopca, dalszą najważniejszą pracą jest kontrola jego ciepłoty, która nie powinna opaść niżej 3° C., ani też podnieść się wyżej 15° C., najlepiej gdy waha się między $6-10^{\circ}$ C. Jesienią należy badać ciepłotę co 8–14 dni. Gdy ciepłota się ustali, wystarczy kontrolować w ciągu zimy raz na miesiąc; na wiosnę trzeba znowu badać częściej, co jakie 8–14 dni. Jak długo ciepłota trzyma się poniżej 15° C., kopiec jest zupełnie zdrowy i niema o niego żadnej obawy; jeżeli jednak zostanie ta ciepłota przekroczoną, wówczas należy kopiec w jednym lub kilku miejscach otworzyć i przewietrzyć; a gdyby ciepłota przeszła 20° C., to trzeba cały kopiec odkryć i pozostawić tak długo, aż ziemniaki przestygną, względnie najlepiej ziemniaki z takiego kopca natychmiast zużytkować.

Ciepłotę kopca bada się zapomocą ciepłomierza laskowego, który zakłada się w dowolnem miejscu kopca i na części wystającej odczytuje ciepłotę; albo też posługujemy się zwyczajnym, małym ciepłomierzem pokojowym. W ostatnim wypadku wybiera się wązki otwór, zapuszcza na sznurku ciepłomierz aż do ziemniaków, a po pewnej chwili podciąga go do góry i szybko odczytuje.

Przechowanie ziemniaków w dołach, stosowane na Podolu, ma tę zaletę, że do krycia ziemniaków potrzeba mniej słomy. Dół, a raczej rów wykopuje się w suchem miejscu, osłoniętem przed ściekami wodnymi, głęboki na 1 metr (3,5 stopy), szeroki około 80 ctm. (3 stopy), a dowolnej długości. Rowy te wypełnia się ziemniakami pod wierzch, lekko zaściela słomą, a skoro ziemniaki przeschną, narzuca się na nie grubą warstwę ziemi, odpowiednią do mrozów w danej okolicy.

Piwnice służą do przechowania mniejszych ilości ziemniaków. Również i tutaj wymagamy, by ciepłota nie opa-

dła poniżej 0° C., ani też się podniosła wyżej 10° C. Przed złożeniem ziemniaków, piwnica musi być oczyszczoną, wysuszoną i zapomocą wapna chlorowego lub spalonej siarki dobrze odkażoną. Ziemniaki składane do piwnicy powinny być dobrze obsuszone.

Wielki przemysł dla krótkiego przechowania używa szopy. Zależnie od ilości składanych ziemniaków, buduje się szopę np. 35 m. (121 stóp) długą, 13 m. (45 stóp) szeroką, 3 m. (10,5 stóp) wysoką, przyczem dobrze jest wko-pać w ziemię około 1 metra (3,5 stóp). Wnętrze szopy dzieli się na 3 korytarze, środkiem biegną wózki na szynach, oba boki dzieli się na szereg oddziałów, w których składa się ziemniaki różnego pochodzenia, względnie odmian. Posadzka najlepsza betonowa. Szopę nakrywa się płaskim dachem, w którym znajduje się co 5 m. (17 stóp) kominy drewniane z daszkami, które służą do wyprowadzenia wilgoci.

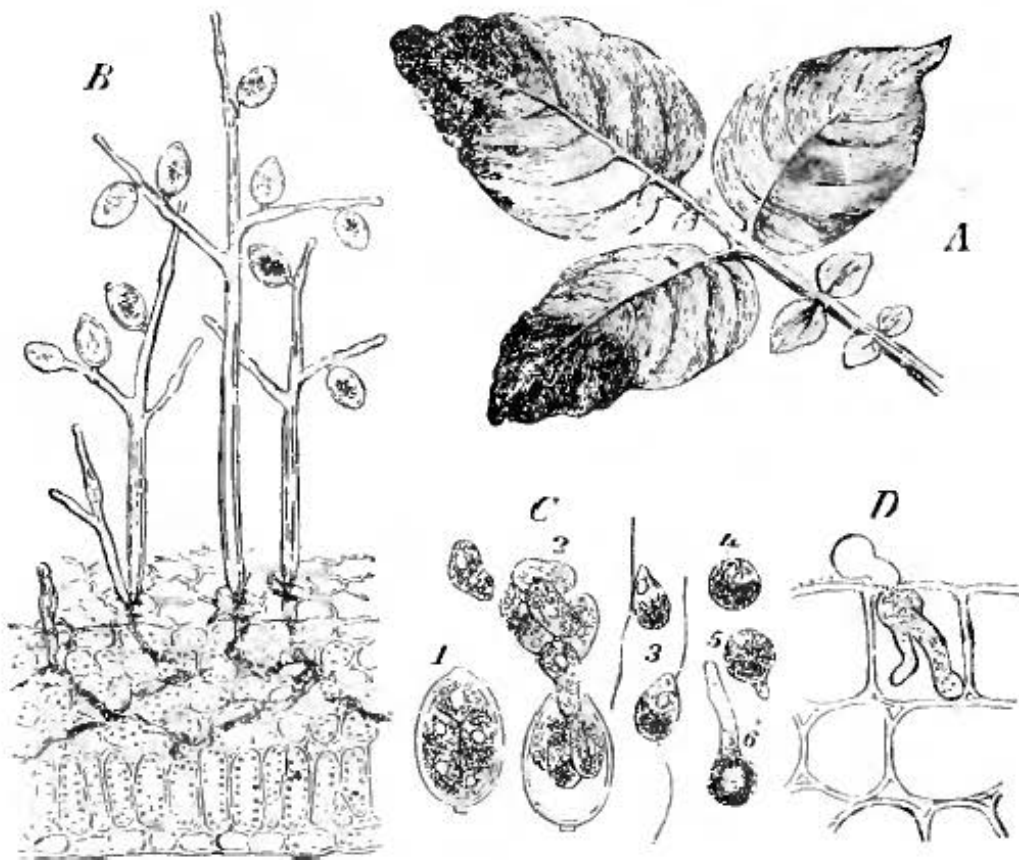
Choroby ziemniaków.

Ziemniaki podlegają całemu szeregowi uszkodzeń i chorób. Uszkodzenia powodują różne pędraki, druciki, myszy polne itp. Właściwie one bezpośrednio nie niszczą bulwy, względnie jej skrobię, lecz ułatwiają przez otwartą ranę, nagryzioną lub ciętą, dostęp do wnętrza bulwy różnym drobnoustrojom, które są właściwymi sprawcami najrozmaitszych chorób oraz zgnilizny. Drobnoustroje opadające ziemniaki są: pleśniaki i bakterye. Pierwsze atakują przedewszystkiem krzak ziemniaka; bakterye szerzą większą szkodę w bulwach ziemniaczanych, wywołując ich zgniliznę, tak zwaną mokrą, w przeciwieństwie do zgnilizny suchej — kłębów, której sprawcami są zwykle pleśniaki.

Choroby ziemniaków są dotychczas mało poznane; do najważniejszych należy zaliczyć:

1. Zarazę ziemniaczaną wywołuje pleśń *Phytophthora infestans*. Występuje ona przedewszystkiem na naci, powodując w czasie wilgotnym plamy brunatnawe, otoczone dokoła

białym pierścieniem, utworzonym z zarodków grzybka. Rozszerzają się one szybko na cały liść, który gnije. W czasie zaś suchym, plamy na liściach są ciemniejsze i kruche. W warunkach normalnych plamy Phytophthory występują na liściach pod koniec września, zatem w czasie, kiedy się kończy zupełna wegetacja ziemniaka. Jeżeli lato jest wilgotne, to rozwój pleśni jest szybszy i już w sierpniu opada



Ryc. 16.

Zaraza ziemniaków. *A* liść w początkach choroby zbrunatniały. *B* część liścia silnie powiększona, wyrastają z niej strzępki grzybni, osadzone zarodnikami. Zarodniki *C* wydają po 8 drobnutkach pływek, które kiełkując, roznoszą zarazę *D*.

nać, powodując jej obumarcie, a przeto obniżenie plonu ziemniaków i ich skrobi. Grzybek ten jest jeszcze i przez to szkodliwy, że opada także bulwy i niszczy tkankę komórek, czem umożliwia dostęp bakterjom, które niszczą skrobię, powodując jej zgniliznę mokrą. Bulwy zarażone wyglądają przy zbiorze zdrowo, dopiero po przecięciu widać pod skórką miejsca zbrunatniałe. W kopcach zwłaszcza ^N_a

wilgotnych gniją takie bulwy i zarażają inne. Przy suchem powietrzu zdrowa część bulwy jest w stanie wytworzyć warstwę korkową i obronić się przed dalszym postępowaniem pleśni. Bulwy chore na zarazę, wysadzone, szerzą tę chorobę dalej, gdyż grzybek pleśni zimuje na bulwach i następnie wraz z kiełkującym ziemniakiem rozwija się, szerząc zarazę. Dawniej uważano pleśń *Phytophthora infestans*, jako jedyną przyczynę zarazy ziemniaczanej. Nowsze jednak badania wykazują, że przyczyną tego może być także i szereg innych, bliżej nam jeszcze nieznanych grzybków.

2. Ospa ziemniaczana, którą powoduje pleśń *Rhizoctonia solani*, objawia się ciemno-brunatnymi plamami lub brodawkami na skórce, a nawet zupełnym zniekształceniem bulw. Jak długo pleśń rośnie po wierzchu bulwy, tak długo jest nieszkodliwą, skoro jednak dostanie się do wnętrza, powoduje szybkie zniszczenie tkanki, oraz rozpuszczenie skrobi (zjawisko mokrej zgnilizny).

3. Suchą zgniliznę powoduje pleśniak *Phellomyces sclerotiophorus*, który przedostaje się nawet przez warstwę korkową bulwy, niszczy tkankę i atakuje częściowo skrobię.

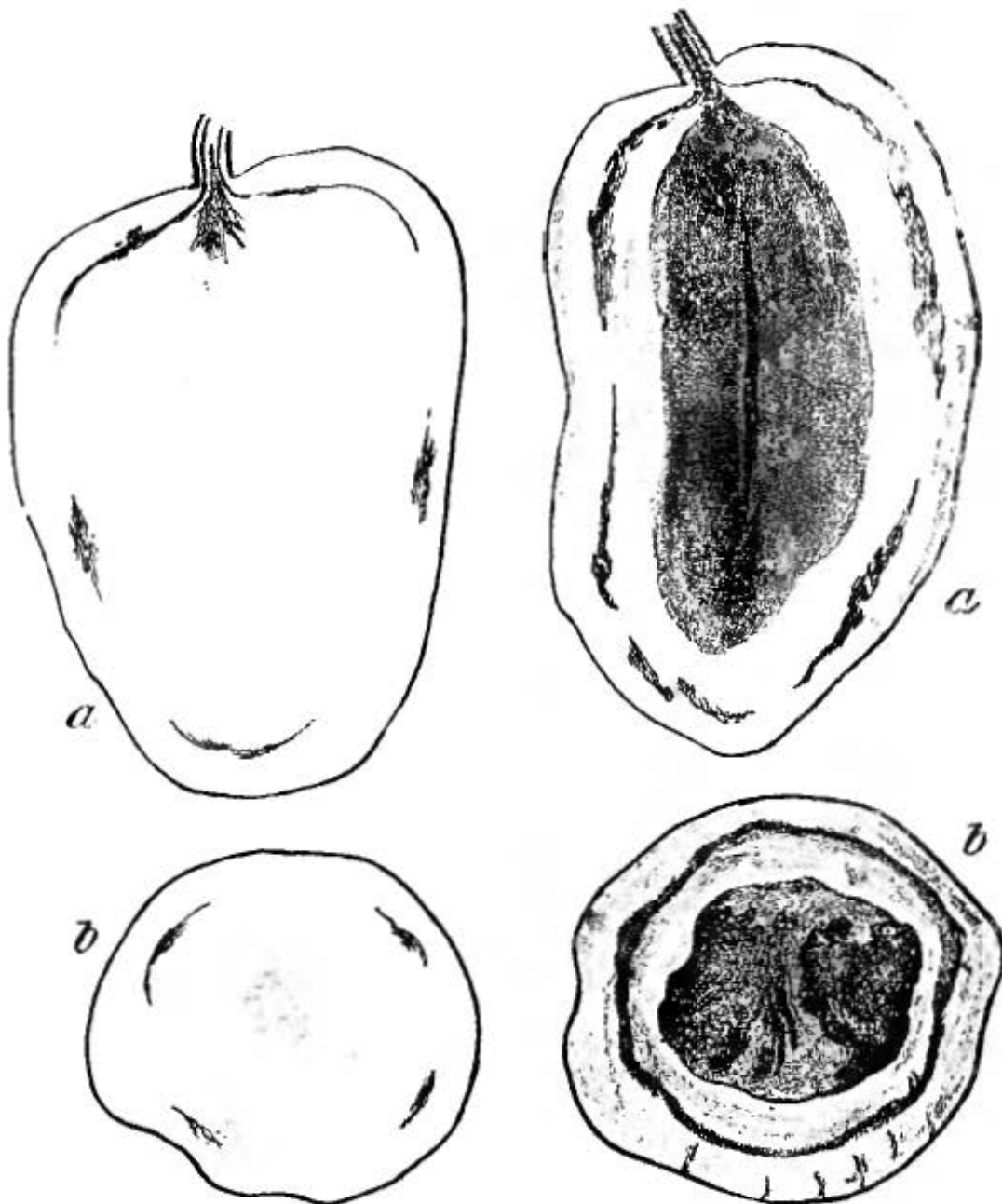
4. Również suchą zgniliznę wywołuje grzybek *Fusarium solani*, który wprawdzie nagryza gałeczki skrobi, jednakże jest mało szkodliwy. Na łupce tworzy biały nalot.

