

KATARZYNA KYCIA

WYKORZYSTANIE WSZYSTKICH BIAŁEK MLEKA DO PRODUKCJI SERA TOPIONEGO

Streszczenie

W tradycyjnych metodach wyrobu serów przeznaczonych do produkcji serów topionych stosuje się podpuszczkową lub kwasową koagulację białek mleka, w czasie której cenne białka serwatkowe usuwane są wraz z serwatką. Wprowadzenie wszystkich białek mleka do serów topionych możliwe jest między innymi dzięki użyciu do ich produkcji surowców uzyskanych z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji. W pracy badano możliwość wykorzystania tzw. sera jogurtowego, otrzymanego z retentatu UF białek mleka jako surowca przydatnego do produkcji sera topionego.

Preparat wszystkich białek mleka, tzw. ser jogurtowy, otrzymywano z mleka spożywczego pasteryzowanego o zawartości 3,2% tłuszczu, które poddawano około 5-krotnej koncentracji w module do ultrafiltracji. Uzyskany retentat po pasteryzacji (72°C/15 s) schładzano do temp. 46±2°C, mieszano z dodatkiem zakwasu bakterii jogurtowych i po zapakowaniu w termozgrzewalne woreczki foliowe inkubowano w temp. 44 ±2°C do momentu osiągnięcia pH 5,0–5,2, po czym schładzano do temperatury 6°C. Wytworzony w ten sposób ser jogurtowy przeznaczono do produkcji serów topionych normalizowanych do 55% zawartości wody oraz 55% zawartości tłuszczu w suchej masie sera. Do produkcji serów topionych użyto: ser jogurtowy, sery podpuszczkowe typu Gouda (dojrzały i młody), masło, wodę, topnik Joha PL i sól. Ser jogurtowy dodawano do mieszanki do topienia w takich ilościach, by jego udział w stosunku do użytych surowców serowych wynosił w niej: 0, 10, 30, 50, 70 i 100%.

Stwierdzono, że ser jogurtowy stanowi wysokiej jakości surowiec przydatny do produkcji sera topionego typu smarowego, gdy jego udział wśród surowców serowych mieszanki do topienia nie przekracza 30%. Większy dodatek sera jogurtowego powodował złagodzenie cech smakowo-zapachowych typowych dla produktu otrzymanego z dojrzałego sera podpuszczkowego. Jednak wraz ze wzrastającym udziałem sera jogurtowego zanotowano zmniejszenie pH masy serowej oraz wzrost jej twardości i lepkości pozornej. Wykazano, że ser jogurtowy może zastępować ser niedojrzały podpuszczkowy, gdyż ma tę zaletę, że zawiera wszystkie białka mleka.

Słowa kluczowe: ultrafiltracja, ser jogurtowy, ser topiony

Wprowadzenie

Podstawowym surowcem do produkcji serów topionych są sery podpuszczkowe. Przy produkcji serów podpuszczkowych odzyskuje się z mleka prawie wyłącznie

kazeinę, natomiast najcenniejsze pod względem wartości biologicznej białka serwatkowe przechodzą do serwatki łącznie z częścią κ -kazeiny. Istnieje w związku z tym zainteresowanie technologiami, które umożliwiają odzyskanie z mleka wszystkich białek w formie masy białkowo-tłuszczowej przydatnej do produkcji sera topionego.

Wprowadzenie wszystkich białek mleka do serów topionych możliwe jest między innymi dzięki użyciu do ich produkcji surowców uzyskanych z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji. W czasie koncentracji składników mleka metodą ultrafiltracji „zagęszczeniu” ulegają bowiem kuleczki tłuszczowe oraz wszystkie białka mleka (tj.: kazeina o masie cząsteczkowej równej 20 000–24 000 Da oraz białka serwatkowe np.: β -laktoglobulina i α -laktoalbumina o masach cząsteczkowych odpowiednio 18 363 Da i 14 175 Da), podczas gdy część wody, laktozy i soli mineralnych przechodzi przez membranę w formie permeatu. Frakcja zatrzymana przez membranę, zwana retentatem, zawiera skoncentrowane białka mleka, tłuszcz, część laktozy i soli mineralnych [5, 13]. Liczne badania potwierdzają, że odpowiednio utrwalony retentat może stanowić bardzo wartościowy surowiec do produkcji serów topionych [2, 6, 7, 8, 9, 15].

