

ROCZNIKI NAUKOWE ZOOTECHNIKI

INSTYTUT ZOOTECHNIKI
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
KRAKÓW 2009

T. 36

z. 1

RADA REDAKCYJNA

Prof. dr hab. *Jędrzej Krupiński* — przewodniczący — Kraków-Balice, prof. dr hab. *Franciszek Brzóska* — 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 Niemieć* — Warszawa, prof. dr hab. *Andrzej Potkański* — Poznań, prof. dr hab. *Marian Różycki* — Kraków-Balice, prof. 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*
Zastępcy redaktora naczelnego — prof. dr hab. *Ewa Słota*,
prof. dr hab. *Juliusz Książkiewicz*
Sekretarz redakcji — mgr *Danuta Dobrowolska*
Opracowanie redakcyjne — mgr *Magdalena Bielska*, mgr *Danuta Dobrowolska*,
mgr *Jerzy Pilawski*, mgr *Katarzyna Skupniewicz*
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

ZASTOSOWANIE HIERARCHICZNYCH PROCESÓW MARKOVA DO WYZNACZANIA OPTYMALNEJ STRATEGII UŻYTKOWANIA JAŁÓWEK HODOWLANYCH W STADZIE BYDŁA MIĘSNEGO

Anna Stygar, Joanna Makulska

Uniwersytet Rolniczy, Katedra Hodowli Bydła, Zespół Metod i Organizacji Hodowli Zwierząt Gospodarskich i Wolno Żyjących, Al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

Ekonomiczna efektywność stada bydła mięsnego w dużym stopniu uzależniona jest od wyboru strategii użytkowania jałówek remontowych. Strategia ta obejmuje decyzje dotyczące przebiegu odchowu i terminu zacielenia jałówki, określanego przez jej wiek i masę ciała oraz miesiąc kalendarzowy. Optymalną strategię użytkowania jałówek można wyznaczyć, wykorzystując metodę programowania dynamicznego z rozszerzeniem o tzw. wielopoziomowe hierarchiczne procesy Markova. Metoda ta znalazła szerokie zastosowanie we wspomaganie decyzji związanych z zarządzaniem stadami bydła i trzody chlewnej. W pracy przedstawiono wstępną wersję struktury dynamicznego modelu optymalizacji strategii użytkowania jałówek hodowlanych w stadzie bydła mięsnego. Model został opracowany przy wykorzystaniu programu komputerowego MLHMP (Multi-Level Hierarchic Markov Processes).

Właściwe zarządzanie stadem bydła mięsnego wymaga podejmowania optymalnych decyzji dotyczących odchowu i zacielenia jałówek remontowych. Termin zacielenia, określany przez wiek i masę ciała jałówki oraz miesiąc kalendarzowy, znacząco wpływa na uzyskiwaną efektywność produkcyjną i ekonomiczną (Funston i Deutscher, 2004). Uważa się, że jałówka w momencie krycia powinna posiadać masę ciała stanowiącą nie mniej niż 60-65% masy ciała dorosłych krów danej rasy, w określonym stadzie. Masa ciała jałówki, a potem również krowy, ma wyraźny wpływ na masę cielęcia przy urodzeniu i późniejszy jego wzrost. Jałówki i krowy o niższej masie ciała rodzą cielęta lżejsze, charakteryzujące się niższymi przyrostami dobowymi w porównaniu do cieląt pochodzących od jałówek i krów o wyższej masie ciała. Zbyt wczesne pokrycie jałówki powoduje zmniejszenie tempa rozwoju jej organizmu, natomiast pokrycie zbyt późne sprzyja otłuszczeniu, co w obu przypadkach może prowadzić do trudności przy porodzie (Przysucha i in., 2002; Bennet i Gregory, 2001; Węglarz, 2008).

Według Dobickiego (1998), w klasycznym modelu chowu bydła mięsnego jałówki powinny być kierowane do krycia w wieku 15 miesięcy – ocielenia następują wtedy w wieku dwóch lat. W modelu alternatywnym pierwsze krycie jałówek ma miejsce

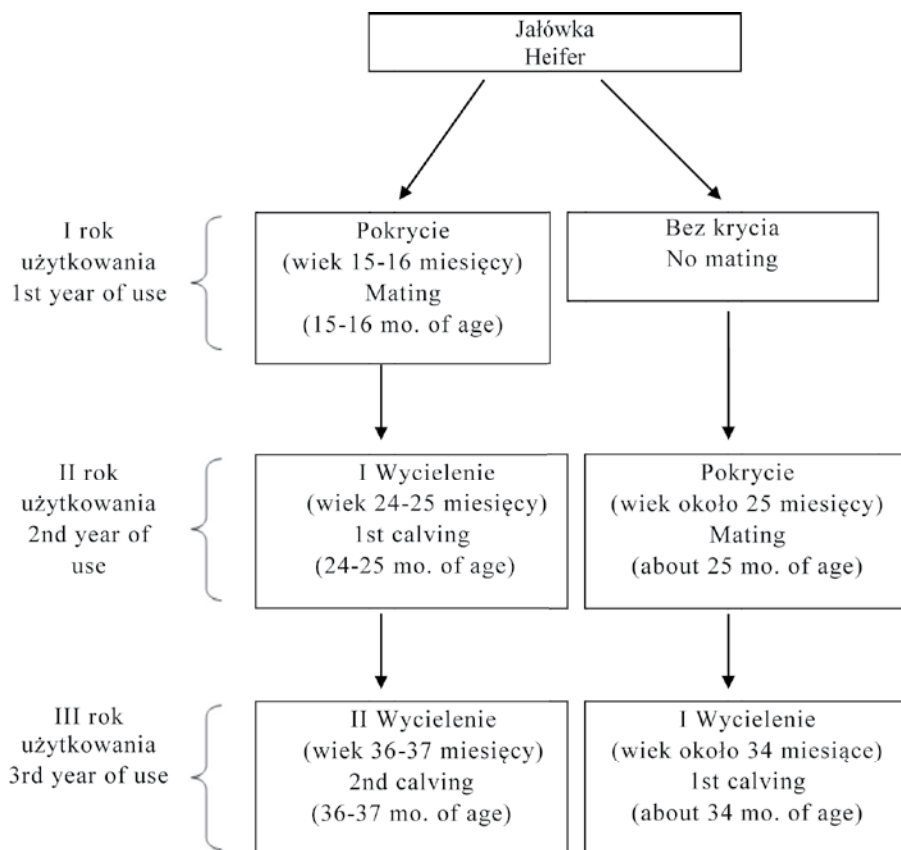
w wieku około 25 miesięcy, a wycielenie w wieku prawie trzech lat. Morrison i in. (1992), Petterson i in. (1992) oraz Bagley (1993) przytaczają wyniki badań, w których stwierdzono, że wydajność życiowa (mierzona produkcją żywca wołowego) krów cielących się po raz pierwszy w wieku dwóch lat jest większa, chociaż opóźnienie pierwszego wycielenia sprzyja uzyskiwaniu cięższych cieląt i lepszych wskaźników reprodukcji.

Aby wycielenie jałówki miało miejsce w wieku 23–24 miesięcy, pierwsza ruja powinna pojawić się w 12.–14. miesiącu życia. Wcześniejsze uzyskanie dojrzałości płciowej i odpowiedniej do krycia masy ciała, a tym samym obniżenie wieku pierwszego wycielenia, jest możliwe dzięki intensyfikacji żywienia odchowywanych jałówek. Intensywne żywienie powoduje skrócenie okresu odchowu, czemu towarzyszy obniżenie zapotrzebowania na paszę bytową w przeliczeniu na 1 kg przyrostu masy ciała oraz zmniejszenie kosztów stanowiska. W konsekwencji wpływa to na poprawę ogólnego wyniku ekonomicznego uzyskiwanego w stadzie bydła mięsnego (Bagley, 1993; Węglarz, 2008).

Polski klimat umożliwia utrzymywanie bydła mięsnego na pastwisku przez blisko pół roku (od początku maja do połowy października), co znacząco obniża koszty żywienia. W celu maksymalnego wykorzystania pastwiska przez odchowywane cielęta niezbędne jest wyznaczenie i przestrzeganie optymalnego sezonu wycieleń, a co za tym idzie, sezonu krycia. Uważa się, że sezonowość pokryć i wycieleń jest jednym z kluczowych czynników wpływających na opłacalność produkcji w stadach bydła mięsnego (Nova i in., 2002; Pilarczyk i Wójcik, 2007). Według Dobickiego (1998) sezony krycia i wycielenia w kolejnych latach nie powinny przekraczać okresu trzech miesięcy.

Reasumując – w zależności od podejmowanych przez hodowcę decyzji dotyczących intensywności żywienia jałówka może osiągnąć wymaganą do krycia masę ciała w różnym wieku. Mimo osiągnięcia przez nią wymaganej masy ciała hodowca może jednak odłożyć decyzję o pierwszym kryciu, chcąc zachować sezonowość wycieleń w stadzie lub kierując się przekonaniem, że krycie jałówek lepiej rozwiniętych, o wyższej masie ciała, sprzyja uzyskaniu korzystniejszych efektów produkcyjnych i reprodukcyjnych. Alternatywne rozwiązania w tym zakresie prezentuje rysunek 1.

Odchów i wprowadzanie do stada bydła mięsnego jałówek remontowych może być opisane jako wieloetapowy problem decyzyjny. Decyzje dotyczą intensywności żywienia jałówek oraz terminu ich krycia określanego przez wiek i miesiąc kalendarzowy. W prezentowanej pracy przedstawiono próbę rozwiązania tego problemu (tzn. wyznaczenia ciągu decyzji tworzących optymalną strategię użytkowania jałówek) przy wykorzystaniu metody modelowania i programowania dynamicznego (PD) z rozszerzeniem o tzw. wielopoziomowe hierarchiczne procesy Markova (MLHMP). Metoda MLHMP uznawana jest za jedną z najodpowiedniejszych do rozwiązywania wieloetapowych zadań decyzyjnych występujących często w hodowli i produkcji zwierzęcej. Do tej pory najczęściej zastosowań dotyczy wspomaganie decyzji w zarządzaniu stadami bydła i trzody chlewnej, co zaprezentowano w stosunkowo obszernym przeglądzie literatury poprzedzającym opis wstępnej wersji struktury przygotowywanego modelu optymalizacji strategii użytkowania jałówek hodowlanych w stadzie bydła mięsnego.



Rys.1. Alternatywne modele użytkowania jałówek hodowlanych w stadzie bydła mięsnego

Fig. 1. Alternative models of heifer management in a beef herd

Programowanie dynamiczne w konstruowaniu i rozwiązywaniu modeli optymalizacyjnych

Model jest uproszczoną reprezentacją systemu (fermy, przedsiębiorstwa, procesu produkcyjnego) służącą do wykrywania ilościowych relacji, jakie zachodzą między wartościami zmiennych występujących w badanym systemie i przewidywania efektów zmian wartości tych zmiennych (Jalvingh, 1992). Rozwiązanie modelu umożliwia wyznaczenie decyzji optymalnych. Na ogół w określonych warunkach produkcyjnych istnieje wiele decyzji, które mogą zostać podjęte. Są to tzw. decyzje dopuszczalne. Uznanie decyzji dopuszczalnej za optymalną wynika z przyjętego kryterium (minimalizacji nakładów, maksymalizacji efektywności, itd.). Poszukiwanie decyzji optymalnej, czyli optymalizacja, polega zatem na maksymalizacji lub minimalizacji tzw. funkcji celu określonej na zbiorze decyzji dopuszczalnych. Optymalizację realizuje się przy wykorzystaniu technik programowania matematycznego.

Szczególną rolę w rozwiązywaniu problemów decyzyjnych w hodowli i produkcji zwierzęcej odgrywa programowanie dynamiczne, uwzględniające czynnik czasu (Bellman, 1957; Bellman i Dreyfus, 1967; Wentcel, 1966). Stanowi ono dział matematyki, pozwalający realizować optymalne sterowanie wieloetapowych (sekwencyjnych) procesów poprzez wyznaczenie decyzji optymalnych na każdym etapie. Podział rozpatrywanego okresu czasu na etapy powoduje, że zamiast rozwiązywać jedno duże i zazwyczaj trudne zadanie optymalizacyjne dzieli się je na ciąg powiązanych ze sobą zadań mniejszych i łatwiejszych do rozwiązania. Wyniki uzyskane z rozwiązania zadań cząstkowych są poddawane syntezie w celu określenia optymalnego przebiegu procesu (Trzaskalik, 2003). Programowanie dynamiczne wykorzystuje się do optymalizacji procesów o ograniczonym lub nieograniczonym czasie trwania (tzw. horyzont planowania). W każdym etapie procesu określa się jego stan oraz podejmuje decyzję. Stan procesu opisywany jest poprzez zbiór parametrów zwanych zmiennymi stanu (np. masa ciała, wiek zwierzęcia). Zwykle zakłada się, że przestrzenie stanów i decyzji są zbiorami skończonymi. Decyzja optymalna dla wszystkich kombinacji zmiennych stanu wyznaczana jest poprzez maksymalizację (lub minimalizację) zdefiniowanej uprzednio funkcji celu. Wpływa ona w sposób deterministyczny lub stochastyczny na stan obserwowany w następnym etapie. W modelach deterministycznych stan w kolejnym etapie jest jednoznacznie określony. Natomiast w modelach stochastycznych jest on zmienną losową o znanym lub nieznanym rozkładzie. W takim przypadku należy oszacować prawdopodobieństwo zaistnienia określonego stanu w kolejnym etapie (tzw. prawdopodobieństwo przejścia do kolejnego stanu), uwzględniając stan i działanie podjęte w etapie bieżącym. Pochodną decyzji podjętej w danym etapie i stanie jest wynik produkcyjny lub ekonomiczny. Przypisanie każdej kombinacji etapu i stanu określonych decyzji dopuszczalnych nosi nazwę strategii (polityki). Wyznaczenie strategii optymalnej dla danego procesu polega na określeniu ciągu stanów i decyzji optymalizujących wartość zdefiniowanej funkcji celu (Kristensen, 1994).

Rozwiązując zadanie optymalizacyjne metodą programowania dynamicznego, w każdym etapie wybiera się sterowanie optymalne dla każdego z możliwych wyników poprzedniego etapu. Takie optymalne sterowanie, wybrane przy założeniu warunku, że w poprzednim etapie osiągnięto określony wynik, nazywa się warunkowym sterowaniem optymalnym. Warunkowe sterowanie optymalne w danym etapie należy wybrać tak, aby razem z wybranymi dla poprzednich etapów zapewniało maksymalną lub minimalną wartość przyjętego kryterium (Wentcel, 1966). W ten sposób realizowane jest optymalne działanie, które zgodnie z zasadą określoną przez Bellmana (1957) charakteryzuje się tym, że: „niezależnie od początkowego stanu i początkowej decyzji, pozostałe decyzje muszą być działaniami optymalnymi ze względu na stan wynikający z pierwszej decyzji”.

Zasadę optymalności sformułowaną przez Bellmana można przedstawić w postaci następującego równania funkcyjnego:

$$f_i(n) = \max_d [r_i^d(n) + \beta_{ij}^d(n) \sum_{j=1}^u p_{ij}^d(n) f_j(n+1)] \quad ; \quad i = 1, \dots, u \quad ; \quad n = 1,$$

gdzie:

n – etap,

$r_i^d(n)$ – efekt (produkcyjny lub ekonomiczny, np. zysk), który otrzymuje się w wyniku podjęcia przy stanie i decyzji d ,

$\beta_{ij}^d(n)$ – wskaźnik dyskontowania,

$p_{ij}^d(n)$ – prawdopodobieństwo przejścia ze stanu i do stanu j po podjęciu decyzji d .

Technika optymalizacji, czyli sposób wyboru optymalnego sterowania, zależy od tego, czy czas trwania procesu jest określony, czy nieokreślony. Przy określonym czasie trwania procesu (mała liczba etapów, ale duża liczba stanów) najczęściej stosowaną techniką jest tzw. iteracja wartości zysku, polegająca na maksymalizacji funkcji zysku. Dzięki tej technice możliwe jest uzyskiwanie rozwiązań nawet w przypadku bardzo złożonych modeli. Jest ona uważana za właściwe programowanie dynamiczne. Gdy liczba etapów jest duża (nieskończona), zakłada się często nieokreślony czas trwania procesu (nieograniczony horyzont planowania). Wtedy najczęściej stosowaną techniką optymalizacji jest tzw. iteracja działalności, znacznie różniąca się od iteracji wartości zysku. Iteracja działalności uznawana jest za bardziej skomplikowaną pod względem matematycznym i dlatego zaleca się korzystać z niej tylko w przypadku małej liczby stanów. Przy nieokreślonym czasie trwania procesu można też stosować iterację wartości zysku, lecz umożliwiała ona tylko aproksymację działalności uznanej za optymalną.

Hierarchiczne procesy Markova (Hierarchic Markov Processes – HMP)

Konstruując modele dynamiczne uwzględniające większą liczbę zmiennych napotyka się na tzw. problem wielowymiarowości. Wynika on z faktu, iż zmienne mogą przyjmować wiele różnych wartości, a w związku z tym przestrzeń stanów (definiowana jako iloczyn liczby zmiennych i przyjmowanych przez nie wartości) staje się bardzo duża. W celu umożliwienia rozwiązania tego typu problemów A.R. Kristensen opracował teorię hierarchicznych procesów Markova (Kristensen, 1988; 1994; 1996). Za podstawę przyjął metodę zwaną procesami decyzyjnymi Markova lub programowaniem decyzyjnym Markova, stanowiącą połączenie idei programowania dynamicznego z matematyczną koncepcją łańcuchów Markova (Howard, 1960).

Hierarchiczne procesy Markova są serią procesów decyzyjnych, zwanych subprocesami, tworzących jeden proces główny. Zakłada się, że proces główny posiada nieskończoną liczbę etapów, ale skończoną liczbę stanów. Każdemu stanowi w procesie głównym odpowiada odrębny proces decyzyjny (subproces) o określonej długości czasu i skończonej liczbie stanów. Liczba subprocesów równa jest zatem liczbie stanów w procesie głównym, a długość etapu w procesie głównym równa się całkowitej długości odpowiadającego mu subprocesu. Hierarchiczne procesy Markova łączą ze sobą prostotę iteracji wartości zysku w subprocesach z efektywnością iteracji działalności w procesie głównym, a tym samym umożliwiają znalezienie optymalnych rozwiązań nawet dla modeli o bardzo dużych rozmiarach, ale tylko wtedy, gdy dużej liczbie stanów w subprocesach towarzyszy mała liczba stanów w procesie głównym (Kristensen, 1988, 1996). Metoda ta jest szczególnie przydatna do modelowania pro-

cesów decyzyjnych o nieokreślonym czasie trwania, w których kolejne etapy subprocesów wiążą się z wiekiem zwierzęcia (jak np. w odchowie jałówek). Można wtedy nie włączać do obliczeń wieku zwierzęcia jako oddzielnej zmiennej stanu, co pozwala znacznie zmniejszyć rozmiary modelu.

Zastosowanie hierarchicznych procesów Markova w zarządzaniu stadem

Teoria hierarchicznych procesów Markova znalazła szerokie zastosowanie we wspomaganie decyzji w hodowli i produkcji zwierzęcej. Przykłady jej użycia obejmują optymalizację decyzji dotyczących: terminu inseminacji, organizacji cyklu reprodukcyjnego, użytkowania jałówek oraz problemu rotacji („zastępowania” krów jałówkami) w stadzie bydła mlecznego (Kristensen 1987, 1989; Houben i in., 1994; Mourits i in., 1999; 2000), opasu buhajków (Makulska i Kristensen, 1999) oraz rotacji loch w stadach trzody chlewnej (Huirne i in., 1988, 1993; Versteegen i in., 1998; Pla i in., 2003).

Problem rotacji, czyli zastępowania użytkowanego zwierzęcia kolejnym osobnikiem jest jednym z najistotniejszych problemów decyzyjnych w zarządzaniu stadem. Jego rozwiązanie polega na określeniu warunków (wiek, produkcyjność, itd.), w których zastąpienie można uznać za działanie optymalne z punktu widzenia przyjętego kryterium (Kristensen, 2003). Pierwszym przykładem wykorzystania teorii hierarchicznych procesów Markova do rozwiązania problemu zastępowania krów jałówkami w stadzie bydła mlecznego był model opracowany przez Kristensena w roku 1987. W modelu tym krowa charakteryzowana była poprzez: klasę genetyczną określoną na podstawie wartości hodowlanej ojca, numer laktacji, etap laktacji, wydajność mleka w poprzedniej i bieżącej laktacji oraz długość okresu międzywycieleniowego. Jako kryterium optymalizacji przyjęto maksymalizację wartości zysku przy nieskończonym horyzoncie planowania. Uzyskane rozwiązania pozwalają uszeregować krowy w stadzie według spodziewanego zysku z dalszego ich użytkowania oraz określić optymalny moment zastąpienia jałówkami. Gdyby model sformułowano, stosując metodę tradycyjnych procesów decyzyjnych Markova, przestrzeń stanów osiągnęłaby rozmiary uniemożliwiające jego rozwiązanie (około 60 000 stanów). Natomiast użycie metody HMP i zmiana struktury modelu na hierarchiczną pozwoliły w stosunkowo prosty sposób wyznaczyć strategię optymalną. W roku 1989 Kristensen przedstawił kolejną wersję modelu rotacji w stadzie krów mlecznych, w której uwzględnił czynnik ograniczający produkcję, jakim są kwoty mleczne (Kristensen, 1989). Spowodowało to zwiększenie liczby stanów do 180 080, a zatem model był nierozwiązywalny metodami tradycyjnymi. Aby uzyskać rozwiązanie, podobnie jak poprzednio, zastosowano metodę hierarchicznych procesów Markova.

Ważnym przykładem wykorzystania metody HMP do wspomaganie ekonomicznie optymalnych decyzji dotyczących terminu inseminacji i rotacji krów w stadach charakteryzujących się wysoką częstotliwością występowania *mastitis* jest model opracowany w 1994 roku przez Houbena i in. W modelu tym jako zmienne stanu uwzględniono szczegółowe informacje na temat występowania u krowy klinicznych objawów *mastitis*. Oprócz tego w każdym etapie, odpowiadającym kombinacji kolejnej laktacji i długości okresu międzywycieleniowego, stan krowy opisywany był poprzez jej produkcyjność w poprzedniej i bieżącej laktacji oraz długość okresu mię-

dzywycieleniowego. Ze względu na znaczną liczbę klas w obrębie każdej zmiennej stanu liczba różnych stanów, w których krowa mogła się znaleźć w czasie swojego życia wyniosła 6 821 724. Czas potrzebny do uzyskania optymalnych rozwiązań uznano za możliwy do zaakceptowania, jednakże istotnie ograniczający dalszą rozbudowę struktury modelu.

Metoda HMP została też wykorzystana do ekonomicznej optymalizacji decyzji dotyczących odchowu i wprowadzania do stada bydła mlecznego jałówek remontowych. W opracowanym przez Mourits i in. (1999) modelu odchów jałówki traktowany jest jako wyodrębniona działalność na fermie bydła mlecznego, rozpoczynająca się w chwili urodzenia cielęcia i zakończona sprzedażą odchowanej jałówki. Stan jałówki remontowej opisywany jest poprzez wiek, sezon urodzenia, masę ciała, dobowe przyrosty masy ciała w okresie do uzyskania dojrzałości płciowej oraz status reprodukcyjny (zacielona/niezacielona). Optymalizowane są decyzje dotyczące intensywności żywienia jałówki, terminu inseminacji i zastąpienia, rozumianego jako wprowadzenie do stada jałówek kolejnej osobniczki w miejsce wybrakowanej jałówki niezacielonej lub sprzedanej jałówki zacielonej. Parametry wejściowe do modelu oszacowano na podstawie informacji z ferm holenderskich. Model został następnie zaadaptowany do warunków odchowu jałówek na fermach amerykańskich (Mourits i in., 2000).

Kolejne zastosowanie metody HMP do optymalizacji produkcji zwierzęcej zostało opisane w pracy Makulskiej i Kristensena (1999). Autorzy ci przedstawili teoretyczne założenia modelu umożliwiającego wspomaganie decyzji dotyczących przebiegu indywidualnego i grupowego opasu buhajków różnych ras, przy założeniu zróżnicowanych warunków techniczno-ekonomicznych. W opisie indywidualnym stan buhajka opisywany był przez miesiąc jego urodzenia i aktualną masę ciała, a decyzje dotyczyły intensywności żywienia oraz skierowania do rzeźni lub dalszego opasu. W opisie grupowym zmiennymi stanu były średnia masa ciała buhajka w obrębie grupy i liczba buhajków aktualnie pozostających w boksie. Decyzje, podobnie jak w opisie indywidualnym, dotyczyły intensywności żywienia oraz skierowania do rzeźni lub dalszego opasu, ale podejmowane były dwuetapowo – w pierwszym etapie podejmowano decyzje o uboju pojedynczych zwierząt, w drugim – decyzje o uboju pozostałych buhajków, tak aby opróżnić boks i wprowadzić do niego nową grupę. Zależnie od rodzaju opasu (indywidualny, grupowy) jako kryterium optymalizacji przyjęto maksymalizację nadwyżki bezpośredniej w przeliczeniu na buhajka lub grupę buhajków.

Ponieważ problemy reprodukcji i zastępowania w stadzie bydła są zasadniczo podobne do występujących w stadzie trzody chlewnej modele zarządzania stadem bydła były modyfikowane zgodnie z potrzebami hodowców trzody. Jednakże modele opisujące dynamikę zmian w stadzie trzody chlewnej są mniej liczne, prawdopodobnie z powodu trudności w obrazowaniu przebiegających szybciej oraz wykazujących większą zmienność cykli produkcyjnych i reprodukcyjnych u tego gatunku zwierząt (Pla i in., 2003). Pierwszym opisanym przykładem wykorzystania metody hierarchicznych procesów Markova do wspomaganie decyzji dotyczących wyznaczenia ekonomicznie optymalnego terminu rotacji w stadzie loch był model skonstruowany przez zespół Huirne'a w 1988 roku. Ostateczna forma tego modelu została zaprezentowana w roku 1993 (Huirne i in., 1993). Za kryterium optymalizacji przyjęto aktualną wartość oczekiwanych zysków rocznych, przy założeniu określonego horyzontu

planowania. Ze względu na dużą liczbę stanów i możliwych decyzji model w pierwszej wersji posiadał bardzo duże rozmiary. Wprowadzenie struktury hierarchicznej pozwoliło zmniejszyć przestrzeń stanów i decyzji, co ułatwiło rozwiązanie. W analizie czułości modelu badano możliwości dalszej redukcji jego rozmiarów poprzez zestawienie jakości uzyskiwanych rozwiązań z czasem potrzebnym do ich wyznaczenia, przy użyciu standardowego komputera osobistego.

Praktyczne zastosowanie hierarchicznych procesów Markova do wyznaczenia optymalnej strategii zastępowania w stadzie trzody chlewnej zostało również zaprezentowane w obejmującym miliony stanów modelu Verstegen i in. (1998). Badacze ci ocenili opłacalność stosowania informatycznych systemów zarządzania w chowie trzody chlewnej poprzez porównanie efektów ekonomicznych uzyskiwanych przez farmerów wykorzystujących informacje na temat wyznaczonej optymalnej strategii z efektami tych, którzy takich informacji nie posiadali. Zbadano także, czy teoretyczne oszacowania efektów ekonomicznych, otrzymane przy użyciu metody modelowania matematycznego, znajdują potwierdzenie w rzeczywistych wynikach uzyskiwanych przez farmerów.

