

Rozdział I.

BURAK CUKROWY.

1. HODOWLA BURAKA.

a. Pochodzenie buraka  
cukrowego.

Powodzenie fabrykacji cukru zależy przede-  
wszystkiem od rodzaju surowca. Do rozwoju cukrow-  
nictwa przyczynił się głównie postęp w hodowli  
buraka cukrowego.

Burak cukrowy został wyhodowany ze zwykłego  
buraka ogrodowego, t.zw. ó w i k ł y / B e t a  
c i c l a v u l g a r i s / , znanego już w  
XVI wieku: Syreński, ówczesny lekarz i botanik  
polski, opisuje jego własności i uprawę, przyczem  
- wraz z obcymi autorami, - zaznacza, iż koniecz-  
nym warunkiem dobrych wyników uprawy jest dobra  
ziemia.

Protoplastą buraka ogrodowego, a więc i cukro-  
wego, jest dziko dziś jeszcze rosnąca na wybrze-  
żach morza Śródziemnego B e t a m a r i -  
t i m a , roślina jednoroczna, o wątlwym korzeniu  
przechodząca cały cykl swego rozwoju przez jeden



Rys. 1.

okres wegetacyjny - od wiosny do jesieni.

**B u r a k            c u k r o w y /rys.1/**  
jest rośliną dwuroczną: w pierwszym roku rozwija gruby o kształcie wrzecionowatym korzeń i kerone liści i zbiera materiał zapasowy /cukier i inne substancje/, - i dopiero w drugim roku wydaje kwiaty i nasiona. Do celów fabrykacji cukru używa się korzeń buraczany w końcu pierwszego roku rozwoju /ten korzeń w praktyce zwykle się nazywa wprost "burakiem"/. Achard, który pierwszy zajął się racjonalną uprawą buraków, rozumiał już, jakie znaczenie dla cukrownictwa posiada wyhodowanie buraka o należytej zawartości cukru. On pierwszy stosował pola doświadczalne, sadząc na różnych glebach nasiona buraków i porównywał wyniki uprawy w różnych warunkach. Wybrał on, jako najbardziej odpowiednią odmianę buraka o miększu i o skórcie białej.

## 2. SELEKCJA BURAKA.

Zdolność nagromadzenia cukru jest w buraku dziedziczną. Aby zatem otrzymać buraki o możliwie największej cukrowości, należy je sadzić z nasion, wydanych przez osobniki, które zawierały jaknajwięcej cukru. Dobór takich najdoskonalszych pod względem zawartości cukru osobników, z których otrzymuje się nasiona dla dalszej hodowli, nosi nazwę *s e l e k c j i*.

Racjonalną selekcję zapoczątkowali francuzi / *V i l m o r i n* - ojciec i syn/, aczkolwiek przy określaniu zawartości cukru posługiwali się niezbyt ścisłą metodą, dającą tylko ogólne, przybliżone pojęcie o cukrowości buraka: polegała ona na pławieniu buraków w roztworze soli, przy czem osobniki o dużej zawartości cukru tonęły, - i te właśnie były brane do dalszej hodowli, - pozostałe zaś odrzucano.

W późniejszych czasach zastosowano bardziej udoskonalone metody: przyrządzano miazgę, wyciskano sok i oznaczano jego ciężar właściwy. I ta metoda nie jest zupełnie dokładną, albowiem nie zawsze ciężar właściwy soku z buraka jest funkcją zawartości cukru.

Zupełnie ściśle metody zaczęto stosować w Niemczech, gdzie pracowano usilnie nad dalszym rozwojem zasad doboru buraków. R a b - b e t h g e w K l e i n - W a n z l e - b e n pierwszy określał /1860 r./ zawartość cukru za pomocą polarymetru /wynalezionego w 1848 r. przez francuza Biot'a/ i podał warunki, jakim powinien odpowiadać burak, którego nasiona mają być użyte do dalszej hodowli, a więc: odpowiednią c u k r o w o ś ć , odpowiedni c i ę ż a r , k s z t a ł t wrzecionowaty, obfite i wybitnie zielone u l i s t n i e n i e . Wrzecionowaty kształt /rys.1/ daje możliwość łatwego wydobycia buraka z ziemi, bez uszkodzenia korzeni oraz lepszego wyzyskania przez burak głębszego pokładu gleby. Obfitość ulistnienia, tego laboratorium przetwórczego w buraku, wzmacnia znacznie procesy, zachodzące w buraku /a zatem i ilość cukru/, w szczególności, jeśli liście są karbowane, wówczas bowiem większa powierzchnia poddana jest działaniu słońca. Co się tyczy ciężaru buraka, to zachodzi często sprzeczność między tą jego cechą, a cukrowością: okazy małe są

często bardziej bogate w cukier, niż wielkie. Z tego względu wskaźnikiem dobroci buraka przy selekcji powinny być - nie absolutna jego wielkość, ani stopień cukrowości, a raczej iloczyn z cukrowości przez ciężar.

Ten brak prawidłowego stosunku pomiędzy ciężarem a cukrowością buraka - jest często źródłem nieporozumienia między rolnikiem i cukrownikiem, który kupuje buraki na wagę: rolnikowi zależy na jaknajwiększym ciężarze buraków, cukrownikowi - na jaknajwiększej zawartości cukru.

Fabrykanci cukru dostarczają zwykle rolnikom nasiona buraczane, które mają być wysiane. Przed wojną stosowano u nas w b. Kongresówce i w Ces. Ros. nasiona częściowo krajowe<sup>1/</sup> /np. firmy Buszczyński i Łonżyński/, częściowo nie-

1/ Do rozwoju hodowli nasion w Kongresówce przyczyniła się znacznie sekcja cukrownicza przy Rosyjsk. Tow. Przem. i Handlu. Wyłoniła ona t. zw. delegację nasienną, która otrzymywała próby nasion od krajowych i zagranicznych firm nasiennych i urządzała rodzaj konkursów;

mieckie firmy Br. Dippe, Rabbethge i Giesecko i inn./.

Selekcja winna być prowadzona w kraju, albo w Niemczech należy burak przystosować do klimatu i gleby, w różnych krajach odmiennych. Tak np. burak, przystosowany do warunków klimatycznych Rosji południowej, gdzie często panują susze i krótszy jest okres wegetacji, nie rośnie należycie w miejscach o innych własnościach klimatycznych i gleby.

