

2/15

BADANIA NAD USTALENIEM OPTYMALNYCH WARUNKÓW SIARKOWANIA SOKÓW RZADKICH

Z. NITSCHKE

Instytut Przemysłu Cukrowniczego, Warszawa
Kierownik naukowy: Prof. dr T. Pietrzykowski

Czynnikiem decydującym o zabarwieniu cukru białego jest rodzaj i ilość substancji barwnych występujących w sokach gęstych. Z tego względu w przemyśle stosowane są różne środki odbarwiające i zapobiegające tworzeniu się w sokach substancji barwnych.

Jednym z najczęściej stosowanych środków jest dwutlenek siarki. Niniejsze doniesienie stanowi sprawozdanie z badań, które przeprowadziliśmy w celu ustalenia optymalnych warunków siarkowania soków rzadkich.

Doświadczenia zostały wykonane w skali laboratoryjnej i fabrycznej. W zakresie doświadczeń laboratoryjnych zbadano:

- 1) wpływ ilości dwutlenku siarki na efekt odbarwienia i na pH soków rzadkich,
- 2) efekt odbarwienia soków po pierwszej saturacji przy stosowaniu różnej kolejności saturowania dwutlenkiem siarki i dwutlenkiem węgla,
- 3) efekt odbarwienia i zmiany stężenia soli wapniowych w sokach siarkowanych po drugiej saturacji w obecności lub po oddzieleniu osadu węglanowego.

Wpływ ilości SO_2 na wielkość zabarwienia i pH soku badano siarkując próbkę pobraną z cedzideł po saturacji II. Wprowadzając dwutlenek siarki do porcji soku notowano kolejno efekty odbarwienia i zmiany pH.

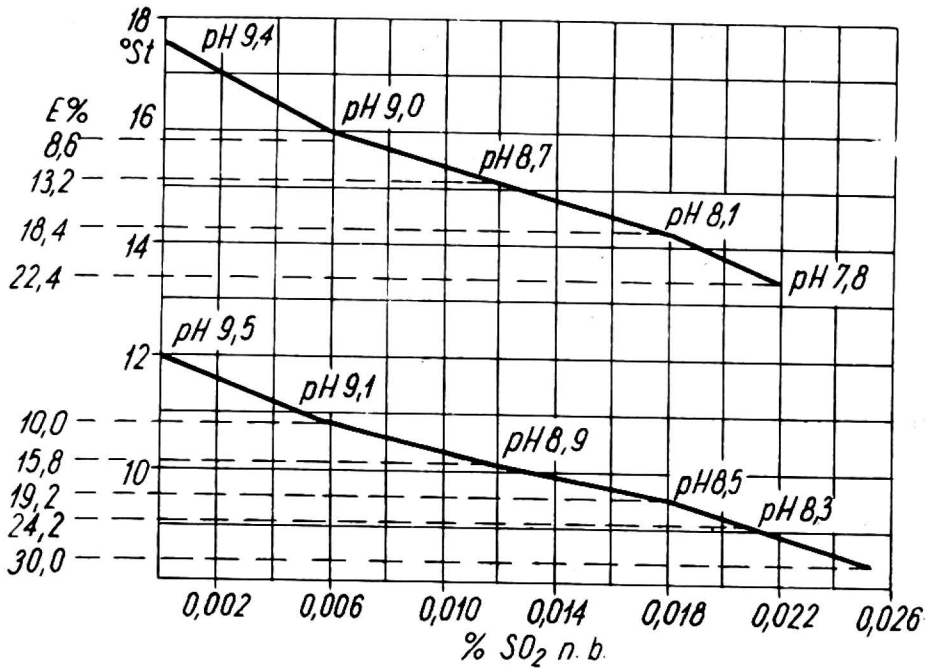
Przykładowo przedstawiono na rysunku 108 wyniki dwóch serii doświadczeń. Na osi odciętych wykresu odłożono procentowe zużycie SO_2 w przeliczeniu na ciężar buraków, zaś na osi rzędnych procentowe efekty odbarwienia oraz wielkości stopni Stammera.

