

ZMIANY MIKROBIOLOGICZNE W SERZE EDAMSKIM, SOLONYM W MIESZANINIE CHLORKÓW SODU I POTASU PODCZAS DOJRZEWANIA

MICROBIOLOGICAL CHANGES IN EDAM TYPE CHEESE, BRINED IN A MIXTURE OF SODIUM AND POTASSIUM CHLORIDES DURING THE RIPENING PROCESS

Maria Wachowska

Katedra Biotechnologii Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Słowa kluczowe: sery, solenie, KCl, mikrobiologia

Key words: cheese, salting, KCl, microbiology

STRESZCZENIE

Sery solono w zmodyfikowanej solance zawierającej w swoim składzie mieszaninę chlorków sodu i potasu w proporcji 1:1,27 (w/w), zgodnie z instrukcją technologiczną przez 24 h oraz w skróconym czasie 18 h i 12 h. Próbą kontrolną był ser edamski solony przez 24 h w tradycyjnej solance. W serach, okresowo w czasie dojrzewania, przeprowadzono następujące analizy mikrobiologiczne: ogólną liczbę bakterii, liczbę paciorkowców kwaszących, najbardziej prawdopodobną liczbę przetrwalników bakterii beztlenowych sacharolitycznych, liczbę *E. coli* i liczbę gronkowców koagulazododatnich. Ponadto badane sery poddano analizie chemicznej, obejmującej oznaczenie kwasowości, zawartości wody i soli oraz komisyjnej ocenie organoleptycznej. Na podstawie przeprowadzonej analizy mikrobiologicznej stwierdzono, wzrost ogólnej liczby drobnoustrojów w miarę dojrzewania serów oraz obniżenie liczebności paciorkowców kwaszących. Nie zaobserwowano znaczących zmian w populacji badanej mikroflory w serach solonych w solance zmodyfikowanej, w porównaniu z serami solonymi tradycyjnie. Rodzaj stosowanej solanki nie miał również znaczącego wpływu na zmiany NPL przetrwalników bakterii beztlenowych, sacharolitycznych. W żadnym z analizowanych serów nie stwierdzono obecności bakterii *E. coli* i gronkowców koagulazododatnich.

ABSTRACT

Cheese were brined in a modified brine containing a mixture of sodium and potassium chlorides (1:1.27, w/w), following technological instruction, for 24 hours and in a shortened time of 18 h and 12 h. Edam type cheese brined for 24 h in a traditional brine served as a control. In the ripening period, the cheeses were subjected to the following microbiological analyses: total bacteria count, the number of acidifying streptococci, the most probable number (MPN) of resting spores of anaerobic saccharolytic bacteria, the count of *E. coli* and the number of coagulase-positive staphylococci. The cheeses were additionally subjected to chemical analyses, including the determination of: acidity, water content, salt content and a panel assessment of their organoleptic traits. The microbiological analysis demonstrated an increase in the total bacteria count and a decrease in the number of acidifying streptococci coinciding with the progress in ripening. No significant changes were observed in the population of microflora examined in the cheeses brined in the modified brine, as compared those produced in the traditional brine. The type of brine used also had no significant effect on changes in the MPN of resting spores of anaerobic saccharolytic bacteria. In none of the cheeses analyzed in this study was found *E. coli* bacteria or coagulase-positive staphylococci.

WSTĘP

W ostatnich latach ze względów zdrowotnych dąży się do zmniejszenia zawartości sodu w wielu produktach. Wśród produktów mleczarskich szczególnie dużo sodu zawierają sery, dlatego podjęto próby ograniczenia w nich zawartości soli [6, 7, 23, 28, 29].

Sól w serze jednak nie tylko wpływa na jego smak, ale również na prawidłowy przebieg procesów związanych z dojrzewaniem, ponadto hamuje rozwój niepożądaną mikroflory.

Ze względu na rolę chlorku sodu w procesie technologicznym nie można jego całkowicie wyeliminować z sera. Można natomiast ograniczyć do poziomu zapew-

Adres do korespondencji: Maria Wachowska, Katedra Biotechnologii Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, 10-718 Olsztyn, ul. Heweliusza 1, tel. 89 52 34 774, fax 89 52 34 230, e-mail: mari@uwm.edu.pl

niającego odpowiednią jakość sera lub użyć inną sól, spełniającą funkcje chlorku sodu [1, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 16 - 20, 25- 27, 32, 33].

