

## OCZYSZCZANIE SOKU SUROWEGO Z WIELOKROTNĄ KARBONACJĄ WSTĘPNĄ

*S. Zagrodzki, K. Sz wajcowska, S. M. Zagrodzki, H. Zaorska*

Instytut Chemicznej Technologii Żywności Politechniki Łódzkiej  
Łódź, Polska

W przemyśle cukrowniczym znanych jest wiele metod oczyszczania soku wyekstrahowanego z krajanki buraczanej. Celem wszystkich metod jest otrzymanie z buraków maksymalnej ilości cukru białego o najwyższej jakości i przy najniższych kosztach. Jednakże nie wszystkie metody spełniają wymagania stawiane procesowi oczyszczania soku surowego. Stwierdzono, że łatwo jest uzyskać dobre własności filtracyjne i sedymentacyjne osadu przy stosunkowo niskim efekcie oczyszczenia soków. Jednakże przy dążeniu do wysokiej czystości soków oczyszczonych, następuje zazwyczaj pogorszenie własności otrzymanego osadu. Utrudnia to pracę na stacji filtracji i wpływa na zmniejszenie zdolności przerobowej cukrowni, zwłaszcza w końcowym okresie kampanii, gdy przerabiane buraki są uszkodzone mrozem lub długo przechowywane.

Wielką liczbę odmian schematów oczyszczania soku można przedstawić biorąc za podstawę sposób usuwania koloidów znajdujących się w soku surowym. Znane są metody, w których skoagulowane niecukry zostają oddzielone bezpośrednio po wstępnym nawapnieniu [3, 7, 12, 16, 19, 20, 31, 33, 40]. W wielu metodach oczyszczania stosuje się zawracanie różnych ilości soków po I karbonatacji lub też zawracania zagęszczonej zawiesiny po pierwszej karbonatacji [2, 4, 5, 9, 11, 14, 24, 34]. Inne metody stosują wielokrotne nawapnianie i karbonatację a nawet jednoczesne nawapnianie podczas karbonatacji, tzw. defekosaturację [1, 5, 6, 8, 10, 13, 15, 17, 18, 21]. W większości metod zwraca się szczególną uwagę na łatwość oddzielenia osadu oraz na natężenie filtracji. W tym celu obniża się alkaliczność soku po I karbonatacji, co równocześnie zawsze powoduje peptyzację koloidów a więc obniżenie jakości soków.

Jak wiadomo podwyższanie alkaliczności soków po karbonatacji głównej powoduje wzrost czystości soku oczyszczonego a także zmniejszenie zabarwienia i zawartości soli wapniowych. W związku z tym, należy prowadzić proces oczyszczania w sposób umożliwiający otrzymanie soku o najwyższej jakości przy jednoczesnej dobrej filtracyjności soków, tzn. dobrej dekantacji, małym oporze filtracji i wysokim natężeniu filtracji.

W przypadkach przerobu surowca o niskiej jakości szczególnie istotny jest wybór takiej metody, która zapewnia dobre własności filtracyjne osadu a jednocześnie wysoki efekt oczyszczania soku. Od wielu lat poszukuje się uniwersalnego sposobu oczyszczania, który dawałby dobre efekty zarówno podczas przerobu buraków zdrowych jak i długo przechowywanych lub uszkodzonych mrozem.

#### BADANIA WŁASNE

W Katedrze Cukrownictwa Politechniki Łódzkiej przez wiele lat prowadzone były prace nad modyfikacją i ulepszeniem sposobu oczyszczania soku surowego [19, 22, 24—30, 36—39]. Na podstawie kilkuletnich badań w skali laboratoryjnej i ćwierćtechnicznej opracowano optymalną metodę oczyszczania soku [34, 35].

Specjalną uwagę w czasie badań zwrócono na ustalenie minimalnej ilości wapna niezbędnej do strącenia wszystkich nieszkodliwych niecukrów. Stwierdzono, że dawka wapna musi być dostosowana do ilości niecukrów zawartych w soku surowym. W Polsce najlepsze wyniki wstępnego nawapniania uzyskuje się w temperaturze około 30°C, natomiast strącanie i odwadnianie koloidów zachodzi najlepiej w temperaturze 85°C. Stwierdzono również, że dobre rezultaty daje zubożenie soku surowego za pomocą węgla wapniowego zawartego w gęstwie po II saturacji.

Wykonane badania potwierdziły ważne znaczenie progresywnego wstępnego nawapniania soku, powodującego zmiany od 8 do 9 pH, z pauzą przy pH 9 i następnie aż do 11 pH, po czym również powinna nastąpić odpowiednia pauza. Wielokrotne kołowe zawracanie soku i zmiany pH soku od 9 do 11 i ponownie do 9 pH powodują, że uzyskuje się grubokrystaliczne aglomeraty węgla wapniowego wraz ze strąconymi niecukrami. W podanych warunkach następuje również koagulacja koloidów i ich dehydratacja. Ważnym zadaniem procesu oczyszczania jest rozłożenie amidów i inwertu, do czego są niezbędne odpowiednia alkaliczność, czas i temperatura.