Z danych wykresu można wnioskować, że taka sama ilość SO_2 dodana do dwóch różnych soków rzadkich wywołuje różny efekt odbarwienia i w różnym stopniu zmienia wielkość pH. Wynika z tego praktyczny wniosek, że przed rozpoczęciem kampanii cukrowniczej nie można dokładnie przewidzieć zużycia ilości dwutlenku siarki oraz efektu odbarwienia.

Charakterystyczne jest, że spektrofotometryczne pomiary ekstynkcji

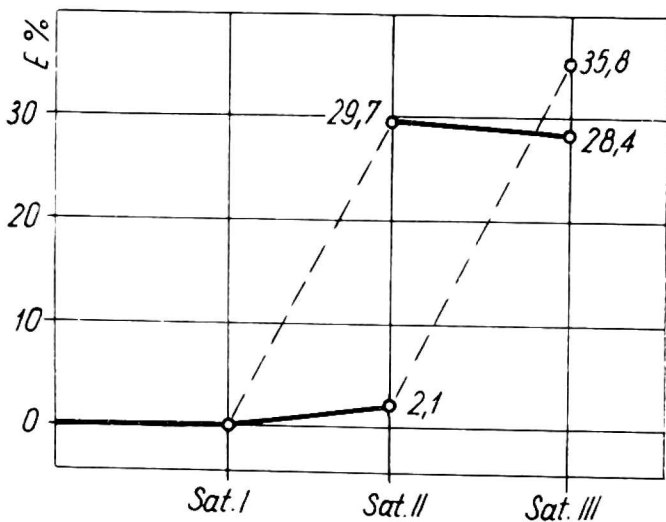
siarkowanych soków rzadkich wykazywały zazwyczaj największy efekt odbarwienia w tej części widma światła widzialnego, która odpowiada długości fali $\lambda = 500 - 600 \text{ m}\mu$.

W drugiej części doświadczeń badano efekt odbarwienia soków po I saturacji przy stosowaniu różnej kolejności saturowania dwutlenkiem



Rys. 108. Zmiany wartości pH, zabarwienia soków i efekt ich odbarwienia w zależności od ilości stosowanego dwutlenku siarki

siarki i dwutlenkiem węgla. Próbkę soku pobierano z cedzideł po I saturacji i poddawano saturowaniu. W tym celu pobraną próbkę soku dzielono na połowy, z których jedną saturowano SO_2 , drugą zaś CO_2 , do tej samej wartości pH ok. 9,5. Następnie pierwszą porcję soku dosaturowy-



Rys. 109. Efekt odbarwienia soków po pierwszej saturacji przy stosowaniu różnej kolejności saturowania ich dwutlenkiem siarki (linia przerywana) i dwutlenkiem węgla (linia ciągła)

wano CO_2 , zaś drugą SO_2 do jednakowego pH ok. 8,4. Otrzymane średnie wyniki zestawiono w postaci wykresu na rysunku 109.

Na osi odciętych zaznaczono trzy typy saturacji, zaś na osi rzędnych odłożono w procentach efekt odbarwienia. Linia ciągła oznaczono wyniki

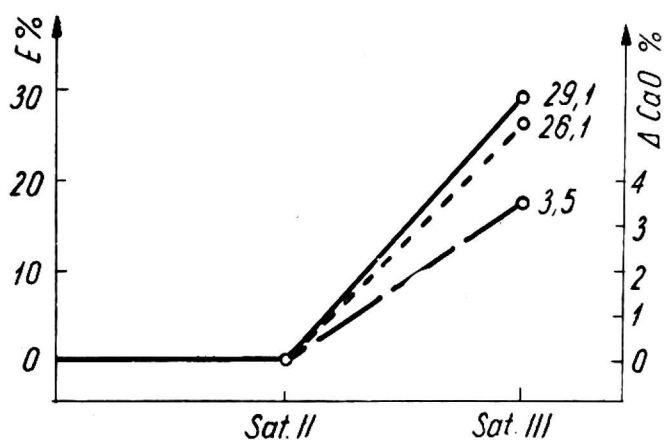
saturowania dwutlenkiem węgla, zaś linią przerywaną — wyniki saturowania dwutlenkiem siarki.

