

**Krzysztof SIEMIANOWSKI¹, Jerzy SZPENDOWSKI¹, Krzysztof BOHDZIEWICZ¹,
Piotr KOŁAKOWSKI², Katarzyna PAWLIKOWSKA², Joanna ŻYLIŃSKA³,
Jacek Karol BARDOWSKI³*

WPLYW ZAWARTOŚCI SUCHEJ MASY W MLEKU NA SKŁAD ORAZ CECHY SENSORYCZNE TWAROGU KWASOWEGO

EFFECT OF THE DRY MATTER CONTENT IN MILK ON THE COMPOSITION AND SENSORY PROPERTIES OF ACID TVAROG CHEESE

¹Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

²Danisco-Biolacta, Olsztyn

³Instytut Biochemii i Biofizyki, Polska Akademia Nauk, Warszawa

Abstract. The aim of this paper was to analyze the effect of the dry matter in milk on the sensory properties of acid tvarog cheese. Acid tvarog cheeses were produced from reconstituted milk of varied dry matter contents, prepared from skimmed milk powder. Dry matter, protein, lactose and ash content were determined in the milk, tvarog cheese and whey. Active and titratable acidity were measured in milk curds and tvarog cheeses. The sensory analysis of tvarog cheeses was carried out with the grading method. The increase in the dry matter content in milk did not significantly modify the protein retention in the product. The value of titratable acidity of tvarog cheeses was proportionally correlated with the content of dry matter in milk. The content of dry matter in the raw material had a varied effect on the sensory properties of tvarog cheeses. The values responsible for cream color, hardness, grain size, sweet flavor, milk powder aftertaste and aroma intensity increased with an increase in the dry matter content, while the values of whey leakage, appearance homogeneity, elasticity, clamminess, flavor purity and intensity as well as acidic odor decreased.

Słowa kluczowe: cechy sensoryczne, mleko, skład chemiczny, sucha masa, twaróg kwasowy.

Key words: acid tvarog cheese, chemical composition, dry matter, milk, sensory properties.

WSTĘP

Twarogi i serki twarogowe stanowią w Polsce asortyment produktów mleczarskich o ugruntowanej pozycji. Szacuje się, że średnio około 1/5 wydatków związanych z zakupem artykułów mleczarskich przez przeciętne gospodarstwo domowe ponoszona jest na tę właśnie grupę produktów (Bohdziewicz i Śmietana 2007, Bohdziewicz 2009). Popularność twarogów wynika z wielowiekowej tradycji ich konsumpcji, ukształtowanych przyzwyczajzeń żywieniowych oraz dużej dostępności i stosunkowo niskiej ceny (Górska-Warsewicz 2005).

* Adres do korespondencji – Corresponding author: mgr inż. Krzysztof Siemianowski, Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie ul. Michała Oczapowskiego 7, 10-719 Olsztyn, e-mail: krzysztof.siemianowski@uwm.edu.pl.

Nie bez znaczenia jest tu również ich wysoka wartość odżywcza. Sery twarogowe stanowią w codziennej diecie człowieka cenne źródło białka o wysokiej wartości biologicznej, pewnych ilości lekkostrawnego tłuszczu mlekowego, witamin oraz soli mineralnych (Kłobukowski i Cichon 1999, Kolanowski 2000).

Preferencje konsumenckie uzależnione są w dużym stopniu od atrakcyjności sensorycznej produktów. Twarogi niedojrzewające powinny charakteryzować się czystym, łagodnym, lekko kwaśnym smakiem i zapachem. Struktura i konsystencja powinna być jednolita, zwarta, bez grudek, w przypadku twarogów chudych lekko ziarnista, a barwa biała do kremowej, jednolita w całej masie (Holanowski 1986, Kolanowski 2000).

W 2006 roku prawie 80% zakładów przetwarzających mleko w Polsce deklarowało produkcję twarogów i serków twarogowych, co świadczy o ważności tego asortymentu (Bohdziewicz i Śmietana 2007). Przeciętne spożycie serów twarogowych w kraju od wielu lat utrzymuje się na poziomie nie niższym niż 6 kg na osobę i znacznie przewyższa spożycie serów dojrzewających oraz topionych. W 2010 roku wynosiło 6,60 kg na osobę, co stanowiło 58,5% udziału w spożyciu serów ogółem (Świetlik 2011).

