

Dr inż. Katarzyna KYCIA
Wydział Nauk o Żywności
SGGW w Warszawie

ANALIZA PORÓWNAWCZA I OCENA PRZYDATNOŚCI DO TOPIENIA SERÓW KWASOWYCH I KWASOWO-PODPUSZCZKOWYCH OTRZYMANÝCH Z RETENTATÓW UF MLEKA®

Comparative analysis of acid and acid-rennet cheeses made from UF milk retentates and their suitability for processing®

Słowa kluczowe: ser topiony, ultrafiltracja, dojrzewanie, tekstura.

W artykule porównano właściwości fizykochemiczne i mikrobiologiczne otrzymanych z retentatów UF mleka serów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych świeżych oraz poddanych 6-tygodniowemu dojrzewaniu w temperaturze 10°C. Oceniono przydatność tych serów jako surowców do produkcji sera topionego. Świeże sery kwasowo-podpuszczkowe charakteryzowały się istotnie wyższą kwasowością miareczkową i zawartością form N rozpuszczalnego przy pH 4,6 w stosunku do serów kwasowych. Dojrzewanie pogłębiło jeszcze istniejące różnice oraz przyczyniło się do obniżenia pH serów. Sery topione otrzymane z dodatkiem świeżych serów kwasowych nie różniły się istotnie pod względem badanych parametrów tekstury i ocenianych wyróżników jakości sensorycznej od serów topionych uzyskanych z udziałem świeżych serów kwasowo-podpuszczkowych. Sery topione wyprodukowane z dodatkiem poddanych dojrzewaniu serów kwasowo-podpuszczkowych charakteryzowały się mniejszą twardością i nieco lepszą jakością sensoryczną od serów topionych otrzymanych z udziałem poddanych dojrzewaniu serów kwasowych.

Key words: processed cheese, ultrafiltration, ripening, texture.

The article was to compare some physicochemical and microbiological properties of acid and acid-rennet cheeses (fresh and ripened) as well as to compare their suitability as a fresh or matured products for the production of processed cheese. The results indicated that fresh acid-rennet cheeses (about 32% total solids, 13% fat, 13% total protein content) had a significantly higher soluble nitrogen content at pH 4,6 and the value of titratable acidity compared to acid cheeses. Ripening further deepened the existing differences and contributed to reducing the pH value for both type of cheeses. Processed cheese made with the addition of fresh acid and acid-rennet cheese did not differ significantly with respect to hardness and sensory quality. Processed cheese containing ripened acid-rennet cheese showed lower hardness and better sensory quality as compared with the processed cheese obtained with ripened acid cheese.

WSTĘP

Proces koncentracji składników mleka metodą ultrafiltracji od ponad 40 lat [12] wykorzystywany jest na skalę przemysłową w produkcji serów miękkich oraz w celach standaryzacji zawartości białka w mleku przeznaczonym do wyrobu serów twardych i półtwardych [6]. Zatrzymanie kazeiny łącznie z cennymi białkami serwatkowymi w skrzepie uzyskanym z retentatu UF mleka pozwala na zwiększenie wydatku sera oraz podniesienie jego wartości odżywczej. Stopień zagęszczenia składników mleka z wykorzystaniem ultrafiltracji w produkcji serów twardych i półtwardych dojrzewających jest jednak ograniczony, bowiem sery otrzymane z silnie zagęszczonych koncentratów UF mleka wykazują wady smaku i tekstury wynikające z odbiegającego od tradycyjnego sposobu ich dojrzewania. Można przypuszczać, że w przypadku użycia tych właśnie serów jako surowców do

topienia wady te nie uległyby ujawnieniu. Wskutek topienia masy serowej zmniejszają się bowiem znacznie pewne negatywne cechy organoleptyczne surowca użytego do topienia.

