

Zależność między liczbą drobnoustrojów lipolitycznych i porą roku a podatnością mleka kóz na lipolizę^{*)}

NINA STRZAŁKOWSKA, EMILIA BAGNICKA, ARTUR JÓŻWIK,
ANNA ŚLIWA-JÓŻWIK, JÓZEF KRZYŻEWSKI

Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN, ul. Postępu 1, 05-552 Wólka Kosowska

Strzałkowska N., Bagnicka E., Józwick A., Śliwa-Józwick A., Krzyżewski J.

Relationship between the number of lipolytic bacteria, season of the year, and susceptibility of goat milk to lipolysis

Summary

The aim of this study was to establish the relationship between the number of lipolytic bacteria, the season of the year, and susceptibility of goat milk fat to lipolysis. The study was carried out on 60 Polish White Improved goats. The animals were divided into two groups (30 goats in each) according to the number of lactations. Goats were maintained in pens and fed diets according to the INRA-system. Milk samples were taken once a month and analysed for fat, total protein and lactose content and somatic cell count. Moreover, each milk sample was analysed for the number of lipolytic bacteria and free fatty acids (FFA) immediately after milking and subsequently after 72 hours (storage in temperature 4°C). The levels of FFA in milk directly after milking in each season of the year were almost equal (the differences were insignificant). However after 72 hours the concentration of FFA tripled during the spring and the summer, while during the autumn the increase of level of FFA was negligible in comparison to the level at milking time. In the stored milk samples the number of lipolytic bacteria increased 460, 70 and 6-fold during the spring, the summer and the autumn, respectively. The obtained results indicate that there is no strong relationship between the increase of the number of lipolytic bacteria and the level of FFA. In the milk from primiparous goats the number of psychrotrophic bacteria and the level of FFA was significantly lower in comparison to milk of goats in the 2nd lactation. The authors suggest the need for further investigations concerning the identification of individual strains of lipolytic bacteria, proliferate rate and scale of lipolysis of fat in goat's milk during storage at 4°C.

Keywords: goat, milk, lipolytic bacteria

Proces lipolizy, tj. enzymatycznego rozkładu tłuszczu mleka, prowadzi do uwalniania wolnych kwasów tłuszczowych (WKT), mono- i diglicerydów z trójglicerydów. Ilość uwalnianych WKT ma decydujący wpływ na parametry organoleptyczne mleka (smak, zapach) oraz ilość i jakość uzyskiwanych wyrobów mleczarskich (4, 5, 14, 18, 20). Produktami procesów lipolitycznych są również ketony metylowe, alkanony i laktony, które nadają specyficzny kozi zapach mleku i produktom z niego otrzymywanym (16). Zapach kozi w największym stopniu warunkują wolne kwasy C6:0-C9:0, jak kwas: heksanowy, oktanowy, nanonowy, dekanowy oraz kwasy posiadające rozgałęzione łańcuchy (3-metylobutanowy, 4-metylooktanowy i 4-etylooktanowy (13).

W okresie ostatniego ćwierćwiecza, w związku z wprowadzeniem nowych technologii chłodzenia,

transportu i przechowywania mleka oraz częstotliwości jego odbioru od producentów, rozmiary procesów lipolitycznych znalazły się w centrum zainteresowania technologów mleczarstwa. Wprowadzenie nowych technologii spowodowało wydłużenie odstępu między dojmem a przetwarzaniem mleka i tym samym stworzyło korzystne warunki do rozwoju i działalności drobnoustrojów (tzw. psychrotrofowych), których enzymy katalizują lipolizę tłuszczu zawartego w mleku. Cechą specyficzną drobnoustrojów psychrotrofowych jest zdolność proliferacji i działania w niskich temperaturach, uznanych za optymalne do przechowywania mleka, tj. na poziomie ok. 4°C. Najczęściej występującymi drobnoustrojami psychrotrofowymi w mleku są mikrokokki, laseczki rodzaju *Bacillus*, paciorkowce, pałeczki mlekowe (*Lactobacillus*), bakterie rodzaju *Pseudomonas* i z grupy *Escherichia coli*. W mleku przechowywanym w temperaturze 2-4°C dominującym gatunkiem bakterii psychrotrofowych są *Pseudomo-*

^{*)} Praca wykonana w ramach grantu 2 P06Z 035 27.

