

## Nowe książki

W maju tego roku nakładem Wydawnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu ukazał się nowy podręcznik akademicki „Hodowla, chów i użytkowanie kóz”. Opracowanie liczące 426 stron powstało pod redakcją prof. Jacka Wójtowskiego (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu), a jego autorami są wybitni polscy i zagraniczni specjaliści. Podręcznik kompleksowo omawia zagadnienia hodowli i chowu kóz, ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki rozrodu, żywienia, pielęgnacji oraz charakterystycznych dla tego gatunku zachowań zwierząt. Szczegółowo opracowany rozdział dotyczący pozyskiwania i przetwórstwa mleka koziego pozwala na doskonalenie wiedzy z zakresu mlecznego użytkowania kóz. Omawiane zagadnienia genetyki populacji oraz programów hodowlanych dla kóz mlecznych umożliwiają poznanie najnowszych dokonań i trendów w obrębie aktualnie realizowanych prac hodowlanych.

Absolutną nowością w stosunku do dotychczasowych opracowań podręcznikowych są rozdziały dotyczące postępów cytogenetyki i genetyki molekularnej oraz chorób kóz. Całość uzupełniają liczne, piękne i starannie dobrane ilustracje, z których na szczególną uwagę zasługują unikalne, w przeważającej większości po raz pierwszy publikowane fotografie dzikich przedstawicieli podrodziny *Caprinae*. Podnoszą one walory naukowo-dydaktyczne książki jako podręcznika akademickiego, adresowanego głównie do studentów kierunków: zootechnika, biologia i weterynaria.

Mimo iż podręcznik jest obecny na rynku wydawniczym zaledwie od kilku miesięcy, zdobył duże uznanie w środowisku wydawców książek i podręczników naukowych. Potwierdzeniem jest zdobycie prestiżowej Nagrody Głównej Stowarzyszenia Wydawców Szkół Wyższych w Konkursie na Najlepszy Podręcznik Akademicki roku 2013. Konkurs odbywał się w ramach Targów Książki – XVII Poznańskich Dni Książki Naukowej. Impreza ta organizowana jest corocznie od 1997 roku. W tym roku zgromadziła 52 wystawców, prezentujących w dniach 9-11 października 2013 w Collegium Maius Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu nowości wydawnicze, od tego roku także popularnonaukowe.

Książkę można nabyć w księgarni ŻAK w gmachu Collegium Maximum Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (parter),



ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań, tel./faks 61 848 75 42. Księgarnia prowadzi również sprzedaż wysyłkową (płatność w formie przelewu lub za zaliczeniem pocztowym). Zamówienia należy kierować na adres mailowy: [ksiegarnia-zak@wp.pl](mailto:ksiegarnia-zak@wp.pl). Cena książki wynosi 47,00 zł (brutto).

Grażyna Czyżak-Runowska

## Mleko kłaczy, jego właściwości i wykorzystanie

Małgorzata Jasińska, Katarzyna Skryplonek

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

W żywieniu ludzi stosuje się głównie mleko krowie, jednak także mleko innych gatunków ssaków ma dużą wartość odżywczą i stanowi cenny surowiec dla przetwórstwa. W krajach Azji Centralnej, głównie w Mongolii oraz niektórych regionach Rosji, dużą popularnością cieszy się mleko kłaczy, stosowane głównie do produkcji kumysu – tradycyjnego mlecznego napoju fermentowanego, a także w medycynie ludowej, ze względu na właściwości lecznicze. Wykorzystanie mleka kłaczy w żywieniu ludzi jest stosunkowo mało popularne w naszym regionie świata. Niewielkie zainteresowanie mlekiem kłaczy jest spowodowane przede wszystkim jego ograniczoną dostępnością (stosunkowo małe pogłowie koni, niska mleczność i krótki

okres laktacji w porównaniu z bydłem). Obecnie, gdy coraz większą popularnością cieszy się tzw. ekologiczna żywność oraz w związku ze wzrostem świadomości na temat alergizujących właściwości mleka krowiego, zastosowanie mleka kłaczy w żywieniu ludzi może stać się opłacalne ekonomicznie [8, 20]. Mleko to w krajach zachodnich jest już stosowane w diecie dzieci z alergią na mleko krowie, jako jego alternatywa. Dodatkowo polecane jest osobom starszym oraz rekonwalescentom, jako substancja wspomagająca układ odpornościowy i przeciwdziałająca miażdżycy. Inne jego zastosowanie to produkcja kosmetyków naturalnych, w których stanowi składnik o właściwościach nawilżających oraz opóźniających procesy starzenia skóry. Wyjątkowe właściwości mleka kłaczy wynikają z jego unikalnego składu, który wyraźnie różni się od składu mleka krowiego i w wielu aspektach jest zbliżony do składu mleka kobiecego [20].