Jednym z ostatnich zastosowań metody HMP do rozwiązywania problemu rotacji w stadzie trzody chlewnej jest model symulacyjny przedstawiający cykl życiowy loch (Pla i in., 2003). Model ten ma ułatwić ocenę ekonomicznych efektów różnych decyzji dotyczących reprodukcji i zastępowania użytkowanych loch kolejnymi osobniczkami. Przy jego konstruowaniu wykorzystano rzeczywiste informacje produkcyjne, reprodukcyjne i ekonomiczne z kilku ferm. Ocenę zgodności uzyskanych rozwiązań modelowych z danymi empirycznymi wykonano przy wykorzystaniu testu χ^2 , niestosowanego dotychczas w walidacji modeli. Stwierdzono, że zaproponowany model precyzyjnie opisuje funkcjonowanie stada znajdującego się w równowadze. Zaproponowano jednak, że w przyszłości należałoby wprowadzić do niego procedury optymalizacyjne.

Wielopoziomowe hierarchiczne procesy Markova (Multi-Level Hierarchic Markov Processes – MLHMP) w zarządzaniu stadem

Zastosowanie teorii HMP stanowiło istotne ułatwienie w rozwiązywaniu modeli o stosunkowo dużych rozmiarach. Jednak dopiero dzięki opracowanej przez Kristensena i Jørgensena (2000) metodzie wielopoziomowych hierarchicznych procesów decyzyjnych Markova (MLHMP) można rozwiązywać modele posiadające olbrzymią przestrzeń stanów i decyzji. Użycie metody MLHMP pozwala rozszerzyć strukturę hierarchiczną modelu (proces główny, subprocesy) o kolejne poziomy. Horyzonty planowania na poszczególnych poziomach (subprocesach) mogą być różne. W konsekwencji stwarza to możliwość konstruowania i rozwiązywania nawet bardzo złożonych modeli zarządzania stadem.

Wielopoziomowe hierarchiczne procesy Markova są szczególnie cennym narzędziem do wyznaczania optymalnej długości użytkowania i momentu zastąpienia zwierzęcia w stadzie kolejnym osobnikiem (Kristensen, 2003 a). Przykładem zastosowania tej metody do rozwiązywania wyżej opisanego problemu jest model optymalizacji długości opasu i ubojowej masy ciała walców skonstruowany przez Nielsen i Kristensena (2002). Kolejne wersje i aplikacje tego modelu opisane zostały w pra-

cach Nielsen i in. (2004) oraz Nielsen i Kristensena (2007). Model posiada strukturę 4-poziomowego hierarchicznego procesu Markova, w którym decyzje zdefiniowane są na trzech poziomach. Dotyczą one rodzaju wykorzystywanych pastwisk, intensywności żywienia zimowego, momentu rozpoczęcia końcowej fazy opasu oraz terminu uboju.

Wzrost wielkości stad trzody chlewnej i rozwój przemysłowych metod tuczu spowodował potrzebę stworzenia komputerowych narzędzi wspomagających zarządzanie produkcją wieprzowiny. Odpowiedzią na to zapotrzebowanie był model opracowany w roku 2003 przez Kristensena, optymalizujący decyzje wyboru tuczników przeznaczonych na ubój z danego boksu (Kristensen, 2003 b). Podstawowymi danymi wejściowymi do modelu były oszacowania aktualnej masy ciała zwierząt. Przy konstruowaniu i rozwiązywaniu modelu zastosowano alternatywnie 2- lub 3-poziomowy hierarchiczny proces Markova.

Metoda 3-poziomowego hierarchicznego procesu Markova, w którym decyzje zdefiniowano na dwóch poziomach została też wykorzystana w modelu rotacji loch zaprezentowanym przez Kristensena i Søllesteda w 2004 roku (Kristensen i Søllested 2004 a, 2004 b). W modelu biologicznym, który stał się podstawą do opracowania modelu optymalizacyjnego, opisano specyficzne dla badanego stada parametry użytkowości i pobranie paszy przez lochy.

Z kolei Toft i in. (2005) skonstruowali model optymalizacji strategii postępowania w sytuacji wystąpienia w stadzie trzody chlewnej choroby zakaźnej. Optymalizowane decyzje dotyczyły kierowania na ubój tuczników z objawami choroby oraz zastosowania działań kontrolnych w zakresie rozprzestrzeniania się choroby. Działania te obejmowały szczepienia i leczenie chorych zwierząt. Podjęto próbę równoczesnej optymalizacji opisanych decyzji i badano interakcję pomiędzy nimi. Głównymi komponentami opracowanego systemu wspomagania decyzji były stochastyczny model wzrostu, modele rozprzestrzeniania się choroby w obrębie kojca oraz pomiędzy kojcami, a także powiązanie pomiędzy modelem wzrostu a modelem rozprzestrzeniania się choroby.

Z teoretycznego punktu widzenia wielopoziomowe hierarchiczne procesy Markova są najlepszą metodą rozwiązywania sekwencyjnych problemów decyzyjnych, co potwierdzają liczne zastosowania opisane w literaturze. Jednakże brak standardowego oprogramowania komputerowego przez wiele lat stanowił największą przeszkodę w upowszechnianiu tej metody w praktyce. Dopiero skonstruowanie w roku 2000 przez A.R. Kristensena programu komputerowego MLHMP (Multi-Level Hierarchic Markov Processes) pozwoliło szerzej wykorzystać wielopoziomowe hierarchiczne procesy Markova do optymalizacji decyzji w hodowli i produkcji zwierzęcej. Program został zapisany w obiektowym języku programowania Java, a użytkownik może go pobrać ze strony internetowej¹. W oknie edycji model przedstawiony jest w postaci „drzewa”, którego „pień” odzwierciedla proces główny i subprocesy. Odchodzące od „pnia” „konary” to etapy procesu, a „gałęzie” na „konarach” to kolejne jego stany. Do każdego stanu przypisane są określone działania (akcje, decyzje). Działania mogą prowadzić do zainicjowania kolejnego subprocesu lub mogą stanowić końcowe od-

¹ <http://www.prodstyr.ihh.kvl.dk/software/mlhmp.html>

gałęzienie, co oznacza, że oszacowano następujące parametry: wynik w jednostkach pieniężnych lub/i wynik w jednostkach produktu oraz prawdopodobieństwo przejścia do określonego stanu w kolejnym etapie.

W przypadku bardziej złożonych zagadnień decyzyjnych niezbędne jest użycie narzędzia systemowego określanego jako „plug-in”. Plug-in jest zapisanym w języku Java modulem rozszerzającym możliwości istniejącego programu, konstruowanym w celu rozwiązania konkretnego problemu decyzyjnego. Po zdefiniowaniu w module plug-in struktury i parametrów wejściowych model optymalizacyjny jest tworzony automatycznie i od tej chwili możliwe jest pełne wykorzystanie funkcjonalności programu MLHMP. Gdy plug-in zostanie aktywowany z platformy MLHMP, użytkownik może wprowadzić parametry dotyczące określonego stada, które są następnie zapisywane do pliku i wczytane przy kolejnym uruchomieniu programu. Skonstruowany model jest aktywowany poprzez wybór określonego plug-inu. Program MLHMP umożliwia optymalizację przy użyciu kilku algorytmów obliczeniowych i założeniu różnych kryteriów optymalizacji. Wykorzystanie metody symulacyjnych łańcuchów Markova pozwala obliczyć oczekiwaną wartość podstawowych wskaźników techniczno-ekonomicznych, w procesie przebiegającym według wyznaczonej strategii optymalnej (Kristensen, 2003 a).

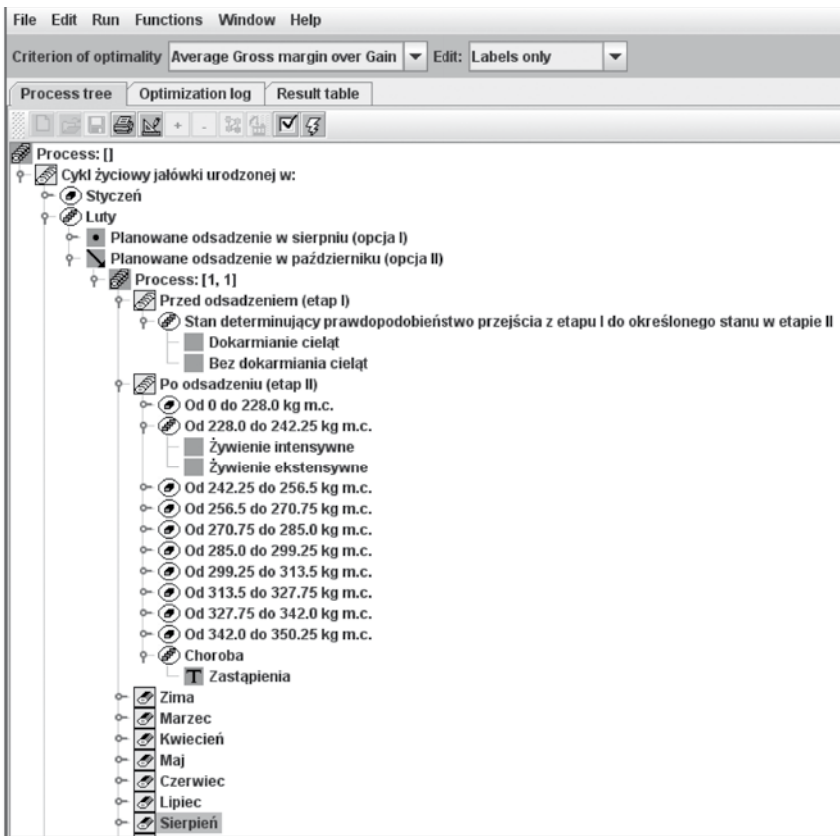
Wielopoziomowe hierarchiczne procesy Markova w optymalizacji strategii użytkownika jałówek hodowlanych w stadzie bydła mięsnego

Metoda wielopoziomowych hierarchicznych procesów Markova może być też użyta do wspomagania decyzji dotyczących optymalnego przebiegu odchowu i wprowadzenia do stada bydła mięsnego jałówek remontowych. W prezentowanej pracy przedstawiono założenia i wstępną wersję struktury modelu, umożliwiające wspomaganie ww. procesów decyzyjnych. Optymalizowane będą decyzje dotyczące terminów krycia (rok użytkowania jałowki – drugi lub trzeci oraz miesiąc kalendarzowy), metody krycia (inseminacja z synchronizacją rui, krycie haremowe) oraz intensywności żywienia odchowywanych jałówek (intensywne, ekstensywne). Jako kryterium optymalizacji przyjęto maksymalizację efektywności ekonomicznej użytkownika jałowki. Założono, że użytkowanie obejmuje odchów jałowki, jej zacielenie, ciężę, wycielenie oraz odchów cielęcia. Wartości parametrów modelu określane są na podstawie danych empirycznych i informacji zaczerpniętych z literatury.

Opisany problem badawczy jest realizowany poprzez:

- sformułowanie zadań decyzyjnych i skonstruowanie matematycznego modelu optymalizacji strategii użytkownika jałówek hodowlanych w stadzie bydła mięsnego (strukturę i parametry modelu optymalizacyjnego zdefiniowano w module „plug-in” programu komputerowego MLHMP),
- rozwiązanie modelu – wyznaczenie rozwiązań optymalnych,
- ocenę poprawności uzyskanych rozwiązań – weryfikację modelu,
- wyznaczenie optymalnych strategii użytkownika jałówek przy różnych założeniach produkcyjno-ekonomicznych (analizy czułości modeli),
- oszacowanie efektywności produkcyjnej i ekonomicznej wyznaczonych strategii.

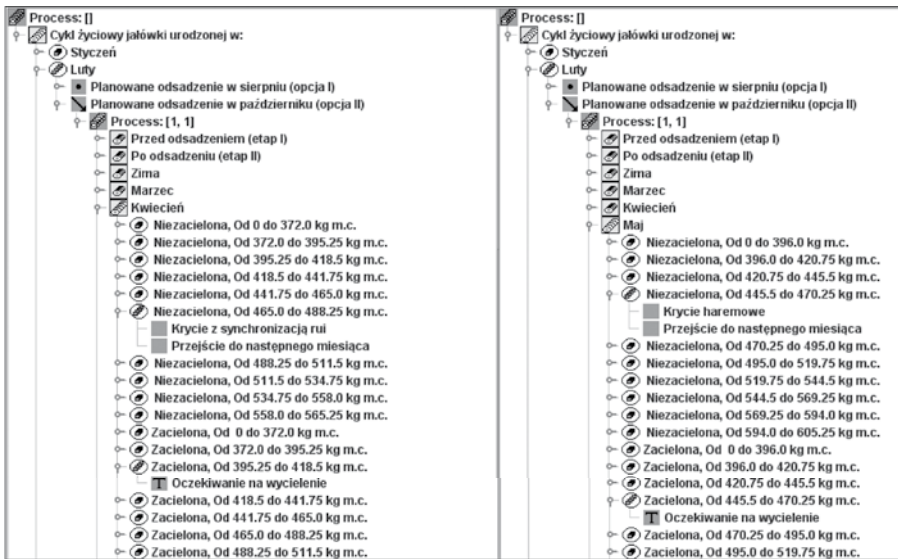
Na rysunku 2 zaprezentowano fragment wstępnej struktury modelu optymalizacji strategii użytkowania jałówek hodowlanych w stadzie bydła mięsnego opracowanego przy wykorzystaniu programu MLHMP. Proces główny (oznaczony jako „Process: ()”) uwzględnia miesiąc urodzenia jałówki i możliwe terminy planowanego odsadzenia. Subproces (oznaczony jako „Process: (1,1)”) – przy założeniach: urodzenie jałówki w lutym, planowane odsadzenie w październiku) został podzielony na kolejne etapy życia jałówki („Przed odsadzeniem”, „Po odsadzeniu”, „Zima”, „Marzec”, „Kwiecień”, itd.). W etapach subprocessu: „Przed odsadzeniem”, „Po odsadzeniu”, „Zima” podejmowane są decyzje dotyczące poziomu żywienia odchowywanych jałówek, a począwszy od etapu „Marzec” dodatkowo decyzje o zacieleniu i jego sposobie (inseminacja z synchronizacją rui w okresie alkierzowym, krycie haremowe na pastwisku).



Rys. 2. Fragment wstępnej struktury modelu optymalizacji strategii użytkowania jałówek hodowlanych w stadzie bydła mięsnego – opracowanego przy wykorzystaniu komputerowego programu MLHMP

Fig. 2. Part of initial structure of the model for heifer management optimization strategy in a beef herd – developed using MLHMP software

Na rysunku 3 przedstawiono fragmenty struktury subprocesu oznaczonego jako „Process: (1,1)” – przy założeniach: urodzenie jałówki w lutym, planowane odsadzenie w październiku. W lewym oknie zaprezentowano etap oznaczony jako „Kwiecień” wraz z możliwymi stanami jałówki (masa ciała, zacielona/niezacielona) oraz decyzjami o jej zacieleniu (inseminacja z synchronizacją rui) lub przejściu do następnego etapu (miesiąca). W przypadku wystąpienia stanu „jałówka zacielona” jedyną decyzją jest „oczekiwanie na wycielenie”. Jest to decyzja umożliwiająca zakończenie bieżącego procesu. W prawym oknie przedstawiono etap subprocesu oznaczony jako „Maj” wraz z możliwymi stanami jałówki (masa ciała, zacielona/niezacielona) oraz decyzjami o jej zacieleniu (krycie haremowe) lub przejściu do następnego etapu (miesiąca). Podobnie jak w oknie lewym w przypadku wystąpienia stanu „jałówka zacielona” jedyną decyzją jest „oczekiwanie na wycielenie”.



Rys. 3. Fragmenty struktury subprocesu oznaczonego jako „Process: (1,1)” w modelu optymalizacji strategii użytkowania jałówek hodowlanych w stadzie bydła mięsnego, opracowanego przy wykorzystaniu komputerowego programu MLHMP

Fig. 3. Parts of structure of “Process: (1,1)” subprocess in the model for heifer management optimization strategy in a beef herd, developed using MLHMP software

Dzięki opracowaniu matematycznego modelu odchowu i wprowadzania do stada bydła mięsnego jałówek remontowych możliwe będzie uzyskanie lepszego wglądu w przebieg i ekonomiczne efekty tego procesu. Ułatwi to podejmowanie optymalnych decyzji w zarządzaniu stadem jałówek, co w konsekwencji przyczyni się do poprawy ogólnej opłacalności produkcji żywca wołowego.

Piśmiennictwo

- Bagley C.P. (1993). Nutritional management of replacement beef heifers: a review. *J. Anim. Sci.*, 71: 3155–3163.
- Bellman R.E. (1957). *Dynamic Programming*. Princeton: Princeton University Press.
- Bellman R.E., Dreyfus S.E. (1967). *Programowanie dynamiczne – zastosowanie*. PWE, Warszawa.
- Bennett G.I., Gregory K.E. (2001). Genetic (co)variances for calving difficulty score in composite and parental populations of beef cattle: I. Calving difficulty score, birth weight, weaning weight, and postweaning gain. *J. Anim. Sci.*, 79: 45–51.
- Dobicki A. (1998). Hodowla bydła mięsnego w Sudetach. Wydawnictwo Wojewódzkiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Jeleniej Górze, ss. 109–151.
- Funston R.N., Deutscher G.H. (2004). Comparison of target breeding weight and breeding date for replacement beef heifers and effects on subsequent reproduction and calf performance. *J. Anim. Sci.*, 82: 3094–3099.
- Houben E.H.P., Huirne R.B.M., Dijkhuizen A.A., Kristensen A.R. (1994). Optimal replacement of mastitis cows determined by a hierarchic Markov process. *J. Dairy Sci.*, 77: 2975–2993.
- Howard R. (1960). *Dynamic Programming and Markov Processes*. The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts.
- Huirne R.B.M., Dijkhuizen A.A., van Beek P., Hendriks Th.H.B. (1993). Stochastic dynamic programming to support sow replacement decisions. *Europ. J. Operat. Res.*, 67: 161–171.
- Huirne R.B.M., Hendriks Th.H.B., Dijkhuizen A.A., Giesen G.W.J. (1988). The economic optimization of sow replacement decisions by stochastic dynamic programming. *J. Agricult. Econ.*, 39: 426–438.
- Jalvingh A.W. (1992). The possible role of existing models in on-farm decision support in dairy cattle and swine production. *Livest. Prod. Sci.*, 31: 351–365.
- Kristensen A.R. (1987). Optimal replacement and ranking of dairy cows determined by a hierarchic Markov process. *Livest. Prod. Sci.*, 16: 131–144.
- Kristensen A.R. (1988). Hierarchic Markov processes and their applications in replacement models. *Europ. J. Operat. Res.*, 35: 207–215.
- Kristensen A.R. (1989). Optimal replacement and ranking of dairy cows under milk quotas. *Acta Agricult. Scand.*, 39: 311–318.
- Kristensen A.R. (1994). A survey of Markov decision programming techniques applied to the animal replacement problem. *Europ. Rev. Agricult. Econ.*, 21: 73–93.
- Kristensen A.R. (1996). Textbook notes of herd management: Dynamic programming and Markov decision processes. Dina Notat, 49.
- Kristensen A.R. (2000). *Software Users' Guide: Multi-level hierarchic Markov processes*. Dina Notat, 84, Second Edition, September 2000.
- Kristensen A.R. (2003 a). A general software system for Markov decision processes in herd management applications. *Comp. Electron. Agricult.*, 38: 199–215.
- Kristensen A.R. (2003 b). Optimal slaughter pig marketing with emphasis on information from on-line live weight assessment. EFITA 2003. Fourth European Conference of the European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and the Environment, 5-9.07.2003 Debrecen, Hungary.
- Kristensen A.R., Jørgensen E. (2000). Multi-level hierarchic Markov processes as a framework for herd management support. *Ann. Operat. Res.*, 94: 69–89.
- Kristensen A.R., Søllested T.A. (2004 a). A sow replacement model using Bayesian updating in a three-level hierarchic Markov process I. Biological model. *Livest. Prod. Sci.*, 87: 13–24.
- Kristensen A.R., Søllested T.A. (2004 b). A sow replacement model using Bayesian updating in a three-level hierarchic Markov process II. Optimization model. *Livest. Prod. Sci.*, 87: 25–36.
- Makulska J., Kristensen A.R. (1999). Economic optimization of bull fattening. In: *Perspectives of Modern Information and Communication Systems in Agriculture, Food Production and Environmental Control*, European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and the Environment, Bonn, Germany, pp. 443–449.
- Morrison D.G., Feazel J.I., Bagley C.P., Blouin D.C. (1992). Postweaning growth and reproduction of beef heifers exposed to calve at 24 or 30 months of age in spring and fall seasons. *J. Anim. Sci.*, 70: 622–630.

- Mourits M.C.M., Galligan D.T., Dijkhuizen A.A., Huirne R.B.M. (2000). Optimization of Dairy Heifer Management Decisions Based on Production Conditions of Pennsylvania. *J. Dairy Sci.*, 83: 1989–1997.
- Mourits M.C.M., Huirne R.B.M., Dijkhuizen A.A., Kristensen A.R., Galligan D.T. (1999). Economic optimization of dairy heifer management decisions. *Agricult. Syst.*, 61: 17–31.
- Nielsen B.K., Kristensen A.R. (2002). A model for simultaneous optimization of feeding level and slaughtering policy of organic steers. In: *First European Workshop on Sequential Decisions under Uncertainty in Agriculture and Natural Resources*. INRA, Toulouse, France.
- Nielsen B.K., Kristensen A.R., Thamsborg S.M. (2004). Optimal decisions in organic steer production – a model including winter feed level, grazing strategy and slaughtering policy. *Livest. Prod. Sci.*, 88: 239–250.
- Nielsen B.K., Kristensen A.R. (2007). Optimal decisions in organic beef production from steers – Effects of criterion of optimality and price changes. *Livest. Sci.*, 110: 25–32.
- Nova V., Jezkova A., Stadnik L. (2002). Wskaźniki ekonomicznej hodowli bydła ras mięsnych. *Biul. Inf. IZ*, 2: 259–269.
- Petterson D.J., Perry R.C., Kiracofe G.H., Bellows R.A., Staigmiller R.B., Corah L.R. (1992). Management considerations in heifer development and puberty. *J. Anim. Sci.*, 70: 4018–4035.
- Pilarczyk R., Wójcik J. (2007). Comparison of calf rearing result and nursing cow performance in various beef breeds managed under the same condition in north-western Poland. *Czech J. Anim. Sci.*, 52: 325–333.
- Pla L.M., Pomar C., Pomar J. (2003). A Markov decision sow model representing the productive lifespan of herd sows. *Agricult. Syst.*, 76: 253–272.
- Przysucha T., Czarniecki vel Sarnacki M., Grodzki H., Zdziarski K. (2002). The influence of factors on body weight and daily gains of Angus calves. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 15: 225–230.
- Toft N., Kristensen A.R., Jørgensen E. (2005). A framework for decision support related to infectious diseases in slaughter pig fattening units. *Agricult. Syst.*, 85: 120–137.
- Trzaskalik T. (2003). Wprowadzenie do badań operacyjnych z komputerem. PWE, Warszawa.
- Verstegen J.A., Sonnemans J., Huirne R.B., Dijkhuizen A.A., Cox J.C. (1998). Quantifying the effects of sow-herd management information systems on farmers' decision making using experimental economics. *American J. Agricult. Econom.*, 80: 821–829.
- Wentcel E. (1966). *Elementy programowania dynamicznego*. PWE, Warszawa.
- Węglarz A. (2008). Pierwsze zacielenie terminem strategicznym. *Top Agrar, Bydło*, 10: 24–29.

Zatwierdzono do druku 23 VI 2009

ANNA STYGAR, JOANNA MAKULSKA

Application of hierarchic Markov processes in determining the optimal strategy of heifer management in beef herd

SUMMARY

The economic efficiency of a beef herd depends to a considerable degree on heifer management decisions. Following a literature review of the application of hierarchic Markov processes in herd management, a description of the general framework of the model for economic optimization of the decisions on heifer rearing and mating is presented. The model has been developed using dynamic programming (DP) method with the multi-level hierarchic Markov processes. In constructing and editing of the model as well as in finding the optimal strategy of heifer management the Multi-Level Hierarchic Markov Processes (MLHMP) software system was applied.

Key words: dynamic programming (DP), hierarchic Markov processes, heifer, beef herd

ANALIZA SKŁADU TKANKOWEGO TUSZ BUHAJKÓW RASY SIMENTALSKIEJ W ZALEŻNOŚCI OD UZYSKANEJ KLASY UMIĘŚNIENIA W SYSTEMIE EUROP

Bogumiła Choroszy, Zenon Choroszy, Piotr Topolski

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

Celem przeprowadzonych badań było określenie, w jakim stopniu klasyfikacja oceny umięśnienia według systemu EUROP powiązana jest z udziałem wartościowych wyrębów i składem tkankowym tuszy buhajków simentalskich pochodzących z populacji o dwukierunkowym użytkowaniu. Materiał badawczy stanowiło 270 buhajków ocenianych w Stacji Oceny Mięśnej Buhajów Simentalskich. Przeprowadzono klasyfikację tusz według oceny umięśnienia zgodnie z klasyfikacją EUROP, a następnie wykonano szczegółową dysekcję pięciu podstawowych wyrębów. Analiza uzyskanych wyników wykazała, że buhajki zaliczone do klasy umięśnienia E uzyskały tusze cięższe o 6 i 8 kg w stosunku do pozostałych klas U i R oraz korzystniejszy indeks uformowania tuszy. Buhajki w klasie E charakteryzowały się również wyższym udziałem mięsa o 6,83 kg i 3,68 kg a niższym udziałem kości. Jakość umięśnienia tuszy była również najlepsza w klasie E, o czym świadczyła powierzchnia przekroju mięśnia musculus longissimus dorsi, która była większa o 4,12 cm² i o 5,50 cm² w porównaniu do tusz zaliczanych do klasy U i R. System klasyfikacji umięśnienia tuszy EUROP w pełni odpowiadał szczegółowej ocenie tuszy pod względem wartościowych wyrębów i składu tkankowego.

W Polsce coraz większym zainteresowaniem konsumentów oraz przemysłu mięsnego cieszy się wołowina kulinarna pozyskiwana od bydła mięsnego. Jednak ze względu na małą populację bydła mięsnego większość mięsa wołowego na rynku pochodzi ze stad mlecznych lub też, jak w przypadku bydła simentalskiego, od bydła w typie mięsno-mlecznym. Wykorzystywane do krzyżowania towarowego rasy mięsne prezentują różne cechy użytkowe, które pozwalają na wybór odpowiedniej rasy która w danych warunkach środowiskowych wykaże się najlepszymi efektami produkcyjnymi (Kamieniecki i in., 2006).

Bydło simentalskie jako rasa ogólnoużytkowa, było i jest doskonałe równocześnie w kierunku poprawy cech mlecznych i mięsnych. Informacje o wartości hodowlanej buhajów w zakresie cech mięsnych wykorzystuje się jako kryteria selekcyjne, zmierzające do uzyskania postępu w zakresie produkcji mięsa.