nas fluorescens. Stosunkowo często występują także *Listeria monocytogenes* i *Bacillus cereus*. W zależności od ogólnej liczby drobnoustrojów znajdujących się w mleku, bakterie psychrotrofowe mogą stanowić 10-90% (16). Lipaza pochodzenia bakteryjnego, w odróżnieniu od lipazy endogennej, jest stosunkowo trudna do całkowitej inaktywacji nawet w procesie gotowania. Zatem jej aktywność może ujawnić się nie tylko w mleku, ale także i w produktach z niego otrzymywanych. Zdaniem Chilliarda i wsp., lipaza bakteryjna jest obiektem szczególnego zainteresowania technologów mleczarstwa, zwłaszcza w przypadku obecności większej liczby drobnoustrojów w mleku z grupy psychrotrofowych ($> 10^5$ /ml). Rozmiary lipolizy tłuszczu mleka zależą nie tylko od stopnia jego skażenia mikroorganizmami psychrotrofowymi, niewłaściwą higieną w czasie doju, przechowywania, transportu i przetwarzania, lecz także – i to w znacznym stopniu – od czynników genetycznych (rasy), stadium laktacji, stopnia podatności gruczołu mlekowego na stany zapalne, żywienia, systemu doju itp. Prócz wymienionych czynników lipoliza tłuszczu mleka w pewnym zakresie jest uwarunkowana również aktywnością w mleku lipazy pochodzenia endogennej (tzw. lipoliza spontaniczna) oraz/lub rozbięciem kuleczek tłuszczu pod wpływem działania czynników fizycznych (tzw. lipoliza indukowana). Z przedstawionych informacji wynika, że rozmiary lipolizy w mleku kozim mają decydujący wpływ nie tylko na jakość tego surowca, ale także na jakość oraz wydajność produktów mleczarskich z określonej ilości mleka. Należy mieć także na uwadze fakt, że współcześni konsumenci przywiązują coraz większą wagę do jakości spożywanych produktów. Dążenia te znalazły odzwierciedlenie w V i VI Programie Ramowym UE, w których zagadnieniom związanym z jakością żywności nadano wysoki priorytet. Omawiane zagadnienie jest ważne również z ekonomicznego punktu widzenia. Dotychczas nie wprowadzono jeszcze kwot na mleko kozie oraz jego przetwory, istnieje więc szansa praktycznie nieograniczonego ich eksportu na rynki światowe, jednakże pod warunkiem zagwarantowania im wysokiej jakości. W piśmiennictwie światowym praktycznie brak jest informacji na ten temat. Częściej spotyka się wyniki badań dotyczące przebiegu procesów lipolitycznych w produktach otrzymywanych z mleka koziego, głównie w serach wymagających dłuższego okresu dojrzewania.

Celem przeprowadzonych badań było określenie zależności między liczbą komórek somatycznych w mleku kozim i porą roku (pokrywającą się ze stadium laktacji) a rozmiarami lipolizy mierzonej ilością powstających WKT w mleku przechowywanym w stanie schłodzonym przez 3 doby.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 60 kozach rasy polskiej białej uszlachetnionej, wybranych ze stada hodowlanego na-

leżącego do IGiHZ PAN w Jastrzębcu. Wyodrębniono 2 grupy wiekowe kóz (po 30 zwierząt w każdej), tj. pierwiastki i kozy w drugiej laktacji. Przeciętna wydajność mleka w tym stadzie wynosi 780 kg/sztukę w okresie laktacji, przy zawartości 3,12% tłuszczu i 2,97% białka. Zwierzęta były utrzymywane w boksach i żywione zgodnie z normami INRA. U wszystkich kóz co miesiąc w okresie całej laktacji przeprowadzano dój kontrolny. Indywidualnie od każdej kozy ważono ilość udojonego mleka i pobierano jego próbki do analiz. W próbkach mleka określano zawartość podstawowych składników, tj. tłuszczu, białka i laktozy przy pomocy aparatu Milkoscan 104, zaś liczbę komórek somatycznych przy użyciu aparatu Fossomatic. We wszystkich pobranych próbach mleka oznaczano dwukrotnie poziom wolnych kwasów tłuszczowych (WKT) wg metody opisanej przez Deetha i wsp. (10). Pierwsze oznaczenia zawartości WKT wykonano w próbach mleka świeżego bezpośrednio po udoju, drugie zaś w tych samych próbach mleka przechowywanego w stanie schłodzonym w temp. 4°C po 72 godzinach. Czas, po upływie którego wykonywano powtórnie oznaczenia poziomu WKT jest symulacją obchodzenia się z mlekiem po udoju w praktyce, gdzie odbiór mleka od producentów z częstotliwością 2 lub 3 razy w tygodniu staje się powszechną praktyką. W przypadku mleka koziego podana częstotliwość uwarunkowana jest także stosunkowo małą ilością tego surowca i tym samym względami ekonomicznymi, związanymi z kosztami transportu i przerobu zbyt małych partii mleka. Całkowitą liczbę drobnoustrojów lipolitycznych określano zgodnie z metodyką opisaną w Polskiej Normie (19). Uzyskany materiał liczbowy zweryfikowano statystycznie przy zastosowaniu procedury GLM w pakiecie programu SAS (21). Istotność różnic między badanymi grupami określano przy pomocy testu Kramera. W zastosowanym modelu uwzględniono wpływ sezonu (pory roku), wiek kóz (numer laktacji), regresję na liczbę komórek somatycznych (po ich uprzedniej transformacji na logarytm naturalny), liczbę bakterii lipolitycznych oraz poziom wolnych kwasów tłuszczowych w mleku bezpośrednio po udoju i po 72-godzinym jego przechowywaniu w stanie schłodzonym w temp. 4°C.

