

## Polimorfizm genów białek mleka oraz ich wpływ na mleczność krów

Beata Sitkowska, Ewa Wiśniewska, Sławomir Mroczkowski

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy,  
Katedra Genetyki i Podstaw Hodowli Zwierząt,  
ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

Celem badań było określenie frekwencji genów i genotypów beta-laktoglobuliny (BLG) i kappa-kazeiny (CASK) oraz ich wpływu na wydajność i skład chemiczny mleka krów pierwiastek rasy holztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej utrzymywanych w trzech stadach województwa kujawsko-pomorskiego. Genotypowanie genów BLG i CASK przeprowadzono techniką PCR-RFLP, odpowiednio z użyciem enzymów *HaeIII* i *HinfI*. Obliczenia statystyczne wykonano przy zastosowaniu wieloczynnikowej analizy wariancji, za pomocą procedury GLM w pakiecie statystycznym SAS. Stwierdzono ponad dwukrotnie większy udział w badanej populacji heterozygot BLG AB (0,49) w stosunku do homozygot BLG AA (0,24) oraz osobników o genotypie BLG BB (0,27). Najwyższą wydajność mleka i jego podstawowych składników stwierdzono w grupie krów heterozygotycznych pod względem genu BLG. W przypadku genu CASK w badanej populacji zaobserwowano również większą frekwencję allelu A (0,82) nad pożądanym w hodowli allelem B (0,18). Liczebności grup genotypowych były podobne dla całej populacji, jak również w obrębie badanych stad. W przypadku genu kappa-kazeiny stwierdzono, że krowy o genotypie CASK AA produkowały więcej mleka i jego składników w stosunku do grup CASK AB i BB, jednak różnice nie były istotne statystycznie.

**SŁOWA KLUCZOWE:** krowy mleczne / wydajność mleczna / BLG / CASK

W ostatnich latach obserwuje się bardzo duży postęp hodowlany w zakresie wzrostu wydajności mlecznej krów. Jednocześnie jednym z ważnych celów hodowlanych programu doskonalenia cech użytkowości mlecznej bydła pozostaje zwiększenie zawartości białka i poprawa właściwości technologicznych mleka. Spowodowane jest to wymogami rynku, które warunkują konieczność podnoszenia jakości mleka i produktów mleczarskich [19].

Intensywne doskonalenie zwierząt pod względem cech użytkowych zmienia strukturę genetyczną populacji w zakresie pożądaných genów. W obrębie poszczególnych frakcji białek mleka stwierdzony został polimorfizm i występowanie wielu genetycz-

nych wariantów, których układ wpływa na właściwości związane z wydajnością, składem chemicznym i niektórymi cechami fizyko-chemicznymi mleka [2, 3, 4, 7, 10, 11, 16, 18]. Autorzy badań dotyczących wpływu polimorfizmu genów białek mleka na cechy związane z wydajnością mleka i jego składników [8, 13, 19] wskazują jednak na niejednoznaczne wyniki, na które wpływ mają prawdopodobnie warunki utrzymania i żywienia oraz model statystyczny zastosowany do obliczeń. Ponadto Dymnicki [5] podkreśla, że wydajność mleka krów jest w 70% uzależniona od czynników środowiskowych, a potencjał genetyczny bydła często nie jest w pełni wykorzystany, głównie ze względu na niekorzystne warunki utrzymania i żywienia.

Celem badań było określenie aktualnej frekwencji genów i genotypów beta-laktoglobuliny i kappa-kazeiny oraz analiza ich wpływu na wydajność i skład chemiczny mleka, w populacji krów pierwiastek rasy holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej utrzymywanych w trzech stadach z województwa kujawsko-pomorskiego, objętych programem intensywnego doskonalenia genetycznego.

