

ZAGADNIENIA IMMUNOGENETYKI ZWIERZĄT DOMOWYCH W ŚWIETLE BADAŃ Z OSTATNICH LAT

Maciej Żurkowski

Zakład Hodowli Doświadczalnej Zwierząt PAN

Identyfikacja czynników antygenowych u wszystkich gatunków zwierząt domowych jest oparta na oznaczaniu przeciwciał wytwarzanych w organizmie w procesie immunizacji; stąd też zagadnienia związane z dziedziczeniem grup krwi u zwierząt objęte są wspólnym pojęciem immunogenetyki. W ostatnich latach zakres problematyki wchodzącej w skład immunogenetyki znacznie się rozszerzył, gdyż znalazły się tu również zagadnienia związane z polimorfizmem białek surowicy krwi, warunkowanym przez odpowiednie układy genetyczne.

Rozpatrując zagadnienie szerokiego rozwoju badań immunogenetycznych na świecie, jak również w Polsce, należy zastanowić się nad zakresem informacji genetycznych, jakie na podstawie tych badań uzyskać możemy oraz nad najbardziej celowym kierunkiem dalszych badań.

UKŁADY GRUP KRWI ORAZ BIAŁEK SUROWICY KRWI

Pod pojęciem układu grupowego krwi rozumiemy miejsce na chromosomie genu lub genów warunkujących czynniki antygenowe lub typy białek surowicy krwi. Jeżeli nie występuje sprzężenie *loci*, wówczas każdy układ odpowiada parze chromosomów. Jak dotychczas tylko u trzody chlewnej (1) stwierdzono sprzężenie pomiędzy *locus* układu grupowego *K* i *locus* *Hp*-haptoglobin oraz pomiędzy *locus* *E* i *L* a także *H* i *J*.

W tab. 1 podano liczbę układów grupowych krwi, obejmujących wszystkie dotychczas znane czynniki antygenowe oraz układy białek surowicy krwi u różnych gatunków zwierząt domowych w porównaniu z liczbą par chromosomów.

Najwięcej układów grupowych stwierdzono u trzody chlewnej — 19 oraz u bydła — 17. Liczba układów grupowych krwi nie daje jeszcze pełnej orientacji w stopniu zróżnicowania immunogenetycznego poszczególnych gatunków zwierząt domowych. Tak np. w ramach układu gru-

Tabela 1

Układy grupowe krwi oraz białek surowicy krwi u zwierząt domowych

Gatunek	Ilość par chromosomów	Ilość układów grupowych krwi	Ilość układów grupowych białek
Bydło	30	12	6
Konie	33	8	3
Trzoda chlewna	20	14	5
Owce	27	7	2
Kury	39	12	2

powego *B* u bydła stwierdzono istnienie przeszło 400 fenogrup, podczas gdy u owiec i kur jedynie ok. 50. Tym samym zakres informacji genetycznych, jakie uzyskać możemy na podstawie układu grupowego *B* u bydła będzie znacznie szerszy niż u pozostałych dwóch gatunków.

W ostatnich latach poważnie wzrosło zainteresowanie zagadnieniami polimorfizmu białek surowicy krwi z punktu widzenia ich zróżnicowania u poszczególnych gatunków zwierząt domowych.

W tab. 2 przedstawiono zróżnicowanie genetyczne w ramach układów grupowych białek surowicy krwi zwierząt domowych.

Tabela 2

Zróżnicowanie genetyczne w ramach układów grupowych białek surowicy krwi u zwierząt domowych (wg Ashtona i wsp. 4)

Białka	Symbol	Bydło	Konie	Trzoda chlewna	Owce	Kury
Transferyny	<i>Tf</i>	4	6	3	10	2
Albuminy	<i>Alb</i>	3		3	2	2
Post-albuminy	<i>Pa</i>	2		2		
Pra-albuminy	<i>Pr</i>		4			
Wolne alfa ₂ -globuliny	<i>S</i>	2				
Haptoglobiny	<i>Hp</i>			4		
Alkaliczna fosfataza	<i>F</i>	2				
Amylaza	<i>Am</i>	3		2		
Esteraza	<i>Es</i>		3			

Jak dotychczas najszerszej opracowano zagadnienie zróżnicowania genetycznego białek surowicy krwi u bydła. W 6 układach grupowych występuje 16 genów, warunkujących odpowiednie typy białek surowicy krwi. Największe zróżnicowanie stwierdzono w ramach beta-globulin (transferyn). U owiec istnieje 10 genów warunkujących typy transferyn, co daje możliwość wystąpienia 55 różnych fenotypów, u koni 6 genów warunkuje 21 fenotypów. Natomiast u bydła stwierdzono tylko 10 feno-

typów warunkowanych przez 4 geny. Możliwość różnicowania populacji na podstawie badań transferyn wynosi u koni 45% (34), a u bydła ok. 25% (39).

