

IZABELA DMYTRÓW, ANNA MITUNIEWICZ-MAŁEK,
KRZYSZTOF DMYTRÓW

**FIZYKOCHEMICZNE I SENSORYCZNE CECHY SERA
TWAROGOWEGO KWASOWEGO WYPRODUKOWANEGO
Z MLEKA KOZIEGO ORAZ MIESZANINY MLEKA
KOZIEGO I KROWIEGO**

Streszczenie

Analizowano cechy fizykochemiczne oraz sensoryczne sera twarogowego kwasowego wyprodukowanego z mleka koziego oraz mieszaniny mleka koziego i krowiego (w dwóch proporcjach) podczas 3-tygodniowego przechowywania w temperaturze 5 ± 1 °C. Wyprodukowane w warunkach laboratoryjnych próby badawcze zapakowano próżniowo. Otrzymano 4 warianty sera twarogowego tj. (i) twaróg z mleka krowiego, (ii) twaróg z mieszaniny mleka koziego i krowiego w stosunku 1:1, (iii) twaróg z mieszaniny mleka koziego i krowiego w stosunku 2:1 oraz (iv) twaróg wyłącznie z mleka koziego. Badane sery oceniono sensorycznie oraz oznaczono w nich zawartość wody, tłuszczu, kwasowość miareczkową, pH, ilość wyciekającej serwatki oraz twardość. Stwierdzono, że sery twarogowe różniły się cechami sensorycznymi, zawartością wody i tłuszczu oraz kwasowością czynną i potencjalną. W trakcie przechowywania prób badawczych nie stwierdzono istotnych zmian ilości wyciekającej serwatki, a największą jej ilość odnotowano w serze twarogowym z mleka koziego.

Próby badawcze odznaczały się normatywnym składem chemicznym, a wraz ze wzrastającym udziałem mleka koziego w mleku przerobowym wzrastała jednocześnie zawartość wody w twarogu. Zaobserwowany spadek kwasowości miareczkowej serów twarogowych okazał się statystycznie istotny, natomiast czas przechowywania nie wpływał na pH analizowanych prób. Największą twardością cechował się ser twarogowy wyprodukowany z mleka krowiego, najmniejszą natomiast twaróg z mleka koziego. Różnice twardości prób badawczych wyprodukowanych z mieszaniny obu rodzajów mleka okazały się statystycznie istotne.

Słowa kluczowe: mleko kozie, twaróg kozi, wskaźniki fizykochemiczne, twardość

Dr inż. I. Dmytrów, dr inż. A. Mituniewicz-Malek, Zakład Technologii Mleczarskiej, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin, dr K. Dmytrów, Katedra Ekonometrii i Statystyki, Uniwersytet Szczeciński, ul. Mickiewicza 64, 71-101 Szczecin

Wprowadzenie

Mleko kozie i produkty pozyskiwane z niego, mimo że są bardzo popularne w krajach europejskich, w Polsce dopiero zdobywają grono odbiorców. Wzrastające pogłowie kóz, moda na ekologię, agroturystykę i żywność o cechach prozdrowotnych zwiększa zainteresowanie tym rodzajem mleka. Największą popularnością wśród produktów z mleka koziego (mierzoną jako odsetek osób spożywających dany produkt) cieszą się sery, w tym sery twarogowe, następnie mleko spożywcze, jogurty, kefir i inne rodzaje mleka fermentowanego. Powszechnie wiadomo, że najlepszymi walorami smakowymi charakteryzuje się mleko surowe, ale produkowane z niego sery znakomicie oddają smak mleka koziego i są równie cenne pod względem wartości odżywczej.

Serowarskie właściwości mleka koziego znacznie różnią się od właściwości mleka krowiego, a wiedza na temat ich wpływu na procesy przetwórcze jest nadal niewystarczająca, co sprawia, że przetwórstwo w profesjonalnych zakładach mleczarskich napotyka na wiele trudności. Słaba zwięzłość skrzepu, związana z tym trudność w krojeniu oraz specyficzny aromat, to główne przyczyny niechęci konsumentów do serów twarogowych z mleka koziego. Jednocześnie w związku z wysoką wartością odżywczą mleka koziego należałoby zastanowić się nad jeszcze pełniejszym jego wykorzystaniem i powiększeniem grona konsumentów sięgających po przetwory z mleka koziego. Przypuszczać należy, że użycie mieszaniny mleka koziego i krowiego w procesie wyrobu serów twarogowych kwasowych umożliwiłoby urozmaicenie asortymentu przetworów mlecznych z równoczesną poprawą cech jakościowych uzyskanych serów twarogowych.

Celem podjętych badań była ocena cech sensorycznych oraz wskaźników fizykochemicznych sera twarogowego kwasowego wyprodukowanego z mleka koziego, krowiego oraz ich mieszaniny.

Material i metody badań

Material badawczy stanowiły sery twarogowe kwasowe wyprodukowane w warunkach laboratoryjnych zgodnie z tradycyjną technologią z mleka krowiego, koziego oraz mieszaniny mleka koziego i krowiego (w dwóch proporcjach). Surowcem do produkcji serów twarogowych były dwa rodzaje mleka: (i) mleko spożywcze krowie, homogenizowane, pasteryzowane w wysokiej temp. (85 °C/10min), wyprodukowane w Okręgowej Spółdzielni Mleczarskiej w Krośnie Odrzańskim oraz (ii) mleko kozie pasteryzowane w wysokiej temperaturze (85 °C/10min) zakupione w indywidualnym gospodarstwie rolnym „Kozzi Gródek” w Wołczkowie koło Szczecina. W celu uzyskania wszystkich wariantów sera twarogowego (twaróg A, B, C, D) zastosowano liofilizowaną i skoncentrowaną mezofilną kulturę mleczarską do bezpośredniego zaszcze-

piania mleka (DVI) typu DL firmy Danisco Biolacta Sp. z o o o symbolu CHOOZIT TP 03 LYO 300 DCU. Szczepionka ta zawierała bakterie z rodzaju: *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* var. *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *mesenteroides*. Wszystkie próby sera twarogowego wyprodukowano z zachowaniem identycznych parametrów zgodnie z Instrukcją technologiczną „Sery twarogowe niedojrzewające” Nr 342/88. Dodatek zakwasu wynosił 2,5 %, natomiast czas ukwaszania około 12 h. Otrzymane klinki sera twarogowego zapakowano w folię PA/PE o grubości 40 µm z EVOH. W systemie pakowania próżniowego zastosowano podciśnienie 15 mbar w ciągu 2,5 s oraz opcję „soft-air” na poziomie 400 mbar. Uzyskano 4 rodzaje sera twarogowego:

- A – ser twarogowy kwasowy wyprodukowany wyłącznie z mleka krowiego,
- B – ser twarogowy kwasowy wyprodukowany z mieszaniny mleka koziego i krowiego w stosunku 1:1,
- C – ser twarogowy kwasowy wyprodukowany z mieszaniny mleka koziego i krowiego w stosunku 2:1,
- D – ser twarogowy kwasowy wyprodukowany wyłącznie z mleka koziego.