## Materiał i metody

Badaniami objęto 298 krowy pierwiastki rasy holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej, utrzymywane w trzech wybranych stadach położonych w województwie kujawsko-pomorskim. Liczebność zwierząt w stadach była zbliżona, odpowiednio: 112, 84 i 102 sztuki. W latach 2006-2008 średnia wydajność mleka, procentowa zawartość tłuszczu i białka w mleku kształtowała się następująco: w stadzie I – 6426 kg, 4,41% i 3,37%; w stadzie II – 6094 kg, 4,10% i 3,27%, w stadzie III – 6003 kg, 4,36% i 3,12%.

Zwierzęta przebywały w budynkach przeznaczonych dla krów, warunki utrzymania, żywienia oraz doju były podobne. Krowy utrzymywano na uwięzi, na stanowiskach ściółkowych płytkich. Podstawę żywienia w okresie zimowym stanowiły kisonki z kukurydzy, natomiast w okresie letnim – zielonki pastwiskowe.

Materiał do analiz molekularnych stanowiła krew, którą pobierano z żyły jarzmowej do próbek z EDTA. Wysokiej jakości DNA uzyskano dzięki zastosowaniu kitu do izolacji MasterPure™ DNA (Epicentre Technologies). Genotypowanie genu BLG przeprowadzono na podstawie identyfikacji polimorfizmu T/C w eksonie 4 w pozycji 446, przy użyciu techniki PCR-RFLP z wykorzystaniem enzymu restrykcyjnego *HaeIII* (Fermentas), wg metodyki Medrano i Aguilar-Cordova [12]. Fragment genu BLG, o długości 262 pz, amplifikowano metodą PCR. Reakcja przebiegała w objętości 25 µl. Mieszanina reakcyjna zawierała odpowiednio: 200 ng genomowego DNA, 7,5 pmol każdego z primerów, 200 µM każdego z dNTP, 1,5 mM MgCl<sub>2</sub> i 0,625 U *Taq* polimerazy (Fermentas). Profil termiczny reakcji PCR był następujący: denaturacja wstępna 94°C przez 3 min, następnie 35 cykli namnażających po 30 s w 94°C, 30 s w 60°C, 30 s w 72°C i końcowa temperatura wydłużania 5 min w 72°C. Fragment DNA o długości 262 pz poddano hydrolizie enzymatycznej z enzymem restrykcyjnym *HaeIII* (Fermentas) przez 4 h w 37°C.

Badania molekularne nad genem CASK przeprowadzono analizując polimorfizm A/C w eksonie 4 genu w pozycji 5345, wg metodyki Medrano i Aguilar-Cordova [12].

Reakcję PCR prowadzono w objętości 25  $\mu$ l. Mieszanina reakcyjna zawierała: 200 ng genomowego DNA, 2,5 pmol każdego z primerów, 200  $\mu$ M każdego z dNTP, 1,5 mM  $MgCl_2$  i 0,625 U *Taq* polimerazy (Fermentas). Profil termiczny reakcji PCR był następujący: denaturacja wstępna 94°C przez 3 min, następnie 35 cykli namnażających po 30 s w 94°C, 30 s w 60°C, 30 s w 72°C i końcowa temperatura wydłużania 5 min w 72°C. Analizę RFLP wykonano przy użyciu enzymu restrykcyjnego *Hinf*I (Fermentas). Dla strawienia fragmentu genu CASK o długości 350 pz produkty reakcji PCR inkubowano przez 6 h w temperaturze 37°C.

Uzyskane fragmenty restrykcyjne, zarówno dla genu BLG jak i CASK, rozdzielane były następnie w 3,5-procentowych żelach agarozowanych z dodatkiem bromku etydyny (0,5  $\mu$ g/ml) w 1x stężonym buforze TBE, w obecności wzorca DNA pUC19/*Msp*I (Fermentas).

