

FENOGRUPY UKŁADU GRUPOWEGO KRWI C U BYDŁA RAS: CZERWONO-BIAŁEJ, HOLSZTYŃSKO-FRYZYJSKIEJ I CHAROLAISE

Tadeusz Rychlik, Marian Duniec

Instytut Zootechniki — Państwowy Instytut Badawczy, Dział Immuno- i Cytogenetyki Zwierząt,
32-083 Balice k. Krakowa

Na podstawie analizy przekazywania cech antygenowych przez rodziców na potomstwo w układzie grupowym krwi C u bydła ustalono fenogrupy u 3 ras: czerwono-białej (684 szt.), holsztyńsko-fryzyjskiej (646 szt.) i Charolaise (524 szt.). Obliczono częstość ich występowania, stopień homozygotyczności i efektywną liczbę alleli w locus-Na. Najwięcej C-fenogrup stwierdzono u bydła rasy Charolaise, a najmniej u rasy czerwono-białej. Największą zmienność w tym układzie zaobserwowano u rasy Charolaise, gdzie wartość stopnia homozygotyczności i Na wynosiły odpowiednio 4,17 i 23,98, a najmniejszą u rasy czerwono-białej (stopień homozygotyczności — 9,80, Na — 10,20). Uzyskane wyniki porównano z wcześniejszymi badaniami prowadzonymi nad tym układem grupowym krwi u bydła czarno-białego, polskiego czerwonego i simentalskiego.

Wieloletnie badania wykazały, że grupy krwi u bydła charakteryzują się bardzo dużym zróżnicowaniem pod względem serologicznym. Dotychczas u tego gatunku poznano ponad 100 antygenów erytrocytarnych, które ze względu na ich dziedziczenie należą do 12 układów grupowych krwi: A, B, C, F, J, L, M, S, Z, N', R', T' (Thomsen i in., 2002; ISAG Comparison Test Cattle, 2003/2004). Cechy jednego układu dziedziczą się niezależnie od cech pozostałych układów. Do najbardziej polimorficznych należą układy B i C, w których znanych jest kilkadziesiąt antygenów krwinkowych. Należy wspomnieć, że ciągle wykrywa się dalsze nieznanne wcześniej antygeny oraz relacje genetyczne i serologiczne między nimi (Rohrbacher i Zetner, 1971; Schleger, 1972; Larsen i in., 1974; Braend, 1975; Grosclaude i in., 1981; Larsen, 1981; Kanemaki i Morita, 1984; Morita i Kanemaki, 1987; Georges i in., 1990; Duniec i in., 1989, 1998, 2000, 2001, 2002 a). W układzie grupowym krwi C u bydła znanych jest obecnie 15 antygenów krwinkowych: C1, C2, E, R1, R2, W1, W2, X1, X2, Xo, C', L', X', C''1 i C''2 (ISAG Comparison Test Cattle, 2003/2004). Cechy te, podobnie jak w układzie grupowym krwi B, przekazywane są od rodziców potomstwu, w kompleksach zwanych fenogrupami.

W Polsce dotychczas fenogrupy układu grupowego krwi C ustalono dla bydła rasy czarno-białej (Duniec i in., 1989), polskiej czerwonej (Rychlik i in., 1999)

i simentalskiej (Duniec i in., 2002 b). Poznanie C-fenogrup w kolejnych rasach pozwoliłoby w większym stopniu wykorzystać ten układ do immunogenetycznych badań u bydła.

Celem niniejszej pracy była identyfikacja C-fenogrup w kolejnych 3 rasach bydła hodowanego w Polsce, tj. czerwono-białego, holsztyńsko-fryzyjskiego i Charolaise, obliczenie częstości występowania poszczególnych fenogrup, określenie zmienności, jaka występuje w tym układzie w badanych rasach, a także porównanie uzyskanych wyników z wynikami wcześniejszych badań nad tym układem u bydła czarno-białego, polskiego czerwonego i simentalskiego.

Material i metody

Do badań wykorzystano wyniki testów hemolitycznych próbek krwi pobranych od jałówek i buhajków oraz ich rodziców w latach 2000–2005 z terenu całej Polski w celu przeprowadzenia kontroli pochodzenia.

