

Polimorfizm genu białka prionowego *PrP* u polskich owiec nizinnych utrzymywanych na Podlasiu

Roman Niżnikowski¹, Grzegorz Czub¹, Jerzy Kamiński²,
Mariola Nieradko², Marcin Świątek¹, Krzysztof Głowacz¹,
Magdalena Ślęzak¹

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie,
Katedra Szczegółowej Hodowli Zwierząt,
ul. Ciszewskiego 8, 02-787 Warszawa

²Regionalny Związek Hodowców Owiec i Kóz w Białymstoku,
ul. Marii Skłodowskiej-Curie 3, 15-094 Białystok

Badaniami objęto stada macierek i tryków polskich owiec nizinnych (7 stad) z terenu woj. podlaskiego. Ocenie poddano 349 owiec (326 ♀ i 23 ♂) w wieku od 2 do 11 lat, należących do trzech odmian polskich owiec nizinnych: corriedale (2 stada), polskiej owcy nizinnej z regionu podlaskiego (3 stada) i żelaźnieńskiej (2 stada). Wszystkie zwierzęta były poddane identyfikacji genu białka prionowego *PrP*. Na podstawie przeprowadzonych prac badawczych stwierdzono wysoko istotny wpływ odmiany owiec nizinnych oraz nieistotny płci na frekwencje alleli i genotypów. Wykazano występowanie pięciu alleli (ALRR, ALRQ, ALHQ, AFRQ i VLRQ) u odmiany corriedale, natomiast u polskich owiec nizinnych z regionu podlaskiego nie znaleziono allelu VLRQ, a u żelaźnieńskich alleli VLRQ i AFRQ. Zidentyfikowano 11 genotypów trzęsawki, w tym najwięcej u owcy corriedale – 11 genotypów (11 u macierek i 3 u tryków), 5 genotypów u polskiej owcy nizinnej z regionu podlaskiego (5 u macierek i 2 u tryków) oraz 3 genotypy u owcy żelaźnieńskiej (3 u macierek i 2 u tryków). Stwierdzono bardzo wysoką frekwencję genotypu ALRR/ALRR i ALRR/ALRQ u owcy żelaźnieńskiej i polskiej owcy nizinnej z regionu podlaskiego w porównaniu do owiec corriedale. Genotypy zawierające allel AFRQ (ALHQ/AFRQ, AFRQ/AFRQ, VLRQ/AFRQ) i VLRQ (VLRQ/ALRR, VLRQ/ALRQ, VLRQ/ALHQ, VLRQ/AFRQ) znaleziono u owiec corriedale, natomiast u owiec nizinnych z regionu podlaskiego genotyp ALRR/AFRQ znaleziono tylko u jednej maciorki, wykazując równocześnie bardzo niski poziom ich frekwencji. Stwierdzenie bardzo wysokiej frekwencji alleli i genotypów zawierających allel ALRR u odmiany żelaźnieńskiej i polskiej owcy nizinnej z regionu podlaskiego uznać należy za niezwykle cenne. Ze względu na występowanie u owiec corriedale alleli i genotypów zawierających VLRQ i AFRQ, przy niższej frekwencji ALRR, wskazane jest opracowanie dla tej odmiany programu hodowlanego zmieniającego istniejący rozkład alleli i genotypów trzęsawki.

