

ROCZNIKI NAUKOWE ZOOTECHNIKI

INSTYTUT ZOOTECHNIKI
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

T. 33

KRAKÓW 2006

z. 2

RADA REDAKCYJNA

Prof. dr hab. *Jędrzej Krupiński* — przewodniczący — Kraków-Balice, prof. dr hab. *Franciszek Brzóška* — Kraków-Balice, prof. dr hab. *Zbigniew Dobrzański* — Wrocław, prof. dr hab. *Marian Duniec* — Kraków-Balice, prof. dr hab. *Eugeniusz Herbut* — Kraków-Balice, prof. dr hab. *Dymitr Kaliszewicz* — Olsztyn, dr hab. *Ewa Kapkowska*, prof. AR Kraków, prof. dr hab. *Jerzy Koreleski* — Kraków-Balice, prof. dr hab. *Jolanta Kurył* — Jastrzębiec, prof. dr hab. *Jan Niemiec* — Warszawa, prof. dr hab. *Andrzej Potkański* — Poznań, prof. dr hab. *Marian Różycki* — Kraków-Balice, doc. dr hab. *Jadwiga Seremak-Bulge* — Warszawa, prof. dr hab. *Zdzisław Smorąg* — Kraków-Balice, prof. dr hab. *Tadeusz Szulc* — Wrocław

REDAKCJA

Redaktor naczelny — prof. dr hab. *Mariusz Pietras*
Zastępca redaktora naczelnego — prof. dr hab. *Ewa Słota*,
prof. dr hab. *Juliusz Książkiewicz*
Sekretarz redakcji — mgr *Danuta Dobrowolska*
Opracowanie redakcyjne — mgr *Danuta Dobrowolska*, mgr *Halina Lach*,
mgr *Jerzy Pilawski*
Projekt okładki — *Beata Barszczewska-Wojda*

Adres redakcji — Instytut Zootechniki — Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Sarego 2, 31-047 Kraków

Wydanie publikacji
dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

© Copyright by Instytut Zootechniki – PIB

PL ISSN 0137-1657

SPIS TREŚCI

Artykuł przeglądowy

1. D. Mazur, E. Herbut, J. Walczak — Termowizja jako metoda diagnostyczna 171

Genetyka i hodowla zwierząt gospodarskich

2. T. Rychlik, M. Duniec — Fenogrupy układu grupowego krwi C u bydła ras: czerwono-białej, holsztyńsko-fryzyjskiej i Charolaise 183
3. P. Guliński, K. Młynek, B. Giersz — Wpływ długości okresu po wycieleniu i wieku krów na poziom immunoglobulin w siarze 193
4. G. Żak, M. Tyra — Umięśnienie i otłuszczenie szynki wieprzowej w zależności od cech użytkowości tucznej świń ras matecznych (wbp i pbz) 201
5. G. Żak, M. Tyra — Możliwości oszacowania procentowej zawartości mięsa w boczku i połówicy świń na podstawie danych z dysekcji wykonanej metodą Walstry i Merkusa 209
6. A. Kawęcka, A. Radko — Polimorfizm β -laktoglobuliny u owiec 219
7. K. Chmiel, A. Gajewska — Ocena poziomu cech pokrojowych rodów męskich koni czystej krwi arabskiej uczestniczących w krajowych pokazach w latach 2001–2005 227
8. A. Kozubska-Sobocińska, E. Słota, M. Pakusiewicz — Analiza porównawcza wzorów prążków G w kariotypie daniela (*Dama dama*) i kozy (*Capra hircus*) 235

Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo

9. R. Gąsior, K. Ślusarczyk — Charakterystyka metody oznaczania aminokwasów siarkowych w paszach i żółtkach jaj 241

Ekonomika i organizacja produkcji zwierzęcej

10. J. Krawczyk — Zależność między masą ciała kury a masą jaja w kontekście opłacalności produkcji jaj 255
11. E. Sowuła-Skrzyńska, B. Kapłon — Efektywność produkcyjno-ekonomiczna wyników badań żywieniowych w produkcji kurcząt rzeźnych, tuczników i jagniąt 263

CONTENTS

Review article

1. D. Mazur, E. Herbut, J. Walczak — Infrared thermography as a diagnostic method 171

Genetics and farm animal breeding

2. T. Rychlik, M. Duniec — Phenogroups of the C blood group system in Red-and-White, Holstein-Friesian and Charolais cattle 183
3. P. Guliński, K. Młynek, B. Giersz — Effect of length of post-calving period and age of cows on the level of colostral immunoglobulins 193
4. G. Żak, M. Tyra — Pork ham muscling and fatness depending on fattening traits of pigs of maternal breeds (Polish Large White and Polish Landrace) 201

-
5. G. Żak, M. Tyra — Possibility of estimating belly and loin meat percentage in pigs based on data from dissection performed according to the Walstra and Merkus method 209
 6. A. Kawęcka, A. Radko — Genetic polymorphism of β -lactoglobulin in sheep 219
 7. K. Chmiel, A. Gajewska — Estimation of conformation traits in purebred Arabian horses taking part in National Shows according to sirelines in 2001–2005 227
 8. A. Kozubska-Sobocińska, E. Słota, M. Pakusiewicz — Comparison of the G-banded karyotype of the fallow deer (*Dama dama*) and goat (*Capra hircus*) 235

Animal nutrition and feedstuffs

9. R. Gąsior, K. Ślusarczyk — Characteristics of the method for determination of sulphur amino acids in feeds and egg yolks 241

Economics and organization of animal production

10. J. Krawczyk — Determination of egg production profitability based on the relationship between chicken's body weight and egg weight 255
11. E. Sowula-Skrzyńska, B. Kapłon — Productive and economic efficiency of feeding trial results in the production of broiler chickens, fattening pigs and lambs 263

TERMOWIZJA JAKO METODA DIAGNOSTYCZNA

Dorota Mazur, Eugeniusz Herbut, Jacek Walczak

Instytut Zootechniki — Państwowy Instytut Badawczy, Dział Technologii, Ekologii i Ekonomiki
Produkcji Zwierzęcej, 32-083 Balice k. Krakowa

Początki termowizji (termografii) związane są z odkryciem w 1800 roku przez angielskiego astronoma Friedricha Wilhelma Herschela promieniowania podczerwonego. Dalsze badania, realizowane w drugiej połowie XIX w., pogłębiły wiedzę na temat podczerwieni, następstwem czego były prawa stworzone przez Kirchoffa, Boltzmana, Wiena i Plancka.

W połowie XX w., w wyniku intensywnej pracy nad militarnym zastosowaniem techniki podczerwieni, zbudowano pierwsze wskaźniki podczerwone, a w latach 60. pojawiły się pierwsze urządzenia termowizyjne do zastosowań cywilnych. Takim urządzeniem jest kamera termowizyjna.

Zasada termowizji opiera się na tym, że każde ciało, którego temperatura jest wyższa od zera bezwzględnego, emituje promieniowanie cieplne. Dziś wiemy, że promieniowanie to jest częścią spektrum elektromagnetycznego, a długość jego fali mieści się w granicach od 760 nm do 1 mm. Jest ono wykrywane i mierzone przez urządzenia termowizyjne dwoma sposobami. Z pierwszym mamy do czynienia wówczas, kiedy detektor termiczny pochłania całkowicie promieniowanie podczerwone o każdej długości fali, z drugim, gdy detektor fotonowy reaguje jedynie na promieniowanie o określonej długości fali. Detektor kamery termowizyjnej umożliwia zmianę energii promieniowania podczerwonego na sygnał elektryczny. W poszczególnych modułach przetwarzania sygnału ulega on wzmocnieniu, konwersji na postać cyfrową i zamianie na wartości temperatur poszczególnych punktów macierzy obrazu. Punktom tym (pikselom) przyporządkowane zostają kolory z palety barw. W ten sposób powstaje kolorowy termogram — mapa rozkładu temperatury na badanym obiekcie. Obraz ten wyświetlany jest na monitorze komputera. Termogramy są ilościowym odzwierciedleniem temperatury powierzchni badanych ciał, ponieważ ilość oddawania przez ciała energii jest funkcją ich temperatury.

Współcześnie termowizja staje się coraz bardziej popularną metodą badawczą. Jej dużą zaletą jest łatwość dokonywania pomiarów oraz całkowita bezinwazyj-

ność. Pomiary kamerą termowizyjną są bezpieczne zarówno dla badanego, jak i badającego, dlatego też jej zastosowanie jest ogromne i dotyczy różnych dziedzin. Badania termowizyjne są stosowane, na przykład, w budownictwie; m.in. do kontroli stanu izolacji termicznej budynków, poszukiwania miejsc uchodzenia ciepła z pomieszczeń, lokalizacji zawilgoceń.

Zastosowanie technologii diagnostyki termowizyjnej znalazło uznanie także w wielu koncernach energetycznych na całym świecie, m.in. do monitorowania linii energetycznych, transformatorów oraz niektórych traktów ciepłych. Stosowana jest często w przemyśle do kontrolowania procesów technologicznych, czy też szczelności instalacji pneumatycznych i gazowych. W ciepłownictwie kamerę na podczerwień używa się m.in. do badania stanu izolacji termicznej rurociągów, sieci ciepłowniczych, kontroli kotłów energetycznych, szczelności kominów.

Metody termowizyjne stosowane są także często w policji, ratownictwie, straży granicznej i oczywiście w wojsku.

Zastosowanie termowizji w medycynie

Termowizja pełni ważną rolę jako narzędzie diagnostyczne w medycynie. Zmiany temperatury stanowią jeden z najwcześniejszych objawów procesów patologicznych zachodzących w organizmie. Metody termograficzne umożliwiają określenie tych zmian pod kątem wartości i rozkładu przestrzennego. Na ogół jako odniesienie przyjmuje się temperaturę tkanek otaczających badany obszar lub symetryczny obszar ciała (Żuber i Jung, 1997).

O rozkładzie temperatury na powierzchni ciała decyduje temperatura tkanek narządów wewnętrznych, przewodnictwo tkanki mięśniowej i tłuszczowej oraz emisyjność cieplna skóry. Dlatego temperatura, którą mierzymy na powierzchni skóry, jest funkcją temperatury narządu wewnętrznego i własności ciepłych tkanek oddzielających ten narząd od powierzchni ciała. Wszelkie zmiany chorobowe powodują zmianę strumienia ciepła wytwarzanego przez daną tkankę, co wpływa na temperaturę zarówno jej samej, jak i tkanek otaczających, w tym także i powierzchnię skóry.

Często w diagnostyce medycznej wykorzystuje się termografię dynamiczną. Polega ona na stosowaniu podczas badania dodatkowych źródeł energii wymuszających zmianę temperatury badanego ciała w celu uwidocznienia interesujących nas cech badanego obiektu. Jako wymuszenie stosuje się fale dźwiękowe, mikrofałe, fale podczerwone. Podczas badania rejestruje się sekwencję termogramów w celu zobrazowania zmian temperaturowych w czasie (Kaczmarek, 2001).

Interesujące publikacje z zakresu stosowania termografii w badaniach medycznych dotyczą wykorzystywania tej metody w monitorowaniu układu krążenia. Pomiaru szybkości przepływu krwi w naczyniach krwionośnych za pomocą obrazów termicznych dokonywali Gordon i in. (1998). Diagnostowania, przy udziale termografii, zakrzepów żylnych podjął się Harding (1998). Bhatia i in. (2003) diagnozowali przy pomocy tej metody zmiany miażdżycowe. Znana jest także rola zapisów termograficznych przy określaniu stopnia schłodzenia serca podczas operacji kardiologicznych (Kaczmarek, 2001).

Szczególne zastosowanie ma termografia w diagnozowaniu raka piersi. Już w 1961 roku Lloyd-Williams i Handley opublikowali badania dotyczące tej choroby. Spośród 57 pacjentek z klinicznie wykrytym rakiem piersi, dzięki detekcji promieniowania podczerwonego, udało się potwierdzić diagnozę u 54 z nich. Autorzy zaobserwowali, że chore tkanki miały o 1–2°C wyższą temperaturę.

Gautherie i Pasteur (1982) analizowali mechanizmy rozchodzenia się ciepła w chorej piersi. Potwierdzili oni opinię, iż chora tkanka na skutek zmiany jej metabolizmu emituje wyższą temperaturę. Udowodnili również, że na podstawie wielkości produkcji ciepła przez chorą tkankę można określić czas jej podwojenia.

Gamagami i in. (1997) ustalili między innymi, że zdjęcia termiczne są przydatnym narzędziem do obserwacji wyników chemoterapii.

Według Keyserlinka i in. (2000), termografia jest doskonałym narzędziem wspomagającym badanie kliniczne i mammograficzne w wykrywaniu nowotworów piersi. Autorzy pokazują, że przez kombinację badania mammograficznego, klinicznego i termograficznego można dojść do osiągnięcia 98% wykrywalności tej choroby.

Termografię stosuje się często przy diagnozowaniu chorób narządów ruchu. Jest także ważnym narzędziem przy identyfikacji dysfunkcji układu nerwowego odpowiedzialnej za ból. Takie badania przeprowadzał Hooshmand (1998), który za pomocą termowizji monitorował pacjentów z bólami o różnej etiologii. Uzyskał obrazy w hipertermii i hipotermii, co było podstawą do wyjaśnienia zjawisk neurologicznych, będących przyczyną bólu. Termografia może być także według niego wykorzystywana przy ocenie czasowego porażenia nerwów, jak i w przypadku stałego ich uszkodzenia.

Znaczące okazało się wykorzystanie termogramów przy diagnozowaniu łuszczykowego zapalenia stawów (Maleszka i in., 2003). Porównanie obrazów termograficznych wykonanych u osób z klinicznie stwierdzoną chorobą oraz u pacjentów wolnych od łuszczykowego zapalenia stawów (stanowiących grupę kontrolną) dało ciekawe wyniki. U pacjentów chorych w termogramach widoczna była asymetria termalna pomiędzy stawami, przekraczająca 0,5°C. Chore stawy w obrazach charakteryzowały się przy tym wyższą temperaturą.

Jak wynika z badań Nitery (2003), termografia może być pomocna przy określeniu skuteczności ćwiczeń rehabilitacyjnych. Autorka objęła badaniami pacjentów po operacjach mikrochirurgicznych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego. Pomiaru temperatury skóry w okolicy lędźwiowo-krzyżowej wykonywane u pacjentów potwierdziły skuteczność zabiegów rehabilitacyjnych. Średnie statystyczne temperatury badanego obszaru ciała były niższe w ostatnim dniu leczenia od zarejestrowanych w pierwszym dniu. Badania wykazały, że istnieje istotny statystycznie związek pomiędzy pomiarami temperatury a stanem mięśni przykręgosłupowych badanej okolicy lędźwiowo-krzyżowej.

Znane są badania wykorzystujące termografię do oceny rozległości oparzeń i chorób skóry. Na przykład, praca Zhu i Xin (1999) dotyczy obserwacji temperatury skóry po oparzeniu.

Termografia sprawdziła się także przy badaniach pacjentów z łuszczycą. Przeprowadzone przez Zalewską i in. (2003) obserwacje dowodzą, że jest ona

doskonałym narzędziem przy diagnozowaniu tego schorzenia. Dzięki termografii możliwa jest lokalizacja zarówno zmian przewlekłych, stacjonarnych, jak i aktywnych. Zastosowanie kamery na podczerwień przy badaniu łuszczycy umożliwia klasyfikację zmian oraz ocenę aktywności procesu chorobowego, co ułatwia podejmowanie decyzji o dalszym leczeniu.

Zastosowanie termowizji w weterynarii

Widząc, jak niezwykle możliwości niesie ze sobą termowizja wykorzystywana w badaniach medycznych, nie dziwi fakt, że znajduje ona szerokie zastosowanie również w weterynarii czy przy obserwowaniu emisji ciepła u zwierząt. Jedną z pierwszych prac dotyczących tego tematu była publikacja Ceny i Clarka z 1973 r.

W literaturze dotyczącej zastosowania termografii (termowizji) u zwierząt najczęściej można znaleźć informacje o wykorzystywaniu tej techniki w hodowli koni (Purohit i McCoy, 1980; Schweinitz, 1999; Eddy i in., 2001). Łatwa i bezinwazyjna metoda wydaje się być idealnym rozwiązaniem przy diagnozowaniu chorób u tych zwierząt.

Śród monitorowanych przez Turner (1996) 254 przypadków kulawizn u koni, 86% wykazało istotne zmiany w zapisach termograficznych. Badanie przeprowadzone przez autorkę przy pomocy kamery termowizyjnej umożliwiło wykrycie zapaleń, zwłaszcza w górnej części kończyn. W omawianej publikacji udowodniono, że termografia wraz z badaniem klinicznym jest doskonałym narzędziem diagnostycznym w przypadku kulawizn u koni.

Możliwości zastosowania technik podczerwieni w rozpoznawaniu chorób narządu ruchu u tych zwierząt badali także Kulesza i Kaczorowski (2004). Opisane przez autorów przypadki dotyczyły, między innymi, ropnego zapalenia tworzywa kopytowego, aseptycznego zapalenia ścięgien oraz nieprawidłowej korekcji kopyta, co było przyczyną kulawizn. Badania te uświadamiają, że termogramy pozwalają ustalać przyczyny stanu chorobowego oraz dokładne miejsce jego występowania. Dzięki termogramom widoczne są również postępy w procesach rehabilitacyjnych uszkodzonych obszarów ciała.

Podobne wnioski wysuwa Nordfeldt (2004), według którego dzięki termografii można wykrywać zwichnięcia, nakostniaki, zapalenia ścięgien, więzadeł, uszkodzenie nerwów u koni, jak również pokazywać przebieg procesów naprawczych.

Ciekawe badania, dotyczące wpływu treningu wyścigowego na temperaturę powierzchni ciała koni, przeprowadzili Jodkowska i in. (2001). Autorzy badali klacze i ogiery różnych ras (pełnej krwi angielskiej, półkrwi, wielkopolskiej). Wykonano termogramy prawego i lewego boku, uwzględniając powierzchnie kłody oraz kończyn przednich i tylnych. Dokonywano pomiarów przed i po treningu. Na podstawie termogramów ustalono, że temperatura powierzchni ciała koni istotnie zależała od temperatury otoczenia i treningu. Klacze charakteryzowały się wyższą temperaturą powierzchni ciała, zwłaszcza nóg. Nogi tylne miały wyższą temperaturę niż przednie, choć różnica ta zmniejszała się po wysiłku fizycznym. Świadczy to, że podczas treningu wyścigowego bardziej obciążone były kończyny przednie.

Według Harper (2000), termowizja może być w weterynarii narzędziem diagnostycznym i prognostycznym w stanach chorobowych zwierząt. Autorka opisuje zastosowanie metod termowizyjnych nie tylko przy badaniu koni, lecz także psów czy kotów.

Nikkhah i in. (2005), stosując termografię, obserwowali rozkład temperatury na racicach krów w różnych stadiach laktacji. Badacze stwierdzili, że krowy we wczesnym stadium charakteryzowały się wyższą temperaturą racic.

Hurnik i in. (1984), rejestrując emisję ciepła skóry krów doszli do wniosku, że termografia jest doskonałym narzędziem, dzięki któremu można łatwo i wcześniej wykrywać choroby u bydła. Podobne wnioski wysuwają autorzy pracy poświęconej wirusowym infekcjom u cieląt (Schaefer i in., 2004).

Schaefer i in. (2006) zajmowali się chorobami układu oddechowego u cieląt, ich detekcją przy użyciu technik podczerwieni oraz zastosowaniem tlenu azotu przy leczeniu tych schorzeń. Badacze wysunęli wnioski, że dzięki termografii można wcześniej wykrywać schorzenia układu oddechowego cieląt niż przy pomocy tradycyjnych metod klinicznych.

Kamera termowizyjna była wykorzystywana przy badaniu dzikich zwierząt z ogrodów zoologicznych (Kouba i Williard, 2005). Stosowano ją tam m.in. do wykrywania chorób stóp u afrykańskich słoni, przy monitorowaniu termoregulacji małych ssaków czy do obserwacji zwierząt w ciemności. Rejestrowano także regulację ciepła u krokodyli i żółwi w zależności od czynników środowiskowych. Badacze ustalili, że kamera na podczerwień może posłużyć także jako narzędzie do określania późnej ciąży u zwierząt, jak również jest pomocna przy diagnozowaniu rui.

Hurnik i in. (1985) na podstawie temperatury skóry ustalali ruję u krów mlecznych. Tym samym zagadnieniem zajmowali się Brehme i in. (2003).

Hellebrand i in. (2003), monitorując temperaturę ciała ciężarnych jałówek uznali, że za pomocą termowizji nie da się z dużą pewnością ustalić cieleności, natomiast przy diagnozowaniu rui kamera na podczerwień może mieć istotne znaczenie. Z kolei Bowers i in. (2004) używali w swoich obserwacjach termografii jako narzędzia wykrywającego ciążę, także u kłaczy.

Znane są również prace dotyczące wykorzystywania termogramów do detekcji stanów chorobowych wymienia u krów. Zapalenie gruczołu mlekowego jest częstym zjawiskiem występującym w stadach mlecznych. Mastitis powoduje istotne spadki w produkcji, dlatego też niezwykle ważne jest jego wczesne wykrywanie.

Tematyką tą zajmowali się między innymi Schutz i in. (2000), zakażając poszczególne ćwiartki wymienia chorobotwórczymi drobnoustrojami *Staphylococcus aureus* i obserwując (za pomocą termowizji), jak zmienia się temperatura po wtargnięciu bakterii. Według nich, termowizja może być przydatnym narzędziem do wczesnej detekcji zapalenia wymienia.

Scott i in. (2000), stosując omawianą technikę ustalili, że wtargnięcie chorobotwórczych drobnoustrojów związane jest ze wzrostem temperatury wymienia o 2,3°C. Ciekawych obserwacji dokonali Berry i in. (2003). Używając kamery na podczerwień ustalili oni, że w ciągu dnia istnieją pewne charakterystyczne wahania

temperatury na powierzchni wymienia. Zakłócenie tego rytmicznego wahania może być sygnałem o początkach zapalenia gruczołu mlekowego. Zatem i ci autorzy potwierdzają tezę o istotności zastosowania termowizji przy wczesnej detekcji mastitis.

Zastosowanie termowizji w zootechnice

Komfort zwierząt, czy też ich dobrostan, jest bardzo ważnym czynnikiem wpływającym na efektywność produkcji, zwłaszcza w obecnych czasach, gdy nacisk konsumenta wymusza u producentów humanitarne postępowanie ze zwierzętami i zapewnienie im wysokiego poziomu dobrostanu. Z pojęciem dobrostanu ściśle związane jest zjawisko stresu u zwierząt. Istnieją różne techniki jego pomiaru, najczęściej jednak mierzy się poziom kortyzolu we krwi. Jak twierdzą Stewart i in. (2005), takie inwazyjne metody same w sobie mogą być przyczyną wystąpienia reakcji stresowej u zwierzęcia, dlatego konieczne jest szukanie nieinwazyjnych technik pomiarów. Autorzy ci twierdzą, że doskonałą metodą do oceny stresu, a tym samym w pewnym stopniu do oceny dobrostanu u zwierząt, jest termowizja.

Knizkova i in. (2002) ustalali wpływ naturalnej wentylacji na komfort cieplny zwierząt. Badane krowy mleczne utrzymywane były w oborze kurtynowej. Poszczególne części ciała zwierzęcia były monitorowane, wyniki zapisywane w postaci termogramów, a następnie poddawane analizie. Z omawianych badań wynikało, że zmiana temperatury środowiska ma wpływ na zmianę ciepłoty ciała zwierząt. Najmniejsze zmiany temperatury pod wpływem czynników zewnętrznych notowano na powierzchni wymienia.

Wśród badań dotyczących wykorzystywania kamery na podczerwień przy obserwowaniu rozkładu temperatur wymienia ważne miejsce zajmują prace Paulrud i in. z 2002 oraz 2005 roku. W pierwszej pracy autorzy za pomocą termowizji obserwowali rozkład temperatur na strzykach u krów podczas doju dwiema technikami. Zwierzęta dojone były aparatem ze standardowymi gumami strzykowymi oraz specjalnym aparatem o bardziej miękkich gumach. Dokonano pomiarów termograficznych strzyków przed przygotowaniem do doju, po przygotowaniu oraz po doju. Brano pod uwagę podstawę strzyka, jego część środkową i wierzchołek. Jednym z wniosków wysuniętych przez badaczy było to, że aparat z bardziej miękkimi gumami ma mniejsze zastosowanie przy masażu części wierzchołkowej strzyka, natomiast istotnie wpływa na cyrkulację płynów u jego podstawy i w zatoce strzykowej.

Paulrud i in. (2005) obserwowali strzyki przy pomocy termowizji oraz ultrasonografii. Podobnie jak w omawianym wcześniej doświadczeniu, badali oni wpływ dwóch technik doju (standardowy aparat udojowy i specjalny aparat z bardziej miękkimi gumami) na strzyki. Zarówno ultrasonografia, jak i termowizja okazały się dobrymi metodami do badania tkanek gruczołu mlekowego. Schmidt i in. (2004), badając temperaturę wymienia 16 krów rasy holsztyńskiej, określili relację pomiędzy rozkładem temperatur na wymieniu przed i po doju a produkcją mleka. Badacze podzielili zwierzęta na dwie grupy — krowy w stadium wysokiej

i niskiej laktacji. Obrazy termograficzne rejestrowane były dla każdego wymienia z trzech płaszczyzn — lewej i prawej przedniej oraz tylnej. Badania te pokazały, że krowy w wysokiej laktacji miały wyższą temperaturę wymienia zarówno przed, jak i po doju w porównaniu z krowami w niskiej laktacji.

Znaczenie okrywy włosowej dla regulacji cieplnej u lam badała Gerken (1997). Autorka, posługując się kamerą termowizyjną, notowała emisję ciepłą skóry tych zwierząt przed i po strzyżeniu. Usuwanie okrywy włosowej przeprowadzone było dwoma sposobami: nożycami ręcznymi oraz maszynką elektryczną. Po dokonaniu strzyży maszynką elektryczną emisja ciepłoty skóry wzrosła w porównaniu ze stanem wyjściowym o 23%, a tylko o 5% w przypadku strzyży nożycami ręcznymi. Autorka twierdzi, że całkowite usunięcie okrywy włosowej nie polepsza termoregulacji u zwierząt oraz że obecność włosów jest konieczna do ochrony skóry przed niekorzystnym działaniem promieni słonecznych.

Badacze Lunstra i Coulter (1997) prowadzili obserwacje na 75 buhajach. Rejestrowali oni kamerą termowizyjną temperaturę moszny tych zwierząt. Zauważyli, że samce o anormalnym rozkładzie temperatur w mosznie charakteryzują się niższymi wskaźnikami rozrodczymi.

Zależność pomiędzy temperaturą powierzchni moszny a temperaturą jąder u baranów badali przy pomocy termowizji Coulter i in. (1998).

Termowizja ma, jak już wspomniano, duże znaczenie w budownictwie, także w budownictwie inwentarskim. Wykorzystywana jest przy konstruowaniu nowych rozwiązań technologicznych dla zwierząt i przy ocenie budynków inwentarskich.

Przykładem publikacji dotyczącej tej właśnie tematyki jest praca Kuczyńskiego i Przybyłej (2002). Autorzy monitorowali kamerą termowizyjną pomieszczenie dla prosiąt. Dzięki zapisom termograficznym widoczne były miejsca ucieczki ciepła z budynku, którymi okazały się szczeliny w suficie. Nadolna i in. (2004) to autorzy publikacji dotyczącej analizy rozkładu temperatur w gniazdach prosiąt. Kamera umożliwiała obserwację rozkładu ciepła w gniazdach podgrzewanych podłogowo, w różnym stopniu zabudowanych (model I bez ścian bocznych; model II z zadaszeniem; model III z 3 ścianami i zadaszeniem; model IV z 3 ścianami oraz model V z 3 ścianami, dachem i kurtyną z przodu). Obrazy termograficzne pokazały związek pomiędzy stopniem zabudowy gniazda a wzrostem temperatury. Średnia temperatura powierzchni w modelu V w porównaniu z modelem I wzrosła o 3,93°C. Autorzy sugerują, że taki wzrost temperatury może mieć wpływ na rozwój i behavior prosiąt.

Metody termografii stosuje się również w przypadku oceny przyżyciowej zwierząt rzeźnych i ich mięsa po uboju. Szczególne miejsce zajmują badania dotyczące występowania stresu przedubojowego u zwierząt rzeźnych i jakości ich mięsa.

Stres przedubojowy u zwierząt jest czynnikiem w dużym stopniu wpływającym na produkcję ciepła w organizmie. Według Schaefera i in. (1988), stres ten powoduje początkowo wzrost, a następnie, po upływie kilku godzin, spadek emisji ciepła z organizmu zwierząt. Występowanie tego zjawiska zależne jest od takich czynników stresotwórczych, jak transport zwierząt do rzeźni, ograniczenie poży-

wienia przed ubojem czy też od samej podatności zwierzęcia na stres. Interesujące doświadczenie z tej dziedziny zostało opisane przez Schaefera i in. (1989). Dotyczyło ono interpretacji termogramów świń o różnej podatności na stres (genotypy *NN*, *Nn* oraz *nn*) w powiązaniu z jakością ich mięsa. Zapisy termograficzne świń uzyskano monitorując żywe zwierzęta z boku oraz od strony grzbietu. Zarejestrowano także obrazy termograficzne półtuszy 45 minut po uboju. Pobrano również i poddano ocenie próbki mięsa. Analiza statystyczna termogramów wykazała brak różnic w średniej temperaturze ciała żywych zwierząt z różnymi genotypami. Termogramy tuszy również nie różniły się statystycznie. Autorzy dostrzegli jednakże, że u świń z genotypem *nn* widoczne były w okolicy barków miejsca o wysokiej temperaturze ($>31^{\circ}\text{C}$). U tej grupy świń zanotowano także wyższą niż u pozostałych średnią temperaturę w okolicy zadu. Obserwacje te potwierdzają inni badacze, jak Lucke i Hall (1983) oraz Gariepy i in. (1989).

Trudny do wytłumaczenia wydaje się fakt, że świnię z genotypem *nn* charakteryzowała ujemna korelacja pomiędzy ich temperaturą ciała (zapis termograficzny zarejestrowany z boku zwierzęcia) a procentem wycieku swobodnego, jak i wymuszonego z mięsa.

Scott i in. (2002) prowadzili badania na bydle mięsnym przy użyciu termowizji. W doświadczeniu tym utrata ciepła przez zwierzęta była zestawiana z efektywnością ich przyrostów. Bydło żywione było *ad libitum* i utrzymywane w temperaturze -18°C i $+18^{\circ}\text{C}$ przez okres 3 tygodni. W 22. dniu eksperymentu mierzona była emisja ciepła z organizmu zwierzęcia (przy udziale termowizji). Przez cały okres mierzono było pobranie paszy oraz masa zwierząt. Z badań wynika, że istnieje istotna zależność pomiędzy oddawaniem ciepła a efektywnością przyrostów. Bydło charakteryzujące się niższą emisją ciepła z organizmu miało lepsze przyrosty.

Tak liczne publikacje dotyczące wykorzystywania termowizji świadczą o niezwykłej uniwersalności tej metody. Poza wszechstronnym zastosowaniem tej techniki w medycynie czy weterynarii, niebywale istotna z punktu widzenia zootechniki wydaje się jej przyszłość w produkcji zwierzęcej.

Podsumowując dotychczasowe wykorzystanie termowizji w zootechnice przewiduje się, że znajdzie ona dalsze zastosowanie w diagnozowaniu stanu fizjologicznego zwierząt gospodarskich. Wykorzystanie termowizji, zwłaszcza przy diagnozowaniu rui czy stanów chorobowych może mieć duże znaczenie.

W Polsce badania dotyczące zastosowania termowizji w produkcji zwierzęcej są jeszcze rzadkością, o czym świadczy niewielka ilość literatury krajowej. Istnieje jednak silna przesłanka do podejmowania badań i diagnostyki z wykorzystaniem obrazów termograficznych, których ilość wzrośnie w miarę zwiększania się dostępności, nie najtańszej obecnie, aparatury.

Wizualizacja procesów regulacji cieplnej u zwierząt gospodarskich to ogromne źródło wiedzy, dzięki któremu możliwe będą efektywniejsze działania dążące do zapewnienia dobrostanu zwierzętom, a tym samym poprawy efektywności produkcji.

Piśmiennictwo

- Berry R.J., Kennedy A.D., Scott S.L., Kyle B.L., Scheafer A.L. (2003). Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. *Can. J. Anim. Sci.*, 83 (4): 687–693.
- Bhatia V., Bhatia R., Dhindsa S., Dhindsa M. (2003). Imaging of the vulnerable plaque: new modalities. *South Med. J.*, 96 (11): 1142–1147.
- Bowers S., Gandy S., Anderson B., Ryan P., Willard S. (2004). Assessment of pregnancy in the mare using digital infrared thermography. ASAS/ADSA 2004 National Meeting (Abstract accepted and to be presented July 2004).
- Brehme U., Ahlers D., Beuche H., Hasseler W., Stollberg U. (2003). Is there a possibility of clinic application on infrared-thermography for diagnostics in oestrus detection in dairy cows? Academic Publishers: Proceedings 3rd Research and Development Conference of Central and Eastern European Institutes of Agricultural Engineering, Hungarian Institute of Agricultural Engineering, Gödöllő, 11–13.09.2003, pp. 137–142.
- Cena K., Clark J.A. (1973). Thermographic measurements of the surface temperatures of animals. *J. Mamm.*, 54: 1003–1007.
- Coulter G.H., Senger P.L., Bailey D.R. (1998). Relationship of scrotal surface temperature measured by infrared thermography to subcutaneous and deep testicular temperature in the ram. *J. Reprod. Fert.*, 84 (2): 417–423.
- Eddy A.L., Hoogmoed L.M. van, Snyder J.R. (2001). The role of thermography in the management of equine lameness. *Vet. J.*, 162 (3): 172–181.
- Gamagami P., Silverstein M.J., Waisman J.R. (1997). Infra-red imaging in breast cancer. 19th Annual International Conference of the IEEE-EMB Society, Chicago, USA, 2.10–30.11.1997.
- Garipey C., Amiot J., Nadai S. (1989). Ante-mortem detection of PSE and DFD by infrared thermography of pigs before stunning. *Meat Sci.*, 25: 37–41.
- Gautherie M., Pasteur L. (1982). Temperature and blood flow patterns in breast cancer during natural evolution and following radiotherapy. *Biomedical Thermology 1982*, Alan R. Liss, Inc., NY, pp. 21–64.
- Gerken M. (1997). Application of infra-red thermography to evaluate the influence of the fibre on body surface temperature in llamas. *European Fine Fibre Network, Occasional Publication*, 6: 65–71.
- Gordon N., Rispler S., Sideman S., Shofty R., Beyar R. (1998). Estimation of coronary blood flow by ECG gated cardiac thermography in open-chest conditions. *Physiol. Meas.*, 19: 353–366.
- Harding J.R. (1998). Thermal imaging in investigation of deep venous thrombosis (DVT). *Eur. J. Thermol.*, 1: 7–12.
- Harper D.L. (2000). The value of infrared thermography in the diagnosis and prognosis of injuries in animals. In: *Proceedings from InfraMation 2000*, 1, Orlando, Florida, pp. 115–122.
- Hellebrand H.J., Brehme U., Beuche H., Stollberg U. (2003). Östrus und Trächtigkeitsdiagnostik mittels Thermografie. Jahrestagung der Deutschen Physikergesellschaft 2003, Hannover, 24–28.03.2003.
- Hooshmand H. (1998). Is thermal imaging of any use in pain management? *Pain Digest.*, 8: 166–170.
- Hurnik J.F., Webster A.B., Boer S. de (1984). Detection of health disorders in dairy cattle utilizing a thermal infrared scanning technique. *Can. J. Sci.*, 64: 1071–1073.
- Hurnik J.F., Webster A.B., Boer S. de (1985). An investigation of skin temperature differentials in relation to estrus in dairy cattle using a thermal infrared scanning technique. *J. Anim. Sci.*, 61: 1095–1102.
- Jodkowska E., Dudek K., Bek-Kaczkowska I. (2001). Wpływ treningu wyścigowego na temperaturę powierzchni ciała koni różnych ras. *Rocz. Nauk. Zoot.*, Supl., 14: 63–72.
- Kaczmarek M. (2001). <http://www-med.eti.pg.gda.pl/~mariusz/termografia.html>.