W produkcji tradycyjnego twarogu stosowana jest najczęściej koagulacja kwasowa, gdzie ukwaszanie następuje w wyniku rozwoju kultur bakterii fermentacji mlekowej. Uzyskany skrzep kwasowy podlega obróbce obejmującej krojenie i dogrzewanie, a następnie z otrzymanej gęstwy oddziela się masę twarogową, kierowaną dalej do ociekania, formowania, prasowania, chłodzenia i pakowania (Śmietana i in. 1998, 2003). Produktem ubocznym jest serwatka, z którą traci się do 60% składników suchej masy mleka, w tym cenne białka serwatkowe oraz znaczne ilości laktozy i soli mineralnych (Bednarski 2001). Jednym z obszarów postępu w produkcji twarogów kwasowych, zachodzącego szczególnie intensywnie na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat, jest dążenie do lepszego wykorzystania składników mleka w produkcie finalnym. Zastosowanie metody wapniowo-termiczno-kwasowej (Szpendowski i in. 2005), techniki ultrafiltracji (Śmietana i Mojak 1996, Szpendowski in. 2004), czy transglutaminazy (Bohdziewicz 2010) pozwala na pełniejsze wykorzystanie białek serwatkowych surowca w produkcie. Efekt ten można również uzyskać zawracając do produkcji twarogu białka serwatkowe w postaci partykuluatu uzyskanego w wyniku wieloetapowego przetwarzania serwatki (Sichier i in. 2006). Zatrzymanie białek serwatkowych w masie twarogu wiąże się z podwyższeniem jego wartości odżywczej i lepszym wykorzystaniem cennych żywieniowo składników mleka ilościowo, a więc i zwiększeniem wydajności produkcji (Kłobukowski i Cichon 1999, Szpendowski i in. 2004, Żywica i in. 2008, Bohdziewicz 2010).

Jednym ze sposobów zwiększenia zdolności produkcyjnej serowni może być stosowanie jako surowca mleka o zwiększonej zawartości suchej masy, co w praktyce łatwo osiągnąć przez dodatek odpowiedniej ilości proszku mlecznego lub mleka zagęszczonego (Chojnowski i in. 1993). Mleko o zwiększonej koncentracji składników suchej masy na potrzeby produkcji twarogu może być również uzyskiwane w wyniku regeneracji proszku mlecznego odpowiednią ilością wody. Proszek mleczny jest podstawowym surowcem do produkcji twarogu i innych produktów mleczarskich w miejscach gdzie warunki klimatyczne uniemożliwiają hodowlę bydła mlecznego i pozyskiwanie mleka surowego, ale również ma znaczenie w krajach o znaczącym pogłowiu bydła i wysoko rozwiniętym przetwórstwie mleka przy eliminowaniu sezonowości produkcji (Żuraw i in. 1984).

Celem podjętej pracy badawczej było określenie wpływu zawartości suchej masy w mleku na podstawowy skład chemiczny oraz cechy sensoryczne twarogu kwasowego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły kwasowe twarogi wyprodukowane w warunkach laboratoryjnych. Jako surowiec do produkcji twarogu wykorzystywano mleko regenerowane, zróżnicowane pod względem zawartości suchej masy na pięciu poziomach, przygotowane z odtłuszczonego proszku mlecznego i odpowiedniej ilości wody destylowanej. Warianty surowca zakodowano literą M oraz cyfrą z przedziału 1–5. Mleko regenerowane standaryzowano pod względem kwasowości czynnej 0,25 M roztworem NaOH do pH $6,70 \pm 0,02$. Następnie poddawano je pasteryzacji w autoklawie w temperaturze $95 \pm 1^\circ\text{C}$ z przetrzymaniem przez $10 \pm 0,1$ minut. Po ochłodzeniu do temperatury $28 \pm 0,5^\circ\text{C}$ do mleka dodawano kultury startowe Probat 505 w ilości zalecanej przez producenta – Danisco. W skład zastosowanego preparatu kultur bakterii mlekowych wchodziły mezofilne paciorkowce kwaszące *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoriss* oraz kwasząco-aromatyzujące *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* i *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* (Danisco 2009). Zaprawiony surowiec nalewano w ilości po $1,5 \text{ dm}^3$ do zlewki i realizowano proces ukwaszania w inkubatorze w temperaturze $28 \pm 0,5^\circ\text{C}$ celem koagulacji. Uzyskany skrzep, po pokrojeniu na prostopadłościany, dogrzewano w łaźni wodnej do temperatury $40 \pm 0,5^\circ\text{C}$, przy czym przyrost temperatury wynosił około $1^\circ\text{C}/10$ min ogrzewania. Gęstwę twarogową separowano przy wykorzystaniu gazy medycznej, a następnie realizowano ociekanie w czasie 45 ± 5 min. Masę twarogową poddawano prasowaniu początkowo przy zastosowaniu nacisku $10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ przez 45 ± 5 min, a następnie zwiększając nacisk do $30 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ i utrzymywano go przez taki sam czas jak poprzednio. Tak wyprodukowane wyroby doświadczalne pakowano w owinięcia pergaminowe, wychładzano, zamykano w pojemnikach próżniowych i przechowywano chłodniczo przez 24 godziny w temperaturze $4 \pm 1^\circ\text{C}$. Uzyskane twarogi doświadczalne oraz serwatkę zakodowano odpowiednio literą T i S oraz cyfrą z przedziału 1–5.

