

2/12

## BADANIA LABORATORYJNE DEFEKOSATURACJI RÓWNOCZESNEJ

S. ZAGRODZKI, J. DOBRZYCKI

Katedra Cukrownictwa i Technologii Środków Spożywczych  
Politechniki Łódzkiej, Łódź

Od przeszło stu lat defekacja i saturacja stanowią podstawowe operacje oczyszczania soków buraczanych. W różnych krajach, zależnie od warunków hodowli buraków, stosuje się rozmaite sposoby oczyszczania soków za pomocą wapna i gazu saturacyjnego.

Jedną z wielu metod, szczególnie przydatną podczas przerabiania buraków częściowo zepsutych, jest metoda defekosaturacji, tj. równoczesnego wprowadzania do soku wapna i gazu saturacyjnego. Defekosaturacja znana jest od 1860 r., kiedy wypróbowali ją Possoz i Perier [1]. W praktyce fabrycznej stosowano defekosaturację periodyczną (Jelinek, Dědek — Vašátko — Dostal, Oplatka — Barcsay, Böttger i inni) lub ciągłą (Dorr, Benning, Verquin) [1, 2]. Badania laboratoryjne dotyczyły przede wszystkim defekosaturacji periodycznej (Spengler, Kartaszow, Gawrych i Pietrzykowski [3, 4, 5]).

Tematem naszej pracy są badania porównawcze ciągłej defekosaturacji i ciągłej saturacji przeciwprądowej poprzedzonej defekacją główną. W obu wariantach stosowano progresywną defekację wstępną mlekiem wapiennym. W każdej serii prowadzono kolejno oczyszczanie jednej partii soku dyfuzyjnego dwiema różnymi metodami i porównywano wyniki analiz soków rzadkich. Zabarwienie i zdolność filtracyjną oznaczano w sokach po I saturacji lub po defekosaturacji, utrzymując różne końcowe wartości pH.

### WYNIKI DOŚWIADCZEŃ

Seria I. Porównanie defekosaturacji i saturacji przeciwprądowej

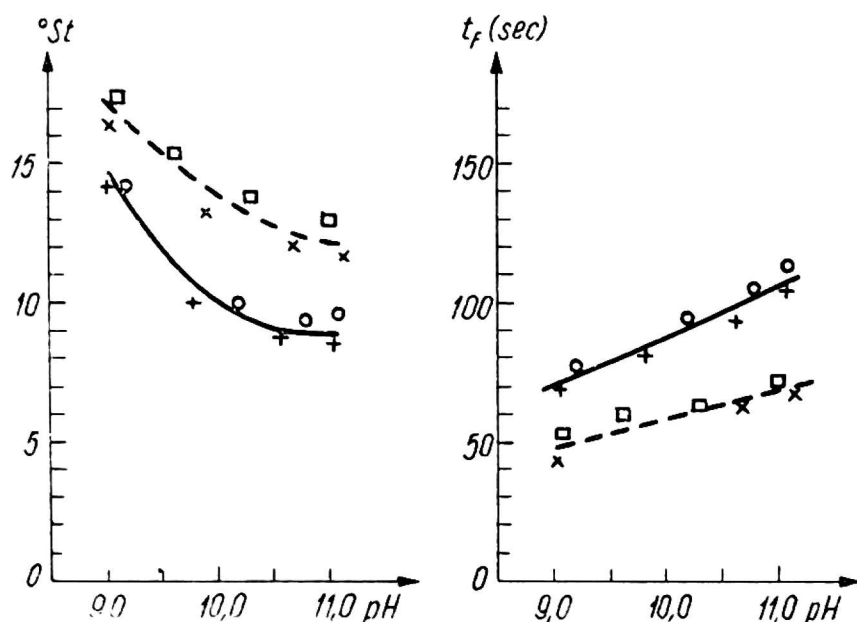
Skład soku dyfuzyjnego

	Bx	Cz	kwasowość	pH	inwert
IA	15,8	89,9	0,026	6,25	0,09
IB	16,6	90,1	0,025	6,2	0,10
średnio	16,2	90,0	0,025	6,2	0,09

## Skład soku rzadkiego

	pH	Cz	sole wapniowe
saturacja przeciwwądowa	9,15	93,7	35
defekosaturacja	9,1	93,3	40

Zabarwienie soku i zdolność filtracyjną soku po saturacji przedstawiono na rys. 101 (punkty i krzyżyki dotyczą dwóch powtórzeń z różnymi sokami dyfuzyjnymi).