Przechowywaniu chłodniczemu w temp. 5 ± 1 °C poddano 120 klinków twarogu o masie około 150 g każdy. Analizę serów twarogowych wykonano bezpośrednio po ich wyprodukowaniu oraz po 3., 7., 14. i 21. dniu przechowywania. Pobierane do badań sery twarogowe każdorazowo poddane zostały ocenie sensorycznej z zastosowaniem skali pięciopunktowej [17]. Określono konsystencję, barwę oraz smak i zapach serów. Oceny dokonywała 9-osobowa grupa degustatorów przeszkolona w wykonywaniu analiz sensorycznych serów twarogowych. Próby do oceny pobierano losowo. Badanie przeprowadzono w pomieszczeniu wolnym od obcych zapachów, w którym każdy oceniający dysponował oddzielnym stanowiskiem oraz wodą destylowaną do przepłukiwania ust. Analizie fizykochemicznej poddano zarówno mleko przerobowe, jak i sery twarogowe stanowiące materiał badawczy. W obu rodzajach mleka pasteryzowanego oznaczono gęstość areometryczną, kwasowość miareczkową (°SH), pH przy użyciu pH-metru oraz przeanalizowano zawartość tłuszczu metodą Gerbera, zawartość białka metodą Kjeldahla, jak również zawartość laktozy metodą Bertranda [20]. W analizowanych wariantach sera twarogowego oznaczano według Polskiej Normy [19] kwasowość miareczkową w °SH, pH, zawartość wody metodą suszenia oraz zawartość tłuszczu metodą Gerbera. Każdorazowo dokonywano także pomiaru ilości wyciekającej serwatki. Twaróg ważono w opakowaniu (z dokładnością do 0,01g) oraz po jego usunięciu. Opakowanie osuszano papierowym ręcznikiem. Na podstawie różnicy masy wyliczano procentowy wyciek serwatki [30]. Oznaczenia w zakresie analizy fizykochemicznej wykonano w 4 powtórzeniach. Doświadczalne sery twarogowe kwasowe poddano również analizie reologicznej, która polegała na ocenie ich twardości przy użyciu analizatora tekstury TA.XT plus firmy Stable Micro System

[16]. Próbkę penetrowano z siłą nacisku 1 G i z prędkością 5 m·s⁻¹ na głębokość 20 mm. Średnica zastosowanego trzpienia aluminiowego wynosiła 6 mm. Oznaczenie twardości wykonano w 12 powtórzeniach. Uzyskane podczas analizy fizykochemicznej oraz reologicznej wyniki poddano weryfikacji statystycznej za pomocą dwuczynnikowej analizy wariancji z powtórzeniami z zastosowaniem programu Microsoft Excel 2000. Wszystkie testy wykonano na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

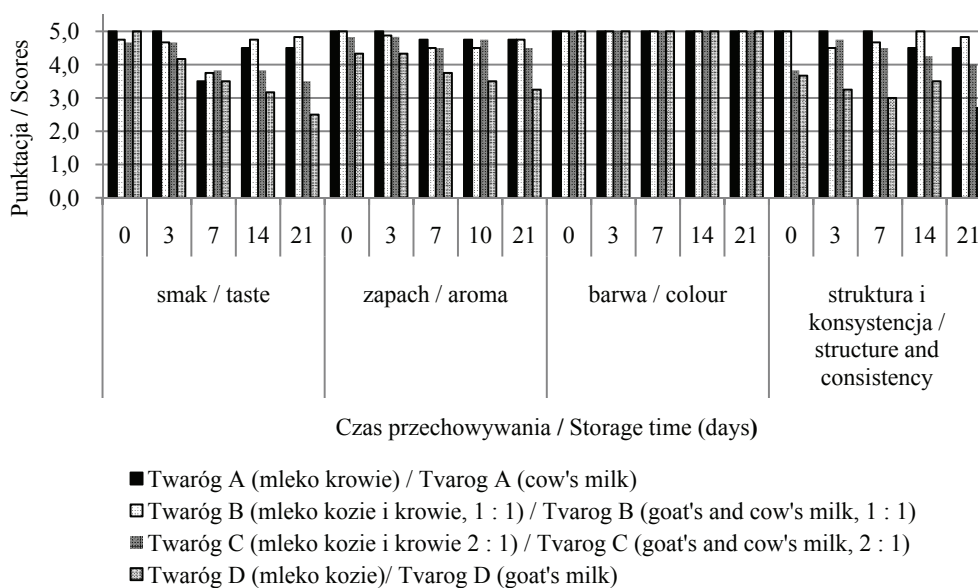
Wyniki i dyskusja

Przeprowadzone badania wykazały, że skład chemiczny mleka stanowiącego surowiec do produkcji doświadczalnych serów twarogowych zgodny był z Polską Normą [18] oraz danymi zamieszczonymi w literaturze przedmiotu [3, 4, 15]. Mleko kozie o pH 5,84 i gęstości 1,030 g·cm⁻³ zawierało 3,7 % tłuszczu, 2,65 % kazeiny oraz 4,8 % laktozy. Natomiast mleko krowie zawierało 3,5 % tłuszczu, 2,22 % kazeiny oraz 4,3 % laktozy. Jego gęstość wynosiła 1,0280 g·cm⁻³, a pH 6,75.

Wiadomo jest, że jakość mleka przerobowego wpływa na cechy fizykochemiczne, sensoryczne oraz wydatek sera twarogowego [5, 10]. Wyniki badań własnych potwierdziły, że największą wydajnością charakteryzował się twaróg wyprodukowany wyłącznie z mleka krowiego (twaróg A), następnie twaróg C (mieszanka w stosunku 2:1), kolejno B (stosunek 1:1) i najmniejszą twaróg D (ser kozi).