### Skład mleka kłaczy

Mleko jest wieloskładnikową mieszaniną złożoną z wody oraz zawieszonych i rozpuszczonych w niej składników organicznych i mineralnych, stanowiących suchą masę. Skład chemiczny oraz właściwości fizyko-chemiczne mleka są cechą gatunkową [22]. W tabeli 1. przedstawiono skład i właściwości fizyko-chemiczne mleka kłaczy i mleka krowiego.

Tabela 1

Porównanie składu chemicznego i właściwości fizyko-chemicznych mleka kłaczy i mleka krowiego [1, 16, 22]

Wyszczególnienie	Mleko kłaczy	Mleko krowie
Energia (kcal/100 g)	39-55	65-71,2
Tłuszcz (l)	0,5-2,0	3,5-3,9
Białko (%)	1,5-2,8	3,1-3,8
Laktoza (%)	5,8-7,0	4,4-4,9
Popiół (%)	0,3-0,5	0,7-0,8
Sucha masa beztłuszczowa (%)	7,4-8,7	8,7-8,8
Sucha masa (%)	9,7	12,2
Gęstość (g/cm <sup>3</sup> )	1,033	1,028-1,033
pH	6,97	6,5-6,7
Kwasowość potencjalna (°SH)	–	6,5-7,5

Mleko kłaczy zawiera mniej suchej masy niż mleko krowie [16], jest szczególnie bogate w laktozę. Podobnie dużą ilością cukru charakteryzuje się mleko kobyce (6,3-7,0%), natomiast mleko krowie jest znacznie uboższe w ten składnik [16]. Mleko i jego przetwory są uznawane za jedno z najbogatszych źródeł białka w diecie. Mleko kłaczy zawiera wyraźnie mniej białka niż mleko krowie. Mała zawartość tego składnika jest również cechą charakterystyczną mleka kobycego (0,9-1,7%). Mleko kłaczy jest zbliżone do mleka kobycego także pod względem zawartości związków mineralnych (popiołu), natomiast mleko krowie zawiera wyraźnie więcej związków mineralnych. Zawartość tłuszczu w mleku kłaczy jest zdecydowanie niższa niż w mleku krowim (pow. 3,5%) oraz kobyecym (3,5-4,0%), kształtuje się w granicach 0,5-2,0% [16]. Niska zawartość tłuszczu powoduje, że mleko kłaczy jest niskokaloryczne, natomiast mleko krowie i ludzkie są do siebie zbliżone pod względem kaloryczności. Pomimo różnej zawartości cukru, białka, tłuszczu i popiołu w przypadku mleka kłaczy i krowy, gęstość mleka, będąca wypadkową tych wartości, jest zbliżona [16]. Kwasowość czynna mleka kłaczy jest nieznacznie wyższa niż w przypadku mleka krowiego oraz zbliżona do pH mleka ludzkiego [8].

Właściwości sensoryczne mleka krowiego oraz mleka kłaczy, podobnie jak skład chemiczny, wyraźnie się różnią. Mleko kłaczy jest lekko przezroczyste, o barwie białej z lekko niebieskim odcieniem, a krowie jest nieprzejrzystą cieczą o białej barwie z jasno-kremowym odcieniem. Ze względu na wyższą koncentrację laktozy, a mniejszą kazeiny, jest ono wyraźnie słodsze w smaku niż mleko krowie, dzięki czemu może być bardziej atrakcyjne dla dzieci. Aromat mleka kłaczy jest określany jako kokosowy [8, 20].