Rys. 101. Zabarwienie ( $^{\circ}St$ ) i czas filtracji ( $t_f$ )

— o + saturacja przeciwwądowa  
 . . . . . □ × defekosaturacja

## Seria II. Wpływ zwiększonej ilości inwertu na zabarwienie

### Skład soku dyfuzyjnego (przed dodaniem inwertu)

	Bx	Cz	kwaskowość	pH	inwert
IIA	14,9	90,6	0,025	6,25	0,10
IIA	15,55	90,4	0,022	6,2	0,08
IIB	16,6	90,4	0,023	6,15	0,07
IIB	16,4	89,3	0,027	6,2	0,11

### Skład soku rzadkiego

	pH	Cz	sole wapniowe
saturacja przeciwwądowa bez dodatku inwertu	9,2	93,7	31
saturacja przeciwwądowa po dodaniu 0,1% inwertu	8,9	92,9	46
defekosaturacja bez dodatku inwertu	9,1	93,2	38
defekosaturacja po dodaniu 0,1% inwertu	9,05	92,5	42

Wzrost zawartości soli wapniowych spowodowany dodatkiem inwertu jest nieznaczny, natomiast zabarwienie zwiększa się wyraźnie (rys. 102).

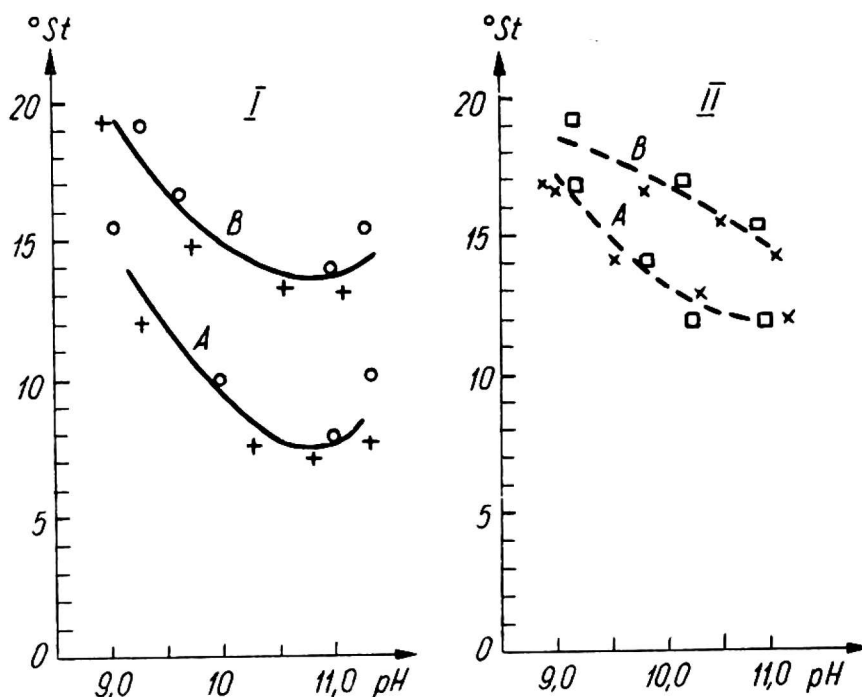
Seria III prowadzona była tak samo jak seria I, lecz z dodatkiem 0,25 % inwertu.

Skład soku dyfuzyjnego (przed dodaniem inwertu)

Bx	Cz	kwaskowość	pH	inwert
16,8	89,0	0,028	6,15	0,08

Skład soku rzadkiego

	pH	Cz	inwert	sole wapniowe
saturacja przeciwnapędowa	8,5	93,0	0,07	73
defekosaturacja	8,85	92,3	0,22	58