- Keyserlink J.R., Ahlgren P.D., Belliveau E., Yu N., Yassa M. (2000). Functional infrared imaging of the breast. *Journal of IEEE Engineering in Medicine and Biology*, V — VII, pp. 30–41.
- Knizkova I., Kunc P., Koubkova M., Flusser J., Dolezal O. (2002). Evaluation of naturally ventilated dairy barn management by a thermographic method. *Livest. Prod. Sci.*, 77: 349–353.
- Kouba A., Williard S. (2005). What's new and "not" in zoo technology. *Communique, American Zoo and Aquarium Association*. March 2005, pp. 10–13.
- Kuczyński T., Przybyła K. (2002). Porous ceiling air inlet as a potential source of uncontrolled air exchange at nurseries with exhaust mechanical ventilation. <http://www.ejpau.media.pl/series/volume5/issue1/engineering/art-02.html>.
- Kulesza O., Kaczorowski M. (2004). Termografia jako jedna z technik diagnostyki obrazowej. *Med. Wet.*, 60 (11): 1143–1146.
- Lloyd-Williams K., Handley R.S. (1961). Infra-red thermometry in the diagnosis of breast disease. *Lancet*, 2: 1378–1381.
- Lucke J.N., Hall G.M. (1983). A study of the potential role brown adipose tissue in thermogenesis in the stress sensitive pigs. *Environment, drugs and thermoregulation*. 1st Int. Symp. Pharmacol. Thermoregulation. Saint Paul-de-Vinç, pp. 169–170.
- Lunstra D.D., Coulter G.H. (1997). Relationship between scrotal infrared temperature patterns and natural-mating fertility in beef bulls. *J. Anim. Sci.*, 75: 767–774.
- Maleszka R., Rozewicka M., Parafiniuk M., Kempńska A., Mikulska D. (2003). Trial of thermographic investigations application in patient with psotriatic arthritis. *Dermatol. Klin.*, 5: 11–15.
- Nadołna M., Kuczyński T., Houszka H. (2004). Analysis of temperature distribution within the piglet creep area using the numerical technique. *Ann. Anim. Sci., Suppl.*, 1: 155–158.
- Nikkah A., Plaizier J.C., Einarson M.S., Berry R.J., Scott S.L., Kennedy A.D. (2005). Infrared thermography and visual examination of hooves of dairy cows in two stages of lactation. *J. Dairy Sci.*, 2005, 88: 2749–2753.
- Nitera A. (2003). Ocena termograficzna skuteczności ćwiczeń rehabilitacyjnych u pacjentów po operacjach mikrochirurgicznych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego. *Neuroskop*, 1, 5: 81–84.
- Nordfeldt K.J. (2004). *Faculty of Vet. Med. Anim. Sci.*, 1: 30.
- Paulrud C.O., Clausen S., Andersen P.E., Bjerring M., Rasmussen M.D. (2002). Infrared thermography to evaluate milking induced alterations in teat tissue fluid circulation, 2002 ADSA-ASAS-CSAS Joint annual meeting, Québec (CA), 21–25.07.2002. *J. Dairy Sci.*, 85 (Suppl. 1): p. 84.
- Paulrud C.O., Clausen S., Andersen P.E., Rasmussen M.D. (2005). Infrared thermography and ultrasonography to indirectly monitor the influence of liner type and overmilking on teat tissue recovery. *Acta Vet. Scand.*, 46 (3): 137–147.
- Purohit R.C., McCoy M.D. (1980). Thermography in the diagnosis of inflammatory process in the horse. *Am. J. Vet. Res.*, 41: 1167–1172.
- Schaefer A.L., Jones S.D.M., Tong A.K.W., Vincent B.C. (1988). The effects of fasting and transportation on beef cattle. 1. Acid–base–electrolyte balance and infrared heat loss of beef cattle. *Livest. Prod. Sci.*, 20: 15–24.
- Schaefer A.L., Jones S.D.M., Murray A.C., Sather A.P., Tong A.K.W. (1989). Infrared thermography of pigs with known genotypes for stress susceptibility in relation to pork quality. *Can. J. Anim. Sci.*, 69 (2): 491–495.
- Schaefer A.L., Cook N., Tessaro S.V., Dereg D., Desroches G., Dubeski L., Tong A.K.W., Godson D.L. (2004). Early detection and prediction of infection using infrared thermography. *Can. J. Anim. Sci.*, 84: 73–80.
- Schaefer A.L., Perry B.J., Cook N.J., Miller C., Church J., Tong A.K.W., Stenzler A. (2006). Infrared detection and nitric oxide treatment of bovine respiratory disease. *J. Vet. Res.*, 10 (1): 7–16.
- Schmidt S., Bowers S., Dickerson T., Graves K., Willard S. (2004). Assessments of udder temperature gradients pre- and post-milking relative to milk production in Holstein cows as determined by digital infrared thermography. *J. Anim. Sci.*, 82 (Suppl. 1): p. 460.

- Schutz M., Eicher S., Townsend J., Shaw G., Kocak D. (2000). Evaluation of early detection of Induced *Staphylococcus aureus* mastitis using infrared thermography. *J. Dairy Sci. (Suppl. 1)*: p. 150.
- Schweinitz D. (1999). Thermographic diagnosis in equine back pain. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, 15 (1): 161–177.
- Scott S.L., Schaefer A.L., Tong A.K.W., Lacasse P. (2000). Use of infrared thermography for early detection of mastitis in dairy cows. *Proceedings of the Canadian Society of Animal Science Annual Meeting*, Winnipeg, MB August 2000.
- Scott S.L., Schaefer A.L., Kennedy A.D., Christopherson R.J., Tong A.K.W., Harrison H. (2002). Predicting growth efficiency in life animals using infrared thermography (IRT). *J. Anim. Sci.*, 80, Suppl. 1: p. 213.
- Stewart M., Webster J.R., Schaefer A.L., Cook N.J., Scott S.L. (2005). Infrared thermography as non invasive tool to study animal welfare. *Anim. Welfare*, 14, 4: 319–327.
- Turner T.A. (1996). Thermography as an aid in the localization of upper hindlimb lameness. *Pferdeheilkunde*, 12: 632–634.
- Zalewska A., Gralewicz G., Owczarek G., Więcek B., Narbutt J. (2003). Próba jakościowej oceny łuszczyca za pomocą termografii. *Postępowanie Dermatologii i Alergologii*, 22, 3: 124–128.
- Zhu W.P., Xin X.R. (1999). Study on the distribution pattern of skin temperature in normal chinese and detection of the depth of early burn wound by infrared thermography. *Ann. New York Academy Sci.*, 888: 300–313.
- Żuber J., Jung A. (1997). *Metody termograficzne w diagnostyce medycznej*. Wyd. Bamar, Warszawa.

Zatwierdzono do druku 27 X 2006

DOROTA MAZUR, EUGENIUSZ HERBUT, JACEK WALCZAK

Infrared thermography as a diagnostic method

SUMMARY

Infrared thermography (thermovision) is a completely safe and non-invasive diagnostic method. Initially it found application in the army and industry, and later also in medicine, veterinary medicine and animal production. The principle of thermography is based on the fact that every body whose temperature is greater than absolute zero emits thermal radiation.

In live organisms, infrared radiation indirectly shows metabolic rate. Taking advantage of this phenomenon, many authors used an infrared thermography camera to diagnose diseases in humans. In medicine, infrared thermography has widely been used for detection of breast cancer.

Infrared thermography also enabled many diseases to be detected in animals. This method finds very wide application for imaging of lameness in horses. In veterinary medicine, infrared thermography is an important tool used for diagnosing udder mastitis in cows.

The role of thermovision in animal production is equally important. In one experiment, fluctuations in cow's body temperature were determined in a curtain barn. Another experiment investigated the importance of hair coat and the effect of shearing method on animal body radiation. Publications on the use of infrared thermography to detect oestrus in animals are also important.

Key words: infrared thermography, medicine, veterinary medicine, animal production

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

Tadeusz Rychlik, Marian Duniec

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

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

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

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

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

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

Materiał i metody

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

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

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

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

Wyniki

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

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

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

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

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

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

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

* cb — Duniec i in. (1989),

** pc — Rychlik i in. (1999),

*** sim — Duniec i in. (2002 b).

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

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

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

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

c.d. tab. 3 — Table 3 contd.

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

c.d. tab. 3 — Table 3 contd.

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

Objaśnienia — patrz tab. 2.

For abbreviations — see Table 2.

Omówienie wyników

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Piśmiennictwo

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

- Grosclaude F., Alaux M.T., Houlier G., Guerin G. (1981). The C system of cattle blood groups. 1. Additional factors in the system. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, 7: 14.
- Guerin G., Grosclaude F., Houlier G. (1981). The C system of cattle blood groups. 2. Partial genetic map of the system. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, 12: p. 15.
- ISAG Comparison Test Cattle (2003/2004). Institut für Tierzucht und Genetic Veterinärmedizinische Universität Wien.
- Kanemaki M., Morita M. (1984). New subtype and phenogroup in cattle S blood group system. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, 16, Supl., 1: p. 18.
- Kantanen J., Olsaker I., Adalsteinsson S., Sandberg K., Eythorsdottir E., Pirhonen K., Holm L.E. (1999). Temporal changes in genetic variation of North European cattle breeds. *Anim. Genet.*, 30: 16–27.
- Kimura M., Crow J.F. (1964). The number of alleles that can be maintained in a finite population. *Genetics*, 49: 725–738.
- Larsen B. (1981). Studies on the C blood group system in three Danish cattle breeds. *Anim. Blood Groups Biochem. Genet.*, 12: p. 133.
- Larsen B., Gruchy C.L., Moustgaard J. (1974). Studies on blood groups and polymorphic protein system in Jersey cattle on the Isle of Jersey. *Acta Agric. Scand.*, 24: p. 99.
- Morita M., Kanemaki M. (1987). New subtype antigens in the B blood group system in cattle. *Anim. Genet.*, 18, Supl., 1: p. 25.
- Mortari N. (1990). Blood types in Gyr cattle raised in Brazil. *Proc. XXII Int. Conf. Anim. Genet., Michigan*; pp. 9–10.
- Rohrbacher H., Zetner K. (1971). Blutgruppen und biochemischer Polymorphismus in Österreichischen Rinderrassen. *Z. Tierzucht. Züchtungsbiol.*, 88: s. 279.
- Rychlik T. (1986). Grupy krwi jako markery zmian struktury genetycznej w populacji bydła. *Rocz. Nauk. Zoot., Monogr. Rozpr.*, 24: 85–101.
- Rychlik T., Duniec M.J., Duniec M., Kościelny M. (1999). Characteristics of the genetic structure of Polish Red cattle based on blood group studies. *Rocz. Nauk. Zoot. — Ann. Anim. Sci.*, 26, 4: 11–22.
- Schleger W. (1972). C alleles in Austrian cattle. *Proc. 12th Europ. Conf. Anim. Blood Groups Biochem. Polymorph., Budapest*; p. 145.
- Thomsen H., Reinsch N., Xu N., Looft C., Gruppe S., Kühn C., Brockmann G.A., Schwerin M., Leyhe-Horn B., Hiendleder S., Erhardt G., Medjugorac I., Russ I., Förster M., Brenig B., Reinhardt F., Reents R., Blümel J., Averdunk G., Kalm E. (2002). Mapping of the bovine blood group systems J, N⁺, R⁺ and Z show evidence for oligo-genetic inheritance. *Anim. Genet.*, 33, 2: 107–117.
- Trela J. (1977). Zmiany genetyczne u bydła rasy nizicznej czarno-białej w okresie 10 lat, oceniane na podstawie wyników badań grup krwi. *Rozpr. hab., Wyd. własne IZ*.
- Trela J., Rychlik T., Kraszewska D. (1982). Blutgruppen bei schwarzbunter Rinderrasse in Polen. 33 Jahrestagung der Europäischen Vereinigung für Tierzucht. Leningrad (1982), s. 11.

Zatwierdzono do druku 27 X 2006

TADEUSZ RYCHLIK, MARIAN DUNIEC

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

SUMMARY

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

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

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

WPLYW DŁUGOŚCI OKRESU PO WYCIELeniu I WIEKU KRÓW NA POZIOM IMMUNOGLOBULIN W SIARZE

Piotr Guliński, Krzysztof Młynek, Bogumiła Giersz

Akademia Podlaska, Katedra Hodowli Bydła i Oceny Mleka, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce

Badania przeprowadzono na 249 krowach czarno-białych utrzymywanych w ośmiu stadach w regionie południowego Podlasia. Analizowano wpływ pięciu różnych przedziałów czasowych (2, 2,1–24, 24,1–48, 48,1–72, >72 godzin po wycieleniu) i dwóch grup wiekowych (pierwiastki i wieloródki) na poziom immunoglobulin w siarze. Średni poziom immunoglobulin w siarze w ciągu pierwszych czterech dni po porodzie wyniósł 48,7 g/l. Wpływ długości okresu po wycieleniu i wieku krów był statystycznie istotny przy $P \leq 0,05$. W porównaniu do wieloródek, krowy pierwiastki miały niższy poziom immunoglobulin w każdym z okresów po wycieleniu.

Przeżywalność cieląt w okresie odchowu w dużej mierze zależy od ilości i jakości podawanej siary. Czynnikiem decydującym o skuteczności jej oddziaływania na organizm cieląt jest również czas, w jakim została ona dostarczona (Buczek i in., 2000; Hostetler i in., 2003; Quigley, 2001; Zachwieja i in., 1997, 2002).

Badania wielu autorów (Gay, 1994; Guliński i in., 2006; Quigley i in., 1994; Tyler i in., 1999) wskazują, że jakość siary uwarunkowana jest zarówno przez genotyp, jak i czynniki środowiskowe, w tym poziom żywienia, wielkość stada oraz wiek krów. Jednym z głównych czynników wpływających na zmienność w składzie siary, szczególnie występujących w niej przeciwciał, jest okres czasu, jaki upływa od momentu wycielenia. Szybki spadek koncentracji immunoglobulin w siarze wraz z upływem czasu od porodu powoduje potrzebę swego rodzaju walki z czasem, podczas której cielę musi jak najszybciej nabyć swoistej odporności biernej przed wtargnięciem do organizmu czynników chorobotwórczych (Elfstrand i in., 2002; Jardon i in., 1998; Mechor i in., 1992; Stephan i in., 1990; Zachwieja, 1991).

Szulc i Zachwieja (1998), omawiając badania innych autorów podają, że śmiertelność cieląt w pierwszych tygodniach życia może dochodzić do 30%. Wskazuje to, że ilość i jakość siary oraz czas jej podawania są czynnikami decydującymi o efektywności odchowu zdrowych i prawidłowo rozwiniętych cieląt.

Celem wykonanych badań była ocena wpływu długości okresu po wycieleniu oraz kolejności laktacji na zawartość immunoglobulin w siarze krów mlecznych rasy czarno-białej w wybranych stadach regionu południowego Podlasia.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 249 krowach rasy czarno-białej w okresie od listopada 2003 roku do września 2005 r., utrzymywanych w ośmiu stadach będących pod kontrolą użytkowości mlecznej, w regionie południowego Podlasia. Średnia wydajność mleka za laktację 305-dniową w rozpatrywanych stadach kształtowała się na poziomie 6400 kg od krowy.

Zawartość immunoglobulin (g/l) w sianie określano przy pomocy urządzenia Colostrodoser (Ethicom, USA) w pierwszych 4 dniach po wycieleniu, w następujących przedziałach czasowych: do 2, 2,1–24, 24,1–48, 48,1–72 i 72,1–96 godzin po wycieleniu. Łącznie przebadano 1015 prób siary. W związku z tym, że wyniki podawane za pomocą Colostrodosera są standaryzowane dla temperatury pokojowej (20°C), różnice poniżej i powyżej tej temperatury były korygowane według zasady: 1°C równy jest 1 gram/litr przeciwciał. Ponieważ zawartość immunoglobulin w sianie oceniano zaraz po udoju (temp. 36°C), dlatego też różnica temperatur równa 16°C (36–20 = 16) pozwalała na zsumowanie wyniku odczytanego na skali urządzenia oraz wartości korygującej (wynik odczytany na skali + 16 g/l).

W celu określenia wpływu wieku na zawartość immunoglobulin w sianie wyznaczono 2 grupy krów: pierwiastki (I grupa) i wieloródki (II grupa), znajdujące się w drugiej i wyższych laktacjach. W badaniach przeanalizowano łącznie 1015 próbek siary, w tym 531 próbek od pierwiastek i 484 próbki od krów wieloródek. W obliczeniach statystycznych wykorzystano procedury GLM, FREQ pakietu statystycznego SAS (1996). Istotność różnic między średnimi oszacowano testem Duncana przy $P \leq 0,05$.

Wyniki

W tabeli 1 zestawiono wyniki dotyczące zawartości immunoglobulin w sianie w zależności od czasu po wycieleniu i wieku krów.

Średnia zawartość immunoglobulin w 1015 próbach siary kształtowała się na poziomie 48,7 g/l, a więc można ją ocenić jako dobrą. Wyniki badań znalazły potwierdzenie w pracy Gaya (1994), który oceniając 919 krów stwierdził, że najwyższa ich liczba (210) charakteryzowała się zawartością immunoglobulin w sianie w granicach 36 do 45 gramów w litrze.

W obrębie ocenianych grup wiekowych najwyższą zawartość ciał odpornościowych (107,8 g/l) odnotowano w sianie krów wieloródek, otrzymanej w 2 pierwszych godzinach po wycieleniu. Także zawartość Ig w sianie pobranej w 48. godzinie po wycieleniu u krów wieloródek była wyższa niż u pierwiastek i wynosiła 90,4 g/l.

W przypadku krów pierwiastek odnotowano również w pierwszym przedziale czasowym, tj. do 2 godzin po wycieleniu, najwyższą średnią zawartość ciał odpornościowych w sianie (104,7 g/l). Podobnie jak u krów wieloródek, zawartość immunoglobulin obniżała się w miarę upływu czasu od porodu, wynosząc w 48. godzinie po wycieleniu około 77% stężenia początkowego.

Średnia zawartość immunoglobulin w próbkach siary pobieranej od krów pierwsiastek kształtowała się na poziomie niższym (o 10 g/l) niż w siarze krów wieloródek (tab. 1).

Tabela 1. Zawartość immunoglobulin (Ig) w siarze krów w zależności od czasu po wycieleniu i wieku krów
Table 1. Effect of length of postcalving period and age of cows on colostrum immunoglobulin (Ig) content

Godziny po wycieleniu Hours after parturition	Zawartość Ig (g/l) — Ig content (g/l)						Ogółem Total	
	≤30		30,1–80		>80		n	x̄
	n	x̄	n	x̄	n	x̄		
Krowy pierwsiastki — Primiparous cows								
≤2			54	65,5	52	104,7	106	84,7 a
2,1–24	19	22,8	77	47,2	26	89,1	122	52,3 b
24,1–48	61	18,9	50	47,3	1	81,0	112	32,1 c
48,1–72	70	18,0	27	40,2			97	24,2 d
72,1–96	85	17,5	9	34,9			94	19,2 e
Razem								
średnio	235	18,4 c	217	50,4 b	79	99,2 a	531	43,6
Total/average								
Krowy wieloródki — Multiparous cows								
≤2	1	29,0	13	70,2	71	107,8	85	101,1 a
2,1–24	3	22,7	84	52,5	40	106,4	127	68,8 b
24,1–48	44	22,9	65	47,1	9	90,4	118	41,4 c
48,1–72	57	20,0	27	47,0			84	28,7 d
72,1–96	54	17,0	16	42,6			70	22,9 e
Razem								
średnio	159	19,9 c	205	50,4 b	120	106,0 a	484	54,2
Total/average								
Krowy razem — Cows total								
≤2	1	29,0	67	66,4	123	106,5	191	92,0 a
2,1–24	22	22,8	161	49,9	66	99,6	249	60,7 b
24,1–48	105	20,6	115	47,2	10	89,5	230	36,9 c
48,1–72	127	18,9	54	43,6			181	26,3 d
72,1–96	139	17,3	25	39,8			164	20,8 e
Razem								
średnio	394	19,0 c	422	50,4 b	199	103,3 a	1015	48,7
Total/average								

Średnie w obrębie czynników oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$.

Means within factors denoted by different letters differ significantly at $P \leq 0,05$.

Omówienie wyników

Średnią zawartością immunoglobulin w siarze krów w dwie godziny po wycieleniu, wynoszącą 90 g/l (wahania od 71,8 do 99,2 g/l), charakteryzowały się krowy rasy hf w badaniach Gulińskiego i in. (2004). Natomiast Hamilton i Giesen (1999) określili średnią wydajność immunoglobulin w świeżej siarze na 70 g/l

(rozpiętość wyników od 10 do 115 g/l). W badaniach własnych rozpiętość wyników charakteryzujących skład siary i zawartość przeciwciał była równie duża — mieściła się w przedziale od 17 do 107,8 g/l.

Tabela 2. Rozkład krów z różną zawartością immunoglobulin (Ig) w sianie w zależności od czasu po wycieleniu (klasa zawartości immunoglobulin = 100%)

Table 2. The distribution of cows with different immunoglobulin levels (Ig) according to the length of postcalving period (immunoglobulin content class = 100%)

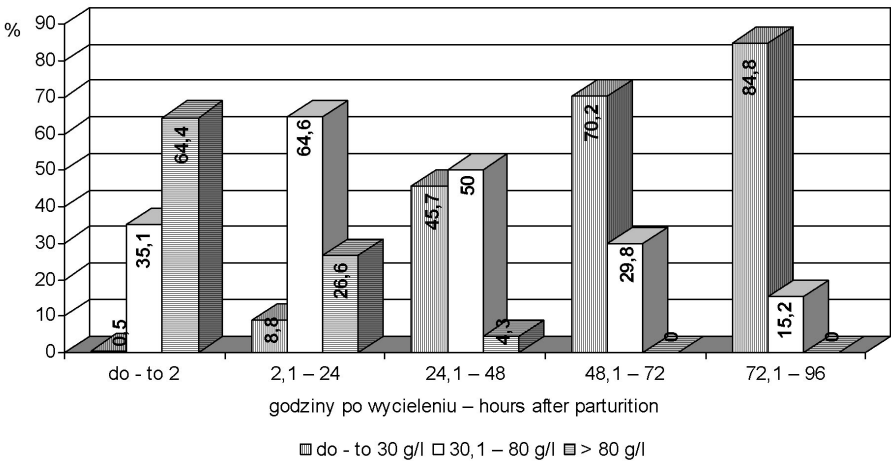
Godziny po wycieleniu Hours after parturition	Zawartość Ig (g/l) — Ig content (g/l)						Ogółem Total	
	≤ 30		30,1 – 80		> 80		n	\bar{x}
	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}		
Krowy pierwiastki — Primiparous cows								
≤ 2			54	24,9	52	65,8	106	20,0
2,1 – 24	19	8,1	77	35,5	26	32,9	122	23,0
24,1 – 48	61	25,9	50	23,0	1	1,3	112	21,1
48,1 – 72	70	29,8	27	12,4			97	18,3
72,1 – 96	85	23,2	9	4,2			94	17,7
Razem	235	100,0	217	100,0	79	100,0	531	100,0
Total								
Krowy wieloródki — Multiparous cows								
≤ 2	1	0,6	13	6,3	71	59,2	85	17,6
2,1 – 24	3	1,9	84	40,1	40	33,3	127	26,2
24,1 – 48	44	27,7	65	31,7	9	7,5	118	24,4
48,1 – 72	57	35,9	27	13,2			84	17,4
72,1 – 96	54	33,9	16	7,8			70	14,5
Razem	159	100,0	205	100,0	120	100,0	484	100,0
Total								
Krowy razem — Cows total								
≤ 2	1	0,3	67	15,9	123	61,8	191	18,8
2,1 – 24	22	5,6	161	38,2	66	33,2	249	24,5
24,1 – 48	105	26,7	115	27,3	10	5,0	230	22,7
48,1 – 72	127	32,2	54	12,8			181	17,8
72,1 – 96	139	35,3	25	5,9			164	16,2
Razem	394	100,0	422	100,0	199	100,0	1015	100,0

Badania Gulińskiego i in. (2004) oraz Zachwieji (1991) wskazują również na lepszą jakość siary produkowanej przez krowy starsze. Na niższą zawartość przeciwciał w mleku krów w drugiej i trzeciej laktacji dla rasy Jersey wskazują natomiast badania Quigley'a i in. (2001).

Analizując dane zawarte w tabeli 1 stwierdzono, że zmienność zawartości immunoglobulin w sianie pobranej w 2. i 96. godzinie po wycieleniu była nieco niższa u pierwiastek niż u wieloródek i wynosiła odpowiednio: 65,6 i 78,2 g/l. Wartości te wskazują, że w czasie 1 godziny spadek zawartości przeciwciał w sianie pobranej od krów w pierwszych 96 godzinach po wycieleniu wynosił około 0,83 g/l. Różnice między zawartością immunoglobulin w obrębie

wyszczególnionych przedziałów czasowych były statystycznie istotne przy $P \leq 0,05$.

Na szybką zmienność składu siary pod względem zawartości ciał odpornościowych wskazują również wyniki podane w tabeli 2, w której zestawiono procentowy spadek zawartości immunoglobulin w siarze krów w kolejnych godzinach po wycieleniu. Wskazują one, że w drugiej i kolejnych laktacjach występował wyższy procentowy spadek zawartości immunoglobulin w siarze między 24. a 96. godziną po wycieleniu (wynoszący 79%) w porównaniu z pierwszą laktacją, w której spadek zawartości Ig między 24. a 96. godziną po wycieleniu wynosił 77%.



Rys. 1. Procentowy udział siary o różnej zawartości immunoglobulin w zależności od czasu po wycieleniu

Fig. 1. Percentage of colostrum with different immunoglobulin levels according to time after parturition

Badania Gulińskiego i in. (2004) wskazują również na radykalny spadek zawartości immunoglobulin w siarze pozyskanej po wycieleniu i 24 godziny później, kształtujący się na poziomie 52%. Spadek ten był wyższy u zwierząt młodych (I laktacja), u których badania przeprowadzono w sezonie letnim.

Porównując procentowy udział siary o różnej zawartości przeciwciał w zależności od długości okresu po wycieleniu (rys. 1) wykazano, że w pierwszym przedziale czasowym (do 2 godz. po porodzie) aż 64,4% próbek siary miało wysoką zawartość Ig, wynoszącą powyżej 80 g/l, natomiast w próbkach siary pobranej w piątym przedziale czasowym (72,1–96 godzin po porodzie) większość próbek siary (84,8%) charakteryzowała się znacznie niższą zawartością Ig, wynoszącą do 30 g w 1 litrze. W czwartym (48,1–72) i piątym przedziale czasowym (72,1–96 godzin po porodzie) próbek siary z zawartością immunoglobulin powyżej 80 g/l nie odnotowano.

Tabela 3. Rozkład krów z różną zawartością immunoglobulin (Ig) w siarze w zależności od czasu po wycieleniu (czas po wycieleniu = 100%)

Table 3. The distribution of cows with different immunoglobulin levels (Ig) according to the length of post-calving period (time after parturition = 100%)

Godziny po wycieleniu Hours after parturition	Zawartość Ig (g/l) — Ig content (g/l)						Ogółem Total	
	≤ 30		30,1–80		> 80		n	\bar{x}
	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}		
Krowy pierwsiastki — Primiparous cows								
≤ 2			54	50,9	52	49,1	106	100,0
2,1–24	19	15,6	77	63,1	26	21,3	122	100,0
24,1–48	61	54,5	50	44,6	1	0,9	112	100,0
48,1–72	70	72,2	27	27,8			97	100,0
72,1–96	85	90,4	9	9,6			94	100,0
Razem	235	x	217	x	79	x	531	x
Total								
Krowy wieloródki— Multiparous cows								
≤ 2	1	1,2	13	15,3	71	83,5	85	100,0
2,1–24	3	2,4	84	66,1	40	31,5	127	100,0
24,1–48	44	37,3	65	55,1	9	7,6	118	100,0
48,1–72	57	67,9	27	32,1			84	100,0
72,1–96	54	77,1	16	22,9			70	100,0
Razem	159	x	205	x	120	x	484	x
Total								
Krowy razem — Cows total								
≤ 2	1	0,5	67	35,1	123	64,4	191	100,0
2,1–24	22	8,8	161	64,6	66	26,6	249	100,0
24,1–48	105	45,7	115	50,0	10	4,3	230	100,0
48,1–72	127	70,2	54	29,8			181	100,0
72,1–96	139	84,8	25	15,2			164	100,0
Razem	394	x	422	x	199	x	1015	x
Total								

Wyniki dotyczące procentowego rozkładu krów produkujących siarę o różnej zawartości immunoglobulin w zależności od czasu po wycieleniu przedstawiono w tabeli 3. Z zawartych w tabeli danych wynika, że najwyższą procentową ilość krów pierwsiastek i wieloródek — produkujących siarę o najwyższej zawartości immunoglobulin (powyżej 80 g/l) odnotowano w pierwszym przedziale czasowym — do 2 godzin po wycieleniu. W tym przedziale czasowym 65,8% krów pierwsiastek produkowało siarę zawierającą w 1 litrze powyżej 80 g przeciwciał, natomiast w przypadku krów wieloródek procent ten kształtował się na poziomie 59,2. Także odsetek krów (68,4 — w przypadku pierwsiastek i 73,4 — w przypadku wieloródek), produkujących od 30 do 80 gramów ciał odpornościowych w 1 litrze, znalazł się w drugim przedziale czasowym, tj. między 2. a 24. godziną po wycieleniu. Natomiast w trzecim przedziale czasowym (24,1–48 godz. po wycieleniu) liczba

krów z próbkami siary zawierającej powyżej 80 g/l była już znikoma i wynosiła 1,3% — w przypadku pierwiastek oraz 7,5% — u wieloródek.

Tabela 4. Procentowy spadek zawartości immunoglobulin w sianie w kolejnych okresach po wycieleniu (zawartość immunoglobulin do 2 godzin po wycieleniu = 100%)

Table 4. Percentage decrease in colostrum immunoglobulins in different periods after parturition (immunoglobulin content up to 2 hours after parturition = 100%)

Laktacja Lactation	Godziny po wycieleniu — Hours after parturition							
	≤ 24		24,1–48		48,1–72		72,1–96	
	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}
1	96	41	93	63	86	72	84	77
2 i dalsze 2 and above	72	37	72	62	62	74	60	79
Razem średnio Total average	168	40	165	63	148	73	144	78

Analizując procentowy spadek zawartości Ig w sianie w kolejnych przedziałach czasowych po wycieleniu, w odniesieniu do pierwszego przedziału czasowego przyjętego za 100% wykazano (tab. 4), że w obrębie ocenianych grup wiekowych krów najwyższy ich odsetek (83,5%) odnotowano w przypadku krów wieloródek, które produkowały powyżej 80 gramów ciał odpornościowych w litrze siary w pierwszych 2 godzinach po wycieleniu. W przypadku pierwiastek najliczniejszą grupę (90,4%) stanowiły krowy produkujące siarę zawierającą do 30 gramów immunoglobulin w 1 litrze, którą pobierano w piątym przedziale czasowym po porodzie (72,1–96 godz.).

Podsumowując należy stwierdzić, że czas podawania siary ze względu na dużą zmienność zawartości przeciwciał ma fundamentalne znaczenie w walce o życie i zdrowie cieląt. Bardzo wyraźny (niemal 80%) spadek zawartości immunoglobulin w próbkach siary pobranych w 96. godzinie po wycieleniu wskazuje na konieczność jak najszybszego (do 2 godzin po porodzie) jej zastosowania w pojeniu cieląt. Siara pozyskiwana od krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej, będących w II i dalszych laktacjach, charakteryzowała się lepszą jakością i większą koncentracją immunoglobulin niż siara pozyskiwana od krów pierwiastek.

Piśmiennictwo

- Buczek J., Deptuła W., Gliński Z., Jarosz J., Stosik M., Wernicki A. (2000). Immunologia porównawcza i rozwojowa zwierząt. PWN, Poznań.
- Elfstrand L., Lindmark-Mansoan H., Paulsson M., Nyberg L., Akesson B. (2002). Immunoglobulins, growth factors and growth hormone in bovine colostrum and the effects of processing. *Int. Dairy J.*, pp. 879–887.
- Gay C. (1994). Colostrum research says...feed 4 quarts for healthier calves. *Hoard's Dairyman*, March 25, p. 256.
- Guliński P., Dobrogowska E., Nasiłowska U. (2004). Zawartość immunoglobulin w sianie krów w zależności od wieku i udziału krwi holsztyńsko-fryzyjskiej. *Zesz. Nauk. PTZ, Prz. Hod.*, 74: 97–102.

- Guliński P., Niedziałek G., Dobrogowska E, Górski T. (2006). Zawartość immunoglobulin w siarze krów w zależności od wybranych czynników genetycznych i środowiskowych. *Med. Wet.*, 62, 3: 2339–2342.
- Hamilton T.A., Giesen L.F. (1999). Using physical characteristic scores to assess colostrum quality. *Univ. Guelph Pap.*
- Hostetler D., Douglas V.L., Tyler J., Holle J., Steevens B. (2003). Immunoglobulin G concentrations in temporal fractions of first milking colostrum in dairy cows. *Int. J. Applied Research in Vet. Med.*, pp. 1–4.
- Jardon P.W., Robison J., Myake J. (1998). Evaluation of specific gravity as a screening test for colostrum. *Bovine Pract.*, 31: p. 196.
- Mechor G.D., Grohn Y.T., McDowell L.R., Van Saun R.J. (1992). Specific gravity of bovine colostrum immunoglobulins as affected by temperature and colostrum components. *J. Dairy Sci.*, 75: 3131–3135.
- Quigley J. (2001). Using the colostrometer to measure colostrum quality (<http://calfnotes.com>).
- Quigley J.D., Martin K.R., Dowlen H.H., Wallis L.B., Lamar K. (1994). Immunoglobulin concentration, specific gravity, and nitrogen fractions of colostrum from Jersey cattle. *J. Dairy Sci.*, 77: 264–269.
- SAS Institute (1996). *SAS Users Guide. Version 6.12*. Ed.: SPS Institute INC., Cary, NC.
- Stephan W., Dichtemuller H., Lissner R. (1990). Antibodies from colostrum in oral immunotherapy. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.*, 28: 19–23.
- Tyler J.W., Steevens B.J., Hostetler D.E., Holle J.M., Denbigh J.L. (1999). Colostral immunoglobulin concentration in Holstein and Guernsey cows. *Am. J. Vet. Res.*, 60: 1136–1139.
- Zachwieja A. (1991). Wpływ wieku krów na jakość siary i poziomu białek surowicy krwi ich cieląt. *Med. Wet.*, 47: 270–271.
- Zachwieja A., Szulc T., Dobicki A. (1997). Skład siary krów żywionych przed porodem pasza z dodatkiem flavomycyny lub toyoceryny a poziom immunoglobulin w surowicy krwi ich cieląt. *Pr. Mat. Zoot.*, 51: 51–57.
- Zachwieja A., Chrzanowska J., Szulc T., Dworak J., Dobicki A. (2002). Genetyczny polimorfizm β -laktoglobuliny a skład i właściwości siary krów oraz poziom immunoglobulin w surowicy krwi cieląt. *Med. Wet.*, 58: 989–991.

Zatwierdzono do druku 20 IX 2006

PIOTR GULIŃSKI, KRZYSZTOF MŁYNEK, BOGUMIŁA GIERSZ

Effect of length of post-calving period and age of cows on the level of colostral immunoglobulins

SUMMARY

A total of 249 Black-and-White cows, maintained in eight herds in the southern Podlasie region, were investigated. The effect of five different lengths of the post-calving period (2, 2.1–24, 24.1–48, 48.1–72, >72 hours) and two age groups (primiparous and multiparous cows) on the level of colostral immunoglobulins was analysed. The average immunoglobulin level in colostrum during the first four days after parturition was 48.7 g/l. The effect of length of post-calving period and age of cows was significant at $P \leq 0.05$. Compared to multiparous cows, primiparous cows had a lower immunoglobulin level in each post-calving period.

Key words: cow, colostrum, immunoglobulin, influence

UMIĘŚNIENIE I OTŁUSZCZENIE SZYNKI WIEPRZOWEJ W ZALEŻNOŚCI OD CECH UŻYTKOWOŚCI TUCZNEJ ŚWIŃ RAS MATECZNYCH (WBP I PBZ)*

Grzegorz Żak, Mirosław Tyra

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

Celem przeprowadzonych badań było stwierdzenie wpływu tempa wzrostu, wykorzystania paszy oraz wieku uboju świń na masę i jakość szynki wyrażoną w postaci zawartości w niej mięsa i tłuszczu. Materiał doświadczalny stanowiły 233 loszki ras wielkiej białej polskiej i polskiej białej zwiśtouchej. Po uboju przy masie ciała 100 kg i 24-godzinnym schłodzeniu tusz w temperaturze 4°C przeprowadzono dysekcję lewych półtuszy według metodyki Walstry-Merkusa. Szynki poddano dysekcji szczegółowej w celu wyodrębnienia tkanki mięśniowej i tłuszczu. Stwierdzono niewielki wpływ wieku świń w dniu uboju i przyrostów dziennych w teście stacijnym na zawartość tłuszczu i mięsa w szynce loszek ras matecznych. Ujawnił się natomiast statystycznie istotny wpływ zużycia paszy na 1 kg przyrostu masy ciała na masę szynki oraz masę tłuszczu i mięsa w tym wyrębie.