Jednakże zastąpienie chlorku sodu w serze cheddar fosforanami sodowymi i potasowymi, spowodowało pogorszenie jego smaku i konsystencji [4]. Sery solone wyłącznie chlorkiem potasu, chlorkiem magnezu i chlorkiem wapnia również nie nadawały się do konsumpcji, ze względu na gorzki smak [5, 17, 20]. Podobne wyniki uzyskano stosując do solenia sera cheddar mieszaninę chlorku wapnia i chlorku sodu lub chlorku magnezu i chlorku sodu [5].

Natomiast zastosowanie do solenia mieszaniny chlorków sodu i potasu pozwoliło otrzymać sery, które nie wykazywały istotnych różnic pod względem oceny organoleptycznej w porównaniu z serami solonymi tradycyjnie [1, 6, 16, 17, 20]. Stwierdzono także, że zastąpienie częściowo chlorku sodu, podczas solenia serów, chlorkiem potasu nie wpływało znacząco na przebieg procesu proteolizy i lipolizy [1, 5, 6, 7, 19, 27, 32, 33]. Jednocześnie sery solone w solance wzbogaconej w chlorek potasu miały korzystniejszą dla zdrowia człowieka proporcję pierwiastków Na:K [6, 22]. Przeprowadzone badania wykazały ponadto, że sery solone mieszaniną chlorków sodu i potasu (1:1 w/w) charakteryzowały się wyższą wartością odżywczą białka niż sery solone tradycyjnie [13].

Obserwowany w ostatnich latach wzrost na rynku asortymentu serów, wymusza na producentach szczególnie zwrócenie uwagi na ich jakość mikrobiologiczną. Jakość mikrobiologiczna serów jest bowiem bardzo istotnym czynnikiem decydującym o ich zaletach żywieniowych.

MATERIAŁ I METODY

Ser edamski, wyprodukowany w skali przemysłowej, solono w solance zawierającej mieszaninę chlorków sodu i potasu w proporcji wagowej 1:1,27 przez 12 h, 18 h oraz 24 h t.j. zgodnie z instrukcją technologiczną. Próbką kontrolną był ser edamski solony w tradycyjnej solance przez 24 h. Sery dojrzewały w warunkach przemysłowych przez 6 tygodni. Okresowo po 1, 2, 4 i 6 tygodniach dojrzewania przeprowadzono analizę chemiczną i mikrobiologiczną. Analiza chemiczna obejmowała oznaczenie zawartości soli [15], wody [15], i kwasowości [15]. Analiza mikrobiologiczna obejmowała oznaczenie:

- ogólnej liczby bakterii metodą płytkową na podłożu agar mleczny firmy Merck - posiewy wykonywano w 2 powtórzeniach metodą wgłębną, płytki inkubowano w temp. 30°C przez 72 h.
- liczby paciorkowców kwaszących metodą płytkową na podłożu agar M 17 wg Terzaghi firmy Merck -

posiewy wykonywano w 2 powtórzeniach metodą powierzchniową, płytki inkubowano w temp. 30°C przez 48 h.

- liczby bakterii *E. coli* metodą płytkową na podłożu agar TBX firmy Merck - posiewy wykonywano w 2 powtórzeniach metodą wgłębną, płytki inkubowano w temp. 37°C przez 2 h, a następnie w temp. 44°C przez 24 h.
- najbardziej prawdopodobnej liczby przetrwalników bakterii beztlenowych, sacharolitycznych na agarze bulionowym z glukozą firmy Danisco-Biolacta - próby przed posiewem podgrzewano w temp. 80-83°C przez 10min, posiewy wykonywano w 3 powtórzeniach, próbki inkubowano w temp. 37°C przez 96 h.
- liczby gronkowców koagulazododatnich metodą płytkową na podłożu PFI firmy Danisco-Biolacta – posiewy wykonano tylko po 6 tygodniach dojrzewania sera w 2 powtórzeniach, płytki inkubowano w temp. 37°C przez 24 h.

Analizowane sery poddano także komisyjnej ocenie organoleptycznej.