Pierwsza wzmianka o wykorzystaniu ultrafiltracji w procesie produkcji sera topionego pochodzi z 1977 roku [8]. Od tego czasu w literaturze opisywane są liczne metody wykorzystujące silnie zagęszczone retentaty UF mleka do produkcji odpowiednio utrwalonych koncentratów białkowo-tłuszczowych przeznaczonych do topienia [5, 17, 2, 9, 10]. Metody te wykorzystują niekiedy obok ultrafiltracji również inne techniki membranowe (najczęściej diafiltrację), czy operacje dodatkowego zagęszczania retentatów UF na wyparkach [1, 13]. Nieodłącznym elementem towarzyszącym nowo opracowywanym technologiom jest zapewnienie właściwego smaku i tekstury gotowych produktów. Użycie do topienia ukwaszonych, niepoddanych dojrzewaniu retentatów UF

Adres do korespondencji – Corresponding author: Katarzyna Kycia, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk o Żywności, Katedra Biotechnologii i Oceny Żywności, ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa, e-mail: Katarzyna_kycia@sggw.pl

mleka wymaga dodatku do mieszanki topialniczej sera dojrzalego, nadającego specyficzne cechy organoleptyczne [5]. Sery niedojrzałe, zawierające białko w formie nierozpuszczalnej, pozbawione są smaku typowego dla serów dojrzalych. Jak wiadomo powstanie właściwego smaku i pożądanych cech tekstury serów zależy w dużym stopniu od proteolizy kazeiny. Publikacje z tego zakresu potwierdzają, że zastosowanie w procesie topienia niepoddanych dojrzewaniu ukwaszonych retentatów UF mleka jest ograniczone, ponieważ prowadzi do otrzymania serów charakteryzujących się zbyt łagodnym smakiem, większą twardością i nadmierną kruchością w stosunku do serów topionych otrzymywanych z surowców tradycyjnych [5, 9].

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących analizy porównawczej serów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych otrzymanych z retentatów UF mleka oraz ocena ich przydatności do topienia, jako produktów świeżych i poddanych dojrzewaniu.

MATERIAŁ I METODY

Metody technologiczne. Materiał do badań stanowiły sery kwasowe i kwasowo-podpuszczkowe świeże (24 godziny po wyrobie) oraz poddane dojrzewaniu (6 tygodni w temperaturze 10°C), jak również otrzymane z ich udziałem sery topione. Doświadczenie przeprowadzono w czterech powtórzeniach.

Sery kwasowe i kwasowo-podpuszczkowe otrzymywano z mleka spożywczego pasteryzowanego o 3,2% zawartości tłuszczu (SM Mazowsze, Chorzele), które poddawano zagęszczaniu metodą ultrafiltracji w temperaturze $52 \pm 1^\circ\text{C}$ do około 4 - krotnej koncentracji w laboratoryjnym module ultrafiltracyjnym (MWCO 15000 Da). W przypadku serów kwasowych uzyskany retentat pasteryzowano ($72^\circ\text{C}/15\text{ s}$), schładzano do temperatury $40 \pm 1^\circ\text{C}$ i zaprawiano dodatkiem kultury jogurtowej YC-180 (Chr. Hansen, Polska) w ilości $0,3\text{g}/\text{dm}^3$ retentatu. Natomiast w przypadku serów kwasowo-podpuszczkowych do zaprawionego dodatkiem kultury jogurtowej retentatu wprowadzano dodatek preparatu koagulującego mleko Marzyme 50 (Rhodia Food Biolacta, Olsztyn) o mocy $M = 1:200$ w ilości $6,5\text{cm}^3/\text{dm}^3$ retentatu. Zaprawione retentaty UF niezwłocznie pakowano w termozgrzewalne woreczki foliowe i inkubowano w cieplarni w temperaturze $40 \pm 1^\circ\text{C}$ do momentu uzyskania skrzepu o pH około 5,1. Otrzymane w ten sposób sery kwasowe i kwasowo-podpuszczkowe schładzano w wodzie lodowej do temperatury 6°C . Sery stosowano do topienia jako produkty świeże (po 24 godzinach od wyrobu) oraz poddane dojrzewaniu (6 tygodni w temperaturze 10°C).