Wyniki i omówienie

Przeciętna dobową wydajność mleka zależała w istotny sposób od pory roku, co w przypadku kóz jest równoznaczne ze stadium laktacji (tab. 1). Zmniejszającej się dobowej wydajności mleka wraz z upływem laktacji towarzyszył systematyczny wzrost zawartości w nim podstawowych składników. Istotnie niższą dobową wydajnością mleka charakteryzowały się pierwiastki w porównaniu z kozami w drugiej laktacji, przy czym odwrotna tendencja wystąpiła w zawartości składników w mleku zwierząt różniących się wiekiem. Różnice w dobowej wydajności mleka i zawartych w nim podstawowych składników wpłynęły na ich ilość wydalaną z mlekiem w okresie doby (tab. 2).

Koncentracja WKT w mleku bezpośrednio po udoju była zbliżona w poszczególnych porach roku (tab. 3). Natomiast po upływie 72 godzin w mleku przechowywanym w temp. 4°C zanotowano istotny (około 3-krot-

Tab. 1. Dobowa wydajność i zawartość podstawowych składników w mleku kóz (n = 60, LSM ± SE)*

Źródło zmienności	n	Mleko (kg)	Tłuszcz (%)	Białko (%)	Laktoza (%)	Sucha masa (%)
Pora roku:						
wiosna	60	3,68 ^A ± 0,53	2,08 ^A ± 0,24	2,75 ^A ± 0,18	4,12 ^A ± 0,12	9,48 ^A ± 0,44
lato	60	3,14 ^A ± 0,36	2,37 ^A ± 0,16	2,62 ^A ± 0,13	4,06 ^A ± 0,09	9,60 ^A ± 0,30
jesień	60	0,50 ^B ± 0,80	5,03 ^B ± 0,36	3,76 ^B ± 0,28	4,95 ^B ± 0,19	14,70 ^B ± 0,67
Wiek kóz (nr laktacji)						
I	28	2,06 ^A ± 0,16	3,36 ^A ± 0,07	3,24 ^A ± 0,06	4,40 ± 0,04	11,66 ^A ± 0,14
II	32	2,82 ^B ± 0,16	2,96 ^B ± 0,07	2,85 ^B ± 0,05	4,35 ± 0,04	10,85 ^B ± 0,13

Objaśnienia: */LSM – średnia najmniejszych kwadratów; SE – błąd standardowy średniej; A, B – różnica istotna w kolumnie przy p ≤ 0,01

Tab. 2. Ilość składników wydalanych wraz z mlekiem w ciągu doby (LSM ± SE)

Źródło zmienności	N	Sucha masa (g)	Tłuszcz (g)	Białko (g)	Laktoza (g)
Pora roku:					
wiosna	60	370 ^A ± 53	91 ^A ± 15	103 ^a ± 14	154 ^a ± 22
lato	60	307 ^{AB} ± 36	79 ^A ± 10	82 ^a ± 9	128 ^a ± 15
jesień	60	114 ^B ± 80	46 ^B ± 23	27 ^b ± 21	34 ^b ± 33
Wiek kóz (nr laktacji)					
I	28	230 ^A ± 16	64 ^A ± 5	63 ^A ± 4	90 ^A ± 7
II	32	298 ^B ± 16	80 ^B ± 4	78 ^B ± 4	122 ^B ± 6