Tabela 2

Komponenty białkowe mleka kłaczy i mleka krowiego [16]

Komponent białkowy	Mleko kłaczy		Mleko krowie	
	g × kg <sup>-1</sup>	%	g × kg <sup>-1</sup>	%
Główne frakcje azotowe				
białko całkowite	21,4	100	32,5	100
białko serwatki	8,3	38,79	5,7	17,54
kazeina	10,7	50,0	25,1	77,23
NPN × 6,38	2,4	11,21	1,7	5,23
Białka serwatki		%		%
laktoglobulina β	30,75		20,10	
laktoalbumina α	28,55		53,59	
immunoglobuliny	19,77		11,73	
albumina	4,45		6,20	
laktoferyna	9,89		8,38	
lizozym	6,59		ilości śladowe	
Kazeiny		%		%
kazeina α	46,65		48,46	
kazeina β	45,64		35,77	
kazeina κ	7,71		12,69	
	nm		nm	
Wielkość miceli	255		182	

NPN – azot niebiałkowy (*non protein nitrogen*)

Mleko kłaczy różni się od krowiego nie tylko pod względem ogólnej zawartości białka, ale również pod względem udziału poszczególnych frakcji białkowych (tab. 2). Mleko kłaczy zawiera w przybliżeniu 40% mniej kazeiny niż mleko krowie, jednak jest od niego bogatsze w białka serwatki i w azot niebiałkowy. Ze względu na dużą zawartość białek serwatki mleko kłaczy, podobnie jak mleko kobyce, jest określane jako mleko typu albuminowego, podczas gdy mleko krowie stanowi typ kazeinowy. Obfitość białek serwatki powoduje, że mleko kłaczy jest bogatym źródłem niezbędnych w diecie aminokwasów egzogennych. Pomimo większej zawartości laktoglobuliny β, białka wywołującego alergię pokarmową, mleko kłaczy dużo rzadziej powoduje alergię w porównaniu z mlekiem krowim. Cechą charakterystyczną mleka kłaczy jest bogactwo związków o charakterze antybakteryjnym. Duża zawartość immunoglobulin, lizozymu oraz laktoferyny sprawia, że spożywanie tego napoju pomaga zwalczać infekcje oraz jest szczególnie polecane osobom o obniżonej odporności (rekonwalescenci, osoby starsze) [16]. Kazeina α i β są dominującymi frakcjami w mleku kłaczy. Proporcje pomiędzy frakcjami kazeiny α (α<sub>1</sub> i α<sub>2</sub>) w przypadku mleka kłaczy nie są dokładnie zbadane. Zawartość kazeiny κ, czyli frakcji ulegającej trawieniu chymozyną, jest w mleku kłaczy znacznie niższa niż w mleku krowim. Średnica miceli kazeinowych w mleku kłaczy jest wyraźnie większa w porównaniu z mlekiem krowim oraz z mlekiem kobyecym, w którym średnica miceli wynosi 64 nm. U kłaczy, podobnie jak u krowy, micelle mają gąbczastą budowę, natomiast micelle mleka kobycego mają dość regularną, siatkowatą strukturę. Inny skład ilościowy frakcji białkowej oraz inna struktura miceli są przyczyną różnic w krzepnięciu mleka kłaczy i krowiego. Skrzep uzyskany w wyniku koagulacji mleka kłaczy odznacza się delikatniejszą i bardziej luźną strukturą niż skrzep mleka krowiego. Dzięki temu mleko kłaczy jest bardziej odpowiednie w żywieniu dzieci, ponieważ powstający z niego koagulat jest łatwiej trawiony w żołądku przez pepsynę [16].

Tłuszcz zawarty w mleku kłaczy występuje w postaci emulsji. Zawieszony w roztworze kuleczki tłuszczu mają średnicę ok. 2-3 μm i są otoczone warstwą protein oraz glikoprotein. Kuleczki tłuszczowe występujące w mleku krowim mają natomiast większą średnicę, przeciętnie ok. 4 μm i otacza je cieńsza warstwa proteinowa. Frakcja lipidowa mleka kłaczy składa się w 81% z triacylogliceroli. Jest to mniej niż w przypadku mleka krowiego, gdzie triacyloglicerole stanowią od 96 do 99% całkowitej ilości tłuszczów. Mleko kłaczy zawiera znacznie większe ilości fosfolipidów i wolnych kwasów tłuszczowych, w tym cennych dla zdrowia wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) niż mleko krowie [9, 18]. Przedstawione przez Csapó i wsp. [4] wyniki badań dotyczących składu mleka kłaczy wskazują, że pomimo znacznie mniejszej niż w mleku krowim zawartości tłuszczu, ilość lipofilnych witamin (A, D<sub>3</sub>, E, K) w obu rodzajach mleka jest zbliżona. Oba napoje są też równorzędnym źródłem witaminy C. W innych badaniach przeprowadzonych przez Csapó-Kiss i wsp. [5], dotyczących zawartości makro- i mikroelementów w mleku kłaczy, wykazano, że zawartość popiołu w mleku krowim jest blisko dwukrotnie wyższa niż w mleku kłaczy. Stwierdzono również, że mleko krowie zawiera trzykrotnie więcej sodu i cynku, dwukrotnie więcej potasu, fosforu, magnezu i manganu oraz o 50% więcej wapnia, żelaza i miedzi w porównaniu do mleka kłaczy.

