Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego, t. 2 (2006), nr 2

Polimorfizm grup krwi, transferyny i hemoglobiny krajowych ras owiec oraz ocena przydatności tych markerów w kontroli rodowodów

Tadeusz Rychlik, Mariusz Kościelny

Instytut Zootechniki, Dział Immuno- i Cytogenetyki,
ul. Krakowska 1, 32-083 Balice

Celem badań było określenie polimorfizmu grup krwi, transferyny i hemoglobiny u 7 ras owiec hodowanych w Polsce, a także ocena przydatności zastosowania tych markerów genetycznych w kontroli rodowodów. Materiał badań stanowiły dane dotyczące polimorfizmu antygenów erytrocytarnych w 7 układach grupowych krwi (A, B, C, D, M, R, SI) oraz polimorfizmu transferyny (TF) i hemoglobiny (HBB) 2962 owiec należących do 7 ras: czarnogłówka (251 szt.), merynos polski (390 szt.), owca olkuska (108 szt.), polska owca długowełnista (866 szt.), polska owca górska (368 szt.), polska owca nizinna (756 szt.) oraz wrzosówka (223 szt.). Na podstawie częstości występowania poszczególnych alleli dla każdego układu wyliczono stopień heterozygotyczności (h_k), indeks stopnia polimorfizmu (PIC) oraz prawdopodobieństwo wykluczenia ojcostwa, z uwzględnieniem możliwości przebadania obydwu osobników rodzicielskich (PE). Obliczono również średni stopień heterozygotyczności (H) oraz łączne prawdopodobieństwo wykluczenia ojcostwa (PE_c) na podstawie wszystkich 9 loci. Oszacowany na podstawie 9 loci średni stopień heterozygotyczności (H) wskazał, że największe zróżnicowanie wystąpiło w populacji owiec rasy wrzosówka (H=0,4935), a najmniejsze u czarnogłówki (H=0,4375). Obliczone wartości H były nieco niższe od tych, które stwierdzono we wcześniejszych badaniach struktury genetycznej tych ras owiec. Wyliczona wartość PE_c, która wahała się w granicach od 0,9590 (u czarnogłówki) do 0,9830 (u polskiej owcy górskiej), wskazuje na dużą przydatność zastosowania analizowanych markerów genetycznych do weryfikacji pochodzenia u podstawowych ras owiec hodowanych w Polsce.

SŁOWA KLUCZOWE: **grupy krwi / białka polimorficzne / kontrola rodowodów owiec**

Zlokalizowane na erytrocytach genetycznie warunkowane antygeny, zwane grupami krwi, jak również polimorficzne warianty białek krwi stanowią zespół markerów

genetycznych klasy pierwszej, które są szeroko wykorzystywane zarówno w badaniach o charakterze poznawczym, jak i praktycznym.

Zootechniczna dokumentacja hodowlana, stanowiąca podstawę doboru zwierząt jako rodziców następnych pokoleń, musi być zgodna ze stanem faktycznym, gdyż daje to gwarancję uzyskania postępu hodowlanego. W celu jej weryfikacji prowadzi się kontrolę rodowodów i identyfikację zwierząt na podstawie badań wybranych markerów genetycznych krwi potomka i jego rodziców. Metoda ta jest obecnie powszechnie stosowana na świecie, a wykorzystanie do tego celu dużej liczby cech antygenowych oraz polimorficznych form białek krwi gwarantuje wiarygodny wynik [8, 11, 12, 17].

W ostatnich latach w kontroli wiarygodności rodowodów wykorzystuje się również markery genetyczne klasy II (polimorfizm mikrosatelitarny DNA), szczególnie u koni [4] i bydła [5, 10], a także u owiec [1], lecz w o wiele mniejszym zakresie.

Kontrola rodowodów owiec w Polsce prowadzona jest obecnie na podstawie analizy polimorfizmu antygenów erytrocytarnych oraz białek osocza krwi (transferyny) i erytrocytów (hemoglobiny).

Celem badań było określenie polimorfizmu grup krwi, transferyny i hemoglobiny u 7 ras owiec hodowanych w Polsce, a także ocena przydatności zastosowania tych markerów genetycznych w kontroli rodowodów.