Objaśnienia: a, b – p ≤ 0,05; A, B – p ≤ 0,01

Tab. 3. Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych oraz liczba drobnoustrojów lipolitycznych w mleku kóz

Źródło zmienności	n	WKT-1 μEqv/ml LSM SE	WKT-2 μEqv/ml LSM SE	Bak-1 LSM SE	Bak-4 LSM SE	LKS (ln) LSM SE
Pora roku:						
wiosna	60	1,44 ± 0,22	3,95 ^A ± 1,01	3,9 ^A × 10 ⁴	1,8 ^A × 10 ⁷	7,75 ^{AB} ± 0,65
lato	60	1,32 ± 0,14	4,66 ^B ± 0,67	2,7 ^B × 10 ⁵	1,9 ^A × 10 ⁷	8,52 ^A ± 0,40
jesień	60	1,47 ± 0,35	1,59 ^C ± 1,61	7,8 ^C × 10 ⁴	4,4 ^B × 10 ⁶	5,36 ^B ± 0,97
Wiek kóz (nr laktacji)						
I	28	1,35 ^a ± 0,06	3,33 ± 0,30	7,5 × 10 ⁴	1,4 × 10 ⁷	7,37 ± 0,21
II	32	1,54 ^b ± 0,06	3,87 ± 0,27	1,3 × 10 ⁵	1,3 × 10 ⁶	5,36 ± 0,19

Objaśnienia: WKT-1 – poziom WKT bezpośrednio po udoju; WKT-2 – poziom WKT po upływie 72 godzin; LKS (ln) – logarytm naturalny z liczby komórek somatycznych; Bak-1 – liczba bakterii lipolitycznych w mleku bezpośrednio po udoju; Bak-2 – liczba bakterii lipolitycznych w mleku po upływie 72 godzin; a, b – p ≤ 0,05; A, B, C – p ≤ 0,01

ny) wzrost koncentracji WKT w okresie wiosny i lata, podczas gdy w okresie jesieni wzrost ten był nieznaczny. Wzrost liczby drobnoustrojów w mleku w czasie jego przechowywania w temp. 4°C nie pozostaje w prostej zależności od liczby tych drobnoustrojów bezpośrednio po udoju. Po upływie 72 godzin liczba bakterii lipolitycznych (głównie psychrotrofowych)

wzrosła w okresie wiosny, lata i jesieni odpowiednio: 460, 70 i 6-krotnie, podczas gdy zawartość WKT w mleku w kolejnych porach roku wzrosła 2,7; 3,5 i 1,1-krotnie. Brak jest zatem ścisłej zależności między wzrostem liczby bakterii lipolitycznych a poziomem WKT. Wyraźniejsza zależność zarysowała się między liczbą bakterii a poziomem WKT w mleku przechowywanym przez okres 72 godzin w stanie schłodzonym. Ilość powstających WKT w mleku jest wypadkową głównych czynników, tj. aktywności lipazy endogennej (lipoliza indukowana), li-

pazy bakteryjnej, której aktywność zależy od liczby i gatunku drobnoustrojów psychrotrofowych oraz czynników mechanicznych, związanych z przelewaniem mleka, zmianą temperatury itp. Chilliard i wsp. (7) podają, że mimo niższej aktywności lipazy lipoproteinowej w mleku kóz w porównaniu z mlekiem krowim, przyczynia się ona w większym stopniu do lipolizy spontanicznej, ponieważ jest ściślej związana z globulami tłuszczu mleka. Z dużym prawdopodobieństwem można przypuszczać, że w badaniach własnych brak ścisłej zależności między liczbą drobnoustrojów psychrotrofowych a ilością powstających WKT mógł być spowodowany zróżnicowanym zakresem lipolizy spontanicznej, uwarunkowanej poziomem aktywności lipazy endogennej. Zdaniem Chilliarda

i wsp. (8), lipoliza bakteryjna na większą skalę przebiega wówczas, gdy liczba drobnoustrojów psychrotrofowych w mleku po udoju przekracza 10⁵/ml. W badaniach własnych liczba drobnoustrojów należących do tej grupy była większa od podanej wartości tylko w okresie lata i jesieni. Większa liczba bakterii psychrotrofowych w mleku w środkowym stadium laktacji w porównaniu z okresem początkowym związana była istotnie z większą zawartością WKT, natomiast prawidłowości takiej nie obserwowano w okresie jesieni. Niższa koncentracja WKT w mleku kóz zarówno w pierwszym, jak i końcowym okresie laktacji znajduje potwierdzenie w wynikach podawanych przez Chilliarda i wsp. (7). Autorzy ci wska-