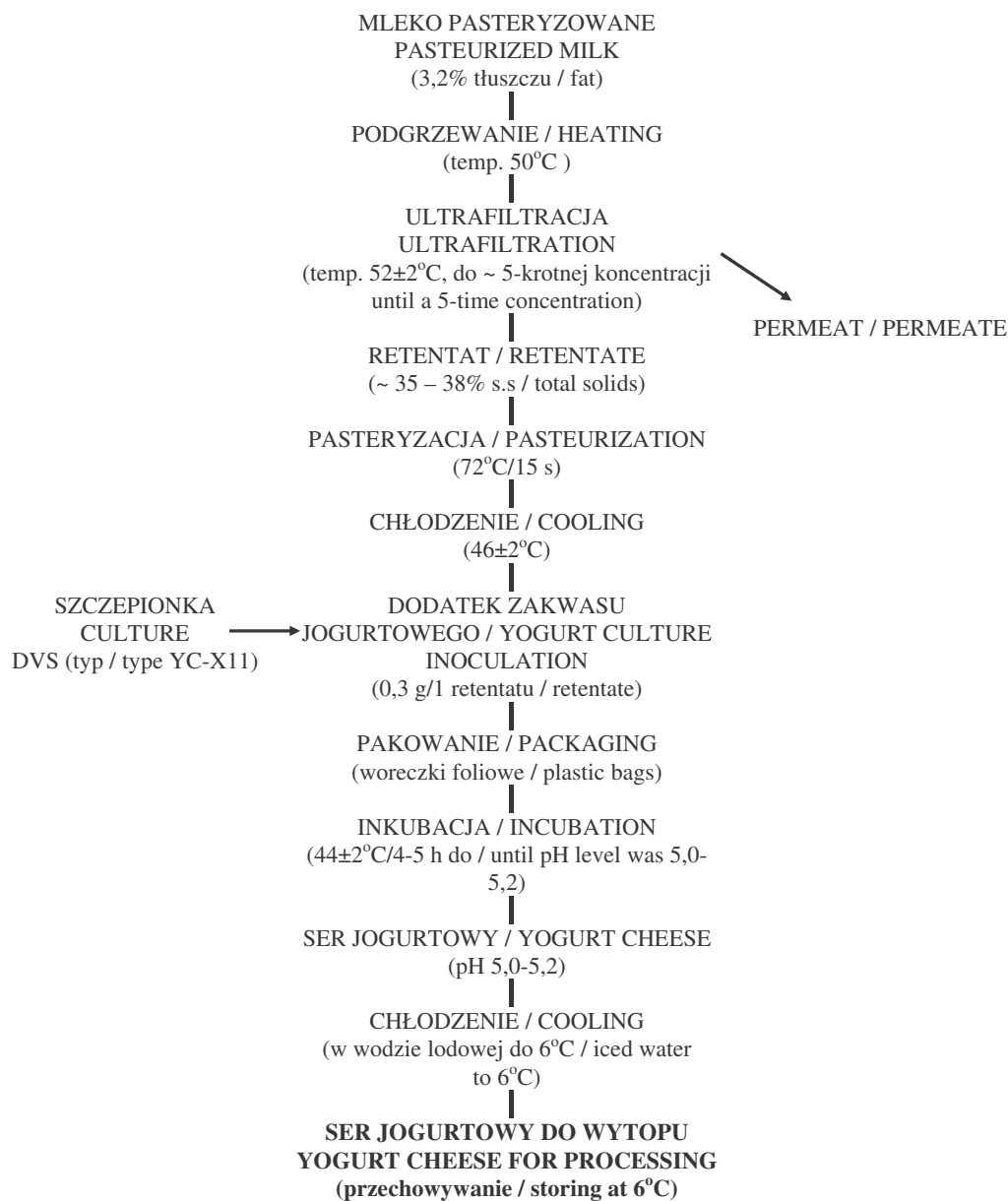
Celem pracy było opracowanie technologii tzw. sera jogurtowego z retentatu UF białek mleka przydatnego do produkcji sera topionego.

Materiał i metody badań

Zakres pracy obejmował następujące etapy:

Opracowanie technologii wyrobu sera jogurtowego (rys. 1).

Surowiec do produkcji sera jogurtowego stanowiło mleko spożywcze pasteryzowane o zawartości tłuszczu około 3,2%, podgrzane do temp. 50°C i poddane zagęszczaniu w module ultrafiltracyjnym w temp. 52±2°C, przy średniej różnicy ciśnienia transmembranowego równej 1,35 bara. Ultrafiltrację prowadzono do momentu odczerpania takiej ilości permeatu, aby uzyskać około 5-krotny stopień zagęszczenia mleka w stosunku do surowca wejściowego. Uzyskany retentat poddawano następnie pasteryzacji (75°C/15 s), po czym schładzano w wodzie lodowej do temp. 46±2°C, przy której dodawano zakwas w postaci liofilizowanej kultury jogurtowej YC-X11 zawierającej bakterie jogurtowe (*Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*). Wielkość dodatku szczepionki wynosiła 0,3 g/l retentatu. Tak zaszczepiony retentat pakowano w termozgrzewalne woreczki foliowe i inkubowano w cieplarni w temp. 44 ±2°C do momentu uzyskania pH 5,0–5,2, po czym chłodzono w wodzie lodowej do temp. 6°C i przechowywano w tej temperaturze do momentu przeznaczenia do produkcji sera topionego.



