

RADOSŁAW GRUSKA

WPLYW DODATKU WODOROTLENKU WAPNIA NA CZYSTOŚĆ SOKU BURAKA CUKROWEGO

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań wpływu Ca(OH)_2 dodawanego do krajanki buraczanej na czystość soku.

Wodorotlenek wapnia dodawano w ilości 0,03% na masę krajanki. Dodany przed procesem denaturacji powodował zwiększenie czystości odwirowanego soku o około 0,5 jednostki w porównaniu z czystością soku odwirowanego z krajanki niezdenaturowanej. W przypadku krajanki zdenaturowanej bez dodatku wodorotlenku wapnia, różnica ta była jeszcze większa i wynosiła około 3 jednostki.

Słowa kluczowe: sok buraka cukrowego, krajanka buraczana, wodorotlenek wapnia.

Wprowadzenie

Sacharoza jako węglowodan zapasowy wielu roślin, w tym buraków cukrowych, jest tanim i odnawialnym surowcem stosowanym w wielu dziedzinach gospodarki.

W Polsce tradycyjnym surowcem do otrzymywania sacharozy są buraki cukrowe. Niemal we wszystkich cukrowniach dominuje ten sam schemat technologiczny produkcji cukru białego. Z ogłowionych i umytych buraków sporządza się krajankę, z której w procesie gorącej ekstrakcji otrzymuje się tzw. sok surowy. Sok ten ze względu na dużą zawartość zanieczyszczeń poddaje się oczyszczaniu, otrzymując sok rzadki. Kolejnym etapem procesu technologicznego jest jego zatężanie, w wyniku czego otrzymuje się sok gęsty. Z soku gęstego w procesie kilkuetapowej krystalizacji pozyskuje się krystaliczną sacharozę o wysokiej czystości.

O ile można zaobserwować stosunkowo duży postęp we wprowadzaniu do przemysłu cukrowniczego ulepszonych, a często i zupełnie nowych urządzeń, to propozycje modyfikacji czy zmian klasycznego schematu technologicznego opartego na gorą-

cej ekstrakcji, oczyszczaniu wapnem i kilkustopniowej krystalizacji, są raczej niewielkie. Przede wszystkim dotyczą one nieznacznych korekt parametrów dyktowanych przez technologię oraz związane są z zastosowaniem w cukrownictwie wielu niestosowanych dotąd związków chemicznych, których celem ma być usprawnienie np. procesu ekstrakcji sacharozy, wyżymania wysłodków, filtracji czy zagęszczania soku.

Z usprawnieniem procesu technologicznego wiąże się też problem zmniejszenia zużycia energii. Dotyczy on nie tylko aspektów ekonomicznych, ale także ekologicznych.

W ostatnich latach zaobserwować można wiele doniesień o doświadczeniach, których celem było zbadanie wpływu wapnowania krajanki na proces ekstrakcji, oczyszczania i wyżymania wysłodków [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8]. Analizując wyniki doświadczeń w aspekcie ekstrakcji i oczyszczania można wyróżnić dwa skrajne poglądy.

Buchholz i Shliephake [3] twierdzą, że wapno dodane do krajanki buraczanej zdecydowanie pogarsza czystość zarówno soku surowego, jak i rzadkiego. Obserwowano wzrost zabarwienia i zawartości soli wapniowych. Tłumaczono to degradacją tkanki buraka, przyspieszoną przez wzrost kwasowości czynnej podczas ekstrakcji powyżej optymalnego pH.

Natomiast Acrosi i Zama [1] w swoich badaniach stwierdzili, że wprowadzone do krajanki wapno poprawia czystość soku surowego i rzadkiego oraz zdecydowanie poprawia efekt oczyszczania w przypadku przerobu buraków o złej jakości technologicznej, co z kolei ma korzystny wpływ na wydajność cukru białego [5].

Analizując wpływ wapna na usprawnienie wyżymania wysłodków, wśród autorów panuje całkowita zgodność: dodatek wapna zdecydowanie poprawia wytrzymałość mechaniczną krajanki, co pozwala na wyżęcie wysłodków nawet do ponad 30% suchej substancji [1, 3, 6].

