

IZABELA DMYTRÓW, KAROL WŁODARCZYK

## SKŁAD I WARTOŚĆ ODŻYWCZA MLEKA KLACZY I OŚLIC W PORÓWNANIU Z MLEKIEM KRÓW

### Streszczenie

Wydajność oraz cechy fizykochemiczne mleka ssaków zależą od czynników genetycznych, fizjologicznych oraz środowiskowych. Ze względu na wartościowy skład chemiczny i potencjalnie prozdrowotne właściwości na popularności zyskuje obecnie mleko klaczy i oślic. Zawartość białka w mleku klaczy (1,5 ÷ 2,8 %) jest większa niż w mleku oślic (1,5 ÷ 1,8 %) i mniejsza niż w mleku krowim (3,1 ÷ 3,8 %). Mleko klaczy polecane jest m.in. ze względu na zawartość laktoferyny (9,9 ÷ 10,0 % białek serwatkowych) i lizozymu (6,6 ÷ 6,9 % białek serwatkowych) oraz immunoglobulin (18,7 ÷ 20,9 % białek serwatkowych). Udział białek odpornościowych w mleku krowim i oślim mieści się w zakresie odpowiednio: 10,1 ÷ 11,7 % oraz 10,9 ÷ 11,2 % w stosunku do zawartości białek serwatkowych, natomiast lizozym w mleku krów występuje w ilościach śladowych, podczas gdy w mleku oślic jego zawartość może wynosić nawet 20 %. Drugim po lizozymie składnikiem przeciwbakteryjnym jest laktoferyna. Najwięcej jej zawiera mleko oślic (23,4 ÷ 25,1 % białek serwatkowych), następnie mleko klaczy (9,9 ÷ 10,0 % białek serwatkowych) i krów (7,8 ÷ 8,4 % białek serwatkowych). Zawartość laktozy w mleku oślic, klaczy i krów wynosi odpowiednio: 5,8 ÷ 7,4 %, 5,8 ÷ 7,0 % oraz 4,4 ÷ 4,9 %, natomiast tłuszczu: 0,28 ÷ 1,82 %, 0,5 ÷ 2,0 % oraz 3,5 ÷ 4,0 %. Mleko oślic jest bogate w witaminę C, a zawiera mniej witamin A i E. Charakteryzuje się także większą zawartością witamin D<sub>3</sub> i B<sub>2</sub>, zarówno w porównaniu z mlekiem krowim, jak i z mlekiem klaczy. Mleko krów i oślic charakteryzuje się większą zawartością sodu, wapnia i cynku niż mleko klaczy. W mleku oślic obserwuje się także najmniejszą zawartość potasu i miedzi oraz największą – żelaza. Najbogatsze w miedź i potas jest natomiast mleko krów. Wartościowy skład chemiczny mleka klaczy oraz oślic czyni je interesującym dla technologów oraz dietetyków.

**Słowa kluczowe:** mleko klaczy, mleko oślic, mleko krów, alergia, właściwości przeciwbakteryjne

### Wprowadzenie

Mleko pochodzące od krów oraz jego przetwory wykorzystywane są w żywieniu ludzi od ponad 7 tysięcy lat. Pod względem częstotliwości spożycia jest to druga grupa

---

*Dr hab. inż. I. Dmytrów, prof. ZUT, mgr inż. K. Włodarczyk, Katedra Toksykologii, Technologii Mleczarskiej i Przechowalnictwa Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin.  
Kontakt: izabela.dmytrow@gmail.com*

produktów, zaraz po mięsie i jego przetworach. Mleko krowie zawiera ponad 20 białek, które jednak mogą powodować reakcje alergiczne [11]. Alergia na mleko krowie jest najczęstszą alergią pokarmową u niemowląt i małych dzieci, dotykającą 2 ÷ 3 % populacji [29]. Z powodu wzrastającej liczby przypadków alergii, także u osób dorosłych, nieustannie poszukuje się jego zamienników, które nie powodowałyby takiej reakcji. W związku z powyższym, coraz częściej uwaga konsumentów kieruje się w stronę mleka pozyskiwanego od klaczy oraz oślic, które pod względem składu chemicznego jest najbardziej zbliżone do mleka kobiecego [25]. Potwierdzono także, że mleko koniowatych jest dobrze tolerowane przez 80 ÷ 96 % dzieci z IgE-zależną alergią na białka mleka krowiego [2, 22]. Także Curadi i wsp. [5] podają, że mleko klaczy może stanowić dobry zamiennik mleka kobiecego dla dzieci.

Chęć zagospodarowania mleka oślego narodziła się już w momencie udomowienia osłów. W starożytnym Egipcie ceniono jego właściwości lecznicze, jak i kosmetyczne, wykorzystywano je również do kąpieli. Do dziś mleko osłe uważa się za specyfik o działaniu przeciwmarszczkowym, stąd jego wykorzystanie w przemyśle kosmetycznym [25]. W Europie początkowo nie było ono powszechnie znane i cenione jako składnik diety. W celu pozyskiwania mleka, jako jedni z pierwszych, stada osłów hodowali Francuzi. W wielu szpitalach mleko osłe stanowiło zamiennik mleka kobiecego dla dzieci, których matki nie mogły karmić piersią. Dzięki zawartości składników przeciwbakteryjnych mleko to zalecane było w leczeniu zatruć, wrzodów, przy problemach stomatologicznych, ale także dawało ulgę zmęczonym oczom, w astmie oraz w trakcie gorączki i określonych infekcjach układu moczowo-płciowego [20]. Obecnie w niektórych krajach, zwłaszcza w Europie, mleko oślic dostępne jest w sprzedaży i poleca się je jako wartościowy składnik diety głównie noworodków, osób starszych i rekonwalescentów.

