

## ZALEŻNOŚĆ POMIĘDZY POLIMORFIZMEM BETA-LAKTOGLOBULINY A PRODUKCYJNOŚCIĄ MLECZNĄ KRÓW RASY HF

Ewa Czerniawska-Piątkowska, Małgorzata Szewczuk, Sławomir Zych

Akademia Rolnicza w Szczecinie

**Streszczenie.** Badania przeprowadzono na 180 krowach rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej użytkowanych mlecznie w gospodarstwie rolnym w woj. wielkopolskim. Genotypy beta-laktoglobuliny (*BLG*) oznaczono metodą PCR-RFLP (ang. Polymerase Chain Reaction – Restriction Fragment Length Polymorphism) wg metodyki Medrano i Aquilar-Cordova [1990] z modyfikacjami własnymi. Stwierdzono, że krowy o genotypie *BLG AA* uzyskały najwyższą wydajność mleka, tłuszczu i białka zarówno w pierwszej jak i drugiej laktacji 305-dniowej. Najwyższą zawartość białka stwierdzono u homozygot *BB*. Najwyższą zawartością tłuszczu w laktacji pierwszej charakteryzowały się zwierzęta o genotypie *BLG AA*, zaś w laktacji drugiej homozygoty *BB*.

**Słowa kluczowe:** beta-laktoglobulina, krowy rasy polskiej hf odmiany czarno-białej, polimorfizm, skład mleka, wydajność

### WSTĘP

W składzie białek mleka można wyróżnić frakcje, które są odpowiedzialne za różne cechy mleka. Należy tu wymienić m.in. cztery frakcje kazeiny ( $\alpha S1$ ,  $\alpha S2$ ,  $\beta$  i  $\kappa$ ) oraz beta-laktoglobulinę (*BLG*). Beta-laktoglobulina jest białkiem antygenowym, spożywanie jej prowadzi u niektórych ludzi do występowania alergii. Bardzo ważną rolę *BLG*, dzięki dużej zawartości metioniny, jest ochrona przeciwko rozwojowi nowotworów [Reklewska i Bernatowicz 2003]. Wzajemne proporcje między poszczególnymi frakcjami białek są istotne z punktu widzenia wartości odżywczej mleka. Zdaniem Felańczaka [1982] niektóre geny mogą służyć jako markery przy ustaleniu pochodzenia i powiązań krewniczych między rasami.

Beta-laktoglobulina odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu cech fizykochemicznych mleka oraz jego przetworów. Litwińczuk i in. [2006] uważają, że gen *BLG B* może być kandydatem do użycia podczas selekcji w celu zwiększenia efektywności zwiększenia

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Ewa Czerniawska-Piątkowska, Katedra Nauk o Zwierzętach Przeżuwających, Akademia Rolnicza w Szczecinie, ul. Doktora Judyma 10, 71-466 Szczecin, e-mail: Ewa.Czerniawska-Piatkowska@biot.ar.szczecin.pl

produkcji mleka. Blisko 20% całkowitej ilości skupowanego mleka przeznaczają się na produkcję twarogów i serków twarogowych [Szpendowski i in. 2007].

Celem pracy było znalezienie związku między polimorficznymi frakcjami beta-laktoglobuliny a wydajnością i składem mleka krów rasy polskiej hf odmiany czarno-białej w woj. wielkopolskim.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na 180 krowach rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej użytkowanych mlecznie w gospodarstwie rolnym w woj. wielkopolskim. Krew do badań pobrano z żyły szyjnej zewnętrznej do probówek próżniowych zawierających antykoagulant  $K_3EDTA$ .

Genotypy beta-laktoglobuliny (BLG) oznaczono metodą PCR-RFLP (ang. Polymerase Chain Reaction – Restriction Fragment Length Polymorphism) wg metodyki Medrano i Aquilar-Cordova [1990] z modyfikacjami własnymi.