W mleku regenerowanym, twarogu oraz serwatce oznaczano zawartość: suchej masy metodą suszenia (PN-A 86122:1968), białka ogółem metodą makro (PN-EN ISO 8969-2:2004), laktozy metodą Bertranda (Budślawski 1973) oraz związków mineralnych w postaci popiołu metodą spalania w piecu komorowym. Ze względu na wykorzystywanie odtłuszczonego proszku mlecznego w doświadczeniu zrezygnowano z oznaczania zawartości tłuszczu. W mleku oraz skrzepach mierzono kwasowość czynną przy wykorzystaniu miernika pH. Uzyskane skrzepy i twarogi podlegały również oznaczeniu kwasowości miareczkowej (Żegarska i Gujska 2000). Wszystkie wymienione oznaczenia i pomiary wykonano w trzech powtórzeniach.

Na podstawie zawartości białka w mleku i serwatce obliczono stopień retencji tego składnika w wyrobach doświadczalnych. Obliczeń dokonano, wykorzystując równanie (Szpendowski i in. 2007):

$$R(\%) = \frac{C_{\text{mleka}} - C_{\text{serwatki}}}{C_{\text{mleka}}} \times 100$$

gdzie:

R – stopień retencji białka (%),

C_{mleka} – zawartość białka w surowcu (%),

$C_{serwatki}$ – zawartość białka w serwatce (%).

Analizę sensoryczną twarogów doświadczalnych przeprowadził zespół składający się z ośmiu przeszkolonych osób w sposób zgodny z zaleceniami dla metody skalowania (Baryłko-Pikielna i Matuszewska 2009). Na drodze zebrania propozycji, dyskusji i weryfikacji wybrano i zdefiniowano 17 cech jakościowych. Do oceny intensywności analizowanych cech wykorzystano skalę liczbową sześciopunktową, w której poszczególnej liczbie punktów przypisano następujące określenia słowne: 0 – niewyczuwalna/brak, 1 – bardzo słaba, 2 – słaba, 3 – przeciętna, 4 – silna, 5 – bardzo silna. Analiza obejmowała takie cechy wyrobów doświadczalnych jak: wyciek serwatki, zawartość, jednorodność wyglądu, jednolitość barwy, kremowość barwy, twardość, sprężystość, ziarnistość, mazistość, smak kwaśny, smak słodki, smak mdły, posmak proszku mlecznego, czystość smaku, zapach kwaśny, czystość zapachu i aromatyczność.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą programu STATISTICA® ver. 10. W przypadku wyników oznaczeń składu chemicznego mleka regenerowanego, serwatki, twarogów oraz kwasowości miareczkowej skrzepów i twarogów obliczono wartości średnie, odchylenia standardowe i dokonano analizy opisowej. Do wyników analizy sensorycznej zastosowano nieparametryczny test U Manna-Whitneya, a istotność różnic badano na poziomie $\alpha \leq 0,05$.

WYNIKI I Dyskusja

Wykorzystane w doświadczeniu regenerowane mleko charakteryzowało się przyjętą różną zawartością składników suchej masy (tab. 1).

Tabela 1. Podstawowy skład chemiczny mleka regenerowanego
Table. 1. Basic chemical composition of reconstituted milk

Składnik Component (%)	Mleko regenerowane – Reconstituted milk									
	M1		M2		M3		M4		M5	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Sucha masa Dry matter	9,54	0,04	13,51	0,04	17,63	0,03	22,72	0,05	25,94	0,03
Białko Protein	3,40	0,01	4,79	0,02	6,24	0,01	8,12	0,02	9,36	0,03
Laktoza Lactose	5,22	0,01	7,47	0,02	9,53	0,02	12,43	0,04	14,27	0,04
Popiół Ash	0,89	0,01	1,22	0,01	1,60	0,02	2,00	0,02	2,25	0,03

Objaśnienia – Explanatory notes:

M1, M2, M3, M4, M5 – próby mleka regenerowanego różniące się pod względem koncentracji suchej masy – samples of reconstituted milk with different concentrations of dry matter.

Wraz ze wzrostem koncentracji suchej masy stwierdzano większą zawartość białka, laktozy i składników mineralnych oznaczonych jako popiół. Sucha masa mleka stanowi bowiem wypadkową zawartości obecnych w nim składników innych niż woda (Jaworski i Kuncewicz 2008). Surowiec M2 charakteryzował się około 1,4-krotnie, a dla porównania M5

około 2,7-krotnie większą średnią zawartością suchej masy niż surowiec M1. W przeciętnym składzie surowego mleka krowiego woda stanowi 87,8%, a pozostałe 12,2% to sucha masa, na którą składa się tłuszcz – 3,4%, białko – 3,1%, laktoza – 4,8%, inne związki organiczne – 0,2% oraz popiół – 0,7% (Holanowski 1986). Można stwierdzić zatem, że skład mleka M1 był najbardziej zbliżony w obrębie analizowanych wariantów surowca do składu mleka wykorzystywanego w produkcji twarogu chudego. Z punktu widzenia przydatności mleka do przetwórstwa na sery i twarogi szczególnie ważna jest zawartość białka, a zwłaszcza frakcji białek kazeinowych (Żywica i in. 2008). Porównując zawartość białka w poszczególnych wariantach surowca doświadczalnego stwierdzono, że mleko M2 zawierało średnio o około 41%, M3 o 84%, M4 o 139%, a M5 o 175% więcej tego składnika w stosunku do mleka M1.