Sery topione produkowano z 30% dodatkiem świeżych lub poddanych dojrzewaniu serów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych otrzymanych z retentatów UF mleka. Dodatek taki uznano za optymalny we wcześniejszych badaniach [10]. Pozostałe 70% surowców serowych przeznaczonych do topienia stanowił dojrzwały ser typu Gouda (SM Mazowsze, Chorzele). Skład mieszanki do topienia normalizowano odpowiednim dodatkiem wody i masła typu Extra (SM Mazowsze, Chorzele) tak, by uzyskać sery topione zawierające 55% wody oraz 55% tłuszczu w suchej substancji. Zastosowano 3% dodatek topnika podstawowego pod nazwą handlową Joha PL New. Topienie przeprowadzano

w kotle laboratoryjnym typu Stephan UMC 5 (Stephan Machinery GmbH, Hameln, Niemcy) stosując następujące parametry procesu topienia: temperatura $78\text{--}83^\circ\text{C}$, czas topienia 15 minut, liczba obrotów mieszadła 300 obr./min. Płynną masę serową rozlewano do hermetycznie zamykanych opakowań i schładzano do temperatury 6°C , po czym przechowywano w tej temperaturze.

Metody analityczne

Analiza mikrobiologiczna obejmowała oznaczenie w wyprodukowanych serach kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych metodą płytkową liczby *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *S. thermophilus* według PN-ISO 7889:2007 [16]. Do oznaczenia liczby *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* wykorzystano pożywkę MRS agar (Merck, Polska), płytki z posiewami inkubowano w temperaturze 37°C przez 72h w warunkach beztlenowych. Liczbę *S. thermophilus* oznaczano na pożywce M-17 (Merck, Polska) po 48h inkubacji płytek z posiewami w temperaturze 37°C .

Analiza fizykochemiczna. W serach kwasowych, kwasowo-podpuszczkowych i topionych oznaczono kwasowość (czynną i miareczkową), zawartość wody, tłuszczu ogółem metodą Gerbera oraz białka ogółem ($\text{N} \times 6,38$) metodą Kjeldahla według PN-73/A-86232 [15]. Ponadto w serach z retentatów UF mleka oznaczono zawartość związków azotowych rozpuszczalnych przy pH 4,6 oraz zawartość związków azotowych niebiałkowych – rozpuszczalnych w 12% roztworze kwasu trichlorooctowego (TCA) [7].

Analiza tekstury. Pomiaru twardości serów topionych dokonywano w teście penetracji z wykorzystaniem analizatora tekstury TA-XT2 zaopatrzonego w próbnik stożkowy typu P/45C o stałej prędkości przesuwu w trakcie pomiaru równej 1,0 mm/s. Mierzono siłę [N] potrzebną do penetracji próbki na głębokość 10 mm. Do pomiarów użyto próbki serów rozlane do wykalibrowanych naczynek o średnicy 55 mm i wysokości 50 mm. Pomiar wykonywano 72 godziny po produkcji przechowując próbki w temperaturze 6°C . Każdy z wariantów sera poddano testowi penetracji w co najmniej 5 powtórzeniach, stosując jednokrotną penetrację w każdej z badanych próbek. Twardość sera określano jako siłę [N] potrzebną do penetracji próbki na głębokość 10 mm.

Analiza sensoryczna. Do określenia jakości sensorycznej serów topionych wykorzystano metodę punktową. Oceniano następujące wyróżniki jakości produktu: smak, zapach, barwę i konsystencję. Dla wszystkich badanych wyróżników zastosowano 5-punktową skalę jakości (5 – jakość bardzo dobra; 4 – jakość dobra; 3 – jakość dostateczna; 2 – jakość niedostateczna; 1 – jakość zła). Za ocenę ogólnej jakości sensorycznej przyjmowano średnią arytmetyczną ocen wszystkich wyróżników. Oceny serów dokonywał zespół 9 – osobowy po 24 godzinach od wyrobu.

Analiza statystyczna. Do określenia istotności różnic między badanymi cechami serów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych (po wyrobie i po dojrzewaniu) oraz między wyprodukowanymi z ich udziałem serami topionymi wykorzystano test T dla prób zależnych (sparowanych). Analizę wykonano za pomocą programu Statgraphics Plus 4.1.