W pracach hodowlano-selekcyjnych prowadzonych w zarodowym pogłowie świń największą rolę odgrywa doskonalenie mięsności ze zwróceniem uwagi, szczególnie w ostatnim czasie, na cechy jakości uzyskiwanych produktów, tj. tusz i poszczególnych wyrębów. Mówiąc o jakości tusz i wyrębów należy mieć na uwadze nie tylko parametry mięsa, takie jak pH, barwa, przewodnictwo elektryczne czy wodochłonność, ale również skład tkankowy wyrębów. Zawartość tłuszczu i mięsa w poszczególnych wyrębach i ich wzajemne proporcje decydują o ich przydatności do przerobu bądź sprzedaży w stanie surowym, a także o cenie, jaką można za nie uzyskać. Do najcenniejszych wyrębów tuszy, oprócz połównicy, boczku i karkówki, należy szynka. Jest to wyręb, który stanowi największą część tuszy wieprzowej spośród wszystkich wymienionych. Jego udział w masie tuszy wynosi ponad 23% (Virgili i in., 2003) Wypełnienie szynki jest cechą, na którą zwraca się uwagę przy selekcji zwierząt. Istnieją rasy, u których wypełnienie szynki

* Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 3 P06Z 032 23, finansowanego przez KBN.

jest dość wyrównane i przy tym ekstremalnie wysokie (np. rasa Pietrain). Jednak, u większości ras obserwuje się dużą zmienność w obrębie tej cechy (Różycki i Tyra, 2006). Oceniając jakość tego wyřębu naleŹy zwracać uwagę nie tylko na umięśnienie, ale również na zawartość w nim tkanki tłuszczowej. Odpowiednie proporcje tych dwóch tkanek będą bowiem decydować o przydatności do wytwarzania niektórych wyrobów (np. szynki produkowanych tradycyjnymi metodami), za które uzyskuje się wysoką cenę i które są chętnie kupowane. Zawartość tkanki tłuszczowej w szynce może stanowić też pewną informację o jakości samego mięsa. Jak bowiem wiadomo, bardzo małe odfuszczenie wyřębów wiąŹe się często z występowaniem wad mięsa i pogarszaniem się jego walorów smakowych na skutek ogólnie niŹszej zawartości tłuszczu śródmięśniowego (Kortz i in., 2000; Faucitano i in., 2003). Na zawartość tłuszczu i mięsa w szynce ma wpływ wiele czynników, zarówno genetycznych, jak i środowiskowych. Celem przeprowadzonych badań było stwierdzenie wpływu tempa wzrostu, wykorzystania paszy oraz wieku przy uboju na masę i jakość szynki wyrażoną w postaci zawartości w niej mięsa i tłuszczu.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w Stacji Kontroli UŹytkowości RzeŹnej Trzody Chlewnej Instytutu Zootechniki w Rossosze. Materiał doświadczalny stanowiły 233 loszki ras wielkiej białej polskiej i polskiej białej zwiślouchej. Zwierzęta utrzymywano i żywiono w stacji kontroli według metodyki stosowanej w Polsce (Różycki, 1996). Po zakończeniu tuczu kontrolnego przy masie ciała 100 kg świnie ubito. Po 24-godzinnym schłodzeniu tusz w temperaturze 4°C przeprowadzono dysekcję lewych półtuszy według metodyki Walstry-Merkusa (Walstra i Merkus, 1995). Szynki poddano następnie dysekcji szczegółowej w celu wyodrębnienia tkanki mięśniowej i tłuszczu. Dane dotyczące uŹytkowości tucznej badanych świń pochodziły z bazy danych prowadzonej w stacji kontroli. Przeprowadzono analizę statystyczną uzyskanych wyników w celu stwierdzenia wpływu tempa wzrostu (przyrostów dziennych podczas tuczu kontrolnego od 25 do 100 kg masy ciała), zuŹycia paszy na 1 kg przyrostu oraz długości okresu tuczu na masę mięsa i tłuszczu w szynce oraz procentową zawartość mięsa i tłuszczu w szynce. W przypadku badania tempa wzrostu zwierzęta podzielono na 3 grupy w zależności od wysokości przyrostów dziennych w tuczu kontrolnym: powyŹej 950 g, od 800 do 950 g i poniŹej 800 g. W zależności od zuŹycia paszy na 1 kg przyrostu wyodrębniono 3 grupy: zuŹycie paszy powyŹej 3,2 kg, od 2,8 do 3,2 kg i poniŹej 2,8 kg. Pod względem wieku świń w dniu uboju wyodrębniono 3 grupy: powyŹej 185 dni Źycia w dniu uboju, od 160 do 185 dni Źycia i poniŹej 160 dni Źycia. Analizę statystyczną uzyskanych wyników badań przeprowadzono przy pomocy programu Statgraphics 6.0. Różnice między grupami badano z wykorzystaniem testu Duncana.

Wyniki

Średnie wyniki badanych cech charakteryzujących masę szynki, jej umięśnienie i otłuszczenie przedstawiono w tabeli 1. Zamieszczono w niej wartości średnie poszczególnych cech (\bar{x}), odchylenia standardowe (σ) oraz wartości minimalne (min.) i maksymalne (max.). Ze względu na zbliżone wyniki użytkowości tucznej i rzeźnej loszek ras wbp i pbz, uzyskane w stacji kontroli świń, nie wykonano obliczeń oddzielnie dla każdej z wymienionych ras, lecz obydwie grupy potraktowano łącznie jako aktualnie stosowany w programie hodowlanym komponent mateczny (Różycki i Tyra, 2006). W analizach statystycznych nie dokonano także podziału tłuszczu na podskórny i międzymięśniowy, gdyż średnia masa tego drugiego obliczona dla badanej grupy świń była niewielka i wynosiła 0,06 kg. Masę tłuszczu w szynce podano łącznie ze skórą.

Tabela 1. Ogólna charakterystyka materiału badawczego
Table 1. General characteristics of the study material

Cecha Trait	n	\bar{x}	σ	Min.	Max.
Masa szynki (kg)		8,21	0,50	6,55	10,13
Weight of ham (kg)					
Masa tłuszczu szynki ze skórą (kg)		1,18	0,22	0,72	1,77
Weight of ham fat with skin (kg)					
Masa tłuszczu podskórnego ze skórą (kg)		1,12	0,21	0,64	1,72
Weight of subcutaneous fat with skin (kg)					
Masa tłuszczu międzymięśniowego (kg)	233	0,06	0,02	0,02	0,13
Weight of intermuscular fat (kg)					
Masa mięsa w szynce (kg)		6,31	0,50	4,76	8,13
Weight of meat in ham (kg)					
Zawartość tłuszczu w szynce (%)		14,38	2,71	8,08	23,29
Fat in ham content (%)					
Zawartość mięsa w szynce (%)		76,79	2,81	68,42	84,25
Meat in ham content (%)					

W tabeli 2 przedstawiono wyniki wielkości i składu tkankowego szynki uzyskane w trzech grupach loszek różniących się wielkością przyrostów dziennych w trakcie tuczu kontrolnego w stacji SKURTCh w Rossosze. Najcięższymi szynkami charakteryzowały się świny z grupy o najwyższych przyrostach masy ciała. Dla tej samej grupy stwierdzono również najwyższą zawartość tłuszczu w szynce, zarówno procentowo, jak i wagowo. Pod względem zawartości mięsa w szynce najlepsze wyniki uzyskały zwierzęta z grupy o najwolniejszym tempie wzrostu.

Tabela 2. Skład tkankowy szynki w zależności od przyrostów dziennych
 Table 2. Tissue composition of ham depending on daily gains

Cecha Trait	Przyrost dzienny w teście (25–100 kg) Daily gain in the test (25–100 kg)		
	>950 g n = 23	800–950 g n = 158	<800 g n = 52
Masa szynki (kg) \bar{x}	8,23	8,21	8,20
Weight of ham (kg) σ	0,62	0,50	0,47
Masa tłuszczu szynki ze skórą (kg) \bar{x}	1,20	1,18	1,15
Weight of ham fat with skin (kg) σ	0,23	0,21	0,23
Masa mięsa w szynce (kg) \bar{x}	6,30	6,30	6,32
Weight of meat in ham (kg) σ	0,53	0,49	0,53
Zawartość tłuszczu w szynce (%) \bar{x}	14,56	14,44	14,11
Fat in ham content (%) σ	2,59	2,62	3,05
Zawartość mięsa w szynce (%) \bar{x}	76,60	76,78	76,92
Meat in ham content (%) σ	2,45	2,72	3,24

W tabeli 3 przedstawiono wyniki charakteryzujące wpływ wieku świń w dniu uboju na zawartość mięsa i tłuszczu w szynce oraz na masę tego wyrębu. Najwyższą zawartością mięsa w szynce charakteryzowały się loszki ubijane w wieku od 160. do 185. dnia życia. Miały one także najwyższą masę szynki. Pod względem odtuszczenia analizowanego wyrębu grupy zwierząt były wyrównane.

Tabela 3. Skład tkankowy szynki w zależności od wieku świń w dniu uboju
 Table 3. Tissue composition of ham depending on age of pigs at slaughter

Cecha Trait	Wiek w dniu uboju (dni) Age at slaughter (days)		
	>185 n = 50	160–985 n = 120	<160 n = 63
Masa szynki (kg) \bar{x}	8,20	8,25	8,13
Weight of ham (kg) σ	0,48	0,54	0,44
Masa tłuszczu szynki ze skórą (kg) \bar{x}	1,19	1,17	1,18
Weight of ham fat with skin (kg) σ	0,22	0,22	0,21
Masa mięsa w szynce (kg) \bar{x}	6,29	6,35	6,24
Weight of meat in ham (kg) σ	0,50	0,52	0,46
Zawartość tłuszczu w szynce (%) \bar{x}	14,55	14,25	14,49
Fat in ham content (%) σ	2,80	2,74	2,63
Zawartość mięsa w szynce (%) \bar{x}	76,73	76,86	76,72
Meat in ham content (%) σ	3,02	2,74	2,80

Ostatnim badanym czynnikiem tucznym było zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała. Wyniki badanych parametrów szynki uzyskane dla 3 grup loszek różniących się wielkością zużycia paszy przedstawia tabela 4. Jak wynika z przedstawionych w niej danych, największą masą szynki cechowały się zwierzęta o najniższym zużyciu paszy na 1 kg przyrostu masy ciała, a najniższą masą tego wyrębu świnie o najwyższym zużyciu paszy. Świnie z grupy o najniższym zużyciu paszy charakteryzowały się najwyższą masą tłuszczu i mięsa w szynce. Procentowa zawartość mięsa w szynce u świń z tej grupy była jednak najniższa.

Tabela 4. Skład tkankowy szynki w zależności od zużycia paszy na 1 kg przyrostu masy ciała
Table 4. Tissue composition of ham depending on feed conversion per kg weight gain

Cecha Trait		Zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała Feed conversion per kg weight gain		
		>3,2 kg n = 83	2,8–3,2 kg n = 119	<2,8 kg n = 31
Masa szynki (kg)	\bar{x}	8,04 Aa	8,26 ab	8,46 Ab
Weight of ham (kg)	σ	0,48	0,46	0,59
Masa tłuszczu szynki ze skórą (kg)	\bar{x}	1,17 a	1,16 b	1,27 ab
Weight of ham fat with skin (kg)	σ	0,22	0,21	0,21
Masa mięsa w szynce (kg)	\bar{x}	6,16 Aa	6,37 a	6,44 A
Weight of meat in ham (kg)	σ	0,52	0,45	0,55
Zawartość tłuszczu w szynce (%)	\bar{x}	14,60	14,06	15,01
Fat in ham content (%)	σ	2,93	2,59	2,49
Zawartość mięsa w szynce (%)	\bar{x}	76,57	77,14	76,08
Meat in ham content (%)	σ	3,02	2,64	2,71

a, b — różnice statystycznie istotne ($P < 0,05$);

A — różnice statystycznie wysoko istotne ($P < 0,01$);

a, b — statistically significant differences ($P < 0,05$);

A — highly significant differences ($P < 0,01$).

Omówienie wyników

Odpowiednie umięśnienie i otluszczenie jednego z najcenniejszych wyrębów tuszy wieprzowej, jakim jest szynka, decyduje o jej wartości i determinuje jej przydatność do produkcji wyrobów wędliniarskich o wysokiej wartości. Spośród wielu czynników, wpływających na zawartość mięsa i tłuszczu w tym wyrębie, w przeprowadzonych badaniach przeanalizowano cechy związane z użytkowością tuczną świń. Należy podkreślić, że jest to grupa cech, która w dużym stopniu wpływa na stronę ekonomiczną, a więc opłacalność produkcji tuczników, związana jest bowiem z długością tuczu oraz ilością zużytej paszy. W związku z tym poszukuje się różnych czynników wpływających na jakość tuszy i poszczególnych wyrębów w kontekście ich otluszczenia i umięśnienia.

W doświadczeniu zbadano wpływ trzech parametrów: przyrostów dziennych uzyskanych przez zwierzęta w teście stacynym, wieku w dniu uboju oraz zużycia paszy na 1 kg przyrostu masy ciała na zawartość mięsa i tłuszczu w szynce. Dla pierwszego z wymienionych czynników uzyskano wyrównane wyniki dla wszystkich analizowanych cech we wszystkich trzech grupach wyodrębnionych w doświadczeniu. Różnice między grupami świń, różniących się wielkością przyrostów dziennych, w przedziale 25–100 kg masy ciała, były niewielkie i statystycznie nieistotne. Analizując skład tkankowy szynki ze względu na wiek świń w dniu ich uboju stwierdzono, że najwyższym umięśnieniem i najniższym otluszczeniem charakteryzowały się szynki uzyskane od loszek ubitych w wieku od 160. do 185. dnia życia. Szynki uzyskane od świń dwóch pozostałych, skrajnych grup były nieco lżejsze, bardziej otluszczone i słabiej umięśnione. Jednakże i w tym przypadku, podobnie jak przy analizie wpływu przyrostów dziennych, nie stwierdzono różnic statystycznych między grupami, co jest zbieżne z wynikami innych autorów zajmujących się badaniem tego wyřębu (Virgilli i in., 2003). Analiza wpływu zużycia paszy na 1 kg przyrostu masy ciała na masę szynki oraz zawartość tkanki mięśniowej i tłuszczowej w szynce wykazała, że istnieją różnice między grupami dla trzech cech: masy szynki, masy mięsa w szynce i masy tłuszczu. W przypadku masy szynki różnica między grupami świń o najwyższym i najniższym zużyciu paszy wynosiła 0,42 kg i była statystycznie wysoko istotna. Różnica w średniej masie szynki pomiędzy grupą świń o średnim zużyciu paszy (2,8–3,2 kg) a grupą świń o najniższym i najwyższym zużyciu paszy na 1 kg przyrostu masy ciała była statystycznie istotna. Pod względem masy tłuszczu w szynce stwierdzono statystycznie istotne różnice między grupami świń o najwyższym i średnim zużyciu paszy a grupą świń o najniższym jej zużyciu. Najmniejszą masę mięsa w szynce (6,16 kg) stwierdzono w grupie świń o najwyższym zużyciu paszy na 1 kg przyrostu masy ciała. Pod względem tej cechy świnie tej grupy różniły się statystycznie wysoko istotnie od zwierząt z grupy o najniższym zużyciu paszy oraz statystycznie istotnie od świń z grupy o średnim jej zużyciu.

Uzyskane w przeprowadzonych badaniach wyniki pokazują, że nie wszystkie cechy tuczne wywierają istotny wpływ na otluszczenie i umięśnienie szynki. Przyczyną takiego stanu rzeczy może być fakt, że wymienione cechy charakteryzują się wysokimi współczynnikami odziedziczalności. Tholen i in. (2001) uzyskali współczynnik odziedziczalności dla masy szynki w wysokości $h^2 = 0,40$. Współczynnik odziedziczalności według tych autorów dla zawartości mięsa są na znacznie wyższym poziomie w porównaniu do współczynników h^2 dla masy wyřębów. Autorzy ci wskazują, że zawartość tłuszczu w wyřębach osiąga również wysokie wartości współczynnika h^2 . Orzechowska (2004) podaje, że odziedziczalność zawartości tłuszczu podskórnego w szynce wynosi $h^2 = 0,49$. Można zatem przyjąć, że dość wysoka odziedziczalność zawartości mięsa i tłuszczu w szynce sprawia, że wpływ czynników pozagenetycznych na skład tkankowy szynki nie jest na tyle znaczący, żeby uwidaczniały się różnice między zwierzętami o różnym tempie wzrostu i ubijanymi w różnym wieku. Należy wziąć wymienione zależności pod uwagę prowadząc selekcję świń w kierunku uzyskania odpowiednich proporcji

mięsa i tłuszczu w szynce. Celem pracy hodowlanej nie powinno być dążenie do pozbawienia tego wyrębu tkanki tłuszczowej, gdyż mogłoby to wpłynąć na pogorszenie jakości mięsa. Szczególnie dotyczy to zawartości tłuszczu śródmięśniowego, która wskutek wieloletniej selekcji w kierunku zwiększania mięsności spadła do bardzo niskiego poziomu, przez co pogorszyła się jakość mięsa (Faucitano i in., 2003; Jacyno i in., 1995). Ponadto, należy zaznaczyć, że zawartość tłuszczu śródmięśniowego jest dodatnio skorelowana z grubością tłuszczu podskórnego (Suzuki i in., 2005). W przeprowadzonych badaniach własnych loszki o wysokich przyrostach dziennych masy ciała wykazywały tendencję do odkładania większej ilości tłuszczu w szynce. Może to wskazywać na nieco wyższą zawartość tłuszczu śródmięśniowego, a więc również na lepsze walory smakowe.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na niewielki wpływ wieku świń w dniu uboju i przyrostów dziennych w teście stacynym na zawartość tłuszczu i mięsa w szynce loszek ras matecznych. Ujawnił się natomiast statystycznie istotny wpływ wskaźnika wykorzystania paszy (zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała) na masę szynki oraz masę tłuszczu i mięsa w tym wyrębie.

Piśmiennictwo

- Faucitano L., Rivest J., Daigle J.P., Levesque J., Garipey C. (2003). Distribution of intramuscular fat content and marbling within the *longissimus* muscle of pigs. *Canadian J. Anim. Sci.*, 84: 57–61.
- Jacyno E., Delecka A., Kiełbasa P., Czarnecki R., Gardzielewska J. (1995). Jakość tusz i skład chemiczny mięsa wieprzowego w zależności od genotypu i płci. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, 168, *Zoot.*, 32: 95–99.
- Kortz J., Karamucki T., Rybarczyk A., Gardzielewska J., Jakubowska M., Natalczyk-Szymkowska W. (2000). Charakterystyka jakości mięsa tusz klasyfikowanych w systemie EUROP na podstawie mięsności określanej aparatem ULTRA-FOM oraz metodą dysekcji stosowaną w SKURTCh. *Mat. konf.: Mięśność świń w Polsce — doskonalenie i ocena*, Jastrzębiec, 30–31.05.2000; *doniesienia*, ss. 73–83.
- Orzechowska B. (2004). Predicted progress in reducing fatness of carcass and during selection for backfat thickness. *Proc. Brit. Soc. Anim. Prod.*, Kraków-Poland, Oct. 14–15.2004, pp. 83–84.
- Różycki M. (1996). Zasady postępowania przy ocenie świń w stacjach kontroli użyteczności rzeźnej trzody chlewnej. *Stan hodowli i wyniki oceny świń*. Wyd. własne IZ, XIV: 69–82.
- Różycki M., Tyra M. (2006). Wyniki oceny użyteczności tucznej i rzeźnej świń w stacjach kontroli. *Stan hodowli i wyniki oceny świń*. Wyd. własne IZ, XXIV: 71–88.
- Suzuki K., Irie M., Kadowaki H., Shibata T., Kumagai M., Nishida A. (2005). Genetic parameter estimates of meat quality traits in Duroc pigs selected for average daily gain, *longissimus* muscle area, backfat thickness, and intramuscular fat content. *J. Anim. Sci.*, 83: 2058–2065.
- Tholen E., Brandt H., Henne H., Stork F.J., Schellander K. (2001). Genetische Fundierung von AutoFOM-Merkmalen. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 44, 2: 167–179.
- Virgilli R., Degni M., Schivazappa C., Faeti V., Poletti E., Marchetto G., Pacchioli M.T., Mordenti A. (2003). Effect of age at slaughter on carcass traits and meat quality of Italian heavy pigs. *J. Anim. Sci.*, 81: 2448–2456.
- Walstra P., Merkus G.S.M. (1995). Procedure for assessment of the lean meat percentage as a consequence of the new EU reference dissection method in pig carcass classification. DLO-Research Institute for Animal Science and Health (ID-DLO), Research Branch Zeist.

GRZEGORZ ŻAK, MIROSŁAW TYRA

**Pork ham muscling and fatness depending on fattening traits of pigs of maternal breeds
(Polish Large White and Polish Landrace)**

SUMMARY

The aim of the study was to determine the effect of growth rate, feed conversion and age at slaughter on the weight and quality of ham as expressed by the ham meat and fat content. A total of 233 Polish Large White and Polish Landrace gilts were investigated. After slaughter at 100 kg body weight and 24-hour cooling of carcasses at 4°C, left half-carcasses were dissected according to the Walstra-Merkus method. Hams were subjected to a detailed dissection to separate muscle tissue and fat. No statistically significant effect of age at slaughter and daily gains in the station test on the ham fat and meat content was found in gilts of maternal breeds. There was a highly significant effect of the feed conversion ratio (kg feed/kg gain) on ham weight and weight of fat and meat in ham.

Key words: pig, fattening performance, ham

MOŻLIWOŚCI OSZACOWANIA PROCENTOWEJ ZAWARTOŚCI MIĘSA W BOCZKU I POŁĘDWICY ŚWIŃ NA PODSTAWIE DANYCH Z DYSEKCJI WYKONANEJ METODĄ WALSTRY I MERKUSA*

Grzegorz Żak, Mirosław Tyra

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

Celem przeprowadzonych badań było opracowanie równań regresji służących do szacowania procentowej zawartości mięsa w dwóch cennych wyrębach: połędwicy i boczku. Badania przeprowadzono na 240 loskach ras matecznych wielkiej — białej polskiej i polskiej białej zwistouchej. Dane do obliczeń uzyskano po uboju podczas przeprowadzonej w SKURTCh w Rossosze dysekcji szczegółowej lewych półtuszy zgodnie z metodą referencyjną UE — Walstry i Merkusa. Spośród szeregu opracowanych równań regresji w pracy zaprezentowano trzy do określania mięsności połędwicy oraz dwa do określania mięsności boczku. Uzyskany współczynnik determinacji R^2 dla dwóch równań do szacowania mięsności połędwicy był na poziomie 79,6–79,9, a dokładność $RMSE = 2,02$. Parametry trzeciego opracowanego równania własnego ($R^2 = 57,6\%$, $RMSE = 2,91$) kształtowały się nieco poniżej wymaganego minimum. Współczynniki determinacji opracowanych równań do szacowania mięsności boczku były na wysokim poziomie — R^2 odpowiednio 99,3% dla równania pierwszego i 98,9% dla drugiego, jednak współczynniki świadczące o dokładności szacowania $RMSE$ były niskie i wynosiły odpowiednio 4,5 i 5,6. W celu poprawy dokładności szacowania zawartości mięsa w boczku z wykorzystaniem równań regresji konieczne jest podjęcie dalszych badań.

Prowadzenie selekcji w kierunku zwiększenia procentowej zawartości mięsa w tuszy powoduje równocześnie zmiany w składzie tkankowym poszczególnych wyrębów (Blicharski i in., 1995; Karamucki i in., 2001). Obserwowane na rynku preferencje konsumentów wskazują, że poszukują oni elementów tuszy o optymalnych proporcjach tkanki mięśniowej do tłuszczowej (Blicharski i in., 2003). Prowadząc zatem selekcję w kierunku doskonalenia mięsności świń, należy zwracać uwagę nie tylko na ogólną zawartość mięsa w tuszy, ale także na wypełnienie tkanką mięśniową najcenniejszych wyrębów. Do takich cennych

* Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 3 P06Z 032 23, finansowanego przez KBN.

wyrębów należą m.in. połówka wieprzowa i boczek. Poprawa zawartości mięsa w poszczególnych wyrębach poprzez selekcję wymaga zastosowania określonych metod służących do oceny tego parametru. Metody oceny ulegają ewolucji wraz ze zmieniającym się stanem wiedzy w tym zakresie oraz użytecznością ocenianego pogłowia świń. W związku z tym przeprowadzono badania w celu opracowania równań, które mogą być wykorzystane do szacowania zawartości mięsa w połówce i boczku bez konieczności wykonywania szczegółowej dysekcji wyrębów. Badania przeprowadzono w oparciu o dysekcję według metodyki Walstry-Merkusa, tak aby opracowane metody oceny mięsności wyrębów mogły znaleźć także zastosowanie w praktyce zakładów mięsnych, gdyż wymieniony sposób rozbioru tusz jest preferowany przez UE i zarazem zbieżny z rozbiorem kulinarnym (Walstra i Markus, 1995).

Materiał i metody

Materiał doświadczalny stanowiło 240 loszek ras matecznych: wbp i pbz. Zwierzęta utrzymywano i żywiono w Stacji Kontroli Użytkowości Rzeźnej Trzody Chlewnej w Rossosze zgodnie z aktualnie stosowaną w niej metodyką (Różycki, 1996). Zwierzęta poddano ubojowi przy masie ciała około 100 kg. Po 24-godzinnym schłodzeniu tusz w temperaturze 4°C wykonano pomiary grubości słoniny w 6 punktach na lewych półtuszach (5 pomiarów w punktach wg metodyki SKURTCh i 1 pomiar w miejscu odpowiadającym pomiarowi P4 w ocenie przyżyciowej). Następnie poddano je rozbiorowi według metodyki Walstry-Merkusa. Wyodrębnione połówki i boczki zważono i zmierzono. Wykonano fotografię przekroju połowic między ostatnim kręgiem piersiowym i pierwszym kręgiem lędźwiowym. Obliczono powierzchnię przekroju oka połowicy i powierzchnię tłuszczu nad okiem oraz stosunek tłuszczowo-mięśniowy (STM) według formuły:

$$STM = 1 : \frac{\text{powierzchnia tłuszczu nad okiem połowicy}}{\text{powierzchnia oka połowicy}}$$

Na boczku wykonano pomiary grubości słoniny nad poszczególnymi żebrami, wzdłuż linii jego odcięcia od połowicy, począwszy od krawędzi dogłowej. Następnie szynkę i boczek poddano dysekcji szczegółowej na poszczególne tkanki. Po zebraniu wyników z dysekcji obliczono procentową zawartość mięsa w wymienionych wyrębach. Opracowano współczynniki regresji, które wykorzystano do konstrukcji równań. Zastosowano w tym celu metodę regresji krokowej i program statystyczny Statgraphics 6.0.

Wyniki

Średnie wartości cech oraz odchylenia standardowe uzyskane w przeprowadzonych badaniach dotyczące połówki zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry ogólne (średnia \bar{x} i odchylenie standardowe σ) z dysekcji połówki przeprowadzonej metodą Walstry-Merkusa
Table 1. General parameters (\bar{x} mean and σ standard deviation) of loin dissection according to the Walstra and Merkus method

Cecha Trait	Parametr — Parameter	
	\bar{x}	σ
Masa połówki (kg)	7,38	0,47
Loin weight (kg)		
Tłuszcz podskórny (kg)	1,11	0,33
Subcutaneous fat (kg)		
Tłuszcz międzymięśniowy (kg)	0,30	0,10
Intermuscular fat (kg)		
Mięso (kg)	4,30	0,36
Meat (kg)		
Powierzchnia oka połówki (cm ²)	50,62	5,93
Loin eye area (cm ²)		
Powierzchnia tłuszczu nad okiem połówki (cm ²)	16,1	4,02
Fat area over loin eye (cm ²)		
Stosunek tłuszczowo-mięśniowy	3,39	1,13
Fat to muscle ratio		
Udział mięsa w połówce (dysekcja) (%)	58,70	4,47
Loin meat (dissection) (%)		

Na podstawie uzyskanych parametrów połówki opracowano 3 równania regresji mogące posłużyć do oszacowania procentowej zawartości mięsa w tym wyrębie. Poniżej przedstawiono formuły tych równań oraz ich parametry:

Równanie nr 1 do szacowania mięsności połówki opracowane na podstawie badań własnych:

$$\begin{aligned} \% \text{ mięsa połówki} = & -0,0152 \text{ STM} + 2,2595 \text{ C} - 11,6196 \text{ TP} + 0,05160 \text{ PO} + \\ & 0,0230 \text{ PT} + 55,9911 \\ R^2 = & 79,9\%; \text{ RMSE} = 2,02 \end{aligned}$$

gdzie:

- STM* — stosunek tłuszczowo-mięśniowy,
- C* — masa połówki,
- TP* — masa tłuszczu podskórnego,
- PO* — powierzchnia oka połówki,
- PT* — powierzchnia tłuszczu nad okiem połówki.

Równanie nr 2 do szacowania mięsności połówicy opracowane na podstawie badań własnych:

$$\% \text{ mięsa połówicy} = 2,2129 C - 11,3556 TP + 0,0542 PO + 56,1356$$

$$R^2 = 79,6\% ; RMSE = 2,02$$

gdzie:

- C* — masa połówicy,
TP — masa tłuszczu podskórnego,
PO — powierzchnia oka połówicy.

Równanie nr 3 do szacowania mięsności połówicy opracowane na podstawie badań własnych:

$$\% \text{ mięsa połówicy} = -3,4804 S + 0,2461 PO - 0,4743 PT + 57,9057$$

$$R^2 = 57,6\% ; RMSE = 2,91$$

gdzie:

- S* — grubość słoniny nad okiem połówicy,
PO — powierzchnia oka połówicy,
PT — powierzchnia tłuszczu nad okiem połówicy.

W tabeli 2 przedstawiono wyliczoną procentową zawartość mięsa w połówicy w oparciu o 3 równania regresji oraz uzyskaną z dysekcji szczegółowej. Podano również zależności między wynikami mięsności oszacowanymi a rzeczywistą mięsnością wyřębu. Bardzo wysokie współczynniki korelacji uzyskano dla wyników oszacowanych równaniami 1 i 2 ($r = 0,89$), nieco niższy dla równania 3 ($r = 0,74$).

Tabela 2. Procentowa zawartość mięsa w połówicy (\bar{x}) i odchylenie standardowe (σ) oszacowane za pomocą opracowanych równań oraz korelacje (r) oszacowanych mięsności z zawartością mięsa w połówicy z dysekcji

Table 2. Loin meat percentage (\bar{x}), standard deviation (σ) estimated using equations and correlations (r) of meatiness with loin meat percentage from dissection

Cecha Trait		Metoda szacowania zawartości mięsa w połówicy Method of estimating loin meat percentage			
		równanie — equation			dysekcja dissection
		1	2	3	
Procentowa zawartość mięsa w połówicy	\bar{x}	58,67	58,68	58,58	58,70
Loin meat percentage	σ	3,99	3,98	3,48	4,47
Współczynnik korelacji z zawartością mięsa w połówicy z dysekcji	r	0,89	0,89	0,74	
Coefficient of correlation with loin meat percentage from dissection					

Średnie wartości cech i ich odchylenia standardowe uzyskane w przeprowadzonych badaniach dotyczące boczku przedstawiono w tabeli 3. Oprócz danych z dysekcji wyrebu przedstawiono wyniki 12 pomiarów grubości słoniny wykonanych nad żebrami wzdłuż linii odcięcia boczku od polędwicy.

Tabela 3. Parametry ogólne (średnia \bar{x} i odchylenie standardowe σ) z dysekcji boczku przeprowadzonej metodą Walstry-Merkusa

Table 3. General parameters (\bar{x} mean and σ standard deviation) of belly dissection according to the Walstra and Merkus method

Cecha Trait	Parametr — Parameter	
	\bar{x}	σ
Masa boczku (całość) (kg)	6,91	0,57
Belly weight (whole) (kg)		
Masa boczku (do dysekcji) (kg)	4,05	0,38
Belly weight (for dissection) (kg)		
Tłuszcz podskórny (część dysek.) (kg)	1,08	0,21
Subcutaneous fat (dissection part) (kg)		
Tłuszcz międzymięśniowy (część dysek.) (kg)	0,37	0,14
Intermuscular fat (dissection part) (kg)		
Mięso (część dysek.) (kg)	2,14	0,26
Meat (dissection part) (kg)		
Udział mięsa w boczku (część dysek.) (%)	52,79	4,95
Belly meat (dissection part) (%)		
S1 (cm)	1,64	0,46
S2 (cm)	1,64	0,43
S3 (cm)	1,57	0,40
S4 (cm)	1,47	0,38
S5 (cm)	1,38	0,38
S6 (cm)	1,34	0,40
S7 (cm)	1,38	0,43
S8 (cm)	1,49	0,44
S9 (cm)	1,56	0,48
S10 (cm)	1,61	0,46
S11 (cm)	1,65	0,46
S12 (cm)	1,70	0,47

Spośród opracowanych równań do szacowania procentowej zawartości mięsa w boczku przedstawiono w pracy dwa o najwyższych parametrach, podając ich wzory i parametry.

Równanie nr 1 do szacowania mięsności boczku opracowane na podstawie badań własnych:

$$\% \text{ mięsa w boczku} = 1,5111 S5 + 0,9044 MW$$

$$R^2 = 99,3\%; RMSE = 4,5$$

gdzie:

S5 — grubość słoniny nad 5. zębem boczku,

MW — % mięsa w tuszy szacowany metodą Walstry-Merkusa.

Równanie nr 2 do szacowania mięsności boczku opracowane na podstawie badań własnych:

$$\% \text{ mięsa w boczku} = 0,6580 DT - 2,7059 S\bar{L} - 3,9427 SO - 0,3159 P4$$

$$R^2 = 98,9\%; RMSE = 5,6$$

gdzie:

DT — długość środkowa tuszy,

S \bar{L} — grubość słoniny nad łopatką,

SO — grubość słoniny nad okiem poławicy,

P4 — grubość słoniny w punkcie P4 (jak w ocenie przyżyciowej).

Za pomocą opracowanych równań regresji oszacowano procentową zawartość mięsa w boczku. Określono również współczynniki korelacji między oszacowanymi za pomocą równań wartościami a mięsnością boczku uzyskaną podczas dysekcji szczegółowej. Wyniki wymienionych obliczeń przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Procentowa zawartość mięsa w boczku (\bar{x}), odchylenie standardowe (σ) oszacowane za pomocą opracowanych równań oraz korelacje (r) oszacowanych mięsności z zawartością mięsa w boczku z dysekcji

Table 4. Belly meat percentage (\bar{x}), standard deviation (σ) estimated using equations and correlations (r) of meatiness with belly meat percentage from dissection

Cecha Trait	Metoda szacowania zawartości mięsa w boczku Method of estimating belly meat percentage			
	równanie — equation		dysekcja dissection	
	1	2		
Procentowa zawartość mięsa w boczku Belly meat percentage	\bar{x}	52,69	53,83	52,79
	σ	2,55	3,00	4,95
Współczynnik korelacji z zawartością mięsa w boczku z dysekcji Coefficient of correlation with belly meat percentage from dissection	r	0,41	0,27	

Omówienie wyników

Przeprowadzone badania miały na celu opracowanie równań do szacowania procentowej zawartości mięsa w poławicy i boczku. Opracowane trzy równania regresji dla poławicy różnią się między sobą liczbą i rodzajem uwzględnionych

w nich cech oraz parametrami świadczącymi o dokładności szacowania, a więc także przydatności tych równań do zastosowania w praktyce. W obliczeniach stosowano różne warianty odnośnie liczebności cech. Jak wiadomo, zwiększanie liczby cech w równaniu może korzystnie wpływać na dokładność szacowania (Poigner i Draxl, 2002). Jednak zbyt duża ich ilość zmniejsza przydatność równania regresji do zastosowania w praktyce. W równaniach własnych najczęściej występują cechy dotyczące przekroju poledwicy. Przedstawione pod każdym z opracowanych dla poledwicy równań regresji parametry, tj. współczynniki determinacji R^2 oraz błąd szacowania, wskazują, że jedynie dwa pierwsze równania spełniają wymogi UE odnośnie możliwości wykorzystania ich w praktyce (Wajda i in., 2003). Uzyskany współczynnik determinacji R^2 dla obydwu równań na poziomie 79,6–79,9 oraz dokładność — $RMSE = 2,02$ są wynikami korzystniejszymi od podawanych przez Blicharskiego i in. (2004). Autorzy ci uzyskali w swoich badaniach współczynniki determinacji równań do szacowania mięsności poledwicy na poziomie $R^2 = 0,77–0,83$, jednak dokładność szacowania opracowanych przez nich równań była na niższym poziomie ($RMSE = 2,66–3,10$). Wysoki współczynnik korelacji między mięsnością poledwicy oszacowaną na podstawie równań 1 i 2 a mięsnością wyrębu określoną na podstawie dysekcji szczegółowej ($r = 0,89$) świadczy o możliwości wykorzystania ich w praktyce. Parametry trzeciego opracowanego równania własnego ($R^2 = 57,6\%$, $RMSE = 2,91$) znajdują się nieco poniżej wymaganego minimum. Korelacja między mięsnością poledwicy oszacowanej tym równaniem a mięsnością uzyskaną na podstawie dysekcji wynosi $r = 0,74$.