SŁOWA KLUCZOWE: owce / *PrP* / frekwencja alleli i genotypów

W 2001 roku Parlament UE ustanowił reguły prawne dotyczące zapobiegania, kontroli i zwalczania pasażowalnych encefalopatii gąbczastych [16]. W 2003 roku decyzją nr 2003/100/WE Komisja Europejska ustanowiła obowiązkowe tworzenie schematów hodowlanych skierowanych na zwiększanie genetycznej oporności na trzęsawkę u wszystkich ras owiec w Europie [1]. Ponadto, Rozporządzeniem nr 260/2003 wydano postanowienie o zwalczaniu BSE (encefalopatii gąbczastej) u owiec i kóz oraz uregulowano kwestię handlu żywymi owcami i kozami, a także embrionami bydła [15]. Za występowanie trzęsawki u owiec odpowiedzialne jest białko prionowe PrP. W genie *PrP* zaobserwowano szereg polimorfizmów w kodonach 136, 141, 154 i 171, które są odpowiedzialne za genetyczną oporność lub wrażliwość na trzęsawkę [2, 5, 12]. Ponadto uznano, że allele AFRR lub ALRR gwarantują najmniejszą wrażliwość na trzęsawkę. Zaobserwowano, że w Wielkiej Brytanii i Holandii allele VFRQ jest odpowiedzialny za duży stopień wrażliwości owiec na tę jednostkę chorobową. Allele ALRR i AFRR występowały najrzadziej u owiec, u których stwierdzono kliniczne objawy trzęsawki, dlatego też selekcja jest podstawowym narzędziem eliminowania i kontroli tej choroby u owiec [3, 5, 18].

W Polsce prowadzono dotychczas badania monitorujące występowanie alleli trzęsawki u wielu ras [7, 10, 14] oraz doświadczenie zmierzające do zwiększenia frekwencji opornych na trzęsawkę uwarunkowań genetycznych [8]. W efekcie udowodniono brak występowania alleli kodujących walinę u wrzosówki polskiej [7, 8, 10, 14]. U pozostałych ras krajowych uwarunkowanie to występowało z różną frekwencją. Z kolei wśród grupy polskich owiec nizinnych, zajmujących znaczącą pozycję w pogłowie krajowym [13], poza owcą żelaźnieńską [10] takich prac nie prowadzono. Zróżnicowanie odmian ze względu na schematy twórcze jest dość znaczne. W trakcie prac hodowlanych przy wytwarzaniu owcy żelaźnieńskiej brała udział angielska rasa długowłnista leicester [11], a typu corriedale – rasa lincoln [9], natomiast w przypadku polskich owiec nizinnych w rejonie Podlasia – romney march [4]. W związku z faktem, iż wszystkie wymienione wyżej odmiany owiec licznie występują w woj. podlaskim, podjęto próbę oceny frekwencji genów i genotypów białka *PrP* u każdej z nich, celem poznania genetycznej wrażliwości na trzęsawkę u tej grupy owiec w rejonie północno-wschodniej Polski.

Material i metody

Badaniami objęto stada maciorek i tryków różnych odmian polskich owiec nizinnych (7 stad) z terenu woj. podlaskiego, w tym 2 stada owcy corriedale, 2 stada owcy żelaźnieńskiej i 3 stada owcy nizinnej z rejonu podlaskiego. Ocenie poddano zwierzęta w wieku od 2 do 11 lat (tab. 1).

Stada, w których pobierano próby zostały wybrane losowo. Z żyły jarzmowej zwierząt pobierano krew do probówek zawierających EDTA, w celu izolacji DNA genomowego na potrzeby analiz molekularno-genetycznych. DNA izolowano z leukocytów krwi przechowywanej z EDTA. W celu otrzymania wysokiej jakości DNA, nadającego się po zamrożeniu i rozmrożeniu do wielokrotnego użycia, krew została wstępnie oczyszczona z powodujących modyfikacje DNA związków hemu przez usunięcie produktów lizy erytrocytów. DNA było izolowane z leukocytów metodą chromatografii na minikolumnach silikatowych firmy A&A Biotechnology (Gdańsk, Polska). Frakcja otrzymanego w ten

Tabela 1 – Table 1

Materiał doświadczalny wykorzystany w badaniach

Experimental material used in the study

Rasa Breed	Liczba macierek i tryków Number of ewes and rams		
	razem total ♀	razem total ♂	w poszczególnych stadach in each herd
Corriedale Corriedale Sheep	85	4	stado 1: 78 ♀, 4 ♂ herd 1 stado 2: 7 ♀ herd 2
Polska owca nizinna z regionu podlaskiego Polish Lowland Sheep of Podlasie	161	14	stado 1: 24 ♀, 4 ♂ herd 1 stado 2: 48 ♀, 4 ♂ herd 2 stado 3: 89 ♀, 6 ♂ herd 3
Owca żelaźnińska Żelaźnińska Sheep	80	5	stado 1: 70 ♀, 4 ♂ herd 1 stado 2: 10 ♀, 1 ♂ herd 2
Suma w obrębie płci Total within sex	326	23	
Razem Total		349	

sposób DNA posłużyła jako matryca do amplifikacji polimorficznego fragmentu genu dla białka prionowego.

