

JERZY SZPENDOWSKI, JAN KŁOBUKOWSKI, ELŻBIETA PROKOP

WPŁYW DODATKU CHLORKU WAPNIA I OGRZEWANIA MLEKA NA SKŁAD CHEMICZNY SERÓW TWAROGOWYCH

Streszczenie

W pracy podjęto badania nad określeniem wpływu dodatku chlorku wapnia do mleka oraz jego pasteryzacji na skład chemiczny serów twarogowych. Oznaczono zawartość wody, białka, tłuszczu, laktozy, popiołu, wapnia, fosforu i magnezu w twarogach.

Stwierdzono, że sery twarogowe wyprodukowane z mleka wzbogaconego w jony wapniowe (z dodatkiem 0,01-0,05% CaCl_2) i pasteryzowanego w temp. 90°C w ciągu 15 s, w porównaniu z serem twarogowym otrzymywanym z mleka pasteryzowanego w temp. 75°C w ciągu 15 s, charakteryzowały się istotnie wyższą (na poziomie istotności $\alpha = 0,05$) zawartością popiołu. Dodatek chlorku wapnia do mleka przed pasteryzacją wpływał istotnie na zwiększenie zawartości wapnia (współczynnik korelacji $r = 0,9206$) oraz fosforu (współczynnik korelacji $r = 0,9072$) w serach twarogowych.

Słowa kluczowe: sery twarogowe, skład chemiczny, wapń, fosfor, magnez

Wprowadzenie

Sery twarogowe zaliczane są do wysokowartościowych produktów w naszej diecie, będących dobrym źródłem białka, makroelementów, kwasów organicznych i witamin. Podstawą produkcji twarogów jest proces koagulacji kwasowej kazeiny, zachodzącej w wyniku ukierunkowanej fermentacji mlekowej, prowadzonej przez dodawane do mleka bakterie fermentacji mlekowej [27]. Masa białkowa po procesie koagulacji może być następnie oddzielana od serwatki metodą separacji wirówkowej, przy użyciu materiału filtracyjnego lub form perforowanych, co pozwala na 75% wykorzystanie białka mleka w produkcji. Znacznym postępowaniem w technologii mleczarskiej jest zastosowanie techniki ultrafiltracji, która umożliwia w 99–100% wykorzystanie białka w twarogu [17, 22]. Wysoki stopień wykorzystania białka w serach

Prof. dr hab. J. Szpendowski, E. Prokop, Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Oczapowskiego 7, 10-719 Olsztyn, dr hab. J. Kłobukowski, prof. UWM, Katedra Żywności Człowieka, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Słoneczna 44, 10-718 Olsztyn, e-mail: szpend@uwm.edu.pl

twarogowych uzyskuje się również metodą wapniowo-termiczno-kwasowej koagulacji, która polega na wzbogacaniu mleka w jony wapniowe, przeprowadzeniu wysokiej pasteryzacji, a następnie koagulacji białek metodą kwasową. W czasie ogrzewania mleka do temp. powyżej 70°C zachodzi denaturacja białek serwatkowych, głównie β -laktoglobuliny i α -laktoalbuminy, prowadząca do tworzenia się rozpuszczalnych polimerów i agregatów białkowych, które mogą ulegać interakcji z micelami kazeinowymi [5, 14, 18, 23]. Indukowane termicznie kompleksy białkowe mogą być wydzielone z mleka poprzez koagulację w punkcie izoelektrycznym kazeiny, co jest wykorzystywane zarówno w technologii produkcji serów twarogowych, jak i preparatów białkowych [16].

