

## Wpływ wariantów $\beta$ -laktoglobuliny na skład chemiczny i profil kwasów tłuszczowych mleka maciorek rasy wrzosówka

Aurelia Radzik-Rant<sup>1</sup>, Agnieszka Rozbicka-Wieczorek<sup>3</sup>,  
Kamila Puppel<sup>2</sup>, Marian Czauderna<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego,  
Katedra Szczegółowej Hodowli Zwierząt, Zakład Hodowli Owiec i Kóz,  
ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa; email: aurelia\_radzik\_rant@sggw.pl

<sup>2</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego,  
Katedra Szczegółowej Hodowli Zwierząt, Zakład Hodowli Bydła,  
ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa

<sup>3</sup>Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN,  
ul. Instytucka 3, 05-110 Jabłonna

Celem badań było określenie związku polimorfizmu  $\beta$ -laktoglobuliny ( $\beta$ -LG) ze składem mleka i profilem kwasów tłuszczowych. Badania prowadzono na 30 maciorkach rasy wrzosówka w wieku 3-4 lat, od których w 4. tygodniu laktacji pobrano próby mleka. Szczegółowa analiza białek mleka pozwoliła określić warianty  $\beta$ -LG. Stwierdzono obecność trzech genotypów  $\beta$ -LG (AA, AB, BB). Frekwencja allelu B była dwukrotnie większa niż allelu A. Maciorki o genotypie BB produkowały mleko o większej zawartości kazeiny ( $P \leq 0,05$ ) i laktozy ( $P \leq 0,01$ ). Mleko maciorek o genotypie BB i AB charakteryzowało się większą ( $P \leq 0,05$ ) zawartością kwasów jednonienasyconych (MUFA). Genotyp AB  $\beta$ -LG był związany z największym udziałem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych ogółem i PUFA  $n-3$ , chociaż największą zawartość kwasów długołańcuchowych (LCFA), w tym C18:0 i C18:1 *cis*9 stwierdzono w mleku maciorek o genotypie BB. Nie określono jednoznacznego związku badanych kwasów tłuszczowych z wariantem genetycznym  $\beta$ -laktoglobuliny.

**SŁOWA KLUCZOWE:** mleko / owce /  $\beta$ -laktoglobulina / kwasy tłuszczowe

Beta-laktoglobulina ( $\beta$ -LG) jest głównym białkiem serwatkowym mleka przeżuwaczy. Białko to jest obecne również w mleku wielu gatunków ssaków, natomiast nie występuje w mleku ludzkim [9]. Badania prowadzone na różnych gatunkach zwierząt gospodarskich wykazały, iż jest to białko polimorficzne. Polimorfizm  $\beta$ -LG u owiec warunkowany jest przez 3 allele: A, B i C, z których dwa pierwsze występują powszechnie, natomiast ostatni tylko u nielicznych ras. Ich obecność spowodowana jest mutacją zmieniającą sekwencję nukleotydów danego genu, co w konsekwencji wpływa na sekwencję aminokwasów

w białku. W wyniku zastąpienia w wariancie A w pozycji 20 Tyr przez His uzyskuje się wariant B, natomiast w pozycji 148 Gln przez Arg – wariant C [10].

$\beta$ -laktoglobulina pełni istotną rolę w przekazywaniu noworodkowi biernej odporności oraz reguluje metabolizm fosforu w gruczole mlekowym. Jest także źródłem cysteiny, która bierze udział w powstawaniu glutationu [5]. Ponadto, białko to może być nośnikiem retinolu, jak również trójglicerydów, kwasów tłuszczowych, witaminy D oraz cholesterolu [8]. Wiążąc wolne kwasy tłuszczowe  $\beta$ -LG sprzyja także łatwiejszemu trawieniu tłuszczu mleka.