Na podstawie uzyskanych wyników przeprowadzono charakterystykę struktury genetycznej badanej populacji krów, obliczając frekwencję genów i genotypów BLG i CASK. Informacje o użytkowości mlecznej krów pochodziły z bazy danych systemu SYMLEK. Zebrano dane dotyczące pierwszej 305-dniowej laktacji, która miała miejsce w latach 2006-2008. Wydajność mleka skorygowaną na zawartość 4% tłuszczu – FCM (Fat Corrected Milk), obliczono według wzoru [14]:

$$\text{wydajność mleka FCM} = 0,4M + 150F$$

gdzie:

*M* – uzyskana ilość mleka (kg),

*F* – uzyskana ilość tłuszczu (kg).

Obliczenia statystyczne wykonano przy zastosowaniu wieloczynnikowej analizy wariancji, za pomocą procedury GLM [15], wykorzystując metodę najmniejszych kwadratów w pakiecie statystycznym SAS. Zbadano wpływ stada oraz genotypów BLG i CASK na wydajność mleka i jego składników w pierwszej laktacji. Istotności różnic zweryfikowano za pomocą testu statystycznego Scheffe [15].

## Wyniki i dyskusja

W badaniach własnych wyodrębniono trzy grupy krów pod względem polimorfizmu beta-laktoglobuliny oraz kappa-kazeiny: AA, AB i BB. Frekwencja genów i genotypów w poszczególnych stadach zestawiona została w tabeli 1. W przypadku genu BLG frekwencję genów na identycznym poziomie jak dla całej badanej populacji stwierdzono w stadzie III (odpowiednio: A – 0,49 i B – 0,51), natomiast w przypadku genu CASK analogiczna sytuacja zaistniała w stadzie II (wariant A – 0,82 i B – 0,18). Najwyższą frekwencję allelu A genu BLG stwierdzono w stadzie II, natomiast allelu B – w stadzie I, w obu przypadkach wynosiła ona 0,57 (tab. 1). Uzyskane rezultaty pod względem frekwencji genu BLG korespondują z wynikami innych autorów [3, 6, 10, 17]. Litwińczuk i wsp. [10] wykazali podobny procentowy udział genotypów BLG w czterech typach gospodarstw. Autorzy oszacowali dla środkowo-wschodniej Polski udział BLG AA, AB i BB odpowiednio na poziomie: 13,3%, 53,4% i 33,3%, natomiast

dla rejonu wileńskiego na Litwie: 20,6%, 58,6% oraz 21,1%. Podobną tendencję frekwencji genów determinujących polimorfizm BLG obserwowali też Czerniawska-Piątkowska i Kamieniecki [3] oraz Kamiński [6]. U buhajów rasy czarno-białej dopuszczonych do rozplodu w Polsce w latach 1994-2000 frekwencja allelu A genu BLG wynosiła 0,41, natomiast allelu B genu BLG – 0,59 [6].

**Tabela 1 – Table 1**

Frekwencje genów i genotypów beta-laktoglobuliny i kappa-kazeiny w badanej populacji  
Frequency of beta-lactoglobulin and kappa-casein genes and genotypes in the examined population

Genotyp Genotype	Liczba genotypów Number of genotypes	Frekwencja genotypów Frequency of genotypes	Frekwencja alleli Frequency of alleles	
			A	B
Stado I – Herd I				
BLG				
AA	21	0,19		
AB	54	0,48	0,43	0,57
BB	37	0,33		
CASK				
AA	85	0,76		
AB	21	0,19	0,85	0,15
BB	6	0,05		
Stado II – Herd II				
BLG				
AA	29	0,35		
AB	37	0,44	0,57	0,43
BB	18	0,21		
CASK				
AA	57	0,68		
AB	23	0,27	0,82	0,18
BB	4	0,05		
Stado III – Herd III				
BLG				
AA	22	0,22		
AB	56	0,55	0,49	0,51
BB	24	0,24		
CASK				
AA	62	0,61		
AB	35	0,34	0,78	0,22
BB	5	0,05		
Łącznie – Total				
BLG				
AA	72	0,24		
AB	147	0,49	0,49	0,51
BB	79	0,27		
CASK				
AA	204	0,68		
AB	79	0,27	0,82	0,18
BB	15	0,05		