W twarogu produkowanym według technologii tradycyjnej z mleka pasteryzowanego w temp. 75°C/15 s, przy zastosowaniu separacji wirówkowej lub przy użyciu materiału filtracyjnego wykorzystuje się białko mleka w postaci kazeiny, natomiast w twarogu produkowanym techniką ultrafiltracji oraz metodą wapniowo-termiczno-kwasową, obok kazeiny, wydzielane są z mleka również białka serwatkowe, charakteryzujące się bardzo wysoką wartością odżywczą [7]. Sery twarogowe produkowane z mleka wzbogaconego w jony wapniowe i poddanego wysokiej pasteryzacji (powyżej 90°C/15 s) wykazują wyższą wartość odżywczą białka, w porównaniu z twarogami produkowanymi metodą tradycyjną [8]. Zależnie od sposobu przygotowania mleka, przebiegu koagulacji białka oraz zastosowanej techniki separacji masy twarogowej otrzymuje się serki twarogowe charakteryzujące się różnymi właściwościami fizykochemicznymi, sensorycznymi i odżywczymi [6, 20]. Wzrost zawartości wapnia w twarogu można uzyskiwać, stosując dodatek soli wapniowych do mleka przed lub po procesie pasteryzacji mleka [12, 28].

Złożone procesy interakcji białek z udziałem niektórych makroelementów, jakie mają miejsce w czasie wapniowo-termiczno-kwasowej koagulacji białek mleka, mogą determinować stopień retencji składników mleka w serach twarogowych i wpływać na ich skład chemiczny, a w konsekwencji na wartość odżywczą.

Stąd celem pracy było określenie wpływu zastosowania metody wapniowo-termiczno-kwasowej na skład chemiczny serów twarogowych, ze szczególnym uwzględnieniem zawartości wapnia, fosforu i magnezu.

Materiał i metody badań

Produkcję serów twarogowych przeprowadzono w skali ćwierć-technicznej. Na jeden wyrób przeznaczano 150 litrów mleka. Surowcem do produkcji serków twarogowych było mleko odtłuszczone o zawartości do 0,05% tłuszczu. Poszczególne warianty technologiczne produkcji serów twarogowych różniły się wysokością

temperatury pasteryzacji mleka i dodatkiem chlorku wapnia. Mleko przed procesem koagulacji kwasowej przygotowywano następująco:

- wariant 1 – mleko bez dodatku chlorku wapnia pasteryzowano w temp. 75°C w ciągu 15 s (metoda tradycyjna),
- wariant 2 – mleko bez dodatku chlorku wapnia pasteryzowano w temp. 90°C w ciągu 15 s,
- wariant 3 – do mleka wprowadzano 5% roztwór chlorku wapnia do uzyskania stężenia od 0,01 do 0,05% i pasteryzowano w temp. 90°C w ciągu 15 s (metoda wapniowo – termiczno-kwasowa).

Po schłodzeniu mleka do temp. 28°C wprowadzano liofilizowaną szczepionkę czystych kultur bakterii fermentacji mlekowej w ilości 0,5 opakowania na 150 l mleka. Mleko poddawano procesowi koagulacji kwasowej, trwającej około 16 godz., doprowadzając do uzyskania kwasowości 4,6 pH (punkt izoelektryczny kazeiny). Średniozwięzły skrżep rozdrabniano ręcznie przy użyciu krajaczy, osuszano w temp. 35°C w ciągu około 2 godz. do uzyskania odpowiedniej zwięzłości ziarna. Masę twarogową umieszczano w woreczkach płóciennych, formując produkt w formie klinków o masie około 1 kg, które następnie prasowano w czasie 2 godz. przy użyciu prasy pneumatycznej. Twarogi pakowano próżniowo i chłodzono do temp. 8°C.

W twarogach oznaczano zawartość: wody, tłuszczu, białka, popiołu metodami standardowymi wg AOAC [1] oraz laktozy metodą Bertranda [4]. Zawartość wapnia i magnezu oznaczano, po mineralizacji na mokro, metodą płomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej (płomień acetylen-powietrze) [24], przy użyciu spektrofotometru absorpcji atomowej Unicam 939 Solar, wyposażonego w stację danych ADAX, z zastosowaniem korekcji tła oraz odpowiednich dla danego pierwiastka lamp katodowych. Oznaczając wapń, w celu wyeliminowania oddziaływania fosforu, do wszystkich próbek i wzorców dodawano roztwór chlorku lantanu w ilości zapewniającej 1% stężenie La^{+3} w badanych roztworach. Fosfor oznaczano metodą kolorymetryczną (molibdenianową z hydrochinonem i siarczynem sodowym) [24].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, korzystając z pakietu Statistica v. 6.0. Obliczono wartości średnie, odchylenie standardowe, natomiast istotność różnic pomiędzy wariantami technologicznymi badano testem t-Studenta, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ [11].