Celem badań było określenie wpływu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ na czystość soku otrzymanego z buraków cukrowych. Badania te są częścią eksperymentu, prowadzącego do opracowania sposobu usprawnienia procesu ekstrakcji sacharozy z krajanki buraczanej.

Materiał i metody badań

W doświadczeniach wykorzystywano buraki cukrowe świeże oraz przechowywane w warunkach chłodniczych w temperaturze $+4^\circ\text{C}$. Buraki czyszczone i myte, a następnie sporządzano z nich krajankę. W celu przygotowania krajanki buraczanej stosowano krajalnicę tarczową. Umocowane na tarczy noże dobierano tak, aby kształt i wymiary krajanki były w jak największym stopniu zbliżone do krajanki sporządzanej w cukrowniach. Używana w doświadczeniach krajanka charakteryzowała się liczbą Silina o wartości od 10 do 13.

W prowadzonych doświadczeniach dominowały dwa procesy: denaturacja oraz wirowanie.

Do denaturacji krajanki buraczanej używano łaźni wodnej z płynną regulacją temperatury i dokładnością jej stabilizacji $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Krajanka podczas denaturacji znajdowała się w szklanych, szczelnie zamkniętych naczyniach. Denaturację we wszystkich przypadkach prowadzono w temp. 75°C , stosując różne okresy czasu.

Celem wirowania było oddzielenie soku od fazy stałej – krajanki. W procesie wirowania wykorzystywano wirówkę z regulacją w zakresie od 0 do 8 tys. obrotów na minutę. Średnica sita wirówki wynosiła 115 mm, co przy maksymalnych obrotach dawało siłę odśrodkową o wartości rzędu 40 000 N/kg (około 4 000 kG/kg).

Doświadczenia określające wpływ wodorotlenku wapnia na czystość soku przeprowadzono w dwóch wariantach. W pierwszym wariacie krajankę buraczaną poddawano działaniu zasady wapniowej jeszcze przed przystąpieniem do jej denaturacji. Wariant drugi doświadczeń polegał na dodawaniu do krajanki wodorotlenku wapniowego już po zakończeniu denaturacji.

W obu wariantach doświadczenia krajankę spryskiwano 0,5N wodorotlenkiem wapnia. W rozpatrywanych przypadkach ilość dodawanego do krajanki wapnia wynosiła około 0,03% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ w przeliczeniu na masę krajanki. Wynikało to z faktu, że dawka taka zapewniała widoczną zmianę czystości odwirowanego soku, jednocześnie nie powodując dużego wzrostu pH soku.

W otrzymanym soku oznaczano [9]: pozorną zawartość suchej substancji metodą refraktometryczną oraz zawartość sacharozy metodą polarymetryczną. Na podstawie otrzymanych wyników obliczano czystość soku, która wyraża procentową zawartość sacharozy w suchej substancji.

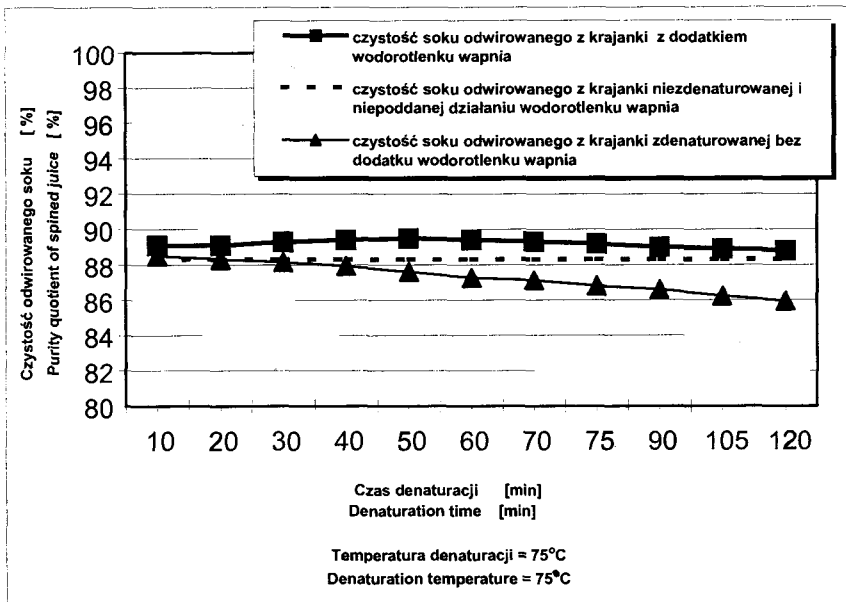
Każde doświadczenie powtarzano trzy razy, otrzymując trzy serie wyników. Czystość soku obliczano uwzględniając wartości średnie zarówno zawartości suchej substancji, jak i zawartości sacharozy.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie otrzymanych wyników wykreślono zależności zaprezentowane na rys. 1 i 2.

