

**ZESZYTY NAUKOWE
UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO
WE WROCŁAWIU**

NR 608

BIOLOGIA I HODOWLA ZWIERZĄT

BIOLOGY AND ANIMAL BREEDING

LXXVI

**ZESZYTY NAUKOWE
UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO
WE WROCŁAWIU**

NR 608

BIOLOGIA I HODOWLA ZWIERZĄT

BIOLOGY AND ANIMAL BREEDING

LXXVI



WROCŁAW 2015

Redaktor merytoryczny
dr hab. inż. Wojciech Kruszyński

Redaktor statystyczny
dr Roman Dąbrowski

Redakcja
Magdalena Kozińska

Korekta:
Elżbieta Winiarska-Grabosz
Magdalena Kozińska

Łamanie
Teresa Alicja Chmura

Projekt okładki
Grażyna Kwiatkowska

Covered by: Agro, Index Copernicus, EBSCO, Zoological Record

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2015

Print edition is an original (reference) edition

ISSN 1897-208X
ISSN 1897-8223

WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO WE WROCŁAWIU
Redaktor Naczelny – prof. dr hab. inż. Andrzej Kotecki
ul. Sopocka 23, 50-344 Wrocław, tel./fax 71 328 12 77
e-mail: wyd@up.wroc.pl

Nakład 100 + 16 egz. Ark. druk. 2,75. Ark. wyd. 2,4
Druk i oprawa: BETA-DRUK Bernadeta Rękas
ul. Tęczowa 84, 53-603 Wrocław

SPIS TREŚCI

Słowo wstępne	7
1. K. Górski, L. Saba – Wpływ dodatku mieszanki mineralnej na poziom wybranych mikroelementów w sierści krów mlecznych rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej	9
2. P. Indykiewicz, L. Jerzak, R. Graczyk – Częstotliwość karmienia piskląt wróbla <i>Passer domesticus</i> (L.) i mazurka <i>Passer montanus</i> (L.) a kompensacja niedoboru pokarmu	19
3. R. Niżnikowski, G. Czub, J. Kamiński, M. Nieradko, M. Świątek, K. Głowacz, M. Ślęzak – Polimorfizm genu kodującego brązowe umaszczenie <i>TYRP-1</i> w pozycji 215 u owiec utrzymywanych na Podlasiu	31
4. W.S. Proskura, A. Dybus, A. Łukaszewicz, E. Hardziejewicz, E. Pawlina – Polimorfizm pojedynczego nukleotydu w genach dehydrogenazy mleczanowej a (<i>LDHA</i>) i keratyny piór (<i>F-KER</i>) a wyniki lotowe gołębia domowego	37

CONTENTS

Introduction.....	8
1. K. Górski, L. Saba – Influence of a mineral mixture on the level of selected microelements in hair of Polish Holstein-Friesian cows	9
2. P. Indykiewicz, L. Jerzak, R. Graczyk – Frequency of feeding nestlings by house sparrow <i>Passer domesticus</i> (L.) and tree sparrow <i>Passer montanus</i> (L.) and food compensation deficiency after periods of stress	19
3. R. Niżnikowski, G. Czub, J. Kamiński, M. Nieradko, M. Świątek, K. Głowacz, M. Ślęzak – Polymorphism of <i>TYRP-1</i> gene in position 215 in sheep breeds from Podlaskie Voivodeship	31
4. W.S. Proskura, A. Dybus, A. Łukaszewicz, E. Hardziejewicz, E. Pawlina – The single nucleotide polymorphisms in lactate dehydrogenase-a (<i>LDHA</i>) and feather keratin (<i>F-KER</i>) genes and racing performance of domestic pigeon	37

Szanowni Czytelnicy,

Oddajemy do Waszych rąk kolejny zeszyt LXXVI/2015 *Biologia i Hodowla Zwierząt*, publikowany w serii *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu*. Zeszyt ten, tak jak poprzednie, poświęcony jest szerokiej tematyce przyrodniczej.

Zamieszczone prace uzyskały pozytywną recenzję naukową wydaną przez uznane autorytety w każdej z dziedzin.

Czasopismo naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu jest kwartalnikiem. Podstawową formą wydawniczą czasopisma jest tradycyjna forma drukowana, lecz jest ono także widoczne w Internecie, a jego upowszechnianie wspierają światowe instytucje indeksujące takie jak: *Agro*, *Index Copernicus*, *EBSCO*, *Zoological Record*. Obecnie w rankingu Komitetu Badań Naukowych polskich czasopism naukowych czasopismo zostało wycenione na 7 pkt.

Zachęcamy Państwa do współpracy z naszą serią oraz do jej upowszechniania w szerokim środowisku naukowym i zawodowym.

Z poważaniem,

Wydawnictwo

Dear Readers,

It is our great pleasure to present you the latest issue of the Scientific Journal of Wrocław University of Environmental and Life Sciences: LXXVI/2015 Biology and Animal Breeding. Like the previous issues, it contains publications on a wide range of topics from the field of natural sciences.

All published papers received positive non-anonymous reviews of relevant scientific authorities.

The Scientific Journal of Wrocław University of Environmental and Life Sciences is a quarterly. Our journal is available not only in a printed format, but also on the Internet and it may be accessed via such database services as *Agro*, *Index Copernicus*, *EBSCO*, *Zoological Record*. In recognition of our achievements, we have been granted 7 points in the scientific journal ranking of the State Committee for Scientific Research.

We kindly invite you to cooperate with us and we would like to encourage you to promote our journal among the members of your scientific and professional community.

With best regards,
Publishing House Team

Krzysztof Górski¹, Leon Saba²

**WPLYW DODATKU MIESZANKI MINERALNEJ
NA POZIOM WYBRANYCH MIKROELEMENTÓW
W SIERŚCI KRÓW MLECZNYCH RASY POLSKIEJ
HOLSZTYŃSKO-FRYZYJSKIEJ**

**INFLUENCE OF A MINERAL MIXTURE ON THE LEVEL
OF SELECTED MICROELEMENTS IN HAIR
OF POLISH HOLSTEIN-FRIESIAN COWS**

¹ *Katedra Rozrodu i Higieny Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach*

Department of Animal Reproduction and Hygiene, Siedlce University of Natural Sciences and Humanities

² *Katedra Higieny Zwierząt i Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

Department of Animal Hygiene and Environment, University of Life Sciences in Lublin

W ciągu dwóch lat przeprowadzono na terenie środkowo-wschodniej Polski badania mające na celu określenie przydatności żywieniowej mieszanki mineralnej Bovifosfomag®. Kryterium jej przydatności był poziom wybranych mikroelementów w sierści krów. Zawartość żelaza, miedzi i cynku w sierści oznaczono metodą ICP. Sierść okazała się przydatna w diagnozowaniu stanów niedoborowych i potwierdziła niedostateczne zaopatrzenie krów z grup kontrolnych w miedź i cynk. Stwierdzono możliwość znacznego wpływania na poprawę zaopatrzenia mineralnego krów w mikroelementy, poprzez włączenie do dawki pokarmowej dodatku mineralnego w postaci mieszanki Bovifosfomag®, której skład uwzględniał warunki geobiochemiczne lokalizacji gospodarstw. Podawanie mieszanki mineralnej Bovifosfomag® spowodowało wzrost koncentracji Cu i Zn w sierści badanych krów w porównaniu ze zwierzętami z grup kontrolnych.

SŁOWA KLUCZOWE: krowy mleczne, mieszanka mineralna, mikroelementy, sierść

WSTĘP

Mikroelementy odgrywają bardzo istotną rolę w prawidłowym przebiegu wielu procesów biochemicznych w organizmie (Tymczyna i wsp. 2000). Od koncentracji tych pierwiastków w ustroju zależą zdrowie i produktywność zwierząt. Stwierdza się dużą zmienność w zaopatrzeniu organizmu zwierząt w pierwiastki śladowe, co wynika z różnic gatunkowych, wieku, płci i stanu fizjologicznego, poziomu żywienia i warunków biogeochemicznych (Brzozowska 1998).

Stosowane w praktycznym żywieniu bydła pasze najczęściej nie są wystarczającym źródłem makro- i mikroelementów. Dotyczy to zwłaszcza zwierząt intensywnie rosnących i wysoko wydajnych. Przyjmowanie przez dłuższy okres pokarmu wykazującego niedobór składników mineralnych lub niewłaściwe między nimi proporcje powodują zaburzenia równowagi metabolicznej organizmu i w rezultacie zmiany w koncentracji pierwiastków w tkankach poniżej dopuszczalnych wartości (Saba i wsp. 2000). Niezbędne jest wówczas uzupełnianie niedoborów mineralnych drogą pośrednią poprzez nawożenie roślin uprawnych lub na drodze pokarmowej w postaci dodatków do pasz przeznaczonych dla różnych kierunków użytkowania i systemów żywienia (Gowda i wsp. 2004, Nocek i wsp. 2006, Matras i wsp. 2005).