Genotypowanie alleli trzęsawki prowadzono systemem KASPar®. System ten oraz procedura genotypowania (www.kbioscience.co.uk) polegają na stosowaniu metody polimorfizmu punktowego SNP z zastosowaniem starterów wymienionych w tabeli 2.

Na podstawie odczytu genotypowanych prób DNA, przedstawiono rozkłady frekwencji alleli i genotypów w obrębie macierek i tryków. Powyższe działanie stanowiło czynność przygotowawczą do następnych etapów badań.

Tabela 2 – Table 2

Startery oraz miejsca SNP dla *locus* białka prionowego

Primers and SNP sites of the prion protein locus

<i>Locus</i>	Startery 3'-5' Primers 3'-5'	SNP	Zmiany Changes	Lokalizacja Localization
Białko prionowe <i>PrP</i> <i>PrP</i> prion protein	CACAGTCAGTGGAAACAAGCC/ CTTTGCCAGGTTGGGG	AY909542:g.385A>G	A/G	exon 3
		AY909542:g.386G>T	G/T	exon 3
		AY909542:g.479C>T	C/T	exon 3
		AY909542:g.493C>T	C/T	exon 3
		AY909542:g.534G>A	G/A	exon 3

Do obliczeń statystycznych wykorzystano pakiet programu SPSS 21.0. Za pomocą testu χ^2 oceniono wpływ rasy i płci na frekwencję alleli i genotypów. W odniesieniu do wyników stosowanego testu w przypadku alleli odczytywano wartości graniczne przy 12 stopniach swobody, w przypadku genotypów – przy 20 stopniach swobody. Wyniki przedstawiono w tabelach 3. i 4.

Wyniki i dyskusja

W tabeli 3. zestawiono rozkłady alleli u badanych odmian polskich owiec nizinnych. Stwierdzono występowanie pięciu alleli (ALRR, ALRQ, ALHQ, AFRQ i VLRQ) u odmiany corriedale. U polskich owiec nizinnych z regionu podlaskiego, spośród wyżej wymienionych nie znaleziono allelu VLRQ, natomiast u żelaźnieńskich nie stwierdzono występowania alleli VLRQ i AFRQ. Nie stwierdzono różnic pomiędzy płciami w zakresie frekwencji poszczególnych alleli, mimo mniejszej ilości znajdujących uwarunkowań u tryków aniżeli u maciorek. Natomiast stwierdzono wysoko istotny wpływ rasy. Za bardzo korzystne uznać należy udokumentowanie bardzo wysokiej frekwencji allelu ALRR u owcy żelaźnieńskiej i polskiej owcy nizinnej z rejonu podlaskiego (powyżej 71%). Także wysoką frekwencję tego allelu stwierdzono u owiec corriedale (50%). Za niekorzystne

Tabela 3 – Table 3

Częstotliwość występowania alleli PrP u badanych owiec

Frequency of PrP alleles in the sheep

Wyszczególnienie Specification	Liczebność i udział Number and percentage	Allele – Alleles					ogółem total
		ALRR	ALRQ	ALHQ	AFRQ	VLRQ	
Corriedale Corriedale Sheep	♀	83	19	25	19	24	170
	♂	6	0	1	1	0	8
	♀♂	89	19	26	20	24	178
	%	50,00	10,67	14,61	11,24	13,48	100,00
Polska owca nizinna z regionu podlaskiego Polish Lowland Sheep of Podlasie	♀	241	56	24	1	0	322
	♂	22	6	0	0	0	28
	♀♂	263	62	24	1	0	350
	%	75,14	17,71	6,86	0,29	0,00	100,00
Owca żelaźnieńska Żelaźnieńska Sheep	♀	116	42	2	0	0	160
	♂	6	4	0	0	0	10
	♀♂	122	46	2	0	0	170
	%	71,76	27,06	1,18	0,00	0,00	100,00
Ogółem Total	♀	440	117	51	20	24	652
	♂	34	10	1	1	0	46
	♀♂	474	127	52	21	24	698
	%	67,91	18,19	7,45	3,01	3,44	100,00