WYNIKI I DYSKUSJA

O jakości otrzymywanych serów decyduje między innymi jakość mikrobiologiczna surowca, technologia produkcji i warunki dojrzewania. Podczas produkcji sera do mleka przerobowego dodaje się kultury starterowe. Ich zadaniem jest przeprowadzenie z odpowiednią dynamicznością fermentacji mlekowej, a także przeciwdziałanie rozwojowi niepożądanego mikroflory. Ponadto kultury starterowe są źródłem enzymów proteolitycznych i lipolitycznych biorących udział w dojrzewaniu serów [31]. Rozwój mikroflory w serze zależy m.in. od zawartości w nim soli i wody.

Zawartość soli w badanych serach przedstawiono w tabeli 1.

Wraz ze skróceniem czasu solenia zawartość soli w serach malała. Różnice w jej zawartości były jednak niewielkie, ponieważ sól najintensywniej wnika do sera na początku procesu solenia. Spowodowane jest to dużą różnicą stężenia soli w solance i fazie wodnej sera. Zawartość soli w serach wpłynęła na zawartość w nich wody. Sery o krótszym czasie solenia charakteryzowały się nieco większą zawartością wody. Przykładowo, po 1 tygodniu dojrzewania, w serze solonym w zmodyfikowanej solance przez 24 h zawartość wody wynosiła 43,40%, a w serze solonym przez 12 h – 44,26%. Tendencje te są zgodne z wynikami badań innych autorów [25, 28, 29]. W miarę dojrzewania różnice w zawartości wody między serami o różnym stopniu nasolenia zmniejszyły się.

Kwasowość wszystkich serów w miarę dojrzewania malała osiągając po 6 tygodniach wartość ok. 5,4 pH

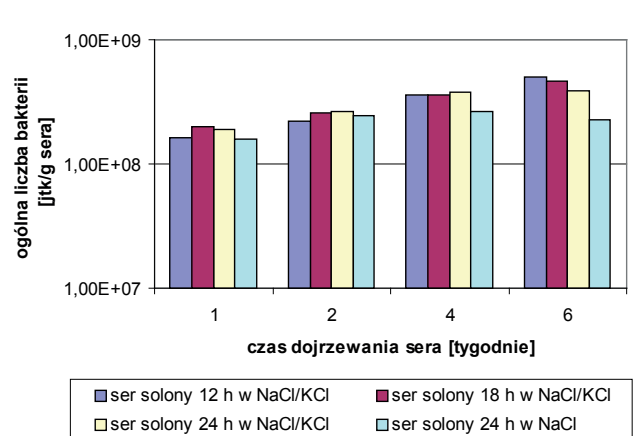
Tabela 1 Analiza chemiczna sera
Chemical analysis of cheese

Rodzaj solanki	Czas solenia [h]	Czas dojrzewania [tygodnie]	Zawartość soli [%]	Zawartość wody [%]	Kwasowość pH
NaCl	24	1	1,13	42,98	5,19
		2	1,15	42,83	5,30
		4	1,15	42,77	5,40
		6	1,09	42,40	5,42
NaCl:KCl (1:1,27) w/w	24	1	0,98	43,40	5,26
		2	1,00	43,02	5,31
		4	1,07	42,89	5,41
		6	0,99	42,50	5,42
	18	1	0,94	44,34	5,28
		2	0,86	43,45	5,32
		4	0,86	43,15	5,40
		6	0,84	42,92	5,41
	12	1	0,88	44,26	5,28
		2	0,78	43,12	5,38
		4	0,77	43,08	5,41
		6	0,77	42,98	5,44

(tabela 1). Brak znaczących różnic w kwasowości serów solonych chlorkiem sodu i mieszaniną chlorków sodu i potasu wykazali również *Iwańczak i in.* [6], *Koenig i Marth* [14], *Reddy i Marth* [21].

Na podstawie przeprowadzonej oceny organoleptycznej stwierdzono, że wszystkie sery miały czysty, typowy dla sera edamskiego smak i zapach. Sery solone w solance zmodyfikowanej, zwłaszcza solone przez krótszy czas, oceniono jako bardziej łagodne. Nie stwierdzono w nich jednak charakterystycznego posmaku chlorku potasu. Konsystencja wszystkich serów była elastyczna, a oczkowanie prawidłowe. Oceniający preferowali sery o dłuższym czasie solenia, ponieważ sól wpływa na smakowość produktu.