Cechy antygenowe układu grupowego krwi C oznaczono za pomocą testu hemolitycznego. Próbkę krwi testowano surowicami identyfikującymi następujące antygeny układu grupowego krwi C: C1, C2, E, R1, R2, W, X1, X2, C', L', X', C''. Wszystkie próbki były również testowane eksperymentalną surowicą anty-PLB-9. Użyte surowice testowe, uzyskane w Dziale Immuno- i Cytogenetyki Zwierząt IZ, poddane były standaryzacji w międzynarodowych testach porównawczych, organizowanych przez Międzynarodowe Towarzystwo Genetyki Zwierząt — ISAG (International Society for Animal Genetics).

Wyniki testów potomstwa oraz ich rodziców stanowiły materiał do analiz, którym poddano 1854 szt. bydła, w tym 684 rasy czerwono-białej, 646 holsztyńsko-fryzyjskiej oraz 524 rasy Charolaise. Analizując fenotypy potomstwa oraz fenotypy i genotypy rodziców, a w niektórych przypadkach również dziadków, określono genotypy poszczególnych zwierząt w układzie grupowym krwi C.

W oparciu o ustalone genotypy obliczono częstość występowania C-fenogrup. Z uwagi na to, że niektórym zwierzętom nie można było określić genotypu, do obliczeń częstości fenogrup stosowano również metodę alokacji, opisaną m. in. przez Ceppelliniego i in. (1955). Określono w procentach częstość występowania poszczególnych cech antygenowych. W analizowanym układzie, dla poszczególnych ras bydła, obliczono również stopień homozygotyczności, który wyrażono jako sumę kwadratów częstości wszystkich C-fenogrup oraz efektywną liczbę alleli w locus-Na (Kimura i Crow, 1964).

Wyniki

Analiza wyników testów hemolitycznych określających skład antygenowy krwi buhajów ojców, ich rodziców oraz badanego potomstwa pozwoliła na ustalenie obu posiadanych fenogrup u większości rozpatrywanych zwierząt. W badanym materia-

le wystąpiły 44 C-fenogrupy w rasie czerwono-białej, 62 w holsztyńsko-fryzyjskiej i 75 w Charolaise. Pomocna w określaniu fenogrup okazała się uzyskana w 1989 r. eksperymentalna surowica anti-PLB-9. Dysponując wynikami reakcji surowic anti-C1, C2, C'' i PLB-9 można określić wszystkim badanym osobnikom genotyp w odniesieniu do antygenów C1, C2 i C''.

Tabela 1. Rodzaje reakcji surowicy anti: C1, C2, C'' i PLB-9
Table 1. Reaction patterns of anti: C1, C2, C'' and PLB-9 serum

Genotyp zwierzęcia Genotype of animal	Reakcje z — Reaction with			
	anti-C1 anti-C1	anti-C2 anti-C2	anti-C'' anti-C''	anti-PLB-9 anti-PLB-9
C1/C1	+	+	-	-
C1/C2 PLB-9	+	+	-	+
C1/C''	+	+	+	-
C2 PLB-9/C2 PLB-9	-	+	-	+
C2 PLB-9/C''	-	+	+	+
C''/C''	-	-	+	-

Tabela 2. Częstość występowania cech antygenowych w układzie grupowym krwi C u bydła badanych ras

Table 2. Antigen frequencies in the C blood group system in cattle of the investigated breeds

Cecha antygenowa Antigen	Czerwono-biała Red-and-White n = 684	Holsztyńsko-fryzyjska Holstein-Friesian n = 646	Charolaise Charolais n = 524	Czarno-biała* Black-and-White n = 12551	Polska czerwona** Polish Red n = 2322	Simental*** Simmental n = 1318
C1	0,3479	0,4056	0,3206	0,5847	0,4643	0,3498
C2	0,5409	0,4752	0,6679	0,6553	0,6874	0,3612
PLB-9	0,1930	0,0696	0,3969	0,0706	0,2231	0,0114
E	0,5672	0,5294	0,3893	0,5246	0,6503	0,7033
R1	0,0204	0,0278	0,0496	0,1276	0,0913	0,1070
R2	0,4386	0,2786	0,5992	0,3586	0,5624	0,6199
W	0,4824	0,4102	0,8397	0,7875	0,6951	0,9476
X1	0,1520	0,0913	0,1183	0,1682	0,1184	0,1229
X2	0,5482	0,7492	0,4847	0,7705	0,4134	0,2807
C'	0,1316	0,0836	0,3282	0,1076	0,3699	0,0280
L'	0,2251	0,2539	0,2175	0,0463	0,0913	0,4848
C''	0,7353	0,9226	0,7977	0,7482	0,8320	0,8581