Materiał i metody

W pracy analizowano wyniki badań dotyczące polimorfizmu antygenów erytrocytarnych w 7 układach grupowych krwi (A, B, C, D, M, R, SI) oraz polimorfizmu transferyny (TF) i hemoglobiny (HBB) 2962 owiec należących do 7 ras: czarnogłówka (251 szt.), merynos polski (390 szt.), owca olkuska (108 szt.), polska owca długowełnista (866 szt.), polska owca górska (368 szt.), polska owca nizinna (756 szt.) oraz wrzosówka (223 szt.). Dane te zostały uzyskane w ramach prac, prowadzonych przez Dział Immuno- i Cytogenetyki Zwierząt Instytutu Zootechniki, nad kontrolą rodowodów owiec w latach 2000-2005.

Antygeny krwinek czerwonych oznaczono za pomocą 16 reagentów testowych: anty-Aa, Ab, Bb, Bc, Bd, Be, Bf, Bg, Bi, PLB-17, Ca, Cb, Da, Ma, R i O w teście hemoglobiny i aglutynacji na mikropłytkach. Wszystkie reagenty poddawane były międzynarodowej standaryzacji w testach porównawczych, organizowanych przez Międzynarodowe Towarzystwo Genetyki Zwierząt – ISAG (International Society for Animal Genetics). Polimorficzne warianty białek HBB i TF oznaczono za pomocą elektroforezy poziomej w żelu skrobiowym, wg zmodyfikowanej metody Evansa oraz Smithiesa [3, 16]. Genotypy owiec w analizowanych loci ustalono opierając się na prawach dziedziczenia oraz analizie przekazywania potomstwu badanych markerów genetycznych. Na podstawie częstości występowania poszczególnych alleli dla każdego układu wyliczono stopień heterozygotyczności h_k [9], indeks stopnia polimorfizmu – PIC [2] oraz prawdopodobieństwo wykluczenia ojcostwa, z uwzględnieniem możliwości przebadania obydwu osobników rodzicielskich – PE [6]. Obliczono również średni stopień heterozygotyczności (H) oraz łączne prawdopodobieństwo wykluczenia ojcostwa (PE_c) na pod-

stawie wszystkich 9 loci. Wyżej wymienione wskaźniki obliczono na podstawie alleli występujących w badanych rasach owiec z częstością powyżej 1%.

Wyniki i dyskusja

Wykorzystanie grup krwi oraz białek występujących w surowicy krwi i erytrocytach do określania niezgodności pochodzenia wiąże się z ich genetycznie uwarunkowanym polimorfizmem, łatwą identyfikacją fenotypów oraz stałością fenotypów w ciągu całego życia osobnika.

Wstępne badania nad potwierdzeniem pochodzenia owiec na podstawie grup krwi rozpoczęto w 1973 roku. W celu zwiększenia skuteczności badań, od 1976 roku rozpoczęto oznaczanie elektroforetycznych wariantów transferyny i hemoglobiny [19]. Polimorfizm transferyny występujący w rasach owiec hodowanych w Polsce obejmuje 5-8 alleli, stąd badanie polimorfizmu TF daje duże możliwości identyfikacji zwierząt, a zastosowanie układu hemoglobiny dodatkowo zwiększa prawdopodobieństwo wyłączeń sztuk o niezgodnym pochodzeniu [18]. Obecnie kontrola wiarygodności rodowodów owiec w Polsce prowadzona jest na podstawie badania grup krwi oraz polimorficznych wariantów transferyny i hemoglobiny.

W prezentowanych badaniach dokonano analizy markerów genetycznych należących do klasy I – grup krwi, transferyny i hemoglobiny u 7 ras owiec hodowanych w Polsce. Wyniki tych badań zawarto w tabeli 1 i 2. W tabeli 1 podano częstość występowania, liczbę alleli, stopień heterozygotyczności, indeks stopnia polimorfizmu i prawdopodobieństwo wykluczenia rodzicielstwa dla analizowanych loci, natomiast w tabeli 2 – ogólną liczbę alleli w 7 loci, średni stopień heterozygotyczności oraz całkowite prawdopodobieństwo wykluczenia w badanych rasach owiec.

U badanych ras owiec w obrębie 9 analizowanych loci wystąpiło łącznie od 36 (owca olkuska) do 98 (polska owca długowełnista) alleli, wśród których najliczniejszą grupę stanowiły allele układu grupowego krwi B (od 15 u owcy olkuskiej do 74 u polskiej owcy długowełnistej). W pozostałych układach grupowych krwi zaobserwowano dużo mniejsze zróżnicowanie – od 2 do 4 alleli. W układzie hemoglobiny wystąpiły 2 allele, natomiast w układzie transferyny – 5 do 6 alleli.