Na podstawie przeprowadzonych uprzednio badań dokonano oceny stanu zaopatrzenia mineralnego krów na podstawie analizy gleb, pasz i surowicy krwi w wybranych obiektach rejonu środkowo-wschodniej Polski. Wynikiem badań było opracowanie składu mieszanki mineralnej. Celem przeprowadzonych analiz było określenie przydatności żywieniowej mieszanki mineralnej Bovifosfomag®. Kryterium jej przydatności był poziom wybranych mikroelementów w sierści krów.

MATERIAŁ I METODY

Badania trwające dwa lata przeprowadzono w czterech fermach bydła mlecznego A, B, C i D położonych na terenie środkowo-wschodniej Polski. Stada liczące średnio po 24 krowy rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej odmiany czarno-białej, o średniej wydajności mlecznej 4,5–5 tys. kg mleka podzielono na dwie grupy: kontrolną (K) i doświadczalną (D). Krowy z grup kontrolnych nie otrzymywały dodatku mieszanki mineralnej. Zwierzęta z grup doświadczalnych otrzymywały mieszankę mineralną Bovifosfomag®. Skład mieszanki uwzględniał warunki geobiochemiczne lokalizacji gospodarstw (Górski i wsp. 2005b).

Mieszankę podawano wraz z paszą treściwą w ilości 150 g/szt. Wprowadzano ją do żywienia stopniowo przez okres dwóch tygodni. Doświadczenie trwało dwa lata. Zwierzęta były klinicznie zdrowe i charakteryzowały się wyrównanymi parametrami hodowlanymi. Badania zostały przeprowadzone w okresie żywienia letniego i zimowego. W tym czasie skarmiano kiszonkę z kukurydzy, siano łąkowe, słomę jęczmienną i mieszankę treściwą. W okresie letnim w skład dawek pokarmowych wchodziły zielonki z pastwisk i upraw polowych, które uzupełniano sianem oraz słomą jęczmienną. Potrzeby pokarmowe krów ustalono na podstawie norm żywienia (NRC 2001). Materiał do badań ściślych pozyskiwano w drugim roku zadawania zwierzętom mieszanki mineralnej, po szczegółowym badaniu lekarsko-weterynaryjnym. Próbkę sierści pobierano od krów dwukrotnie: 10–14 dni przed porodem i po pierwszym miesiącu laktacji.

Włos jednobarwny (biały), świeżo odrośnięty (po uprzednim wygoleniu) pobierano z części grzbietowej według zaleceń Brocharta (1971). Włosy poddawano dokładnemu oczyszczeniu i odtłuszczeniu za pomocą detergentów i alkoholu. Wysuszone i odważone próby umieszczono w naczyniach teflonowych i zalewano stężonym roztworem kwasu azotowego, spektralnie czystym i nadtlenkiem wodoru (Merck, Niemcy). Po mineralizacji próbek w stacji mikrofalowej poddano je analizie spektrometrycznej. Zawartość mikroelementów w sierści oznaczono metodą ICP (Inductively Coupled Plasma) przy użyciu spektrometru plazmowego ICP Philips SC-PU 7000 sprzężonego z nebulizatorem ultradźwiękowym CETAC U-5000 AT. Bliższe szczegóły metodyczne zawierają prace Bodak i Dobrzańskiego (1997) oraz Góreckiej (1995).

Wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując program komputerowy Excel 2010 i Statistica® 10 PL. Istotność różnic między średnimi wartościami w poszczególnych grupach zwierząt weryfikowano testem t-Studenta.

WYNIKI I OMÓWIENIE

W tabelach 1a i 1b podano skład surowcowy mieszanki Bovifosfogam® w wersji użytej w doświadczeniu.

Na rysunkach 1–3 przedstawiono wyniki badań dotyczące koncentracji badanych mikroelementów (Fe, Cu i Zn) w sierści krów otrzymujących dodatek mieszanki mineralnej oraz z grup kontrolnych. Zastosowanie mieszanki spowodowało zróżnicowanie koncentracji badanych pierwiastków w sierści krów z poszczególnych stad.

Ze względu na specyficzną budowę tkanki włosa powodującą, że jest ona tworem odpornym na zmiany biologiczne i mającym stały skład chemiczny, sierść traktowana jest jako przydatna do oceny stanu zaopatrzenia organizmu w składniki mineralne. Stosowanie tej metody jest również powszechne ze względu na łatwość i nieinwazyjność pozyskania materiału biologicznego (Gabryszuk i wsp. 2010). Powszechnie uważa się, że stopniowe i powolne odkładanie się w sierści składników mineralnych stanowi odzwierciedlenie ich rzeczywistej koncentracji w organizmie zwierzęcym (Puls 1994).

Poziom żelaza w organizmie zwierząt jest zmienny nawet w obrębie tego samego gatunku (Underwood i Suttle 2001). Niedobór żelaza jest bardzo rzadko stwierdzany u bydła (Saba i wsp. 2000). Stosowanie dodatków żelaza do paszy może wpływać na wzrost poziomu Zn i Cu w sierści zwierząt (Jančiková i wsp. 2012). Koncentracja żelaza w sierści krów z grup kontrolnych kształtowała się w granicach od 208,83 do 234,67 mg/kg s.m. Wartości te przekraczały zakres referencyjny, który według Puls (1994) wynosi od 59 do 200 mg/kg s.m. Zaobserwowano wyraźny wzrost poziomów żelaza w sierści krów, które otrzymywały dodatek mieszanki mineralnej. Wyniki badań własnych nie potwierdziły więc obserwacji Bis-Wencel (2001), która nie odnotowała statystycznych różnic w poziomie Fe między grupą kontrolną i doświadczalną. Antagonistycznie w stosunku do żelaza oddziałują: kadm, mangan i ołów (Kabata-Pendias i Pendias 1999).

Tabela 1a

Table 1a

Skład surowcowy (makroelementy) mieszanki Bovifosfomag® w wersji użytej w doświadczeniu
Raw material composition (macroelements) of experimental Bovifosfomag® mixture

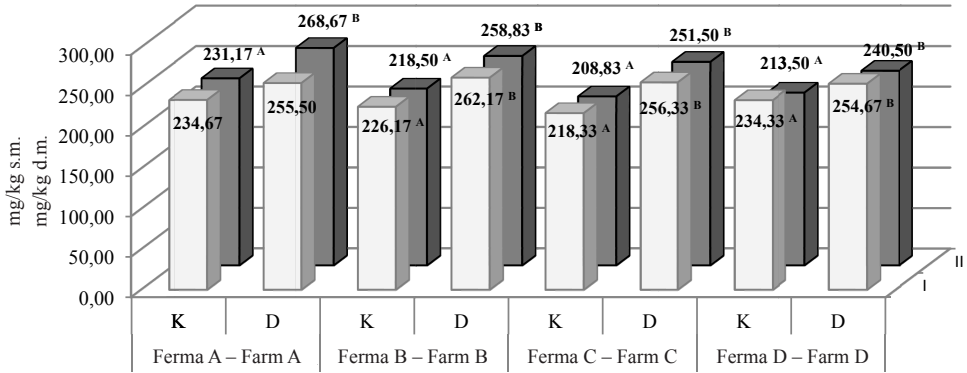
Wyszczególnienie Specification	Zawartość czystego składnika – Content of pure element				
	(g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)
Ca(H ₂ PO ₄) ₂ (fosforan jednowapniowy) (calcium phosphate)	350	60	95	–	–
Ca ₃ (PO ₄) ₂ (fosforan trójwapniowy) (tricalcium phosphate)	100	39	20	–	–
MgO (tlenek magnezu) (magnesium oxide)	175	–	–	105	–
CaCO ₃ (kreda pastewna) (ground limestone)	200	80	–	–	–
NaCl (sól pastewna) (forage salt)	175	–	–	–	70
Razem – Total	1000	179	115	105	70

Tabela 1b

Table 1b

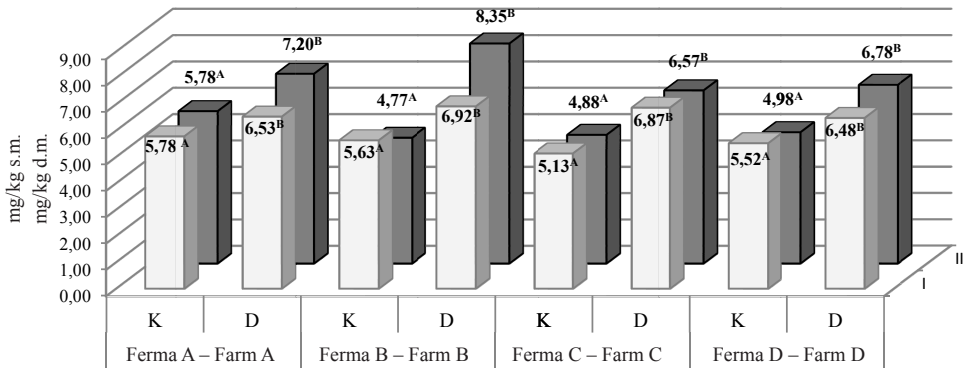
Skład surowcowy (mikroelementy) mieszanki Bovifosfomag® w wersji użytej w doświadczeniu
Raw material composition (microelements) of experimental Bovifosfomag® mixture

