

AURELIA RADZIK-RANT¹, WITOLD RANT¹, AGNIESZKA ROZBICKA-WIECZOREK²,
MARIAN CZAUDERNA²

¹Katedra Szczegółowej Hodowli Zwierząt
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
²Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN w Jabłonie

ZWIĄZEK POMIĘDZY WARIANTAMI β -LAKTOGLOBULINY A ZAWARTOŚCIĄ KWASÓW TŁUSZCZOWYCH W MLEKU OWIEC I JEGO SKŁADEM CHEMICZNYM

RELATIONSHIP BETWEEN β -LACTOGLOBULIN VARIANTS
AND FATTY ACIDS COMPOSITION IN SHEEP MILK,
AS WELL AS ITS CHEMICAL COMPONENTS

Streszczenie. Celem badań było określenie związku polimorfizmu β -laktoglobuliny z profilem kwasów tłuszczowych i podstawowym składem mleka (tłuszcz, białko, kazeina, laktoza, sucha masa). Badania prowadzono na 60 maciorkach karmiących, od których próby mleka pobrano w 4. tygodniu laktacji. Stwierdzono obecność trzech genotypów β -LG (AA, AB, BB). Spośród oznaczanych składników mleka wpływ wariantów genetycznych β -laktoglobuliny zaznaczył się jedynie w zawartości laktozy. Mleko maciorek o genotypie BB charakteryzowało się większą ($P \leq 0,01$) zawartością kwasów jednonienasyconych (MUFA) niż mleko maciorek o genotypach AB i AA. Największa zawartość ($P \leq 0,01$) wielonienasyconych kwasów n-3, w tym kwasu C18:3 n-3 w mleku badanych maciorek była związana z genotypem AB β -laktoglobuliny, chociaż różnice istotne statystycznie odnotowano jedynie z genotypem AA. Największą zawartość LCFA ($P \leq 0,05$) stwierdzono w mleku maciorek o genotypie BB. Uzyskane wyniki, chociaż niejednoznacznie, wskazały na istnienie związku pomiędzy wariantem β -laktoglobuliny a zawartością niektórych kwasów tłuszczowych. W celu pogłębienia wiedzy na temat roli β -LG w metabolizmie lipidów w gruczole mlekowym wymagane są dalsze badania.

Słowa kluczowe: mleko, owce, β -laktoglobulina, kwasy tłuszczowe

Wstęp

Beta-laktoglobulina (β -LG) stanowi 60–70% wszystkich białek serwatkowych mleka przeżuwaczy. Białko to występuje również w mleku innych ssaków, ale brakuje go w mleku gryzoni, zajęczaków, a także ludzi (El-Shazly i in., 2012). To natywne białko w mleku przeżuwaczy jest dimerem o masie cząsteczkowej 36,4 kDa odpowiadającym 162 aminokwasom, natomiast u innych gatunków występuje jako monomer. Skład aminokwasowy β -laktoglobuliny i obecność bioaktywnych peptydów w jej sekwencji sprawia, iż charakteryzuje się ona doskonałymi właściwościami zdrowotnymi i odżywczymi (Le Maux i in., 2014). Fizjologiczna funkcja tego białka jest wciąż w dużej mierze nieznaną i jest przedmiotem różnych spekulacji. Stwierdzono, że dzięki zdolności wiązania β -LG z hydrofobowymi substratami, łącznie z długołańcuchowymi kwasami tłuszczowymi (LCFA), może ona uczestniczyć w trawieniu tłuszczów mleka podczas okresu neonatalnego poprzez zwiększanie aktywności lipazy żołądkowej. Z kolei wykazanie wpływu β -LG na większe wchłanianie jelitowe retinolu, triacyloglicerydów czy LCFA sprawia, iż przypisuje się temu białku udział zarówno w absorpcji, jak i metabolizmie kwasów tłuszczowych (Chatterton i in., 2006). Nie bez znaczenia pozostaje także określenie roli β -LG w kształtowaniu składu i zawartości tych składników w mleku, co może mieć wpływ na poprawę jego walorów zdrowotnych. Spośród białek serwatkowych zdolność wiązania kwasów tłuszczowych poza β -laktoglobuliną mają albuminy oraz α -laktoalbumina (Le Maux i in., 2014).