WYNIKI I DYSKUSJA

Uzyskane z retentatów UF mleka sery kwasowe i kwasowo-podpuszczkowe charakteryzowały się przyjemnym jogurtowym smakiem i zapachem oraz jednolitą i zwartą konsystencją bez wycieku serwatki. Otrzymane sery nie różniły się istotnie pod względem zawartości wody (średnio 68%), białka (średnio 13%) i tłuszczu ogółem (średnio 13%). Przedstawione w tab. 1 wyniki wskazują, że bezpośrednio po wyrobie sery kwasowe różniły się od serów kwasowo-podpuszczkowych tylko pod względem niektórych cech fizykochemicznych. Na uwagę zasługuje przede wszystkim wyższa zawartość w serach kwasowo-podpuszczkowych form N rozpuszczalnego przy pH 4,6. Jest to wynikiem uwolnienia z frakcji κ-kazeiny glikomakropeptydu i jego rozpuszczalności w serum mleka przy pH 4,6. W serach kwasowo-podpuszczkowych obserwuje się także wyższą zawartość form N niebiałkowego, co może być spowodowane rozpuszczeniem części kazeinomakropeptydu w 12% kwasie trójchlorooctowym. Sery kwasowo-podpuszczkowe nie różniły się istotnie od serów kwasowych pod względem pH, natomiast wykazywały statystycznie istotnie wyższą wartość kwasowości miareczkowej, co wynika z ich wyższej buforowości spowodowanej hydrolizą κ-kazeiny pod wpływem preparatu podpuszczki. Uwolnione grupy karboksylowe w wyniku hydrolizy wiązań peptydowych wymagają na ich zneutralizowanie określonej ilości NaOH przy miareczkowaniu próbki sera wobec fenoloftaleiny. Ponadto stwierdzono, że bakterie jogurtowe wykazały bardzo dobry wzrost w silnie zagęszczonych retentatach UF mleka. Świeże sery kwasowe nie różniły się od serów kwasowo-podpuszczkowych pod względem liczby żywych komórek bakterii *S. thermophilus* i *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*. Liczne badania potwierdzają dobry wzrost bakterii mlekowych w retentatach UF mleka na skutek wysokiej ich buforowości, chroniącej bakterie przed rosnącą zawartością kwasu mlekowego [11].

Podczas 6-tygodniowego przechowywania serów w temperaturze 10°C znacznie większą dynamikę zmian świadczących o dojrzewaniu serów stwierdzono w serach kwasowo-podpuszczkowych, w porównaniu z serami kwasowymi. W serach kwasowych przyrost N rozpuszczalnego przy pH 4,6 wynosił średnio około 3,1 jednostek procentowych a w serach kwasowo-podpuszczkowych wynosił on 8,3 jednostek procentowych. Z kolei przyrost N niebiałkowego w serze kwasowym wynosił 3,7 jednostek procentowych, a w serze kwasowo-podpuszczkowym aż 6,5 jednostek procentowych. Wskazywałoby to na umiarkowaną zdolność proteazy zawartej w preparacie Marzyme 50 do tworzenia z białka niskocząsteczkowych związków azotowych rozpuszczalnych w 12% kwasie trójchlorooctowym. Można również przypuszczać, że peptydy uwolnione przez proteazę zawartą w preparacie Marzyme 50 są bardziej podatne niż natywna kazeina na działanie wewnątrzkomórkowych proteaz bakteryjnych uwolnionych podczas autolizy komórek bakterii. Cichosz i in. [4] podają, że enzymy bakteryjne odpowiedzialne za formowanie niskocząsteczkowych peptydów, wolnych aminokwasów i związków aminowych są mało aktywne w początkowych etapach dojrzewania ze względu na brak odpowiednich substratów. Ser kwasowo-podpuszczkowy dojrzewający 6 tygodni w temperaturze 10°C wykazał stopień proteolizy charakterystyczny dla średniodojrzałego sera

podpuszczkowego typu holenderskiego. Nieznaczny przyrost zawartości N niebiałkowego w serze kwasowym następujący po okresie jego przechowywania może być spowodowany działalnością bakterii jogurtowych i ich zdolnością do tworzenia niskocząsteczkowych związków azotowych.