Proces karbonatacji głównej powinien być zakończony przy pH powyżej 11. Należy pamiętać, że sok po głównej karbonatacji, który ma wysoką alkaliczność, musi być jak najszybciej oddzielony od strąconych

niecukrów. Osad powstały w opisanych warunkach łatwo zatrzymuje duże ilości cukru i z tego względu musi być starannie wysłodzony.

W celu dobrego odwapnienia soku i usunięcia reszty nieszkodliwych niecukrów stwierdzono konieczność dowapnienia soku przed ostatnią karbonatacją do pH 11,6 lub wyżej. Końcową karbonatację prowadzi się do optymalnego pH, tj. do takiego, przy którym najmniej soli wapniowych pozostaje w roztworze. Należy podkreślić, że strącony węglan wapniowy wraz z zaadsorbowanymi niecukrami doskonale służy do zobojętniania soku surowego i ułatwia koagulację koloidów. Z tej przyczyny konieczne jest zagęszczenie zawiesiny po końcowej karbonatacji do możliwie małej objętości i kierowanie tej zawiesiny do soku surowego, tuż przed progresywnym nawapnianiem wstępnym.

Opracowana metoda oczyszczania soku ma znacznie mniej wad niż metody stosowane dotychczas. Dzięki tej metodzie uzyskuje się wyższe czystości soków a jednocześnie minimalne opory filtracji zawiesiny po I karbonatacji. Proces prowadzi się w następujących warunkach.

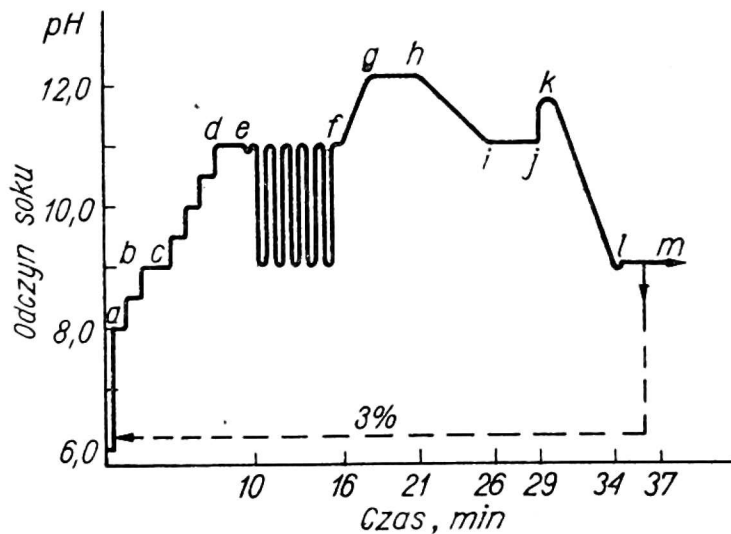
Sok surowy o pH około 6 alkalizuje się do około 8 pH za pomocą zagęszczonej zawiesiny po końcowej karbonatacji. Następnie sok zostaje wstępnie nawapniony metodą progresywną, przez dodanie dawki 0,16% CaO (do 11 pH). Po zagrzaniu do temperatury 85°C sok podawany jest do wstępnej karbonatacji, podczas której alkaliczność soku zostaje obniżona do 0,02 g CaO/100 cm<sup>3</sup>, tj. około 9 pH.

Następnie sok wprowadzany jest do pierwszego nawapniacza, gdzie uzyskuje alkaliczność 0,08—0,09 g CaO/100 cm<sup>3</sup>. Z pierwszego nawapniacza obiegowa pompa ślimakowa o dużej wydajności podaje sok kołowo do wstępnej karbonatacji, nie niszcząc aglomeratów osadu w zawieszynie. Zastosowanie pompy umożliwia wielokrotną zmianę pH soku z wartości 11 do 9 pH dzięki czemu następuje maksymalna koagulacja i dehydratacja wszystkich strącalnych koloidów. Następnie sok poddaje się głównemu nawapnieniu dawką 1,05% CaO, uzyskując ponad 12 pH. Opisane postępowanie zapewnia całkowity rozkład amidów i inwertu w soku, gdyż zostały zachowane trzy podstawowe warunki: wysokie pH, wysoka temperatura i odpowiedni czas reakcji. Należy dodać, że jednym z błędów dotychczasowych metod oczyszczania, stosujących zawracanie dużych ilości soków, jest obniżanie alkaliczności soku, co uniemożliwia całkowite rozłożenie amidów i inwertu.