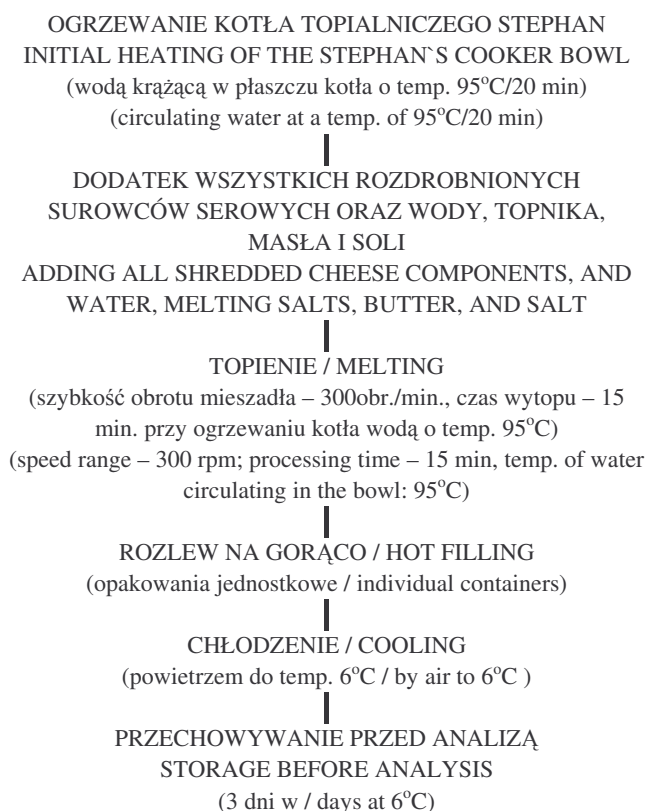
Rys. 1. Schemat produkcji sera jogurtowego.

Fig. 1. Flow diagram illustrating a method of producing yoghurt cheese.

Wykorzystanie sera jogurtowego do produkcji sera topionego

Do produkcji sera topionego użyto następujących surowców: ser jogurtowy, ser dojrzwały typu Gouda, ser młody typu Gouda, masło Extra, woda, topnik podstawowy

Joha PL oraz sól kuchenną. Ser jogurtowy stosowany był do produkcji sera topionego w takich ilościach, by jego udział w stosunku do użytych surowców serowych wynosił w mieszance: 0, 10, 30, 50, 70 i 100%.



Rys. 2. Schemat przebiegu procesu wyrobu serów topionych.

Fig. 2. Generalized scheme illustrating the different stages for the manufacture of processed cheese.

Proporcje użytych do topienia surowców serowych w poszczególnych wariantach doświadczalnych serów topionych przedstawiono w tab. 1.

Założono, że gotowy produkt powinien charakteryzować się dobrą smarownością i z tego względu za wariant kontrolny uznano ser topiony wykazujący taką właściwość. Zawierał on wyłącznie 30% młodego sera typu Gouda i 70% sera dojrzałego tego samego typu. Dodatek topnika we wszystkich wariantach wynosił 3% w stosunku do masy serów użytych do topienia, a NaCl – 1% w stosunku do udziału sera jogurtowego w składzie masy serowej. Skład mieszanki do topienia znormalizowano (odpowiednim dodatkiem wody i masła), tak by uzyskać sery topione zawierające 55% wody oraz 55% tłuszczu w suchej substancji. Topienie przeprowadzano w kociołku

laboratoryjnym typu Stephan UMC 5 electronic (rys. 2), stosując następujące parametry: czas topienia równy 15 min, temp. topienia 80°C, szybkość mieszadła – 300 obr./min.

Tabela 1

Warianty doświadczalnych serów topionych wyprodukowanych z różnym udziałem surowców serowych.
Selection of experimental processed chesses produced using various amounts of cheese components.

L.p. No.	Surowce serowe Cheese ingredients	Udział surowców serowych w poszczególnych wariantach (W) doświadczalnych serów topionych [%] Proportion rates of cheese ingredients contained in experimental selections of individual processed chesses [%]					
		W0	W10	W30	W50	W70	W100
1	Ser jogurtowy Yogurt cheese	0	10	30	50	70	100
2	Ser podpuszczkowy dojrzały Mature rennet cheese	70	70	70	50	30	0
3	Ser podpuszczkowy młody Young rennet cheese	30	20	0	0	0	0

Badania obejmowały podstawową analizę fizykochemiczną stosowanych do wytopu serów podpuszczkowych typu Gouda, sera jogurtowego oraz wyprodukowanych serów topionych. We wszystkich surowcach serowych oznaczano pH oraz kwasowość miareczkową ($^{\circ}\text{SH}$), a także zawartość wody, tłuszczu, białka ogółem ($\text{N} \cdot 6,38$), azotu kazeinowego oraz azotu rozpuszczalnego przy pH 4,6 według metod zawartych w odpowiednich normach [14]. Ponadto sery topione poddawano ocenie sensorycznej (barwa, smak, zapach, konsystencja) oraz określano ich twardość metodą penetrometryczną w temp. 20°C i lepkość pozorną w temp. 60°C. Pomiaru twardości dokonywano za pomocą penetrometru Labor, mierząc głębokość penetracji trzpienia [$\text{mm} \cdot 10^{-1}$] w próbkach sera rozlanych bezpośrednio po wytopie do jednakowych naczynek. Przed pomiarem próbki w naczynkach stabilizowano 24 godz. w temp. 20°C. Lepkość pozorną upłynnionych próbek sera mierzono za pomocą wiskozymetru Rheotest 2, typ RV2 oraz Brookfield DV II.

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki są średnimi uzyskanymi z 5 serii doświadczalnych ($n = 5$) obejmujących za każdym razem wyprodukowanie sera jogurtowego, a następnie jego użycie jako surowca do wyrobu wszystkich wariantów sera topionego. Analizę statystyczną otrzymanych wyników przeprowadzono z zastosowaniem jednoczynnikowej analizy wariancji dla $n = 5$ przy $\alpha = 0,05$, przy użyciu programu statystycznego Statgraphics Plus w wersji 4,1.