Tabela 1. Porównanie wybranych cech fizykochemicznych i mikrobiologicznych serów kwasowych (K) i kwasowo-podpuszczkowych (KP) świeżych oraz poddanych dojrzewaniu

Table 1. Comparison of physicochemical and microbiological properties of acid (K) and acid-rennet (KP) fresh and matured cheeses

Wyróżnik	Rodzaj sera z retentatu UF			
	po produkcji		po dojrzewaniu	
	K	KP	K	KP
Sucha masa [%]	32,15 ± 1,56a	31,82 ± 1,11a	32,29 ± 1,58a	31,41 ± 1,27a
Tłuszcz [%]	13,75 ± 0,50a	13,50 ± 0,50a	13,75 ± 0,50a	13,50 ± 0,50a
Białko (N*6,38) [%]	13,30 ± 0,28a	13,27 ± 0,27a	13,27 ± 0,28a	13,27 ± 0,26a
N rozpuszczalny przy pH 4,6 [% N ogółem]	8,36 ± 0,49a	13,13 ± 0,46b	11,43 ± 0,30a	21,38 ± 0,25b
N niebiałkowy [% N ogółem]	3,02 ± 0,21a	5,90 ± 0,26b	6,71 ± 0,36a	12,36 ± 0,27b
Kwasowość miareczkowa [°SH]	56,05 ± 3,03a	62,35 ± 4,74a	82,05 ± 4,13a	84,20 ± 3,74b
pH	5,09 ± 0,04a	5,06 ± 0,02a	4,50 ± 0,02a	4,52 ± 0,03b
Liczba <i>S. thermophilus</i> [jtk/g]	2,9* 10 ⁹ a	2,9* 10 ⁹ a	1,4* 10 ⁹ a	1,4* 10 ⁹ a
Liczba <i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> [jtk/g]	2,7* 10 ⁸ a	3,0* 10 ⁸ a	1,3* 10 ⁸ a	1,5* 10 ⁸ a

a-b – różne litery przy wartościach średnich w wierszach w obrębie tego samego okresu od wyrobu oznaczają, że średnie uzyskane dla badanej cechy różnią się statystycznie istotnie ($\alpha=0,05$; $n=4$)
a-b – mean values in each row considering the same period from manufacture (fresh or matured) followed by the same letters do not differ significantly ($\alpha=0,05$; $n=4$)

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Sześciotygodniowe dojrzewanie badanych serów spowodowało dość silne ich ukwaszenie, co znajduje potwierdzenie w spadku ich pH z około 5,1 do około 4,5 oraz w znacznym wzroście ich kwasowości miareczkowej. Stwierdzono statystycznie istotne różnice w kwasowości poddanych dojrzewaniu serów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych. Silniejsze zbuforowanie sera kwasowo-podpuszczkowego wywołane silną proteolizą spowodowało nieco mniejszy spadek jego pH w porównaniu z serem kwasowym. Spadek pH badanych serów podczas ich dojrzewania wskazuje również na dość znaczną aktywność kwaszącą bakterii w temperaturze 10°C. Jednocześnie nie stwierdzono istotnego obniżenia liczby bakterii jogurtowych podczas dojrzewania obu rodzajów serów. Na wysoką przeżywalność bakterii jogurtowych

w silnie zagaszonych retentatach UF mleka (CF~5,3) przechowywanych w warunkach chłodniczych w temperaturze 6°C wskazują badania Kycia i in. [11].

Tabela 2. Porównanie wybranych cech serów topionych z dodatkiem świeżych i poddanych dojrzewaniu serów kwasowych (K) i kwasowo-podpuszczkowych (KP)

Table 2. Comparison of selected properties of processed cheeses with the addition of fresh or matured acid (K) and acid-rennet cheeses (KP)