zują również na inne czynniki, wpływające na rozmiary lipolizy w mleku kóz. Mniejsze rozmiary procesów lipolitycznych spotyka się u zwierząt niedożywionych lub otrzymujących dodatek do diet oleju roślinnego, co może mieć istotny wpływ na zmniejszenie specyficznego zapachu mleka i produktów z niego otrzymywanych. We wcześniej przeprowadzonych bada-

niach wykazano, że produkcja lipazy bakteryjnej może być stosunkowo wysoka nawet w przypadku niskiego (10^3 - 10^4 /ml) poziomu skażenia mleka drobnoustrojami psychrotrofowymi (3). Według Grabskiej (11), ilość produkowanej lipazy bakteryjnej zależy nie tylko od wielkości populacji bakterii lipolitycznych, lecz także od gatunku tych drobnoustrojów znajdujących się w mleku. W badaniach własnych mleko badanych kóz bezpośrednio po udoju charakteryzowało się niskim poziomem WKT (1,32-1,47 μ Eqv/ml). Wyniki badań Bakke i wsp. (2) wskazują, że zawartość WKT poniżej 2,0 μ Eqv/ml należy uznać za niską. Mimo małej liczby bakterii psychrotrofowych w mleku bezpośrednio do doju może nastąpić znaczne zwiększenie ich populacji w trakcie przechowywania.

Warto podkreślić, że mleko pierwiastek zawierało mniej bakterii psychrotrofowych w porównaniu z mlekiem kóz znajdujących się w drugiej laktacji. Jednocześnie w mleku pierwiastek stwierdzono niższy poziom WKT zarówno bezpośrednio po udoju, jak i po 72 godzinach jego przechowywania w stanie schłodzonym. Chilliard i Lambert (8) podkreślają, że w mleku przechowywanym w stanie schłodzonym procesy lipolityczne są uwarunkowane w większym stopniu aktywnością lipazy endogennej niż aktywnością tego enzymu pochodzenia bakteryjnego: w wyniku procesów lipolitycznych uwalnia się mniej niż 10 mmol WKT w okresie 24 godzin. Warto zaznaczyć, że potencjalna aktywność lipazy w warunkach optymalnych może być nawet ponad 500 razy większa od tej, którą najczęściej spotyka się w praktyce. Ze względu na znacznie mniejszą wielkość kuleczek tłuszczu mleka koziego lipaza ma z nimi ściślejszy kontakt niż w mleku krowim i dlatego rozmiary procesów lipolitycznych w tłuszczu mleka tego gatunku zwierząt są znacznie większe. Ponadto w surowicy krwi kóz znajduje się specyficzny aktywator lipazy lipoproteinowej, który dodatkowo przyczynia się do zwiększenia rozmiarów procesów lipolitycznych (9).

Niektórzy autorzy zwracają uwagę na bardzo wyraźne różnice w tempie i rozmiarach lipolizy w mleku kóz w zależności od rasy. Wyniki badań Chilliarda i wsp. (6) wskazują, że w mleku kóz rasy norweskiej, alpejskiej i saaneńskiej aktywność lipazy lipoproteinowej wynosiła odpowiednio: 70, 35 i 21 μ mol WKT/h/ml, zaś w wyniku lipolizy spontanicznej powstawało 4,6; 0,5 i 1,1 mmol WKT/24 godziny/litr mleka. Autorzy sugerują więc, że korzystne efekty w zakresie poprawy jakości mleka koziego można uzyskać również w wyniku odpowiedniej selekcji kóz. Rozmiary lipolizy spontanicznej w mleku kóz różnią się znacznie także w zależności od formy polimorficznej α S1-kazeiny (17). Tak więc możliwie wszechstronne rozpoznanie wszystkich czynników genetycznych, fizjologicznych i żywieniowych, jak również liczby i rodzaju drobnoustrojów lipolitycznych, którymi mleko zostało skażone, a także warunków ich proliferacji i ilości uwalnianych WKT mogłoby dostarczyć hodowcom

kóz informacji niezbędnych do optymalizacji ilościowych i jakościowych parametrów mleka i otrzymywanych z niego produktów spożywczych.

