

Wykorzystanie badań grup krwi do oceny zmienności genetycznej w polskich rasach zachowawczych bydła

Tadeusz Rychlik, Mariusz Kościelny

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

Właściwe gospodarowanie zasobami genetycznymi zwierząt gospodarskich nabiera obecnie zasadniczego znaczenia w produkcji zwierzęcej. Szacuje się, że około 30% tych zasobów w świecie jest poważnie zagrożonych z uwagi na intensywne doskonalenie niewielkiej liczby ras o wysokiej wydajności w odniesieniu do pojedynczych cech, co powoduje wypieranie ras przystosowanych do ekstensywnych warunków chowu i stresogennego środowiska (Hammond, 1997). Wymienione zjawiska spowodowały w ostatnich latach pojawienie się w wielu krajach i organizacjach międzynarodowych (np. FAO) troski o zachowanie pierwotnych ras regionalnych, jako rezerwy genetycznej m.in. takich cech, jak: zdrowotność, odporność, płodność (Ruane, 2000; Ingrassia i in., 2005).

Przyjęty w Interlaken w 2007 r. „Światowy Plan Działań na Rzecz Zasobów Genetycznych Zwierząt” zakłada, że jednym ze strategicznych obszarów są działania mające na celu sklasyfikowanie zasobów genetycznych zwierząt oraz ocenę trendów i zagrożeń, na które narażone są te zasoby (FAO, 2007).

Istotnym warunkiem utrzymania tych już nielicznych populacji jest opracowanie schematu pracy hodowlanej, opartego nie tylko na ocenie fenotypowej zmienności i dokumentacji hodowlanej, ale także na zmienności genetycznej. Tę ostatnią ocenia się w oparciu o polimorfizm grup i białek krwi lub na podstawie polimorfizmu wybranych sekwencji DNA (Tapiro i in., 2003; Słota i in., 2007).

Wieloletnie badania wykazały, że grupy

krwi u bydła charakteryzują się dużym zróżnicowaniem. Do chwili obecnej wykryto u tego gatunku około 100 czynników antygenowych determinowanych przez geny umieszczone w 12 parach chromosomów. Duża liczba antygenów przekazywanych w różnych kombinacjach, szczególnie w układach złożonych B i C oraz prosty sposób ich dziedziczenia dają duże możliwości wykorzystania ich w badaniach nad genetyczną charakterystyką różnych ras i odmian (Mortari, 1990; Barker i in., 1997; Rychlik i in., 1999, 2008; Rychlik i Kościelny, 2010), jak również w ocenie zmian zachodzących w strukturze genetycznej doskonalonych populacji bydła (Rychlik, 1986; Kantanen i in., 1999).

Szczególne znaczenie mają tego typu badania prowadzone u ras rodzimych, zagrożonych wyginięciem, gdyż są jednym z elementów zinwentaryzowania istniejących zasobów genetycznych zwierząt gospodarskich. Programem ochrony zasobów genetycznych bydła w Polsce objęte są obecnie cztery rasy: bydło polskie-czerwone – najstarsza rasa, której nieformalna ochrona została zapoczątkowana w 1973 r. (Trela i in., 2005), biało-grzbiete (program ochrony rozpoczęto w 2003 r.), polskie czerwono-białe (realizację programu rozpoczęto w 2007 r.) oraz polskie czarno-białe (od 2008 r.). Spośród tych czterech ras, od momentu objęcia ich programem ochrony zasobów genetycznych, charakterystykę struktury genetycznej w oparciu o grupy krwi przeprowadzono u bydła polskiego czerwonego (Trela i in., 1984; Rychlik i in., 1999),

czerwono-białego (Rychlik i in., 2008) oraz białogrzbiatego (Rychlik i Kościelny, 2010).