* cb — Duniec i in. (1989),

** pc — Rychlik i in. (1999),

*** sim — Duniec i in. (2002 b).

Reakcje surowic anti-C1, C2, C'' i PLB-9 z osobnikami o różnych możliwych genotypach podano w tabeli 1. Wykaz oznaczonych cech antygenowych oraz ich częstość występowania podano w tabeli 2. Ustalono w rozpatrywanych rasach

fenogrupy układu C, ich częstość występowania, stopień homozygotyczności oraz efektywną liczbę alleli w locus-Na przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Częstość występowania fenogrup w układzie grupowym krwi C u bydła badanych ras
Table 3. Phenogroup frequencies in the C blood group system in cattle of the investigated breeds

Lp. No.	Cecha antygenowa Antigen	Czerwono-biała Red-and-White n = 684	Holsztyńsko-fryzyjska Holstein-Friesian n = 646	Charolaise Charolais n = 524	Czarno-biała* Black-and-White n = 12551	Polska czerwona** Polish Red n = 2322	Simental*** Simmental n = 1318
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	C1	0,0030	0,0248	-	0,0202	0,0109	-
2.	C1E	0,0789	0,1354	0,0573	0,1761	0,0487	0,0379
3.	C1ER1W	-	-	0,0019	0,0011	0,0020	-
4.	C1ER1WX2	-	-	0,0038	-	-	0,0015
5.	C1ER1WX2L'	-	-	-	-	-	0,0011
6.	C1ER2	0,0030	0,0147	0,0057	0,0099	0,0543	0,0106
7.	C1ER2W	0,0102	0,0023	0,0038	0,0011	0,0017	-
8.	C1ER2WX2	-	0,0008	0,0019	-	-	0,0027
9.	C1ER2WL'	-	-	0,0038	-	-	0,0053
10.	C1ER2X1	0,0102	-	0,0019	0,0008	0,0061	-
11.	C1ER2X1L'	-	-	0,0057	0,0008	-	-
12.	C1ER2L'	0,0030	-	0,0038	-	0,0020	0,0273
13.	C1EW	0,0190	0,0224	0,0477	0,0621	0,0454	0,0391
14.	C1EWX1	-	-	0,0115	-	-	-
15.	C1EWX2	-	0,0031	0,0019	0,0026	-	0,0129
16.	C1EWL'	-	0,0008	-	-	0,0026	0,0060
17.	C1EX1	-	0,0015	-	0,0008	-	0,0022
18.	C1EX2	0,0044	0,0008	-	0,0030	0,0035	-
19.	C1EX2L'	-	-	-	0,0008	0,0065	-
20.	C1EL'	0,0044	-	-	0,0008	0,0120	0,0152
21.	C1R2	-	0,0039	-	0,0050	0,0115	-
22.	C1R2W	-	0,0015	0,0019	0,0053	-	0,0015
23.	C1R2WX1	0,0030	-	-	0,0008	0,0072	0,0011
24.	C1R2WX2	-	-	-	-	-	0,0060
25.	C1R2WC'	-	-	-	-	0,0011	0,0015
26.	C1R2X1	0,0117	-	0,0057	0,0038	0,0093	-
27.	C1R2X2	-	0,0008	-	0,0019	0,0015	-
28.	C1R2L'	-	-	0,0019	0,0008	-	0,0042
29.	C1W	-	0,0070	0,0038	0,0008	0,0063	-
30.	C1WX1	-	-	0,0267	0,0050	-	-
31.	C1WX1L'	-	0,0015	0,0038	-	-	-
32.	C1WX2	0,0117	0,0093	0,0038	0,1601	0,0024	0,0030
33.	C1WC'	-	-	-	0,0008	-	-
34.	C1X1	-	0,0085	0,0019	0,0141	0,0043	-
35.	C1X2	-	0,0023	-	0,0030	0,0093	-
36.	C1C'	-	-	-	0,0008	0,0180	-
37.	C1L'	0,0058	0,0085	-	0,0019	-	-
38.	C2EPLB-9	0,0058	0,0008	0,0019	0,0015	0,0109	0,0296
39.	C2ER1PLB-9	-	0,0077	-	-	-	-