Według danych literaturowych [1, 21] najistotniejsze znaczenie w produkcji serów twarogowych odgrywa skład chemiczny mleka przerobowego tj. zawartość tłuszczu oraz ilość i skład kazeiny. Szpendowski i wsp. [24] twierdzą, że zależnie od składu chemicznego surowca, przebiegu koagulacji białka oraz techniki separacji masy twarogowej otrzymuje się sery twarogowe charakteryzujące się odmiennymi właściwościami fizykochemicznymi, odżywczymi i sensorycznymi oraz różną wydajnością. Skrzep kwasowy z mleka koziego charakteryzuje się słabszą zwięzłością, która może prowadzić do jego rozpylenia i zmniejszenia wydatku twarogu. Aylaward i wsp. [2], badając czynniki wpływające na wydatek sera, skupili się natomiast na związku między czasem przetrzymywania surowca a jakością produktu gotowego. Stwierdzili, że wydajność produkcji obniża się z każdym dniem przechowywania mleka o 2,5 - 3 %. Ponadto w miarę upływu czasu przechowywania mleka przerobowego wzrasta zawartość wody w twarogu, zmniejsza się zawartość kazeiny przy jednoczesnym wzroście zawartości azotu niebiałkowego i niekazeinowego. Podobnie Szczepanik i Libudzisz [23] twierdzą, że ze względu na aktywność systemu lipolitycznego dłuższe przechowywanie mleka koziego obniża jego wartość jako surowca serowarskiego. Intensywna obróbka mechaniczna uaktywnia działanie lipaz w wyniku niszczenia delikatnej struktury otoczek kuleczek tłuszczowych. Następuje również częściowe rozpuszczenie wapnia koloidalnego oraz kazeiny- β , co obniża wydajność sera.

Jakość mleka przerobowego znajduje także bezpośrednie odzwierciedlenie w wyglądzie, jak i profilu smakowo-zapachowym produktu gotowego. Przeprowadzona ocena sensoryczna potwierdziła, że najlepszymi cechami smakowo-zapachowymi oraz strukturą i konsystencją odznaczał się twaróg wyprodukowany wyłącznie z mleka krowiego. Barwa każdej próby badawczej była zgodna z Polską Normą [18] i nie ulegała zmianie w czasie przechowywania (rys. 1).



Rys. 1. Wyniki oceny sensorycznej (skala 5-punktowa) serów twarogowych kwasowych przechowywanych w warunkach chłodniczych (5 ± 1 °C).

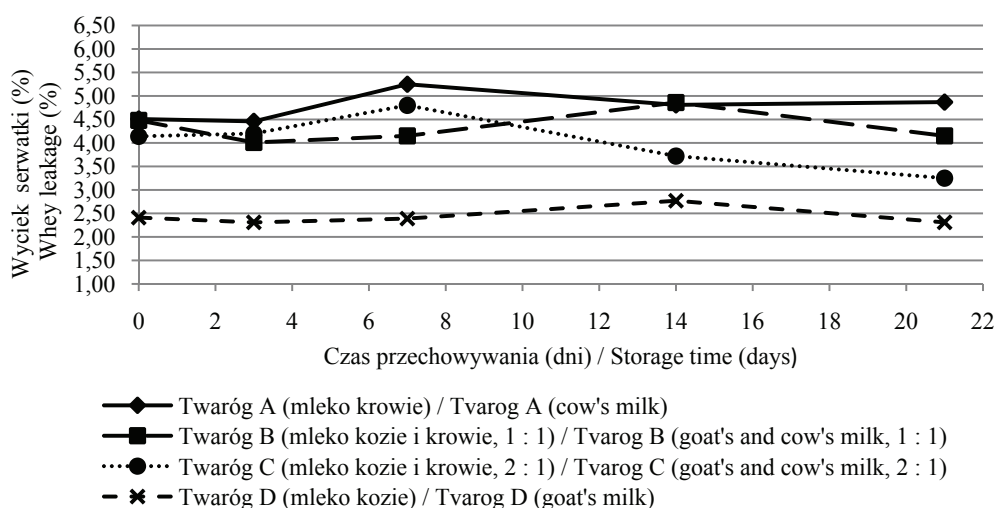
Fig. 1. Results of sensory assessment (5-points scale) of acid-curd cheeses (tvarogs) stored under cooling conditions (5 ± 1 °C).

W miarę upływu czasu przetrzymywania prób badawczych w warunkach chłodniczych nieznacznie pogarszał się ich smak. Zespół oceniający jako najsmaczniejszy wytypował twaróg wyprodukowany wyłącznie z mleka krowiego. Jako drugi pod tym względem wymieniano ser twarogowy B. Niestety smak sera z mleka koziego prawie w każdej ocenie punktowany był najniżej. Jedynie bezpośrednio po wyrobie oceniony został pod tym względem równie dobrze, jak twaróg z mleka krowiego (5 pkt). Jak się spodziewano, twaróg D charakteryzował się również najmniej zwięzłą strukturą i konsystencją spośród ocenianych wariantów sera.

Z badań Dmytrów i wsp. [8, 9] oraz Śmietany i wsp. [26] wynika, że wygląd zewnętrzny przechowywanego w warunkach chłodniczych twarogu nie ulega zmianie, natomiast wzrasta intensywność smaku i zapachu kwaśnego i nieznacznie cierpkiego. Stopniowe obniżanie się wyników oceny sensorycznej serów twarogowych potwierdzi-

ły ponadto badania Kornackiego i wsp. [13]. Przeprowadzona przez nich ocena sensoryczna dowiodła, że twarogi analizowane bezpośrednio po wyrobie charakteryzują się przyjemnym, lekko kwaśnym smakiem oraz zwięzłą i smarowną konsystencją. Wyróżniki te ulegają stopniowemu obniżeniu w miarę upływu czasu przechowywania. Przyznawane podczas oceny sera twarogowego z mleka koziego niższe noty podyktowane były głównie zbyt mazistą konsystencją oraz mało aromatycznym zapachem z mocno wyczuwalną „nutą kozią”. To wielokrotnie pojawiające się podczas degustacji twarogów stwierdzenie nie budzi zdziwienia, gdyż wiadomo, że produkty fermentowane z mleka koziego charakteryzują się mniejszą zawartością lotnych związków zapachowych (głównie diacetylu) oraz ditlenku węgla powstającego podczas fermentacji kulturami mezofilnymi. Mają zatem delikatniejszy i mniej intensywny zapach [25]. Mleko kozie charakteryzuje się także mniejszą zawartością cytrynianów i tym samym uboższym składem substancji aromatyzujących w produktach fermentowanych [27]. Zawiera ponadto więcej krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych niż mleko krowie, czym tłumaczyć można charakterystyczny aromat przetworów z mleka koziego [11]. Skrzep uzyskany z mleka koziego charakteryzuje się także mniejszą lepkością oraz zwięzłością, ma delikatniejszą strukturę i bardzo łatwo ulega rozpyleniu [25].