Oznaczanie grup krwi

Cechy antygenowe w 12 układach grupowych krwi (A, B, C, F, J, L, M, S, Z, N', R', T') oznaczono testem hemolitycznym przy użyciu 75 surowic testowych, uzyskanych w Dziale Immuno- i Cytogenetyki Zwierząt Instytutu Zootechniki PIB i sprawdzonych w międzynarodowych testach porównawczych, organizowanych przez Międzynarodowe Towarzystwo Genetyki Zwierząt – ISAG (International Society for Animal Genetics).

Genotypy badanych zwierząt ustalono na podstawie analizy składu antygenowego krwi potomstwa i rodziców. W oparciu o ustalone genotypy w układach grupowych A, B, C, S obliczono częstość występowania fenogrup. Podobnie obliczono częstość genów determinujących cechy antygenowe w układach F i R', w których na podstawie fenotypu można określić genotyp badanego osobnika. W układach J, L, M, Z, N' i T' z jednym allelem dominującym i jednym recesywnym częstość genów wyliczono według wzoru:

$$P = 1 - \sqrt{R}$$

gdzie:

P – częstość genu warunkującego daną cechę antygenową,

R – częstość osobników recesywnych.

W układach złożonych (A, B, C, S) obliczono stopień homozygotyczności, który wyrażono jako sumę kwadratów wszystkich fenogrup oraz efektywną liczbę alleli w locus (Kimura i Crow, 1964).

Ocenę stanu równowagi genetycznej dla badanych populacji bydła określono na podstawie obliczenia oczekiwanego i obserwowanego rozkładu genotypów w układach F i R'.

Bydło rasy polskiej czerwonej

Badaniami, przeprowadzonymi w latach 1995–1999, objęto 2322 sztuki bydła znajdujące się w oborach objętych kontrolą użyteczności

mlecznej i programem ochrony zasobów genetycznych.

W układzie grupowym krwi A zidentyfikowano 7 antygenów erytrocytarnych: A1, A2, H, Z', PLB-4, D, PLB-8. Tworzyły one 13 fenogrup, z których z najwyższą częstością występowała fenogrupa DPLB-8 (0,2915). W badaniach przeprowadzonych w latach 1977–1978 (Trela i in., 1984) w układzie tym wykazano 3 cechy antygenowe: A1 (0,3882), A2 (0,1452) i H (0,2422). Częstość wymienionych cech antygenowych w obecnych badaniach uległa zmianie i wynosiła dla A1 – 0,4173, dla A2 – 0,0672, a dla H – 0,3015. Obliczony w tym układzie stopień homozygotyczności wyniósł 18,4%, a efektywna liczba A-alleli 5,4.

W układzie B oznaczono najwięcej (44) cech antygenowych, które przekazywane były w różnych kombinacjach, tworząc 77 B-fenogrup. Najczęściej występującymi fenogrupami w tym układzie były: BO1I'2Q'' (0,1556), G2O4E'10'G''2I'2Q'' (0,1036), BO1Y1D'I'1Q'' (0,0918), I2Q'' (0,0620), Y2Y'Q'' (0,0580), BP'I'2Q'' (0,0502). W badaniach wykonanych wcześniej (Trela i in., 1984) zidentyfikowano 86 B-fenogrup, wśród których wyżej wymienione również należały do najczęstszych, można więc uznać, że są one charakterystyczne dla bydła rasy polskiej czerwonej. Wartość stopnia homozygotyczności w omawianym układzie wyniosła 6,4%, a efektywnej liczby alleli 15,7. Zmniejszenie się ilości wykazanych B-fenogrup w stosunku do badań z lat ubiegłych może wskazywać na obniżenie się zmienności w badanej populacji bydła polskiego czerwonego.

W układzie C stwierdzono 11 cech antygenowych (C1, C2, E, R1, R2, W, X1, X2, C', L', C''). W układzie tym ustalono 63 fenogrupy, z których z najwyższą częstością występowały: EWC'' (0,0806), R2X2C'' (0,0767), EC'' (0,0698), C2R2WC' (0,0693), C1ER2 (0,0543).