Walory mleka klaczy, podobnie jak mleka oślego, ceniono już w starożytności. Było ono jednym z najważniejszych pokarmów ludności zamieszkującej Azję Środkową oraz Wschodnią Europę. Polecano je w leczeniu chorób wątroby, owrzodzeń oraz gruźlicy. W Polsce konie kojarzone są głównie z pracą na roli bądź z rekreacją, jednak na świecie mleko klaczy spożywa regularnie ok. 30 milionów ludzi. Zyskuje ono na popularności m.in. w Stanach Zjednoczonych. Ograniczeniem w powszechnym spożyciu tego rodzaju mleka w Polsce mogą być trudności z jego pozyskiwaniem. Udój klaczy jest dość kłopotliwy ze względu na płochliwość zwierząt, a w większości przypadków, aby był on możliwy, podobnie jak w przypadku oślic, konieczna jest obecność zrebienia przy matce lub w zasięgu jej wzroku.

Laktacja u klaczy trwa zazwyczaj od 5 do 8 miesięcy. W ciągu 12 tygodni klacze ras lekkich wytwarzają mleko w łącznej ilości ok. 3 % masy ciała. Dzienna mleczność klacz półkrwi wynosi 10 ÷ 12 l, a ras ciężkich – 15 ÷ 20 l [13]. Szczyt wydajności mlecznej klacze osiągają między 11. a 12. rokiem życia [27]. Laktacja u oślic trwa

natomiast od 45 do 200 dni. Dzienna ilość pozyskiwanego mleka to jedynie ok. 2 l ze względu na to, że oślica dodatkowo karmi swoje osłę [17].

### Skład chemiczny

Na skład chemiczny mleka oraz jego właściwości fizykochemiczne mają wpływ czynniki genetyczne (gatunek, rasa) oraz pozagenetyczne, tj. wiek zwierzęcia, przebyte ciąży i laktacje, warunki klimatyczne, środowisko hodowlane, skład paszy oraz stosunek poszczególnych składników w racji pokarmowej. W tab. 1. przedstawiono skład chemiczny mleka klaczy, oślic oraz krów. Najbogatsze w suchą masę jest mleko krowie, charakteryzujące się mniejszą zawartością wody, w porównaniu z mlekiem klaczy i oślic (tab. 1).

Tabela 1. Właściwości fizykochemiczne oraz skład chemiczny mleka klaczy, oślic i krów  
Table 1. Physico-chemical properties and chemical composition of milk of mares, donkeys and cows

Cecha / Feature	Mleko / Milk		
	klaczy / of mares	oślic / of jennets	krów / of cows
Zawartość wody / Water content [%]	~ 90	~ 90	~ 88
Zawartość suchej masy Dry matter content [%]	8,70 ÷ 9,70	9,34 ÷ 10,7	11,90 ÷ 12,20
Zawartość tłuszczu / Fat content [%]	1,19 ÷ 1,21	0,50 ÷ 0,80	3,61 ÷ 4,09
Zawartość białka / Protein content [%]	1,50 ÷ 2,80	1,42 ÷ 1,96	3,25 ÷ 3,42
Zawartość laktozy / Lactose content [%]	6,37 ÷ 6,50	6,03 ÷ 7,01	4,80 ÷ 4,82
Zawartość popiołu / Ash content [%]	0,30 ÷ 0,50	0,34 ÷ 0,41	0,70 ÷ 0,80
Gęstość / Density [g/cm <sup>3</sup> ]	1,035 ÷ 1,034	1,029 ÷ 1,037	1,028 ÷ 1,033
pH	6,97 ÷ 6,98	7,0 ÷ 7,5	6,6 ÷ 6,8

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [6, 10, 20, 25] / the author's own study based on [6, 10, 20, 25]

Różnice występujące w składzie chemicznym poszczególnych rodzajów mleka znajdują swoje odzwierciedlenie także w ich kwasowości czynnej. Mleko pochodzące od klaczy ma odczyn prawie obojętny, osłe – obojętny do lekko zasadowego, podczas gdy mleko krowie – lekko kwasowy. Mleko klaczy ma znacząco mniej tłuszczu, białka oraz związków mineralnych w postaci popiołu w porównaniu z mlekiem krowim, a zawiera więcej laktozy. Mleko osłe zawiera mniej białka oraz tłuszczu w porównaniu z mlekiem klaczy, ale zawiera największą ilość laktozy (tab. 1). Mleko koniowatych charakteryzuje się mniejszą zawartością kazeiny, niższym stosunkiem kazeiny do białek serwatkowych oraz udziałem poszczególnych frakcji kazeinowych i rozmiarem micel. Udział poszczególnych frakcji kazeiny w odniesieniu do jej ogólnej zawartości w mleku krów kształtuje się następująco:  $\alpha_{s1}$ - kazeina – 13,0 ÷ 45 %,  $\alpha_{s2}$ - kazeina – 5,1 ÷ 12 %,  $\beta$ - kazeina – 16,0 ÷ 35 %,  $\kappa$ - kazeina – 5,5 ÷ 8 %. Kazeina mleka klaczy nie

zawiera frakcji  $\alpha_s$ , podczas gdy frakcja  $\beta$  występuje w nim w ilości  $45,0 \div 64,0$  % [9, 10]. Udział frakcji  $\kappa$  w kazeinie obecnej w mleku klaczy jest większy niż w kazeinie mleka krowiego [9]. Zawartość kazeiny  $\alpha_{s1}$  oraz  $\alpha_{s2}$  w mleku oślic wynosi odpowiednio:  $34,1 \div 35,6$  % oraz  $6,1 \div 7,2$  %. Kazeina mleka oślego charakteryzuje się większą zawartością  $\beta$  kazeiny niż w mleku krów. Odznacza się również najmniejszym udziałem frakcji  $\kappa$  (tab. 2).