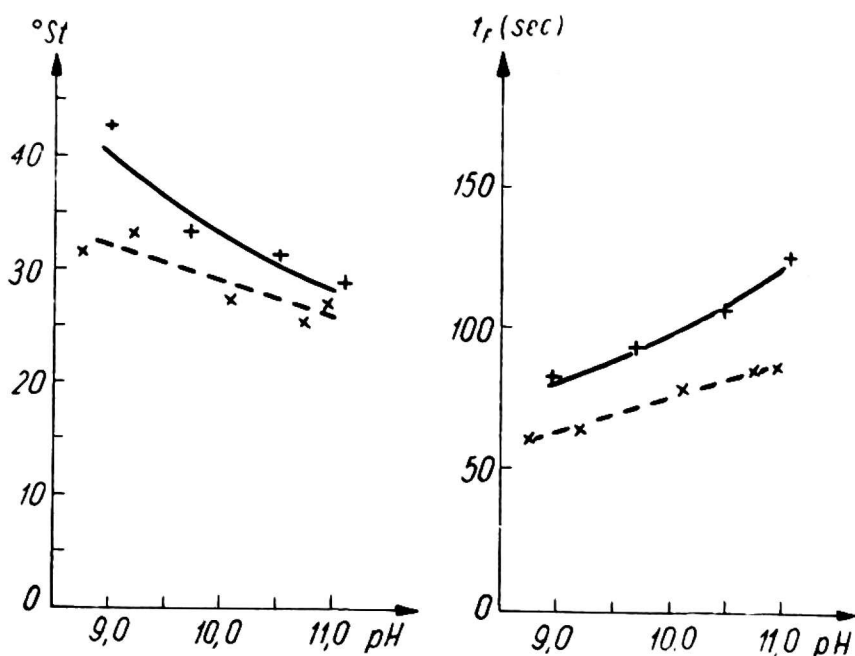


Rys. 102. Zabarcwienie soków bez dodatku inwertu (A) i z dodatkiem 0,1% inwertu (B): I — saturacja przeciwnapędowa, II — defekosaturacja

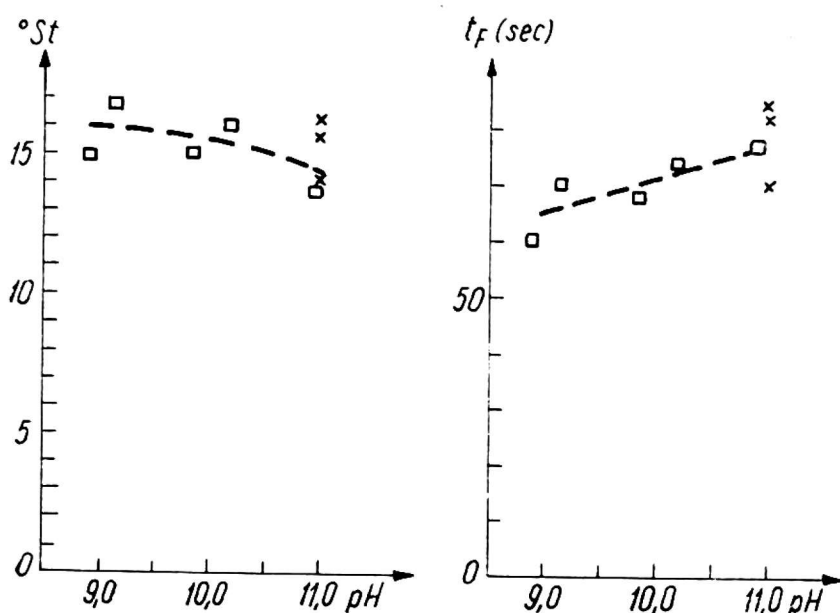
Zabarcwienie soku i zdolność filtracyjną soku po saturacji przedstawiono na rys. 103.

Seria IV. Defekosaturacja frakcjonowana (bez defekacji wstępnej)

W serii tej zmieniano pH tylko pierwszego stopnia, natomiast w drugim stopniu defekosaturacji utrzymywano pH=11. Na rys. 104 odcięte dotyczą pH po pierwszym stopniu defekosaturacji, rzędne przedstawiają zabarcwienie lub czas filtracji po drugim stopniu. Dla porównania wykonano również defekosaturację jednostopniową przy pH=11 (krzyżyki na wykresach).



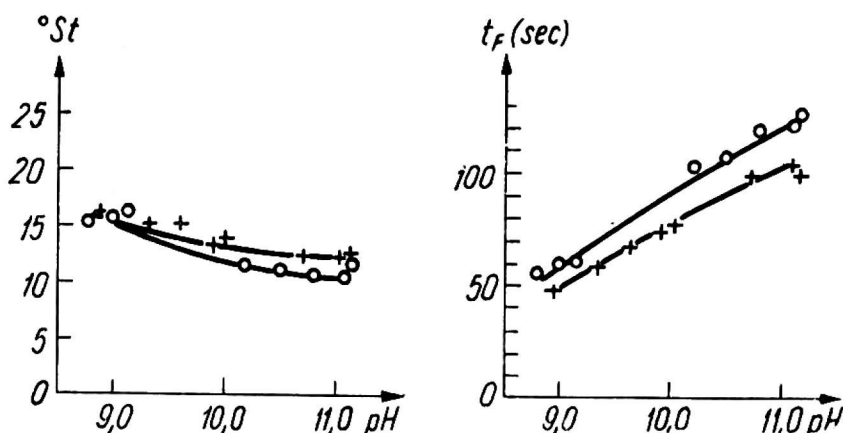
Rys. 103. Zabarwienie ( $^{\circ}St$ ) i czas filtracji ( $t_F$ ) soków z dodatkiem 0,25% inwertu: + saturacja przeciwwądowa, x defekosaturacja