W układzie grupowym S ustalono 12 fenogrup, w skład których wchodziło 8 oznaczonych w tym układzie cech antygenowych: S, H', U1, U2, U'1, U'2, H'', U''. Najczęstszymi fenogrupami w tym układzie były: H' (0,3170), SH' (0,1381), U'1 (0,2601) oraz S' (0,2306).

W układach grupowych krwi F, J, L, M, Z, R' i T' obliczono częstość genów. W stosunku do badań struktury genetycznej bydła rasy polskiej czerwonej z lat osiemdziesiątych (Trela i in., 1984) nastąpiło zwiększenie częstości wy-

stępowania genów F i Z oraz zmniejszenie częstości genów V.

Bydło rasy czerwono-białej

Materiał do badań stanowiły 744 próbki krwi pobrane w latach 2001–2006 z terenów południowej i południowo-zachodniej części Polski od bydła rasy czerwono-białej, objętego wstępnym programem ochrony zasobów genetycznych.

W układzie grupowym krwi A u badanego bydła wystąpiło 6 antygenów erytrocytarnych: A1, A2, H, D, PLB-4 i PLB-8. Tworzyły one 11 fenogrup, z których z najwyższą częstością występowała fenogrupa DPLB-8 (0,4274). W badaniach przeprowadzonych w latach 1970–1974 (Trela, 1977) w układzie tym wykazano 4 cechy antygenowe: A1 (0,4309), A2 (0,0400), H (0,1532) i Z' (0,0038). Częstość wymienionych cech antygenowych w obecnych badaniach uległa zmianie i wynosiła dla A1 – 0,5887, dla A2 – 0,0161, a dla H – 0,1022. W badanej populacji nie stwierdzono cechy antygenowej Z'. Obliczony w tym układzie stopień homozygotyczności wyniósł 28,6%, a efektywna liczba alleli 3,5.

W układzie B oznaczono najwięcej – 39 cech antygenowych, które przekazywane były w różnych kombinacjach tworząc 72 B-fenogrupy. Najczęściej występującymi fenogrupami w tym układzie były: BO1Y2D'I'1Q'' (0,0643), BO3Y1A'1E'3G'I'2P'Q'G'1 (0,0511), 2Y2E'1Q' (0,1616) I E'3G''1Q'' (0,0887). We wcześniejszych badaniach Treli (1977) wymienione B-fenogrupy również należały do najczęstszych, można więc uznać, że są charakterystyczne dla bydła rasy czerwono-białej.

W porównaniu z cytowanymi badaniami (Trela, 1977) zwiększyła się częstość B-fenogrup BO3Y1A'1E'3G'I'2P'Q'G'1 i G2Y2E'1Q', natomiast z mniejszą częstością występowała fenogrupa E'3G''1Q''. Wartość stopnia homozygotyczności i efektywna liczba B-fenogrup wynosiła odpowiednio 6,0% i 16,6 i była podobna jak w badaniach Treli (1977) – 6,6% i 15,1. Znacznie zmniejszeniu uległa natomiast ogólna ilość B-fenogrup. W badaniach Treli (1977) stwierdzono ich 143, a w obecnych tylko 72. Podobną ilość B-fenogrup i wartość stopnia homozygotyczności, jak w obecnych badaniach bydła czerwono-białego, stwierdzono w rasie

polskiej-czerwonej (Rychlik i in., 1999).

W układzie C stwierdzono 12 cech antygenowych: C1, C2, E, R1, R2, W, X1, X2, C', L', C'', PLB-9. W układzie tym ustalono 44 fenogrupy, z których z najwyższą częstością występowały: X2C'' (0,2540), EC'' (0,0834), C1E (0,0793), C'' (0,0773), C'L'C'' (0,0733). Wartość stopnia homozygotyczności w tym układzie wyniosła 11,9%, a efektywna liczba alleli 8,4.

