

2/17

PODSTAWOWE ZAGADNIENIA NOWOCZESNEGO OCZYSZCZANIA SOKÓW NA WĘGRZECH

K. VUKOV

Instytut Badawczy Przemysłu Cukrowniczego, Budapeszt

Buraki cukrowe na Węgrzech odznaczają się bardzo zmiennym składem chemicznym i często niekorzystnymi właściwościami przerobowymi. Przyczyną tego są następujące po sobie okresy suche i wilgotne, a także długi okres przechowywania buraków. Nawet z buraków, które w naszych warunkach musimy uznać za dobre, otrzymuje się soki o czystości niższej niż np. w Polsce.

W tych okolicznościach jest rzeczą zrozumiałą, że nowe metody oczyszczania soków, stosowane z powodzeniem zagranicą, możemy na Węgrzech wprowadzać tylko po wnikliwym doświadczalnym wypróbowaniu tych metod. Szczególnego znaczenia nabierają te zagadnienia, gdy chodzi o wprowadzenie ciągłej filtracji i dekantacji.

W tej dziedzinie mogliśmy już dawniej stwierdzić, że gorąca progresywna defekacja wstępna w każdym przypadku daje lepszą dekantację soku po I saturacji, niż zimna [1]. Okazało się dalej, że temperatura defekacji wstępnej nie miała wyraźnego wpływu na szybkość filtracji. Z kolei badaliśmy efekt zastosowania do defekacji wstępnej zasady przeciwprądu — tak pomysłowo wykorzystanej przez Brieghel-Müllera, i szczegółowo badanej przez Vašátko, Kohna i Tibenský'ego [2, 3]. Zasada ta w sposób najdoskonalszy realizuje progresję pH i daje najlepsze wyniki zarówno sedymentacji, jak i filtracji [4].

Z dalszych naszych badań wynika, że zawracanie soku I saturacji do defekacji wstępnej odnosi skutek począwszy od zawracania ilości przynajmniej 20% do 40%, poprawiając własności sedymentacyjne i filtracyjne. W zakresie ilości zawracanego soku od 60% do 180%, wskaźniki te wzrastają liniowo, choć dość nieznacznie [5]. Wykazaliśmy wreszcie, że gorąca defekacja wstępna — jeżeli jej czas i końcowe pH dobrać prawidłowo — nie daje wcale ciemniejszych soków, niż zimna lub półgorąca defekacja wstępna [4].

Chciałbym pokrótce przedstawić metodykę naszych doświadczeń i niektóre dotąd nie publikowane dane na temat defekacji głównej i wstępnej. W końcu omówię niektóre szczegóły schematu zaproponowanego przez nas na podstawie własnych badań.

Metodyka

Badania prowadziliśmy wyłącznie w pełnej skali fabrycznej. Celem naszym było znalezienie metod, które w różnych warunkach dawałyby z największym prawdopodobieństwem najlepsze wyniki. Dlatego też oparliśmy się na metodach statystycznych. Po dwa warianty oczyszczania soków porównywano w ciągu jednego dnia. Podczas doświadczeń porównawczych pobierano co 20 lub co 30 minut próbki soku — od dyfuzji do soku gęstego — łącznie po 5 próbek. Analizy soku po wstępnej i głównej defekacji, oraz soku po I saturacji były wykonywane natychmiast. Próbkę soku dyfuzyjnego, rzadkiego i gęstego zbierano, konserwowano i analizowano później.

Po przestawieniu się na nowy wariant oczyszczania soków czekaliśmy, aż zmiana dotrze do soku gęstego (około 2 godziny) i ponownie wykonywaliśmy badania. Każda seria porównawcza była powtórzona przynajmniej pięciokrotnie w danej cukrowni i w czasie danej kampanii, a także wykonana ponownie w innej cukrowni, lub w czasie następnej kampanii. Zebrane wyniki poddane były analizie statystycznej według „metody różnic” Mudra [6]. Różnice tylko wtedy uznawano za istotne, gdy ich poziom prawdopodobieństwa wynosił przynajmniej 90%. W ten sposób zabezpieczyliśmy się przed wpływem przypadkowych wahań.

Defekacja wstępna i główna

Na podstawie literatury i naszych poprzednich doświadczeń wiadomo, że zawracanie soku po I saturacji do odpowiedniego punktu defekacji wstępnej znacznie poprawia własności sedymentacyjne i filtracyjne soków. Celem naszych nowych badań było nie tyle potwierdzenie tego faktu, ile raczej zbadanie jaki jest wpływ zawracania na skład chemiczny soku rzadkiego i gęstego.