Tabela 2. Udział frakcji kazeinowych w mleku klaczy, oślic i krów [% kazeiny]

Table 2. Content of casein fractions in milk of mares, jennets and cows [% of casein]

Frakcja kazeinowa Casein fraction	Mleko / Milk		
	klaczy / of mares	oślic / of jennets	krów / of cows
$\alpha$ (ogółem / total)	46,7 $\div$ 50,0	35,0 $\div$ 45,0	57,0 $\div$ 77,2
$\alpha_{s1}$ –	-	34,1 $\div$ 35,6	13,0 $\div$ 45,0
$\alpha_{s2}$ –	-	6,1 $\div$ 7,2	5,1 $\div$ 12,0
$\beta$	45,0 $\div$ 64,0	49,1 $\div$ 54,3	16,0 $\div$ 35,0
$\kappa$	7,7 $\div$ 8,01	2,0 $\div$ 2,8	5,5 $\div$ 8,0

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [16, 27] / the author's own study based on [16, 27]

Ze względu na mniejszy udział białka, które w nadmiarze może obciążać nerki, mleko klaczy oraz mleko oślic polecane jest w żywieniu osób cierpiących na schorzenia nefrologiczne. Oba rodzaje mleka charakteryzują się także mniejszą alergiennością w porównaniu z mlekiem pochodzącym od krów. Skład frakcji białkowej decyduje o strawności mleka i jego przyswajalności, szczególnie przez dzieci. Mniejsza zawartość kazeiny w mleku klaczy sprawia, że jest ono trawione znacznie szybciej w porównaniu z mlekiem krowim. Także ze względu na mniejszą zawartość tłuszczu mleko klaczy oraz oślic jest łatwiejsze do strawienia [2].

Typ mleka (kazeinowe lub albuminowe) decyduje o jego właściwościach technologicznych. W przypadku mleka krowiego we frakcji białkowej dominuje kazeina, której ilość przekracza 75 %, co czyni je mlekiem kazeinowym, natomiast zawartość kazeiny w mleku klaczy i oślic mniejsza niż 75 % jest podstawą do zaliczenia ich do mleka albuminowego. Niestety taki skład ilościowy białka oraz mała zawartość tłuszczu wpływają ograniczająco na przydatność przetwórczą, ponieważ z mleka albuminowego uzyskuje się mało zwięzły skrzep.

### Właściwości potencjalnie prozdrowotne

Białka serwatkowe obecne w mleku stymulują układ odpornościowy. Najbogatsze pod względem zawartości immunoglobulin (w stosunku do ogólnej zawartości białek serwatkowych) jest mleko kobyłe ( $18,7 \div 20,9$  %), następnie mleko krowie ( $10,1 \div 11,7$  %) oraz porównywalnie mleko ośle ( $10,9 \div 11,2$  %). Zawartość lizozymu w mle-

ku kłaczy mieści się w zakresie  $6,6 \div 6,9$  %, w mleku oślic może go być nawet 20 %, podczas gdy mleko krów zawiera jedynie śladowe ilości lizozymu. Laktoferyna w największej ilości znajduje się w mleku oślim ( $23,4 \div 25,1$  % białek serwatkowych), kolejno – w kobyli ( $9,9 \div 10$  % białek serwatkowych) oraz krowim ( $7,8 \div 8,4$  % białek serwatkowych). Odgrywa istotną rolę w transporcie żelaza i modulowaniu działania lizozymu i immunoglobulin [24, 25]. Zapobiega replikacji wirusów poprzez łączenie się z ich kwasami nukleinowymi i tworzenie nierozpuszczalnych kompleksów. Ilość laktoferyny w mleku ssaków jest różna i zależy głównie od fazy laktacji. Mleko pod koniec laktacji ma ok. siedmiokrotnie mniejszą ilość laktoferyny niż siara [20]. Lizozym wykazujący, podobnie jak laktoferyna, właściwości przeciwdrobnoustrojowe powoduje destrukcję błony komórkowej wielu bakterii Gram-dodatnich, szczególnie *Bacillus micrococcus*, *Saprosarcina ureae*, *Lactobacillus arabinosus*, *Sarcina lutea* oraz *Streptococcus faecalis*, prowadząc do ich lizy. W związku z tym rozwój w mleku takich patogenów jak *Staphylococcus* oraz *Streptococcus* jest utrudniony. Lizozym działający poza komórką inaktywuje enzymy wirusowe oraz neutralizuje kwaśne substancje. Należy dodać, że stwierdzono większą stabilność lizozymu w środowisku kwaśnym niż w alkalicznym. Jest on ponadto odporny na działanie enzymów żołądkowo-jelitowych, dlatego przechodzi do krwioobiegu. Pozostaje również aktywny w niskich (mrożenie) oraz wysokich (suszenie) temperaturach, dzięki czemu jest także obecny w mleku poddanym obróbce termicznej oraz w przetworach mleczarskich [25].