Wyróżnik Feature	Ser topiony z dodatkiem serów UF			
	po produkcji		po dojrzewaniu	
	TK	TKP	TK	TKP
Sucha masa [%]	46,18 ± 0,29a	46,30 ± 0,41a	45,80 ± 0,16a	45,85 ± 0,06a
Tłuszcz [%]	25,00 ± 0,00a	25,00 ± 0,00a	25,00 ± 0,00a	25,00 ± 0,00a
Białko (N*6,38) [%]	15,82 ± 0,05a	15,81 ± 0,07a	15,79 ± 0,05a	15,78 ± 0,05a
Kwasowość miareczkowa [°SH]	41,20 ± 1,74a	42,10 ± 1,47a	43,90 ± 0,26a	44,90 ± 0,62b
pH	5,81 ± 0,03a	5,80 ± 0,02a	5,60 ± 0,02a	5,64 ± 0,09b
Twardość [N]	2,39 ± 0,16a	2,34 ± 0,17a	2,10 ± 0,08a	1,87 ± 0,09a
Smak [pkt]	4,4 ± 0,3a	4,4 ± 0,4a	4,4 ± 0,3a	4,9 ± 0,2b
Zapach [pkt]	4,0 ± 0,5a	4,2 ± 0,5a	4,3 ± 0,5a	4,8 ± 0,2b
Barwa [pkt]	4,5 ± 0,5a	4,5 ± 0,4a	4,6 ± 0,4a	4,5 ± 0,3a
Konsystencja [pkt]	4,3 ± 0,5a	4,4 ± 0,5a	4,4 ± 0,3a	4,9 ± 0,2b

a-b – różne litery przy wartościach średnich w wierszach w obrębie tego samego okresu od wyrobu oznaczają, że średnie uzyskane dla badanej cechy różnią się statystycznie istotnie ($\alpha=0,05$; $n=4$)

a-b – mean values in each row considering the same period from manufacture (fresh or matured) followed by the same letters do not differ significantly ($\alpha=0,05$; $n=4$)

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Wyniki przedstawione w tab. 2 wskazują, że świeży ser kwasowo- podpuszczkowy otrzymany z retentatu UF mleka jest równie dobrym surowcem do topienia jak ser kwasowy. Przydatność do topienia silnie zagęszczonych retentatów UF mleka ukwaszonych dodatkiem różnych kultur bakterii została potwierdzona przez licznych badaczy [5, 9, 11]. W niniejszych badaniach sery topione otrzymane z 30% dodatkiem serów kwasowych nie różniły się pod względem badanych cech fizykochemicznych, sensorycznych i wybranych cech tekstury od serów wyprodukowanych z dodatkiem świeżych serów kwasowo-podpuszczkowych.

Równie przydatne do topienia były sery kwasowe i kwasowo-podpuszczkowe poddane dojrzewaniu w temperaturze 10°C przez 6 tygodni. Wyniki przedstawione w tab. 2 informują, że sery topione z udziałem dojrzewających serów

kwasowo-podpuszczkowych wykazały pod pewnymi względami wyższą jakość niż sery otrzymane z udziałem dojrzających serów kwasowych. Mianowicie wykazały one mniejszą twardość i jednocześnie uzyskały nieco wyższą ocenę za smak, zapach i konsystencję określaną sensorycznie. Wyższa ocena za smak i zapach wynikała z większego stopnia dojrzałości serów kwasowo-podpuszczkowych, którego skutkiem były bardziej wyraziste cechy smakowo-zapachowe. Z kolei wyższe noty w ocenie konsystencji tych serów wynikały z ich mniejszej twardości i lepszej smarowności. Proteoliza zachodząca w serach kwasowo-podpuszczkowych podczas ich dojrzewania wpłynęła na obniżenie twardości serów topionych wyprodukowanych z ich udziałem. Obserwacje te są zgodne z doniesieniami innych autorów, którzy wykazali, że ser topionych otrzymany z surowca o wyższym stopniu dojrzałości wykazuje mniejszą twardość [14, 3]. Stopień dojrzałości przeznaczonych do topienia surowców serowych jest zatem jednym z podstawowych czynników kształtujących jakość sensoryczną oraz finalne cechy tekstury gotowych produktów.

WNIOSKI

1. Świeże sery kwasowo-podpuszczkowe otrzymane w wyniku dodania substytutu podpuszczki do retentatu UF z mleka i jego ukwaszenia do pH 5,1 przy użyciu kultury jogurtowej charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością form N rozpuszczalnego przy pH 4,6 i wartością kwasowości miareczkowej w stosunku do serów kwasowych.
2. Podczas 6-tygodniowego dojrzewania w temperaturze 10°C zakres proteolizy w serze kwasowo-podpuszczkowym był znacznie większy niż w serze kwasowym. Ponadto dojrzewanie przyczyniło się do zmniejszenia pH obu rodzajów serów oraz zwiększenia ich kwasowości miareczkowej.
3. Świeżo wyprodukowany ser kwasowo-podpuszczkowy wykazał podobną przydatność do topienia jak ser kwasowy. Dojrzewanie sera kwasowo-podpuszczkowego korzystnie wpłynęło na cechy smakowo-zapachowe i konsystencję sera topionego otrzymanego z jego 30% udziałem.