c.d. tab. 3 — Table 3 contd.

1	2	3	4	5	6	7	8
40.	C2ER1WPLB-9	-	0,0031	-	-	-	0,0011
41.	C2ER1WX1PLB-9	-	-	-	-	-	0,0015
42.	C2ER1WX2L'PLB-9	-	-	0,0019	-	-	0,0064
43.	C2ER1X2PLB-9	0,0015	-	-	-	0,0017	-
44.	C2ER2PLB-9	0,0058	0,0015	0,0057	0,0069	0,0030	0,0152
45.	C2ER2WPLB-9	-	-	-	0,0008	0,0022	0,0061
46.	C2ER2WX1PLB-9	0,0044	-	-	-	0,0017	0,0072
47.	C2ER2WX2PLB-9	-	-	-	-	-	0,0027
48.	C2ER2WX2L'PLB-9	-	-	0,0057	-	-	0,0152
49.	C2ER2X1PLB-9	0,0175	-	-	0,0019	0,0193	-
50.	C2EWPLB-9	-	-	0,0019	0,0015	0,0015	0,0661
51.	C2EWX1PLB-9	-	-	-	0,0008	0,0030	0,0019
52.	C2EWX2PLB-9	-	-	0,0115	0,0011	0,0020	0,0171
53.	C2EWL'PLB-9	-	-	0,0038	-	-	0,0015
54.	C2EX1PLB-9	0,0030	-	0,0019	-	0,0015	0,0138
55.	C2EX2PLB-9	-	-	0,0038	-	-	0,0098
56.	C2EX2L'PLB-9	-	-	-	-	-	0,0022
57.	C2EL'PLB-9	-	-	-	-	-	0,0022
58.	C2R1PLB-9	-	0,0008	0,0057	-	-	-
59.	C2R2PLB-9	-	0,0008	0,0019	0,0011	-	-
60.	C2R2WPLB-9	-	0,0008	0,0076	0,0008	0,0011	0,0072
61.	C2R2WX2PLB-9	0,0030	0,0046	0,0038	0,0061	0,0011	-
62.	C2R2WC'PLB-9	0,0497	0,0147	0,1011	0,0461	0,0693	0,0011
63.	C2R2X1PLB-9	0,0058	-	-	-	-	-
64.	C2R2X2L'PLB-9	-	-	0,0019	-	-	0,0019
65.	C2R2C'PLB-9	-	-	0,0076	0,0008	-	-
66.	C2WPLB-9	-	-	0,0019	-	0,0057	0,0042
67.	C2WX2PLB-9	-	0,0023	0,0134	0,0008	-	0,0019
68.	C2WC'PLB-9	-	-	0,0115	0,0008	-	0,0022
69.	C2WL'PLB-9	-	-	0,0038	-	-	-
70.	C2X2PLB-9	-	0,0023	-	-	-	-
71.	C2C'PLB-9	-	-	0,0458	-	-	-
72.	C2C'L'PLB-9	-	-	0,0057	-	-	-
73.	ER2WL'C''	-	0,0008	-	-	-	0,0040
74.	ER2WC''	0,0015	0,0015	0,0019	-	0,0015	0,0019
75.	ER2X2L'C''	-	-	0,0076	0,0011	0,0013	-
76.	ER2X2C''	-	0,0008	0,0305	-	-	-
77.	ER2C''	-	0,0031	0,0076	0,0019	0,0033	-
78.	EWX2C''	0,0131	0,0023	0,0134	0,0091	0,0076	-
79.	EWL'C''	-	-	0,0038	-	0,0013	0,0098
80.	EWC''	0,0146	0,0178	0,0019	0,0152	0,0806	0,0140
81.	EX2C''	-	0,0023	-	-	-	-
82.	EC'C''	-	-	-	-	0,0022	-
83.	EL'C''	-	0,0008	-	0,0008	-	-
84.	EC''	0,0833	0,1169	0,0057	0,0351	0,0698	0,0049
85.	R1WC''	0,0030	0,0046	0,0095	0,0591	0,0263	0,0042
86.	R1WX1C''	-	-	-	-	-	0,0277
87.	R1WX2C''	0,0058	0,0015	0,0019	0,0019	0,0141	-
88.	R1WC'C''	-	0,0008	-	0,0008	0,0013	-