DZIEDZICZENIE GRUP KRWI U ZWIERZĄT DOMOWYCH

Niewątpliwie fundamentalnymi pracami, które dały podstawy do ustalenia mechanizmu dziedziczenia krwi u zwierząt domowych były badania Stormonta i wsp. (33), które m.in. wyjaśniły dziedziczenie czynników antygenowych w układach wieloantygenowych zasadą allelomorfów wielokrotnych. Dotyczyło to takich układów jak *B* i *C* u bydła i kur, *E* u trzody chlewnej czy *B* u owiec.

Jednakże ostatnie lata przyniosły nowe informacje co do dziedziczenia grup krwi. Zarejestrowano kilkanaście przypadków „nieregularnego dziedziczenia” fenogrup w układzie *B* i *C* u bydła (tab. 3) oraz w układzie *E* u trzody chlewnej.

Tabela 3

Zarejestrowane przypadki *crossing-over* u bydła w układach grupowych *B* i *C*

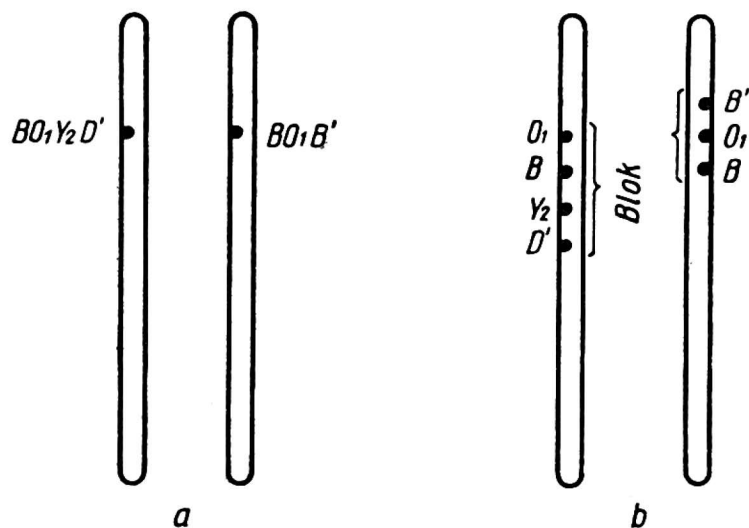
Autor	Genotyp ojca	Genotyp matki	Genotyp potomka
Stormont (31)	PY_2/E'_1	BO_1Y_2D'/BO_1B'	PY_2/BO_1
Ibid. wg Stormonta (32)	$BO_1Y_2A'E'_3/PY_2$	$GY_2E'_1/O_3J'K'O'7$	$PY_2/GY_2E'_3'$
Rendel (24)	$BO_1Y_2D'/Y_1D'I'$	nie badana	$BO_1Y_2D'I'/BGKY_2O'$
Data (11)	$GY_2E'_1/-$	$QE'_1I'/D'E'_3$	$GE'_1/D'E'_3'$
Moustgaard (19)	$Y_2Y'D'/-$	$BO_1/QOJ'K'O'$	$Y_2Y'D'/QOK'$
Ibid. wg Stormonta (32)	$QOJ'K'O'/-$	$BOY_1A'E'_3'/Y_2Y'D'$	$Q/BOY_1A'E'_3'$
Stormont (32)	$O_3Y_2J'K'O'7/O_xY_1E'_3'G'Y'$	$E'_3I'/-$	$O_3Y_1G'K'O'Y'7/$
Bouw (6)	$BOY_1A'E'_3'G'/I_2$	GO_1/I_2	$BI_2Y_1E'_3'G'/GO_1$
Loe (17)	$GOY_2/-$	$A'O'/-$	$GY_2/A'O'$
Larsen (16)	$BGKO_xY_2A'O'D_2/GY_2E'_1D_2$	$PI'/BO_3A'I'D_3$	$O_3A'I'/GY_2E'_1D_2$
Nasrat (21)	C_2WH_6/X_1	C_1WX_2/RW	C_1RWX_2/C_2WH_6

Jak widać z przytoczonych przykładów „nieregularność dziedziczenia” grup krwi nie może być wynikiem wewnątrz-allelowego *crossing-over*, a w związku z tym trudno pogodzić zaobserwowane zjawiska *crossing-over* z teorią alleli wielokrotnych.