Wyniki i dyskusja

Wyniki podstawowej analizy fizykochemicznej serów jogurtowych otrzymanych z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji w kolejnych 5 seriach doświadczalnych przedstawiono w tab. 2. Wszystkie wyprodukowane sery jogurtowe charakteryzowały się bardzo dobrymi cechami sensorycznymi, to jest łagodnym jogurtowym smakiem i zapachem oraz kremowo-śmietankową barwą. Otrzymany z silnie zagęszczonego mleka skrzep kwasowy miał zwięzłą strukturę i w żadnym przypadku nie zaobserwowano podcieku serwatki. Kwasowość czynna i miareczkowa skrzepów zawierała się w granicach odpowiednio pH = 5,10–5,22 oraz 56,50–58,40°SH.

Tabela 2

Wyniki analizy fizykochemicznej serów jogurtowych wyprodukowanych z mleka zagęszczonego metodą ultrafiltracji.

Results of the physical and chemical analysis of yogurt cheeses made from milk concentrated by an UF method.

L.p. No.	Badana cecha Feature	Seria produkcyjna sera jogurtowego Production series of a yogurt cheese					$\bar{X}_{(I-V)}$
		I	II	III	IV	V	
1.	Sucha substancja / Dry matter [%]	37,00	37,54	36,05	38,50	35,95	37,01
2.	Woda / Water [%]	63,00	62,46	68,95	61,50	64,05	63,99
3.	Tłuszcz / Fat [%]	16,50	16,75	16,75	17,00	17,00	16,80
4.	Tłuszcz w suchej substancji Fat in dry matter [%]	44,59	44,62	46,60	44,16	47,29	45,45
5.	Białko ogółem / Total protein [N·6,38]	16,50	16,28	14,15	17,09	15,03	15,81
6.	N kazeinowy / Casein nitrogen [% N ogółem / %]	92,38	92,63	93,30	94,24	92,29	92,97
7.	N rozpuszczalny przy pH 4,6 Soluble nitrogen at pH 4,6 [% N ogółem / % Total N]	7,62	7,37	6,70	5,76	7,71	7,03
8.	pH	5,15	5,10	5,20	5,22	5,20	5,17
9.	Kwasowość miareczkowa Titration acidity [°SH]	56,50	58,40	58,00	54,00	58,30	57,04

Zawartość suchej substancji w otrzymanych serach jogurtowych mieściła się w zakresie 35,95–38,50% i średnio wynosiła 37,01%, podczas gdy zawartość tłuszczu ogółem wynosiła średnio 16,80%. Największy stopień koncentracji białek mleka (17,09%) stwierdzono w serze wyprodukowanym z mleka zagęszczonego

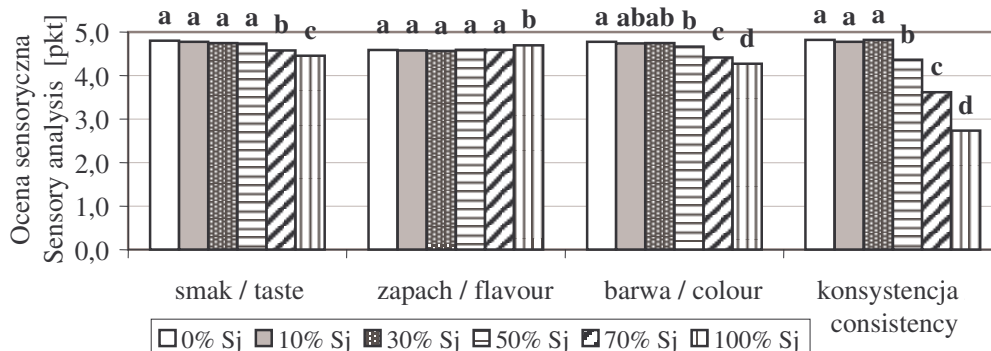
w największym stopniu. Sery jogurtowe charakteryzowały się wysoką zawartością form azotu kazeinowego (średnio 92,97% N ogółem) i stosunkowo niską zawartością form azotu rozpuszczalnego przy pH 4,6 (średnio 7,03% N ogółem).

Zawartość substancji azotowych ogółem w przeliczeniu na białko ogółem [N·6,38] w permeatach odczerpanych w procesie zagęszczania mleka wynosiła średnio 0,2% (dane niezamieszczone), a więc była zbliżona do zawartości azotu niebiałkowego w mleku. Świadczy to o niemalże całkowitym zatrzymaniu w retencji wszystkich białek mleka, w tym białek serwatkowych. Użycie sera jogurtowego jako surowca do topienia umożliwia wprowadzenie tych białek do sera topionego. Określając przydatność sera jogurtowego jako surowca do wyrobu sera topionego stopniowo zastępowano nim tradycyjnie używane do topienia sery podpuszczkowe. Podjęto tym samym próbę określenia wpływu dodatku tego nowego surowca na ocenę sensoryczną, wybrane cechy tekstury oraz skład fizykochemiczny serów topionych.

W trakcie topienia nie stwierdzono różnic w przebiegu tego procesu w wariantach z różnym udziałem sera jogurtowego. Ser jogurtowy w czasie obróbki termicznej i mieszania z łatwością łączył się z pozostałymi surowcami, tworząc gładką i homogenną emulsję. W czasie schładzania emulsja ta przyjmowała postać stabilnego żelu, podobnie do wariantu kontrolnego.