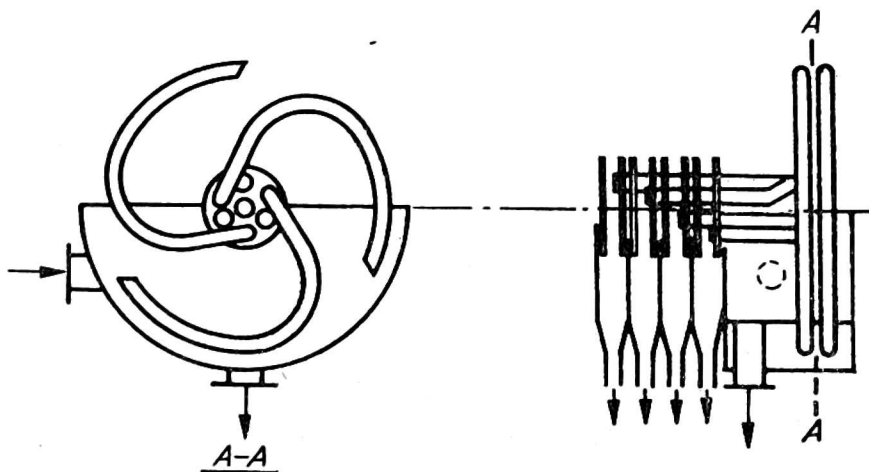
Sok po nawapnieniu co najmniej do 12 pH poddany jest głównej karbonatacji, która musi być zakończona przy wysokiej alkaliczności ponad 0,09—0,10 g CaO/100 cm<sup>3</sup>, czyli powyżej 11 pH. Zapewnia to strącenie wszystkich nieszkodliwych niecukrów i zabezpiecza przed peptyzacją koloidów. Dzięki temu otrzymany sok ma wysoką czystość a wytrącona zawieszina charakteryzuje się bardzo małym współczynnikiem oporu

filtracji. Po przefiltrowaniu sok zostaje dowapniony dawką 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> CaO i poddany ostatniej karbonatacji do pH 9. Następnie sok zagrzewa się do 90°C, ponownie filtruje i klarowny oczyszczony sok kieruje się do stacji wyparnej. Natomiast zagęszczona zawiesina, w ilości 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> na ciężar buraków, zostaje zawrócona do soku surowego. Węglan wapniowy znajdujący się w zawieszynie zobojętnia sok surowy z około 6 do 8 pH. Nadmiar węglanu wapniowego pozostaje w soku w postaci osadu. Zawracanie zagęszczonej zawiesziny umożliwia zmniejszenie zapotrzebowania wapna do wstępnego nawapniania z 0,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> do 0,16<sup>0</sup>/<sub>0</sub> CaO w przeliczeniu na ciężar buraków.

Zmiany pH zachodzące podczas oczyszczania soku nową metodą ilustruje rys. 1. Na osi odciętych odłożono czas w minutach a na osi rzędnych wartości pH.



Rys. 1. Przebieg zmian pH w procesie oczyszczania soku z karbonatacją wstępną a—e — nawapnianie wstępne, b—c — koagulacja koloidów, d—e — stabilizacja koloidów, e—f — karbonatacja wstępna, nawapnianie I, g—h — nawapnianie główne, h—i — karbonatacja I, i—j — filtracja po karbonatacji I, j—k — nawapnianie przed II karbonatacją, k—l — karbonatacja II, l—m — filtracja po II karbonatacji

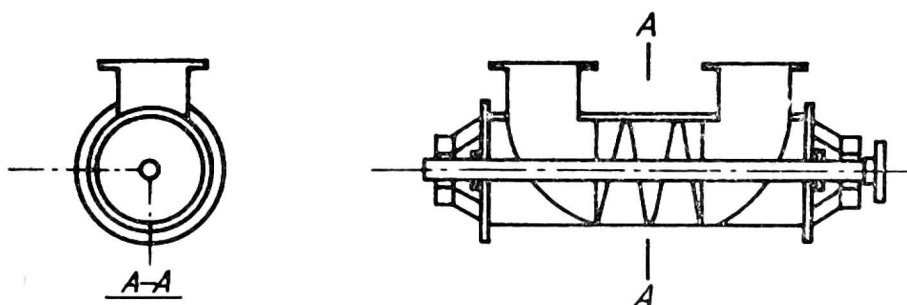


Rys. 2. Schemat proporcjonalnego dozownika sierpowego

Po wykonaniu wstępnych badań i sprawdzeniu wyników oczyszczania soku, opracowano schemat stacji oczyszczania.