c.d. tab. 3 — Table 3 contd.

1	2	3	4	5	6	7	8
89.	R1WL'C''	-	-	0,0134	-	-	0,0011
90.	R2WX2L'C''	-	-	0,0019	-	-	0,0015
91.	R2WX2C''	0,0467	0,0023	0,0229	0,0130	0,0365	0,0152
92.	R2WC'C''	-	0,0023	-	0,0008	-	0,0011
93.	R2WL'C''	-	-	0,0153	0,0008	-	0,1047
94.	R2WC''	0,0161	0,0046	0,0382	0,0198	0,0120	0,0603
95.	R2X1C''	-	0,0015	0,0038	0,0015	-	-
96.	R2X2L'C''	-	0,0015	0,0038	0,0008	-	-
97.	R2X2C''	0,0365	0,0186	-	0,0198	0,0767	0,0262
98.	R2C'C''	0,0015	0,0232	0,0115	0,0008	0,0035	-
99.	R2L'C''	-	-	0,0019	0,0008	-	0,0098
100.	R2C''	0,0292	0,0248	0,0382	0,0171	0,0022	0,0098
101.	WX1L'C''	-	-	-	-	0,0030	-
102.	WX2L'C''	-	0,0015	0,0172	-	-	-
103.	WX1C''	-	0,0031	0,0076	0,0011	-	-
104.	WX2C''	0,0219	0,0712	0,0630	0,0088	0,0361	0,0079
105.	WC'C''	0,0030	-	0,0115	0,0053	0,0043	0,0030
106.	WL'C''	0,0030	0,0008	0,0057	0,0008	0,0015	0,0091
107.	WC''	0,0146	0,0356	0,0859	0,0206	0,0458	0,1813
108.	X1L'C''	-	0,0031	0,0038	0,0011	-	-
109.	X1C''	0,0205	0,0279	0,0038	0,0579	0,0035	-
110.	X2L'C''	0,0730	0,1300	-	0,0076	-	0,0095
111.	X2C''	0,2543	0,1649	0,0267	0,0930	0,0432	0,0079
112.	C'C''	0,0030	0,0023	0,0153	0,0008	0,0915	0,0040
113.	C'L'C''	0,0088	-	-	0,0008	0,0009	-
114.	L'C''	0,0146	0,0070	0,0153	0,0030	0,0135	0,0140
115.	C''	0,0672	0,0310	0,0592	0,0423	0,0259	0,0706
Stopień							
homozygotyczności							
Degree of homozygosity		9,80	8,81	4,17	8,43	4,81	6,61
Liczba alleli							
Number of alleles		44	62	75	74	63	66
Efektywna liczba							
C-alleli							
Effective number of C-alleles		10,20	11,35	23,98	11,87	20,78	15,13

Objaśnienia — patrz tab. 2.

For abbreviations — see Table 2.