Obok pleśni, również i cały szereg bakterii powoduje szkody w ziemniakach. Wiadomości o nich są jednak jeszcze bardzo niedokładne.

Według Wehmera czynnymi są tu dwa rodzaje bakterii, z tych jedne, które można zaliczyć do grupy bakterii siennych, niszczą tylko substancję międzykomórkową, podczas gdy druga odmiana bakterii — *Amylobacter navicula* niszczy tkankę i skrobię, powodując mokrą zgniliznę.

5. Kędzierzawka jest powodowana według Appela przez bakterie *Bacillus phitophthorus*. Krzaki, opadnięte w początkowej wegetacji, skręcają liście i łodygi i nie na-

wiązują zupełnie bulwy; później opadnięte wytwarzają niekształtne bulwy, które podczas przechowania ulegają zgniłźnie.



Ryc. 17.

Choroba pierścieniowa ziemniaków. Lewo słabo rozwinięta choroba. Prawo silnie rozwinięta choroba. Wnętrze bulwy ciemno zabarwione, zupełnie zbutwiałe. *a* przekrój bulwy podłużny. *b* poprzeczny w naturalnej wielkości.

6. Zgorzel łodyg objawia się przez wczesne czernienie młodych łodyg od ziemi, które następnie opadają i gniją. Choroba ta występuje zwykle na glebach nieprzepuszczal-

nych i według Delacrois ma być powodowana przez bakterye *Bacillus solanica*.

7. Do chorób, powodowanych przez bakterye, należy zapewne i najnowsza choroba pierścieniowa. Objawia się ona w rozmaity sposób, zależnie od stopnia zakażenia ziemniaków. Bulwy zakażone, na zewnątrz, wyglądają zupełnie zdrowo, wprawdzie kielkują, jednak pierwsze liście zwykle szybko giną. Rozwinięty krzak, początkowo wyglądający zupełnie normalnie, w połowie lata pokrywa się brunatnymi plamami i obumiera. Zebrane bulwy wyglądają pozornie zupełnie zdrowo, jednak, wysadzone następnego roku, powodują ponownie zjawisko opisanej choroby. Chore bulwy w przekroju wykazują kolisto-ułożone punkciki lub kreseczki, lub nawet zupełnie brunatny pierścień. Podczas przechowania bardzo często następuje zupełne zniszczenie, lub też zbutwienie całego środka jak daleko zakreślony pierścień. Jeżeli do wnętrza dostaną się bakterye gnilne, to niszczą naprzód zbutwiały środek, poczem dalszą część. Ziemniak wówczas gnije od środka do zewnątrz. Przyczyną choroby pierścieniowej są zapewne bakterye i to prawdopodobnie kilku odmian.

8. Również częstą chorobą ziemniaków są trądy czyli parchy. Warstwy komórek, leżące pod skórką, ulegają zmianom, przez co skórka staje się szorstką i łuszczącą, a bulwy ulegają zniekształceniu. Przyczyną tej choroby są według wszelkiego prawdopodobieństwa bakterye, gdyż przez odpowiednie nawożenie, uprawę gleby, a przede wszystkim usunięcie nadmiaru wilgoci z gleby, zdrenowanie pól, usuwa się chorobę.

9. Do chorób należy jeszcze zaliczyć i przerost kłąbów. Na bulwach starych powstają nowe, co można zauważyć, gdy po długotrwałej suszy nastąpią silne opady przy ciepłym powietrzu. Przerośnięte bulwy zachowują się w gorzelni, jak ziemniaki niedojrzałe.

Suszone ziemniaki.

Suszone ziemniaki można otrzymać zasadniczo w dwójakiej formie:

1. **Płatki ziemniaczane.** Ziemniaki, ugotowane w parniku pod ciśnieniem 0,5—1,5 atm., padają między dwa, w przeciwnym kierunku obracalne, puste walce, wewnątrz ogrzane parą o ciśnieniu 6 atm., nastawione tak, że odstęp jednego od drugiego wynosi 1—2 mm. Jeden obrót walców starczy, by przyległa do nich warstewka ziemniaków grubości papieru, została wysuszoną i następnie nożami zeskrobaną. Wysuszone ziemniaki wpadają do koryta pod walcami, gdzie na wale ślimakowato ułożone łopaty, rozdierają je na drobne płatki, przesuwając do magazynu.

2. **Krajanek ziemniaczana.** Ziemniaki, rozcięte na krajanek, dostają się do aparatów różnej konstrukcji, gdzie spotykają się z gazami spalania o ciepłocie 250 do 300° C., idącymi w kierunku przeciwnym. Po przejściu aparatu, wysuszone ziemniaki wypadają do koryta, skąd zapomocą cyklonu lub ślimaka, zostają przeniesione do magazynu.

Obok tych dwóch zasadniczych sposobów suszenia, znamy jeszcze szereg innych, jak w formie papki, pieczonych, strużyn itp., lecz te obszerniejszego zastosowania nie znalazły.

Ziemniaki służą obecnie głównie jako karma dla bydła, a w małej tylko części, jako pokarm dla ludzi, przy czem otrzymuje się produkt uboczny — otręby ziemniaczane.

Dla celów technicznych mogą suszone ziemniaki służyć jako produkt surowy, w zastępstwie świeżych ziemniaków lub zboża, do wyrobu spirytusu, jak również i do wyrobu drożdży prasowanych.

Skład chemiczny suszonych ziemniaków jest jeszcze stosunkowo mało poznany. Według badań Parowa płatków i krajanek, a Bischoffa otręb ziemniaczanych, przy-

bliżony skład chemiczny suszonych ziemniaków jest następujący:

| | płatki | krajanka | otręby |
|-----------------------|-------------------------|----------|--------|
| | z i e m n i a c z a n e | | |
| | % | % | % |
| Wody | 11,2 | 17,4 | 11,12 |
| Związków bezazotowych | 74,4 | 70,6 | 66,65 |
| « azotowych | 5,2 | 6,9 | 8,02 |
| Tłuszczu | 0,4 | 0,2 | 0,52 |
| Włókniaka | 3,8 | 1,5 | 8,75 |
| Popiołu | 5,0 | 3,4 | 4,94 |
| | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Badania nad składem chemicznym płatków i krajanki prowadzone w Instytucie dla przemysłu fermentacyjnego w Berlinie, wskazują następujące wahania składników:

| | W suchej masie | | |
|--------------------|----------------|-----------|----------|
| | średnio | najwięcej | najmniej |
| | % | % | % |
| Popiołu | 4,28 | 5,63 | 2,87 |
| Włókniaka | 2,43 | 4,28 | 1,50 |
| Tłuszczu | 0,37 | 1,06 | 0,10 |
| Związków azotowych | 6,63 | 8,39 | 4,71 |
| « bezazotowych | 86,29 | 90,21 | 69,48 |

Woda waha się w granicach 8,07—18,77%, zatem średnio 12,47%.

Zboże.

Ogólne uwagi o zbożu.

Zboże w gorzelnictwie służy dla dwojakiego celu: na słód i na zacier. Skład chemiczny i własności fizyologiczne decydują, dla jakiego celu dane zboże lub jego odmiana jest odpowiedniejsze.

Słód gorzelniczy powinien się odznaczać wielką siłą enzymatyczną, a tu przede wszystkim zdolnością rozpuszczania i cukrowania skrobi. Zboże, które zapewnia nam w formie słodu wielką zdolność cukrowania skrobi, będzie tem samem odpowiednie do słodowania; inne jego własności są tu już mniejszego znaczenia. Ponieważ skład chemiczny i pewne zewnętrzne własności wskazują, czy zboże może dać dobry słód, przeto po tych cechach można z góry rozstrzygnąć, w jakim kierunku należy użyć dane zboże. Badania i doświadczenia uczą, że zboże zawierające wiele związków azotowych, wytwarza więcej enzymów, niż zboże w te związki ubogie. Ponieważ zboża, bogate w związki azotowe, zawierają zwykle mało skrobi, przeto zboże o ziarnach pośledniejszych, lżejszych, o łupce grubej, będą jako bogate w białko najodpowiedniejsze na słód gorzelniczy. Zboże o ziarnach celnych, pękatych, ciężkich, zawierające dużo skrobi, dostarcza słodu słabiej cukrującego, który przez to dla celów gorzelniczych nie jest korzystny.

Słód browarniczy jest przeciwieństwem słodu gorzelnicznego. Podczas gdy gorzelnia wymaga, by swoim słodem zamienić jak największe ilości skrobi zacieru na cukier i w tym kierunku zwraca całą swoją uwagę, to browar chce otrzymać ze swego słodu jak najwięcej ekstraktu, brzezki piwnej, siła cukrująca jest tu mniejszego znaczenia, gdyż jest jej nadmiar. Gorzelnik powinien żądać ziarna zdrowego, lecz pośledniego, browarnik ziarna celnego. Słód gorzelniczy różni się więc zasadniczo znacznie większą siłą enzymatyczną od słodu browarnego.

Do pewnego stopnia stanowisko pośrednie zajmuje słód drożdżowni. Tu chodzi nie tylko o wielką siłę enzymatyczną, gdyż tym słodem cukruje się zacierane zboże, lecz także i o ekstrakt, gdyż im więcej będzie skrobi w ziarnie, tem więcej otrzyma się brzezki, a tem samem drożdży prasowanych.

Wobec powyższego zależnie od własności ziarna będziemy je dzielić na:

1) Zboże pośrednie, drobne, bogate w związki azotu, najodpowiedniejsze na słód gorzelniczy.

2) Zboże o ziarnach średnio-celnych, bogatych w związki azotowe i średniej zawartości skrobi, najodpowiedniejsze dla wyrobu drożdży prasowanych i na krupy.

3) Zboże celne, ubogie w związki azotowe, zato bogate w skrobię, najodpowiedniejsze na słód piwowarski.

Obok celów słodowniczych, zboże służy na zacier; tu chodzi o tanią skrobię i to łatwą do przerobu. Wszystkie zboża nieoplewione, o ile tylko będą tanie, są odpowiednie na zacier. Zboża oplewione dają zacier o grubym kożuchu plewy, co utrudnia fermentację i wypęd alkoholu, i z tego powodu przerabia się je wyjątkowo, a i w tym razie usuwa się przez obicie choć częściowo ich plewkę.

Rozwój ziarna i jego anatomiczna budowa.

Wszystkie uprawiane u nas zboża, z wyjątkiem gryki, należą do klasy jednoliścieniowych, rzędu plewowatych, a rodziny traw, gryka należy do rodziny rdestów.

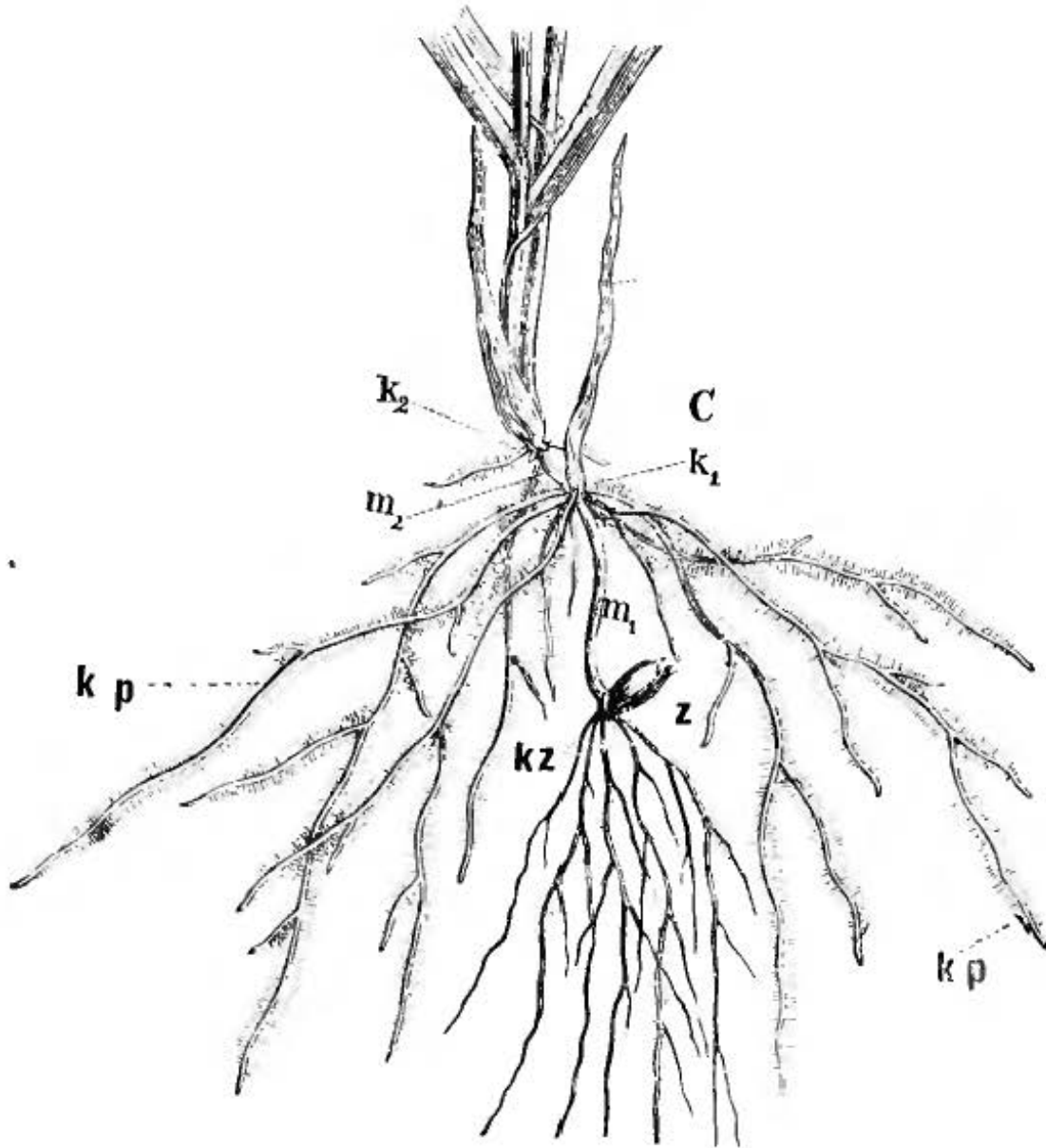
Rozróżniamy zboża:

a) kłosowe, jak: żyto, pszenica, jęczmień, kukurudza i

b) wiechowe, jak: owies, proso, ryż.

