

MAŁGORZATA ZIARNO, EWA SEMENIUK, KATARZYNA KYCIA

**WPŁYW DODATKU SOLI WAPNIA NA STABILNOŚĆ MLEKA
PRZEZNACZONEGO DO PRODUKCJI SERA TYPU
COTTAGE CHEESE**

Streszczenie

Jednym ze sposobów podnoszenia zawartości wapnia w serach typu cottage cheese może być dodatek soli wapniowych do mleka przerobowego przed jego obróbką termiczną (pasteryzacją).

Celem pracy było określenie wpływu dodatku różnych soli wapnia na stabilność termiczną i wybrane cechy fizykochemiczne mleka przerobowego stosowanego do produkcji sera typu cottage cheese. Wykazano, że dodatek soli wapniowych rozpuszczalnych w wodzie powodował wzrost kwasowości mleka przerobowego. Wzbogacone mleko wykazywało zwiększoną wrażliwość na podwyższoną temperaturę i w rezultacie precypitację białek podczas obróbki termicznej (repasteryzacji mleka). Najwyższy dodatek soli rozpuszczalnej w wodzie, który nie powodował koagulacji białek podczas repasteryzacji, wyniósł 0,15% bezwodnego chlorku wapnia, dzięki czemu uzyskano podniesienie zawartości wapnia w mleku przerobowym o 55 mg%. Przeprowadzone dodatkowe próby na stabilność termiczną białek wykazały, że bezpieczniejszy był jednak poziom wzbogacenia o około 35 mg% wapnia (w przypadku dodatku bezwodnego chlorku wapnia) lub o 20 mg% (w przypadku pozostałych soli wapniowych rozpuszczalnych w wodzie). W przypadku soli wapniowych nierozpuszczalnych w wodzie (cytrynian i węglan wapnia) stwierdzono możliwość znaczniejszego podniesienia zawartości wapnia w mleku przerobowym, bez powodowania koagulacji jego białek podczas repasteryzacji. Nawet 5% dodatek tych soli nie powodował destabilizacji białek ani nie następowało ich wytrącenie podczas próby na zagotowanie. Zastosowanie dodatku mieszanki soli wapnia, zawierającej sól wapniową rozpuszczalną w wodzie i sól wapniową nierozpuszczalną w wodzie, umożliwiło wprowadzenia większej ilości wapnia niż w przypadku stosowania pojedynczych soli rozpuszczalnych w wodzie. Jednoczesny dodatek 63 mg% wapnia w postaci cytrynianu wapnia i 20 mg% wapnia w postaci mleczanu umożliwił podniesienie zawartości wapnia w mleku przerobowym o 83 mg%. Zastosowanie powyższych mieszanek soli nie powodowało koagulacji białek podczas repasteryzacji.

Słowa kluczowe: wapń, sole wapnia, mleko przerobowe, cottage cheese, wzbogacanie.

Dr inż. M. Ziarno, mgr inż. E. Semeniuk, mgr inż. K. Kycia, Zakład Biotechnologii Mleka, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w

Wprowadzenie

Produkty mleczarskie zalicza się do szczególnie cennych w żywieniu człowieka [5, 6, 7, 15, 27]. Jednak, gdy 100 g mleka dostarcza około 100 mg wapnia, to 100 g serka kwasowego lub kwasowo-podpuszczkowego zawiera jedynie około 80 mg tego pierwiastka, z czego około 1/2-2/3 ilości pochodzi z samego ziarna serowego, zaś reszta ze śmietanki stosowanej do jego natłuszczenia [7, 12, 21, 24]. Tak niska zawartość wapnia jest konsekwencją procesu produkcyjnego serka cottage cheese. Cottage cheese jest serkiem kwasowo-podpuszczkowym i w celu obniżenia pH mleka i wytrącenia jego białek prowadzi się ukwaszanie biologiczne w wyniku rozwoju bakterii fermentacji mlekowej. Podczas procesu ukwaszania większość wapnia ze stanu koloidalnego przechodzi w formę jonową, wynikiem czego jest przejście (retencja) wapnia do serwatki, a w efekcie tylko część wapnia zatrzymywana jest w skrzepie serka. Otrzymany skrzep ma niskie pH, wynoszące około 4,5-4,6 w momencie rozpoczęcia krojenia na drobne ziarna serowe, które ponadto są aż trzykrotnie płukane wodą technologiczną [15, 16, 18, 27]. Etap płukania ziaren serowych wodą powoduje dalsze wymywanie wapnia z masy skrzepu i tracenie go wraz z wodą technologiczną. Wong i wsp. [24] wykazali, że blisko 70% wapnia zawartego w mleku przerobowym jest wymywane wraz z serwatką i w gotowym serku pozostaje jedynie około 30% wapnia pochodzącego bezpośrednio z surowca.