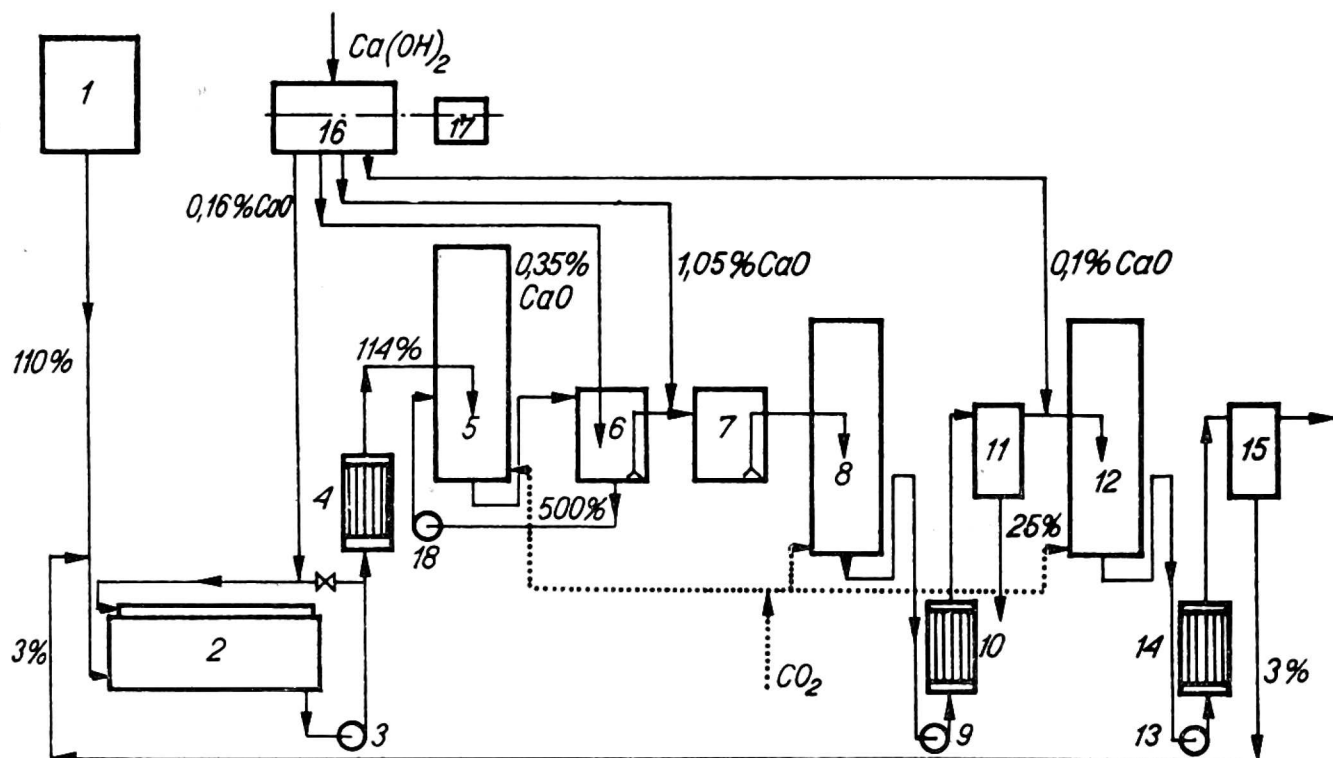
Istotnym elementem aparatury do oczyszczania soku jest sierpowy proporcjonalny dozownik mleka wapiennego (rys. 2), zasilający jednocześnie wszystkie punkty w odpowiednie ilości mleka wapiennego. Cała ilość mleka wapiennego przewidziana do oczyszczania np. 1,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> CaO, podzielona jest na dawki w ten sposób, że np. 0,16<sup>0</sup>/<sub>0</sub> CaO wprowadza się do wstępnego nawapniacza, 0,33<sup>0</sup>/<sub>0</sub> CaO wprowadza się do pierwszego nawapniacza, 1,05<sup>0</sup>/<sub>0</sub> CaO do głównego nawapniacza, a 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> CaO do nawapniacza soku przed końcową karbonatacją. Dozownik napędzany jest silnikiem o regulowanej liczbie obrotów, co pozwala na pożądane zmiany sumarycznej dawki wapna.

Drugim ważnym elementem aparatury jest obiegowa pompa ślimakowa o dużej wydajności, niewielkim podnoszeniu i regulowanej liczbie obrotów (rys. 3), która umożliwia wielokrotny kołowy obieg soku, nie niszcząc struktury osadu. Pompa ślimakowa nie rozbija aglomeratów osadu i umożliwia wielokrotną zmianę pH soku, dzięki czemu następuje dobre odwodnienie skoagulowanych koloidów.



Rys. 3. Ślimakowa pompa cyrkulacyjna z regulacją obrotów

Schemat stacji oczyszczania soków przedstawia rys. 4. Sok surowy ze zbiornika 1 płynie z dodatkiem zagęszczonej zawiesiny po ostatniej karbonatacji do wstępnego progresywnego nawapniacza wielokomorowego 2. Niewielka ilość soku po nawapnieniu dawką 0,16<sup>0</sup>/<sub>0</sub> CaO zostaje wprowadzona do wstępnego progresywnego nawapniacza. Pompa wirowa 3 podaje wstępnie nawapniony sok, przez układ wymienników cieplnych 4, do wstępnego karbonatora 5. Sok po wstępnej karbonatacji płynie do nawapniacza pierwszego 6, skąd obiegowa pompa ślimakowa 18 ponownie podaje sok do wstępnego karbonatora. W celu zapewnienia właściwej alkaliczności podczas pierwszego nawapniania zainstalowano ciągły alkalimetr. Na podstawie jego wskazań oparta jest regulacja obrotów pompy ślimakowej. Z nawapniacza pierwszego 6 sok płynie do głównego nawapniacza 7, gdzie zostają rozłożone amidy i inwert a następnie