Badania prowadzone na wielu gatunkach zwierząt gospodarskich wykazały, iż jak większość białek mleka również β -laktoglobulina jest białkiem polimorficznym. Polimorfizm tego białka u owiec warunkowany jest trzema allelami: A, B i C. Warianty A i B β -LG są dość powszechne, dobrze rozpoznane u większości ras dojonych, natomiast wariant C występuje u nielicznych ras, np. u merynosa niemieckiego, węgierskiego czy u rasy Lacha (Amigo i in., 2000; Moatsou i in., 2005). Obecność tych wariantów jest spowodowana mutacją zmieniającą sekwencję nukleotydów danego genu. Zastąpienie w wariacie A w pozycji 20 Tyr przez His daje wariant B, natomiast w pozycji 148 Gln przez Arg – wariant C.

U zwierząt przeżuwających użytkowanych mlecznie badania nad polimorfizmem β -LG dotyczyły głównie jego związku ze składem i właściwościami technologicznymi mleka. Dostępne w literaturze wyniki badań dotyczą w większości mleka krowiego. Analizowanie związku wariantów tego białka z cechami mleka owczego pozostaje w mniejszości, a wyniki tej analizy często wykazują rozbieżność. Jedne badania wskazują na wpływ wariantów β -LG na składniki frakcji białkowej mleka, ważnych ze względu na jego wartość odżywczą, jak i zdrowotną (Amigo i in., 2000; Dario i in., 2005), inne potwierdzają jedynie związek tych wariantów z jego wydajnością (Nudda i in., 2003). Tylko w nielicznych badaniach podejmuje się próby określenia wpływu polimorfizmu β -laktoglobuliny na zawartość kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka owczego (Mele i in., 2007).

Celem niniejszych badań było oznaczenie związku wariantów β -laktoglobuliny z zawartością kwasów tłuszczowych w mleku oraz składem mleka owiec odchowujących jagnięta, od których nie pozyskuje się mleka konsumpcyjnego.

Material i metody

Badania wykonano na 60 maciorkach w okresie odchowu jagniąt, utrzymywanych w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Żelaznej. Żywienie macierek było zgodne z normami żywienia dla macierek karmiących. Otrzymywały one mieszankę treściwą (7,54 MJ/kg suchej masy (s.m.); 18,8% białko ogólne (b.o.); 4,89% włókno surowe (w.s.)) oraz siano łąkowe (4,27 MJ/kg s.m.; 8,8% b.o.; 34,55% w.s.), a dodatkowo słomę i mieszankę mineralno-witaminową. Od macierek w wieku 3–4 lat, które były w 4. tygodniu laktacji, pobrano próby mleka. Owce dojono ręcznie po uprzednim odłączeniu jagniąt od matek na okres 2 h. Z udojonego mleka pobierano 100-mililitrowe próby, które umieszczano w pojemniku z konserwantem firmy Mlekostat. Próby przewieziono do laboratorium, gdzie analizowano skład chemiczny mleka oraz zawartość kwasów tłuszczowych.

Na aparacie Milkoscan FT firmy Foss Electric metodą spektrofotometrii w podczerwieni oznaczono procentową zawartość podstawowych składników mleka: białka, tłuszczu, laktozy, kazeiny i suchej masy.

Białko serwatkowe β -LG oznaczono za pomocą chromatografu cieczowego Agilent 1100 (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) wyposażonego w detektor UV-VIS ze zmienną długością fali i kolumną Supelcosil LC-318 (Sigma-Aldrich), według metody opisanej przez Puppel i in. (2012). Przy oznaczaniu β -LG wykorzystano następujące eluenty: roztwór A – mieszanina 0,1-procentowego 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 wykonano metodą Röse-Gotlieba według AOAC (Helrich i in., red., 1990). Do rozdziału i analizy ilościowej estrów metylowych kwasów tłuszczowych wykorzystano chromatografię gazową w układzie gaz–ciecz, stosując chromatograf gazowy firmy Hewlett Packard 5890 wyposażony w detektor płomieniowo-jonizujący FID i w kolumnę DD 23 (długość 60 m, średnica wewnętrzna: 0,25 mm, grubość filmu: 0,25 μ m). Warunki rozdziału kwasów tłuszczowych były następujące: gaz nośny (hel) – 20 cm/s, temperatura detektora – 240°C, temperatura dozownika – 220°C; split – 1 : 40.

Rozdziału dokonano 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 wykonano, wykorzystując wzorce firmy Sigma i Supelco.