Dobrze i oddawna zorganizowane stacje selekcyjne prowadzą swą pracę systematycznie rok za rokiem, posiadając pewne obszary dobrej gleby pod buraki, odpowiednie składowiska do przechowywania takich, a, co najważniejsza, odpowiednio urządzoną i należycie zaopatrzoną w siły techniczne pracownię. Buraki, otrzymane z

-----  
próby te wysiewano na polach doświadczalnych przy cukrowniach i porównywano osiągnięte wyniki, podając je następnie do wiadomości publicznej. Prace te, prowadzone przez lat 20 sumiennie i celowo wykazały, że selekcja stała u nas /przynajmniej co do osiągniętej cukrowości buraka/ nie niżej niż w krajach sąsiednich.

najlepszych /élite/ nasion, po przechowaniu przez jesień i zimą w składach, przechodzą wszystkie, jeden po drugim, przez aparat selekcyjny pracowni: 1/ poddawane są najprzód o d b i e r o w i na z a s a d z i e o c e h s e w n e t r z n y o h , przy czym część n a t y c h m i a s t o d r a z a c a s i e ; 2/ o s o b a i k i , k t ó r e p r e s s a ł y p r z e s t ę s e l e k c j ę w s t ę p a ą , b a d a n e s ą n a z a w a r t o ść o u k r u metodą polarymetryczną, przy czym s t . s w . " o i a ła " / p . n i ż e j / k a ż d e g o b u r a k a w y ś w i d r o w u j e s i ę s a p o m o c ą o d p o w i e d n i o p o m y ś l a n e g o p r a z y r ą d u / o s o b l i w e g o ś w i d r a / , w k i e r u n k u u k o ś n y m d o o s i , - o i e n k i w a l e c , a o t r a z y m a n a j ę d n o c z e s n i e d r o b n a m i a s z g a s ł u ż y d o o z n a c z e n i a z a w a r t o ść o u k r u . N a z a s a d z i e o t r z y m a n y c h w y n i k ó w b a d a ń w s t ę p n e g o i p o l a r y m e t r y c z n e g o o a ł a m a s a b u r a k ó w z o s t a j e w e d l e p r a z y j ę t e g o p r z e s z s t a c j ę s y s t e m u r o z s e g r e g o w a n a n a g r u p y , n p . " é l i t e " / o s ę s t o i " s u p e r - é l i t e " / , g a t u n k i I i II i " b r a k " . " B r a k " o d r a z a c a s i ę / s u ż y w a n y b y w a j a k o k e r n d l a b y d ł a / , a r e s z t ę o s o b a i k ó w w y n a d z a s i ę n a o d p o w i e d n i o p r z y g o t o w a n e j r o l i d l a o t r a z y m a n i a n a s i o n , p r a z y c z e m s p o ś r e d n i c h g a t u n k ó w / n p . I i II / n a s i o n a i d ą n a s p r z e d a ń

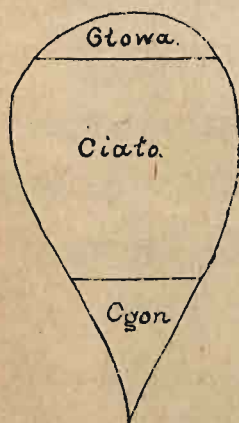


dla potrzeb cukrownictwa, a nasiona z "élite" służą jako materiał do dalszej selekcji.

### c. Morfologia i anatomia korzenia buraka.

Ciężar pojedynczego korzenia normalnego buraka cukrowego wynosi dziś 400 - 500 gr.; przy niepomyślnych warunkach wegetacji /suszy/ - 300 gr., a nawet 200 gr.; przy nadmiarze wilgoci - 600 gramów i wyżej. Ciężar buraka zależy znacznie od własności gleby i nawozu; np. na świeżym oborniku, na niskich miejscach, zdarzają się osobniki 3-4 kg.-owe, których cukrowość nie przekracza jednak 8 - 10 %, zamiast zwykłych 16 - 17 %.

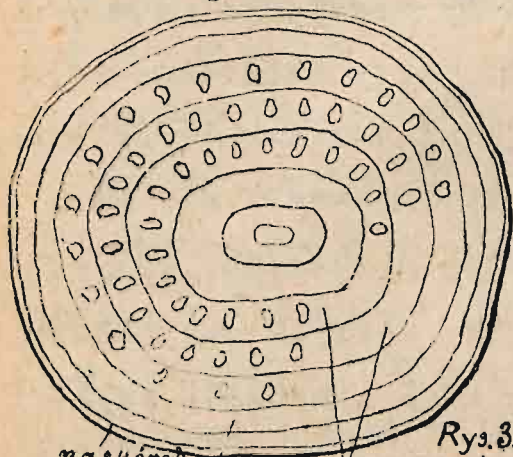
W korzeniu buraka /rys. 2/ odróżniamy 3 części.



Rys. 2.

1/ głowę /1/  
/nasadę liści/, zawierającą mniejszą ilość cukru, aniżeli ciąża, a większą ilość "niecukru", i nie posiadająca zatem wielkiej wartości technicznej:

2/ c i a ł o /2/, zawierającą główną masę cukru i 3/ o g o n /3/ - o małej cukrowości. Oprócz korzenia głównego, posiada burak cały szereg korzonków włoskowatych, ciągnących się na 1/2 metra w promieniu od osi korzenia głównego i pijących soki z gleby. Długość "ciała" wynosi 0,15 - 0,20 m., a całego buraka /bez liści/ 0,4 - 0,5 metra.



Rys.3.

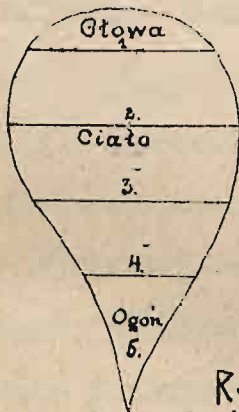
naskórek  
warstwa kambia  
Pierścienie  
wiązki nacz.

Na przekroju poprzecznym i podłużnym korzenia buraka łatwo zauważyć koncentryczne pierścienie /rys.3/, podobne do pierścieni na przekrojach pni drzewnych: są to wiąz-

ki naczyniowe, przez które przepływają soki z korzenia do liści i odwrotnie. Pomiędzy wiązkami znajdują się drobne komórki /parenchymia/ i te głównie zawierają cukier. Im więcej jest komórek, im bardziej są one zbite, tem większa jest cukrowość buraka.