W analizowanej populacji w układzie CASK stwierdzono najwyższy udział genotypów AA w stadzie I. Natomiast udział homozygot BB we wszystkich badanych stadach był równy udziałowi dla całej badanej populacji i wynosił 0,05. Zaobserwowano najmniej osobników o genotypie CASK BB. Frekwencja w całej badanej populacji

była podobna do tych obserwowanych w poszczególnych stadach (tab. 1). Jak podkreślają Czerniawska-Piątkowska i Kamieniecki [4], istnieje silna potrzeba przedsięwzięcia działań prowadzących do wzrostu allelu B genu CASK w populacji krów mlecznych w Polsce.

Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że udział heterozygot BLG AB w badanej populacji był ponad dwukrotnie większy niż homozygot AA i BB, przy czym stwierdzono podobną frekwencję allelu B (0,51) w porównaniu z allelem A genu BLG (0,49). W przypadku genu kappa-kazeiny stwierdzono przewagę genotypów CASK AA (0,68) i niewielki udział genotypów CASK BB (0,05). Zaobserwowano większą frekwencję allelu A (0,82) nad pożądanym w hodowli allelem B (0,18). Ng-Kwai-Hang i wsp. [13], po przebadaniu krów mlecznych z 546 stad, stwierdzili największą frekwencję heterozygot BLG AB (50%), natomiast homozygot BLG BB było 40%. W przypadku genu CASK, stwierdzono najwięcej osobników z genem w formie A, homozygot AA było około 55%, heterozygot AB – 40%, osobników BB – prawie 4%.

Analizując wpływ stada, z którego pochodziły zwierzęta oraz genotypów pod względem genów BLG i CASK na wyniki mleczności pierwiastek, stwierdzono wysoko istotny statystycznie wpływ stada na wydajność i procentową zawartość tłuszczu i białka w mleku krów w pierwszej laktacji, natomiast wpływ badanych genów okazał się nieistotny statystycznie (tab. 2).

**Tabela 2 – Table 2**

Wpływ stada oraz genotypów na wydajność mleka i jego składników w pierwszej laktacji ( $F_{emp.}$ )  
Effect of herd and of genotypes on the yield of milk and its components during the first lactation ( $F_{emp.}$ )

Czynnik Factor	Wydajność mleka Milk yield (kg)	Wydajność tłuszczu Fat yield (kg)	Zawartość tłuszczu Fat content (%)	Wydajność białka Protein yield (kg)	Zawartość białka Protein content (%)	FCM (kg)
Stado Herd	1,41	5,54**	7,35**	4,90**	26,13**	3,67*
Genotyp BLG Genotype BLG	0,62	0,47	0,06	0,73	1,01	0,55
Genotyp CASK Genotype CASK	1,89	3,01	2,58	2,02	0,32	2,63

\*\* $P \leq 0,01$ ; \* $P \leq 0,05$

W tabeli 3 przedstawiono wyniki użytkowości mlecznej krów pierwiastek w zależności od genotypu beta-laktoglobuliny lub kappa-kazeiny. Na podstawie wykrytego polimorfizmu T/C w genie beta-laktoglobuliny stwierdzono, że spośród objętych badaniami krów heterozygoty BLG AB charakteryzowały się najwyższą wydajnością mleka i większości jego podstawowych składników, takich jak: wydajność tłuszczu (kg), wy-