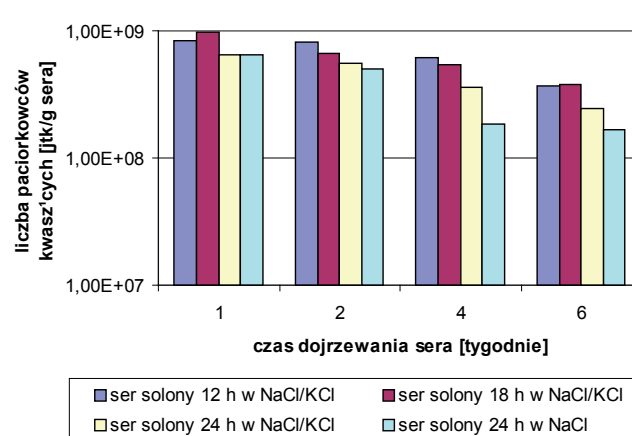
Analiza mikrobiologiczna wykazała, we wszystkich badanych serach, niewielki wzrost ogólnej liczby bakterii (poniżej 0,5 log [jtk./g sera]) Ryc. 1).



Ryc. 1. Zmiany ogólnej liczby bakterii w czasie dojrzewania sera
Changes in the total bacteria population during the ripening process of cheese

Ogólna liczba bakterii zależy od liczebności bakterii kultur starterowych, mikroflory wtórnej oraz mikroflory technologicznie szkodliwej. Podczas procesu dojrzewania bakterie kultur starterowych ulegają autolizie, dzięki czemu bakterie mlekowe nie pochodzące z zakwasu zyskują źródło energii, co wpływa na wzrost ich liczebności [2, 3, 34]. Zauważono również, że w serach krócej solonych ogólna liczba bakterii była nieznacznie większa niż w serach dłużej solonych. Przykładowo w serze, po 6 tygodniach dojrzewania, solonym w solance zmodyfikowanej przez 12 h ogólna liczba bakterii wynosiła $5,1 \times 10^8$ jtk./g sera, a w serze solonym 24 h - $3,9 \times 10^8$ jtk./g sera. Powodem tego prawdopodobnie były korzystniejsze dla rozwoju mikroflory warunki - nieco wyższa zawartość wody i niższa zawartość soli (tabela 1).

Częściowe zastąpienie chlorku sodu chlorkiem potasu w solance nie spowodowało znaczących zmian



Ryc. 2. Zmiany ogólnej liczby paciorkowców kwaszących w czasie dojrzewania sera
Changes in the total population of acidifying streptococci during the ripening of cheese

Tabela 2 Liczba bakterii *E.coli* oraz gronkowców koagulazododatnich w serze
The number of bacteria *E.coli* and coagulase-positive staphylococci in cheese

Rodzaj oznaczanego mikroorganizmu	Czas dojrzewania sera [tygodnie]	Rodzaj solanki i czas solenia			
		NaCl 24 h	NaCl:KCl 1:1,27 (w/w) 24 h	NaCl:KCl 1:1,27 (w/w) 18 h	NaCl:KCl 1:1,27 (w/w) 12 h
<i>E.coli</i>	1	nb	nb	nb	nb
	2	nb	nb	nb	nb
	4	nb	nb	nb	nb
	6	nb	nb	nb	nb
Gronkowce koagulazododatnie	6	nb	nb	nb	nb

nb -nie obecne w 0,1g sera

ogólnej liczby bakterii w solonych w niej serach. Podobne rezultaty uzyskali Reddy i Marth [21] badając ser cheddar solony mieszaniną chlorków sodu i potasu. Natomiast Aly [1] stwierdził w serze typu feta, solonym mieszaniną chlorku sodu i chlorku potasu w różnych proporcjach, niższą ogólną liczbę drobnoustrojów niż w serze solonym wyłącznie chlorkiem sodu. Obserwacje te były zgodne z wynikami badań Koenig i Marth [14].