Tabela 3. Zawartość białek serwatkowych w mleku kłaczy, oślic i krów [% białek serwatkowych]  
Table 3. Content of whey proteins in milk of mares, jennets and cows [% of whey proteins]

Składnik Component	Mleko / Milk		
	kłaczy / of mares	oślic / of jennets	krów / of cows
$\alpha$ -laktoalbumina $\alpha$ -lactalbumin	$27,5 \div 29,7$	$22,0 \div 22,5$	$52,9 \div 53,6$
$\beta$ -laktoglobulina $\beta$ -lactoglobulin	$25,3 \div 36,3$	$28,80 \div 30,01$	$18,4 \div 20,1$
Lizozym Lysozyme	$6,6 \div 6,9$	$3,0 \div 20,0$	ilości śladowe trace amounts
Laktoferyna / Lactoferrin	$9,9 \div 10,0$	$23,4 \div 25,1$	$7,8 \div 8,4$
Immunoglobuliny Immunoglobulins	$18,70 \div 20,90$	$10,9 \div 11,2$	$10,1 \div 11,7$
Albumina serum Serum albumin	$4,4 \div 4,5$	$6,2 \div 6,8$	$5,5 \div 7,7$

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [25, 27] / the author's own study based on [25, 27]

Najbardziej alergennym białkiem mleka ssaków jest  $\beta$ -laktoglobulina, dlatego że nie występuje ona w mleku kobiecym. Mimo że mleko koniowatych odznacza się większą zawartością tego białka (tab. 3), to charakteryzuje się znacznie większą straw-

nością w porównaniu z  $\beta$ -laktoglobuliną mleka krowiego. Wynika to z budowy tego białka, gdyż w mleku klaczy i oślic występuje ono w postaci monomeru, podczas gdy w mleku krowim – jako dimer [14].

Mleko klaczy i oślic zawiera niewiele tłuszczu, dzięki czemu jest lekkostrawne. Udział nasyconych kwasów w tłuszczu mleka kobyłego wynosi średnio 55 % (mniej niż w mleku krowim), podczas gdy nienasycone kwasy tłuszczowe występują w ilości ok. 45 % (więcej niż w mleku krowim) [20]. Mleko klaczy zawiera głównie średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe, natomiast charakterystyczną cechą tłuszczu mleka krowiego jest stosunkowo duża zawartość krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (do 10 atomów węgla). Tłuszcz mleka klaczy odznacza się dużą zawartością kwasu linolowego (ok. 8 %) oraz kwasu  $\alpha$ -linolenowego (15 ÷ 25 %). W mleku krowim kwasy te występują w ilości ok. – odpowiednio: 2 i 0,1 % [1]. Tłuszcz mleka oślic charakteryzuje się mniejszym udziałem nasyconych kwasów tłuszczowych (ok. 60 %) w porównaniu z mlekiem przeżuwaczy (ok. 70 %), niemniej jednak cechuje się większą ilością nienasyconych kwasów tłuszczowych – blisko 15 %, podczas gdy w mleku krowim jest ich tylko ok. 2 % [30]. Mleko ośle nie zawiera kwasów tłuszczowych o konfiguracji trans, natomiast występują one w mleku klaczy, w którym dodatkowo potwierdzono (w niewielkich ilościach) sprzężony kwas linolowy (CLA) (0,05 ÷ 0,14 %). W mleku krowim ilość CLA mieści się w zakresie 0,43 ÷ 0,67 % [26]. Jak podają Martemucci i D'Alessandro [17], mleko pochodzące od oślic cechuje się wysokim stosunkiem nienasyconych do nasyconych kwasów tłuszczowych oraz dużą zawartością polienowych kwasów tłuszczowych omega-3 (PUFA) oraz niskim stosunkiem kwasów  $n-6$  do  $n-3$ . Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka klaczy wynosi średnio 49,4 %, natomiast w mleku krowim zawiera się w przedziale 53,7 ÷ 63,5 % [19]. Kuleczki tłuszczowe mleka kobyłego są mniejsze (2 ÷ 3  $\mu\text{m}$ ) i zawierają mniej triacylogliceroli (80 %) w porównaniu z obecnymi w mleku krowim (3 ÷ 3,5  $\mu\text{m}$ ), które charakteryzuje się ok. 98-procentową zawartością triacylogliceroli. W mleku pochodzącym od oślic kuleczki są zdecydowanie najmniejsze, a ich średnica wynosi 1,92  $\mu\text{m}$  [18].

### **Witaminy, składniki mineralne i aminokwasy**

Clayes i wsp. [4] podają, że mleko oślic bogate jest w witaminę C, a zawiera mniej witamin A i E oraz innych witamin rozpuszczalnych w wodzie w porównaniu z mlekiem krów. Charakteryzuje się także większą zawartością witaminy D<sub>3</sub> i B<sub>2</sub>, zarówno w odniesieniu do mleka krowiego, jak i mleka klaczy (tab. 4).

Mleko krów i oślic charakteryzuje się większą zawartością sodu, wapnia i cynku niż mleko klaczy. W mleku oślic obserwuje się najmniejszą zawartość potasu i miedzi oraz największą – żelaza. Najbogatsze w miedź i potas jest natomiast mleko krowie (tab. 5).