Zwiększanie zawartości wapnia w serkach cottage cheese można realizować poprzez modyfikację procesu technologicznego lub/i dodatek preparatów wzbogacających [14, 15, 16, 17, 21, 24, 25]. Jest wiele preparatów wapniowych, które można ewentualnie zastosować do wzbogacania serów cottage cheese. Dopuszczone do stosowania i najczęściej wykorzystywane w przemyśle spożywczym są związki wapnia takie, jak: węglan, cytrynian, ortofosforan(V) oraz tlenek, wodorotlenek, chlorek, mleczan, laktobionian, laktoglukonian, glukonian, CCM (jabłczan i cytrynian wapnia), a także źródła naturalne np. mleko w proszku, proszek serwatkowy [3, 8, 11, 13, 14, 19, 21, 26]. Substancje te różnią się zapachem, smakiem, rozpuszczalnością oraz zawartością wapnia elementarnego, chociaż badania porównawcze dotyczące przyswajalności wapnia z różnych jego soli nie wykazują różnic w absorpcji wapnia z poszczególnych preparatów [10, 11, 18, 23]. Również nie stwierdza się różnicy w tempie biologicznego ukwaszenia mleka wzbogaconego chlorkiem wapnia w porównaniu z mlekiem niewzbogaconym [4].

Należy jednak rozważyć, podczas którego etapu produkcji serków cottage cheese sole wapniowe mogą być dodane i w jakiej postaci. Teoretycznie, sole wapniowe można dodać do mleka przerobowego, z którego otrzymana się ziarna serowe lub do

śmietanki stosowanej do natłuszczenia tych ziaren. W obydwu przypadkach dodatek soli wapniowych może być zadany przed procesem pasteryzacji i homogenizacji lub, najlepiej aseptycznie, po procesie obróbki termicznej mleka lub śmietanki. Pierwszy sposób wydaje się łatwiejszy do przeprowadzenia z tego względu, że w ten sposób sole wapniowe można dodać w postaci suchego preparatu, który zostanie dokładnie rozprowadzony w całej masie mleka lub śmietanki. Jednak podczas dodawania soli wapnia do mleka lub śmietanki przed ich obróbką termiczną można oczekiwać pewnych komplikacji, głównie spowodowanych obniżeniem stabilności termicznej białek mleka. Pod tym względem obserwuje się znaczące różnice pomiędzy solami wapniowymi nierozpuszczalnymi i rozpuszczalnymi w wodzie. Sole wapniowe nierozpuszczalne w wodzie są obojętne wobec białek mleka i nawet w podwyższonej temperaturze nie powodują ich koagulacji [13, 21, 24]. Natomiast sole wapniowe rozpuszczalne w wodzie mogą powodować koagulację białek mleka lub wchodzić w reakcje z innymi składnikami produktu [14, 21, 22]. Ponadto, w przypadku wprowadzania wapnia do mleka przerobowego jego część może być tracona podczas otrzymywania skrzepu serowego [9, 14, 28]. Dodatek soli wapniowych po obróbce termicznej i homogenizacji mleka lub śmietanki wymusza konieczność dozowania preparatu wapniowego z zachowaniem wysokiej aseptyczności.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu dodatku soli wapnia na stabilność termiczną i wybrane cechy fizykochemiczne mleka przerobowego stosowanego do produkcji sera typu cottage cheese.

Materiał i metody badań

Materiałem do badań było wstępnie łagodnie pasteryzowane mleko (o zawartości tłuszczu 2,0%) oraz sole wapniowe: 5-wodny L-mleczan wapnia (cz.a., Fluka Chemika), 2-wodny laktoglukonian wapnia (czystości spożywczej, Polfarmex), bezwodny glukonian wapnia (czystości spożywczej, Polfarmex), bezwodny chlorek wapnia (cz.a., POCh Gliwice), 4-wodny cytrynian wapnia (czystości spożywczej, Polfarmex), bezwodny węglan wapnia (cz.a., POCh Gliwice).

Zakres badań obejmował określenie takiego dodatku stosowanych soli wapniowych lub ich mieszanek, który nie obniżał stabilności termicznej białek podczas ogrzewania (repasteryzacji) mleka w temp. 74°C przez 5 min (przeprowadzonego przez ogrzanie próbek mleka w próbkach do zadanej temperatury, przetrzymanie przez określony czas i następnie szybkie schłodzenie do temp. 10°C). W próbkach mleka, w których białka nie uległy termicznej denaturacji pod wpływem przeprowadzonej repasteryzacji, oznaczano kwasowość (miareczkową i pH) oraz dodatkowo określano stabilność białek w próbach alkoholowych i w próbie na zagotowanie.