Wpływ wariantu β -laktoglobuliny na składniki mleka i zawartość kwasów tłuszczowych oszacowano za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji SPSS, 2003. Statystycznej oceny różnic pomiędzy wariantami β -LG dokonano z użyciem testu Duncana.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie szczegółowej analizy białek mleka od badanych macierek stwierdzono obecność w nim trzech genotypów β -LG (AA, AB, BB). W badanej próbce osobni-

ków ponad połowa posiadała genotyp AB, około 27% – genotyp BB, a najmniej (ok. 17%) było osobników z genotypem AA.

Stwierdzono wpływ wariantów genetycznych β -laktoglobuliny na zawartość laktozy. Maciorki o genotypie BB i AB produkowały mleko o większej zawartości tego składnika ($P \leq 0,01$) w porównaniu z maciorkami o genotypie AA (tab. 1). Chociaż różnice w zawartości innych składników nie były potwierdzone statystycznie, to można zauważyć, iż mleko maciorek o genotypie BB charakteryzowało się nieco większą zawartością kazeiny i białka ogółem.

Tabela 1. Wpływ wariantu β -laktoglobuliny na zawartość składników w mleku (%)
Table 1. Effect of β -lactoglobulin variant on milk composition (%)

Składnik mleka Milk component	AA n = 10		AB n = 34		BB n = 16	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
Tłuszcz Fat	8,47	0,46	8,52	0,25	8,69	0,36
Białko Protein	5,05	0,15	4,96	0,08	5,14	0,12
Kazeina Casein	4,37	0,10	4,43	0,05	4,63	0,08
Laktoza Lactose	4,98 ^A	0,08	5,19 ^B	0,04	5,28 ^B	0,06
Sucha masa Dry matter	19,93	0,44	19,65	0,24	19,90	0,35

LSM – średnia najmniejszych kwadratów, SE – błąd standardowy.

Wartości w wierszu oznaczone różnymi dużymi literami różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,01$.

LSM – least squares mean, SE – standard error.

Values in row designated with different capital letters differ significantly at the level of $P \leq 0.01$.

Dario i in. (2005) u rasy alamura wykazali także korzystny wpływ genotypu AB β -LG na zawartość laktozy. W badaniach Yousefiego i in. (2013) stwierdzono, iż owce rasy zel o genotypie AB β -LG produkowały mleko o większej zawartości nie tylko laktozy, lecz także tłuszczu niż owce o genotypach AA i BB. Z kolei inni autorzy stwierdzili wyraźny związek wariantu B β -LG z większą produkcją mleka. Maciorki merynosa hiszpańskiego i rasy sarda o genotypie BB produkowały większą ilość mleka, ale o mniejszej zawartości białka i tłuszczu (Corral i in., 2010; Nudda i in., 2003). Przytoczone powyżej rezultaty potwierdzają brak jednoznaczności wyników badań nad wpływem wariantów β -laktoglobuliny na składniki mleka, na co wcześniej wskazali w swoim przeglądowym artykule Amigo i in. (2000).

Głównym przedmiotem niniejszych badań była analiza wpływu wariantów β -LG na profil kwasów tłuszczowych. Wykazano, że maciorki o homozygotycznym genotypie BB produkowały mleko o większej ($P \leq 0,01$) zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA) niż maciorki o genotypach AB i AA (tab. 2). Z kolei Mele i in.

Radzik-Rant, A., Rant, W., Rozbicka-Wieczorek, A., Czauderna, M. (2016). Związek pomiędzy wariantami β -laktoglobuliny a zawartością kwasów tłuszczowych w mleku owiec i jego składem chemicznym. *Nauka Przyr. Technol.*, 10, 1, #15. DOI: 10.17306/J.NPT.2016.1.15

Tabela 2. Wpływ wariantu β -laktoglobuliny na zawartość grup kwasów tłuszczowych w 100 g tłuszczu mleka (g)

Table 2. Effect of β -lactoglobulin variant on the content of fatty acid groups in 100 g of milk fat (g)

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	AA n = 10		AB n = 34		BB n = 16	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
SFA	54,00	2,51	54,11	1,36	57,85	1,98
MUFA	33,06 ^A	1,84	33,30 ^A	1,00	38,72 ^B	1,45
PUFA	4,36	0,38	4,79	0,20	4,54	0,30
PUFA n-3	0,71 ^a	0,08	0,94 ^b	0,04	0,91 ^b	0,06
PUFA n-6	3,21	0,31	3,35	0,17	3,11	0,25
LCFA	45,87 ^a	2,35	46,21 ^a	1,28	52,83 ^b	1,86

LSM – średnia najmniejszych kwadratów, SE – błąd standardowy, SFA – nasycone kwasy tłuszczowe, MUFA – jednonienasycone kwasy tłuszczowe, PUFA – wielonienasycone kwasy tłuszczowe, LCFA – długołańcuchowe kwasy tłuszczowe.