Bouw (6) wskazuje na możliwość wytłumaczenia dziedziczenia czynników antygenowych w układach wieloantygenowych w oparciu o teorię Fishera odnośnie dziedziczenia układu Rh u ludzi. Poszczególne czynniki antygenowe są warunkowane przez pojedyncze geny, natomiast zaobserwowane zespoły czynników antygenowych przekazywanych z ro-

dziców na potomstwo wynikają ze sprzężenia bardzo blisko położonych genów, co w badaniach genetycznych ujawnia się jako blok czynników antygenowych.

Dziedziczenie czynników antygenowych w układach wieloantygenowych na zasadzie allelomorfów wielokrotnych lub na zasadzie sprzężenia genów, warunkujących pojedyncze czynniki antygenowe przedstawia rys. 1 na przykładzie układu *B* u bydła.



Rys. 1 Dziedziczenie czynników antygenowych, *a* — na zasadzie allelomorfów wielokrotnych, *b* — na zasadzie sprzężenia genów, warunkujących pojedyncze czynniki antygenowe

Za słuszością teorii sprzężenia genów warunkujących pojedyncze czynniki antygenowe przemawiałyby również inne fakty, np. już wcześniej spostrzeżone przez Stormonta (30) zjawisko przeciwstawnych czynników antygenowych, jakie zaobserwował u bydła amerykańskiego. Pewne czynniki antygenowe nigdy nie występują równolegle w tej samej *B*-fenogrupie. Autor np. nie stwierdził ani jednego przypadku żeby razem z czynnikiem antygenowym *B* wystąpiły czynniki antygenowe E'_1 lub J' . Natomiast dla czynnika antygenowego *I* przeciwstawne były — *K*, *P*, T_1 , Y_2 , A' , D' , E'_2 , E'_3 , I' , J' i K' . Ogółem podaje on 24 czynniki antygenowe mające swe oponenty.

Te wszystkie czynniki wskazywałyby na różne rozmieszczenie *loci* poszczególnych genów w chromosomie, warunkujących odpowiednie czynniki antygenowe.

W oparciu o dotychczas opublikowane zjawiska wystąpienia *crossing-over* w układzie *B* u bydła, Green (13) podjął próbę opracowania mapy genów, warunkujących czynniki antygenowe w układzie *B* (tab. 4).

Pełne wyjaśnienie mechanizmu dziedziczenia grup krwi niewątpliwie wzbogaci badania immunogenetyki zwierząt domowych.

Zaobserwowane zjawisko *crossing-over* nie wyklucza możliwości, aby w dalszym ciągu fenogrupę, czy blok czynników antygenowych uznać za bardzo stabilną jednostkę genetyczną. Zjawisko *crossing-over* zostało dotychczas zaobserwowane zaledwie w kilkudziesięciu przypadkach na co najmniej kilkaset tysięcy zbadanych osobników.

Tabela 4

Próba przedstawienia mapy genów warunkujących czynniki antygenowe w układzie B u bydła (wg Greena 13)

Genotyp wyjściowy	Uzyskana fenogrupa	Wynik
BO_1Y_2D'/BO_1B'	BO_1	$B' \text{---} BO \text{---} YD'$
$GY_2E_1'/-$	GCE'_1	$Y \text{---} GE'$
$QOJ'K'/BO_1$	QOK'	$J \text{---} OK'Q$
$QOJ'K'O'/-$	Q	$J'O'OK' \text{---} Q$
$BOY_1A'E_3'G'/I_2$	$BI_2Y_1E'_3G'$	$AO'I_2 \text{---} BYE'G'$
$\text{---} B' \text{---} O \text{---} B \text{---} Y \text{---} G' \text{---}$		

ZNACZENIE BADAŃ NAD GRUPAMI KRWI ORAZ POLIMORFIZMEM BIAŁEK SUROWICY KRWI DLA ROZWOJU HODOWLI ZWIERZĄT

Duże zróżnicowanie grup krwi u zwierząt domowych oraz dziedziczenie ich, podobnie jak cech jakościowych, stało się podstawą zainteresowania ze strony hodowców badaniami tego typu.

Obok kontroli pochodzenia zwierząt a szczególnie bydła, drugim zagadnieniem, które wysunęło się na czoło było zastosowanie genów grup krwi jako ewentualnych markerów genów, warunkujących cechy ekonomicznie ważne w hodowli zwierząt.

ZAGADNIENIE KORELACJI POMIĘDZY GRUPAMI KRWI A CECHAMI PRODUKCYJNYMI

Ocena wartości hodowlanej osobników nastrocza bardzo dużo trudności, a w niektórych przypadkach jest wręcz niemożliwa. Wartość ta z reguły ustalona jest z mniejszą lub większą dokładnością na podstawie fenotypu. Tym m. in. należy tłumaczyć duże zainteresowanie badaniami nad szukaniem powiązania genów warunkujących grupy krwi, z genami warunkującymi określone cechy produkcyjne. Zagadnienie to można rozpatrywać jako:

- a) pleotropiczne działanie genów,
- b) sprzężenie genów,
- c) efekt heterozygotyczności grup krwi.