U zwierząt przeżuwających użytkowanych mlecznie przedmiotem wielu badań był związek wariantów genetycznych  $\beta$ -LG ze składem i właściwościami technologicznymi mleka. Dostępne w literaturze wyniki badań dotyczące wpływu wariantów tego białka na cechy mleka owczego, które pozostają w mniejszości w porównaniu do mleka krowiego, są rozbieżne. Jedni autorzy potwierdzają wpływ wariantów  $\beta$ -LG na skład mleka [1, 4, 11], inni natomiast wskazują na ich związek tylko z poziomem jego produkcji [12, 14]. O ile związek wariantów  $\beta$ -laktoglobuliny z wydajnością mleka czy jego składem chemicznym, w tym frakcji białkowej, był przedmiotem licznych badań, o tyle wpływ polimorfizmu tego białka na zawartość kwasów tłuszczowych jest zagadnieniem mało zbadanym.

Celem przeprowadzonych badań była ocena związku polimorfizmu  $\beta$ -laktoglobuliny ze składem mleka i profilem kwasów tłuszczowych w jego frakcji tłuszczowej.

### Material i metody

Badania przeprowadzono na 30 maciorkach rasy wrzosówka, pochodzących z Rolniczego Zakładu Doświadczalnego w Żelaznej. Maciorki żywiono zgodnie z normami dla maciorek karmiących. Podstawową paszę stanowiła mieszanka treściwa oraz siano łąkowe. Dodatkowo maciorki otrzymywały słomę i mieszankę mineralno-witaminową. Skład chemiczny i wartość pokarmową podstawowych pasz podano w tabeli 1.

**Tabela 1 – Table 1**

Skład chemiczny i wartość pokarmowa pasz

Chemical composition and nutritional value of fodder

Wyszczególnienie Specification	Śruta zbożowa Cereal meal	Siano łąkowe Grass hay
Sucha masa (%) Dry matter (%)	89,24	90,82
Białko ogólne (%) Crude protein (%)	11,8	8,8
Ekstrakt eterowy (%) Ether extract (%)	1,72	1,36
Włókno surowe (%) Crude fibre (%)	4,89	34,55
JPM/kg s.m. UFL/kg DM	1,06	0,6
BTJ/kg s.m. PDI/kg DM	69	68

JPM – jednostka produkcji mleka; BTJ – białko trawione w jelicie cienkim

UFL – feed unit for milk production; PDI – protein digestible in the small intestine

Próby mleka pobrano w 4. tygodniu laktacji od macierek w wieku 3-4 lat. Maciorki dojono ręcznie, po uprzednim odłączeniu jagniąt na okres 2 godzin. Z udojonego mleka pobierano 100 ml próby, które posłużyły do określenia składu chemicznego mleka oraz zawartości kazeiny, białek serwatkowych i kwasów tłuszczowych.

Procentową zawartość podstawowych składników mleka, takich jak: białko, tłuszcz, laktoza, sucha masa oraz zawartość kazeiny, oznaczono na aparacie Milkoscan FT firmy Foss Electric, metodą spektrofotometrii w podczerwieni.

Białka serwatkowe oznaczono wykorzystując chromatograf ciekłowy firmy Agilent 1100 (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) wyposażony w detektor UV-VIS ze zmienną długością fali i kolumną Supelcosil LC-318 (Sigma-Aldrich), według metodyki opisaną przez Puppel i wsp. [16]. Przy oznaczaniu głównych białek serwatkowych wykorzystano następujące eluenty: roztwór A – mieszanina 0,1% kwasu TFA (Merck) w acetonitrylu z wodą (5:95), roztwór B – mieszanina acetonitrylu z wodą (95:5). Przepływ faz: 1,0 ml/min, detekcja UV przy długości fali 220 nm.