Zawartość cukru jest różna w różnych częściach

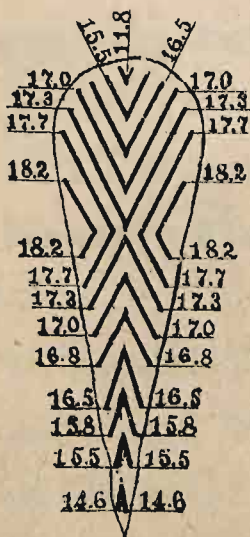
b u r a k a . Najwięcej cukru zawiera środkowa część ciała, mniej - głowa i ogon, przy czym ilość cukru maleje w kierunku od brzegu do wnętrza buraka. Badania w tym kierunku były bardzo skrupulatnie prowadzone. Burak krajano na plastry i w każdym plasterze oznaczano zawartość cukru /rys. 4/.



Rys. 4

1	plaster	-	14,1	%	cukru
2	"		14,4	"	"
3	"		14,4	"	"
4	"		14,5	"	"
5	"		14,2	"	"

W czasach późniejszych, w miarę udoskonalania hodowli buraków, wydrażano też *świdrem* w różnych miejscach buraka wycinki, które poddawano osobną analizie /prace S c h u - b e r t ' a /; otrzymane wyniki dały się zestawzić w pouczający szemat /rys. 5/.



Rys. 5.

## d. Uprawa buraka :

Burak cukrowy jest pod względem uprawy rośliną bardzo wymagającą: potrzeba mu dobrej gleby, długiego okresu wegetacyjnego, dużo ciepła i światła, dużo powietrza i dużo materiałów odżywczych w postaci związków potasowych, fosforowych i azotowych.

Dawniej przypuszczano, iż buraki cukrowe udają się wyłącznie na glebach spójnych gatunków. Daisiaj, wobec wysokiej kultury rolnej, wobec możliwości "poprawiania" złej gleby przez nawożenie i stosowanie pewnych środków technicznych, należy stwierdzić, że wszystkie gleby, nadające się pod uprawę zbóż, nadają się również i pod uprawę buraków. Nie nadają się pod uprawę gleby asczero-piaszczyste i bagniste.

**W a r u n k i   k l i m a t y c z n e**  
muszą przede wszystkim zadośćczynić wymaganiom długiego okresu wegetacyjnego: od zasiańia do zebrania /od wiosny do jesieni/ powinno upływać 5 - 6 miesięcy. Co do ilości opadów, to 500-800

mm. opadów rocznie najlepiej odpowiada tej ilości wilgoci, przy której burak rośnie dobrze; nadmiar wilgoci jest szkodliwy i dlatego gleby, powolnie schnące, muszą być zdrenowane; niski stan opadów /np. 300 mm./, a więc mała ilość wilgoci, wpływa ujemnie na urodzaj, chociaż zawartość cukru w buraku jest wówczas większa. Klimat umiarkowany jest najodpowiedniejszym zarówno pod względem ilości ciepła, jaka musi być dostarczona burakowi przy wegetacji, jak i pod względem umiarkowania ilości dni słonecznych. Ilość cukru w buraku jest funkcją usłonecznienia, przeto urodzaj w znacznej mierze zależy od ilości dni słonecznych. Im ich jest w okresie wegetacyjnym więcej, tem dla cukrowości buraka lepiej. Nawet w Finlandji, pomimo krótkiego lata, buraki udają się dobrze, dzięki znacznej ilości długich dni słonecznych.

Z powyższych rozważań wynika, że Polska, zarówno ze względu na gatunki gleby, jak i ze względu na warunki klimatyczne, jest terenem, doskonale nadającym się do kultury buraka cukrowego, - bardziej nawet, niż Niemcy i Czechy. Jednakowoż

gleba wymaga należytego przygotowania i odpowiedniej konserwacji, jak zresztą i przy uprawie innych roślin; przy uprawie buraków jednak stawiane tu są dalej idące wymagania.

Burak, jako roślina bardzo wyczerpująca glebę, nie powinien być siany na jednym miejscu zbyt często./np. nie częściej jak co 4 lata/. Najwłaściwiej jest siać buraki po ozimej pszenicy lub życie /lub po koniczynie/. W j e s i e - n i, natychmiast po ozimych zbiorach i po ewentualnym rozrzuceniu obornika./obornik na wiosnę przed sianym siewem jest całkiem niedopuszczalny/, ściernisko p o d o r y w a s i ę niegłęboko i po pewnym czasie rolę b r e n u - j e się lub drapačuje dla zruszenia ziemi. Późną jesienią o r z e s i ę rolę poraz drugi, tym razem głęboko, - i w tym stanie gleba zimuje aż do siewów.

Nadmiar o b o r n i k a jest szkodliwy, zmniejsza bowiem zawartość cukru w buraku, zwiększając zawartość "niecukrów". Zamiast obornika stosuje się często n a w o z y s z t u o s - n e : 1/ a z o t o w e , jak saletrę chilijską

ską / $\text{NaNO}_3$ /, saletrę norweską  $\text{Ca}/\text{NO}_3/2$ , siarczan amonu / $\text{NH}_4/2\text{SO}_4$ , cjanamid wapnia /azotniak,  $\text{CaCN}_2/$ ; 2/ f o s f o r o w e : superfosfaty, żużle Thomas'a, i 3/ p o t a s o - w e .

S a l e t r a c h i l i j s k a o z y n o r w e s k a na jesieni rzadko bywa stosowana. Ma tę zaletę, że jest to nawóz azotowy gotowy - już w tej postaci, w jakiej rośliny związki azotowe przyswajają, - nie wymaga zatem żadnych dodatkowych procesów w glebie; ma natomiast tę ujemną stronę, że może być z gleby łatwo wypłukane. Dlatego też nawożenie saletrą dokonywa się tuż przed lub jednocześnie z siewem, a nawet i po siewie.

S i a r c z a n a m o n u nie jest bezpośrednio przez rośliny przyswajany /rośliny przyswajają azotany/, i dlatego też nawóz ten musi być wprowadzony na długi czas przed siewem, - /a więc w jesieni albo pod przedplon buraczany/, aby amonjak utlenił się na kwas azotowy i utworzył azotan. Wypłukania nie należy się obawiać, gdyż siarczan amonu jest wiązany przez glebę.

C j a n a m i d      w a p n i a      / a z o t -  
n i a k ,  $\text{CaCN}_2$  / stosowany jest dotychczas pod  
buraki niechętnie, musi bowiem w glebie przejść  
przez szereg przemian chemicznych  $\text{CaCN}_2 \longrightarrow$   
 $\longrightarrow \text{NH}_3 \longrightarrow \text{HNO}_3$  /, przytem powstające pro-  
dukty pośrednie posiadają czasem dla pewnych  
roślin własności trujące. Musi być wprowadzony  
do gleby na długi czas przed siewem.