LITERATURA

- [1] **ACHARYA M.R., V.V. MISTRY. 2002.** „Comparison of effect of vacuum condensed and ultrafiltered milk on pasteurized process cheese”. *Journal of Dairy Science* 85, Suppl. 1: 90.
- [2] **ALY M.E., A.A. ABDEL-BAKY, S.M. FARAHAT. 1995.** „Quality of processed cheese spread made using ultrafiltered retentates treated with some ripening agents”. *International Dairy Journal* 5 (2): 191-209.
- [3] **BRICKLEY C.A, M.A.E. AUTY, P. PIRAINO, P.L.H. MCSWEENEY. 2007.** „The effect of natural Cheddar cheese ripening on the functional and textural properties of the processed cheese manufactured therefrom”. *Journal of Food Science* 72: 483-490.

- [4] **CICHOSZ G., A. KONOPKA, A. ZALECKA. 2005.** „Dojrzewanie sera gouda – monitoring z zastosowaniem metody odwoławczej i metod alternatywnych”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4 (45): 52-61.
- [5] **ERNSTROM C. A., B. J. SUTHERLAND, G. W. JAMESON. 1980.** „Cheese base for processing. A high yield product from whole milk by ultrafiltration”. *Journal of Dairy Science* 63 (2): 228-234.
- [6] **GOVINDASAMY-LUCEY S., J. J. JAEGGI, C. MARTINELLI, M. E. JOHNSON, J. A. LUCEY. 2011.** „Standardization of milk using cold ultrafiltration retentates for the manufacture of Swiss cheese. Effect of altering coagulation conditions on yield and cheese quality”. *Journal of Dairy Science* 94 (6): 2719-2730.
- [7] **HORWITZ W. 1970.** *Official methods of analysis of the AOAC*. AOAC, Washington.
- [8] **KUMAR V., F. V. KOSIKOWSKI. 1977.** „Process cheese manufactured from ultrafiltered retentates with and without enzymes”. *Journal of Dairy Science* 60, Suppl. 1: 40.
- [9] **KYCIA K. 2005.** „Wykorzystanie wszystkich białek mleka do produkcji sera topionego”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2 (43) Supl.: 133-146.
- [10] **KYCIA K., A. PLUTA, S. ZMARLICKI. 2006.** „Physicochemical and textural properties of processed cheese spreads made with the addition of cheese base obtained from UF milk retentates”. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, Special issue* 1 (15/56): 113-118.
- [11] **KYCIA K., M. ZIARNO. 2006.** „Wzrost i przeżywalność bakterii jogurtowych w retentatach UF mleka”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4 (49): 100-109.
- [12] **MAUBOIS J. L., G. MOCQUOT. 1974.** „Application of membrane ultrafiltration to preparation of various type of cheese”. *Journal of Dairy Science* 58: 1001-1007.
- [13] **MISTRY V. V., A. N. HASSAN, M. R. ACHARYA. 2004.** „Microstructure of pasteurized process cheese manufacture from vacuum condensed and ultrafiltered milk”. *Journal of Dairy Science* 87, Suppl. 1: 236.
- [14] **PISKA, I., J. STETINA. 2004.** „Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese”. *Journal of Food Engineering* 61: 551-555.
- [15] **PN-73/A-86232.** *Mleko i przetwory mleczarskie. Sery. Metody badań.*
- [16] **PN-ISO 7889:2007.** *Jogurt. Oznaczanie liczby charakterystycznych drobnoustrojów – metoda liczenia kolonii w temperaturze 37°C.*
- [17] **TAMIME A. Y., M. F. YOUNIS 1991.** „Production of processed cheese using Cheddar cheese and cheese base. 1. Aspects of processing”. *Milchwissenschaft* 46 (7): 423-427.