Wyszczególnienie Specification	Zawartość czystego składnika – Content of pure element							
	(g)	Zn (g)	Cu (g)	Fe (g)	Mn (mg)	Se (mg)	I (mg)	Co (mg)
ZnSO ₄ 7H ₂ O (siarczan cynku) (zinc sulfate)	22,000	5,0	–	–	–	–	–	–
CuSO ₄ 5H ₂ O (siarczan miedzi) (cupric sulfate)	4,000	–	1,0	–	–	–	–	–
FeSO ₄ 7H ₂ O (siarczan żelaza) (ferrous sulfate)	5,000	–	–	1,2	–	–	–	–
MnCO ₃ (węglan manganu) (manganese carbonate)	0,020	–	–	–	10,0	–	–	–
Na ₂ SeO ₄ (selenian sodu) (sodium selenate)	0,050	–	–	–	–	20,0	–	–
KI (jodek potasu) (potassium iodide)	0,040	–	–	–	–	–	30,0	–
CoSO ₄ 7H ₂ O (siarczan kobaltu) (cobalt sulfate)	0,015	–	–	–	–	–	–	3,0
Razem – Total	31,125	5,0	1,0	1,2	10,0	20,0	30,0	3,0



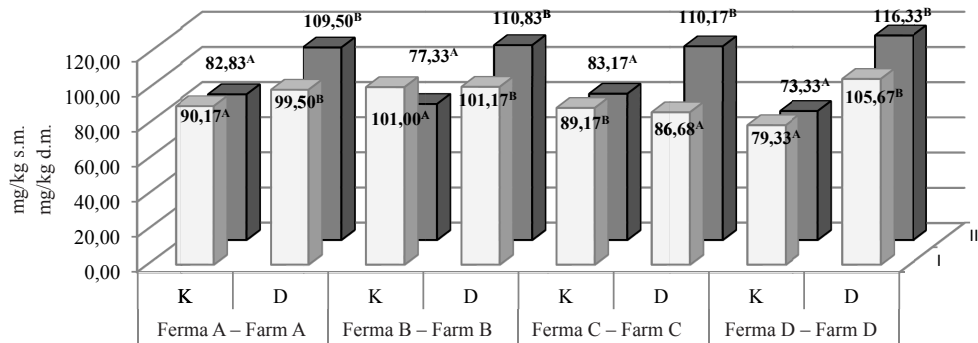
Rys. 1. Średni poziom Fe w sierści krów, z uwzględnieniem grupy kontrolnej i doświadczalnej oraz kolejności pobrania (K – grupa kontrolna, D – grupa doświadczalna; I, II – pobrania; A, B – różnice istotne statystycznie przy $P \leq 0,01$)

Fig. 1. Mean Fe levels in the hair of control and experimental cows according to the date of sampling (K – control group, D – experimental group; I, II – sampling dates; A, B – statistically significant differences at $P \leq 0.01$)



Rys. 2. Średni poziom Cu w sierści krów, z uwzględnieniem grupy kontrolnej i doświadczalnej oraz kolejności pobrania (K – grupa kontrolna, D – grupa doświadczalna; I, II – pobrania; A, B – różnice istotne statystycznie przy $P \leq 0,01$)

Fig. 2. Mean Cu levels in the hair of control and experimental cows according to the date of sampling (K – control group, D – experimental group; I, II – sampling dates; A, B – statistically significant differences at $P \leq 0.01$)



Rys. 3. Średni poziom Zn w sierści krów, z uwzględnieniem grupy kontrolnej i doświadczalnej oraz kolejności pobrania (K – grupa kontrolna, D – grupa doświadczalna; I, II – pobrania; A, B – różnice istotne statystycznie przy $P \leq 0,01$)

Fig. 3. Mean Zn levels in the hair of control and experimental cows according to the date of sampling (K – control group, D – experimental group; I, II – sampling dates; A, B – statistically significant differences at $P \leq 0.01$)

Panuje pogląd, że koncentracja miedzi w sierści może odzwierciedlać wielkość jej rezerw tkankowych (Tinkov i wsp. 2012). Niektórzy autorzy są jednak zdania, że przydatność diagnostyczna poziomu Cu w sierści jest ograniczona dużą zmiennością koncentracji tego pierwiastka, co wynika z cech fizycznych włosa i miejsca jego pobrania (Kośla 1993). Panuje również pogląd, że badanie włosów wskazuje na dawną a nie aktualną wielkość podaży i przyswajalności Cu z paszy (Gehrke 2000). Koncentracja miedzi w sierści krów z grup kontrolnych nie przekraczała 5,78 mg/kg s.m.

Według Puls (1994) stan niedoboru miedzi w organizmie krów występuje wówczas, gdy jej zawartość we włosach spadnie poniżej 6,7 mg/kg s.m. Przyczyną niskiej koncentracji miedzi w sierści krów z grup kontrolnych mogła być niewystarczająca zasobność w ten pierwiastek skarmianych pasz. Innym czynnikiem ograniczającym zawartość miedzi w sierści mogła być dość wysoka koncentracja wapnia w paszy w analizowanym rejonie (Górski i wsp. 2005a). Wysoka koncentracja żelaza, molibdenu, cynku i siarki obniża biodostępność miedzi w roślinach oraz powoduje powstawanie w organizmie siarczków tworzących nierozpuszczalne kompleksy z miedzią (Gengelbach i wsp. 1994, Mullis i wsp. 2003, Spears 2003, Ayub i wsp. 2013). Wysokie pH gleby ogranicza dostępność miedzi dla roślin (Ristić i wsp. 2006). W organizmie zwierząt wchłanianie miedzi zależy również od pH treści przewodu pokarmowego. Środowisko kwaśne zwiększa jej wchłanianie (Jurek i wsp. 1999). Stwierdzona zawartość miedzi w sierści krów była zbliżona do wartości uzyskanych przez Junkuszewa (1991), który we włosach krów stwierdził poziom tego pierwiastka średnio w granicach 5 mg/kg s.m. Dodatek mineralny spowodował istotny wzrost poziomu miedzi w sierści krów do poziomu wskazującego na wystarczające zaopatrzenie zwierząt w ten pierwiastek ($P \leq 0,01$).

Koncentracja cynku w sierści krów z grup kontrolnych nie przekraczała poziomu 101,00 mg/kg s.m.

Zgodnie z zakresem referencyjnym (100–150 g/kg s.m.) sugeruje to niedostateczne zaopatrzenie zwierząt w ten pierwiastek (Puls 1994). Niską zawartość cynku u krów, które nie otrzymywały dodatku mieszanki mineralnej, można tłumaczyć obniżoną zasob-

nością w ten pierwiastek stosowanych pasz. Przypuszcza się, że innym czynnikiem wpływającym na zawartość cynku w organizmie krów mogła być wysoka koncentracja wapnia w paszy w analizowanym rejonie (Górski i wsp. 2005a). Nadmiar wapnia ogranicza bowiem przyswajalność cynku (Thilsing-Hansen i wsp. 2002). Zaobserwowano wyraźny wpływ mieszanki Bovifosfomag® na poziom cynku w sierści krów. Koncentracja tego pierwiastka w sierści krów z grup doświadczalnych różniła się istotnie w porównaniu z grupami kontrolnymi ($P \leq 0,01$). Poprawę zaopatrzenia przeżuwaczy w cynk pod wpływem stosowania dodatków mineralnych potwierdzają badania Saby i wsp. (1992).

PODSUMOWANIE

Sierść okazała się przydatna w diagnozowaniu stanów niedoborowych i potwierdziła niedostateczne zaopatrzenie krów z grup kontrolnych w miedź i cynk. Stwierdzono możliwość znacznego wpływania na poprawę zaopatrzenia mineralnego krów w mikroelementy poprzez włączenie do dawki pokarmowej dodatku mineralnego w postaci mieszanki Bovifosfomag®. Podawanie mieszanki mineralnej spowodowało wzrost koncentracji Cu i Zn w sierści badanych krów w porównaniu ze zwierzętami z grup kontrolnych. Należy jednak zaznaczyć, że receptura mieszanki powinna być opracowana na podstawie badania stanu zaopatrzenia mineralnego zwierząt.