Są to rośliny wyłącznie zielone, zewnątrznie bardzo podobne do siebie, o cechach swoistych. Rozwijają się z ziarna; te kielkują i wyrastają w jedną stronę — w korzonki, w drugą — w łodygę, zwaną źdźbłem, która zaraz krzewi się i rozrasta przy samej nasadzie.

Żdźbła przedstawiają się jako walcowate rurki, wewnątrz puste, z wyjątkiem kukurudzy, wypełnionej soczystym rdzeniem, przegradzane pełnymi sitowymi węzłami, zwanymi kolankami. Międzywęzła są ujęte tutkowatą po-

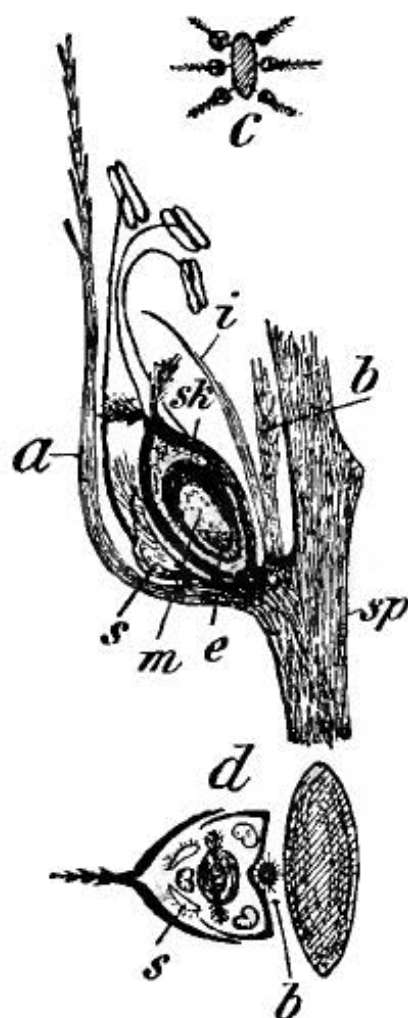


Ryc. 18.

Młoda roślina żyta. *z* ziarno, *kz* korzenie zarodkowe, *kp* korzenie przyszłe osadzone włoskami, *k₁* kolanko pierwsze, *k₂* drugie, w którym następuje rozkrzewienie się roślinki, *m₁* *m₂* międzywęzła podziemne.

chwą naprzemianległych, wązkich liści. Pochwy te, osadzone nad każdym kolankiem, mają jako zadanie zabezpieczyć źdźbła od złamania. Żdźbła wydłużają się w ten sposób, że każde międzywęzłe łodygi rośnie tylko w swej dol-

nej części nad kolankiem, przez co źdźbło w tych miejscach jest najwęższe. Jeżeli obnaży się źdźbło z pochwy liściowej, to dość nim poruszyć, by się złamało w którymś z tych wątych miejsc.



Ryc. 19.

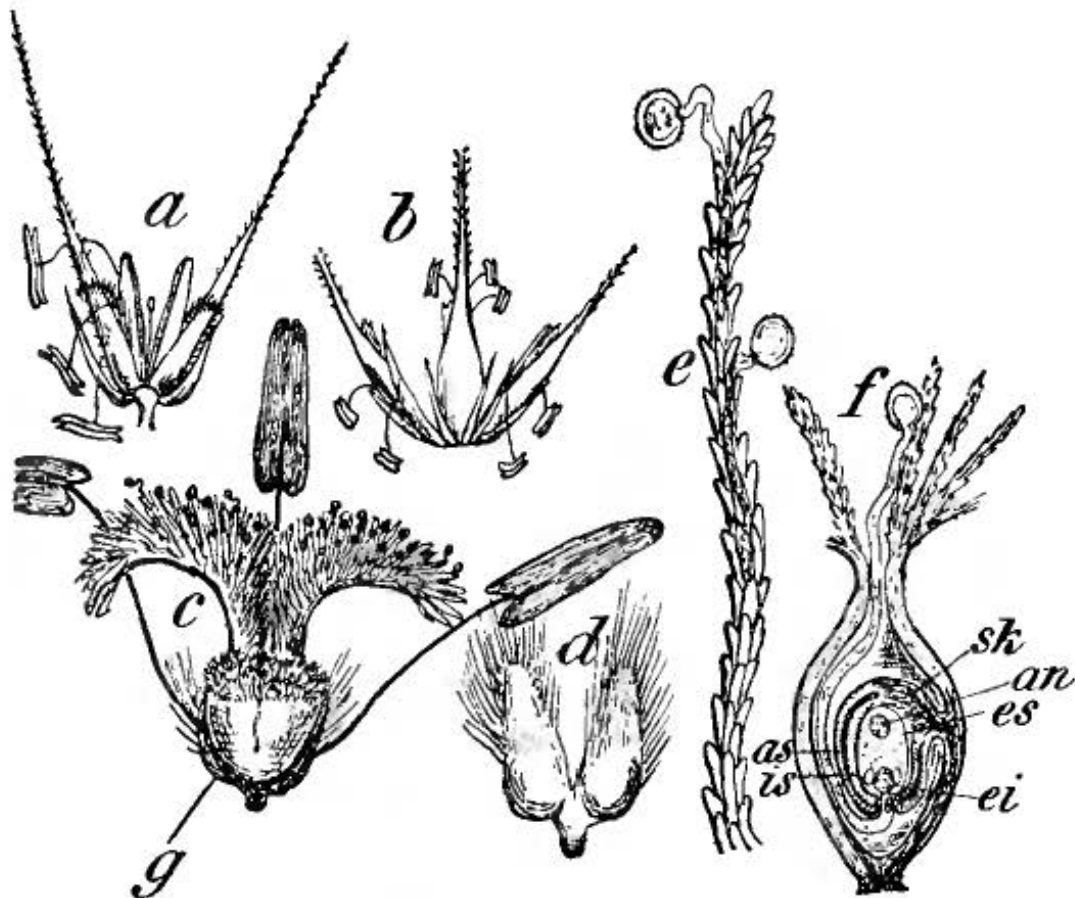
Kwiat jęczmienia. *c* ułożenie kwiatków jęczmienia sześciorzędowego. *d* przekrój poprzeczny kwiatka jęczmienia dwurzędowego. Powyżej tego, przekrój podłużny. *a* plewka zewnętrzna. *i* plewka wewnętrzna. *b* wyrostek pendzelkowy. *s* łuszczyki. *e* zarodek. *m* bielmo. *sp* oś kwiatostanu.

Na końcu źdźbła są rozmieszczone kwiaty zebrane w kłos złożony lub wiechę. W pierwszym wypadku kwiaty są ustawione na wspólnej nierozgałęzionej osadce, jak np. u pszenicy, żyta; w drugim — na osadkach rozgałęzionych, jak u owsa, prosa.

Kłos złożony składa się z kłosek, obejmujących jeden do kilku kwiatków. U podstawy każdego kłoska znajdują się 2 plewy, które mogą być rozmaicie rozwinięte. Pojedyncze kwiatki kłoska są otoczone dwoma plewkami. Zewnętrzna plewka, zwana także dolną, jest często zakończona ością, jak np. u jęczmienia. Między plewkami mieści się słupek z rozwiniętymi znamionami i trzy do pięciu na niteczkach zwieszających się pylników. Od dołu przy słupku są pomieszczone dwie łuszczyki, które przy jęczmieniu łączą się z wyrostkiem pendzelkowym, pomieszczonym na zewnątrz plewki wewnętrznej.

Skoro kwiat dojrzeje łuszczyki grubieją, naciskają na nasady plew i rozsuwają je. Wówczas kwiat się rozwija, znamiona słupka wysuwają się na obie strony plew, a nitki pręcików szybko rosnąc, wydłużają się i pod ciężarem pylników zwieszają się na dół. Gdy pylniki dojrzeją, otwierają się, pyłek sypki

i lekki wysypuje się, a wiatr przenosi go na znamiona słupka, gdzie je przytrzymuje ciecż lepiała. Tu ziarnka



Ryc. 20.

a kwiat żyta. *b* kwiat jęczmienia. *c* część kwiatu jęczmienia z *g* łuszczkami. *d* łuszcзки. *e* znamię słupka z kielkującymi ziarnkami pyłku. *f* słupek zbożowy zapłodniony w przekroju. *as* zewnętrzna osłonka zalążka. *is* wewnętrzna osłonka zalążka. *ei* jajo. *an* antypody.

pyłku kielkują, wypuszczają lagiewkę, która przez szyjkę słupka zdąża do woreczka zalążkowego i zapładnia. Zapłodniony słupek przeobraża się w owoc, zwany ziarnem.

Ziarna wyróżniamy oplewione, jeżeli, jak u jęczmienia, owsa lub prosa, są ujęte plewkami, albo nagie, jak u żyta, pszenicy, niektórych odmian owsa, gdzie ziarno jest nieoplewione.

Ziarno każde składa się z trzech zasadniczych części: osłonki, zarodka i bielma.



Ryc. 21.

Owoc (ziarno) jęczmienia po 2-ch dniach od zapłodnienia słupka 5-krotnie powiększony.

1. Osłonka nasienna — czyli łupina, składa się z dwóch części: łupiny zewnętrznej i wewnętrznej, pod którą znajduje się warstwa aleuronowa, złożona z wielkich, pryzmatycznych komórek, w trzech rzędach biegnących, wypełnionych ciałami białkowatymi. Osłonka chroni nasienie od uszkodzeń zewnętrznych, oraz przed zbyt szybkim namakaniem i wysychaniem ziarna.



Ryc. 22.

Owoc (ziarno) jęczmienia po 8 dniach od zapłodnienia słupka, 5 razy powiększony.