Wyniki i dyskusja

Zasadniczym celem dodatku chlorku wapnia do mleka oraz zastosowanie wysokiej pasteryzacji mleka w metodzie wapniowo-termiczno-kwasowej produkcji serów twarogowych było podwyższenie retencji białka w twarogu oraz jego wartości odżywczej, dzięki zachodzącej w tych warunkach interakcji białek serwatkowych z kazeiną oraz ich wspólnej koagulacji [2, 9, 10, 15, 23].

Rezultaty badań podstawowego składu chemicznego serów twarogowych (tab. 1) wykazały, że temperatura pasteryzacji mleka przed procesem koagulacji kwasowej nie wpływała na zawartość wody, białka, tłuszczu, laktozy i popiołu w twarogach (brak różnic statystycznie istotnych przy $\alpha = 0,05$). Twarogi wyprodukowane z mleka pasteryzowanego w temp. 75°C/15 s, jak również w temp. 90°C/15 s zawierały: 72,8 – 73,4% wody, 22,09 – 22,42% białka, 0,5 – 0,51% tłuszczu, 3,68 – 3,74% laktozy i 0,83 – 0,84% popiołu. Wykazano natomiast istotnie wyższą zawartość popiołu w serach twarogowych wyprodukowanych z mleka wzbogaconego w chlorek wapnia, dodawanego do mleka przed procesem koagulacji białka. Sery twarogowe wyprodukowane metodą wapniowo – termiczno-kwasową, z mleka wzbogaconego w 0,05% chlorku wapnia i pasteryzowanego w temp. 90°C/15 s, zawierały 1,27% popiołu. Natomiast w serach twarogowych otrzymanych z mleka pasteryzowanego w temp. 75°C/15 s bez dodatku chlorku wapnia stwierdzono 0,83% popiołu.

Tabela 1

Wpływ dodatku CaCl₂ i ogrzewania mleka na skład chemiczny serów twarogowych (n = 7).

The effect of CaCl₂ added and of milk heating on the chemical compositions of cottage cheeses (n=7).

Dodatek CaCl ₂ do mleka [%] CaCl ₂ quantity added to milk in [%]	Pasteryzacja mleka – temp./ czas [°C/s] Pasteurization of milk – temp./ time period [°C/s]	Składniki [%] Components [%]				
		woda water	białko protein	tłuszcz fat	laktoza lactose	popiół ash
-	75/ 15	72,80 ^A ±3,7	22,42 ^A ±1,5	0,50 ^A ±0,04	3,74 ^A ±0,2	0,84 ^A ±0,06
-	90/ 15	73,40 ^A ±3,5	22,09 ^A ±1,3	0,51 ^A ±0,05	3,68 ^A ±0,3	0,83 ^A ±0,06
0,01	90/ 15	73,21 ^A ±3,4	22,08 ^A ±1,8	0,52 ^A ±0,05	3,71 ^A ±0,2	0,91 ^B ±0,05
0,02	90/ 15	73,57 ^A ±3,5	22,67 ^A ±1,4	0,51 ^A ±0,05	3,68 ^A ±0,3	0,99 ^C ±0,05
0,03	90/ 15	73,42 ^A ±3,6	22,35 ^A ±1,7	0,53 ^A ±0,04	3,69 ^A ±0,3	1,14 ^D ±0,04
0,04	90/ 15	73,90 ^A ±3,5	22,44 ^A ±1,3	0,49 ^A ±0,05	3,65 ^A ±0,2	1,23 ^E ±0,06
0,05	90/ 15	74,31 ^A ±3,6	22,12 ^A ±1,7	0,55 ^A ±0,05	3,66 ^A ±0,4	1,27 ^F ±0,05

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A, B,C,D,E,F – wartości średnie oznaczone różnymi literami w tej samej kolumnie różnią się w sposób statystycznie istotny przy $\alpha = 0,05$ / mean values designated by different letters and placed in the same column are statistically significantly different at a level of $\alpha = 0.05$.