Analizę wydajności mlecznej przeprowadzono na podstawie danych urzędowej oceny użytkowości mlecznej metodą A4, uwzględniając wydajność mleka, wydajność mleka FCM, tłuszczu i białka (w kg) oraz ich procentową zawartość w mleku (%). W obliczeniach uwzględniono I i II laktację 305-dniową. Określono ogólną charakterystykę badanej populacji pod względem wydajności mleka, tłuszczu, białka (w kg) oraz zawartości tłuszczu i białka (w %), podając wartości średnie ( $\bar{x}$ ), odchylenie standardowe (S), współczynnik zmienności (V). Określono statystycznie istotne różnice dla wydajności poszczególnych cech w zależności od laktacji, posługując się jednoczynnikową analizą wariancji i testem Tukeya.

## WYNIKI

W tabeli 1 przedstawiono wydajność mleka w laktacjach 305-dniowych i jego skład w zależności od genotypu *BLG*.

Istotny związek z użytkowością mleczną krów wykazano w odniesieniu do wariantów polimorficznych genu kodującego *BLG*, dla którego zidentyfikowano dwa allele (*A* i *B*), kontrolującego powstawanie trzech genotypów: *AA*, *AB* i *BB*. W laktacji pierwszej największą wydajność mleka stwierdzono u krów o genotypie *BLG AA* (7804 kg), następnie u *AB* (7649 kg) i *BB* (7531 kg). Pomiędzy genotypami krów *BLG AA* i *BB* stwierdzono różnice istotne ( $P \leq 0,05$ ). W drugiej laktacji również największą wydajnością mleka charakteryzowały się krowy o genotypie *BLG AA* (7824 kg). Podobnie w badaniach Sowińskiego [1993] wśród wariantów *BLG* najwyższą wydajność mleka zaobserwowano u homozygot *AA*, nieco niższą u heterozygot *AB* i najniższą u homozygot *BB*. W badaniach Oprządek i in. [2006] prowadzonych na bydło rasy hf, największą wydajnością mleczną w pierwszej laktacji charakteryzowały się homozygoty *BLG AA* (6731,3 kg) a w drugiej *BB* (7900,5 kg).

Tabela 1. Średnie ( $\bar{x}$ ), odchylenie standardowe (S) oraz współczynniki zmienności (V) dla wydajności mleka oraz składników mleka w laktacjach 305 dniowych u krów rasy hf różniących się genotypami beta-laktoglobuliny (*BLG*)Table 1. Means (M), standard deviations (S), and coefficients of variability (V) for milk yield and composition (in all 305-d lactations) in HF cows with different beta-lactoglobulin genotypes (*BLG*)

Laktacja Lactation	<i>BLG</i>	Liczebność Number	Parametry Statystyczne Statistical parameters					
			Mleko, kg Milk, kg	Tłuszcz, kg Fat, kg	Białko, kg Protein, kg	Tłuszcz, % Fat, %	Białko, % Protein, %	
I	AA	47	$\bar{x}$	7804 <sup>a</sup>	331,1	250,0	4,23	3,19 <sup>a</sup>
			<i>s</i>	808,4	42,1	31,4	0,39	0,19
			<i>V</i>	10,4	12,7	12,6	9,2	6,0
	AB	85	$\bar{x}$	7649	319,8	243,9	4,20	3,20
			<i>s</i>	1024,1	47,5	28,9	0,34	0,21
			<i>V</i>	13,4	14,9	11,9	8,1	6,6
	BB	49	$\bar{x}$	7531 <sup>a</sup>	314,0	242,7	4,19	3,24 <sup>a</sup>
			<i>s</i>	987,7	43,4	30,8	0,37	0,19
			<i>V</i>	13,1	13,8	12,7	8,8	5,9
II	AA	36	$\bar{x}$	7824	314,7	249,9	4,01	3,18
			<i>s</i>	1489,4	64,8	43,2	0,42	0,21
			<i>V</i>	19,0	20,6	17,3	10,5	6,6
	AB	69	$\bar{x}$	7695	308,6	244,6	4,03	3,19
			<i>s</i>	1304,8	48,9	40,2	0,44	0,19
			<i>V</i>	17,0	15,8	16,4	10,9	6,0
	BB	37	$\bar{x}$	7624	310,3	244,2	4,09	3,22
			<i>s</i>	1387,4	75,1	46,8	0,37	0,23
			<i>V</i>	18,2	24,2	19,2	9,0	7,1

a – różnice istotne  $P \leq 0,05$ .

a – denote differences significant at  $P \leq 0.05$ .