Markery genetyczne stosowane w kontroli pochodzenia powinny charakteryzować się dużym polimorfizmem, a równocześnie występować u osobników danej populacji w postaci heterozygotycznej.

Wśród badanych markerów genetycznych szczególnie wysokim polimorfizmem odznaczał się układ grupowy krwi B, gdzie wartość h_k wynosiła od 0,8758 (owca olkuska) do 0,9400 (polska owca górska), a wartość PIC, odpowiednio: od 0,8633 do 0,9370.

Duży polimorfizm stwierdzono również w układzie TF – h_k=0,6666 (merynos polski) do h_k=0,7677 (owca olkuska). Wcześniejsze badania grup krwi oraz polimorficznych wariantów białek [7, 13], także wykazały duży polimorfizm tych układów. Oszacowany na podstawie 9 loci średni stopień heterozygotyczności (H) wskazał, że największe zróżnicowanie wystąpiło w populacji owiec rasy wrzosówka (H=0,4935),

Tabela 1 – Table 1

Częstość, liczba alleli (N), heterozygotyczność (h_k), indeks stopnia polimorfizmu (PIC) i prawdopodobieństwo wykluczenia rodzicielstwa (PE) w badanych loci grup krwi (EA), hemoglobiny (HBB), transferyny (TF)

Frequency, number of alleles (N), heterozygosity (h_k), polymorphism information content (PIC) and probability of exclusion (PE) in investigated loci of blood group (EA), haemoglobin (HBB), transferrin (TF)

Locus	Allel Allele	Częstość – Frequency						
		czarnogłówka Black-headed n=251	merynos polski Polish Merino sheep n=390	owca olkuska Olkuska sheep n=108	polska owca długowelnista Polish Longwool sheep n=866	polska owca górska Polish Mountain sheep n=368	polska owca nizinna Polish Lowland sheep n=756	wrzosówka Wrzosówka sheep n=223
1	2	3	4	5	6	7	8	9
EAA	a	0,2948	0,4462	0,3426	0,1259	0,4239	0,1984	0,3004
	ab	0,0478	0,0359	–	0,0346	–	<0,0100	0,0157
	b	0,0538	0,0410	0,0139	0,0427	0,0272	0,0251	0,0314
	o	0,6036	0,4769	0,6435	0,7968	0,5489	0,7686	0,6525
N		4	4	3	4	3	4	4
h_k		0,5436	0,5705	0,4683	0,3462	0,5183	0,3692	0,4828
PIC		0,4756	0,4774	0,3709	0,3222	0,4093	0,3218	0,4047
PE		0,2864	0,2795	0,1925	0,1850	0,2187	0,1740	0,2253
EAB*	b	0,0916	0,0385	0,1759	0,0658	0,0652	0,0556	0,0224
	bc	<0,0100	–	<0,0100	0,0358	0,0163	0,0185	0,0157
	bcPLB-17	–	–	–	0,0139	–	0,0278	–
	bd	<0,0100	<0,0100	0,0139	0,0289	<0,0100	0,0344	–
	bdf	0,0101	–	0,0278	–	–	0,0132	–
	bdfgiPLB-17	–	0,0128	–	–	<0,0100	<0,0100	–
	bdfgPLB-17	0,0239	0,0666	0,0324	<0,0100	<0,0100	0,0556	–
	bdfiPLB-17	<0,0100	–	–	<0,0100	0,0163	0,0476	–
	bdPLB-17	0,0119	–	–	–	–	<0,0100	–
	bef	–	<0,0100	<0,0100	<0,0100	–	0,0106	0,0045
	befgiPLB-17	–	0,0179	–	–	–	–	–
	befgPLB-17	0,0119	<0,0100	–	<0,0100	–	<0,0100	–
	befiPLB-17	–	0,0128	–	<0,0100	–	–	0,0516
	befPLB-17	–	–	–	–	<0,0100	0,0106	<0,0100
	beg	0,0119	–	–	–	–	–	–
	bei	–	0,0103	–	–	–	–	<0,0100
	bf	<0,0100	0,0179	–	<0,0100	–	0,0106	<0,0100
	bfg	<0,0100	<0,0100	–	0,0393	<0,0100	<0,0100	–
	bfgiPLB-17	<0,0100	0,0154	–	<0,0100	–	<0,0100	–
	bfgPLB-17	–	0,0564	–	0,0185	0,0190	<0,0100	–
	bfi	–	0,0154	–	–	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	bfiPLB-17	<0,0100	0,0641	–	<0,0100	0,0489	<0,0100	0,0673
	bfPLB-17	–	0,0487	–	0,0196	0,0326	0,0159	<0,0100
	bg	0,1116	0,0256	0,1389	0,0312	0,0408	0,0423	–
	bi	–	0,1077	0,1667	0,0196	0,0815	0,0397	<0,0100
	biPLB-17	–	0,0308	–	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	bPLB-17	<0,0100	0,0103	–	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	c	0,1434	0,2000	0,0741	0,1501	0,0652	0,0873	0,2534
	cdfiPLB-17	–	–	–	<0,0100	0,0272	–	–
	cdfPLB-17	<0,0100	–	–	<0,0100	0,0299	<0,0100	–
	ce	0,0637	<0,0100	–	<0,0100	–	<0,0100	0,0224
	cePLB-17	<0,0100	–	–	0,0115	–	<0,0100	–
	cf	–	<0,0100	–	<0,0100	–	0,0106	0,0247
	cfiPLB-17	<0,0100	–	–	0,0127	–	<0,0100	<0,0100
	cfPLB-17	<0,0100	–	–	0,0150	0,0516	0,0159	<0,0100
	cgPLB-17	<0,0100	–	0,0278	<0,0100	–	<0,0100	–
	ci	–	<0,0100	–	<0,0100	0,0326	<0,0100	0,0112