Badania te określane jako „badania nad korelacją między grupami krwi a cechami produkcyjnymi”, jak dotychczas prowadzone były w szerszym zakresie na bydło i kurach.

Badania na kurach, przeprowadzone głównie przez Brilesa i wsp. (7, 8, 9) i Gilmoura (12) dotyczyły wpływu heterozygotyczności układów grupowych krwi na wylęgowość, nieśność, żywotność (tab. 5) oraz wpływu stopnia heterozygotyczności na powyższe cechy (tab. 6).

Tabela 5

Wpływ *B* genotypu rodziców na wylęgowość u kur (wg Brilesa 7)

Genotyp rodziców	Liczba kogutów	Liczba kur	Liczba zapłodnionych jaj	Wylęgowość w procentach	x^2
Kury					
homozygoty	22	67	1 161	59,3	18,0
heterozygoty	25	99	2 052	70,0	
Koguty					
homozygoty	14	102	1 900	61,3	19,4
heterozygoty	11	64	1 313	73,2	

Briles stwierdził statystycznie istotne różnice w procencie wylęgowości piskląt z jaj pochodzących od kur homo- i heterozygot w układzie *B*. Podobne wyniki uzyskał u kogutów używanych do rozplodu. W obu tych przypadkach stwierdzono wyraźnie wyższy procent wylęgowości piskląt z jaj pochodzących po kurach i kogutach, które były heterozygotami w układzie *B*. Gilmour w swoich badaniach nie potwierdził wpływu homo- i heterozygotyczności *B loci* u kogutów na ich płodność. Natomiast stwierdził wpływ heterozygotyczności układu *L* i *C* na wyższą płodność u kogutów.

Tabela 6

Wylęgowość i przeżywalność w zależności od spodziewanego stopnia heterozygotyczności kurcząt (wg Brilesa 9)

Spodziewany procent heterozygotyczności	Liczba zapłodnionych jaj	Liczba wylęzonych kurcząt	Procent wylęgu	Przeżywalność do 9 tygodnia w procentach
0	148	85	57,4	44,7
50	643	436	67,8	52,3
75	162	122	75,3	59,8
100	104	77	74,0	63,6

W kojarzeniach dających 100% homozygot w układzie *B*, Briles stwierdził statystycznie istotnie niższą wylęgowość aniżeli w kojarzeniach dających jedynie 50% homozygot. Ze wzrostem stopnia heterozygotyczności w *B loci* wzrasta procent kurcząt odchowanych do wieku 9 tygodni.

Briles i Allen (8) stwierdzili, że *B*-genotyp wywiera również wpływ na żywotność w różnych okresach życia.

Wyniki badań nad korelacją między grupami krwi a produktywnością u bydła zestawiono w tab. 7.

Tabela 7

Uzyskane rezultaty badań nad zależnością między grupami krwi

Autor	Grupa krwi	Wpływ na wydajność	
		mleka w kg	% tłuszczu
Mitscherlich (18)	M	-332	
	Y ₂		-0,12
Bouw (5)	Z		+0,059
Rendel (25)	BO ₁ Y ₂ D'		+0,19
	L		-0,14
Neimann-Sørensen i Robertson (20)	BO ₁ Y ₂ D'	+275	+0,041
	O ₁ TE ₃ 'K'	+157	-0,111
	GD'	-41	+0,122
Conneally (10)	BO ₁ Y ₂ D'		+0,333

W najbardziej wszechstronnej pracy z tego zakresu wykonanej przez Neimanna-Sørensen i Robertsona (20), autorzy bardzo szeroko z punktu widzenia teoretycznego potraktowali możliwość zastosowania tego typu informacji w praktyce hodowlanej.

W pracy hodowlanej przedmiotem naszego zainteresowania jest różnica pomiędzy zwierzętami pod względem ich wartości hodowlanej. Zmienność genetyczna (wartość hodowlana) jest częścią składową ogólnej zmienności fenotypowej. Biorąc pod uwagę, że wydajność danej krowy daje jakąś informację o jej wartości hodowlanej, to dokładność informacji będzie zależała od korelacji pomiędzy wartością hodowlaną (G) a wydajnością (P), co można wyrazić wzorem:

$$V_{GP} = \sqrt{\frac{V_G}{V_P}} \quad V_i \text{ — zmienność}$$

Z kolei geny warunkujące grupy krwi mają ograniczony udział w zmienności genetycznej. Zakres informacji, jaki otrzymamy na podstawie grup krwi, o wartości hodowlanej badanego osobnika będzie zależeć od korelacji pomiędzy zmiennością genetyczną wykazaną poprzez grupy krwi (B), a ogólną zmiennością genetyczną dotyczącą badanej cechy (G), co można wyrazić wzorem:

$$V_{BG} = \sqrt{\frac{V_B}{V_G}}$$

Znaczenie uzyskanych informacji co do wartości hodowlanej zwierzęcia, w oparciu o jego grupy krwi, będzie zależało od (wielkości) tych dwóch współczynników korelacji. Neimann-Sørensen i Robertson biorąc pod uwagę, że zmienność fenotypowa zawartości tłuszczu w mleku krów rasy czerwonej duńskiej (RDM) jest w 50% warunkowana genetycznie, stwierdzili, że ok. 8% zmienności genetycznej u tej rasy warunkowane jest przez *loci* grup krwi. Natomiast w odniesieniu do wydajności mleka,

przyjmując odziedziczalność na poziomie 0,25, obliczyli oni, że ok. 5% zmienności genetycznej może być kontrolowana przez *loci* grup krwi.

Kraay (15) na teoretycznym przykładzie wykazał, że częstość występowania badanej grupy krwi oraz liczba osobników objętych badaniami może wpłynąć w sposób decydujący na istotność różnic statystycznych. Tym właśnie należy prawdopodobnie tłumaczyć tak duży ujemny wpływ fenogrupy *M* na mleczność, co wykazał w swoich badaniach Mitscherlich (332 kg mleka).

Robertson (26) omawiając zastosowanie badań grup krwi w hodowli drobiu pod kątem korelacji z cechami produkcyjnymi stwierdził, że trudności przy tego typu badaniach wynikają z trzech zasadniczych przyczyn:

- 1) trudność doboru odpowiedniej metody analizy statystycznej,
- 2) obserwowany efekt może zależeć od wielu genetycznych powiązań innych *loci* niż grupy krwi w populacji,
- 3) jeżeli liczba *loci* oddziałujących na daną cechę ilościową jest stosunkowo niewielka, a zróżnicowanie immunogenetyczne jest duże, to można się spodziewać powiązania z pewnymi grupami krwi określonego rezultatu.

ROZKŁAD I CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA GRUP KRWI ORAZ BIAŁEK SUROWICY KRWI W RÓŻNYCH POPULACJACH

W ostatnim dwudziestolecu w hodowli zwierząt domowych obserwuje się sprowadzenie zainteresowań hodowców głównie do właściwości genetycznych zwierząt, od których zależą cechy mające podstawowe znaczenie dla gospodarki człowieka. Podstawą pracy hodowlanej jest stała selekcja i dobór.

Ten kierunek pracy hodowlanej musi prowadzić m. in. do zubożenia genotypu zwierząt domowych i spowodować nawet pełną eliminację określonych genów z populacji.

O obawach co do następstw obecnie prowadzonej selekcji może świadczyć fakt, że na Drugim Europejskim Kongresie Drobiarstwa w Bolonii odbyło się sympozjum poświęcone tzw. „ochronie genu”.

Wynikiem pracy selekcyjnej prowadzonej nad zwierzętami domowymi są zmiany układu genetycznego, jakie zaobserwować można w ramach rasy czy określonej populacji, na przestrzeni pewnego czasu. Wraz ze zmianami tymi następują zmiany w strukturze immunogenetycznej zwierząt.

Hirszfeld już w 1918 r. (14) stwierdził możliwość charakteryzowania określonej populacji ludzi na podstawie zróżnicowania grup krwi. U zwierząt domowych możliwości te są niewspółmiernie większe. Na przykład u bydła istnieje bardzo wyraźne zróżnicowanie grup krwi w zależności od rasy. Rasy tzw. kulturalne wykazują mniejszy stopień zróżnicowania, niż rasy nowo powstałe lub rasy, nad którymi krócej prowadzono pracę hodowlaną.

Porównując bydło czarno-białe holenderskie z naszym bydłem ncb stwierdzimy, że u bydła fryzyjskiego istnieje 10 *B*-fenogrup, których częstość występowania wynosi powyżej 1%. Stanowi to 83,8% grup krwi w układzie *B*. Natomiast u bydła ncb w Polsce stwierdzono dotychczas 13 *B*-fenogrup o częstości występowania powyżej 1%, co stanowi 36,37 grup krwi w układzie *B*. Porównując bydło czerwone duńskie z bydłem polskim czerwonym otrzymano następujące wyniki: 8 *B*-fenogrup stanowi 95,6% grup krwi w układzie *B* u bydła czerwonego duńskiego, natomiast 19 *B*-fenogrup stanowi 71,4% grup krwi w układzie *B* u bydła polskiego czerwonego (29).