Koagulację kwasową surowca w czasie produkcji twarogu w warunkach przemysłowych przeprowadza się zwykle przy wykorzystaniu mezofilnych kultur paciorkowców bakterii fermentacji mlekowej wytwarzających kwas mlekowy, choć znane są również metody koagulacji polegające na bezpośrednim zakwaszeniu mleka przez wprowadzenie kwasu, np. mlekowego, cytrynowego czy octowego (Ziarno i Zaręba 2007, Bohdziewicz 2009). Rola kultur bakterii mlekowych w technologii twarogów sprowadza się nie tylko wyłącznie do ukwaszania surowca, gdyż część z nich syntetyzuje związki kształtujące smak i aromat charakterystyczny dla tego produktu (Ziarno i Godlewska 2008, Bohdziewicz 2009).

Stopień ukwaszenia odpowiadający punktowi izoelektrycznemu kazeiny (pH 4,6) w przeprowadzonym doświadczeniu uzyskano tylko w przypadku surowca M1 i M2 po 17 godzinach inkubacji (tab. 2).

Tabela 2. Czas ukwaszania oraz kwasowość czynna i miareczkowa skrzepów mleka
Table 2. Duration of souring, active and titratable acidity of milk curds

Parametr Parameter	Skrzep mleka – Milk curd				
	M1	M2	M3	M4	M5
Czas ukwaszania (h) Souring time (h)	17	17	24	46	46
Kwasowość czynna (pH) Active acidity (pH)	4,60	4,60	4,72	4,76	4,89
Kwasowość miareczkowa (°SH) Titratable acidity (°SH)	33,5	39,0	43,5	64,4	56,3

Objaśnienia – Explanatory notes:

M1, M2, M3, M4, M5 – próby mleka regenerowanego różniące się pod względem koncentracji suchej masy – samples of reconstituted milk with different concentrations of dry matter.

Zawartość suchej masy wykazywała wyraźny wpływ na przyrost kwasowości w przypadku pozostałych wariantów surowca doświadczalnego, gdyż pomimo znacznie dłuższego czasu ich ukwaszania nie osiągnięto pH 4,6. Wraz ze wzrostem zawartości składników suchej masy w mleku, głównie białka i soli mineralnych, wzrasta jego pojemność buforowa, której działanie wiąże się ze znacznym spowolnieniem przyrostów kwasowości czynnej (Salaün i in. 2005, Żbikowska i Żbikowski 2009). Potwierdzeniem tego mogą być wartości kwasowości miareczkowej uzyskanych skrzepów mleka. Wraz ze wzrostem zawartości składników suchej masy w surowcu, wzrastała wartość kwasowości miareczkowej uzyskiwanych z niego skrzepów doświadczalnych, co wskazuje na większą zawartość w nich kwasu mlekowego wytworzonego w czasie fermentacji mlekowej.

Kolejnym etapem doświadczenia była obróbka skrzepów celem uzyskania twarogu. Na skutek odpowiednio przeprowadzonej obróbki skrzepu, a następnie separacji ziarna twarogowego, składniki surowca ulegają podziałowi między masę twarogu i serwatkę (Szpendowski i in. 2007).

Średnia zawartość suchej masy w wyrobie T2 była około 1,2-krotnie, a w T5 1,6-krotnie wyższa niż w przypadku wyrobu T1 (tab. 3). Białko stanowi podstawowy i dominujący składnik suchej masy twarogu. Twaróg półtłusty uzyskany w badaniach Śmietany i in. (2003) zawierał w składzie 75,4% wody oraz 17,71% białka, które stanowiło blisko 72% jego suchej masy. Z kolei Szpendowski i in. (2007) uzyskali metodą tradycyjną twaróg chudy zawierający 70,7% wody i 24,42% białka. W twarogach doświadczalnych białko stanowiło średnio w wyrobie T1 – 73,7%, T2 – 66,5%, T3 – 67,1%, T4 – 61,9% oraz T5 – 62,7% składu suchej masy. Mniejszy udział białka w suchej masie wyrobów T2, T3, T4 i T5 wiązał się ze wzrostem udziału laktozy i popiołu. W wyrobie T1 udział laktozy i popiołu w składzie suchej masy wynosił średnio 15,6 oraz 3,9%, natomiast dla porównania w wyrobie T5 już wynosił odpowiednio 25,1 oraz 7,2%.

Tabela 3. Podstawowy skład chemiczny twarogu
Table 3. Basic chemical composition of tvarog cheese

Składnik Component (%)	Twaróg – Tvarog									
	T1		T2		T3		T4		T5	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Sucha masa Dry matter	22,32	0,01	26,69	0,02	28,03	0,05	32,46	0,02	35,86	0,01
Białko Protein	16,45	0,03	17,76	0,02	18,80	0,05	20,09	0,05	22,47	0,02
Laktoza Lactose	3,49	0,02	5,00	0,01	6,79	0,03	8,23	0,01	9,00	0,04
Popiół Ash	0,86	0,01	1,19	0,01	1,63	0,01	2,16	0,04	2,59	0,05

Objaśnienia – Explanatory notes:

T1, T2, T3, T4, T5 – twarogi uzyskane z mleka regenerowanego różniące się pod względem koncentracji suchej masy – tvarog cheeses obtained from reconstituted milk with varied dry matter content.