Tabela 4. Zawartość wybranych witamin w mleku klaczy, oślic i krów [mg/l]

Table 4. Content of selected vitamins in milk of mares, jennets and cows [mg/l]

Witamina Vitamin	Mleko / Milk		
	klaczy / of mares	oślic / of jennets	krów / of cows
A	0,093 ÷ 0,34	0,017	0,38
D <sub>3</sub>	0,003 ÷ 0,004	0 ÷ 0,023	0,0004 ÷ 0,0005
E	0,26 ÷ 1,13	0,051 ÷ 0,054	1,0 ÷ 1,1
B <sub>2</sub>	0,01 ÷ 0,04	0,04 ÷ 0,97	0,12 ÷ 0,20
C	1,28 ÷ 8,10	12,10 ÷ 57,00	0,30 ÷ 2,30

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [1, 25] / the author's own study based on [1, 25]

Tabela 5. Zawartość wybranych składników mineralnych w mleku klaczy, oślic i krów [mg/l]

Table 5. Content of selected mineral components in milk of mares, jennets and cows [mg/l]

Składnik mineralny Mineral component	Mleko / Milk		
	klaczy / of mares	oślic / of jennets	krów / of cows
K	491 ÷ 516	240 ÷ 960	1204 ÷ 1520
Na	119 ÷ 171	110 ÷ 260	504 ÷ 580
Ca	775 ÷ 1038	360 ÷ 1180	996 ÷ 1220
Zn	1,86 ÷ 1,99	1,23 ÷ 3,19	5,30 ÷ 6,64
Fe	0,25 ÷ 1,21	0,43 ÷ 2,66	0,04 ÷ 0,80
Cu	0,11 ÷ 0,25	0,08 ÷ 0,03	0,03 ÷ 0,60

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [1, 25] / the author's own study based on [1, 25]

Tabela 6. Zawartość wybranych aminokwasów w mleku klaczy, oślic i krów [g/100 g białka]

Table 6. Content of selected amino acids in milk of mares, jennets and cows [g/100 g of protein]

Aminokwas Amino acid	Mleko / Milk		
	klaczy / of mares	oślic / of jennets	krów / of cows
Kwas asparaginowy Aspartic acid	4,8 ÷ 10,4	8,9 ÷ 9,7	6,9 ÷ 7,8
Seryna / Serine	6,2 ÷ 7,1	4,1 ÷ 6,2	3,5 ÷ 4,8
Kwas glutaminowy Glutamic acid	6,1 ÷ 20,1	22,8 ÷ 23,1	23,2 ÷ 24,1
Glicyna / Glycine	1,9 ÷ 4,1	1,2 ÷ 1,3	1,8 ÷ 1,9
Histydyna / Histidine	2,4 ÷ 10,0	1,9 ÷ 2,3	3,0 ÷ 3,2
Tyrozyna / Tyrosine	2,8 ÷ 4,3	3,7 ÷ 3,8	4,4 ÷ 4,5

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [1, 25, 28] / the author's own study based on [1, 25, 28]

Po przeanalizowaniu zawartości aminokwasów w omawianych rodzajach mleka należy stwierdzić, że to mleko klaczy odznacza się największym udziałem kwasu asparaginowego, glicyny, seryny i histydy, podczas gdy mleko pochodzące od krów charakteryzuje się większą zawartością kwasu glutaminowego oraz tyrozyny. W mleku

oślic dominuje kwas glutaminowy i asparaginowy, kolejno seryna, a następnie tyrozyna, histydyna i glicyna (tab. 6).

### **Składniki przeciwbakteryjne**

Mikroorganizmy potencjalnie patogenne obecne w mleku surowym mogą pochodzić od zwierząt (nawet tych, które są zdrowe) lub być wynikiem zanieczyszczenia podczas udoju lub przechowywania mleka. Jak podają Massouras i wsp. [20], mleko pochodzące od klaczy oraz oślic charakteryzuje się dużą czystością mikrobiologiczną i małą zawartością komórek somatycznych, co najprawdopodobniej wynika z małego rozmiaru wymienia i niewielkiej zapadalności na *mastitis*. Niska liczba komórek bakterii może być również spowodowana dużą koncentracją lizozymu [4]. Także Claeys i wsp. [4] twierdzą, że surowe mleko klaczy charakteryzuje się wyższą jakością mikrobiologiczną niż surowe mleko krowie. Tłumaczą to różnicami zawartości naturalnych składników przeciwbakteryjnych, takich jak: laktoferyna, lizozym, laktoperoksydaza oraz immunoglobuliny. Czyżak-Runowska i wsp. [6] zbadali jakość surowego i chłodniczo przechowywanego mleka klaczy i nie stwierdzili obecności *Salmonella* spp. oraz bakterii z grupy coli. Potwierdzili ponadto, że mleko klaczy może być przechowywane przez 72 h w temp. 4 °C bez istotnego obniżenia jakości mikrobiologicznej. Hazelleger i Beumer [15] uważają, że mleko klaczy charakteryzuje się dużą zawartością bakterii kwasu mlekowego ( $2 \div 4 \log \text{ jtk/ml}$ ), co zapobiega rozwojowi mikroorganizmów patogennych. Przy zbyt dużej liczbie LAB i w związku z dużą zawartością laktozy w mleku klaczy może to jednak prowadzić do szybkiego przekwaszenia mleka [6]. Chiavari i wsp. [3] przeanalizowali jakość mikrobiologiczną surowego mleka oślego i stwierdzili, że badane przez nich próbki były lekko zanieczyszczone bakteriami, ale ich liczba w żadnym przypadku nie przekraczała  $4 \log \text{ jtk/ml}$ . Mleko to charakteryzowało się stabilnym pH, co autorzy tłumaczyli obecnością naturalnych czynników bakteriostatycznych.