Cechą istotnie różnicującą próby badawcze był wyciek serwatki (rys. 2). Największą jej ilość stwierdzono w przypadku sera twarogowego wyprodukowanego z mleka krowiego (twaróg A), z kolei najmniejszym wyciekaniem serwatki odznaczał się kozi ser twarogowy (twaróg D).



Rys. 2. Zmiany wycieku serwatki z serów twarogowych kwasowych przechowywanych w warunkach chłodniczych (5 ± 1 °C).

Fig. 2. Changes in whey loss (leakage) from acid-curd cheeses (tvarogs) stored under cooling conditions (5 ± 1 °C).

Tabela 1

Wyniki dwuczynnikowej analizy wariancji wskaźników fizykochemicznych serów twarogowych kwasowych.

Results of bi-factor analysis of variance of physicochemical indicators of acid-curd cheeses.

Parametr / Parameter	Czynnik / Factor	F	P	Test F
Zawartość wody Water content	Czas przechowywania Storage time	7,386	0,0032*	3,403
	Rodzaj twarogu Type of tvarog	185,945	9,588E-17*	3,009
	Interakcje Interactions	0,109	0,995	2,508
Zawartość tłuszczu Fat content	Czas przechowywania Storage time	0,188	0,830	3,403
	Rodzaj twarogu Type of tvarog	58,906	3,246E-11*	3,009
	Interakcje Interactions	3,240	0,018*	2,508
Wyciek serwatki Whey leakage	Czas przechowywania Storage time	1,175	0,370	3,259
	Rodzaj twarogu Type of tvarog	82,063	2,897E-08*	3,490
	Interakcje Interactions	4,294	0,714	3,205
pH	Czas przechowywania Storage time	1,535	0,204	2,525
	Rodzaj twarogu Kind of tvarog	8,794	6,394E-05*	2,758
	Interakcje Interactions	0,738	0,709	1,917
Kwasowość miareczkowa Titratable acidity	Czas przechowywania Storage time	10,524	1,586E-06*	2,525
	Rodzaj twarogu Kind of tvarog	6,836	0,0005*	2,758
	Interakcje Interactions	1,222	0,020*	1,917
Twardość Hardness	Czas przechowywania Storage time	47,470	2,621E-22*	2,463
	Rodzaj twarogu Kind of tvarog	1960,973	1,137E-88*	2,696
	Interakcje Interactions	19,009	9,335E-21*	1,850

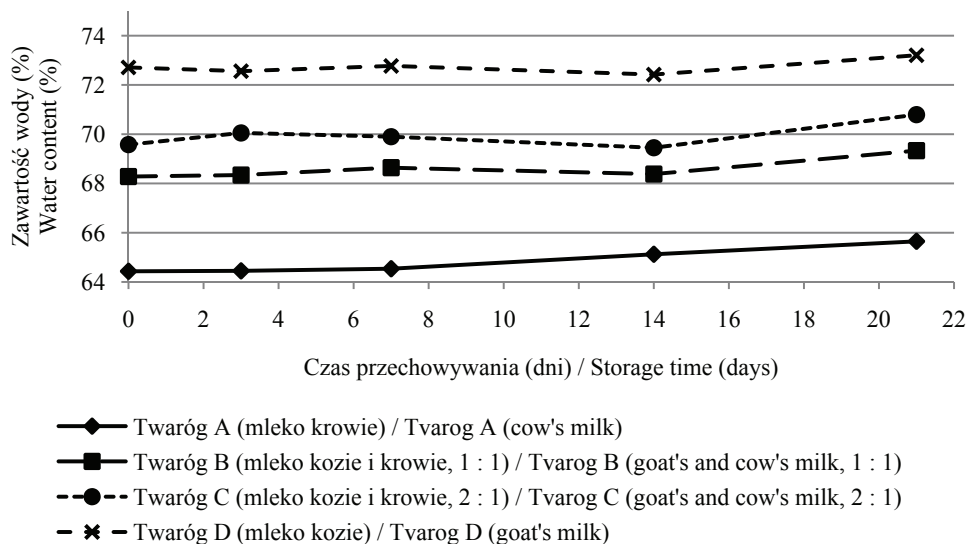
* różnice statystycznie istotne / statistically significant differences.

W czasie przechowywania prób badawczych w warunkach chłodniczych nie odnotowano istotnych zmian ilości wyciekającej serwatki (tab. 1).

Karczewska i wsp. [12] potwierdzają, że zarówno w czasie przechowywania twarogów w chłodni, jak i transportu, niezależnie od rodzaju użytego materiału opakowaniowego, ma miejsce wydzielanie się serwatki. Jest ono spowodowane zmianami zachodzącymi w układzie koloidalnym twarogu oraz samoprasowaniem się masy i wraz z towarzyszącym obsychaniem (osuszką) powierzchni prowadzi do powstania ubytków wagowych sięgających niekiedy 10 % masy przechowywanego sera. Śmietana i wsp. [26] twierdzą, że nie określono jednoznacznych przyczyn wycieku serwatki w czasie przechowywania twarogu, jednak może być on spowodowany stosowaniem zbyt dużego podciśnienia w czasie pakowania. Podczas pakowania sera twarogowego zastosowano opcję „soft air” zapobiegającą nadmiernemu obkurczeniu folii na produktach „delikatnych”, aby zapobiec wymuszonemu wyciekowi serwatki z prób doświadczalnych.

Wszystkie analizowane warianty sera twarogowego kwasowego odznaczały się normatywną zawartością wody (rys. 3). Mimo, że przyrost jej zawartości we wszystkich rodzajach twarogu badawczego nie przekroczył 1,5 % analiza wariancji potwierdziła, że czas przechowywania istotnie wpływał na zawartość wody w serach twarogowych (tab. 1). Udział tego wskaźnika w masie sera był największy w przypadku próby D, najmniejszy natomiast w twarogu A. Statystyczna weryfikacja uzyskanych wyników potwierdziła, że warianty sera różniły się istotnie pod względem zawartości wody, a wraz ze zwiększającym się udziałem mleka koziego w mleku przerobowym wzrastała zawartość tego składnika w wyprodukowanym serze twarogowym.

W przeprowadzonym przez Śmietaną i wsp. [26] doświadczeniu, mającym na celu ocenę jakości serów twarogowych, stwierdzono, że sukces przebiegu produkcji sera zależy od tego, jak dalece udaje się zachować maksymalną dopuszczalną zawartość wody. Z badań Cais i Wojciechowskiego [7] wynika, że w serach twarogowych, przechowywanych w temp. poniżej 8 °C, może dojść do zatrzymywania wody wskutek zbyt zaawansowanego procesu fizycznego dojrzewania twarogu. Proces ten polega m.in. na pęcznieniu białek i wchłanianiu wolnej wody. Wyższą zawartość wody w twarogu wyprodukowanym wyłącznie z mleka koziego tłumaczyć można faktem, że podczas koagulacji mleka koziego większa część białek serwatkowych pozostaje w skrzepie. Białka te mogą wiązać wodę, przez co wpływają na zwiększenie jej zawartości w masie gotowego sera.