Liczebność paciorkowców kwaszących w badanych serach zależała od czasu ich solenia.

W serach solonych przez 24 h, zarówno w solance tradycyjnej, jak i zmodyfikowanej liczebność paciorkowców była nieco niższa niż w serach solonych przez krótszy czas. Mogło to wynikać z nieco niższej zawartości w nich wody (tabela 1). W serze, solonym przez 24 h w solance wzbogaconej w potas, po 1 tygodniu dojrzewania, liczba paciorkowców wynosiła $6,5 \times 10^8$ jtk /g sera, a w serze solonym przez 12 h – $8,3 \times 10^8$ jtk /g sera [rys.2]. Zmodyfikowanie solanki do solenia serów nie wpłynęło znacząco na zmianę liczebności paciorkowców.

Podczas dojrzewania we wszystkich serach nastąpiła redukcja liczebności paciorkowców. Przykładowo w serze solonym przez 18 h w solance będącej mieszaniną chlorków sodu i potasu, po 1 tygodniu dojrzewania, liczba paciorkowców wynosiła $9,8 \times 10^8$ jtk./g sera, a po 6 tygodniach dojrzewania $3,8 \times 10^8$ jtk/g sera. Podobne tendencje zauważyli Reddy i Marth [21], którzy oznaczali liczebność bakterii fermentacji mlekowej w serze cheddar solonym chlorkiem sodu, chlorkiem potasu i mieszaniną chlorków sodu i potasu.

Do głównych wad sera spowodowanych obecnością mikroflory technologicznie szkodliwej należą wczesne i późne wzdęcia serów.

Na podstawie przeprowadzonych analiz nie stwierdzono obecności *E. coli* w 0,1g badanych serów, co sugeruje, że zastosowany do solenia serów chlorek potasu, podobnie jak chlorek sodu, zabezpiecza przed rozwojem mikroflory patogennej (tabela 2).

Skrócenie czasu solenia również nie spowodowało wzrostu *E. coli*, co świadczyło o bardzo dobrej higienie produkcji badanych serów. Również Reddy i Marth [21]

w serach solonych chlorkiem potasu oraz mieszaniną chlorków sodu i potasu nie wykryli obecności bakterii z grupy coli.

Ryzyko wystąpienia wtórnych wzdęć w serze zależy od liczebności przetrwalników *Clostridium* w mleku, z którego był produkowany ser. Na rozwój przetrwalników w serze może mieć wpływ także rodzaj stosowanej szczepionki, a także pH sera 24 h po wyrobie [8].

NPL przetrwalników bakterii sacharolitycznych w badanych serach była niewielka - po pierwszym tygodniu dojrzewania wahała się w granicach 2,3 - 4,2 / g sera i w miarę dojrzewania sera ulegała dodatkowo obniżeniu (tabela 3).

Tabela 3. NPL przetrwalników bakterii beztlenowych, sacharolitycznych w serze
The most probable number (MPN) of resting spores of anaerobic saccharolytic bacteria in cheese

Rodzaj solanki	Czas solenia [h]	Czas dojrzewania sera [tygodnie]			
		1	2	4	6
		[NPL/1g sera]			
NaCl	24	2,3	1,5	1,5	0,92
NaCl:KCl (1:1,27) w/w	24	4,2	1,5	1,1	0,92
	18	2,3	2,3	2,3	2,3
	12	2,3	0,92	0,36	0,36

Sól migrując w głąb sera podczas dojrzewania hamuje rozwój przetrwalników. Rodzaj zastosowanej solanki do solenia sera nie miał wpływu na zmiany NPL w badanych serach, a otrzymane wyniki potwierdziły dobrą jakość sera.

W serach solonych w tradycyjnej solance, jak i zmodyfikowanej, bez względu na stopień nasolenia nie stwierdzono również obecności gronkowców koagulazododatnich w 0,1g, co również świadczyło o wysokiej jakości badanych serów (tabela 2). Koenig i Marth [14] analizując wpływ typu soli stosowanej do solenia sera cheddar na rozwój w nim *Staphylococcus aureus*, zauważyli że w serach solonych mieszaniną chlorków sodu i potasu liczebność badanej bakterii była mniejsza niż w serze solonym tradycyjnie. Autorzy sugerowali, że mniej intensywny rozwój *Staphylococcus aureus*, mógł

być spowodowany zmniejszeniem gradientu stężenia jonów K^+ w środku i na zewnątrz komórek badanych gronkowców. Ponadto zauważyli, że w serach z dodatkiem 1% kultur starterowych liczebność *Staphylococcus aureus* była prawie o pełny cykl logarytmiczny niższa niż w serach z dodatkiem 0,5% kultur starterowych.