Wariant AA determinuje wyższą ekspresję genu *BLG* [Graml i Pirchner 2003], co przekłada się na wyższą koncentrację beta-laktoglobuliny w mleku. W odniesieniu do wariantów genetycznych *BLG* przeważa pogląd, że wyższą wydajnością mleka charakteryzują się zwierzęta o genotypie *BLG AA*, a wyższym procentem tłuszczu, białek kazeinowych oraz lepszymi parametrami skrzepu kazeinowego odznacza się mleko krów o genotypie *BLG BB* [Strzałkowska i in. 2000]. W innych badaniach Czerniawskiej-Piątkowskiej i in. [2005] przeprowadzonych na krowach rasy czarno-białej autorzy stwierdzili największą wydajność mleczną (6234 kg) u krów z genotypem *BLG AB* w porównaniu do krów z genotypem *BLG AA* (6017 kg) i *BB* (5988 kg), jednak istotności różnic w wydajności mlecznej autorzy nie stwierdzili.

Analizując wydajność tłuszczu i białka w mleku największą wydajność stwierdzono również u krów homozygotycznych *BLG AA* zarówno w pierwszej jak i drugiej laktacji odpowiednio: 331,1 kg, 314,7 kg; 250,0 kg, 249,9 kg. Analogicznie w badaniach Oprządek i in. [2006] największą wydajność tłuszczu i białka w pierwszej laktacji stwierdzono

u krów o genotypie *BLG AA* odpowiednio: 281,4 kg; 219,7 kg. Odmienne wyniki autorzy otrzymali w laktacji drugiej, gdzie największe wydajności zarejestrowano u homozygot *BB*. W laktacji pierwszej cytowani autorzy stwierdzili różnice istotne ( $P \leq 0,05$ ) w wydajności tłuszczu między genotypami krów *BLG AB* i *BB*.

W badaniach własnych zawartość tłuszczu (4,23%) w mleku najwyższa była u krów o genotypie *BLG AA*, zaś białka *BB* (3,24%) w pierwszej laktacji. W procentowej zawartości białka stwierdzono różnice istotne ( $P \leq 0,05$ ) pomiędzy genotypami krów *BLG AA* i *BB*. W laktacji drugiej najwyższą zawartość tłuszczu i białka stwierdzono u krów o genotypie *BLG BB* odpowiednio: 4,09 i 3,22%. Oprządek i in. [2006] stwierdzili najwyższą zawartość tłuszczu w laktacji pierwszej u homozygot *AA*, zaś białka u *BB*. Cytowani autorzy w laktacji drugiej zanotowali najwyższą zawartość omawianych składników u krów o genotypie *BLG BB*.

## PODSUMOWANIE

Białko mleka jest najważniejszym jego składnikiem, decydującym o przydatności mleka w przetwórstwie, jest też głównym czynnikiem kształtującym jego właściwości fizykochemiczne. Ponadto wysoka wartość odżywcza substancji białkowych mleka sprawia, że ciągle poszukuje się skutecznych metod podwyższenia ich zawartości w mleku krów. Stwierdzono, że krowy o genotypie *BLG AA* uzyskały najwyższą wydajność mleka, tłuszczu i białka zarówno w pierwszej jak i drugiej laktacji 305-dniowej. Najwyższą zawartość białka stwierdzono u homozygot *BB*. Stwierdzono różnice istotne ( $P \leq 0,05$ ) w laktacji pierwszej w wydajności mleka i zawartości białka pomiędzy genotypami krów *BLG AA* i *BB*. Uzasadnia to potrzebę kontynuacji badań nad wykorzystaniem markerów genetycznych w doskonaleniu użytkowości mlecznej krów w stadach o wysokiej produktywności mlecznej.