PIŚMIENNICTWO

- Ayub M., Zuber M., Yousaf M., Zahoor A.F., Khan Z.I., Ahmad K., Mansha M., 2013. Assessment of copper intensity in selected tissues of two different classes of ruminants in Punjab, Pakistan. *Afr. J. Pharm. Pharmacol.*, 7 (21): 1396–1403.
- Bis-Wencel H., 2001. Rozpoznawanie i zapobieganie niedoborom mineralnym u przeżuwaczy w regionie południowo-wschodniej Polski. *Rozprawy 128, AR Lublin*.
- Bodak E., Dobrzański Z., 1997. Ekotoksykologiczne problemy chowu zwierząt w rejonach skażeń metalami ciężkimi. *ELMA Wrocław*.
- Brochart M., 1971. Oligo-éléments et fertilité. *Ann. Nutr. Aliment.*, 25: 493–520.
- Brzozowska A., 1998. Interactions between iron, zinc and copper and their consequences for nutritional practice. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 7 (48): 603–616.
- Gabryszuk M., Słoniewski K., Metera E., Sakowski T., 2010. Content of mineral elements in milk and hair of cows from organic farms. *J. Elementol.*, 15 (2): 259–267.
- Gehrke M., 2000. Diagnostyka laboratoryjna niedoboru miedzi u przeżuwaczy. *Mag. Wet.*, 9 (45): 22–24.
- Gengelbach G.P., Ward J.D., Spears J.W., 1994. Effect of dietary copper, iron and molybdenum on growth and copper status of beef cows and calves. *J. Anim. Sci.*, 72: 2722–2727.
- Gowda N.K.S., Prasad C.S., Ashok L.B., Ramana J.V., 2004. Utilization of dietary nutrients, retention and plasma level of certain minerals in crossbred dairy cows as influenced by source of mineral supplementation. *Asian Austral. J. Anim.*, 17 (2): 221–227.
- Górecka H., 1995. Wykorzystanie spektrometrii plazmowej w badaniach ekotoksykologicznych. *Ekol. Tech.*, 2: 11–14.

- Górski K., Bombik T., Bombik E., Saba L., 2005a. Macroelement deficiency in dairy cows taking into account their physiological state in the region of southern Podlasie. *Ann. UMCS Sect. EE*, 23 (42): 319–326.
- Górski K., Saba L., Bombik T., Bombik E., 2005b. Poziom wybranych mikroelementów (Fe, Cu, Zn) w glebie, paszach i surowicy krwi krów w rejonie południowego Podlasia. *Rocz. Nauk. PTZ*, 1 (2): 309–318.
- Jančíková P., Horký P., Zeman L., 2012. The effect of feed additive containing vitamins and trace elements on the elements profile and growth of skin derivatives in horses. *Ann. Anim. Sci.*, 12 (3): 381–391.
- Junkuszew W., 1991. Badania nad nieprawidłowościami w rozrodzie krów w zależności od żywienia mineralnego i warunków środowiskowych. *Rozpr. dokt.*, AR Lublin.
- Jurek A., Kleczkowski M., Kluciński W., Sitarska E., Sikora J., Dziekan P., 1999. Niedobory miedzi u bydła. *Mag. Wet., Supl. Bydło*: 28–29.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN, Warszawa.
- Kośla T., 1993. The contents of macro and microelements in the fodder, blood serum and hair of European bison. Part II. Iron, copper and zinc. *Ann. Wars. Agric. Univ.-SGGW-AR, Vet. Med.* 17: 87–91.
- Matras J., Bujanowicz-Haraś B., Wojtasik J., 2005. Influence of balancing mineral nutrition of dairy cows on milk yield and the content of some minerals in blood and milk. *J. Anim. Feed Sci.*, 14 (suppl. 1): 275–278.
- Mullis L.A., Spears J.W., McCraw R.L., 2003. Effects of breed (Angus vs. Simmental) and copper and zinc source on mineral status fed high dietary iron. *J. Anim. Sci.*, 81: 318–322.
- National Research Council., 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th Ed., National Academy Press, Washington DC.
- Nocek J.E., Socha M.T., Tomlinson D.J., 2006. The effect of trace mineral fortification level and source on performance of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 89: 2679–2693.
- Puls R., 1994. *Mineral levels in animal health*. 2nd ed. Diagnostic data. Sherpa Int. Clearbrook, Canada.
- Ristić M., Bokić T., Zečević T., 2006. Copper accumulation and availability in vineyard soils of Serbia. *Facta Univ.*, 3 (1): 35–42
- Saba L., Bis-Wencel H., Junkuszew W., 1992. Wpływ uzupełniania dawek makro- i mikroelementami na ich zawartość w surowicy krwi i sierści krów mlecznych. *Ann. UMCS, Sect. EE*, 42: 285–291.
- Saba L., Bombik T., Bombik A., Nowakowicz-Dębek B., 2000. Niedobory mineralne u krów mlecznych. *Med. Wet.*, 56 (2): 125–128.
- Spears J.W., 2003. Trace mineral bioavailability in ruminants. *J. Nutr.*, 133: 1506–1509.
- Thilising-Hansen T., Jorgensen R.J., Enemark J.M.D., Larsen T., 2002. The effect of zeolite A supplementation in the dry period on periparturient calcium, phosphorus and magnesium homeostasis. *J. Dairy Sci.*, 85: 1855–1862.
- Tinkov A.A., Ajsuvakova O.P., Shehtman A.M., Boev V.M., Nikonorov A.A., 2012. Influence of iron and copper consumption on weight gain and oxidative stress in adipose tissue of Wistar rats. *Interdiscip. Toxicol.*, 5 (3): 127–132.
- Tymczyna L., Saba L., Kamieniecki K., Bis-Wencel H., Wnuk W., 2000. Występowanie i rozpoznawanie niedoborów i dysproporcji w gospodarce mineralnej u bydła mlecznego z rejonu Pomorza Środkowego. *Ann. UMCS, Sect. EE*, 28: 215–221.
- Underwood E.J., Suttle N.F., 2001. *The mineral nutrition of the livestock*. CABI Publishing, Wallingford, UK.

**INFLUENCE OF A MINERAL MIXTURE ON THE LEVEL
OF SELECTED MICROELEMENTS IN HAIR OF DAIRY COWS
FROM THE CENTRAL-EASTERN POLAND**

S u m m a r y

The two-year research was carried out at 4 dairy farms with prior recognition of mineral deficiency. The aim of the research was to examine the utility of the mineral mixture Bovifosfomag[®]. The mineral mixture was adjusted in dispensing to particular biogeochemical conditions of the studied area. The influence of the mixture on the mineral metabolism has been defined on the basis of changes in the contents of Fe, Cu and Zn in hair. The experimental mixture Bovifosfomag[®] worked out on the basis of previous research into the deficiency of macroelements, caused improvement in the mineral balance of cows at all examined farms. The addition of the mixture caused the increase of the amount of Fe, Cu and Zn in cows fur.

KEY WORDS: dairy cows, mineral mixture, microelements, hair

Piotr Indykiewicz¹, Leszek Jerzak², Radomir Graczyk³

**CZĘSTOTLIWOŚĆ KARMIENIA PISKŁĄT WRÓBLA
PASSER DOMESTICUS (L.) I MAZURKA *PASSER MONTANUS* (L.)
A KOMPENSACJA NIEDOBORU POKARMU**

**FREQUENCY OF FEEDING NESTLINGS BY HOUSE
SPARROW *PASSER DOMESTICUS* (L.) AND TREE SPARROW
PASSER MONTANUS (L.) AND FOOD COMPENSATION
DEFICIENCY AFTER PERIODS OF STRESS**

¹ Katedra Zoologii i Kształtowania Krajobrazu, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Department of Zoology, University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz

² Katedra Ochrony Przyrody, Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Zielonogórski
Faculty of Biological Sciences, University of Zielona Góra

³ Zakład Ekologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Department of Ecology, University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz

Częstotliwość przynoszenia pokarmu dla piskląt rejestrowano u 24 par lęgowych wróbli (łącznie 102 godziny obserwacji) i u 19 par mazurków (łącznie 91 godzin obserwacji). Grupę kontrolną stanowiło 9 par wróbli, które karmiły 3–5 piskląt i 9 par mazurków, które karmiły 4–6 piskląt.

U obu badanych gatunków tempo karmienia piskląt przez rodziców było zdeterminowane liczbą i wiekiem piskląt przebywających w gnieździe oraz porą dnia. Zarówno wróbli, jak i mazurki wykazywały dwufazową aktywność karmienia piskląt.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że okresowy brak dostępu piskląt do pokarmu w następstwie zadziałania określonego bodźca stresogennego (np. obecność drapieżnika) nie jest kompensowany przez rodziców zwiększoną częstotliwością karmienia piskląt po ustąpieniu tego bodźca.

Poznanie powyższego zachowania dorosłych ptaków może być wykorzystane w czynnej ochronie wróbli i mazurków w okresie lęgowym, a także służyć lepszemu planowaniu reżimu postępowania naukowców w trakcie prowadzenia badań tych ptaków.

SŁOWA KLUCZOWE: *Passer domesticus*, *Passer montanus*, częstotliwość karmienia piskląt, niedobór pokarmu

Do cytowania – For citation: Indykiewicz P., Jerzak L., Graczyk R., 2015. Częstotliwość karmienia piskląt wróbli *Passer domesticus* (L.) i mazurka *Passer montanus* (L.) a kompensacja niedoboru pokarmu. Zesz. Nauk. UP Wroc., Biol. Hod. Zwierz., LXXVI, 608: 19–30.