Wyniki jednej serii tych doświadczeń zawiera tabela 43.

Schemat obejmował:

- 1) gorącą progresywną defekację wstępną w przeciwnym kierunku (temperatura 82—84°C czas 5—6 minut, licząc na sok dyfuzyjny);
- 2) ciągłą defekację główną (5—6 minut);
- 3) saturację (8—9 minut. tzw. „rosyjski” kocioł saturacyjny).

Jak wynika z tabeli, zawracanie soku I saturacji poprawia zdolności sedymentacyjne i filtracyjne, nie obniżając jakości soku. Nie można natomiast liczyć na podniesienie jakości soku rzadkiego i gęstego.

Na propozycję chemika Valkovsky'ego wypróbowaliśmy również wariant polegający na dodawaniu do defekacji wstępnej nie soku I saturacji, lecz węglanu wapniowego otrzymywanego osobno przez częściową satu-

Tabela 43

Doświadczenia porównawcze z zawracaniem soku saturacji I

	Bez zawracania	Z zawraca- niem	Różnica	Błąd różnicy	Prawdo- podobień- stwo różnicy
Sok dyfuzyjny					
czystość	88,6	88,9	—	—	0
pH	6,34	6,30	—	—	0
popiół g/100 g cukru	2,52	2,48	—	—	0
inwert g/100 g cukru	0,84	0,72	-0,12	±0,05	93
azot aminowy g/100 g cukru	0,100	0,102	—	—	0
koloidy g/100 g cukru	3,02	3,71	+0,69	±0,30	92
kwasy ogółem mval/100 g cukru	45,5	44,2	—	—	0
polioksykwasy ogółem mval/100 g cukru	11,3	10,9	—	—	0
Sok defekowany					
alkaliczność % CaO na sok. dyf.	1,59	1,40	—	—	0
Sok saturacji I					
alkaliczność % CaO	0,056	0,051	—	—	0
pH w 40°C	10,3	10,3	—	—	0
pH w 20°C	10,7	10,7	—	—	0
szybkość sedimentacji mm/min	55,0	66,0	+11	±5	91
objętość gęstwy %	16,9	13,1	-3,8	±0,5	99,9
mętność dekantatu mg CaO/100 ml	9,0	7,2	—	—	0
szybkość filtracji ml/cm ² min.	3,0	4,8	+1,8	±0,4	99,0
Bx	15,48	15,10	-0,38	±0,17	91
Sok rzadki					
czystość	92,16	91,76	—	—	0
pH	8,96	9,04	—	—	0
popiół g/100 g cukru	2,20	2,20	—	—	0
inwert g/100 g cukru	0,093	0,107	—	—	0
azot aminowy g/100 g cukru	0,066	0,068	—	—	0
koloidy g/100 g cukru	0,94	0,98	—	—	0
sole wapniowe g/100 g cukru	0,059	0,054	—	—	0
kwasy ogółem mval/100 g cukru	22,9	21,7	—	—	0
polioksykwasy ogółem mval/100 g cukru	3,34	3,02	—	—	0
zabarwienie °St/100 Bx	16,4	16,0	—	—	0
Sok gęsty					
pH	8,58	8,54	—	—	0
zabarwienie °St/100 Bx	20,8	21,4	—	—	0

rację mleka wapiennego. W metodzie tej węglan wapniowy wraz z mlekiem wapiennym był dodawany do soku dyfuzyjnego w urządzeniu przeciwprądowym. Próby dały nieoczekiwanie dobre wyniki. Stosowano przy tym półgorącą defekację wstępną. W następnym roku wyniki te potwierdziły się z gorącą defekacją wstępną.

Tabela 44

Doświadczenia porównawcze z defekacją wstępną
za pomocą częściowo odsaturowanego mleka wapiennego

	Zawracanie soku saturacji I 75%	Mleko wapien- ne częściowo odsaturowane	Różnica	Błąd różnicy	Prawdopodobieństwo różnicy
Sok dyfuzyjny					
czystość	87,10	87,15	0,05	—	0
inwert g/100 g cukru	0,71	0,65	0,06	—	0
koloidy g/100 g cukru	3,65	3,75	0,10	—	0
Sok defekowany					
alkaliczność % CaO na sok dyf.	1,31	1,35	0,04	—	0
Sok saturacji I					
alkaliczność % CaO	0,060	0,060	0,00	—	0
szybkość sedymentacji mm/min	44,6	48,5	3,9	±4,2	0
objętość gęstwy %	20,0	20,4	0,4	—	0
szybkość filtracji ml/cm ² min	1,97	1,87	0,10	±0,25	0
Sok rzadki					
czystość	90,87	91,47	0,60	±0,18	99,2
sole wapniowe g/100 g cukru	0,134	0,132	0,002	—	0
Sok gęsty					
zabarwienie °St/100 Bx	20,13	18,54	1,59	±1,05	84,5