Po buhajach rasy Limousine, simentale pochodzące z populacji o dwukierunkowej użytkowości są najczęściej wykorzystywane do krzyżowania towarowego. W 2007 roku stanowiły one 37% unasinień (Topolski, 2008). W związku z tym ciągle doskonalenie cech opasowych i mięsnych jest ważnym etapem w programie hodowlanym dla bydła tej rasy. Bydło simentaliskie pochodzące z populacji o dwukierunkowej użytkowości charakteryzuje się dużym tempem wzrostu, dobrą wydajnością rzeźną, dając w końcowym efekcie niezbyt otluszczone tusze (Choroszy i Choroszy, 2003; Gil i in., 2007). Wysokie przyrosty masy ciała i umiarkowane otluszczenie tuszy są cechami sprzężonymi z dobrym wykorzystaniem paszy. Podczas opasu szczególnie ważne jest maksymalne wykorzystanie biologicznego potencjału bydła przy jednoczesnym dobrym wykorzystaniu pasz. Z chwilą zakończenia opasu i dostarczenia surowca do zakładów mięsnych ważnym zagadnieniem jest oszacowanie rzeczywistej wartości zakupionego surowca rzeźnego. O wartości rzeźnej bydła świadczy udział elementów o wyższej wartości handlowej (Śmiecińska i Wajda, 2008). Dlatego ważnym zagadnieniem jest podział surowca na odpowiednie standardy. Pozwala to na oszacowanie wartości zakupionego od producenta żywca, jak również na ukierunkowanie produkcji pod kątem rynku konsumenckiego. O zaliczeniu tuszy do odpowiedniej klasy uformowania EUROP decyduje wygląd ogólny oraz umięśnienie udźca, grzbietu i łopatki. Wymagania klasyfikacji są podane w formie opisowej bez powiązania ze składem tkankowym tuszy (Wichłacz, 1999).

Celem przeprowadzonych badań było określenie, w jakim stopniu klasyfikacja uformowania tuszy według systemu EUROP powiązana jest z udziałem wartościowych części tuszy i składu tkankowego w tuszach buhajków simentaliskich pochodzących z populacji o dwukierunkowej użytkowości.

Material i metody

Badania przeprowadzono na 270 buhajkach rasy simentaliskiej. Zwierzęta pochodziły ze Stacji Oceny Mięsnej Buhajów Simentaliskich. Buhajki opasano paszami standardowymi do masy ciała 550 kg, a następnie poddano ubojowi doświadczalnemu, zgodnie z metodyką Stacji Oceny (Metodyka oceny, 1992).

W zakładach mięsnych oceniono tusze buhajków pod względem uformowania tuszy zgodnie z systemem EUROP. O zakwalifikowaniu tuszy do odpowiedniej klasy umięśnienia decydowały wygląd ogólny, umięśnienie łopatki, grzbietu i udźca. Skład tkankowy tuszy oceniono na podstawie dysekcji 5 podstawowych wyrębów, tj. rozbratła, łopatki, rostbefu, antrykotu i udźca zgodnie z metodyką Stacji Oceny (Metodyka oceny, 1992).

Tusze buhajków doświadczalnych oceniane były również pod względem otluszczenia. Cecha ta jednak nie była przedmiotem analizy, ze względu na brak zmienności pomiędzy poszczególnymi osobnikami. 90% buhajków uzyskało otluszczenie umiarkowane – 2 pkt w skali 5-punktowej.

Zebrane dane liczbowe opracowano statystycznie z wykorzystaniem pakietu SAS.

Wyniki

Oceniane buhajki simentalskie zostały zakwalifikowane do trzech klas E, U i R w systemie oceny umięśnienia tusz EUROP. Do klasy E zaliczono 24,8% buhajków, do klasy U 62,3%, a do klasy R 12,9%. Masa ciała buhajków przed ubojem wynosiła od 497 kg w klasie R do 513 kg w klasie E (tab. 1). Pod względem masy tuszy wystąpiły różnice w poszczególnych klasach umięśnienia – w klasie E tusze były cięższe o 6 kg i o 8 kg w stosunku do masy tuszy zaliczonej do klasy U i R (tab. 2).

Tabela 1. Charakterystyka tuszy
Table 1. Carcass characteristics

Cecha Trait	Klasa umięśnienia Muscling class					
	E		U		R	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Masa ciała przed ubojem (kg) Preslaughter body weight (kg)	506,00	4,15	498,00	6,25	503,00	9,02
Masa tuszy (kg) Weight of carcass (kg)	285,32	14,14	279,15	12,85	267,00	7,07
Indeks zwartości tuszy (kg/cm) Carcass compactness index (kg/cm)	2,15 a	0,13	2,08	0,12	2,00 b	0,06
Indeks wypełnienia udźca Leg tightness index	1,68 a	0,06	1,64	0,07	1,61 b	0,04
Powierzchnia mld (cm ²) Area of mld (cm ²)	101,81	7,60	97,69	7,42	96,31	5,28

Wartości w wierszach oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie ($P \leq 0,05$).
Values in rows with different small letters differ significantly ($P \leq 0,05$).

W ocenie tuszy pod względem składu pięciu podstawowych wyrębów większą masę stwierdzono w klasie E – 66,45 kg, w pozostałych klasach tj. U i R była ona odpowiednio niższa o 3,68 kg i o 6,83 kg w stosunku dla klasy E (tab. 2).

Najlepszym składem 5 podstawowych wyrębów charakteryzowały się tusze buhajków należących do klasy E. Udział mięsa w tuszach tych buhajków wynosił 75,68% i był o 1,86% i 2,57% odpowiednio wyższy w stosunku do klasy U i R (różnice statystycznie potwierdzone). Pod względem udziału tłuszczu nie odnotowano tak istotnych różnic, udział tłuszczu najwyższy był w klasie U – 7,46% natomiast najniższy w klasie E – 7,03% (różnice niepotwierdzone statystycznie) (tab. 2). Większe zróżnicowanie pomiędzy grupami odnotowano pod względem udziału kości.

Tusze w klasach U i R charakteryzowały się wyższym udziałem kości niż tusze buhajków zaliczane do klasy E – różnica dochodziła do 2,44% w stosunku do klasy R (wyniki potwierdzone statystycznie). Różnice między klasami wynosiły od 0,30 kg do 1,03 kg na korzyść klasy E.

Tabela 2. Charakterystyka 5 podstawowych wyrębów
Table 2. Characteristics of 5 prime cuts

Cecha Traits	Klasa umięśnienia Muscling class					
	E		U		R	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Masa 5 podstawowych wyrębów (kg) Weight of 5 prime cuts (kg)	87,80 a	14,14	85,03	12,85	81,56	7,07
Masa w 5 podstawowych wyrębach (kg): In 5 prime cuts (kg):						
mięso meat	66,45 a	3,10	62,77	2,50	59,62 b	3,90
tłuszcz fat	6,20	1,08	6,35	0,93	5,87	0,44
kości bones	15,24 a	2,70	15,96	3,01	16,07 a	1,80
Udział w 5 podstawowych wyrębach (%): Proportion in 5 prime cuts (%):						
mięso meat	75,68 a		73,82 b		73,11 b	5,41
tłuszcz fat	7,03		7,46		7,19	2,25
kości bones	17,26 a		18,72		19,70 b	4,02

Wartości w wierszach oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie ($P \leq 0,05$).

Values in rows with different small letters differ significantly ($P \leq 0,05$).

W tabeli 3 przedstawiono wyniki dotyczące składu morfologicznego udźca jako najbardziej reprezentatywnego wyrębu pod względem umięśnienia, w zależności od uzyskanej klasy umięśnienia tuszy. W analizie poubojowej potwierdzono, że tusze buhajków zaliczonych do klasy E uzyskały w udźcu wyższą masę mięsa o 1,48–2,15 kg w stosunku do pozostałych tusz zaliczonych do klasy U i R, u których wystąpiła w zamian wyższa masa kości i tłuszczu. Udział tłuszczu w udźcu nie pokrywał się z udziałem tłuszczu w tuszy w zależności od uzyskanej klasy rzeźnej. Najniższy udział tłuszczu stwierdzono w klasie E – 5,11%, a najwyższy w klasie R – 7,18% (różnice statystycznie potwierdzone pomiędzy tymi klasami). Najkorzystniejszym udziałem kości w udźcu charakteryzowały się buhajki zaliczone do klasy E – 13,29%, nieznacznie wyższym buhajki w klasie U – 13,53% (różnice potwierdzone statystycznie dla obu grup w stosunku do klasy R).

Cechą charakteryzującą umięśnienie i grubość mięśni jest powierzchnia *musculus longissimus dorsi*. Wyniki dysekcji potwierdziły, że największą powierzchnię mld 101,81 cm² uzyskały buhajki zaliczone do klasy E, buhajki w klasie U miały o 4,12 cm² mniejszą powierzchnię, a w klasie R mniejszą o 5,50 cm².

Tabela 3. Charakterystyka udźca
Table 3. Characteristics of leg

Cecha Traits	Klasa umięśnienia Muscling class					
	E		U		R	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Masa udźca (kg) Weight of leg	41,56	1,05	40,66	1,96	40,54	1,84
Udziec: Leg:						
mięso (kg) meat (kg)	33,92	0,86	32,44	1,74	31,77	2,10
tłuszcz (kg) fat (kg)	2,12	0,32	2,72	0,70	2,91	0,90
kości (kg) bones (kg)	5,52	1,17	5,50	1,10	5,86	1,20
Udział w udźcu (%) Proportion in leg (%)						
mięso meat	81,60 AB		79,78 B		78,36 B	2,36
tłuszczu fat	5,11 a		6,69		7,18 b	1,07
kości bones	13,29 a		13,53 a		14,46 b	3,26

Wartości w wierszach oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie ($P \leq 0,05$), a dużymi literami różnią się statystycznie wysoko istotnie ($P \leq 0,01$).

Values in rows with different small letters differ significantly ($P \leq 0,05$), those with capital letters differ highly significantly ($P \leq 0,01$).

Omówienie wyników

Zdaniem Litwińczuka i in. (2003), o wartości tuszy decydują trzy podstawowe czynniki, tj. masa tuszy, udział mięsa i jakość mięsa. W populacji austriackich i niemieckich simentali 85–90% tusz buhajków zakwalifikowanych jest do klasy E i U o wydajności rzeźnej 57% do 60% (Pichler, 2006).

Pod względem składu 5 podstawowych wyrębów u buhajków simentalskich najwyższym udziałem mięsa, a najniższym tłuszczu i kości, charakteryzowały się buhajki zaliczone w ocenie poubojowej do klasy E, wysokiej klasy umięśnienia według systemu EUROP. Zbliżone wyniki na bydle ras mięsnych – mieszańcach uzyskali Podolak i in. (1997), gdzie mieszańce zaliczone do wyższych klas uformowania tuszy wykazały wyższą wydajność rzeźną, a także wyższą zawartość mięsa w tuszy, wyższa różnica dotyczyła zwłaszcza nie sąsiednich klas, a co drugiej klasy i wynosiła 2,6% pomiędzy klasą E a R. W badaniach Dymnickiego i in. (2000) buhajki ras mięsnych zaliczane głównie do klasy U charakteryzowały się wyższą masą tuszy o 20,7 kg oraz wyższą masą mięsa o 5,0 kg w stosunku do buhajków mięsnych zaliczonych do klasy R. Również w niniejszych badaniach buhajki rasy simentalskiej pod względem otluszczenia zostały wyłącznie zaliczone do drugiej klasy otluszczenia

(100% badanych sztuk). Analizując w przeprowadzonych badaniach ocenę otluszczenia tusz buhajki simentalские, podobnie jak u Dymnickiego i in. (2000), buhajki nie wykazały różnicowania. Wszystkie buhajki uzyskały drugą klasę otluszczenia, czyli tusze były pokryte niezbyt równomiernie cienką warstwą tłuszczu. Badania Podolaka i in. (1997) potwierdziły również małe różnicowanie otluszczenia pomiędzy tuszami zaliczonymi do różnych klas umięśnienia.

Badania przeprowadzone przez Wajdę (Śmiecińska i Wajda, 2008) na jałówkach phf potwierdziły, że najwyższą masę miały jałówki zakwalifikowane do klasy U, a najniższą do R (różnica 3,5 kg). O wartości rzeźnej tuszy świadczy udział elementów o wyższej wartości handlowej. Udział elementów zasadniczych u krów rasy phf najkorzystniejszy był w wyższych klasach rzeźnych R i O, w klasie R stwierdzono wyższe udziały antrykotu i rostbefu, natomiast w klasie O wyższy udział udźca niż w klasie R i O.

W badaniach własnych w tuszach buhajków simentalских potwierdzono większą masę pięciu podstawowych wyrębów w wyższych klasach uformowania tuszy pod względem umięśnienia, tusze charakteryzowały się również korzystniejszym składem. Badania Wajdy (Śmiecińska i Wajda, 2008) prowadzone na buhajkach potwierdzają wyższą wartość handlową buhajków w klasie U w porównaniu do klasy R i O.

Mięso udźca zaliczane jest do mięsa kulinarnego o wysokiej cenie sprzedaży. W badaniach Chmielnika i Sawy (2000) u buhajków mieszańców $cb \times \text{lim}$ udział mięsa w udźcu wynosił 36,91 kg. W badaniach w buhajkach simentalских potwierdzono, że skład tuszy buhajków zaliczonych do wyższych klas rzeźnych spełnia kryteria dobrego bydła rzeźnego. W badaniach Podolaka i in. (1997) potwierdzono, że o istotności różnic decydował głównie skład morfologiczny półtuszy i udźca oraz powierzchnia przekroju mięśnia najdłuższego grzbietu.

Według Wichłacza (1999), wielkość powierzchni mięśnia najdłuższego grzbie tu uważana jest za jeden z ważnych wskaźników umięśnienia tusz. Uzyskane przez autora wskaźniki korelacji prostej wskazują na ujemną zależność tej cechy z procentowym udziałem kości ($-0,74 \text{ xx}$), a dodatnią ze wskaźnikiem mięso: kości ($0,78 \text{ xx}$). Indeks zwartości tuszy w badaniach własnych mówiący o uformowaniu tuszy (kg/cm) był najkorzystniejszy w klasie E i wynosił 2,15 kg/cm , natomiast w klasie R 2,00 kg/cm . Według Wichłacza (1999), wskaźniki uformowania tuszy korelują wyżej ($0,56$) ze wskaźnikami umięśnienia (masa mięsa: masy kości) niż same pomiary liniowe. Udział mięsa, tłuszczu i kości oraz ich wzajemne relacje decydują o rzeczywistej wartości rzeźnej półtuszy wołowych.

W podsumowaniu można stwierdzić, że opasowe buhajki simentalские zaliczone do klasy E w systemie klasyfikacji umięśnienia EUROP charakteryzowały się wyższym udziałem mięsa, a niższym udziałem kości (różnice statystycznie potwierdzone). Mięśnie były lepiej wysklepione, o większej powierzchni przekroju. Tusze ich były bardziej zwarte, o korzystniejszych wskaźnikach uformowania tuszy. Tusze buhajków zaliczone do klasy U i R uzyskały mniej korzystny skład tkankowy, a mięśnie charakteryzowały się mniejszym przekrojem, były znacznie mniej wysklepione. Klasyfikacja umięśnienia tuszy według systemu EUROP przeprowadzana metodą opisową subiektywną odpowiadała szczegółowej ocenie tuszy pod względem udziału wartościowych wyrębów i składu tkankowego.

Piśmiennictwo

- Chmielnik H., Sawa A. (2000). Dodatkowa produkcja wołowiny w stadach krów mlecznych. *Annals of Warsaw Agricult. Univ. – SGGW. Anim. Sci. Suppl.*, 35: 97–106.
- Choroszy Z., Choroszy B. (2003). Wartość opasowa i rzeźna oraz jakość mięsa buhajków simentalskich w typie kombinowanym i mięsnym o różnych standardach wagowych. *Rocz. Nauk. Zoot. Supl.*, 17: 333–336.
- Dymnicki E., Reklewski Z., Oprządek J., Słoniewski K., Oprządek A., Sakowski T., Krzyżewski J. (2000). Jakość tusz buhajków ras mięsnych. *Zesz. Nauk. AR Wrocław. Konferencje XXIV nr 375*, ss. 113–119.
- Gil Z., Adamczyk K., Gołonka M., Zapletal P., Choroszy Z. (2007). Przewidywanie wydajności rzeźnej skupowanego bydła na podstawie wybranych cech oceny przyżyciowej. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 34, 1: 13–19.
- Kamieniecki H., Wójcik J., Pilarczyk R., Lachowicz K. (2006). Porównanie wyników dyssekcji buhajków mieszańców pochodzących z opasu intensywnego. *Rocz. Nauk. PTZ*, 2, 1: 121–125.
- Litwińczuk A., Florek M., Skołecki P. (2003). Systemy klasyfikacji i oceny tusz wołowych. *Prz. Hod.*, 11: 10–14.
- Pichler R. (2006). Breeding aim Fleckvieh (Simmental) in Germany and Austria. *European Simmental Federation*, p. 4.
- Podolak G., Litwińczuk Z., Jankowski P. (1997). Wykorzystanie metody EUROP w ocenie wartości rzeźnej bydła. *Zesz. Nauk. PTZ*, ss. 379–388.
- Śmiecińska K., Wajda S. (2008). Jakość mięsa zaliczonych w klasyfikacji poubojowej EUROP do różnych klas. *Żywność. Nauka. Technologia*, 3(58): 57–66.
- Topolski P. (2008). Inseminacja bydła w roku 2007. *IZ PIB*, 36 ss.
- Wichłacz H. (1999). Badanie nad przydatnością metod tradycyjnych i elektronicznych do szacowania składników tkankowych półtuszy bydła rzeźnego. *Rozpr. Hab., Rocz. Nauk. Zoot.*, 1Z, 74 ss.

Zatwierdzono do druku 23 VI 2009

BOGUMIŁA CHOROSZY, ZENON CHOROSZY, PIOTR TOPOLSKI

Analysis of the tissue composition of Simmental bull carcasses according to EUROP muscling grade

SUMMARY

The aim of the present study was to determine the degree to which the classification of muscling using the EUROP system is related to the proportion of valuable cuts and carcass tissue composition of Simmental bulls derived from a dual-purpose population.

Subjects were 270 bulls evaluated at the Simmental Meat Testing Station.

The carcasses were classified according to EUROP muscling grades and detailed dissection of the five primal cuts was performed.

Analysis of the results obtained showed that the carcasses of bulls graded E for muscling were 6 and 8 kg heavier than those graded U and R and showed a more favourable carcass form index. Bulls representing grade E were characterized by a higher proportion of meat (by 6.83 kg and 3.68 kg) and lower proportion of bones. Carcass muscling quality was also the best in grade E, as evidenced by the cross-section area of the *longissimus dorsi* muscle, which was 4.12 cm² and 5.50 cm² greater than in carcasses graded as U and R.

The EUROP carcass grading system fully corresponds with the detailed carcass evaluation for valuable cuts and tissue composition.

Key words: EUROP system, carcass quality, Simmental, bulls

WPLYW FAZY LAKTACJI NA SKŁAD CHEMICZNY I PARAMETRY FIZYKOCHEMICZNE MLEKA POLSKIEJ OWCY GÓRSKIEJ UTRZYMYWANEJ W WARUNKACH CHOWU EKOLOGICZNEGO

Magdalena Konieczny

Instytut Rolnictwa Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Jana Grodka w Sanoku,
ul. Mickiewicza 21, 38-500 Sanok

Skład chemiczny mleka owczego zależy od wielu czynników, w tym od fazy laktacji. Celem pracy była analiza składu chemicznego mleka uzyskiwanego od polskich owiec górskich, w sześciu różnych okresach laktacji. Próby mleka pobierano co 30 dni, od 30 losowo wybranych matek, w okresie od początku maja do końca września. Zwierzęta utrzymywane były w warunkach chowu ekologicznego i podczas całego okresu laktacji przebywały na pastwisku, a pożywienie stanowiła wyłącznie zielonka pastwiskowa. W próbach mleka za pomocą aparatu Ekomilk analizowano zawartość: białka w % (z dokładnością $\pm 0,2\%$), tłuszczu w % (z dokładnością $\pm 0,1\%$), laktozy w % (dokładnością $\pm 0,2\%$), suchej masy beztłuszczowej w % (z dokładnością $\pm 0,2\%$), ciężaru właściwego w g/cm^3 (z dokładnością $\pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$) oraz temperatury zamarzania w $^{\circ}\text{C}$ (z dokładnością $0,1^{\circ}\text{C}$). Zebrane dane zostały poddane analizie statystycznej przy użyciu pakietu statystycznego Statistica ver. 6. Istotność różnic szacowano wykorzystując test Duncana, przy poziomie $P \leq 0,01$ oraz $P \leq 0,05$. Mleko owcze zawierało średnio: 9% tłuszczu, 4,14% białka, 6,19% laktozy, 11,18% suchej masy beztłuszczowej. Średnia wartość ciężaru właściwego wynosiła $1,034 \text{ g/cm}^3$, a temperatury zamarzania $-0,58^{\circ}\text{C}$. Zawartość tłuszczu znacząco wzrastała w czasie laktacji, osiągając największą wartość na koniec września – 10,81%. Ilość białka, laktozy, suchej masy oraz ciężaru właściwego utrzymywała się na stałym poziomie podczas pierwszych udojów kontrolnych. Wzrost tych parametrów obserwowano w późniejszych okresach laktacji, czyli we wrześniu i sierpniu. Parametrem niezmieniającym się podczas trwania doświadczenia była temperatura zamarzania mleka.

Jakość oraz skład chemiczny mleka różnych gatunków i ras zwierząt zależy od wielu czynników. Skład chemiczny oraz cechy fizyczne mleka owczego charakteryzuje duża zmienność, która warunkowana jest czynnikami genetycznymi (rasa, cechy osobnicze), środowiskowymi (żywienie, warunki klimatyczne, pora roku) oraz fizjologicznymi (wiek, faza laktacji, odstępy między dojami, stan zdrowotny). Nie bez znaczenia są technologia utrzymywania zwierząt czy metody ich dojenia (Bencini i Paulina, 1997).

W obecnych czasach zauważa się tendencję intensyfikacji metod produkcji roślinnej i zwierzęcej, które wpływają ujemnie na jakość pojawiających się na rynku produktów. Wraz ze wzrostem zamożności społeczeństwa cena produktu nie jest głównym czynnikiem decydującym o jego zakupie. Dzisiejszy konsument staje się coraz bardziej świadomy i niejednokrotnie wstrzymuje się od kupowania produktów zwierzęcych wytwarzanych „przemysłowo” (Drożdż, 2001). Głównym celem gospodarstw ekologicznych, nienastawionych na intensywną produkcję jest, oprócz gospodarowania w równowadze z zasobami natury i zmniejszenia ujemnego wpływu rolnictwa na środowisko, także wytwarzanie bezpiecznej i wysokiej jakości żywności (mleka, serów, mięsa) przy jednoczesnym zapewnieniu dobrostanu zwierząt (Drożdż, 2004).

W Polsce na Podhalu i w Bieszczadach w większości gospodarstw z mleka owczego wytwarza się sery, których jakość zależy przede wszystkim od jakości i składu surowca. Dotychczasowe badania nad zawartością poszczególnych składników mleka wykazały, że mleko owcze charakteryzuje się większą zawartością suchej masy w porównaniu z mlekiem krowim i kozim. Znaczna ilość suchej masy decyduje o jego przydatności do przerobu, zwłaszcza przy produkcji serów i jogurtów. W szczególności w mleku owczym zauważa się wysoką zawartość białka, tłuszczu, mikro- i makroelementów, a także witamin (Bonczar i Paciorek, 1999; Sahan i in., 2005). Celem niniejszej pracy była analiza składu chemicznego mleka owczego w różnych okresach laktacji. Mleko uzyskiwano od polskich owiec górskich, utrzymywanych w warunkach chowu ekologicznego.

Material i metody

Badania przeprowadzono w prywatnym ekologicznym gospodarstwie w Bieszczadach. Indywidualne próby mleka pobierano od polskiej owcy górskiej. Badaniami objęto 30 losowo wybranych matek, których średnia wieku wynosiła 4–5 lat. Wykoty u tych zwierząt odbyły się na przełomie stycznia i lutego. Podczas doświadczenia zwierzęta utrzymywane były wyłącznie w systemie pastwiskowym i jedyną paszą zwierząt była zielonka pastwiskowa. Analizy chemiczne przeprowadzane były co 30 dni, od pierwszego maja do końca września. Zwierzęta były dojone ręcznie, dwa razy dziennie, a próbki do badań pobierano podczas doju rannego. Prób mleka nie konserwowano, lecz w stanie schłodzenia przewożono w termotorbach i poddawano analizie. Zakres badań obejmował analizę zawartości: białka w % (z dokładnością $\pm 0,2\%$), tłuszczu w % (z dokładnością $\pm 0,1\%$), laktozy w % (dokładnością $\pm 0,2\%$), suchej masy beztłuszczowej w % (z dokładnością $\pm 0,2\%$), ciężaru właściwego w g/cm^3 (z dokładnością $\pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$), temperatury zamarzania w $^{\circ}\text{C}$ (z dokładnością $0,1^{\circ}\text{C}$). Łącznie przebadano 180 prób mleka. Oznaczenia chemiczne przeprowadzono za pomocą aparatu Ekomilk w Okręgowej Spółdzielni Mleczarskiej w Sanoku. Zebrane dane zostały poddane analizie statystycznej przy użyciu pakietu statystycznego Statistica ver. 6. Istotność różnic szacowano, wykorzystując test Duncana, przy poziomie $P \leq 0,01$ oraz $P \leq 0,05$.

Wyniki

Zmiany składu mleka podczas trwania laktacji przedstawiono w tabeli 1 oraz na wykresie 1. Większość badanych parametrów wykazywała zmienność w czasie trwania laktacji. W analizowanym mleku zawartość tłuszczu wzrastała podczas trwania doświadczenia. Wartość tego parametru zmniejszyła się tylko w przypadku drugiego doju kontrolnego (7,21%). Znacznie większy procent tłuszczu wykazano w mleku pobranym pod koniec lipca. Natomiast spośród sześciu różnych okresów laktacji największą zawartość tłuszczu zanotowano w mleku podczas ostatniego doju kontrolnego (koniec września), gdzie jego wartość wzrosła do 10,81% (tab. 1). Wykazane różnice potwierdzono statystycznie ($P \leq 0,01$).