Chmura i wsp. [6] wykazali w badaniach wyższą zawartość popiołu w serach twarogowych wyprodukowanych metodą termo-wirówkową, polegającą na przeprowadzeniu wysokiej pasteryzacji znormalizowanej śmietanki (90°C/2 min) w porównaniu z twarogami produkowanymi z mleka pasteryzowanego w temp. 75°C/15 s. Wysoka temperatura pasteryzacji surowca wpłynęła na zwiększenie retencji związków mineralnych mleka w serkach twarogowych. Poziom substancji mineralnych składających się na popiół, po mineralizacji próbki serów twarogowych, uzależniony był od zawartości tych substancji w mleku oraz ilości pierwiastków przemieszczających się do serwatki usuwanej z produktu.

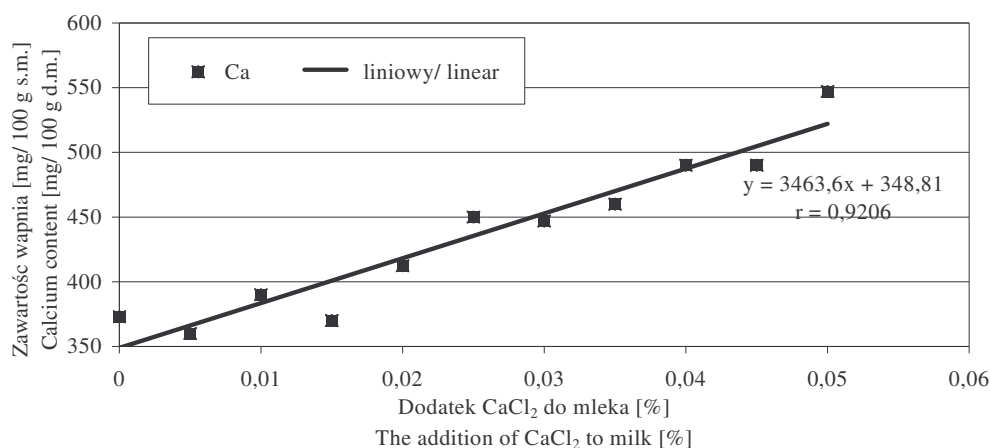
Zdecydowanie większa część (około 65%) składników mineralnych przemieszcza się do serwatki po procesie koagulacji kwasowej białka, natomiast około 35% związana jest z białkiem [6].

Zawartość popiołu w serach twarogowych może odzwierciedlać stopień odmineralizowania białka przez kwas mlekowy w procesie koagulacji kwasowej oraz retencję niektórych ważnych, z punktu widzenia żywieniowego, makroelementów w strukturze miceli kazeinowych [16]. Ze wzrostem kwasowości masy twarogowej obserwuje się zwiększenie migracji związków mineralnych do serwatki i obniżenie stopnia ich związania w twarogach [6].

Dalsze badania miały na celu określenie wpływu dodatku chlorku wapnia do mleka przed procesem pasteryzacji na zawartość wapnia, fosforu i magnezu w twarogach.

