

## **Funkcjonalne składniki mleka kóz korzystających z ograniczonego wypasu lub żywionych alkierzowo zielonką\***

**Barbara Reklewska<sup>1</sup>, Elżbieta Bernatowicz<sup>1</sup>, Zofia Ryniewicz<sup>2</sup>,  
Zygmunt Reklewski<sup>2</sup>, Beata Kuczyńska<sup>1</sup>, Emilia Bagnicka<sup>2</sup>,  
Krzysztof Zdziarski<sup>1</sup>, Karina Horbańczuk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Nauk o Zwierzętach,  
ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa

<sup>2</sup>Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu,  
05-552 Wólka Kosowska

Celem badań było określenie zawartości funkcjonalnych składników w mleku kóz rasy polskiej białej uszlachetnionej utrzymywanych dwoma najbardziej popularnymi systemami, tzn. cały rok alkierzowo (w lecie żywione zielonką, bez dostępu do pastwiska) lub alkierzowo-pastwiskowo z ograniczonym wypasem. Żywienie kóz było dobrze zbilansowane pod względem wartości odżywczej. W mleku oznaczano zawartość podstawowych składników, funkcjonalnych białek serwatkowych i kwasów tłuszczowych oraz jakość higieniczną i wskaźniki jakości tłuszczu. Identyfikowano polimorficzne warianty genetyczne kazeiny alfa S<sub>1</sub> i oceniano ich wpływ na zawartość oznaczanych składników mleka. Przejście z żywienia paszami konserwowanymi na świeże zielonki spowodowało istotne obniżenie zawartości tłuszczu w mleku kóz obydwu grup doświadczalnych. Równolegle zaznaczył się niewielki wzrost zawartości białka ogólnego i białek serwatkowych: alfa-laktoalbuminy (A-LA), beta-laktoglobuliny (B-LG) i laktoferyny (Lf). Nie stwierdzono jednak wpływu systemu utrzymania na zawartość białek serwatkowych. Przejście z żywienia paszami konserwowanymi na świeże zielonki wywołało (jak można oczekiwać przy uzupełnianiu diety paszą treściwą) umiarkowany wzrost zawartości funkcjonalnych kwasów tłuszczowych, jednak tylko w grupie kóz żywionych w koziarni koszoną zielonką z lucerny. Ich mleko zawierało istotnie więcej kwasu transwaksenowego (TVA), kwasu linolowego (LA), sprzężonego kwasu linolowego (CLA) 9 *cis* 11 *trans*, kwasu alfa-linolenowego (LNA) i kwasu eikozapentaenowego (EPA) niż kóz korzystających z ograniczonego wypasu, mimo że udział paszy treściwej w diecie był jednakowy w obydwu grupach kóz. Porost pastwiskowy wypasany systemem wolnym osiągnął dojrzałość wcześniej niż zielonka z lucerny, skutkiem czego wzrosła znacznie zawartość włókna w diecie

\*Badania finansowane przez KBN grant 6 PO 6Z 052 21

kóz z grupy pastwiskowej. Fakt ten wywarł negatywny wpływ na biosyntezę CLA i innych funkcjonalnych kwasów. Stwierdzono, że zawartość białka i większości funkcjonalnych kwasów w mleku była związana z genotypami kazeiny alfa S<sub>1</sub>. Efekt ten był niezależny od systemu utrzymania kóz.

**SŁOWA KLUCZOWE:** mleko kozie / składniki funkcjonalne / systemy utrzymania

Badania nad identyfikacją czynników warunkujących zmiany zawartości funkcjonalnych składników mleka prowadzone były głównie na krowach [2, 19, 20]. Zainteresowanie mlekiem kozim było nieporównywalnie mniejsze i zawężone do oceny wpływu dodatków tłuszczowych w diecie na zawartość CLA i poziom cholesterolu w tłuszczu mlekowym [17]. Brakuje natomiast informacji na temat możliwości oddziaływania na zawartość wielu innych składników mleka koziego o właściwościach prozdrowotnych.

Systemy żywienia i utrzymania kóz różnią się znacznie od systemów stosowanych w żywieniu i utrzymaniu bydła. Kozy tradycyjnie uważane są za zwierzęta wymagające dostępu do pastwiska. W porównaniu z bydlęciem wyróżniają się większymi możliwościami wyboru określonych części roślin, chętnie wykorzystują gałązki krzewów i drzew. Dla prawidłowego przebiegu trawienia wymagają minimum 17% włókna w diecie [11].

W badaniach przeprowadzonych na bydło stwierdzono ujemny wpływ zwiększonej zawartości włókna w diecie na poziom CLA [15]. Wobec coraz bardziej ograniczonych możliwości wypasu najczęściej stosowane jest żywienie kóz systemem alkierzowym, w okresie wegetacji opartym na zielonkach koszonych, lub tzw. wypas ograniczony, w którym zwierzęta korzystają z wypasu przez kilka godzin dziennie i są dokarmiane w koziarni.