Z wykresu można odczytać, że saturując sok najpierw dwutlenkiem węgla, a następnie dwutlenkiem siarki otrzymuje się efekt odbarwienia 35,8% w stosunku do zabarwienia soku po I saturacji. Saturując natomiast soki w odwrotnym porządku tj. najpierw dwutlenkiem siarki, uzyskiwano początkowo efekt odbarwienia 29,7% zaś po dosaturowaniu soku dwutlenkiem węgla następował wzrost zabarwienia w stosunku do soku odbarwionego o 2,8%. Ostateczny efekt odbarwienia liczony w stosunku do zabarwienia soku po I saturacji wynosił 28,4%, a zatem był niższy od uzyskanego przy zastosowaniu odwrotnej kolejności saturowania.

W oparciu o wyniki tych doświadczeń przeprowadziliśmy dalsze badania laboratoryjne. Miały one na celu ustalenie efektu odbarwienia i zmian zawartości soli wapniowych zachodzących w soku po drugiej saturacji podczas siarkowania wobec osadu węglanowego, bądź też po uprzednim jego oddzieleniu.

Do poszczególnych serii doświadczeń pobieraliśmy próbkę niecedzonego soku po II saturacji węglanowej o alkaliczności możliwie bliskiej optymalnej. Jedną połowę próbki siarkowaliśmy wobec osadu węglanowego, drugą zaś połowę po uprzednim jego oddzieleniu. Siarkowanie obu porcji soku starano się prowadzić w tych samych warunkach i do jednakowego pH 8,3—8,5.

Otrzymane średnie wyniki zestawiono na wykresie (rys. 110). Na osi odciętych wykresu zaznaczono etapy saturacji. Na lewej osi rzędnych



Rys. 110. Efekt odbarwienia i zmiany stężenia soli wapniowych (linia dolna) w sokach siarkowanych po drugiej saturacji w obecności (linia ciągła) lub po oddzieleniu osadu węglanowego (linia przerywana)

odłożono procentowy efekt odbarwienia a na prawej zmianę stężenia soli wapniowych (linia z krzyżykami). Ciągłą linią zaznaczono wyniki siarkowania soków w obecności osadu, zaś przerywaną — wyniki siarkowania soków odcedzonych.

Z przebiegu krzywych można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Efekt odbarwienia jest większy w przypadku siarkowania soków w obecności osadu niż po jego oddzieleniu (29,1 w stosunku do 26,1%).

2. Soki siarkowane w obecności osadu wykazują wzrost zawartości soli wapniowych średnio o 3,5%.

Ponadto stwierdzono, że siarkowanie soków w obecności osadu węglanowego do tej samej wielkości pH powoduje nieco większe zużycie SO_2 niż siarkowanie soku odcedzonego.

Niepożądanym zjawiskiem zachodzącym po odbarwieniu soku dwutlenkiem siarki, jest częściowo powrotne jego ciemnienie na skutek utleniania się substancji barwnych. Z tego względu dla przemysłu ważniejszą od zdolności odbarwiającej dwutlenku siarki jest jego zdolność do zapobiegania tworzeniu się substancji barwnych.

W oparciu o uzyskane wyniki doświadczeń laboratoryjnych przeprowadziliśmy badania w skali fabrycznej. Założyliśmy przy tym, że opracowanie optymalnych warunków siarkowania soków powinno gwarantować:

- 1) otrzymanie soków rzadkich o jak najmniejszej zawartości soli wapniowych,
- 2) otrzymanie soków gęstych o jak najmniejszym zabarwieniu,
- 3) możliwie niski koszt adaptacji urządzeń fabrycznych do siarkowania soków,
- 4) możliwość zautomatyzowania procesu siarkowania.