Tabela 1. Skład chemiczny oraz parametry fizykochemiczne mleka polskiej owcy górskiej w sześciu różnych okresach laktacji
Table 1. Chemical composition and physicochemical parameters of milk from Polish Mountain Sheep at six different stages of lactation

Składniki Components	Faza laktacji Stage of lactation						\bar{x} Mean
	1.05	30.05	29.06	29.07	28.08	27.09	
Tłuszcz (%) Fat (%)	8,19 C	7,21 D	8,36 C	9,68 B	9,76 B	10,81 A	9,00
Białko (%) Protein (%)	4,01 CDde	3,95 De	4,06 CDcd	4,11 Cc	4,27 Bb	4,44 Aa	4,14
Laktoza (%) Lactose (%)	6,07 Ccb	6,02 Cc	6,15 Ccb	6,19 Bb	6,31 Aba	6,41 Aa	6,19
Ciężar właściwy (g/cm ³) Specific gravity (g/cm ³)	1,033 Bd	1,035 Abc	1,035 Abc	1,034 Bcd	1,036 Aab	1,036 Aa	1,034
Sucha masa beztłuszczowa (%) Solids-not-fat (%)	10,93 BCcd	10,80 Cd	11,05 BCc	11,15 Bc	11,46 Ab	11,71 Aa	11,18
Temperatura zamarzania (°C) Freezing point (°C)	-0,58 Cdc	-0,59 BCd	-0,58 BCdc	-0,56 Aa	-0,58 BCbc	-0,57 Abab	-0,58

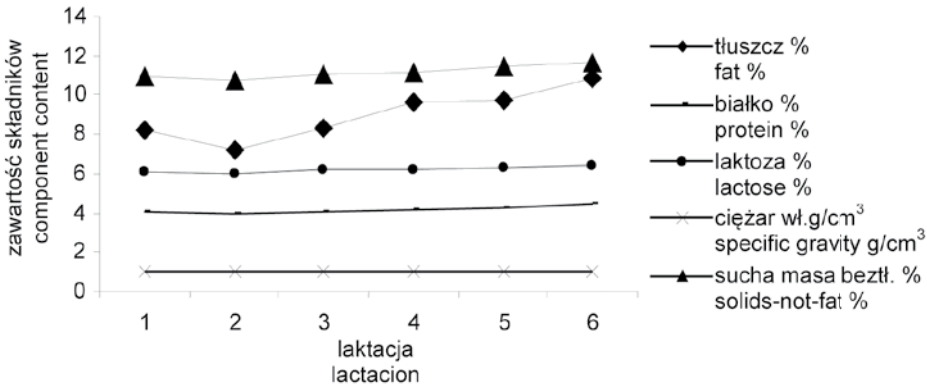
A, B, C – różnice istotne przy $P \leq 0,01$.

a, b, c – różnice istotne przy $P \leq 0,05$.

A, B, C – significant differences at $P \leq 0,01$.

a, b, c – significant differences at $P \leq 0,05$.

Poziom białka w mleku utrzymywał się na stałym poziomie (około 4%) przez maj, czerwiec i lipiec (podczas czterech pierwszych dojów kontrolnych nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic), natomiast w sierpniu i we wrześniu jego ilość znacznie wzrosła, osiągając najwyższą wartość 4,44% w ostatnim kontrolnym doju.



Wykres 1. Podstawowe składniki chemiczne mleka polskiej owcy górskiej w różnych okresach laktacji
 Figure 1. Basic chemical components of milk from Polish Mountain Sheep at different stages of lactation

Podobnie jak w przypadku białka zawartość laktozy była najwyższa w mleku z doju wrześniowego (6,41%), natomiast w maju i czerwcu różnice w zawartości laktozy nie zostały potwierdzone statystycznie.

Zawartość suchej masy beztłuszczowej podczas czterech pierwszych udojów nie różniła się znacząco, a najwyższe wartości tego parametru zaobserwowano podczas dwóch ostatnich analiz, gdzie wartość tego parametru kształtowała się na poziomie 11,71%. Podobną zależność wykazano w przypadku ciężaru właściwego. Najwyższe wartości tych dwóch parametrów odnotowano podczas dwóch ostatnich dojów kontrolnych. Jedynym parametrem niezmiennym się podczas trwania laktacji była temperatura zamrażania mleka, a jej średnia wartość wynosiła $-0,58^{\circ}\text{C}$.

Omówienie wyników

Skład chemiczny oraz parametry fizykochemiczne mleka owiec decydują o jego przydatności technologicznej i możliwości przerobu mleka na sery. Z przeprowadzonych badań wynika, że większość badanych parametrów zmienia się podczas trwania laktacji.

W badaniach przeprowadzonych przez Sahan i in. (2005) zawartość tłuszczu wzrosła podczas laktacji, osiągając najwyższą wartość 8,35%, lecz między 7. a 9. tygodniem laktacji zaobserwowano spadek poziomu tłuszczu w mleku. Podobnie, w badaniach własnych wykazano spadek zawartości tłuszczu podczas drugiego doju kontrolnego (7,21%) oraz wzrost wartości tego parametru w pozostałych miesiącach. Najwyższą zawartość tłuszczu – 10,81% – odnotowano we wrześniu. Jak podają Pavic i in. (2002), poziom tłuszczu w mleku charakteryzuje duża zmienność, jednak w przypadku jego badań najwyższa wartość tłuszczu wynosiła zaledwie 8,75%, w końcowym okresie laktacji. W badaniach przeprowadzonych przez Molik i in. (2008) stwierdzono również wzrost zawartości tłuszczu w mleku polskiej owcy gór-

skiej podczas laktacji, lecz przedstawione wartości były nieco niższe w porównaniu z badaniami własnymi. Ponadto wykazano, że skład chemiczny mleka zależy w dużym stopniu od rasy owiec (Molik i in., 2008).

Wiele badań sugeruje, że ilość białka w mleku owczym zależy również od fazy laktacji. Fakt ten jest bardzo istotny, ze względu na ilość kazeiny, która w dużym stopniu decyduje o możliwościach dalszego przerobu mleka. W badaniach własnych wykazano, że poziom białka nie zmieniał się znacząco podczas czterech pierwszych dojów kontrolnych, a różnice istotne statycznie (przy $P \leq 0,01$) zanotowano podczas dwóch ostatnich dojów kontrolnych, gdzie jego ilość wzrosła do wartości 4,44%. Wartości uzyskanych wyników są nieco niższe (4,44%), w porównaniu z analizami przeprowadzanymi przez Sahan i in. (2005) oraz Pavic i in. (2002), u których poziom białka w końcowym okresie laktacji oscylował w granicach 6%. Wyższe wartości białka w mleku owczym (5,61%) w końcowym etapie laktacji wykazano również w badaniach Lujerdean i in. (2008). Powyższe różnice mogły być spowodowane różnicami rasowymi.

Laktoza jest najważniejszym węglowodanem mleka, wpływa na jego wartość kaloryczną i słodkawy smak. W przeprowadzonych badaniach własnych najwyższy poziom laktozy stwierdzono we wrześniu (6,41%). Uzyskane wartości były jednak nieco wyższe niż podawane w literaturze (Patkowska-Sokoła i in., 2005; Bonczar i Paciorek, 1999; Sahan i in., 2005; Pavic i in., 2002; Goździewicz i in., 1988). W badaniach przeprowadzonych przez Pavic i in. (2002), procentowa zawartość laktozy była najwyższa na początku laktacji (4,97%), natomiast najniższa w końcowym etapie jej trwania (4,09%).

Analizując zawartość suchej masy beztłuszczowej oraz ciężar właściwy mleka polskiej owcy górskiej, można stwierdzić, że wartość tych parametrów nie różniła się znacząco podczas czterech pierwszych udojów, a różnice statystycznie istotne zanotowano podczas doju sierpniowego (przy poziomie $P \leq 0,01$ oraz $P \leq 0,05$). Lepszą jakością technologiczną charakteryzowało się mleko z końcowego etapu laktacji, kiedy sucha masa beztłuszczowa osiągnęła wartość 11,71%, a ciężar właściwy 1,036 g/cm³. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w wynikach badań uzyskanych przez wielu autorów (Pavic i in., 2002; Molik i in., 2008; Lujerdean i in., 2008).

Podsumowując wyniki badań mleka uzyskanego od polskiej owcy górskiej można stwierdzić, iż większość badanych parametrów zmieniała swoje wartości podczas trwania laktacji. Nie bez znaczenia jest więc wzrost zawartości tłuszczu, białka i suchej masy beztłuszczowej, ponieważ są to parametry wpływające na przydatność technologiczną tego surowca do przerobu na różnego rodzaju sery.

Piśmiennictwo

- Bencini R., Paulina G. (1997). The quality of sheep milk: a review. *Aust J. Exp. Agric.*, 37: 485–504.
- Bonczar G., Paciorek A. (1999). Właściwości mleka owczego (praca przeglądowa). *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 360: 37–48.
- Drożdż A. (2001). O potrzebie wprowadzenia zasad zrównoważonej produkcji zwierzęcej w górach. *Rocz. Nauk. Zoot. Supl.*, 11: 55–63.

- Drożdż A. (2004). Chów owiec metodami ekologicznymi, Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego – Regionalne Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich w Radomiu, ss. 1–36.
- Goździewicz A., Ciuruś J., Brzóška B. (1988). Wydajność i skład chemiczny mleka polskiej owcy górskiej i jej krzyżówek z owcą fryzyjską. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 15: 35–45.
- Haenlein G.F.H. (1996). Nutritional value of dairy products of ewes and goat milk. *Sheep Dairy News*, 13: 1–16.
- Lujerdean A., Mireşan V., Răducu C., Ladoşi D. (2008). Seasonal variation of Tutrcana sheep milk chemical composition. *Zoot. Şi Bio.*, 41: 758–761.
- Molik E., Murawski M., Bonczar G., Wierzchoś E. (2008). Effect of genotype on yield and chemical composition of sheep milk. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 3: 211–218.
- Patkowska-Sokoła B., Ramadan S., Bodkowski R. (2005). Skład chemiczny mleka polskiej owcy górskiej i owcy fryzyjskiej z okresu żywienia pastwiskowego. *Rocz. Nauk. Zoot. Supl.*, 21: 73–75.
- Pavić V., Natunac N., Mioč B., Ivanković A., Havranek J.L. (2002). Influence of stage of lactation on the chemical composition and physical properties of sheep milk. *Czech J. Anim. Sci.*, 47: 80–84.
- Sahan N., Say D., Kacar A. (2005). Changes in chemical and mineral contents of Awassi ewes' milk during lactation. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 29: 289–593.

Zatwierdzono do druku 23 VI 2009

MAGDALENA KONIECZNY

Effect of stage of lactation on chemical composition and physicochemical parameters of milk from Polish Mountain Sheep in an organic production system

SUMMARY

The chemical composition of sheep milk depends on many factors, including the stage of lactation. The aim of this paper was to analyse the chemical components of milk from Polish Mountain Sheep at six different stages of lactation. Milk samples were collected at 30-day intervals from 30 randomly chosen ewes, between early May and late September. Animals were raised in an organic production system. They remained on pasture throughout lactation with pasture forage being their only food. Milk samples were analysed using Ekomilk instrument for the percentage of protein (accurate to $\pm 0.2\%$), fat (accurate to $\pm 0.1\%$), lactose (accurate to $\pm 0.2\%$) and solids-not-fat (accurate to $\pm 0.2\%$), as well as for specific gravity (g/cm^3 ; accurate to $\pm 0.0005 \text{ g/cm}^3$) and freezing point ($^{\circ}\text{C}$; accurate to 0.1°C). The data were analysed statistically using Statistica ver. 6. Significant differences were estimated using Duncan's test at $P \leq 0.01$ and $P \leq 0.05$ levels of significance.

Sheep's milk contained an average of 9% fat, 4.14% protein, 6.19% lactose and 11.18% solids-not-fat. Mean specific gravity was 1.034 g/cm^3 and freezing point -0.58°C . Fat content increased markedly during lactation, peaking at the end of September (10.81%). The amounts of protein, lactose and solids-not-fat as well as specific gravity remained constant during the first test milkings. These parameters were observed to increase at later stages of lactation, i.e. in August and September. One parameter that remained unchanged throughout the study was the freezing point of milk.

Key words: sheep milk, organic production system, stage of lactation, chemical composition, physical properties

KSZTAŁTOWANIE SIĘ PARAMETRÓW PRODUKCYJNYCH I GENETYCZNYCH W TRZECH RODACH KUR NIEŚNYCH W CIĄGU 8 POKOLEŃ

Jolanta Calik

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

Celem badań była analiza kształtowania się w latach 2000–2007 parametrów genetycznych i produkcyjnych trzech rodów kur nieśnych: K-44, K-66 i P-11, doskonalonych tą samą metodą w ujednoczonych warunkach środowiskowych. W wyniku realizacji programu genetycznego doskonalenia w oparciu o system elektronicznego przetwarzania danych NOVASEL w rodach: K-44, K-66 zwiększono nieśność i przyspieszono wiek zniesienia pierwszego jaja, przy obniżeniu masy ciała kury. W odniesieniu do rodu P-11 większy nacisk selekcyjny należy położyć na zwiększenie nieśności i obniżenie masy ciała, przy zachowaniu średniej masy jaja wynoszącej około 60 g.

Dzięki stosowanym w minionych dziesięcioleciach klasycznym metodom genetyki, opartych na znajomości dziedziczenia cech ilościowych i jakościowych oraz wykorzystywaniu efektów heterozji, osiągnięto znaczny postęp hodowlany w nieśności kur i wykorzystaniu paszy oraz znacznie poprawiono jakość pozyskiwanych produktów (Albers i Van Sambeek, 2002). Sukcesy te są wynikiem osiągnięć nie tylko z zakresu genetyki populacji, ale także szeroko pojętych nauk zootechnicznych i weterynaryjnych, zwłaszcza dotyczących poprawy warunków utrzymania ptaków, żywienia i profilaktyki (Wężyk i Cywa-Benko, 2001). Zrealizowanie istotnego postępu hodowlanego było również możliwe dzięki dużej płodności drobiu, krótkiemu odstępowi między (nienakładającymi się) pokoleniami, zaawansowaniu techniki inkubacji jaj i wylęgu piskląt, wysokiemu wskaźnikowi zapłodnienia, odpowiedniemu przechowywaniu jaj wylęgowych, możliwości identyfikacji płci piskląt po ich wylęgu oraz dużym zdolnościom przystosowawczym drobiu do zmian w żywieniu i warunków utrzymania (Szwaczkowski i in., 2000).

Najsukuteczniejszym sposobem uzyskania postępu hodowlanego jest selekcja rozumiana jako wybór na rodziców następnego pokolenia osobników o najwyższej wartości hodowlanej. O rodzaju stosowanej selekcji decydują liczebność populacji,

wartość współczynnika odziedziczalności danej cechy oraz wartość współczynników korelacji genetycznych między doskonałymi cechami. Zasadniczym skutkiem selekcji są zmiany frekwencji występowania genów i gamet. Wszystkie inne efekty selekcji, a mianowicie różnice w średnich wartościach cech i wielkościach wariancji oraz kowariancji, są tylko ich konsekwencją. Zmiany frekwencji genów są trwałe i utrzymują się przez kilka pokoleń po zaprzestaniu selekcji, aż do momentu, kiedy jej brak zacznie oddziaływać w innym kierunku (Wężyk i Jankowski, 2003).

Aktualnie w Polsce, jak i w większości krajów europejskich, selekcja kur w stadach zarodowych opiera się na indeksie selekcyjnym zaproponowanym przez Hazela (1943), z pewnymi jego modyfikacjami, takimi jak system SELEKT (Wężyk, 1978) i system NOVASEL (Bednarczyk i in., 2000). Praca hodowlana prowadzona jest w miarę stabilnych warunkach środowiskowych w populacji o strukturze hierarchicznej, o stosunkowo dużej liczebności podklas – grup pełnego rodzeństwa. Zgromadzone bogate piśmiennictwo dotyczące oceny reakcji populacji na zastosowaną metodę selekcji. Prowadzone analizy obejmują jednak najczęściej względnie krótki, bo kilkupokoleniowy okres. Mniej badań przeprowadzono odnośnie kształtowania się wartości cech produkcyjnych i ich parametrów genetycznych, w selekcjonowanych taką samą metodą kilku rodów ptaków, utrzymywanych w takich samych lub zbliżonych warunkach środowiskowych na jednej fermie przez wiele pokoleń.

Celem badań była analiza kształtowania się w latach 2000–2007 produktywności i parametrów genetycznych trzech rodów kur nieśnych: K-44, K-66 i P-11, doskonałonych tą samą metodą w ujednoczonych warunkach środowiskowych.

Material i metody

Materiał badawczy stanowiły zarodowe rody kur nieśnych: Rhode Island Red (K-44, K-66), Barred Rock (P-11), poddane w latach 2000–2007 genetycznemu doskonaleniu w Zarodowej Fermie Kur Nieśnych, w Dusznikach, należącej do Zakładu Doświadczalnego Instytutu Zootechniki PIB Zakrzewo sp. z o.o. W 18. tygodniu życia ptaki przeniesiono z wychowalni do kurnika, zachowując liczebność podaną w tabeli 1. Stosując wzory Wrighta (1931), obliczono tzw. efektywną liczebność populacji (N_e), czyli tempo eliminacji genów w wyniku działania losowego dryftu genetycznego i wzrost homozygotyczności stada (F_x), który jest odwrotnie proporcjonalny do efektywnej wielkości populacji.

Rody kur utrzymywano intensywnym systemem chowu w budynkach wyposażonych w nowoczesne urządzenia technologiczne. W wychowie i chowie kury żywiono *ad libitum* standardowymi mieszankami pełnoporcjowymi. Wykorzystano identyfikację osobników na podstawie znaczków skrzydłowych z kodami kreskowymi z dekodernami i terminalami. System ten istotnie ogranicza możliwość popełnienia błędów podczas przeprowadzania indywidualnej kontroli użytkowości kur i znacznie zmniejsza jej pracochłonność, zwiększając równocześnie skuteczność pracy selekcyjnej (Bednarczyk i in., 2000).

Tabela 1. Liczebność kogutów-ojców, kur-matek i kur-córek oraz kształtowanie się efektywnej liczebności populacji (N_e) oraz współczynnika inbredu (F_x %) w obrębie rodów i pokoleń

Table 1. Number of sires, mothers, daughter hens, effective population size (N_e) and coefficient of inbreeding (F_x %) within lines and years

Lata Year	Ród/Line K-44						Ród/Line K-66						Ród/Line P-11					
	Liczba/Number			F_x	N_e	F_x	Liczba/Number			F_x	N_e	F_x	Liczba/Number			F_x	N_e	
	ojcowie sires	matki mothers	córki daughters				ojcowie sires	matki mothers	córki daughters				ojcowie sires	matki mothers	córki daughters			
2000	40	319	842	142,17	0,35	0,35	141,45	0,35	0,35	0,35	141,45	0,35	0,35	0,35	141,45	0,35	0,35	
2001	45	253	599	152,82	0,33	0,33	149,55	0,33	0,33	0,33	149,55	0,33	0,33	0,33	155,82	0,32	0,32	
2002	36	265	640	126,78	0,39	0,39	125,35	0,40	0,40	0,40	125,35	0,40	0,40	0,40	157,37	0,32	0,32	
2003	36	258	587	126,37	0,40	0,40	118,79	0,42	0,42	0,42	118,79	0,42	0,42	0,42	139,29	0,36	0,36	
2004	36	202	488	122,22	0,41	0,41	117,42	0,43	0,43	0,43	117,42	0,43	0,43	0,43	129,23	0,39	0,39	
2005	36	254	770	126,12	0,39	0,39	124,14	0,40	0,40	0,40	124,14	0,40	0,40	0,40	100,43	0,49	0,49	
2006	36	297	779	128,43	0,39	0,39	126,72	0,39	0,39	0,39	126,72	0,39	0,39	0,39	123,91	0,40	0,40	
2007	36	299	632	128,53	0,39	0,39	122,93	0,41	0,41	0,41	122,93	0,41	0,41	0,41	125,55	0,39	0,39	
\bar{x}	38	268	667	131,68	0,38	0,38	128,29	0,39	0,39	0,39	128,29	0,39	0,39	0,39	139,94	0,37	0,37	

W każdej populacji indywidualną kontrolą użytkowości objęto: masę ciała (MC) w 33. tygodniu życia (g), masę jaja (MJ) w 30. tygodniu życia (g), wiek osiągnięcia dojrzałości płciowej (DP), wiek w momencie zniesienia pierwszego jaja (dni) oraz liczbę jaj (N) zniesionych do 39. tygodnia życia (szt.). Parametry produkcyjne scharakteryzowano ogólnie przyjętymi metodami statystyki matematycznej i genetyki populacji. Dla każdej omawianej cechy obliczono w rodach i rocznikach średnie (\bar{x}) oraz odchylenie standardowe (SD). Stosując w obliczeniach analizę wariancji dla każdej cechy objętej selekcją w każdym rodzie, oszacowano współczynniki odziedziczalności (h^2). Selekcja rodzinowa w tej fermie, jako jedynej w Polsce, prowadzona jest w oparciu o system elektronicznego przetwarzania danych NOVASEL.

W celu określenia kształtowania się reakcji poszczególnych rodów na selekcję przy pomocy równań regresji liniowej, wyznaczone zostały trendy czasowe według wzoru:

$$y = a + b_t$$

gdzie:

t – czas wyrażony w postaci kolejnych lat,

a – wartość cechy w okresie zerowym,

b – współczynnik kierunkowy (regresji) wyrażający roczne tempo przyrostu wartości cechy.

Stosując program komputerowy Statgraphics Plus 5.1. dla każdej prostej regresji liniowej na poziomie istotności 0,05, wyznaczono granice ufności oraz średni błąd oszacowania (SE), który informuje, w jakim stopniu poszczególne obserwacje odbiegają od prostej trendu.

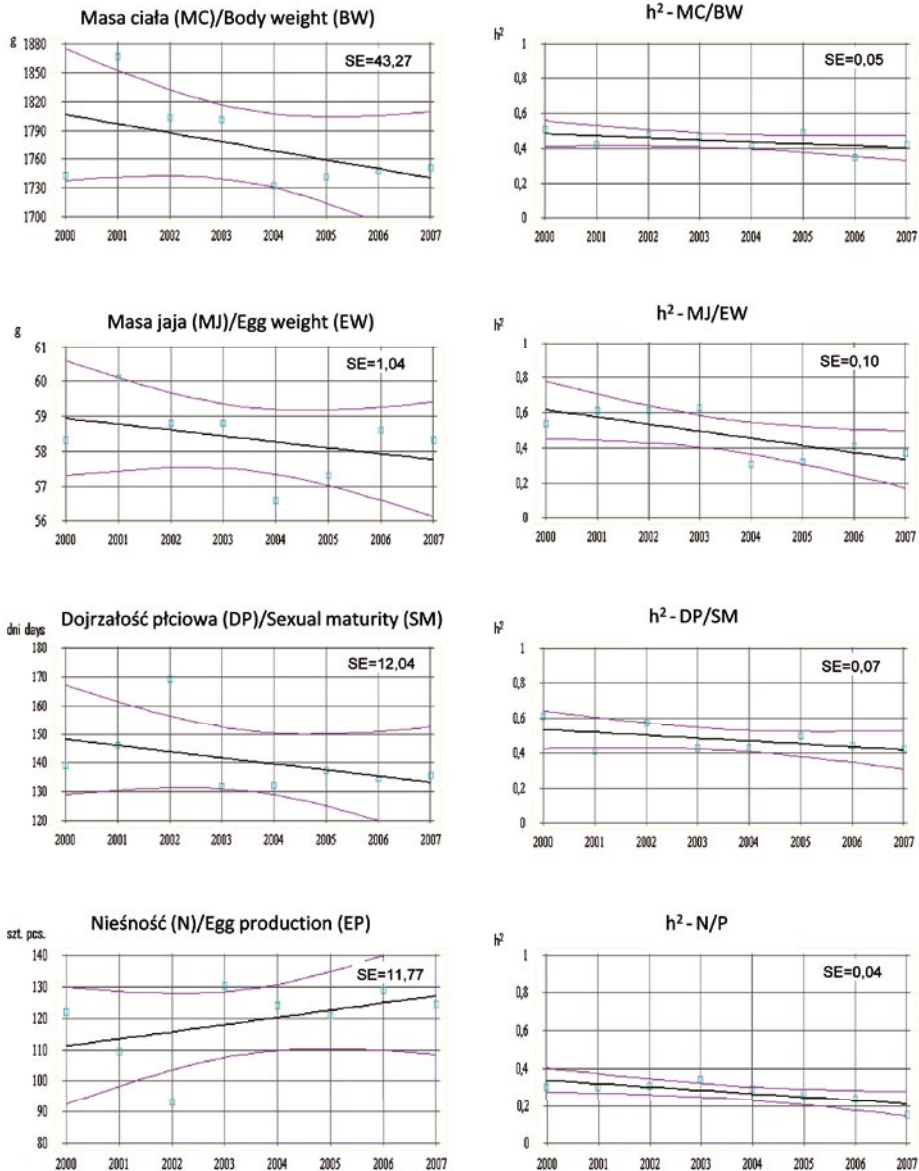
Wyniki

Z tabeli 1 wynika, że efektywna wielkość ocenianych populacji zależna od liczby samców ($n = 37\text{--}41$ szt.) i samic ($n = 233\text{--}693$ szt.) wahała się od $N_e = 128,29$ do $N_e = 139,94$, co miało bezpośredni wpływ na niski poziom zimbredowania stad ($F_x = 0,37\text{--}0,39$).