WNIOSKI

1. Zastosowanie do solenia serów solanki, będącej mieszaniną chlorku sodu i chlorku potasu w proporcji 1:1,27 (w/w), a także skrócenie czasu solenia do 12 h nie spowodowało pogorszenia jakości mikrobiologicznej serów w porównaniu z serami solonymi metodą tradycyjną.

PIŚMIENNICTWO

1. *Aly M.E.*: An attempt for producing low-sodium Feta-type cheese. *Food Chem.* 1995, 52, 295-299.
2. *Cichosz G.*: Biotechnologiczne uwarunkowania procesu dojrzewania sera. *Prz. Mlecz.* 1999, 4, 101-104.
3. *Cichosz G.*: Pałeczki *Lactobacillus* – znaczenie w serowarstwie. *Prz. Mlecz.* 2006, 9, 4-8.
4. *Green M.L.*: Effect of replacing part of the sodium chloride in cheddar cheese by sodium or potassium phosphates on ripening, flavour and texture. *J. Dairy Res.* 1986, 53, 329-332.
5. *Fitzgerald E., Buckley J.*: Effect of total and partial substitution of sodium chloride on quality of cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 1985, 68, 3127-3134.
6. *Iwańczak M., Reps A., Wiśniewska K., Jarmul I., Kołakowski P.*: Possibility for increasing the potassium content in ripening. *Milchwiss.* 1995, 50 (11), 619-622.
7. *Iwańczak M., Wiśniewska K., Reps A., Dajnowiec F.*: Wpływ zawartości soli oraz częściowego zastąpienia sodu potasem na proces degradacji białek w serach dojrzewających. *Zesz. Nauk. ART Olszt. Technol. Żywn.* 1998, 30, 23-33.
8. *Jakubczyk E.*: Jakość serów dojrzewających a przetrwalnikujące bakterie beztlenowe, część I. *Prz. Mlecz.* 1996, 5, 137-176.
9. *Katsiari M.C., Voutsinas L.G., Alichanidis E., Roussis I.G.*: Reduction of sodium content in feta cheese by partial substitution of NaCl by KCl. *Int. Dairy J.* 1997, 7, 465-472.
10. *Katsiari M.C., Alichanidis E., Voutsinas L.G., Roussis I.G.*: Proteolysis in reduced sodium feta cheese made by partial substitution of NaCl by KCl. *Int. Dairy J.* 2000, 10, 635-646.
11. *Katsiari M.C., Voutsinas L.G., Alichanidis E., Roussis I.G.*: Lipolysis in reduced sodium kefalograviera cheese made by partial replacement of NaCl with KCl. *Food Chem.* 2001, 72, 193-197.
12. *Katsiari M.C., Alichanidis E., Voutsinas L.G., Roussis I.G.*: Proteolysis in reduced sodium kefalograviera cheese made by partial replacement of NaCl with KCl. *Food Chem.* 2001, 73, 31-43.
13. *Kłobukowski J., Kozikowski W., Cichon R., Reps A.*: Wpływ dodatku KCl do solanki i czasu solenia na wartość odżywczą białka serów dojrzewających. *Zesz. Nauk. ART Olszt. Technol. Żywn.* 1995, 28, 145-156.
14. *Koenig S., Marth E. H.*: Behavior of *Staphylococcus aureus* in cheddar cheese made with sodium chloride or mixture of sodium chloride and potassium chloride. *J. Food Prot.* 1982, 45, 996-1002.
15. *Krełowska-Kulas M.*: Badanie produktów mleczarskich. Sery. Badanie jakości produktów spożywczych. PWE Warszawa. 1993, 469-483.
16. *Ramadan F.A.M.*: Partial replacement of sodium by potassium in the manufacture of domiati cheese. *Egypt. J. Dairy Sci.* 1995, 23, 259-270.
17. *Rapacci M., Antunes L.A.F., Furtado M.M.*: Effect of the substitution of the NaCl by KCl in the characteristics of the prato cheese. *J. Dairy Sci.* 1990, 73 Suppl., 111.
18. *Reddy K.A., Marth E.H.*: Composition of cheddar cheese made with sodium chloride and potassium chloride either singly or as mixtures. *J. Food Comp. Anal.* 1993, 6, 354-363.
19. *Reddy K.A., Marth E.H.*: Lipolysis in cheddar cheese made with sodium chloride, potassium chloride or mixtures of sodium and potassium chloride. *Milchwiss.* 1993, 48, 488-493.
20. *Reddy K.A., Marth E.H.*: Sensory evaluation of Cheddar cheese made with sodium chloride or mixtures of sodium and potassium chloride. *J. Sensor. Stud.* 1994, 9, 187-204.
21. *Reddy K.A., Marth E.H.*: Microflora of cheddar cheese made with sodium chloride, potassium chloride, or mixtures of sodium and potassium chloride. *J. Food Prot.* 1995, 58, 54-61.
22. *Reps A., Iwańczak M., Kołakowski P., Kulesza J.*: Diffusion of sodium and potassium from brine into cheese. *Milchwiss.* 1995, 50, 263-265.
23. *Reps A., Wiśniewska K., Jarmul I.*: Celowość obniżenia zawartości soli w produktach mleczarskich. *Prz. Mlecz.* 1988, 3, 16-17.
24. *Schroeder C.L., Bodyfelt F.W., Wyatt C.J., McDaniel M.R.*: Reduction of sodium chloride in cheddar cheese: effect on sensory, microbiological and chemical properties. *J. Dairy Sci.* 1988, 71, 2010-2020.
25. *Sihufe G.A., Zorrilla S.E., Rubiolo A.C.*: Casein degradation of fynbo cheese salted with NaCl/KCl brine and ripened at various temperatures. *J. Food Sci.* 2003, 68 (1), 117-123.
26. *Sihufe G.A., Zorrilla S.E., Rubiolo A.C.*: Kinetics of proteolysis of β -casein during ripening of fynbo cheese salted with NaCl or NaCl/KCl and ripened at different temperatures. *J. Food Sci.* 2005, 70 (2), C151-C156.
27. *Sihufe G.A., Zorrilla S.E., Rubiolo A.C.*: Secondary proteolysis of Fynbo cheese salted with NaCl/KCl brine and ripened at various temperatures. *Food Chem.* 2006, 96 (2), 297-303.
28. *Thakur M.K., Kirk J.R., Hedrick T.I.*: Changes during ripening of unsalted cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 1975, 58, 175-180.