uznać należy występowanie allelu VLRQ u owiec corriedale oraz allelu AFRQ u owiec corriedale i polskich owiec nizinnych z regionu podlaskiego, mimo że przy bardzo niskiej frekwencji. Allel VLRQ jest uważany za nieoporny na trzęsawkę klasyczną, a AFRQ za nieoporny na trzęsawkę atypową. W pracach hodowlanych należy wyeliminować ze stada zwierzęta, które są nosicielami tych alleli [7, 8, 10, 14].

Uzyskane wyniki potwierdzają tendencje wykazane przez innych autorów u różnych ras owiec [3, 5, 6, 18, 12]. Podkreślić należy fakt, że u owcy żelaźnieńskiej i polskiej owcy nizinnej z regionu podlaskiego nie stwierdzono występowania allelu VLRQ, podobnie jak to wykazano w innych pracach w odniesieniu do wrzosówki polskiej [7, 8, 10, 14].

Rozkład genotypów trzęsawki przedstawiono w tabeli 4. W badanym materiale zidentyfikowano 11 genotypów trzęsawki, w tym najwięcej u owcy corriedale – 11 genotypów (11 u maciorek i 3 u tryków), 5 genotypów u polskiej owcy nizinnej z regionu podlaskiego (5 u maciorek i 2 u tryków) oraz 3 genotypy u owcy żelaźnieńskiej (3 u maciorek i 2 u tryków). Nie wykazano genotypów z allelem VLRQ i AFRQ u tryków, mimo braku istotności wpływu płci na frekwencje ich występowania. Wpływ odmiany owiec na frekwencje poszczególnych genotypów trzęsawki okazał się wysoko istotny statystycznie. Stwierdzono bardzo wysoką frekwencję genotypu ALRR/ALRR u owcy żelaźnieńskiej i polskiej owcy nizinnej z regionu podlaskiego w porównaniu do owiec corriedale. Podobna sytuacja została stwierdzona w przypadku częstotliwości występowania genotypu ALRR/ALRQ. Genotypy zawierające allel AFRQ (ALHQ/AFRQ, AFRQ/AFRQ, VLRQ/AFRQ) i VLRQ (VLRQ/ALRR, VLRQ/ALRQ, VLRQ/ALHQ, VLRQ/AFRQ) zostały stwierdzone tylko u owiec corriedale i tylko u maciorek, wykazując bardzo niski poziom frekwencji. Natomiast genotyp ALRR/AFRQ znaleziony został tylko u jednej maciorki polskiej owcy nizinnej z regionu podlaskiego. Oznacza to, że owce żelaźnieńskie i w zasadzie polskie owce nizinne z regionu podlaskiego charakteryzują się brakiem lub marginalnie niską frekwencją uwarunkowań charakterystycznych dla genetycznej podatności zarówno na trzęsawkę klasyczną, jak i atypową. W odniesieniu do owiec corriedale istnieje dość pilna potrzeba ustalenia programu hodowlanego umożliwiającego usunięcie zwierząt posiadających podatne na trzęsawkę uwarunkowania genetyczne, celem uwolnienia od nich tej populacji owiec.

Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają rozkład genotypów wrażliwych w *locus* PrP wykazywanych u innych ras i wskazują na ich stosunkowo słabe zróżnicowanie u owcy żelaźnieńskiej i polskiej owcy nizinnej regionu podlaskiego, podobnie jak to stwierdzono w odniesieniu do wrzosówki polskiej [7, 8, 10, 14] oraz praprzodków owiec i ich mieszańców [3, 5, 6, 12, 18]. Rezultaty prac badawczych dotyczących owiec corriedale sygnalizują duże zróżnicowanie zarówno w odniesieniu do liczby alleli, jak i genotypów, podobnie jak to wykazano u ras wełnisto-mięsnych i mieszańców mięsnych [3, 5, 6, 18]. Wskazuje to na zasadność opracowania dla tej odmiany owiec programu hodowlanego umożliwiającego identyfikację uwarunkowań trzęsawki, w celu wyeliminowania z populacji alleli VLRQ i AFRQ. Niezwykle cennym wynikiem tych badań jest stwierdzenie bardzo wysokiej frekwencji alleli i genotypów zawierających allel ALRR, w szczególności u odmiany żelaźnieńskiej i polskiej owcy nizinnej z regionu podlaskiego.