Niewielka zawartość składników mineralnych jest pożądana w żywieniu niemowląt, natomiast niska zawartość sodu sprawia, że mleko kłaczy może być zamiennikiem mleka krowiego w diecie osób chorych na nadciśnienie [3].

Przedstawiony skład mleka kłaczy odnosi się do uśrednionych zawartości poszczególnych składników. W rzeczywistości skład ten, podobnie jak w przypadku mleka krowiego, zmienia się w zależności od rasy zwierzęcia, jego kondycji, stadium laktacji i składu paszy, a także od liczby wcześniejszych wyźrebień [17].

#### Przebieg laktacji u kłaczy

Gruczoł mlekowy kłaczy składa się z dwóch sutków w kształcie bocznie spłaszczonych stożków, z których każdy zawiera jedną brodawkę sutkową, do której dochodzą dwa, trzy, a czasem cztery przewody brodawkowe. Każdy przewód otwiera się do zatoki mlecznej, do której mleko dostarczane jest przez przewody



mleczne. Przewody te rozgałęziają się na coraz drobniejsze przewodniki zakończone pęcherzykami. W ścianie pęcherzyka znajdują się komórki wydzielające mleko do jego światła. Pęcherzyki i przewodniki mleczne zgrupowane są w płaciki otoczone komórkami mięśniowymi, umożliwiającymi wyrzut mleka. Dla porównania, gruczoł mlekowy krowy składa się z czterech odrębnych gruczołów zlokalizowanych w wymieniu, z których każdy zakończony jest strzykiem. Gruczoł mlekowy stymulowany jest przez hormony: progesteron, estrogeny, oksytocynę oraz prolaktynę. Ten ostatni ma kluczowe znaczenie w pobudzeniu i podtrzymaniu laktacji. Jego stężenie znacznie wzrasta w końcowym okresie ciąży, następnie wyrzuty prolaktyny są stymulowane ssaniem brodawki przez źrebię [23].

Pierwszą wydzieliną gruczołu mlekowego powstającą w okresie okołoporodowym oraz w początkowych dniach po porodzie jest siara (*colostrum*). U kłaczy faza wydzielania siary jest krótsza niż u krów i trwa przez okres 24-36 godzin po oźrebieniu. Objętość wytworzonej siary wynosi średnio 1,5-2,0 litry. Wydzieliną tą znacznie różni się od mleka zarówno wyglądem (jest barwy żółtej), jak i składem. Główną funkcją siary jest wzmocnienie układu odpornościowego noworodka za sprawą dużej zawartości przeciwciał, które nie są trawione, lecz przenikają do krwiobiegu oseska. Skład siary jest zmienny w czasie, jednak jest ona znacznie bogatsza w białko niż mleko. Siara kłaczy zawiera mniej białka i tłuszczu oraz więcej laktozy niż siara wydzielana przez krowy [14].

Kolejnym etapem laktacji jest wydzielanie mleka, czyli właściwego produktu gruczołu mlekowego. Etap ten trwa przez okres 8-10 miesięcy po oźrebieniu, po czym następuje zasuszenie. Szczyt laktacji występuje od 2. do 3. miesiąca, następnie obserwuje się stopniowy spadek wydajności mlecznej. Wielkość i rasa kłaczy mają wyraźny wpływ na wydajność mleczną. Produkcja mleka w jednej laktacji wynosi średnio 2,5-3,0 kg na 100 kg masy ciała kłaczy. Najwięcej mleka można pozyskać od charakteryzujących się większą masą ciała ras zimnokrwistych, które w szczytowym okresie laktacji mogą dawać kilkanaście kilogramów (rekordowo 22 kg) mleka dziennie [10]. W przypadku krów ras mlecznych okres laktacji wynosi średnio 10 miesięcy, a udój dzienny 20-50 kg [12]. Jak podają Faye i Konuspayeva [11], najwyższa ilość mleka, jaką udało się pozyskać od kłaczy w ciągu całego okresu laktacji, wynosiła 4122 litry. Wydajność mleczna krów jest znacznie wyższa. Według danych przedstawionych przez Polską Federację Hodowców Bydła i Producentów Mleka, średnia wydajność krów mlecznych w Polsce w 2011 roku wyniosła 7135 kg mleka w trwającym 305 dni okresie laktacji [19].