dajność białka (kg), procentowa zawartość białka w mleku, jak również FCM (kg). Jedynie pod względem procentowej zawartości tłuszczu w mleku osobniki o genotypie BLG BB okazały się lepsze (4,32%) w porównaniu z krowami o genotypach BLG AA oraz BLG AB. Choć homozygoty BLG BB przewyższały pod względem procentowej zawartości tłuszczu w mleku krowy o genotypach BLG AA i BLG AB, odpowiednio średnio o 0,06% i 0,02%, to różnice te nie były istotne statystycznie (tab. 3). W przeciwieństwie do wyników otrzymanych w badaniach własnych, Kamiński i Zabołewicz [8] stwierdzili najwyższą procentową zawartość tłuszczu (4,32%) w mleku krów o genotypie BLG AA, natomiast krowy o genotypach BLG AB i BLG BB charakteryzowały się niższymi wartościami tej cechy, jednak w obu grupach procentowa zawartość tłuszczu w mleku była na takim samym poziomie i wynosiła 4,27%. Natomiast w przypadku procentowej zawartości białka w mleku, w odróżnieniu od prezentowanych wyników badań własnych, Kamiński i Zabołewicz [8] stwierdzili, że najlepsze pod względem tej cechy były krowy o genotypie BLG AA (3,51%). Heterozygoty BLG AB oraz homozygoty BLG BB charakteryzowały się niższą procentową zawartością białka w mleku, która w obu grupach wynosiła 3,33%. Warto również zwrócić uwagę na fakt, iż w badaniach własnych procentowa zawartość białka w mleku krów we wszystkich grupach wydzielonych ze względu na genotyp beta-laktoglobuliny była na niższym poziomie w porównaniu z wyżej omawianymi wartościami prezentowanymi przez Kamińskiego i Zabołewicza [8].

**Tabela 3 – Table 3**

Analiza cech mleka badanej populacji oszacowanych dla pierwszej laktacji w zależności od wariantu genetycznego beta-laktoglobuliny i kappa-kazeiny (LSM)

Analysis of milk characteristics of examined population estimated for first lactation depending on genetic variant of beta-lactoglobulin and kappa-casein (LSM)

Genotyp Genotype	Wydajność mleka Milk yield (kg)	Wydajność tłuszczu Fat yield (kg)	Zawartość tłuszczu Fat content (%)	Wydajność białka Protein yield (kg)	Zawartość białka Protein content (%)	FCM (kg)
BLG						
AA	6147,01	262,04	4,26	199,64	3,23	6309,10
AB	6262,50	268,56	4,30	204,81	3,26	6533,39
BB	6026,86	259,89	4,32	197,42	3,25	6309,01
CASK						
AA	6383,90	271,10	4,26	209,03	3,27	6555,83
AB	6177,09	265,05	4,31	202,64	3,26	6446,59
BB	5718,13	231,60	4,03	185,86	3,25	5761,25

W przypadku genu kappa-kazeiny stwierdzono, że krowy o genotypie CASK AA charakteryzowały się najwyższą wydajnością mleka oraz białka i tłuszczu. Najwyższą procentową zawartość tłuszczu w mleku stwierdzono w grupie krów o genotypie CASK AB (4,31%), jednak różnice nie były istotne statystycznie (tab. 3). Badania nad wpływem polimorfizmu w genie kappa-kazeiny na cechy użyteczności mlecznej w poszczególnych laktacjach krów, prowadzone przez Lin i wsp. [9], wykazały, że krowy o ge-

notypie BB dawały więcej mleka niż krowy o pozostałych genotypach. Nie udało się potwierdzić tej zależności w objętej badaniami własnymi populacji zwierząt. Ponadto, w prezentowanych badaniach własnych zaobserwowano najniższą procentową zawartość tłuszczu w mleku krów o genotypie CASK BB (4,03%), w porównaniu do dwóch pozostałych grup wydzielonych ze względu na genotyp CASK. Jednak liczebność homozygot recesywnych (6 zwierząt) uniemożliwia traktowanie tego wyniku jako reprezentatywnego wyznacznika dla większej populacji, gdyż może on być obarczony stosunkowo dużym błędem. Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie między średnimi w badanych grupach (tab. 2).