Jak wynika z tabeli 44, przy dodawaniu tych samych ilości węglanu wapniowego do defekacji wstępnej, otrzymuje się takie same szybkości sedymentacji i filtracji, co przy zawracaniu soku, jednak użycie czystego węglanu dało znacznie wyższą czystość i niższe zabarwienie. Prawdopodobnie zachodzi tu adsorpcja dużej ilości niecukrów przez węglan wapniowy już w czasie defekacji wstępnej.

Przeprowadziliśmy podobne doświadczenia, rozdzielając dawkę wapna częściowo na defekację główną i częściowo na I saturację (defekosaturacja według Vašátko i współpracowników [7]). Osiągnięto przy tym większą szybkość sedymentacji i lepszą klarowność zdekantowanego soku, a inne dane analityczne nie uległy zmianie (tabela 45). Efekt ten osiągnano

Tabela 45

Doświadczenia porównawcze z defekacją frakcjonowaną

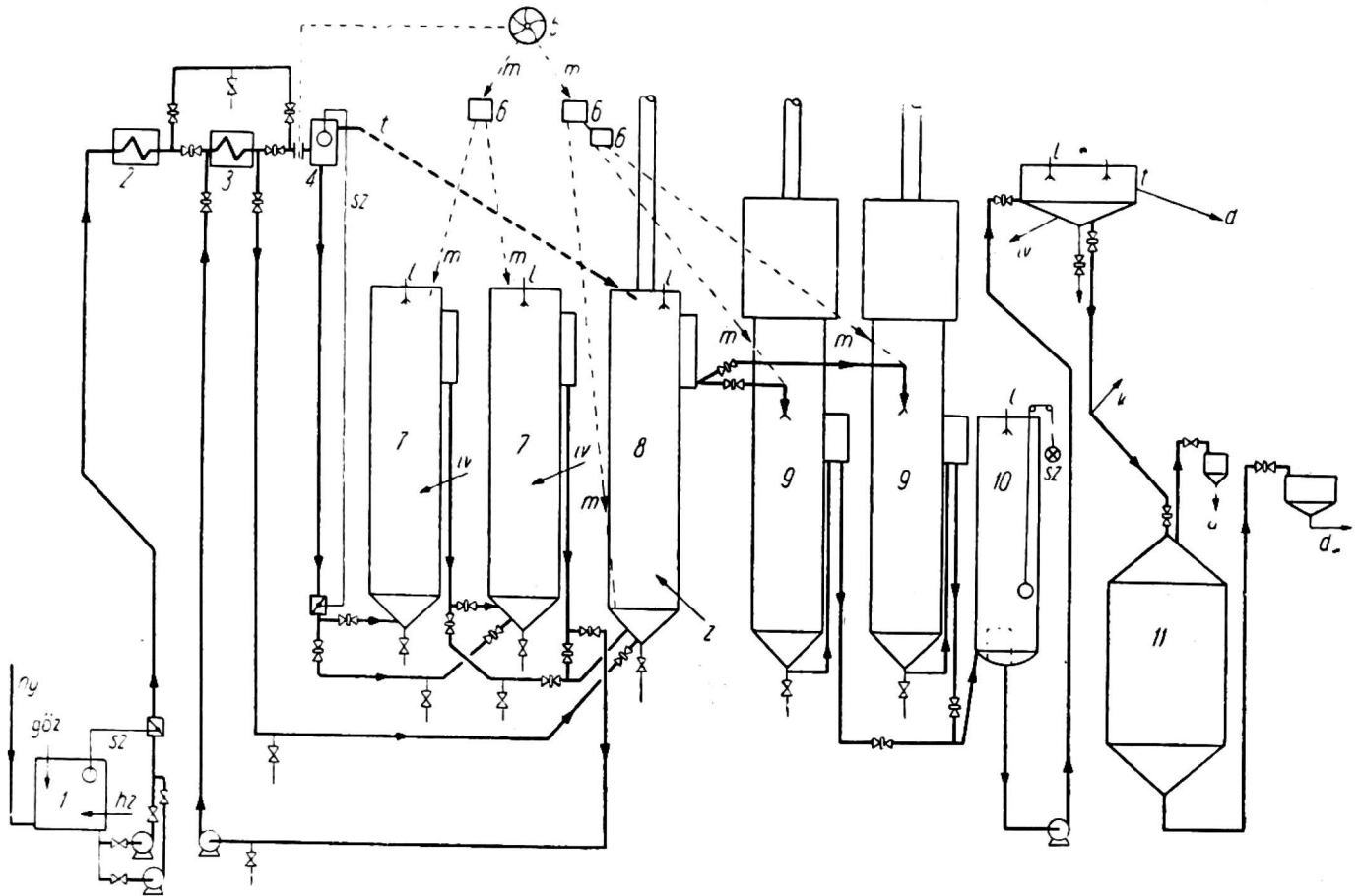
	Defekacja zwykła	Defekacja frakcjonowana	Różnica	Błąd różnicy	Prawdopodobieństwo różnicy
Sok dyfuzyjny					
czystość	88,2	88,0	—	—	0
inwert g/100 g cukru	0,87	0,87	—	—	0
koloidy g/100 g cukru	3,86	4,05	—	—	0
Sok defekowany					
alkaliczność % CaO	1,05	0,58	0,45	±0,05	99,9
Sok saturacji I					
alkaliczność ogólna % CaO	1,35	1,37	—	—	0
alkaliczność filtratu % CaO	0,055	0,049	—	—	0
pH w 40°C	10,38	10,16	—	—	0
pH w 20°C	10,78	10,56	—	—	0
szybkość sedymentacji mm/min	39	49	10	±3,8	94,0
objętość gęstwy %	18,9	19,9	—	—	0
mętność dekantatu mg CaO/100 ml	8,6	6,0	2,6	±1,7	80
szybkość filtracji ml/cm ² min	2,45	2,23	—	—	0
Sok rzadki					
czystość	92,0	92,5	—	—	0
inwert g/100 g cukru	0,18	0,26	0,08	±0,036	90,7
sole wapniowe g/100 g cukru	0,110	0,116	—	—	0
zabarwienie °St/100 Bx	11,0	10,4	—	—	0
Sok gęsty					
pH	8,26	8,28	—	—	0
zabarwienie °St/100 Bx	17,5	18,6	—	—	0