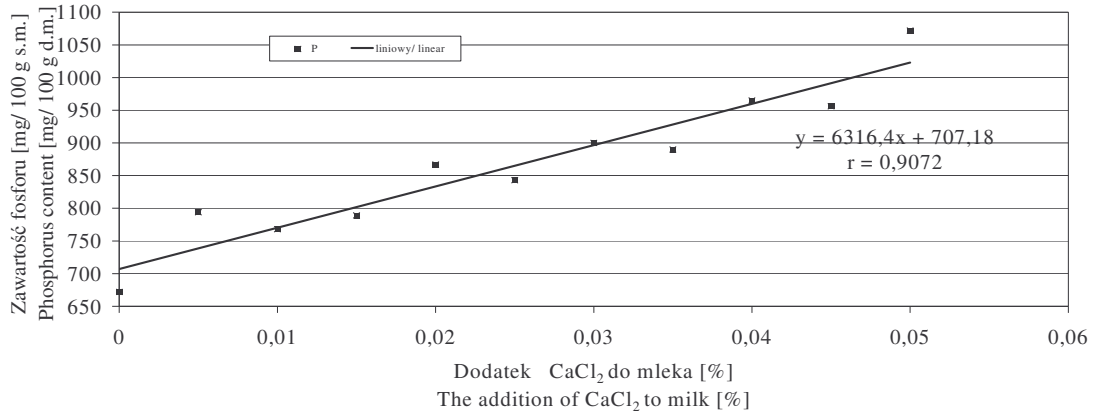
Na podstawie wyników badań zawartości wapnia (y) w serach twarogowych (rys. 1) stwierdzono statystycznie istotną dodatnią korelację z ilością chlorku wapnia (x) dodawanego do mleka (przy $\alpha = 0,05$). Współczynnik korelacji tej zależności wynosił $r = 0,9206$, natomiast krzywa regresji przedstawiała się następująco: $y = 3463,6x + 348,81$. Sery twarogowe wyprodukowane z mleka bez dodatku chlorku wapnia zawierały średnio 373 mg wapnia/100 g suchej masy twarogu, natomiast twarogi z mleka wzbogaconego w 0,05% chlorku wapnia zawierały 547,1 mg wapnia/100 g s.m. produktu. Badania zawartości fosforu w serach twarogowych (rys. 2) również wykazały statystycznie istotną dodatnią korelację z ilością chlorku wapnia dodawanego do mleka przed pasteryzacją. Współczynnik korelacji tej zależności wynosił $r = 0,9072$, natomiast krzywa regresji przedstawiała się następująco; $y = 6316,4x + 707,18$. Sery twarogowe wyprodukowane z mleka bez dodatku chlorku wapnia zawierały średnio 672 mg fosforu/100 g suchej masy twarogu, natomiast produkty otrzymane z mleka wzbogaconego w 0,05% chlorku wapnia zawierały 1072 mg fosforu/100 g s.m. twarogu. Nie wykazano statystycznie istotnej zależności pomiędzy dodatkiem chlorku wapnia do mleka przed procesem pasteryzacji a poziomem magnezu w serach twarogowych (rys. 3). Sery twarogowe zawierały od 31 do 40 mg magnezu/100 g s.m. produktu.

Według Vissera i wsp. [25], w czasie ogrzewania mleka następuje tworzenie się kompleksów pomiędzy β -laktoglobuliną i α -laktoalbuminą a kazeiną za pośrednictwem wiązań disiarczkowych, wodorowych oraz jonowych, w których uczestniczy amorficzny fosforan wapniowy. Białka serwatkowe tworzą stabilne kompleksy, głównie z frakcjami kazeiny- α_{s1} , kazeiny- β i kazeiny- κ [10]. Struktura micelarna kazeiny w mleku zależy w dużym stopniu od amorficznego fosforanu wapnia, który uczestniczy w tworzeniu kompleksu białkowego za pośrednictwem reszt lizyny. Intensywna obróbka termiczna mleka powoduje nieodwracalną transformację amorficznego fosforanu wapniowego w formę hydroksyapatytu. Po ukwaszeniu mleka do punktu izoelektrycznego kazeiny następuje uwalnianie amorficznego fosforanu wapniowego z miceli kazeinowych i formowanie się struktury żelu.



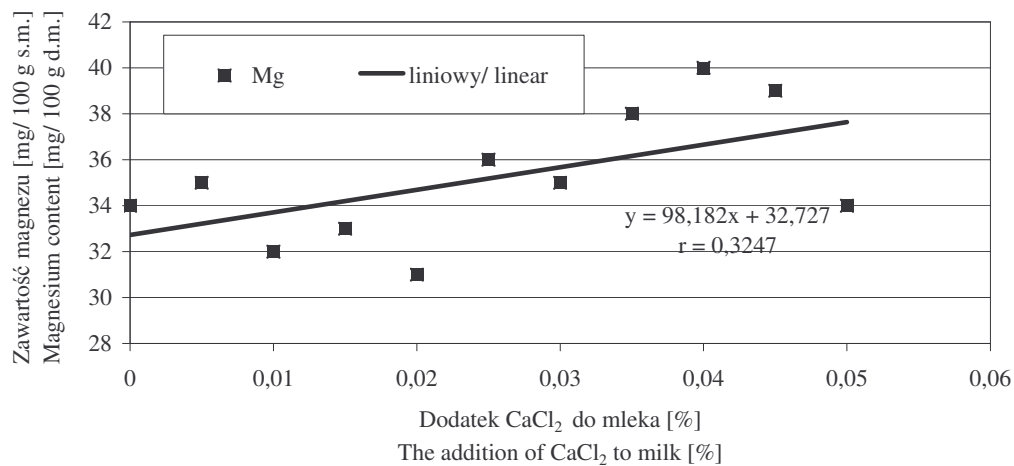
Rys. 1. Wpływ dodatku CaCl₂ do mleka przed pasteryzacją (90°C/15 s) na zawartość wapnia w serach twarogowych (n = 7).

