

## **Dystans genetyczny między rasą polską czerwoną i innymi europejskimi rasami bydła czerwonego**

**Andrzej Filistowicz, Tadeusz Szulc, Magdalena Zatoń-Dobrowolska**

*Akademia Rolnicza, Katedra Genetyki i Ogólnej Hodowli Zwierząt,  
ul. Koźuchowska 7, 51-631 Wrocław*

Rasa polska czerwona cechuje się szeregiem właściwości charakterystycznych dla ras autochtonicznych, a więc przystosowaniem do niekorzystnych warunków środowiskowych, małymi wymaganiami pokarmowymi, dobrym zdrowiem, odpornością na choroby, zadowalającą płodnością i długowiecznością. Cechy te zostały ukształtowane poprzez ekstensywny system chowu i utrzymania rasy, stosowany w przeszłości i obecnie. Wymienione właściwości są uwarunkowane genetycznie, a więc można oczekiwać, że rasa polska czerwona charakteryzuje się unikalnym funduszem genowym, różniącym ją od innych ras. Różnice między rasą polską czerwoną i innymi rasami krajowymi nie podlegają dyskusji z uwagi na inne pochodzenie i odmienne sposoby doskonalenia. Bardziej interesujące jest, z poznawczego i praktycznego punktu widzenia, ewentualne podobieństwo między rasą polską czerwoną i innymi europejskimi rasami czerwonymi. Duże podobieństwo (a więc mały dystans genetyczny) między rasami upoważnia do podjęcia wspólnego, międzynarodowego wysiłku ratowania zagrożonych ras czerwonych. Małe podobieństwo między rasami oznacza, że różnią się funduszem genowym, co praktycznie wyklucza objęcie ich wspólnym programem hodowli zachowawczej. Głównie w tym aspekcie prowadzono badania w Akademii Rolniczej we Wrocławiu nad rasą polską czerwoną i innymi rasami czerwonymi (zwłaszcza czeską czerwoną) w ścisłej współpracy z uniwersytetami czeskimi.

W pierwszej części badań materiał stanowiło bydło dwóch ras: polskiej czerwonej i czeskiej czerwonej. Z polskiej populacji pobrano próbki krwi w dwóch obiektach: 1) w stadzie zachowawczym w Hańczowej (od 30 krów) oraz 2) w stadzie

hodowlanym w Jodłowniku (od 39 krów). Z utworzonego w tym czasie stada zachowawczego rasy czeskiej czerwonej pobrano krew od wszystkich (14) krów. Przeanalizowano frekwencje alleli czterech loci białek mleka ( $\alpha$ S1-CN,  $\beta$ -CN,  $\kappa$ -CN,  $\beta$ -LG). W obu populacjach stwierdzono inne frekwencje alleli w odniesieniu do  $\beta$ - i  $\kappa$ -kazeiny oraz  $\beta$ -laktoglobuliny oraz bardzo podobne w locus  $\alpha$ S1-kazeiny (tab. 1). Miała na to, być może, wpływ znacznie mniejsza liczebność prób rasy czeskiej czerwonej (Dvořák i in., 1995). Podobne tendencje wystąpiły w obrębie rasy polskiej czerwonej, gdy porównano frekwencje alleli w stadzie zachowawczym i w dwóch grupach krów użytkowanych w stadzie w Jodłowniku.

Spośród 69 krów rasy polskiej czerwonej 61 zakończyło co najmniej pierwszą laktację, dlatego postanowiono zbadać, w jakim stopniu w obu grupach krów (stado zachowawcze, stado hodowlane) ujawnia się genetyczny polimorfizm badanych białek mleka. Przeanalizowano wydajności mleka i tłuszczu 61 krów w ich pierwszej laktacji przy użyciu modeli ze stałymi efektami: stada, roku-sezonu ocielenia, genotypów białek mleka oraz udziału genów ras obcych w genotypach krów (tab. 2).

Wykazano istotny wpływ genotypów  $\beta$ -kazeiny ( $P \leq 0,001$ ) i  $\kappa$ -kazeiny ( $P \leq 0,05$ ) na poziom produkcji krów rasy polskiej czerwonej (tab. 2), ale w obu stadach wystąpiły inne trendy. Bardzo możliwe, że wpłynęły na to małe liczebności krów o poszczególnych genotypach. Jednak, w stadzie zachowawczym z reguły wyższą użytkowością charakteryzowały się krowy z genotypem heterozygotycznym (z wyjątkiem locus  $\kappa$ -kazeiny), natomiast w stadzie hodowlanym lepszą produkcją wykazywały się krowy z ge-

notypami homozygotycznymi w poszczególnych loci białek mleka (Filistowicz i in., 1997).