Oznaczenie kwasowości potencjalnej (miareczkowej) próbek mleka wykonywano miareczkując 50 ml próbki 0,25 N mianowanym roztworem wodorotlenku sodu w

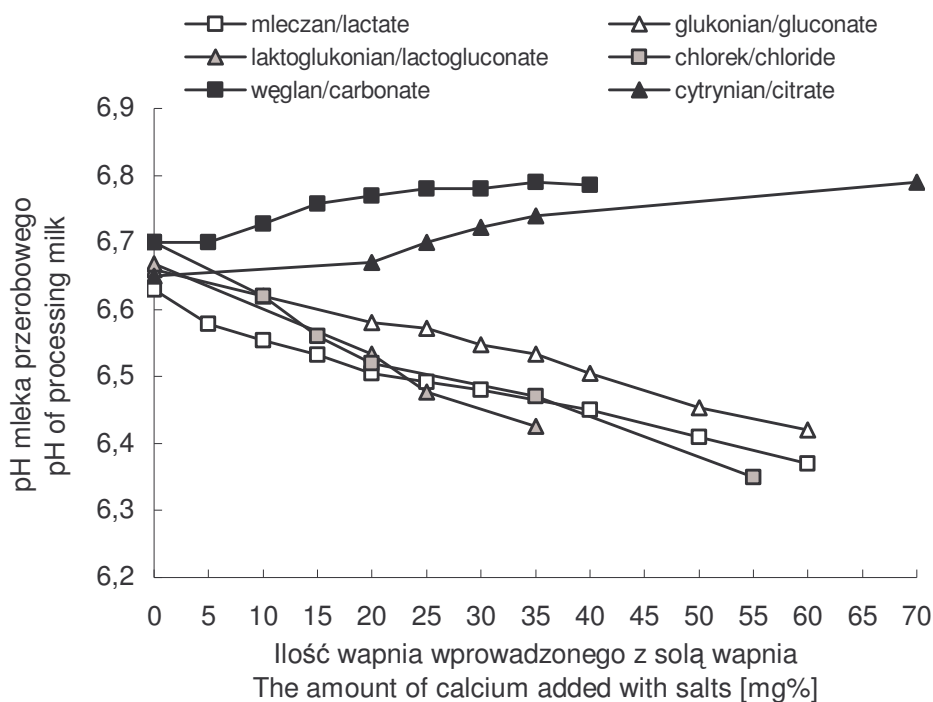
obecności fenoloftaleiny jako wskaźnika. Oznaczenie kwasowości czynnej (pH) wykonywano metodą elektrometryczną przez pomiar aktywności jonów wodorowych przy użyciu pehametru typ PM-60C z dokładnością odczytu do 0,01 jednostki pH. W próbie na zagotowanie pobierano 5 ml mleka do probówki i na małym płomieniu doprowadzano do wrzenia. Obserwowano ewentualne ścięcie białek (co interpretowano jako wynik negatywny). Próby alkoholowe (pojedyncza i podwójna) polegały na wymieszaniu określonej objętości mleka i 68% alkoholu etylowego, a następnie obserwacji mieszaniny. Za wynik pozytywny uznawano brak ścięcia białek. Wszystkie oznaczenia oraz doświadczenia z określonym dodatkiem soli wapniowych przeprowadzano w dwóch powtórzeniach.

Wyniki i dyskusja

Ilość soli wapnia, jaką można wprowadzić do mleka przerobowego przed jego pasteryzacją, tak aby nie powodowała ona precypitacji białek, jest różna w zależności od rodzaju soli, zawartości wapnia w masie cząsteczkowej i rozpuszczalności soli w środowisku wodnym. Sole wapniowe stosowane w niniejszych badaniach znacznie różniły się zawartością wapnia. Największą ilość wapnia w masie cząsteczkowej zawiera bezwodny węglan wapnia (40%) i bezwodny chlorek wapnia (36,1%), natomiast 5-wodny mlecyan wapnia zawiera go 13%, 2-wodny laktoglukonian wapnia – także 13%, bezwodny glukonian wapnia – 9,31% i 4-wodny cytrynian wapnia – 7,03%.