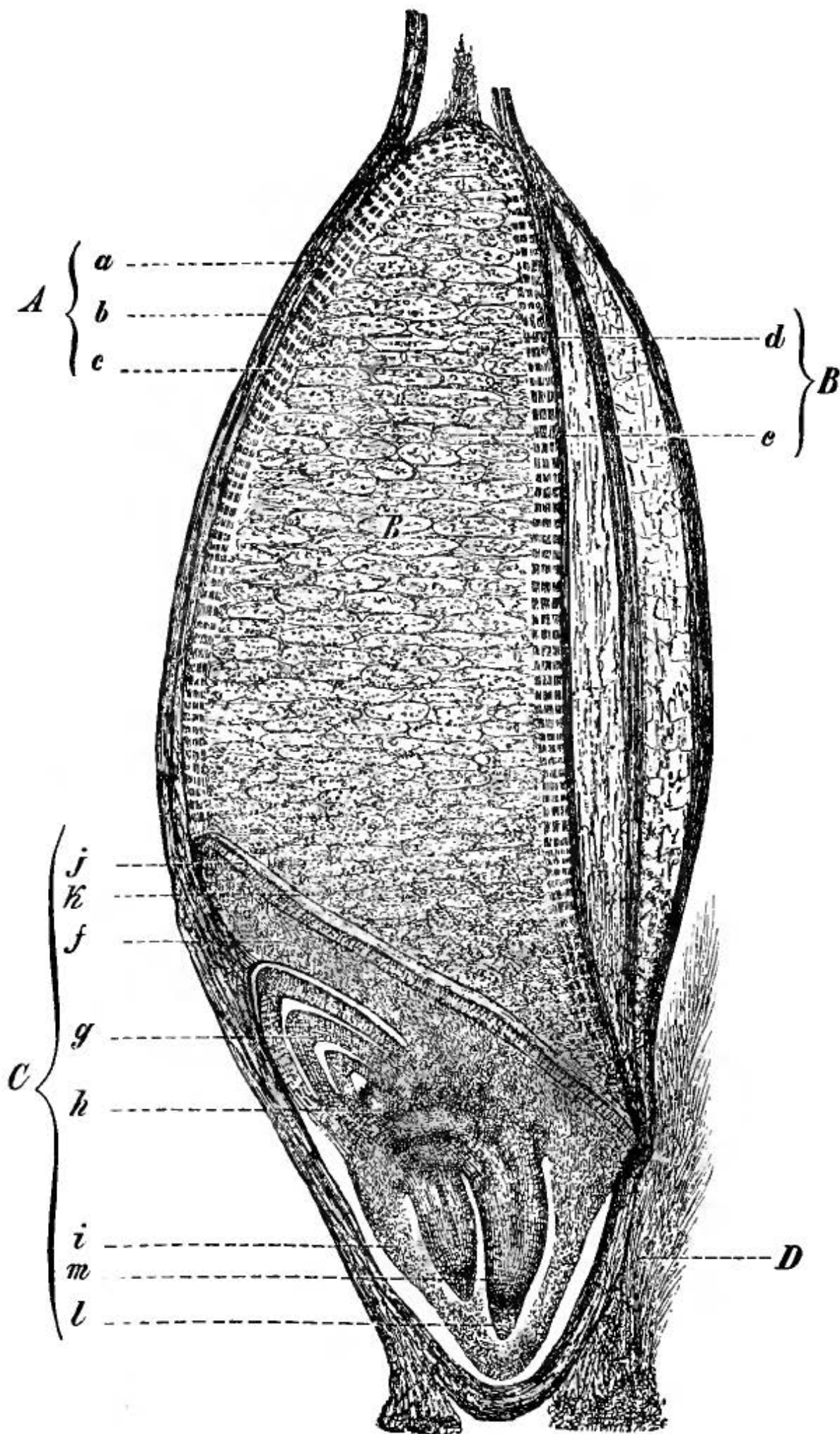


Ryc. 23.

Owoc (ziarno) jęczmienia po 20 dniach od zapłodnienia słupka, 5 razy powiększony.

2. W dolnej części ziarna, przytulony do jego jednej ściany, znajduje się zarodek. Zajmuje on około $\frac{1}{10}$ objętości ziarna i jest od jego reszty, bielma, zupełnie oddzielony.

Zarodek składa się z trzech części: górnej — z listków zarodka, otoczonych pochewką listkową, części środkowej — tj. miazgi żdźbła, na którą składa się zawiązek żdźbła z kłosem, oraz części dolnej — tj. korzonków, otoczonych pochewką korzeniową. Zarodek od bielma oddziela tarczka, która tu spełnia rolę liścienia, a dalej szereg poprzecznych,



Ryc. 24.

Przekrój podłużny ziarna jęczmienia. *A* Ostonka ziarna składa się: *a* plewki. *b* łupiny zewnętrznej. *c* łupiny wewnętrznej. *B* bielmo składa się: *d* warstwy aleuronowej. *e* części mączystej. *C* zarodek ziarna (bejmuje: *g* listki zarodka, otoczone pochwą listkową. *h* miazgę źdźbła. *f* tarczkę. *j* warstwę poprzecznych cylindrycznych komórek. *k* warstwę wolnych od skrobi komórek bielma. *m* korzonki, których u jęczmienia jest 5–8, zakończone *m* czapeczką. *i* pochwę korzeniową. *D* Wyrostek pendzelkowy.

długich, cylindrycznych, wolnych od skrobi komórek, które wsysają pokarmy, dopływające z bielma i podają je zarodkowi po przez komórki tarczki.

3. Bielmo jest to część mączysta, obejmująca największą część ziarna, w którym złożone materyały, jak: skrobia, cukier, związki azotowe i mineralne służą młodemu zarodkowi roślinnemu jako pożywienie podczas procesu kiełkowania. Bielmo jest zatem śpichlerzem rośliny, gdzie nadmiar pokarmów zostaje złożony i skąd kiełkująca roślinka czerpie potrzebne jej początkowo pożywienie. Zawartość bielma zależy od jakości nasienia, warunków hodowli i wegetacji. Bielmo jest otoczone wspomnianą warstwą białkową, aleuronową, do której przytyka osłonka.

Skoro ziarno zboża znajdzie odpowiednie warunki, poczyna kiełkować. System listkowy (piórko) rośnie do góry, rozwijając się w źdźbło z kłosem. Korzonki przebijają osłonkę, wnikają w ziemię, czerpiąc z niej wilgoć i potrzebne związki mineralne. Jak długo roślinka jest jeszcze tak młodą, że korzonki i piórko są słabo rozwinięte, wszystkie potrzebne pokarmy czerpie z bielma, gdy jednak te odpowiednio się rozwinęły, pobiera roślinka dalsze pokarmy częściowo z ziemi korzonkami, częściowo z powietrza liśćmi. Pobrane, względnie wytworzone pokarmy krążą po roślinie, powodując jej odżywienie i wzrost. Nadmiar pokarmu dopływa do kłosa i zostaje złożony w części bielmowej ziarna, według podobnych prawideł jakie podawaliśmy przy tworzeniu się bulwy ziemniaka.

Zmiany zboża podczas dojrzewania i przechowania.

Przy dojrzewaniu zboża można wyróżnić cztery okresy: 1) zieloną, 2) żółtą, 3) pełną dojrzałość, oraz 4) przejrzałość.

Ziarno w pierwszym stadium dojrzewania jest barwy jasno-zielonej, ujęte szczelnie przez przylegające żółto-zielone plewki.

Bielmo, które dotychczas było wodniste z powodu gromadzenia się w nim skrobi, przybiera wygląd rzadko-płynny, barwy mleczno-białej.

Zarodek jakkolwiek jest już zupełnie rozwinięty, jednak jeszcze trochę rośnie. Zdolność kiełkowania ziarna jest jeszcze bardzo słabą.

Okres ten charakteryzuje się największym dopływem skrobi do bielma, które z tego powodu zwiększa swoją objętość.

W drugim okresie dojrzewania zboże utracą kolor zielony, wskutek zamierania gałeczek zieleni, a natomiast przybiera barwę żółtą do czerwono-brunatnej. Nabarwienie ziarna postępuje z góry na dół od strony grzbietu do brzuszka ziarna.

Zawartość ziarna, początkowo gęsto-płynna i kleista, wskutek stałej utraty wody, coraz więcej wysycha, wreszcie zupełnie sztywnieje, co też charakteryzuje żółtą dojrzałość zboża. Bielmo jest już pełne, wszelki dopływ składników zupełnie ustaje, skrobia wysycha, a plazma komórek sztywnieje.

Zarodek pozostaje jeszcze długi czas wilgotny, jednak już więcej nie rośnie. Wskutek parowania wody, bielmo, łupinka i zarodek ściągają się, ziarno kurczy się. Stan ten jest właściwym fizjologicznym stopniem dojrzewania ziarna.

Pełna dojrzałość jest właściwie tylko dalszym procesem wysychania, przez co ziarna oddzielają się już łatwo od plewki, a przy zgniataniu tylko słabo się wyginają. Szklistość lub mączystość bielma, która nie była jeszcze wyraźną w poprzednim okresie, daje się teraz z łatwością zauważyć i rozróżnić.

Ziarno przejrzale wykazuje ciemniejsze nabarwienie plewki i jest tak kruche, że podczas młócenia łatwo pęka. Zamoczone w polu nabarwia się jeszcze ciemniej, a równocześnie traci połysk oraz składniki rozpuszczalne ziarna,

a przy długo-trwałych deszczach, zarodek kiełkuje i ziarno wyrasta w kłosach.

Zmiany, jakimi ulega zboże podczas dojrzewania, przedstawia Nowacki u pszenicy w następujących cyfrach:

| | Dzień zbioru | Ilość wody w ziarnie % | Objętość 100 ziarn cm. ³ | Ciężar właściwy ziarna | Ciężar suchej substancji 100 ziarn. gr. |
|--------------------------|--------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------|---|
| I. Zielona dojrzałość a) | 9 lipca | 51,47 | 5,31 | 1,20 | 2,86 |
| II. „ „ b) | 13 „ | 47,69 | 5,17 | 1,23 | 3,58 |
| III. Żółta dojrzałość | 20 „ | 34,27 | 5,07 | 1,30 | 4,44 |
| | | 25,73 | 4,28 | 1,33 | 4,19 |
| | | 12,91 | 3,08 | 1,39 | 3,80 |
| IV. Pełna dojrzałość | 23 „ | 12,97 | 3,52 | 1,39 | 4,22 |

Dojrzewanie polega zatem przedewszystkiem na wysychaniu ziarn, a nadto na wzroście ich suchej masy. Ziarna w tym samym kłosie nie dojrzewają równocześnie, lecz różnie, zależnie od warunków rozwoju poszczególnego ziarna; przyczem drobniejsze prędzej dojrzewają niż ziarna grube.

Skład chemiczny pszenicy, zebranej w różnych stadiach dojrzewania, trzymanej w słomie do końca września, a następnie analizowanej, jest według Schindlera następujący:

| | Zielona dojrzałość | Żółta dojrzałość | Przejrzałość |
|-----------------------|--------------------|------------------|--------------|
| Wody | 12,03 | 11,97 | 11,82 |
| Związków bezazotowych | 71,63 | 71,91 | 72,97 |

| | Zielona dojrzałość | Żółta dojrzałość | Przejrzałość |
|---------------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| Związków białkowych | 11,15 | 11,76 | 10,91 |
| Włókniaka | 1,81 | 1,35 | 1,33 |
| Tłuszczu | 1,47 | 1,51 | 1,44 |
| Popiołu | 1,91 | 1,50 | 1,52 |

Skład zboża zależy, jak wynika z powyższego, od czasu żniwowania, z czym wiąże się i jego stan fizjologiczny, a z tym zdolność i energia kiełkowania.

Zboże świeżo z pola zebrane, wykazuje zawsze stosunkowo słabą zdolność i energię kiełkowania, które poprawiają się dopiero w miarę odleżenia, zwłaszcza w słomie. Zmiany, jakie tutaj zachodzą, są różnorodne. Przedewszystkiem zboże utracą wodę, lecz obok tego przebiega i szereg innych procesów fizjologicznej natury, które są niczem innym, jak tylko dalszym dojrzewaniem ziarna. Według Haberlandta zboże, trzymane w suchym, opalanym przez zimę pokoju, wykazało daleko wyższą zdolność kiełkowania, aniżeli przechowane w zwyczajny sposób w spichlerzu. Lepsze wyniki otrzymuje się przez wolne ogrzewanie zboża do 50°, a nawet 60° C. przez 10 godzin i następne przechowanie go w naczyniach, szczelnie zamkniętych. Jęczmień, owies i kukurudza, w ten sposób przechowane, wykazały po 10 latach zdolność kiełkowania 88%, względnie 92% i 84% ziarn; pszenica po 6 latach kiełkowała 96%, a po 8 latach w 88% ziarn; nawet żyto po 8 latach kiełkowało jeszcze w 72% ziarn. Również znanem jest, że zboże przejrzale, więc silnie wysuszone, zamoczone na polu, łatwo zrasta w kłosie, dalej że jęczmień o małej zawartości 8—10% wody prędzej namaka, niż ziarno o 20% wody.

Jednak nie chodzi tu tylko o proste wysuszenie zboża, lecz również o zmiany fizyologiczne, jakie następują z utratą wody, a które są zapewne natury bardzo złożonej. Windisch wykazał, że ilość rozpuszczalnych związków azotowych podczas wysychania zboża, zmniejsza się u 80% badanych jęczmion i to nieraz znacznie, i tak w jednym wypadku o 47%. Również zmniejsza się ilość ścinającego się białka, co z wyjątkiem jednego, zauważył u wszystkich badanych jęczmion. Zmniejszenie to wynosiło do 90% poprzedniego ścinającego się białka. Badania powyższe wskazują, że podczas wysychania następują podobne zmiany jak przy dojrzewaniu zboża. Rozpuszczalne związki azotowe przechodzą w formę nierozpuszczalną. Cukry ulegają zmianie na skrobię. Ilość enzymów, działających tak na skrobię jak i na białko, znacznie wzrasta.

Przez dobre wyschnięcie i odleżenie zebranego zboża, nie tylko podnosi się jego zdolność i energię kiełkowania, lecz usunięcie nadmiaru wody, sprawia, że takie zboże można już trwale przechować i to w większych ilościach.

Zboże, jak każda istota żyjąca, oddycha w powietrzu; chłonie tlen i spala część swej suchej masy, przyczem wywiązuje się bezwodnik węglowy i woda, a zboże zagrzewa się. Procesowi utlenienia ulegają węglowodany, więc skrobia i jej produkty odbudowy, a nadto zapewne i tłuszcz, co do którego brak jeszcze stanowczego stwierdzenia.