Bednarski (2001) podaje, że zależnie od technologii przetwórstwa mleka, do serwatki przechodzi od 50 do 60% składników jego suchej masy, a ich migracja kształtuje się następująco: albuminy i globuliny – 95%; kazeiny – 33%, laktoza – 96%, tłuszcz – 8%, składniki mineralne – 81%. W przeciętnym składzie serwatki otrzymanej przy kwasowej koagulacji białek mleka woda stanowi około 94–95%, sucha masa 5–6%, tłuszcz 0,1–0,2%, białko 0,8–1,0%, laktoza 3,7–4,2%, popiół 0,7–0,8%, a kwas mlekowy do 0,8% (Oziemkowski 1993). Porównując skład serwatek doświadczalnych (tab. 4) z danymi literaturowymi (Oziemkowski 1993) można stwierdzić, że pod względem zawartości białka mogła by mu w przybliżeniu odpowiadać serwatka S3 i S4, a pod względem zawartości popiołu tylko serwatka S1. Pomijając skład serwatki S1, wszystkie pozostałe charakteryzowały się większą zawartością suchej masy, laktozy oraz składników mineralnych wyrażonych jako popiół niż wartości przytoczone z literatury. Głównym składnikiem suchej masy serwatek doświadczalnych była laktoza, od około 71,3% w przypadku serwatki S3 do 77,1% w przypadku S5, a w następnej kolejności popiół (12,3–12,8%). Największym udziałem białka w składzie suchej masy charakteryzowała się serwatka S5 i wynosił on blisko 7,7%. W pozostałych przypadkach udział białka mieścił się w przedziale od około 6,3 do 6,9% składu suchej masy.

Tabela 4. Podstawowy skład chemiczny serwatki
Table 4. Basic chemical composition of whey

Składnik Component (%)	Serwatka – Whey									
	S1		S2		S3		S4		S5	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Sucha masa Dry matter	6,42	0,02	9,47	0,02	12,47	0,01	15,46	0,03	17,23	0,02
Białko Protein	0,41	0,01	0,65	0,01	0,79	0,01	1,02	0,01	1,32	0,01
Laktoza Lactose	4,68	0,02	6,91	0,02	8,89	0,03	11,63	0,01	13,29	0,03
Popiół Ash	0,80	0,01	1,18	0,01	1,53	0,01	1,98	0,01	2,18	0,02

Objaśnienia – Explanatory notes:

S1, S2, S3, S4, S5 – serwatki uzyskane przy produkcji twarogu z mleka regenerowanego różniącego się pod względem koncentracji suchej masy – wheys obtained from tvarog cheese production from reconstituted milk with varied dry matter content.

Przetwarzając mleko, dąży się do wykorzystania w jak największym stopniu w produkcie finalnym cennych składników surowca przy jednoczesnym ograniczaniu ładunku biologicznego ścieków opuszczających zakład produkcyjny. Jest to szczególnie ważne przy przetwarzaniu mleka na preparaty białkowe, sery, twarogi i serki twarogowe, gdzie wraz z serwatką lub permeatem tracona jest znaczna część składników mleka (Rojewska 2000).

Analizując wartości retencji białka surowca w wyrobach doświadczalnych, można stwierdzić, że zawartość suchej masy w mleku nie wpływała na nią znacząco (tab. 5). Stopień retencji białka był zbliżony dla wszystkich twarogów doświadczalnych i mieścił się w przedziale od 85,9% dla wyrobu T5 do 87,9% w przypadku wyrobu T1. Szpendowski i in. (2007), stosując dodatek chlorku wapnia w ilości 0,05% i pasteryzując mleko przerobowe w temperaturze 95°C, uzyskali retencję białka w produkcie na poziomie 89,31%. Zastosowanie techniki ultrafiltracji w technologii serków twarogowych pozwala na wykorzystanie nawet do 95% białek mleka w produkcie (Śmietana i Mojak 1996).

Tabela 5. Stopień retencji białka surowca w twarogach
Table 5. Raw material protein retention in tvarog cheeses

Parametr Parameter (%)	Twaróg – Tvarog									
	T1		T2		T3		T4		T5	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Stopień retencji Raw retention	87,94	0,02	86,43	0,03	87,34	0,02	87,44	0,03	85,90	0,04

Objaśnienia – Explanatory notes:

T1, T2, T3, T4, T5 – twarogi uzyskane z mleka regenerowanego różniącego się pod względem koncentracji suchej masy – tvarog cheeses obtained from reconstituted milk with varied dry matter content.