Badania przeprowadzone w niniejszej pracy wykazały, że wprowadzenie do mleka soli wapniowych rozpuszczalnych w wodzie powodowało obniżenie jego pH oraz wzrost kwasowości miareczkowej (rys. 1 i 2). Potwierdza to spostrzeżenia Flingera i wsp. [3]. Na skutek wzrostu kwasowości mleka białka są bardziej podatne na koagulację termiczną. Niezależnie od ilości dodanych soli wapniowych, wzbogacone mleko wykazywało zwiększoną wrażliwość na podwyższoną temperaturę i w rezultacie precypitację białek podczas obróbki termicznej (repasteryzacji mleka) lub w próbach na zagotowanie bądź próbach alkoholowych. Najwyższy dodatek tych soli, który nie powodował koagulacji białek podczas repasteryzacji, pozwalał na podniesienie zawartości wapnia w mleku przerobowym maksymalnie o 55 mg%. Takie wzbogacenie można było uzyskać stosując około 0,15% dodatek bezwodnego chlorku wapnia. Mniejszy poziom wzbogacenia (o około 30 mg%) osiągnięto dodając 0,25% 5-wodnego mlecyanu lub 2-wodnego laktoglukonianu albo 0,35% bezwodnego glukonianu wapnia. Zastosowane dodatki soli wapniowych powodowały obniżenie wartości pH mleka przerobowego do około 6,35–6,55 oraz wzrost kwasowości miareczkowej do 7,00–7,60°SH. Przeprowadzone w niniejszej pracy próby na stabilność termiczną białek (próba na zagotowanie oraz próby alkoholowe) wykazywały jednak, że bezpieczniejszy był poziom wzbogacenia o około 35 mg%

wapnia (w przypadku dodatku bezwodnego chlorku wapnia) lub o 20 mg% wapnia (w przypadku pozostałych soli wapniowych). Taki poziom podniesienia zawartości wapnia w mleku przerobowym nie powodował ścięcia białek w próbie na zagotowanie. Ponadto, należy pamiętać, że zbyt duża zawartość wapnia w mleku przerobowym może spowodować zmianę cech sensorycznych końcowego produktu [9, 13, 14, 28].

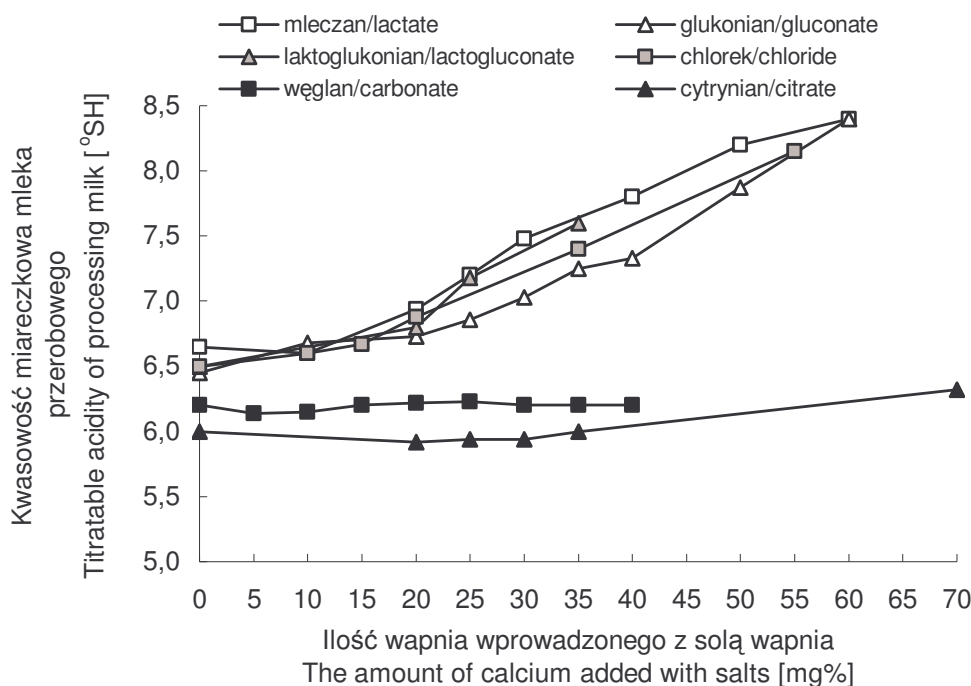


Rys. 1. Wpływ rodzaju i dawki zastosowanej soli wapnia na kwasowość czynną (pH) mleka przerobowego.

Fig. 1. The effect of types and quantities of calcium salts added on the active acidity (pH) of processing milk.