Celem pracy była ocena wpływu dwóch systemów utrzymania kóz na zawartość w mleku kozim funkcjonalnych białek serwatkowych: alfa-laktoalbuminy (A-LA), beta-laktoglobuliny (B-LG) i laktoferyny (Lf), funkcjonalnych kwasów tłuszczowych z uwzględnieniem kwasu masłowego (BA), linolowego (LA), *trans* wakcenenowego (TVA), sprzężonego kwasu linolowego (CLA) 9 *cis* 11 *trans* oraz mniej badanego CLA o konfiguracji 10 *trans* 12 *cis*, kwasu alfa-linolenowego (LNA), arachidonowego (AA), eikozapentaenowego (EPA) i dokozaheksaenowego (DHA). Określano również wydajność dzienną i jakość higieniczną mleka oraz podstawowy skład chemiczny, z rozszerzeniem o poziom cholesterolu, wolnych kwasów tłuszczowych (WKT) i aldehydu dimalonowego (MDA).

Biorąc pod uwagę stwierdzony przez Grosclaude i wsp. [10] wpływ polimorficznych wariantów kazeiny alfa S<sub>1</sub> na skład mleka, uznano za celowe przeanalizowanie zawartości funkcjonalnych kwasów tłuszczowych i białek serwatkowych w mleku reprezentującym mocne i słabe warianty kazeiny alfa S<sub>1</sub>.

## **Materiał i metody**

Badania przeprowadzono na fermie doświadczalnej Instytutu Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu na kozach rasy polskiej białej uszlachetnionej utrzymywa-

nych w koziarni na głębokiej ściółce, w boksach grupowych wyposażonych w poidła automatyczne. W ciągu całego roku kozy były żywione alkierzowo, zimą podstawę diety stanowiła kiszonka i siano, a w okresie wegetacji – koszone zielonki. Dój odbywał się dwa razy na dobę w hali udojowej. W ciągu dnia kozy mogły korzystać z utwardzonego wybiegu.

Doświadczenie rozpoczęto w końcu maja, kiedy kozy znajdowały się w szczytowym okresie laktacji, a zakończono po upływie 30 dni, w końcu czerwca. Całe stado (n=30), z wyjątkiem jednej kozy (stan zapalny gruczołu mlekowego), podzielono na 2 grupy. Zwierzęta jednej grupy utrzymywano systemem alkierzowo-pastwiskowym z zastosowaniem ograniczonego wypasu (grupa P; n=16), a grupy drugiej (grupa A; n=13) – alkierzowo, bez dostępu do pastwiska i żywiono koszoną zielonką. Dawki dla obydwu grup kóz były zrównoważone pod względem wartości pokarmowej (tab. 1 i 2).

**Tabela 1 – Table 1**

Skład dawek pokarmowych dla kóz zależnie od systemu żywienia (kg pasz)  
Composition of diets for goats depending on feeding system (kg feeds)

Skład diety Composition of diet	Grupa Group	Poziom wyjściowy Initial level	Poziom końcowy Final level
Siano	A	1,0	1,0
Hay	P	1,0	1,0
Lucerna z trawami	A	3,0	3,0
Alfalfa + grass forage	P	1,0	1,0
Pastwisko trawiaste z domieszką lucerny	A	–	–
Grass pasture with alfalfa admix.	P	≈2,0	≈2,0
Treściwe	A	1,2	1,2
Concentrates	P	1,2	1,2

A – utrzymanie alkierzowe bez pastwiska – indoor system (zero grazing)

P – utrzymanie alkierzowe wypas ograniczony – limited grazing

Oznaczenia składu pasz wykonano w laboratorium Katedry Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej SGGW. Wartość pokarmową pasz w systemie INRA obliczono programem INWAR (wersja 1.3), dawki pokarmowe wyliczono programem INRation (wersja 2.63).

Próbki mleka pobierane były automatycznie w czasie porannego doju, na początku i na końcu doświadczenia, do sterylnych naczynek i przewożone w izotermicznym pojemniku (w temp. 4°C) do laboratorium, gdzie bezpośrednio dokonywano analizy podstawowego składu mleka aparatem MilkoScan FT 120 (Foss Electric), oceny jakości higienicznej na podstawie ogólnej liczby bakterii (OLB) określonej metodą posiewu spiralnego przy użyciu WASP-u (Bentley) z automatycznym liczeniem bakterii aparatu-

**Tabela 2 – Table 2**Wartość pokarmowa dawek pokarmowych zależnie od systemu żywienia  
Nutritional value of diets depending on goat's feeding system

Składniki odżywcze Nutrients	Grupa Group	Poziom wyjściowy Initial level	Poziom końcowy Final level
JPM	A	2,38	2,36
UFL	P	2,32	2,54
BTJN (g)	A	236	229
PDIN (g)	P	233	233
BTJE (g)	A	250	248
PDIE (g)	P	245	262
Włókno surowe (g) Crude fiber (g)	A P	431,6 407,8	457,0 533,9

A – utrzymanie alkierzowe bez pastwiska – indoor system (zero grazing)

P – utrzymanie alkierzowe wypas ograniczony – limited grazing

tem Counter Matt Flash (Bentley) oraz zawartości komórek somatycznych (SCC) określonej metodą cytometrii przepływowej, aparatem Somacount (Bentley).