Jedną z podstawowych analiz chemicznych wykonywanych w ocenie jakości twarogów jest oznaczenie kwasowości (Holanowski 1986). Analizując uzyskane wartości kwasowości miareczkowej wyrobów doświadczalnych, można zauważyć, że wraz ze wzrostem zawartości suchej masy surowca, z którego je uzyskano, wzrastała ich kwasowość miareczkowa (tab. 6). Najwyższą średnią kwasowość stwierdzono w przypadku wyrobu T4 (72,9°SH) i była to wartość blisko 1,7-krotnie większa od wartości kwasowości wyrobu T1 (43,8°SH). Przyczyną odbiegającej od tendencji kwasowości wyrobu T5 może być niższy poziom ukwaszenia

surowca, co potwierdza najwyższa wartość pH skrzepu mleka spośród wszystkich analizowanych wariantów ukwaszonego surowca. Według Kolanowskiego (2000), kwasowość twarogów kwasowych nie powinna przekraczać 80–110° SH. Odnosząc się do tej wartości należy stwierdzić, że wszystkie wyroby doświadczalne charakteryzował niższy poziom kwasowości miareczkowej.

Tabela 6. Kwasowość miareczkowa twarogów

Table 6. Titratable acidity of tvarog cheeses

Parametr Parameter	Twaróg – Tvarog									
	T1		T2		T3		T4		T5	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Kwasowość miareczkowa (°SH) Titratable acidity (°SH)	43,8	0,9	54,7	1,1	58,8	1,0	72,9	1,0	67,7	1,0

Objaśnienia – Explanatory notes:

T1, T2, T3, T4, T5 – twarogi uzyskane z mleka regenerowanego różniące się pod względem koncentracji suchej masy – tvarog cheeses obtained from reconstituted milk with varied dry matter content.

Analiza cech organoleptycznych odgrywa bardzo ważną rolę w ocenie serów twarogowych, gdyż pozwala na szybkie określenie jakości produktu, jego smakowitości oraz przydatności do konsumpcji (Holanowski 1986). Wyniki dotyczące wpływu zawartości suchej masy w mleku na cechy sensoryczne twarogu zestawiono w tabeli 7.

Wyciek serwatki dotyczył wyłącznie wyrobu T1 oraz T2 i zarówno w jednym, jak i w drugim przypadku był on bardzo mały. Pod względem zwartości, jednolitości barwy, smaku mdłego oraz czystości zapachu nie stwierdzono występowania statystycznie istotnych różnic między analizowanymi wyrobami doświadczalnymi. Wraz ze wzrostem koncentracji suchej masy w surowcu zaobserwowano tendencję wzrostową w przypadku wartości średnich charakteryzujących takie cechy jak: kremowość barwy, twardość, ziarnistość, smak słodki, posmak proszku mlecznego i aromatyczność. Odwrotna tendencja dotyczyła wycieku serwatki, jednorodności wyglądu, sprężystości, mazistości, czystości smaku oraz smaku i zapachu kwaśnego. Wyrób doświadczalny T1, uzyskany z surowca o średniej zawartości suchej masy 9,54%, w porównaniu z wyrobem T2, uzyskanym z surowca, który zawierał średnio 13,51% suchej masy, różnił się statystycznie istotnie niższą wartością charakteryzującą kremowość barwy, ziarnistość, smak słodki i posmak proszku mlecznego, a statystycznie istotnie wyższą tylko w przypadku smaku kwaśnego, a w porównaniu z wyrobem T3, uzyskanym z mleka zawierającego średnio 17,63% suchej masy, dodatkowo statystycznie istotnie niższymi wartościami wyrażającymi wyciek serwatki i zapach kwaśny. Najbardziej zbliżone pod względem cech sensorycznych były twarogi doświadczalne T4 i T5 uzyskane z surowca o średniej zawartości suchej masy – odpowiednio 22,72 i 25,94%, a statystycznie istotne różnice stwierdzono tylko w przypadku twardości oraz zapachu kwaśnego. Wyrób T3, w stosunku do wyroby T4, charakteryzował się statystycznie istotnie mniejszą ziarnistością i aromatycznością oraz statystycznie istotnie większą mazistością. W przypadku porównywania twarogu uzyskanego z surowca o najmniejszej i największej zawartości składników suchej masy, a więc wyrobu T1 i T5, różnice statystycznie istotne dotyczyły takich cech jak: wyciek serwatki, jednorodność wyglądu, kremowość barwy, twardość, sprężystość, ziarnistość, mazistość, smak kwaśny i słodki, posmak proszku mlecznego, czystość smaku, zapach kwaśny i aromatyczność.