W celu dokonania wyboru aparatury dostosowanej do siarkowania porównano siarkowanie w kotle saturacyjnym z siarkowaniem w rurze syfonowej. W pierwszym przypadku stosowano dwutlenek siarki otrzymany przez spalanie siarki w piecyku, zaś w drugim pobierany z butli.

Przeprowadzone doświadczenia i obserwacje wykazały, że:

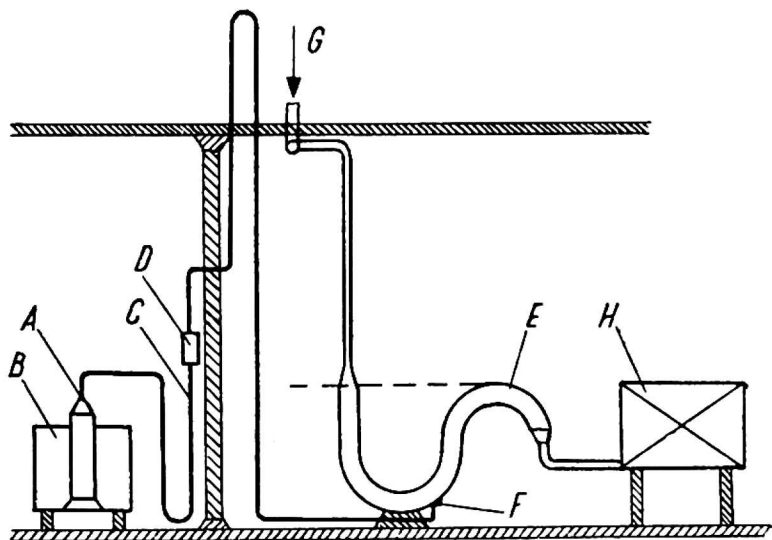
- 1) proces siarkowania w rurze syfonowej gwarantuje całkowite wykorzystanie dwutlenku siarki, zaś w saturatorze — w zależności od dawki dwutlenku siarki — od osiemdziesięciu kilku do dziewięćdziesięciu kilku procent,
- 2) czas siarkowania w saturatorze wynosi około 5 minut, zaś w syfonowej rurze sok zostaje wysycony dwutlenkiem siarki już po upływie 15 sekund,
- 3) szybki i burzliwy przepływ soku w rurze syfonowej zmniejsza prawdopodobieństwo lokalnych zakwaszeń dwutlenkiem siarki,
- 4) stosowanie 100-procentowego SO_2 z butli daje zazwyczaj nieco większy efekt odbarwienia, niż ta sama ilość SO_2 pobierana z piecyka. Należy przypuszczać, że przyczyną tego jest obecność w gazie z piecyka pewnej ilości tlenu,
- 5) regulowanie ilości SO_2 dodawanego do soku z butli jest bez porównania łatwiejsze aniżeli z piecyka.

Na podstawie wyników tych doświadczeń zdecydowaliśmy przeprowadzić siarkowanie soków cedzonych po drugiej saturacji węglanowej w rurze syfonowej, przy zastosowaniu gazowego 100% SO_2 pobieranego

z butli. Na rysunku 111 podajemy schemat instalacji do siarkowania, przy użyciu której przeprowadziliśmy doświadczenia fabryczne.

Dwutlenek siarki pobierany z butli „A” umieszczonej w wodnym termostacie „B” doprowadzany igelitowym przewodem „C” poprzez rotametr „D” do syfonowej rury „E” przy pomocy dyszy ołowianej „F”. Sok z cedzideł po drugiej saturacji węglanowej napływał z punktu „G” do

- A — butla z ciekłym SO_2 ,
 B — termostat z termoregulacją,
 C — igelitowy przewód,
 D — rotametr,
 E — syfonowa rura,
 F — ołowiana dysza,
 G — wlot soku z cedzideł po saturacji węglanowej,
 H — cedzidła soku siarkowego



Rys. 111. Schemat stacji siarkowania

syfonowej rury, w której poddawany był siarkowaniu. Następnie przepływał do cedzideł „H” skąd przepompowywano go poprzez ogrzewacz szybkoprądowy na stację wyparną.