Z nawozów fosforowych stosowane są s u -  
p e r f o s f a t y - bardzo dla buraka po-  
żyteczne. Wzmagają one znacznie, - zwłaszcza  
łącznie z saletrą, - urodzaj i cukrowość jedno-  
cześnie.

N a w o z y      p o t a s o w e      są nie-  
szaniną soli potasowych stassfurokch o zawar-  
tości potasu 10 - 12 % . Nawozy te potrzebne są  
we wszystkich glebach, ubogich w potas, jedna-  
kowoż stosowane być winny oględnie, gdyż nad-  
miar ich w glebie powoduje znaczną zawartość  
soli potasowych, a więc "niecukrów" w buraku.  
Wnosić je do gleby najlepiej pod przedplon.

Na wiosnę, w końcu kwietnia lub w początkach  
maja, następuje s i e w      buraków - będą



ręczny, bądź lepiej zapomocą siewnika rzędowego, jednocześnie z odpowiednim nawozem. Siew się nasiona rzędami /redlinami/, - tak, aby odległość między nimi w jednym kierunku wynosiła 38 - 48 cm., a w drugim, - prostopadłym do pierwszego, 14 - 24 cm., w tym celu, żeby każdy osobnik później miał dostateczną ilość przestrzeni.

Kiedy buraczki poczynają z nasion wyrastać, rozpoczyna się praca nad ochroną ich od chwastów i stworzenia dla nich dobrych warunków wegetacji. Początkowo usuwa się zapomocą ręcznej motyki lub specjalnego pielnika chwasty pomiędzy rzędami oraz kępkami buraczków, przez co jednocześnie spulchnia się ziemię. Czynność tę w miarę potrzeby powtarza się zazwyczaj jeszcze parę razy przez okres "wegetacyjny" / m o t y - k o w a n i e /redlenia/ oraz p i e l e - n i e , "szarówka" na Ukrainie/. Gdy korzonki buraków dosięgły już grubości słomy i gdy zaczyna się już tworzyć nowa para listków, wtedy buraki " p r z e r y w a s i ę " - co znaczy, że w każdej poszczególniej kępcie buraków usuwa się wszystkie słabsze osobniki, pozostawia

się zaś jeden najbardziej rozwinięty. "Przerwanie" wykonywa się wyłącznie w sposób ręczny. Po przerwaniu odbywa się jeszcze 1 - 2 motykowanie.

Poniższa tabl. X ilustruje ustosunkowanie wagi korzenia i liści buraka w różnych okresach wzrostu buraka.

T a b l i c a X.

W z r o s t      b u r a k a      c u k r o w e -  
g o .

D a t a	W a g a :				
	w granach			% - ach wagi ogól	
	korzenia	liści	rasew	korzenia	liści
31. V.	0,2	1,8	2,0	11	89
30. VI.	22,7	68,1	90,8	25	75
31. VII.	126,6	151,5	278,1	45	55
31. VIII.	285,8	199,0	484,8	59	41
30. IX.	380,4	168,8	547,2	70	30
31. X.	432,2	135,8	568,0	76	24

Dane te wskazują, że początkowo burak dąży głębiej do rozwoju liści, później - korzenia.

Burak osiąga dojrzałość, gdy ciężar liści stanowi około 30 % ciężaru ogólnego.

W końcu września lub w październiku rozpoczyna się k o p a n i e b u r a k ó w .

Okres wegetacyjny powinien trwać jaknajdłużej; jeżeli tylko niema przymrozków, burak powinien jaknajdłużej pozostawać w ziemi. Buraki kopie się zazwyczaj <sup>z pomocą szpadla, bądź też,</sup> bądź z pomocą dwurogich widel, w ten sposób, że się burak podważa, a następnie wyciąga ręką. Zaraz po wyciągnięciu burak się otrząsa z ziemi, usuwa się za pomocą noża resztki takowej i drobne korzonki, obcina się liście wraz z wierzchołkiem głowy, aby uniemożliwić dalszy wzrost liści, który zużywałby cukier, zawarty w buraku i oddzielić ubogą w cukier część korzenia i wroszcie obcina się część ogona /również mało pożądaną na warsztacie fabrycznym/ - do grubości małego palca. Części obcięte idą na paszę dla bydła; składa się je w dołach, gdzie podlegają fermentacji beztlenowej, - otrzymuje się produkt podobny do kapusty kwaszonej, o dużej warto-

ści odżywczej / p a s z a s i l o s o -  
w a n a / . Bardziej racjonalnem jest s u -  
s z e n i e tych o d p a d k ó w .

Buraki, po wykopaniu i oczyszczeniu albo są natychmiast odstawiane do fabryki lub zwożone i układane w duże kupy w składach plantatorskich czy fabrycznych /o tem - dalej/, albo pozostawiane są na czas bardzo krótki /w oczekiwaniu swojej kolei/ na polu w małych kupkach, okrytych liśnami /aby nie usychały/.

### e. C h o r o b y i s z k o d n i k i b u r a k a .

Burak jest rośliną nadzwyczaj delikatną i z łatwością ulega rozmaitym chorobom pod wpływem bakterji oraz niszczeniu przez szkodniki.

Do najważniejszych chorób należy - niedostatecznie dotąd zbadana - t. zw. z g o r z e l, której ulegają małe buraczki, a której zapobiec jest bardzo trudno.

Do szkodników buraków należą p ę d r a -  
k i szeregu owadów i niektóre r o b a k i

/pędraki chrabąszcza pospolitego, żuka kocz-  
nika plamistego i inn., waleczniki - nemato-  
dy/. Szkodniki te często przepędzają pierwszy  
okres życia na chwastach, a później przenoszą  
się na buraki, niszcząc je. Dlatego też naj-  
skuteczniejszą bronią przeciw nim jest jaknaj-  
staranniejsze plenicie chwastów.

Najniebezpieczniejszymi szkodnikami buraka  
cukrowego są waleczniki - n e m a t o d y ,  
prawie mikroskopijne robaczki z rodziny glist  
okrągłych /waleczników/, gnieźdzące się w gle-  
bie, które dostają się do korzenków buraka i  
wysysają soki. Burak wyrasta wówczas znie-  
kształcony, o bardzo małej zawartości cukru.  
Walka z nematodą jest bardzo trudną i polega,  
według nowszych metod prof. K ü h n a , na  
wysiewaniu na zarażonej roli r o ś l i n  
t.zw. u s i d l a j ą c y o h /np. rzepaka/,  
jako przynęty dla szkodnika, na metodycznym  
tepieniu go wraz z tą rośliną i stosowaniu jed-  
nocześnie pewnych nawozów sztucznych - słowem,  
stopniowo uzdrawia się "chorą" glebę.