Tabela 7. Wyniki analizy sensorycznej twarogów
Table 7. Results of a sensory analysis of tvarog cheeses

Wyróżniki sensoryczne Sensory parameters	Twaróg – Tvarog									
	T1		T2		T3		T4		T5	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Wyciek serwatki Whey leakage	0,88 ^A	0,35	0,75 ^A	0,46	0,00 ^B	0,00	0,00 ^B	0,00	0,00 ^B	0,00
Zwartość Density	4,13 ^A	0,35	4,13 ^A	0,35	4,00 ^A	0,53	4,25 ^A	0,46	4,25 ^A	0,46
Jednorodność wyglądu Appearance homogeneity	4,75 ^A	0,46	4,75 ^A	0,46	4,25 ^{A,B}	0,46	4,13 ^{A,B}	0,64	4,00 ^B	0,53
Jednolitość barwy Uniformity of color	5,00 ^A	0,00	5,00 ^A	0,00	4,50 ^A	0,53	4,50 ^A	0,53	4,50 ^A	0,53
Kremowość barwy Cream color	2,25 ^A	0,46	3,50 ^B	0,53	3,88 ^{B,C}	0,35	4,13 ^{B,C}	0,64	4,25 ^C	0,46
Twardość Hardness	3,00 ^A	0,53	3,25 ^{A,B}	0,46	3,38 ^{A,B}	0,52	3,75 ^B	0,46	4,50 ^C	0,53
Sprężystość Elasticity	4,50 ^A	0,53	4,38 ^A	0,52	4,13 ^{A,B}	0,35	3,50 ^{B,C}	0,53	3,25 ^C	0,46
Ziarnistość Grain size	1,25 ^A	0,46	2,25 ^B	0,46	3,25 ^C	0,46	4,50 ^D	0,53	4,25 ^D	0,46
Mazistość Clamminess	2,75 ^A	0,89	2,75 ^A	0,46	2,75 ^A	0,89	0,75 ^B	0,46	0,75 ^B	0,46
Smak kwaśny Acidic flavor	3,50 ^A	0,53	2,50 ^B	0,53	1,75 ^C	0,46	1,75 ^C	0,46	1,25 ^C	0,46
Smak słodki Sweet flavor	1,50 ^A	0,53	2,50 ^B	0,53	4,00 ^C	0,76	4,25 ^C	0,46	4,75 ^C	0,46
Smak mdły Inspid flavor	0,75 ^A	0,46	0,75 ^A	0,46	0,75 ^A	0,46	1,25 ^A	0,46	1,25 ^A	0,46
Posmak proszku mlecznego Aftertaste of milk powder	2,00 ^A	0,76	3,00 ^B	0,76	4,00 ^C	0,76	4,25 ^C	0,46	4,75 ^C	0,46
Czystość smaku Purity of flavor	4,25 ^A	0,46	4,25 ^A	0,46	3,63 ^{A,B}	0,52	3,50 ^B	0,53	3,50 ^B	0,53
Zapach kwaśny Acid smell	3,25 ^A	0,89	2,50 ^{A,B}	0,53	2,25 ^B	0,46	2,25 ^B	0,46	1,50 ^C	0,53
Czystość zapachu Purity of smell	4,75 ^A	0,46	4,50 ^A	0,53	4,25 ^A	0,46	4,50 ^A	0,53	4,50 ^A	0,53
Aromatyczność Aromatics	3,25 ^{A,B}	0,46	2,75 ^A	0,46	3,00 ^A	0,53	3,75 ^{B,C}	0,46	4,25 ^C	0,46

Objaśnienia – Explanatory notes:

T1, T2, T3, T4, T5 – twarogi uzyskane z mleka regenerowanego różniące się pod względem koncentracji suchej masy – tvarog cheeses obtained from reconstituted milk with varied dry matter content.

A, B, C, D – wartości oznaczone w tym samym wierszu inną literą różnią się statystycznie istotnie ($\alpha \leq 0,05$) – values with different letters in the same row denote significant statistical differences ($\alpha \leq 0.05$).

WNIOSKI

1. Zwiększanie zawartości suchej masy w mleku wpływa na podstawowy skład chemiczny produkowanego twarogu kwasowego.

2. Wraz ze wzrostem zawartości suchej masy w surowcu stwierdzono zwiększenie się kwasowości uzyskiwanych z niego produktów.

3. Wraz z podwyższeniem koncentracji suchej masy wzrastały wartości charakteryzujące kremowość barwy, twardość, ziarnistość, smak słodki, posmak proszku mlecznego i aromatyczność, a mały dotyczące wycieku serwatki, jednorodności wyglądu, sprężystości, mazistości, czystości smaku oraz smaku i zapachu kwaśnego.