WSTĘP

Częstotliwość karmienia piskląt przez rodziców jest uznawana za specyficzną cechę gatunkową, choć wiele gatunków wykazuje pod tym względem duże podobieństwo (Gibb 1950, Lack 1956, Royama 1966, Biermann i Sealy 1982, Wittenberger 1982, Johnson i Best 1982). Należy sądzić, że jest to spowodowane zdeterminowaniem częstotliwości karmienia piskląt przez rodziców tymi samymi lub bardzo zbliżonymi czynnikami. Stwierdzono bowiem, że u wielu gatunków ptaków, w tym również u wróbla i mazurka, częstotliwość przynoszenia pokarmu przez ptaki dorosłe uzależniona jest przede wszystkim od wieku piskląt i ich liczby (Kendeigh 1952, Seel 1969, Hussell 1972, Sappington 1975, Skutch 1976, Best 1977, North 1981, Biermann i Sealy 1982, McGillvray 1984, Blondel i wsp. 1991, Radford 2008), w nieco mniejszym stopniu od pory dnia i warunków atmosferycznych (Johnson i Best 1982, Wittenberger 1982, McGillvray 1984), od zasobności pokarmu i jego jakości lub wielkości (Bańbura 1994, Naef-Daenzer 2000, Nolan i wsp. 2001), od wielkości (masy ciała) rodziców i ich płci (McGillvray 1984, Sæther i wsp. 1993, Weimerskirch i wsp. 1995, Schadd i Ritchison 1998, Wendeln i Becker 1999, Hamer i wsp. 2006, Mitrus i wsp. 2010), a także od ich sprawności fizycznej czy indywidualnych umiejętności zdobywania pokarmu (Ramos i Pacheco 2003).

U wróbla i mazurka, niezależnie od wymienionych wyżej czynników, tempo przynoszenia pokarmu do gniazda jest modyfikowane przez poszczególne osobniki z pary lęgowej w wyniku działania określonych bodźców stresogennych. Przykładem może być fakt, że ptaki dorosłe potrafią zaniechać karmienia piskląt z chwilą pojawienia się w kolonii lęgowej drapieznika (Summers-Smith 1963, Indykiewicz 1988). Może tak się zdarzyć również w przypadku nagłego załamania się warunków pogodowych, tj. silnego, porywistego wiatru, obfitych opadów deszczu (McGillvray 1984, dane własne niepubl.). Nieznane są nam jednak opracowania, które opisywałyby i wyjaśniały, czy z chwilą ustąpienia czynnika stresogennego rodzice zwiększają częstotliwość przynoszenia pokarmu pisklątom, by w ten sposób zrekompensować im okresowy niedobór pokarmu. Pewną sugestią, że wystąpienia takiego mechanizmu można się spodziewać, są doniesienia Summers-Smitha (1957) i Northa (1981), w których stwierdzają oni, że samica wróbla z chwilą porzucenia gniazda przez samca zwiększa w istotny sposób częstotliwość przynoszenia pokarmu dla piskląt.

Zasadniczym celem przeprowadzonych badań było zweryfikowanie hipotezy, że okresowy brak dostępu piskląt do pokarmu jest kompensowany przez rodziców zwiększoną częstotliwością karmienia z chwilą ustąpienia czynnika stresogennego.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w sezonie lęgowym w 1988 r. na terenie Dziekanowa Leśnego i Dziekanowa Polskiego, tj. we wsiach położonych pomiędzy korytem rzeki Wisły a Puszcą Kampinoską, około 15 km na północny zachód od Warszawy. Na obszarze tym rozwieszonych było łącznie 176 budek lęgowych Sokołowskiego typu A (Sokołowski 1954). Budki były umieszczone na drzewach na wysokości ok. 2,0–2,5 m i zwrócone otworem wlotowym w kierunku wschodnim lub południowo-wschodnim. Analiza

struktury zabudowy, rozmieszczenia i składu gatunkowego roślinności (Solon 1988), warunków atmosferycznych (dane stacji meteorologicznej w Legionowie), fenologii okresu lęgowego wróbla i mazurka na tym obszarze (Pinowski 1967, 1968, Kot 1988, dane własne niepubl.) pozwala na uznanie obu wsi jako jednolitego obszaru badań.

Częstotliwość karmienia piskląt przez wróble i mazurki określano metodą obserwacji bezpośredniej (z ukrycia), za pomocą lornetki (10 x 50), z odległości 7–38 m od gniazda. Obserwacje, każdorazowo, prowadzono przez 0,5 godziny, według wcześniej ustalonego klucza, który uwzględniał liczbę i wiek piskląt przebywających w gnieździe oraz porę dnia. Notowano również płeć ptaka (wróbel) przynoszącego pokarm, czas przylotu i pobytu w gnieździe oraz indywidualne zachowanie ptaka.

W celu zweryfikowania hipotezy, że po ustąpieniu czynnika stresogennego dorosłe ptaki częściej przynoszą pokarm dla piskląt, aby w ten sposób zrekompensować im okresowy niedobór pokarmu, przeprowadzono następujący eksperyment. Znakowanym indywidualnie pisklątem wróbla i mazurka w wieku 3–13 dni ograniczano dostęp do pokarmu przez 1,15–3,45 godz. W tym celu piskląta wyjmowano każdego dnia o tej samej porze z gniazda i umieszczano w specjalnie przygotowanych gniazdach zastępczych. W gnieździe naturalnym pozostawiano jedno pisklą (zawsze to samo), co skutecznie zapobiegało porzuceniu lęgu przez rodziców. Po okresie ograniczonego dostępu do pokarmu piskląta przekładano z powrotem do gniazda naturalnego. Częstotliwość przynoszenia pokarmu przez rodziców po przełożeniu piskląt do gniazda rejestrowano od momentu pierwszego przylotu dorosłego ptaka z pokarmem przez 1 godz.

Gniazda zastępcze, w których okresowo umieszczano część piskląt, to zaadaptowane do celów eksperymentu gniazda wróbla i mazurków wybudowanych przez te ptaki w budkach lęgowych typu Sokołowski A₁ w sezonie lęgowym poprzedzającym okres badań. Zachowano w ten sposób naturalną strukturę, budowę i wymiary wewnętrzne gniazda, co zapewniało pisklątom zbliżone warunki przestrzenne i mikroklimatyczne do tych, jakie panowały w ich gniazdach naturalnych (Indykiewicz 1990, 1991, Marquez 2013).

Częstotliwość przynoszenia pokarmu dla piskląt rejestrowano u 24 par lęgowych wróbla (łącznie 102 godziny obserwacji) i u 19 par mazurków (łącznie 91 godzin obserwacji). Grupę kontrolną stanowiło 9 par wróbla, które karmiły 3–5 piskląt, i 9 par mazurków, które karmiły 4–6 piskląt.

Data wykucia piskląt znana była na podstawie codziennych kontroli gniazda, rozpoczynającej się w dniu złożenia w nim pierwszego lub drugiego jaja.

Do analizy zgromadzonych danych wykorzystano pakiet Statistica 10.0 (StatSoft 2010) zgodnie z metodami wnioskowania statystycznego (Łomnicki 2000, Kala 2005, Stanisz 2006a,b). Normalność rozkładu testowano przy użyciu testu Kolmogorova-Smirnowa, a ocenę jednorodności wariancji za pomocą testu Levene'a. W celu określenia istotności różnic przeprowadzono analizę wariancji one-way ANNOVA. W przypadku stwierdzenia różnic istotnych statystycznie między badanymi dwiema grupami wykonano Test t-Studenta. Poziom istotności dla wszystkich testów statystycznych przyjęto $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji stwierdzono, że istnieją istotne różnice w aktywności karmienia piskląt pomiędzy badanymi gatunkami. Otóż wróble najczęściej przynosiły pokarm piskletom we wczesnych godzinach rannych (6.01–9.00 czasu letniego), a minimalną aktywność wykazywały tuż po południu (12.01–15.00). Natomiast mazurki najrzadziej przylatywały z pokarmem w godzinach późnopołudniowych (15.01–18.00), a najczęściej karmiły pisklęta pomiędzy godz. 12.01 a 15.00, tj. wówczas kiedy wróble wykazywały minimalną aktywność (tab. 1). Wprawdzie częstotliwość przynoszenia pokarmu w poszczególnych porach dnia wahała się u wróbla od 12,8 do 19,4 karmień/godz., a u mazurków od 14,6 do 19,8 karmień/godz. (tab. 1), to jednak stwierdzone różnice nie były statystycznie istotne (wróbel – $F = 0,11, p = 0,948$; mazurek – $F = 0,32, p = 0,814$; tab. 1).