W ocenie sensorycznej (rys. 3) wykazano jednak istotne statystycznie różnice w obrębie ocenianych wyróżników: barwy, smaku, zapachu i konsystencji serów topionych w zależności od udziału sera jogurtowego w gotowym produkcie.

Sery topione otrzymane z 10, 30 i 50% dodatkiem sera jogurtowego nie różniły się statystycznie istotnie od produktu kontrolnego (bez udziału sera jogurtowego) pod względem smaku. Zwiększenie dodatku sera jogurtowego do 70 i 100% spowodowało istotne pogorszenie się smaku. Fakt ten prawdopodobnie związany jest z wprowadzeniem do mieszanki do topienia zbyt dużej ilości surowca niepoddanego dojrzewaniu, a więc niemającego odpowiedniego udziału białek rozpuszczalnych i typowych dla serów dojrzewających cech smakowych. Masa serowa niedojrzała, zawierająca białko w formie nierozpuszczalnej pozbawiona jest smaku [3]. Z kolei bardzo przyjemny, lecz łagodny smak samego sera jogurtowego może w trakcie topienia w temp. 80°C zanikać na skutek ulatniania się składników aromatu (aldehyd octowy, diacetyl), przyczyniając się do braku w gotowym produkcie cech smakowo-zapachowych typowych dla jogurtu. Badania prowadzone nad możliwością wykorzystania retentatów UF jako surowców do produkcji serów topionych potwierdzają konieczność zastosowania odpowiedniego dodatku sera dojrzalego w celu nadania pożądanых cech tekstury i walorów smakowych produktom gotowym [9, 6, 15]. Właściwe cechy i smak można również osiągnąć używając do wytopu retentaty UF poddane dojrzewaniu, bądź też stosując dodatek sera modyfikowanego enzymatycznie (z ang. EMC – enzyme modified cheese) o dużej intensywności smaku [1, 2, 12, 17, 18].



Rys. 3. Wpływ różnych dodatków sera jogurtowego (Sj) na wyniki oceny sensorycznej serów topionych. Różne litery (a–d) w obrębie danego wyróżnika oznaczają statystycznie istotne różnice pomiędzy wartościami średnimi wariantów o różnym dodatku sera jogurtowego ($\alpha = 0,05$, $n = 5$).

Fig. 3. The effect of various yogurt cheese types added (Sj) on the results of sensory analysis of processed cheeses. Different letters (a–d) within the given feature indicate statistically significant differences between mean values among the experimental selections of the yoghurt cheese added ($\alpha = 0,05$, $n = 5$).

Brak natomiast typowego zapachu sera dojrzalego w wariancie z wyłącznym udziałem sera jogurtowego został uznany przez oceniających jako cecha pozytywna. Zwiększenie dodatku sera jogurtowego w sposób istotny obniżało noty za barwę serów topionych (wraz ze wzrostem udziału sera jogurtowego gotowy produkt miał barwę jaśniejszą i zmieniającą się w kierunku mniej żółtej). Udział 50, 70 i 100% sera jogurtowego w masie serowej statystycznie istotnie obniżał noty za konsystencję gotowego wyrobu, bowiem produkt był wówczas odbierany jako bardziej twardy i mniej smarowny. Nadmierna twardość serów topionych spowodowana jest między innymi zbyt wysokim udziałem w mieszance do topienia surowców niedojrzałych, zawierających białko w formie nierozpuszczalnej.

W tab. 3. przedstawiono wyniki analizy fizykochemicznej serów topionych wyprodukowanych z różnym udziałem sera jogurtowego. Zawartość wody w poszczególnych wariantach serów topionych była na zbliżonym poziomie (53,94–54,67%), co świadczy o dobrej normalizacji zawartości tego składnika w produktach. Pomiędzy poszczególnymi wariantami nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zawartości tłuszczu w suchej masie serów. Stwierdzono natomiast statystycznie istotny wpływ rosnącego udziału sera jogurtowego na zmniejszenie zawartości białka w serach topionych. Największą zawartością tego składnika charakteryzował się wariant kontrolny wyprodukowany wyłącznie z serów podpuszczkowych, podczas gdy najmniejszą wariant otrzymany wyłącznie z użyciem sera jogurtowego. Fakt ten powodowany był zamianą surowców wysokobiałkowych w recepturze (sery

podpuszczkowe zawierały średnio 28% białka ogółem) na surowiec o niemalże dwukrotnie mniejszej zawartości tego składnika.

Tabela 3

Wyniki analizy fizykochemicznej serów topionych wyprodukowanych z udziałem sera jogurtowego (n = 5).
Results of the physical and chemical analysis of processed cheeses made using yoghurt cheese (n = 5).