Rys. 4. Oczyszczanie soku surowego z wielokrotną karbonatacją wstępną  
 1 — zbiornik soku surowego, 2 — wstępny progresywny nawapniacz, 3 — pompa wirowa, 4 — zagrzewacze soku po wstępnym nawapnianiu, 5 — wstępny karbonator, 6 — nawapniacz pierwszy, 7 — nawapniacz główny, 8 — karbonator główny, 9 — pompa wirowa, 10 — zagrzewacz soku przed filtracją zagęszczającą, 11 — filtracja zagęszczająca, 12 — karbonator końcowy, 13 — pompa wirowa, 14 — zagrzewacz soku przed końcową filtracją, 15 — filtracja końcowa, 16 — proporcjonalny dozownik sierpowy mleka wapiennego, 17 — napęd dozownika z regulacją obrotów, 18 — pompa ślimakowa do zawracania soku do wstępnej karbonatacji

do głównego karbonatora 8. Aby otrzymać podczas karbonatacji głównej wysoką końcową alkaliczność soku zainstalowano ciągły alkalimetr rejestrujący. Na podstawie jego wskazań można było śledzić i korygować przebieg procesu. Zawiesinaz głównego karbonatora za pomocą pompy 9, jest kierowana do układu wymienników cieplnych 10, a następnie do filtru zagęszczającego 11. Po oddzieleniu i wysłodzeniu osadu filtrat zostaje dowapniony za pomocą dawki 0,1% CaO. Następnie sok jest kierowany do końcowego karbonatora 12, w którym wytrąca się nadmiar soli wapniowych. Zawiesina za pomocą pompy 13 i zagrzewacza 14 zostaje skierowana do filtru zagęszczającego 15, skąd czysty klarowny, odwapniony filtrat płynie do stacji wyparnej. Zagęszczona zawiesina zostaje zawrócona do soku surowego, przed wstępnym nawapniaczem.

#### WYNIKI BADAŃ W SKALI CWIERCIECHNICZNEJ

Opracowaną metodę badano w laboratorium a następnie w skali ćwierćtechnicznej w warunkach ciągłego działania aparatury. Porówny-

wano każdorazowo dwie metody oczyszczania: metodę z wstępną karbonatacją i metodę klasyczną.

Do oczyszczania soku surowego stosowano w obydwu metodach taki sam sok i taką samą dawkę wapna. Dawka wapna była jedynie inaczej podzielona. W przypadku stosowania klasycznej metody dodawano, zgodnie z przyjętym w Polsce schematem, do nawapniania wstępnego 0,2% CaO i do nawapniania głównego 1,4% CaO. Natomiast w metodzie z wstępną karbonatacją stosowano do wstępnego nawapniania 0,16% CaO, do nawapniania I — 0,35% do nawapniania głównego 1,05% i przed II karbonatacją 0,1% CaO. Badano proces oczyszczania soków surowych o różnych czystościach, od czystości 86 do 90. Wyniki analiz zestawiono w tab. 1 i na wykresie (rys. 5 i 6). Stwierdzono, że sok rzadki oczyszczony metodą z karbonatacją wstępną wykazuje czystość o 0,5—1,0 jednostki

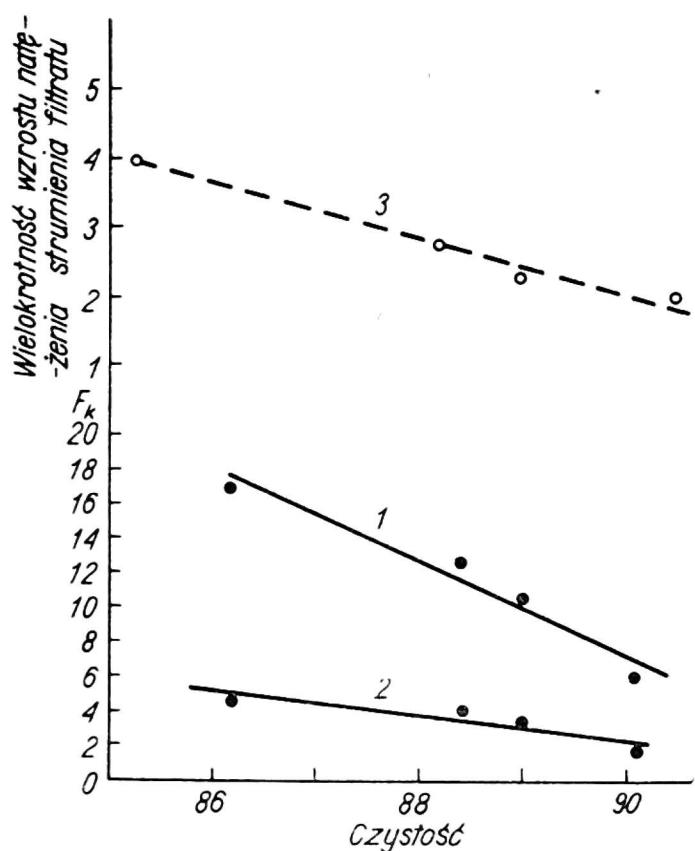
Tabela 1

Zestawienie wyników analiz soków oczyszczonych metodą klasyczną i metodą z karbonatacją wstępną w skali ćwierćtechnicznej (dawka wapna 1,6% CaO nb.)