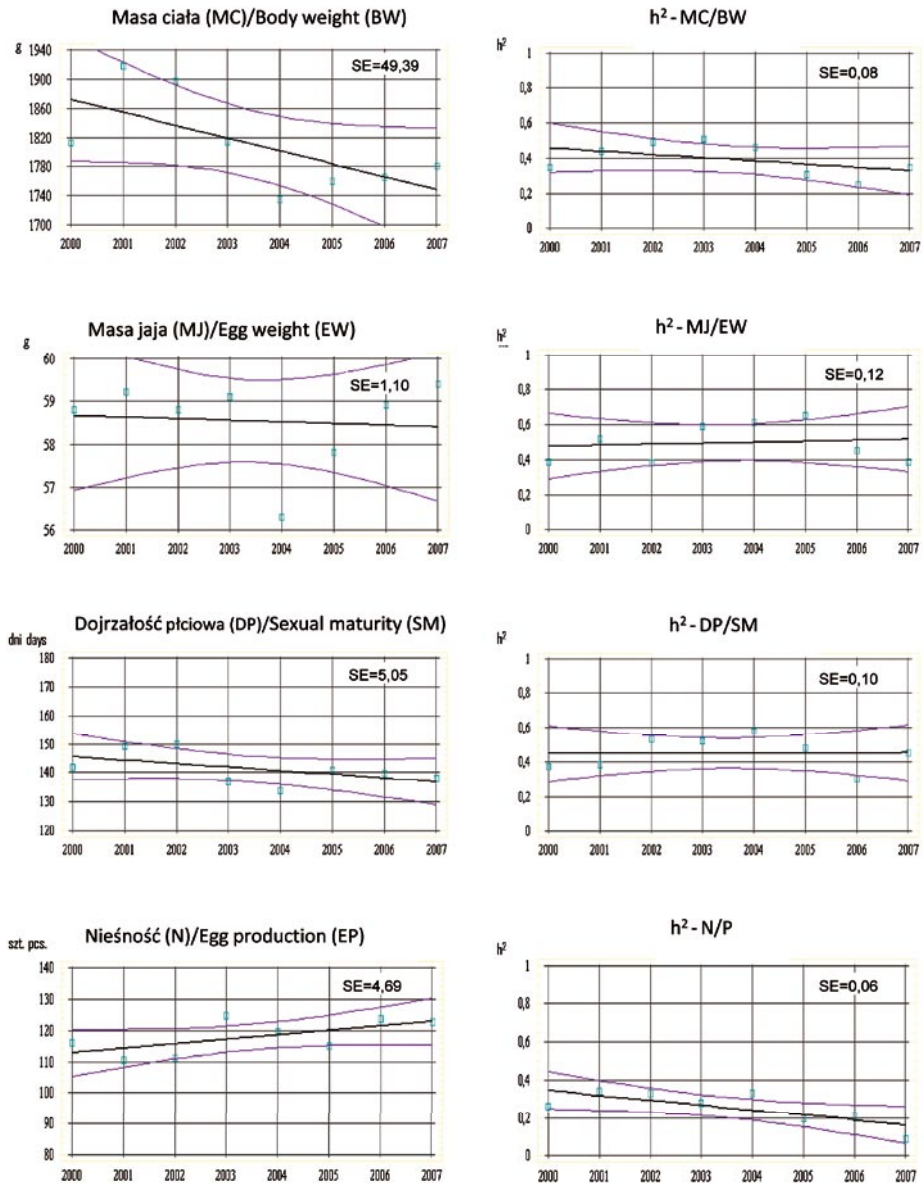
Informacje dotyczące wag ekonomicznych (w) i charakterystyki statystycznej parametrów produkcyjnych oraz współczynników odziedziczalności (h^2) badanych rodów przedstawiono w tabeli 2 oraz na rysunkach 1–3. Z analizy danych wynika, że we wszystkich ocenianych rodach największy nacisk selekcyjny (w) położono na zwiększenie nieśności ($w = 0,6\text{--}0,9$) i średniej masy jaja ($w = 0,05\text{--}0,3$). Miało to bezpośredni wpływ na te cechy, których wartości wykazywały wyraźną tendencję wzrostową wraz ze wzrostem wartości wskaźnika w . Największą nieśność od 123 do 129 jaj osiągnęły kury rodów: K-44 i K-66 w 2006 i 2007 r. Średnia masa jaja ww. rodów wynosiła od 56 do 60 g. Znacznie mniejszą nieśność stwierdzono w cięższym rodzie kur P-11, która w latach 2000–2007 wahała się od 82 do 107 jaj, przy masie jaja od 56,8 do 59,4 g. W badanych rodach/pokoleniach zmieniano również wartości

Tabela 2. Kształtowanie się nacisków selekcyjnych (w), produktywności oraz współczynników odziedziczalności (h²) w obrębie rodów i lat
Table 2. Trends in selection pressure (w), productivity and coefficients of heritability (h²) within lines and years

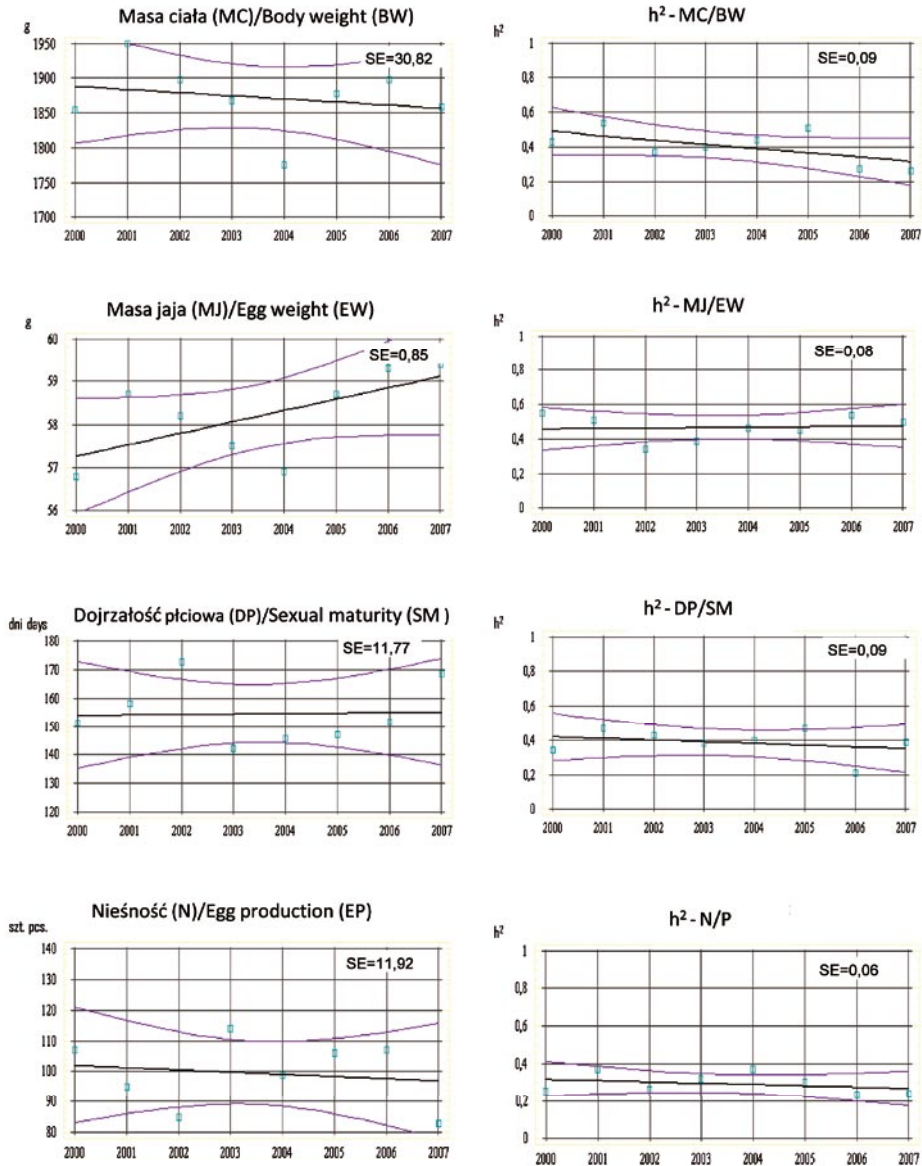
Cecha Traits	Rok Year	Ród K-44/Line K-44				Ród K-66/Line K-66				Ród P-11/Line P-11			
		w	\bar{x}	$h^2 \pm SE$	w	\bar{x}	$h^2 \pm SE$	w	\bar{x}	$h^2 \pm SE$	w	\bar{x}	$h^2 \pm SE$
Masa ciała MC (g) Body weight BW (g)	2000	-0,20	1743±163	0,51±0,14	-0,20	1813±187	0,35±0,12	0,00	1855±201	0,43±0,11	0,00	1855±201	0,43±0,11
	2001	0,00	1866±158	0,42±0,15	-0,20	1917±182	0,44±0,13	0,00	1949±224	0,54±0,13	0,00	1949±224	0,54±0,13
	2002	0,00	1803±194	0,48±0,15	0,00	1897±215	0,49±0,17	0,00	1897±217	0,37±0,12	0,00	1897±217	0,37±0,12
	2003	-0,10	1801±159	0,46±0,15	0,00	1814±185	0,51±0,21	0,00	1868±244	0,40±0,13	0,00	1868±244	0,40±0,13
	2004	0,00	1733±204	0,42±0,12	-0,10	1735±245	0,46±0,11	-0,10	1776±258	0,44±0,10	0,00	1776±258	0,44±0,10
	2005	0,00	1742±197	0,49±0,16	-0,10	1760±233	0,31±0,13	0,00	1878±192	0,51±0,20	0,00	1878±192	0,51±0,20
	2006	-0,05	1748±125	0,35±0,12	-0,05	1765±146	0,25±0,11	0,00	1898±188	0,27±0,17	0,00	1898±188	0,27±0,17
Masa jajca MJ (g) Egg weight EW (g)	2007	-0,05	1751±115	0,42±0,13	-0,10	1781±130	0,35±0,15	-0,05	1859±169	0,26±0,11	0,00	1859±169	0,26±0,11
	2000	0,10	58,3±4,3	0,54±0,14	0,10	58,8±4,3	0,39±0,13	0,30	56,8±4,0	0,55±0,13	0,30	56,8±4,0	0,55±0,13
	2001	0,30	60,1±4,3	0,61±0,18	0,05	59,2±4,3	0,52±0,14	0,30	58,7±3,9	0,51±0,13	0,30	58,7±3,9	0,51±0,13
	2002	0,30	58,8±4,7	0,61±0,17	0,10	58,8±5,0	0,38±0,11	0,30	58,2±4,3	0,34±0,12	0,30	58,2±4,3	0,34±0,12
	2003	0,00	58,8±4,0	0,63±0,18	0,10	59,1±4,5	0,59±0,21	0,20	57,5±4,2	0,39±0,14	0,20	57,5±4,2	0,39±0,14
	2004	0,10	56,6±4,2	0,31±0,14	0,20	56,3±4,5	0,61±0,22	0,10	56,9±4,3	0,46±0,18	0,10	56,9±4,3	0,46±0,18
	2005	0,20	57,3±4,0	0,32±0,12	0,20	57,8±4,2	0,65±0,19	0,10	58,7±4,1	0,45±0,20	0,10	58,7±4,1	0,45±0,20
Dojrzałość płciowa DP (dni)	2006	0,15	58,6±3,9	0,41±0,15	0,15	58,9±4,2	0,45±0,17	0,10	59,3±3,8	0,54±0,18	0,10	59,3±3,8	0,54±0,18
	2007	0,15	58,3±4,2	0,37±0,12	0,10	59,4±4,1	0,39±0,15	0,05	59,4±4,3	0,50±0,16	0,05	59,4±4,3	0,50±0,16
	2000	0,00	139,2±6,7	0,61±0,15	0,00	142,0±7,0	0,37±0,12	0,00	151,1±13,7	0,34±0,09	0,00	151,1±13,7	0,34±0,09
	2001	0,00	146,1±12,4	0,41±0,14	0,00	149,0±12,1	0,38±0,13	0,00	158,2±14,6	0,47±0,12	0,00	158,2±14,6	0,47±0,12
	2002	0,00	169,0±12,2	0,57±0,17	0,00	149,8±17,1	0,53±0,18	0,00	172,5±6,2	0,43±0,13	0,00	172,5±6,2	0,43±0,13
	2003	0,00	131,9±6,3	0,43±0,15	0,00	137,0±11,0	0,52±0,19	0,00	142,3±15,8	0,38±0,11	0,00	142,3±15,8	0,38±0,11
	2004	0,00	132,1±8,2	0,43±0,15	0,00	134,0±8,0	0,58±0,22	0,00	145,6±9,9	0,40±0,09	0,00	145,6±9,9	0,40±0,09
Niesność do 39 tygodni N (szt.) Egg production to 39 weeks P (eggs)	2005	0,00	137,3±6,3	0,50±0,14	0,00	141,0±7,0	0,48±0,16	0,00	147,0±7,1	0,47±0,19	0,00	147,0±7,1	0,47±0,19
	2006	0,00	134,8±5,5	0,44±0,13	0,00	139,7±9,0	0,30±0,12	0,00	151,5±9,2	0,21±0,07	0,00	151,5±9,2	0,21±0,07
	2007	0,00	135,6±6,2	0,42±0,14	0,00	138,1±8,1	0,45±0,16	0,00	168,3±10,5	0,39±0,11	0,00	168,3±10,5	0,39±0,11
	2000	0,70	121,8±11,9	0,30±0,09	0,70	115,9±15,7	0,26±0,11	0,70	107,2±14,7	0,25±0,08	0,70	107,2±14,7	0,25±0,08
	2001	0,70	109,6±15,2	0,30±0,08	0,75	110,5±12,9	0,34±0,11	0,70	95,0±12,9	0,37±0,11	0,70	95,0±12,9	0,37±0,11
	2002	0,70	93,1±14,3	0,31±0,17	0,90	111,1±17,9	0,33±0,17	0,70	84,9±12,5	0,26±0,11	0,70	84,9±12,5	0,26±0,11
	2003	0,90	130,3±11,0	0,34±0,13	0,90	124,7±14,0	0,28±0,14	0,80	113,9±15,6	0,32±0,09	0,80	113,9±15,6	0,32±0,09
Egg production to 39 weeks P (eggs)	2004	0,90	123,9±16,2	0,29±0,13	0,60	119,6±15,6	0,33±0,16	0,90	98,9±15,9	0,37±0,20	0,90	98,9±15,9	0,37±0,20
	2005	0,80	120,7±12,8	0,27±0,11	0,70	115,0±11,8	0,20±0,11	0,90	106,2±10,2	0,30±0,14	0,90	106,2±10,2	0,30±0,14
	2006	0,80	128,9±11,3	0,24±0,08	0,80	123,5±12,8	0,21±0,10	0,90	106,9±14,0	0,23±0,11	0,90	106,9±14,0	0,23±0,11
	2007	0,80	124,4±6,9	0,15±0,04	0,80	122,7±8,3	0,09±0,03	0,90	82,9±8,8	0,24±0,09	0,90	82,9±8,8	0,24±0,09



Rys. 1. Trendy czasowe cech produkcyjnych i współczynnika odziedziczalności (h^2) w rodzie K-44
 Fig. 1. Time trends in productive traits and coefficients of heritability (h^2) in line K-44



Rys. 2. Trendy czasowe cech produkcyjnych i współczynnika odziedziczalności (h^2) w rodzie K-66
 Fig. 2. Time trends in productive traits and coefficients of heritability (h^2) in line K-66



Rys. 3. Trendy czasowe cech produkcyjnych i współczynnika odziedziczalności (h^2) w rodzie P-11
 Fig. 3. Time trends in productive traits and coefficients of heritability (h^2) in line P-11

nacisków selekcyjnych ($w = -0,05 - -0,2$) dla masy ciała, która w rodach Rhode Island Red (K-44, K-66) wahała się odpowiednio od 1733 do 1866 g i od 1735 do 1917 g. Zgodnie z zastosowanymi naciskami selekcyjnymi ($w = -0,05 - -0,10$) pozytywne obniżenie masy ciała odnotowano w rodzie Barred Rock (P-11) w 2004 r. (1776 g) i w 2007 r. (1859 g). Należy zaznaczyć, że we wszystkich ocenianych rodach odchylenia standardowe (SD) były na ogół niskie, co świadczy o wyrównanym materiale badawczym.

Z analizy prostych regresji wynika, że masa ciała we wszystkich ocenianych rodach (rys. 1–3) wykazuje ujemny trend czasowy. Zwraca uwagę szeroki rozrzut wartości w badanym okresie, zwłaszcza w rodzie K-44 i K-66 oraz bardzo wysoki oszacowany błąd oceny (SE), który wynosi odpowiednio 43,27 i 49,39. Najwyższy przedział ufności przy $P < 0,05$ odnotowano w rodach P-11 przy $SE = 30,82$. Trend czasowy kształtowania się masy jaja, w rodach K-44, K-66 ($SE = 1,04-1,10$) wykazuje trend spadkowy, natomiast w rodzie P-11 ($SE = 0,85$) trend rosnący. Trend czasowy dojrzałości płciowej od 2000 do 2007 r., w rodach K-44 i K-66 wykazywał wyraźny trend malejący, co miało bezpośredni wpływ na nieśność, która w kolejnych pokoleniach wykazywała dodatni trend czasowy. Odmienną zależność odnotowano w rodzie P-11. Oznacza to, że tendencji do późniejszego rozpoczęcia nieśności (nie-wielki trend dodatni, przy $SE = 11,77$) towarzyszyła mniejsza nieśność (trend ujemny, przy $SE = 11,92$). W pozostałych rodach oszacowany błąd oceny (SE) dojrzałości płciowej zawierał się w przedziale od 5,05 do 12,04, natomiast nieśności pomiędzy 4,69 a 11,77.

Analiza oszacowanych w trzech badanych rodach kur wartości współczynników odziedziczalności cech objętych selekcją wskazuje na ich zmienność w obrębie populacji i między latami/pokoleniami. Klasyfikację poziomu współczynników odziedziczalności i korelacji przyjęto za Wężykiem (1970) jako niski, gdy $h^2 < 0,30$; średni przy $h^2 = 0,31-0,59$ oraz wysoki, gdy $h^2 > 0,6$. Współczynniki odziedziczalności masy ciała kur ocenianych rodów kształtowały się na niskim i średnim poziomie i wykazywały wyraźny trend ujemny. W odróżnieniu od h^2 masy ciała trendy masy jaja (za wyjątkiem rodu K-44) były dodatnie. Błędy oceny (SE) zarówno masy ciała, jak i masy jaja były bardzo niskie i wynosiły od 0,05 do 0,09 i od 0,07 do 0,12. Odziedziczalność dojrzałości płciowej w rodach przyjmowała wartości średnie z tendencją zniżkową w rodach K-44 i P-11, przy braku wyraźnych tendencji czasowych w rodzie K-66. Oszacowane w latach 2000–2007 wskaźniki odziedziczalności nieśności we wszystkich badanych rodach przyjmowały na ogół niskie wartości ($h^2 = 0,09-0,37$) z wyraźną tendencją spadkową, przy $SE = 0,04-0,06$.

Omówienie wyników

Zasadniczym celem pracy hodowlanej jest genetyczne doskonalenie w kolejnych pokoleniach wartości cech ważnych gospodarczo. Jak wskazują Leeson i in. (1997) oraz Preisinger (1998), w kształtowaniu opłacalności produkcji jaj spożywczych dużą rolę odgrywają liczba i przeciętna masa jaja oraz masa ciała nioski. Kury o większej masie ciała potrzebują więcej paszy bytowej, zatem przy takiej samej nieśności lżej-

szych kur, produkcja jaj jest bardziej opłacalna niż w przypadku cięższych ptaków (Krawczyk, 2006). Wcześniej rozpoczynające nieśność kury powinny charakteryzować się krótkim, nieprodukcyjnym okresem odchowu przed osiągnięciem dojrzałości płciowej i niskimi jego kosztami (Masso i in., 1998) oraz szybkim i rytmicznym regulowaniem masy jaja (Poggenpoel i Duckitt, 1988). Shalev i Pasternak (1993) wykazali, że zwiększenie średniej masy jaja o 1 g podwyższa dochód uzyskany od 1 nioski o 4%, podczas gdy u kur mięsnych taki sam dochód można uzyskać, zwiększając masę ciała od 2 do 13 g.

W wyniku realizowanego w latach od 2000 do 2007 w Zarodowej Fermie Kur Nieśnych w Dusznikach programu genetycznego doskonalenia kur, w rodach Rhode Island Red (K-44, K-66) i Barred Rock (P-11) wystąpiły pożądane trendy świadczące o poprawnie realizowanej strategii genetycznego doskonalenia. W rodzie P-11 zwracają uwagę ciągle zbyt wysoka masa ciała i niska nieśność, stąd też należy kontynuować selekcję na zwiększenie nieśności oraz obniżenie masy ciała, przy zachowaniu na dotychczasowym poziomie średniej masy jaja (około 60 g). Masso i in. (1998) oraz Hazary i in. (2000) wskazują na hodowlany antagonizm, wynikający z dodatniej genetycznej korelacji między masą ciała kury a masą jaja, stąd istotnym celem postępowania selekcyjnego jest połączenie w jednym ptaku w danym wieku pożądanej masy ciała nioski z masą jaja. Na nieopłacalną produkcję zbyt ciężkich jaj, znoszonych pod koniec okresu nieśności, wskazują wyniki badań Yoo i in. (1983). Wykazali oni ponadto, że w zmniejszaniu zmienności masy jaja można z powodzeniem wykorzystać korelację genetyczną tej cechy z wysoką nieśnością. Według Hazary i in. (2000) istnieje możliwość prowadzenia skutecznej selekcji na masę jaj na podstawie rodzinnego indeksu selekcyjnego. Okazało się bowiem, że selekcja taka wpływa pośrednio na poprawę nieśności bez obniżenia średniej masy jaj. Zależność między zwiększeniem masy ciała kur nieśnych a obniżaniem się ich nieśności i innymi komponentami zdolności reprodukcyjnej Leeson i in. (1997), Sewalem i in. (1998), Singh i in. (2000) przedstawili jako skorelowaną konsekwencję selekcji na masę ciała. Można przypuszczać, że u zbyt szybko rosnących kurek typu nieśnego następuje nie tylko przyrost masy mięśni, ale może dojść również do nadmiernego otłuszczenia, co może ujemnie wpływać na funkcję jajnika.

W badaniach własnych obliczone współczynniki F_x poszczególnych populacji okazały się niewielkie, stąd też stopień homozygotyczności nie miał istotnego wpływu na kształtowanie się produktywności i wielkości oszacowanych współczynników odziedziczalności. Do niewielkiego zimbredowania poszczególnych populacji przyczynia się stosowanie odpowiedniego systemu doboru, który polega na zachowaniu przynajmniej dwóch wolnych pokoleń między kojarzonymi kogutami i kurami (Wężyk i Cywa-Benko, 2001).

Współczynnik odziedziczalności (h^2) nie tylko charakteryzuje strukturę genetyczną danej cechy, lecz także warunki środowiskowe, w których przebywają ptaki. Z analizy h^2 wynika, że masa ciała, masa jaja i dojrzałość płciowa ($h^2 = 0,4-0,6$) w przeciwieństwie do nieśności ($h^2 = 0,2-0,3$) należy do cech wysoko odziedziczalnych. Oszacowane w badanych rodach wartości współczynników odziedziczalności (h^2) są zgodne z cytowanymi w piśmiennictwie (Settar i Turkmunt, 1998; Anang i in., 2000; Szwaczkowski i in., 2000; Hartmann i in., 2003). Obniżenie wartości wskaź-

ników h^2 potwierdza ogólnie znany fakt, że selekcja prowadzi do redukcji zmienności genetycznej, a w konsekwencji do mniejszych wartości współczynników odziedziczalności (Sewalem i in., 1998; Singh i in., 2000). Nordskog i in. (1991) brak czasowych trendów w zmianie współczynników odziedziczalności cech tłumaczą wpływem nieograniczonej addytywnej zmienności genetycznej w populacji, w której stosowano określoną metodę selekcji.

Genetyczne doskonalenie kur to nie tylko dążenie do poprawy użytkowości poszczególnych rodów, ale również ich wykorzystanie do produkcji towarowych mieszańców. Uzyskane w wyniku zastosowanego programu hodowlanego rody K-44, K-66 i P-11 są obecnie wykorzystywane w programie krzyżowania towarowego w celu uzyskania komercyjnych mieszańców kur nieśnych, charakteryzujących się wysoką produktywnością w intensywnym chowie klatkowym i na ściółce, o handlowej nazwie „ASTRA”. W wyniku prowadzenia wieloletnich prac hodowlanych, ukierunkowanych na poprawę poszczególnych cech, zestawy oferowane do sprzedaży wyróżnia ją doskonała zdrowotność, duża odporność na stresy i wysokie wskaźniki produkcyjne. Potwierdzają to wyniki oceny wartości użytkowej kur nieśnych przeprowadzane przez Wencka (2007).

Podsumowując, można stwierdzić, że w wyniku realizacji programu genetycznego doskonalenia rodów K-44 i K-66 w oparciu o system elektronicznego przetwarzania danych NOVASEL zwiększono nieśność i przyspieszono wiek zniesienia pierwszego jaja, przy obniżeniu masy ciała kury. Z badań wynika, że dodatnie trendy w kształtowaniu się cech produkcyjnych są wynikiem umiarkowanej, a nie maksymalizowanej intensywności selekcji, a ponadto, że jest to również efekt stosowanej strategii doskonalenia populacji. W odniesieniu do rodu P-11 większy nacisk selekcyjny należy położyć na zwiększenie nieśności i obniżenie masy ciała, przy zachowaniu średniej masy jaja wynoszącej około 60 g. Analiza oszacowanych wartości efektywnej wielkości populacji (N_e) i współczynnika inbrodu (F_x) wskazuje, że zastosowany w reprodukcji stad system kojarzeń kogutów i kur skutecznie chroni populację przed wzrostem zinbredowania.

Piśmiennictwo

- Albers G.A.A., Van Sambeek F.M.J.P. (2002). Breeding strategies for layers in view of new technologies. Arch. Geflügelk., 1, 5: 1–31.
- Anang A., Mielenz N., Schüler L. (2000). Genetic and phenotypic parameters for monthly egg production in WL hens. J. Anim. Breed. Genet., 117: 407–415.
- Bednarczyk M., Kiełczewski K., Szwaczkowski T. (2000). Genetic parameters of the traditional selection traits and some clutch traits in commercial line of laying hens. Arch. Geflügelk., 34, p. 129.
- Hartmann C., Johansson K., Standberg E., Rydmer L. (2003). Genetic correlations between the maternal genetics effects on chick weight and the direct genetics effects on egg composition traits in a White Leghorn line. Poultry Sci., 82: 1–8.
- Hazary R.C., Kataria M.C., Nath M. (2000). Response to selection for egg mass in a Rhode Island Red flock. Mat. XIII Światowego Kongr. Drob., Montreal, pp. 22–25.
- Hazel N.L. (1943). The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics, 28: 476–490.

- Krawczyk J. (2006). Zależność między masą ciała kury a masą jaja w kontekście opłacalności produkcji jaj. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 33, 2: 255–262.
- Leeson S., Caston L., Summers J.D. (1997). Layer performance of four strains of Leghorn pullets in terms of subsequent reproductive characteristics. XIV Europ. Symp. on the Quality of Poultry Meat, pp. 11–17.
- Masso R.J., Dottavio A.M., Canet Z.E., Font M.T. (1998). Body weight and egg weight dynamics in layers. *Poultry Sci.*, 77: 791–796.
- Nordskog A.W., Hou Y.H., Singh H., Chang S. (1991). Selecting for efficiency of egg production using food-consumption records in layer-type chickens. *Brit. Poultry Sci.*, 32 (1): 87–101.
- Poggenpoel D.G., Duckitt J.S. (1988). Genetic basis of the increase in egg weight with pullet age in a White Leghorn flock. *Brit. Poultry Sci.*, 34: 863–867.
- Preisinger R. (1998). Internationalisation of breeding programmes – Breeding egg-type chickens for a global market. Proc. 6th World Congress, 11-16.11.1998, Armidale, 26: 135–140.
- Settar P., Turkumunt L. (1998). Method comparison for estimation of breeding values in layers. 10th Europ. Poultry Conf., 21-26.06.1998 Israel, pp. 250–253.
- Sewalem A., Lillpers K., Johansson K., Wilhelmson M. (1998). Genetic trends of production and reproduction traits in White Leghorn lines selected for production traits. Proc. 6th World Congress, 11-16.11.1998, Armidale, 24: 286–289.
- Shalev B.A., Pasternak H. (1993). Increment of egg weight with hen age in various commercial avian species. *Brit. Poultry Sci.*, 34: 915–924.
- Singh B., Singh H., Singh C.V. (2000). Genetic parameters of growth, egg production and egg quality traits in White Leghorn. *J. Poultry Sci.*, 35: 13–16.
- Szwaczkowski T., Wężyk S., Piotrowski P., Cywa-Benko K. (2000). Direct and maternal genetic and environmental effects of fertility and hatchability in laying hens. *Archiv. Geflügelk.*, 34: 115–120.
- Wencek E. (2007). Wyniki oceny wartości użytkowej drobiu w 2006 r. Warszawa, ss. 67–88.
- Wężyk S. (1978). System SELEKT dla stad zarodowych drobiu. Wyniki Prac Badawczych Zakładu Hodowli Drobiu IZ, 7: 7–22.
- Wężyk S., Cywa-Benko K. (2001). Nauki drobiarskie na początku XXI wieku: bilans zamknięcia i otwarcia. *Post. Nauk. Roln.*, 6: 3–28.
- Wężyk S., Jankowski J. (2003). Application of mixed model methodology in breeding strategies for meat-type birds. In: *Poultry Genetics, Breeding and Biotechnology* (Eds W. M. Muir, S. E. Aggrey). CAB International, 11: 147–164.
- Wright S. (1931). Evolution in Mendelian populations. *Genetics*, 16: 97–159.
- Yoo B., Sheldon B.L., Podger R.N. (1983). Genetic parameters for egg weight-age curve, and other egg production and egg weight traits in synthetic lines in chicken. *Aust. J. Agric. Res.*, 34:85–97.