W przypadku soli wapniowych trudno- lub nierozpuszczalnych w środowisku wodnym (4-wodny cytrynian i bezwodny węglan wapnia) stwierdzono zupełnie inny ich wpływ na stabilność białek mleka oraz kwasowość mleka przerobowego (rys. 1 i 2). Wyniki zamieszczone na rysunkach wskazują na możliwość znacznego podniesienia zawartości wapnia w mleku przerobowym przy zastosowaniu tych soli, bez powodowania koagulacji jego białek podczas repasteryzacji. W niniejszej pracy wykazano, że nawet 5% dodatek każdej z tych dwóch stosowanych soli (dane nie zamieszczone na rysunkach) nie powodowały destabilizacji białek ani nie następowało ich wytrącenie podczas próby na zagotowanie. Niniejsze wyniki badań są

potwierdzeniem pracy Vyasa i Tonga [22], którzy również wykazali, iż dodatek cytrynianu wapnia nie powoduje żadnych istotnych zmian kwasowości czynnej, w przeciwieństwie do mleczanu wapnia powodującego obniżenie pH. Inne doświadczenia, przeprowadzone przez Coxa i Millera [1], wskazują na słabą reakcję węglanu wapnia z białkami w produktach mlecznych, tak więc wprowadzanie wapnia w postaci tej soli nie będzie skomplikowane.



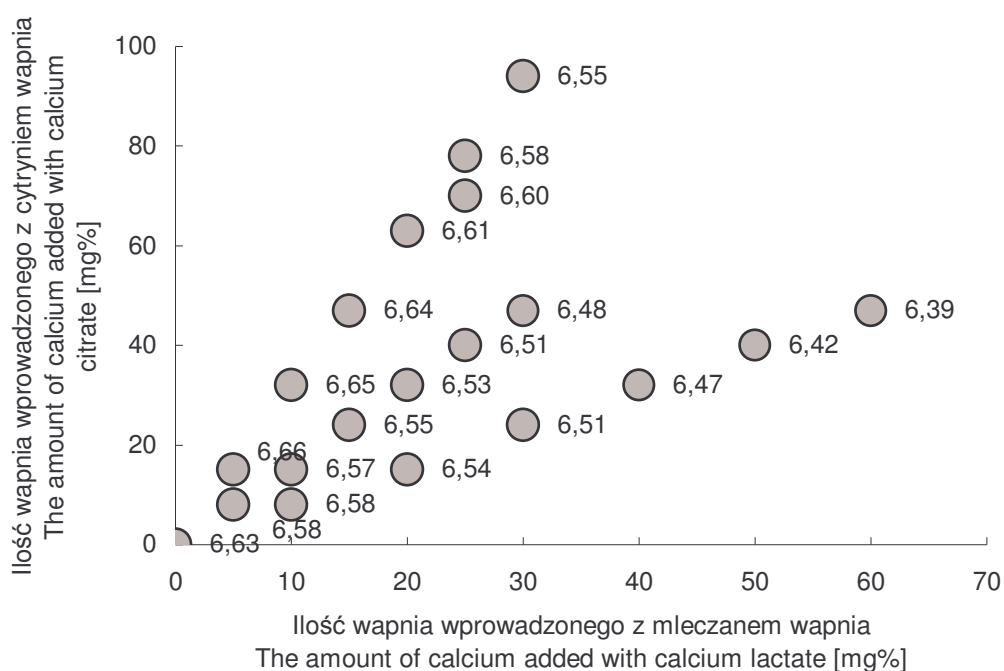
Rys. 2. Wpływ rodzaju i dawki zastosowanej soli wapnia na kwasowość miareczkową ($^{\circ}\text{SH}$) mleka przerobowego.

Fig. 2. The effect of types and quantities of calcium salts added on the titratable acidity ($^{\circ}\text{SH}$) of processing milk.

Czterowodny cytrynian wapnia charakteryzuje się jednak niską zawartością wapnia (7,03%), co powoduje, że ze względów ekonomicznych i praktycznych nie wydaje się korzystny w procesie wzbogacania. Zaletą jednak stosowania cytrynianu jest możliwość dodawania tej soli do mleka przerobowego przed jego pasteryzacją, co umożliwi przeprowadzenie dalszych etapów procesu technologicznego w warunkach aseptycznych i zmniejszy ryzyko infekcji mikrobiologicznej. Stosowanie bezwodnego węglanu wapnia ma jednak pewne istotne konsekwencje technologiczne. Obróbka cieplna uwalnia z węglanu wapnia CO_2 , co stanowi ryzyko technologiczne, a ponadto

aniony powstałe z rozkładu węglanu mogą wpłynąć na zmianę cech sensorycznych mleka przerobowego, a w konsekwencji na gotowy produkt [2, 20, 23].

