

Anna LITWIŃCZUK, Joanna BARŁOWSKA

Polimorfizm białek mleka krów z regionu środkowo-wschodniej Polski

Milk Protein Polymorphism in Cows from the Mid-Eastern Poland

Badania nad genetycznym polimorfizmem białek mleka krów zostały zapoczątkowane przez Aschaffenburga i Drewry (1) w latach pięćdziesiątych obecnego stulecia.

Pierwszym białkiem, w którym zaobserwowano polimorfizm, była beta-lakto-globulina (β -Lg). W obrębie tej frakcji wykryto cztery warianty genetyczne, tzn. A, B, C i D (7). Drugim białkiem była alfa-laktoglobulina (α -Lg), której polimorfizm stwierdzono u bydła zebu afrykańskiego i indyjskiego (3). Najważniejszym jednak białkiem mleka ze względu na ilość jest kompleks kazeinowy, który jak wykazali Wake i Baldwin (11) składa się z około dwudziestu komponentów.

W dotychczasowych badaniach najczęściej określany jest polimorfizm beta-laktoglobuliny oraz alfa s_1 -, beta- i kappa-kazein. Częstotliwość tych alleli jest wg Baker i Clyde (2) dość stała dla ras i odmian bydła i może służyć jako markery przy ustalaniu pochodzenia i powiązań krewniczych między rasami.

Celem badań było porównanie rozkładu białek mleka u krów utrzymywanych w różnych typach gospodarstw regionu środkowo-wschodniej Polski.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły próbki mleka od 458 krów utrzymywanych na terenie środkowo-wschodniej Polski, z czego 430 pochodziło od krów rasy czarno-białej, a 28 od mieszańców pokolenia F_1 cb x jersey.

W obrębie analizowanych populacji krów czarno-białych wyodrębniono trzy grupy zwierząt: grupę I stanowiły 174 krowy pochodzące z gospodarstw indywidualnych, grupę II stanowiły 194 krowy z państwowych gospodarstw rolnych, grupę III – 62 krowy utrzymywane w oborach Rolniczych Zakładów Doświadczalnych AR w Lublinie. Czwartą grupę zwierząt stanowiło 28 pierwiastek mieszańców F_1 (cb x jersey), utrzymanych w gospodarstwach indywidualnych woj. zamojskiego.

Rozdziału białek dokonywano za pomocą poziomej elektroforezy na żelu skrobiowym wg metody Mitjalko i wsp. (9) z modyfikacją Feleńczaka (4) i Litwińczuk (6).

Zastosowanie tego typu elektroforezy pozwoliło na równoczesne określenie fenotypów trzech kazein, tj.: alfa s_1 , beta i kappa jak również beta-laktoglobuliny. Na podstawie uzyskanych wyników wyliczono liczebność fenotypów kazein i laktoglobuliny, częstość występowania genów i genotypów oraz teoretyczną częstość genotypów dla poszczególnych białek wg prawa rozdziału cech Hardy-Weindberga.

W obliczeniach statystycznych zastosowano test χ^2 .

Tab. 1. Procentowy udział genotypów badanych układów białek u krów czarno-białychw różnych typach gospodarstw i mieszańców F₁ (cb x jersey)
 A per cent share of genotypes of the investigated protein arrangements in the B-W cows from different types of farms, and the F₁ crossbreds (B-W x Jersey)

Grupa krów	beta-laktoglobulina			alfa s ₁ -kazeina			beta-kazeina			kappa-kazeina		
	A	AB	B	B	BC	C	A	AB	B	A	AB	B
z gospodarstw indywidualnych	13,22	54,02	32,76	95,97	4,03	–	81,60	16,09	2,30	43,10	55,75	1,15
z gospodarstw państwowych	12,37	52,06	35,57	98,45	1,55	–	84,02	15,46	0,52	67,53	32,47	–
z RZD AR	17,74	50,00	32,26	100,00	–	–	79,03	20,97	–	67,74	32,26	–
Razem krowy cb	13,49	52,56	33,95	97,69	2,33	–	82,33	16,51	1,16	57,67	41,86	0,47
Mieszańce F ₁ (cb x jersey)	14,29	28,57	57,14	85,71	14,29	–	50,00	50,00	–	57,14	42,86	–
Istotność różnic między cb a mieszańcami test Ch ²	0,011	7,10 ^{xx}	6,11 ^x	0,39	8,79 ^{xx}	–	7,90 ^{xx}	16,86 ^{xx}	–	0,002	0,01	–

OMÓWIENIE WYNIKÓW

W badanej populacji krów stwierdzono występowanie trzech fenotypów beta-laktoglobuliny, tzn. A, AB i B, uwarunkowanych dwoma allelami β LgA i β LgB (tab. 1).