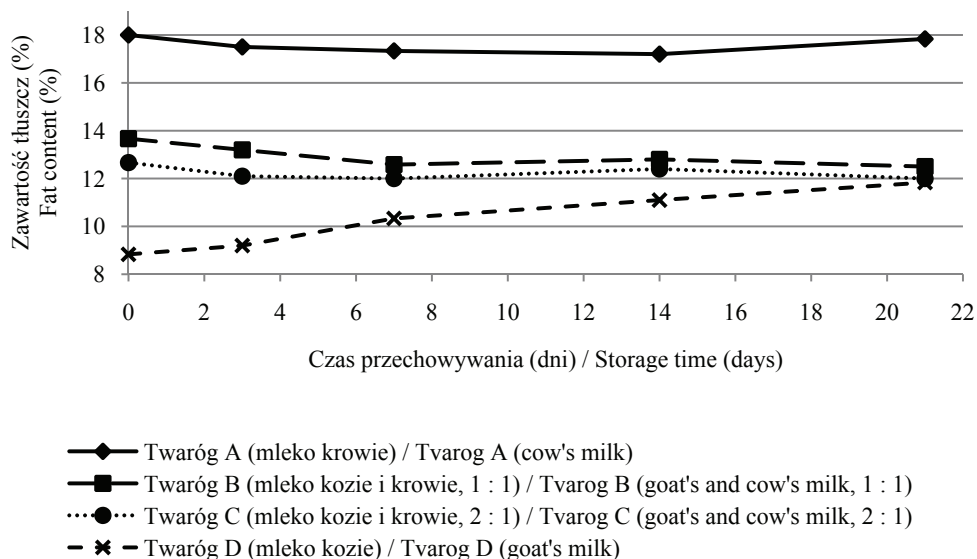


Rys. 3. Zmiany zawartości wody w serach twarogowych kwasowych przechowywanych w warunkach chłodniczych (5 ± 1 °C).

Fig. 3. Changes in water content in acid-curd cheeses (tvarogs) stored under cooling conditions (5 ± 1 °C).

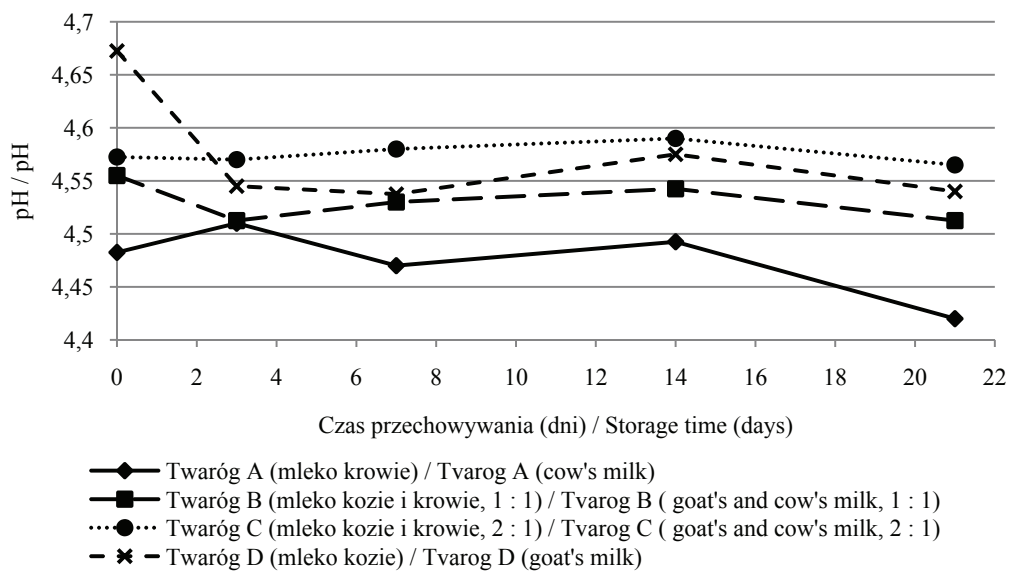
Największą zawartość tłuszczu oznaczono w serze twarogowym wyprodukowanym wyłącznie z mleka krowiego (próba A), najmniejszą natomiast w twarogu kozim (próba D). Mimo, że twarogi wyprodukowane z mieszaniny mleka krowiego i koziego (B i C) odznaczały się zbliżonym udziałem tłuszczu w masie sera, to wszystkie zaobserwowane różnice okazały się statystycznie istotne (rys. 4, tab. 1). Odnotowane zmiany zawartości tego wskaźnika w próbach badawczych nie przekroczyły 3 %, a analiza statystyczna wykazała, że czas przechowywania nie wpływał istotnie na zawartość tłuszczu w próbach (tab. 1). Wykazano także, że istniała istotna interakcja pomiędzy wariantem próby a czasem jej przechowywania.

Wartość pH analizowanych serów twarogowych mieściła się w zakresie 4,42 - 4,67, a w toku przeprowadzonych badań stwierdzono spadek pH twarogów A, B i D oraz stabilizację kwasowości czynnej w przypadku sera twarogowego C (rys. 5). Na podstawie analizy statystycznej potwierdzono, że czas przechowywania nie wpływał istotnie na kwasowość czynną analizowanych prób (tab. 1). Najwyższym pH charakteryzował się twaróg wyprodukowany z mieszaniny mleka koziego i krowiego w stosunku 2:1, a najniższym twaróg z mleka krowiego. Wszystkie odnotowane różnice okazały się statystycznie istotne (tab. 1). Podobnie jak pH, także kwasowość miareczkowa sera twarogowego C była zawsze najwyższa (rys. 6).