Przeprowadzone przez Żurkowskiego i Bouwa (38) badania nad zmiennością częstości występowania grup krwi w układzie *B* u bydła fryzyjskiego w okresie ostatnich 6 lat wykazały, że z 10 rozpatrywanych grup krwi o częstości powyżej 1%, nastąpił wzrost częstości tylko trzech grup krwi, tj. $GY_2E'_1$, $I'H_4$ i I_2 . Wzrost częstości tych grup krwi wynosił 9,5%, przy czym stanowią one 49,6% ogółu grup krwi występujących w układzie *B* u bydła fryzyjskiego.

Schultz i Briles (27) w badaniach nad wpływem selekcji na zróżnicowanie grup krwi u kur, stwierdzili wzrost liczby osobników heterozygotycznych w układzie *A* w wyniku przeprowadzonej selekcji (tab. 8).

Tabela 8

Wpływ selekcji na częstość występowania *A* fenotypu u kur (Schultz 27)

Fenotyp		1949		1950		1951	
A^7	A^9	przed	po	przed	po	przed	po
A^7	.	0,08	0,19	0,11	0,10	0,16	0,08
A^7	A^9	0,47	0,65	0,64	0,76	0,48	0,55
	A^9	0,45	0,16	0,25	0,14	0,36	0,37

Podobne zjawisko zaobserwował u bydła Oosterlee (22) również w układzie *A*. W wyniku prowadzonej selekcji nastąpiły wyraźne zmiany w liczbie osobników homo- i heterozygotycznych.

Żurkowski i Bouw (38) wykazali preferowanie określonych grup krwi w wyniku pracy selekcyjnej u bydła holenderskiego (tab. 9).

Stwierdzili oni statystycznie istotną różnicę w liczbie zapisanych do ksiąg hodowlanych buhajów, które od ojca buhaja Adema 469 otrzymały *B*-allel $I'H_4$ w stosunku do tych sztuk, które uzyskały drugi przekazywany przez buhaja Adema 469 *B*-allel I_2 . Odwrotny układ stwierdzono w odniesieniu do córek buhaja Adema 469. Na 218 zbadanych sztuk zapisanych do ksiąg hodowlanych 120 miało *B*-allel I_2 , a tylko 98 szt. otrzymało od ojca buhaja Adema 469 *B*-allel $I'H$.

Ashton (2, 3) badając rozdział dwóch typów transferyn Tf^A i Tf^D przy różnych kombinacjach kojarzeń stwierdził, że 97 cieląt miało ten sam genotyp co matka, a 57 cieląt miało genotyp ojca. Ponadto autor

Tabela 9

Rozkład u potomstwa grup krwi $I'H_4$ i I_2 przekazywanych przez ojca buhaja Adema 469

Wyszczególnienie	$I'H_4$		I_2		Chi ²
	liczba	procent	liczba	procent	
Buhaje:					
ogółem zbadanych	399	53,9	340	46,1	4,54*
zapisanych do ksiąg hodowlanych	302	54,8	249	45,2	5,56*
nie zapisanych do ksiąg hodowlanych	97	51,3	92	48,7	0,88
Krowy:					
zapisane do ksiąg hodowlanych	98	44,9	120	55,1	2,22

* $P < 0,05$

wykazał istotne różnice w liczbie urodzonych cieląt w zależności od genotypu transferyn kojarzonych osobników.

Składanowska i Żurkowski (28) badając 230 kojarzeń dających tylko dwie możliwości genotypów transferyn u potomstwa, identycznego z genotypem ojca lub matki, stwierdzili asymetryczny rozkład tych genotypów (tab. 10).

Tabela 10

Identyczność genotypów transferyn występujących u potomstwa z genotypem ojca lub matki

Kojarzenia ojciec matka			Podobieństwo genotypów u potomstwa					Chi ²
			do ojca	do matki	ogółem	do ojca	do matki	
AA	×	AD	19	14	75	38	37	
AD	×	AA	19	23				
DD	×	AD	28	41	134	54	80	5,04**
AD	×	DD	26	39				
DD	×	DE	3	9	21	5	16	2,75*
DE	×	DD	2	7				
Ogółem			97	133	230	97	133	

Chi² = 5,63

1. st. swob.