W analizowanej populacji procentowa zawartość białka w mleku, we wszystkich grupach krów wydzielonych ze względu na wykryty genotyp kappa-kazeiny, była na podobnym poziomie (tab. 3). Natomiast Bovenhuis i Weller [1] wykazali, że mleko krów o genotypie CASK BB zawierało więcej białka niż krów o dwóch pozostałych genotypach, czyli CASK AA i CASK AB. Badania te wykazały również zdecydowanie większą przydatność technologiczną do produkcji serów mleka pozyskanego od homozygot CASK BB [1]. Jak podają Buchberger i Dovc [2] na podstawie zebranych danych literaturowych, mleko krów o genotypach CASK BB i BLG BB jest rekomendowane dla przemysłu mleczarskiego do produkcji serów, jednak autorzy zalecili w tym względzie dalsze wnikliwe badania.

Frekwencja preferowanych przez przetwórstwo mleczarskie genotypów kappa-kazeiny w badanej populacji bydła była na niskim poziomie. Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań pod względem polimorfizmu beta-laktoglobuliny, wykazano ponad dwukrotnie większy udział w badanej populacji heterozygot BLG AB (0,49) w porównaniu z homozygotami BLG AA (0,24), jak również z osobnikami o genotypie BLG BB (0,27). Najwyższą wydajność mleka i jego podstawowych składników stwierdzono u krów heterozygotycznych o genotypie BLG AB. W badanej populacji zaobserwowano również większą frekwencję allelu A (0,82) nad pożądanym w hodowli allelem B (0,18) w przypadku genu kappa-kazeiny. Krowy o genotypie CASK AA produkowały więcej mleka i jego składników w stosunku do pozostałych grup, różnice nie były jednak istotne statystycznie.

## PIŚMIENICTWO

1. BOVENHUIS H., WELLER J.I., 1994 – Mapping and Analysis of Dairy Cattle Quantitative Trait Loci by Maximum Likelihood Methodology Using Milk Protein Genes as Genetic Markers. *Genetics* 137 (1), 267-280.
2. BUCHBERGER J., DOVC P., 2000 – Lactoprotein Genetic Variants in Cattle and Cheese Making Ability. *Food Technology and Biotechnology* 38 (2), 91-98.
3. CZERNIAWSKA-PIĄTKOWSKA E., KAMIENIECKI H., 2002 – Frekwencja genów i genotypów białek mleka krów w wielkostadnym gospodarstwie z terenu Pomorza Zachodniego. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Zootechnica* 227 (44), 35-40.
4. CZERNIAWSKA-PIĄTKOWSKA E., KAMIENIECKI H., 2004 – Polimorfizm białek mleka u bydła. *Medycyna Weterynaryjna* 60 (7), 692-694.