Zatwierdzono do druku 9 V 2009

JOLANTA CALIK

Trends for productive and genetic parameters in three lines of laying hens over eight generations

SUMMARY

The aim of the study was to analyse multigenerational (8-year/generation) time trends for productive and genetic parameters in three layer lines (K-44, K-66 and P11) improved using the same method under standardized environmental conditions. Individual performance testing of each population included body weight at 33 weeks of age (g), egg weight at 30 weeks of age (g), age at puberty expressed as days of age at first egg (days), and number of eggs laid to 39 weeks of age. As a result of implementing the genetic

improvement programme based on NOVASEL electronic data processing system, egg production was increased, age at first egg was advanced and body weight of the chickens decreased in K-44 and K-66 lines. In the P-11 line, selection should be continued for increased egg production and reduced body weight while maintaining the mean egg weight of about 60 g.

Key words: laying hens, body weight, egg weight, sexual maturity, egg production

WPŁYW KONDYCJI I PODANIA OKSYTOCYNY NA PRZEBIEG PORODU U LOCH I WYNIKI ODCHOWU PROSIĄT

Karolina Beyga, Anna Rekiel

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Katedra Szczegółowej Hodowli Zwierząt,
ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa

Celem pracy było określenie wpływu kondycji loch, wyrażonej rezerwą tłuszczu w ciąży wysokiej – średnią z dwóch pomiarów $(P_2 + P_4)/2$ i czasu podania oksytocyny na przebieg porodu i wyniki odchowu prosiąt. Badania przyżyciowe grubości słoniny wykonano w 104. dniu ciąży u 100 loch (pierwiastki: wieloródki – 30:70%). Lochy podzielono na grupy, po 50 sztuk każda. Grupa I charakteryzowała się otłuszczeniem $(P_2 + P_4)/2 > 20$ mm, a II $(P_2 + P_4)/2 \leq 20$ mm; średnia dla grupy I i II wyniosła odpowiednio: 26,2 mm i 15,2 mm ($P \leq 0,001$), co odpowiadało 5 pkt i 2 pkt w 5-punktowej skali oceny kondycji. Dodatkowo wyznaczono wysokość „oka” pośladwicy (P_4M) i masę ciała loch; wyniosły one: grupa I i II – 44,2 mm i 43,0 mm (różnica NS) oraz 235,9 kg i 203,4 kg (różnica istotna przy $P \leq 0,001$). Porody nadzorowano, kontrolowano ich przebieg; po urodzeniu 4. prosięcia (grupa A) lub 8. prosięcia (grupa B), lochom podawano oksytocynę w dawce 1 ml/100 kg m.c. Stwierdzono porównywalny czas rodzenia prosiąt i zakończenia porodu w grupach różniących się średnią grubością słoniny w ciąży wysokiej (grupa I i II), niezależnie od czasu podania oksytocyny (grupa A i B). Późniejsze podanie hormonu (grupa B vs A) nie wpłynęło istotnie na łączny czas trwania porodu, obserwowano jedynie zmiany czasu trwania poszczególnych zdarzeń w trakcie akcji porodowej. Nie wykazano interakcji między otłuszczeniem loch i czasem podania oksytocyny a przebiegiem porodu i wynikami reprodukcji.

Prawidłowa kondycja loch wyrażona optymalnymi rezerwami tłuszczu i białka w organizmie wpływa korzystnie na wyniki produkcyjne (Young i in., 2004). Efektom tucznej kondycji samic ciężarnych mogą być nieprawidłowości w przebiegu porodu oraz gorsze wyniki rozrodu i odchowu prosiąt (Koczanowski i in., 2000; Lawlor i Lynch, 2007).

W czasie porodu zmienia się koncentracja hormonów we krwi; poziom oksytocyny znacznie wzrasta i pozostaje wyższy niż w laktacji podczas ssania sutek (Ellendorf i in., 1979; Forsling i in., 1979; Taverne i in., cyt. za Rekiel, 2000). Wydzielany hormon stymuluje przebieg porodu, jednak zdarza się nadmierne wydłużenie czasu jego trwania. W celu skrócenia akcji porodowej można podawać lochom domięśniowo oksytocynę (Pejsak i in., 1982; Alonso-Spilsbury i in., 2004; Mota-Rojas i in., 2007). W efekcie uzyskuje się korzystne skrócenie czasu trwania porodu oraz zmniejszenie

zamieralności śródporodowej, szczególnie częstej u starszych loch (Guthrie, 1985; Mota-Rojas i in., 2007). Interwencja hormonalna oszczędza siły rodzącej, zapobiega jej rozdrażnieniu, skraca czas oczekiwania na kolejne prosięta. Podanie oksytocyny w początkowej, bardzo wczesnej fazie porodu prowadzi do zwiększenia częstotliwości i intensywności skurczów macicy, zmniejszenia przenikania płynu przez przestrzenie komórkowe łożyska, zwolnienia tętna u płodów, przedwczesnego zerwania pępowiny, asfiksji prosiąt, zwiększenia zabrudzenia smółką oraz gwałtownego spadku temperatury noworodków. Porody bywają wtedy trudne, a zamieralność śródporodowa wysoka (Alonso-Spilsbury i in., 2004; Mota-Rojas i in., 2005, 2007), gdyż asfiksja negatywnie wpływa na żywotność prosiąt (Herpin i in., 1996). Jest to związane m.in. z zaopatrzeniem i dostępnością krwi matczynej do płodów oraz stopniem jej wysycenia tlenem/dwutlenkiem węgla, co wpływa na transport glukozy i aminokwasów (Enders i Carter, 2004).

W badaniach na krowach, maciorkach i lochach wykazano, że oksytocyna wspiera akcję porodową. Stwierdzany tzw. odruch Fergusona wiąże się z uwalnianiem oksytocyny natychmiast po przyjściu na świat noworodka, co potwierdza wzrost ciśnienia w sutkach lochy. Występuje on w przypadku 87% porodów (Smith, 1994). Wykazano też, że w 43% przypadków rozpoczęcie wydzielania siary następuje już po 10–25 sekundach od momentu wydalania prosięcia (Fraser, 1984). Niewłaściwy czas podania hormonu i nieodpowiednia dawka uzupełniająca oksytocynę neuroprzysadkową mogą wpływać niekorzystnie na lochę i jej potomstwo (Blanks i Thornton, 2003; Alonso-Spilsbury i in., 2004; Mota-Rojas i in., 2005, 2007).

Celem pracy było określenie wpływu kondycji loch w ciąży wysokiej i czasu podania oksytocyny na przebieg porodu i wyniki odchovu prosiąt.

Material i metody

Material badawczy stanowiło 100 loch mieszańców F1 ras wielka biała polska × polska biała zwisłoucha i ich potomstwo. Udział loch wieloródek i pierwiastek w eksperymencie wyniósł odpowiednio: 70 i 30%. U loch w wysokiej ciąży (104. dzień jej trwania) i przy oproszeniu wykonano pomiary grubości słoniny w punktach P_1 – nad łopatką, P_2 – nad ostatnim zębem, 3 cm od linii środkowej grzbietu, P_3 – nad mięśniem pośladkowym średnim, P_4 – nad ostatnim zębem, 8 cm od linii środkowej grzbietu. Podziału zwierząt na grupy (I i II; każda po 50 sztuk) dokonano na podstawie średniej arytmetycznej – $(P_2 + P_4)/2$, obliczonej z grubości słoniny w punktach P_2 i P_4 , zmierzonej w wysokiej ciąży. Lochy o średniej grubości słoniny z dwóch pomiarów >20 mm przydzielono do grupy I, a o średniej ≤ 20 mm do grupy II. Średnia grubość słoniny u loch z grupy I wyniosła – 26,2 mm, a z grupy II – 15,2 mm ($P \leq 0,001$), co odpowiadało 5 i 2 pkt, w 5-punktowej skali oceny kondycji (Patience i in., 1995; Johnson, 1996 cyt. za Rekiel i Beyga, 2008). Wykonane u loch w ciąży wysokiej pomiary wysokości „oka” polędwicy w punkcie P_4M i ważenia, będące elementem dodatkowym oceny kondycji, pozwoliły na wyznaczenie średniej P_4M i masy ciała; wyniosły one w grupie I i II odpowiednio: 44,2 i 43,0 mm (różnica NS) oraz 235,9 i 203,4 kg (różnica między grupą I i II potwierdzona statystycznie przy $P \leq 0,001$). Pomiary grubości słoniny i wysokości „oka” polędwicy wykonane

u loch przy porodzie pozostawały w analogicznych zależnościach między grupami I i II jak te, które wyznaczono w 104. dniu ciąży.

Obserwacje prowadzono od momentu wprowadzenia loch do sektora porodowego (104. dzień ciąży \pm 2–3 dni), przez okres okołoporodowy i laktację. Zwierzęta utrzymywano indywidualnie w kojcach porodowych; podstawowe wymagania w zakresie dobrostanu były spełnione. Lochy objęte obserwacjami żywiono w ciąży i laktacji standardową mieszanką dla loch karmiących „LK” zgodnie z zaleceniami Norm Żywienia Świń (1993). Podstawowymi komponentami mieszanki były: kukurydza, jęczmień, pszenżyto, poekstrakcyjna śruta sojowa, otręby pszenne, susz z traw, tłuszcz zwierzęcy oraz premiks, L-lizyna i L-treonina. Mieszanka LK zawierała w 1 kg 12,7 MJ EM, 17% białka i 1% lizyny. Prosięta dokarmiano do woli mieszanką pre-starter, która zawierała: kukurydzę, pszenicę, jęczmień, poekstrakcyjną śrutę sojową, mączkę rybną, tłuszcz zwierzęcy oraz Colomilk i Specilac. 1 kg mieszanki zawierał 13,5 MJ EM, 19,9% białka, 1,53% lizyny.

Porody nadzorowano i po urodzeniu 4. prosięcia (grupa A) lub 8. prosięcia (grupa B) lochom podawano oksytocynę w dawce 1 ml/100 kg m.c., zachowując układ: 1:1 w grupach I i II oraz 1:1 wśród wieloródek i pierwiastek. Określono czas trwania porodu, notowano godzinę urodzenia pierwszego i ostatniego prosięcia w miocie oraz godzinę odejścia łożyska (wyniki podano w minutach i dziesiętnych), a także wybrane wskaźniki rozrodu i odchowu prosiąt.

Wyniki opracowano statystycznie, stosując dwuczynnikową analizę wariancji z wykorzystaniem metody najmniejszych kwadratów przy użyciu programu komputerowego SPSS 12.0 PL for Windows (2003). W analizie uwzględniono wpływ średniej grubości słoniny $(P_2 + P_4)/2$ oraz czasu podania oksytocyny w trakcie porodu i interakcji tych czynników. W tabelach zamieszczono średnie najmniejszych kwadratów cech wraz z ich błędami standardowymi (SE).

Wyniki

Wpływ otłuszczenia (grupa I i II) i czasu podania oksytocyny (grupa A i B) na przebieg porodu u loch przedstawiono w tabeli 1. Najdłuższy czas między urodzeniem pierwszego i ostatniego prosięcia stwierdzono u loch II A, a najkrótszy u loch I A (różnica 26,6 min). Najdłuższy okres czasowy między urodzeniem ostatniego prosięcia a odejściem łożyska wystąpił u loch I A, a najkrótszy u loch II A. Różnica wyniosła 14,4 min. Najdłuższy czas między urodzeniem pierwszego prosięcia a odejściem łożyska stwierdzono u loch II A, a najkrótszy u loch I A; różnica wyniosła 12,2 min.

W przeliczeniu na liczbę prosiąt urodzonych w miocie stwierdzono, że: najdłuższy czas między urodzeniem pierwszego i ostatniego prosięcia wystąpił u loch I B, a najkrótszy u loch I A (różnica 6,2 min), najdłuższy czas między urodzeniem ostatniego prosięcia a odejściem łożyska wystąpił u loch II B, a najkrótszy u loch I B (różnica 1,5 min), najdłuższy czas między urodzeniem pierwszego prosięcia a odejściem łożyska wystąpił u loch I B, a najkrótszy u loch I A (różnica 5,7 min). Wszystkie różnice jednak były statystycznie nieistotne. Nie wykazano także interakcji między otłuszczeniem i czasem podania hormonu a przebiegiem porodu (tab. 1).

Tabela 1. Wpływ otłuszczenia i czasu podania oksytocyny na przebieg porodu u loch
 Table 1. Effect of fatness and time of oxytocin administration on the course of parturition of sows

Wyszczególnienie Item	Grupa I Group I		Grupa II Group II		SE	Wpływ Influence			
	Grupa A Group A	Grupa B Group B	Grupa A Group A	Grupa B Group B		otłuszczenie fatness	oksytocyna oxytocin	interakcja interaction	
Czas między urodzeniem: Time period between the births of:									
pierwszego i ostatniego prosięcia (min) the first and last piglet (min)									
	185,3	204,4	211,9	195,5	7,94	NS	NS	NS	NS
ostatniego prosięcia a odejściem łożyska (min) the last piglet and expulsion of placenta (min)									
	80,2	67,7	65,8	73,0	7,12	NS	NS	NS	NS
pierwszego prosięcia a odejściem łożyska (min) the first piglet and expulsion of placenta (min)									
	265,5	276,9	277,7	271,0	10,32	NS	NS	NS	NS
pierwszego i ostatniego prosięcia/sztukę (min) the first and last piglet/head (min)									
	17,5	23,7	20,9	21,6	1,51	NS	NS	NS	NS
ostatniego prosięcia a odejściem łożyska/sztukę (min) the last piglet and expulsion of placenta/head (min)									
	7,4	6,4	6,6	7,9	0,67	NS	NS	NS	NS
pierwszego prosięcia a odejściem łożyska/sztukę (min) the first piglet and expulsion of placenta/head (min)									
	24,9	30,6	27,5	29,7	1,68	NS	NS	NS	NS

Grupa I – ($P_5 + P_7$)/2 > 20 mm; Grupa II – ($P_5 + P_7$)/2 ≤ 20 mm. Group I – ($P_5 + P_7$)/2 > 20 mm; Group II – ($P_5 + P_7$)/2 ≤ 20 mm.
 Grupa A – oksytocyna podana po urodzeniu 4. prosięcia. Group A – oxytocin administered after birth of the 4th piglet.
 Grupa B – oksytocyna podana po urodzeniu 8. prosięcia. Group B – oxytocin administered after birth of the 8th piglet.
 NS, P > 0,05 – brak istotnych różnic; NS, P > 0,05 – not significant.

Tabela 2. Użytkowość rozplodowa loch
Table 2. Reproductive performance of sows

Cecha Item	Grupa I Group I		Grupa II Group II		SE	Wpływ Influence		
	Grupa A Group A	Grupa B Group B	Grupa A Group A	Grupa B Group B		otłuszczenie fatness	oksytocyna oxytocin	interakcja interaction
	Liczba prosiąt urodzonych w miocie Total number of piglets born in litter	11,25	10,32	10,17		9,54	0,224	0,040
Liczba prosiąt urodzonych żywych Number of piglets born alive	11,25	10,32	10,08	9,25	0,234	0,019	NS	NS
Liczba prosiąt urodzonych martwych Number of stillborn piglets	0,00	0,00	0,08	0,29	0,031	0,003	NS	NS
Liczba prosiąt odsadzonych Number of weaned piglets	9,75	9,88	9,83	9,08	0,151	NS	NS	NS
Masa miotu przy urodzeniu (kg) Litter weight at birth (kg)	17,66	16,99	15,93	15,39	0,389	0,036	NS	NS
Masa miotu przy odsadzeniu (kg) Litter weight at weaning (kg)	56,58	60,92	55,21	51,96	1,060	0,017	NS	NS
Masa ciała prosięcia przy urodzeniu (kg) Body weight of piglet at birth (kg)	1,57	1,69	1,59	1,77	0,040	NS	NS	NS
Masa ciała prosięcia przy odsadzeniu (kg) Body weight of piglet at weaning (kg)	5,84	6,20	5,62	5,68	0,075	0,016	NS	NS

Grupa I – (P₃ + P₄)/2 > 20 mm; Grupa II – (P₂ + P₃ + P₄)/2 ≤ 20 mm. Group I – (P₃ + P₄)/2 > 20 mm; Group II – (P₂ + P₃ + P₄)/2 ≤ 20 mm.
 Grupa A – oksytocyna podana po urodzeniu 4. prosięcia. Grupa B – oksytocin administrated after birth of the 4th piglet.
 Grupa B – oksytocyna podana po urodzeniu 8. prosięcia. Grupa B – oxytocin administrated after birth of the 8th piglet.
 NS, P > 0,05 – brak istotnych różnic; NS, P > 0,05 – not significant.

W tabeli 2 przedstawiono wybrane wskaźniki rozrodu i odchowu prosiąt w grupach loch, które różniły się rezerwą tłuszczową oraz czasem podania oksytocyny w trakcie porodu. Niektóre cechy użytkowości rozplodowej różniły się istotnie przy $P \leq 0,05$ między grupą I i II. Wysoko istotną różnicę ($P \leq 0,01$) między grupą I i II stwierdzono w liczbie prosiąt urodzonych martwych. Nie wykazano interakcji między otluszczeniem loch i czasem podania oksytocyny a wskaźnikami rozrodu i odchowu prosiąt (tab. 2).

Omówienie wyników

Średni czas trwania porodu loch z grupy I i II był podobny i wyniósł około 4,5 godziny. W przypadku wystąpienia komplikacji czas trwania akcji porodowej może znacząco się wydłużyć, niekiedy dwu- lub trzykrotnie w stosunku do normy (Pejsak i in., 1982). Nadmierne otluszczenie może wpływać na przebieg porodu i zdrowie loch oraz ich użytkowość rozplodową, a przedłużający się poród jest jedną z przyczyn rodzenia przez lochę martwych prosiąt (Koczanowski i in., 2000; Lawlor i Lynch, 2007). W badaniach własnych nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie między grupami I i II w czasie trwania poszczególnych etapów porodów. Wpływ czasu podania oksytocyny proszącym się lochom na przebieg porodu nie został potwierdzony, natomiast literatura wskazuje m.in. na pozytywny wpływ podania oksytocyny na jego przebieg (Pejsak i in., 1982; Mota-Rojas i in., 2007). Interakcje między otluszczeniem samic i czasem podania oksytocyny a przebiegiem porodu nie zostały potwierdzone statystycznie.

W badaniach własnych wystąpiły różnice w liczbie prosiąt urodzonych martwych między grupami I i II. Ich liczba była jednak niewielka w porównaniu z wynikami innych badań, w których porody nie były wspomagane hormonalnie (Rekiel i in., 2000). Pejsak i in. (1982) oraz Alonso-Spilsbury i in. (2004) zalecają podawanie oksytocyny, uzasadniając takie postępowanie zmniejszeniem odsetka prosiąt ginących w czasie porodu. Mota-Rojas i in. (2007) podkreślają, że czas podania egzogennej oksytocyny wpływa na poziom strat wśród rodzących się prosiąt, a odsetek prosiąt urodzonych martwych zwiększa się przy podaniu hormonu w pierwszej fazie porodu. W badaniach własnych, zróżnicowanie momentu podania oksytocyny proszącym się lochom tylko nieznacznie (nieistotnie statystycznie) zmieniło średni czas rodzenia prosięcia i odejścia łożyska; nie miało też istotnego wpływu na czas trwania porodu.

Kondycja loch w okresie okołoporodowym nie wpływa na ich płodność. Cecha ta zależy od techniki rozrodu i uwarunkowań środowiskowych, genotypu oraz wieku loch, a u loszek również od flushingu. O zróżnicowaniu wyników użytkowości rozplodowej loch decyduje stan odżywienia przy kryciu i zapłodnieniu oraz poziom i jakość żywienia w tym okresie i w początkowej fazie ciąży (Rekiel, 2002). Wyniki rozrodu uzyskane w badaniach własnych są efektem następczym stosowanej techniki krycia oraz żywienia i utrzymania loch prośnych i potwierdzają ich poprawność. Lochy z grupy I vs II zgromadziły większe rezerwy tłuszczu, ale nie spowodowało to problemów przy porodzie u tych samic. W końcowej fazie ciąży miały one również większą masę ciała, co wiązało się m.in. z większą liczbą płodów, masą macicy

i wód płodowych, a co wykazano i przedstawiono w pracy – większą liczbą urodzonych prosiąt i masą miotów.

Hormonalne sterowanie porodem jest korzystne i celowe, pod warunkiem, że jest prowadzone umiejętnie (Guthrie, 1985; Whitely i in., 1985; Mota-Rojas i in., 2007). Jest ono zalecane do praktycznego wykorzystania w dużych chlewniach (Clark i Bilkei, 2002). Skraca się czas trwania akcji porodowej, urodzone prosięta są bardziej żywotne, gdyż rzadziej występuje u nich niedotlenienie, pobranie siary jest ułatwione, co przyczynia się do pełniejszego zabezpieczenia immunologicznego i wpływa korzystnie na wyniki odchowu (Alonso-Spilsbury i in., 2004; Mota-Rojas i in., 2005, 2007).

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że średni czas rodzenia prosiąt i zakończenia porodu w grupach I i II, różniących się otluszczeniem w ciąży wysokiej był porównywalny i niezależny od czasu podania oksytocyny (grupa A i B) (wszystkie różnice statystycznie nieistotne). Przy późniejszym podaniu oksytocyny (grupa B vs A) obserwowano jedynie nieistotne statystycznie zmiany czasu trwania poszczególnych zdarzeń (rodzenia prosiąt, odejścia łożyska) w trakcie akcji porodowej. Zróżnicowana płodność loch była wyznacznikiem czasu porodu, ale w przeliczeniu na jedno prosię różnice w czasie przyjścia na świat poszczególnych osobników były statystycznie nieistotne. Nie wykazano interakcji między otluszczeniem loch i czasem podania oksytocyny a przebiegiem porodu oraz wskaźnikami reprodukcji. W grupie I vs II uzyskano lepsze wyniki rozrodu i odchowu prosiąt, ale nie było to efektem czynników doświadczalnych.

Piśmiennictwo

- Alonso-Spilsbury M., Mota-Rojas D., Martinez-Burnes J., Arch E., López-Maya-goitia A., Ramirez-Necoechea R., Olmos A., Trujillo M.E. (2004). Use of oxytocin in penned sows and its effect on fetal intra-partum asphyxia. *Anim. Reprod. Sci.*, 84: 157–167.
- Blanks A.M., Thornton S. (2003). The role of oxytocin in parturition. *Br. J. Obstet. Gynaecol.*, 110 (Suppl.), 20: 46–51.
- Clark M.H., Bilkei G. (2002). Multiple oxytocin application increases the predictability of prostaglandin induced farrowing in swine. *Dtsch. Tierarztl. Wochenschr.*, 109: 489–490.
- Ellendorf F., Taverne M., Esaesser F., Forsling M., Parvizi N., Naaktgeboren C., Smidt B. (1979). Endocrinology of parturition in the pig. *Anim. Reprod. Sci.*, 2: 323–334.
- Enders A.C., Carter A.M. (2004). What can comparative studies of placental structure tell us? A review. *Placenta* 25 (Suppl. A): 53–59.
- Forsling M., Parvizi N., Elsaesser F., Smidt D., Ellendorff F. (1979). Plasma oxytocin and steroid concentrations during late pregnancy, parturition and lactation in the miniature pig. *J. Endocrinol.*, 82: 61–69.
- Fraser D. (1984). Some factors influencing the availability of colostrum to piglets. *Anim. Prod.*, 39: 115–123.
- Guthrie H.D. (1985). Control of time of parturition in pigs. *J. Reprod. Fertil., Suppl.*, 33: 229–244.
- Herpin P., Dividich J.le, Hulin J.C., Fillaut M., Marco F. de, Bertin R. (1996). Effects of the level of asphyxia during delivery on viability at birth and early postnatal vitality of newborn pigs. *J. Anim. Sci.*, 74: 2067–2075.
- Johnson L.J. (1996). Sound sow nutrition builds productivity. *National Hog Farmer*, 41: 10–18.
- Koczanowski J., Migdał W., Klocek Cz., Stawarz M. (2000). Wpływ otluszczenia loszek przed pokryciem na ich użytkowość rozplodową. *Biul. Nauk. ART Olsztyn*, 7: 109–113.

- Lawlor P.G., Lynch P.B. (2007). A review of factors influencing litter size in Irish sows. *Irish Veter. J.*, 60: 359–366.
- Mota-Rojas D., Nava-Ocampo A.A., Trujillo M.E., Velázquez-Armenta Y., Ramirez-Necoechea R., Martinez-Burnes J., Alonso-Spilsbury M. (2005). Dose minimization study of oxytocin in early labor in sows: uterine activity and fetal outcome. *Reprod. Toxicol.*, 20: 255–259.
- Mota-Rojas D., Villanueva-García D., Velázquez-Armenta E., Nava-Ocampo A.A., Ramirez-Necoechea R., Alonso-Spilsbury M., Trujillo M.E. (2007). Influence of time at which oxytocin is administered during labor on uterine activity and perinatal death in pigs. *Biol. Res.*, 40: 55–63.
- Patience J.F., Hacker P.A., Lange C.F.M. (1995). *Swine Nutrition Guide*. Prairie Swine Centre.
- Pejsak Z., Jagodziński M., Szczepaniak R. (1982). Wpływ podawania oksytocyny na czas trwania porodu, zamieralność śródporodową i występowanie syndromu MMA u macior. *Med. Wet.*, 38: 353–355.
- Rekiel A. (2000). Cykl laktacyjny u loch. *Med. Wet.*, 56: 163–167.
- Rekiel A. (2002). Wpływ odmiennych technik zasuszania na poziom rezerw tłuszczowych i wyniki reprodukcji loch. *Rozpr. Nauk. Monogr., Wyd. SGGW, Pr. hab., ss. 1–99*.
- Rekiel A., Beyga K. (2008). Kondycja loch i jej ocena. *Prz. Hod.*, 9: 7–13.
- Rekiel A., Więcek J., Staniszewski K. (2000). Wpływ dojrzałości rozplodowej na wyniki reprodukcji loch pierwiastek. *Biul. Nauk. UWM Olsztyn*, 7: 233–240.
- Smith N.A. (1994). Biochemical and physiological investigations of parturition and lactation in the pig. PhD. Thesis. The University of Western Australia, Australia.
- Taverne M., Naaktgeboren C., Elsaesser F., Forsling M., Weyden G.C. van der, Eilendorff F., Smidt D. (1979). Myometrial electrical activity and plasma concentrations of progesterone, estrogen and oxytocin during late pregnancy and parturition in the miniature pig. *Biol. Reprod.*, 21: 117–131.
- Whitely J., Willcox D.L., Hartmann P.E., Yamamoto S.Y., Bryant-Greenwood G.D. (1985). Plasma relaxin levels during suckling and oxytocin stimulation in the lactating sow. *Biol. Reprod.*, 33: 705–714.
- Young M.G., Tokach M.D., Aherne F.X., Main R.G., Dritz S.S., Goodband R.D., Nelssen J.L. (2004). Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance. *J. Anim. Sci.*, 82: 3058–3070.