Analizując opracowane równania regresji dla określania zawartości mięsa w boczku okazuje się, że bardzo trudno jest uzyskać dla tego wyrębu równanie, które charakteryzowałoby się dużą dokładnością. Współczynniki determinacji opracowanych równań są co prawda na wysokim poziomie — R^2 odpowiednio 99,3% dla równania pierwszego i 98,9% dla drugiego, jednak współczynniki świadczące o dokładności szacowania $RMSE$ są dość niskie i wynoszą odpowiednio 4,5 i 5,6. Przyczyną tego może być dość znaczne zróżnicowanie badanego materiału tak pod względem zawartości mięsa w boczku, jak i pod względem rozmieszczenia mięsa i tłuszczu w wyrębie oraz grubości słoniny mierzonych nad żebrami. Potwierdzają to dość wysokie wartości odchyień standardowych dla pomiarów S1-S12, świadczące o dużej zmienności tych parametrów. Jedną z przyczyn dużej zmienności w parametrach rzeźnych świń jest zapewne wpływ znaczącego dla krajowej hodowli zarodowej importu świń w celu doskonalenia ras matecznych (Borzuta i in., 2003). Współczynniki korelacji między procentową zawartością mięsa w boczku oszacowaną według równań regresji a zawartością mięsa w boczku określoną na podstawie dysekcji były na dość niskim poziomie i wynosiły $r = 0,41$ dla równania 1 oraz $r = 0,27$ dla równania 2.

Przeprowadzone badania wykazały, że opracowanie równań do dokładnego szacowania procentowej zawartości mięsa w poledwicy nie nastęrcza większych trudności. W przypadku boczku sytuacja jest bardziej skomplikowana. Z punktu widzenia poprawy dokładności szacowania zawartości mięsa w boczku z wykorzys-

taniem równań regresji, a tym samym możliwości oceny jego jakości, celowe jest podjęcie dalszych badań. Na podobne wnioski wskazują Blicharski i in. (2003), którzy w przeprowadzonych badaniach uzyskali również niskie parametry równań opracowanych do szacowania mięsności boczku ($R^2 = 26-52\%$, a dokładność szacowania 6,9–8,6).

Piśmiennictwo

- Blicharski T., Nowak B., Ostrowski A. (1995). Wpływ krzyżowania z użyciem rasy Pietrain na zmiany umięśnienia i proporcje mięśni u mieszańców. Międzyn. konf.: Perspektywy hodowli zwierząt w Polsce, AR Wrocław, 18–19.09.1995, t. I: 81–84.
- Blicharski T., Żak G., Pierzchała M., Eckert R. (2003). Preliminary studies on possibility of estimating pig belly lean percentage based on slaughter traits measured at a meat plant. *Ann. Anim. Sci.*, 3, 2: 333–344.
- Blicharski T., Żak G., Pierzchała M. (2004). Estimating meat quantity and percentage in ham and loin from pork carcasses at meat plants. *Ann. Anim. Sci.*, 4, 2: 261–268.
- Borzuta K., Grześkowiak E., Wajda S., Strzelecki J., Lisiak D. (2003). Wpływ upowszechnienia obiektywnej klasyfikacji tusz wieprzowych na zmiany wartości rzeźnej tuczników. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 17: 325–327.
- Karamucki T., Kortz J., Rybarczyk A., Gardzielewska J., Jakubowska M., Natalczyk-Szymkowska W. (2001). Zależności między mięsnością tuszy a udziałem w niej elementów zasadniczych o największej zawartości mięsa z uwzględnieniem ich stopnia odfuszczenia. *Mat. III Między. Konf. Nauk.: „Optymalizacja systemu i metod klasyfikacji poubojowej tusz wieprzowych”*, Poznań, 04–05.12.2001, ss. 68–72.
- Poigner J., Draxl Ch. (2002). Neues objektives Bauchbewertungssystem für die Schweinezucht. *VÖS Magazin*, 2: 8–9.
- Różycki M. (1996). Zasady postępowania przy ocenie świń w Stacjach Kontroli Użytkowości Rzeźnej Trzody Chlewnej. Stan hodowli i wyniki oceny świń. *Wyd. Własne IZ, Kraków*, ss. 69–82.
- Wajda S., Winiarski R., Borzuta K. (2004). Przydatność pomiarów grubości słoniny do szacowania udziału mięsa w tuszach wieprzowych. *Zesz. Nauk. Prz. Hod.*, 72, 2: 177–184.
- Walstra P., Merkus G.S.M. (1995). Procedure for assessment of the lean meat percentage as a consequence of the new EU reference dissection method in pig carcass classification. *DLO-Research Institute for Animal Science and Health (ID-DLO), Research Branch Zeist*, pp. 1–22.

Zatwierdzono do druku 20 IX 2006

GRZEGORZ ŻAK, MIROSŁAW TYRA

Possibility of estimating belly and loin meat percentage in pigs based on data from dissection performed according to the Walstra and Merkus method

SUMMARY

The aim of the study was to develop regression equations for estimating meat percentage in two valuable cuts: loin and belly. A total of 240 gilts of the Polish Large White and Polish Landrace maternal breeds were investigated. Data for calculations were obtained postmortem at the Pig Testing Station in

Rossocha during a detailed dissection of left half-carcasses according to the EU reference method (Walstra and Merkus). Among several regression equations developed in the study, two are used to determine loin meatiness and two are designed to determine belly meatiness. The coefficient of determination (R^2) for two equations for estimating loin meatiness was 79.6-79.9, with RMSE = 2.02. Parameters of our third equation ($R^2 = 57.6\%$, RMSE = 2.91) were slightly below the required minimum. The coefficients of determination for belly meatiness equations were high ($R^2 = 99.3\%$ for the first equation and $R^2 = 98.9\%$ for the second), but the RMSE coefficients of estimation accuracy were low (4.5 and 5.6, respectively). Further studies would be necessary to improve the accuracy of estimating belly meat percentage using regression equations.

Key words: pigs, dissection, carcass meat percentage, regression equations

POLIMORFIZM β -LAKTOGLOBULINY U OWIEC*

Aldona Kawęcka¹, Anna Radko²

¹Instytut Zootechniki — Państwowy Instytut Badawczy, Dział Ochrony Zasobów Genetycznych Zwierząt Gospodarskich, 32-083 Balice k. Krakowa

²Instytut Zootechniki — Państwowy Instytut Badawczy, Dział Immuno- i Cytogenetyki Zwierząt, 32-083 Balice k. Krakowa

Celem pracy było badanie polimorfizmu β -laktoglobuliny metodą PCR-RFLP u użytkowanych mlecznie owiec. Materiał do badań stanowiły próbki krwi uzyskane od macierek polskiej owcy górskiej (34 szt.) i owcy wschodniofryzyskiej (31 szt.). Metoda PCR-RFLP pozwoliła na precyzyjną identyfikację polimorfizmu β -LGB w badanym materiale. W wyniku łańcuchowej reakcji polimerazy (PCR) otrzymywano produkt DNA o wielkości 103 par zasad. Enzym RsaI ciął otrzymany produkt na fragmenty: przy genotypie AA w procesie elektroforezy uzyskano dwa prążki o wielkości 66 i 37 par zasad, przy BB prążek o 103 parach zasad, natomiast u heterozygot obserwowano wszystkie trzy prążki. W obu grupach stwierdzono trzy genotypy β -LGB (AA, AB i BB), a frekwencja ich występowania zróżnicowana była w zależności od rasy. Ponad połowa osobników w populacji owcy górskiej posiadała genotyp AB, natomiast u owcy fryzyskiej występował on u przeszło 60% osobników. W populacji owcy górskiej homozygoty AA i BB występowały z tą samą częstością. Tylko jedna maciorka rasy fryzyskiej charakteryzowała się genotypem BB. Zastosowanie testu χ^2 pozwoliło stwierdzić, że obie populacje owiec znajdowały się, w rozumieniu prawa Hardy-Weinberga, w stanie równowagi genetycznej. Uzyskane wyniki pozwoliły określić rozkład genotypów i alleli w populacji użytkowanej mlecznie owcy górskiej i mlecznej owcy wschodniofryzyskiej. Dalszym etapem przedstawionych badań będzie poszukiwanie zależności między określonymi genotypami a parametrami użyteczności mlecznej. Rozpoznanie polimorfizmu β -laktoglobuliny może poszerzyć wiedzę na temat możliwości wykorzystania genów białek mleka jako potencjalnych markerów cech użyteczności mlecznej u owiec.

β -laktoglobulina (β -LGB) jest głównym białkiem serwatkowym mleka przeżuwaczy, zbudowanym ze 162 aminokwasów. Jej rola biologiczna nie jest do końca poznana; prawdopodobnie uczestniczy ona w transporcie witaminy A i innych niskocząsteczkowych związków. Locus genu β -laktoglobuliny znajduje się u owiec na 3. chromosomie, a jej genetyczny polimorfizm warunkują trzy allele — A, B i C. Dwa pierwsze zidentyfikowano u wszystkich badanych pod tym kątem ras owiec, natomiast allel C tylko u merynosa (Erhardt, 1989).

* Praca wykonana w ramach działalności statutowej IZ-PIB, temat nr 3114.1.

Zagadnienie polimorfizmu białek mleka (β -laktoglobuliny i kazeiny) opisano dość dokładnie u bydła mlecznego. W wielu przypadkach dowiedziono, że genetycznie uwarunkowana różnorodność tych białek związana była z wydajnością mleka i jego składników. Geny białek mleka mogą być zatem rozpatrywane jako markery QTL w zakresie cech mleczności, a tym samym mogą zostać wykorzystane w konstruowaniu programów selekcyjnych.

Badania nad polimorfizmem genetycznym β -laktoglobuliny mleka u owiec prowadzono do tej pory głównie u mlecznych ras, hodowanych w krajach śródziemnomorskich. Wyniki tych badań nie są jednak jednoznaczne. Wielu autorów sugeruje przewagę określonych genotypów lub też brak zależności między nimi a użytkowością mleczną. Garzon i Martinez (1992) stwierdzili, że genotyp *BB* β -*LGB* związany był z wyższą wydajnością mleka, podczas gdy owce o genotypach *AA* i *AB* produkowały mleko o wyższej zawartości białka i kazeiny. Lopez-Galvez i in. (1993), analizując związek między polimorfizmem a przydatnością mleka do produkcji serów, uzyskali wyższą wydajność masy serowej od owiec z genotypem *AA* β -laktoglobuliny. Natomiast Di Stasio i in. (1997) stwierdzili, że z genotypem β -*LGB* *BB* związana była wyższa zawartość białka, a tym samym uzyskanego skrzepu.

W odniesieniu do krajowych ras owiec, wykorzystywanych do produkcji mleka, zagadnienie polimorfizmu pozostaje praktycznie nierozpoznane. Badaniami polimorfizmu β -*LGB* mleka u merynosa polskiego i jego mieszańców z rasami plennymi zajmowali się m.in. Piwczyński i in. (2002) oraz Mroczkowski i in. (2004), którzy również stwierdzili zróżnicowanie cech użytkowości mlecznej w zależności od genotypu β -*LGB*.

Celem pracy było badanie polimorfizmu β -*LGB* metodą PCR-RFLP u użytkowanych mlecznie ras: polskiej owcy górskiej (POG) i owcy wschodniofryzjskiej (FR).

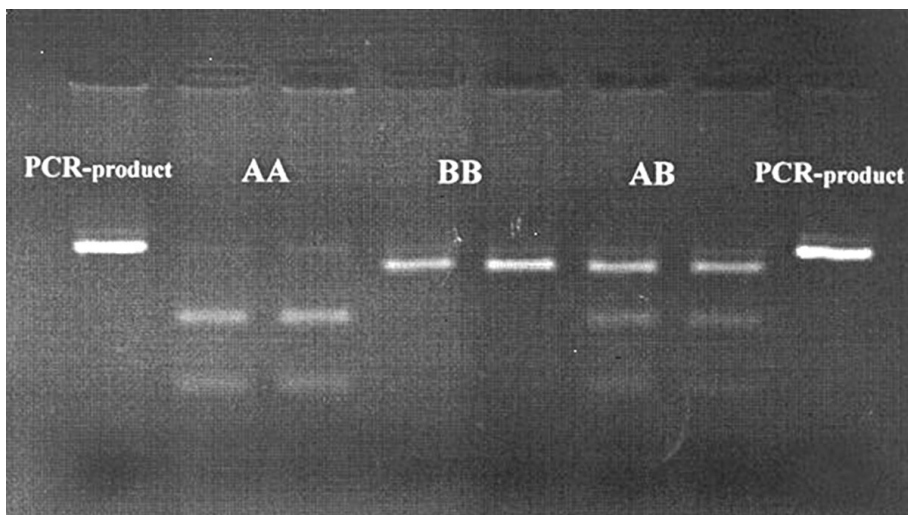
Material i metody

Material do badań stanowiły próbki krwi uzyskane od owiec rasy fryzjskiej (31 szt.) i polskiej owcy górskiej (34 szt.). Genomowy DNA izolowano z leukocytów krwi obwodowej przy zastosowaniu proteiny K, według metody przedstawionej przez Kawasaki (1990). Genotyp β -*LGB* określano metodą PCR-RFLP. Amplifikację wyizolowanego DNA wykonano metodą łańcuchowej reakcji polimerazy (PCR). Reakcję PCR wykonano w 25 μ l mieszaniny reakcyjnej, zawierającej 10 \times Buffer PCR, $MgCl_2$ (15 mM), nukleotydy dNTP (2 mM), polimerazę AmpliTaq Gold (5U/ μ l) oraz sekwencje starterowe LGB1: 5'— CAA CTC AAG GTC CCT CTC CA-3' i LGB2: 5'— CTT CAG CTC CTC CAC GTA CA-3' (lit). Mieszaninę reakcyjną poddano procesowi termicznemu: 15 min wstępnej denaturacji genomowego DNA w temp. 95°C, następnie 31 cykli obejmujących denaturację w temp. 94°C przez 45 s, przyłączanie starterów do matrycy w temp. 64°C w ciągu 45 s, wydłużanie starterów w 72°C przez minutę i końcowe wydłużanie starterów

w temp. 72°C w czasie 60 min. Reakcję PCR przeprowadzono przy użyciu amplifikatora GeneAmp PCR System 9600 (Applied Biosystems). Trawienie 10 μ l produktu amplifikacji przeprowadzono przy użyciu enzymu restrykcyjnego RsaI (2U/ μ l), w temperaturze 37°C przez 2,5 godziny. Otrzymane produkty trawienia poddano rozdzielaniu elektroforetycznemu. Elektroforezę strawionego produktu wykonano w 3% żelu agarozowym: Agarose for Routine Use — NuSive GTG agarose (1:3). Wyniki rozdzielania elektroforetycznego analizowano w promieniach UV na transiluminatorze. Zgodność rzeczywistego rozkładu genotypów w badanych grupach owiec z rozkładem teoretycznym sprawdzono za pomocą testu χ^2 , pakiet statystyczny SAS.

Wyniki

Metoda PCR-RFLP pozwoliła na precyzyjną identyfikację polimorfizmu β -LGB w badanym materiale. W wyniku reakcji PCR otrzymywano produkt DNA o wielkości 103 par zasad. Polimorfizm długości fragmentów restrykcyjnych związany jest z występowaniem różnic w sekwencjach nukleotydowych, będących wynikiem punktowych mutacji w obrębie genu. Mutacja ta powoduje powstawanie miejsca restrykcyjnego, rozpoznawanego przez enzym RsaI, który tnie otrzymany produkt DNA na dwa fragmenty o wielkości 66 i 37 par zasad. Przy genotypie AA w procesie elektroforezy otrzymano dwa prążki o wielkości 66 i 37 par zasad, przy BB prążek o 103 parach zasad, natomiast u heterozygot zaobserwowano wszystkie trzy prążki (fot. 1).



Fot. 1. Elektroforeza produktów PCR-RFLP w żelu agarozowym
Fig. 1. Electrophoresis of PCR-RFLP products in agarose gel

W obu grupach owiec stwierdzono występowanie trzech genotypów *AA*, *AB* i *BB*. Ponad połowa osobników w populacji owcy górskiej i przeszło 60% u owiec fryzyskich posiadało genotyp *AB*. W populacji owcy górskiej homozygoty *AA* i *BB* występowały z tą samą częstością. Tylko jedna maciorka rasy fryzyskiej charakteryzowała się genotypem *BB*. Wyliczona wartość testu χ^2 okazała się nieistotna statystycznie, zarówno dla populacji owcy górskiej, jak i owcy fryzyskiej ($P < 0,05$) (tab. 1).

Tabela 1. Rozkład genotypów β -laktoglobuliny
Table 1. Distribution of β -lactoglobulin genotypes

Rasa Breed	Genotyp Genotype	Liczebność obserwowana Observed number	Liczebność oczekiwana Expected number	Frekwencja genotypów Frequency of genotypes	Wartość testu χ^2 χ^2 test value
Polska owca górska Polish Mountain sheep	<i>AA</i>	8	8,5	23,5	0,1176
	<i>AB</i>	18	17	53	
	<i>BB</i>	8	8,5	23,5	
Owca fryzyska Friesian sheep	<i>AA</i>	10	13,5	32,3	5,435
	<i>AB</i>	20	13,9	64,5	
	<i>BB</i>	1	3,58	3,2	

Omówienie wyników

Zastosowanie testu χ^2 pozwoliło porównać obserwowane częstości genotypów z wartościami oczekiwanymi. Porównanie to wykazało brak istotnych różnic między tymi rozkładami, co pozwoliło stwierdzić, że badane populacje owiec (FR i POG) znajdowały się, w rozumieniu prawa Hardy-Weinberga, w stanie równowagi genetycznej.

Przeprowadzone badania wykazały, że w obu badanych rasach owiec przewagę stanowiły osobniki o genotypie heterozygotycznym β -*LGB*. Podobną sytuację zaobserwowali Piwczyński i in. (2002) u merynosa polskiego i mieszańców po trykach fińskich, romanowskich i Booroola czy Cubric-Curik i in. (2002) u owiec Pag. Analizując polimorfizm β -*LGB* u owiec użytkowanych mlecznie na Węgrzech, Anton i in. (1998) zaobserwowali niewielką przewagę heterozygot tylko u cygaja i owiec Lacaune. W przypadku owiec Awassi i mieszańców z merynosem frekwencja genotypów *AB* była nieco mniejsza niż *AA*. Natomiast u pozostałych badanych grup (merynosa węgierskiego, brytyjskiej owcy mlecznej, mieszańców F_1 po merynosie i owcach Langhe czy Pleven) genotyp *AA* występował z frekwencją praktycznie dwukrotnie większą niż *AB*. We wspomnianych grupach zaobserwowano niskie, nie przekraczające 15%, frekwencje genotypów β -*LGB* *BB*. Niespełna 5% frekwencję homozygot *BB* stwierdzili Piwczyński i in. (2002) u owiec fińskich, a u mieszańców F_1 po trykach tej rasy z merynosem nie

stwierdzono osobników o tym genotypie. Podobnie niskie wartości dla frekwencji homozygot *BB* podaje Erhardt (1989) dla merynosa niemieckiego, Black Razka i czarnogłówni. W badanym przez tego autora stadzie owcy fryzyjskiej tylko jeden osobnik posiadał genotyp *BB*. Podobny wynik uzyskano w badaniach własnych. Niska frekwencja występowania tego genotypu spowodowana była niską częstością allelu *B* w populacji tych owiec, co wydaje się być typowe dla tej rasy (Schmoll i in., 1999). Dane zawarte w tabeli 2 wskazują na duże zróżnicowanie frekwencji alleli β -*LGB* u mlecznych ras owiec.

Tabela 2. Frekwencja alleli β -laktoglobuliny u mlecznie użytkowanych ras owiec
Table 2. Allele frequencies of β -lactoglobulin in sheep utilized for milk

Rasa Breed	<i>N</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	Autorzy Authors
Altamura	48	0,625	0,375	Dario i in. (2005)
Barbaresca-Siciliana	62	0,62	0,38	Chiofalo i Micari (1987)
Comisana	250	0,50	0,50	Chiofalo i Micari (1987)
Churra	901	0,325	0,625	Barillet i in. (2005)
Lacaune	517	0,627	0,373	Barillet i in. (2005)
Latxa	234	0,47	0,53	Recio i in. (1997)
Fryzyjska	89	0,77	0,23	Erhardt (1989)
Friesian				
Fryzyjska	839	0,82	0,18	Schmoll i in. (1999)
Friesian				
Manchega	238	0,32	0,68	Lopez-Galvez i in. (1993)
Manech	222	0,473	0,527	Barillet i in. (2005)
Massa	54	0,53	0,47	Russo i in. (1981)
Merynos hiszpański	168	0,58	0,42	Barillet i in. (2005)
Spain Merino				
Merynos polski	207	0,498	0,502	Mroczkowski i in. (2004)
Polish Merino				
Pag	248	0,48	0,52	Cubic-Curik i in. (2002)
Sarda	72	0,47	0,54	Russo i in. (1981)
Segurena	50	0,67	0,33	Lopez-Galvez i in. (1993)
Siciliana-Pinzirita	72	0,50	0,50	Chiofalo i Micari (1987)
Polska owca górską	34	0,50	0,50	Badania własne/Own studies
Polish Mountain sheep				
Fryzyjska	31	0,66	0,34	Badania własne/Own studies
Friesian				

Według Cubic-Curik i in. (2002), w większości populacji owiec mlecznych allel *B* występował z większą częstością. Podobne obserwacje poczyniono u irańskich owiec Moghani i Ashary (Elyasi i in., 2004). Przewagę frekwencji tego wariantu zaobserwowano u hiszpańskich rodzimych ras Latxa, Manchega i Churra (Barillet i in., 2005). Allel *A* dominował natomiast w populacji mlecznej rasy Lacaune i wspomnianej już wschodniofryzyjskiej, a także włoskich ras Altamura i Barbaresca. U innych użytkowanych mlecznie w tym kraju owiec ras Comisana

i Pinzirita allele *A* i *B* występowały z tą samą częstością, podobnie jak w populacji polskiej owcy górskiej.

Uzyskane wyniki pokazały rozkład genotypów i alleli w populacji użytkowanej mlecznie owcy górskiej i mlecznej owcy wschodniofryzyskiej. Dalszym etapem przedstawionych badań będzie poszukiwanie zależności między określonymi genotypami a parametrami użytkowości mlecznej. Rozpoznanie polimorfizmu może poszerzyć wiedzę na temat możliwości wykorzystania genów białek mleka jako potencjalnych markerów cech mleczności, a rosnące zainteresowanie mlecznym użytkowaniem owiec w Polsce może być źródłem dodatkowego dochodu w owczarstwie, co skłania do poszukiwań takich zależności.

Piśmiennictwo

- Anton I., Zsolnai A., Kukovics S., Molnar A., Fesus L. (1998). Genetic polymorphism of milk proteins in Hungarian dairy sheep breeds and crosses. *Sheep and Goats Production in Eastern European Countries, Hungary*, REU Technical Series, 50: 224–226.
- Barillet F., Arranz J.-J., Carta A. (2005). Mapping quantitative trait loci for milk production and genetic polymorphism of milk proteins in dairy sheep. *Genet. Sel. Evol.*, 37: 109–123.
- Chiofalo L., Micari P. (1987). Attuali conoscenze sulle varianti delle proteine del latte nelle popolazioni ovine allevate in Sicilia. *Sci. Techn. Latt. Cas.*, 38: 104–114.
- Cubric-Curik V., Feligni M., Lukac-Havranek J., Curik I., Giuseppe E. (2002). Genetic polymorphism of β -lactoglobulin in Native Sheep from Island of Pag. *Food Technol. Biotechnol.*, 40 (1): 75–78.
- Dario C., Carnicell D., Bufano G. (2005). Effect of β -lactoglobulin genotypes on ovine milk composition in altamura breed. *Arch. Zoot.*, 54: 105–108.
- Di Stasio L., Portolano B., Todaro M., Fiandra P., Giaccone P., Finocchiaro R., Alicata M. (1997). Effect of ovine β -Lg phenotype on cheese yield and composition. *Milk Protein Polymorphism. International Dairy Federation*, pp. 325–327.
- Elyasi G., Shodja J., Nassiry M., Tahmasebi A., Pirhary O., Javanmard A. (2004). Polymorphism of β -lactoglobulin gene in Iranian sheep breeds using PCR-RFLP. *The Joint Agriculture and Natural Resources Symposium, Tabriz-Ganja, May 14–16*.
- Erhardt G. (1989). Evidence for third allele at the β -Lg locus of sheep and its occurrence in different breeds. *Anim. Gen.*, 20: 197–204.
- Garzon A., Martinez J. (1992). β -Lg in Manchega sheep breed. Relation with milk technological indexes in handcraft manufacture of Manchego cheese. *XXIII Int. Conf. Anim. Genet., Interlaken*.
- Kawasaki E.S. (1990). *Sample preparation from blood, cell and other fluids. W: „PCR Protocols: A guide to methods and applications”*. Academic Press, New York, pp. 146–152.
- Lopez-Galvez G., Ramos M., Martin-Alvarez P., Juarez M. (1993). Influence of milk protein polymorphism on cheese producing ability in the milk of Manchega ewes breed. *Int. Dairy Fed Seminar., Cork*, pp. 167–173.
- Mroczkowski S., Korman K., Erhardt G., Piwczyński D., Borys B. (2004). Sheep milk polymorphism and its effect on milk performance of Polish Merino. *Arch. Tierz. Dummerstorf*, 47: 114–121.
- Piwczyński D., Borys B., Mroczkowski S., Erhardt G., Jarzynowska A. (2002). Charakterystyka polimorfizmu białek mleka i cech mleczności merynosa polskiego i jego mieszańców z rasami plennymi. *Pr. Mat. Zoot.*, 14: 151–161.
- Recio I., Fernandez-Fournier A., Martin-Alvarez P.J., Ramos M. (1997). β -Lg polymorphism in ovine breeds: influence on cheese making properties and milk composition. *Le Lait*, 77: 259–265.

- Russo V., Davoli R., Migliori L. (1981). Genetic polymorphism in milk proteins in Massa and Sardinian ewes. *Zoot. Nutr. Anim.*, 7: 421–428.
- Schmoll F., Herget I., Hatzipanagiotou A., Tholen E., Wimmers K., Brem G., Schellander K. (1999). Associations of β -lactoglobulin variants with milk production, milk composition and reproductive performance in milk sheep. *Wien. Tierarztl. Mschr.*, 86: 4–5.

Zatwierdzono do druku 28 IX 2006

ALDONA KAWĘCKA, ANNA RADKO

Genetic polymorphism of β -lactoglobulin in sheep

SUMMARY

The aim of the study was to characterize β -lactoglobulin polymorphism using the PCR-RFLP method in Polish Mountain (PM) and East Friesian (EF) sheep utilized for milk. Blood samples collected from PM and EF ewes were analysed. The PCR-RFLP method enabled accurate identification of *B-LGB* polymorphism in the analysed animals. PCR reaction resulted in a DNA product of 103 bp. The PCR product was digested with *RsaI* enzyme, which resulted in two bands of 66 and 37 bp for the *AA* genotype during electrophoresis and a band of 103 bp for the *BB* genotype. All three bands were observed in heterozygotes. Three genotypes (*AA*, *AB* and *BB*) were present in both groups. The heterozygous *AB* genotype was found in over 50% PM sheep and in over 60% EF sheep. Among the PM sheep population, *AA* and *BB* homozygotes occurred with the same frequency. Only one EF ewe had the *BB* genotype. The use of the χ^2 test allowed a conclusion that both sheep populations were in a state of genetic equilibrium in terms of Hardy-Weinberg law. In the next stage of the study, relationships between certain genotypes and milk performance parameters will be investigated. The identification of β -lactoglobulin polymorphism may give insights into the possible use of milk protein genes as potential markers of milk production traits in sheep.

Key words: sheep, β -lactoglobulin, polymorphism, PCR-RFLP

OCENA POZIOMU CECH POKROJOWYCH RODÓW MĘSKICH KONI CZYSTEJ KRWI ARABSKIEJ UCZESTNICZĄCYCH W KRAJOWYCH POKAZACH W LATACH 2001–2005*

Krystyna Chmiel, Anna Gajewska

Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu, ul. Szczepieszka 102,
22-400 Zamość

Badaniom poddano 1124 ogiery i klacze czystej krwi arabskiej, biorące udział w Polskich Narodowych i Młodzieżowych Pokazach Koni Arabskich Czystej Krwi w latach 2001–2005 oraz w Czempionacie Koni Arabskich w Falborku w latach 2004–2005. Uwzględniono wszystkie oceny wystawiane każdemu startującemu osobnikowi przez trzech sędziów za następujące cechy: typ, głowa z szyją, kłoda, nogi i ruch oraz ostateczną notę pokazu. Poziom cech pokrojowych oceniono dla rodów męskich, dla których wyliczono takie wskaźniki, jak średnie oceny punktowe za poszczególne cechy i istotności różnic między nimi, wartości minimalne i maksymalne, odchylenia standardowe oraz współczynniki zmienności. Wyodrębniono rody męskie różniące się istotnie bądź wysoko istotnie od pozostałych pod względem punktacji za badane cechy. Stwierdzono, że za wszystkie cechy łącznie najwyższej oceniono ród Saklawi I or.ar., a najniższej ród Kuhailan Afas or.ar. Zaobserwowano też największe wyrównanie ocen dla rodu Bairactar or.ar.

Rody męskie w polskiej hodowli koni czystej krwi arabskiej wywodzą się od pierwszych zarejestrowanych założycieli — oryginalnych arabów importowanych z Bliskiego Wschodu (Pawelec-Zawadzka i in., 2001; Rozwadowski, 1972). W latach 70. ubiegłego stulecia, wraz z pojawieniem się szansy eksportu koni arabskich do Europy Zachodniej i Ameryki, preferencje uzyskały rody utrwalające cechy pożądane na rynkach zagranicznych — głównie urodę pokazową. Od tego czasu przewagę w polskiej hodowli zyskały rody w typie saklawi, wyżej oceniane na pokazach. W wyniku przemian ustrojowych w Polsce po 1989 roku hodowla koni czystej krwi arabskiej podporządkowana została zasadom gospodarki rynkowej. W latach 1991–2002 konie własności prywatnej zwiększyły swój udział w stadzie podstawowym z 10% do 60% i pojawiło się niebezpieczeństwo utraty ciągłości pracy hodowlanej nad utrzymaniem i doskonaleniem rodów męskich

* Praca finansowana z działalności statutowej AR Lublin – RNR/DS/06.

(Chmiel, 2005). Aby temu zapobiec, opracowano w 2001 roku Program Hodowli Koni Rasy Czystej Krwi Arabskiej przez powołany w tym celu Zespół ds. hodowli w obrębie PZHKA.

Obecnie w polskiej hodowli jest 7 aktywnych rodów męskich. Jest to minimum, poniżej którego nie powinno się schodzić dla zachowania różnorodności genetycznej stada podstawowego (Pawelec-Zawadzka i in., 2001). Odbywa się to poprzez wyselekcjonowanie najlepszych ogierów poszczególnych rodów hodowli stadnin skarbu państwa i wykorzystanie ich zarówno dla celów programów hodowlanych stadnin, jak też w hodowli prywatnej. W niniejszej pracy poddano analizie rody męskie pod względem cech pokrojowych, ocenianych w pokazach w latach 2001–2005. Dotychczasowe badania nad rodami męskimi dotyczące cech pokrojowych wykonano dla okresu 1985–2000 (Chmiel i in., 2004). Badaniom poddane były też rody męskie pod względem innych cech użytkowych i fizjologicznych (Budzyński i Chmiel, 1991; Budzyński i in., 1997; Sobczuk, 2001).

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły klacze i ogiery czystej krwi arabskiej pochodzące ze stadnin SP w Białce, Janowie Podlaskim, Kurozwękach, Michałowie oraz z hodowli prywatnych, które uczestniczyły w Polskim Narodowym Pokazie Koni Czystej Krwi Arabskiej w SK w Janowie Podlaskim, Wiosennym Młodzieżowym Pokazie Koni Czystej Krwi Arabskiej w SK Białka w latach 2001–2005 oraz w Czempionacie Koni Arabskich w Falborku w latach 2004–2005. Ogółem ocenie poddano 1124 ogiery i klacze. Uwzględniono wszystkie oceny wystawiane każdemu startującemu osobnikowi przez trzech sędziów za następujące cechy: typ, głowa z szyją, kłoda, nogi i ruch oraz ostateczną notę pokazu — średnią wszystkich ocen (karty sędziowania i katalogi pokazów).

Badana populacja koni została poddana również analizie rodowodowej, na podstawie której zaszeregowano ją do 7 czynnych w Polsce rodów męskich. Najliczniej reprezentowany w pokazach był ród Saklawi I — 310 osobników, Kuhailan Haifi or.ar. — 276, Ibrahim or.ar. — 168, Kuhailan Afas or.ar. — 148, Ilderim or. ar. — 109. Niższą liczebnością charakteryzowały się konie z rodów Bairactar or. ar. — 60 i Krzyżyk or. ar. — 48 osobników. Ród Koheilan Adjuze or. ar., który próbuje się odtworzyć w polskiej hodowli, reprezentowany był tylko przez 2 ogiery — Elpas gn. (Arzgir-Elema) i Enkar gn. (Kornet-Ensura), biorące udział w 5 pokazach, toteż przy analizowaniu danych nie brano tego rodu pod uwagę.

Dla poszczególnych rodów zostały wyliczone takie wskaźniki, jak: średnie oceny punktowe za poszczególne cechy (\bar{x}) i istotności różnic między nimi, wartości minimalne (Mn) i maksymalne (Mx), odchylenia standardowe (S) oraz współczynniki zmienności (V%). Dla określenia istotności różnic w zakresie badanych cech między średnimi ocenami wydzielonych grup została zastosowana jednoczynnikowa analiza wariancji dla danych nieortogonalnych oraz wielokrotny test rozstępu Duncana (Nowicki i Kossowska, 1995).

Wyniki

Za cechę „typ” najwyższą średnią ocenę punktową (18,46 pkt.) przypadającą na jednego konia otrzymał ród Saklawi I or.ar. Ocena ta różniła się istotnie bądź wysoko istotnie od średniej oceny dla pozostałych rodów (tab. 1). Ród ten, stosunkowo niedawno sprowadzony do Polski (1973 r.), zasłynął potomstwem o dużej urodzie, szlachetnym pustynnym typie, wielkiej suchości tkanki oraz głównie siwej maści w wyraźnym typie saklawi. W badanym okresie na pokazach szczególnie wyróżniło się potomstwo ogierów Gazal Al Shagab, Emigrant, Laheeb i Ararat. Najniżej natomiast pod tym względem oceniono konie z rodu Krzyżyk or.ar. ($\bar{x} = 17,90$ pkt.). Jest to najstarszy polski ród, a wśród jego przedstawicieli dominuje typ kuhailan. Wywodzące się z niego konie charakteryzują się dużą dzielnością, ale i pobudliwym temperamentem; są też mało urodziwe. Wymagają więc wytrwałej pracy hodowlanej w badanym kierunku. Największe wyrównanie ocen zaobserwowano dla rodu Kuhailan Afas or.ar. ($S = 0,79$; $V = 4,42$), a najmniejsze dla rodu Ibrahim or.ar. ($S = 0,91$; $V = 4,98$).