tylko wtedy gdy drugą porcję wapna dodawano bezpośrednio do saturacji, a nie do przewodu soku przed saturacją. Przy pracy tą metodą wzrasta zawartość substancji redukujących (według Ofnera) w soku rzadkim; nie zmienia się jednak zabarwienie i zawartość soli wapniowych soku rzadkiego i gęstego. Prawdopodobnie te substancje redukujące zawierają nie inwert, lecz produkty jego rozkładu.

Schemat oczyszczania soków

Na podstawie opisanych wyników zalecono w węgierskim przemyśle cukrowniczym następujący schemat oczyszczania soków, oparty w pewnej mierze na poglądach Silina i Vašátko (rys. 115):

- gorąca progresywna defekacja wstępna w przeciwnym kierunku, połączona z zawracaniem soku saturacji I,
- gorąca defekacja główna,
- ciągła saturacja I,
- dekantacja i filtracja na filtrach obrotowych,
- filtracja uzupełniająca.



Rys. 115. Schemat oczyszczania soków w cukrowniach węgierskich

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1 — skrzynia zbiorcza soku dy- | <i>ny</i> — sok dyfuzyjny |
| fuzyjnego | <i>göz</i> — para |
| 2 — ogrzewacze I grupa | <i>m</i> — mleko wapienne |
| 3 — ogrzewacze II grupa | <i>hz</i> — gęstwa z hydrocyklonów |
| 4 — zbiornik do regulacji | <i>sz</i> — regulacja poziomu |
| dopływu | <i>l</i> — zbijanie piany natryskiem |
| dozownik mleka | soku |
| 5 — wapiennego | <i>iv</i> — zawracanie soku |
| 6 — rozdzielacze mleka wapiennego | saturacyjnego |
| 7 — defekacja wstępna | <i>z</i> — spusty z cedzideł i inne |
| 8 — defekacja główna | ścieki |
| 9 — saturacja I | <i>d</i> — do filtru obrotowego |
| 10 — zbiornik soku saturacji I | <i>u</i> — do filtracji uzupełniającej |
| 11 — dekantator | <i>k</i> — odpowietrzenie |
| | <i>t</i> — przelew |

Jako ewentualne alternatywy przewidziano półgorącą defekację wstępną (progresywną) oraz defekację główną frakcjonowaną.