* $P < 0,02$

** $P < 0,02$

U 97 szt. potomstwa stwierdzono genotyp odpowiadający genotypowi jaki był u ojców, natomiast u 133 szt. wystąpił genotyp transferyn identyczny z genotypem matki. Zaistniała różnica jest statystycznie istotna $x^2 = 5,63$ $P < 0,02$. Rozpatrując poszczególne wzajemne kojarzenia, asymetryczny rozkład wystąpił tylko w kojarzeniach: $DD_{\sigma} \times AD_{\phi}$ i $AD_{\sigma} \times DD_{\phi}$ ($x^2 = 5,04$) oraz $DD_{\sigma} \times DE_{\phi}$ i $DE_{\sigma} \times DD_{\phi}$ ($x^2 = 5,63$).

Osterhoof (23) badając populacje bydła w różnym wieku stwierdził zmiany w częstości występowania genów warunkujących typy trans-

feryn zależnie od wieku zwierząt. I tak u zwierząt w wieku jednego roku częstość genu Tf^D wynosiła 0,48, natomiast u bydła dziesięcioletniego częstość występowania tego genu zmniejszyła się do 0,22. Ze spadkiem częstości występowania genu Tf^D wiązał się wzrost częstości genu Tf^A , natomiast częstość genu Tf^E pozostawała na tym samym poziomie.

Tomaszewska (35) w badaniach nad bydlęciem ncb i pc wykazała statystycznie istotne różnice pomiędzy rasami w częstości występowania fenotypów transferyn.

Dotychczasowe badania nad częstością występowania grup krwi oraz białek surowicy krwi wykazują wyraźnie, że rozdział i częstość występowania genów, warunkujących grupy krwi i grupy białek surowicy krwi są związane z kierunkiem, stopniem i długością prowadzonej selekcji u zwierząt domowych.

Obecnie możemy jedynie stwierdzić statystycznie istotne odchylenia w częstości występowania genów, nie znamy jednak mechanizmu jego powstawania. Wydaje się, że wyjaśnienie tego zjawiska w oparciu o zagadnienia immunogenetyki może być dalszym etapem szerokiego rozwoju badań nad grupami krwi oraz polimorfizmem białek.

STRESZCZENIE

Badania immunogenetyczne prowadzone na zwierzętach gospodarskich wykazały, że istnieje znaczne zróżnicowanie grup krwi, a także polimorfizm białek surowicy, uwarunkowany genetycznie.

Jednym z ważniejszych problemów badawczych w zakresie grup krwi jest dziedziczenie czynników antygenowych, należących do systemów półantygenowych. Zjawisko *crossing-over*, stwierdzane przez licznych badaczy u bydła o grupach krwi B lub C oraz u świń w grupie E wskazuje na to, że czynniki antygenowe odpowiednich grup nie są dziedziczone na zasadzie alleli wielokrotnych.

Badania grup krwi i polimorfizmu białek surowicy krwi są prowadzone głównie w dwóch kierunkach:

1. Zależność między grupami krwi, a produktywnością zwierząt. Dotychczas uzyskane wyniki są sprzeczne i wskutek tego nie można ich wykorzystać w planowej pracy hodowlanej.

2. Badania nad rozmieszczeniem i częstotliwością występowania genów, warunkujących występowanie grup krwi i białek surowicy krwi. Najnowsze osiągnięcia naukowe wskazują, że selekcja hodowlana, oparta na wynikach badań immunogenetycznych może być pomocna w określeniu struktury genetycznej zwierząt.

LITERATURA

1. Andresen E.: Genetics, 53, 5, 1966, 943.
2. Ashton G. C.: Nature, 183, 1959, 404.
3. Ashton G. C.: J. Reprod. Fert., 2, 1961, 117.
4. Ashton G. C., Gilmour D. G., Kiddy C. A., Kristjansson F. K.: Immunogenetics Letter, 4, 1966, 160.