Zawartość frakcji funkcjonalnych białek serwatkowych: alfa-laktoalbuminy (A-LA), beta-laktoglobuliny (B-LG) i laktoferyny (Lf) oznaczano po odtłuszczeniu i wytrąceniu z mleka kazeiny, metodą RP-HPLC przy użyciu chromatografu cieczowego firmy Agilent 1100 Series, wyposażonego w detektor UV (220 nm) i kolumnę Supelcosil RP-C18. Procedura rozdzielania białek serwatkowych opierała się na metodach opracowanych przez Romero i wsp. [21], Wilce i wsp. [25] oraz Bernatowicz i wsp. [3]. Do identyfikacji i oznaczeń ilościowych wykorzystywano standardy A-LA, B-LG i Lf firmy Sigma o czystości, odpowiednio: 85%, 90% i 90%.

Ekstrakcję tłuszczu przeprowadzano metodą Rose-Gotlieba, wg AOAC [1], kwasy tłuszczowe oznaczano metodą chromatografii gazowej aparatem GC HP 5890 wyposażonym w detektor FID (Hewlett Packard), zgodnie z procedurą opisaną przez Kuczyńską i wsp. [13]. Rozdzielanie tłuszczu do oznaczeń cholesterolu i WKT przeprowadzano metodą chromatografii cienkowarstwowej (TLC), wg Christie [6]. Ilościowe oznaczenia frakcji dokonywane były na spektrometrze UV-VIS Diode Array (Hewlett Packard). Standardy oznaczanych substancji pochodziły z firm Sigma i Supelco. Polimorficzne warianty kazeiny alfa S<sub>1</sub> identyfikowano metodą PCR-RFLP. Próbkę krwi pobieranej do próbek z antykoagulantem DNA ekstrahowano z leukocytów pozyskanych z krwi. Próbkę DNA były analizowane na obecność alleli polimorficznych wariantów kazeiny alfa S<sub>1</sub>, zgodnie z procedurą opisaną przez Ramunno i wsp. [16].

Wyniki badań analitycznych mleka kóz żywionych alkierzowo koszona zielonką bądź systemem ograniczonego wypasu opracowano zgodnie z procedurą wieloczynnikowej analizy wariancji [22]. Analiza wyników oznaczeń poziomu poszczególnych

funkcjonalnych składników mleka zależnie od systemu żywienia, na początku i po zakończeniu doświadczenia, była przeprowadzona według następującego wieloczynnikowego stałego modelu liniowego:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + O_j + (F_i \times O_j) + e_{ijk}$$

gdzie:

$\mu$  – ogólna średnia;

$F_i$  – efekt systemu żywienia (1 – alkierzowe, zielonka; 2 – wypas ograniczony);

$O_j$  – efekt fazy pobrania mleka (1 – początkowa, 2 – końcowa);

$(F_i \times O_j)$  – interakcja między systemami żywienia i fazą pobrania mleka;

$e_{ijk}$  – błąd losowy.

Wyniki przedstawiono w postaci średnich najmniejszych kwadratów (LSM) i błędów standardowych (SE).

## Wyniki i dyskusja

Odzwierciedleniem wyrównanej wartości pokarmowej diety kóz są wyniki oceny wydajności mleka (tab. 3), zbliżone w obydwu grupach doświadczalnych zarówno na początku, jak i na końcu doświadczenia. Nie stwierdzono również istotnych różnic między grupami w zakresie podstawowych składników mleka (tab. 4). W ciągu 30 dni wypasu wolnego porost pastwiskowy osiągnął dojrzałość i zawierał więcej włókna niż koszona zielonka lucerny z trawami.

Przejście z żywienia zimowego paszami konserwowanymi na zielonki i pastwisko zaznaczyło się istotnym ( $P \leq 0,01$ ) spadkiem zawartości tłuszczu w mleku kóz z obydwu grup doświadczalnych. W efekcie wystąpiło odwrócenie stosunku procentowej zawartości tłuszczu do białka w mleku na korzyść białka. Syndrom ten, opisany przez Morrand-Ferr i wsp. [cyt. przez 4], mimo że towarzyszy zwiększonej wydajności mleka, jest niekorzystny ze względu na technologiczną przydatność mleka do produkcji serów. Obniżenie zawartości tłuszczu, towarzyszące zwiększonej wydajności mleka, można tłumaczyć częściowo efektem rozcieńczenia. W ciągu 30 dni doświadczenia wydajność mleka kóz grupy pastwiskowej wzrosła średnio o 0,4 kg.

Jakość higieniczna mleka, oceniana na podstawie zawartości komórek somatycznych i ogólnej liczby bakterii w mleku kóz z obydwu grup doświadczalnych, nie różniła się istotnie zarówno na początku, jak i po zakończeniu doświadczenia. Odnotowano jednak wyraźniejsze obniżenie jakości higienicznej mleka kóz utrzymywanych w pomieszczeniu i żywionych koszoną zielonką (tab. 3) w porównaniu do mleka kóz z ograniczonym, kilkugodzinnym dostępem do pastwiska. Dotyczyło to zarówno zawartości komórek somatycznych, jak i ogólnej liczby bakterii. W mleku kóz korzystających przez 30 dni z wypasu ogólna liczba bakterii nie uległa zmianie.