Omówienie wyników

Identyfikacja poszczególnych fenogrup układu grupowego krwi C u badanych zwierząt stała się możliwa dzięki uzyskaniu i wprowadzeniu do badań kontroli pochodzenia bydła surowic testowych, identyfikujących prawie wszystkie dotychczas znane na świecie antygeny krwinkowe tego układu. Za pomocą posiadanych

przez Dział Immuno- i Cytogenetyki Zwierząt IZ własnych reagentów testowych u badanych ras bydła w układzie grupowym krwi C zidentyfikowano 12 antygenów: C1, C2, E, R1, R2, W, X1, X2, C', L', C'' i PLB-9. Szczególnie cenna w określeniu genotypów układu C okazała się wprowadzona w 1973 r. surowica identyfikująca antygen C'' (Duniec i in., 1973), a także uzyskana w 1989 r. surowica anti-PLB-9, wykrywająca antygen oznaczony wstępnie jako PLB-9, który wykazuje nieliniarną zależność z antygenami C1 i C2 (Duniec i in., 1989).

Analizując przekazywanie cech antygenowych ustalono C-fenogrupy, których liczba w poszczególnych rasach była różna i wynosiła: 44 u bydła rasy czerwono-białej, 62 u holsztyńsko-fryzyskiej i 75 u Charolaise. We wcześniejszych badaniach dotyczących innych ras bydła zidentyfikowano: 74 fenogrupy u bydła rasy czarno-białej (Duniec i in., 1989), 63 u polskiej czerwonej (Rychlik i in., 1999) i 66 u simentalskiej (Duniec i in., 2002 b). Fenogrupą najczęściej występującą u bydła czerwono-białego i holsztyńsko-fryzyskiego była X2C'' — odpowiednio 0,2543 i 0,1649, a w rasie Charolaise — C2R2WC' (0,1011). W porównaniu z wcześniejszymi badaniami najczęstszymi fenogrupami były: C1E w rasie czarno-białej, EX2C'' — w rasie polskiej czerwonej oraz WC'' — w rasie simentalskiej.

Analizując zebrany materiał stwierdzono również fenogrupy, które występują tylko w określonej rasie. Taką fenogrupą w rasie czerwono-białej jest C2R2X1, w rasie holsztyńsko-fryzyskiej są to: C2ER1, C2X2, ER2WL'C'' i EX2C'' oraz w rasie Charolaise: C1WX1, C2WL', C2C', C2C'L'. W pozostałych przedstawionych w pracy rasach fenogrupa C1WC' występuje tylko w rasie czarno-białej, WX1L'C'' — w rasie polskiej czerwonej, a w simentalskiej stwierdzono aż 6 fenogrup (C1ER1WX2L', C1R2WX2, C2ER2WX2, C2EX2L', C2EL', R1WX1C''), które są charakterystyczne dla danej rasy.

Dotychczas nie spotkano informacji o fenogrupie, w której antygen C'' występowałby razem z antygenem C1 lub C2. W trakcie prezentowanych badań również nie natrafiono na taką fenogrupę. Obserwacje te potwierdzają wcześniejszą hipotezę o allelicznym charakterze dziedziczenia jednostek genetycznych determinujących cechy C1, C2 i C''. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono również fenogrupy bez żadnego z trzech antygenów: C1, C2 lub C'', co jest potwierdzeniem wcześniejszej hipotezy o układzie C jako układzie zamkniętym (Duniec i in., 1973).

Uzyskane wyniki potwierdzają także inną, postawioną przez Guerina i in. (1981) hipotezę, że genetyczne jednostki determinujące antygeny X1, X2 i C' są alleliczne, gdyż nie wystąpiły one razem w żadnej ze zidentyfikowanych fenogrup.

Antygeny erytrocytarne krwi u bydła, ze względu na swój duży polimorfizm oraz fakt, że nie zmieniają się w życiu osobniczym, są efektywnymi znacznikami szeroko stosowanymi do genetycznej charakterystyki ras i odmian (Trela i in., 1982; Gonzalez i in., 1987; Ertugrul i Alpan, 1990; Mortari, 1990; Rychlik i in., 1999; Duniec i in., 2002 b), jak również do oceny zmian zachodzących w zmienności genetycznej doskonalonych populacji bydła w określonym czasie (Trela, 1977; Rychlik, 1986; Kantanen i in., 1999). Najbardziej wykorzystywanym dotychczas do tego typu badań był układ grupowy krwi B, gdzie u bydła ras: czarno-białej,

czerwono-białej, polskiej czerwonej i simentalskiej wykazano ogółem ponad 200 fenogrup (Duniec i in., 2002 a).