Lp. No.	Badana cecha / Feature	Dodatek sera jogurtowego / Yogurt cheese addition [%]					
		0	10	30	50	70	100
1	Sucha substancja / Dry matter [%]	46,01a	46,10a	45,99a	46,06a	46,14a	45,33b
2	Woda / Water [%]	53,99a	53,90a	54,01a	53,94a	53,86a	54,67b
3	Tłuszcz / Fat [%]	25,00ab	25,00ab	25,05	25,05a	24,85ab	24,75b
4	Tłuszcz w suchej substancji Fat in dry matter [%]	54,34a	54,24a	54,47a	54,39a	53,87a	54,60a
5	Białko ogółem / Total protein [N·6,38]	16,40a	16,23a	15,78ab	15,25bc	14,75c	13,16d
6	Białko w suchej substancji Protein in dry matter [%]	35,65a	35,21a	34,32ab	33,11bc	31,98c	29,02d
7	N kazeinowy / Casein nitrogen [%] N ogółem / % Total N	85,43a	85,89a	85,71ab	85,28bc	86,85c	87,54d
8	N rozpuszczalny przy pH 4,6 Soluble nitrogen at pH 4,6 [%] N ogółem / % Total N	14,57a	14,11ab	14,29a	14,72a	13,15bc	12,46c
9	pH	5,78a	5,77a	5,76a	5,71b	5,66c	5,55d
10	Kwasowość miareczkowa Titration acidity [°SH]	40,64a	41,08ab	41,84b	43,76c	45,64d	47,88e

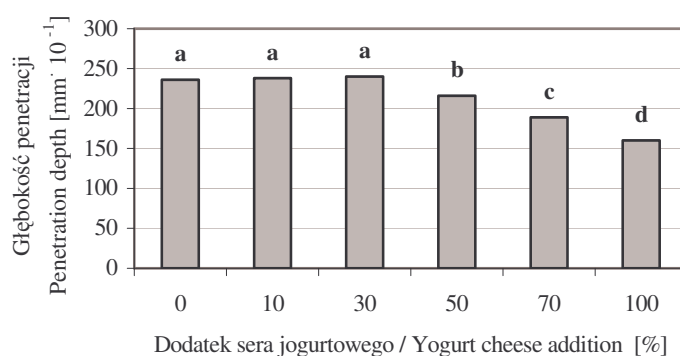
Objaśnienia: / Explanatory notes:

a-e – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami w wierszu nie różnią statystycznie istotnie / the mean values denoted by the same letters in each row are not significantly different ($\alpha=0,05$; $n=5$)

Dokładnie taką samą zależność stwierdzono pod względem zawartości białka w suchej substancji tych serów. Zwiększony udział sera jogurtowego w składzie produktu prowadził również do zmniejszenia zawartości form azotu rozpuszczalnego przy pH 4,6. Ser jogurtowy zawierał bowiem większość białka w formie nierozpuszczalnej i jego dodatek powodował zmniejszenie zawartości tej formy azotu.

Zwiększenie udziału sera jogurtowego w mieszance do topienia powyżej 30% powodowało statystycznie istotne obniżenie pH gotowego produktu. Wynika to z faktu, że ser jogurtowy użyty w doświadczeniach miał pH średnio 5,17, zaś pH sera podpuszczkowego dojrzałego było znacznie wyższe i średnio wynosiło 5,7. Zakres właściwego pH serów topionych jest stosunkowo wąski i wynosi 5,2–6,5 [4]. Zmiany w zakresie kwasowości czynnej serów topionych wpływają na konfigurację i

rozpuszczalność białka, a więc te jego cechy, które w sposób bezpośredni decydują o emulgowaniu, peptyzacji i mechanizmie tworzenia żelu [11]. Odpowiednio dobrana kwasowość całej masy serowej jest czynnikiem bardzo ważnym przy uzyskaniu pożądanych cech tekstury. Przy pH bliskim punktowi izoelektrycznemu kazeiny ser topiony charakteryzuje się dużą twardością i kruchością, podczas gdy przy pH zbliżonym do 6,5 jest on miękki i smarowny [16].

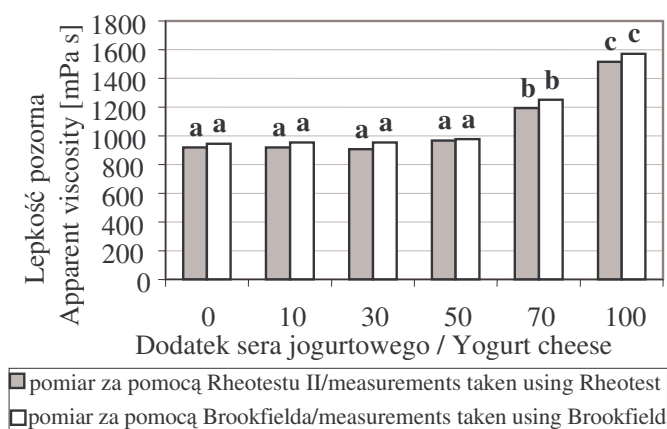


- Rys 4. Wpływ dodatku sera jogurtowego na głębokość penetracji serów topionych. Pomiar w temp. 20°C przy użyciu penetrometru Labor. Różne litery (a-d) oznaczają statystycznie istotne różnice między średnimi wartościami głębokości penetracji uzyskanymi z wariantów o różnym dodatku sera jogurtowego ($\alpha=0,05$ i $n=5$)
- Fig. 4. The effect of yogurt cheese added on the penetration depth of processed cheeses. The measurement was taken at a temperature of 20°C, using a Labor penetrometer. Different letters (a-d) mean statistically significant differences among mean values of penetration depths measured in the selections of cheeses containing various amounts of yoghurt cheese added ($\alpha=0,05$; $n=5$)

Obserwowany w niniejszej pracy spadek pH serów topionych, następujący wraz ze wzrostem udziału sera jogurtowego w składzie recepturowym, mógł być przyczyną uzyskania niższych not w ocenie konsystencji serów topionych z 50, 70 i 100% jego dodatkiem. Te warianty sera zostały przez oceniających uznane za bardziej twarde i mniej smarowne. Większa twardość serów topionych z ponad 30% udziałem sera jogurtowego została potwierdzona w teście penetracji (rys. 4). Głębokość penetracji trzpienia malała statystycznie istotnie ($\alpha=0,05$) wraz ze zwiększającym się (powyżej 30%) udziałem sera jogurtowego w produkcie.