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	cPLB-17	0,0837	0,0333	0,0833	0,0461	0,0272	0,0291	<0,0100
	d	<0,0100	<0,0100	–	0,0196	0,0163	<0,0100	<0,0100
	defPLB-17	–	–	–	0,0162	–	–	0,0157
	df	<0,0100	–	–	0,0115	<0,0100	0,0159	<0,0100
	dfgPLB-17	–	0,0103	–	<0,0100	–	<0,0100	–
	dfi	–	–	–	0,0185	–	–	<0,0100
	dfiPLB-17	<0,0100	–	–	0,0139	<0,0100	<0,0100	0,0426
	dfPLB-17	<0,0100	0,0103	–	0,0335	0,0163	0,0159	–
	di	–	–	–	–	–	<0,0100	0,0157
	e	0,0159	0,0103	–	0,0139	<0,0100	<0,0100	0,0426
	ef	–	<0,0100	0,0463	<0,0100	–	<0,0100	<0,0100
	efi	–	–	0,0231	–	–	–	–
	f	0,0119	<0,0100	–	0,0173	0,0435	<0,0100	0,0224
	fiPLB-17	<0,0100	<0,0100	–	0,0115	0,0217	<0,0100	0,0381
	fPLB-17	<0,0100	0,0205	–	0,0335	0,0598	0,0238	0,1211
	g	<0,0100	–	–	<0,0100	0,0163	0,0172	–
	gPLB-17	–	–	–	–	0,0109	<0,0100	–
	i	0,0119	–	–	0,0162	0,0109	0,0317	0,0112
	iPLB-17	<0,0100	–	–	<0,0100	–	–	0,0538
	PLB-17	0,0358	<0,0100	–	0,0242	0,0272	0,0198	0,0224
	o	0,1673	0,0564	0,1667	0,0878	0,0978	0,1190	0,0314
	pozostałe others	0,1936	0,1077	0,0231	0,1744	0,1250	0,2063	0,1098
N		48	44	15	74	47	68	46
h_k		0,8791	0,9129	0,8758	0,9210	0,9400	0,9162	0,8883
PIC		0,8674	0,9073	0,8633	0,9170	0,9370	0,9113	0,8804
PE		0,7579	0,8283	0,7506	0,8450	0,8790	0,8362	0,7848
EAC	a	–	0,0410	–	0,0289	0,0489	0,0397	0,0583
	ab	0,0717	0,2333	–	0,0739	0,1630	0,1190	0,0874
	b	0,9124	0,7154	0,9907	0,7968	0,7881	0,7381	0,3812
	o	0,0159	0,0103	<0,0100	0,1004	–	0,1032	0,4731
N		3	4	2	4	3	4	4
h_k		0,1621	0,4320	0,0184	0,3487	0,3499	0,4288	0,6198
PIC		0,1531	0,3742	0,0183	0,3278	0,3138	0,3997	0,5466
PE		0,0794	0,2088	0,0091	0,1906	0,1725	0,2409	0,3450
EAD	a	0,0876	0,2615	0,2778	0,1339	0,1739	0,1667	0,1750
	o	0,9124	0,7385	0,7222	0,8661	0,8261	0,8333	0,8250
N		2	2	2	2	2	2	2
h_k		0,1599	0,3862	0,4013	0,2320	0,2870	0,2778	0,2888
PIC		0,1471	0,3116	0,3208	0,2050	0,2460	0,2392	0,2471
PE		0,0735	0,1558	0,1604	0,1030	0,1230	0,1196	0,1235
EAM	a	0,4064	0,1385	0,7500	0,5150	0,5707	0,3413	0,8810
	o	0,5936	0,8615	0,2500	0,4850	0,4293	0,6587	0,1190
N		2	2	2	2	2	2	2
h_k		0,4825	0,2386	0,3750	0,5000	0,4900	0,4496	0,2097
PIC		0,3661	0,2102	0,3047	0,3750	0,3700	0,3485	0,1877
PE		0,1830	0,1051	0,1523	0,1870	0,1850	0,1743	0,0938
EAR	R	0,5555	0,6754	0,5370	0,6166	0,4395	0,4915	0,5854
	O	0,4445	0,3246	0,4630	0,3834	0,5605	0,5085	0,4146
N		2	2	2	2	2	2	2
h_k		0,4938	0,4385	0,4973	0,4730	0,4930	0,4999	0,4854
PIC		0,3719	0,3423	0,3736	0,3610	0,3710	0,3749	0,3676
PE		0,1860	0,1712	0,1868	0,1810	0,1860	0,1875	0,1838
EASI	I	0,8487	0,9128	0,9483	0,9185	0,9286	0,8095	0,6906
	i	0,1513	0,0872	0,0517	0,0815	0,0714	0,1905	0,3094
N		2	2	2	2	2	2	2
h_k		0,2568	0,1592	0,0981	0,1500	0,1330	0,3084	0,4273
PIC		0,2238	0,1465	0,0932	0,1390	0,1240	0,2609	0,3360
PE		0,1119	0,0733	0,0466	0,0690	0,0620	0,1304	0,1680