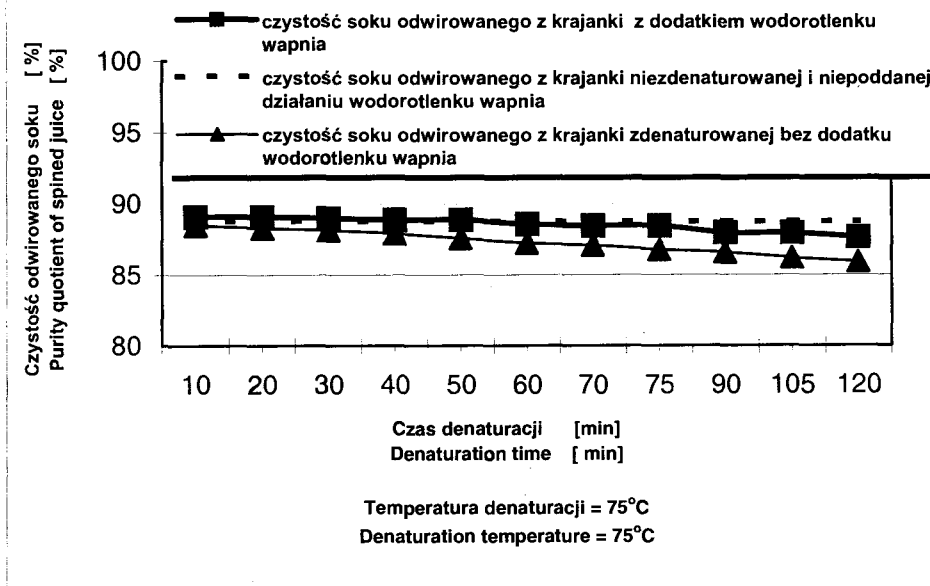
Analizując powyższe zależności można stwierdzić bardziej korzystny wpływ jonów wapniowych w przypadku dodawania wodorotlenku wapnia do krajanki przed przystąpieniem do denaturacji.

Stosując skrajnie wydłużony czas denaturacji (120 min) otrzymano sok o czystości (procentowym udziale sacharozy w suchej substancji) około 0,5 jednostki większej niż czystość soku odwirowanego z krajanki niepoddanej działaniu wysokiej temperatury (rys. 1).



Rys. 1. Wpływ czasu denaturacji na czystość soku z odwirowanej krajanki buraczanej, do której przed procesem denaturacji dodano wodorotlenek wapnia.

Fig. 1. The effect of denaturation time on the purity quotient of juice spined from cossette to which was Ca(OH)₂ added before denaturation.



Rys. 2. Wpływ czasu denaturacji na czystość soku z odwirowanej krajanki buraczanej, do której po procesie denaturacji dodano wodorotlenek wapnia.

Fig. 2. The effect of denaturation time on the purity quotient of juice spined from cossette to which was Ca(OH)₂ added after denaturation.