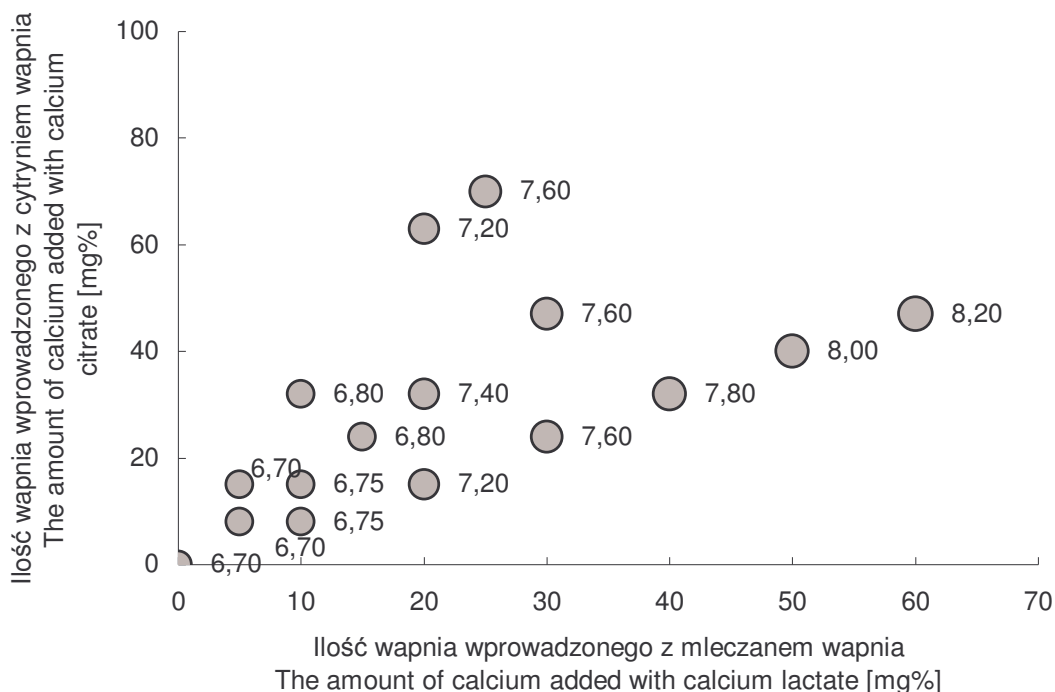
W niniejszej pracy podjęto również próbę wzbogacania mleka przerobowego w wapń stosując mieszanki jego soli w różnych proporcjach. Interesujące są właściwości mieszanek, w których składzie zastosowano sól wapniową rozpuszczalną w wodzie i sól wapniową nierozpuszczalną lub trudno rozpuszczalną w wodzie. Przykładem jest mieszanka cytrynianu wapnia i mleczanu wapnia, w różnych proporcjach. Wyniki tych badań zamieszczono na rys. 3 i 4. Korzystne warunki zastosowania cytrynianu wapnia w mieszankach wzbogacających wynikały z możliwości dodawania go w dowolnych ilościach, bez ryzyka spowodowania zdestabilizowania i precypitacji białek mleka, co wykazano we wcześniejszych doświadczeniach niniejszej pracy. Jednocześnie dodatek 63 mg% wapnia w postaci cytrynianu wapnia i 20 mg% wapnia w postaci mleczanu pozwala na podniesienie zawartości wapnia w mleku przerobowym o 83 mg%. Zastosowanie powyższych mieszanek soli nie powodowało koagulacji białek podczas repasteryzacji i próby na zagotowanie.



Rys. 3. Wpływ zastosowanej mieszanki mleczanu i cytrynianu wapnia na kwasowość czynną (pH) mleka przerobowego.

Fig. 3. The effect of a mix of calcium lactate and calcium citrate added on the active acidity (pH) of processing milk.

Możliwości wzbogacania w wapń za pomocą mieszanek soli są duże, jednak wadą jest utrudnienie w aseptycznym przygotowaniu mieszanki soli, związane to jest między innymi z zagrożeniem mikrobiologicznym i problemami technicznymi (instalowanie mieszalników). Zastosowanie pojedynczych soli wapniowych jest znacznie prostsze. Należy zauważyć, że maksymalna dopuszczalna ilość wapnia, jaką można wprowadzić do mleka przerobowego, zależy nie tylko od rodzaju użytej soli wapniowej, ale także od samych cech mleka i parametrów jego pasteryzacji. Fligner i wsp. [3], na podstawie badań stwierdzili, że przy spadku pH do około 6,0 następuje ścięcie się białek mleka w próbkach, w których wzbogacenie wyniosło od 30% do 90% zawartości wapnia. Stosowali oni ogrzewanie w temp. 65°C przez 30 min. W badaniach przeprowadzonych w niniejszej pracy dowiedziono, że dodatek takich samych soli wapniowych jakie zastosowali ww. autorzy, ale przy innych parametrach obróbki termicznej (wstępna łagodna pasteryzacja, następnie repasteryzacja w temp. 74°C aż przez 5 min) nie powoduje koagulacji białek mleka. W niniejszych badaniach dobrane parametry ogrzewania próbek mleka (szczególnie czas tej obróbki) znacznie odbiegały od stosowanych w praktyce przemysłowej, jednak dały pewność, że mleko z dodatkiem soli wapniowych, w ilości gwarantującej brak termicznej denaturacji białek pod wpływem przeprowadzonej repasteryzacji, również nie ulegnie takiej denaturacji w warunkach przemysłowych podczas łagodnej pasteryzacji.