Ekstrakcję tłuszczu mleka przeprowadzono metodą Röse-Gotlieba, według AOAC [2]. Do rozdzielania i analizy ilościowej estrów metyloowych kwasów tłuszczowych wykorzystano chromatografię gazową w układzie gaz-ciecz, stosując chromatograf gazowy firmy Hewlett Packard 5890, wyposażony w detektor płomieniowo-jonizujący FID i kolumnę DD 23 (długość 60 m, średnica wewnętrzna 0,25 mm, grubość filmu 0,25  $\mu$ m). Stosowano następujące warunki rozdzielania kwasów tłuszczowych: gaz nośny (hel) 20 cm/s; temp. detektora 240°C; temp. dozownika 220°C; split 1:40.

Rozdział przeprowadzono w programowanej temperaturze: temp. początkowa 130°C/min; przyrost temp. od 130 do 210°C w tempie 10°C/min; izoterma 210°C przez 25 min; przyrost temp. od 210 do 230°C w tempie 2,5°C/min; izoterma 230°C przez 18 min. Identyfikację i analizę ilościową kwasów tłuszczowych przeprowadzono wykorzystując wzorce firmy Sigma i Supelco.

Wpływ wariantu  $\beta$ -laktoglobuliny na składniki mleka i zawartość kwasów tłuszczowych oszacowano przy pomocy jednoczynnikowej analizy wariancji SPSS, 2003. Statystyczną ocenę różnic pomiędzy wariantami  $\beta$ -LG wykonano przy użyciu testu Duncana. Częstość występowania genotypów  $\beta$ -laktoglobuliny u badanych macierek sprawdzono za pomocą testu  $\chi^2$ .

## Wyniki i dyskusja

Szczegółowa analiza białek mleka pozwoliła na określenie wariantów genetycznych  $\beta$ -laktoglobuliny. U macierek rasy wrzosówka stwierdzono obecność trzech genotypów  $\beta$ -LG (AA, AB, BB). Ponad połowa osobników w badanej próbie posiadała genotyp AB, 40% genotyp BB, natomiast najmniej było osobników z genotypem AA. Frekwencja allelu B była dwukrotnie większa niż allelu A. Wartość testu  $\chi^2$  okazała się nieistotna statystycznie (tab. 2).

Największy udział genotypu AB  $\beta$ -laktoglobuliny zarejestrowali w swoich badaniach: Piwczyński i wsp. [15] u mieszańców merynosa polskiego po trykach ras plennych, Mroczkowski i wsp. [11] u merynosa polskiego oraz Celik i Ozdemir [3] u owiec awassi i morkaraman. W przypadku owiec awassi i morkaraman stwierdzono również duży udział

**Tabela 2 – Table 2**Rozkład genotypów  $\beta$ -laktoglobuliny i frekwencji alleli u badanych maciurekThe distribution of  $\beta$ -lactoglobulin genotypes and allele frequencies in the ewes

	Frekwencja genotypów Genotype frequency			Frekwencja alleli Allele frequency		
	AA	AB	BB	$\chi^2$	A	B
Liczba obserwowanych Number observed	2	16	12	1,27	0,33	0,67
Liczba oczekiwanych Number expected	3,3	13,2	13,5			

osobników o genotypie AA, a frekwencja allelu A była znacznie większa niż B, odwrotnie niż u badanych owiec rasy wrzosówka. W badaniach Kawęckiej i Radko [7] nad polimorfizmem genetycznym  $\beta$ -LG polskiej owcy górskiej i fryzyjskiej, uzyskano przewagę osobników heterozygotycznych, o genotypie AB. Ponadto w populacji polskiej owcy górskiej genotypy AA i BB występowały z taką samą częstotliwością, a u owcy fryzyjskiej więcej było osobników o genotypie AA niż BB.