Tabela 1. Zestawienie średnich ocen za cechę „typ” dla rodów męskich
Table 1. Comparison of average point scores for the trait “type” in sirelines

Lp. No.	Ród męski Sire line	Liczba koni poddanych ocenie Number of evaluated horses	\bar{x}	S	V%	Mx	Mn
1.	Saklawi I, Egipt	310	18,46 AaBbC	0,82	4,42	20	16
2.	Kuhailan Haifi or.ar., imp. 1931 do Gumnisk	276	18,34 DEF	0,82	4,46	20	16
3.	Ibrahim or.ar., imp. 1907 do Antonin	168	18,27 acGH	0,91	4,98	20	15
4.	Ilderim or.ar., imp. 1900 do Sławuty	109	18,26 bdIJ	0,80	4,38	20	16
5.	Bairactar or.ar., imp. 1817 do Weil	60	18,07 CcDd	0,82	4,55	20	15
6.	Kuhailan Afas or.ar., imp. 1931 do Gumnisk	148	17,92 BEGI	0,79	4,42	20	16
7.	Krzyżyk or.ar., imp. 1876 do Jarczowiec	48	17,90 AFHJ	0,81	4,56	20	16

n — liczba startów w pokazach.

Te same małe litery — różnice istotne przy $P \leq 0,05$.

Te same duże litery — różnice istotne przy $P \leq 0,01$.

n — number of starts in shows.

The same small letters indicate significant differences at $P \leq 0.05$.

The same capital letters indicate significant differences at $P \leq 0.01$.

Pod względem cechy „głowa z szyją” ród Saklawi I or.ar. również wysoko istotnie przewyższał pozostałe rody — $\bar{x} = 18,25$ pkt. (tab. 2). Najniżej za tę cechę zostały ocenione konie należące do rodu Kuhailan Afas or.ar. — $\bar{x} = 17,66$ pkt. Najmniejsze odchylenie standardowe i współczynnik zmienności, a tym samym największe wyrównanie badanych cech, zaobserwowano dla rodu Bairactar or.ar. ($S = 0,81$; $V = 4,50$), w przeciwieństwie do rodu Ibrahim or.ar., dla którego wskaźniki te okazały się najwyższe ($S = 0,92$; $V = 5,09$).

Tabela 2. Zestawienie średnich ocen za cechę „głowa z szyją” dla rodów męskich
Table 2. Comparison of average point scores for the trait “head and neck” in sirelines

Lp. No.	Ród męski Sire line	Liczba koni poddanych ocenie Number of evaluated horses	\bar{x}	S	V%	Mx	Mn
1.	Saklawi I, Egipt	310	18,25 ABCDE	0,87	4,75	20	16
2.	Kuhailan Haifi or.ar., imp. 1931 do Gumnisk	276	18,18 bFGH	0,88	4,86	20	16
3.	Ibrahim or.ar., imp. 1907 do Antonin	168	18,02 AIJ	0,92	5,09	20	15
4.	Ilderim or.ar., imp. 1900 do Sławuty	109	17,99 BbKL	0,83	4,58	20	16
5.	Bairactar or.ar., imp. 1817 do Weil	60	17,91 aCFM	0,81	4,50	20	16
6.	Krzyżyk or.ar., imp. 1876 do Jarczowiec	48	17,71 aDGIK	0,87	4,93	20	16
7.	Kuhailan Afas or.ar., imp. 1931 do Gumnisk	148	17,66 EHJLM	0,84	4,77	20	16

Objaśnienia — patrz tab. 1.

For abbreviations — see Table 1.

Średnie oceny za cechę „kłoda” (tab. 3) były ogólnie niższe od poprzednich ocen i wahały się w granicach od $\bar{x} = 17,63$ dla rodu Saklawi I do $\bar{x} = 17,32$ dla rodu Bairactar or. ar. Maksymalne oceny za tę cechę (20 pkt.) przyznano tylko osobnikom należącym do rodu Kuhailan Haifi or.ar. Największe wyrównanie pod względem tej cechy zaobserwowano dla rodu Kuhailan Afas or.ar. ($S = 0,63$; $V = 3,64$), a najmniejsze dla rodu Ilderim or.ar. ($S = 0,72$; $V = 4,14$).

W obrębie cechy „nogi” (tab. 4) znów osobniki z rodu Saklawi I or.ar. ze średnią oceną $\bar{x} = 16,17$ pkt. uplasowały się na pierwszym miejscu. Najniżej zostały ocenione konie należące do rodu Kuhailan Afas or.ar. ($\bar{x} = 15,90$ pkt.). Największe wyrównanie pod względem tej cechy stwierdzono u osobników z rodu Bairactar or.ar. ($S = 0,64$; $V = 3,96$), a najmniejsze dla rodu Ibrahim or.ar. ($S = 0,74$; $V = 4,61$). Rozrzut ocen kształtował się od 13 do 19 pkt.

Tabela 3. Zestawienie średnich ocen za cechę „kłoda” dla rodów męskich
 Table 3. Comparison of average point scores for the trait “body and topline” in sirelines

Lp. No.	Ród męski Sire line	Liczba koni poddanych ocenie Number of evaluated horses	\bar{x}	S	V%	Mx	Mn
1.	Saklawi I, Egipt	310	17,63 ABCD	0,70	3,95	19	16
2.	Ibrahim or.ar., imp. 1907 do Antonin	168	17,56 aEF	0,71	4,08	19	15
3.	Kuhailan Haifi or.ar., imp. 1931 do Gumnisk	276	17,56 bGH	0,70	3,99	20	16
4.	Ilderim or.ar., imp. 1900 do Sławuty	109	17,44 A	0,72	4,14	19	16
5.	Krzyżyk or.ar., imp. 1876 do Jarczowiec	48	17,43 aBb	0,71	4,05	19	16
6.	Kuhailan Afas or.ar., imp. 1931 do Gumnisk	148	17,37 CEG	0,63	3,64	19	16
7.	Bairactar or.ar., imp. 1817 do Weil	60	17,32 DFH	0,65	3,73	19	16

Objaśnienia — patrz tab. 1.

For abbreviations — see Table 1.

Tabela 4. Zestawienie średnich ocen za cechę „nogi” dla rodów męskich
 Table 4. Comparison of average point scores for the trait “legs” in sirelines

Lp. No.	Ród męski Sire line	Liczba koni poddanych ocenie Number of evaluated horses	\bar{x}	S	V%	Mx	Mn
1.	Saklawi I, Egipt	310	16,17A aBb	0,72	4,47	19	13
2.	Ilderim or.ar., imp. 1900 do Sławuty	109	16,09 CD	0,73	4,51	18	14
3.	Kuhailan Haifi or.ar., imp. 1931 do Gumnisk	276	16,07 EF	0,68	4,26	18	14
4.	Bairactar or.ar., imp. 1817 do Weil	60	16,06 aGH	0,64	3,96	19	15
5.	Ibrahim or.ar., imp. 1907 do Antonin	168	16,05 bij	0,74	4,61	18	13
6.	Krzyżyk or.ar., imp. 1876 do Jarczowiec	48	15,90 ACEGi	0,68	4,32	18	14
7.	Kuhailan Afas or.ar., imp. 1931 do Gumnisk	148	15,90 BDFHj	0,66	4,13	18	14

Objaśnienia — patrz tab. 1.

For abbreviations — see Table 1.

Tabela 5. Zestawienie średnich ocen za cechę „ruch” dla rodów męskich
 Table 5. Comparison of average point scores for the trait “movement” in sirelines

Lp. No.	Ród męski Sire line	Liczba koni poddanych ocenie Number of evaluated horses	\bar{x}	S	V%	Mx	Mn
1.	Kuhailan Haifi or.ar., imp. 1931 do Gumnisk	276	18,22 AaB	0,88	4,81	20	16
2.	Saklawi I, Egipt	310	18,19 CDE	0,89	4,87	20	16
3.	Ilderim or.ar., imp. 1900 do Sławuty	109	18,13 bFG	0,98	5,40	20	15
4.	Ibrahim or.ar., imp. 1907 do Antonin	168	18,07 cH	1,00	5,57	20	15
5.	Bairactar or.ar., imp. 1817 do Weil	60	17,91 abC	0,85	4,75	20	15
6.	Kuhailan Afas or.ar., imp. 1931 do Gumnisk	148	17,85 AcDF	0,90	5,04	20	15
7.	Krzyżyk or.ar., imp. 1876 do Jarczowiec	48	17,77 BEGH	0,94	5,31	20	16

Objaśnienia — patrz tab. 1.

For abbreviations — see Table 1.

Tabela 6. Zestawienie średnich łącznych ocen za wszystkie cechy dla rodów męskich
 Table 6. Comparison of average scores for all traits in sirelines

Lp. No.	Ród męski Sire line	Liczba koni poddanych ocenie Number of evaluated horses	\bar{x}	S	V%	Mx	Mn
1.	Saklawi I, Egipt	310	88,71 abABC	2,90	3,26	96,33	81,33
2.	Kuhailan Haifi or.ar., imp. 1931 do Gumnisk	276	88,38 DEF	2,86	3,24	95,33	80,00
3.	Ibrahim or.ar., imp. 1907 do Antonin	168	87,96 acGH	3,19	3,62	94,00	77,33
4.	Ilderim or.ar., imp. 1900 do Sławuty	109	87,92 bIJ	2,86	3,25	95,33	81,33
5.	Bairactar or.ar., imp. 1817 do Weil	60	87,26 ADc	2,55	2,92	92,00	81,67
6.	Krzyżyk or.ar., imp. 1876 do Jarczowiec	48	86,72 BEGI	2,76	3,18	92,00	81,67
7.	Kuhailan Afas or.ar., imp. 1931 do Gumnisk	148	86,71 CFHJ	2,63	3,03	93,67	79,67

Objaśnienia — patrz tab. 1.

For abbreviations — see Table 1.

Pod względem punktacji za cechę „ruch”, z przewagą istotną i wysoko istotną, na czoło wysunął się cenny w hodowli ród Kuhailan Haifi or.ar. ($\bar{x} = 18,22$). Cechuje się on wysokimi walorami użytkowymi, harmonijną i poprawną budową, a także jak potwierdzają badania, doskonałym ruchem. Na ostatnim miejscu pod względem tej cechy, ze średnią notą 17,77 pkt., uplasował się ród Krzyżyka or.ar. Największe wyrównanie tej cechy zaobserwowano dla rodu Bairactar or.ar. ($S = 0,85$; $V = 4,75$), a najmniejsze dla rodu Ibrahim or.ar. ($S = 1,00$; $V = 5,57$) (tab. 5).

W ocenie łącznej za wszystkie cechy (tab. 6) pierwsze miejsce pod względem średniej punktacji zajmował ród Saklawi I or.ar. ($\bar{x} = 88,71$ pkt.). Średnia ocen różniła się istotnie bądź wysoko istotnie od średnich dla pozostałych rodów. Ród Kuhailan Afas or.ar. pod względem łącznej punktacji uplasował się na ostatnim miejscu ($\bar{x} = 86,71$ pkt.). Najniższą zmienność ($S = 2,55$; $V = 2,92$) odnotowano dla rodu Bairactar or.ar., natomiast najwyższą ($S = 3,19$; $V = 3,62$) dla rodu Ibrahim or.ar.

Omówienie wyników

W badanej populacji wyodrębniono rody męskie różniące się istotnie bądź wysoko istotnie od pozostałych pod względem punktacji za badane cechy. Stwierdzono, że za wszystkie cechy łącznie najwyższej oceniono ród Saklawi I or.ar., z różnicą istotną bądź wysoko istotną nad pozostałymi. Pod względem wszystkich badanych cech najniższej oceniono ród og. Kuhailan Afas or.ar. Największe wyrównanie ocen w łącznej punktacji stwierdzono dla rodu Bairactar or.ar., a najmniejsze dla rodu Ibrahim or.ar. W porównaniu z analogicznymi badaniami naszego zespołu, przeprowadzonymi w latach 1985–2000, na czoło wysunął się inny ród, którego przedstawiciele zdobyli najwyższe oceny łączne. W poprzednim okresie pierwsze miejsce pod względem średniej punktacji zajmował ród og. Ibrahim or.ar. (Chmiel i in., 2004). Otrzymane wyniki nasuwają wniosek, że użycie wybitnych ogierów, o wysokiej prepotencji indywidualnej, może w znacznym stopniu zmienić rozkład średnich wartości punktacji za badane cechy według rodów męskich.

Piśmiennictwo

- Budzyński M., Chmiel K. (1991). Linie żeńskie i męskie polskich koni czystej krwi arabskiej wyróżniające się dzielnością wyścigową. Ann. UMCS, sec. EE, IX, 11: 73–80.
- Budzyński M., Chmiel K., Sobczuk D. (1997). Wyróżniające się linie żeńskie w polskiej hodowli koni czystej krwi arabskiej. Ann. UMCS, sec. EE, XV, 19: 125–132.
- Chmiel K. (2005). Praca z rodami męskimi w aspekcie historycznym. Zasoby internetowe. www.janow.arabians.pl.
- Chmiel K., Gajewska A., Sobczuk D. (2004). Ocena według rodów męskich poziomu cech pokrojowych koni czystej krwi arabskiej uczestniczących w krajowych pokazach. Ann. UMCS, sec. EE, XXII, 24: 181–186.

- Karty sędziowania i katalogi Polskich Narodowych Pokazów Koni Arabskich Czystej Krwi i Wiosennych Młodzieżowych Pokazów Koni Czystej Krwi Arabskiej 2001–2005 oraz Czempionatu Koni Arabskich w Falborku 2004–2005.
- Pawelec-Zawadzka I., Budzyński M., Chmiel K. (2001). Program hodowli koni rasy czystej krwi arabskiej. PZHKA, Warszawa, maszynopis, 29 ss.
- Rozwadowski Z. (1972). 50 years of breeding pure blood Arabian Horses in Poland in their genealogical charts 1918–1968. PWRiL, Warszawa.
- Sobczuk D. (2001). Stabilność cyklu płciowego u klaczy czystej krwi arabskiej w powiązaniu z ich wartością użytkową. I. Genetyczne uwarunkowania cech długości rui i ciąży. Ann. UMCS, sec. EE, XIX, 27: 215–223.

Zatwierdzono do druku 27 X 2006

KRYSTYNA CHMIEL, ANNA GAJEWSKA

Estimation of conformation traits in purebred Arabian horses taking part in National Shows according to sirelines in 2001–2005

SUMMARY

Tested were 1124 purebred Arabian stallions, mares, colts and fillies taking part in Polish National and Youth Arabian Horse Shows in the years 2001–2005, as well as in Falborek Show in 2004 and 2005. Comparison was made of the point scores obtained for the following traits: type, head and neck, body, legs and movement, separately and in total. Evaluation was made of the levels of conformation traits, for which average point scores, minimum and maximum values, standard deviations, variability coefficients and significance of the differences were calculated. Sirelines differing significantly or highly significantly from others were identified. It was found that the highest level of all tested traits was obtained by representatives of the Saklawi I sireline, whereas the lowest level by horses of the Kuhailan Afas sireline. The horses belonging to the Bairactar sireline were characterized by the greatest equalization of point scores.

Key words: Arabian horses, sirelines, show scores

ANALIZA PORÓWNAWCZA WZORÓW PRAŻKÓW G W KARIOTYPIE DANIELA (*DAMA DAMA*) I KOZY (*CAPRA HIRCUS*)*

Anna Kozubska-Sobocińska¹, Ewa Słota¹, Maria Pakusiewicz²

¹Instytut Zootechniki — Państwowy Instytut Badawczy, Dział Immuno- i Cytogenetyki Zwierząt,
32-083 Balice k. Krakowa

²Akademia Rolnicza, Katedra Hodowli Bydła, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

*Porównano układ prążków G w kariotypie daniela (*Dama dama*) ($2n = 68$) i kozy (*Capra hircus*) ($2n = 60$) po zastosowaniu barwienia GTG z rozdzielczością 450 prążków. Zestawienie kariotypowych wzorów prążkowych wykazało analogię 28 par autosomów oraz pary heterosomów daniela w porównaniu z chromosomami kozy. Analogie wzorów prążków G u kozy i daniela sugerują konserwatywny w linearnym uporządkowaniu materiału genetycznego w chromosomach tych gatunków, co potwierdza, że porównania cytogenetyczne mogą być przydatnym narzędziem w mapowaniu genów.*

Analizy porównawcze genomów różnych gatunków zwierząt bazują głównie na zjawisku konserwatywności genetycznej. Dotyczy ono: wzorów prążkowych na chromosomach (Evans i in., 1973; Iannuzzi i in., 1990; Hayes i in., 1991; Ansari i in., 1999; Słota i in., 2001), sekwencji nukleotydowych (np. mikrosatelitarnych) (Edwards i in., 2000) oraz grup genów syntenicznych lub sprzężonych, często pozostających w takich samych relacjach nawet u gatunków taksonomicznie odległych (Di Berardino i in., 2004).

Porównania kariotypów, po barwieniu chromosomów technikami barwienia różnicowego, umożliwiają ujawnienie konserwatywności na poziomie wzorów prążków chromosomowych (Hayes i in., 1999). Identyfikacja analogicznych chromosomów lub ich fragmentów w kariotypach różnych gatunków zwierząt, porównywanych najczęściej w obrębie jednostek systematycznych (głównie rodzin), dostarcza kolejnych dowodów świadczących o tym, że ewolucyjnemu spokrewnieniu towarzyszy podobieństwo kariotypowe (Iannuzzi i Di Meo, 1995; Słota i in., 2001).

* Praca wykonana w ramach działalności statutowej IZ — PIB, temat nr 3209.1.

Konserwatywny charakter niektórych chromosomów, w odniesieniu do grup syntenicznych, pozwala na wykorzystanie szeregu sond molekularnych, uzyskanych od jednego gatunku zwierząt, do mapowania techniką fluorescencyjnej hybrydyzacji *in situ* (FISH) chromosomów innego gatunku (Di Berardino i in., 2004; Kozubska-Sobocińska i in., 2005).

Celem badań było porównanie kariotypu daniela (*Dama dama*) i kozy (*Capra hircus*) na podstawie wzorów prążków G na chromosomach metafazowych i wskazanie międzygatunkowych analogii chromosomowych.

Materiał i metody

Porównanie kariotypów przeprowadzono u przedstawicieli dwóch rodzin należących do podrzędu *Ruminantia*: daniela (*Dama dama*) z rodziny *Cervidae* (3 osobniki) i kozy (*Capra hircus*) z rodziny *Bovidae* (10 osobników).

Badane zwierzęta, zarówno kozy rasy białej uszlachetnionej jak i daniela, pochodziły z ferm prywatnych.

Materiał do badań stanowiły próbki krwi pobierane z żyły jarzmowej do probówek zawierających heparynę litową jako antykoagulant.

Przedmiotem analiz były chromosomy metafazowe, otrzymane po rutynowej hodowli limfocytów *in vitro*. W celu precyzyjnej identyfikacji poszczególnych par chromosomów stosowano barwienie różnicowe techniką GTG (Wang i Fedoroff, 1972).

Kariotyp kozy ułożono w oparciu o standard prążków G opracowany przez Iannuzzi i Di Meo (1995), natomiast ze względu na brak międzynarodowego wzorca prążków G dla *Dama dama* kariogram dla tego gatunku ułożono kierując się morfologią i wielkością chromosomów oraz homologią prążków G (Świtoński i in., 2006). Porównując wzory prążków G na chromosomach obu gatunków zestawiono kariogram porównawczy. Jako bazowy przyjęto kariogram kozy (ze względu na istniejący międzynarodowy wzorec prążków G dla tego gatunku). Chromosomy daniela z poszczególnych par porównywano z chromosomami kozy, ustalając istniejące analogie.

Wyniki

Analiza chromosomów metafazowych barwionych rutynowo 10% roztworem Giemsy, przeprowadzona u kóz i danieli, wykazała u wszystkich badanych zwierząt kariotyp prawidłowy i umożliwiła porównanie tych gatunków uwzględniające liczbę chromosomów, ich morfologię oraz liczbę fundamentalną ramion autosomów (NFa; tab. 1).

Na podstawie wzorów prążków G, uzyskanych na chromosomach daniela po barwieniu różnicowym GTG, zestawiono pary chromosomów homologicznych, a następnie pary te uszeregowano w kariogram, uwzględniając typ morfologiczny i wielkość chromosomów oraz układ prążków poprzecznych (fot. 1).

Tabela 1. Porównanie kariotypu *Capra hircus* i *Dama dama*
 Table 1. Comparison of the karyotype of the *Capra hircus* and *Dama dama*

Gatunek Species	Kozy — Goat <i>Capra hircus</i>		Daniel — Fallow deer <i>Dama dama</i>	
2n	60,XX	60,XY	68,XX	68,XY
NF autosomów NF autosomes	58		68	
Liczba par autosomów metacentrycznych Number of pairs of metacentric autosomes	0		1	
Liczba par autosomów akrocentrycznych Number of pairs of acrocentric autosomes	29		32	
Heterosom X X heterosome	akrocentryczny acrocentric		akrocentryczny acrocentric	
Heterosom Y Y heterosome	metacentryczny metacentric		metacentryczny metacentric	

Porównując chromosomy kozy i daniela (barwione techniką GTG) wykazano całkowitą zgodność wzorów prążków G dla 28 par autosomów daniela (w tym pary metacentryków i 27 par akrocentrycznych) i heterosomów. Wskazano akrocentryczne autosomy kozy (pary 18 i 19), których fuzja centryczna mogła prowadzić do utworzenia pary metacentrycznych autosomów daniela. Dla pięciu par autosomów daniela (pary: 18, 19, 29, 30 i 32) nie znaleziono chromosomów homologicznych ani też chromosomów homeologicznych w kariotypie kozy (fot. 2).

Omówienie wyników

Konserwatyzm genetyczny, dotyczący wzorów prążków chromosomowych, najczęściej analizowany był u gatunków należących do tej samej rodziny (Ansari i in., 1999; Słota i in., 2003). Pierwsze badania porównawcze, przeprowadzone na zwierzętach z rodziny *Bovidae*, wykazały homologię prążków na chromosomach bydła, owiec i kóz (Evans i in., 1973). Wyniki te potwierdzili Iannuzzi i Di Meo (1995), którzy wskazali u tych trzech gatunków pary autosomów o homologicznym układzie prążków G i R. Autorzy ci przeprowadzili również szczegółowe analizy heterosomu X u bydła, bawoła rzeźnego, owiec i kóz, a na podstawie stwierdzonych analogii zaproponowali możliwe rearanżacje tego chromosomu w procesie ewolucji (Iannuzzi i Di Meo, 1995).

Zestawienie barwionych techniką GTG haploidalnych kompletów chromosomów owcy ($2n = 54$) i owcy grzywiastej (*Ammotragus lervia*) ($2n = 58$) ujawniło całkowitą homologię chromosomów w kariotypach obu gatunków i wskazało, że fuzje centryczne autosomów prowadziły do ewolucyjnych reorganizacji (Słota i in., 2001).

Różnicowanie kariotypów w obrębie rodziny *Bovidae*, którego przyczyną były różnego rodzaju rearanżacje chromosomów, potwierdza hipotezę dotyczącą ist-

nienia wspólnego przodka o wyjściowym kariotypie $2n = 60$ (Wurster i Benirshke, 1968).

Przyjmuje się, że w toku ewolucji, w wyniku translokacji robertsonowskich chromosomów akrocentrycznych, doszło do redukcji liczby chromosomów. Sugestie te potwierdzają badania polimorficznych form kariotypu u dziko żyjących owiec z gatunku *Ovis*, u których zaobserwowano różne diploidalne liczby chromosomów: $2n = 58$ (*O. vignei*), $2n = 56$ (*O. ammon*), $2n = 54$ (*O. aries*, *O. canadensis*, *O. dalli*, *O. musimon*, *O. orientalis*), $2n = 52$ (*O. nivicola*) (Bruere i in., 1972; Bunch i Nadler, 1980).

Ewolucję kariotypów gatunków z rodziny *Bovidae* na drodze fuzji centrycznych potwierdziły badania Hayes i in. (1991). Według autorów, pomimo różnych liczb diploidalnych charakterystycznych dla gatunków należących do *Bovidae* (bydło i kozy $2n = 60$; owce $2n = 54$), układ prążków uzyskanych na chromosomach, po barwieniu techniką RBA, w większości przypadków umożliwił zestawienie par chromosomów analogicznych u porównywanych gatunków zwierząt. Znalaziono jedynie niewielkie różnice w prążkach R chromosomów 9. pary i heterosomów X i Y. Różnica ta, zdiagnozowana przez autorów jako inwersja paracentryczna krótkiego odcinka w obrębie ramion q chromosomu 9. kóz i bydła, w stosunku do chromosomów 9. pary u owiec, jest kolejnym dowodem wewnątrzchromosomowych ewolucyjnych rearanżacji u *Bovidae*.

Pierwsze wzorce kariotypowe gatunków należących do *Bovidae* (bydło, owce, kozy), ustalone podczas międzynarodowej konferencji w Reading (Ford i in., 1980), były kilkakrotnie weryfikowane (Long, 1985; Ansari i in., 1999; Di Berardino i in., 2001), natomiast brak jest międzynarodowych wzorców prążkowych dla gatunków z rodziny *Cervidae*.

Przeprowadzone przez Gustavssona i Sundta (1968) badania kariotypu zwierząt wolnożyjących z rodziny *Cervidae* (łoś, sarna, jeleń, jeleń wschodni i daniel) dotyczyły barwionych rutynowo chromosomów metafazowych, które uszeregowano według morfologii i wielkości. Dla gatunku *Dama dama* określono kariotyp 68,XY lub 68,XX oraz liczbę ramion chromosomów autosomalnych, która wynosiła 68. Ponadto wśród autosomów wyróżniono jedną parę długich chromosomów metacentrycznych i 32 pary akrocentryków. W przypadku heterosomów, X określono jako duży chromosom akrocentryczny, a Y jako mały submetacentryk.

W następnych próbach ustalenia kariotypu daniela zastosowano techniki barwienia różnicowego: GTG — uzyskano 350 prążków G na chromosomach metafazowych (Rubini i in., 1990) oraz RBA — przy rozdzielczości 527 prążków na chromosomach prometfazowych (Lioi i in., 1994).

Zastosowany w naszych badaniach, barwiony techniką GTG, kariotyp daniela do porównania ze wzorami prążków G na chromosomach metafazowych kozy, charakteryzował się rozdzielczością 450 prążków i umożliwił precyzyjne wskazanie chromosomowych analogii między porównywanymi gatunkami; świadczy to, że poziom 450 prążków daje wystarczającą rozdzielczość wzorów do analiz porównawczych.

Cytogenetyczne analizy porównawcze umożliwiają identyfikację markerów chromosomowych nawet u gatunków należących do różnych rodzin, czego przy-

kładem są wskazane pary chromosomów homologicznych u kozy i daniela. Ustalone analogi mogą być przydatne w badaniach ewolucyjnych a także w diagnostyce zmian chromosomowych u dziko żyjących gatunków, których kariotypy są znacznie słabiej poznane niż kariotypy zwierząt gospodarskich.

Piśmiennictwo

- Ansari H.A., Bosma A.A., Broad T.E., Bunch T.D., Long S.E., Maher D.W., Pearce P.D., Popescu C.P. (1999). Standard G-, Q-, and R-banded ideograms of the domestic sheep (*Ovis aries*): homology with cattle (*Bos taurus*). Report of the committee for the standardization of the sheep karyotype. *Cytogenet. Cell Genet.*, 85: 317–324.
- Bruere A.N., Chapman H.M., Wyllie D.R. (1972). Chromosome polymorphism and its possible implications in the select Drysdale breed of sheep. *Cytogenetics*, 11: 233–243.
- Bunch T.D., Nadler C.F. (1980). Giemsa-band patterns of the tahr and chromosomal evolution of the tribe Caprini. *J. Hereditas*, 71: 110–116.
- Di Bernardino D., Di Meo G.P., Gallagher D.S., Hayes H., Iannuzzi L. (2001). International System for Chromosome Nomenclature of Domestic Bovids. *Cytogenet. Cell Genet.*, 92: 283–299.
- Di Bernardino D., Vozdova M., Kubickova S., Cernohorska H., Coppola G., Coppola G., Enne G., Rubes J. (2004). Sexing river buffalo (*Bubalus bubalis* L.), sheep (*Ovis aries* L.), goat (*Capra hircus* L.), and cattle spermatozoa by double color FISH using bovine (*Bos taurus* L.) X- and Y-painting probes. *Mol. Reprod. Dev.*, 67: 108–115.
- Edwards C.J., Gaillard C., Bradley D.G., MacHugh D.E. (2000). Y-specific microsatellite polymorphisms in a range of bovid species. *Anim. Genet.*, 31: 127–130.
- Evans H.J., Buckland R.A., Sumner A. (1973). Chromosome homology and heterochromatin in goat, sheep and ox studied by banding techniques. *Chromosoma*, 48: 383–402.
- Ford C.E., Pollock D.L., Gustavsson I. (1980). Proceedings of the First International Conference for the Standardization of Banded Karyotypes of Domestic Animals. *Hereditas*, 92: 145–162.
- Gustavsson I., Sundt C.O. (1968). Karyotypes in five species of deer (*Alces alces* L., *Capreolus capreolus* L., *Cervus Nippon Nippon Temm.* and *Dama dama* L.). *Hereditas*, 30: 233–248.
- Hayes H., Petit E., Dutrillaux B. (1991). Comparison of RBG-banded karyotypes of cattle, sheep, and goats. *Cytogenet. Cell Genet.*, 57: 51–55.
- Iannuzzi L., Di Meo G.P., Perucatti A., Ferrara L. (1990). A comparison of G- and R-banding in cattle and river buffalo prometaphase chromosomes. *Caryologia*, 43: 283–290.
- Iannuzzi L., Di Meo G.P. (1995). Chromosomal evolution in bovids: a comparison of cattle, sheep and goat G- and R-banded chromosomes and cytogenetic divergences among cattle, goat and river buffalo sex chromosomes. *Chromosome Res.*, 3: 291–299.
- Kozubska-Sobocińska A., Słota E., Pieńkowska-Schelling A., Schelling C. (2005). Comparative hybridization of the Y chromosome in selected species of *Bovidae*. *Ann. Anim. Sci.*, 5(1): 5–9.
- Lioi M.B., Scarfi M.R., Di Bernardino D. (1994). The RBA-banded karyotype of the fallow deer (*Dama dama* L.). *Cytogenet. Cell Genet.*, 67, 2: 75–80.
- Long S.E. (1985). Standard nomenclature for the G-band karyotype of the domestic sheep (*Ovis aries*). *Hereditas*, 103: 165–170.
- Rubini M., Negri E., Fontana F. (1990). Standard karyotype and chromosomal evolution of the fallow deer (*Dama dama* L.). *Cytobios*, 64: 258–259.
- Słota E., Kozubska-Sobocińska A., Bugno M., Gieźka-Marek A., Kulig B. (2001). Comparison between the G-banded karyotype of the aoudad (*Ammotragus lervia*) and sheep (*Ovis aries*). *J. Appl. Genet.*, 42 (1): 59–64.
- Słota E., Kozubska-Sobocińska A., Kościelny M. (2003). Identification of the active X chromosome using RBA-banding technique. *Ann. Anim. Sci.*, 3 (1): 5–9.

- Świtoński M., Słota E., Jaszczak K. (2006). Kariotypy zwierząt domowych. W: Diagnostyka cytogenetyczna zwierząt domowych. Wyd. AR Poznań, ss. 51–72.
- Wang H.C., Fedoroff S. (1972). Banding in human chromosomes treated with trypsin. *Nature New Biol.*, 235: 52–53.
- Wurster D.H., Benirshke K. (1968). Chromosome studies in the superfamily Bovidae. *Chromosoma*, 25: 151–171.

Zatwierdzono do druku 27 X 2006

ANNA KOZUBSKA-SOBOCIŃSKA, EWA SŁOTA, MARIA PAKUSIEWICZ

Comparison of the G-banded karyotype of the fallow deer (*Dama dama*) and goat (*Capra hircus*)

SUMMARY

Karyotypes of the fallow deer (*Dama dama*) ($2n = 68$) and goat (*Capra hircus*) ($2n = 60$) were compared on the basis of G-banded chromosomes at the 450-band level. The common G-banded karyotype showed the analogy of 28 pairs of fallow deer autosomes and heterosomes with goat chromosomes. The analogy of G-banding pattern in the goat and fallow deer suggests the conservation in linear arrangement of genetic material in the chromosomes of these species. Thus comparative cytogenetics can be a useful tool in gene mapping.

Key words: comparative cytogenetics, fallow deer (*Dama dama*), goat (*Capra hircus*), G-banding

CHARAKTERYSTYKA METODY OZNACZANIA AMINOKWASÓW SIARKOWYCH W PASZACH I ŻÓŁTKACH JAJ*

Robert Gąsior, Krystyna Ślusarczyk

Instytut Zootechniki — Państwowy Instytut Badawczy, Centralne Laboratorium,
32-083 Balice k. Krakowa

Scharakteryzowano metodę oznaczania cysteiny/cystyny (Cys) i metioniny (Met). Badania przeprowadzono na próbkach 5 pasz i 10 liofilizowanych żółtek jaj. Przeprowadzone analizy prób ślepych nie wskazywały na konieczność korygowania o ich wyniki zawartości aminokwasów w analizowanych próbkach. Stwierdzono trwałość aminokwasów w roztworach wzorcowych przez co najmniej 110 dni i hydrolizatach próbek przez co najmniej 30 dni (współczynniki zmienności między terminami przechowywania od 0,50% do 4,03%). Powtarzalność i odtwarzalność metody oznaczania aminokwasów siarkowych nie przekraczały 5% (pasje) i 8,5% (żółtka). Niepewności ($P \leq 0,05$) bez uwzględnienia czynnika pochodzącego od analiz materiału referencyjnego wynosiły dla obu aminokwasów 8,98% (pasje) i 13,26% (żółtka). Niepewności ($P \leq 0,05$) z uwzględnieniem powyższego czynnika wynosiły 12,02% i 15,49% (Cys) oraz 22,11% i 24,16% (Met), odpowiednio dla pasz i żółtek. Średnie odzyski wynosiły 96,4% (Cys) i 96,1% (Met). Współczynnik korelacji r^2 prostoliniowej krzywej kalibracyjnej, w zakresie 3–100 mg/L (Cys) i 6–200 mg/L (Met) wynosił co najmniej 0,999. Granice oznaczenia ilościowego wynosiły odpowiednio 3 mg/L i 6 mg/L. Podczas wykonywania rutynowych analiz powinny być sprawdzane: powtarzalność oraz zawartości aminokwasów w próbce kontrolnej.

Do grupy aminokwasów siarkowych należą cysteina i cystyna oraz metionina. Ze względu na ich duże znaczenie w żywieniu człowieka i zwierząt, niezwykle ważne jest wykorzystywanie zwalidowanych metod oznaczania tych aminokwasów w hydrolizatach pasz i żółtkach jaj. Jedną z technik oznaczania aminokwasów siarkowych jest technika wysokosprawnej chromatografii cieczowej na odwróconych fazach (Reversed-Phase High Performance Liquid Chromatography czyli RP HPLC), przy czym, o ile uzyskano zadowalające wyniki dotyczące zawartości metioniny w hydrolizatach próbek badanych materiałów, o tyle nie udało się w nich poprawnie ilościowo oznaczyć cysteiny/cystyny (Bütikofer i in., 1991). Z tego

* Praca wykonana w ramach działalności statutowej IZ — PIB, temat nr 2103.1.

względu stosowana do oznaczania aminokwasów siarkowych, (choć także innych aminokwasów) technika chromatografii jonowymiennej (Ion-Exchange Chromatography czyli IEC) jest nadal techniką podstawową (Zumwalt i in., 1987; Rayner, 1985). Cysteinę/cystynę (Cys) i metioninę (Met) oznacza się w postaci kwasu cysteinowego i sulfonu metioniny (*methionine sulphone*) po utlenieniu i kwaśnej hydrolizie białka zawartego w próbce (Rayner, 1985). Uzyskanie wyników możliwie najbardziej wiarygodnych umożliwi wykonywanie analiz po uprzednim zwalidowaniu danej metody analitycznej (PN-EN ISO/IEC 17025:2005). Może temu służyć scharakteryzowanie metody poprzez określenie takich parametrów, jak jej powtarzalność, odtwarzalność, niepewność, odzysk, liniowość, granica oznaczenia ilościowego (Arendarski, 2003; Dobecki, 1998; Ellison i in., 2000), granica powtarzalności oraz trwałość roztworów wzorcowych i hydrolizatów pasz i żółtek jaj. Na podstawie badań walidacyjnych można określić sposoby kontrolowania jakości wyników badań podczas wykonywania rutynowych analiz. Dotychczasowe publikacje dotyczące oznaczania aminokwasów siarkowych nie zawierają niektórych spośród w/w parametrów walidacyjnych, dlatego niniejsza praca jest próbą uzupełnienia tej luki. Jest ona również kontynuacją wcześniejszej pracy, dotyczącej walidacji metody oznaczania aminokwasów w kwaśnych hydrolizatach pasz (Gąsior i in., 2005).