Nie stwierdzono też istotnych różnic między obydwooma grupami pod względem zawartości poszczególnych białek serwatkowych (tab. 5) oraz jakości tłuszczu mlekowego. Poziomym wolnym kwasom tłuszczowym uległ jednak obniżeniu w mleku kóz korzystających z pastwiska (tab. 6). Natomiast stopień utlenienia tłuszczu, oceniany na

**Tabela 3 – Table 3**

Wydajność i jakość higieniczna mleka koziego zależnie od systemu utrzymania  
Milk yield and hygienic quality depending on goat's maintenance system

Zmienna Variable	Liczba kóz Number of goats	Grupa Group	Poziom wyjściowy Initial level		Poziom końcowy Final level	
			LSM	SE	LSM	SE
Wydajność mleka (kg) Milk yield (kg)	26 32	A P	2,300 2,667	0,185 0,172	2,669 3,100	0,165 0,153
LKS x 10 <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> mleka SCC x 10 <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> milk	26 32	A P	302,8 358,7	388,1 421,9	984,5 643,7	388,1 349,9
OLB x 10 <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> mleka CFU x 10 <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> milk	26 32	A P	61,45 56,78	8,03 8,73	74,24 56,09	8,03 7,24

A – utrzymanie alkierzowe bez pastwiska – indoor system (zero grazing)

P – utrzymanie alkierzowe wypas ograniczony – limited grazing

**Tabela 4 – Table 4**

Skład mleka koziego zależnie od systemu utrzymania  
Milk composition related to goat's maintenance system

Zmienna Variable	Grupa Group	Poziom wyjściowy Initial level		Poziom końcowy Final level	
		LSM	SE	LSM	SE
Tłuszcz (%) Fat (%)	A P	3,514 <sup>AC</sup> 2,904 <sup>B</sup>	0,130 0,142	2,631 <sup>A</sup> 2,477 <sup>BC</sup>	0,130 0,118
Białko (%) Protein (%)	A P	2,218 2,233	0,061 0,067	2,459 2,509	0,061 0,055
Laktoza (%) Lactose (%)	A P	4,597 4,535	0,058 0,064	4,458 4,530	0,058 0,053

A – utrzymanie alkierzowe bez pastwiska – indoor system (zero grazing)

P – utrzymanie alkierzowe wypas ograniczony – limited grazing

Średnie oznaczone jednakowymi literami różnią się istotnie: a, b... przy P≤0,05; A, B... przy P≤0,01  
Means marked with the same characters differ significantly: a, b... at P≤0.05; A, B... at P≤0.01

podstawie zawartości MDA w mleku, był nieznacznie wyższy (P≥0,05) w grupie żywionej alkierzowo zieloną koszoną. Zwykle zwiększona oksydacja tłuszczu powiązana jest z wyższym udziałem nienasyconych kwasów tłuszczowych.

Przejęcie z żywienia paszami konserwowanymi na żywienie świeżą trawą jest jednym z głównych czynników warunkujących wzbogacenie tłuszczu mlekowego w funkcjonalne kwasy tłuszczowe, zwłaszcza CLA 9c11t. Chilliard i wsp. [4, 5] cytują wyniki uzyskane przez szereg autorów, wskazujące, że zamiana żywienia alkierzowego paszami konserwowanymi na żywienie świeżą trawą (przy czym nie obserwowano różnic w odpowiedzi w zależności od składników runi, jak: lucerna, kupkówka, rajgras) zwiększa udział w diecie wielonienasyconych, funkcjonalnych kwasów tłuszczowych,

**Tabela 5 – Table 5**

Zawartość głównych białek serwatkowych w mleku badanych kóz zależnie od systemu utrzymania  
Milk content of major whey proteins depending on goat's maintenance system

Główne białka serwatkowe Major whey proteins	Grupa Group	Poziom wyjściowy Initial level		Poziom końcowy Final level	
		LSM	SE	LSM	SE
		A-LA (mg/l mleka) A-LA (mg/l milk)	A P	1050,00 <sup>a</sup> 1084,58 <sup>b</sup>	56,36 50,80
B-LG (mg/l mleka) B-LG (mg/l milk)	A P	2340,00 2215,57	130,07 117,24	2416,43 2184,36	130,07 117,24
Lf (mg/l mleka) Lf (mg/l milk)	A P	26,62 26,97	3,09 2,79	29,83 28,97	3,09 2,79

A – utrzymanie alkierzowe bez pastwiska – indoor system (zero grazing)

P – utrzymanie alkierzowe wypas ograniczony – limited grazing

A-LA – alfa-laktoalbumina – alpha-lactoalbumin

B-LG – beta-laktoglobulina – beta-lactoglobulin

Lf – laktoferyna – lactoferrin

Średnie oznaczone jednakowymi literami różnią się istotnie: a, b... przy  $P \leq 0,05$ ; A, B... przy  $P \leq 0,01$

Means marked with the same characters differ significantly: a, b... at  $P \leq 0.05$ ; A, B... at  $P \leq 0.01$

głównie kwasu linolenowego. Zwiększenie zawartości CLA 9c11 $\mu$  i skorelowanego z nim TVA jest całkowicie bezsporne, uwarunkowane dostępnością ich wspólnego głównego prekursora, tj. kwasu linolenowego [9].