Pozyskiwanie mleka od kłaczy rozpoczyna się zwykle 30 dni po porodzie. W ciągu pierwszego miesiąca życia młode musi być karmione mlekiem matki, gdyż dostarcza ono licznych immunoglobulin, enzymów, hormonów oraz czynników wzrostu niezbędnych w początkowym etapie rozwoju. Po tym czasie źrebię może przejść na inny pokarm. Dój kłaczy zazwyczaj prowadzony jest ręcznie, zwykle trzykrotnie w ciągu dnia. Do wydzielania mleka konieczny jest kontakt wzrokowy kłaczy ze źrebięciem [21].

#### Zastosowanie mleka kłaczy w produkcji żywności

Dzięki odżywczym i dietetycznym właściwościom mleka kłaczy, wzrasta zainteresowanie stosowaniem go w żywieniu ludzi. Mleko to może być spożywane w niezmienionej formie jako napój będący alternatywą dla mleka krowiego. Produkt ten może być dystrybuowany w postaci świeżej, mrożonej lub liofilizowanej [6]. Możliwość zamrażania oraz liofilizacji mleka kłaczy, bez powodowania zmian we właściwościach fizyko-chemicznych i organoleptycznych po jego odtworzeniu, stanowi dodatkowy atut i zwiększa możliwości jego przetwarzania. Innym sposobem wydłużenia trwałości mleka jest jego przetworzenie na sery lub napoje fermentowane. Oprócz wydłużenia trwałości, przetwarzanie mleka zwiększa asortyment produktów mleczarskich, które mogą być bardziej atrakcyjne dla konsumentów od mleka surowego. Ze względu na mniejszą zawartość kazeiny, w tym mniejszy udział frakcji kazeiny k, mleko kłaczy jest mniej wartościowym surowcem serowarskim niż mleko krowie. Produkcja serów z mleka kłaczy ogranicza się do regionalnej produkcji praktykowanej w niektórych rejonach Azji Środkowej [2].

Proces fermentacji mlekowej mleka kłaczy może być utrudniony ze względu na dużą zawartość lizozymu, który może inaktywować dodane kultury bakteryjne. Aby temu zapobiec, wskazana jest obróbka termiczna mleka (np. w temperaturze 90°C przez 3 minuty) w celu inaktywacji tego enzymu. Kazeina mleka kłaczy charakteryzuje się niższym punktem izoelektrycznym (pH 4,2) niż kazeina mleka krowiego (pH 4,6). Oznacza to, że dodane w kwasie bakterie muszą przefermentować większą ilość laktozy i wytworzyć więcej kwasu mlekowego aby obniżyć pH mleka w takim stopniu, by powstał skrzep. Pomimo mniejszej zdolności buforowej, fermentacja mleka kłaczy odznacza się dłuższą fazą latencji oraz wolniejszym spadkiem pH. Wszystko to powoduje konieczność dłuższej inkubacji oraz dodawania większej ilości kultur starterowych do fermentacji mleka kłaczy. Obecność większych i mniej porowatych miceli kazeinowych powoduje, że powstały skrzep charakteryzuje się innymi właściwościami niż skrzep mleka krowiego [1, 8].