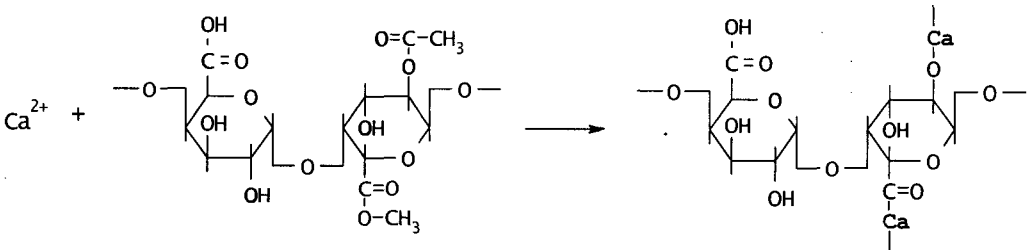
Różnica w czystościach stała się jeszcze wyraźniejsza, gdy porównano czystość soków otrzymanych z krajanki zdenaturowanej, z dodatkiem i bez dodatku wodorotlenku wapnia. Różnica wyniosła około 3 jednostki.

Wpływ kationów Ca^{2+} na czystość soku można było zauważyć także w przypadku dodatku $\text{Ca}(\text{OH})_2$ do krajanki już po jej zdenaturowaniu (rys. 2).

Otrzymane wyniki świadczą o korzystnym działaniu jonów wapniowych na negatywne skutki zbyt długiego przetrzymywania krajanki w wysokiej temperaturze. O ile czystość soku odwirowanego po „nawapnianiu” krajanki zdenaturowanej była mniejsza niż czystość soku otrzymanego z krajanki „surowej” (różnica przy 120 min wynosiła około 0,6 jednostki), to jednak nadal była wyższa (o około 1,8 jednostki) niż czystość soku pochodzącego z krajanki zdenaturowanej, lecz niepoddanej w dalszej kolejności działaniu wodorotlenku wapnia (rys. 2).

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że jakość soku pochodzącego z krajanki po jej denaturacji ulegała poprawie, gdy przed denaturacją do krajanki dodawany był $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Zaś w przypadku gdy wodorotlenek wapnia dodawany był do krajanki bezpośrednio po denaturacji, jakość soku pogarszała się tylko nieznacznie.

Ten pozytywny wpływ jonów wapnia na krajankę i czystość soku, szczególnie w przypadku dodawania wodorotlenku wapnia przed procesem denaturacji, wytłumaczyć można hydrolizą estrów. Umożliwia to powstawanie dodatkowych miejsc sieciowania łańcuchów pektyn drogą podstawiania kationów wapnia, co schematycznie przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Deestryfikacja kwasu poligalakturonowego pod wpływem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ w niskiej temperaturze.

Fig. 3. Deesterification of polygalacturonic acid under the influence of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ at the low temperature.

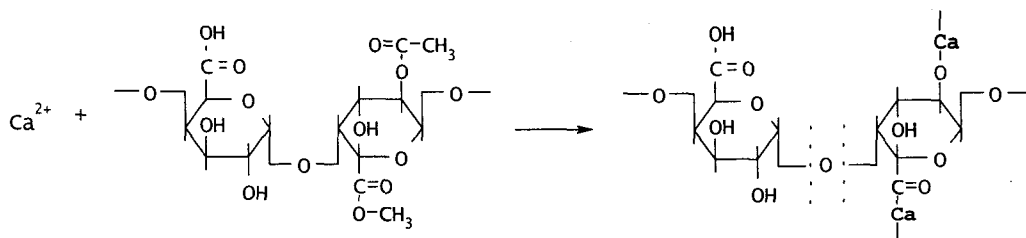
Dodatkowo wapń wnika w strukturę krajanki na zasadzie wymiany jonów, wypierając np. kationy sodu i potasu i również uczestniczy w tworzeniu wiązań między łańcuchami pektyn. Powstały w wyniku deestryfikacji kwas poligalakturonowy jest odporny na degradację alkaliczną, która przebiega głównie w sąsiedztwie grup zestryfikowanych. Tak więc wcześniejsza deestryfikacja chroni jednocześnie pektynę przed późniejszą degradacją w środowisku alkalicznym.

Różne poglądy badaczy, dotyczące aspektu działania wapnia na krajankę buraczaną [1, 3], mogą wynikać z faktu prowadzenia doświadczeń w różnych warunkach, przede wszystkim w różnej temperaturze.

W niskiej temperaturze, w nawapnionej krajance dominowała reakcja hydrolizy estrów, co umożliwiała powstawanie nowych miejsc sieciowania łańcuchów pektyn drogą podstawiania kationów wapnia. Jednocześnie wcześniejsza hydroliza estrów chroniła pektynę przed późniejszą degradacją pod wpływem temperatury i zasadowego środowiska.