Fig. 1. The effect of CaCl₂ added to milk prior to its pasteurization (90°C/15 s) on the content of calcium in cottage chesses (n = 7).



Rys. 2. Wpływ dodatku CaCl₂ do mleka przed pasteryzacją (90°C/ 15 s) na zawartość fosforu w serach twarogowych (n = 7).

Fig. 2. The effect of CaCl₂ added to milk prior to its pasteurization (90°C/15 s) on the content of phosphorus in cottage chesses (n = 7).



Rys. 3. Wpływ dodatku CaCl₂ do mleka przed pasteryzacją (90°C/ 15 s) na zawartość magnezu w serach twarogowych (n = 7).

Fig. 3. The effect of CaCl₂ added to milk prior its to pasteurization (90°C/15 s) on the content of magnesium in cottage chesses (n=7).

Natomiast fosforan wapniowy przechodzi do serwatki. Dodatek jonów wapniowych do mleka przed pasteryzacją powoduje zwiększenie powierzchni miceli kazeinowych, potęguje polimeryzację i agregację białek serwatkowych i w konsekwencji zwiększa efekt interakcji pomiędzy kazeiną a agregatami białek serwatkowych [3, 26]. Niekorzystną konsekwencją tego zabiegu jest obniżenie

stabilności termicznej mleka, co utrudnia przeprowadzenie procesu pasteryzacji surowca [28]. W czasie ogrzewania mleka zachodzi przekształcanie się rozpuszczalnego wapnia w formę koloidalną, która uczestniczy w kształtowaniu się kompleksu kazeiny z białkami serwatkowymi [19]. Żuraw i wsp. [29] wykazali, że poziom wapnia jonowego w mleku determinuje zawartość „koloidalnego” fosforanu wapniowego, który jest czynnikiem strukturotwórczym i wpływa na wielkość miceli kazeinowych. Badania zawartości wapnia i fosforu „koloidalnego” w mleku regenerowanym z proszku mlecznego produkowanego z mleka wzbogaconego w 3,6 M CaCl_2 wykazały, że zawiera więcej obydwu pierwiastków w porównaniu z mlekiem otrzymanym po regeneracji proszku otrzymanego z mleka bez dodatku chlorku wapnia [21]. Uważa się, że wiązania jonowe pomiędzy resztami kwasu fosforowego za pośrednictwem jonów wapniowych decydują o stabilności powstałych kompleksów pomiędzy białkami mleka [25]. Prawdopodobnie również magnez, w formie fosforanu „koloidalnego”, uczestniczy również w tworzeniu struktury micelarnej kazeiny oraz skrzepu kwasowego w serach twarogowych [16], czego jednak nie potwierdzają rezultaty badań niniejszej pracy. Zdaniem niektórych autorów, na stabilność kompleksów pomiędzy kazeiną a białkami serwatkowymi, determinującą stopień ich wykorzystania w twarogu, wpływa również stężenie jonów sodowych, cytrynianowych i zawartość laktozy [26].