Wyniki obecnych badań nieoczekiwanie wykazały, że stosowanie wypasu ograniczonego nie wywołuje oczekiwanego wzrostu zawartości funkcjonalnych kwasów tłuszcz-

**Tabela 6 – Table 6**

Wskaźniki jakości tłuszczu mleka koziego zależnie od systemu utrzymania  
Goat milk components related to fat quality depending on maintenance system

Zmienna Variable	Grupa Group	Poziom wyjściowy Initial level		Poziom końcowy Final level	
		LSM	SE	LSM	SE
		WKT (g/100 g tłuszczu) FFA (g/100 g fat)	A P	0,547 0,608	0,05 0,05
MDA (mg/l mleka) MDA (mg/l milk)	A P	0,234 0,241	0,03 0,03	0,287 0,253	0,03 0,03
Cholesterol (g/100 g tłuszczu) Cholesterol (g/100 g fat)	A P	0,312 0,344	0,03 0,03	0,335 0,405	0,03 0,03

A – utrzymanie alkierzowe bez pastwiska – indoor system (zero grazing)

P – utrzymanie alkierzowe wypas ograniczony – limited grazing

czowych. Chociaż obydwie grupy kóz otrzymywały zamiast kiszonki świeżą zielonkę, zawartość funkcjonalnych kwasów tłuszczowych wzrosła istotnie jedynie w mleku kóz żywionych alkierzowo zielonką koszoną (tab. 7). Wartość pokarmowa pastwiska uległa jednak zmianie w czasie doświadczenia. W ciągu 30 dni wypasu porost pastwiskowy osiągnął dojrzałość i zawierał więcej włókna niż koszona zielonka lucerny z trawami. Stwierdzono, że czas odrostu pastwiska wywiera wpływ na skład kwasów tłuszczowych w trawach. Dewhurst i wsp. [7] wykazali, że wydłużenie czasu odrostu powyżej 20 dni oddziałuje negatywnie na skład kwasów tłuszczowych w trawach, wywołując spadek zawartości C18:2, a zwłaszcza C18:3 (do 45%). Potwierdzają to wyniki badań Loore i wsp. [15], wskazujące, że dojrzały porost pastwiskowy jest bogatszy w nasycone kwasy tłuszczowe (C14:0, C16:0), a zawiera mniej kwasów nienasyconych, zwłaszcza

**Tabela 7 – Table 7**

Funkcjonalne kwasy tłuszczowe w mleku kóz zależnie od systemu utrzymania (g/100 g tłuszczu)  
Milk functional fatty acids depending on goat's maintenance system (g/100 g fat)

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Grupa Group	Poziom wyjściowy Initial level		Poziom końcowy Final level	
		LSM	SE	LSM	SE
Kwas masłowy – BA Butyric acid – BA	A P	3,559 3,457	0,21 0,21	3,457 2,940	0,21 0,19
Kwas trans wakceniowy – TVA Trans vaccenic acid – TVA	A P	1,705 <sup>A</sup> 1,589 <sup>B</sup>	0,14 0,15	2,425 <sup>ABC</sup> 1,556 <sup>C</sup>	0,14 0,13
Kwas linolowy – LA Linoleic acid – LA	A P	2,550 <sup>AB</sup> 2,899 <sup>BD</sup>	0,10 0,10	3,023 <sup>AC</sup> 2,497 <sup>CD</sup>	0,10 0,09
Sprzężony kwas linolowy – CLA 9 <i>c</i> 11 <i>t</i> Conjugated linoleic acid – CLA 9 <i>c</i> 11 <i>t</i>	A P	0,628 <sup>A</sup> 0,604 <sup>B</sup>	0,05 0,04	0,980 <sup>ABC</sup> 0,622 <sup>C</sup>	0,05 0,04
Sprzężony kwas linolowy – CLA 10 <i>t</i> 12 <i>c</i> Conjugated linoleic acid – CLA 10 <i>t</i> 12 <i>c</i>	A P	0,323 0,318	0,015 0,016	0,361 0,333	0,015 0,013
Kwas alfa-linolenowy – LNA Alpha-linoleic acid – LNA	A P	0,776 <sup>A</sup> 0,708 <sup>BD</sup>	0,057 0,062	1,572 <sup>ABC</sup> 0,901 <sup>B</sup>	0,05 0,05
Kwas arachidonowy – AA Arachidonic acid – AA	A P	0,108 0,103	0,008 0,009	0,135 0,116	0,008 0,007
Kwas eikozapentaenowy – EPA Eicosapentaenoic acid – EPA	A P	0,034 <sup>A</sup> 0,038 <sup>BC</sup>	0,004 0,004	0,067 <sup>AB</sup> 0,049 <sup>AC</sup>	0,004 0,003
Kwas dokozaheksaenowy – DHA Docosahexaenoic acid – DHA	A P	0,021 0,022	0,003 0,003	0,028 0,025	0,003 0,002