W celu uzyskania danych porównawczych przeprowadzono doświadczenia w 3 seriach: a) bez stosowania siarkowania, b) siarkując odcedzony sok po II saturacji węglanowej, c) siarkując w obecności osadu węglanowego. Z uwagi na lokalne warunki cukrowni, w której prowadzono doświadczenia, sok odcedzony siarkowano w syfonowej rurze, zaś w obecności osadu — w kotle saturatora.

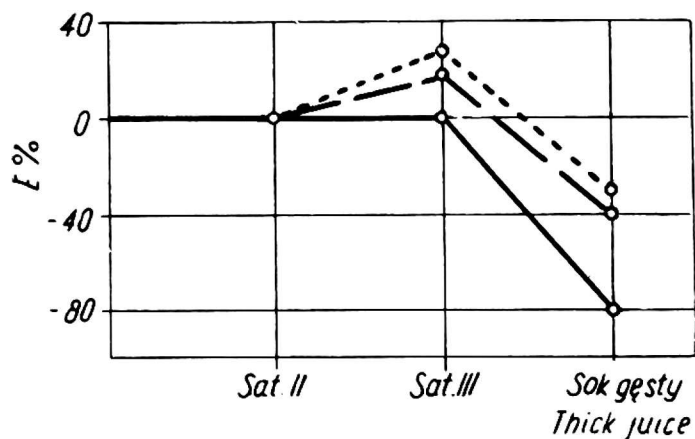
Średnie wyniki uzyskane podczas doświadczeń przedstawiono w formie wykresów na rysunkach 112 i 113.

Na osi odciętych obu wykresów padano etapy produkcji. Na osi rzędnych wykresu 112 odłożono wartości procentowych zmian zabarwień, zaś wykresu 113 — procentowe zmiany stężeń soli wapniowych. Wyniki uzyskane dla soków niesiarkowanych zaznaczono na wykresach linią ciągłą, wyniki siarkowania bez osadu — linią kreskowaną, a w obecności osadu — linią kropkowaną. Analizując przedstawione wyniki wyciągnęliśmy następujące wnioski:

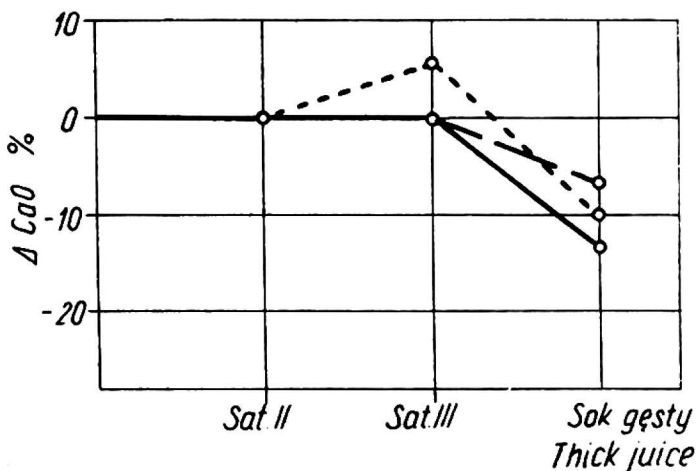
1) efekt odbarwienia soku siarkowanego wobec osadu węglanowego był większy od uzyskiwanego dla osadu siarkowanego po filtracji (25,5 wobec 23,7%),

2) w sokach siarkowanych w obecności osadu węglanowego stwierdzono większą zawartość soli wapniowych (około 5%), niż w sokach siarkowanych bez osadu,

3) największy przyrost zabarwienia na stacji wyparnej stwierdziliśmy dla soków niesiarkowanych (81,5%), zaś najmniejszy dla soków siarko-