Wyliczony w prezentowanej pracy na podstawie częstości występowania poszczególnych C-fenogrup stopień homozygotyczności oraz efektywna liczba C-alleli wskazują, że największą zmiennością w analizowanym układzie grupowym krwi odznaczało się bydło rasy Charolaise, u którego wartość tych wskaźników wynosiła odpowiednio 4,17 i 23,98, a najmniejszą było czerwono-białe (9,80 i 10,20). Przedstawione wartości oraz ogólna liczba C-fenogrup, która dla badanych i porównywanych ras wynosiła 115, świadczą o dużym polimorfizmie badanego układu. Jest on zatem, obok układu grupowego krwi B, najbardziej przydatny zarówno do badań bioróżnorodności różnych populacji bydła, jak i oceny zachodzących w nich zmian.

Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań można stwierdzić, że rozpoznanie fenogrup układu grupowego krwi C u podstawowych ras bydła hodowanych w Polsce będzie miało, oprócz aspektu poznawczego, również znaczenie praktyczne. Określenie C-fenogrup znacznie ułatwi ustalanie genotypów grup krwi u osobników poddanych weryfikacji pochodzenia, co zwiększy szanse wykrycia osobników z błędnym rodowodem.

Piśmiennictwo

- Braend M. (1975). Blood group structure of Norwegian Red Cattle (NRF). *Acta Agric. Scand.*, 25: p. 103.
- Ceppellini R., Siniscalca M., Smith C.A.B. (1955). The estimation of gene frequencies in a random mating population. *Ann. Human Genet.*, 20: p. 97.
- Duniec M., Stawarz K., Buys C., Bouw J. (1973). A closed system within blood group locus C of cattle. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, 4: p.185.
- Duniec M., Duniec M.J., Kościelny M. (1989). Fenogrupy układu grupowego krwi C u bydła czarno-białego w Polsce. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 16, 2: 9–15.
- Duniec M.J., Duniec M., Kościelny M. (1998). Additional polymorphism in A blood group system of cattle. *Anim. Genet.*, 29, Supl., 1: 10–23.
- Duniec M., Rychlik T., Duniec M.J., Kościelny M. (2000). PLB-8 — a newly detected antigen of the A blood group system in cattle. *Rocz. Nauk. Zoot. — Ann. Anim. Sci.*, 27, 4: 21–28.
- Duniec M., Rychlik T., Duniec M.J., Kościelny M. (2001). Genetic and serologic relations between antigens of the A blood group system in cattle. *Ann. Anim. Sci.*, 1: 7–12.
- Duniec M.J., Duniec M., Rychlik T., Kościelny M. (2002 a). The bovine B blood group system is a closed system. *Ann. Anim. Sci.*, 2, 1: 53–62.
- Duniec M., Rychlik T., Duniec M.J., Kościelny M. (2002 b). Blood group polymorphism in Simmental cattle raised in Poland. *Ann. Anim. Sci.*, 2, 1: 41–51.
- Ertugrul O., Alpan O. (1990). Blood group polymorphism in Turkish native cattle breeds. *Proc. XXII Int. Conf. Anim. Genet.*, Michigan: p. 17.
- Georges M., Lathrop M., Bouquet Y., Hilbert P., Marcotte A., Schwers A., Rupain J., Vassart G., Hanset R. (1990). Linkage relationships among 20 genetics markers in cattle. Evidence for linkage between two pairs of blood group systems: B — Z and S — F/V respectively. *Anim. Genet.*, 21: 95–105.
- Gonzalez P., Tunon M.J., Vallejo M. (1987). Genetic relationships between seven Spanish native breeds of cattle. *Anim. Genet.*, 18, 3: 249–256.