Energia oddychania zboża zależy od jego własności fizyologicznych, stopnia dojrzałości, ilości wody w ziarnie, jak wreszcie od urządzenia śpichlerza, który powinien być tak pobudowany, by ułatwiał wysychanie i przewietrzanie ziarna.

W suchej i chłodnej przestrzeni słabo działają enzymy zboża, a zwiększają swą energię z podniesieniem się ciepłoty i wilgoci. W powietrzu wilgotnym i ciepłym, zboże oddycha silniej, poci się więcej, zagrzewa się łatwiej i szybciej, nadto łatwiej rozwijają się tu drobnoorganizmy, które zawsze znajdują się na powierzchni zboża. Następstwem

takiego przechowania jest, że zboże nie tylko traci więcej na suchej masie, wskutek żywszego oddychania, lecz także ulega pleśnieniu, przyjmując charakterystyczną woń pleśni; zboże takie słabo kiełkuje.

Według badań J. F. Hoffmana, straty na suchej masie są związane z zawartością wilgoci; zboże tem silniej oddycha, im jest wilgotniejsze, i tak: 1 kg. jęczmienia przez oddychanie wydzielal w 24 godzinach:

| | | | |
|-----------------|--------|--------|----------------------|
| | | | bezwodnika węglowego |
| przy zawartości | 10—12% | wody | 0,3—0,4 mg. |
| « | « | 14—15% | « 1,3—1,4 « |
| « | « | 20% | « 359 « |
| « | « | 33% | « 2000 « |

Skoro zawartość wilgoci w zbożu wynosi więcej jak 15%, wzrasta jego energia oddychania, a z tą stratą na suchej masie.

Z podniesieniem się ciepłoty rośnie również energia oddychania, lecz jeżeli zboże jest suche, straty są nieznaczne, i tak: 1 kg. zboża z zawartością 14—15%

w ciepłocie 15° C. traci 1,3—1,4 mg. bezwodnika węglowego.

| | | | | | | |
|---|--------|---|-----|---|---|---|
| « | 30° C. | « | 7—8 | « | « | « |
| « | 40° C. | « | 20 | « | « | « |

Z podniesieniem się ciepłoty, zboże wysychając, wydziela wilgoć. Jeżeli to wilgotne powietrze nie zostanie szybko ze śpichlerza usunięte, wówczas zboże, pozostając w tej atmosferze, podnosi energię oddychania, co pociąga za sobą stratę na suchej masie, a nadto uszkodzenie jego zdolności kiełkowania, oraz wystąpienie stęchłej woni. Wolne ogrzanie zboża na 50° C., a nawet wyżej, zdolności kiełkowania nie uszkadza.

Zboże świeże, niewypocone, złożone w grubszych warstwach, oddycha tak energicznie, że wskutek żywego

procesu utleniania, ciepłota może się podnieść nawet bardzo wysoko, co nie tylko powoduje zupełne zniszczenie zdolności kiełkowania, lecz także i wielkie straty na suchej masie. Z tego też powodu zaleca Hoffmann, ażeby w latach mokrych zboże sztucznie suszyć w ciepłocie 40—50° C. tak, by do trwałego przechowania w śpichlerzu przychodziło nie z wyższą zawartością wody jak 12⁰/₀. Ponieważ zboże świeżo młócone zawiera stosunkowo jeszcze wiele wilgoci, a w każdym razie więcej niż 12⁰/₀, przeto według badań Hoffmanna należy je złożyć w cieńkiej warstwie, nie przekraczającej 15 ctm. (1/2 stopy), i w pierwszych tygodniach często szufłować, wietrząc tak, by łatwo i szybko mogło podeschnąć. Po 1—2 miesiącach, zależnie od częstego przerabiania (szufłowania), można zboże złożyć w kupy wysokości 0,5—0,6 metra (do 2 stóp). Skoro zboże dobrze wypoci, tj. skoro jego zawartość wody opadnie do 12⁰/₀, można je trwale przechować. Najlepiej przechowuje się zboże w szczelnych, żelaznych skrzyniach (sillach), które chronią je przed dostępem powietrza, a tem przed niebezpieczeństwem nawilgocenia.

Według badań M. Maerckera owies, trzymany przez 36 miesięcy w miejscu przewiewnym, stracił 72⁰/₀ więcej suchej substancji, niż trzymany w zbiornikach zamkniętych, zaś kukurudza, przechowana w podobnych warunkach, utraciła w 16 miesięcy o 10⁰/₀ więcej suchej masy.

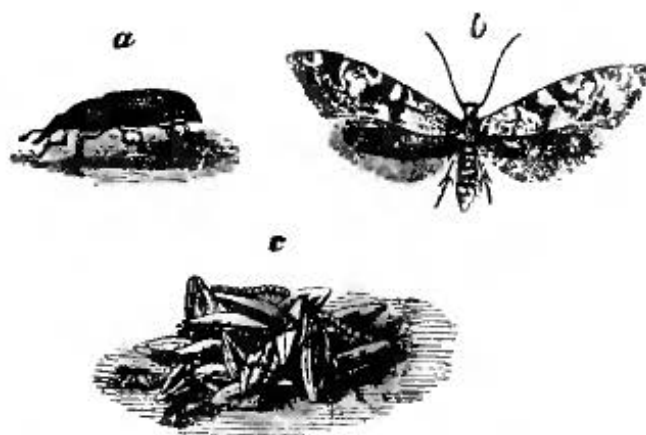
Na podstawie badań Schindlera, straty, spowodowane przechowaniem, wynoszą w środkowej Europie w ciągu jednego roku u żyta i pszenicy około 3⁰/₀, u jęczmienia i owsa około 3,5⁰/₀, przyczem w pierwszym kwartale straty u żyta i pszenicy wynoszą 1,3—1,5⁰/₀ suchej masy. Straty te są zależne od warunków zbioru i czasu omłotu. Wilgotne żniwa i szybki omłot podnoszą straty suchej substancji.

Śpichlerze powinny być tak urządzone, by zezwalały z jednej strony na łatwe przewietrzanie i usuwanie wilgotnego, ciepłego powietrza, z drugiej jednak strony na

tak szczelne zamknięcie, by dobrze wysuszone zboże całkiem nie podlegało wpływom atmosferycznego powietrza.

Na 1 hl. ziarna zboża, wyprodukowanego w gospodarstwie, trzeba liczyć $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ m.² podłogi w śpichlerzu (na 10 pudów 5—6,5 stopy²).

Zboże, przechowane w śpichlerzach, jest narażone na zniszczenie przez różne zwierzęce szkodniki. Jednym z najgroźniejszych mieszkańców śpichlerzy jest wołek zbożowy, mały ryjkowiec, którego gąsienica wyjada wnętrze ziarn. W zaniedbanych śpichlerzach mnoży się bardzo żywo i w krótkim czasie może zniszczyć całe zapasy zboża. Skoro się pojawi, należy natychmiast śpichlerz opróżnić,



Ryc. 25.

a Wołek zbożowy. *b* mól ziarnik (powiększone około 5 razy). *c* ziarna jęczmienia z wołkami i gąsienicami (naturalnej wielkości).

wszystkie szpary zatrzeć wapnem z terpentyną, a drewniane szalowania zapędzlować terpentyną. Dobrymi środkami tępiącymi są: dwusiarczek węgla albo anilina, którymi zalewa się wszelkie szpary i śpichlerz następnie szczelnie zamyka na 1—3 dni. Po upływie tego czasu przewietrza się śpichlerz o tyle, by można tam wejść spokojnie (pary aniliny i dwusiarczku węgla są trucizną), i pozamiatać dokładnie wołki, które trzeba zaraz spalać. Słońce, obfity dostęp powietrza są naturalnymi środkami, chroniącymi zboże przed wołkiem i innymi szkodnikami w śpichlerzu. Z przyczyn

powyższych należy śpichlerz każdego roku doskonale przewietrzyć przez kilka tygodni w miesiącach letnich.

Jęczmień.

Jęczmień służy w gorzelnictwie prawie wyłącznie do wyrobu siodu. Skład jego chemiczny według J. Kühna jest następujący:

| | Najwięcej | Średnio | Najmniej |
|-----------------------|-----------|---------|----------|
| Suchej masy | 95,5 | 85,9 | 78,4 |
| Ciał białkowych | 15,8 | 9,7 | 6,4 |
| Związków bezazotowych | 76,8 | 67,0 | 59,2 |
| Tłuszczu | 3,5 | 1,9 | 0,8 |
| Włókniaka | 9,6 | 4,9 | 2,2 |
| Popiołu | — | 2,4 | — |

Skład chemiczny jest zależny od najrozmaitszych warunków, jak: odmiany jęczmienia, gleby, jakości nawozu, klimatu, stopnia dojrzałości i przechowania.

Według badań Stacji rolnej w Hali, skład jęczmienia zależnie od wielkości ziarna, jest następujący:

| | Białka | Wartości skrobiowej | Plewy |
|---|--------|---------------------|-------|
| Jęczmień o ziarnach celnych, mączystych i delikatnej plewie zawiera | 8% | 63% | 3,5% |
| Dobry o średnio wielkich ziarnach zawiera | 9—10% | 60—61% | 4,5% |
| Drobno-ziarnisty lub pośredni zawiera | 12—14% | 57% | 6,5% |

Wody w jęczmieniu znajduje się 4,5—21,6%. Świeże zboże zawiera wiele wody, którą podczas przechowania



Ryc. 26.

Jęczmień dwurzędowy (dwójniak)
wyprostowany



Ryc. 27.

Jęczmień dwurzędowy (dwójniak)
zwisły

(według prof. Dr. Miczyńskiego).

utraca. Jeżeli przechowanie jest liche, to utrata wody idzie bardzo wolno, co wpływa szkodliwie na własności jęczmienia.

Związków azotowych znajduje się w jęczmieniu około 6—16^o/_o.

Na słód gorzelniczy najlepszy jest ten jęczmień, którego zawartość związków azotowych jest wysoką. Doświadczenia wskazują, że siła enzymatyczna słodu jest ściśle związaną z zawartością związków azotowych w ziarnie. Im więcej jest tych związków w jęczmieniu, tem wartość słodu jest także i lepszą. Ponieważ drobno-ziarnisty jęczmień zawiera najwięcej związków azotowych, przeto dla celów gorzelniczych będzie on najlepszy.

Azot znajduje się w jęczmieniu w formie rozmaitych związków, i tak: według badań Farskyego w 100 częściach związków azotowych znajduje się:

| | W jęczmieniu | |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | niezmoczonym przez deszcz | zmoczonym przez deszcz |
| Azotu w formie nierozpuszczalnego białka | 93,33 ^o / _o | 76,69 ^o / _o |
| Azotu w formie rozpuszczalnego białka | 4,52 ^o / _o | 2,77 ^o / _o |
| « « aminów | 1,50 ^o / _o | 20,00 ^o / _o |
| « w innej formie | 0,65 ^o / _o | 0,54 ^o / _o |

Na związki bezazotowe składają się: skrobia, dekstryny, dalej cukry: dekstroza, lewuloza, sacharoza, maltoza i melitrioza, a wreszcie pentozany. Cukier nawet w zdrowym jęczmieniu znachodzi się w zmiennej ilości, bo 1,02 do 2,43^o/_o, zależnie od stopnia dojrzałości i ogólnych własności fizyologicznych. Farsky w 100 częściach suchej masy jęczmienia »Probsteinera« znalazł:



Ryc. 28.

Jęczmień czterorzędowy

(według prof. Dr. Miczyńskiego).



Ryc. 29.

Jęczmień sześciorzędowy

| | W jęczmieniu | |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| | niezamoczonym przez deszcz | zamoczonym przez deszcz |
| Cukru | 1,56% | 6,59% |
| Dekstryn | 2,12% | 1,05% |
| Innych rozpuszczalnych ciał | 4,72% | 6,35% |

Skrobia w jęczmieniu waha się w granicach 54—68⁰/₀, średnio około 60⁰/₀. Ponieważ drobno-ziarniste odmiany, jako bogate w związki azotowe, dostarczają najlepszego słoðu, przeto jęczmiona o średniej i mniej jak średniej zawartości skrobi, będą dla gorzelnictwa najodpowiedniejsze.

Pentozan, według Tollensa i Glaubitza, znajduje się w jęczmieniu i słoðzie 5—8⁰/₀, liczonych na suchą masę ziarna.

Tłuszcz jęczmienia składa się według Stellwaaga z glicerydów kwasów tłuszczowych, oraz leucytyny i cholesteryny. Bockmann znajduje jeszcze kwas hordeinowy. Według Kaisera właściwy tłuszcz składa się z glicerydów, kwasu myrystynowego i palmitowego.

Jęczmień według E. v. Wolffa zawiera:

| | Najwięcej | Średnio | Najmniej |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Czystego popiołu | 3,09 ⁰ / ₀ | 2,60 ⁰ / ₀ | 1,09 ⁰ / ₀ |
| W 100 częściach tego popiołu znajduje się: | | | |
| potasu | 32,20 ‹ | 20,15 ‹ | 11,39 ‹ |
| sodu | 6,00 ‹ | 2,53 ‹ | — |
| wapna | 4,20 ‹ | 2,60 ‹ | 1,21 ‹ |
| magnezyi | 12,47 ‹ | 8,62 ‹ | 5,00 ‹ |
| kwasu fosforowego | 42,56 ‹ | 34,68 ‹ | 26,01 ‹ |

Ciężar hektolitrowy jęczmienia dwurzędowego wynosi według Haberlandta 57—80 kl., czterzędowego według Wernera 50—64 kl., zaś jęczmienia ozimowego średnio 62 kl.