Jeżeli natomiast działaniu wapnia poddawano krajankę gorącą (np. krajankę tuż po denaturacji), to jednocześnie z hydrolizą estrów następowała degradacja polimeru (rys. 4) przyspieszona przez zalkalizowanie środowiska. Degradacja pektyn powodowała, że zasocjowane z nimi hemicelulozy oraz poligalakturonian wapniowy stały się rozpuszczalne w wodzie, pogarszając czystość soku, zaś sama krajanka stała się mniej wytrzymała mechanicznie.

Jednakże nawet tak otrzymany sok charakteryzował się czystością wyższą niż sok otrzymany z krajanki zdenaturowanej, lecz niepoddanej działaniu wodorotlenku wapnia (rys. 2).



Rys. 4. Deestryfikacja kwasu poligalakturonowego pod wpływem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ w wysokiej temperaturze.

Fig. 4. Deesterification of polygalacturonic acid under the influence of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ at the high temperature.

Wnioski

1. Działanie wodorotlenku wapnia dodanego do krajanki przed procesem denaturacji, w ilości około 0,03% w przeliczeniu na masę krajanki, powoduje zwiększenie czystości odwirowanego soku o około 0,5 jednostki, w porównaniu z czystością soku odwirowanego z krajanki świeżej. W przypadku krajanki zdenaturowanej bez dodatku wodorotlenku wapnia różnica ta jest jeszcze większa i wynosi około 3 jednostki.
2. Mniej widoczny jest wpływ wodorotlenku wapnia na czystość soku w przypadku dodatku $\text{Ca}(\text{OH})_2$ do krajanki już po wykonaniu jej denaturacji. Stwierdzono łagodzące działanie jonów wapniowych na negatywne skutki zbyt długiego przetwarzania krajanki w wysokiej temperaturze.

Literatura

- [1] Acrosi C. A., Zama F.: Alkalische extraktion von angefaulten Zuckerrüben. Zuckerind., 1993, **118**, 447.
- [2] Bliesener K. M., Miehe D., Buchholz K.: Verfahrensentwicklungen zur Schnitzelentwässerung. Zuckerind., 1991, **116**, 979-986.
- [3] Buchholz K., Shliephake D.: Über die Kampagne 1988 und neuere technologische Entwicklungen. Zuckerind., 1989, **114**, 275-290.
- [4] Buchholz K., Bruns M.: Über die Kampagne 1995/1996 und neuere technologische Entwicklungen. Zuckerind., 1996, **121**, 305.
- [5] Buromski W. W., Butajenko I. F.: Wlijanije efekta oczistki na diffuziju i na vychod sachara. Sach. Prom., 1997, **12**.
- [6] Gruszecka H., Tomaszewska A.: Ustalenie wpływu wybranych substancji chemicznych na wzrost stopnia wyżęcia wysłodków. Gaz. Cukr., 1988, **9 (96)**, 167-168.
- [7] Mołotylin J. I., Orłowa N. W., Gorodecki W. O.: Resursosbieriegajuszczaja technologija počuczenija i oczistki diffuzionnogo soka. Sach. Prom., 1996, **5**, 4.
- [8] Mołotylin J. I., Orłowa N. W.: Kombinnowanijj sposob pogdotowki strużki k ekstrakcji. Sach. Prom., 1994, **5**, 2.
- [9] Przepisy kontroli fabrykacji w cukrowniach. STC, Warszawa 1979.

THE INFLUENCE OF CALCIUM HYDRATE ON THE POURITY QUOTIENT OF SUGAR BEET JUICE

Summary

This paper describes the effect of calcium hydroxide adding to cossettes on the purity quotient of sugar beet juice.

The calcium hydroxide added before denaturation (0.03% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ on cossettes mass) improved the purity quotient about 0.5 in comparison with the purity quotient of juice from undenaturated cossettes.

In the event of the cossettes denaturated without $\text{Ca}(\text{OH})_2$ this difference was large too and it was about 3.0 units.

Key words: sugar beet juice, cossettes, calcium hydroxide. ☒