Napojem powstającym w wyniku łącznej fermentacji mlekowej i alkoholowej mleka kłaczy jest kumys. Ten znany od czasów starożytnych, wyrabiany w stepowych krajach Azji produkt jest ceniony za smak oraz właściwości prozdrowotne, dzięki którym stanowi ważny element regionalnej medycyny naturalnej. Tradycyjnie kumys wytwarza się poprzez połączenie świeżego mleka kłaczy z kumysem z poprzedniej produkcji. Fermentacja mieszaniny zachodzi pod wpływem mikroflory kumysu, w której wyróżnia się bakterie fermentacji mlekowej (*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*) oraz przeprowadzające fermentację alkoholową drożdże (*Kluyveromyces fragilis*, *Saccharomyces unisporus*). Obecnie kumys produkuje się na skalę przemysłową poprzez dodatek do mleka czystych kultur bakteryjnych i drożdżowych. Kumys jest białym napojem z lekko niebieskim odcieniem. Ma cierpko-słodki smak oraz jest lekko musujący, ze względu na wytwarzany przez drożdże dwutlenek węgla. Zawartość alkoholu w kumysie wynosi od 1 do 3%, a w wyniku jego destylacji otrzymuje się wódkę zwaną archi [7, 15].

Dążenie do poszerzenia asortymentu i ciągle poszukiwanie nowych produktów mogą spowodować, że nowoczesny przemysł mleczarski coraz częściej będzie sięgał po tak wartościowy surowiec, jakim jest mleko kłaczy. Zwłaszcza że ostatnio obserwuje się wzrost zainteresowania konsumentów produktami wytwarzanymi z surowców, które nie są masowo pozyskiwane i przetwarzane w warunkach przemysłowych na dużą skalę.

**Literatura:** 1. Bornaz S., Guizani N., Sammari J., Allouch W., Sahli A., Attia H., 2010 – Intern. Dairy J. 20, 500-505. 2. Chiofalo B., Drogoul C., Salimei E., 2006 – Nutrition and feeding of the broodmare 120, 133-147. 3. Cieśla A., Palacz R., Janiszewska J., Skórka D., 2009 – Archiv Tierzucht 52, 1-6. 4. Csapó J., Stefler J., Martin T.G., Makray S., Csapó-Kiss Z., 1995 – Intern. Dairy J. 5, 393-402. 5. Csapó-Kiss Z., Stefler J., Martin T.G., Makray S., Csapó J., 1995 – Intern. Dairy J. 5, 403-415. 6. Danków R., Wójtowski J., Pikuł J., Niżnikowski R., Cais-Sokolińska D., 2006 – Archiv Tierzucht 49, 201-206. 7. Danova S., Petrov K., Pavlov P., Petrova P., 2005 – Intern. J. Dairy Technol. 2(58), 100-105. 8. Di Cango R., Tamborrino A., Gallo G., Leone C., De Angelis M., Faccia M., Amirante P., Gobbetti M., 2004 – Intern. Dairy J. 14, 767-775. 9. Doreau M., Martuzzi F., 2006 – Nutrition and feeding of the broodmare 120, 77-87. 10. Doreau M., Martuzzi F., 2006 – Nutrition and feeding of the broodmare 120, 57-64. 11. Faye B., Konuspayeva G., 2012 – Intern. Dairy J. 24(2), 50-56. 12. Jurczak M.E., 2003 – Mleko produkcja, badanie, przerób. Wyd. SGGW, Warszawa. 13. Just M., 2008 – Rolnictwo i gospodarka żywnościowa w Polsce. Wyd. MRiRW, Warszawa. 14. Kuczyńska B., Puppel K., Nałęcz-Tarwacka T., Niżnikowski R., Łojek J., Beyga K., 2009 – Przegląd Hod. 11, 12-17. 15. Küçükçetin A., Yaygin H., Hinrichs J., Kulozik U., 2003 – Intern. Dairy J. 13, 945-951. 16. Malacarne M., Martuzzi F., Sumner A., Mariani P., 2002 – Intern. Dairy J. 12, 869-877. 17. Martuzzi F., Doreau M., 2006 – Nutrition and feeding of the broodmare 120, 65-76. 18. Pikuł J., Wójtowski J., 2008 – Livestock Sci. 113, 285-290. 19. Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka – Wyniki oceny wartości użytkowej bydła ras mlecznych w 2011r., <http://www.pfhb.pl/> 20. Salimei E., Fantuz F., 2012 – Intern. Dairy J. 24, 130-142. 21. Starbuck G.R., 2006 – Nutrition and feeding of the broodmare 120, 49-55. 22. Szulc T., 2010 – Mleko. Biologia chemia analizy. Wyd. UP we Wrocławiu. 23. Włodarczyk-Szydłowska A., Gniazdowski A., Gniazdowski M., Nowacki W., 2005 – Życie Wet. 80(9), 548-551.