Zatwierdzono do druku 9 V 2009

KAROLINA BEYGA, ANNA REKIEL

Effect of body condition and oxytocin administration on the course of parturition in sows and results of piglet rearing

SUMMARY

The aim of the work was to determine the effect of sow condition, expressed by fat reserve during high pregnancy – the mean from two measurements $(P_2 + P_4)/2$ and the time of oxytocin administration on the course of parturition. The live evaluation of backfat thickness was carried out at 104 days of pregnancy on 100 sows (primiparous: multiparous – 30:70%). The sows were divided into groups with 50 animals per group. Group I was characterized by $(P_2 + P_4)/2 > 20$ mm fatness and group II by $(P_2 + P_4)/2 \leq 20$ mm fatness. The mean for the sows from groups I and II was 26.2 mm and 15.2 mm, respectively ($P \leq 0.001$), which corresponded to 5 and 2 points on a 5-point scale of body condition scoring. Additionally, loin eye height (P_4M) and body weight of sows was determined; they were 44.2 mm and 43.0 mm (NS difference) and 235.9 kg and 203 kg (difference significant at $P \leq 0.001$) in groups I and II, respectively. Parturi-

tions were supervised and monitored; after birth of the 4th piglet (group A) or the 8th piglet (group B), the sows received oxytocin at a rate of 1 ml/100 kg of body weight.

The time of parturition and parturition end in high-pregnancy groups differing in the mean backfat thickness (group I and II), irrespective of the time of oxytocin administration (groups A and B) was comparable. Later administration of the hormone (group B vs. A) did not affect significantly the total duration of parturition; only changes in the duration of particular events during the parturition were found. The results of reproduction and rearing of piglets were better in group I than in group II. No interaction between fatness of the sows, the time of oxytocin administration and the course of parturition and reproduction results was found.

Key words: sows, fat reserve, oxytocin, parturition, piglets

SKŁAD I WARTOŚĆ POKARMOWA BIAŁKA NASION PSZCZELNIKA MOŁDAWSKIEGO (*DRACOCEPHALUM MOLDAVICA* L.)*

Piotr Hanczakowski¹, Beata Szymczyk¹, Stanisław Kwiatkowski²,
Tadeusz Wolski²

¹Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa,
32-083 Balice k. Krakowa

²Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Katedra Farmakognozji, ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin

Badano skład aminokwasowy i wartość pokarmową białka nasion dwóch form pszczelnika moldawskiego. Stwierdzono wysoką zawartość aminokwasów egzogennych, także aminokwasów siarkowych (EAAAI = 98 i 96). Znalazło to odbicie w wysokiej wartości pokarmowej białka (BV = 83,1 i 68,9) przy jego wysokiej strawności (85,9 i 82,1). Wysokie wskaźniki oceny biologicznej dowodzą, że nasiona nie zawierają aktywnych substancji antyodżywczych.

Pszczelnik moldawski (*Dracocephalum moldavica*) jest rośliną jednoroczną, pochodzącą z Azji, obecnie dość pospolitą na całej półkuli północnej. W Polsce występują dwie formy, o białych lub niebieskich kwiatach, różniące się między innymi terminem kwitnienia (Wolski i in., 2004). Pszczelnik od dawna znajdował zastosowanie jako roślina lecznicza, zawdzięczająca swe właściwości głównie związkom fenolowym, zwłaszcza flawonoidom (Dastmalchi i in., 2007). Początkowo główny surowiec stanowiły liście i kwiaty pszczelnika, dopiero dokładniejsze poznanie roli nienasyconych kwasów tłuszczowych zwróciło uwagę na nasiona, zawierające znaczne ilości (do 30%) tłuszczu, którego 90% stanowią nienasycone kwasy tłuszczowe. (Wolski i in., 2008). Plon nasion może wynosić 1600 kg z ha dla formy białej i 1900 kg dla formy niebieskiej. Wysoka zawartość cennych nienasyconych kwasów tłuszczowych spowodowała, że na rynku pojawiły się biooleje produkcji czeskiej (Moravol) i niemieckiej (Vitality). W Polsce prace nad przemysłową uprawą pszczelnika podjęła firma „Agrofarm” (Wolski i in., 2008). Jak w przypadku innych roślin oleistych po uzyskaniu oleju metodą tłoczenia na zimno pozostają wytloki zawierające białko o niezmienionej w stosunku do surowca wyjściowego wartości pokarmowej.

Celem podjętych badań było określenie składu aminokwasowego oraz wartości pokarmowej białka zawartego w nasionach dwóch form pszczelnika.

*Praca finansowana z działalności statutowej, temat nr 2303.1.

Material i metody

Pszczelnik (*Dracocephalum moldavica* L.) odmian biało i niebiesko kwitnącej był uprawiany w roku 2006 na poletkach ogrodu farmakognostycznego Uniwersytetu Medycznego w Lublinie. Nasiona zbierano we wrześniu i suszono owiewowo w temperaturze nieprzekraczającej 50°C.

Zawartość białka w nasionach oznaczano metodą Kjeldahla, natomiast zawartość tłuszczu metodą standardową (AOAC, 1995). Skład aminokwasowy białka analizowano chromatograficznie przy pomocy analizatora aminokwasów firmy Beckman-System Gold 1 26 AA z kolumną jonowymienną i derywatyzacją postkolumnową z ninhydryną z detektorem UV-VIS. Na podstawie analizy składu aminokwasowego obliczono indeks aminokwasów egzogennych (EAAI – ang. Essential Amino Acids Index) według Osera (1951) oraz wskaźnik aminokwasu ograniczającego (CS – ang. Chemical Score) według Mitchella i Blocka (1946). Estry metylowe kwasów tłuszczowych oznaczano na chromatografii gazowej Hewlett-Packard GC System (6890), wyposażonym w detektor płomieniowo-jonizacyjny (FID) oraz wysokorozdzielczą kolumnę kapilarną SGE o długości 100 m (i.d. 0,22 mm). Estry identyfikowano w odniesieniu do standardów analitycznych z Sigma-Aldrich i z Larodan Fine Chemicals AB.

Wartość biologiczną (BV) i strawność rzeczywistą (TD) białka nasion określano bilansową metodą Thomasa-Mitchella w modyfikacji Egguma (1973). Strawność rzeczywistą białka obliczano wg wzoru:

$$TD = [N \text{ ogólny paszy} - (N \text{ wydalonej w kale} - N \text{ metaboliczny kału})] / N \text{ ogólny paszy}$$

Współczynnik Wykorzystania Białka Netto (NPU) obliczono na podstawie oznaczonych BV i TD według wzoru:

$$NPU = TD \times BV : 100$$

Analizowane nasiona były jedynym źródłem białka w dawce i stanowiły, odpowiednio, formy niebieska i biała, 47,5 i 46,6% dawki. Dawki dostarczały dziennie 1 g białka dla szczura. Dawki zawierały również: sacharozę (20%) oraz mieszanki mineralną (4%) i witaminową (2%), obie według Egguma (1973). Skład dawki uzupełniano do 100% skrobią kukurydzianą. Diety zawierały około 10% tłuszczu i włókna pochodzących z nasion pszczelnika, w związku z czym nie stosowano już ekstra dodatku celulozy i oleju sojowego. Do każdej z dwóch grup doświadczalnej wybierano losowo po 6 albinotycznych szczurów laboratoryjnych o masie około 90 g. Zwierzęta miały stały dostęp do paszy i wody. Obliczono również wskaźnik aminokwasu ograniczającego skorygowany o współczynnik strawności rzeczywistej białka (PDCAAS – ang. Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score). Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji w układzie jednoczynnikowym (ANOVA) przy

użyciu pakietu STATISTICA ver. 5.1 i zastosowaniu wielokrotnego testu rozstępu Duncana.

Wyniki

Badane nasiona odmiany niebieskiej zawierały 21,03% białka, 24,02% tłuszczu, 11,23% włókna i 4,91% popiołu, natomiast odmiany białej 21,39% białka, 23,62% tłuszczu, 11,10% włókna i 5,03% popiołu. W składzie tłuszczu pszczelnika przeważały nienasycone kwasy tłuszczowe (ponad 90%), w tym około 64% przypadało na kwas α -linolenowy, należący do kwasów z grupy omega-3 (tab. 1).

Tabela 1. Skład kwasów tłuszczowych tłuszczu nasion pszczelnika moldawskiego (% sumy KT)
Table 1. Fatty acid composition of fat of Moldavian balm seeds (% of total FA)

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Odmiana Variety	
	Pszczelnik niebieski Blue Moldavian balm	Pszczelnik biały White Moldavian balm
C 16:0	5,1	4,8
C 18:0	2,3	2,3
C 18:1	7,6	8,1
C 18:2	18,9	18,9
C 18:3 <i>n</i> -3	63,7	64,0
Pozostałe Others	2,4	1,9

Białko badanych nasion pszczelnika, zwłaszcza odmiany niebieskiej, charakteryzowało się korzystnym składem aminokwasowym (tab. 2). Zawierało ono dużo aminokwasów siarkowych (suma metioniny i cystyny wynosiła, odpowiednio dla odmiany niebieskiej i białej 4,7% i 3,6%), których ilość w przypadku odmiany niebieskiej niemal w całości zaspokajała stosunkowo wysokie zapotrzebowanie szczurów. W przypadku obu form aminokwasem ograniczającym była metionina (CS = odpowiednio 82 i 72). Indeks aminokwasów egzogennych (EAAI) dla obu tych form obliczony w stosunku do białka jaja kurzego wynosił odpowiednio 98 i 96 (tab. 3).

Te wysokie wskaźniki oceny chemicznej znalazły odbicie we wskaźnikach oceny biologicznej. Białko nasion pszczelnika niebieskiego charakteryzowało się wyższą strawnością (85,9) i wartością biologiczną (83,1) niż białko formy białej (odpowiednio 82,1 i 68,9). Różnice te były istotne statystycznie. Współczynnik wykorzystania białka netto był w przypadku obu form bardzo zbliżony do wskaźnika PDCAAS.

Tabela 2. Aminokwasy niezbędne (g/16 g N) i ocena chemiczna białka nasion pszczelnika moldawskiego
 Table 2. Essential amino acids (g/16 g N) and chemical evaluation of protein of Moldavian balm seeds

Wyszczególnienie Item	Tre	Val	Ile	Leu	Tyr	Fen	His	Liz	Arg	Cys	Met	Wskaźniki oceny jakości białka metodami chemicznymi Parameters of chemical methods of protein value measurement			
												CS	EAAI	PDCAAS (CS × TD)	
															CS
Odmiana: Variety:															
Pszczelnik niebieski Blue Moldavian balm	4,14	4,73	3,51	6,52	3,38	4,38	2,15	4,71	10,09	2,13	1,94	82 (Met)	98	70,42	
Pszczelnik biały White Moldavian balm	4,11	4,87	3,37	6,23	3,37	4,46	2,09	4,95	10,25	1,71	1,89	72 (Met)	96	59,07	
Zapotrzebowanie szczurów Requirement of rats*	4,20	5,00	4,20	6,20	Tyr + Fen	6,60	2,50	5,80	5,00	Met+ Cys	5,00				

*NRC, 1995.

Tabela 3. Wartość pokarmowa białka nasion pszczołnika moldawskiego
 Table 3. Nutritive value of protein of Moldavian balm seeds

Wyszczególnienie Item	Wskaźniki oceny jakości białka metodą biologiczną Parameters of biological method of protein value measurement		
	Strawność rzeczywista True digestibility TD	Wartość biologiczna Biological value BV	Wykorzystanie białka netto Net protein utilization NPU (TD × BV)/100
Odmiana: Variety:			
Pszczelnik moldawski niebieski Blue Moldavian balm	85,89	83,06	71,34
Pszczelnik moldawski biały White Moldavian balm	82,05	68,88	56,52
Poziom istotności różnic Significance of differences	x	xx	xx
SEM	2,898	3,667	2,763

x – P<0,05; xx – P<0,01.

x – P<0,05; xx – P<0,01.

Omówienie wyników

W dostępnej literaturze istnieje wiele prac na temat oleju z pszczołnika (Rao i in., 2008; Wolski i in., 2008), jednak dotychczas nie pojawiły się informacje na temat wartości pokarmowej białka jego nasion. Można jednak przeprowadzić porównanie z nasionami innych roślin oleistych. Najpopularniejszą rośliną oleistą stanowiącą również źródło wartościowego białka, stosowanego nie tylko w przemyśle paszowym, ale również spożywczym, jest soja (Katayama i Wilson, 2008). Soja zawiera jednak substancje antyodżywcze uniemożliwiające stosowanie pełnych, nieprzetworzonych nasion w żywieniu (Cabral i in., 1995). W praktycznym żywieniu stosuje się poekstrakcyjną śrutę sojową. Nasiona poddaje się tostowaniu w podwyższonej temperaturze, co unieczynnia zawarte w nasionach czynniki antytrypsynowe, nie obniżając zawartości saponin.

Inną rośliną zawierającą znaczną ilość tłuszczu, uprawianą w klimacie umiarkowanym, jest rzepak. Jednak i w tym przypadku nasiona zawierają pewną ilość substancji (glukozynolanów) które rozkładają się, uwalniając silnie szkodliwe związki (Holst i Williamson, 2004). Również nasiona rzepaku wymagają dodatkowych zabiegów umożliwiających pełne wykorzystanie ich białka.

Zarówno soja, jak i rzepak są roślinami uprawianymi na wielką skalę w celach przemysłowych. Inaczej jest w przypadku roślin stanowiących surowiec farmaceutyczny, gdzie skala upraw jest znacznie mniejsza. Z drugiej jednak strony technologia ich przerobu wyklucza stosowanie wysokiej temperatury i rozpuszczalników, dzięki

czemu nawet po wyciśnięciu dużej części oleju pozostałe wyłoki mogą zachować część prozdrowotnych właściwości. Problemem pozostaje wartość pokarmowa samego białka.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że w przypadku pszczelnika, zwłaszcza jego odmiany niebieskiej, wartość ta jest wysoka. W naszym laboratorium przeprowadzono ocenę wartości białka innej rośliny leczniczej, będącej również źródłem wartościowego oleju bogatego w kwas γ -linolenowy – wiesiołka dwuletniego (*Oenothera biennis*). Białko wiesiołka zawierało dużo aminokwasów siarkowych (4,9%), czyli tyle co białko pszczelnika, a znacznie więcej niż białko soi (2,9%). Jednak współczynnik wykorzystania białka NPU był tu niemal trzykrotnie niższy (25) niż w przypadku pszczelnika, wskutek bardzo niskiej zawartości lizyny (jedynie 1,8%) i dużej zawartości inhibitorów trypsyny, równej ich zawartości w surowych nasionach soi, obniżających strawność białka wiesiołka do 32% (Hanczakowski i in., 1993). Autoklawowanie jedynie w niewielkim stopniu poprawiło wartość pokarmową białka wiesiołka.

Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań można stwierdzić, że białko nasion pszczelnika mołdawskiego charakteryzuje się korzystnym składem aminokwasowym oraz wysoką wartością odżywczą i może być wykorzystane w żywieniu zwierząt bez dalszych zabiegów technologicznych.

Piśmiennictwo

- AOAC (1995). Official Methods of Analysis (16 Ed.) Wyd. Helrich K. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.
- Cabral L.C., Serna-Saldivar S.O., Tinklesley A.M., Weber C.W. (1995). Effects of dehulling, cooking and storage conditions on protein quality and digestibility of soybeans. Arch. Latinoam. Nutr., 45: 41–45.
- Dastmalchi K., Dorman H.J., Kosar M., Hiltunen R. (2007). Chemical composition and antioxidative activity of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extracts. LWT – Food Sci. Technol., 40: 1655–1663.
- Eggum B.O. (1973). A study of certain factors influencing protein utilization in rats and pigs. Beret. Forsoegslab. Statens Husdyrbrugsudvelg., 406: 17–30.
- Hanczakowski P., Szymczyk B., Wolski T. (1993). The nutritive value of the residues remaining after oil extraction from seeds of evening primrose (*Oenothera biennis* L.). J. Sci. Food Agric., 63: 375–376.
- Holst B., Williamson G. (2004). A critical review of the bioavailability of glucosinolates and related compounds. Nat. Prod. Rep., 21: 425–447.
- Katayama M., Wilson L.A. (2008). Utilization of soybeans and their components through the development of textured soy protein foods. J. Food Sci., 73: S158–164.
- Mitchell H.H., Block R.J. (1946). Some relationships between the amino acid content of proteins and their nutritive value for the rat. J. Biol. Chem., 163: 599–607.
- NRC (1995). National Research Council: Nutrient Requirements of Laboratory Animals, Ed. 4th, Washington, National Academy Press, 52.
- Rao S., Abdel-Reheem M., Bhella R., McCracken C., Hildebrand D. (2008). Characteristics of high alpha-linolenic acid accumulation in seed oils. Lipids, 43: 749–755.
- Wolski T., Kwiatkowski S., Gliński Z. (2004). Pszczełnik mołdawski (*Dracocephalum moldavica* L.) – roślina miododajna i lecznicza. Ann. Univ. MCS Sect. DD, Med. Vet., 59: 57–66.

Wolski T., Kwiatkowski S., Główniak K., Hajnos M. (2008). Warunki przemysłowej uprawy pszczelnika mołdawskiego (*Dracocephalum moldavica* L.). Materiały XLV Naukowej Konferencji Pszczelarskiej, Puławy 11–12.03.2008, ss. 145–146.

Zatwierdzono do druku 12 II 2009

PIOTR HANCZAKOWSKI, BEATA SZYMCZYK, STANISŁAW KWIATKOWSKI,
TADEUSZ WOLSKI

**Composition and nutritive value of protein of Moldavian balm seeds
(*Dracocephalum moldavica* L.)**

SUMMARY

Amino acid composition and nutritive value of protein from two forms of Moldavian balm were studied. A high content of exogenous and sulphur amino acids (EAAAI = 98 and 96, respectively) was found. This was reflected in high nutritive value (BV = 83.1 and 68.9) and high digestibility (85.9 and 82.1) of protein. The high scores for biological evaluation indicate that Moldavian balm seeds contain no active antinutritional substances.

Key words: rats, Moldavian balm, protein, biological value

WPLYW INTENSYWNOŚCI ŻYWIENIA BUHAJKÓW RASY LIMOUSIN NA WSKAŹNIKI PRODUKCYJNE I WŁAŚCIWOŚCI DIETETYCZNE MIĘSA

Krzysztof Bilik¹, Karol Węglarzy², Zenon Choroszy³

¹Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa,
32-083 Balice k. Krakowa

²Zakład Doświadczalny Grodziec Śląski Sp. z o.o., Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy,
43-386 Świętoszówka

³Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Dział Genetyki i Hodowli Zwierząt,
32-083 Balice k. Krakowa

Celem badań było określenie, w jakim stopniu zróżnicowana intensywność żywienia buhajków dawkami z udziałem kiszonki z traw wpłynie na cechy opasowe i rzeźne, skład chemiczny mięsa oraz profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu śródmięśniowym mięśnia najdłuższego grzbietu (MLD). Doświadczenie przeprowadzono w okresie opasania od średniej masy ciała 241 do 530 kg, na 12 buhajkach rasy Limousin przydzielonych do dwóch grup (po 6 sztuk) analogicznych pod względem początkowej masy ciała. Zastosowano dwa poziomy żywienia: intensywny (grupa I) i średnio intensywny (SI). Podstawową paszę objętościową stanowiła kiszonka z przewiędniętej trawy łąkowej – skarmiana do woli, uzupełniona sianem łąkowym (1 kg/dzień) i zróżnicowaną ilością (w przeliczeniu na 100 kg masy ciała) mieszanki treściwej (1,0 kg – w grupie I lub 0,6 kg – w grupie SI). Stwierdzono, że poziom żywienia wpłynął istotnie ($P < 0,05$) na zróżnicowanie dziennych przyrostów masy ciała i czas opasania, a nieistotnie na pozostałe cechy wartości opasowej i rzeźnej. W MLD buhajków grupy SI wykazano wyższą zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) z rodziny n-3, sumy izomerów CLA, a także korzystniejszy stosunek PUFA n-6/n-3 i niższą zawartość cholesterolu całkowitego niż w grupie I.

Coraz wyższe wymagania konsumenta do spożywania mięsa wołowego wysokiej jakości determinują technologie produkcji i systemy opasania młodego bydła rzeźnego (Spears, 1996). Z tych względów współczesne systemy opasania uwzględniają modyfikowanie nie tylko stosunku tłuszczowo-mięsnego (French i in., 2000; Yang i in., 2002), ale również udziału i wzajemnych proporcji wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA), w tym sprzężonego kwasu linolowego (CLA) w tuszach wołowych (Scollan i in., 2001; Dannenberger i in., 2005). W dotychczasowych badaniach nad możliwością poprawy walorów dietetycznych mięsa wołowego metodami żywieniowymi stosowano najczęściej dodatek do dawek pokarmowych różnego rodzaju tłuszczów roślinnych chronionych przed biouwodroowaniem

w zważcu (Enser i in., 1999; Stasiniewicz i in., 2000; Mir i in., 2004). Jedną z żywieniowych metod poprawy walorów dietetycznych mięsa wołowego może być również obniżenie intensywności żywienia opasanych zwierząt (Rule i in., 1997; Raes i in., 2004), przez zwiększenie w dawce pokarmowej udziału pasz objętościowych bogatych w prekursorów wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) z rodziny *n-3* (Realini i in., 2004; Marino i in., 2006). Szczególną rolę w tym względzie przypisuje się paszy pozyskiwanej z trwałych użytków zielonych, zwłaszcza trawom i roślinom motylkowatym występującym w runi łąkowej lub pastwiskowej (Scollan i Wood, 2006). Zielonka pastwiskowa lub kiszonka z runi łąkowej zawierają więcej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny *n-3* i mają korzystniejszy stosunek PUFA *n-6/n-3* w porównaniu z paszą treściwą (Dannenberger i in., 2004). Jak podają niektórzy autorzy (Duckett i in., 1993; Scollan i Wood, 2006), stosowanie świeżej lub zakiszonej runi w żywieniu opasanego bydła wpływa korzystnie na koncentrację NNKT w tłuszczu mięśni. Jednak nadmierne obniżenie intensywności żywienia bydła w okresie opasania, poprzez ograniczenie ilości podawanej paszy treściwej, może spowodować pogorszenie efektywności opasania oraz obniżenie cech rzeźnych i jakościowych mięsa (Berthiaume i in., 2006; Dannenberger i in., 2006).

Celem pracy było określenie wpływu stopnia zróżnicowania intensywności żywienia buhajków rasy Limousin w okresie opasania dawkami pokarmowymi z udziałem kiszonki z traw łąkowych na cechy opasowe i rzeźne oraz profil kwasów tłuszczowych mięśnia najdłuższego grzbietu.

Material i metody

Układ doświadczenia, żywienie i utrzymanie zwierząt

Badania przeprowadzono na 12 buhajkach rasy Limousin w okresie ich opasania od średniej masy ciała 241 do 530 kg. Zwierzęta przydzielono do dwóch grup (po 6 sztuk) analogicznych pod względem początkowej masy ciała. Wytypowane do doświadczenia buhajki odchowywano przez 6–7 miesięcy przy krowach-matkach na pastwisku kwaterowym, trawiasto-koniczynowym. Po zakończeniu sezonu pastwiskowego zwierzęta odsadzano od matek i żywiono alkierzowo paszami gospodarskimi (kiszonki, siano i mieszanka treściwa), dla uzyskania przyrostów masy ciała około 1000 g/dzień. Doświadczenie właściwe poprzedzono 2-tygodniowym okresem wstępnym, w którym zwierzęta przyzwyczajano do wprowadzanej dawki pokarmowej. Zastosowano dwa poziomy żywienia: intensywny (grupa I) i średnio intensywny (grupa SI). Podstawową paszę objętościową stanowiła kiszonka z przewiedniętych traw – skarmiana do woli. Uzupełniano ją sianem łąkowym (1 kg/dzień) i zróżnicowaną ilością mieszanki treściwej, o składzie: śruta jęczmienna – 42%, śruta pszenna – 20%, śruta z pszenżyta – 17%, śruta rzepakowa poekstrakcyjna – 15%, śruta sojowa poekstrakcyjna – 2% i mieszanka mineralno-witaminowa – 4%. W zależności od przyjętej intensywności żywienia ilość skarmianej mieszanki treściwej na jedną sztukę dziennie wynosiła (w przeliczeniu na 100 kg masy ciała): 1,0 kg – w grupie żywionej intensywnie (I) lub 0,6 kg – w grupie żywionej średnio intensywnie (SI). Zwierzęta żywiono indywidualnie, a dawkę paszy treściwej zmieniano co około 50 dni, po zważeniu zwierząt. W tym

czasie kontrolowano również dzienne spożycie paszy ważąc przez 2–3 kolejne dni ilość zadanej i niewyjedzonej paszy. Wartość energetyczną i białkową pasz oraz skład procentowy mieszanki treściwej ustalano według norm żywienia IZ-INRA (2001), przy pomocy programów komputerowych WINWAR 1,6 (2000) i INRAtion 2.63 (1999). Przy intensywnym żywieniu założono przyrost masy ciała buhajków w wysokości – 1300 g/dzień, a przy średnio intensywnym – 1000 g/dzień. Kiszonkę i mieszankę treściwą podawano dwa razy dziennie, natomiast siano łąkowe podawano jeden raz dziennie, po wieczornym karmieniu. W okresie doświadczenia zwierzęta utrzymywano na stanowiskach wiązanych, wyposażonych w poidła automatyczne i przegrody zainstalowane w żłobach, z osobnymi pojemnikami na paszę treściwą.

Pomiary, analizy chemiczne i obliczenia statystyczne

W czasie doświadczenia określano początkową i końcową masę ciała zwierząt, masę ciała przy zmianie dawki paszy treściwej, a także skład chemiczny i profil kwasów tłuszczowych w skarmianych paszach. Po uboju oznaczano skład chemiczny, zawartość cholesterolu całkowitego i profil kwasów tłuszczowych w próbkach mięsa pobranych z mięśnia najdłuższego grzbietu (MLD).

Podstawowy skład chemiczny pasz oznaczano metodą standardową (AOAC, 1995), a frakcje włókna ADF i NDF w kiszonce i sianie metodą Goeringa i Van Soesta (1970). Analizy LKT w kiszonce (z wyjątkiem kwasu mlekowego) oraz oznaczenia profilu wyższych kwasów tłuszczowych w próbkach pasz wykonano na chromatografii gazowej (Varian 3400, kolumna CP – WAX 58, 25 m, 0,53 mm, 1,0 mikron, detekcja FID, 2600C, range 11, gaz nośny hel, 6 ml/min, temperatura dozowania 2000C), z użyciem autosamplera 8200 CX. Kwas mlekowy w kiszonce oznaczano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) po odwirowaniu wodnych przesączy z 24% kwasem meta-fosforowym na chromatografii firmy Shimadzu (kolumna Nucleosil 250/4 – C 18, detektor UV – Vis SPP – 6 AV i autosampler SIL – 10 AX). Przy oznaczaniu zawartości LKT w kiszonce czas analizy wynosił 17 minut, a przy oznaczaniu profilu WKT w paszach – 65,4 minuty. W obu przypadkach nastrzyk próbki wynosił 1,0 µl. Wartość pH kiszonki określano przy użyciu potencjometru Elwro N 5170. Po zakończeniu opasania buhajki przewożono do zakładu ubojowego, w którym po 24-godzinnej głodówce przeprowadzano ubój. Ocenę poubojową tusz oraz rozbiór i dysekcję 5 wartościowych wyrebów: na mięso, tłuszcz i kości wykonano według metody opracowanej w Instytucie Zootechniki (Choroszy i in., 2004). Podstawowy skład chemiczny mięsa oznaczano metodą standardową (AOAC, 1995), a zawartość cholesterolu całkowitego metodą kolorymetryczną (Korzeniowski i in., 1992). Profil kwasów tłuszczowych w próbkach MLD oznaczano metodą chromatografii gazowej przy zastosowaniu tego samego chromatografu gazowego, jak przy oznaczaniu profilu kwasów tłuszczowych w próbkach skarmianych pasz. Analizy chemiczne i oznaczenia przeprowadzono w Centralnym Laboratorium Instytutu Zootechniki Państwowego Instytutu Badawczego. Koszt pasz zużytych na 1 kg przyrostu masy ciała wyliczono na podstawie średniego dziennego pobrania paszy w grupach żywieniowych, przyjmując ceny pasz z IV kwartału 2007 roku, według kosztów własnych ośrodka badawczego.