## 2. SKŁAD CHEMICZNY BURAKA.

### A. DANE OGÓLNE.

Burak cukrowy /ściślej mówiąc, korzeń buraka/ zawiera około 25 % substancyj suchych i około 75 % wody .

Substancje suche dzieliny zazwyczaj: 1/ na nierozpuszczalne w wodzie - t.zw. " m i ę s z ", na który się składają anatomicznie: ścianki komórek, substancja międzykomórkowa oraz częściowo substancja protoplazmatyczna komórek i 2/ na rozpuszczalne w wodzie, których roztwór wodny, zawarty w tkankach buraka, nosi nazwę " s o k u ". Przy obecnych metodach fabrykacji cukru z buraka, kiedy cukier wydobywa się z niego za pomocą wyługowywania wodą /metoda " d y f u z j i "/, mamy w fabryce do czynienia w głównej mierze ze składnikami "soku", "miąższ" zaś, jako w wodzie nierozpuszczalny - prawie całkowicie stanowi odpadek - t.zw. " w y s ł o d k i ". Zawartość w buraku cukrowym suchego miąższu, oznaczana przez odpowiednio wykonane wyługowanie wodą odważonej ilości miąższu buraczanej i wysuszenie pozostałości, - waha się zwykle w granicach

4,5 - 5,0 % na wagę buraka, nie odbiegając zbytńo od liczb tych nawet w nienormalnych warunkach wegetacji<sup>x/</sup>. Odejmując 4,5 - 5,0 od 100, obliczamy, iż zawartość substancyj suchych rozpuszczalnych wraz z wodą, czyli zawartość "soku", wynosi 95,5 - 95,6 % .

Dawniej przypuszczano, iż burak w rzeczywistości składa się z suchego "mięszu" i czysto mechanicznie z nim związanego roztworu - "soku", utożsamiając to ostatnie pojęcie z pojęciem o soku komórkowym. Ponieważ nie umiano dokładnie i szybko oznaczyć bezpośrednio zawartości cukru w buraku, - posługiwano się wówczas t.zw. "liczbą procentu soku" lub "spółczynnikiem sokowym" /95,0 - 95,5%/, w celu określenia % cukru w buraku. Mianowicie, na podstawie oznaczonego % cukru w soku, wy-

<sup>x/</sup> Lippmann np. znalazł w burakach przerośniętych przedwcześnie, t.j. w pierwszym roku wegetacji, - w t.zw. "pośpiechach" - od 4,03 do 5,31 %, w burakach bardzo drzewiastych - od 4,17 do 5,06 % mięszu.

wyciśniętym z miazgi buraczanej, obliczono % cukru w buraku  $Ck_b$  ze wzoru:  $Ck_b = \frac{Ck_s \cdot s}{100}$ , gdzie  $Ck_s$  - % cukru w soku, a  $s$  - współczynnik sokowy. Późniejsze jednak badania wykazały: 1/ iż składnik soku, wyciśniętego z miazgi buraczanej, jest bardzo zmienny i zależy od stopnia rozdrobnienia buraka, od ciśnienia, stosowanego przy prasowaniu, i innych okoliczności /np. na początku prasowania wyciska się sok bardziej stężony, przy końcu - bardziej wodnisty/ i 2/ że skład tego soku zasadniczo nie jest identyczny ze składem soku komórkowego. Rozdzielić w rzeczy samej burak na te jego "idealne" składniki - miąższ i sok - nie jesteśmy w możności. Sądzić należy przeto, że w buraku mamy właściwie 1/ miąższ, związany "organicznie" z pewną ilością /przypuszczalnie 4 - 5 % na w. bur /, wody /woda "miąższowa", "koloidalna"/, a więc nie miąższ suchy, a uwodniony, i obok niego 2/ sok komórkowy. Obecnie, gdy rozporządzamy łatwo i szybko wykonalnymi metodami bezpośredniego oznaczenia zawartości cukru w buraku, kwestja % soku przestała być aktualną. Skład zaś buraka, ujmowany zgruba,



zamiast dawniejszego schematu: burak = miąższ suchy + sok

$$\text{np. } b = 100 \quad m = 4,5 \quad s = 95,5$$

uemyślawia sam schemat:

burak = miąższ uwodniony + sok komórkowy

$$\text{np. } b = 100 \quad m + w = 8,5 \quad s - w = 91,5$$

Najważniejszym dla cukrownika składnikiem chemicznym buraka jest, oczywiście, cukier, czyli t.zw. s a o h a r o z a . Obok niej zawiera burak cały szereg innych substancyj, tak organicznych, jak i mineralnych. Wszystkie te s u b s t a n c j e , n i e b e d a c e s a o h a r o z a , w tej lub owej mierze utrudniające wydobywanie pożądanego składnika, niezależnie od ich różnorodnej natury chemicznej, technik-cukrownik przeciwstawia, jako "zanieczyszczenia", cukrowi technicznemu i obejmuje ogólnem mianem "niecukrów", a całość tych składników w buraku nazywa " n i e c u k r e m " . W tem tedy praktycznem ujęciu rzeczy i takie składowe części buraka, jak cukier przemieniony, rafinoza i inne cukry, są zaliczane do niecukrów.

Pojęcie o przeciętnej /do pewnego stopnia/ zawartości w buraku cukrowym poszczególnych grup związków dać może następujący schemat, podany na str. 73.

Zawartość poszczególnych składników waha się naggół w dość szerkich granicach, np. cukru od 14,0 do 18,0 % i wyżej.