Najwięcej zwierząt w rasie czarno-białej (niezależnie od miejsca pochodzenia krów) stanowiły heterozygoty AB, których udział wynosił od 50,0 do 54,0%. Fenotypy A stanowiły w poszczególnych grupach od 12,4 do 17,7%, a B od 32,8 do 35,6%. W grupie mieszańców F_1 (cb x jersey) najwięcej było zwierząt w fenotypie B, tj. 57,1%, następnie AB – 28,6%. Udział fenotypu A był podobny jak u krów czarno-białych – 14,3%.

Wzrost w grupie mieszańców (cb x jersey) fenotypu beta-laktoglobuliny B potwierdzają dane tab. 2, w której podano frekwencję genów kontrolujących polimorfizm beta-laktoglobuliny oraz obserwowany i teoretyczny rozkład genotypów w badanych populacjach krów. Wynika z nich, że o ile w populacji krów czarno-białych frekwencja genu β LgB wynosiła od 0,5726 do 0,6160, to w grupie mieszańców wzrastała do 0,7143. J a n i c k i (5) stwierdza, że frekwencja genów warunkujących wytworzenie frakcji β -laktoglobuliny u bydła czarno-białego jest zbliżona do stosunku 1:1 (lgA-0,473 i lgB-0,527). W a l a w s k i (12) natomiast za Bachem i Kristianssem podaje, że w Danii w okresie 19 lat wartość genu β -laktoglobuliny B u rasy jersey zwiększyła się z 0,58 do 0,69.

Tab. 2. Frekwencja genów kontrolujących polimorfizm beta-laktoglobuliny oraz obserwowany i teoretyczny rozkład genotypów w badanej populacji krów pochodzących z różnych typów gospodarstw
Frequency of genes controlling the beta-lactoglobulin polymorphism, and the observed and theoretical distribution of genotypes in investigated population of cows from different farm types

Grupa krów	Genotyp	Obserwowana liczba krów	Frekwencja genów	Frekwencja genotypów	Teoretyczna liczba osobników	Ch ²
Krowy z gospod. indywidualnych	AA	23	A = 0,4023	0,1619	28	2,4870
	AB	94	B = 0,5977	0,4809	84	
	BB	57		0,3572	62	
Krowy z gosp. państwowych	AA	24	A = 0,3840	0,1475	29	1,9617
	AB	101	B = 0,6160	0,4730	92	
	BB	69		0,3795	73	
Krowy z RZD-AR	AA	11	A = 0,4274	0,1827	11	0,000
	AB	31	B = 0,5726	0,4894	31	
	BB	20		0,3279	20	
Mieszańce F_1G_1 (cb x jersey)	AA	4	A = 0,2857	0,0816	3	1,4372
	AB	8	B = 0,7143	0,4082	11	
	BB	16		0,5102	14	

W układzie alfa s_1 – kazeiny stwierdzono występowanie dwóch fenotypów, tj. αs_1 -CnB i αs_1 -CnBC (tab. 1). Nie obserwowano fenotypu αs_1 -CnC. Fenotyp αs_1 -CnB we wszystkich grupach zwierząt zdecydowanie przeważał (85,7-98,4%), a w grupie krów RZD – AR stanowił 100% całej populacji. Największą frekwencję genu αs_1 -CnC miały mieszańce F_1 (cb x jersey) i krowy z gospodarstw indywidualnych (tab. 3), co sugeruje, że występuje on w populacjach o większym zróżnicowaniu genetycznym. Według P a v l j u c z e n k i i w s p. (10) przewaga genu αs_1 -CnB nad αs_1 -CnC jest charakterystyczna dla wszystkich ras bydła. Podobne wyniki uzyskali M i c h a l a k (8), F e l e n c z a k (4) oraz M a r i a n i i R u s s o (7).