Obliczenia statystyczne uzyskanych wyników wykonano metodą jednoczynnikowej analizy wariancji według procedury ANOVA posługując się programem statystycznym SAS (1999/2001). Istotność różnic między grupami określono testem F.

Wyniki

Zawartość składników pokarmowych w kiszonce z przewiedniętych traw i sianie łąkowym oraz ich wartość pokarmowa (tab. 1) odpowiadały wartościom charakteryzującym pasze średniej jakości (Kański i in., 2005). Dzielne pobranie przez buhajki suchej masy i energii (JPŻ) kształtowało się na poziomie zbliżonym, a pobranie białka (BTJ) na poziomie wyższym w stosunku do zapotrzebowania ustalonego według norm żywienia IZ-INRA (2001) dla buhajków ras mięsnych uzyskujących przyrost masy ciała – 1300 g/dzień (grupa I) lub 1000 g/dzień (SI).

Między grupami nie wykazano statystycznie istotnych różnic w początkowej i końcowej masie ciała, a także w masie tuszy po uboju oraz procentowej zawartości mięsa, tłuszczu i kości w pięciu wyrębach półtuszy (tab. 2). U zwierząt z grupy I wystąpiła jednak tendencja do nieco wyższej zawartości mięsa i tłuszczu, a mniejszej ilości kości w badanych półtuszach niż u buhajków z grupy SI. Także w składzie chemicznym mięsa nie wykazano pomiędzy grupami istotnego zróżnicowania, chociaż zwierzęta grupy I charakteryzowały się wyższą zawartością tłuszczu surowego i cholesterolu całkowitego w MLD aniżeli buhajki grupy SI. Poziom żywienia buhajków w okresie opasania wpłynął natomiast istotnie ($P < 0,01$) na zróżnicowanie dziennych przyrostów masy ciała i długości czasu opasania. Przy żywieniu intensywnym buhajki uzyskiwały bowiem wyższe o około 250 g/dzień przyrosty masy ciała, przy krótszym o około 60 dni okresie opasania niż przy żywieniu średnio intensywnym. W obu grupach uzyskiwano zbliżony koszt pasz zużytych na 1 kg przyrostu masy ciała wynoszący średnio 3,66 zł (tab. 2).

Wyniki dotyczące profilu kwasów tłuszczowych w próbkach skarmianych pasz podano w tabeli 3. Z przedstawionych danych wynika, że kiszonce z przewiedniętej trawy łąkowej oraz siano łąkowe wyróżniały się niższą zawartością kwasów tłuszczowych jednonienasyconych (MUFA) i wielonienasyconych (PUFA $n-6$) niż pasza treściwa. W kiszonce z trawy łąkowej i sianie stwierdzono natomiast wielokrotnie wyższą niż w paszy treściwej zawartość PUFA $n-3$, znacznie niższy stosunek PUFA $n-6/n-3$, a także wyższą zawartość sumy kwasów tłuszczowych nasyconych (SFA), zwłaszcza C16:0.

W zależności od zastosowanej intensywności żywienia nie wykazano istotnych różnic ($P < 0,05$) w zawartości sumy: SFA, UFA i PUFA oraz niektórych rodzajów kwasów tłuszczowych (nasyconych i nienasyconych) w tłuszczu śródmięśniowym m. *longissimus dorsi* (tab. 3). Przy średnio intensywnym żywieniu buhajków (grupa SI) stwierdzono jednak istotnie niższą ($P < 0,05$) zawartość w MLD kwasu C18:2 $n-6$, niższy stosunek PUFA $n-6/n-3$ oraz wyższą zawartość sumy MUFA i izomerów CLA w porównaniu z buhajkami żywionymi intensywnie (grupa I). U buhajków grupy SI wykazano również tendencję do większej zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny $n-3$ (C18:3; EPA i DHA) i niższej zawartości kwasów tłuszczowych PUFA $n-6$ niż u zwierząt grupy I.

Tabela 1. Skład chemiczny (% SM) i wartość pokarmowa skarmianych pasz (w 1 kg SM) oraz średnie
 dzienne pobranie i wykorzystanie paszy
 Table 1. Chemical composition (% DM) and nutritive value of feeds (in 1 kg DM) and mean daily feed
 intake and conversion

Składniki Components	Kiszonka z trawy Grass silage	Siano łąkowe Meadow hay	Mieszanka treściwiwa Concentrate	Pasze Feeds	Grupy ¹ Groups ¹	
					I	SI
Sucha masa Dry matter	37,5	85,20	87,7	Kiszonka z trawy (kg) Grass silage (kg)	13,8	16,5
Popiół surowy Crude ash	11,00	9,23	7,91	Siano łąkowe (kg) Meadow hay (kg)	1,0	1,0
Białko ogólne Crude protein	12,15	9,11	17,16	Mieszanka treściwiwa (kg) Concentrate (kg)	4,89	2,84
Tłuszcz surowy Crude fat	3,92	1,78	2,75	Pobranie składników pokarmowych: Nutrient intake:		
Włókno surowe Crude fibre	29,36	34,19	6,36	sucha masa (kg) dry matter (kg)	10,31	9,52
Związki N- niebiałkowe N non-protein compounds	48,51	45,73	64,72	JPŻ UFV	8,78	7,63
ADF	38,24	34,62		białko ogólne (g) crude protein (g)	1445,8	1268,9
NDF	53,12	55,75		BTJN (g) PDIN (g)	921,4	788,8
Kwas mlekowy Lactic acid	3,25			BTJE (g) PDIE (g)	851,3	711,6
Kwas octowy Acetic acid	1,47			Zużycie na 1 kg przyro- stu m.c.: Intake per kg weight gain:		
Kwas masłowy Butyric acid	0,16			sucha masa (kg) dry matter (kg)	8,52	9,94
pH	4,70			JPŻ UFV	7,25	7,97
Zawartość w 1 kg paszy: Content in 1 kg feed:				BO (g) CP (g)	1194,8	1325,6
JPŻ	0,72	0,66	1,05	BTJN (g) PDIN (g)	761,5	824,0
UFV				BTJE (g) PDIE (g)	703,6	743,4
BTJN (g)	73,3	56,3	116,3	Stosunek paszy objętościowej do treściwiwej (% w SM)	58:42	71:29
PDIN (g)				Roughage to concentrate ratio (% DM)		
BTJE (g)	60,8	66,9	111,3	Koncentracja energii w 1 kg SM dawki (JPŻ/ kg SM)	0,85	0,80
PDIE (g)				Energy concentration per kg of ration DM (UFV/kg DM)		
P (g)	4,75	3,07	5,26			
Ca (g)	9,76	6,33	0,81			

¹I – żywienie intensywne, SI – żywienie średnio intensywne.

¹I – intensive feeding, SI – semi-intensive feeding.

Tabela 2. Wskaźniki produkcyjne, ocena poubojowa tusz oraz skład chemiczny i zawartość cholesterolu całkowitego w mięśni najdłuższym grzbiecie
 Table 2. Production parameters, postmortem carcass analysis and chemical composition and total cholesterol content of *longissimus dorsi* muscle

Cechy opasowe i rzeźne oraz skład chemiczny mięsa Fattening and slaughter traits and chemical composition of meat	Grupy Groups		s.e.m.
	I	SI	
Początkowa masa ciała (kg) Initial body weight (kg)	240,9	242,2	12,58
Końcowa masa ciała (kg) Final body weight (kg)	528,6	530,6	17,95
Dni żywienia Feeding days	228,1 B	287,6 A	31,98
Dzienny przyrost masy ciała (g) Daily weight gain (g)	1264,3 A	1011,3 B	84,84
Średni koszt paszy na 1 kg przyrostu masy ciała (zł) ^{*)} Mean cost of feed per kg weight gain (zł) ^{*)}	3,63	3,69	
Masa tuszy (kg) Carcass weight (kg)	329,3	323,2	10,52
Wydajność rzeźna (%) Dressing percentage	62,3	60,9	1,86
Zawartość w 5 wyrębach półtuszy (%): Content in 5 half-carcass cuts (%):			
mięso meat	76,86	75,76	2,05
tłuszcz fat	7,01	6,67	0,61
kości bones	16,22	17,56	1,67
Skład chemiczny mięsa (%): Chemical composition of meat (%):			
sucha masa dry matter	24,23	24,39	0,87
popiół surowy crude ash	1,09	1,09	0,05
białko ogólne crude proein	22,43	21,92	0,53
tłuszcz surowy crude fat	1,56	1,23	0,30
cholesterol całkowity (mg/100 g) total cholesterol (mg/100 g)	42,18	40,72	1,78

a, b<0,05; A, B<0,01.

^{*)} Przyjęto ceny pasz z IV 2007 roku według kosztów własnych ośrodka badawczego (ZD IZ PIB Grodziec Śląski, Sp. Z o.o.).

a, b<0.05; A, B<0.01.

^{*)} Feed prices from April 2007 were used according to the experimental station's own costs (Grodziec Śląski Experimental Station, Sp. z o.o.).

Tabela 3. Profil kwasów tłuszczowych w próbkach skarmianych pasz i tłuszczu śródmięśniowym mięśnia najdłuższego grzbietu (MLD) opasanych buhajków (% sumy kwasów)
 Table 3. Fatty acid profile of feed samples and intramuscular fat of *longissimus dorsi* muscle (MLD) of fattened bulls (% total acids)

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Pasze Feeds			Mięso (MLD) Meat (MLD)		s.e.m.
	kiszonka z trawy grass silage	siano hay	mieszanka treściwa concentrate	grupy groups		
				I	SI	
SFA (suma) (sum)	19,74	27,70	11,39	39,23	40,50	4,16
C 14:0	0,31	0,69	0,21	0,940	1,101	0,33
C 16:0	16,20	19,87	9,89	19,68	19,38	2,88
C 18:0	1,42	2,68	1,12	17,70	17,54	1,56
UFA (suma) (sum)	80,26	72,29	88,61	55,95	57,15	4,83
C 18:2 <i>n-6</i>	30,38	31,49	65,44	21,95 a	12,28 b	5,55
C 18:3 <i>n-6</i>	0,084	0,121	0,014	0,140	0,126	0,02
C 18:3 <i>n-3</i>	45,88	34,68	4,68	2,220	2,700	0,53
MUFA (suma) (sum)	3,70	5,80	17,60	31,25 b	37,45 a	4,44
PUFA (suma) (sum)	76,56	66,49	71,00	24,70	19,70	5,32
EPA	0,000	0,000	0,000	0,550	0,714	0,17
DHA	0,000	0,000	0,000	0,173	0,210	0,06
PUFA <i>n-6</i>	30,47	31,61	75,46	21,50	16,00	5,84
PUFA <i>n-3</i>	45,88	34,68	4,68	3,20	3,70	0,66
PUFA <i>n-6/n-3</i>	0,66	0,910	13,99	6,69	4,45	1,67
CLA ^x	-	-	-	0,563 b	0,780 a	0,13

Objaśnienia: jak w tabeli 2.

^{x)} Suma izomerów CLA: cis 9-trans 11, trans 10-cis 12, cis 9-cis 11, trans 9-trans 11.

For explanations, see Table 2.

^{x)} Sum of CLA isomers: cis 9-trans 11, trans 10-cis 12, cis 9-cis 11, trans 9-trans 11.

Omówienie wyników

Cechy charakteryzujące wartość opasową i rzeźną buhajków żywionych intensywnie były zbliżone do wartości uzyskanych przez Oprządkę i in. (2002) przy opasaniu buhajków różnych ras mięsnych mieszankami pełnodawkowymi TMR. Wyniki uzyskane dla tych cech przy średnio intensywnym żywieniu buhajków przyjmowały natomiast wartości niższe od wykazanych przez tych autorów. Również inni autorzy (Sami i in., 2004; Dannenberger i in., 2006) przy intensywnym opasaniu buhajków rasy Simental kiszonką z kukurydzy otrzymali podobne jak w naszych badaniach wyniki dotyczące cech opasowych i rzeźnych oraz zawartości tłuszczu surowego w m. *longissimus dorsi*. Zaobserwowaną w doświadczeniu tendencję do uzyskiwania wyższych wartości dla cech opasowych i rzeźnych oraz zawartości tłuszczu surowego i białka ogólnego w mięsie buhajków żywionych intensywnie potwierdzają także badania Junipera i in. (2005) oraz Berthiaume i in. (2006). W badaniach tych stwierdzono, że nadmierne obniżenie koncentracji energii i białka w dawce pokarmowej podawanej w okresie opasania może powodować pogorszenie cech opasowych i rzeźnych mięsa wołowego oraz obniżyć efektywność opasania. Znacznie wyższą (12,1% w suchej masie MLD) niż w naszym doświadczeniu

zawartość tłuszczu u zwierząt rasy Limousin, żywionych intensywnie dawkami z wysokim udziałem paszy treściwej zaobserwowali natomiast Mir i in. (2004).

W porównaniu ze zwierzętami żywionymi intensywnie, uzyskana u buhajków żywionych średnio intensywnie kiszonką z przewiedniętych traw niższa zawartość cholesterolu całkowitego w mięśni najdłuższym grzbiecie była prawdopodobnie skorelowana z niższą u tych zwierząt zawartością tłuszczu surowego w próbkach mięsa. Zawartość cholesterolu całkowitego w produktach spożywczych pozostaje bowiem w ścisłej korelacji z zawartością tłuszczu (Rule i in., 2002).

Wyniki badań dotyczące profilu kwasów tłuszczowych w próbkach mięśnia najdłuższego grzbiecie potwierdzają doświadczenia innych autorów (Raes i in., 2004), że intensywność żywienia opasanego bydła dawkami z udziałem kiszonki z traw powoduje zmiany w zawartości PUFA w mięsie. Świadczą o tym uzyskane w doświadczeniu własnym korzystniejsze relacje PUFA $n-6/n-3$ oraz wyższa zawartość PUFA $n-3$ (w tym EPA i DHA) i suma wybranych izomerów CLA w grupach żywionych średnio intensywnie w porównaniu z żywieniem intensywnym. Także badania O'Sullivan i in. (2002) wykazały, że żywienie buhajków ras mięsnych dawkami z wysokim udziałem kiszonki z traw zamiast paszy treściwej wpływa na zwiększenie udziału kwasów PUFA $n-3$ oraz antyoksydantów α -tokoferolu w tłuszczu śródmięśniowym. Podobne jak w doświadczeniu własnym wyniki przy średnio intensywnym żywieniu opasanego bydła kiszonką z traw uzyskali również Dannenberger i in. (2004) oraz Scollan i Wood (2006). Wskazuje to, że rodzaj i struktura dawki pokarmowej wpływa na przemiany zachodzące w żwaczu, w tym również proces biouwodorowania i rodzaj syntetyzowanych kwasów tłuszczowych przez mikroorganizmy żwacza w procesie lipolizy i hydrogenacji „paszowego PUFA” do kwasów tłuszczowych nasyconych i z małą ilością wiązań podwójnych. Pomimo tego część puli paszowego PUFA omija żwacz (bypass) i może być w niezmienionej formie absorbowana i odkładana w tłuszczu mięśni (Moloney i in., 2001; Dannenberger i in., 2005).

Jak wykazały badania przeprowadzone przez Lee i in. (2006) oraz Marino i in. (2006), sterowanie procesami zachodzącymi w żwaczu przez odpowiedni dobór dawek pokarmowych decyduje o zawartości i wzajemnym stosunku poszczególnych kwasów tłuszczowych w tkance mięsnej. Analizując wpływ intensywności żywienia buhajków dawkami z udziałem kiszonki z traw na profil kwasów tłuszczowych w mięśni najdłuższym grzbiecie potwierdzono badania innych autorów (Duckett i in., 1993; Rule i in., 1997; Marino i in., 2006). Wykazały one, że zwiększenie stosunku paszy objętościowej do treściwej w suchej masie dawki pokarmowej wpływa na zwiększenie zawartości w tłuszczu śródmięśniowym pożądanych w diecie człowieka PUFA $n-3$ i sumy izomerów CLA. Stosunek paszy objętościowej do treściwej w dawce pokarmowej oddziałuje bowiem na poziom pH płynu żwacza, a tym samym na rodzaj zasiedlających go mikroorganizmów, biorących udział w biouwodorowaniu i izomeryzacji nienasyconych kwasów tłuszczowych (Lee i in., 2006), a w efekcie wpływa na zmiany w syntezie *de novo* kwasów tłuszczowych w tkance mięśniowej. Prawdopodobnie mogło być to spowodowane większą ilością spożywanej kiszonki z przewiedniętych traw u zwierząt żywionych średnio intensywnie w porównaniu z żywieniem intensywnym. Z przeprowadzonych badań własnych i innych autorów

(O'Sullivan i in., 2002; Dannenberger i in., 2004) wynika bowiem, że pasza ta charakteryzuje się wyższą niż pasza treściwa zawartością pożądaných kwasów tłuszczowych, powodując korzystne zróżnicowanie w składzie tych kwasów w tkankach mięśniowych opasanych zwierząt (Scollan i Wood, 2006).

W podsumowaniu można stwierdzić, że przy intensywnym żywieniu buhajków rasy Limousine dawkami z udziałem kiszonki z przewiedniętych traw jako paszy podstawowej uzyskuje się korzystniejsze wskaźniki cech opasowych i rzeźnych niż przy żywieniu średnio intensywnym. Jednak w porównaniu z żywieniem intensywnym mięso buhajków żywionych średnio intensywnie charakteryzuje się wyższą zawartością pożądaných w diecie człowieka PUFA *n-3* i sumy izomerów CLA, a także korzystniejszym stosunkiem PUFA *n-6/n-3* i niższą zawartością cholesterolu całkowitego.

Piśmiennictwo

- Berthiaume R., Mandell J., Faucitano L., Lafreniere C. (2006). Comparison of alternative beef production systems based on forage finishing or grain-forage diets with or without growth promotants: 1. Feedlot performance, carcass quality, and production costs. *J. Anim. Sci.*, 84: 2168–2177.
- Choroszy B., Choroszy Z., Trela J. (2004). *Metodyka oceny wartości hodowlanej buhajków w zakresie cech mięsnych*. Wyd. IZ PIB, Kraków, ss. 1–12.
- Dannenberger D., Nuernberg G., Scollan N., Schabbel W., Steinhart H., Ender K., Nuernberg K. (2004). Effect of diet on the deposition of *n-3* fatty acids, conjugated linoleic and C18:1 trans fatty acid isomers in muscle lipids of German Holstein bulls. *J. Agric. Food Chem.*, 52: 6607–6615.
- Dannenberger D., Nuernberg K., Nuernberg G., Scollan N., Steinhart H., Ender K. (2005). Effect of pasture vs. concentrate diet on CLA isomer distribution in different tissue lipids of beef cattle. *Lipids*, 40, 6: 589–598.
- Dannenberger D., Nuernberg K., Nuernberg G., Ender K. (2006). Carcass- and meat quality of pasture vs. concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls. *Arch. Tierz. Dummerstorf*, 49, 4: 315–328.
- Duckett S.K., Wagner G.G., Yates L.D., Dalezal H.G., May S.G. (1993). Effects of time in feed on beef nutrient composition. *J. Anim. Sci.*, 71: 2079–2086.
- Enser M., Scollan N.D., Choi N.J., Kurt E., Hallett K., Wood J.D. (1999). Effect of dietary lipid content on the conjugated linoleic acid (CLA) in beef muscle. *Anim. Sci.*, 69: 143–146.
- French P., O'Riordan E.G., Monahan F.J., Caffrey P.J., Vidal M., Mooney M.T., Troy D.J., Moloney A.P. (2000). Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. *Meat Sci.*, 56: 173–180.
- Goering H.K., Van Soest P.J. (1970). *Forage Fiber Analyses*. Agric. Handbook. Department of Agriculture, Washington D.C., 379 pp.
- Juniper D.T., Browne E.M., Fisher A.V., Bryant M.J., Nute G.R., Beever D.E. (2005). Intake, growth and meat quality of steers given diets based on varying proportions of maize silage and grass silage. *Anim. Sci.*, 81: 159–170.
- Korzeniowski W., Ostoja H., Jarczyk A. (1992). Zawartość cholesterolu w tkance tłuszczowej i mięśniowej świń czystych ras i ich krzyżówek. *Med. Wet.*, 48 (10): 464–465.
- Lee M.R.F., Tweed J.K.S., Dewhurst R.J., Scollan N.D. (2006). Effect of forage: concentrate ratio on ruminal metabolism and duodenal flow of fatty acids in beef steers. *Anim. Sci.*, 82: 31–40.

- Marino R., Albenzio M., Girolami A., Muscio A., Sevi A., Braghieri A. (2006). Effect of forage to concentrate ratio on growth performance, and on carcass and meat quality of Podolian young bulls. *Meat Sci.*, 72, 3: 415–424.
- Mir P.S., McAllister T.A., Scott S., Aalhus J., Baron V., McCartney D., Charmley E., Goonewardene L., Basarab J., Okine E., Weselake R.J., Mir Z. (2004). Conjugated linoleic acid-enriched beef production. *Am. J. Clin. Nutr., Suppl.*, 79: 1207S–1211S.
- Moloney A.P., Mooney M.T., Kerry J.P., Troy D.J. (2001). Producing tender and flavoursome beef with enhanced nutritional characteristics. In: *Animal Nutrition and Metabolism Group Symposium on Quality Inputs for Quality Foods. Proc. Nutr. Soc.*, 60: 221–229.
- Oprządek J., Dymnicki E., Oprządek A., Słoniewski K., Reklewski Z. (2002). Pobranie i wykorzystanie paszy, cechy wzrostu oraz użytkowość rzeźna buhajków wybranych ras mięsnych. *Rocz. Nauk. Zoot. Supl.*, 15: 219–224.
- O'Sullivan A., O'Sullivan K., Galvin K., Moloney A.P., Troy D.J., Kerry J.P. (2002). Grass silage versus maize silage effects on retail packaged beef quality. *J. Anim. Sci.*, 80: 1556–1563.
- Raes K., Haak L., Balcaen A., Claeys E., Demeyer D., Smet S. de (2004). Effect of feeding linseed at similar linoleic acid levels on the fatty acid composition of double-muscled Belgian Blue young bulls. *Meat Sci.*, 66: 307–315.
- Rule D.C., Smith S.B., Romans J.R. (1997). Fatty acid composition of muscle and adipose tissue of meat animals. *Biol. Fat Meat Anim.*, pp. 144–165.
- Rule D.C., Broughton K.S., Shellito S.M., Maiorano G. (2002). Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk and chicken. *J. Anim. Sci.*, 80: 1202–1211.
- Sami A.S., Augustini C., Schwarz F.J. (2004). Effect of feeding intensity and time on feed on performance, carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls. *Meat Sci.*, 67, 2: 195–201.
- Scollan N.D., Wood J.D. (2006). Enhancing the nutritional value of beef and relationships with meat quality. *Anim. Sci., Suppl.*, 1: 83–85.
- Scollan N.D., Choi N.J., Kurt E., Foshier A.V., Enser M., Wood J.D. (2001). Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *Br. J. Nutr.*, 85: 115–124.
- Spears J.W. (1996). Beef nutrition in the 21st century. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 58: 29–35.
- Stasiniewicz T., Strzetelski J., Kowalczyk J., Osieglowski S., Pustkowiak H. (2000). Performance and meat quality of fattening bulls fed complete feed with rapeseed oil cake or linseed. *J. Anim. Feed Sci.*, 9: 283–296.
- Yang A., Lanari M.C., Brewster M., Tume R.K. (2002). Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. *Meat Sci.*, 60: 41–50.

Zatwierdzono do druku 9 V 2009

KRZYSZTOF BILIK, KAROL WĘGLARZY, ZENON CHOROSZY

Effect of feeding intensity of Limousin bulls on production parameters and dietetic properties of meat

SUMMARY

The aim of the study was to determine the degree to which varied intensity of feeding bulls with grass silage diets would affect fattening and slaughter traits, chemical composition and fatty acid profile of intramuscular fat in *musculus longissimus dorsi* (MLD). The experiment was conducted during fattening from an average body weight of 241 to 530 kg, using 12 Limousin bulls assigned to two groups with the same initial body weight (6 animals per group). Intensive (I group) and semi-intensive (SI group) feeding levels were applied. The basic roughage was wilted grass silage fed *ad libitum* and supplemented with

meadow hay (1 kg/day) and different amounts (in terms of 100 kg body weight) of concentrate (1.0 kg in I group, or 0.6 kg in SI group). The level of feeding had a significant effect ($P < 0.05$) on differences in daily weight gains and time of fattening, and a non-significant effect on the other fattening and slaughter traits. The MLD of bulls from the SI group had a higher content of *n-3* PUFA, total CLA isomers as well as a more beneficial *n-6/n-3* PUFA ratio and lower total cholesterol content compared to the I group.

Key words: bulls, feeding intensity, production parameters, meat

**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 nadbitek 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 Chorzew

— 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) **Material 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 stroną 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 preruminant 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 (legende) 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.

miejsowość 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.

SPIS TREŚCI

Artykuł przeglądowy

1. A. Stygar, J. Makulska – Zastosowanie hierarchicznych procesów Markowa do wyznaczania optymalnej strategii użytkowania jałówek hodowlanych w stadzie bydła mięsnego. 3

Genetyka i hodowla zwierząt gospodarskich

2. B. Choroszy, Z. Choroszy, P. Topolski – Analiza składu tkankowego tusz buhajków rasy simentalskiej w zależności od uzyskanej klasy umięśnienia w systemie EUROP 17
3. M. Konieczny – Wpływ fazy laktacji na skład chemiczny i parametry fizykochemiczne mleka polskiej owcy górskiej utrzymywanej w warunkach chowu ekologicznego 25
4. J. Calik – Kształtowanie się parametrów produkcyjnych i genetycznych w trzech rodach kur nieśnych w ciągu 8 pokoleń 31

Biologia, fizjologia i rozród zwierząt

5. K. Beyga, A. Rekiel – Wpływ kondycji i podania oksytocyny na przebieg porodu u loch i wyniki odchowu prosiąt 45

Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo

6. P. Hanczakowski, B. Szymczyk, S. Kwiatkowski, T. Wolski – Skład i wartość pokarmowa białka nasion pszczelnika mołdawskiego (*Dracocephalum moldavica* L.) 55
7. K. Bilik, K. Węglarzy, Z. Choroszy – Wpływ intensywności żywienia buhajków rasy Limousin na wskaźniki produkcyjne i właściwości dietetyczne mięsa. 63