Wartości w wierszu oznaczone różnymi dużymi literami różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,01$, a oznaczone różnymi małymi literami – różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,05$.

LSM – least squares mean, SE – standard error, SFA – saturated fatty acids, MUFA – monounsaturated fatty acids, PUFA – polyunsaturated fatty acids, LCFA – long chain fatty acids.

Values in row designated with different capital letters differ significantly at the level of $P \leq 0.01$, and designated with different small letters – differ significantly at the level of $P \leq 0.05$.

(2007) w mleku dojonych owiec włoskiej rasy massese stwierdzili, że z większym udziałem MUFA był związany genotyp AB β -LG. Również w badaniach Radzik-Rant i in. (2014) nad związkiem wariantów β -LG z profilem kwasów tłuszczowych u owiec rasy wrzosówka wykazano, że maciorki heterozygotyczne AB produkowały mleko o większej zawartości MUFA w porównaniu z homozygotycznymi AA.

Największą zawartość ($P \leq 0,01$) wielonienasyconych kwasów n-3, w tym kwasu C18:3 n-3, stwierdzono w mleku maciorek o genotypie AB β -laktoglobuliny, chociaż różnice istotne statystycznie odnotowano jedynie z genotypem AA (tab. 2, 3). Z kolei największym udziałem LCFA ($P \leq 0,05$) charakteryzowało się mleko maciorek o genotypie BB β -LG, a najmniejszym – mleko maciorek o genotypie AA (tab. 2). W tej grupie kwasów, poza wspomnianym wcześniej kwasem C18:3 n-3, również kwasy: stearynowy, oleinowy, C20:1 oraz C20:3 n-3 różniły się swoją zawartością ($P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$) między genotypami β -LG. Największy udział C18:0, C18:1 cis-9 i C20:3 n-3 stwierdzono w mleku maciorek o genotypie BB, a C20:1 – w mleku maciorek o genotypie AA (tab. 3). W mleku owiec wrzosówkowych zawartość kwasów C18:3 n-3, C20:1 i C20:3 nie różniła się pomiędzy genotypami β -laktoglobuliny (Radzik-Rant i in., 2014).

Mele i in. (2007) wykazali, że w mleku owiec rasy massese polimorfizm β -laktoglobuliny nie miał wpływu na zawartość PUFA, natomiast większy udział LCFA, w tym C18:0, C18:2 i C18:2 cis-9, trans-11, stwierdzono u owiec o genotypie AB β -LG. W niniejszych badaniach genotypem wykazującym największy związek z zawartością LCFA w tłuszczu mleka był genotyp BB.

Tabela 3. Wpływ wariantu β -laktoglobuliny na zawartość długołańcuchowych kwasów tłuszczowych w 100 g tłuszczu mleka (g)

Table 3. Effect of β -lactoglobulin variant on the content of long chain fatty acids in 100 g of milk fat (g)

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	AA n = 10		AB n = 34		BB n = 16	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
C18:0	11,37	0,68	10,99 ^A	0,37	13,00 ^B	0,54
C18:1 trans-11	2,05	0,16	2,25	0,09	2,34	0,13
C18:1 cis-9	27,19 ^a	1,62	27,31 ^a	0,88	32,02 ^b	1,28
C18:2	2,75	0,29	2,86	0,16	2,65	0,23
C18:3 n-6	0,19	0,01	0,19	0,01	0,20	0,01
C18:3 n-3	0,42 ^a	0,05	0,55 ^b	0,02	0,55 ^b	0,04
CLA	0,45	0,03	0,49	0,02	0,52	0,02
C20:1	0,33 ^{Ac}	0,03	0,21 ^B	0,02	0,23 ^d	0,03
C20:4 n-6	0,27	0,03	0,30	0,02	0,26	0,02
C20:3 n-3	0,07 ^A	0,02	0,09 ^A	0,01	0,14 ^B	0,01
C20:5	0,03	0,00	0,03	0,001	0,03	0,001
C22:5	0,13	0,05	0,21	0,02	0,15	0,04
C22:6	0,06	0,01	0,06	0,001	0,04	0,01

LSM – średnia najmniejszych kwadratów, SE – błąd standardowy.

Wartości w wierszu oznaczone różnymi dużymi literami różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,01$, a oznaczone różnymi małymi literami – różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,05$.

LSM – least squares mean, SE – standard error.