Badając wpływ wariantów genetycznych  $\beta$ -laktoglobuliny na składniki mleka stwierdzono, iż maciorki o genotypie BB produkowały mleko o większej zawartości kazeiny ( $P \leq 0,05$ ), laktozy ( $P \leq 0,01$ ) oraz białka ogółem, chociaż w przypadku tego ostatniego składnika różnice były nieistotne statystycznie (tab. 3). Nie potwierdzają tego badania Dario i wsp. [4] nad rasą alamurana, wskazujące na korzystny wpływ wariantu AB  $\beta$ -LG

**Tabela 3 – Table 3**Wpływ wariantu  $\beta$ -laktoglobuliny na składniki mlekaThe effect of  $\beta$ -lactoglobulin variant on milk composition

Składniki mleka Milk composition	AA		AB		BB	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
Tłuszcz (%) Fat (%)	9,58	0,96	8,74	0,34	9,1	0,39
Białko (%) Protein (%)	4,98	0,25	4,82	0,09	5,11	0,1
Kazeina (%) Casein (%)	4,44	0,14	4,36 <sup>a</sup>	0,05	4,58 <sup>a</sup>	0,06
Laktoza (%) Lactose (%)	4,81 <sup>AB</sup>	0,09	5,12 <sup>B</sup>	0,03	5,24 <sup>A</sup>	0,04
Sucha masa (%) Dry matter (%)	20,45	0,85	19,82	0,3	20,32	0,35
Laktoferyna (g/l) Lactoferrin (g/l)	0,21	0,14	0,3	0,05	0,26	0,06
$\alpha$ -laktoalbumina (g/l) $\alpha$ -lactoalbumin (g/l)	2,36	0,39	2,33	0,14	2,5	0,16
$\beta$ -laktoglobulina (g/l) $\beta$ -lactoglobulin (g/l)	7,21	1,05	6,75	0,37	7,81	0,43

Wartości w tym samym wierszu oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie: duże litery  $P \leq 0,01$ ; małe litery  $P \leq 0,05$   
Values in the same row designated with the same letter differ significantly at: capital letters  $P \leq 0,01$ ; lower-case letters  $P \leq 0,05$

na zawartość białka, kazeiny oraz laktozy. Podobnie jak w prezentowanych badaniach własnych, większą zawartość białka w mleku merynosa polskiego u osobników o genotypie BB uzyskali Mroczkowski i wsp. [11]. Badania prowadzone na różnych rasach owiec użytkowanych mlecznie w rejonie Basenu Morza Śródziemnego, dotyczące wpływu wariantów  $\beta$ -laktoglobuliny na składniki mleka nie dawały jednoznacznych wyników, na co wskazali w swoim przeglądowym artykule Amigo i wsp. [1].

Analizując wpływ wariantów  $\beta$ -LG na profil kwasów tłuszczowych, co było głównym przedmiotem niniejszych badań, stwierdzono, że maciorki o genotypie BB i AB produkowały mleko o większej ( $P \leq 0,05$ ) zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA), niż maciorki o genotypie AA. Genotyp AB  $\beta$ -LG był związany z największym udziałem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) i PUFA  $n-3$ , chociaż różnice statystyczne odnotowano tylko w porównaniu z genotypem AA. Z kolei mleko macierek o genotypie AA i AB charakteryzowało się większą ( $P \leq 0,05$ ) zawartością kwasów długołańcuchowych (LCFA) niż mleko macierek o genotypie AA (tab. 4).

**Tabela 4 – Table 4**

Wpływ wariantów  $\beta$ -laktoglobuliny na zawartość grup kwasów tłuszczowych (g/100 g tłuszczu)  
The effect of  $\beta$ -lactoglobulin variant on the content of fatty acid groups (g/100 g fat)

Wyszczególnienie Specification	AA		AB		BB	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
SFA	52,44	5,21	55,79	2,61	58,97	3,30
MUFA	28,53 <sup>ab</sup>	3,38	36,99 <sup>a</sup>	1,69	39,52 <sup>b</sup>	2,14
PUFA	3,54 <sup>a</sup>	0,78	5,35 <sup>a</sup>	0,39	4,51	0,49
PUFA $n-3$	0,79 <sup>a</sup>	0,13	1,12 <sup>a</sup>	0,06	0,96	0,08
PUFA $n-6$	2,34	0,66	3,70	0,33	3,03	0,42
LCFA	39,48 <sup>ab</sup>	4,36	49,95 <sup>a</sup>	2,18	53,82 <sup>b</sup>	2,76