1	2	3	4	5	6	7	8	9
HBB	A	0,1535	0,3046	0,5625	0,2283	0,2386	0,2166	0,2109
	B	0,8465	0,6954	0,4375	0,7717	0,7614	0,7834	0,7891
N		2	2	2	2	2	2	2
h_k		0,2599	0,4236	0,4922	0,3520	0,3630	0,3394	0,3328
PIC		0,2261	0,3339	0,3711	0,2900	0,2970	0,2818	0,2775
PE		0,1131	0,1670	0,1855	0,1450	0,1490	0,1409	0,1387
TF	A	0,1287	0,3302	0,1985	0,2135	0,1387	0,3156	0,0714
	B	0,1733	0,0331	0,2721	0,1448	0,2295	0,1212	0,1973
	C	0,4653	0,1512	0,3088	0,2915	0,2140	0,2490	0,2874
	D	0,1881	0,4459	0,1250	0,3200	0,3515	0,2860	0,4065
	E	0,0446	0,0396	0,0882	0,0252	0,0633	0,0277	0,0374
	P	–	–	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	–
N		5	5	6	6	6	6	5
H_k		0,6995	0,6666	0,7677	0,7450	0,7550	0,7411	0,7067
PIC		0,6586	0,6074	0,7302	0,7010	0,7150	0,6948	0,6564
PE		0,4687	0,4064	0,5484	0,5080	0,5290	0,4996	0,4588

*Allele występujące z częstością powyżej 1% – The alleles with frequency above 1%

a najmniejsze u czarnogłówki (H=0,4375). Obliczone wartości H były nieco niższe od tych, które stwierdzono we wcześniejszych badaniach struktury genetycznej tych ras owiec [7, 13, 14]. Miarą przydatności poszczególnych markerów genetycznych do weryfikacji pochodzenia jest prawdopodobieństwo wykluczenia niewłaściwego rodzicielstwa. Prawdopodobieństwo wykluczenia oszacowano dla każdego z 9 badanych loci, z uwzględnieniem możliwości przebadania obydwu osobników rodzicielskich (PE). Prawdopodobieństwo wykluczenia niewłaściwego rodzica, obliczone przy zasto-