A – utrzymanie alkierzowe bez pastwiska – indoor system (zero grazing)

P – utrzymanie alkierzowe wypas ograniczony – limited grazing

Średnie oznaczone jednakowymi literami różnią się istotnie: a, b... przy P≤0,05; A, B... przy P≤0,01

Means marked with the same characters differ significantly: a, b... at P≤0.05; A, B... at P≤0.01



LNA. Zmiany te wywierają hamujący wpływ na biosyntezę TVA i CLA. Równolegle w czasie odrostu rośnie zawartość włókna w roślinach. Ujemny wpływ diety o zwiększonej zawartości włókna na zawartość CLA w tłuszczu mlekowym został opisany wielokrotnie w badaniach przeprowadzonych na krowach [4, 5, 12].

Niejednokrotnie stwierdzono [8, 12, 14], że najwyższą zawartość CLA oraz TVA w tłuszczu mlekowym można osiągnąć u krów korzystających wyłącznie z pastwiska, bez wzbogacania diety dodatkiem pasz treściwych. Uzupełnianie żywienia pastwiskowego paszą treściwą wywiera negatywny efekt zarówno na zawartość TVA i CLA, jak i pozostałych funkcjonalnych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mlekowym [12, 14, 24].

W obecnych badaniach kozy z obydwu grup doświadczalnych otrzymywały jednakową dawkę paszy treściwej. Stwierdzony w grupie żywionej koszoną zielonką z lucerny, umiarkowany efekt przejścia z żywienia paszami konserwowanymi na żywienie świeżą zielonką na skład kwasów tłuszczowych, jest niewątpliwie skutkiem uzupełnienia diety paszą treściwą.

Istotnie wyższa zawartość TVA, LA, CLA 9c11t, LNA i EPA w tłuszczu mlekowym kóz żywionych koszoną zielonką z lucerny z trawami, w stosunku do kóz korzystających z ograniczonego wypasu pastwiskowego, jest prawdopodobnie skutkiem mniejszej wartości energetycznej zielonki z lucerny w stosunku do porostu pastwiskowego. Wyniki te potwierdzają opinię Timmen'a i Patron [23], że niski poziom energii w dawce pokarmowej wywiera pozytywny efekt na zawartość CLA w tłuszczu mlekowym. Wyniki obecnych badań wskazują na podobne zmiany zawartości nie tylko CLA, lecz również TVA, LA i LNA oraz EPA.

Wobec stwierdzonego we wcześniejszych badaniach [10] wpływu polimorficznych wariantów kazeiny alfa S<sub>1</sub> na skład mleka koziego, uznano za celowe przeanalizowanie wpływu różnych alleli na zawartość funkcjonalnych składników mleka. Według Delacroix-Buchet i Lamberet, cytowanych przez Chilliard'a i wsp. [4], tłuszcz mlekowy kóz o genotypach FF odznaczał się wyższą zawartością kwasu palmitynowego (C16:0) i związaną z tym mniejszą podatnością na lipolizę niż tłuszcz mleka kóz o genotypie AA. Obecne badania wykazały istotne zróżnicowanie między mocnymi i słabymi wariantami kazeiny alfa S<sub>1</sub> w zakresie zawartości białka ogólnego, BLG oraz większości funkcjonalnych kwasów tłuszczowych (tab. 8). Tłuszcz mlekowy kóz o genotypie AA lub BB zawierał istotnie więcej białka ogólnego, B-LG, TVA, CLA 9c11t, LNA, ETA i DHA w porównaniu z kozami o genotypie FF. Stwierdzone różnice w składzie mleka kóz reprezentujących różne warianty kazeiny nie miały jednak wpływu na wyniki uzyskane przez kozy z porównywanych grup doświadczalnych, żywionych alkierzowo lub korzystających z wypasu (poszczególne warianty kazeiny alfa S<sub>1</sub> rozłożyły się równomiernie w obydwu grupach doświadczalnych).

Na podstawie przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

– żywienie koszoną zielonką z lucerny kóz utrzymywanych systemem alkierzowym zwiększa istotnie zawartość funkcjonalnych składników w mleku, zarówno w porównaniu z żywieniem paszami konserwowanymi, jak i ograniczonym wypasem pastwiska trawiastego systemem wolnym;

**Tabela 8 – Table 8**Zawartość białka i funkcjonalnych kwasów tłuszczowych w mleku kozim zależnie od wariantu kazeiny alfa S<sub>1</sub>Goat milk content of protein and functional fatty acids depending on casein alpha S<sub>1</sub> variants