Rys. 4. Wpływ zastosowanej mieszanki mlecza i cytrynianu wapnia na kwasowość miareczkową ($^{\circ}\text{SH}$) mleka przerobowego.

Fig. 4. The effect of a mix of calcium lactate and calcium citrate added on the titratable acidity ($^{\circ}\text{SH}$) of processing milk.

Ze względów technicznych i technologicznych dodatek soli wapniowych do mleka przerobowego przed jego obróbką termiczną wydaje się korzystny. Jednak w porównaniu z możliwością aseptycznego wprowadzania tych soli do mleka po pasteryzacji pozwala na dość niewielkie podniesienie zawartości wapnia w mleku przerobowym.

Wnioski

1. Dodatek soli wapniowych rozpuszczalnych w wodzie obniża stabilność termiczną białek mleka, z tego względu ich zastosowanie do podniesienia zawartości wapnia w mleku przerobowym jest mało efektywne.
2. Korzystne wydaje się zastosowanie soli wapniowych nierozpuszczalnych lub trudno rozpuszczalnych w wodzie, a dodatkową zaletą jest możliwość wprowadzenia ich przed procesem obróbki termicznej (pasteryzacją) mleka przerobowego.
3. Użycie mieszanki soli wapniowych, szczególnie soli rozpuszczalnych w wodzie i soli nierozpuszczalnych lub trudno rozpuszczalnych, daje możliwość wprowadzenia do mleka przerobowego większej ilości wapnia niż w przypadku zastosowania ich pojedynczo.

Literatura

- [1] Cox S.D., Miller J.L.: Interactions of precipitated calcium carbonate (PCC) with proteins in the calcium fortification of dairy and non-dairy beverages. Proc. Annual Meeting and Food Expo, California 2002, ift.confex.com/ift/2002/techprogram/paper_14063.htm.
- [2] Emsley J.: Przewodnik po chemii życia codziennego. Prószyński i S-ka, Warszawa 1996, s. 332.
- [3] Flinger K., Lindamood J.B., Hansen P.M.T.: Fortification of low-fat plain yogurt with calcium gluconate. *Cult. Dairy Prod. J.*, 1998, **23** (1), 5-9.
- [4] Gastaldi E., Pellegrini O., Lagaude A., Torodo de la Fuente B.: Functions of added calcium in acid milk coagulation. *J. Food Sci.*, 1994, **59** (2), 310.
- [5] Gawęcki J., Hryniewiecki L. (red.): Żywność człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Wyd. Nauk. PWN Warszawa 2000, s. 207-211, 312-313, 346-354.
- [6] Jabłoński E.: Mleko i jego przetwory niezastąpionym źródłem wapnia w racjonalnym żywieniu. *Przegl. Mlecz.*, 2001, **2**, 62-64.
- [7] Jakubczyk E., Skarżyńska M.: Wapń w mleku i produktach mlecznych. *Nowa Medycyna*, 1997, **9**, 25-28.
- [8] Jędrzejczyk H.: Żywność do stosowania w profilaktyce i terapii zrzesotnienia kości (osteoporozy). *Żywn. Żyw. Zdrowie*, 1999, **2**, 210-214.