Tabela 2 – Table 2
Wskaźniki polimorfizmu w badanych rasach owiec
Polymorphic indices in the investigated sheep breeds

Wskaźniki polimorfizmu Polymorphic indices	Rasy owiec – Breeds of sheep						
	czamogłówka Black-headed	merynos polski Polish Merino sheep	owca olkuska Olkuska sheep	polska owca długowełnista Polish Longwool sheep	polska owca górska Polish Mountain sheep	polska owca nizinna Polish Lowland sheep	wrzosówka Wrzosówka sheep
Liczba alleli ogółem Total numbers of alleles	70	67	36	98	69	92	69
Średni stopień heterozygotyczności (H) Mean degree of heterozygosity (H)	0,4375	0,4698	0,4438	0,4520	0,4810	0,4812	0,4935
Całkowite prawdopodobieństwo wykluczenia (PE_c) Total probability of exclusion (PE_c)	0,9590	0,9719	0,9595	0,9760	0,9830	0,9773	0,9725

sowaniu 7 badanych loci grup krwi, wynosiło od 0,8899 (u owcy olkuskiej) do 0,9570 (u polskiej owcy górskiej). Wykorzystanie łącznie wszystkich 9 loci dało PE_c w granicach od 0,9590 (czarnogłówka) do 0,9830 (polska owca górska). Podobne rezultaty otrzymano we wcześniejszych badaniach dla rasy berrichone du cher [15], gdzie prawdopodobieństwo wykluczenia niewłaściwie podanego rodzica (PE), obliczone przy użyciu grup krwi, wynosiło 0,8450, a wykorzystując również polimorfizm TF i HBB wartość PE wzrosła do 0,9260.

Przeprowadzone badania dostarczyły istotnych informacji o występującym obecnie polimorfizmie grup krwi, transferyny i hemoglobiny u 7 ras owiec. Obniżenie się średniej wartości stopnia heterozygotyczności u tych ras owiec, w stosunku do badań z lat ubiegłych, może świadczyć o zmniejszeniu się zmienności genetycznej i wskazuje na potrzebę monitorowania bioróżnorodności różnych ras owiec na podstawie możliwie największej liczby markerów genetycznych.

Rozpoznanie alleli występujących w poszczególnych rasach, szczególnie fenogrup w układzie grupowym krwi B, będzie mogło być wykorzystane w badaniach wiarygodności rodowodów owiec. Wyliczone prawdopodobieństwo, z jakim można wykluczyć niewłaściwego rodzica, wskazuje na dużą przydatność zastosowania analizowanych markerów genetycznych do weryfikacji pochodzenia u podstawowych ras owiec hodowanych w Polsce.

PIŚMIENNICTWO

1. ACHMANN R., BREM G., 1998 – Parentage control in Austrian domestic mountain sheep (*Ovis aries*) using DNA microsatellite analysis. ***Animal Genetics*** 29, 12-13.
2. BOTSTEIN D., WHITE R.L., SKOLNICKI M., DAVIS R.W., 1980 – Construction of genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. ***American Journal of Human Genetics*** 32, 314-31.
3. EVANS J.V., KING J.W., COHEN B.L., HARRIS H., WARREN F.L., 1956 – Genetics of haemoglobin and blood potassium differences in sheep. ***Nature*** 178, 849-850.
4. GRALAK B., KURYŁ J., ŁUKASZEWICZ M., ŻURKOWSKI M., 1998 – Applicability of nine microsatellite DNA sequences eleven polymorphic blood protein and enzyme systems for the parentage control in Polish Arabian and Thoroughbred horse. ***Animal Science Pappers and Reports*** 16, 209-218.
5. HEYEN D.W., BEEVER J.E., DA Y., EVERT R.E., GREEN C., BATES S.R.E., ZIEGLE J.S., LEWIN H.A., 1997 – Exclusion probabilities of 22 bovine microsatellite markers in fluorescent multiplexes for semiautomated parentage testing. ***Animal Genetics*** 28, 21-27.
6. JAMIESON A., TAYLOR C.S., 1997 – Comparison of three probability formulae for parentage exclusion. ***Animal Genetics*** 28, 397-400.
7. JANIK A., RYCHLIK T., DUNIEC M., 1996 – Struktura genetyczna krajowych ras owiec pod względem grup krwi i polimorficznych wariantów białek. ***Roczniki Naukowe Zootechniki*** 23, 43-57.
8. MANCINI M.G., ZANOTTI CASATI M., 1989 – Parentage control during the last 20 years of the most important Italian cattle breeds. ***Animal Genetics***, Vol. 20, Supl. 1.
9. NEI M., ROYCHOUDHURY A.K., 1974 – Sampling variances of heterozygosity and genetic distance. ***Genetics*** 76, 379-390.