### **Zastosowanie**

Z uwagi na duże podobieństwo składu mleka koniowatych do mleka kobiecego jego wykorzystanie rozważane jest głównie jako komponent odżywek dla niemowląt cierpiących na alergię na składniki mleka krowiego. Monti i wsp. [23] zbadali możliwość wprowadzenia mleka oślic do diety dzieci z silną alergią na mleko krowie. Stwierdzili, że ten rodzaj mleka może stanowić alternatywę dla mleka krowiego dzięki wysokiej tolerancji, smakowości i wartości odżywczej. Poza tym spożywanie mleka oślic pomogło dzieciom osiągnąć prawidłowy wzrost i masę ciała oraz znormalizować oceniane parametry biochemiczne krwi. Zaobserwowano również poprawę ich stanu psychicznego, gdyż wprowadzono je do diety także w postaci przetworów (lodów, mleka fermentowanego) oraz jako składnik wyrobów cukierniczych i budyni. Zmniejsz-



szło to poczucie krzywdy wśród dzieci, które do tej pory nie mogły spożywać tego rodzaju produktów.

Do produkcji serowarskiej najlepiej nadaje się mleko krowie, więc jedynie w niewielu rejonach Azji praktykowana jest produkcja sera z mleka kłaczy oraz oślic [13]. Mała zawartość kazeiny utrudnia wykorzystanie mleka kłaczy w serowarstwie, a niewielki udział tłuszczu uniemożliwia produkcję masła. Struktura mleka pochodzącego od kłaczy jest niestabilna w temperaturze powyżej 40 °C, dlatego wymaga ono szybkiego schłodzenia w ciągu 6 ÷ 9 h od udoju [7]. Najpopularniejszym produktem fermentowanym z mleka koniowatych jest kumys – produkt otrzymywany w wyniku fermentacji mlekowo-alkoholowej. Tradycyjnie wytwarzany był przez dodatek do świeżego mleka kłaczy wcześniej wyprodukowanego kumysu. Dzięki temu wprowadzano do mleka korzystne mikroorganizmy z poprzedniej fermentacji, których aktywność po 3 ÷ 8 h skutkowała wytworzeniem świeżej porcji mleka fermentowanego. Rodzima mikroflora kumysu zawiera głównie *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Kluyveromyces fragilis* oraz *Saccharomyces unisporus* [8, 21]. W zależności od zawartości alkoholu etylowego wyróżnia się kumys słaby (1 % alkoholu etylowego), średni (2 % alkoholu etylowego) oraz mocny (3 % alkoholu etylowego) i bardzo mocny o zawartości alkoholu etylowego powyżej 4 %. Zaleca się rozpocząć spożywanie kumysu od dawki 100 ÷ 200 ml dziennie. Z czasem wypijaną ilość można zwiększyć nawet do 2 l dziennie. Mimo że kumys ma na świecie wielu zwolenników i produkowany jest na skalę przemysłową w Centralnej Azji oraz w krajach byłego Związku Radzieckiego, w Polsce nie spotkał się z zainteresowaniem ze strony producentów, jak i konsumentów. Jego produkcja nastęrcza bowiem pewnych trudności wynikających z dużej zawartości lizozymu oraz niższego, niż w przypadku mleka krowiego, punktu izoelektrycznego kazeiny. Lizozym hamuje rozwój dodawanych kultur starterowych, dlatego inaktywuje się go przez obróbkę termiczną mleka w temp. 90 °C przez 3 min. Także w mleku oślic silne działanie przeciwbakteryjne lizozymu na bakterie kwasu mlekowego może powodować pewne ograniczenie jego potencjału w produkcji fermentowanych produktów mleczarskich, które wykazują działanie potencjalnie prozdrowotne. Problem stanowić może także duża zawartość laktozy, gdyż oznacza to konieczność zwiększenia dawki bakterii starterowych lub wydłużenie czasu fermentacji. Potwierdzono, że napój fermentowany z mleka oślic wykazuje działanie antyproliferacyjne, antymutagenne i przeciwbakteryjne. Jego spożycie wydaje się być bardziej korzystne w profilaktyce raka piersi w porównaniu z konsumpcją mleka nieukwaszonego [12].

### Podsumowanie

Alergia na białka mleka wiąże się z rodzajem białka, jego ilością oraz budową. W związku z tym, że mleko kłaczy oraz oślic zawiera znacznie mniej białka, jest lepiej

tolerowane przez alergików oraz osoby cierpiące na schorzenia nefrologiczne w porównaniu z mlekiem krowim. Mleko koniowatych charakteryzuje się ponadto mniejszą zawartością kazeiny, niższym stosunkiem kazeiny do białek serwatkowych oraz udziałem poszczególnych frakcji kazeinowych i rozmiarem micel. Mimo że odznacza się większą zawartością  $\beta$ -laktoglobuliny, to jest w większym stopniu tolerowane niż mleko krowie, gdyż białko to występuje w mleku klaczy i oślic w postaci monomeru, podczas gdy w mleku krowim jako dimer. Atrakcyjny skład mleka oślic i klaczy wynika także z zawartości laktoferyny, lizozymu oraz immunoglobulin. Wywierają one korzystny wpływ na ludzki organizm, odgrywając ważną rolę w profilaktyce oraz wspomaganiu leczenia wielu chorób. Wzrost zainteresowania tymi rodzajami mleka może być również spowodowany m.in. zawartością witamin, które są konieczne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Mleko koniowatych zawiera także znacznie więcej laktozy w porównaniu z mlekiem krów. Najbardziej znanym produktem otrzymanym z mleka klaczy jest kumys.