Piśmiennictwo

1. Anon.: SAS, 1999-2000-SAS/STAT User's Guide 8e. SAS Institute.
2. Bakke H., Steine S. T., Eggum A.: Flavour score and content of free fatty acids in goat milk. Acta Agric. Scand. 1977, 27, 245-250.
3. Bockelmann W., Law B. A.: Editor, Technology of cheesemaking. Sheffield Academic Press, London 1999.
4. Bounnet J. P., Debeuf J. P., Falagan A., Ligios S., Oregi L., Pacheco F., Rochon J. P., Rubino R., Toussaint G. C.: Situation and outlooks of the sheep and goat production system. Les Dossiers du Cirval 1999, 5, 1-28.
5. Buffa M., Guamis B., Pavia M., Trujillo A. J.: Lipolysis in cheese made from raw, pasteurized or high-pressure-treated goats' milk. Int. Dairy J. 2001, 11, 175-179.
6. Chilliard Y., Delouis C., Smith M. C., Sauvant D., Morand-Fehr P.: Mammary metabolism in the goat during normal or hormonally-induced lactation. Reprod. Nutr. Dev. 1986, 26, 607-615.
7. Chilliard Y., Ferlay A., Rouel J., Lamberet G.: A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. J. Dairy Sci. 2003, 86, 1751-1770.
8. Chilliard Y., Lambert G.: La lipolyse dans le lait: les différents types, mécanismes facteurs de variation, signification pratique. Lait 1984, 64, 544-578.
9. Chilliard Y., Selselet-Attou G., Bas P., Morand-Fehr E.: Characteristics of lipolytic system in goat milk. J. Dairy Sci. 1984, 67, 2216-2223.
10. Deeth H. C., Fitz-Gerald C. H., Wood A. F.: A convenient method for determining the extent of lipolysis in milk. Australian J. Dairy Tech. 1976, 30, 109-111.
11. Grabska J.: Metody oznaczania aktywności lipolitycznej bakterii psychrotrofowych w produktach mleczarskich. Przegl. Mlecz. 1988, 4, 14-16.
12. Lamberet G., Delacroix-Buchet A., Degas C.: Intensité de la lipolyse initiale des laits de chèvre et perception de l'arôme „chèvre” dans les fromages. Proc. Technical Symp. 7th Int. Conf. Goatsd: Recent Advances on Goat Milk Quality. Raw Material for Cheesemaking. (ITPLC Ed.). Poitiers, France 20 May, 2000, s. 130-139.
13. Le Quere J. L., Pierre A., Riaublanc A., Demaizieres D.: Characterization of aroma compounds in the volatile fraction of soft goat cheese during ripening. Lait 1998, 78, 279-290.
14. Mallatou H., Pappa E., Massouras T.: Changes in free fatty acids during ripening of Teleme cheese made with ewes, goats, cows or a mixture of ewes and goats milk. Int. Dairy J. 2003, 13, 211-219.
15. McClements J. M. J., Patterson M. F., Linton M.: The effect of growth stage and growth temperature on high hydrostatic pressure inactivation of some psychrotrophic bacteria in milk. J. Dairy Sci. 2001, 64, 4, 514-522.
16. Najera A. I., Barron L. J. R., Barcina Y.: Review: lipid fraction composition of cows, sheeps and goats cheese, and the influence on its quality. Rev. Española Ciencia Tecnol. Alim. 1993, 33, 345-363.
17. Neweu C. A., Riaublanc A., Miranda G., Chich J. F., Martin P.: Is the apocrine milk secretion process observed in the goat species rooted in the perturbation of the intracellular transport mechanism induced by defective alleles at the α S1-Cn locus? Reprod. Nutr. Dev. 2002, 42, 163-172.
18. Pierre A., Quere J. L., Famelart M. H., Riaublanc A., Rousseau F.: Composition, yield, texture and aroma compounds of goat cheeses as related to the A and O variants of α S1 casein in milk. Lait 1998, 78, 291-301.
19. Polska Norma. PN-77/A-86031. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne.
20. Rage A., Lunden T.: Microbiological and hygienic quality of norwegian goat milk. International Dairy Federation: Production and Utilization Eweand Goat Milk. Brussels-Belgium 1996, s. 159-178.

Adres autora: prof. dr hab. Józef Krzyżewski, ul. Postępu 1, 05-552 Wólka Kosowska; e-mail: J.Krzyzewski@ighz.pl