PIŚMIENNICTWO

- Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I.** 2009. Sensoryczne badania żywności. Podstawy – Metody – Zastosowanie. Wydaw. Naukowe PTTŻ, Kraków.
- Bednarski W.** 2001. Doskonalenie technologii oraz organizacji przetwarzania serwatki w Polsce. *Przem. Spoż.* 2, 32–34 i 44.
- Bohdziewicz K.** 2009. Twaróg – pierwszy świeży ser świata. *Prz. Mlecz.* 2, 4–8.
- Bohdziewicz K.** 2010. Wpływ transglutaminazy na proces produkcji, wydatek oraz jakość twarogów. *Prz. Mlecz.* 2, 4–9.
- Bohdziewicz K., Śmietana Z.** 2007. Twarogi – terażniejszość i przyszłość. *Kalejdoskop Mlecz.* 2, 32–35.
- Budślawski J.** 1973. Badanie mleka i jego przetworów. PWRiL, Warszawa.
- Chojnowski W., Śmietana Z., Szpendowski J., Kwaśniewska M.** 1993. Koagulacja kwasowa i enzymatyczna białek mleka zagęszczanego metodą ultrafiltracji. *Prz. Mlecz.* 3, 65–67.
- Danisco** 2009. Product description – PD 206484-10.2EN. Bulk Set HM 505 FRO 1000 I. Material no. 13265021.
- Górska-Warsewicz H.** 2005. Rozwój rynku produktów mleczarskich. *Przem. Spoż.* 10, 20–23.
- Holanowski A.** 1986. Twarogi i serki twarogowe. Biblioteczka Majstra Mleczarskiego. Wydaw. Spółdzielcze, Warszawa.
- Jaworski J., Kuncewicz A.** 2008. Właściwości fizykochemiczne mleka [w: *Mleczarstwo*]. Tom I. Red. S. Ziąjka. Wydaw. UWM. Olsztyn, 53–99.
- Kłobukowski J., Cichon R.** 1999. Wartość odżywcza wybranych produktów mleczarskich. Część I. Wartość odżywcza twarogów. *Przem. Spoż.* 12, 26–29.
- Kolanowski W.** 2000. Sery twarogowe śmietankowe, tłuste i chude. *Prz. Gastron.* 5, 10–11.
- Oziemkowski P.** 1993. Zastosowanie techniki ultrafiltracji w technologii wykorzystania serwatki. *Przem. Spoż.* 8, 216–219.
- PN-A 86122:1968.** Mleko. Metody badań.
- PN-EN ISO 8969-2:2004.** Mleko. Oznaczanie zawartości azotu. Część 2: Metoda z zastosowaniem bloku do mineralizacji (Metoda makro).
- Rojewska H.** 2000. Filtracja membranowa w przetwórstwie mleka. *Prz. Mlecz.* 7, 206–208.
- Salaün F., Mietton B., Gaucheron F.** 2005. Buffeting capacity of dairy products. *Int. Dairy J.* 15 (2), 95–109.
- Sichier G., Paar S., Derengiewicz W., Izbicki T.** 2006. Pierwsze w Polsce urządzenie do partykułowania białek serwatkowych. *Prz. Mlecz.* 11, 38–40.
- Szpendowski J., Kłobukowski J., Bohdziewicz K., Kujawski M.** 2004. Characteristics of the chemical composition of the nutritive value of protein in selected curd cheeses. *Pol. J. Natur. Sci.* 2, 143–150.
- Szpendowski J., Kłobukowski J., Prokop E.** 2005. Wpływ dodatku chlorku wapnia i ogrzewania mleka na skład chemiczny serów twarogowych. *Żywn. Nauka Technol. Jakość.* 3 (44), 36–45.
- Szpendowski J., Śmietana Z., Płodzień T., Lewandowski K., Owczarzak A., Buczma E.** 2007. Technologia serów twarogowych o podwyższonej wartości odżywczej. *Prz. Mlecz.* 1, 4–9.
- Śmietana Z., Derengiewicz W., Jankowski A., Wojdyński T.** 1998. Nowa technika i technologia produkcji twarogów. *Prz. Mlecz.* 9, 288–292.
- Śmietana Z., Mojak J.** 1996. Linia technologiczna firmy APV Anhydro Membrane Filtration – Dania w SM „Biomlek” w Chełmie do produkcji serka twarogowego. *Prz. Mlecz.* 7, 210–214.
- Śmietana Z., Szpendowski J., Bohdziewicz K.** 2003. Charakterystyka tradycyjnego „polskiego twarogu” otrzymywanego według własnej nowoczesnej techniki i technologii. *Prz. Mlecz.* 4, 126–129.
- Świetlik K.** 2011. Spożycie mleka i jego przetworów. *Rynek Mleka: stan i perspektywy.* 41, 13–15.

- Ziarno M., Godlewska A.** 2008. Znaczenie i wykorzystanie bakterii rodzaju *Lactococcus* w mleczarstwie. *Med. Weter.* 64 (1), 35–39.
- Ziarno M., Zaręba D.** 2007. Substancje dodatkowe stosowane w serowarstwie. *Przem. Spoż.* 10, 34–38.
- Żbikowska A., Żbikowski Z.** 2009. Wpływ parametrów wyrobu sera na zmiany pojemności buforowej. *Przeł. Mlecz.* 5, 4–8.
- Żegarska Z., Gujska E.** 2000. Oznaczanie kwasowości produktów spożywczych [w: *Ćwiczenia z analizy żywności*]. Red. Z. Żegarska. Wydaw. UWM, Olsztyn, 15–20.
- Żuraw J., Śmietana Z., Szpendowski J.** 1984. Możliwości produkcji sera z mleka w proszku. *Prz. Mlecz.* 7, 13–16.
- Żywica R., Szpendowski J., Banach J.K., Jamiołkowski P.** 2008. Wpływ zmian sezonowych składu chemicznego mleka na wydatek serów twarogowych. *Prz. Mlecz.* 11, 12–16.

Pracę zrealizowano w ramach projektu badawczego własnego pt. „Bezodpadowa technologia serów twarogowych otrzymywanych ze wszystkich białek mleka”, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr N N312351539.