Schemat opracowano w taki sposób, aby zupełnie uniknąć powstawania piany, aby użyć jak najmniej pomp i zbiorników przetrzymujących sok. Uniknięto również martwych przestrzeni.

Schemat został zatwierdzony przez władze przemysłowe jako obowiązujący i już w czasie kampanii 1962 będzie stosowany w większości fabryk.

Ponieważ defekacja wstępna z zastosowaniem częściowo odsaturowanego mleka wapiennego dała dobre wyniki, wprowadzamy tę metodę w jednej z fabryk, aby przestudiować przy tym zagadnienia związane z regulacją w tym układzie.

Na zakończenie chciałbym podkreślić, że podane przeze mnie wyniki są empiryczne. Niemniej jednak zastosowanie matematycznych metod statystyki pozwala traktować je jako pewniejsze od dawniejszych doświadczeń. Najwidoczniej istnieją możliwości znacznego ulepszenia procesu oczyszczania soków, konieczne jest jednak dopełnienie prób fabrycznych pracami badawczymi, których tematem powinno być teoretyczne nadbudowanie doświadczeń i studia nad podstawowymi zjawiskami.

LITERATURA

1. K. Vukov, Cukoripar **10**, 27 (1957).
2. V. Tibenský, R. Kohn, J. Vašátko, Listy cukrovar. **75**, 128 (1959).
3. V. Tibenský, Listy cukrovar. **77**, 36 (1961).
4. K. Vukov, Cukoripar **13**, 152 (1960).
5. K. Vukov, Cukoripar **14**, 213 (1961).
6. A. Mudra, Einführung in die Methodik der Feldversuche, Leipzig 1952.
7. J. Vašátko, R. Kohn, L. Zavorský, Chem. Zvestí **7**, 45 (1953).
8. P. M. Silin, Sachar. Prom. **29**, 6 (1955 nr 2).

DYSKUSJA

Prof. Schneider. Do przedstawionych nam dzisiaj wyników różnych badań na temat oczyszczania soków chciałbym dodać kilka podsumowujących uwag. Posiadamy obecnie szereg metod, które dają bardzo dobre wyniki przy pracy z normalnymi, zdrowymi burakami. Z jednej strony otrzymuje się soki dobrej jakości, a z drugiej tak wysokie szybkości sedymentacji i filtracji błota, że można je usuwać w sposób ciągły za pomocą dekantatorów i filtrów obrotowych.

Metody oczyszczania soków można podzielić na dwie grupy. 1) Metody klasyczne, zawierające progresywną defekację wstępną, defekację główną, I saturację przy pH = 11 (dekantację i filtrację ciągłą) z zawracaniem osadu saturacyjnego, albo w formie soku I saturacji, albo w postaci gęstwy lub błota. 2) Tak zwane metody

„kombinowane”. Metodę taką opracowaliśmy i wprowadziliśmy do przemysłu pod nazwą „Braunschweiger Saftreinigung”: I defekosaturacja przy pH ok. 9, II defekosaturacja dla utrwalenia przy pH 10,5 do 11, z kolei defekacja wapnem i saturacja przy pH = 11. Jest to więc kombinacja defekosaturacji przy niskim pH i defekacji (rozłożenie inwertu i stabilizacja soku) oraz saturacji. Prawie wszystkie koloidy są tu wytrącane w obecności węgla wapniowego, lub w czasie jego powstawania i to przy niskich wartościach pH (9), a tak ochronione przechodzą przez strefę działania wapna.

Metody kombinowane dadzą się dobrze dostosować do gorszego materiału buraczanego, zwłaszcza np. do buraków zmarzniętych. Metodami tymi można przerabiać każde buraki, np. drogą stopniowej defekosaturacji rozpoczynającej się przy niskich wartościach pH, bez defekacji głównej.

Wyniki prac dr Vukova na temat gorącej defekacji wstępnej możemy potwierdzić. Nie zauważyliśmy jednak, aby użycie węgla wapniowego wytwarzanego osobno miało dawać tak dobre rezultaty, jak zawracanie soku z błotem.

Wspomnianego przez prof. Zagrodzkiego, korzystnego wpływu paury przy pH = 9 nie stwierdziliśmy. Sprawa wymagałaby wyjaśnienia.