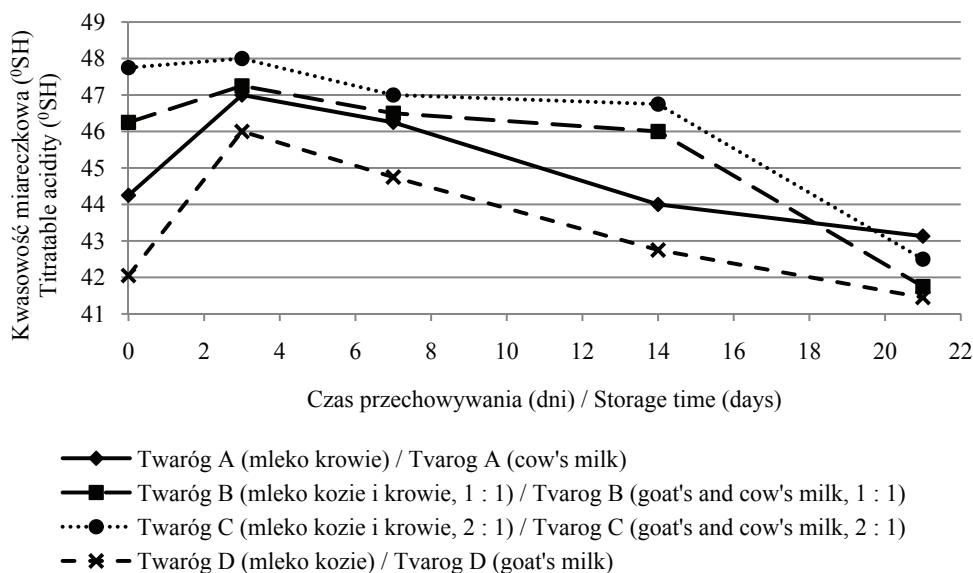
Rys. 4. Zmiany zawartości tłuszczu w serach twarogowych kwasowych przechowywanych w warunkach chłodniczych ($5 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$).

Fig. 4. Changes in fat content in acid-curd cheeses (tvarogs) stored under cooling conditions ($5 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$).



Rys. 5. Zmiany pH serów twarogowych kwasowych przechowywanych w warunkach chłodniczych ($5 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$).

Fig. 5. Changes in pH of acid-curd cheeses (tvarogs) stored under cooling conditions ($5 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$).



Rys. 6. Zmiany kwasowości miareczkowej serów twarogowych kwasowych przechowywanych w warunkach chłodniczych (5 ± 1 °C).

Fig. 6. Changes in acidity of acid-curd cheeses (tvarogs) stored under cooling conditions (5 ± 1 °C).

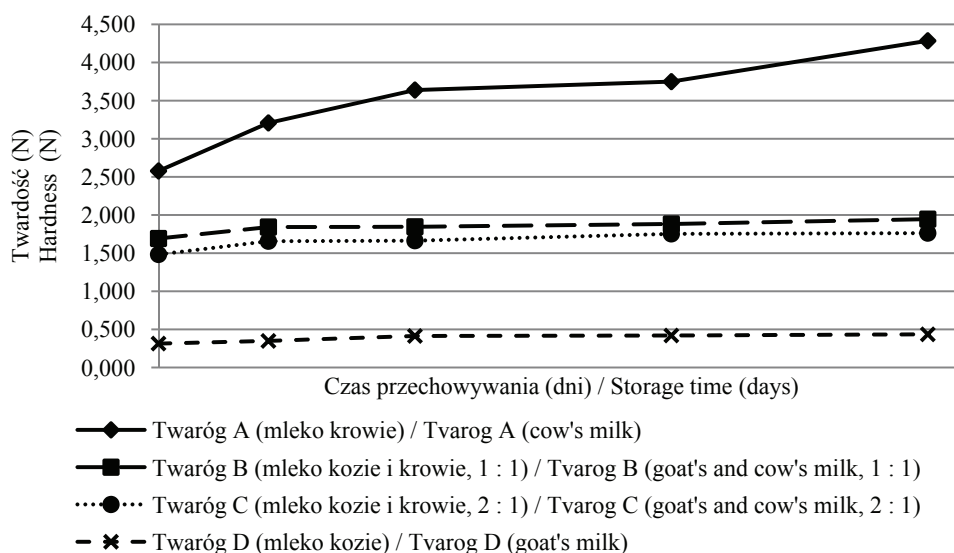
Najniższą kwasowością potencjalną w dniu produkcji charakteryzował się twaróg kozi i taką tendencję obserwowano podczas całego cyklu badawczego. Wszystkie zaobserwowane różnice kwasowości potencjalnej prób badawczych, jak i jej zmianę w czasie na podstawie dwuczynnikowej analizy wariancji należy uznać za statystycznie istotne. Zaobserwowany początkowy wzrost kwasowości miareczkowej sera oraz następujący po tym okresie spadek Cais i Wojciechowski [7] tłumaczą stopniowym zahamowaniem aktywności paciorkowców mlekowych, a nawet ich częściowym wymieraniem podczas chłodniczego przechowywania twarogu. Ich prace dowodzą, że po trzecim dniu przechowywania twarogów następuje, po uprzednim wzroście, gwałtowny spadek kwasowości, związany z peptonizacją kazeiny. Spadkowi kwasowości towarzyszy wzrost pH i zanik laktozy. W literaturze przedmiotu brak jest informacji na temat zmian zachodzących podczas przechowywania serów twarogowych kwasowych z mleka koziego lub z jego mieszaniny z mlekiem innych gatunków zwierząt. Napotkać jednak można artykuły dotyczące tych zagadnień w przypadku różnych rodzajów mleka fermentowanego. Vargas i wsp. [29], badając cechy fizykochemiczne i sensoryczne jogurtów produkowanych z mieszaniny mleka krowiego i koziego, stwierdzili, że w próbkach zawierających większy udział mleka koziego (100 i 75 %) spadek pH był znacznie szybszy niż w próbkach zawierających 50 % i mniej mleka koziego. O szybszym zakwaszaniu i niższym pH w jogurtach z mleka koziego donosili także

Rysstad i Abrahamsen [22] oraz Bozanic i wsp. [6]. Wiatr-Szczepanik i Libudzisz [28] stwierdziły lepszy wzrost bakterii fermentacji mlekowej w początkowej fazie inkubacji w mleku kozim niż w krowim. Wszyscy wyżej wymienieni autorzy różnice w tempie zakwaszania oraz kwasowości produktów gotowych tłumaczą faktem, że aktywność oraz tempo wzrostu bakterii starterowych zależy od szczepu, ale także od rodzaju mleka. Istnieją szczepy będące bardziej aktywne w mleku krowim, ale też takie, których aktywność jest większa w mleku kozim, gdyż poszczególne rodzaje bakterii fermentacji mlekowej wykazują specyficzną aktywność proteolityczną wobec poszczególnych frakcji kazeiny. Większość bakterii mlekowych należących do *Lactobacillus sp.* i *Lactococcus sp.* aktywnie rozkłada kazeinę- κ . Na właściwości kwaszące mleka koziego ma także wpływ jego skład chemiczny. Wysoki udział białek i składników mineralnych sprzyja aktywności bakterii kwasu mlekowego. Ich cechą charakterystyczną są wysokie wymagania pokarmowe. Większość wymaga obecności witamin (ryboflawiny, tiaminy, kw. pantotenowego, kw. nikotynowego, kw. foliowego, biotyny), aminokwasów, puryn i pirymidyny. Po wyczerpaniu łatwo dostępnych składników azotowych wzrost bakterii uwarunkowany jest wykorzystaniem białek mleka, co jest zależne właśnie od aktywności proteolitycznej bakterii. Skład mleka koziego zależy od fazy laktacji, stąd podatność tego mleka na ukwaszenie różni się w zależności od okresu laktacji [14].