5. Bouw J.: Blood group studies in Dutch cattle breeds. Utrecht, 1958.
6. Bouw J.: Proc. 8th European Conference of Animal Blood Groups, Lubljana, 1962.
7. Briles W. E.: V poultry breeders roundtable, Chicago, 1956.
8. Briles W. E., Allen C. P.: Genetics, 46, 1961, 1273.
9. Briles W. E., Allen C. P. and Millen T. W.: Genetics, 42, 1957, 631.
10. Conneally P. M., Stone W. H.: Nature, 206, 1965, 115.
11. Datta S. P., Stone W. H., Tyler W. J., Irwin M. R.: Genetics, 44, 1959, 504.
12. Gilmour D. G.: Genetics, 44, 1959, 1.
13. Green P.: Immunogenetics Letter, 4, 1966, 188.
14. Hirszfeld L.: Immunologia ogólna, Czytelnik, Warszawa, 1949.
15. Kraay G. J.: Proc. 9th European Conference of Animal Blood Groups, Prague, 1964.
16. Larsen B.: Immunogenetics Letter, 3, 1965, 119.
17. Loe H., Braend M.: Immunogenetics Letter, 1, 23, 1963.
18. Mitscherlich E., Tolle A., Wilter E.: Zeitschr. Tierz. u. Zucht Biol., 72, 1959, 289.
19. Moustgaard J., Neimann-Sørensen A.: Immunogenetics Letter, 7, 1962, 63.
20. Neimann-Sørensen A., Robertson A.: Acta Agr. Scand., 11, 1961, 163.
21. Nasrat G. E.: Proc. 9th European Conference of Animal Blood Groups, Prague, 1964.
22. Oosterlee C. C.: World Rev. of Anim. Prod., 2, 1965, 21.
23. Osterhoof R. D.: J. S. Afr. vet. med. Ass., 35, 1964, 363.
24. Rendel J.: Acta Agr. Scand., 3, 1958, 192.
25. Rendel J.: Zeitsch. Tierz. u. Zucht Biol., 75, 1961, 97.
26. Robertson A.: Proc. 10th European Conference of Animal Blood Groups and Biochemical Polymorphisme, Paris, 1966.
27. Schultz F. T., Briles W. E.: Ann. N. Y. Acad. Sci., 97, 1, 1953, 251.
28. Składanowska E., Żurkowski M.: II Ogólnopolski Zjazd Pol. Tow. Genet., Wrocław, 1968.
29. Spryszak A.: Roczn. Nauk rol. 76-B-1, 1960, 1.
30. Stormont C.: Genetics, 35, 1950, 76.
31. Stormont C.: The American Naturalist, 845, 1955, 105.
32. Stormont C.: Proc. XI Inter. Congress of Genetics, vol. 3, 1963, 715.
33. Stormont C., Owen R. D., Irwin M. R.: Genetics, 36, 1951, 134.
34. Stormont C., Suzuki Y., Rendel J.: Proc. 9th European Confer. of Animal Blood Groups, Prague, 1964.
35. Tomaszewska K.: Biul. Zakł. Hod. Zwierz. PAN, 15, 1968.
36. Wiatroszak I.: Biul. Zakł. Hod. Zwierz. PAN, 10, 1967, 33.
37. Żurkowski M.: Praca doktorska, SGGW, Warszawa, 1962.
38. Żurkowski M., Bouw J.: Genet. Polon., vol. 7, 3—4, 1965, 198.
39. Żurkowski M., Tomaszewska K., Składanowska E.: Biul. Zakł. Hod. Zwierz. PAN (w druku), 1968.

Мацей Журковски

ВОПРОСЫ ИММУНОГЕНЕТИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Резюме

Полученные данные иммуногенетических исследований сельскохозяйственных животных свидетельствуют о большой дифференциации групп крови и о полиморфизме белков сыворотки крови обусловленных соответствующими генетическими системами.

Одним из более важных вопросов изучения групп крови животных является наследование антигенных факторов, принадлежащих к полиантигенным системам. Явление *crossing-over* было обнаружено многими исследователями в системах *B* и *C* у крупного рогатого скота и в системе *E* у свиней. Этот факт указывает на то, что антигенные факторы соответствующих систем не наследуются по принципу множественных аллелей.

Изучение групп крови и полиморфизма белков сыворотки крови животных сводится к двум основным вопросам.

1. Изучение связи групп крови животных с их продуктивностью. Полученные данные по этому вопросу весьма противоречивы и в применении их в сельскохозяйственной практике встречаются трудности.

2. Изучение расположения и частоты выступления генов групп крови и генов, обуславливающих полиморфизм белков сыворотки крови. Последние исследования указывают на то, что данные иммуногенетики могут служить вспомогательным средством при изучении генетической структуры животных.

Maciej Żurkowski

RECENT IMMUNOGENETIC STUDIES ON FARM ANIMALS

Summary

Immunogenetic studies on farm animals have revealed several genetically determined polymorphisms in blood groups and serum proteins.

The problem of mode of inheritance of antigenic factors in multi-antigen system is one of great interest. The phenomenon of *crossing-over* which has been observed by many workers in the *B* and *C* systems in cattle and the *E* system in pig would indicate that antigenic factors in these systems are not transmitted on the basis of multiple allelic series.

Investigations of blood group and serum protein polymorphisms are chiefly directed towards two main problems:

1. Relationship between blood groups and production characters in animals. The results hitherto obtained in this direction are quite varied and consequently difficult to apply in actual breeding programmes.

2. Distribution and frequency of genes determining polymorphism in blood groups and serum proteins. Recent studies show that selection based on immunogenetic investigations can help in observing changes in the genetic structure of animals.