W drugim etapie do badań włączono dwie nowe populacje bydła czerwonego (rasa niemiecka czerwona i duńska czerwona) oraz dwie wcześniejsze próby z populacji bydła rasy polskiej czerwonej, uzyskując w ten sposób szer-

sze spektrum i możliwość porównania obecnie hodowanych krów rasy polskiej czerwonej z krowami tej rasy użytkowanymi w latach sześćdziesiątych i osiemdziesiątych oraz porównania trzech subpopulacji rasy polskiej czerwonej z trzema innymi rasami bydła czerwonego.

Tabela 1. Frekwencje alleli białek mleka w trzech grupach krów rasy polskiej czerwonej (pc) i w rasie czeskiej czerwonej (cc) (Dvořák i in., 1995; Filistowicz i in., 1997)

Table 1. Frequencies of milk protein alleles in three groups of Polish Red (PR) cows and in the Czech Red (CR) breed (Dvořák et al., 1995; Filistowicz et al., 1997)

Białko mleka Milk protein	Allele Alleles	Stada zachowawcze rasy pc PR conservation herds		Stado hodowlane rasy pc* PR breeding herd*	
		cc - CR	pc - PR	≥50% pc ≥50% PR	≥50% Angler ≥50% Angler
α <sub>S1</sub> -kazeina α <sub>S1</sub> -casein	B	0,96	0,92	0,92	0,90
	C	0,04	0,08	0,08	0,10
β-kazeina β-casein	A	0,43	0,72	0,60	0,55
	B	0,57	0,28	0,40	0,45
κ-kazeina κ-casein	A	0,46	0,55	0,50	0,60
	B	0,54	0,45	0,50	0,40
β-laktoglobulina β-lactoglobulin	A	0,79	0,25	0,30	0,10
	B	-	0,74	0,70	0,90
	C	0,21	0,01	-	-

\* ≥50% pc – krowy z udziałem co najmniej 50% genów rasy polskiej czerwonej - \* ≥50% PR – cows with at least 50% Polish Red genes;

≥50% Angler - krowy z udziałem co najmniej 50% genów rasy anglijskiej - ≥50% Angler – cows with at least 50% Angler genes.

Tabela 2. Średnie najmniejszych kwadratów wydajności mleka i tłuszczu krów-pierwiastek w zależności od genotypów białek mleka (Filistowicz i in., 1997)

Table 2. Mean least squares for milk and fat yield of first calvers depending on milk protein genotypes (Filistowicz et al., 1997)

Białko mleka Milk protein	Genotyp Genotype	Stado zachowawcze Conservation herd			Stado hodowlane Breeding herd		
		n*	mleko (kg) milk (kg)	tłuszcz (kg) fat (kg)	n	mleko (kg) milk (kg)	tłuszcz (kg) fat (kg)
α <sub>S1</sub> -kazeina α <sub>S1</sub> -casein	BB	20	1799,8	79,2	31	3169,9	135,3
	BC	4	2051,3	84,2	6	3106,1	131,8
β-kazeina β-casein	AA	20	1740,0	76,6	13	3498,7	139,6
	AB	3	2199,2	96,7	17	3071,3	136,3
	BB	1	-	-	7	3010,8	128,1
κ-kazeina κ-casein	AA	6	2406,5	105,6	11	3116,9	131,2
	AB	13	1607,3	70,0	18	3016,1	129,2
	BB	5	1920,6	81,8	8	3400,3	144,5
β-laktoglobulina β-lactoglobulin	AA	1	-	-	3	3326,3	132,7
	AB	11	2147,8	88,9	13	2862,5	122,8
	BB	11	1725,0	75,3	21	3254,9	137,4
	BC	1	-	-	0	-	-

\* liczba obserwacji - number of observations.