### Literatura

- [1] Barłowska J., Wolanciuk A., Kędzińska-Matysek M., Litwińczuk Z.: Wpływ sezonu produkcji na podstawowy skład chemiczny oraz zawartość makro- i mikroelementów w mleku krowim i kozim. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, 6 (91), 69-78.
- [2] Businico L., Giampietro P.G., Lucenti P., Pini C., Di Felice G., Iacovacci P., Curadi C., Orlandi M.: Allergenicity of mare's milk in children with cow's milk allergy. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2000, 105, 1031-1034.
- [3] Chiavari C., Coloretti F., Nanni M., Sorrentino E., Grazia L.: Use of donkey's milk for a fermented beverage with lactobacilli. *Lait*, 2005, 85, 481-490.
- [4] Clayes W.L., Verraes C., Cardoen S., de Block J., Huyghebaert A., Raes K., Dewettinck K., Herman L.: Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food Control*, 2014, 42, 188-201.
- [5] Curadi M.C., Giampietro P.G., Luccenti P., Orlandi M.: Use of mare milk in pediatric allergology. *Proceedings of Associazione Scientifica di Produzione Animale XIV Congress, Firnze*, 12-15 June 2001, pp. 647-649.
- [6] Czyżak-Runowska G., Wójtowski J., Niewiadomka A., Markiewicz-Keszycka M.: Quality of fresh and stored mares' milk. *Mljekarstvo*, 2018, 68 (2), 108-115.
- [7] Danków R., Wójtowski J., Pikul J., Niżnikowski R., Cais-Sokolińska D.: Effect of lactation on the hygiene quality and some milk physicochemical traits of the Wielkopolska mare. *Arch. Tierz. Dummerstorf.*, 2006, 49, 201-206.
- [8] Di Cagno R., Tamborrino A., Gallo G., Leone C., De Angelis M., Faccia M., Amirante P., Gobetti M.: Uses of mares' milk in manufacture of fermented milk. *Int. Dairy J.*, 2004, 14, 767-775.
- [9] Egito A.S., Girardet J.M., Miclo L., Mollé D., Humbert G., Gaillard J.L.: Susceptibility of equine  $\kappa$ - and  $\beta$ -caseins to hydrolysis by chymosin. *Int. Dairy J.*, 2001, 11, 885-893.
- [10] Egito A.S., Miclo L., López C., Adam A., Girardet J.M., Gaillard J.L.: Separation and characterization of mare's milk  $\alpha$ s1,  $\beta$ -,  $\kappa$ -caseins,  $\gamma$ -casein-like, and proteose peptone components 5-like peptides. *J. Dairy Sci.*, 2002, 85 (4), 697-706.