Z przeprowadzonych badań wynika, że na skutek wysokiej pasteryzacji (w temp. 90°C w ciągu 15 s) mleka wzbogaconego w jony wapniowe (dodatek 0,01 – 0,05% CaCl_2), może zwiększać się nie tylko zawartość wapnia, ale również i fosforu w twarogu. Prawdopodobnie ze wzrostem zawartości wapnia „jonowego” w mleku wzrasta „zapotrzebowanie” na fosfor rodzimy mleka, który w formie „koloidalnego” fosforanu wapnia jest wbudowywany w strukturę skrzepu twarogowego. Wynika stąd, że korzystnym efektem stosowania metody wapniowo-termiczno-kwasowej w technologii serów twarogowych jest nie tylko lepsze wykorzystanie białka w produkcji oraz jego wyższa wartość odżywcza, ale również wzrost zawartości wartościowego wapnia i fosforu w tych produktach.

Wnioski

1. Sery twarogowe wyprodukowane z mleka wzbogaconego w jony wapniowe (z dodatkiem 0,01–0,05% CaCl_2) i pasteryzowanego w temp. 90°C w ciągu 15 s, w porównaniu z serem twarogowym otrzymywanym z mleka pasteryzowanego w temp. 75°C w ciągu 15 s, charakteryzowały się statystycznie istotnie wyższą (przy $\alpha = 0,05$) zawartością związków mineralnych, wyrażonych jako popiół.
2. Dodatek chlorku wapnia do mleka przed pasteryzacją wpływał istotnie na zwiększenie zawartości wapnia ($r = 0,9206$) oraz fosforu ($r = 0,9072$) w serach twarogowych.

Literatura

- [1] AOAC.: Official Methods of Analysis 12th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC 1975.
- [2] Bealieu M., Pouliot Y., Pouliot M.: Composition and microstructure of casein: whey protein aggregates formed by heating model solutions at 95°C. *Int. Dairy J.*, 1999, **9**, 393-394.
- [3] Britten M., Giroux H.: Acid-induced gelation of whey protein polymers: effect of pH and calcium concentration during polymerization. *Food Hydrocolloids*, 2001, **15**, 609-617.
- [4] Budślawski J., Drabent Z. *Metody analizy żywności*. WNT. Warszawa 1972.
- [5] Carbonaro M., Bonomi F., Iametti S., Cappelloni M.: Aggregation of proteins in whey from raw and heat-processed milk: Formation of soluble macro-aggregates and nutritional consequences. *Lebensm. Wiss. u. – Technol.*, 1998, **31**, 522-529.
- [6] Chmura S., Śmietana Z., Żulewska J.: The effect of the production method on selected physical-chemical properties of cottage cheeses. *Pol. J. Natural Sci.*, 2002, **11 (2)**, 189-197.
- [7] Chojnowski W.: Wpływ wybranych parametrów technologicznych na zmiany w strukturze, właściwościach fizykochemicznych oraz wartości biologicznej białek serwatkowych. *Acta Acad. Agricult. Techn. Olst., Technologia Alimentorum*, 1985, **21**, 1-40.
- [8] Cichon R.: Wpływ obróbki wapniowo-termicznej mleka na zmiany w składzie aminokwasowym i wartości odżywczej białka twarogów i serów. *Zesz. Nauk. ART. Olszt., Technol. Żywn.*, 1979, **14**, 73-121.
- [9] Correding M., Dalgleish D., The mechanism of the heat-induced interaction of whey proteins with casein micelles in milk. *Int. Dairy J.*, 1999, **9**, 233-236.
- [10] Dalgleish D., Goff D., Luan B.: Exchange reactions between whey proteins and caseins in heated soya oil-in-water emulsion system – behavior of individual proteins. *Food Hydrocolloids*, 2002, **16**, 295-302.
- [11] Gawęcki J., Wagner W.: *Podstawy metodologii badań doświadczalnych w nauce o żywności*. PWN. Warszawa 1984.
- [12] Kitlas M., Ziarno M.: Próba wzbogacenia serów twarogowych w wapń. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, **3 (32) Supl.**, 79-88.
- [13] Nitecka E., Popiołek P.: Wpływ metody koagulacji mleka na zmiany wartości odżywczej białka twarogów. *Przem. Spoż.*, 1990, **11**, 284 – 286.
- [14] Oldfield D., Singh H., Taylor M., Pearce K.: Heat-induced interactions of β -lactoglobulin and α -lactoalbumin with the casein micelle in pH-adjusted skim milk. *Int. Dairy J.*, 2000, **10**, 509-518.
- [15] Oldfield D., Singh H., Taylor M.: Association of β -lactoglobulin and α -lactoalbumin with casein micelles in skim milk heated in an ultra-high temperature plant. *Int. Dairy J.*, 1998, **8**, 765-770.
- [16] Pijanowski E., *Zarys chemii i technologii mleczarswa*. PWRiL. Warszawa 1984.
- [17] Rojewska H.: Ultrafiltracja w technologii serków twarogowych. *Przegl. Mlecz.*, 1997, **12**, 402-403.
- [18] Schokker E.P., Singh H., Creamer L.K.: Heat-induced aggregation of β -lactoglobulin A and B with α -lactoalbumin. *Int. Dairy J.*, 2000, **10**, 843-853.
- [19] Singh H., Waungana A.: Influence of heat treatment of milk on cheese-making properties. *Int. Dairy J.*, 2001, **11**, 543-551.
- [20] Szpendowski J., Kłobukowski J., Bohdziewicz K., Kujawski M.: Characteristic of the chemical compositions and the nutritive value of protein in selected curd cheeses. *Pol. J. Natural Sci.* 2004, **2**, 143-150.
- [21] Śmietana Z., Żuraw J., Płodzień T., Szpendowski J.: Charakterystyka wapnia i fosforu w mleku regenerowanym z proszku. *Roczn. Inst. Przem. Mlecz.* 1983, **2 (70)**, 39-51.