Tabela 4 – Table 4

Frekwencja genotypów PrP u badanych owiec
Frequency of PrP genotypes in the sheep

Wyszczególnienie Specification	Liczebność i udział Number and percentage	Genotypy – Genotypes												ogółem total		
		ALRR/ ALRR	ALRR/ ALRQ	ALRR/ ALHQ	ALRR/ AFRQ	ALHQ/ ALHQ	ALHQ/ AFRQ	ALHQ/ AFRQ	ALHQ/ AFRQ	ALRQ/ ALRR	ALRQ/ ALRQ	ALRQ/ ALHQ	ALRQ/ AFRQ		VLRQ/ ALRQ	VLRQ/ ALHQ
Corriedale Corriedale Sheep	♀	11	17	19	8	1	3	2	17	2	1	4	2	1	4	85
	♂	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	♀♂	13	17	20	9	1	3	2	17	2	1	4	2	1	4	89
	%	14,61	19,10	22,47	10,11	1,12	3,37	2,25	19,10	2,25	1,12	4,50	2,25	1,12	4,50	100,00
Polska owca nizinna z regionu podlaskiego Polish Lowland Sheep of Podlasie	♀	82	56	20	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161
	♂	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	♀♂	90	62	20	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175
	%	51,43	35,43	11,43	0,57	1,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Owca żelaznińska Żelaznińska Sheep	♀	36	42	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
	♂	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	♀♂	37	46	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
	%	43,50	54,10	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Ogółem Total	♀	129	115	41	9	3	3	2	17	2	1	4	2	1	4	326
	♂	11	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
	♀♂	140	125	42	10	3	3	2	17	2	1	4	2	1	4	349
	%	40,11	35,82	12,03	2,87	0,86	0,86	0,57	4,87	0,57	0,29	1,15	0,57	0,29	1,15	100,00

Na podstawie przeprowadzonych prac badawczych, wykonanych w odniesieniu do trzech odmian polskich owiec nizinnych utrzymywanych w woj. podlaskim, stwierdzono wysoki istotny wpływ odmiany owiec nizinnych oraz nieistotny płci na frekwencje alleli i genotypów PrP. Wykazano występowanie pięciu alleli (ALRR, ALRQ, ALHQ, AFRQ i VLRQ) u odmiany corriedale, natomiast u polskich owiec nizinnych z regionu podlaskiego, spośród wyżej wymienionych, nie znaleziono allelu VLRQ, a u żelaźnieńskich alleli VLRQ i AFRQ. Zidentyfikowano 11 genotypów białka PrP, w tym najwięcej u owcy corriedale – 11 genotypów (11 u maciorek i 3 u tryków), 5 genotypów u polskiej owcy nizinnej z regionu podlaskiego (5 u maciorek i 2 u tryków) oraz 3 genotypy u owcy żelaźnieńskiej (3 u maciorek i 2 u tryków). Stwierdzono bardzo wysoką frekwencję genotypów ALRR/ALRR i ALRR/ALRQ u owcy żelaźnieńskiej i polskiej owcy nizinnej regionu podlaskiego w porównaniu do owiec corriedale. Genotypy zawierające allel AFRQ (ALHQ/AFRQ, AFRQ/AFRQ) i VLRQ (VLRQ/ALRR, VLRQ/ALRQ, VLRQ/ALHQ, VLRQ/AFRQ) zostały stwierdzone tylko u owiec corriedale, natomiast u owiec nizinnych z regionu podlaskiego ALRR/AFRQ stwierdzono jedynie u maciorek, wykazując równocześnie bardzo niski poziom ich frekwencji.