W układzie grupowym krwi S ustalono 6 fenogrup, w skład których wchodziło 7 oznaczonych w tym układzie cech antygenowych: S, U1, U2, H', U'1, U'2, H''. Najczęstszymi fenogrupami w tym układzie były: S' (0,4341), H' (0,3750), SH' (0,1203). Wartość stopnia homozygotyczności i efektywna liczba alleli wynosiły odpowiednio 34,5% i 2,9.

W układach grupowych krwi F, J, L, M, Z, N', R' i T' w stosunku do badań struktury genetycznej rasy czerwono-białej przeprowadzonych w latach siedemdziesiątych (Trela, 1977) nastąpiło zwiększenie częstości występowania genu L oraz zmniejszenie częstości genów M, Z i R'. Częstość występowania genów F i V była na podobnym poziomie jak w badaniach Treli (1977).

Bydło białogrzbiete

Materiał do badań stanowiły 92 próbki krwi pobrane w latach 2005–2009 z terenów północno-wschodniej Polski od bydła białogrzbiatego objętego programem ochrony zasobów genetycznych.

W układzie grupowym krwi A u badanego bydła wystąpiło 6 antygenów erytrocytarnych: A1, A2, H, D, PLB-4 i PLB-8. Tworzyły one 10 fenogrup, z których z najwyższą częstością występowała fenogrupa DPLB-8 (0,4783). Wysoką częstość fenogrupy DPLB-8 stwierdzono również we wcześniejszych badaniach dotyczących układu grupowego krwi A u bydła ras czarno-białej (Duniec i in., 2001), polskiej czerwonej (Rychlik i in., 1999) oraz czerwono-białej (Rychlik i in., 2008). W badanej populacji nie stwierdzono cechy antygenowej Z'. Obliczony w tym układzie stopień homozygotyczności wyniósł 28,8%, a efektywna liczba alleli 3,4.

W układzie B oznaczono najwięcej – 37 cech antygenowych, które przekazywane były

w różnych kombinacjach tworząc 29 B-fenogrup. Najczęściej występującymi fenogrupami w tym układzie były: I2Q'' (0,1849), G2Y2E'1Q' (0,1631) i E'3G''1Q'' (0,0978) i Q'' (0,0978). Wymienione B-fenogrupy należały również do najczęściej występujących u bydła czarno-białego w badaniach Duńca (Duniec i in., 2002), a także były charakterystyczne dla tej rasy we wcześniejszych badaniach (Rychlik, 1986). Obliczona dla badanej populacji bydła białogrzbietego wartość stopnia homozygotyczności i efektywna liczba alleli wynosiły 9,1% i 10,9. Wartość stopnia homozygotyczności była znacznie wyższa niż w ostatnio prowadzonych badaniach bydła polskiego czerwonego (Rychlik i in., 1999), gdzie wynosiła 6,4, a także wyższa niż u bydła czerwono-białego (Rychlik i in., 2008), gdzie wynosiła 6,0%. We wcześniejszych badaniach bydła czarno-białego (Rychlik, 1986) wartość stopnia homozygotyczności również była niższa i wynosiła około 8,5%. We wszystkich cytowanych badaniach z lat ubiegłych liczba B-fenogrup była o wiele wyższa niż u badanego bydła białogrzbietego. Dla bydła polskiego czerwonego wykazano 77 B-fenogrup (Rychlik i in., 1999), dla czerwono-białego 72 (Rychlik i in., 2008), a w ostatnich badaniach bydła czarno-białego wykazano 60 B-fenogrup (Duniec i in., 2002). Stosunkowo wysoki stopień homozygotyczności i niewielka liczba B-fenogrup u bydła białogrzbietego wskazują, że w omawianym układzie grupowym krwi zmienność genetyczna jest o wiele mniejsza niż w innych rasach objętych programem zachowania zasobów genetycznych.