Tab. 3. Frekwencja genów kontrolujących polimorfizm alfa s₁-kazeiny oraz obserwowany i teoretyczny rozkład genotypów w badanej populacji krów pochodzących z różnych typów gospodarstw
 Frequency of genes controlling the alfa s₁-casein polymorphism, and the observed and theoretical distribution of genotypes in the investigated population of cows from different farm types

Grupa krów	Genotyp	Obserwowana liczba krów	Frekwencja genów	Frekwencja genotypów	Teoretyczna liczba osobników	Ch ²
Krowy z gospod. indywidualnych	BB	167	B = 0,9799	0,9602	167	0,000
	BC	7	C = 0,0201	0,0396	7	
	CC	—		0,0004	—	
Krowy z gosp. państwowych	BB	191	B = 0,9923	0,9847	191	0,000
	BC	3	C = 0,0077	0,0152	3	
	CC	—		0,001	—	
Krowy z RZD-AR	BB	62	B = 1,00	1,00	62	0,000
	BC	—	C = 0,00	0,00	—	
	CC	—		0,00	—	
Mieszańce F ₁ (cb × jersey)	BB	24	B = 0,9286	0,8623	23	0,000
	BC	4	C = 0,0714	0,1326	4	
	CC	—		0,0051	—	

W obrębie beta kazeiny stwierdzono występowanie trzech fenotypów, tj. A, AB i B, z tym że fenotyp B występował tylko u krów z gospodarstw indywidualnych i PGR-ów (tab. 1). U krów czarno-białych przeważał zdecydowanie fenotyp β-CnA (79,0-84,0%), natomiast u mieszańców F₁ (cb × jersey) udział fenotypu A i AB był podobny (po 50%). Należy jednak zauważyć, że populacja mieszańców była niezbyt liczna (28 sztuk).

Tab. 4. Frekwencja genów kontrolujących polimorfizm beta-kazeiny oraz obserwowany i teoretyczny rozkład genotypów w badanej populacji krów pochodzących z różnych typów gospodarstw
 Frequency of genes controlling the beta-casein polymorphism, and the observed and theoretical distribution of genotypes in the investigated population of cows from different farm types

Grupa krów	Genotyp	Obserwowana liczba krów	Frekwencja genów	Frekwencja genotypów	Teoretyczna liczba osobników	Ch ²
Krowy z gospod. indywidualnych	AA	142	A = 0,8965	0,8037	140	2,5286
	AB	28	B = 0,1035	0,1856	32	
	BB	4		0,0107	2	
Krowy z gosp. państwowych	AA	163	A = 0,9175	0,8418	163	0,000
	AB	30	B = 0,0825	0,1514	30	
	BB	1		0,0068	1	
Krowy z RZD-AR	AA	49	A = 0,8951	0,8012	50	1,3836
	AB	13	B = 0,1049	0,1878	11	
	BB	—		0,0110	1	
Mieszańce F ₁ (cb × jersey)	AA	14	A = 0,75	0,5625	16	3,8500
	AB	14	B = 0,25	0,3750	10	
	BB	—		0,0625	2	

W układzie kappa-kazeiny mleka stwierdzono występowanie trzech fenotypów, tj. A, AB i B, przy czym ten ostatni (tzn. B) stwierdzono w bardzo małym zakresie (1,15%) jedynie u krów pochodzących z gospodarstw indywidualnych (tab. 1). W pozostałych wszystkich grupach zwierząt przeważał fenotyp χ -CnA (57,1-67,7%). Przewagę genu c-CnA nad c-CnB stwierdzili także Michałak (8) i Feleńczak (4).

W analizowanej grupie krów pochodzących z gospodarstw indywidualnych stwierdzono zdecydowanie wyższy (w stosunku do innych grup) udział heterozygot AB w układzie

Tab. 5. Frekwencja genów kontrolujących polimorfizm kappa-kazeiny oraz obserwowany i teoretyczny rozkład genotypów w badanej populacji krów pochodzących z różnych typów gospodarstw
Frequency of genes controlling the kappa-casein polymorphism, and the observed and theoretical distribution of genotypes in the investigated population of cows from different farm types

Grupa krów	Genotyp	Obserwowana liczba krów	Frekwencja genów	Frekwencja genotypów	Teoretyczna liczba osobników	Ch ²
Krowy z gospod. indywidualnych	AA	75	A = 0,7097	0,5037	87	21,6024 ^{x)}
	AB	97	B = 0,2903	0,4120	72	
	BB	2		0,0843	15	
Krowy z gosp. państwowych	AA	131	A = 0,8376	0,7016	136	2,0706
	AB	63	B = 0,1624	0,2720	53	
	BB	—		0,0264	5	
Krowy z RZD-AR	AA	42	A = 0,8387	0,7034	44	1,6203
	AB	20	B = 0,1613	0,2706	17	
	BB	—		0,0260	1	
Mieszanie F ₁ (cb x jersey)	AA	16	A = 0,7857	0,6173	17	3,0588
	AB	12	B = 0,2143	0,3368	9	
	BB	—		0,0459	2	

x)wartość istotna przy $p \leq 0,01$

kappa-kazeiny (55,7%). Większe zróżnicowanie krów pochodzących z gospodarstw indywidualnych potwierdzają również dane tab. 5, w której przedstawiono frekwencję genów oraz obserwowany i teoretyczny rozkład genów w układzie kappa-kazeiny mleka.