Podsumowując, za niezwykle cenny wynik uznać należy stwierdzenie bardzo wysokiej frekwencji alleli i genotypów zawierających allel ALRR u odmiany żelaźnieńskiej i polskiej owcy nizinnej z regionu podlaskiego. Ze względu na występowanie u owiec corriedale alleli i genotypów zawierających VLRQ i AFRQ, przy niższej frekwencji występowania ALRR, wskazane jest opracowanie dla tej odmiany owiec programu hodowlanego zmieniającego istniejący rozkład alleli i genotypów w *locus* PrP.

PIŚMIENNICTWO

1. Decyzja Komisji z dnia 13 lutego 2003 r. ustanawiająca minimalne wymogi w zakresie tworzenia programów hodowli owiec odpornych na pasażowalne encefalopatie gąbczaste (notyfikowana jako dokument nr C(2003) 498) (Tekst mający znaczenie dla EOG) (2003/100/WE). Dz. Urz. UE L 41/41, 209-213.
2. GOMBOJAV A., ISHIGURO N., HORIUCHI M., SERMYADAG D., BYAMBAA B., SHINAGAWA M., 2003 – Amino acid polymorphisms of PrP gene in Mongolian sheep. *Journal of Veterinary Medical Science* 65, 1, 75-81.
3. KAAL L.M.T.E., WINDIG J.J., 2005 – Rare sheep breeds and breeding for scrapie resistance in the Netherlands. W: Book of abstracts of the 56th Annual Meeting of the European Association for Animal Production 11. Red. Y. v.d. Honing. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 375.
4. LAUDOWICZ A., BŁACHUTA B., 1983 – Efekty uszlachetniania masowego pogłowia owiec w północno-wschodnim rejonie Polski. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 265, 373-379.
5. LÜHKEN G., BUSCHMANN A., GROSCHUP M.H., ERHARDT G., 2004 – Prion protein allele A136H154Q171 is associated with high susceptibility to scrapie in purebred and crossbred German Merinoland sheep. *Archives of Virology* 149, 8, 1571-1580.
6. MATTHEWS D., 2005 – Scrapie: an overview; policy issues and potential eradication measures. W: Book of abstracts of the 56th Annual Meeting of the European Association for

- Animal Production 11. Red. Y. v.d. Honing. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 374.
7. NIŻNIKOWSKI R., GŁOWACZ K., CZUB G., ŚLĘZAK M., ŚWIĄTEK M., 2013 – Polimorfizm genu białka prionowego *PrP* u krajowych owiec o wlnie mieszanej, merynosa polskiego i muflona europejskiego (*Ovis aries musimon*). *Nauka Przyroda Technologie* 7, 4, #59.
 8. NIŻNIKOWSKI R., GŁOWACZ K., CZUB G., ŚLĘZAK M., ŚWIĄTEK M., 2013 – Polimorfizm genu białka prionowego *PrP* u wrzosówki polskiej utrzymywanej w stadzie w Żelaznej. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt*, LXX, 598, 45-54.
 9. NIŻNIKOWSKI R., JANIKOWSKI W.T., RANT W., HABER M., BOLIMOWSKI R., 1997 – Wpływ genotypu i typu urodzenia na wybrane cechy użytkowości macierek, uzyskanych w trakcie prac zmierzających do wytworzenia owiec typu corriedale. W: Rola i znaczenie hodowlane chronionych przed wyginięciem ras i odmian owiec. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa.
 10. NIŻNIKOWSKI R., LÜHKEN G., STRZELEC E., LIPSKY S., POPIELARCZYK D., ERHARDT G., konsorcjum ECONOGENE, 2006 – Polimorfizm genu *PRNP* w kodonach 136, 154 i 171 u polskich ras owiec. *Medycyna Weterynaryjna* 62 (8), 938-941.
 11. NIŻNIKOWSKI R., RANT W., 2003 – Efekty pracy hodowlanej prowadzonej w kierunku doskonalenia cech rozrodu u polskich owiec nizinnych odmiany żelazneńskiej. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, T. 30, z. 2, 283-296.
 12. O'DOHERTY E., AHERNE M., ENNIS S., WEAWERS E., ROCHE J.F., SWEENEY T., 2001 – Prion protein gene polymorphisms in pedigree sheep in Ireland. *Research in Veterinary Science* 70, 51-56.
 13. POLSKI ZWIĄZEK OWCZARSKI, 2013 – Hodowla Owiec i Kóz w Polsce w 2012 roku. Polski Związek Owczarski, Warszawa.
 14. REJDUCH B., KNAPIK J., PIESTRZYŃSKA-KAJTOCH A., KOZUBSKA-SOBOCIŃSKA A., KRUPIŃSKI J., 2009 – Frequency of genotypes in the *PrP* prion protein gene locus in the Polish sheep population. *Acta Veterinaria Hungarica* 57 (1), 30-49.
 15. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 260/2003 z dnia 12 lutego 2003 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 999/2001 Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do zwalczania pasażowalnych encefalopatii gąbczastych u owiec i kóz oraz zasad handlu żywymi owcami, kozami i zarodkami bydłecymi (Tekst mający znaczenie dla EOG). Dz. Urz. UE L 37/7, 201-205.
 16. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 999/2001 z dnia 22 maja 2001 r. ustanawiające zasady dotyczące zapobiegania, kontroli i zwalczania niektórych przenośnych gąbczastych encefalopatii. 2001. Dz. Urz. UE L 147, 1-66.
 17. SPSS 21.0 for Windows, IBM Ltd.
 18. VAN KAAM J.B.C.H.M., FINOCCHIARO R., VITALE M., PORTOLANO B., VITALE F., CARACAPPA S., 2005 – PrP allele frequencies in non-infected Valle del Belice and infected cross-bred flocks. W: Book of abstracts of the 56th Annual Meeting of the European Association for Animal Production 11. Red. Y. v.d. Honing. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 376.