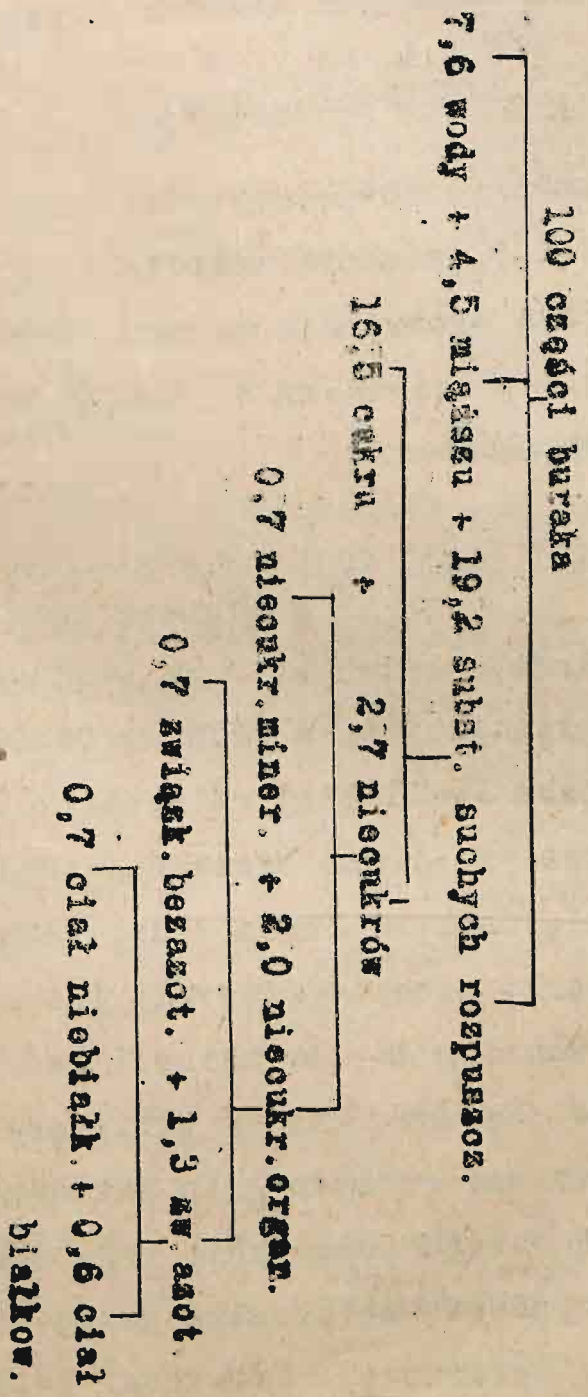
Sok, otrzymany przez prasowanie miazgi buraczanej, zawiera przeciętnie 21 - 23 % substancji suchych, w tem 18 - 20 % cukru.

## B. CUKIER

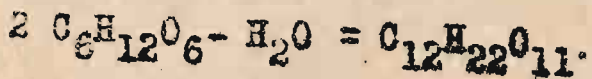
Zawarty w buraku "cukier", stanowiący najważniejszy dla technika jego składnik, jest to **s a c h a r o z a** /sacharobioza/, inaczej cukier trzcinowy.

Sacharozę należy do dwucukrowców czyli do grupy cukrów, których cząsteczka zbudowana jest z resztek cząsteczek dwa cukrów prostych w ten sposób,

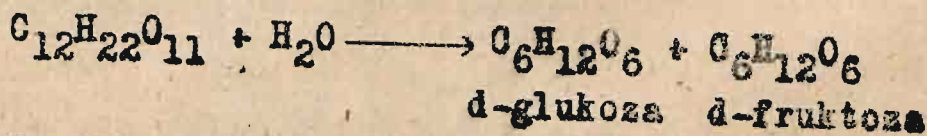
x/ Krótkie podane tu wiadomości o sacharozie, jako o cukrze, należy uzupełnić przez przestudjowanie działu chemii organicznej o węglowodanach, a szczególnie o cukrach.



że od dwóch cząsteczek tych dwa cukrów prostych - heksoz. - odjęta została cząsteczka wody:

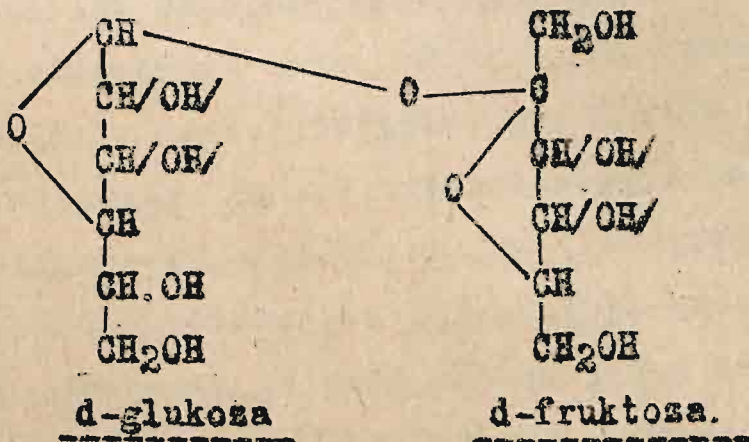


Przypuszczenie to potwierdza fakt, że przy hydrolizie, t.j. reakcji odwrotnej /przełączenie wody przez ogrzewanie z roso. kwasami/ otrzymuje się z sacharozy 2 cząsteczki heksoz w jednakowej ilości:



Wśród cukrów odróżniamy, jak wiadomo, cukry redukujące płyn Fehling'a /CuO do Cu<sub>2</sub>O/ i nieredukujące płyn Fehling'a; do tych ostatnich należy sacharoza. Ponieważ własności odtleniające przypisuje się wolnym grupom aldehydowym wzgl. ketonowym /cukry proste zawierają te grupy i redukują płyn Fehling'a/, a cukier trzcinowy tych własności nie posiada, należy przypuszczać, że nie posiada on ani wolnych grup ketonowych, ani aldehydowych, a więc połączenie cząsteczek cukrów prostych odbywa się kosztem grupy aldehydowej glukozy i ketonowej - fruktozy. Wśród sachar-

rozy, według P. Fischer'a, jest następujący:



Sacharoza, jak większość węglowodanów, występuje wyłącznie w świecie roślinnym, głównie w owocach, korzeniach i bulwach, niekiedy w łodydze. Oprócz buraka cukrowego i trzciny cukrowej, znaczne ilości sacharozy znajdują się w pewnej odmianie kukurydzy /15 - 16 % cukru/ i w prosie ohińskim - sorgo /11 - 12 % cukru/. W praktyce z korzyścią daje się produkować cukier tylko z buraka i trzciny cukrowej