W układzie C stwierdzono 12 cech antygenowych: C1, C2, E, R1, R2, W, X1, X2, C', L', C'', PLB-9, które tworzyły 27 fenogrup. Z najwyższą częstością występowały fenogrupy EC'' (0,2283), C1E (0,1359), C'' (0,1304), X2C'' (0,0761), R2X2C'' (0,0652) i C1WX2 (0,0544). Wysoką częstość występowania fenogrup C1E (0,176) oraz C1WX2 (0,160) wykazano również we wcześniejszych badaniach nad układem C u bydła czarno-białego (Duniec i in., 1981). Wartość stopnia homozygotyczności w tym układzie wyniosła 10,7%, a efektywna liczba alleli 9,3. Większą różnorodność w tym układzie stwierdzono u bydła polskiego czerwonego (Rychlik i in., 1999) oraz czerwono-białego (Rychlik i in., 2008), gdzie stopień homozygotycz-

ności i efektywna liczba C-fenogrup wyniosły odpowiednio 4,8% i 20,7 oraz 6,0% i 16,6. W rasach tych stwierdzono też znacznie większą liczbę fenogrup.

W układzie grupowym krwi S ustalono 9 fenogrup, w skład których wchodziło 8 oznaczonych w tym układzie cech antygenowych: S, U1, U2, H', U'1, U'2, H'', U'', a najczęstszymi fenogrupami w tym układzie były: H' (0,3587), SH' (0,3261) i S' (0,1522). Wartość stopnia homozygotyczności i efektywna liczba alleli wyniosły odpowiednio 26,8% i 3,7. W badaniach nad dziedziczeniem cech antygenowych u bydła w układzie grupowym krwi S (Rychlik i Duniec, 2005) wykazano, że stopień homozygotyczności wyniósł u bydła czarno-białego 20,4%, u rasy czerwono-białej 34,5%, a u polskiej czerwonej 24,7%, a więc poza rasą czerwono-białą był mniejszy niż w badanej populacji bydła białogrzbietego. Również ilość fenogrup w tym układzie u bydła białogrzbietego była mniejsza niż w rasach czarno-białej i polskiej czerwonej.

W układach grupowych krwi F, J, L, M, Z, N', R' i T', podobnie jak we wcześniejszych badaniach u bydła czarno-białego (Rychlik, 1986), zaobserwowano przewagę w częstości występowania genów j, l, z, m, n, t' nad J, L, M, Z, N', T' oraz wyższą częstość genu F od V i S' od R'.

Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonych badań dostarczyły szerokiej informacji o występującym polimorfizmie antygenów erytrocytarnych w 12 układach grupowych krwi w 3 rasach bydła (białogrzbietej, polskiej czerwono-białej, polskiej czerwonej), które są objęte programem ochrony zasobów genetycznych. Porównanie częstości występowania niektórych cech antygenowych, ilości i częstości B-fenogrup oraz wartości stopnia homozygotyczności z wielkością tych wskaźników obliczaną dla bydła polskiego czerwonego i czerwono-białego w latach ubiegłych, ujawniło zmniejszenie się heterozygotyczności w tych rasach bydła. Spośród badanych ras najmniejszą ilość fenogrup oraz najwyższe wartości stopnia homozygotyczności stwierdzono u bydła białogrzbietego, co świadczy, że jest ono najmniej zróżnicowane w odnie-

sieniu do analizowanych polimorficznych układów. Przeprowadzona w układach F i R' analiza równowagi genetycznej ujawniła brak zgodności między obserwowaną i oczekiwaną liczbą genotypów, co wskazuje na zachwianie równowagi ge-

netycznej w badanych rasach bydła. Wystąpienie pewnej zmienności genetycznej jest konieczne do uzyskania postępu hodowlanego, istnieje zatem potrzeba kontroli zmian, jakie zachodzą w strukturze genetycznej doskonałej populacji.