Z kolei brak statystycznie istotnych różnic twardości pomiędzy wariantami z: 0, 10 i 30% udziałem sera jogurtowego może stwarzać możliwość wykorzystania tego sera jako dobrego zamiennika sera młodego podpuszczkowego używanego tradycyjnie do topienia. Niepoddany dojrzewaniu ser jogurtowy zawiera białko w formie niezhydrolizowanej i podobnie jak młody ser podpuszczkowy może wpływać na wzrost twardości serów topionych. Wiadomo, że krótkie peptydy pochodzące z bardzo dojrzałego sera podpuszczkowego mają znacznie mniejsze szanse niż długie łańcuchy

białkowe typowe dla sera młodego, do wzajemnego oddziaływania między sobą i tworzenia stabilnego szkieletu białkowego. Z tego względu z sera dojrzałego otrzymuje się ser topiony o mniejszej twardości. Nadaje się on najlepiej do wyrobu serów typu smarowego [4, 16].



Rys. 5. Wpływ różnych dodatków sera jogurtowego na wartość lepkości pozornej serów topionych. Różne litery (a–d) w obrębie stosowanego do pomiaru instrumentu (Rehotestu lub Brookfielda) oznaczają statystycznie istotne różnice pomiędzy wartościami średnimi lepkości wariantów o różnym dodatku sera jogurtowego ($\alpha = 0,05$; $n = 5$).

Fig. 5. The effect of yogurt cheese added on the apparent viscosity of processed cheeses. Different letters (a–d) within the instrument (Rehotest or Brookfield) applied to take measurements mean statistically significant differences among mean values of the apparent viscosity depths measured in the selections of cheeses containing various amounts of yoghurt cheese added ($\alpha=0,05$; $n = 5$).

Wyniki lepkości pozornej serów topionych przeprowadzone w temp. 60°C za pomocą dwóch różnych wiskozymetrów (Rheotestu i Brookfielda) wykazały brak statystycznie istotnych różnic między wariantami z: 0, 10, 30 i 50% dodatkiem sera jogurtowego (rys. 5). Większy udział sera jogurtowego statystycznie istotnie wpływał na wzrost lepkości pozornej badanych serów topionych. Lee i Klostermeyer [10] stwierdzili, że twardość i lepkość modelowych systemów serów topionych malała wraz ze wzrostem pH stopionej masy serowej. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy potwierdzają tę zależność. Wyższa lepkość i twardość serów z 70 oraz 100% dodatkiem sera jogurtowego może wynikać z niższego pH masy serowej, jak i z większego udziału w tych serach długich łańcuchów białkowych typowych dla sera niepoddanego dojrzewaniu.

Wnioski

1. Tak zwany ser jogurtowy otrzymany w wyniku biologicznego ukwaszania retentatu UF zawierającego wszystkie białka mleka może być z powodzeniem wykorzystany jako wartościowy surowiec do produkcji sera topionego o

- smarownej konsystencji, przy czym jego udział wśród surowców serowych mieszanki do topienia nie powinien przekraczać 30%.
2. Duży dodatek sera jogurtowego do mieszanki przeznaczonej do topienia powoduje złagodzenie smaku i zapachu typowego dla serów dojrziałych, co stwarza możliwość wykorzystania go do wytopu razem z przejrzalymi serami podpuszczkowymi, charakteryzującymi się zbyt intensywnym smakiem i zapachem.
 3. Użycie sera jogurtowego do topienia pozwala regulować konsystencję sera, która w przypadku serów przejrziałych o wysokim pH może być zbyt miękka. Ser jogurtowy może pod tym względem zastępować ser młody podpuszczkowy, ma jednak nad nim tę przewagę, że zawiera wszystkie białka mleka.
 4. Udział sera jogurtowego w zakresie od 0 do 30% w serze topionym nie miał istotnego wpływu na twardość, wyróżniki oceny sensorycznej (smak, zapach, barwę i konsystencję) oraz lepkość pozorną gotowych wyrobów. Większy dodatek (50, 70 i 100%) powodował spadek pH, wzrost twardości oraz pogorszenie się barwy i konsystencji tych produktów. W serach topionych z 70 i 100-procentowym udziałem sera jogurtowego stwierdzono również wzrost lepkości pozornej w temp. 60°C.

Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych jako część projektu badawczego nr 3 PO6T 065 25.