29. *Wiśniewska K., Reps A., Jarmul I., Iwańczak M.*: Ripening of rennet cheeses with different content of salt. *Natur. Sci.* 1999, 3, 95-108.
30. *Ziarno M.*: Charakterystyka komercyjnych kultur starterowych stosowanych w przemyśle mleczarskim. *Medycyna Wet.* 2007, 63 (8) 909-913.
31. *Zorrilla S.E., Castelao E.L., De Piante D., Rubiolo A.C.*: Proteolysis during ripening of low-fat Fynbo cheese salted with a mixture of NaCl and KCl. *Aust. J. Dairy Technol.* 1996, 51 (1), 6-7.
32. *Zorrilla S.E., Rubiolo A.C.*: Kinetics of casein degradation during ripening of fynbo cheese salted with NaCl/KCl brine. *J. Food Sci.* 1997, 62 (2), 386-389.
33. *Zorrilla S.E., Rubiolo A.C.*: Note. Sensory analysis during ripening of Fynbo cheese salted with NaCl / KCl brine. *Food Sci. Tech. Int.* 1999, 5 (3), 251-254.
34. *Zmarlicki S.*: Problematyka 25 Międzynarodowego Kongresu Mleczarskiego w świetle opublikowanych materiałów. Tom II. Nauka i technologia mleczarska. (część I). *Prz. Mlecz.* 2000, 1, 8-14.

Otrzymano: 03.02.2010

Zaakceptowano do druku: 07.09.2010