Tabela 1

Table 1

Liczba przylotów wróbla *Passer domesticus* i mazurków *Passer montanus* z pokarmem dla piskląt (w wieku 5–10 dni) w ciągu 1 godz. w wyróżnionych porach dnia

Number of nest visits by sparrows *Passer domesticus* and *Passer montanus* bringing food for nestlings (aged 5–10 days) over a period of 1 h. during the highlighted parts of the day

Gatunek Species	Wróbel – House Sparrow <i>Passer domesticus</i>				Mazurek – Tree Sparrow <i>Passer montanus</i>			
Pora dnia Parts of day	6.01– 9.00	9.01– 12.00	12.01– 15.00	15.01– 18.00	6.01– 9.00	9.01– 12.00	12.01– 15.00	15.01– 18.00
Średnia* Average	19,4	17,0	12,8	15,6	17,4	15,0	19,8	14,6
Zakres Range	6–32	7–32	6–24	9–28	6–28	8–26	10–31	6–18
SD	5,0	5,4	2,8	4,0	4,3	2,6	2,1	1,8
ANOVA	$F = 0,11; p = 0,948$				$F = 0,32; p = 0,814$			

* Są to średnie wartości zarejestrowane w gniazdach z 3–5 piskletami wróbla i w gniazdach z 4–6 piskletami mazurka.

Average values recorded in nests with 3–5 House Sparrow nestlings and nests with 4–6 Tree Sparrow nestlings.

Istotność różnic średnich pomiędzy okresami – Significant differences in means between periods: 6.01–9.00 a 9.01–12.00 ($t = 0,05; p = 0,966$), 6.01–9.00 a 12.01–15.00 ($t = 0,53; p = 0,623$), 6.01–9.00 a 15.01–18.00 ($t = 0,17; p = 0,872$), 9.01–12.00 a 12.01–15.00 ($t = 0,49; p = 0,649$), 9.01–12.00 a 15.01–18.00 ($t = 0,12; p = 0,907$), 12.01–15.00 a 15.01–18.00 ($t = 0,43; p = 0,691$)

Częstotliwość przynoszenia pokarmu przez dorosłe wróble i mazurki (zarówno przez samce, jak i samice) była dodatnio skorelowana z liczbą piskląt przebywających w gnieździe (tab. 2). U wróbla wychowującego trójkę piskląt rodzice przynosili pokarm do gniazda średnio 11,3 razy/godz. Natomiast w gnieździe, w którym przebywało czworo i pięcioro piskląt, częstotliwość przynoszenia pokarmu przez rodziców zwiększała się, odpowiednio do 14,4 i 15,7 razy/godz., a różnica była statystycznie istotna ($F = 16,63; p = 0,001$) (tab. 2). Podobną zależność odnotowano u mazurków. Stwierdzono bowiem, że aktywność pokarmowa rodziców wychowujących szóstkę piskląt (średnia = 20,6 razy/godz.) była znacząco większa w porównaniu z ptakami karmiącymi czwórkę czy piątkę piskląt ($F = 3,63; p = 0,032$) (tab. 2). Pomimo że dorosłe wróble i mazurki znacznie częściej przylatywały z pokarmem do gniazda, w którym przebywało więcej piskląt,

to liczba porcji pokarmowych przypadających przeciętnie na jedno pisklę była istotnie mniejsza (ryc. 1). Należy jednak dodać, że autorzy nie badali wielkości oraz jakości (energetycznej i odżywczej) poszczególnych porcji pokarmowych przynoszonych pisklątom.

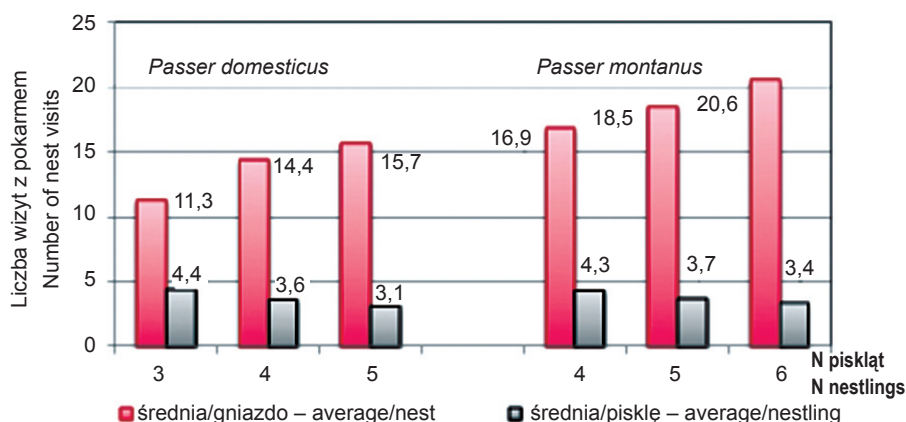
Tabela 2

Table 2

Liczba przylotów wróbli *Passer domesticus* i mazureków *Passer montanus* z pokarmem do gniazda w ciągu 1 godz., w którym było N piskląt w wieku 9–10 dni
Number of nest visits by House Sparrows *Passer domesticus* and Tree Sparrow *Passer montanus* bringing food to nestlings over a period of 1 hr. N represents number of chicks aged 9–10 days per nest

Wróbel – House Sparrow <i>Passer domesticus</i>					Mazurek – Tree Sparrow <i>Passer montanus</i>				
N piskląt w gnieździe N chicks in nest	N obserwacji N observations	Średnia Average	Zakres Range	SD	N piskląt w gnieździe N chicks in nest	N obserwacji N observations	Średnia Average	Zakres Range	SD
3	26	11,32	7–15	2,07	4	23	16,87	11–24	3,89
4	27	14,44	10–19	2,63	5	28	18,46	9–27	4,64
5	23	15,74	9–24	3,47	6	23	20,57	12–31	5,34
ANOVA		F = 16,63; p = 0,001			ANOVA		F = 3,63; p = 0,032		

Różnice istotne statystycznie stwierdzono pomiędzy liczbą przylotów wróbla do 3 i 4 piskląt ($t = 5,04$; $p = 0,001$) oraz do 3 i 5 piskląt ($t = 5,11$; $p = 0,001$), a w przypadku mazureka karmiącego 4 i 6 piskląt ($t = 2,68$; $p = 0,011$). Statistically significant differences were found between the number of visits of House Sparrow to nests with 3 and 4 chicks ($t = 5.04$, $p = 0.001$) and 3 and 5 chicks ($t = 5.11$, $p = 0.001$), and for the Tree Sparrow feeding 4 and 6 chicks ($t = 2.68$, $p = 0.011$).



Ryc. 1. Liczba przylotów wróbli *Passer domesticus* i mazureków *Passer montanus* z pokarmem do gniazda w ciągu 1 godz., w którym było 3–6 piskląt w wieku 9–10 dni oraz średnia liczba porcji pokarmowych przypadających na jedno pisklę w gnieździe

Fig. 1. Number of visits of House Sparrows *Passer domesticus* and Tree Sparrow *Passer montanus* bringing food to nests during 1 hr., for nests with 3–6 chicks aged 9–10 days and the average number of food visits per chick per nest

Ponadto stwierdzono, że częstotliwość przynoszenia pokarmu przez rodziców zwiększała się z wiekiem piskląt. W przypadku wróbla czworo piskląt w wieku 2–3 dni było karmionych przeciętnie 9,2 razy/godz., podczas gdy ta sama czwórka piskląt w wieku 10–13 dni otrzymywała pokarm niemal dwukrotnie częściej, tj. średnio 17,8 razy/godz. (tab. 3). Podobną zależność wzrostu intensywności karmienia piskląt wraz z ich wiekiem odnotowano u mazurek. Dorosłe ptaki przynosiły pokarm piątce najmłodszych piskląt (2–3 dni) przeciętnie 13,4 razy/godz., a najstarsze pisklęta otrzymywały go przeciętnie 24,8/godz. (tab. 3).

Mniejsza częstotliwość przynoszenia pokarmu przez dorosłe ptaki w pierwszym okresie wychowywania piskląt (do 7.–8. dnia życia piskląt) w porównaniu z okresem późniejszym spowodowana była przede wszystkim niższym zapotrzebowaniem pokarmowym młodszych piskląt, jak również koniecznością dłuższego pozostawiania rodziców w gnieździe w celu właściwego ogrzania potomstwa. Obserwowane u obu gatunków gwałtowne skrócenie średniego czasu jednej wizyty dorosłych ptaków w gnieździe, ze 111,0 sekund – u wróbla (przy czterech 10-dniowych pisklętach przebywających w gnieździe) i z 95,3 sekund – u mazurek (przy pięciu 10-dniowych pisklętach przebywających w gnieździe) w pierwszej połowie okresu wychowywania piskląt do odpowiednio: 15,0 sekund i 26,5 sekund w późniejszym okresie spowodowane jest przypadającym na 7.–9. dzień życia piskląt funkcjonalnym wykształceniem wewnętrznych mechanizmów termoregulacji (Myrcha i wsp. 1972).