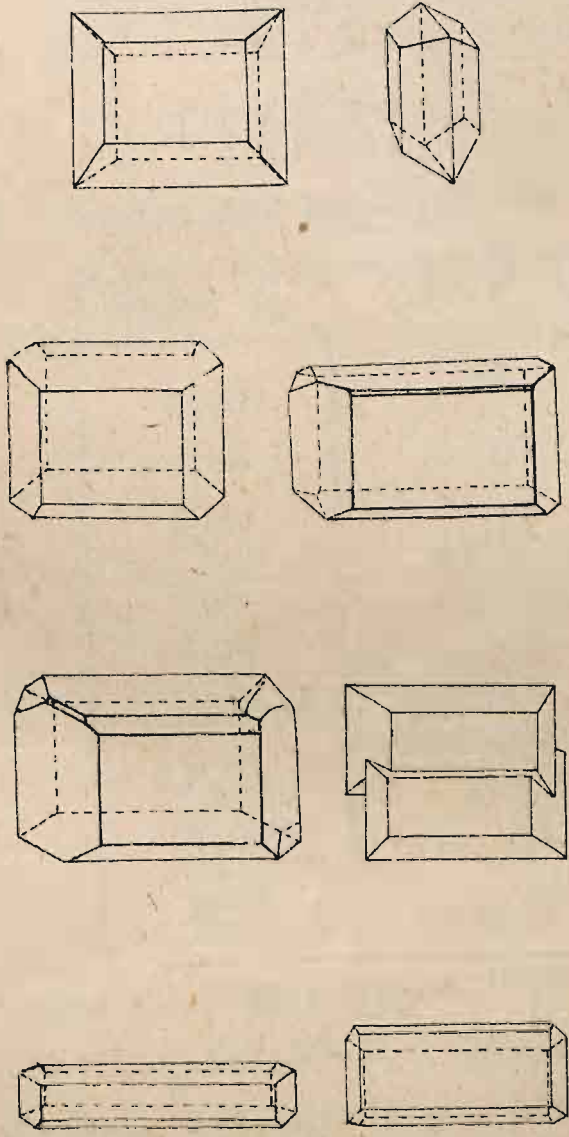
a. Własności fizyczne.

Sacharoza krystalizuje w układzie jednoskośnym, przeważnie w postaci graniastosłupów skośnych;

zwykle jednak występują formy bardziej złożone, o ściętych krawędziach i dodatkowych płaszczyznach, - kryształy mogą więc posiadać różnorodną postać zewnętrzną /rys. 6/ przy zachowaniu podstawowego układu krystalograficznego - zależnie od warunków krystalizacji. Tak np. zauważono, że przy fabrykacji krystalizuje czasem cukier w postaci mocno wydłużonych kryształów - igieł. Zjawisko to przypisywano dawniej wyłącznie obecności w roztworze krystalizującym innego cukru - rafinozy; później stwierdzono, że nieforemność kryształów wywołana być może także zamieciyzszeniem roztworu solami wapniowymi kwasów organicznych.

Rozpuszczalność sacharoz y w wodzie interesuje cukrownika głównie w zakresie tych temperatur, w których odbywa się krystalizacja cukru na warsztacie fabrycznym, a więc w t° 60 - 100°. Jak widzimy z podanej tu tabl. XI, rozpuszczalność cukru z podwyższeniem temperatury znacznie wzrasta<sup>x/</sup>:

x/ Przekładając dane tablicy, znajdujemy np., iż na 100 gr. wody w t. 20° wypada ~ 200 gr. cukru, a w t. 90° przeszło 400 gr. cukru.



Rys. 6.

Tablica II.

Rozpuszczalność cukru  
w wodzie.

W 100 gr. osytego nasyconego roztworu.

w t-rzo.	gr. cukru
0 <sup>o</sup>	64,2
20	67,1
40	70,4
50	72,2
60	74,2
70	76,2
80	78,4
90	80,6
100	83,0

Domieszka substancyj obcych, a więc t.zw. niecukrów, wywiera wpływ na rozpuszczalność sacharozy w wodzie - w większości wypadków zwiększa rozpuszczalność; działają w ten sposób zwłaszcza sole kwasów organicznych. Zjawisko to odgrywa ważną rolę w technice cukrowniczej, gdyż w procesie krystalizacji cukru zmniejszeni



jestemy przez nie do pozostawiania większych ilości cukru w ługach macierzystych /w t. zw. melasie/.

Punkty wrzenia wodnych roztworów cukru przy ciśnieniu normalnem dla różnych stężeń, przedstawiają się, jak następuje:

Tablica XII.

Punkty wrzenia wodnych roztworów cukru /ciśn. 760. mm./.

<u>Stężenie roz-</u> <u>tworu.</u>	<u>t° wrzenia</u>	<u>Stęż.</u> <u>roztworu</u>	<u>t° wrze-</u> <u>nia.</u>
10 %	100,1°	60 %	103,1°
20 %	100,3°	70 %	105,3°
30 %	100,6°	80 %	110,3°
40 %	101,1°	85 %	114,5°
50 %	101,9°	90 %	122,6°

Tablica ta wskazuje, że przy dużych stężeniach temp. wrzenia warasta szybciej, niż przy małych. Dla cukrownictwa szczególne znaczenie posiadają ostatnie 5 cyfr, bowiem krystalizację cukru przeprowadza się w gęstych "syropach", zawierających

od 60 % aż do 90 % cukru.

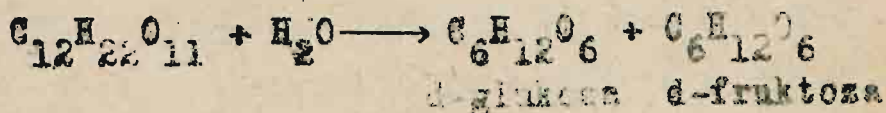
Sacharoza w roztworze skręca płaszczyznę polaryzacji w prawo; jako wartość dla  $[\alpha]_D^{20}$  przyjmujemy + 66,5. Na tej własności oparte jest ilościowe określanie sacharozy w produktach cukrowni zapomocą polarymetru.

#### b. Własności chemiczne

Zupełnie sucha i czysta sacharoza wytrzymuje ogrzanie do 100° bez widocznej zmiany. W t° 160° cukier topnieje, i, o ile był ogrzewany ostrożnie, przy ostygnięciu zastyga na masę szklistą, która po pewnym czasie staje się krystaliczną i nieprzezroczystą. W t° powyżej 180° cukier ulega t.zw. karmelizacji zamieniając się na masę ciemno-brunatną, niekrystaliczną, o gorskim smaku, t.zw. karmel, produkt bliżej niezbadany. Ogrzewany przez czas dłuższy przy wyższej temperaturze, cukier podlega rozkładowi, przyozem tworzą się gazy /CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO/ i pary /aceton, aldehyd octowy,

furfurol i in./ i pozostaje twardy, z trudnością dający się spalać, węgiel.