Materiał i metody

Odczynniki, aparatura i warunki analizy chromatograficznej

Użyto następujących odczynników: kwasu cytrynowego — monohydratu cz.d.a., stężonego (36%) kwasu solnego (HCl) cz.d.a., kwasu mrówkowego 80% cz.d.a. (POCH, Polska); nadtlenu wodoru 30% cz.d.a., firmy CHEMPUR (Piekary Śl., Polska); wodorotlenku sodowego cz., (STANDARD, Polska); kwasu kaprylowego 98% cz. (SERVA, Niemcy); cytrynianu sodowego — dwuhydratu cz.d.a. i 1-oktanolu 99% cz. (SIGMA, USA); kwasu bromowodorowego 47% cz. (Merck, Niemcy); wody dejonizowanej (H₂O, z dejonizatora MilliQ-Plus); roztworu ninhydryny — Beckman, USA (nr. kat. 338069); eluent: bufor pH 2,7 (17 g cytrynianu sodowego-dwuhydrat, 10 ml stężonego HCl, woda dejonizowana do 1 L; pH ustalono za pomocą roztworu HCl). Do hydrolizy przygotowywano roztwór kwasu solnego (6 mol/L), rozpuszczając stężony HCl w wodzie w proporcji 1:1 (v/v). Do rozpuszczania próbek po hydrolizie używano buforu, pH 2,2, który otrzymano po rozpuszczeniu w 1,8 L H₂O: 42 g monohydratu kwasu cytrynowego, 16,8 g NaOH, 32 ml stężonego HCl i 0,2 ml kwasu kaprylowego, ustaleniu pH buforu roztworem HCl i uzupełnieniu H₂O do objętości 2 l. Mieszaninę utleniającą sporządzano na bieżąco mieszając w stosunku 1:9 (v/v): H₂O₂ (30%) i kwas mrówkowy (80%), po czym schładzano ją przez około 0,5 godziny w lodówce. Roztwór NaOH (10 mol/L) otrzymano po rozpuszczeniu 40 g NaOH w 100 ml H₂O.

Wykorzystano standardy aminokwasów (Sigma-Aldrich-Fluka, St. Louis, USA): kwas asparaginowy, treoninę, serynę, kwas cysteinowy lub uwodniony kwas cysteinowy, sulfon metioniny.

Wykorzystano chromatograf-analizator aminokwasów System Gold AA firmy Beckman, wyposażony w pompę modułową 126 AA, autosampler 502E, detektor UV-VIS 166, kolumnę jonowymienną Spherogel IEX High Performance Sodium Column, reaktor postkolumnowy 232. Dane integrowano przy użyciu programu Gold Nouveau (Beckman). Przeliczeń dokonywano na komputerze w programie Excel. Do przygotowywania próbek użyto liofilizatora Christ Beta, wyparki, kolb do wyparki (100 ml), płaszczy grzejnych i chłodziw zwrotnych, sączków średnich Filtrak 389, sączków strzykawkowych 0,22 μm oraz młynka do mielenia pasz z sitem o średnicy oczek 1 mm.

Cystynę/cysteinę i metioninę oznaczano w postaci ich form utlenionych (kwas cysteinowy i methionine sulphone). Analizę chromatograficzną przeprowadzono w następujących warunkach:

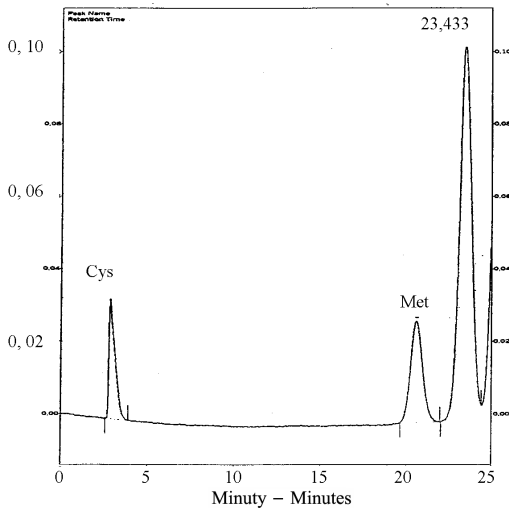
detekcja UV-VIS, długość fali λ : 570 nm, nastrzyk 20 μl , temperatura kolumny 50°C, temperatura reaktora 130°C. Parametry początkowe przepływu eluenta 0,67 ml/min, bufor pH 2,7 (67%), ninhydryna (33%). Czas analizy wraz z regeneracją i stabilizacją kolumny wynosił około 45 minut.

Przygotowanie roztworów wzorcowych, próbek badanego materiału i próbek ślepych oraz obliczanie wyników

Podstawowy roztwór wzorcowy przygotowywano rozpuszczając w 500 ml buforu pH 2,2 w kolbie miarowej (500 ml) następujące orientacyjne ilości aminokwasów (GM-masa molowa substancji wzorcowej): 0,0105 g kwasu cysteinowego (GM = 169,2) lub 0,0115 g uwodnionego kwasu cysteinowego (kwas cysteinowy \times H₂O; GM = 187,2) i 0,023 g sulfonu metioniny (GM = 181,2) oraz 0,033 g kwasu asparaginowego (GM = 133,1); 0,030 g treoniny (GM = 119,1); 0,026 g seryny (GM = 105,1). Wielkość naważki odnotowywano z dokładnością odczytu wagi wynoszącą 0,0001 g. Kwas asparaginowy, treonina, seryna nie były oznaczane według niniejszej metody, ale były dodawane do wzorca w celu ułatwienia interpretacji chromatogramów. Przykładowy chromatogram analizy roztworu wzorcowego przedstawia rys. 1. Powyższy roztwór wraz z roztworem 4-krotnie rozcieńczonym analizowano razem z próbkami. Obliczenia zawartości aminokwasów w próbkach przeprowadzono w oparciu o krzywą kalibracji wykreśloną w programie chromatograficznym Gold Nouveau.

Wykonano analizy 5 pasz: mieszanki dla drobiu i trzody chlewnej, pszenicy, soi, bobiku oraz 10 żółtek jaj liofilizowanych. Pasze mieszano i mielono młynkiem z sitem 1 mm. Przed pobraniem do analizy ponownie mieszano i odważano pobraną z kilku miejsc próbkę reprezentatywną do kolbki wyparkowej (100 ml) w takiej ilości, aby zawierała około 50–75 mg białka ogólnego oznaczonego metodą Kjeldahla, notując wielkość naważki z dokładnością odczytu wagi wynoszącą 0,0001 g, a następnie dodawano 10 ml mieszaniny utleniającej. Żółtka jaj liofilizowano 24 godz., a następnie naważano i dodawano mieszaninę utleniającą analogicznie jak w przypadku pasz. Kolbkę z próbką i mieszaniną utleniającą, zamkniętą korkiem, przetrzymywano w lodówce 16–18 godzin. Następnie dodawano 3 ml 47% HBr, 3 krople 1-oktanolu, po czym przetrzymywano przez około

0,5 godziny w lodówce i odparowywano na wyparce w temp. 37°C. Po 2-krotnym przepłukaniu za pomocą H₂O, którą za każdym razem odparowywano, zawartość kolbki hydrolizowano z 15 ml HCl (6 mol/L) pod chłodnicą zwrotną przez około 18 godzin. Po schłodzeniu, przepłukaniu H₂O chłodnic i dodaniu 3 kropeł 1-oktanolu, mieszaninę po hydrolizie odparowywano na wyparce (< 50°C). Osad rozpuszczano w 15 ml buforu pH 2,2 i ustalano pH roztworu do wartości 2,2 za pomocą NaOH (10 mol/L). Następnie roztwór sączono przez sączek średni do kolby miarowej (100 ml), przepłukując buforem pH 2,2 i uzupełniano do 100 ml. Roztwór w ilości około 2 ml przenoszono następnie do fiołki chromatograficznej, filtrując go przez sączek strzykawkowy 0,22 μm. Tak przygotowany roztwór próbki наносono w ilości 20 μl za pomocą autosamplera na kolumnę chromatograficzną. Zawartość aminokwasów w próbce określano w oparciu o krzywą wzorcową (program Gold Nouveau), a ostateczne wyniki uzyskiwano po przeliczeniach w arkuszu kalkulacyjnym programu Excel. W celu stwierdzenia czystości odczynników, wyposażenia i sprawności układu chromatograficznego oraz ich wpływu na wyniki analiz, przeprowadzono badania 4 prób ślepych. Przygotowano je według opisu procedury przygotowania do analiz pasz i jaj, ale z pominięciem dodatku próbki badanego materiału. Przygotowany roztwór próbki ślepej наносono w ilości 20 μl za pomocą autosamplera na kolumnę chromatograficzną.



Rys. 1. Chromatogram analizy roztworu wzorcowego aminokwasów. Analizator aminokwasów Beckman System Gold. Warunki analizy określono w tekście: Analiza chromatograficzna
Fig. 1. Chromatogram for analysis of amino acid standard solution. Beckman System Gold amino acid analyser. Analysis conditions are given in the text: Chromatographic analysis

Badania trwałości roztworów wzorcowych i hydrolizatów

W kolejnych 5 terminach, obejmujących okres łącznie 110 dni, przygotowywano podstawowe roztwory wzorcowe aminokwasów, uzyskując stężenia około 0,065 mmol/L kwasu cysteinowego i około 0,125 mmol/L sulfonu metioniny.

Dokładne stężenia były wyliczane z naważeń każdej substancji wzorcowej, wykonywanych na wadze z dokładnością odczytu wynoszącą 0,0001 g. Roztwory umieszczano w lodówce w temperaturze 2–8°C. Wszystkie roztwory jednocześnie przeanalizowano w powtórzeniu po 110 dniach względem bieżącego roztworu wzorcowego i porównano oznaczone z oczekiwanymi zawartościami aminokwasów w badanych roztworach. Stosunek stężenia oznaczonego do oczekiwanego wyrażono w ujęciu % ($p\%$) dla każdego roztworu wzorcowego przechowywanego przez dany okres (8, 21, 49 i 110 dni). Wartości $p\%$ wystandaryzowano względem roztworu wzorcowego przechowywanego 1 dzień (100%). Zmienności średnich wystandaryzowanych wartości $p\%$, pomiędzy terminami przechowywania roztworu wzorcowego, wyrażono poprzez międzygrupowe współczynniki zmienności CV_m . Obliczano je według wzoru:

$$CV_m = \frac{100 \cdot SD}{x_{sr}}$$

gdzie:

SD — odchylenie standardowe wystandaryzowanych wartości $p\%$ pomiędzy terminami przechowywania roztworu wzorcowego.

Trwałość hydrolizatów przebadano w odniesieniu do 5 pasz (mieszanki dla drobiu i trzody chlewnej, soja, pszenica, bobik). Przygotowane w powtórzeniu hydrolizaty rozlano do fiolek chromatograficznych i umieszczono w lodówce w temperaturze 2–8°C. Wykonano analizy na analizatorze aminokwasów, kolejno w 1., 9., 17., 23. i 30. dniu przechowywania hydrolizatów. Określono międzygrupowe współczynniki zmienności CV_m pomiędzy średnimi zawartościami aminokwasów w hydrolizatach z 5 terminów przechowywania. Przy obliczaniu CV_m korzystano z analogicznego wzoru, jak w przypadku badań trwałości roztworów wzorcowych.

Badania liniowości kalibracji, granicy oznaczenia ilościowego, powtarzalności i odtwarzalności oraz granicy powtarzalności

Przygotowywano wyjściowy stężony roztwór wzorcowy mieszaniny aminokwasów, rozpuszczając w 500 ml buforu pH 2,2 w kolbie miarowej (500 ml) ilości substancji wzorcowych, wynoszących około 0,05 g (kwas cysteinowy) i około 0,1 g (sulfon metioniny). Stężony wyjściowy roztwór wzorcowy aminokwasów rozcieńczano 2-, 4-, 8-, 16-, i 32-krotnie. Wszystkie roztwory przeanalizowano w powtórzeniu. Sporządzono krzywe kalibracyjne dla każdego z aminokwasów i obliczono resztowe współczynniki zmienności oraz współczynniki korelacji r^2 równania regresji $y = ax + b$. Dolny punkt krzywej kalibracji wykreślonej dla danego aminokwasu wyznaczał granicę jego oznaczenia ilościowego.

Powtarzalność i odtwarzalność (powtórzone analizy tych samych próbek w około tygodniowym odstępie czasu) wyrażono jako skumulowane współczynniki zmienności (CV_{kn}) oznaczeń każdego z aminokwasów, liczone z wzoru (CV_n^2 —

współczynnik zmienności analizy k -tej próbki, każda w powtórzeniu ($n = 2$), k — liczba przebadanych próbek):

$$CV_{kn} = \sqrt{\frac{\sum_k CV_{n2}}{k}}$$

Skumulowane współczynniki zmienności dotyczące powtarzalności i odtwarzalności oznaczono odpowiednio jako CVp i CVo . Granicę powtarzalności zdefiniowano jako podwojoną wartość powtarzalności.

Badania odzysku i materiału referencyjnego oraz niepewność

Przygotowano 5 różnych roztworów wzorcowych zewnętrznych mieszaniny utlenionych form Cys i Met, w buforze pH 2,2, o stężeniach odpowiednio około 0,06 mmol/L i 0,13 mmol/L. Dokładne stężenia były wyliczane z naważen każdej substancji wzorcowej, wykonywanych na wadze z dokładnością odczytu wynoszącą 0,0001 g. Przygotowano również 5 różnych roztworów wzorcowych o stężeniach odpowiednio około 0,18 mmol/L i 0,39 mmol/L, które przeprowadzono przez procedurę hydrolizy. Odzysk oznaczono przez porównanie pól powierzchni pików aminokwasów pochodzących z obu rodzajów roztworów. Współczynniki zmienności odzysków wyznaczono analogicznie jak w przypadku badań trwałości roztworów wzorcowych i hydrolizatów. Poprawność metody analitycznej, w tym wyznaczonego odzysku, sprawdzono wykonując analizę materiału referencyjnego (masło orzechowe, NIST** SRM 2387). Niepewności były liczone w oparciu o zasady określone w przewodniku Eurachem (Ellison i in., 2000) i przedstawione w postaci względnej % (współczynnika zmienności), przy czym niepewność ($P \leq 0,05$) obliczano z niepewności standardowych ($P \leq 0,32$), korzystając ze współczynnika rozszerzenia $k = 2$. Niepewność metody liczono składając niepewności cząstkowe zgodnie z zasadą propagacji Gaussa.

Wyniki

Piki aminokwasów występujące na chromatogramach prób ślepych były na poziomie szumów pochodzących z detektora, nie było więc konieczności korygowania zawartości aminokwasów w analizowanych próbkach. Wartości międzygrupowych współczynników zmienności CVm uzyskanych w badaniach trwałości roztworów wzorcowych i hydrolizatów pasz (tab. 1 i 2) wahały się od 0,51% do 1,75% (Cys) i od 0,50% do 4,03% (Met). Kalibracja wykonana na podstawie sporządzonych wzorców aminokwasów wykazuje się liniowością co najmniej w zakresie 3–100 mg/L (kwas cysteinowy) i 6–200 mg/L (sulfon metioniny). Współczynniki korelacji r^2 przekraczały wartość 0,999, a resztowe współczynniki

** — National Institute of Standards & Technology, Gaithersburg, USA.

zmienności równania regresji nie były większe niż 2%. Granice oznaczenia ilościowego wynosiły odpowiednio 3 mg/L i 6 mg/L. Skumulowane współczynniki zmienności dotyczące powtarzalności i odtwarzalności analiz pasz nie przekraczały 5%, a analiz liofilizowanych żółtek jaj 8,5% (granice powtarzalności odpowiednio 10% i 17%). Zawartości aminokwasów w badanych próbkach wraz ze współczynnikami zmienności dla powtarzalności i odtwarzalności podano w tabeli 3. Przykładowy chromatogram analizy próbki liofilizowanego żółtka jaja przedstawia rys. 2. Odzyski obu aminokwasów w przebadanych roztworach, ich średnie wartości oraz współczynniki zmienności przedstawiono w tabeli 4. Porównanie zawartości aminokwasów w materiale referencyjnym, oznaczonych z uwzględnieniem odzysku, z określonymi dla tego materiału wartościami referencyjnymi, przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 1. Wartości międzygrupowych współczynników zmienności CV_m uzyskanych w badaniach trwałości roztworów wzorcowych

Table 1. Between-group coefficients of variation (CV_m) obtained in the standard solution stability tests

Aminokwas Amino acid	Terminy przechowywania (dni) Days of storage (days)					CV_m
	1	8	22	49	110	
Cys	100	99,51	99,19	96,60	99,64	1,38
Met	100	99,23	99,28	98,67	98,96	0,50

Tabela 2. Wartości międzygrupowych współczynników zmienności CV_m uzyskanych w badaniach trwałości hydrolizatów pasz

Table 2. Between-group coefficients of variation (CV_m) obtained in the feed hydrolysate stability tests

Aminokwas Amino acid	Mieszanka dla drobiu Poultry feed	Mieszanka dla trzody chlewnej Pig feed	Soja Soybean	Pszenica Wheat	Bobik Field bean
Cys	0,51	0,65	0,98	1,75	0,62
Met	4,03	1,75	1,96	2,18	2,93

Tabela 3. Zawartość Cys i Met w przykładowych paszach i liofilizowanych żółtkach jaj (g/kg) i współczynniki zmienności powtarzalności (CV_p) i odtwarzalności (CV_o)

Table 3. Cys and Met content of sample feeds and lyophilized egg yolks (g/kg) and coefficients of variation for repeatability (CV_p) and reproducibility (CV_o)

Amino-kwas Amino acid	Mieszanka dla drobiu Poultry feed	Mieszanka dla trzody chlewnej Pig feed	Soja Soybean	Pszenica Wheat	Bobik Field bean	CV_p/CV_o pasze CV_p/CV_o for feeds	Żółtka jaj Egg yolks	CV_p/CV_o żółtka jaj CV_p/CV_o for egg yolk
Cys	3,86	2,89	7,63	2,60	3,29	1,70/3,54	5,89	6,20/8,46
Met	5,08	1,98	7,00	1,94	1,87	4,98/5,00	7,22	7,56/7,84

Tabela 4. Wartości odzysków (roztwory wzorcowe przeprowadzone przez procedurę hydrolizy) Cys i Met i współczynniki zmienności (CV)

Table 4. Recovery rates (standard solutions subjected to hydrolysis procedure) of Cys and Met and coefficients of variation (CV)

Aminokwas Amino acid	Odzysk — Recovery (%)					Średni odzysk Mean recovery (%)	CV
Cys	99,4	102,8	94,8	93,6	91,6	96,4	4,7
Met	99,9	102,3	93,6	93,0	91,8	96,1	4,9

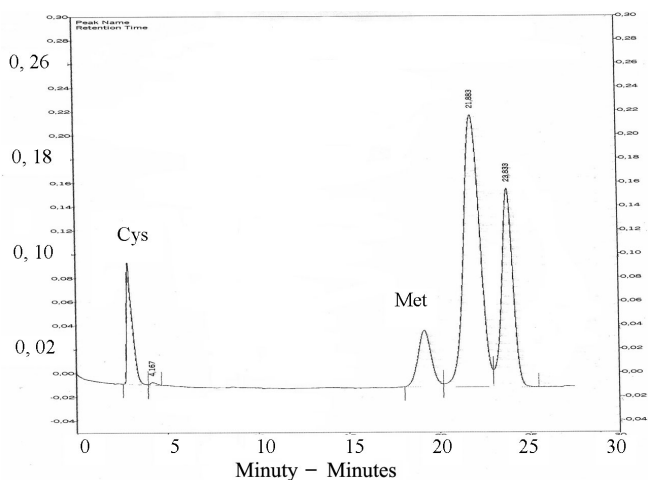
Tabela 5. Porównanie wartości referencyjnych z oznaczonymi w tej pracy zawartościami Cys i Met w materiale NIST SRM 2387

Table 5. Comparison of reference values with Cys and Met values obtained in the present study in NIST SRM 2387 material

Aminokwas Amino acid	Materiał referencyjny NIST SRM 2387 Reference material NIST SRM 2387		Różnica Difference (%)
	wartości referencyjne reference value (g/kg)*	wartości oznaczone values determined (g/kg)*	
Cys	2,7 ± 0,1	2,66 ± 0,19	1,5
Met	2,1 ± 0,4	2,20 ± 0,16	4,8

* Oprócz wartości (g/kg) podano niepewności dla wartości referencyjnych i wartości oznaczonych.

* Values (g/kg) are given in addition to uncertainties for reference values and values determined.



Rys. 2. Chromatogram analizy próbki liofilizowanego żółtka jaja. Analizator aminokwasów Beckman System Gold. Warunki analizy określono w tekście: Analiza chromatograficzna

Fig. 2. Chromatogram for analysis of lyophilized egg yolk sample. Beckman System Gold amino acid analyser. Analysis conditions are given in the text: Chromatographic analysis

Autorzy niniejszej pracy określili niepewności metody ($P \leq 0,05$) bez uwzględnienia czynnika niepewności pochodzącego od analiz materiału referencyjnego i z jego uwzględnieniem. W pierwszym przypadku niepewności metody oznaczeń obu aminokwasów wynosiły 8,98% dla analiz pasz i 13,26% dla analiz żółtek jaj liofilizowanych. W drugim przypadku niepewności metody oznaczeń Cys wynosiły 12,02% i 15,49% oraz Met 22,11% i 24,16%, odpowiednio dla analiz pasz i żółtek jaj liofilizowanych.

Omówienie wyników

Wyniki analiz prób ślepych wskazują na brak czynników zakłócających, istotnie wpływających na zawartość oznaczanych aminokwasów, a pochodzących od użytych do analiz odczynników i wyposażenia. Dlatego też wyniki analiz nie wymagają korygowania o wartości prób ślepych.

Na podstawie niskiej zmienności wyników oznaczeń aminokwasów pomiędzy ich roztworami wzorcowymi przechowywanymi w różnym czasie w temperaturze 2–8°C, stwierdzono, że roztwory te są trwałe przez co najmniej 110 dni od momentu ich sporządzenia. Na podstawie podobnych obserwacji stwierdzono, że roztwory hydrolizatów pasz również przechowywanych w temperaturze 2–8°C są trwałe przez co najmniej 30 dni od czasu ich sporządzenia. Trwałość hydrolizatów jaj liofilizowanych nie była badana. Hydrolizaty te (używane do rutynowych oznaczeń i do wyznaczenia powtarzalności) były jednak przechowywane w takich samych warunkach, jak hydrolizaty pasz. Były również dobrze oczyszczone w trakcie procedury ich przygotowania i do czasu wykonania pełnej analizy (do 30 dni) zachowywały klarowność. Tak więc wnioski dotyczące trwałości hydrolizatów pasz można, chociaż z mniejszym prawdopodobieństwem, rozszerzyć na hydrolizaty jaj liofilizowanych.

Roztwory mieszaniny kwasu cysteinowego i sulfonu metioniny charakteryzowały się dobrą liniowością, z wysokimi współczynnikami korelacji i niewielkimi odchyleniami wyznaczonych punktów kalibracji względem wykreślonej krzywej regresji $y = ax + b$.

Granice oznaczenia ilościowego, określone jako dolne granice liniowości, wynoszące odpowiednio 3 mg/L i 6 mg/L, są wystarczające na potrzeby analiz hydrolizatów próbek pasz i żółtek jaj na zawartość Cys i Met. Można je również odnieść bezpośrednio do ilości oznaczanego materiału. Przykładowo, jeżeli analizę wykonano przy naważce 1 g badanej próbki, to granice oznaczenia ilościowego wynoszą odpowiednio 0,3 g/kg i 0,6 g/kg. Granice te można obniżyć, stosując większe naważki analityczne. Granice oznaczenia ilościowego opisane w niniejszej pracy są podobne do podanych (jako wartości przykładowe) w normie PN-EN ISO 13903:2006.

Za pomocą błędu wyrażonego w oznaczanych jednostkach (odchylenie standardowe *SD*) lub błędu wyrażonego w % (współczynnik zmienności *CV*) można

scharakteryzować powtarzalność i odtwarzalność metody. Z przeprowadzonych badań wynika, że analizy żółtek jaj na zawartość aminokwasów siarkowych obarczone były nieco większą zmiennością niż analogiczne analizy pasz, co jest wynikiem dosyć zaskakującym, biorąc pod uwagę fakt, że próbki jaj powinny być bardziej jednorodne (drobniejszy materiał) niż próbki pasz. Wartości CV dla warunków powtarzalności uzyskane w niniejszych badaniach dla oznaczeń Cys (1,70%) i Met (4,98%) w paszach są podobne do podanych w normie PN-EN ISO 13903:2006 (zał. A, p. A2, wyniki uzyskane w różnych badaniach, od 1,71% do 4,57% dla Cys i od 1,13% do 5,56% dla Met). Wartości CV dla warunków odtwarzalności uzyskane w niniejszych badaniach (3,54% i 5,00% dla Cys i Met, odpowiednio) są niższe od podanych w w/w normie (odpowiednio do 18,96% i do 11,97%). Wynika to z faktu, że warunki, dla których była liczona w niniejszej pracy odtwarzalność, obejmują mniej czynników będących potencjalnymi źródłami błędów (odtwarzalność liczona w oparciu o analizy wykonane w jednym laboratorium, ale w różnym czasie) niż warunki odtwarzalności określone w w/w normie (odtwarzalność liczona w oparciu o badania międzylaboratoryjne).

W celu oznaczenia cystyny/cysteiny i metioniny w kwaśnych hydrolizatach konieczne jest przeprowadzenie hydrolizy białka w kwaśnym środowisku (6 mol/L kwas solny) po uprzednim utlenieniu aminokwasów (Rayner, 1985). Przyczynia się to do znacznie mniejszych strat tych aminokwasów niż wówczas, gdyby próbki poddawano samej tylko kwaśnej hydrolizie. W tym drugim przypadku straty aminokwasów siarkowych mogą nawet przekraczać 50% (Gehrke i in., 1985). W niniejszej pracy, w której badane próbki przygotowywano przeprowadzając kwaśną hydrolizę białka po uprzednim utlenieniu, straty aminokwasów siarkowych były niewielkie, sięgały średnio około 4% i były podobne do podanych w pracy Sarwara i Bottinga (1993).

W celu stwierdzenia poprawności opisanej metody analitycznej wykonano analizę dostępnego w handlu materiału z określonymi dla niego wartościami referencyjnymi, dotyczącymi zawartości obu aminokwasów. Brak takiego materiału w postaci paszy i jaja liofilizowanego spowodował, że jako materiał referencyjny wybrano masło orzechowe, NIST SRM 2387. Wartości oznaczone niniejszą metodą mieszczą się w przedziałach ufności określonych dla wartości referencyjnych, a różnice procentowe między tymi wartościami są niskie i nie przekraczają 5%. Wyniki analiz materiału referencyjnego dodatkowo potwierdzają poprawność metody analitycznej, w tym dokładność przygotowania próbki i wysokie odzyski obu aminokwasów.

Rozpatrzono dwa przypadki obliczenia niepewności metody:

I przypadek

W niepewności uwzględniono błędy powtarzalności i odtwarzalności, związane z błędami naważania, hydrolizy, pipetowania i przenoszenia w trakcie wykonywania procedury przygotowania próbki oraz związane z błędami oznaczenia chromatograficznego. Niepewności standardowe wartości średniej z 2 pomiarów każdej próbki, a dotyczące powtarzalności i odtwarzalności, wynoszą 3,5% oraz 6,0%, odpowiednio dla analiz pasz i żółtek jaj liofilizowanych. Dodatkowo uwzględniono inne czynniki niepewności (wyrażone jako niepewności standardowe) nie ujęte

w powtarzalności i odtwarzalności, a dotyczące dokładności używanych wag (0,02%) i naczyń miarowych (0,3% dla kolb miarowych i 0,5% dla pipet), a także dotyczące wzorcowania (1,68%). W niepewności wzorcowania wzięto pod uwagę: dokładność i powtarzalność ważenia wzorców i odmierzania roztworów wzorcowych, niepewności czystości wzorca, niepewność dopasowania punktów pomiarowych do krzywej kalibracji oraz niepewność masy cząsteczkowej. Oprócz wyżej wymienionych czynników w niepewności metody uwzględniono także niepewność odzysku (niepewność standardowa 2,19%). Obliczona z zasady propagacji Gaussa, na podstawie w/w niepewności standardowych i przy współczynniku rozszerzenia $k = 2$, niepewność metody ($P \leq 0,05$) wyniosła 8,98% dla analiz pasz i 13,26% dla analiz liofilizowanych żółtek jaj.

II przypadek

Według zaleceń przewodnika Eurchem (Ellison i in., 2000) do niepewności całkowitej metody powinno się włączyć wszelkie zidentyfikowane czynniki niepewności. Do takich czynników należą np. błędy związane z biasem, które mogą być określone na podstawie badań porównawczych z materiałem referencyjnym (jeżeli bias jest nieistotny, to co prawda nie włącza się go do niepewności metody, ale pozostałe czynniki związane z biasem, takie jak np. niepewność materiału referencyjnego, do tej niepewności należy włączyć). Jednak materiał referencyjny powinien być wiarygodny, z określonymi dla niego wartościami referencyjnymi, najlepiej certyfikowanymi i odpowiadać rodzajem matrycy materiałom badanym. Niestety nie zawsze jest to możliwe. Poza tym, o ile dostępne są materiały, które zostały przebadane na zawartości danych substancji, to zawartości te często posiadają status nie certyfikowanych wartości odniesienia, o charakterze informacyjnym. Tak jest właśnie w przypadku opisanym w niniejszej pracy. W związku z tym nie jest do końca jasne, czy w niepewności metody oznaczania Cys i Met należy uwzględnić niepewność związaną z zastosowanym materiałem referencyjnym (dane NIST — niepewności standardowe: 4% dla oznaczeń Cys i 10,1% dla oznaczeń Met). Jeśli tak, to niepewności metody ($P \leq 0,05$) wynoszą dla oznaczeń Cys 12,02% i 15,49%, a dla oznaczeń Met 22,11% i 24,16% (odpowiednio dla analiz pasz i żółtek jaj liofilizowanych). Duży wzrost niepewności (po uwzględnieniu czynnika pochodzącego od analiz materiału referencyjnego) oznaczeń Met, (22,11% vs. 8,98% i 24,16% vs. 13,26%) wynika, w przeciwieństwie do oznaczeń Cys (12,02% vs. 8,98% i 15,49% vs. 13,26%), z dużej wartości niepewności materiału referencyjnego, określonej dla pierwszego z wymienionych aminokwasów. Niepewność, wraz z wynikiem traktowanym jako średnia z pomiarów, ma znaczenie praktyczne przy jego interpretacji i określa przedział tolerancji, w jakim powinna się znaleźć z prawdopodobieństwem 95% rzeczywista wartość wyniku oznaczenia. Niepewności metody bez czynnika pochodzącego od analiz materiału referencyjnego należy traktować jako niepewności oznaczeń w jednym laboratorium. Niepewności metody, w których uwzględniono udział czynnika pochodzącego od analiz materiału referencyjnego są parametrami poszerzonymi o oznaczenia w innych laboratoriach (np. w badaniach NIST). Wobec powyższych uwag wartości obliczone dla tego drugiego przypadku mają charakter informacyjny. Niepewność

powinna być kontrolowana przy każdej analizie próbek przez sprawdzanie powtarzalności i może być większa w przypadku tych analiz, które mimo wykonania powtórnych badań nie spełniają kryterium powtarzalności.

Ustalono, że podczas wykonywania analiz sprawdzane będą: powtarzalność oraz zawartości aminokwasów w próbce kontrolnej. W tym celu określono granice powtarzalności (odpowiednio 10% i 17% dla analiz pasz i żółtek jaj), których nie powinno się przekraczać w więcej niż 5% przypadków podwójnie wykonywanych analiz każdej próbki. Na próbkę kontrolną wybrano wcześniej przebadaną pod kątem zawartości aminokwasów soję.

Piśmiennictwo

- Arendarski J. (2003). Niepewność pomiarów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa.
- Bütikofer U., Fuchs D., Bosset J.O., Gmür W. (1991). Automated HPLC-amino acid determination of protein hydrolysates by precolumn derivatization with OPA and FMOC and comparison with classical ion exchange chromatography. *Chromatographia*, 31, 9/10: 441–447.
- Dobecki M. (1998). Zapewnienie jakości analiz chemicznych. Instytut Medycyny Pracy im. prof. dra med. J. Nofera Press, Łódź.
- Ellison S.L.R., Rosslein M., Williams A. (Ed). (2000). Quantifying uncertainty in analytical measurement. Eurachem/Citac Guide 2000.
- Gašior R., Ślusarczyk K., Szczypuła M. (2005). Validation of a method for determining amino acids in acid hydrolysates of feeds. *Ann. Anim. Sci.*, 5, 1: 181–197.
- Gehrke Charles W., Wall Larry L.Sr, Absheer Joseph S., Kaiser Floyd E., Zumwalt Robert W. (1985). Sample preparation for chromatography of amino acids : acid hydrolysis of proteins. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 68, 5: 811–821.
- Rayner Carl J. (1985). Protein hydrolysis of animal feeds for amino acid content. *J. Agric. Food Chem.*, 33, 4: 722–725.
- Sarwar G., Botting H.G. (1993). Evaluation of liquid chromatographic analysis of nutritionally important amino acids in food and physiological samples. *J. Chrom.*, 615: 1–22.
- Zumwalt R.W., Absheer J.S., Kaiser F.E., Gehrke C.W. (1987). Acid hydrolysis of proteins for chromatographic analysis of amino acids. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 70, 1: 147–151.

Zatwierdzono do druku 21 IX 2006

ROBERT GAŠIOR, KRYSZYNA ŚLUSARCZYK

Characteristics of the method for determination of sulphur amino acids in feeds and egg yolks

SUMMARY

This paper describes a method for determination of cysteine/cystine (Cys) and methionine (Met). The study was carried out using samples of 5 feeds and 10 lyophilized egg yolks. Analysis of blind tests showed that they did not have to be adjusted for the amino acid content of the samples analysed. Amino acids were found to be stable in standard solutions for at least 110 days and in sample hydrolysates for at least 30 days (variation coefficients between storage times ranging from 0.50 to 4.03%). The repeatability and reproducibility of the sulphur amino acid determination method did not exceed 5% for

feeds and 8.5% for yolks. Uncertainties ($P \leq 0.05$) without including the factor obtained from the analysis of the reference material were 8.98% (feeds) and 13.26% (yolks) for both amino acids. Uncertainties ($P \leq 0.05$) with the above factor included were 12.02 and 15.49% (Cys) and 22.11 and 24.16% (Met) for feeds and yolks, respectively. Mean recovery was 96.4% (Cys) and 96.1% (Met). The coefficient of linear regression r^2 for the calibration curve of 3–100 mg/L (Cys) and 6–200 mg/L (Met), was at least 0.999. The limit of quantitation was 3 and 6 mg/L, respectively. During routine analyses, repeatability and amino acid content of the control sample should be validated.

Key words: amino acids, cysteine, cystine, methionine, validation, uncertainty

ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY MASĄ CIAŁA KURY A MASĄ JAJA W KONTEKŚCIE OPLACALNOŚCI PRODUKCJI JAJ*

Józefa Krawczyk

Instytut Zootechniki — Państwowy Instytut Badawczy, Dział Ochrony Zasobów Genetycznych
Zwierząt, 32-083 Balice k. Krakowa

Celem badań była ocena kształtowania się efektywności ekonomicznej produkcji jaj na podstawie zależności przyrostu masy ciała i masy jaja kur nieśnych. Badaniem objęto po 246 kur krajowej hodowli Astra H i Astra S, utrzymywanych w chowie ściółowym i w 3-piętrowej baterii indywidualnych klatek. Potwierdzono utrzymywanie się wysokiej dodatniej korelacji między masą ciała a masą jaja u kur niezależnie od ich odmiany i systemu utrzymania. Większą zgodność w tym zakresie zanotowano u niosek ciężkiego typu Astra H niż u lżejszych kur Astra S. Największą efektywność ekonomiczną uzyskano w przypadku niosek Astra S utrzymywanych w klatkach, u których oszacowano najniższy współczynnik korelacji między masą ciała a masą jaja. Stwierdzono, że najbardziej opłacalne dla producenta są kury wyróżniające się niską masą ciała i osiągające wysoki poziom nieśności, ponieważ najbardziej efektywnie wykorzystują spożytą paszę. Wskazane jest, żeby tempo wzrostu masy jaja było wyższe niż tempo wzrostu masy ciała kur.