5. DYMICKI E., 1987 – Wpływ czynników genetycznych i środowiskowych na użytkowość mleczną krów rasy czarno-białej w kolejnych laktacjach w zależności od poziomu produkcyjnego stada. Rozprawa habilitacyjna nr 8. IGiHZ PAN, Jastrzębiec.
6. KAMIŃSKI S., 2001 – Polimorfizm genów białek mleka u bydła. Wyd. UWM Olsztyn.
7. KAMIŃSKI S., CZARNIK U., ZABOLEWICZ T., 1996 – Program praktycznego wykorzystania identyfikacji genu kappa-kazeiny oraz genu beta-laktoglobuliny. *Przegląd Hodowlany* 1, 4-5.
8. KAMIŃSKI S., ZABOLEWICZ T., 2000 – Associations between bovine beta-lactoglobulin polymorphism within coding and regulatory sequences and milk performance traits. *Journal of Applied Genetics* 41 (2), 91-99.
9. LIN C.Y., MCALLISTER A.J., NG-KWAI-HANG K.F., HAYES J.F., BATRA T.R., LEE A.J., ROY G.L., VESELY J.A., WAUTHY J.M., WINTER K.A., 1989 – Relationships of milk protein types to lifetime performance. *Journal of Dairy Science* 72 (11), 3085-3090.
10. LITWIŃCZUK A., LITWIŃCZUK Z., TUMIENIE M., BARŁOWSKA J., 1999 – Polimorfizm białek mleka krów cb z wybranych rejonów Polski i Litwy. *Prace i Materiały Zootechniczne* 54, 101-106.
11. LITWIŃCZUK A., BARŁOWSKA J., KRÓL J., LITWIŃCZUK Z., 2006 – Białka polimorficzne mleka jako markery cech użytkowych bydła mlecznego i mięsnego. *Medycyna Weterynaryjna* 62 (1), 6-10.
12. MEDRANO J.F., AGUILAR-CORDOVA E., 1990 – Genotyping of bovine kappa-casein loci following DNA sequence amplification. *Bio/Technology* 8, 144-146.
13. NG-KWAI-HANG K.F., MONARDES H.G., HAYES J.F., 1990 – Association between genetic polymorphism of milk proteins and production traits during three lactations. *Journal of Dairy Science* 73, 3414-3420.
14. RABEK A. (red.), 1984 – Zootechnika (t. II). Praca zbiorowa. PWRiL, Warszawa.
15. SAS Institute Inc., 2008 – SAS/STAT User's guide, Version 9.2, Cary, NC.
16. WALAWSKI K., CZARNIK U., ZABOLEWICZ T., 1997 – Związek między polimorfizmem beta-laktoglobuliny (BLG) i zróżnicowaniem wskaźników diagnostycznych charakteryzujących podkliniczne stany mastitis u krów rasy czarno-białej. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 24 (4), 9-22.
17. ZATOŃ M., 1999 – Znaczenie polimorfizmu kappa-kazeiny w hodowli bydła. *Prace i Materiały Zootechniczne* 54, 7-19.
18. ZDZIARSKI K., GRODZKI H., NAŁĘCZ-TARWACKA T., BRZOSOWSKI P., PRZYSUCHA T., 2002 – Wpływ systemu utrzymania i genotypu krów na długość ich użytkowania i żywotną użytkowość mleczną. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 62, 29-35.
19. ZIEMIŃSKI R., JUSZCZAK J., CZARNIK U., ĆWIKŁA A., ZABOLEWICZ T., WALAWSKI K., 2005 – Związek między polimorfizmem białek mleka i zróżnicowaniem wydajności oraz składu mleka krów utrzymywanych w stadzie bydła rasy czarno-białej Kombinatu Rolnego Kietrz. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica* 4 (1), 163-170.



## Polymorphisms of milk protein genes and their influence on milk performance traits of cows

### S u m m a r y

The aim of the study was to determine frequencies of beta-lactoglobulin and kappa-casein genes and genotypes and their influence on milk yield and its basic components of Holstein-Friesian Black-and-White primiparous cows maintained in three herds in the Kujavian-Pomeranian voivodeship. Genotyping of BLG and CASK genes was performed with the use of PCR-RFLP technique with restriction enzymes *HaeIII* and *HinfI*, respectively. The numerical data were statistically worked out with the use of multi-factor analysis of variance using GLM procedure in SAS statistic package. The results of the analysis indicated that BLG AB heterozygotes (0.49) were over twice as frequent as compared to BLG AA (0.24) and BLG BB (0.27) homozygotes. The highest milk yield and its basic components were noted in the group of BLG heterozygous cows. In case of CASK gene higher frequency of A allele (0.82) than B (0.18) allele, which is desired in breeding, was noted in the investigated population. The numbers of genotype groups were similar for whole population as well as for certain herds. In case of kappa-casein gene it was stated that AA BLG cows gave more milk and its components than cows of other genotype groups. However, the differences were not statistically significant.