Roztwory wodne cukru, o ile reaguje zupełnie obojętnie, ulegają już w 60 - 70° powolnej hydrolizie:



Szybkość rozkładu wzrasta wraz z temperaturą.

Roztwory bardzo słabo alkaliczne ulegają szybszemu rozkładowi dopiero w temp. 120°; w roztworach kwaśnych natomiast hydroliza następuje ze znaczną szybkością już w niskich temperaturach.

Hydroliza cukru w roztworze wodnym nosi nazwę **inwersji**. Sacharoza skręca płaszczyznę polaryzacji światła spolaryzowanego na prawo ( $[\alpha]_D^{20} = +66,5$ ), d-glukoza - na prawo ( $[\alpha]_D^{20} = +53,0$ ), d-fruktoza natomiast na lewo ( $[\alpha]_D^{20} = -94,0$ ), przytem więcej na lewo, niż d-glukoza na prawo: wskutek tego

uprzednia prawa skręcalność cukru trzcinowego zmienia się po hydrolizie na skręcalność lewą

$[\alpha]_D^{20}$  dla cukru przemienionego - 20,5/, - stąd nazwa inwersji.

Inwersja zachodzi pod wpływem kwasów, które działają katalitycznie. S z y b k o ś ć i n w e r s j i jest proporcjonalna do stężenia nierozłożonej sacharozy w roztworze, wyraża się więc wzorem:

$$v = \frac{dx}{dt} = K[A-x]$$

gdzie  $A$  - oznacza stężenie początkowe,  $x$  - ilość cukru, która uległa inwersji,  $K$  - współczynnik inwersji /stała szybkości inwersji/, którą obliczyć można z powyższego wzoru:

$$K = \frac{1}{t} \cdot \lg \frac{A}{A-x}$$

gdzie  $t$  oznacza czas, który upłynął od początku inwersji. Wartość  $K$  zależy od stężenia i jakości kwasu oraz od temperatury. Mocne kwasy w małej nawet ilości znacznie przyspieszają inwersję, słabe /organiczne, kw. mlekowy, cytrynowy/nawet w dużej ilości nieznacznie przyspieszają rozkład.

Przyjmując spóliczynnik szybkości inwersji dla kwasu solnego = 100, znajdziemy dla różnych kwasów /przy jednakowych stężeniach, wyrażonych w ułamku normalnego, i w jednakowej temperaturze/ następujące liczby:

dla $\text{HNO}_3$	-	100
" $\text{H}_2\text{SO}_4$		53,6
" kw. szczaw.		18,6
" " fosforowego		6,2
" " cytrynowego		1,7
" " octowego		0,4

Jeżeli liczby te porównać z liczbami przewodnictwa elektrycznego dla tych samych kwasów, to okaże się, że jest to ten sam szereg liczbowy; a zatem wolno wnioskować, iż szybkość inwersji, podobnie jak przewodnictwo, jest proporcjonalna do stężenia jonów wodorowych, czyli do stopnia mocy kwasu /stopnia elektrolitycznej dysocjacji/ i stężenia.

Uwzględniając wszystko to, co powiedziano wyżej o hydrolizie sacharozy, zrozumiemy, dlaczego w praktyce cukrowniczej należy dbać o to, aby roztwory miały odczyn alkaliczny; jeśli się pracuje w roztworze obojętnym lub kwaśnym,

to należy unikać działania wyższych temperatur. Ilość rozłożonego cukru, oprócz odczynu roztworu i temperatury, zależy oczywiście także od czasu ogrzewania.

Inwersja zachodzić może również pod wpływem enzymów - /takich, jak na przykład "inwertaza", wytwarzana przez wszystkie prawie gatunki drożdży/, przyczem, jak i poprzednio, sacharoza, rozpada się na 2 cząsteczki cukrów prostych.

Do charakterystycznych własności chemicznych sacharozy należy jej zachowanie się wobec alkalicznego roztworu  $\text{CuO}$ : sacharoza nie redukuje płynu Fehlinga /porów. str. 74/.

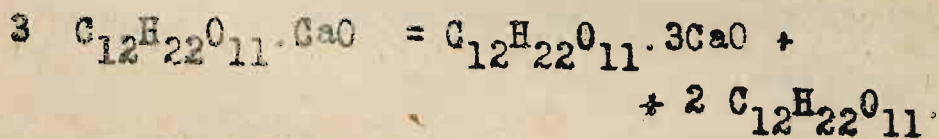
Z  $\text{C}$  - n a f t o l e m i stężonym kwasem siarkowym sacharoza daje, - wspólną zresztą dla wszystkich węglowodanów, - reakcję barwną: czerwono-fioletkowe zabarwienie. Reakcja ta jest bardzo czuła i służy w cukrowniach do wykrywania śladów cukru w wodzie kotłowej <sup>L/</sup>

-----

L/ Jak później zobaczymy, do kotłów doprowadza się, - w celu regeneracji ciepła, - gorącą wo-

Sacharoza posiada zdolność łączenia się z tlenkami metali alkalicznych, ziem alkalicznych i metali ciężkich z utworzeniem t.zw. cukrzana ów. W technice posiadają znaczenie cukrzany wapniowe i strontowe.

Cukrzan jednowapniowy  $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CaO + 2 H_2O$ , rozpuszczalny w wodzie, powstaje np. przy działaniu drobno sproszkowanego wapna palonego lub mleka wapiennego na roztwór cukru. Pod wpływem  $CO_2$  rozkłada się na  $CaCO_3$  i sacharozę. Ogrzany do wrzenia, przechodzi w nierozpuszczalny w wodzie cukrzan trójwapniowy:



Działaniem wodzianu strontu w odpowiedniej ilości na roztwór cukru w temperaturze wrzenia otrzymuje się cukrzana dwustrontowy  $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 2 SrO$ , trudno woda skroploną z wyparki, mogącą zawierać ślady cukru: te ostatnie mogą w kotle powodować nadgryzanie lub przepalanie ścianek.

wodzie rozpuszczalny.

Wspomniane nierozpuszczalne cukrzany mają zastosowanie w technicznych metodach t.zw. odcukrzania melasu.

### C. NIECUKRY.

Liczba rozmaitych "niecukrów" buraka jest bardzo wielką, chociaż zawartość poszczególnych składników jest nieraz znikomo małą. Wykaz systematyczny ważniejszych, zawartych w buraku cukrowym, niecukrów, ułożony według ich przynależności do pewnych grup związków chemicznych, przedstawia się jak następuje /patrz tabl. XIII/.