- [9] Kitlas M., Ziarno M.: Próba wzbogacenia serów twarogowych w wapń. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, **3 (32), Supl.**, 79-88.
- [10] Krejpcio Z., Czarnocińska J., Kolanko M., Gawęcki J., Wójciak R.W., Filipowski P., Wiśniewska J.: Ocena bioprzyswajalności wapnia z soli mleczanowej w warunkach jego zróżnicowanej podaży z dietą. *Żyw. Człow. Metab.*, 2000, **2**, 184-185.
- [11] Krześniak J., Rutkowska U.: Współczesne poglądy na wzbogacanie produktów spożywczych w wapń. *Żyw. Człow. Metab.*, 1995, **2**, 192-203.
- [12] Kunachowicz H., Nadolna I., Iwanow K., Przygoda B.: Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2003, s. 24-29.
- [13] Labin-Goldscher R., Edelstein S.: Calcium citrate: a revised look at calcium fortification. *Food Tech.*, 1996, **50 (6)**, 96-98.
- [14] Martin J.H., Zullo P.A.: Methods for increasing calcium in cottage cheese. *Cultured Dairy Products J.*, 1991, **8**, 11-18.
- [15] Pijanowski E.: *Zarys chemii i technologii mleczarstwa*. Wyd. PWRiL, Warszawa 1984, tom I, s. 79, 96, 109-110.
- [16] Pijanowski E., Gawel J.: *Zarys chemii i technologii mleczarstwa*. Wyd. PWRiL, Warszawa 1986, tom III, s. 23, 26-28, 249-253.
- [17] Poznański S., Rymaszewski J., Kornacki K., Śmietana Z., Bednarski W.: Technologia produkcji twarogów ze wszystkich białek mleka metodą termiczno-wapniową. *Kwartalny Dodatek Naukowy Przegl. Mlecz.*, 1974, **1**, 5-7.
- [18] Reykdal O., Lee K.: Validation of chemical measures of calcium with bioassay of calcium-fortified cottage cheese. *Food Chemistry*, 1993, **47 (2)**, 195-200.
- [19] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 19 grudnia 2002 r. w sprawie substancji wzbogacających dodawanych do żywności i warunków ich stosowania. *Dz. U.* 2003. Nr 27, poz. 237.
- [20] Rutkowski A. (red.): *Substancje dodatkowe i składniki funkcjonalne żywności*. Wyd. Agro Food Technology, Czeladź 1997, s. 63, 105-106.
- [21] Shelef L.A., Ryan R.J.: Calcium supplementation of cottage cheese. *J. Dairy Sci.*, 1988, **71 (10)**, 2618-2621.
- [22] Vyas H.K., Tong P.S.: Effect of calcium source and level on the heat stability of reconstituted skim milk powder. *Proc. Annual Meeting and Food Expo, California 2002*, ift.confex.com/ift/2002/techprogram/paper_13761.htm.
- [23] Weaver C.M.: Calcium in food fortification strategies. *Int. Dairy J.*, 1998, **8**, 443-449.
- [24] Wong N.P., La Croix D.E., Mattingly W.A., Vestal J.H., Alford J.A.: The effect of manufacturing variables on the mineral content of cottage cheese. *J. Dairy Sci.*, 1976, **59 (1)**, 41-44.
- [25] Youself A.E., Rusli M.: Modification of starter culture for production of calcium fortified yogurt. *Cult. Dairy Prod. J.*, 1995, **30 (4)**, 20, 22-25.
- [26] Zdziennicka D., Mączyńska D.: Mleczan wapnia w produkcji soków owocowych. *Przem. Spoż.*, 1998, **6**, 38-39.
- [27] Ziajka S. (red.): *Mleczarstwo, zagadnienia wybrane*, Wyd. ART, Olsztyn 1997, tom I, s. 102, 104, tom II, s. 190-197.
- [28] Ziarno M., Kitlas M.: Badania nad wzbogacaniem serów twarogowych w wapń z użyciem chlorku wapnia, *Przegl. Mlecz.* 2002, **7**, 323-325.

**THE IMPACT OF THE CALCIUM SALTS ADDITION ON THE STABILITY OF MILK USED
IN THE COTTAGE CHEESE PRODUCTION**

S u m m a r y

One of the effective ways to increase calcium level in cottage cheese can be the addition of calcium salts to the processing milk prior to its heat treatment (pasteurization). The objective of this investigation was to determine the impact of different calcium salts added on the heat stability and some physicochemical properties of processing milk used to manufacture cottage cheese. It was stated that water-soluble calcium salts added to the processing milk increased its acidity. The milk fortified by this measure showed a decrease in its heat stability, and, furthermore, milk proteins precipitated during its re-pasteurization. The highest quantity of water soluble salts added that did not cause the precipitation of proteins during the re-pasteurization was the addition of 0.15% anhydrous calcium chloride; thanks to this addition, the calcium content in the processing milk was increased by 55 mg%. An additional test for heat stability of milk proteins was carried out and its results indicated that with regard to milk proteins it was safer/more favorable to add 35 mg% of calcium (added in the form of a calcium chloride) or 20 mg% calcium (added in the form of other water-soluble calcium salts). The addition of water-insoluble calcium salts (calcium citrate or calcium carbonate) made it possible to distinctly increase the calcium level in processing milk without the negative effect of precipitating proteins. By adding even 5% of those calcium salts there was caused no decrease in the heat stability, and the protein coagulation during the milk re-pasteurization did not occur. It was determined that the incorporation of various calcium salts combinations into the processing milk provided higher calcium levels compared with single calcium salts added. When 63 mg% of calcium (in the form of calcium citrate) and 20 mg% of calcium (calcium lactate) were simultaneously added to the processing milk, the milk fortification results were improved (the calcium level rose by 83 mg%) if compared with the effect of adding single water-soluble calcium salts. The application of the mixes of salts as indicated above did not cause the precipitation of proteins.

Key words: calcium, calcium salts, processing milk, cottage cheese, fortification. ☒