Literatura

- [1] Acharya M.R., Mistry V.V.: Comparison of effect of vacuum condensed and ultrafiltered milk on pasteurized process cheese. *J. Dairy Sci.*, 2002, **85 Suppl. 1**, 90.
- [2] Aly M.E., Abdel-Baky A.A., Farahat S.M.: Quality of processed cheese spread made using ultrafiltered retentates treated with some ripening agents. *Int. Dairy J.*, 1995, **5 (2)**, 191-209.
- [3] Burrington K.J.: Understanding process cheese. *Food Product Design*. 2000. www.foodproductdesign.com.
- [4] Chambre M., Daurelles J.: Processed cheese. In: *Cheesemaking: from science to quality assurance* – red. A. Eck i J.C. Gillis. Lavoisier Publishing Inc., 2000, pp. 641-657.
- [5] Cheryan M. (red.): *Ultrafiltration handbook*. Technomic Publishing Company Inc., 1986. pp. 1-25 i 235-245.
- [6] Ernstrom C.A., Sutherland B.J., Jameson G.W.: Cheese base for processing. A high yield product from whole milk by ultrafiltration. *J. Dairy Sci.*, 1980, **63 (2)**, 228-234.
- [7] Han X.O., Spradlin J.E.: Incorporation of whey into process cheese. U.S. Patent, 2001, No. 6,270,814 B1.
- [8] Jameson G.W., Sutherland B.J.: Process of making cheese by fermenting concentrated milk. U.S. Patent, 1994, No. 5,356,640.
- [9] Kumar V., Kosikowski F.V.: Process cheese manufactured from ultrafiltered retentates with and without enzymes. *J. Dairy Sci.*, 1977, **60 Suppl. 1**, 40.

- [10] Lee S.K., Klostermeyer, H.: The effect of pH on the rheological properties of reduced-fat model processed cheese spreads. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 2001, **34**, 288-292.
- [11] Marchesseau S., Gastaldi E., Lagaude A., Cuq J.L.: Influence of pH on protein interactions and microstructure of process cheese. *J. Dairy Sci.*, 1997, **80** (8), 1483-1489.
- [12] Moran J.W., Trecker G.W., Monckton S.P.: Continuous manufacture of process cheese. U.S. Patent, 2001, No. 6,183,805 B1.
- [13] Oakenfull D., Pearce J., Burley R.W.: Protein gelation. In: *Food proteins and their applications* – ed.. S. Damodaran i A. Paraf. Marcel Dekker Inc., 1997, pp. 111-142.
- [14] PN-73/A-86232. Mleko i przetwory mleczarskie. Sery. Metody badań.
- [15] Rubin J., Bjerre P.: Process for preparing cheese-base. U.S. Patent, 1983, No. 4,401,679.
- [16] Shimp L.A.: Process cheese principles. *Food Technology*, 1985, **39** (5), 63-70.
- [17] Simbuerger S., Wolfschoon A.F., Kempter K., Rose M., Marder U.: Acidified ultrafiltration concentrates as raw material for the production of processed cheese. European Patent Application, 1997, No. EP 0 755 630 A1.
- [18] Tamime A.Y., Younis M.F., Davies G.: Production of processed cheese using Cheddar cheese and cheese base 2. Production of a cheese base from skim milk powder. *Milchwissenschaft*, 1991, **46** (8), 495-499.

UTILIZING ALL MILK PROTEINS TO MANUFACTURE PROCESSED CHEESE

S u m m a r y

The processes of rennet or acid coagulation of milk proteins are used while conventionally manufacturing cheeses, which are, as next, utilized in the production of processed cheeses. During those coagulation processes, valuable rennet proteins are removed since they are contained in whey being removed. One of the possibilities to include all milk proteins into processed cheeses is to use products obtained directly from milk concentrated by an ultra-filtration method. In this paper, it was investigated a possibility to use a specific yoghurt cheese, produced from an UF milk protein retentate, as a cheese base when manufacturing processed cheeses.

A milk protein preparation (containing all milk proteins), i.e. the yoghurt cheese, was produced from a concentrated, 3.2% fatty milk; this milk was 5 times concentrated in a special ultrafiltration module. The retentate was pasteurized (72°C/15s), cooled to a temperature of $46 \pm 2^\circ\text{C}$, mixed with the yoghurt bacteria culture inoculated, and packed in thermowelded plastic bags. The packed retentate was incubated in a temperature of $44 \pm 2^\circ\text{C}$ until its pH reached as level between 5,0 and 5,2; thereafter, it was cooled to a temperature of 6°C . The yoghurt cheese, manufactured using the method described, was utilized while manufacturing processed cheese; the latter was then standardized to a 55% water and a 55% fat content in its dry matter. To manufacture processed cheeses, the following ingredients were used: yoghurt cheese, Gouda-type rennet cheese (young and mature), butter, water, melting salts (Joha PL), and salt. Different amounts of the yoghurt cheese were added to the mixture being processed in order to achieve specific per cent proportion rates of the yoghurt cheese and other cheese ingredients, i.e.: 0%, 10%, 30%, 50%, 70%, and 100%.

It was proved that the yoghurt cheese was a high quality, useful cheese base to manufacture a processed cheese which spread well, provided its content among all other components of the cheese mixture did not exceed 30%. If the addition of yoghurt cheese exceeded this level, the taste and flavor characteristics of a typical product usually manufactured from a mature, rennet cheese became milder. On the other hand, it was stated that with the increasing content of the yoghurt cheese, the pH value of the cheese mass decreased, but its hardness and apparent viscosity increased. It was proved that the yoghurt

cheese could replace a non-mature rennet cheese, since its advantage was that it contained all milk proteins.

Key words: ultrafiltration, cheese base, processed cheese ☒