- Grosclaude F., Alaux M.T., Houlier G., Guerin G. (1981). The C system of cattle blood groups. 1. Additional factors in the system. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, 7: 14.
- Guerin G., Grosclaude F., Houlier G. (1981). The C system of cattle blood groups. 2. Partial genetic map of the system. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, 12: p. 15.
- ISAG Comparison Test Cattle (2003/2004). Institut für Tierzucht und Genetic Veterinärmedizinische Universität Wien.
- Kanemaki M., Morita M. (1984). New subtype and phenogroup in cattle S blood group system. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, 16, Supl., 1: p. 18.
- Kantanen J., Olsaker I., Adalsteinsson S., Sandberg K., Eythorsdottir E., Pirhonen K., Holm L.E. (1999). Temporal changes in genetic variation of North European cattle breeds. *Anim. Genet.*, 30: 16–27.
- Kimura M., Crow J.F. (1964). The number of alleles that can be maintained in a finite population. *Genetics*, 49: 725–738.
- Larsen B. (1981). Studies on the C blood group system in three Danish cattle breeds. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, 12: p. 133.
- Larsen B., Gruchy C.L., Moustgaard J. (1974). Studies on blood groups and polymorphic protein system in Jersey cattle on the Isle of Jersey. *Acta Agric. Scand.*, 24: p. 99.
- Morita M., Kanemaki M. (1987). New subtype antigens in the B blood group system in cattle. *Anim. Genet.*, 18, Supl., 1: p. 25.
- Mortari N. (1990). Blood types in Gyr cattle raised in Brazil. *Proc. XXII Int. Conf. Anim. Genet.*, Michigan; pp. 9–10.
- Rohrbacher H., Zetner K. (1971). Blutgruppen und biochemischer Polymorphismus in Österreichischen Rinderrassen. *Z. Tierzucht. Züchtungsbiol.*, 88: s. 279.
- Rychlik T. (1986). Grupy krwi jako markery zmian struktury genetycznej w populacji bydła. *Rocz. Nauk. Zoot.*, Monogr. Rozpr., 24: 85–101.
- Rychlik T., Duniec M.J., Duniec M., Kościelny M. (1999). Characteristics of the genetic structure of Polish Red cattle based on blood group studies. *Rocz. Nauk. Zoot. — Ann. Anim. Sci.*, 26, 4: 11–22.
- Schlegler W. (1972). C alleles in Austrian cattle. *Proc. 12th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorph.*, Budapest; p. 145.
- Thomsen H., Reinsch N., Xu N., Looft C., Gruppe S., Kühn C., Brockmann G.A., Schwerin M., Leyhe-Horn B., Hiendleder S., Erhardt G., Medjugorac I., Russ I., Förster M., Brenig B., Reinhardt F., Reents R., Blümel J., Averdunk G., Kalm E. (2002). Mapping of the bovine blood group systems J, N', R' and Z show evidence for oligo-genetic inheritance. *Anim. Genet.*, 33, 2: 107–117.
- Trela J. (1977). Zmiany genetyczne u bydła rasy nizicznej czarno-białej w okresie 10 lat, oceniane na podstawie wyników badań grup krwi. *Rozpr. hab.*, Wyd. własne IZ.
- Trela J., Rychlik T., Kraszewska D. (1982). Blutgruppen bei schwarzbunter Rinderrasse in Polen. 33 Jahrestagung der Europäischen Vereinigung für Tierzucht. Leningrad (1982), s. 11.

Zatwierdzono do druku 27 X 2006

TADEUSZ RYCHLIK, MARIAN DUNIEC

Phenogroups of the C blood group system in Red-and-White, Holstein-Friesian and Charolais cattle

SUMMARY

Based on analysis of antigenic transmission from parents to progeny in the C blood group system, phenogroups were determined in 3 breeds of cattle: Red-and-White (684 head), Holstein-Friesian (646

head) and Charolais (524 head). Frequency of phenogroups, degree of homozygosity and the effective number of alleles per locus (N_a) were calculated. The greatest and smallest numbers of C-phenogroups were found in Charolais and Red-and-White cattle, respectively. The greatest variation in this system was observed in Charolais (degree of homozygosity and N_a of 4.17 and 23.98, respectively), and the smallest variation occurred in the Red-and-White breed (9.80 and 10.20, respectively). These results were compared with the results of earlier studies conducted for this blood group system in Black-and-White, Polish Red and Simmental cattle.

Key words: cattle, blood groups, C system, phenogroups