- [11] El-Agamy E.I.: The challenge of cow milk protein allergy. *Small Ruminant Res.*, 2007, 68 (1-2), 64-72.
- [12] Esener O., Balkan B.M., Armutak E.I., Uvez A., Yildiz G., Hafizoglu M., Yilmazer N., Gurel-Gurevin E.: Donkey milk kefir induces apoptosis and suppresses proliferation of ehrlich ascites carcinoma by decreasing iNOS in mice. *Biotech Histochem.*, 2018, 93 (6), 424-431.
- [13] Faccia M., Gambacorta G., Martemucci G., Difonzo G., D'Alessandro A.G.: Chemical-sensory traits of fresh cheese made by enzymatic coagulation of donkey milk. *Foods*, 2020, 9 (16), 1-13.
- [14] Fierro V., Valluzzi R.L., Banzato C., Plaza M.A., Bosquie M., Ibero M., Echeverria L.A.Z., Mennini M., Dahdah L., de Castellar R., Tort G., Jiménez J.: A Well-tolerated new amino acid-based formula for cow's milk allergy. *Immun Inflamm Dis.*, 2020, 8, 140-149.
- [15] Hazelleger W.C., Beumer R. R.: Microbial quality of raw horse milk. *Int. Dairy J.*, 2016, 63, 59-61.
- [16] Macedo Mota L.F., Pegolo S., Bisutti V., Bittante G., Cecchinato A.: Genomic analysis of milk protein fractions in brown swiss cattle. *Animals*, 2020, 10 (2), 336-351.
- [17] Martemucci G., D'Alessandro A.G.: Fat content, energy value and fatty acid profile of donkey milk during lactation and implications for human nutrition. *Lipids Health Dis.*, 2012, 11, #113.
- [18] Martini M., Altomonte I., Licitra R., Salari F.: Nutritional and nutraceutical quality of donkey milk. *J. Equine Veter. Sci.*, 2018, 65, 33-37.
- [19] Markiewicz-Kęszycka M., Wójtowski J., Czyżak-Runowska G., Kuczyńska B., Puppel K., Krzyżewski J., Strzałkowska N., Józwiak A., Bagnicka E.: Concentration of selected fatty acids, fat-soluble vitamins and  $\beta$ -carotene in late lactation mares' milk. *Int. Dairy J.*, 2014, 38, 31-36.
- [20] Massouras T., Triantaphyllopoulos K., Theodossiou I.: Chemical composition, protein fraction and fatty acid profile of donkey milk during lactation. *Int. Dairy J.*, 2017, 75, 83-90.
- [21] Montanari G., Zambonelli C., Grazia L., Kamesheva G.K., Shigaeva M.K.H.: *Saccharomyces unisporus* the principal alcoholic fermentation microorganism of traditional koumiss. *J. Dairy Res.*, 1996, 63, 327-331.
- [22] Monti G., Bertino E., Muratore M.C., Coscia A., Cresi F., Silvestro L., Fabris C., Fortunato D., Giuffrida M.G., Conti A.: Efficacy of donkey's milk in treating highly problematic cow's milk allergic children: An *in vivo* and *in vitro* study. *Pediatr. Allergy Immunol.*, 2007, 18, 258-264.
- [23] Monti G., Viola S., Baro C., Cresi F., Tovo P.A., Moro G., Ferrero M.P., Conti A., Bertino E.: Tolerability of donkeys' milk in 92 highly-problematic cows' milk allergic children. *J. Biol. Reg. Homeos. Ag.*, 2012, 26 (3), 75-82.
- [24] Narmuratova M.Kh., Cakir-Kiefer C., Narmuratova Zh.B.: Isolation and purification of lactoferrin from Kazakhstan mare milk. *Int. J. Biol. Chem.*, 2019, 12 (2), 64-69.
- [25] Nayak C.M., Ramachandra C.T., Nidoni U., Hiregoudar S., Ram J., Naik N.: Physico-chemical composition, minerals, vitamins, amino acids, fatty acids profile and sensory evaluation of donkey milk from Indian small grey breed. *J Food Sci. Technol.*, 2020, 57, 2967-2974.
- [26] Orlandi M., Goracci J., Curadi M.C.: Fat composition of mare's milk with reference to human nutrition. *Ann. Fac. Med. Vet. Pisa.*, 2003, 56, 97-104.
- [27] Potočník K., Gantner V., Kuterovac K., Cividini A.: Mare's milk: Composition and protein fraction in comparison with different milk species. *Mljekarstvo*, 2011, 61 (2), 107-113.
- [28] Rafiq S., Huma N., Pasha I., Sameen A., Mukhtar O., Khan M.I.: Chemical composition, nitrogen fractions and amino acids profile of milk from different animal species. *Asian-Australas J. Anim. Sci.*, 2016, 29 (7), 1022-1028.
- [29] Saarinen K.M., Pelkonen A.S., Makela M.J., Savilahti E.: Clinical course and prognosis of cow's milk allergy are dependent on milk-specific IgE status. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2005, 116, 869-875.
- [30] Wszolek M., Filipczak-Fiutak M., Domagała J.: Skład i właściwości mleka oślego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2014, 1 (92), 29-40.

**COMPOSITION AND NUTRITIONAL VALUE OF MARE'S AND JENNET'S MILK  
AS COMPARED TO COW'S MILK****S u m m a r y**

The yield and physical-chemical properties of mammals' milk depend on genetic, physiological and environmental factors. Owing to a valuable chemical composition and potentially health-promoting properties, mare's and jennet's milk has recently gained in popularity. The protein content in mare's milk ( $1.5 \div 2.8$  %) is higher than that in jennet's milk ( $1.5 \div 1.8$  %) and lower than that in cow's milk ( $3.1 \div 3.8$  %). Mare's milk is recommended, inter alia, owing to its content of lactoferrin ( $9.9 \div 10.0$  % of whey proteins), lysozyme ( $6.6 \div 6.9$  % of whey proteins) and immunoglobulins ( $8.7 \div 20.9$  % of whey proteins). The content of immune proteins in cow's and jennet's milk ranges, respectively, between:  $10.1 \div 11.7$  % and  $10.9 \div 11.2$  % in relation to the content of whey proteins; in cow's milk lysozyme is found in trace amounts, whereas in jennet's milk its content can be even as high as 20 %. Lactoferrin is the second antimicrobial component after lysozyme. Its highest amount is found in jennet's milk ( $23.4 \div 25.1$  % of whey proteins); next in mare's milk ( $9.9 \div 10.0$  % of whey proteins) and in cow's milk ( $7.8 \div 8.4$  % of whey proteins). The content of lactose in jennet's, mare's and cow's milk is, respectively:  $5.8 \div 7.4$  %,  $5.8 \div 7.0$  % and  $4.4 \div 4.9$  %, while the content of fat is, respectively:  $0.28 \div 1.82$  %,  $0.5 \div 2.0$  % and  $3.5 \div 4.0$  %. Jennet's milk is rich in vitamin C, but it has a lower content of vitamins A and E. Also, it is characterised by a higher content of vitamins D<sub>3</sub> and B<sub>2</sub> compared to cow's milk and mare's milk. Cow's and jennet's milk is characterised by a higher content of sodium, calcium and zinc compared to mare's milk. In jennet's milk there are found the lowest amounts of potassium and copper and the highest content of iron. Cow's milk is found to be the richest in copper and potassium. A valuable chemical composition of mare's and jennet's milk makes them interesting for technologists and dieticians.

**Key words:** mare's milk, jennet's milk, cow's milk, allergy, antibacterial properties 