WNIOSKI

1. W analizowanej populacji krów czarno-białych stwierdzono duże wyrównanie pogłowia w zakresie czterech ocenianych układów polimorfizmu białek mleka u zwierząt pochodzących z różnych typów gospodarstw państwowych. Większe zróżnicowanie genetyczne wykazują natomiast zwierzęta pochodzące z gospodarstw indywidualnych, szczególnie w układzie alfa s₁ i kappa-kazeiny.

2. Mieszanie F₁ (cb x jersey) różniły się znacznie frekwencją genów i genotypów w trzech spośród czterech analizowanych układów polimorfizmu białek mleka, tj. beta-laktoglobuliny, alfa s₁-kazeiny i beta-kazeiny.

PIŚMIENNICTWO

1. Aschaffenburg R., Drewry J.: Inherited casein variants in cow's milk. *Nature* t. 192, 431, 1961.
2. Baker Ann C. M., Clyde M.: Chemical classification of cattle. *Anim. Blood Grps biochem. Genet.* t.11, nr 3, 127, 1980.
3. Blumberg B. S., Tombs M. P.: Possible polymorphism of bovine α - lactalbumin. *Nature* t. 181, 683, 1958.
4. Feleńczak A.: Genetyczny polimorfizm i zawartość niektórych frakcji białek mleka u ras bydła hodowanego w południowej Polsce. Cz. II. Genetyczny polimorfizm białek mleka. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Zoot.* 22/175/175-191, 1982.
5. Janicki Cz.: Polimorfizm beta-laktoglobulin u bydła nizinno czarno-białego. *Rocz. Nauk, AR Poznań, s. Zoot.*, t. 23, 119-126, 1977.
6. Litwińczuk A.: Milk protein polymorphism in the Poland B-W cows and crossbreds with a different share of the H-F blood *Animal Science Papers and Reports*, 7, 1991.
7. Mariani P., Russo V.: Varianti genetiche delle proteine del latte nei ceppi di razza frisona importati in Italia. *Rivista di Zootecnia* 45, 445-454, 1972.
8. Michalak W., Michalakowa W., Siuda H.: Polimorfizm białek mleka w aspekcie pracy hodowlanej nad bydłem nizinno czarno-białym. I. Porównanie POHZ, PGR i gospodarstw indywidualnych. *Prace i Mat. Zoot.* 10, 49-62, 1976.
9. Mitjutko V. E., Żebrovskij L. S., Pavljuczenko T. A.: Opredielenie genetyczski obuslovlennych biochemicznych sistem bielkov moloka, „Metodiceskije ukazania”, Leningrad t.23, 43, 1976.
10. Pavljuczenko T. A., Pupkova G. W., Tarasewicz Ł. F.: Genetyczeskij polomorfizm bielka moloka i rzaimocvjaz ich smolocznoj produktivnostju. *Selskochoz. Biol.* 1, 105, 1983.
11. Wake R. G., Baldwin R. L.: Analysis of casein fractions by zone electrophoresis in concentrated urea. *Biochem. Biophys. Acta.* t.47, 225, 1961.
12. Walewski K.: Wpływ polimorfizmu białek mleka na wydajność, skład chemiczny i przydatność technologiczną mleka. *Mat.Konf. Nauk „Postęp w hodowli i technologii produkcji bydła”*, 51-57, 1990.

SUMMARY

The investigations covered 430 milk samples of the B-W cows (including 174 from the individual farms, 194 from the State Farms, 62 from the Experimental Farms of the Agricultural University, and 28 crossbreds of the F₁ generation (B-W x Jersey).

The analysed B-W cows population showed a large balance of stock with respect to four estimated arrangements of the milk protein polymorphism in the animals coming from different types of state farms. Greater genetic differentiation, however, was found in the animals from the individual farms, particularly in the α s₁ and cappa-casein arrangement. The F₁ crossbreds (B-W x Jersey) differed considerably in the frequency of genes and genotypes in three out of the four analysed milk protein polymorphism arrangements, i.e. beta-lactoglobulin, α s₁-casein and beta-casein.