	Czystość soku surowego	Czystość soku rzadkiego	Efekt oczysz- czania %	Stosunek dodanego CaO do niecu- krów CaO/Nc	Inwert w soku rzadkim %	Ekstyn- kcja soku rzadkiego $\lambda=560$ nm	$F_k$	Natężenie filtracji zawiesiny po I kar- bonatacji l/m <sup>2</sup> .min
Metoda kla- syczna	86,2	90,4	33,6	0,116	0,029	0,259	17,2	4,5
	88,4	92,0	34,0	0,138	0,024	0,235	12,5	9,6
	89,0	92,6	35,4	0,147	0,026	0,240	10,2	12,9
	90,1	93,6	38,0	0,155	0,021	0,215	6,1	15,2
Metoda z karbonatacją wstępną	86,2	91,5	42,0	0,116	0,022	0,190	4,5	17,7
	88,4	92,8	40,7	0,138	0,018	0,155	3,9	26,3
	89,0	93,2	41,0	0,147	0,023	0,160	3,2	29,2
	90,1	94,0	41,9	0,155	0,019	0,132	1,8	30,7

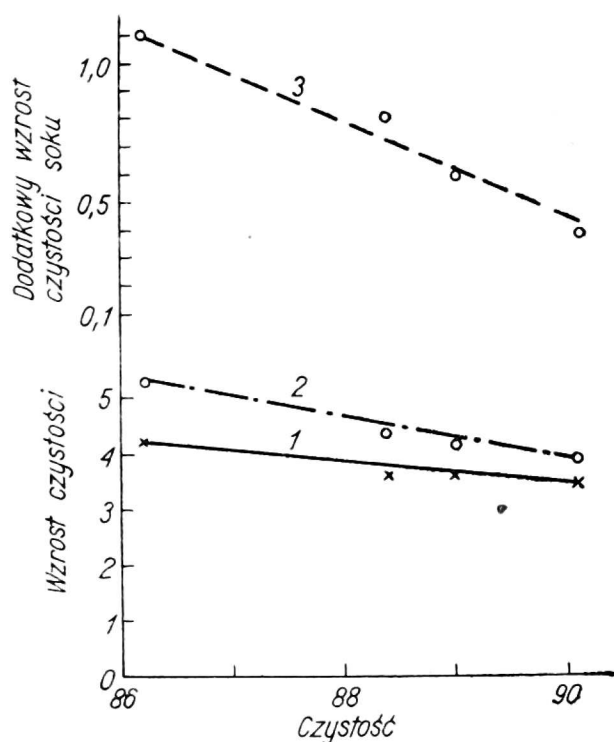
wyższą niż czystość analogicznego soku oczyszczonego metodą klasyczną. Stwierdzono średnio 2—3-krotnie wyższe natężenia filtracji zawiesiny po I karbonatacji otrzymanej metodą z karbonatacją wstępną. Z przedstawionych w tabeli danych wynika, że im niższe czystości soków surowych, tym większe różnice uzyskuje się w szybkościach filtracji. W przypadku oczyszczania nową metodą soku o czystości 86 uzyskano czterokrotnie wyższe natężenie filtracji zawiesiny po I karbonatacji a w przypadku soku o czystości 90 natężenie filtracji było tylko dwukrotnie wyższe niż w metodzie klasycznej.

Na podstawie uzyskanych wyników należy uznać, że nowa metoda



Rys. 5. Zależność natężenia strumienia filtratu i współczynnika oporu filtracji od czystości soku surowego

1 — metoda klasyczna, 2 — metoda z karbonatacją wstępną, 3 — wielokrotność wzrostu natężenia strumienia filtratu



Rys. 6. Porównanie wzrostu czystości soku oczyszczonego metodą klasyczną i metodą z karbonatacją wstępną  
1 — metoda klasyczna, 2 — metoda z karbonatacją wstępną, 3 — dodatkowy wzrost czystości soku

daje dobre wyniki nie tylko podczas oczyszczania soku ze zdrowych buraków ale także podczas przerobu buraków o złej jakości, zmarzniętych i częściowo zepsutych. W takim przypadku korzyści jakie uzyskuje się dzięki zastosowaniu nowej metody są jeszcze większe.

#### WYNIKI BADAŃ W SKALI TECHNICZNEJ

Po uzyskaniu bardzo dobrych rezultatów w skali ćwierćtechnicznej została wybudowana w cukrowni, w pełnej skali fabrycznej, stacja oczyszczania z karbonatacją wstępną zgodnie z założeniami. W okresie kampanii nowa stacja została uruchomiona. W grudniu wykonano badania porównawcze. W pierwszej dekadzie grudnia pracowano metodą klasyczną a w drugiej dekadzie metodą z karbonatacją wstępną. Wyniki doświadczeń zestawiono w tab. 2. Stwierdzono następujące korzyści:

1) podwyższenie współczynnika czystości soku oczyszczonego o 0,6—1,0 jednostki,

2) znaczne obniżenie zabarwienia soku rzadkiego, ekstynkcja została obniżona średnio z  $E = 0,166$  do  $E = 0,113$  dla długości fali światła 560 nm,



Tabela 2

Zestawienie wyników analiz soków oczyszczanych metodą karbonatacji wstępnej w skali fabrycznej w porównaniu z dotychczasową metodą klasyczną