Tabela 3. Frekwencje alleli białek mleka w trzech subpopulacjach rasy polskiej czerwonej oraz w trzech innych rasach bydła czerwonego (Zatoń-Dobrowolska i in., 2005 a)

*Table 3. Frequency of milk protein alleles in three subpopulations of the Polish Red breed and three other breeds of red cattle (Zatoń-Dobrowolska et al., 2005 a)*

Białko <i>Protein</i>	Allele <i>Alleles</i>	Rasa - Breed					
		polska czerwona <i>Polish Red</i> '69	polska czerwona <i>Polish Red</i> '82	polska czerwona <i>Polish Red</i> '96	duńska czerwona <i>Danish Red</i>	niemiecka czerwona <i>German Red</i>	czeska czerwona <i>Czech Red</i>
$\alpha_{S1}$ -kazeina	B	0,889	0,913	0,943	0,996	0,975	0,964
$\alpha_{S1}$ -casein	C	0,111	0,087	0,057	0,004	0,025	0,036
$\beta$ -kazeina	A	0,910	0,967	0,938	0,940	0,943	0,786
$\beta$ -casein	B	0,090	0,033	0,062	0,060	0,057	0,214
$\kappa$ -kazeina	A	0,604	0,609	0,690	0,810	0,712	0,464
$\kappa$ -casein	B	0,396	0,391	0,310	0,190	0,288	0,536
$\beta$ -lakto- globulina	A	0,397	0,328	0,224	0,110	0,191	0,429
$\beta$ -lacto- globulin	B	0,603	0,672	0,776	0,890	0,809	0,571

Dane dotyczące populacji bydła polskiego czerwonego z 1969 roku pochodziły z badań Michalaka (1969), a z 1982 roku z badań Felenczaka (1982), duńskiej czerwonej z badań Bech i Kristiansen (1990), natomiast niemieckiej czerwonej z badań Erhardta i in. (1998).

Wszystkie badane populacje charakteryzowały się podobnym rozkładem frekwencji alleli

w poszczególnych *loci* (tab. 3). Jedynie w przypadku rasy czeskiej czerwonej stwierdzono inne tendencje w odniesieniu do  $\beta$ - i  $\kappa$ -kazeiny oraz  $\beta$ -laktoglobuliny. Również w tym przypadku autorzy są skłonni tłumaczyć inne tendencje występujące u bydła tej rasy jego małą liczebnością (14 krów) w porównaniu z badanymi populacjami pozostałych ras (od 69 do 113 krów).

Tabela 4. Frekwencje alleli analizowanych białek w próbach pochodzących z trzech populacji bydła czerwonego objętych hodowlą zachowawczą (Zatoń-Dobrowolska i in., 2005 b)

*Table 4. Frequencies of alleles of analysed proteins in samples from three populations of red cattle under conservation breeding (Zatoń-Dobrowolska et al., 2005 b)*

Białko <i>Protein</i>	Allele <i>Alleles</i>	Polska czerwona <i>Polish Red</i>	Czeska czerwona <i>Czech Red</i>	Niemiecka czerwona <i>German Red</i>
Prolaktyna <i>Prolactin</i>	A	0,869	0,559	0,909
	B	0,131	0,441	0,091
$\kappa$ -kazeina <i><math>\kappa</math>-casein</i>	A	0,685	0,559	0,814
	B	0,315	0,364	0,174
	E	0,000	0,076	0,012
$\beta$ -laktoglobulina <i><math>\beta</math>-lactoglobulin</i>	A	0,192	0,441	0,321
	B	0,808	0,559	0,679
Hormon wzrostu <i>Growth hormone</i>	L	0,769	0,490	0,849
	V	0,231	0,510	0,151
Pit-1	A	0,137	0,049	0,079
	B	0,863	0,951	0,921

W kolejnym etapie badań skupiono się na trzech rasach objętych hodowlą zachowawczą (polskiej czerwonej, czeskiej czerwonej i niemieckiej czerwonej). Krew do badań pobrano od krów rasy

polskiej czerwonej z obór w Szczyrzycu i Jodłowniku, a od krów ras czeskiej czerwonej i niemieckiej czerwonej z obór w Górach Szumawskich (Czechy), gdzie zlokalizowano ich hodowlę

zachowawczą. Badaniami objęto loci pięciu białek (prolaktyny,  $\kappa$ -kazeiny,  $\beta$ -laktoglobuliny, hormonu wzrostu oraz Pit-1) oraz trzynastu loci mikrosatelitarnych DNA (*BM6438*, *CSSM004*, *IDVGA9*, *BM6117*, *BM148*, *RM012*, *BOVCASK35*, *BOVIRBP*, *BTOBCAM*, *BOVPAI*, *BM4621*, *BOVSEMRN* i *SRC97*).

Również bezpośrednie porównanie trzech ras czerwonych na podstawie loci genów kodujących (tab. 4) wykazało większe podobieństwo mię-

dzy rasą polską czerwoną i niemiecką czerwoną oraz mniejsze między wymienionymi rasami i rasą czeską czerwoną.