Tabela 1. Niektóre wskaźniki charakteryzujące strukturę genetyczną badanych ras bydła
Table 1. Some indicators of the genetic structure of the analysed cattle breeds

Układ System	Rasa bydła – Breed of cattle					
	białogrzbieta White-backed		polska czerwono-biała Polish Red-and-White		polska czerwona Polish Red	
	fenogrupy częstość >5% phenogroups frequency 5%	częstość fre- quency	fenogrupy phenogroups	częstość fre- quency	fenogrupy phenogroups	częstość fre- quency
EAA	A1	0,1522	A1	0,2473	A1	0,1197
	A1H	0,0761	DDPLB-8	0,4274	A1H	0,0798
	A2DPLB-4	0,0652	A ⁻	0,1976	DPLB-4	0,2381
	DPLB-8	0,4783			DPLB-8	0,2915
	A ⁻	0,1576			HDPLB-4	0,0596
					A ⁻	0,1576
	N	10		11		13
	Na	3,4		3,5		5,4
	Hz	28,8		28,6		18,4
EAB	G2Y2E'1Q'	0,1631	BO1Y2D'1'1Q''	0,0643	BO1I'2Q''	0,1556
	I2Q''	0,1849	BO1Y1A'1E'3G'1'2P'Q'G''1	0,0511	BO1Y1D'1'1Q''	0,0918
	E'3G''1Q''	0,0978	G2Y2E'1Q'	0,1616	BP'1'2Q''	0,0502
	Q''	0,0978	E'3G''1Q''	0,0887	G2O4E'1O'G''2I'2Q''	0,1036
					I2Q''	0,0620
					Y2Y'Q''	0,0580
	N	29		72		77
	Na	10,9		16,6		15,7
	Hz	9,1		6,0		6,4
EAC	C1E	0,1359	C1E	0,0793	C1ER2	0,0543
	C1WX2	0,0544	EC''	0,0834	C2R2WC'	0,0693
	EC''	0,2283	X2C''	0,2540	EC''	0,0698
	R2X2C''	0,0652	C'L'C''	0,0733	EWC''	0,0806
X2C''	0,0761	C''	0,0733	R2X2C''	0,0767	
C''	0,1304			C'C''	0,0915	
	N	27		44		63
	Na	9,3		8,4		20,7
	Hz	10,7		11,9		4,8
EAS	SH'	0,3261	SH'	0,1203	SH'	0,1381
	U1H'H''	0,0869	H'	0,3750	H'	0,3170
	H'	0,3587	S'	0,4341	U'1	0,2601
	S'	0,1522			S'	0,2306
	N	9		6		12
	Na	3,7		2,9		4,1
	Hz	26,8		34,5		24,2

N – liczba fenogrup ogółem – total number of phenogroups,
Na – efektywna liczba fenogrup – effective number of phenogroups,
z – stopień homozygotyczności – degree of homozygosity.

Przeprowadzone badania, w których obok układu B po raz pierwszy ustalono i obliczono częstość fenogrup w pozostałych układach złożonych

(A, C i S), mogą stanowić ważne źródło informacji dla działań mających na celu ochronę zasobów genetycznych rodzimych ras bydła.