Rys. 104. Zabarwienie ( $^{\circ}St$ ) i czas filtracji ( $t_F$ ) soków po defekosaturacji jednostopniowej (x) i frakcjonowanej (□)

	Skład soku rzadkiego		sole
	pH	Cz	wapniowe
defekosaturacja jednostopniowa	9,05	93,4	56
defekosaturacja frakcjonowana z przesaturowaniem	9,1	93,0	63

Seria V wykonana oprócz tych serii podstawowych, polegała na porównaniu wyników saturacji przeciwwądowej oraz saturacji z intensywną cyrkulacją wewnątrz saturatora. Wpływ sposobu prowadzenia saturacji na zabarwienie i czas filtracji ilustruje rys. 105.



Rys. 105. Zabarczenie ( $^{\circ}St$ ) i czas filtracji ( $t_F$ ) soków po saturacji przeciwprądowej (O) i saturacji z cyrkulacją (+)

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

### 1. Defekosaturacja równoczesna

Porównanie ciągłej saturacji przeciwprądowej z defekosaturacją (seria I) oraz z saturacją przy intensywnej cyrkulacji (seria V) wykazało, że obie te modyfikacje klasycznej saturacji przeciwprądowej mają szereg cech wspólnych. W obu przypadkach odstąpiono od zasady przeciwprądu, ponieważ w obu przypadkach sok wchodzący do saturatora mieszał się z sokiem już odsaturowanym, cyrkulującym w saturatorze. Obserwowano przy tym poprawę zdolności filtracyjnej soków i równocześnie pewne obniżenie jakości filtratu (wzrost zabarwienia i zawartości soli wapniowych w soku rzadkim).

Równocześnie, jak wynika z rys. 101 i 105, soki poddawane defekosaturacji lub saturacji z cyrkulacją są mniej wrażliwe na przesaturowanie niż soki po klasycznej saturacji przeciwprądowej (nachylenie linii jest mniejsze).

Wszystkie te fakty należy tłumaczyć brakiem w czasie defekosaturacji i saturacji z cyrkulacją przejściowego stadium stopniowego spadku pH, w którym tworzą się kompleksy „węglanocukrzanów”. Aby wykazać, że istotnie w osadzie po defekosaturacji zawartość wolnego wapna jest niższa niż po saturacji przeciwprądowej, wykonano osobne doświadczenie.

Próbkę soku po saturacji przeciwprądowej wraz z osadem mieszano przez 20 minut, oznaczając alkaliczność filtratu. W ciągu 20 minut alkaliczność wzrosła o 0,030% CaO. W analogicznych warunkach alkaliczność soku po defekosaturacji wzrosła tylko o 0,010% CaO. Skoro więc osady po defekosaturacji zawierają przy pH = 11 mniej wolnego wapna, przesaturowanie ich nie może wywierać tak dużego wpływu na desorpcję barwników jak podczas zwykłej saturacji (wpływ pH na desorpcję barwników przedstawiono w osobnym doniesieniu).

## 2. Soki o dużej zawartości inwertu

W serii II i III oczyszczano za pomocą defekosaturacji soki o zwiększonej zawartości inwertu. Pomiary zabarwień wykazały, że w miarę wzrostu ilości inwertu w soku dyfuzyjnym wzrasta zabarwienie soku oczyszczonego metodą saturacji przeciwprądowej. W obecności inwertu również po defekosaturacji zabarwienie jest wyższe, jednak pogorszenie się soku spowodowane dodatkiem inwertu jest w przypadku defekosaturacji znacznie mniejsze.

Wskutek tego defekosaturacja, która w normalnych warunkach dawała ciemniejsze soki, okazuje się korzystniejsza od saturacji przeciwprądowej, gdy zawartość inwertu w soku dyfuzyjnym jest anormalnie wysoka.