10. RADKO A., DUNIEC M., ZĄBEK T., JANIK A., NATONEK M., 2002 – Polimorfizm 11 sekwencji mikrosatelitarnych DNA i ocena ich przydatności do kontroli pochodzenia bydła. *Medycyna Weterynaryjna* 58, 708-710.
11. RANJE C., 1985 – Parentage control of swine by blood typing. *Report no 124. Department of Animal Breeding and Genetics*. Uppsala, Sweden.
12. RYCHLIK T., JANIK A., DUNIEC M., 1996 – Wykorzystanie badań grup krwi i białek polimorficznych u owiec w praktyce hodowlanej. *Biuletyn Informacyjny Instytutu Zootechniki* 4, 51-60.
13. RYCHLIK T., JANIK A., SAMBORSKA M., PARYS A., 1996 – Polimorfizm grup krwi, transferyny i hemoglobiny u owiec ras mięsnych hodowanych w Polsce. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 23, 27-41.
14. RYCHLIK T., KACZOR U., WIERZCHOŚ E., MARCHWICA E., 1997 – Characteristics of populations of prolific Olkuska sheep and selected sheep breeds with regard to blood groups and polymorphism of haemoglobin and transferrin. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 24, 2, 23-34.
15. RYCHLIK T., RADKO A., DUNIEC M., 2003 – Ocena przydatności polimorfizmu niektórych markerów genetycznych w kontroli rodowodów owiec. *Medycyna Weterynaryjna* 59, 11, 1016-1018.
16. SMITHIES O., 1955 – Zone electrophoresis in starch gels: Group variations in the serum proteins of normal human adults. *Biochemical Journal* 61, 629.
17. STRATIL A., 1974 – Polymorphism of transferrin and albumin in sheep and application of polymorphic proteins in the parentage control. *Zivocisna Vyroba* 19, 6, 545.
18. TRELA J., FILIPCZUK U., 1985 – Wykorzystanie polimorfizmu transferyn i hemoglobin w kontroli prawidłowości rodowodów owiec. *Sprawozdanie z tematu nr 7163, Instytut Zootechniki*, Kraków, 1985.
19. ŻUR F., TRELA E., 1983 – Skuteczność wykrywania niezgodności pochodzenia owiec na podstawie badań grup krwi i typów transferyn. *Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych* 265, 215-218.

Tadeusz Rychlik, Mariusz Kościelny

Blood group, transferrin and haemoglobin polymorphism in domestic breeds of the sheep and evaluation of the usefulness of these markers for parentage control

S u m m a r y

The aim of the study was to determine blood group, transferrin and haemoglobin polymorphism in 7 breeds of the sheep raised in Poland, and to evaluate the usefulness of these genetic markers for parentage control. We studied data on the polymorphism of erythrocyte antigens in 7 blood group systems (A, B, C, D, M, R, SI), transferrin polymorphism (TF) and haemoglobin polymorphism (HBB) in 2962 sheep representing 7 breeds: Blackheaded (251 animals), Polish Merino (390), Olkuska sheep (108), Polish Longwool sheep (866), Polish Mountain sheep (368), Polish Lowland sheep (756) and Wrzosówka (223). The frequency of particular alleles in each blood group system was used to calculate the degree of heterozygosity (h_k), the polymorphic information content (PIC) and the probability of parentage exclusion (PE) including the possibility

of analysing both parents. The mean degree of heterozygosity (H) and combined probability of exclusion (PE_c) were calculated based on all 9 loci. The mean degree of heterozygosity (H), calculated based on 9 loci, showed that the greatest differences occurred in the Wrzosówka population (H=0.4935) and the smallest differences in the Blackheaded population (H=0.4375). The calculated H values were slightly lower than those found in earlier studies on the genetic structure of this breed. The calculated PE_c value, which ranged from 0.9590 in Blackheaded to 0.9830 in Polish Mountain sheep, shows that the analysed genetic markers are highly useful for parentage verification in the main breeds of sheep raised in Poland.