SFA – suma nasyconych kwasów tłuszczowych; MUFA – suma jednonienasyconych kwasów tłuszczowych; PUFA – suma wielonienasyconych kwasów tłuszczowych; LCFA – suma długołańcuchowych kwasów tłuszczowych

Wartości w tym samym wierszu oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie: duże litery  $P \leq 0,01$ ; małe litery  $P \leq 0,05$   
SFA – saturated fatty acids; MUFA – monounsaturated fatty acids; PUFA – polyunsaturated fatty acids; LCFA – long chain fatty acids

Values in the same row designated with the same letter differ significantly at: capital letters  $P \leq 0,01$ ; lower-case letters  $P \leq 0,05$

Spśród tej grupy kwasów największą zawartość kwasu stearynowego C18:0 i oleinowego C18:1 *cis*9 stwierdzono w mleku macierek o genotypie BB, a zawartość izomeru kwasu linolenowego C18:2 *cis*9, *trans*11 była pozytywnie związana zarówno z wariantem AB, jak i BB  $\beta$ -laktoglobuliny (tab. 5).

W badaniach Mele i wsp. [9] nad związkiem wariantów  $\beta$ -LG z profilem kwasów tłuszczowych w mleku owiec włoskiej rasy massese, stwierdzono największy udział MUFA, LCFA i kwasów C18:1 *trans* u osobników o genotypie AB, natomiast polimorfizm  $\beta$ -laktoglobuliny nie miał wpływu na zawartość PUFA. W tych samych badaniach większy udział C18:0, C18:2 i C18:2 *cis*9, *trans*11 stwierdzono w mleku owiec o genotypie AB  $\beta$ -laktoglobuliny. W niniejszych badaniach genotypem wykazującym największy związek z zawartością w tłuszczu mleka LCFA oraz kwasów tłuszczowych z tej grupy był genotyp BB.

**Tabela 5 – Table 5**

Wpływ wariantów  $\beta$ -laktoglobuliny na zawartość długłańcuchowych kwasów tłuszczowych (g/100 g tłuszczu)  
The effect of  $\beta$ -lactoglobulin variant on the content of long chain fatty acids (g/100 g fat)

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	AA		AB		BB	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
C18:0	9,92 <sup>a</sup>	1,30	10,82 <sup>b</sup>	0,65	13,20 <sup>ab</sup>	0,82
C18:1 <i>trans</i> 11	1,84	0,25	2,31	0,13	2,30	0,16
C18:1 <i>cis</i> 9	23,42 <sup>ab</sup>	2,83	30,50 <sup>ac</sup>	1,41	32,87 <sup>bc</sup>	1,79
C18:2	1,95	0,61	3,16	0,30	2,57	0,39
C18:3 <i>n-6</i>	0,17	0,02	0,20	0,01	0,21	0,01
C18:3 <i>n-3</i>	0,49	0,08	0,60	0,04	0,56	0,05
CLA	0,41 <sup>a</sup>	0,05	0,54 <sup>a</sup>	0,03	0,52	0,03
C20:1	0,23	0,03	0,22	0,01	0,24	0,02
C20:4 <i>n-6</i>	0,22	0,06	0,33	0,03	0,25	0,04
C20:3 <i>n-3</i>	0,10	0,03	0,14	0,02	0,17	0,02
C20:5	0,03	0,01	0,03	0,00	0,03	0,00
C22:5	0,11	0,10	0,30	0,05	0,16	0,06
C22:6	0,06	0,01	0,05	0,01	0,04	0,01

Wartości w tym samym wierszu oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie: duże litery  $P \leq 0,01$ ; małe litery  $P \leq 0,05$   
Values in the same row designated with the same letter differ significantly at: capital letters  $P \leq 0,01$ ; lower-case letters  $P \leq 0,05$

Zdolność  $\beta$ -LG do wiązania kwasów tłuszczowych wynika z kielichowatej struktury tego białka, składającej się z 8-niciowego, antyrównoległego arkusza  $\beta$  otoczonego przez 4 elastyczne, ruchome pętle, regulujące dostęp do wnętrza  $\beta$ -baryłki, inaczej kielicha [13]. Potencjalnymi miejscami wiązania związków hydrofobowych, którymi są także kwasy tłuszczowe, jest wnętrze  $\beta$ -baryłki oraz rowek pomiędzy  $\alpha$ -helisą a baryłką [6].