Tabela 3

Table 3

Częstotliwość przylotów dorosłych wróbla *Passer domesticus* i mazurek *Passer montanus* w ciągu 1 godz. z pokarmem w zależności od wieku piskląt
Frequency of food visits of adult House Sparrows *Passer domesticus* and Tree Sparrow *Passer montanus* during 1 hour depending on the of the chicks

Gatunek Species	Wróbel – House Sparrow <i>Passer domesticus</i>						Mazurek – Tree Sparrow <i>Passer montanus</i>					
	Kontrolna Control			Eksperymentalna Experimental			Kontrolna Control			Eksperymentalna Experimental		
Wiek piskląt (dni) Old chicks (days)	Średnia* Average*	Zakres Range	SD	Średnia* Average*	Zakres Range	SD	Średnia* Average*	Zakres Range	SD	Średnia* Average*	Zakres Range	SD
2–3	9,2	2–24	3,2	9,6	4–28	3,3	13,4	6–20	3,1	13,0	4–22	3,1
	$t = 1,22 \quad p = 0,287$						$t = 0,02 \quad p = 0,984$					
4–6	15,0	5–28	2,8	14,6	2–34	3,0	17,0	2–23	3,6	17,0	4–29	3,7
	$t = 0,07 \quad p = 0,943$						$t = 0,28 \quad p = 0,794$					
7–9	15,4	7–32	4,5	16,0	6–38	4,1	18,6	9–31	3,2	18,0	2–36	3,6
	$t = 0,15 \quad p = 0,884$						$t = 0,07 \quad p = 0,944$					
10–13	17,8	6–42	4,0	17,0	9–40	3,9	24,8	7–36	3,6	24,2	11–34	3,9
	$t = 0,01 \quad p = 0,996$						$t = 0,04 \quad p = 0,967$					

* Są to średnie wartości zarejestrowane w gniazdach z 4 pisklętami wróbla i w gniazdach z 5 pisklętami mazurek

Average values recorded in the nests of House Sparrow with 4 chicks and Tree Sparrow with 5 chicks

Pisklęta, które po okresowym ograniczeniu dostępu do pokarmu powracały do gniazda naturalnego, były karmione przez rodziców w podobnym tempie jak pisklęta z gniazd kontrolnych. Od momentu powrotu wszystkich piskląt do gniazda do czasu przylotu jednego z rodziców upływało od 5 do 42 minut. Przeciętnie dorosłe wróble przylatywały z pokarmem po 12,7 minutach, a mazurek po 9,1 minutach. Od tego momentu częstotliwość karmienia piskląt wróbla i mazurka przez rodziców nie różniła się w sposób statystycznie istotny w porównaniu z grupą kontrolną (tab. 3). Stwierdzenie to dotyczy intensywności karmienia piskląt obu gatunków we wszystkich klasach wieku, z wyjątkiem najmłodszych piskląt wróbla, tj. w wieku 2–3 dni. W tym ostatnim przypadku pisklęta były nieco częściej karmione w porównaniu z grupą kontrolną ($t = 1,22$; $p = 0,287$).

Przedstawione wyżej dane faktograficzne potwierdzają wcześniejsze spostrzeżenia wielu autorów, że czynnikami determinującymi częstotliwość przynoszenia pokarmu przez dorosłe wróble i mazurki są m.in. wiek i liczba piskląt przebywających w gnieździe oraz w mniejszym stopniu pora dnia (Summers-Smith 1963, Seel 1969, Sappington 1975, Schifferli 1978, Fetisov i Gaginska 1981, North 1981, McGillvray 1984).

Ponadto przeprowadzone badania dowodzą, że okresowy niedobór pokarmu, spowodowany brakiem dostępu piskląt do pokarmu, nie jest kompensowany przez rodziców zwiększoną częstotliwością przynoszenia pokarmu. Tak zatem opisany sposób zachowania dorosłych wróbli i mazurków wyjaśnia m.in., dlaczego złe warunki pogodowe i brak bezpieczeństwa w kolonii lęgowej mają tak duży wpływ na tempo wzrostu i rozwoju piskląt. Brak kompensacji niedoboru pokarmu przez częstsze karmienie piskląt przez rodziców sprawia, że długotrwałe, intensywne opady lub penetrowanie przez drapieżnika (np. kota, wiewiórki, sójki, sroki) terenu położonego w pobliżu gniazda bądź wzmocniona aktywność ludzka w sąsiedztwie gniazda mogą istotnie hamować wzrost piskląt.

Brak mechanizmu kompensacji można tłumaczyć m.in. tym, że spośród czynników determinujących aktywność rodziców przed zadziałaniem stresu środowiskowego nakazującego zaniechanie karmienia (opady, drapieżnik) żaden nie ulega istotnej zmianie z chwilą ustąpienia tego stresu. Otóż po ustaniu opadów czy oddaleniu się drapieżnika dorosły ptak przylatujący do gniazda rejestruje w nim taką samą liczbę piskląt (w tym samym wieku), więc nie otrzymuje żadnej dodatkowej informacji, która mogłaby wpłynąć na zwiększenie jego tempa karmienia. Można również sądzić, że rodzice nie otrzymują takiej informacji od piskląt, która stymulowałaby je do zwiększenia częstotliwości przynoszenia pokarmu. Wprawdzie żadna ze znanych nam prac nie opisuje zależności pomiędzy zachowaniem się piskląt a sposobem rozdzielania pokarmu przez dorosłe wróble i mazurki, ale można przypuszczać, iż krótkotrwałe okresy niedoboru pokarmu nie wpływają w istotny sposób na zmianę ich behawioru pokarmowego (np. na intensywność zebrania). Argumentem wspierającym zasadność powyższego przypuszczenia jest doniesienie Davisa (1955) potwierdzone przez Kendeigha (1977), iż wróble charakteryzują się małą plastycznością fizjologicznego dostosowywania się do nagłych zmian środowiskowych. Ten ostatni autor stwierdził, że krótkotrwałe zmiany temperatur w przedziale 10–29°C nie wpływają na zmianę ilości i jakości pobieranego pokarmu. Może to zatem sugerować, że opóźniona fizjologiczna reakcja (lub jej brak) piskląt na wystąpienie określonego bodźca stresogennego (np. brak pokarmu, wychłodzenie organizmu) nie wpływa na zmianę ich zachowania wobec rodziców, a tym samym nie stanowi źródła dostatecznie czytelnej informacji o wzroście zapotrzebowania energetycznego piskląt.

Wprawdzie w niniejszej pracy analizie poddano tylko jeden, szczególny przypadek, to jednak wydaje się, że może on być reprezentatywny dla każdej sytuacji, w której zadziałanie określonego bodźca stresogennego powoduje okresowe zaniechanie lub modyfikację rytmu karmienia piskląt przez dorosłe ptaki. Opisany brak mechanizmu kompensacji niedoboru pokarmu przez zwiększenie ilości pokarmu przynieszonego przez rodziców jest również istotny ze względu na fakt, że u piskląt wróbli, które przez krótki czas nie otrzymywały pokarmu, nie następuje kompensacyjne zwiększenie tempa wzrostu w kolejnych dniach życia. Po zakończeniu głodzenia masa ciała oraz kości rosną w zwykłym tempie, tzn. tak jak u piskląt z grup kontrolnych (Lepczyk i Karasov 2000). Należy jednak dodać, że u innych gatunków gniazdowników, np. u pisklęta żołą białoczelnej *Merops bullockoides* z Kenii, w odpowiedzi na stres żywieniowy odnotowano zmniejszenie tempa wzrostu, a skala spowolnienia była największa wśród najmłodszych piskląt z dużych lęgów oraz w sezonach lęgowych o małej dostępności pokarmu (Emlen i wsp. 1991). W tym ostatnim przypadku zdolność do spowolnienia tempa wzrostu zmniejszała jednocześnie dzienne zapotrzebowanie energetyczne piskląt, a tym samym zwiększała prawdopodobieństwo przeżycia krótkich okresów niedoboru żywności (Emlen i wsp. 1991). Z kolei pisklęta brzegówki *Riparia riparia* w odpowiedzi na okresowy niedobór pokarmu reagowały zwiększoną wydolnością fizjologiczną (przewodu pokarmowego) i zwiększoną aktywnością ruchową (Brzęk i Konarzewski 2001). Tak zatem stwierdzona u nich rozwojowa i behawioralna plastyczność może być ważnym elementem adaptacyjnym do skuteczniejszej konkurencji o pokarm pomiędzy rodzeństwem. Z kolei brak zdolności aktywnej reakcji piskląt śpiewaka *Turdus philomelos*, np. poprzez spowolnienie tempa rozwoju i późniejszy wzrost kompensacyjny, może sugerować, iż niedobory pokarmu u tych ptaków zdarzają się na tyle sporadycznie, że nie nastąpiło u nich przystosowanie adaptacyjne (Konarzewski i wsp. 1996).