Żyto.

Żyto służy w gorzelnictwie tak na zacier, jak i na słoð, również stanowi jeden z ważnych surowych produktów, używanych przy fabrykacyi drożdży prasowanych.

Skład chemiczny według J. Kühna jest następujący:

| | Najwięcej | Średnio | Najmniej |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Suchej masy | 93,1 ^o / _o | 86,6 ^o / _o | 81,1 ^o / _o |
| Ciał białkowych | 19,7 ‹ | 10,8 ‹ | 7,0 ‹ |
| Związków bezazotowych | 79,9 ‹ | 70,2 ‹ | 60,3 ‹ |
| Tłuszczu | 2,9 ‹ | 1,8 ‹ | 0,9 ‹ |
| Włókniaka | 5,0 ‹ | 1,8 ‹ | 1,1 ‹ |
| Popiołu | — | 2,0 ‹ | — |

Na skład chemiczny wpływa także i okolica skąd żyto pochodzi i tak:

| | Wody | Skrobi | Białka |
|---------------------------------------|------|--------|--------|
| Żyto z północnej Meklemburgii zawiera | 15,5 | 62,1 | 7,7 |
| ‹ ‹ środkowej ‹ ‹ | 15,2 | 61,1 | 7,3 |
| ‹ ‹ południowo-wschodniej Rosyi ‹ | 15,9 | 59,0 | 17,0 |
| ‹ ‹ północno-zachodniej ‹ ‹ | 15,6 | 60,5 | 12,3 |
| ‹ ‹ zachodniej Syberyi ‹ | — | — | 15,2 |
| ‹ ‹ Kanady ‹ | 14,4 | 61,6 | 8,5 |

Żyto zawiera nieraz bardzo wiele ciał białkowych, szczególnie odmiany drobno-ziarniste południowo-rosyjskie, z tego też powodu jest dobrym materiałem do otrzymania słodu, a także do fabrykacji drożdży prasowanych, (wpływa jednak niekorzystnie na przebieg fermentacji. Patrz Tom II). Na zacier są lepsze żyta średnio i grubo-ziarniste, jako bogatsze w skrobię, jakkolwiek często bierze się odmiany drobno-ziarniste, gdyż są tańsze.

Żyto o niskim ciężarze jest zwykle bogate w związki azotowe.

Skrobi znajduje się w życie przeciętnie 58—62⁰/₀; w celnem życie dochodzi do 65⁰/₀. Według badań autora,



Ryc. 30.

A żyto Petkus. *B* żyto polskie (według prof. Dr. Miczyńskiego).

żyta, przerabiane w gorzelni, rzadko wykazują więcej nad 59⁰/₀ wartości skrobiowej, a natomiast wcale często znacznie mniej.

Obok skrobi spotykamy w życie jeszcze cukier i dekstryny, których ilość waha się w wielkich granicach, podobnie jak przy jęczmieniu, średnio:

| | |
|----------------|-------|
| Cukru | 0,95% |
| Dekstryn i gum | 4,87% |

Zaciery żytnie są kleiste i ciężko fermentują. Przyczyną tego, według Ritthansena, jest obecność gum, ciał, które wprawdzie rozpuszczają się w wodzie, za to nadają nawet bardzo słabym roztynom gęsto-płynności i kleistości.

Obok gum znajduje się w życie wielka ilość niefermentujących pentozan, których według Tollensa jest 13,01%, zaś według Königa 10,45%, liczonych na suchą masę ziarna.

Tłuszcz żyta składa się według Ritthansena z glicerydów: kwasu palmitowego i olejowego, nadto stwierdzono obecność cholesteryny.

W życie według E. v. Wolffa znajduje się:

| | Najwięcej | Średnio | Najmniej |
|--|-----------|---------|----------|
| Czystego popiołu | 3,52% | 2,09% | 1,60% |
| W 100 częściach tego popiołu znajduje się: | | | |
| potasu | 37,54 ‰ | 31,47 ‰ | 27,78 ‰ |
| sodu | 4,45 ‰ | 1,70 ‰ | — |
| wapna | 4,11 ‰ | 2,63 ‰ | 1,34 ‰ |
| magnezyi | 14,37 ‰ | 11,54 ‰ | 10,13 ‰ |
| kwasu fosforowego | 50,35 ‰ | 46,93 ‰ | 39,90 ‰ |

Ciężar hektolitrowy żyta wynosi 64—76 kg.

Pszenica.

Pszenica jest używana tylko w gorzelniach Rosji wschodniej, gdzie służy tak na zacier, jak i na sól. Na ziemiach Polski używa się jej w gorzelnictwie tylko w wyjątkowych wypadkach, np. w razie jej silnego uszkodzenia



Ryc. 31.

Pszenica zwykła: *A* Sandomierka. *B* Ostka galicyjska.
(według prof. Dr. Miczyńskiego).

przy zbiorze lub przechowaniu i wówczas przerabia się ją na zacier. W przemyśle rolnym służy pszenica do wyrobu skrobi pszennej, której fabrykacja jest rozwinięta szczególnie w Belgii, dalej do otrzymania piwa białego, a wreszcie z powodu wielkiej zawartości ciał białkowych, gdy cena jej jest niską, do wyrobu drożdży prasowanych zamiast żyta.

Skład chemiczny pszenicy według J. Kühna jest następujący:

| | Najwięcej | Średnio | Najmniej |
|-----------------------|-----------|---------|----------|
| Suchej masy | 94,7 | 86,5 | 80,0 |
| Ciał białkowych | 24,2 | 12,5 | 6,9 |
| Związków bezazotowych | 77,7 | 68,0 | 60,2 |
| Tłuszczu | 2,7 | 1,7 | 1,0 |
| Włókniaka | 5,5 | 2,5 | 2,4 |
| Popiołu | — | 1,8 | — |

Ciała białkowe znajdują się u pszenicy głównie w części zwanej klebem, który otrzymuje się przez wymycie mąki pszennej wodą. Podobnie jak przy życie, ilość białka jest zależną od warunków nawożenia, klimatycznych oraz odmiany pszenicy; zwykle odmiany drobno-ziarniste są w białko bogatsze.

Głównym składnikiem związków bezazotowych jest skrobia, której przeciętna zawartość wynosi 62⁰/₀. Obok skrobi jest:

cukru przeciętnie 1,44⁰/₀
dekstryn i gum « 2,38⁰/₀.

Pentozan znajduje Tollens w suchej masie pszenicy 10,44⁰/₀.

Według E. v. Wolffa znajduje się w pszenicy:

| | Najwięcej % | Średnio % | Najmniej % |
|--|----------------|--------------|---------------|
| Czystego popiołu | 2,36 | 1,97 | 1,58 |
| W 100 częściach tego popiołu znajduje się: | | | |
| potasu | 36,60 | 31,16 | 23,18 |
| sodu | 9,07 | 2,25 | — |
| wapna | 8,21 | 3,34 | 0,90 |
| magnezyi | 16,26 | 11,97 | 9,10 |
| kwasu fosforowego | 52,62 | 46,98 | 39,20 |

Ciężar hektolitrowy pszenicy waha się w granicach od 72—88 kg.

Owies.

Owies służy w gorzelnictwie głównie do otrzymania słodu. Jakkolwiek sód owsiany jest znacznie słabszy od słodu jęczmiennego, żytniego i pszenicznego, mimo to w praktyce bywa chętnie używany, gdyż działa na drożdże pobudzająco, przez co zacieru cukrowane słodem owsianym, fermentują równo i gładko. Również i drożdże hodowane na przycierku ze słodem owsianym, fermentują gładko i energicznie. Ponieważ sód owsiany zawiera wiele tłuszczu, przeto ułatwia podczas fermentacji zacieru wydzielanie się banieczek bezwodnika węglowego, tem samem łagodzi, a często nawet zupełnie usuwa fermentację pienistą.



Ryc. 32.

Owies wiechowy »rychlik«.



Ryc. 33.

Owies grzywak »węgierski«

(według prof. Dr. Miczyńskiego).

Skład owsa według Königa jest następujący:

| | Najwięcej % | Średnio % | Najmniej % |
|-----------------------|----------------|--------------|---------------|
| Sużej masy | 95,4 | 87,3 | 81,5 |
| Ciał białkowych | 18,2 | 10,3 | 6,3 |
| Związków bezazotowych | 64,1 | 58,7 | 43,0 |
| Tłuszczu | 12,2 | 5,3 | 1,8 |
| Włókniaka | 26,2 | 10,0 | 4,4 |
| Popiołu | 8,2 | 3,0 | 1,7 |

Owies wyróżnia się wielką ilością tłuszczu, którego przeciętna zawartość wynosi 5—6%. Drobno-ziarnisty owies zawiera więcej tłuszczu i związków azotowych niż grubo-ziarnisty, co wykazują następujące badania Mitrakewa:

| | | Białka | Tłuszczu | Związków bezazotowych |
|-----------------|---------------|--------|----------|-----------------------|
| | | % | % | % |
| Owies »Beseler« | drobne ziarna | 11,16 | 5,42 | 57,51 |
| « « | grube « | 10,18 | 4,73 | 57,98 |
| « »Duppaner« | drobne « | 12,48 | 5,99 | 55,77 |
| « « | grube « | 9,70 | 5,09 | 56,62 |
| « »Bestehorn« | drobne « | 13,72 | 5,55 | 55,73 |
| » • | grube « | 11,89 | 4,99 | 56,00 |
| « »Leutewitzer« | drobne « | 12,64 | 6,25 | 56,08 |
| « « | grube « | 11,23 | 5,16 | 57,09 |

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Skrobi w owsie znajduje się | 42—61%, średnio 50% |
| Obok skrobi znajduje się cukru | 2,2% |
| Dekstryn i gum | 2,0%. |

Pentozan znajduje się według Tollensa w suchej masie owsa 16,04%.

Ciężar hektolitrowy waha się w granicach 38—60 kg.

Proso.

Proso używa się w gorzelnictwie przede wszystkim do otrzymania siodu, a nadto na zacier. W ostatnim wypadku, z powodu wielkiej ilości łupiny, na zacierze tworzy

się gruby, zbity kożuch, który utrudnia fermentację i odpęd alkoholu. Z tego więc powodu, gdzie chodzi o przerób większej ilości prosa na alkohol, tam obija się go z łuski częściowo lub zupełnie.

Według Königa przeciętny skład prosa jest następujący:

| | Ziarna riechnięte z łuski % | Ziarna obijane z łuski % |
|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Suchej masy | 87,5 | 88,2 |
| Ciał białkowych | 10,6 | 10,5 |
| Związków bezazotowych | 61,1 | 68,2 |
| Tłuszczu | 3,9 | 4,3 |
| Włókniaka | 8,1 | 2,5 |
| Popiołu | 3,8 | 2,8 |

Według badań autora skrobia w prosie nieobłuszczonej waha się w granicach 45—55%.

Gryka (hreczka).

Gryka służy podobnie jak proso na zacier, w formie ziarn, obitych z łuski. Na słód używa się ją tylko w wyjątkowych razach. Obok ziarna używa się także otręby hreczane. Skład chemiczny według Königa jest następujący:



Ryc. 34.
Proso zbite (według prof.
Dr. Miczyńskiego).

| | Z i a r n a | | |
|-----------------------|---------------------|------------------|--------|
| | nieobite z łuski | obite z łuski | otręby |
| | % | % | % |
| Suchej masy | 86,7 | 87,4 | 86,0 |
| Ciał białkowych | 11,4 | 10,2 | 18,4 |
| Związków bezazotowych | 58,8 | 71,7 | 45,3 |
| Tłuszczu | 2,7 | 1,9 | 3,9 |
| Włókniaka | 11,4 | 1,7 | 14,6 |
| Popiołu | 2,4 | 1,9 | 3,8 |

Skrobi przeciętnie w ziarnach niełuszczonych 54⁰/₀, obłuszczonych 64⁰/₀.

Kukurudza.

Obok ziemniaków, produktem najczęściej używanym do otrzymania spirytusu jest kukurudza; natomiast na słód



Ryc. 35. Kukurudza wczesna szeklerska.

służy tylko w wyjątkowych razach i to w krajach południowych. Zaciery kukurudziane fermentują bardzo dobrze, gładko i spokojnie. Wysoka zawartość tłuszczu kukurudzy wpływa korzystnie na przebieg fermentacji. Wywar z kukurudzy posiada większą wartość karmową, aniżeli ziemniaczany, nadto bydło przy jego skarmianiu nie ulega chorobie grudy.