Ponad 80% światowej produkcji jaj spożywczych uzyskuje się od utrzymywanych w klatkach kur, charakteryzujących się m.in. niską masą ciała i wysoką nieśnością. Najnowsze przepisy prawne Unii Europejskiej zmierzają do ograniczenia chowu klatkowego na rzecz ściółki (Dyrektywa 1999/74/EC). Tymczasem z badań wynika, że wysoko produkcyjne zestawy towarowych mieszańców kur nieśnych, selekcionowanych w kierunku chowu klatkowego, użytkowanych w systemie ściółowym, cechuje gorsza zdrowotność i niższa produkcyjność (Morgenstern i Lobsiger, 1993; Elwinger i in., 2002; Tauson, 2002; Krawczyk i in., 2004). Z badań Europejskiego Związku Producentów Jaj przeprowadzonych w 2003 roku wynika, że występujące w chowie ściółowym takie niepożądane narowy, jak wydziobywanie piór i kanibalizm, są dodatnio skorelowane z padnięciami kur, a ujemnie z intensywnością nieśności i masą jaja. Duży wpływ na nie ma także intensywność oświetlenia w kurniku oraz jakość paszy.

* Praca wykonana w ramach działalności statutowej IZ — PIB, temat nr 4421.1.

W związku z tym, że w krajowej hodowli kur nie prowadzono ostrej selekcji w kierunku chowu klatkowego, aktualnie można je polecać do chowu ściółkowego. Nioski te charakteryzują się znacznie wyższą masą ciała w porównaniu z kurami hodowli zagranicznej (Gawęcki i in., 2001). Masa jaj jest jedną z najważniejszych cech w chowie kur nieśnych. Masa jaj wylęgowych umożliwia oszacowanie masy ciała pisklęcia, a także wyników wylęgowości i niektórych cech jakości jaja (Narushin, 2005). Wysoka masa jaj spożywczych w stadach towarowych wpływa na poprawę wyników sprzedaży i może być czynnikiem decydującym o opłacalności przepierzania kur (Sokołowicz i Krawczyk, 2005). Ze względu na wysoką dodatnią zależność między masą ciała kur a masą jaja, od niosek typu ciężkiego można oczekiwać zniesienia większej liczby dużych jaj (Calik, 2002). Interesująca jest zatem analiza ekonomicznej opłacalności produkcji jaj przez nioski o zróżnicowanej masie ciała.

Celem badań była ocena kształtowania się efektywności ekonomicznej produkcji jaj na podstawie zależności przyrostu masy ciała i masy jaj kur nieśnych krajowej hodowli typu średnio ciężkiego Astra H i lekkiego Astra S, utrzymywanych na ściółce i w baterii klatek.

Materiał i metody

Doświadczeniem objęto 246 kur krajowej hodowli Astra H i tyle samo Astra S w okresie od 20. do 63. tygodnia życia. Po 150 kur z badanych zestawów komercyjnych przydzielono do 10 powtórzeń po 15 ptaków i utrzymywano w chowie ściółkowym, przy obsadzie 5 szt./m². Pozostałe 96 kur każdej odmiany przydzielono do 4 powtórzeń po 28 ptaków i umieszczono w 3-piętrowej baterii indywidualnych klatek. Kury żywiono *ad libitum* standardową mieszanką dla kur nieśnych.

W trakcie doświadczenia codziennie notowano wyniki produkcyjne, a co 4 tygodnie wszystkie ptaki ważono, aby określić tempo przyrostu ich masy ciała. Policzone także przychód ze sprzedaży jaj i kur rzeźnych po rocznej ich eksploatacji oraz koszty paszy według cen z II połowy 2004 roku. Wyniki zweryfikowano statystycznie za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji, wykorzystując w tym celu program statystyczny Statgraphics 4.0 Plus. Obliczono także współczynnik korelacji między masą ciała kur a masą znoszonych przez nie jaj.

Wyniki

Badania wykazały duże zróżnicowanie nieśności kur zarówno między ich odmianami, jak i w zależności od systemu utrzymania (tab. 1). Masa ciała kur Astra H była istotnie wyższa niż niosek Astra S niezależnie od systemu utrzymania. Kury Astra H, utrzymywane w klatce, zwiększyły swą masę średnio o ok. 1000 g w stosunku do masy ciała określonej w 24. tygodniu życia, natomiast lżejsze nioski

Astra S zwiększyły masę ciała zaledwie o ok. 500 g. Nioski obydwu odmian, utrzymywane na ściółce, charakteryzowało wolniejsze tempo przyrostu masy ciała niż przebywające w klatkach.

Średnia masa jaja w 60. tygodniu życia kur była zbliżona we wszystkich grupach, a istotnie niższą wartość tej cechy stwierdzono w przypadku jaj od kur Astra S utrzymywanych w klatce (tab. 1).

Tabela 1. Wyniki produkcyjne i ekonomiczne chowu kur
Table 1. Production and economic results of hen breeding

Wyszczególnienie Item	Astra H		Astra S	
	klatka cage	ściółka litter	klatka cage	ściółka litter
Masa ciała kur (g) w: Hens' body weight at:				
24. tyg. życia 24 wk of age	2090 Aa	1981 Ab	1559 B	1462 B
60. tyg. życia 60 wk of age	2999 Aa	2775 Ab	2057 B	1905 B
Masa jaja (g) w: Egg weight (g) at:				
24. tyg. życia kury 24 wk of age	46,6 B	43,7 A	47,5 B	46,4 B
60. tyg. życia kury 60 wk of age	66,7 a	65,8	64,2 b	66,0
Liczba jaj (szt./nioskę stanu początkowego) No. of eggs (pcs/early-term layer)	203 a	173 B	249 Aa	191 B
Zużycie paszy (g): Feed intake (g):				
na 1 dzień/kurę per day/hen	128,3	153,4 B	115,6 A	149,8 B
na jedno jajo per egg	203	280 B	148 A	205
Padnięcia (%) Mortality (%)	9,6	13,0	3,1	18,0
Wartość sprzedanych jaj (zł/nioskę) Value of eggs sold (zloty/layer)	44,6	36,3	49,8	40,3
Wartość kury rzeźnej (zł) Value of broiler hen (zloty)	2,40	2,22	1,64	1,52
Koszt paszy (zł/nioskę) Feed cost (zloty/layer)	30,88	36,94	27,83	36,06
Wartość sprzedaży jaj i kury rzeźnej — koszty paszowe (zł/nioskę) Value of eggs and broiler hen sold — feed costs (zloty/layer)	16,12	1,58	23,61	5,76

a, b — wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ($P \leq 0,05$).

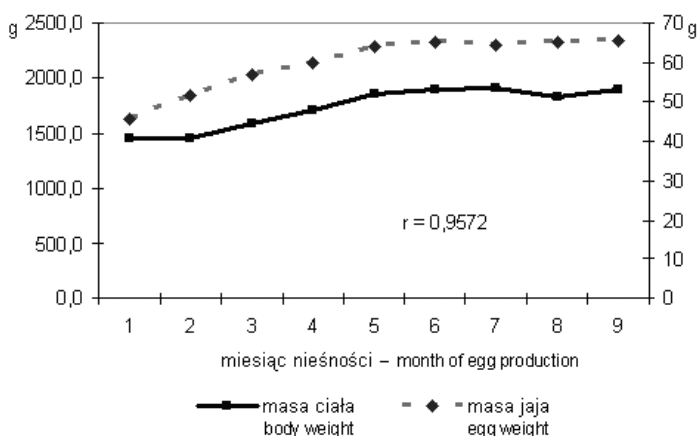
A, B — wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się wysoko istotnie ($P \leq 0,01$).

a, b — values in rows with different letters differ significantly ($P \leq 0,05$).

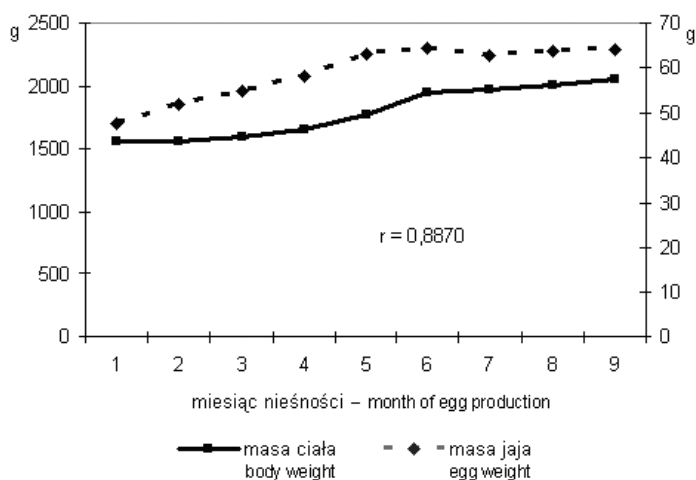
A, B — values in rows with different letters differ highly significantly ($P \leq 0,01$).

Największą efektywność ekonomiczną uzyskano w przypadku niosek Astra S utrzymywanych w klatkach, mimo najniższej średniej masy jaj pochodzących od tych kur. Na taki wynik ekonomiczny wpłynął niski poziom padnięć i bardzo dobre wyniki nieśności (tab. 1).

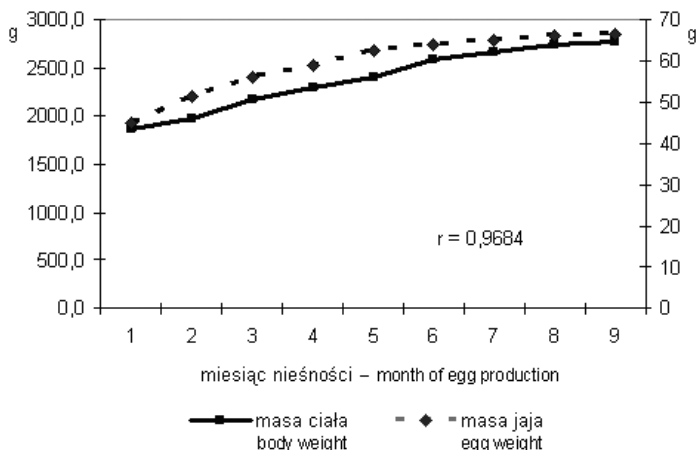
Obserwując kształtowanie się tempa przyrostu masy ciała i masy jaja stwierdzono utrzymywanie się wysokiej dodatniej korelacji między tymi cechami (rys. 1–4). Większą zgodność w tym zakresie zanotowano u niosek typu ciężkiego Astra H ($r > 0,96$) niż u lżejszych kur Astra S ($r = 0,887$ dla kur utrzymywanych w klatce i $r = 0,9572$ dla utrzymywanych na ściółce).



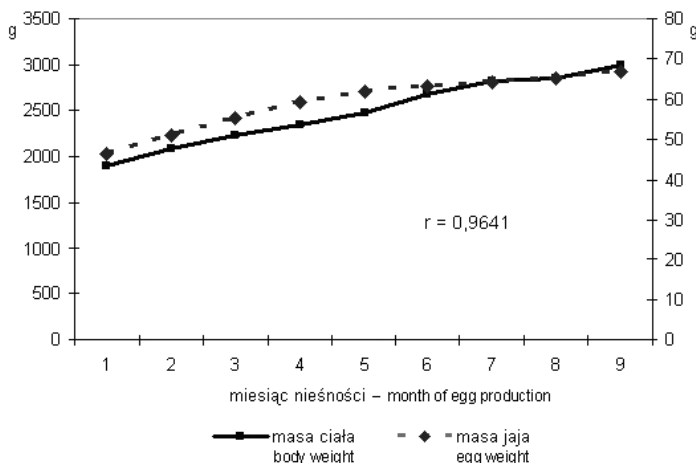
Rys. 1. Kształtowanie się masy ciała i masy jaja — kury Astra S utrzymywane na ściółce
Fig. 1. Body weight and egg weight in Astra S hens kept on litter



Rys. 2. Kształtowanie się masy ciała i masy jaja — kury Astra S utrzymywane w klatce
Fig. 2. Body weight and egg weight in Astra S hens kept in cages



Rys. 3. Kształtowanie się masy ciała i masy jaja — kury Astra H utrzymywane na ściółce
 Fig. 3. Body weight and egg weight in Astra H hens kept on litter



Rys. 4. Kształtowanie się masy ciała i masy jaja — kury Astra H utrzymywane w klatce
 Fig. 4. Body weight and egg weight in Astra H hens kept in cages

Omówienie wyników

Mniejsze przyrosty masy ciała kur utrzymywanych na ściółce niż przebywających w klatkach były skutkiem zwiększonej ruchliwości niosek oraz istotnie gorszej ich zdrowotności. W tym systemie utrzymania spożycie i zużycie paszy było istotnie wyższe niż u kur utrzymywanych systemem klatkowym, co jest

zbieżne z wynikami badań Damme (2000) oraz Krawczyk i Wężyka (2002). Rick van Oort (2005) zwraca uwagę na dużą zależność między przyrostem masy ciała w okresie odchowu a późniejszą nieśnością ogólną kur. Z obserwacji autora wynika, że masa ciała idealnej kury w okresie między osiągnięciem 5% początkowego tempa nieśności do 90% w szczycie, winna zwiększyć się o 300 g. W naszym doświadczeniu ten wzrost był dwu-, a nawet trzykrotnie większy, co mogło być powodem znacznie niższej nieśności kur niż notowano w ocenie stacyjnej (Gawęcki i in., 2001).

Stwierdzona w badaniach własnych wysoka dodatnia korelacja między masą ciała kur a masą znoszonych jaj jest zgodna z badaniami Calik (2002), prowadzonymi na fermie zarodowej na kurach nieśnych utrzymywanych w klatkach. Nie stwierdzono zachwiania tych zależności pod wpływem różnych systemów utrzymania kur, które z kolei istotnie wpłynęły na nieśność i zdrowotność ptaków.

W związku z dużą liczbą padnięć zanotowanych u kur utrzymywanych na ściółce, wysokim spożyciem paszy, wynikającym m.in. z rozsypywania jej przez nioski oraz istotnie mniejszą liczbą jaj w przeliczeniu na 1 nioskę stanu początkowego, zanotowano zmniejszenie opłacalności produkcji w tym systemie utrzymania, co potwierdzają też nasze wcześniejsze badania (Krawczyk i Wężyk, 2002). Jak wynika z badań Yoo i in. prowadzonych w 1983 roku, w przypadku wysoko produkcyjnych mieszańców towarowych nieopłacalna jest produkcja zbyt dużych jaj, bowiem różnica w cenie ich zbytu jest niewielka i nie pokrywa wyższego zużycia paszy na ich produkcję. Aktualnie na rynku polskim cena jaj klasy L (>63–73 g) jest o 10–14% wyższa niż jaj klasy M (53–63 g) (www.ppr.pl). Jednakże wiele zależy od rynku odbiorców jaj z danej fermy. Hipermarkety odbierają głównie jaja małe (klasy S i M), których niska cena stanowi zachętę dla klientów do odwiedzania marketów. Za jaja klasy XL i L, jak wynika z informacji uzyskanych od producentów, korzystną cenę uzyskuje się w sprzedaży bezpośredniej na fermie (zaopatrzenie małych sklepów, sprzedaż na targowiskach lub bezpośrednio konsumentom). W badanej fermie wszystkie jaja sprzedawane były bezpośrednio konsumentom, co pozwoliło uzyskać za nie wyższą cenę niż w skupie. Pozostaje natomiast problem niskiej ceny kur rzeźnych po ich rocznej eksploatacji. Mięso uzyskiwane z rocznych kur nieśnych nie ma większego znaczenia dla rzeźni i przetwórci, które oferują za taki żywiec 3-krotnie niższą cenę niż za kurczęta rzeźne, nie przekraczającą 10% wartości nioski wstawianej do produkcji jaj. Biorąc powyższe dane pod uwagę, cięższe nioski Astra H, które w okresie nieśności powiększyły masę ciała prawie do 3 kg, przy mniejszej niż u Astra S liczbie jaj, były dla producenta mniej opłacalne. Istotnie wyższą efektywność ekonomiczną osiągnięto w przypadku niosek obydwu odmian utrzymywanych w klatkach niż utrzymywanych na ściółce. Najbardziej opłacalne okazały się natomiast kury Astra S przebywające w klatkach.

Stwierdzono utrzymywanie się wysokiej dodatniej korelacji między masą ciała a masą jaj niezależnie od odmiany i systemu utrzymania kur. Większą zgodność w tym zakresie zanotowano u niosek ciężkiego typu Astra H niż u lżejszych kur Astra S.

Największą efektywność ekonomiczną uzyskano w przypadku niosek Astra S utrzymywanych w klatkach, u których zanotowano najniższy współczynnik korelacji między masą ciała a masą jaja. Stwierdzono, że najbardziej opłacalne dla producenta są kury charakteryzujące się niską masą ciała i osiągające wysoki poziom nieśności, ponieważ spożytą paszę wykorzystują najbardziej efektywnie. Były to nioski Astra S uzyskane w wyniku selekcji prowadzonej pod kątem użytkowania ich w klatkach. Wskazane jest, żeby tempo zwiększania się masy jaja było wyższe niż tempo wzrostu masy ciała kur. Wyniki badań potwierdzają wyższą efektywność ekonomiczną kur utrzymywanych w klatkach niż kur utrzymywanych w chowie ściółowym.

Piśmiennictwo

- Calik J. (2002). Kształtowanie się zależności między masą ciała kury a masą jaja. *Rocz. Nauk. Zoot., Supl.*, 16: 95–102.
- Damme K. (2000). Produktionstechnische Kenndaten und Verhaltensparameter verschiedener Herkünfte von Legehennen in einem alternativen Haltungssystem. *Mat. konf.: „Utrzymanie świń i drobiu przyjazne dla zwierząt i środowiska”*. Wyd. Własne IZ, Balice, 03–04.07.2000, ss. 43–56.
- Elwinger K., Tauson R., Tufvesson M., Artmann C. (2002). Feeding of layers kept in an organic feed environment. 11th European Poultry Conference, Bremen 2002.
- Gawęcki W., Kiełczewski K., Szlinka U., Gawęcka K. (2001). Ocena wartości użytkowej kur nieśnych i ogólnoużytkowych przeznaczonych dla różnych systemów chowu. *Wyn. Oc. Użytk. Drob.*, 29: 31–45.
- Krawczyk J., Calik J., Wężyk S., Połtowicz K. (2004). Feather picking and cannibalism in two commercial sets of laying hens held in cages or litter pens. *Mat. Międz. Konf. “Current Problems of Breeding, Health and Production of Poultry”*. Edit. Scientific Pedagogical Publishing, Česke Budejovice, Czechy 10th–11th February 2004; pp. 177–180
- Krawczyk J., Wężyk S. (2002). Effect of housing system on performance of commercial hybrids of Tetra SL and Shaver layers. *Ann. Anim. Sci.*, 2: 181–190.
- Morgenstern R., Lobsiger C. (1993). Health of laying hens in alternative systems in practice. In: *Proceedings of the Fourth European Symposium on Poultry Welfare*, Universities Federation for Animal Welfare, Potters Bar, pp. 81–86.
- Narushin V.G. (2005). Egg geometry calculation using the measurements of length and breath. *Poultry Sci.*, 84: 482–484.
- Rick van Oort (2005). Quality table eggs — right genes, right management. *Int. Poultry Prod.*, 13, (3): 11–12.
- Sokołowicz Z., Krawczyk J. (2005). Economic efficiency of lengthening the productive life of laying hens through moulting. *Ann. Anim. Sci.*, 5, (1): 215–223.
- Tauson R. (2002). Furnished cages and aviaries: production and health. *World’s Poultry Sci.*, 58, (1): 49–57.
- Yoo B., Sheldon B.L., Podger B. (1983). Genetic parameters for egg weight v. age curve, and other egg production and egg weight traits, in synthetic lines of chickens. *Aust. J. Agric. Res.*, 34: 85–97.

JÓZEFA KRAWCZYK

Determination of egg production profitability based on the relationship between chicken's body weight and egg weight

SUMMARY

The economic efficiency of egg production was determined based on the relationship between body weight gain and egg weight in laying hens.

A total of 246 Polish-bred Astra H and Astra S hens were kept on litter or in a 3-tier battery of individual cages.

There was a high and positive correlation between body weight and egg weight regardless of line of hens and housing system. This trend was more persistent in heavy-type Astra H layers than in lighter Astra S hens.

The highest economic efficiency was obtained by caged Astra S layers, in which the lowest correlation coefficient was estimated between body weight and egg weight. Hens characterized by low body weight and high egg production levels were found to be the most profitable for producers as they show the most efficient feed conversion. The rate of egg weight growth should be higher than the hens' rate of body weight growth.

Key words: laying hens, body weight, egg weight, correlations, production efficiency

EFEKTYWNOŚĆ PRODUKCYJNO-EKONOMICZNA WYNIKÓW BADAŃ ŻYWIENIOWYCH W PRODUKCJI KURCZĄT RZEŹNYCH, TUCZNIKÓW I JAGNIĄT*

Elżbieta Sowula-Skrzyńska, Bogumiła Kapłon

Instytut Zootechniki — Państwowy Instytut Badawczy, Dział Technologii, Ekologii i Ekonomiki Produkcji Zwierzęcej, 32-083 Balice k. Krakowa

Analiza ekonomiczna wyników doświadczeń prowadzonych przez IZ wykazała poprawę wyników produkcyjnych oraz zwiększenie opłacalności i efektywności ekonomicznej produkcji zwierzęcej. Efekt osiągnięto poprzez zastosowanie oszczędnych sposobów żywienia, tj. zastąpienie pasz drogich tańszymi, stosowanie pasz gospodarskich zamiast gotowych mieszanek przemysłowych, obniżenie poziomu białka w dawkach, stosowanie ziół jako dodatków do mieszanek paszowych, a także różne metody opasania zwierząt.

Upowszechnianie wiedzy rolniczej oraz transfer wyników badań do produkcji w naszym kraju odbywa się według następującego schematu: naukowcy kreują wiedzę, doradcy przekazują ją rolnikom, a rolnicy wykorzystują w praktyce. Punktem wyjścia tego systemu jest opracowanie nowej technologii w jednostce naukowo-badawczej, a następnie jej wdrożenie i upowszechnienie w praktyce. Ten sposób powiązań nauki z doradztwem i praktyką znany jest w literaturze jako model badawczo-wdrożeniowo-upowszechnieniowy (Kania, 2001).

Efektywność produkcyjna i ekonomiczna innowacji przekazywanych praktyce przez ośrodki naukowe w kraju jest niewątpliwie duża, pomimo wielu barier, między innymi strukturalnych, a także wynikających z przestarzałych technologii i niedostatecznego wyposażenia technicznego gospodarstw. Jednym z ważniejszych argumentów, uzasadniających konieczność zwiększania finansowania nauki, mogą być dane o skuteczności i efektywności ekonomicznej wyników badań stosowanych w praktyce gospodarczej (Klepacki, 1998; Kopeć, 1983; Kapłon i Okularczyk, 1998; Kapłon i in., 2004). Przekazywanie wyników doświadczeń do wdrożenia w masowej produkcji wymaga przekonywującej prognozy ekonomicznej efektywności szerszego stosowania sprawdzonych empirycznie specyfików, przedsięwzięć

* Praca wykonana w ramach działalności statutowej IZ — PIB, temat nr 4414.1.

genetyków i żywieniowców lub organizatorów hodowli i chowu zwierząt. Stosowanie swoistego rodzaju atestów ekonomicznych dla wyników badań praktykowane jest w wielu krajach. Wspomaga ono integrację środowisk naukowych z praktyką produkcyjną oraz uzasadnia ich użyteczność społeczną (Fereniec, 1997).

Celem pracy była analiza ekonomicznych wyników doświadczeń prowadzonych przez Zakłady Naukowe Instytutu Zootechniki pod kątem efektywności ekonomicznej zastosowania ich w praktyce.

Materiał i metody

Materiał źródłowy stanowiły projekty badawcze Instytutu Zootechniki, których realizacja zakończyła się w 2004 roku. Analizy ekonomiczne i prognozy finansowe dotyczyły żywienia różnych gatunków zwierząt gospodarskich.

W obliczeniach uwzględniono podstawowe dane uzyskane w toku doświadczeń przez autorów badań oraz osiągnięte wyniki produkcyjne. W zależności od gatunku zwierząt oraz rodzaju badanego czynnika doświadczalnego obliczono wskaźniki ekonomiczne dotyczące:

- wartości przyrostu masy ciała,
- wartości zwierząt na końcu tuczu,
- wartości wyrębów wartościowych,
- wartości tuczników wraz z premią za mięsność,
- wartości pobranej paszy na 1 kg przyrostu masy ciała,
- efektywności produkcji pasz lub ich zakupu oraz substytucji komponentów drogich — tanimi.

Na podstawie materiału empirycznego obliczono efektywność ekonomiczną zastosowanych czynników doświadczalnych wyrażoną wskaźnikiem efektywności żywienia (Sznajder i Chmurak, 1988). Jeżeli wskaźnik ten przyjmuje wartości powyżej 1 (i rośnie), można mówić o zasadności ekonomicznej zastosowanych czynników doświadczalnych.

$$\text{wskaźnik efektywności żywienia} = \frac{\text{wartość przyrostu masy ciała}}{\text{wartość paszy zużytej na ten przyrost}}$$

Wyniki

Do niniejszego opracowania wybrano 5 tematów z zakresu żywienia zwierząt zrealizowanych w latach 2002–2004.

Celem badań na tucznikach było opracowanie ekologicznego systemu żywienia paszami w większości pozyskiwanymi w gospodarstwie oraz określenie wpływu takiego żywienia na wyniki produkcyjno-ekonomiczne i jakość mięsa wieprzowego (sprawozdanie tematu nr 4207.1 pt.: „Ekologiczne żywienie loch i tuczników oraz jego wpływ na produktywność i jakość wieprzowiny”).

Doświadczenie żywieniowe przeprowadzono na tucznikach w przedziale masy ciała 30–115 kg pochodzących z krzyżowania mieszańców (pbz × wbp) × (Belgijski Landrace × Pietrain). Zwierzęta przydzielono do 5 grup i żywiono w następujący sposób:

I kontrolna (M): — mieszanka pełnoporcjowa na bazie śruty sojowej,

II (M+KK): — mieszanka treściwa i kiszonka z całych roślin kukurydzy,

III (M+KK+Z): — mieszanka treściwa, kiszonka z kukurydzy i mieszanka ziołowa,

IV (M+KT): — mieszanka treściwa i kiszonka z traw,

V (M+KT+Z): — mieszanka treściwa, kiszonka z traw i mieszanka ziołowa.

Grupy doświadczalne od II do V otrzymywały mieszankę treściwą, w skład której oprócz zbóż wchodził makuch rzepakowy i bobik. Zastąpienie śruty sojowej makuchem rzepakowym i bobikiem wpłynęło na obniżenie ceny mieszanki treściwej o około 14% (tab. 1).

Tabela 1. Cena mieszanek paszowych dla poszczególnych grup żywieniowych
Table 1. Price of feed mixtures according to feeding group

Wyszczególnienie Item	Grupy — Groups				
	kontrolna control I	II	III	IV	V
Cena 1 kg podstawowej mieszanki (zł)	0,51	0,44	0,44	0,44	0,44
Price of 1 kg basic mixture (zł)					
Cena 0,5% dodatku Ziolo paszu T (zł)*			0,024		0,024
Price of 0.5% Ziolo paszu T supplement (zł)					
Cena 1 kg gotowej mieszanki (zł)	0,51	0,44	0,46	0,44	0,46
Price of 1 kg commercial feed (zł)					

* Cena 1 kg Ziolo paszu T wynosi 4,89 zł wg wytwórcy „Herbapol” z Poznania.

* Price of 1 kg Ziolo paszu T is 4.89 zloty according to the manufacturer (“Herbapol” from Poznań).

Dodatek 0,5% Ziolo paszu T zwiększył natomiast cenę mieszanki doświadczalnej o 4,5%. Najdroższa okazała się mieszanka pełnoporcjowa przeznaczona dla grupy kontrolnej (0,51 zł/kg), a najtańsza mieszanka treściwa bez ziół dla grupy II i IV (0,44 zł/kg).

Zastąpienie mieszanki pełnoporcjowej ze śrutą sojową mieszanką treściwą z udziałem makuchu rzepakowego i nasion bobiku oraz wprowadzenie kiszzonek (szczególnie z traw) obniżyło tempo wzrostu zwierząt o 2,2–8,1%. Jednakże dodatek ziół w ilości 0,5% zwiększył średnie dzienne przyrosty o 3,7% w grupie III i o 5,0% w grupie V w porównaniu z analogicznie żywionymi zwierzętami w grupach bez tego dodatku (tab. 2). Najwyższy wskaźnik efektywności żywienia, wynoszący 2,54, zanotowano w grupie II, w której tuczniki żywione były mieszanką treściwą i kiszonką z kukurydzy, najniższy zaś, z uwagi na koszt soi, wynosił 2,32 w grupie kontrolnej. Dodatek ziół, zarówno w grupie zwierząt żywionych kiszonką z kukurydzy, jak i kiszonką z traw, obniżał efektywność żywienia odpowiednio o 3,1% i 5,2%.

Tabela 2. Wyniki produkcyjno-ekonomiczne tuczu w przedziale 30–115 kg
 Table 2. Production and economic results of fattening in the 30–115 kg range

Wyszczególnienie Item	Grupy żywieniowe — Feeding groups				
	I kontrolna control (M)	II M+KK	III M+KK+Z	IV M+KT	V M+KT+Z
Liczba zwierząt No. of animals	32	32	32	32	32
Masa ciała (kg): Body weight (kg):					
początkowa initial	29,3	29,5	30,1	29,8	30,7
końcowa final	114,8	114,4	114,5	114,7	114,4
Średni dzienny przyrost (g) Average daily gain (g)	713	697	723	655	688
Pobranie pasz (kg/dzień)*: Feed intake (kg/day)*:					
mieszanka treściwa concentrate mixture	2,53	2,54	2,58	2,48	2,62
kiszonka z kukurydzy maize silage		0,43	0,46		
kiszonka z traw grass silage				0,45	0,58
Wartość dziennych przyrostów (zł)** Value of daily gain (zł)**	2,99	2,92	3,03	2,74	2,88
Wartość pasz pobranych dziennie (zł) Value of daily feed intake (zł)	1,29	1,15	1,23	1,10	1,22
Wskaźnik efektywności żywienia Index of feeding efficiency	2,32	2,54	2,46	2,49	2,36

* Cena mieszanek treściwych wg tabeli 1; cena 1 kg kiszonki z kukurydzy wynosi 0,08 zł, kiszonki z traw 0,03 zł (wg gospodarstw rolnych).

** Cena 1 kg żywca wieprzowego = 4,19 zł wg Rynku Rolnego z VIII 2005 (Biuletyn Miesięczny IERiGŻ nr 10/176).

* Price of concentrate mixtures as in Table 1, price of 1 kg maize silage is 0.08 zł, grass silage 0.03 zł (according to farm data).

** Price of 1 kg live pigs = 4.19 zł according to Rynek Rolny data of August 2005 (Biuletyn Miesięczny IERiGŻ no 10/176).

Celem badań przeprowadzonych na brojlerach było zbadanie, jaki jest wpływ żywienia mieszanką prestarter zawierającą 19% białka ogólnego na pisklęta w pierwszym tygodniu życia oraz w jaki sposób zmniejszenie koncentracji składników pokarmowych, tj. obniżenie poziomu białka z 22,5% do 20% — w mieszance starter wpływa na wyniki produkcyjno-ekonomiczne (sprawozdanie tematu nr 2218.1 pt.: „Wpływ żywienia brojlerów w pierwszych tygodniach życia mieszankami o zróżnicowanej koncentracji składników pokarmowych na wyniki produkcyjne i stopień otłuszczenia tuszek”).

Produkowanie mieszanki starter 1 o zawartości 20% białka ogólnego zamiast 22,5% (starter 2 — kontrolny) pozwala na zaoszczędzenie paszy wysokobiałkowej, jaką jest śruta sojowa, a tym samym obniżenie ceny mieszanki paszowej o przeszło 10%. Obniżenie poziomu białka do 19% w mieszance typu prestarter, przeznaczonej dla kurcząt w 1. tygodniu życia, poprzez zmniejszenie udziału śruty sojowej, spowodowało obniżenie ceny mieszanki do 0,70 zł/kg (tab. 3). Podawanie kurczętom w 1. tygodniu życia mieszanki typu prestarter o zawartości 19% białka ogólnego, a także zróżnicowanie poziomu białka w mieszankach typu starter, w zakresie od 20 do 22,5% z dostosowanym do niego poziomem energii metabolicznej, nie wpłynęło na masę końcową kurcząt brojlerów, oraz na wykorzystanie paszy. We wszystkich grupach wielkość spożycia paszy, jak i jej wykorzystanie w ciągu całego okresu odchowu, były na zbliżonym poziomie. Masa ptaków przeznaczonych na ubój wahała się od 2,104–2,116 kg, zużycie paszy na przyrost 1 kg masy ciała od 1,73–1,75 kg, zaś spożycie paszy w ciągu całego tuczu wynosiło od 3,726 do 3,756 kg. W przeliczeniu na pieniądze, spożycie paszy za cały okres kształtowało się w granicach 2,39–2,53 zł (tab. 4).

Tabela 3. Wartość pieniężna mieszanek stosowanych w doświadczeniu (zł)

Table 3. Monetary value of experimental mixtures (zł)

Wyszczególnienie Item	Cena jednostkowa (kg/zł) Unit price (kg/zł)	Prestarter	Starter 1	Starter 2	Grower
Kukurydza Maize	0,51	0,178	0,178	0,178	0,178
Pszenica Wheat	0,40	0,137	0,120	0,082	0,158
Jęczmień Barley	0,38				0,057
Śruta sojowa Soybean meal	1,04	0,260	0,291	0,359	
Olej rzepakowy Rapeseed oil	2,50	0,005	0,007	0,017	
Tuszcz utylizacyjny Blended fat	1,70	0,017	0,034	0,080	0,102
Fosforan dwuwapniowy Dicalcium phosphate	1,15	0,022	0,022	0,022	0,022
Kreda pastewna Limestone	0,11	0,001	0,001	0,001	0,001
NaCl	0,40	0,002	0,002	0,002	0,002
Lys (99%)	7,90	0,020	0,020	0,024	0,016
DL — met. (99%)	8,40	0,017	0,017	0,017	0,008
Lutamix	8,60	0,043	0,043	0,043	0,043
Cena 1 kg mieszanki Price per kg concentrate mixture		0,70	0,73	0,82	0,59

Tabela 4. Wyniki produkcyjno-ekonomiczne żywienia kurcząt brojlerów
Table 4. Production and economic results of broiler chicken feeding

Wyszczególnienie Item	Grupy — Groups			
	I	II	III	IV
Przyrost masy ciała za okres odchowu (kg) Weight gains during rearing (kg)	2,105	2,116	2,106	2,104
Wartość przyrostu masy ciała za okres odchowu (zł)* Value of body weight gains during rearing (zł)*	6,36	6,39	6,36	6,35
Wartość paszy zużytej w okresie odchowu (zł) Value of feed consumed during rearing (zł)	2,39	2,53	2,39	2,39
Wskaźnik efektywności żywienia Feeding efficiency index	2,66	2,53	2,66	2,66

* Cena z IX 2005 r. za 1 kg żywca brojlera kurzego = 3,02 zł wg Rynku Rolnego nr 10/2005.

* Price as of September 2005 for 1 kg live broiler chickens = 3.02 zł according to Rynek Rolny no 10/2005.

Celem badań przeprowadzonych na tucznikach było określenie wpływu różnej koncentracji energii w stosowanych do woli mieszankach w tuczu końcowym świnii linii 990 na wyniki produkcyjno-ekonomiczne (sprawozdanie tematu nr 2228.2 pt.: „Reakcja świnii o wysokim genetycznym potencjale odkładania białka na zróżnicowany poziom energii w paszy”).

W pierwszej fazie tuczu, tj. w przedziale masy ciała 28–67 kg, wszystkie świnię żywiono do woli taką samą mieszanką. Natomiast w drugiej fazie tuczu, tj. od 67–103 kg, zwierzęta przydzielono do trzech grup różniących się poziomem energii metabolicznej w paszy:

- grupa A: niski poziom, tj. 12,41 MJ,
- grupa B: średni poziom, tj. 12,79 MJ,
- grupa C: wysoki poziom, tj. 13,18 MJ.

Tuczniki w II fazie tuczu żywiono również do woli.

Wraz ze wzrostem zawartości energii cena paszy wzrosła od 2–10%. W związku z tym 1 kg mieszanki o niskim poziomie energii kosztował 0,49 zł, średnim 0,50 zł, a wysokim 0,54 zł. Jak wynika z tabeli 5, żywienie świnii linii 990 o wysokim potencjale odkładania białka mieszanką o wysokim poziomie energii zwiększyło o 6,5–12% koszty żywienia, a ponadto dało gorsze wyniki użytkowości rzeźnej w porównaniu z żywieniem mieszanką o niskiej lub średniej koncentracji energii. Najbardziej efektywnie żywiono świnię mieszanką o średniej zawartości energii (12,79 MJ), najmniej zaś mieszanką o wysokim poziomie, tj. 13,18 MJ. Najbardziej umięśnione były tuczniki żywione paszą o niskim poziomie energii, a najmniej o wysokim. Premia za mięsność tuczników żywionych mieszanką o średnim poziomie energii była niższa o 4%, a o wysokim — niższa o 3,7%. W efekcie końcowym tuczniki żywione paszą o niskiej koncentracji energii uzyskały najwyższą wartość w chwili sprzedaży, wynoszącą 491,88 zł.