Jak wykazano na podstawie analiz (p. seria III), przyczyną tej różnicy jest ilość inwertu rozłożona w trakcie oczyszczania soków. W klasycznym schemacie podczas gorącej defekacji głównej zachodzi rozkład inwertu, któremu towarzyszy powstanie dużej ilości ciał barwnych, zmniejszenie alkaliczności naturalnej soku i w końcowym efekcie wysoka zawartość soli wapniowych w soku rzadkim. W czasie defekosaturacji pH nie wzrasta nigdy ponad 11 i większość inwertu przechodzi nie zmieniona do soku rzadkiego. Chociaż więc w procesie defekosaturacji zdolność odbarwiająca węglanu wapniowego jest mniejsza, ostateczne zabarwienie może być niższe w razie obecności dużej ilości inwertu.

Krzywa zależności zabarwienia od pH podczas defekosaturacji soków zawierających dużo inwertu (rys. 103, linia przerywana) przebiega prawie poziomo, co oznacza, że przesaturowanie takich soków niewiele pogarsza ich jakość. Przyczyną tego jest niska wartość pH w czasie defekosaturacji, która powoduje, że ilość barwników powstałych z rozkładu inwertu jest mniejsza niż w wysokich wartościach pH.

## 3. Defekosaturacja frakcjonowana

We wszystkich seriach pomiarów obserwowano poprawę zdolności filtracyjnej pod wpływem przesaturowania soków. W serii IV wykazano, że zwiększenie szybkości filtracji, osiągnięte dzięki przesaturowaniu soku w pierwszym stopniu, nie jest niweczone chociaż w drugim stopniu pH wzrasta do ok. 11. Równocześnie zaś zakończenie defekosaturacji przy pH 11 usuwa ujemny wpływ przesaturowania na zabarwienie soku i na zawartość soli wapniowych w soku rzadkim.

## WNIOSKI

1. W pracach badawczych, mających na celu porównanie oczyszczania soków różnymi metodami saturacji, należy brać pod uwagę intensywność cyrkulacji w aparacie ciągłej saturacji I, ponieważ w różnych warunkach

mieszania otrzymuje się różne wyniki oczyszczania soku. Mieszanie zawartości podczas ciągłej saturacji poprawia zdolność filtracyjną soku, lecz pogarsza jakość filtratu.

2. Soki po defekosaturacji równoczesnej w przypadku przerobu buraków dobrej jakości mają zabarwienie wyższe niż soki oczyszczone klasyczną metodą defekacji głównej i saturacji przeciwprądowej. W miarę wzrostu zawartości inwertu w soku dyfuzyjnym (buraki nadpsute) różnice te zanikają, a po przekroczeniu pewnej zawartości inwertu defekosaturacja może prowadzić do otrzymania soku o niższym zabarwieniu niż zabarwienie soku po defekacji i saturacji.

3. W procesie defekosaturacji powstaje mniejsza ilość barwnych produktów rozkładu inwertu, ponieważ w schemacie z defekosaturacją nie przekracza się  $\text{pH} = 11$ . W przypadku dużej zawartości inwertu w soku dyfuzyjnym większość inwertu przechodzi do soku rzadkiego. Istnieje przy tym niebezpieczeństwo rozkładu tej części inwertu w dalszych stadiach przerobu soków (wyparka, warniki).

4. Z punktu widzenia szybkości filtracji soku można warianty saturowania soków metodą ciągłą uszeregować w następującej kolejności odpowiadającej coraz lepszej zdolności filtracyjnej:

saturacja przeciwprądowa

saturacja z cyrkulacją wewnątrz kotła

defekosaturacja

defekosaturacja frakcjonowana z przesaturowaniem.

5. Wzrost zabarwienia spowodowany przesaturowaniem w pierwszym stadium defekosaturacji można cofnąć prowadząc drugie stadium defekosaturacji w optymalnym zakresie  $\text{pH}$ . Struktura przesaturowanego osadu, korzystna dla szybkości filtracji, nie zostaje przy tym naruszona.

6. Duża szybkość filtracji soków, potwierdzona badaniami w skali przemysłowej, oraz wrażliwość inwertu na wysokie alkaliczności predestynują defekosaturację frakcjonowaną do przerobu soków otrzymanych z buraków nadpsutych, o wysokiej zawartości inwertu.

#### LITERATURA

1. J. Vašátko, Čistenie repnej štiavy, Bratislava 1950.
2. J. Dobrzycki, Oczyszczanie soków w przemyśle cukrowniczym, Warszawa 1962.
3. O. Spengler, S. Böttger, F. Tödt, Z. Ver. D. Zuckerind. 82, 248, (1932).
4. A. Kartaszow, I. Głuchowski, Sach. Promyszl. 22, 11 (1948 nr 1).
5. S. Gawrych, T. Pietrzykowski, Międzynarodowa Konferencja Chemii i Technologii Cukrownictwa 2/13, s. 239, Łódź 1962.