Data	Metoda	Zdolność prze- robowa %	Czystość soku surowego	Czystość soku oczyszczonego	Efekt oczysz- czenia %	Ekstynkcja właś- ciwa soku rzadkiego $\lambda = 560 \text{ nm}$	Alkaliczność soku po I karbonatacji g CaO/100 cm <sup>3</sup>	F <sub>k</sub>
1.XII	klasyczna	102	90,5	93,2	30,4	0,152	0,075	7,9
2.XII		101	89,7	93,1	35,4	0,146	0,075	5,8
3.XII		98	88,9	92,7	36,9	0,161	0,068	5,1
6.XII		97	87,5	91,9	38,3	0,203	0,078	7,3
7.XII		101	89,1	92,1	29,8	0,175	0,060	6,5
8.XII		98	88,8	92,7	37,5	0,154	0,072	6,9
Średnio		99,5	89,2	92,6	34,7	0,166	0,071	6,6
11.XII	z karbonatacją	110	88,8	93,2	42,1	0,120	0,095	2,1
12.XII	wstępną	111	90,1	94,2	43,8	0,108	0,088	1,4
14.XII		110	89,3	93,6	43,1	0,112	0,090	1,6
15.XII		109	89,0	93,3	41,0	0,122	0,115	2,0
16.XII		110	88,9	93,2	41,8	0,112	0,105	1,5
17.XII		103	88,9	93,1	40,6	0,105	0,100	1,4
Średnio		109,7	89,1	93,4	42,0	0,113	0,099	1,66

- 3) obniżenie współczynnika oporu filtracji,
- 4) wzrost zdolności przerobowej cukrowni.

Metoda oczyszczania soku surowego z karbonatacją wstępną pozwala na uzyskanie oczyszczonych soków o wysokiej jakości a jednocześnie otrzymane zawiesiny wykazały wysokie natężenie filtracji. Należy podkreślić, że zapotrzebowanie pary zostaje zmniejszone, ponieważ nie zawraca się soków.

Podczas zagęszczania dobrze oczyszczonego soku następuje tylko niewielki wzrost zabarwienia. Wobec tego zabarwienie soku gęstego jest blisko dwukrotnie niższe a dzięki bardzo małej zawartości koloidów sok gęsty łatwo się filtruje. Czas krystalizacji w warnikach pierwszych może być skrócony o około 30%. Otrzymany cukier odznacza się niskim zabarwieniem, prawidłowym ziarnem i brakiem zawiesiny po rozpuszczeniu.

Stwierdzono, że wprowadzenie nowej metody oczyszczania spowodowało zmniejszenie strat cukru. Dzięki podwyższeniu czystości oczyszczonego soku znacznie mniej niecukrów zostało wprowadzonych do melasu a również mniej cukru pozostało w melasie, wobec czego wzrosła wydajność cukru. Jednocześnie obserwowano podwyższenie o kilka procent zdolności przerobowej cukrowni, co powoduje skrócenie czasu trwania kampanii.

#### LITERATURA

1. Baumgarten G.: Zucker, 1970, t. 23, s. 729
2. Brüniche-Olsen H.: Sugar, 1964, t. 59, s. 55
3. Claassen H.: D. Zuckerind., 1940, t. 65, s. 751
4. Czugunowa I. G. i in.: Sacharn. promyszl. 1967, t. 41, nr 8, s. 17
5. Dolinek A.: Zucker, 1971, t. 24, s. 396
6. Gale F.: J. Amer. Soc. Sug. Beet Technol., 1962, t. 12, s. 372
7. Henry J.: Sucr. Belge, 1966—1967, t. 86, s. 1
8. Kartaszow A. K. i in.: Sacharn. promyszl., 1969, t. 43, nr 10, s. 24
9. Kartaszow A. K. i in.: Sacharn. promyszl., 1969, t. 43, nr 11, s. 18
10. Kolesnikow B. F. i in.: Sacharn. promyszl., 1973, t. 47, nr 1, s. 27
11. Kolesnikow W. A., Maksjutow W. A.: Sacharn. promyszl., 1969, t. 43, nr 6, z. 15
12. Quentin G.: Zucker, 1964, t. 17, s. 336
13. Schäffer G.: Zucker, 1971, t. 24, s. 663
14. Schneider F.: Zucker, 1970, t. 23, s. 465
15. Silin P. M.: Sacharn. promyszl., 1955, t. 29, nr 2, s. 6
16. Smoleński K.: Gaz. cukr., 1910—11, t. 36, s. 65
17. Szojchet S. L. i in.: Sacharn. promyszl., 1967, t. 41, nr 11, s. 25
18. Szojchet S. L. i in.: Sacharn. promyszl., 1968, t. 42, nr 11, s. 22
19. Sz wajcowska K.: Rozprawa doktorska, Politechnika Łódzka, 1969
20. Tibenský V., Kohnová Z.: Chem. Zvesti, 1958, t. 12, s. 231
21. Wolf S.: Ind. Sacc. Ital., 1971, t. 64, s. 157