Celem badań prowadzonych na jagniętach było określenie przydatności importowanych alpejskich ras Bergschaf i Weisse Alpenschaf oraz mieszańców tych ras z polską owcą górską do ekstensywnego odchowu pastwiskowego i tuczu średnio intensywnego, pastwiskowo-alkierzowego w warunkach Beskidu Sądeckiego (spra-

wozдание tematu nr 2229.1 pt.: „Wyniki odchowu oraz wartość rzeźna jagniąt różnych ras i ich mieszańców przy zastosowaniu różnych systemów żywienia”).

Tabela 5. Wyniki produkcyjno-ekonomiczne tuczu świń
Table 5. Production and economic results of fattening pigs

Wyszczególnienie Item	Grupy żywieniowe — poziom energii Feeding groups — energy level		
	A — niski A — low 12,41 MJ	B — średni B — medium 12,79 MJ	C — wysoki C — high 13,18 MJ
Liczba zwierząt No. of animals	63	63	65
Masa ciała (kg) Body weight (kg)			
początkowa initial	67,2	66,1	68,9
końcowa final	103,4	101,9	103,5
Przyrost masy ciała za okres tuczu (kg) Daily gain in fattening period (kg)	36,2	35,8	34,6
Średni dzienny przyrost (g) Average daily gain (g)	804	795	769
Dzienne pobranie paszy (kg) Daily feed intake (kg)	3,01	2,77	2,77
Wykorzystanie paszy (kg) Feed conversion (kg)	3,77	3,45	3,55
Zawartość mięsa w tuszy (%) Carcass meat content (%)	59,4	58,8	58,6
Wyniki ekonomiczne — Economic results			
Wartość tucznika po zakończeniu tuczu* (zł) Value of fattener at the end of fattening* (zł)	433,25	426,96	433,66
Wartość premii za mięsność** (zł) Value of premium for meatiness** (zł)	58,63	56,27	56,47
Wartość tucznika wraz z premią (zł) Value of fattener with premium (zł)	491,88	483,23	490,13
Wartość przyrostów m. ciała tuczników w okresie tuczu (zł) Value of pig weight gains during fattening (zł)	151,68	150,00	144,97
Wartość przyrostów dziennych (zł) Value of daily gains (zł)	3,37	3,33	3,22
Wartość paszy pobranej dziennie (zł) Value of daily feed intake (zł)	1,47	1,38	1,50
Wartość paszy zużytej na 1 kg przyrostu (zł) Value of feed consumed per kg gain (zł)	1,85	1,72	1,92
Wskaźnik efektywności żywienia Feeding efficiency index	2,29	2,41	2,15

* Cena 1 kg żywca wieprzowego z VIII 2005 = 4,19 zł, wg Rynku Rolnego nr 10/2005.

* Price of 1 kg live pigs = 4.19 zł as August 2005 according to Rynek Rolny no. 10/2005.

** Przy wartości ponad 47% mięsa w tuszy doliczono do ceny podstawowej za 1 kg wagi bitej ciepłej premie w wysokości 6 gr za każdy dodatkowy % mięsności.

** For over 47% meat in carcass, a bonus of 0.06 zloty per each additional % of meatiness was added to the base price of 1 kg hot carcass weight.

W badaniach porównano wyniki produkcyjno-ekonomiczne tuczu jagniąt zestawionych w następujących grupach:

- jagnięta czysto rasowe:

I grupa — Bergschaf (BF)	}	alpejskie rasy importowane
II grupa — Weisse Alpenschaf (WAS)		
III grupa — polska owca górską (pog)		
- jagnięta mieszańce

IV grupa — F1 (50% BF i 50% pog)	V grupa — F1 (50% WAS i 50% pog)
VI grupa — F2 (75% BF i 25% pog)	VII grupa — F2 (75% WAS i 25% pog)
VIII grupa — BWP/75 — wytworzona mięsna linia krzyżownicza o genotypie 37,5% BF, 37,5% WAS i 25% pog.	

Jagnięta z wszystkich grup od urodzenia do 70. dnia życia odchowywane były w ujednoczonych warunkach żywienia i utrzymania. W okresie od 70. do 200. dnia życia zwierzęta odchowywano w dwóch systemach, a w każdym z podziałem na osiem w/w grup. Wyniki produkcyjne i ekonomiczne tuczu jagniąt różnych ras oraz ich mieszańców utrzymywanych w dwóch różnych systemach przedstawia tabela 6 (system ekstensywny — pastwiskowy) i tabela 7 (system średnio intensywny — pastwiskowo-alkierzowy).

Jagnięta czysto rasowe importowanych ras mięsnych oraz ich mieszańce charakteryzowały się znacznie wyższym tempem wzrostu w porównaniu z polską owcą górską. Szczególnie wyraźnie zaznacza się to zjawisko u jagniąt tuczonych średnio intensywnie. Najcięższe jagnięta żywione ekstensywnie znajdowały się w grupie I (BF) — masa ciała na końcu tuczu wynosiła 36 kg (maciorki) i 37,10 kg (tryczki), najlżejsze zaś były w grupie III (pog), odpowiednio 26,65 kg (maciorki) i 28,55 kg (tryczki). Wartość jagniąt na końcu tuczu wahała się od 233,64 zł (maciorki BF) i 240,78 zł (tryczki BF) do 172,96 zł (maciorki pog) i 185,29 zł (tryczki pog). W średnio intensywnym systemie tuczu najcięższe zwierzęta w chwili sprzedaży były w grupie I — maciorki BF (44,50 kg) i w grupie II — tryczki WAS (45,80 kg). W wartościach pieniężnych wynosiło to 288,80 zł (maciorki BF) i 297,24 zł (tryczki WAS). Natomiast zarówno maciorki, jak i tryczki polskiej owcy górskiej były najlżejsze (35 kg i 36,15 kg), a ich wartość na końcu tuczu wynosiła 227,15 zł i 234,61 zł.

Cechami określającymi wartość rzeźną zwierząt a także wartość ekonomiczną i konsumpcyjną tusz są masa oraz udział wartościowych wyrebów. Do wyrebów wartościowych (1) zalicza się antrykot, comber i udziec. Niektórzy wliczają również łopatkę (wyreby wartościowe 2).

W analizowanym doświadczeniu najwięcej ważyły wyreby wartościowe tryczków rasy WAS tuczonych średnio intensywnie.

Najmniejszą zawartość wartościowych wyrebów miały tusze pog. Wynosiła ona odpowiednio: przy ekstensywnym systemie: 1,76 kg, 34,92 zł (wyreby 1) i 2,58 kg, 47,22 zł (wyreby 2) oraz przy średnio intensywnym: 2,47 kg, 49,05 zł (wyreby 1) i 3,59 kg, 65,85 zł (wyreby 2).

cd. tab. 6 — Table 6 contd.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Wartość jagniąt na końcu tuczu (zł)	233,64	240,78	226,82	230,85	172,96	185,29	208,72	219,17	214,49	221,76	214,49	227,80	220,66	232,67	224,10	237,79
Value of lambs at the end of fattening (zł)																
Masa wyrębów ²																
wartościowych (A) (kg)		3,09		3,22		1,76		2,42		2,36		2,64		2,96		3,18
Weight of valuable cuts ² (A) (kg)																
Wartość wyrębów wartościowych ³ (A) (zł)		60,43		62,73		34,92		48,00		46,65		52,16		58,31		62,38
Value of valuable cuts ³ (A) (zł)																
Masa wyrębów ⁴																
wartościowych (B) (kg)		4,31		4,45		2,58		3,47		3,44		3,66		4,10		4,39
Weight of valuable cuts ⁴ (B) (kg)																
Wartość wyrębów wartościowych ⁵ (B) (zł)		78,73		81,18		47,22		63,75		62,85		67,46		75,41		80,53
Value of valuable cuts ⁵ (B) (zł)																
Wydajność rzeźna (%)		43,12		43,71		37,68		40,85		41,88		42,00		42,65		42,62
Dressing percentage																

BF — Bergschaf, WAS — Weisse Alpenschaf, pog — polska owca górską, BWP/75 — linia krzyżowitca.

BF — Bergschaf, WAS — Weisse Alpenschaf, pog — Polish Mountain Sheep, BWP/75 — crossbreeding line.

¹ — cena za 1 kg żywcia jagnięcego = 6,49 zł (z X 2005 r. — wg Rynku Rolnego); ² — wyręby wartościowe (A) = antrykot + comber + udziece; ³ — cena za 1 kg: antrykot = 17 zł, comber = 18,40 zł, udziece = 21 zł (ceny z X 2005 — ubojnia „Polonina” w Lesku); ⁴ — wyręby wartościowe (B) = antrykot + comber + udziece + łopatka; ⁵ — cena za 1 kg: antrykot = 17 zł, comber = 18,40 zł, udziece = 21 zł, łopatka = 15 zł.

¹ — price of 1 kg live lambs = 6.49 zł (as of October 2005 — according to Rynek Rolny); ² — valuable cuts (A) = best end of neck + saddle + leg; ³ — price of 1 kg: best end of neck = 17 zł, saddle = 18.40 zł, leg = 21 zł (prices as of October 2005 — “Polonina” slaughterhouse in Lesko); ⁴ — valuable cuts (B) = best end of neck + saddle + leg + shoulder; ⁵ — price of 1 kg: best end of neck = 17 zł, saddle = 18.40 zł, leg = 21 zł, shoulder = 15 zł.

Tabela 7. Wyniki produkcyjne i ekonomiczne tuczyci jagniąt różnych ras oraz ich mieszańców w przedziale od 70. do 200. dnia życia (średnio intensywny system żywienia)
 Table 7. Production and economic results of fattening lambs of different breeds and their crossbreeds from 70 to 200 days of age (semi-intensive feeding system)

Wyszczególnienie Item	Grupa genotypowa: system żywienia średnio intensywny — pastwiskowo-alkierzowy Genotypic group: medium intensive feeding system — pasture-stall fattening															
	I BF		II WAS		III pog		IV F ₁ (50% BF 50% pog)		V F ₁ (50% WAS 50% pog)		VI F ₂ (75% BF 25% pog)		VII F ₂ (75% WAS 25% pog)		VIII BWP/75 37,5% BF, 37,5% WAS, 25% pog	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Liczba zwierząt No. of animals	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Masa ciała (kg): Body weight (kg):																
początkowa initial	20,90	22,62	21,05	21,15	14,21	15,20	18,97	19,64	17,85	19,25	18,54	19,89	17,62	18,58	19,84	20,93
końcowa final	44,50	44,17	43,20	45,80	35,00	36,15	42,00	41,47	42,55	42,53	43,00	43,30	43,50	44,00	43,85	44,99
Przyrost masy ciała za okres tuczyci (kg) Weight gains during fattening (kg)	23,60	21,55	22,15	24,65	20,79	20,95	23,03	21,83	24,70	23,28	24,46	23,41	25,88	25,42	24,01	24,06
Sr. dzienny przyrost w okresie tuczyci (g) Mean daily weight gain in fattening period (g)	181	166	170	190	160	161	177	168	190	179	188	180	199	195	185	185
Wartość przyrostu ¹ za okres tuczyci (zł) Value of weight gain ¹ during fattening (zł)	153,16	139,86	143,75	159,98	134,93	135,96	149,46	141,68	160,30	151,09	158,74	151,93	166,90	164,98	155,82	156,15

cd. tab. 7 — Table 7 contd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Wartość jagniąt na końcu tuczu (zł)	288,80	286,66	280,37	297,24	227,15	234,61	272,58	269,14	276,15	276,02	279,07	281,02	282,31	285,56	284,59	291,98
Value of lambs at the end of fattening (zł)																
Masa wyrębów ² wartościowych (A) (kg)		4,21		4,54		2,47		2,96		3,43		3,68		3,80		4,31
Weight of valuable cuts ² (A) (kg)																
Wartość wyrębów wartościowych ³ (A) (zł)		82,18		88,61		49,05		58,64		67,90		72,75		74,95		84,18
Value of valuable cuts ³ (A) (zł)																
Masa wyrębów ⁴ wartościowych (B) (kg)		5,68		6,08		3,59		4,22		4,83		5,09		5,24		5,75
Weight of valuable cuts ⁴ (B) (kg)																
Wartość wyrębów wartościowych ⁵ (B) (zł)		104,23		111,71		65,85		77,54		88,90		93,90		96,55		105,78
Value of valuable cuts ⁵ (B) (zł)																
Wydajność rzeźna Dressing percentage		44,55		45,00		38,80		41,50		42,30		43,50		44,00		44,14

BF — Bergschaf, WAS — Weisse Alpenschaf, pog — polska owca górską, BWP/75 — linia krzyżowitca.

BF — Bergschaf, WAS — Weisse Alpenschaf, pog — Polish Mountain Sheep, BWP/75 — crossbreeding line.

¹ — cena za 1 kg żywcia jagnięcego = 6,49 zł (z X 2005 r. — wg Rynku Rolnego); ² — wyręby wartościowe (A) = antrykot + comber + udziece; ³ — cena za 1 kg: antrykot = 17 zł, comber = 18,40 zł, udziece = 21 zł (ceny z X 2005 — ubojnia „Polonina”, w Lesko); ⁴ — wyręby wartościowe (B) = antrykot + comber + udziece + lopatka; ⁵ — cena za 1 kg: antrykot = 17 zł, comber = 18,40 zł, udziece = 21 zł, lopatka = 15 zł. ¹ — price of 1 kg live lambs = 6,49 zł (as of October 2005 — according to Rynek Rolny); ² — valuable cuts (A) = best end of neck + saddle + leg; ³ — price of 1 kg: best end of neck = 17 zł, saddle = 18,40 zł, leg = 21 zł (prices as of October 2005 — “Polonina” slaughterhouse in Lesko); ⁴ — valuable cuts (B) = best end of neck + saddle + leg + shoulder; ⁵ — price of 1 kg: best end of neck = 17 zł, saddle = 18,40 zł, leg = 21 zł, shoulder = 15 zł.

Omówienie wyników

Rozwijanie w Polsce ekologicznej produkcji zwierzęcej oraz uzyskanie mięsa charakteryzującego się lepszymi walorami dietetycznymi może być czynnikiem wzrostu eksportu tusz i przetworów mięsnych do krajów UE (Dabbert, 1999). Dla zwiększenia opłacalności produkcji żywności ekologicznej należałoby podnieść cenę skupu żywca pochodzącego z gospodarstw mających stosowny certyfikat (Kuś, 2000; Prandecka, 1997).

Przeprowadzone doświadczenia na tucznikach wykazały, że zastosowanie żywienia ekologicznego opartego na paszach gospodarskich, szczególnie z udziałem kiszzonek głównie z traw, wpłynęło na obniżenie tempa wzrostu tuczników. Jednakże poprawę przyrostów uzyskano wprowadzając do dawek pokarmowych dodatek ziół, który ponadto wpływał na poprawę jakości tusz, co też zostało potwierdzone przez innych autorów (Casewell i in., 2003).

W słoninie nastąpił również wzrost zawartości pożądaných w diecie człowieka nienasyconych kwasów tłuszczowych. Z punktu widzenia ekonomiki produkcji zastosowanie żywienia ekologicznego było opłacalne, gdyż we wszystkich grupach doświadczalnych uzyskano wyższe wskaźniki efektywności żywienia niż w grupie kontrolnej zwierząt żywionych wyłącznie mieszanką pełnoporcjową.

W doświadczeniu przeprowadzonym na kurczętach odchowywanych do 6. tygodnia życia ustalono, że podawanie pisklątom w pierwszym tygodniu życia mieszanki typu prestarter o zmniejszonej koncentracji białka do 19% oraz żywienie ptaków przez pierwsze tygodnie życia mieszanką typu starter o poziomie białka obniżonym do 20% nie wpłynęło na wyniki produkcyjno-ekonomiczne. Dlatego też, w celu uniknięcia kłopotów organizacyjnych przy wprowadzeniu dodatkowej mieszanki, jej stosowanie uważa się za nieuzasadnione. Natomiast żywienie kurcząt mieszanką starter o zawartości 20% białka ogólnego (zamiast 22,5%) pozwala na zaoszczędzenie pasz wysokobiałkowych. Kamińska (2003) stwierdziła, że ze względu na wykazany brak różnic w jakości tuszek oraz tylko niewielkie zmniejszenie masy ciała brojlerów można uznać za celowe obniżanie poziomu białka ogólnego. Pozwala to na bardziej oszczędne gospodarowanie paszami wysokobiałkowymi, szczególnie importowaną śrutą sojową, pod warunkiem zachowania odpowiedniego poziomu aminokwasów (lizyny oraz metioniny z cystyną).

W badaniach nad określeniem przydatności importowanych alpejskich ras Bergschaf i Weisse Alpenschaf oraz mieszańców tych ras z polską owcą górską uzyskano bardzo dobre wyniki produkcyjne mieszańców, wyrażone ich cechami tucznymi i rzeźnymi, uzyskanymi zarówno przy ekstensywnym wypasie pastwiskowym, jak też średnio intensywnym tuczu z wykorzystaniem pastwiska. Roborzyński (1999), prowadząc badania nad adaptacją alpejskich owiec rasy Bergschaf do ekosystemu Beskidu Sądeckiego, wskazuje na dobre wskaźniki rozrodu, szybkie przyrosty masy ciała, dużą wydajność mleczną, a tym samym na dobre przystosowanie owiec tej rasy do bardzo trudnych warunków klimatycznych.

Zastosowany schemat krzyżowania umożliwił ponadto wytworzenie samoodnawialnej mięsnej linii syntetycznej zwierząt BWP/75, uzyskujących w trudnych

warunkach górskich, zarówno w ekstensywnym wypasie na hali, jak też przy średnio intensywnym tuczu z wykorzystaniem pastwiska, wysokie przyrosty dobowe. Uzyskane dobre umięśnienie, wyrażone dużą zawartością wyrębów wartościowych w półtuszy, znalazło potwierdzenie w zakwalifikowaniu wszystkich tusz do najwyższych klas w skali oceny EUROP. Wdrożenie do praktyki na terenach górskich linii BWP/75 może przyczynić się do wzrostu ilości i jakości produkowanych jagniąt rzeźnych przeznaczonych na eksport.

Piśmiennictwo

- Casewell M., Friis Ch., Marzo E., Mc Mijllin P., Phillips J. (2003). The European ban on growth-promoting antibiotics and consequences for human and animal health. *J. Antimicrob. Chemother.*, 52: 159–161.
- Dabbert S. (1999). The economics of landscape and wildlife conservation. Congr., Denmark, p. 4
- Fereniec J. (1997). Zarys ekonomiki i organizacji rolnictwa. WSRP, Siedlce.
- Kamińska B. (2003). Wpływ obniżenia poziomu białka w mieszance typu grower na wyniki produkcyjne brojlerów i bilans azotu. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 30, 2: 343–351.
- Kania J. (2001). Doskonalenie doradztwa rolniczego w Polsce na tle doświadczeń zagranicznych. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego, KCDRRiOW, Poznań*, nr 28.
- Kapłon B., Okularczyk S. (1998). Produkcyjno-ekonomiczna ocena zastosowania niektórych wyników badań Instytutu Zootechniki w praktyce. *Zesz. Nauk. AR Krak.*, 55, 2: 341–354.
- Kapłon B., Novak T., Sowula-Skrzyńska E. (2004). Raport etapowy z tematu nr 4414.1 (maszynopis), IZ Kraków.
- Klepaczki B. (1998). Reakcja rolników prywatnych na wprowadzenie gospodarki rynkowej. *Zesz. Nauk. AR Krak.*, 55, 2: 7–28.
- Kuś S. (2000). Zintegrowana produkcja bydła na trwałych użytkach zielonych. Raport FAPA, Warszawa.
- Prandacka B.K. (1997). Nauki ekonomiczne a środowisko przyrodnicze. PWE, Warszawa.
- Roborzyński M. (1999). Adaptacja alpejskich owiec rasy Bergschaf do ekosystemu Beskidu Sądeckiego. *Mat. Konf. IZ Grodziec Śląski*, ss. 77–90.
- Sznajder M., Chmurak M. (1988). Wybrane zagadnienia do ćwiczeń z ekonomiki i organizacji produkcji zwierzęcej. AR Poznań, ss. 181–189.

Zatwierdzono do druku 20 IX 2006

ELŻBIETA SOWULA-SKRZYŃSKA, BOGUMIŁA KAPŁON

Productive and economic efficiency of feeding trial results in the production of broiler chickens, fattening pigs and lambs

SUMMARY

The low expenditure on research in Poland has forced scientists to undertake research projects and search for new solutions that will be beneficial in terms of production and economy and will meet the European Union requirements when applied in practice.

The aim of the present study was to perform an economic analysis of the results of experiments conducted at research departments of the National Research Institute of Animal Production in terms of the costs incurred and the economic efficiency of their practical application.

Economic analysis showed that the research conducted in the Institute was aimed at improving the productive results and increasing profitability and economic efficiency by applying economical feeding methods: the use of appropriate feeds, the replacement of expensive feeds with less expensive ones, the use of farm-produced feeds instead of commercial feeds, a reduction in the protein level of diets, the use of feed preservatives, probiotics, premixes, protein concentrates, mineral and fat preparations, herb supplements, as well as different animal fattening methods.

Key words: economic indicators, economic efficiency, profitability, animal nutrition

**INSTRUKCJA DLA AUTORÓW
PRAC NAUKOWYCH
DRUKOWANYCH
W „ROCZNIKACH NAUKOWYCH ZOOTECHNIKI”**

I. Zasady ogólne

1. W „Rocznikach Naukowych Zootechniki” drukuje się oryginalne prace naukowe, które zarówno w części jak i w całości nie były dotąd publikowane w innym czasopiśmie naukowym, z wyjątkiem doniesień w materiałach sympozjów i konferencji naukowych. Zgłoszone prace winny być tak zredagowane i udokumentowane, by stanowiły zamkniętą całość.
2. W „Rocznikach Naukowych Zootechniki” publikuje się również artykuły o charakterze przeglądowym. Maksymalna objętość pracy nie może przekraczać 20 stron maszynopisu, a literatura 30 pozycji. Na końcu artykułu należy umieścić streszczenie w języku polskim oraz słowa kluczowe. Prace winny zawierać najnowszą wiedzę z danej dziedziny nauki oraz aktualną literaturę.
3. „Roczniki Naukowe Zootechniki” obejmują następujące działy tematyczne: genetyka i hodowla zwierząt gospodarskich, biologia, fizjologia i rozród zwierząt, żywienie zwierząt i paszoznawstwo, środowisko, zoohigiena i technologia produkcji zwierzęcej, ekonomika i organizacja produkcji zwierzęcej.
Druk w odpowiednim dziale winien być sugerowany przez autora(ów) pracy z tym, że wiążącą decyzję podejmuje Redakcja.
4. Do druku przyjmowane są prace w języku polskim wraz ze streszczeniem w języku angielskim.
5. Maksymalna objętość prac przeznaczonych do druku wraz z tabelami, rysunkami, fotografiami itp. oraz streszczeniami nie może przekraczać 16 stron maszynopisu formatu A4.
6. Prace są oceniane przez dwóch recenzentów, samodzielnych pracowników naukowych — specjalistów w zakresie problematyki poruszanej w pracy. Już jedna negatywna recenzja oznacza nieprzyjęcie pracy do druku.
7. Korekta autorska tekstu winna być przeprowadzona w ciągu 5 dni od daty jej otrzymania. Poprawki w stosunku do maszynopisu nie mogą przekraczać 1% objętości pracy.
8. Koszty publikowania prac ponoszą autorzy lub instytucje, z których prace zostały nadesłane, według aktualnie obowiązujących stawek przygotowania do druku i druku prac. Autorzy otrzymują 25 nadtętek pracy.

II. Zgłaszanie prac

1. Prace przeznaczone do druku zgłaszają redaktorowi naczelnemu pracownicy naukowcy, naukowo-badawczy lub kierownicy placówek naukowych, w których zgłoszona praca została wykonana, biorąc na siebie odpowiedzialność za ich treść, poziom naukowy i przygotowanie tekstu.
2. Prace należy nadsyłać w trzech jednakowo brzmiących egzemplarzach pod adresem: Redakcja „Roczników Naukowych Zootechniki”, Instytut Zootechniki, ul. Sarego 2, 31-047 Kraków, tel. (012) 421-19-30, faks 422-80-65, przygotowane na dyskietkach, uwzględniając następujące wymogi:
Dyskietka: 3,5 cala
Wydruk: w 3 egzemplarzach
Edytor: Word for Windows 6.0, 7.0

Format strony: A4 (210×297 mm)

Czcionka: CG Times 11 punktów lub Times New Roman 12 punktów

Marginesy: 25 mm (lewy, prawy, górny, dolny)

Interlinia: odstęp podwójny

Wyrównanie: do lewej i prawej

Wzory matematyczne: edytor równań

Tabele: funkcja tworzenia tabel

Uwaga: klawisza ENTER należy używać wyłącznie w celu rozpoczęcia nowego akapitu.

- Do maszynopisu pracy należy dołączyć kartę zgłoszenia według wzoru podanego na końcu instrukcji.

III. Układ pracy

- Strona tytułowa (nie numerowana), której nie wlicza się do objętości pracy, winna zawierać:

- tytuł pracy,
- pełne imiona i nazwiska autora(ów) z odnośnikami cyfrowymi dotyczącymi miejsca pracy autorów w czasie wykonywania pracy i nazwę placówki z dokładnym adresem (kod miejscowości, ulica, nr), w której praca została wykonana, np.:

Jan Kowalski¹, Maria Anna Rokicka², Adam Nowacki³

¹ Uniwersytet Jagielloński, Katedra Zoologii, ul. św. Anny 12, 30-017 Kraków

² Instytut Zootechniki, Zakład Immuno- i Cytogenetyki, 32-083 Balice k. Krakowa

³ Zakład Doświadczalny Instytutu Zootechniki, 39-331 Chorzelów

- tytuł skrócony (5–6 słów jak w tytule pracy lub synonimów),
- źródło finansowania badań, np. praca finansowana z: działalności statutowej, temat nr..., projektu autorskiego, temat nr..., funduszy Ministerstwa Edukacji i Szkolnictwa Wyższego, UE itp., projekt nr...

- Praca winna zawierać:

a) **Abstrakt** nie przekraczający 15–20 wierszy obejmujący: cel badań, główne założenia metodyczne i najważniejsze wyniki. Na końcu artykułu należy na osobnej stronie umieścić identyczne streszczenie w języku polskim i angielskim (streszczenia polskiego nie wlicza się do objętości tekstu), z podaniem imienia i nazwiska autora(ów) i tytułu pracy.

b) **Słowa kluczowe.** Należy podać maksimum pięć słów kluczowych, które najtrafniej ujmują treść pracy, rozpoczynając od słów o szerszym znaczeniu, kończąc na znaczeniu węższym, np.: przeżuwacze, krowy mleczne, somatotropina, prolaktyna, mleko.

c) **Wstęp** — winien zawierać uzasadnienie podjętych badań na podstawie przeglądu piśmiennictwa oraz w zakończeniu jasno sformułowany cel badań lub hipotezę badawczą.

d) **Materiał i metody.** Rozdział ten winien zawierać wszystkie niezbędne informacje dla ewentualnego powtórzenia badań, np.: czynniki doświadczalne, układ doświadczenia, gatunek, rasa i płeć oraz liczba zwierząt, czas trwania doświadczeń, dawki pokarmowe i ich skład, techniki laboratoryjne i zastosowane metody statystyczne. W opisie metod (biologicznych, chemicznych, statystycznych) wystarczy powołać się na dane źródłowe, jeśli zastosowano je w sposób wierny. Modyfikacje metod należy szczegółowo opisać.

e) **Wyniki** można przedstawić w postaci tabel lub w formie graficznej (wykresy, diagramy, zdjęcia) oraz ich syntetycznego opisu. Tekst opisu nie powinien powtarzać danych liczbowych zawartych w tabelach.

f) **Omówienie wyników.** W tej części pracy należy przedstawić interpretację wyników badań w aspekcie oddziaływania badanych czynników doświadczalnych, zgodnie z celem badań lub hipotezą zawartą we wstępie pracy. Wyniki należy interpretować w oparciu o dotychczasowy stan wiedzy, tak by zainteresowanemu nimi czytelnikowi pozwolić odrzucić lub potwierdzić hipotezę badawczą. Rozdział ten winien się kończyć podsumowaniem i uogólnieniem uzyskanych wyników. Można tu zamieścić również sugestie dotyczące kierunków dalszych badań w tym zakresie.

g) **Ewentualne podziękowania.**

h) **Piśmiennictwo.** Pozycje literatury cytowanej w pracy należy zamieścić w porządku alfabetycznym według nazwisk autorów. Każda z nich powinna zawierać nazwisko i pierwsze litery imion

autora(ów), rok wydania, pełny tytuł pracy, skrót nazwy czasopisma, nr tomu i zeszytu oraz pierwszą i ostatnią stronę pracy. Jeśli cytuje się więcej niż jedną pracę tego samego autora(ów) wydaną w tym samym roku a autorzy występują w tej samej kolejności, prace należy oznaczyć kolejnymi literami alfabetu, np. 1983 a, 1983 b i zamieścić w porządku chronologicznym. Poniżej podano prawidłowy sposób cytowania pozycji piśmiennictwa z czasopism naukowych, doniesień kongresowych i pozycji książkowych (podręcznikowych).

Prace w czasopismach periodycznych: Jenkins K.J., Hidiroglou M. (1991). Tolerance of the prerinant calf for excess manganese or zinc in milk replacer. *J. Dairy Sci.*, 74: 1047–1053.

Prace w monografiach wielu autorów, wydawnictwach okazjonalnych, doniesieniach z sympozjów i kongresów: Miller E.L. (1982). Forage protein in ruminant animal nutrition. The nitrogen needs of ruminants. In: D.J. Thomas (Editor), *Proceedings of an International Symposium on Protein Requirements for Cattle*. Kansas State University, Kansas City, KN, pp. 254–269.

Podręczniki i książki wielu autorów: Bock H.D., Eggum B.O., Low A.G., Simon O., Żebrowska T. (1989). Editors, *Protein metabolism in farm animals: evaluation, digestion, absorption and metabolism*. Oxford, UK, Oxford University Press (1989), 452 pp.

Podręczniki i książki: Cuhna T.J. (1991). *Horse feeding and nutrition*. San Diego, USA, Academic Press, Inc. (1991). Second edition, 445 pp.

3. Sposób cytowania literatury. Należy cytować wyniki badań (lub ich autorów) ściśle wiążących się z tematem pracy lub stosowanymi metodami badawczymi. Liczba piśmiennictwa nie powinna przekraczać 20 najistotniejszych pozycji cytowanych w tekście pracy. Jeśli w cytowanej pracy występuje więcej niż dwóch autorów, wówczas po nazwisku pierwszego autora należy stosować formę „i in.”, np. Nowacki i in. (1992). Prace nie publikowane należy cytować w tekście następująco: Błoński (informacja własna) lub (Błoński, dane nie opublikowane).

4. Tabele powinny zawierać najważniejsze dane. Kolumna z lewej strony powinna zawierać wykaz badanych parametrów a kolumny w środku i po prawej stronie — wyniki badań dla poszczególnych czynników doświadczalnych. Tabele winny zawierać dane liczbowe będące wartościami średnimi dla zbioru obserwacji lub pomiarów, powtórzeń itp. oraz ich statystyczną interpretację (np. błąd standardowy, współczynnik zmienności). Tabele oznaczone kolejnymi cyframi arabskimi należy przesłać na oddzielnych kartkach. Tytuły winny być zwięzłe. Opis tabel winien zawierać tłumaczenie na język angielski umieszczone pod tekstem polskim. Każda kolumna winna posiadać nagłówek. W celu oddzielenia kolumn i wierszy należy stosować odstęp. Nie umieszczać linii pionowych. Linie poziome mogą być użyte tylko w ściśle uzasadnionych przypadkach.

Danych zawartych w tabelach nie należy powtarzać w postaci graficznej (wykresy, diagramy itp.). Jeśli brak jest danych dla określonego parametru, należy pozostawić puste miejsce. Jeśli konieczny jest komentarz wyjaśniający, należy użyć skrótu (np. NO) a jego znaczenie wyjaśnić pod dolną linią tabeli, np. NO — nie oznaczono lub nie wykryto. Aby oznaczyć istotność różnic dwóch średnich lub interakcji czynników, należy stosować dodatkową kolumnę z nagłówkiem „poziom istotności różnic” oraz posługiwać się znakami x, xx, xxx dla poziomu prawdopodobieństwa $P \leq 0,05$, 0,01 i 0,001. Przy większej od dwóch liczbie średnich, istotność różnic należy oznaczyć literami umieszczonymi w tabelach za danymi liczbowymi. Pod dolną linią tabeli należy objaśnić ich znaczenie, np.:

a, b, c, d — wartości w wierszach (lub kolumnach) oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ($P \leq 0,05$).

A, B, C, D — jak wyżej dla $P \leq 0,01$.

Interpretacja statystyczna wyników winna być adekwatna do układu doświadczenia i testowanych hipotez badawczych.

5. Rysunki i zdjęcia. Graficzne opracowanie wyników badań w formie rysunków, wykresów i diagramów winno być dostarczone na dyskietce, wykonane na kalce technicznej lub w innej formie gotowej do reprodukcji. Pojedynczy rysunek lub wykres winien mieścić się na połowie jednej strony tekstu. Zdjęcia czarno-białe lub kolorowe o wymiarach pocztówki powinny być kontrastowe. Każdy rysunek lub zdjęcie powinny posiadać dołączony opis zawierający syntetyczną informację o treści i ewentualne objaśnienia (legendę) w języku polskim. W tekście pracy powołanie się na rysunek lub zdjęcie winno być zaznaczone stosownym odnośnikiem lub informacją.

Rysunki i fotografie należy składać w dwóch kompletach.

6. Przy użyciu skrótów należy je objaśnić w miejscu, gdzie pojawiają się po raz pierwszy. Jednostki miar należy podawać według Międzynarodowego Układu Jednostek Miar SI. Dotyczy to również charakterystyki wartości energetycznej pasz, która winna być podawana w dżulach.
7. Dodatkowe informacje. Autor pracy po otrzymaniu recenzji winien się do nich ustosunkować, uwzględnivszy zawarte w nich wskazówki dotyczące zmian i poprawek, i w terminie maksimum 3 tygodni odesłać komplet otrzymanych materiałów wraz z poprawioną wersją pracy. Nieprzesłanie pracy w terminie spowoduje przesunięcie jej druku do następnego zeszytu.

miejsce

data

„Roczniki Naukowe Zootechniki”
Karta zgłoszenia pracy

nr kolejny RNZ
(wypełnia redakcja)

Proszę o ocenę i druk załączonej pracy w „Rocznikach Naukowych Zootechniki”:

1. Autorzy, tytuł pracy

.....
.....
.....

2. Zgłaszający:

Imię i nazwisko

Adres miejsca pracy (uczelnia, katedra, kod, miejscowość, ulica, nr)

.....
Telefon, e-mail, faks

3. Propozycja działu w RNZ:

genetyka i hodowla zwierząt gospodarskich
biologia, fizjologia i rozród zwierząt
żywienie zwierząt i paszoznawstwo
środowisko, zoohigiena i technologia produkcji zwierzęcej
ekonomika i organizacja produkcji zwierzęcej

4. Oświadczam, że zgłoszona do druku praca tak w części jak i całości nie była dotąd publikowana ani też zgłoszona do druku w innym czasopiśmie naukowym.
5. Oświadczam, że treść pracy znana jest współautorom pracy i że wyrazili oni zgodę na jej druk w przedstawionej postaci.
6. Zobowiązuję się do pokrycia kosztów publikacji pracy po jej ukazaniu się, zgodnie z aktualną ceną druku (NIP płatnika).

.....
podpis zgłaszającego

Czasopismo indeksowane przez bazę danych

POLISH SCIENTIFIC JOURNALS CONTENTS
— AGRIC.&BIOL. SCI.

prezentowaną w sieci **INTERNET** pod adresem URL (Uniform Resource Locator):

<http://psjc.icm.edu.pl>

Kolportaż

Zamówienia na prenumeratę oraz sprzedaż pojedynczych egzemplarzy prosimy kierować pod adresem: Instytut Zootechniki — Państwowy Instytut Badawczy, Zespół Wydawnictw i Poligrafii, ul. Sarego 2, 31-047 Kraków. Cena: prenumerata roczna krajowa 40,00 zł.