Values in row designated with different capital letters differ significantly at the level of $P \leq 0.01$, and designated with different small letters – differ significantly at the level of $P \leq 0.05$.

Wcześniejsze badania nad zdolnością wiązania kwasów tłuszczowych przez białka serwatkowe u różnych gatunków przeżuwaczy wskazywały na brak selektywności w wiązaniu indywidualnych kwasów przez β -LG (Pérez i in., 1989). W badaniach Puyola i in. (1991) prowadzonych *in vitro* wykazano, że wolne kwasy tłuszczowe konkurują o wiązanie z β -LG, a siła tego wiązania zależy od rodzaju kwasu. Związek tego białka był silniejszy z kwasem palmitynowym niż z kwasem stearynowym, oleinowym czy laurynowym. W piśmiennictwie jest mało prac dotyczących związku polimorfizmu β -LG z zawartością kwasów tłuszczowych w mleku owczym, które pozwoliłyby na wskazanie zdolności wiązania określonych kwasów tłuszczowych przez konkretne warianty β -LG.

Na podstawie analizy mleka wykonanej u badanych macierek, od których nie pozyskuje się mleka konsumpcyjnego, ale które może mieć wpływ na jakość mięsa odchowywanych jagniąt, trudno jednoznacznie określić, jaki wariant β -laktoglobuliny ma

większą zdolność wiązania określonych kwasów tłuszczowych. Jednakowoż kwasy jednonienasycone i długołańcuchowe wielonienasycone, a zwłaszcza kwas C18:3 n-3, który jest prekursorem ważnych dla zdrowia EPA i DHA i jednocześnie sam odznacza się silnymi właściwościami prozdrowotnymi (Parodi, 2004), były bardziej związane z wariantem B β -LG. W badaniach Melego i in. (2007) u owiec dojonych wariant A tego białka był bardziej związany z MUFA i LCFA.

Wnioski

1. Wpływ wariantów β -LG na podstawowe składniki mleka dotyczył jedynie zawartości laktozy.
2. Warianty β -LG wykazały związek z zawartością MUFA, PUFA n-3, LCFA oraz niektórymi kwasami tłuszczowymi należącymi do tych grup.
3. Z zawartością kwasów długołańcuchowych we frakcji tłuszczowej mleka maciorek, od których nie pozyskuje się mleka konsumpcyjnego, najbardziej był związany wariant B β -laktoglobuliny.
4. W celu dokładniejszego poznania roli β -LG w metabolizmie lipidów w gruczole mlekowym i określenia bardziej jednoznacznego związku polimorfizmu tego białka z zawartością kwasów tłuszczowych w mleku wymagane są dalsze badania w tym zakresie.

Literatura

- Amigo, L., Recio, I., Ramos, M. (2000). Genetic polymorphism of ovine milk proteins: its influence on technological properties of milk – a review. *Int. Dairy J.*, 10, 135–149.
- Chatterton, D. E. W., Smithers, G., Roupas, P., Brodtkorb, A. (2006). Bioactivity of β -lactoglobulin and α -lactalbumin – technological implications for processing. *Int. Dairy J.*, 16, 1229–1240.
- Corral, J. M., Padilla, J. A., Izquierdo, M. (2010). Associations between milk protein genetic polymorphisms and milk production traits in Merino sheep breed. *Livest. Sci.*, 129, 73–79.
- Dario, C., Carnicella, D., Bufano, G. (2005). Effect of β -lactoglobulin genotypes on ovine milk composition in altamurana breed. *Arch. Zootec.*, 54, 105–108.
- El-Shazly, S. A., Mahfouz, M. E., Al-Otaibi, S. A., Ahmed, M. M. (2012). Genetic polymorphism in β -lactoglobulin gene of some sheep breeds in the Kingdom of Saudi Arabia (KSA) and its influence on milk composition. *Afr. J. Biotechnol.*, 11, 19, 4330–4337.
- Helrich, K., Horwitz, W., Williams, S. (red.). (1990). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Vol. 2. Food Composition, Additives, Natural Contaminants.* Washington, DC: AOAC.
- Le Maux, S., Bouhallab, S., Giblin, L., Brodtkorb, A., Croguennec, T. (2014). Bovine β -lactoglobulin/fatty acid complex: binding, structural, and biological properties. *Dairy Sci. Technol.*, 94, 409–426.
- 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 Rumin. Res.*, 73, 37–44.