Największą twardością w całym analizowanym okresie, tak jak przewidywano, cechował się ser twarogowy wyprodukowany wyłącznie z mleka krowiego i właśnie w tej próbie stwierdzono także największy ponad 66 % przyrost tego wskaźnika (rys. 7).

Twaróg z mleka koziego był tym, w przypadku którego twardość była we wszystkich próbach najmniejsza. Przyrost analizowanego wskaźnika w próbie B i C nie przekroczył 20 %, natomiast twardość twarogu D zwiększyła się o ponad 38 %. Analiza statystyczna potwierdziła istotność wszystkich zaobserwowanych różnic. Czas przechowywania istotnie wpływał na twardość twarogów, a jego interakcja z rodzajem próby okazała się statystycznie istotna (tab. 1). Stwierdzono także, że wraz ze wzrastającym udziałem mleka koziego w mieszaninie dwóch rodzajów mleka zmniejszała się związłość otrzymanego skrzepu. W literaturze przedmiotu opisywana jest zależność pomiędzy twardością serów a zawartością w nich wody lub białka [5, 8, 9]. Wraz ze wzrostem zawartości białka następuje zwiększenie twardości serów twarogowych. Wzrost zawartości wody wiąże się natomiast z obniżeniem się twardości twarogów. Podobną zależność dostrzeżono w przypadku badanych serów twarogowych. Spadek twardości twarogów wraz ze wzrastającym udziałem w mieszaninie mleka koziego tłumaczyć można faktem, że mleko kozie odznacza się mniejszą zawartością kazeiny- α_{S1} w porównaniu z mlekiem krowim. Ta frakcja kazeiny odgrywa ważną rolę podczas formowania żelu. Dlatego mniejsza jej zawartość prowadzi do obniżenia właściwości tekstury. Podobnie Vargas i wsp. [29] stwierdzili, że wzrastający udział mleka koziego

w mieszaninie istotnie zmniejsza zwięzłość i konsystencję skrzepu, mimo zwiększenia zawartości suchej masy w tych mieszaninach. Ponadto wyższa zawartość tłuszczu zmniejszała zwięzłość skrzepu poprzez „przerywanie” trójwymiarowej sieci żelu.



Rys. 7. Zmiany twardości serów twarogowych kwasowych przechowywanych w warunkach chłodniczych (5 ± 1 °C).

Fig. 7. Changes in hardness of acid-curd cheeses (tvarogs) stored under cooling conditions (5 ± 1 °C).

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że najbardziej pożądanym smakiem, zapachem, strukturą i konsystencją oraz twardością odznaczał się twaróg z mleka krowiego. Spośród pozostałych wariantów sera twarogowego najlepszymi cechami sensorycznymi cechował się twaróg wyprodukowany z mieszaniny mleka koziego i krowiego w stosunku 1:1. Pomimo 50 % udziału mleka koziego charakteryzował się on także zadowalającą strukturą i konsystencją (umożliwiającą krojenie nożem) oraz prawidłowym składem chemicznym. Zwiększenie ilości mleka koziego w surowcu przerobowym (2:1) wiązało się niestety z przyrostem zawartości wody w produkcie, obniżeniem właściwości tekstury oraz nasilaniem się typowych, ale nie zawsze akceptowanych cech smakowo-zapachowych tego mleka. Pomimo, że podczas analizy sensorycznej najniższą ocenę punktową uzyskał twaróg wyprodukowanego wyłącznie z mleka koziego, nie dyskwalifikowało go to jako produktu nadającego się do spożycia. Zbyt wyczuwalny „posmak kozi” oraz mazista konsystencja stanowiąc mogą czynnik zniechęcający potencjalnych konsumentów do jego spożycia oraz powodować trudności podczas produkcji i pakowania.

Wnioski

1. Najwyżej ocenionym smakiem, zapachem, strukturą i konsystencją oraz wydatkiem odznaczał się twaróg, do produkcji którego użyto wyłącznie mleka krowiego. Najmniej pożądanymi cechami sensorycznymi oraz najmniejszą wydajnością produkcji cechował się natomiast kozi ser twarogowy.
2. W trakcie przechowywania prób badawczych nie stwierdzono istotnych zmian ilości wyciekającej serwatki, a najmniejszą jej ilość odnotowano w serze twarogowym z mleka koziego.
3. Wszystkie analizowane warianty sera twarogowego kwasowego odznaczały się normatywnym składem chemicznym, a wraz ze wzrastającym udziałem mleka koziego w mleku przerobowym wzrastała zawartość wody w twarogu.
4. Próby badawcze różniły się istotnie kwasowością czynną, potencjalną, zawartością wody i tłuszczu oraz twardością.
5. Czas przechowywania nie wpływał istotnie na pH oraz zawartość tłuszczu w analizowanych próbach, podczas gdy spadek kwasowości miareczkowej oraz przyrost zawartości wody i twardości twarogów okazał się statystycznie istotny.
6. Największą twardością odznaczał się ser twarogowy z mleka krowiego, z kolei najmniejszą twaróg do produkcji, którego użyto wyłącznie mleka koziego.

Literatura

- [1] Albanell E., Gaja G., Such X., Rovai M., Salama A.A.K., Casals R.: Determination of fat, protein, casein, total solids and somatic cell count in goat's milk by near-infrared reflectance spectroscopy. *J. AOAC Int.*, 2003, **86** (4), 746-752.
- [2] Aylward E. B., O'Leary J., Langlois B. E.: Effect of milk storage on cottage cheese yield. *J. Dairy Sci.*, 1980, **63** (11), 1819-1825.
- [3] Avondo M., Bonanno A., Pagano R.I., Valenti B., Di Grigoli A., Alicata M.L., Galofaro V., Pennisi P.: Milk quality as affected by grazing time of day in Mediterranean goats. *J. Dairy Res.*, 2008, **75**, 48-54.
- [4] Barłowska J., Litwińczuk Z., Florek M., Kędzierska-Matysek M.: Wydajność i skład mleka kóz 4 polskich ras różniących się genotypem α_{s1} -kazeiny. *Med. Wet.*, 2007, **63** (12), 600-1603.
- [5] Bonczar G., Walczycka M.: Zależności między parametrami chemicznymi a teksturą świeżej i parzonej masy serowej z mleka owczego. *Żywność. Nauka Technologia. Jakość*, 2001, **3**, 24-31.
- [6] Bozanic R., Tratnik L., Maric O.: The influence of goat milk on the viscosity and microbiological quality of yoghurt during storage. *Mljekarstvo*, 1998, **48**, 63-74.
- [7] Cais D., Wojciechowski J.: Zmiany wybranych cech jakościowych serów twarogowych w trakcie ich przechowywania. *Przeł. Mlecz.* 1996, **6**, 177-178.
- [8] Dmytrów I., Mituniewicz-Małek A., Dmytrów K., Antonowicz J.: Evaluation of selected physico-chemical properties of tvarog produced from extended shelf milk (ESL). *EJPAU*, 2009, **12**(3), #1.
- [9] Dmytrów I., Kryża K., Dmytrów K., Lisiecki S.: Wpływ opakowania na wybrane cechy jakościowe sera twarogowego kwasowego przechowywanego w warunkach chłodniczych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **1** (50), 71-74.