Składniki Components	Warianty kazeiny alfa S <sub>1</sub> – Alpha S <sub>1</sub> casein variants					
	A		B		F	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
BO	2,32 <sup>A</sup>	0,10	2,36	0,06	2,03 <sup>A</sup>	0,09
B-LG	2024,35	183,3	2403,50 <sup>a</sup>	105,8	1999,42 <sup>a</sup>	154,94
TVA	1,996 <sup>a</sup>	0,22	1,668	0,13	1,404 <sup>a</sup>	0,18
LA	3,120	0,19	2,705	0,11	2,641	0,16
CLA	0,732 <sup>b</sup>	0,06	0,590	0,04	0,565 <sup>b</sup>	0,05
LNA	0,884 <sup>AB</sup>	0,07	0,684 <sup>B</sup>	0,04	0,651 <sup>A</sup>	0,06
ETA	0,096 <sup>Ab</sup>	0,009	0,071 <sup>b</sup>	0,005	0,055 <sup>A</sup>	0,008
DHA	0,029 <sup>a</sup>	0,003	0,020 <sup>a</sup>	0,002	0,021	0,003

BO – białko ogólne – crude protein; B-LG – beta-laktoglobulina – beta-lactoglobulin; TVA – kwas trans wackenowy – trans vaccenic acid; LA – kwas linolowy – linoleic acid; CLA 9c:11t – sprzężony kwas linolowy – conjugated linoleic acid; LNA – kwas alfa-linolenowy – alpha-linolenic acid; ETA – kwas eikozatrienowy – eicosatrienoic acid; DHA – kwas dokozaheksaenowy – docosahexaenoic acid

Średnie oznaczone jednakowymi literami różnią się istotnie: a, b... przy P≤0,05; A, B... przy P≤0,01

Means marked with the same characters differ significantly: a, b... at P≤0.05; A, B... at P≤0.01

– ograniczony (kilka godzin dziennie) wypas (systemem wolnym) sprzyja szybkemu zwiększaniu się zawartości włókna w poroście i w konsekwencji, po przejściu z żywienia paszami konserwowanymi, nie wywołuje oczekiwanego wzrostu zawartości CLA i innych funkcjonalnych kwasów w mleku kozim, mimo wysokiej tolerancji włókna w diecie u tego gatunku przeżuwaczy;

– mleko kozie reprezentujące mocne allele kazeiny alfa S<sub>1</sub> (A lub B) zawiera, niezależnie od stosowanego systemu utrzymania i składu diety, istotnie więcej niektórych funkcjonalnych kwasów tłuszczowych (w tym CLA) niż mleko ze słabym wariantem (F).

## PIŚMIENNICTWO

1. AOAC, 1990 – Official methods of Analysis of the Associated Official Analytical Chemists. AOAC, Washington, DC, Chapter 32.
2. BERNATOWICZ E., REKLEWSKA B., 2003 – Bioaktywne składniki białkowej frakcji mleka. *Przegląd Hodowlany* 3, 1-10.
3. BERNATOWICZ E., REKLEWSKA B., ZDZIARSKI K., KARASZEWSKA A., 2004 – Poziom bioaktywnych składników w mleku krów zależnie od zdrowia gruczołu mlekowego. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 72(1), 185-193.