Skład chemiczny według Königa jest następujący:

| | Najwięcej | Średnio | Najmniej |
|-----------------------|-----------|---------|----------|
| | % | % | % |
| Suchej masy | 95,3 | 86,8 | 78,8 |
| Ciał białkowych | 14,4 | 9,6 | 5,6 |
| Związków bezazotowych | 73,8 | 67,9 | 52,1 |
| Tłuszczu | 12,0 | 5,1 | 1,7 |
| Włókniaka | 7,6 | 2,7 | 1,0 |
| Popiołu | 3,9 | 1,5 | 0,5 |

Kühne podaje następujący przeciętny skład kukurudzy:

| | |
|-----------------------|-------|
| Suchej masy | 86,6% |
| Ciał białkowych | 9,4% |
| Związków bezazotowych | 69,3% |
| Tłuszczu | 4,3% |
| Włókniaka | 2,3% |
| Popiołu | 1,3% |

Kukurudza jest zbożem, którego zawartość wody waha się w bardzo szerokich granicach. Świeża kukurudza może jej zawierać do 26%. Według badań autora kukurudza, zakupiona do górzelnii jesienią, wykazuje najmniej 18% wody. Delbrück znajduje w świeżej rumuńskiej kukurudzy 23,8% wody, w starej 12 – 14,4%. Szila'gyi wykazuje w świeżej wę-

gierskiej kukurudzy do 30% wody, która zmniejsza się w miarę odleżenia ziarna, i tak:

| Miesiąc | Zawartość wody | |
|-------------|----------------|---------|
| | w granicach | zwykle |
| | % | % |
| Październik | 18–30,2 | 24–26 |
| Listopad | 18–28,1 | 24–26 |
| Grudzień | 18–26 | 23 |
| Styczeń | 17–26 | 23 |
| Luty | 16–24,3 | 21,5–22 |
| Marzec | 15,5–22 | 20 |
| Kwiecień | 14–19 | 17 |
| Maj | 13–16,5 | 15 |
| Czerwiec | 12–14 | 13 |
| Lipiec | 11–12 | 12 |
| Sierpień | 10–12 | 12 |

Na Węgrzech kukurudzę uważa się za normalną, gdy zawiera 12% wody i w tym stosunku suchej masy oblicza się wydatki alkoholu z kukurudzy.

Z powodu wielkiego wahania zawartości wody w kukurudzy, należy przy zakupie zwrócić szczególniejszą uwagę na jej stopień wilgoci. Nie jest przecie obojętnem, czy kupiona kukurudza zawiera np. 24%, czy 12% wody. W pierwszym wypadku kupuje się o 12% mniej suchej substancji, a nadto kukurudza taka wymaga wielkiej uwagi przy przechowaniu; trzeba ją trzymać w cienkiej warstwie i często szuflować, gdyż inaczej łatwo się zagrzewa.

Związki bezazotowe kukurudzy składają się: ze skrobi, cukru i dekstryn, których ilość i stosunek waha się w bardzo obszernych granicach, zależnie od odmiany i warunków wegetacji kukurudzy.

Skrobi znajduje się w kukurudzy 53—70%, średnio 60—62%. Zawartość cukru i dekstryn według Büchelera waha się 1,7—11,5%. Średnio cukru znajduje się 4,5%, zaś dekstryn i gum 3,2%.

Pentozan znajduje Tollens w suchej masie amerykańskiej kukurudzy 7,08%.

Tłuszcz znajduje się w formie płynnej i można go technicznie otrzymać przy fabrykacji skrobi z kukurudzy, jako olej kukurudziany. Przeciętną zawartość tłuszczu podaje Wolff 6,5%, König 5,09%, zaś Maercker 4—4,5%.

Popiołu według E. v. Wolffa znajduje się:

| | Najwięcej | Średnio | Najmniej |
|--|-----------|---------|----------|
| | % | % | % |
| Czystego popiołu | 1,72 | 1,51 | 1,28 |
| W 100 częściach tego popiołu znajduje się: | | | |
| potasu | 31,86 | 27,93 | 24,33 |
| wapna | 3,76 | 2,28 | 0,57 |
| magnezyi | 17,35 | 14,98 | 12,11 |
| kwasu fosforowego | 53,69 | 45,00 | 37,63 |

Ciężar hektolitrowy kukurudzy wynosi przeciętnie 75 kilogramów.

Inne produkty skrobiowe.

Oprócz wymienionych zbóż, można czasami spotkać w gorzelnii jeszcze szereg innych nasion skrobiowych, jak: wykę, kasztany, żołądzie itp. albo też odpadki, otrzymane przy przeróbce produktów skrobiowych w innych fabryka-

cyach więc: szlam skrobiowy, otręby itp., które znajdują zastosowanie tylko w szczególniejszych warunkach miejscowych.

Produkty zawierające cukier.

Buraki.

Buraki w gorzelnictwie znalazły najszersze zastosowanie we Francji, a nadto w Czechach i Morawach; w innych natomiast krajach tylko w bardzo ograniczonej ilości.



Ryc. 36.

Buraki pastewne i półcukrowe. Różne kształty korzeni.

Burak składa się zasadniczo z 2 części: ze stałej — mięszu, w ilości około 9^o/_o, i płynnej — soku, którego jest około 91^o/_o. Sok zawiera związki mineralne, azotowe, oraz bezazotowe, których głównym składnikiem jest cukier sacharoza.

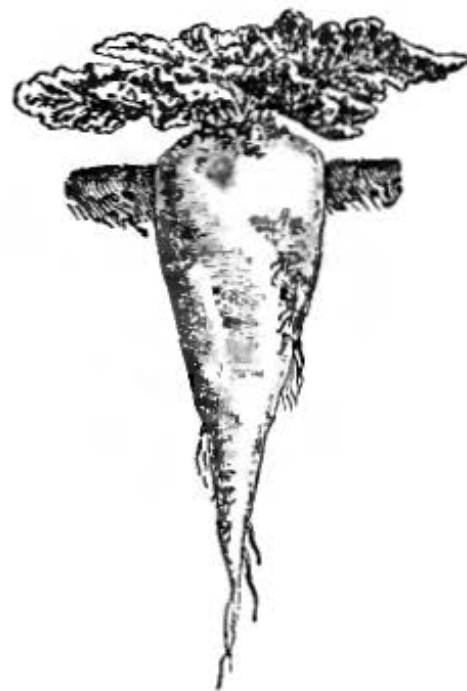
Wszystkie buraki można podzielić na 3 grupy:

- 1) Buraki pastewne, o zawartości cukru 4—7%
- 2) « półcukrowe « « 7—11%
- 3) « cukrowe « « 11—18%

Dla celów gorzelniczych nadają się tylko buraki cukrowe i półcukrowe, natomiast pastewne z powodu małej ilości cukru są nieprzydatne.

W soku buraków cukrowych, znajdują się obok cukru organiczne niecukry w ilości około 1% i związki mineralne 0,5—1%. Niecukry składają się ze związków azotowych, jak: asparaginy, glutaminu, betainy, leucyny, tyrozyny, dalej trochę związków bezazotowych, dekstryn i gum, wreszcie kwasów, jak: szczawiowego, bursztynowego, jabłkowego, winowego, cytrynowego i innych, które zwykle występują w formie soli.

Pentozany, których ilość liczona na suchą masę buraka wynosi 6—9%, powodują podczas ogrzewania buraków śluzowatość roztworu, przez co zacier buraczane są gęsto-płynne i śluzowate. W części stałej znajdują się obok innych składników także i drobne ilości skrobi.



Ryc. 37.
Burak cukrowy.

Owoce.

Różne owoce służą do wyrobu wódek owocowych. Przeciętny skład chemiczny najczęściej używanych owoców, jest następujący:

| | Jabłka | Gruszki | Śliwki | Morele | Wiśnie |
|---------|--------|---------|--------|--------|--------|
| | % | % | % | % | % |
| Wody | 84,37 | 83,83 | 78,60 | 84,15 | 80,57 |
| Cukru | 8,80 | 9,10 | 14,71 | 11,01 | 11,17 |
| Popiołu | 0,42 | 0,29 | 0,49 | 0,56 | 0,52 |

Daktyle zawierają około 66^o/_o cukru
 Suszone figi « « 58^o/_o «

Melasa.

Melasę otrzymuje się, jako produkt odpadkowy przy fabrykacji cukru z buraków cukrowych lub trzciny cukrowej.

Soki, otrzymane przez wylugowanie krajanki buraczanej, oczyszcza się działaniem wapna, bezwodnika węglowego i sączenia, poczem zagęszcza się na syrop i wydziela cukier drogą krystalizacji. Użyte środki oczyszczające nie są jednak w stanie usunąć wszystkich zanieczyszczeń, które zbierają się w syropach w miarę krystalizacji cukru, w tak znacznej ilości, że wreszcie wskutek ich nagromadzenia pewna ilość cukru pozostaje w roztworze. Syropy, z których cukier z powodu nagromadzenia zanieczyszczeń, t. z. niecukrów, już dalej drogą krystalizacji nie wydziela się, nazywamy melasą.

Melasa jest to ciecz zwykle alkaliczna, barwy ciemno-brunatnej, o gęstości 80° Brix = 42,3 dawnych, a 43,1 nowych stopni Baumego, zawierająca około 50^o/_o cukru i liczne związki organiczne i nieorganiczne.

Cukier znajduje się głównie w formie sacharozy, a obok tego jako cukier inwertowy i rafinoza. W normalnych melasach alkalicznych, cukier inwertowy znajduje

się w małych ilościach; natomiast występuje on w większych ilościach w melasach o reakcji kwaśnej, t. j. w melasach, w których, z powodu zakażenia, rozwinęły się bakterie kwaszące. Rafinozy znajduje się zwykle parę procentów, wyjątkowo w niektórych melasach można ją jednak spotkać nawet do 16⁰/₀.

Obok cukru zawiera melasa jeszcze cały szereg substancji organicznych i nieorganicznych, które obejmujemy mianem niecukrów. Tych niecukrów jest około 30⁰/₀, z czego 10⁰/₀ związków mineralnych, w tem 5,5⁰/₀ potasu, oraz 20⁰/₀ związków organicznych z 1,9⁰/₀ azotu. Z powodu tej znacznej ilości związków azotowych i potasowych, lugi melasowe, względnie produkty jej przerobu, stanowią bardzo dobry materiał nawozowy.

Melasa służy, jako pożywienie dla bydła, w formie bezpośredniej, lub też zmieszana z makuchami, kielkami słodowymi i t. p. Obok tego w wielkiej ilości jest przetwarzana w gorzelniach na alkohol; w ostatnich czasach zaczęto ją także obszernie stosować do wyrobu drożdży prasowanych.

Skład melasy według Bodenbundera jest następujący:

| | W granicach | Średnio |
|------------------------------|-------------|---------|
| | % | % |
| Wody | 11—30 | 19,8 |
| Popiołu | 7—14 | 9,7 |
| Cukru | 35—55 | 47,1 |
| Innych związków organicznych | 15—39 | 25,6 |

Według Stammera przeciętny skład różnych melas jest następujący:

| | % | % | % | % |
|------------------------------------|------|------|------|------|
| Wody | 20,0 | 16,6 | 24,5 | 14,5 |
| Cukru | 52,7 | 50,1 | 43,5 | 69,4 |
| Związków bezazotowych | 9,2 | 13,5 | 13,3 | |
| * azotowych | 9,5 | 8,9 | 7,8 | 6,2 |
| W tem: azotu | 2,01 | 1,82 | 1,25 | 0,98 |
| Kwasu azotowego | 0,2 | — | — | — |
| Popiołu wolnego od CO ₂ | 8,4 | 10,8 | 10,9 | 9,9 |

Melasa wykazuje zwykle reakcję alkaliczną, którą zawdzięcza głównie węglanom potasowym, powstałym w tej formie podczas toku oczyszczania soków buraczanych.

Popiół melasy według E. v. Wolff wykazuje następujący skład:

| | Najwięcej | Średnio | Najmniej |
|------------------------------------|-----------|---------|----------|
| | % | % | % |
| Popiołu wolnego od CO ₂ | 10,57 | 9,97 | 9,48 |
| W tem potasu | 72,74 | 69,85 | 66,15 |
| * sodu | 15,86 | 12,17 | 9,42 |
| * wapna | 7,09 | 5,70 | 4,37 |

| | Najwięcej | Średnio | Najmniej |
|-------------------------|-----------|---------|----------|
| | % | % | % |
| W tem kwasu fosforowego | 0,80 | 0,60 | 0,23 |
| « « siarczanego | 2,56 | 2,04 | 1,59 |
| « chloru | 11,32 | 10,26 | 8,51 |

Wywary melasowe, z powodu wielkiej zawartości potasu, można przerabiać na nawozy potasowe. W tym celu w piecach porionowskich, wywary zagęszcza się i zwęglą, poczem ługuje, a otrzymane ługi stęża i wydziela z nich sole potasowe.