Poza przytaczanymi wyżej badaniami mleka owiec włoskiej rasy massese, autorzy nie znaleźli prac, które dotyczyłyby związku polimorfizmu  $\beta$ -LG z zawartością kwasów tłuszczowych. Dlatego trudno jest potwierdzić zdolność do wiązania określonych kwasów tłuszczowych przez konkretne warianty  $\beta$ -LG. Różnic w zawartości kwasów tłuszczowych zależnie od wariantu  $\beta$ -LG nie można także wiązać z ilością  $\beta$ -LG w mleku. Polimorfizm tego białka nie wpłynął na jego zawartość w mleku badanych maciorek. Choć największą ilością  $\beta$ -LG charakteryzowało się mleko owiec o genotypie BB, to różnice między genotypami były nieistotne statystycznie (tab. 2). Również Mele i wsp. [9] nie zaobserwowali istotnego związku wariantów  $\beta$ -LG z jej zawartością w mleku użytkowanych mlecznie maciorek rasy massese, a ilość tego białka była niemal identyczna dla analogicznych genotypów u wrzosówki.

Podsumowując uzyskane wyniki można stwierdzić, iż są zgodne z niektórymi wcześniejszymi badaniami wskazującymi na wpływ polimorfizmu  $\beta$ -LG na zawartość niektórych składników w mleku. Warianty  $\beta$ -LG wykazały związek z zawartością MUFA, PUFA, LCFA oraz poszczególnych kwasów tłuszczowych. Nie znaleziono jednak jednoznacznie-

go związku badanych lipidów z wariantem genetycznym  $\beta$ -laktoglobuliny, co wskazuje na potrzebę kontynuacji badań w tym zakresie, które pozwolą na lepsze poznanie biologicznej roli tego białka w metabolizmie kwasów tłuszczowych.