Sześć z trzynastu sekwencji mikrosatelitarnych miało podobny rozkład frekwencji alleli we wszystkich trzech populacjach (tab. 5). Sekwencja *BM148* charakteryzowała się różną częstością alleli w każdej rasie; allele *RM012* miały podobne frekwencje w populacjach czeskiej czerwonej i niemieckiej czerwonej.

Tabela 5. Frekwencje alleli w loci 13 mikrosatelitów występujących u bydła trzech ras czerwonych objętych hodowlą zachowawczą (Zatoń-Dobrowolska i in., 2005 b)  
Table 5. Frequencies of alleles at loci of 13 microsatellites in three red breeds under conservation breeding (Zatoń-Dobrowolska et al., 2005 b)

Locus	Allele Alleles	Polska czerwona Polish Red	Czeska czerwona Czech Red	Niemiecka czerwona German Red
<i>BM6438</i>	1	0,073	0,119	0,104
	2	0,355	0,355	0,271
	3	0,161	0,421	0,344
	4	0,411	0,105	0,281
<i>CSSM004</i>	1	0,421	0,558	0,432
	2	0,254	0,154	0,307
	3	0,325	0,288	0,261
<i>IDVGA9</i>	1	0,057	0,079	0,039
	2	0,943	0,921	0,961
<i>BM6117</i>	1	0,203	0,218	0,193
	2	0,458	0,487	0,466
	3	0,339	0,295	0,341
<i>BM148</i>	1	0,028	0,040	0,012
	2	0,370	0,081	0,500
	3	0,185	0,757	0,179
	4	0,417	0,122	0,309
<i>RM012</i>	1	0,014	0,515	0,560
	2	0,843	0,394	0,440
	3	0,143	0,091	0,000
<i>BOVCASK35</i>	1	0,214	0,053	0,200
	2	0,357	0,405	0,425
	3	0,286	0,237	0,238
	4	0,143	0,303	0,138
<i>BOVIRBP</i>	1	0,063	0,000	0,000
	2	0,054	0,088	0,034
	3	0,884	0,912	0,966
<i>BTOBCAM</i>	1	0,051	0,000	0,068
	2	0,286	0,027	0,875
	3	0,663	0,973	0,057
<i>BOVPAI</i>	1	0,016	0,065	0,093
	2	0,984	0,935	0,907
<i>BM4621</i>	1	0,063	0,184	0,023
	2	0,828	0,684	0,733
	3	0,109	0,132	0,244
<i>BOVSEMRN</i>	1	0,214	0,224	0,300
	2	0,777	0,434	0,620
	3	0,009	0,342	0,080
<i>SRC97</i>	1	0,873	1,000	0,936
	2	0,063	0,000	0,043
	3	0,063	0,000	0,022

Sekwencję mikrosatelitarną *BOVIRBP* charakteryzował podobny rozkład częstości alleli, z tym że allel 1 wystąpił tylko w populacji polskiej czerwonej, wśród alleli sekwencji *BTOBCAM* w rasach czeskiej czerwonej i polskiej czerwonej dominował allel 3, natomiast w rasie niemieckiej czerwonej - allel 2. Frekwencje alleli sekwencji *BOVSEMRN* miały podobne rozkłady we wszystkich trzech rasach (dominował allel 2), z tym że w rasie czeskiej czerwonej były one bardziej wyrównane. W przypadku sekwencji mikrosatelitarnej *SRC97* najczęściej spotykany był allel 1, który w rasie czeskiej czerwonej był jedynym stwierdzonym allelem.

Porównanie frekwencji alleli w loci mikrosatelitów również wskazuje na pewną odręb-

ność trzech ras była czerwonego, przy czym większe podobieństwo wystąpiło między rasami: polską i niemiecką, a mniejsze między nimi i rasą czeską czerwoną. Przedstawione tu uogólnienie potwierdzono za pomocą wartości dystansu genetycznego między rasami (Filistowicz i in., 1997; Zatoń-Dobrowolska i in., 2005 a, b), których nie przedstawiamy z uwagi na ograniczoną objętość opracowania.

Ostatnio zajęliśmy się polimorfizmem genu *PRNP* w różnych populacjach bydła mlecznego i mięsnego, w tym w rasie polskiej czerwonej i czeskiej czerwonej (Vrtková i in., 2001; Dvořák i in., 2002). W badaniach ujęliśmy krowy badane wcześniej wyłącznie w zakresie białek mleka.