4. CHILLIARD Y., FERLAY A., ROUEL J., LAMBERET G., 2003 – A revive of Nutritional and Physiological Factors Affecting Goat Milk Lipid Synthesis and Lipolysis. *Journal of Dairy Science* 86, 1751-1770.
5. CHILLIARD Y., FERLAY A., 2004 – Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensorial properties. *Reproduction Nutrition Development* 44, 467-492.
6. CHRISTIE W.W., 1982 – Lipid analysis. Pergamon Press.
7. DEWHURST R.J., SCOLLAN N.D., YOUELL S.J., TWEED J.K.S., HUMPHREYS M.O., 2001 – Influence of species, cutting date and cutting interval on the fatty acid composition of grasses. *Grass Forage Science* 56, 68-74.
8. DHIMAN L., AHNADI C.E., KENELLY J.J., LACASSE P., 2001 – Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. *Journal of Dairy Science* 82, 2146-2156.
9. ELGERSMA A., ELLEN G., VAN DER HORST H., MUUSE B.G., BOER H., TAMMINGA S., 2003 – Comparison of the fatty acid composition of fresh and ensiled perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) affected by cultivar and regrowth interval. *Animal Feed Science and Technology* 108, 191-205.
10. GROSCLAUDE F., RICORDEAU G., MARTIN F., REMEUF L., VASSAL L., BOUILLON J., 1994 – Du gene au fromage: Le polymorphisme de la caseine  $\alpha$  S<sub>1</sub> caprine, ses effects, son evolution. *INRA Production Animal* 7, 3-19.
11. HAENLEIN G.F.W., 2005 – Feeding goats for improved Milk and Meat production. 1-12, <http://www.goatworld.com/articles/feedinggoats.shtml>
12. KHANAL R.C., OLSEN K.C., 2004 – Factors Affecting Conjugated Linoleic Acid (CLA) Content in Milk, Meat and EGG: A Review, *Pakistan Journal of Nutrition* 3 (2), 82-98.
13. KUCZYŃSKA B., REKLEWSKA B., 2004 – Zmiany w składzie frakcji tłuszczowej mleka koziego i krowiego w zależności od podatności otoczek kuleczek tłuszczowych (MFGM) na destabilizację. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 72(1), 205-215.
14. LAWLESS F., MURPHY J.J., HARRINGTON D., DEVERY R., STANTON C., 1998 – Elevation of cis-9, trans-11-octadecadienoic acid in bovine milk because of dietary supplementation. *Journal of Dairy Science* 81, 3259-3267.
15. LOOR J.J., HERBEIN J.H., JENKINS T.C., 2002 – Nutrient digestion, biohydrogenation and fatty acid profiles in blood plasma and milk fat from lactating Holstein cows fed canola oil or canolamide. *Animal Feed Science and Technology* 97, 65-82.
16. RAMUNNO L., COSENZA G., PAPPALARDO M., PASTORE N., GALLO D., GREGORIO P.D.I., MASINA P., 2000 – Identification of the goat CSN ISI F allele by means of PCR-RFLP method. *International Society for Animal Genetics, Animal Genetics* 31, 333-346.
17. REKLEWSKA B., RYNIEWICZ Z., GÓRALCZYK M., KUCZYŃSKA B., KARASZEWSKA A., ZDZIARSKI K., 2002 – The effect of a diet containing evening primrose (*Oenothera paradoxa*) vs. whole linseed on the content of functional lipid fraction of goat milk. *Animal Science Papers and Reports* 20, 4, 229-244.
18. REKLEWSKA B., BERNATOWICZ E., REKLEWSKI Z., NAŁĘCZ-TARWACKA T., KUCZYŃSKA B., ZDZIARSKI K., OPRZĄDEK A., 2003 – Zawartość biologicznie aktywnych składników w mleku krów zależnie od systemu żywienia i sezonu. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 68(1), 85-98.
19. REKLEWSKA B., BERNATOWICZ E., PINTO R.R., ZDZIARSKI K., 2004 – Preliminary observations on the *Echinacea*-induced lactoferrin production in goat milk. *Animal Science Papers and Reports* 22 (1), 17-25.
20. REKLEWSKA B., REKLEWSKI Z., 2004 – Potential for producing milk with elevated content of functional components. *Animal Science Papers and Reports* 22 (3), 367-374.

21. ROMERO C., PEREZ-ANDUJAR O., JIMENEZ S., 1996 – Detection of cow's milk In ewe's milk by HPLC. *Chromatographia* 42, 181-184.
22. SPSS, 1998 – Statistical Product and Service Solutions base version 8.0 for Windows. User's Guide.
23. TIMMEN H., PATTON S., 1988 – Milk fat globules: fatty acid composition, size and *in vivo* regulation of fat liquidity. *Lipids* 23, 685-689.
24. WHITE S.L., BERTRAND J.A., WADE M.R., WASHBUM S.T., GREEN J.T., JENKINS T.C., 2001 – Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science* 84, 2295-2301.
25. WILCE M.C.J., AGUILLAR M.I., HEARN M.T.W., 1991 – High performance liquid chromatography of amino acids, peptides and proteins. *Journal of Chromatography* 536, 165-183.

Barbara Reklewska, Elżbieta Bernatowicz, Zofia Ryniewicz,  
Zygmunt Reklewski, Beata Kuczyńska, Emilia Bagnicka,  
Krzysztof Zdziarski, Karina Horbańczuk

## Content of functional components in milk from goats kept indoors on zero grazing vs. limited grazing

### S u m m a r y

The aim of the study was to elucidate the functional components in the milk of Polish White Upgraded breed goats maintained according to the two most popular systems. The animals were either kept in confinement all year round, with zero grazing in summer or indoors in winter and limited grazing in summer. Diets of goats from both groups were well balanced in respect of nutritional value. Milk was examined for basic composition, hygienic quality, functional whey proteins and fatty acids as well as for antioxidants and fat quality traits. Apart from this, the effect of polymorphic variants of alpha S<sub>1</sub> casein on functional milk components was evaluated. Although the diet of both groups of goats contained over 20% of crude fibre, transition from conserved feeds to green forage resulted in a significant decrease in milk fat content. Milk protein content increased slightly in goats from both groups, coinciding with a parallel increase in casein and whey protein content. However, no significant differences were found in the content of examined whey proteins (i.e.: A-LA, B-LG, Lf) depending on the maintenance system. Transition to green forage caused a moderate increase in functional fatty acids, as can be expected when green forage is supplemented with concentrates but only in goats fed indoor alfalfa with grass forage (zero grazing). Their milk fat contained significantly more TVA, LA, CLA 9c11t, LNA and EPA than that of goats grazing pasture during part of the day (limited grazing). The pasture plants reached maturity before alfalfa green resulting in the grazed goats' diet having a considerably higher crude fibre content, which negatively affected the biosynthesis of CLA and other functional fatty acids, although the amount of concentrates fed to both groups of goats was exactly the same. Alpha S<sub>1</sub> casein genotypes significantly affected the content of milk protein and the majority of functional fatty acids. The effect of casein genotype on functional components was independent of the maintenance system.