## PIŚMIENNICTWO

1. AMIGO L., RECIO I., RAMOS M., 2000 – Genetic polymorphism of ovine milk proteins: its influence on technological properties of milk – a review. *International Dairy Journal* 10, 135-149.
2. AOAC, 1990 – Association of Official Analytical Chemists. Food Composition Additives Natural Contaminants 2.4 Oils and Fats, 963.
3. CELIK S., ÖZDEMİR S., 2006 –  $\beta$ -lactoglobulin variants in Awassi and Morkaraman sheep and their association with the composition and rennet clotting time of the milk. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science* 30, 539-544.
4. DARIO C., CARNICELLA D., BUFANO G., 2005 – Effect of  $\beta$ -lactoglobulin genotypes on ovine milk composition in altamura breed. *Archivos de Zootecnia* 54, 105-108.
5. De WIT J.N., 1998 – Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *Journal of Dairy Science* 81, 597-602.
6. KANTOPIDIS G., HOLT C., SAWYER L., 2004 – Invited review:  $\beta$ -lactoglobulin: Binding properties, structure and function. *Journal of Dairy Science* 87 (4), 785-796.
7. KAWĘCKA A., RADKO A., 2006 – Polimorfizm  $\beta$ -laktoglobuliny u owiec. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 33 (2), 219-225.
8. MADURIERA A.R., CLAUDIA I.P., GOMES A.M.P., PINTADO M.E., 2007 – Bovine whey proteins. Overview on their main properties. *Food Research International* 40, 1197-1211.
9. MELE M., CONTE G., SERRA A., BUCCIONI A., SECCHIARI P., 2007 – Relationship between beta-lactoglobulin polymorphism and milk fatty acid composition in milk of Massese dairy ewes. *Small Ruminant Research* 73, 37-44.
10. MOATSOU G., HATZINAKI A., SAMOLADA M., ANIFANTAKIS E., 2005 – Major whey proteins in ovine and caprine acid wheys from indigenous greek breeds. *International Dairy Journal* 15, 123-131.
11. MROCZKOWSKI S., KORMAN K., ERHARDT G., PIWCZYŃSKI D., BORYS B., 2004 – Sheep milk protein polymorphism and its effect on milk performance of Polish Merino. *Archives Tierzucht Dummerstorf* 47, Special Issue, 114-121.
12. NUDDA A., FELIGINI M., BATTACONE G., MACCIOTTA N.P.P., PULINA G., 2003 – Effects of lactation stage, parity,  $\beta$ -lactoglobulin genotype and milk SCC on whey protein composition in Sarda dairy ewes. *Italian Journal of Animal Science* 2, 29-39.
13. OLIVEIRA K.M.G., VALENTE-MESQUITA V.L., BOTELHO M.M., SAWYER L., FERREIRA S.T., POLIKARPOV I., 2001 – Crystal structures of bovine  $\beta$ -lactoglobulin in orthorhombic space group C222(1). Structural differences between genetic variants A and B and features of the Tanford transition. *European Journal of Biochemistry* 268, 477-483.
14. PIETROLA E., CARTA A., FRAGHI A., PIREDDA G., PILLA F., 2000 – Effect of  $\beta$ -lactoglobulin locus on milk yield in Sarda ewes. *Zootecnica e Nutrizione Animale* 26, 131-135.
15. PIWCZYŃSKI D., BORYS B., MROCZKOWSKI S., ERHARDT G., JARZYNOWSKA A., 2002 – Charakterystyka polimorfizmu białek mleka i cech mleczości merynosa polskiego

- i jego mieszańców z rasami plennymi. *Prace i Materiały Zootechniczne*, Zeszyt Specjalny 14, 151-161.
16. PUPPEL K., NAŁĘCZ-TARWACKA T., KUCZYŃSKA B., GOŁĘBIEWSKI M., KORDYSZ M., GRODZKI H., 2012 – The age of cows as a factor shaping the antioxidant level during a nutritional experiment with oil and linseed supplementation for increasing the antioxidant value of milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92, 2494-2499.

Aurelia Radzik-Rant, Agnieszka Rozbicka-Wieczorek,  
Kamila Puppel, Marian Czauderna

### The effect of $\beta$ -lactoglobulin variants on the chemical composition and fatty acid profile of the milk of Wrzosówka ewes

#### Summary

The aim of this study was to determine the relationship between  $\beta$ -lactoglobulin ( $\beta$ -LG) polymorphism and the composition and fatty acid profile of milk. The study was carried out on 30 Wrzosówka ewes aged 3-4 years. Milk samples were collected during the 4<sup>th</sup> week of lactation and analysed for basic composition, whey protein content and fatty acid composition. Detailed analysis of milk proteins enabled  $\beta$ -LG variants to be determined. Three  $\beta$ -LG genotypes (AA, AB and BB) were identified in the Wrzosówka ewes. The frequency of allele variant B was twice as high as that of allele variant A. Milk with genotype BB was characterized by higher content of casein ( $P \leq 0.05$ ) and lactose ( $P \leq 0.01$ ). Milk with  $\beta$ -LG BB and AB had higher ( $P \leq 0.05$ ) content of MUFA. The highest content of polyunsaturated fatty acids and *n*-3 PUFA in the milk was associated with the AB genotype, although the highest LCFA content, including C18:0 and C18:1 *cis*9, was found in the BB genotype. No definitive relationship between  $\beta$ -lactoglobulin variant and fatty acid content was determined.

**KEY WORDS:** milk / sheep /  $\beta$ -lactoglobulin / fatty acid