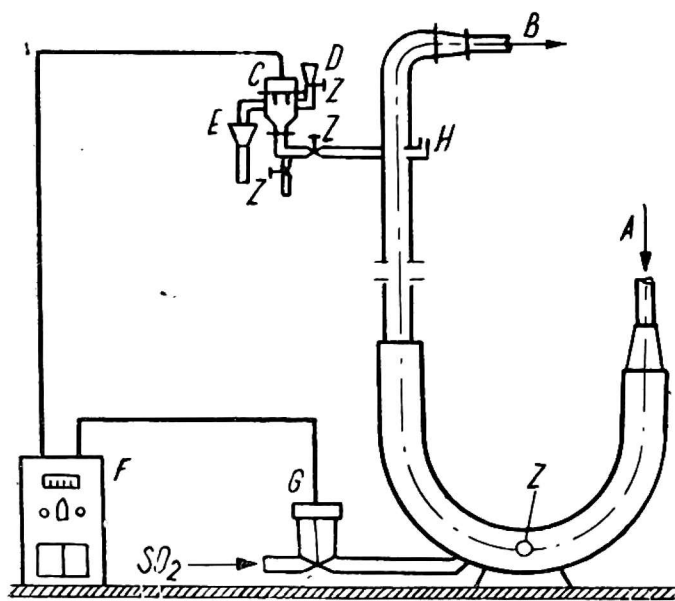
Rys. 112. Zmiany zabarwień soku po drugiej saturacji w sokach niesiarkowanych (linia ciągła), siarkowanych wobec i po oddzieleniu osadu węglanowego (linia kropkowana i przerywana)



Rys. 113. Zmiany zawartości soli wapniowych w sokach: niesiarkowanych (linia ciągła), siarkowanych wobec i po oddzieleniu osadu węglanowego (linia kropkowana i przerywana)

wanych w obecności osadu węglanowego (36,7%). Wzrost zabarwienia dla soków siarkowanych po uprzednim oddzieleniu osadu wynosił 40,2%,

4) najwięcej soli wapniowych ulegało strąceniu w czasie zagęszczania soków niesiarkowanych, a najmniej w przypadku siarkowanych bez osadu węglanowego.



- A — wlot soku do rury syfonowej,
- B — wylot soku z syfonowej rury,
- C — zbiornik przepływowy z elektrodami,
- D — doprowadzenie roztworu buforowego służącego do cechowania pehametru,
- E — przelew soku,
- F — urządzenie sterujące i miejsce pomiaru pH z automatycznym rejestratorem,
- G — zawór regulujący dopływ SO_2 do syfonowej rury,
- H — termometr,
- Z — zawory

Rys. 114. Projekt schematu stacji siarkowania z automatyczną regulacją dopływu dwutlenku siarki

Zabarwienie cukrów białych otrzymanych z soków siarkowanych było zwykle niższe o $0,1-0,25^{\circ}\text{St}/100^{\circ}\text{Bx}$ od zabarwienia cukru pochodzącego z soków niesiarkowanych.

Na zakończenie przedstawiamy na rysunku 114 schemat projektu urządzenia regulującego w sposób automatyczny, na podstawie pomiaru wielkości pH, dopływ dwutlenku siarki do rury syfonowej.

DYSKUSJA

Mgr Markiewicz. Wobec dużego znaczenia ekonomicznego przy dostawach cukrowni na eksport nasuwa się zagadnienie skasowania cedzenia soku rzadkiego po siarkowaniu. Moim zdaniem nie ma czego cedzić i taki schemat zaproponowałem w 1959 r. w cukrowniach dostarczanych przez Polskę do ZSRR. Skasowanie tej stacji filtracji zostało przez stronę radziecką przyjęte. Celowe byłoby zbadanie, jaki jest wpływ cedzenia soku rzadkiego po siarkowaniu.

Mgr Nitschke. W pracach naszych nie mamy jeszcze ostatecznych wyników, które pozwoliłyby na jednoznaczną odpowiedź. Zgodnie z sugestiami zajmujemy się nadal tym zagadnieniem. Staramy się też dobrać takie warunki, które pozwoliłyby proces siarkowania stosować także w okresach zaniku alkaliczności, jaki zdarza się w końcowych tygodniach kampanii.