- [22] Śmietana Z., Derengiewicz W., Jankowski A., Wojdyński T.: Nowa technika i technologia produkcji twarogów. *Przeł. Mlecz.*, 1998, **9**, 288-292.
- [23] Vasbinder A., van Mil P., Bot A., Kruif K.: Acid-induced gelation of heat-treated milk studied by diffusing wave spectroscopy. *Colloids and Surfaces*, 2001, **21**, 245-250.
- [24] Whiteside P.J.: *Atomic Absorption – Data Book*. Cambridge 1976.
- [25] Visser J., Minihan A., Smith P., Tjan S.B., Heertje I.: Effects of pH and temperature on the milk salt system. *Neth. Milk Dairy J.*, 1986, **40**, 351-368.
- [26] Załęska-Roskosz D., Śmietana Z., Poznański S.: Wpływ dodatku jonów wapniowych i ogrzewania mleka na zmiany białek. *Roczn. Inst. Prze. Mlecz.*, 1981, **2**, 67, 59-65.
- [27] Ziajka S.: *Mleczarstwo zagadnienia wybrane*. T. II. Wyd. AR-T w Olsztynie 1997.
- [28] Ziarno M., Semeniuk E., Kycia K.: Wpływ dodatku soli wapnia na stabilność mleka przeznaczonego do produkcji sera typu cottage cheese. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **2 (39)**, 81-91.
- [29] Żuraw J., Śmietana Z., Szpendowski J., Chojnowski W.: Influence de l'addition de sels de calcium et du chauffage sur les diverses formes de calcium dans le lait. *Le Lait*, 1986, **66**, 421-429.

THE EFFECT OF CALCIUM CHLORIDE ADDED TO MILK AND MILK HEATING ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF COTTAGE CHEESES

S u m m a r y

In this paper, the objective was to study and identify the effect of calcium chloride added to milk and the effect of pasteurisation of the enriched milk on the chemical composition of cottage cheeses produced from it. The content of water, protein, fat, lactose, ash, calcium, phosphorus, and magnesium was determined.

It was stated that cottage cheeses produced from milk, enriched by calcium ions (with 0.01-0.05% of CaCl_2 added) and pasteurised at a temperature of 90°C during a period of 15 s, had a significantly higher ash content ($\alpha = 0,05$) compared to cottage cheeses produced from milk pasteurised for the same period of 15 s, but at a temperature of 75°C. Calcium chloride added to milk before the pasteurisation caused a significant increase in the content of calcium (correlation coefficient $r = 0,9206$) and phosphorus (correlation coefficient $r = 0,9072$) in cottage cheeses.

Key words: cottage cheeses, chemical content, calcium, phosphorus, magnesium ☒