22. Zagrodzki S., Zaorska H.: Gaz. cukr., 1959, t. 61, s. 8
23. Zagrodzki S., Dobrzycki J.: Pat. P. 44604, 1960
24. Zagrodzki S.: Gaz. cukr., 1961, t. 63, s. 75; Sacharn. promyszl., 1960, t. 34, nr 11, s. 15
25. Zagrodzki S., Alizadeh J., Zagrodzki S. M. jr: Gaz. cukr., 1962, t. 64, s. 8
26. Zagrodzki S., Zagrodzki S. M. jr: Gaz. cukr., 1963, t. 71, s. 43
27. Zagrodzki S., Zaorska H.: Gaz. cukr., 1963, t. 71, s. 45; Industr. alim. agr., 1964, t. 81, s. 721
28. Zagrodzki S., Dobrzycki J.: Gaz. cukr., 1963, t. 71, s. 71
29. Zagrodzki S., Fornalek W.: Gaz. cukr., 1963, t. 71, s. 80
30. Zagrodzki S., Makowski J.: Gaz. cukr., 1966, t. 74, s. 261
31. Zagrodzki S., Sz wajcowska K.: Gaz. cukr., 1970, t. 78, s. 283
32. Zagrodzki S., Zagrodzki S. M. jr: Z. Zuckerind., 1971, t. 21, s. 329
33. Zagrodzki S., Sz wajcowska K.: Zucker, 1972, t. 25, s. 195
34. Zagrodzki S., Sz wajcowska K.: III Sesja Naukowa Komitetu Technologii i Chemii Żywności PAN, Łódź 1972, s. 26
35. Zagrodzki S.: 21 konf. Tachn. British Sugar Corporation, Eastbourne 1972
36. Zagrodzki S. M. jr: Z. Zuckerind., 1968, t. 18, s. 17
37. Zagrodzki S. M. jr: Gaz. cukr., 1968, t. 76, s. 34
38. Zaorska H.: Gaz. cukr., 1963, t. 71, s. 118; Zucker, 1964, t. 17, s. 87
39. Zaorska H., Zagrodzki S.: Zucker, 1970, t. 23, s. 6
40. Żura K. D., Oljanskaja S. P.: Sacharn promyszl., 1967, t. 41, nr 8, s. 29; 1969, t. 43, nr 1, s. 13

*S. Zagrodzki, K. Sz wajcowska, S. M. Zagrodzki, H. Zaorska*

## ОЧИСТКА ДИФФУЗИОННОГО СОКА С МНОГОКРАТНОЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ КАРБОНАТАЦИЕЙ

### Резюме

Повышенные урожаи свеклы, часто достигаемые вследствие чрезмерного применения азотных удобрений, снижают технологическое качество сырья. Переработка такой свеклы, а также свеклы долго хранимой или поврежденной действием мороза, особенно в случае продолжительных кампаний, требует других методов очистки.

Уже много лет в Институте химической технологии пищевых продуктов Лодзинского политехнического института ведутся исследования по этому вопросу. На основании полученных результатов удалось разработать метод очистки сока с многократной предварительной карбонатацией. Для достижения постоянных параметров процесса очистки применялся пропорциональный дозатор известкового молока. Благодаря этому можно было получить постоянную щелочность в процессах предефекации, первой и основной дефекации, а также предварительной и основной карбонатации. С целью обеспечения хорошей коагуляции и обезвоживания коллоидов, было применено многократное изменение щелочности дефекационного сока и сока после предварительной карбонатации в пределах 0,08—0,02 CaO/100 мл, которое достигалось с помощью шнекового рециркуляционного насоса с регулируемым числом оборотов.

Благодаря применению метода очистки с предварительной карбонатацией было достигнуто значительное увеличение доброкачественности очищенного сока, при одновременном снижении в несколько раз коэффициента сопротивления фильтрации по сравнению с методами применяемыми до настоящего времени. Наиболее заметные различия в отношении доброкачественности соков и скорости фильтрации по сравнению с классическими методами наблюдались во время сравнительных исследований соков из свеклы плохого качества.

Разработанный метод применялся на сахарном заводе в конечный период кампании и результаты исследований, проведенных в меньшем масштабе в Институте были полностью подтверждены в производственных условиях.

*S. Zagrodzki, K. Szwajcowska, S. M. Zagrodzki, H. Zaorska*

## PURIFICATION OF RAW JUICE WITH MULTIPLE PRE-CARBONATATION

### Summary

Increased beet yields, often in consequence of using too great quantities of nitrogen fertilizers, lower the technological quality of beet. For processing such beets as well as beets kept too long or deteriorated by frost, especially in long campaigns, different purification methods are required.

A new purification method of juice with multiple pre-carbonatation has been developed. In order to gain stable parameters of the purification process, a proportional working lime dosing device was used. This enabled to maintain a stable alkalinity of pre-liming, first liming, main liming, precarbonatation and main carbonatation. To facilitate a good flocculation and dehydration of colloids, repeated changes of alkalinity of limed juice and pre-carbonatated juice of the value of 0.08 g CaO/100 ml to 0.02 g CaO/100 ml was used. Re-circulation of juice was accomplished by means of screw pump with speed control.

This new method of pre-carbonatation increased significantly the purity of thin juice, decreasing at the same time the filtration coefficient in comparison with classic methods. The greatest differences in juice purity and filtration velocity were found when juice of bad quality beets was used in the comparative tests.

The above method used in sugar factories in the final period of the campaign, completely confirmed the results of experiments carried out on a smaller scale in the Institute.