Roman Niżnikowski, Grzegorz Czub, Jerzy Kamiński, Mariola Nieradko,
Marcin Świątek, Krzysztof Głowacz, Magdalena Ślęzak

Polymorphism of the prion protein gene *PrP* in Polish Lowland Sheep raised in the Podlasie region

Summary

The study was conducted on ewes and rams of the breed Polish Lowland Sheep from 7 flocks in the Podlasie Voivodeship. The analysis included 349 sheep (326 ♀ and 23 ♂) aged 2 to 11 years, belonging to three varieties of Polish Lowland Sheep: Corriedale (2 herds), Polish Lowland Sheep of Podlasie (3 herds) and Żelaźnieńska Sheep (2 herds). Identification of the *PrP* prion protein gene was performed in all the animals. The variety of Polish Lowland Sheep was found to have a highly significant effect, and sex an insignificant effect, on the frequency of scrapie alleles and genotypes. Five scrapie alleles (ALRR, ALRQ, ALHQ, AFRQ and VLRQ) were found in the Corriedale Sheep. Of these alleles, VLRQ was not found in the Polish Lowland Sheep of Podlasie and VLRQ and AFRQ were not found in the Żelaźnieńska Sheep. Eleven genotypes of scrapie were identified, with the greatest number in the Corriedale Sheep – 11 genotypes (11 in ewes, 3 in rams), 5 genotypes in the Polish Lowland Sheep of Podlasie (5 in ewes, 2 in rams) and 3 genotypes in the Żelaźnieńska Sheep (3 in ewes, 2 in rams). The frequency of ALRR/ALRR and ALRR/ALRQ genotypes in the Polish Lowland Sheep of Podlasie and Żelaźnieńska Sheep was very high compared to the Corriedale Sheep. Genotypes containing the AFRQ allele (ALHQ/AFRQ, AFRQ/AFRQ, VLRQ/AFRQ) and the VLRQ allele (VLRQ/ALRR, VLRQ/ALRQ, VLRQ/ALHQ, VLRQ/AFRQ) were found in the Corriedale Sheep. In the Polish Lowland Sheep of Podlasie the ALRR/AFRQ genotype was found only in one ewe. The very high frequency of alleles and genotypes containing the ALRR allele in the Żelaźnieńska Sheep and Polish Lowland Sheep of Podlasie must be regarded as a very valuable result. Due to the presence in Corriedale Sheep of alleles and genotypes containing VLRQ and AFRQ, with a lower frequency of ALRR, a breeding programme for this breed should be developed to modify the current frequency of scrapie alleles and genotypes.

KEY WORDS: sheep / *PrP* / frequency of alleles and genotypes