- [10] Fekadu B., Soryal K., Zeng S., Van Hekken D., Bah B., Villaquiran M.: Changes in goat milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and semi-hard cheeses. *Small Rum. Res.*, 2005, **95** (1), 55-63.
- [11] Karademir E., Atamer M., Tamucay B., Yaman S.: Some properties of goat milk yoghurt produced by different fortification methods. *Milchwissenschaft*, 2002, **57**, 261-263.
- [12] Karczewska D., Pikul J., Płuszka H., Chudy S.: Zmiany wybranych cech fizykochemicznych tradycyjnie pakowanego twarogu z zależności od rodzaju użytego materiału opakowaniowego. *Chłodnictwo*, 2005, **10**, 45-52.
- [13] Kornacki K., Maciejska A., Kłębukowska L.: Modyfikacja szczepionek do produkcji niedojrzewających serów twarogowych. *Przegl. Mlecz.*, 1999, **6**, 184-185.
- [14] Masle I., Morgan F.: Compositional factors involved in the variable acidification capacity of goat milk by lactic starters. *Lait*, 2001, **81**, 561-569.
- [15] Ohiokpehai O.: Processed food products and nutrient composition of goat milk. *Pak. J. Nut.*, 2003, **2**(2), 68-71.
- [16] PN-ISO 11036:1999. Analiza sensoryczna. Metodologia. Profilowanie tekstury.
- [17] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [18] PN-A-86300:1991. Mleko i przetwory mleczarskie. Sery twarogowe niedojrzewające.
- [19] PN-A-86232:1973. Mleko i przetwory mleczne. Sery. Metody badań.
- [20] PN-A-86122:1968. Mleko. Metody badań.
- [21] Raynal-Ljutovac K., Gaborit P., Lauret A.: The relationship between quality criteria of goat milk, its technological properties and the quality of the final products. *Small Rum. Res.*, 2005, **60**, 167-177.
- [22] Rysstad G., Abrahamsen R.K.: Formation of volatile aroma compounds and carbon dioxide in yoghurt starter grown in cow's milk and goat's milk. *J. Dairy Res.*, 1987, **54**, 257-266.
- [23] Szczepanik A., Libudzisz Z.: Przydatność technologiczna mleka koziego. *Przem. Spoż.*, 2001, **2**, 35-36.
- [24] Szpendowski J., Kłębukowski J., Bohdziewicz K., Kujawski M.: Characteristic of the chemical composition of the nutritive value of protein in selected curd cheeses. *Pol. J. Nat. Sci.*, 2004, **2**, 143-149.
- [25] Szwoce J., Wituszyńska B., Obrusiewicz T., Najdeker M., Januszewska H.: Próby zastosowania ultrafiltracji w produkcji serków twarogowych z mleka koziego. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2001, **1**, 10-16.
- [26] Śmietana Z., Szpendowski J., Bohdziewicz K.: Charakterystyka tradycyjnego "polskiego twarogu" otrzymanego według własnej nowoczesnej techniki i technologii. *Przegl. Mlecz.*, 2003, **4**, 126-129.
- [27] Trujillo A.J., Guamis B., Carretero C.: Las proteínas mayoritarias de la leche de cabra. *Alimentaria*, 1997, **258**, 19-28.
- [28] Wiatr-Szczepanik A., Libudzisz Z.: Porównanie wzrostu i aktywności kwaszącej szczepów *Lb. acidophilus* w mleku kozim i krowim. *Przegl. Mlecz.*, 1997, **6**, 173-175.
- [29] Vargas M., Cháfer M., Albors A., Amparo C., González-Martínez C.: Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cows' and goats' milk. *Int. Dairy J.*, 2008, **18**, 1146-1152.
- [30] Ziółkowski T., Panfil-Kunczewicz H., Staniewska K., Szpendowski J.: Durability of tvarogs produced with modified technology and packed with different methods. *Pol. J. Nat. Sci.*, 2004, **2**, 163-170.

**PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY FEATURES OF ACID CURD CHEESE (TVAROG)
PRODUCED FROM GOAT'S MILK AND MIXTURE OF COW'S AND GOAT'S MILK**

S u m m a r y

Physicochemical and sensory features were analyzed of the acid curd cheese (tvarog) produced from goat's milk and a mixture of goat's and cow's milk (in two proportions) during a 3-week storage at a temperature of 5 ± 1 °C. The samples for analysis were produced under the laboratory conditions and vacuum packed. Four (4) variants of tvarog cheese were produced: (i) tvarog made from cow's milk; (ii) tvarog made from a mixture of goat's and cow's milk, in a 1:1 proportion; (iii) tvarog made from a mixture of goat's and cow's milk in a 2:1 proportion; and (iv) tvarog made from goat's milk. The cheeses analyzed were sensory assessed and the following features were determined: content of water; content of fat; titratable acidity; pH; whey loss (leakage); and hardness. It was found that the tvarog cheeses differed from each other in their sensory features, content of water, content of fat, active acidity, and potential acidity. No significant differences were found in the amount of whey loss (leakage); its largest amount was reported in the tvarog made exclusively from goat's milk.

The samples analyzed had a normative chemical composition and along with the per cent content of the goat's milk in the processed milk, the content of water increased simultaneously. The reported decrease in the titratable acidity was statistically significant, whereas the time of storing the cheeses did not impacted the pH level of the samples analyzed. The highest hardness had the tvarog cheese made from cow's milk and the lowest: made from goat's milk. The differences in the hardness of samples made from the mixture of the two milk kinds appeared to be statistically significant.

Key words: goat's milk, goat's milk tvarog, physicochemical indicators, hardness 