## PIŚMIENNICTWO:

- Czerniawska-Piątkowska E., Kamieniecki H., Wójcik J., Rzewucka E., 2005. Związek między polimorfizmem  $\beta$ -laktoglobuliny oraz  $\kappa$ -kazeiny a wydajnością i składem chemicznym mleka krów czarno-białych. *Rocz. Nauk. Zootech. (supl.)* 22, 509–512.
- Feleńczak A., 1982. Genetyczny polimorfizm i zawartość niektórych frakcji białek mleka u ras bydła hodowanego w południowej Polsce. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie* 175, 175–188.
- Graml R., Pirchner F., 2003. Effects of milk protein loci on content of their proteins. *Arch. Tierzucht Dummerstorf* 46 (4), 331–340.
- Juszczak J., Erhardt G., Kuczaj M., Ziemiński R., Panicke I., 2001. Relations between genetic variance of  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin and performance of Black-and-White and Polish Red cattle. *Arch. Tierzucht Dummerstorf* 44 (3), 239–249.
- Litwińczuk A., Barłowska J., Król J., Litwińczuk Z., 2006. Białka polimorficzne mleka jako markery cech użytkowych bydła mlecznego i mięsnego. *Med. Weter.* 62 (1), 6–10.

- Medrano J.F., Aguilar-Cordova E., 1990. Polymerase chain reaction amplification of bovine b-lactoglobulin genomic sequences and identification of genetic variants by RFLP analysis. *Anim. Biotechnol.* 1, 73–77.
- Oprządek J., Dymnicki E., Oprządek A., Zwierzchowski L., 2006. Zależność pomiędzy polimorfizmem wybranych genów a użytkowością mleczną, długością okresu międzyocieleńowego i wskaźnikiem inseminacji krów rasy czarno-białej. *Nauka–Gospodarce*, 28–37.
- Reklewska B., Bernatowicz E., 2003. Funkcjonalne składniki mleka – znaczenie dla organizmu oraz możliwości modyfikowania ich zawartości w mleku. *Zesz. Nauk. Prz. Hod.* 71, 47–69.
- Sowiński G., 1993. Związek genetycznych wariantów  $\beta$ -laktoglobuliny,  $\alpha$ s1-,  $\kappa$ -kazein z wydajnością, składem chemicznym i wskaźnikami technologicznej przydatności mleka krów rasy nizinej czarno-białej. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn* 38, 5–35.
- Strzałkowska N., Krzyżewski J., Ryniewicz Z., 2000. Wpływ genotype beta-laktoglobuliny i kappa-kazeiny na wydajność, skład chemiczny i podstawowe parametry technologiczne mleka krów cb. *Pr. i Mater., Zootech.* 56, 107–119.
- Szpendowski J., Śmietana Z., Płodzień T., Lewandowski K., Owczarzak A., Buczma E., 2007. Technologia serów twarogowych o podwyższonej wartości odżywczej. *Prz. Mlecz.* 1, 4–9.

#### RELATIONSHIP BETWEEN BETA-LACTOGLOBULIN POLYMORPHISM AND MILK PERFORMANCE OF HF COWS

**Abstract.** The study involved 180 Polish Holstein-Friesian var. Black-and-White cows with varied addition of HF genes managed for dairy purposes on a farm located in the Wielkopolskie Voivodship. The beta-lactoglobulin genotypes (*BLG*) were identified using PCR-RFLP according to Medrano and Aguilar-Cordova with our modifications. We have found that *BLG AA*-genotype cows achieved the highest performance in terms of milk, fat, and protein yield both for the first and the second 305-d lactation. The highest protein content was found in the *BB* homozygotes. The highest milk fat content for the first lactation was observed in the *BLG AA* genotypes, while for the second lactation – in the *BB* homozygotes.

**Key words:** Beta-lactoglobulin, milk composition, milk yield, Polish Holstein-Friesian var. Black-and-White cows, polymorphism

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 27.02.2007