Literatura

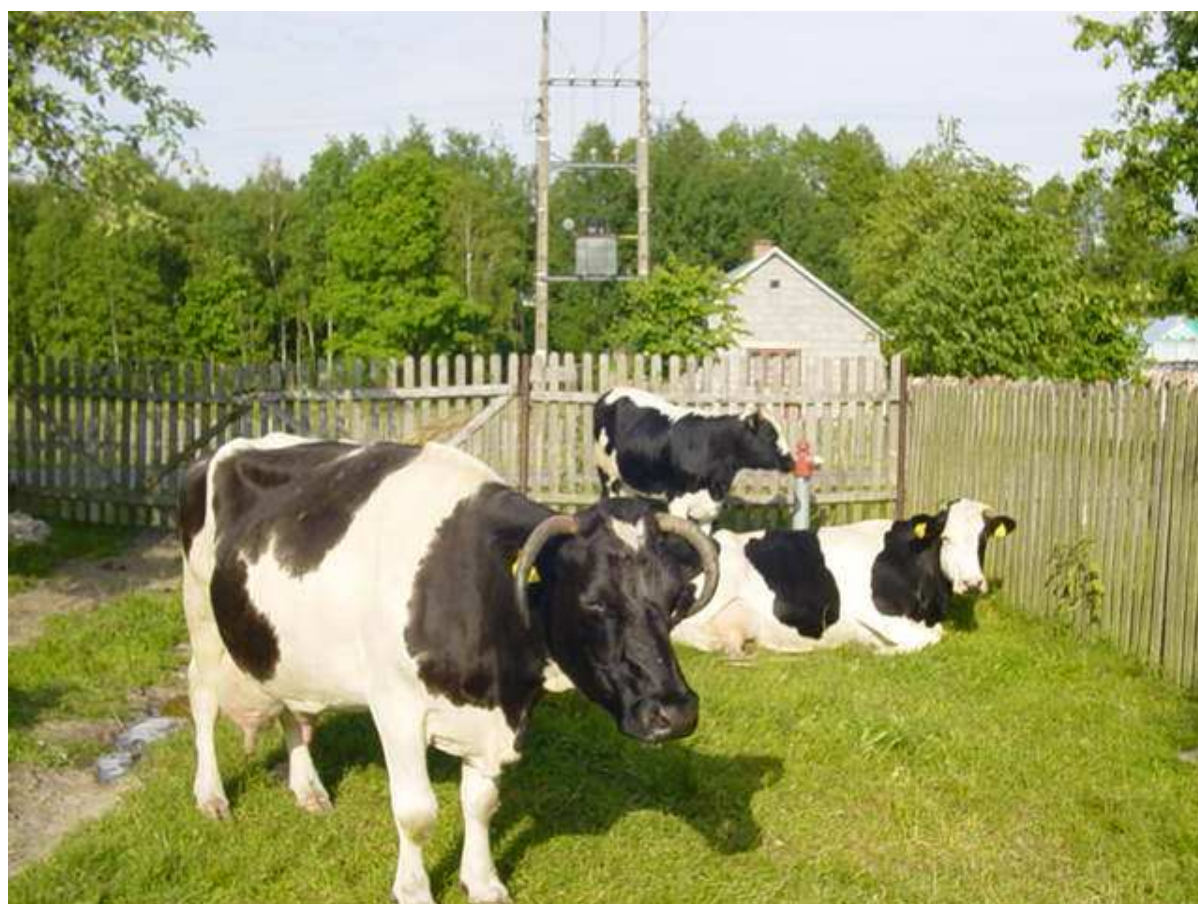
- Barker J.S.F., Tan S.G., Selvaraj O.S., Mukherjee T.K. (1997). Genetic variation and relationships among populations of Asian water buffalo (*Bubalus bubalis*). *Anim. Genet.*, 28, 1: 1–13.
- Duniec M., Duniec M.J., Kościelny M. (1981). Fenogrupy układu grupowego krwi C u bydła czarnobiałego w Polsce. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 16, 2: 9–15.
- 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, 1: 7–12.
- Duniec J. M., Duniec M., Rychlik T., Kościelny M. (2002). The bovine B blood group system is a closed system. *Ann. Anim. Sci.*, 2 (1): 53–62.
- FAO. (2007). Interlaken Declaration On Animal Genetic Resources. Annex 1. The first International Technical Conference on Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. 3–7 September, Interlaken, Switzerland.
- Hammond K. (1997). The Global Strategy for Management of Farm Animal Genetic Resources. *Prz. Hod., Zesz. Nauk. PTZ*, 33: 17–40.
- Ingrassia A., Martyniuk E., Manzella D. (2005). The legal framework for the management of animal genetic resources. *FAO Legislative Study*, 89: 2–6.
- 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. *Genet.*, 49: 725–738.
- Mortari N. (1990). Blood types in Gyr cattle raised in Brazil. *Proc. XXII Int. Conf. Anim. Genet. Michigan*; pp. 9–10.
- Ruane J. (2000). A Framework for Prioritizing Domestic Animal Breeds for Conservation Purposes at the National Level: a Norwegian Case Study. *Conse rv. Biol.*, 14 (5): 1385–1393.
- 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. (2005). Fenogrupy układu grupowego krwi S u bydła. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 32, 2: 5–10.
- Rychlik T., Kościelny M., (2010). Genetic structure of gene reserve population of whitebacked cattle based on blood group polymorphism, *Ann. Anim. Sci.*, 10, 3: 205–212.
- Rychlik T., Duniec M.J., Duniec M., Kościelny M. (1999). Characteristics of the genetic structure of Polish Red cattle based on blood group studies. *Ann. Anim. Sci.*, 26, 4: 11–22.
- Rychlik T., Radko A., Kościelny M. (2008). Characteristics of the genetic structure of Red-and-White cattle based on blood group tests. *Ann. Anim. Sci.*, 8, 3: 215–223.
- Słota E., Rejduch B, Bugno M., Rychlik T., Ząbek T. (2007). Characterization of animal genetic resources using molecular genetics methods. *Ann. Anim. Sci. Suppl.*, 1: 33–44.
- Tapio M., Miceikienė I., Vilkki J., Kantanen J. (2003). Comparison of microsatellite and blood protein diversity in sheep: inconsistencies in fragmented breeds. *Mol. Ecol.*, 12: 2045–2056.
- Trela E.. (1977). Immunogenetyczna charakterystyka bydła rasy nizinnej czerwono-białej na podstawie grup krwi i typów beta-globulin (transferyna) *Rocz. Nauk. Zoot., Monogr. Rozpr.*, 7: 49–77.
- Trela J., Kraszevska D., Trela E, Rychlik T., Żur F. (1984). Polimorfizm grup krwi i typów transferyn u bydła rasy polskiej czerwonej w rejonie Zachowawczym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 267: 29–34.
- Trela J., Żukowski K., Staszczak S., Szczeńiak-Fabiańczyk B., Czech K. (2005). Rezerwa genetyczna polskiego bydła czerwonego w postaci zamrożonych zarodków i nasienia. *Wiad. Zoot.*, XLIII, 2: 131–136.