Tabela 6. Frekwencje genotypów i alleli w locus *PRNP* występujących w rasie polskiej czerwonej i w innych rasach bydła (Vrtková i in., 2001; Dvořák i in., 2002)

*Table 6. Frequencies of genotypes and alleles at PRNP locus in Polish Red and other breeds of cattle (Vrtková et al., 2001; Dvořák et al., 2002)*

Rasa - Breed	n	Genotypy - Genotypes			Allele - Alleles	
		5/5	5/6	6/6	5	6
Polska czerwona - Polish Red	65	0,00	0,21	0,79	0,11	0,89
Czeska czerwona - Czech Red	14	0,00	0,12	0,88	0,06	0,94
Czeska czarno-biała - Czech Black-and-White	10	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00
Czeska simentalaska - Czech Simmental	42	0,00	0,14	0,86	0,07	0,93
Czeska Charolaise - Czech Charolais	130	0,01	0,12	0,87	0,06	0,94

Jeśli uwzględnimy fakt, że krowy dotychczas chorujące na BSE miały genotypy 6/6, to rasa polska czerwona z najmniejszą frekwencją

tych genotypów i najmniejszą frekwencją allelu 6 jest w dużej mierze wolna od tej choroby objętej monitoringiem w całej Europie.

### Literatura

Bech A.M., Kristiansen K.R. (1990). Milk protein polymorphism in Danish dairy cattle and the influence of genetic variants on milk yield. *J. Dairy Res.*, 57: 53-62.

Dvořák J., Szulc T., Havlíček Z., Kopečný M., Filistowicz A. (1995). Frekvence genů mléčných proteinů u plemene polská červinka. *Int. Sci. Conf.: Perspektywy hodowli zwierząt w Polsce*, 1: 143-146.

Dvořák J., Filistowicz A., Hruška D., Horák P.,

Vrtková I., Kúbek A., Szulc T., Pomichal Š. (2002). The polymorphism of *MSTN*, *PRNP* and *CSN3* genes in Charolais cattle. *Anim. Sci. Pap. Rep., Suppl.*, 2: 19-23.

Erhardt G., Juszcak J., Panicke L., Krick-Saleck H. (1998). Genetic polymorphism of milk proteins in Polish Red cattle: a new genetic variant of  $\beta$ -lactoglobulin. *J. Anim. Breed. Genet.*, 115: 63-71.

Felenczak A. (1982). Genetic polymorphism and the

content of some milk protein fractions in the cattle breeds of southern Poland. Zesz. Nauk. AR Kraków, ser. zoot., 22: 175-191.

Filistowicz A., Dvořák J., Zwolińska-Bartczak I., Szulc T., Żuk B. (1997). Genetic differences among some strains of Polish Red cattle. Sbornik tezi přednášek z mezinárod. konf., České Budějovice, ss. 70-72.

Michalak W. (1969). Hereditary polymorphism of milk proteins in some breeds of cattle raised in Poland. Part II. ZHDZ PAN, Biul., 15: 89-110.

Vrtková I., Filistowicz A., Dvořák A., Wierzbicki H., Szulc T. (2001). Frequencies of alleles and genotypes of the *PRNP* gene in Polish Red, Czech Pied and

Czech Black-and-White cattle. J. Appl. Genet., 42(4): 503-507.

Zatoń-Dobrowolska M., Čitek J., Filistowicz A., Řehout V., Szulc T. (2005 a). Dystans genetyczny między rasą polską czerwoną i innymi czerwonymi rasami bydła na podstawie wybranych loci białek mleka. Praca złożona do druku w Czech J. Anim. Sci.

Zatoń-Dobrowolska M., Čitek J., Filistowicz A., Řehout V., Szulc T. (2005 b). Dystans genetyczny między rasą polską czerwoną i innymi czerwonymi rasami bydła na podstawie sekwencji mikrosatelitarnych DNA i wybranych loci genów kodujących. Praca złożona do druku w Anim. Sci. Pap. Rep.

## GENETIC DISTANCE BETWEEN POLISH RED AND OTHER EUROPEAN BREEDS OF RED CATTLE

### Summary

For over 10 years at the Agricultural University in Wrocław, a project has been carried out in partnership with Czech researchers (University of Agriculture and Forestry in Brno, South Czech University in České Budějovice) concerning the red cattle in Poland and the Czech Republic. Frequencies of alleles and genotypes were investigated at loci of 8 coding genes and at loci of 13 microsatellite sequences. Genetic distance was determined between Polish Red, Czech Red, German Red and Danish Red breeds. Relatively great similarity shown between red breeds (especially Polish and German) allows considering the possibility of a joint international effort to save the threatened red breeds.