Radzik-Rant, A., Rant, W., Rozbicka-Wieczorek, A., Czauderna, M. (2016). Związek pomiędzy wariantami β -laktoglobuliny a zawartością kwasów tłuszczowych w mleku owiec i jego składem chemicznym. *Nauka Przyr. Technol.*, 10, 1, #15. DOI: 10.17306/J.NPT.2016.1.15

- Moatsou, G., Hatzinaki, A., Samolada, M., Anifantakis, E. (2005). Major whey proteins in ovine and caprine acid wheys from indigenous greek breeds. *Int. Dairy J.*, 15, 123–131.
- Nudda, A., Feligini, M., Battacone, G., Macciotta, N. P. P., Pulina, G. (2003). Effects of lactation stage, parity, β -lactoglobulin genotype and milk SCC on whey protein composition in Sarda dairy ewes. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2, 29–39.
- Parodi, P. W. (2004). Milk fat in human nutrition. *Aust. J. Dairy Technol.*, 59, 3–59.
- Pérez, M. D., Díaz de Villegas, C., Sanchez, L., Aranda, P., Ena, J. M., Calvo, M. (1989). Interaction of fatty acids with β -lactoglobulin and albumin from ruminant milk. *J. Biochem. (Tokyo)*, 106, 6, 1094–1097.
- Puppel, K., Nałecz-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. *J. Sci. Food Agric.*, 92, 2494–2499.
- Puyol, P., Pérez, M. D., Ena, J. M., Calvo, M. (1991). Interaction of bovine β -lactoglobulin and other bovine and human whey proteins with retinol and fatty acids. *Agric. Biol. Chem.*, 55, 10, 2515–2520.
- Radzik-Rant, A., Rozbicka-Wieczorek, A., Puppel, K., Czauderna, M. (2014). Wpływ wariantów β -laktoglobuliny na skład chemiczny i profil kwasów tłuszczowych mleka maciorek rasy wrzosówka. *Rocz. Nauk. PTZ*, 10, 4, 151–158.
- Yousefi, S., Azari, M. A., Zerehdaran, S., Samiee, R., Khataminehjad, R. (2013). Effect of β -lactoglobulin and κ -casein genes polymorphism on milk composition in indigenous Zel sheep. *Arch. Tierz.*, 56, 216–224.

RELATIONSHIP BETWEEN β -LACTOGLOBULIN VARIANTS AND FATTY ACIDS COMPOSITION IN SHEEP MILK, AS WELL AS ITS CHEMICAL COMPONENTS

Summary. The aim of this study was to evaluate the relationship between β -lactoglobulin polymorphism and fatty acids composition, as well as basic milk components (fat, protein, casein, lactose, total solids) of ewe's milk. The study was carried out on 60 nursing lambs ewes. Milk samples were collected during the 4th week of lactation. Three β -LG genotypes (AA, AB, BB) were identified in the studied ewes. Among the analysed components of milk, the effect of genetic variants of β -lactoglobulin was marked only in the lactose content. Milk with genotypes BB was characterized by a higher ($P \leq 0.01$) content of MUFA compared to AB and AA genotypes. The highest ($P \leq 0.01$) content of polyunsaturated fatty acids n-3, including C18:3 n-3 in the milk, was associated with the AB genotype, although this genotype differed statistically only with the AA. The highest content of LCFA ($P \leq 0.05$) was found in the milk of ewes with the BB genotype. The results, although ambiguously, showed a relationship between β -lactoglobulin variant and some fatty acids content. In order to establish the role of β -LG in lipid metabolism in mammary gland further studies are required.

Key words: milk, sheep, β -lactoglobulin, fatty acids

Radzik-Rant, A., Rant, W., Rozbicka-Wieczorek, A., Czauderna, M. (2016). Związek pomiędzy wariantami β -laktoglobuliny a zawartością kwasów tłuszczowych w mleku owiec i jego składem chemicznym. *Nauka Przyr. Technol.*, 10, 1, #15. DOI: 10.17306/J.NPT.2016.1.15

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Aurelia Radzik-Rant, Katedra Szczegółowej Hodowli Zwierząt, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa, Poland, e-mail: aurelia_radzik_rant@sggw.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

11.02.2016

Do cytowania – For citation:

*Radzik-Rant, A., Rant, W., Rozbicka-Wieczorek, A., Czauderna, M. (2016). Związek pomiędzy wariantami β -laktoglobuliny a zawartością kwasów tłuszczowych w mleku owiec i jego składem chemicznym. *Nauka Przyr. Technol.*, 10, 1, #15. DOI: 10.17306/J.NPT.2016.1.15*