USE OF BLOOD GROUP STUDIES TO EVALUATE GENETIC VARIATION IN POLISH CONSERVATION BREEDS OF CATTLE

Summary

Three Polish breeds of cattle included in the national genetic resources conservation programme (White-backed, Polish Red-and-White and Polish Red cattle) were characterized for genetic structure based on the polymorphism of erythrocyte antigens in 12 blood group systems (A, B, C, F, J, L, M, S, Z, N', R', T'). The analysed breeds of cattle differed in the frequency and number of alleles that determine individual genetic markers of blood and in the degree of homozygosity. The largest differences were observed in the population of Polish Red cattle, where 77 phenogroups were found in the most complex B blood group system and the degree of homozygosity was 6.4%. The smallest differences occurred in White-backed cattle, in which these values were 29 and 9.1%, respectively.

Comparison of the number and frequency of some phenogroups and of the degree of homozygosity in the current study of Polish Red and Red-and-White cattle with their values calculated for the same breeds in previous years revealed changes in the genetic structure. Compared to the earlier research, the number of phenogroups was lower and the degree of homozygosity higher, possibly indicating decreased variation in the analysed populations of cattle. The analysis of genetic equilibrium, performed in the F and R' systems showed a discrepancy between the observed and expected number of genotypes, which points to genetic disequilibrium in the analysed breeds of cattle.



Bydło biało-grzbięte (fot. M. Wesołowska)
Whitebacked cattle