Spis rzeczy

w porządku alfabetycznym.

| | Str. | | Str. |
|------------------------------|------|--------------------------------------|------|
| Acetal | 167 | Amylaza | 98 |
| Acetidaza | 145 | « cukrująca | 108 |
| Aceton | 167 | « rozpuszczająca | 108 |
| Achroodekstryny | 49 | Amylinowa grupa | 122 |
| Acitalbuminy | 66 | Amylobakter navicula | 244 |
| Alanina | 67 | Amylocelluloza | 35 |
| Albuminaty | 66 | Amylodekstryny | 49 |
| Albuminy | 64 | Amyloid | 55 |
| Albuminoidy | 71 | Amyloin | 122 |
| Albumozy | 66 | Amylopektyna | 36 |
| Aldehyd etylowy | 160 | Amylum | 25 |
| Aleuronowa warstwa | 254 | Amylumkoagulaza | 137 |
| Alkaliaalbuminy | 66 | Antypody | 253 |
| Alkohol amyłowy | 57 | Arginina | 68 |
| » butylowy | 166 | Asparagina | 68 |
| « etylowy | 151 | Awenalin | 65 |
| « heksylowy | 167 | Azot w ziemniaku | 224 |
| « heptyłowy | 167 | Bacillus philophthorus | 244 |
| « izoamyłowy | 167 | Bacillus solanicula | 246 |
| « izopropylowy | 167 | Bawełna strzelnicza | 56 |
| « propylowy | 166 | Bezwodnik węglowy | 148 |
| « z masy drzewnej | 56 | Bezwzględny skutek ciepła | 188 |
| Alkoholaza | 144 | Bielmo | 256 |
| Amidaza | 98 | Błonnik | 54 |
| Amidy | 67 | Błonnikowce | 10 |
| Amigdalina | 97 | Budowa gałeczki skrobiowej | 27 |
| Aminy | 67 | « ziemniaka! | 215 |

| | Str, | | Str. |
|-------------------------------------|------|---|------|
| Buraki | 282 | Dwutlenek węglowy | 148 |
| Bynedestin | 66 | Edestin | 65 |
| Bynin | 65 | Enzymatyka | 73 |
| Cellulaza | 54 | Enzymy | 79 |
| Celluloid | 56 | Emulzyna | 97 |
| Chemiczna budowa skrobi | 34 | Erypsyna | 97 |
| Ciała białkowe | 60 | Erytrodekstryny | 50 |
| Ciepłostka | 187 | Erytrozynaza | 97 |
| Chordein | 165 | Estrazy | 97 |
| Choroba pierścieniowa | 246 | Feniloalanin | 68 |
| Choroby ziemniaków | 242 | Feniloglukozazon | 13 |
| Chyżość działania amylazy | 113 | Ferment | 78 |
| Cukraza | 126 | Fermentacya zacieru | 4 |
| Cukier buraczany | 16 | Fibrynaza | 97 |
| « gronowy | 10 | Figi | 284 |
| « mlekowy | 22 | Filtr z gąbek | 181 |
| « owocowy | 14 | « piaskowy | 180 |
| « słodowy | 19 | Fruktoza | 14 |
| « trzcinowy | 16 | Furfurol | 167 |
| « ziemniaczany | 11 | Fuzarium salani | 244 |
| « ziemniaka | 221 | Galaktoza | 16 |
| Cukry proste | 10 | Gaulteraza | 97 |
| « złożone | 16 | Gliadyn | 65 |
| Cukrowanie zacieru | 7 | Gliceryna | 164 |
| Cysteina | 68 | Glikogen | 53 |
| Cystyna | 62 | Glikogenaza | 96 |
| Cytaza | 96 | Glikokol | 67 |
| Czapeczka | 255 | Glikozyd gaulterowy | 97 |
| Czyste drożdże | 8 | « indoksyłowy | 97 |
| Daktyle | 284 | Globuliny | 64 |
| Dekstroza | 10 | Glukacetidaza | 145 |
| Dekstryny | 47 | Glukaza | 123 |
| Działanie enzymów | 83 | Glukoproteidy | 71 |
| « kontaktowe | 81 | Glukoza | 10 |
| Diastaz | 98 | Glutamina | 68 |
| Diastaza | 98 | Glutenin | 65 |
| Dochód z gorzelnii | 6 | Gorzelnia melasowa | 2 |
| Dodatek wody do zacieru | 8 | « melasowo-zbożowa | 2 |
| Dojrzewanie zboża | 256 | « owocowa (gorzel. kociołkowe) | 2 |
| Drożdżownia | 2 | « przemysłowa | 2 |
| Drzewnik | 54 | « rolnicza | 1 |
| Drzewo | 189 | « zbożowa | 2 |
| Dwusacharydy | 10 | | |

| | Str. | | Str. |
|----------------------------------|------|--------------------------------|------|
| Gorzelnia ziemniaczana | 2 | Kukurudza | 278 |
| Gronowce | 10 | Kumys | 133 |
| Gruszki | 287 | Kwas asparaginowy | 68 |
| Gryka | 277 | « bursztynowy | 163 |
| Guma drzewna | 57 | « glutaminowy | 68 |
| Gumy fermentacyjne | 165 | « kaprinowy | 168 |
| Histydyna | 68 | « kapronowy | 167 |
| Hreczka | 277 | « kaprylowy | 167 |
| Hydrocelluloza | 55 | « masłowy | 162 |
| Indoksyłaza | 97 | « mleczny | 164 |
| Inulaza | 96 | « mrówkowy | 167 |
| Inulina | 52 | « myronowy | 97 |
| Inwertaza | 126 | « nukleinowy | 69 |
| Jabłka | 284 | « octowy | 161 |
| Jaja | 253 | « pelargonowy | 168 |
| Jednosacharydy | 10 | « rubirytrynowy | 97 |
| Jęczmień | 264 | Kwaszenie bakteriami | 7 |
| Kalkulacja opału | 195 | Laktacidaza | 145 |
| Kalorya | 187 | Laktaza | 132 |
| Kamień kotłowy | 173 | Laktobioza | 22 |
| Karbohydrazy | 97 | Laktogluchoza | 16 |
| Katalaza | 146 | Laktoza | 22 |
| Katalizator | 79 | Leucyna | 67 |
| Kazeokoagulaza | 97 | Lewulina | 53 |
| Kefir | 133 | Lewuloza | 14 |
| Kędzierzawka | 244 | Lichenina | 53 |
| Kleber | 65 | Lipaza | 133 |
| Kleikowanie skrobi | 38 | Liścień | 254 |
| Kłos | 252 | Lizyna | 68 |
| Kłosek | 252 | Łagiewka | 253 |
| Koagulaza | 97 | Łupina | 254 |
| Ko-enzym | 144 | Łuszczki | 252 |
| Kollodium | 56 | Maltaza | 123 |
| Kolloidy | 62 | Maltodekstryny | 50 |
| Kolloksylin | 56 | Maltoza | 19 |
| Kopcowanie ziemniaków | 239 | Mannit | 165 |
| Krajanka ziemniaczana | 247 | Materyał opałowy | 186 |
| Krochmal | 38 | Matka drożdżowa | 8 |
| Korzenie | 251 | Mączka | 38 |
| Korzonki | 254 | Melibiaza | 133 |
| Korzyści z gorzelnii | 5 | Melitrioza | 24 |
| Krystaloidy | 62 | Miazga żdźbła | 254 |
| Ksantoramnina | 97 | Międzywęzła | 251 |

| | Str. | | Str. |
|-----------------------------|------|-----------------------------|------|
| Mięczenie wody | 185 | Peroksydy | 98 |
| Morela | 284 | Phellomyces sklerotiophorus | 244 |
| Mycie słodcu | 7 | Phytophthora infestans . . | 242 |
| Myrozynaza | 97 | Piórko | 256 |
| Niedogon | 156 | Plewa | 252 |
| Nitroskrobia | 44 | Plewka | 252 |
| Nukleaza | 97 | Płatki ziemniaczane | 247 |
| Nukleina | 69 | Pochewka korzeniowa . . | 254 |
| Nukleoalbuminy | 69 | " listkowa | 254 |
| Nukleoproteidy | 69 | Pochodzenie ziemniaków . | 208 |
| Obsługa rusztu | 197 | Pochwy | 251 |
| Ocena paliwa | 187 | Podział białka | 71 |
| " wody | 177 | " enzymów | 96 |
| Oczyszczenie wody | 180 | " fizyologiczny węglo- | |
| Odbudowa skrobi | 120 | wodanów | 58 |
| Oddychanie zboża | 260 | " węglowodanów . . | 10 |
| Odmiany ziemniaków | 228 | Powstanie skrobi | 26 |
| Oksydazy | 146 | Proces odbudowy skrobi . | 44 |
| Oksygenaza | 146 | Produkty uboczne fermenta- | |
| Oleje fuzlowe | 156 | cyi alkoholowej | 166 |
| Opalenie ropą | 193 | Próg ogniowy | 200 |
| Osadka | 252 | Proso | 276 |
| Oślonka nasienna | 254 | Proteazy | 97 |
| Ospa ziemniaczana | 244 | Proteidy | 69 |
| Otrzymanie cukrzawy | 127 | Proteiny | 60 |
| " enzymów | 81 | Proteiny klebrowe | 65 |
| " maltazy | 124 | Proteoza | 131 |
| Owies | 274 | Proteozy | 66 |
| Owoce | 283 | Przechowanie drożdży . . | 141 |
| Paliwo | 186 | " ziemniaków | 235 |
| Papajotylna | 97 | Przeгляд węglowodanów . | 58 |
| Parchy | 246 | Przerost kłębów | 246 |
| Pektynaza | 96 | Pszenica | 272 |
| Pentozany | 57 | Ptyalin | 98 |
| Pentozany i gumy ziemniaka | 221 | Pylniki | 252 |
| Pentozy | 57 | Pyroksylin | 56 |
| Pepsyna | 134 | Racyjonalne palenie | 196 |
| Peptaza | 134 | Rafinoza | 24 |
| Peptonizacja | 135 | Ramnaza | 97 |
| Peptony | 66 | Reakcy charakterystyczne | |
| Pergamin roślinny | 55 | ciał białkowych | 63 |
| Permutit | 185 | Reduktaza | 98 |
| Peroksydaza | 146 | Reduktazy | 146 |

| | Str. | | Str. |
|----------------------------------|------|--|------|
| Rewersya | 93 | Trypsyna | 135 |
| Rhizoctania solani | 244 | Tryptaza | 135 |
| Roboty w gorzelnii | 4 | Tryptofan | 68 |
| Ropa | 192 | Trzcinowce | 10 |
| Rozczyn Barfoeda | 13 | Tuberyn | 65 |
| « Fehlinga | 12 | Tuberyna | 225 |
| « jodu | 43 | Tynktura jodowa | 43 |
| Rozpuszczalność skrobi | 38 | Tyrozyna | 68 |
| Ruszt | 199 | Uprawa ziemniaków | 231 |
| Sacharoza | 16 | Ureaza | 98 |
| Seminaza | 96 | Usuwanie osadu | 176 |
| Seryna | 67 | Utrzymanie kadzi zaciernej | 6 |
| Siła parowania | 189 | Uwar | 173 |
| Skład ciał białkowych | 61 | Węgiel brunatny | 191 |
| Skrobia | 25 | « kamienny | 192 |
| « kukurudziana | 33 | Węglowodany | 9 |
| « owsiana | 31 | Wielkość kotła | 199 |
| « rozpuszczalna | 44 | Wielosacharydy | 10 |
| « ryżowa | 32 | Wiśnie | 284 |
| « ziemniaczana | 30 | Właściwe ciała białkowe | 64 |
| « ziemniaka | 220 | Własności dekstryn | 49 |
| « żytnia | 30 | « maltozy | 124 |
| Skuteczna ilość ciepła | 188 | « skrobi | 36 |
| Śliwki | 262 | « ziemniaka | 211 |
| Sok drożdżowy | 138 | Włóknik roślinny | 54 |
| « z drożdży | 138 | « ziemniaka | 223 |
| « wytłoczony z drożdży | 138 | Woda | 169 |
| Solanina | 226 | « do chłodzenia | 175 |
| Solanum commersoni | 230 | « w gorzelnii | 172 |
| Spichlerz | 262 | « kotłowa | 175 |
| Spirytus | 151 | Wodnik terpenowy | 168 |
| Środki izolacyjne | 201 | Wojłok | 203 |
| Straty ciepła | 188 | Wojłokowo-powietrzna izo- lacja | 203 |
| Studnie artezyjskie | 170 | Wołek zbożowy | 263 |
| Sucha zgnilizna | 244 | Wpływ związków chemicz- nych na amylazę | 116 |
| Synaptaza | 97 | Wydatki | 5 |
| Syntony | 66 | Wypęd spirytusu z zacieru | 5 |
| Tarczka | 254 | Wyskok | 151 |
| Terpen | 168 | Zabarwienie skrobi jodem | 42 |
| Tłuszcz ziemniaka | 223 | Zakwasek | 8 |
| Torf | 190 | Zalążek | 253 |
| Trądy | 246 | | |
| Trombaza | 97 | | |

| | | | |
|--------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| Zaraza ziemniaczana | Str. 242 | Zeolit | Str. 184 |
| Zarodek | 254 | Zgorzel łądyg | 245 |
| Zasady ksantynowe | 70 | Ziemniaki | 208 |
| Zbiór ziemniaków | 234 | Znajdywanie się skrobi | 26 |
| Zboże | 249 | Znamiona | 252 |
| Zdolność kiełkowania | 259 | Zymaza | 138 |
| Żdźbło | 251 | Zymazy | 97 |
| Zein | 65 | Żyto | 268 |

KONIEC TOMU PIERWSZEGO.