Rozumienie faktu braku mechanizmu kompensacji niedoboru pokarmu przez zwiększenie tempa karmienia piskląt może być także wykorzystane w czynnej ochronie gniazd tych ptaków w okresie lęgowym, oraz służyć lepszemu planowaniu reżimu postępowania naukowców w trakcie prowadzenia badań tych ptaków.

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań obejmujących 24 pary lęgowych wróbli (łącznie 102 godziny obserwacji) i u 19 par mazurków (91 godzin obserwacji) stwierdzono, że tempo karmienia piskląt przez dorosłe ptaki było zdeterminowane liczbą i wiekiem piskląt przebywających w gnieździe oraz porą dnia. Ponadto zauważono, że okresowy brak dostępu piskląt do pokarmu w następstwie zadziałania określonego bodźca stresogennego (np. obecność drapieżnika w pobliżu gniazda) nie jest kompensowany przez rodziców zwiększoną częstotliwością karmienia piskląt po ustąpieniu tego bodźca.

PODZIĘKOWANIE

W pracach terenowych pomagali nam E. Pieczara i M. Fuszar, za co serdecznie im dziękujemy. Składamy także specjalne podziękowania profesorowi Brendanowi Kavanaghowi (RCSI) za pierwsze komentarze i korektę językową.

PIŚMIENNICTWO

- Bańbura J., Blondel J., de Wilde-Lambrechts H., Galan M.J., Maistre M., 1994. Nestling diet variation in an insular Mediterranean population of blue tits *Parus caeruleus*: effects of years, territories and individuals. *Oecologia*, 100: 413–420.
- Best L.B., 1977. Nestling biology of the Field Sparrow. *Auk*, 94: 308–319.
- Biermann G.C., Sealy S.G., 1982. Parental feeding of nestling Yellow Warblers in relation to brood size and prey availability. *Auk*, 99: 332–341.
- Blondel J., Dervieux A., Maistre M., Perret P., 1991. Feeding ecology and life history variation of the blue tit in Mediterranean deciduous and sclerophyllous habitats. *Oecologia*, 88: 9–14.
- Brzęk P., Konarzewski M., 2001. Effect of food shortage on the physiology and competitive abilities of sand martin (*Riparia riparia*) nestlings. *J. Exp. Biol.*, 204: 3065–3074.
- Davis A.E. Jr., 1955. Seasonal changes in the energy balance of the English Sparrow. *Auk*, 72: 385–411.
- Emlen S.T., Wrege P.H., Demong N.J., Hegner R.E., 1991. Flexible growth rates in nestling White-fronted Bee-Eaters: A possible adaptation to short-term food shortage. *Condor*, 93 (3): 591–597.
- Fetisov S.A., Gaginska A.R., 1981. Rost i rozvite ptencov [w:] Polevoj vorobej *Passer montanus* L. G.A. Noskov (ed.), Leningrad, Izd. Len. Uniw.: 166–187.
- Gibb J., 1950. The breeding ecology of the Great and Blue Titmice. *Ibis*, 92: 507–539.
- Hamer K.C., Quillfeldt P., Masello J.F., Fletcher K.L., 2006. Sex differences in provisioning rules: responses of Manx shearwaters to supplementary chick feeding. *Behav. Ecol.*, 17: 132–137.
- Hussell D.J.T., 1972. Factors affecting clutch size in arctic passerines. *Ecol. Monogr.*, 42: 317–364.
- Indykiewicz P., 1988. Social nest defense against the polecat (*Mustela putornis* L.) by *Passer* ssp. and *Parus* ssp. *Prz. zool.*, 32 (2).
- Indykiewicz P., 1990. Nest-sites and nests of House Sparrow (*Passer domesticus* L.) in an urban environment [in:] J. Pinowski, J.D. Summers-Smith (eds.) *Granivorous birds in the agriculture landscape*. PWN, Warszawa: 95–121.
- Indykiewicz P., 1991. Nest and nest-sites of the House Sparrow *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758) in urban, suburban and rural environments. *Acta zool. cracov.*, 34 (2): 475–495.
- Johnson E.J., Best L.B., 1982. Factors affecting feeding and brooding of Gray Catbird nestlings. *Auk*, 99: 157–164.
- Kala R., 2005. *Statystyka dla przyrodników*. Akademia Rolnicza w Poznaniu.
- Kendeigh S.C., 1952. Parental care and its evolution in birds. *Illinois biol. Monogr.*, 23, 356.
- Kendeigh S.C., 1972. Monthly variations in the energy budget of the House Sparrow throughout the year [in:] S.C. Kendeigh, J. Pinowski (eds.) *Produktivity, population dynamics and systematics of granivorous birds*. Pol. Sc. Publ., Warszawa: 17–44.
- Konarzewski M., Kowalczyk J., Świerubska T., Lewończuk B., 1996. Effect of short-term feed restriction, realimentation and overfeeding on growth of song thrush (*Turdus philomelos*) nestlings. *Funct. Ecol.*, 10: 97–105.
- Kot H., 1988. The effect of suburban landscape structure on communities of breeding birds. *Pol. Ecol. Stud.*, 14 (1–2): 235–261.
- Lack D., 1956. *Swifts in a tower*. Methuen & Co., Ltd., London.
- Lepczyk C.A., Karasov W.H., 2000. Effect of ephemeral food restriction on growth of house Sparrows. *Auk*, 117 (1): 164–174.
- Łomnicki A., 2000. *Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników*. PWN, Warszawa.
- Marques P.A.M., 2013. Ambient temperature and nest temperature variation in enclosed nests (Spanish sparrow) and open-cup nests (Iberian azure-winged magpie). *Intern. Stud. Sparrows* 37: 14–24.

- McGillvray W.B., 1984. Nestling feeding rates and body size of adult House Sparrows. *Can. J. Zool.*, 62: 381–385.
- Mitrus C., Mitrus J., Sikora M., 2010. Sex differences in the rate of food provisioning to nestlings red-breasted flycatchers (*Ficedula parva*). *Ann. Zool. Fennici*, 47: 144–148.
- Myrcha A., Pinowski J., Tomek T., 1972. Energy balance of nestlings of tree sparrows, *Passer montanus* (L.), and house sparrows *Passer d. domesticus* (L.). [in:] S.C. Kendeigh, J. Pinowski (eds.) Productivity, population dynamics and systematics of granivorous birds. *Pol. Sc. Publ.*, Warszawa: 59–84.
- Naef-Daenzer B., 2000. Patch time allocation and patch sampling by foraging great and blue tits. *Animal Behaviour*, 59: 989–999.
- Nolan P.M., Stoehr A.M., Hill G.E., McGraw K.J., 2001. The number of provisioning visits by house finches predicts the mass of food delivered. *Condor*, 103: 851–855.
- North C.A., 1981. Attentiveness and nestling behavior of the male and female House Sparrow (*Passer domesticus*) in Wisconsin. *Proc. Int. Ornithol. Congr.*, 17: 1122–1127.
- Pinowski J., 1967. Die Auswahl des Brutbiotops beim Feldsperling (*Passer m. montanus* L.). *Ekol. pol.*, A, 15 (1): 1–30.
- Pinowski J., 1968. Fecundity, mortality, numbers and biomass dynamics of a population of the Tree Sparrow (*Passer m. montanus* L.). *Ekol. Pol.*, A, 16: 1–58.
- Radford, A.N., 2008. Age-related changes in nestling diet of the cooperatively breeding green woodhoopoe. *Ethology*, 114: 907–915.
- Ramos J.A., Pacheco C., 2003. Chick growth and provisioning of surviving and nonsurviving White-Tailed tropicbirds (*Phaethon lepturus*). *Wilson Bull.*, 115 (4): 414–422.
- Royama T., 1966. Factors governing feeding rate, food requirement and brood size of nestling Great Tits (*Parus major*). *Ibis*, 108: 315–347.
- Sappington J.N., 1975. Cooperative breeding in the House Sparrow (*Passer domesticus*). Ph. D. dissertation. Missi sippi State Univ., Mississippi State. MS.
- Schadd C.A., Ritchison G., 1998. Provisioning of nestlings by male and female yellow-breasted chats. *Wilson Bull.*, 110: 398–402.
- Schifferli L., 1978. Experimental modification of brood size among house sparrow *Passer domesticus*. *Ibis*, 128: 365–369.
- Saether B.E., Andersen R., Pedersen H.C., 1993. Regulation of parental effort in a long-lived seabird: an experimental study of the Antarctic petrel *Thalassoica antarctica*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 33: 147–150.
- Seel D.C., 1969. Food, feeding rates and body temperature in the nestling House Sparrow (*Passer domesticus*) in Oxford. *Ibis*, 111: 36–47.
- Skutch A.F., 1976. Parent birds and their young. University of Texas Press. Austin. TX.
- Sokołowski J., 1954. Ochrona ptaków. Kraków. 129.
- Solon J., 1988. A general characteristic of vegetation in Łomianki commune near Warsaw. *Pol. Ecol. Stud.*, 14 (1–2): 7–21.
- Stanisz A., 2006a. Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem *Statistica PL* na przykładach z medycyny 1. Statystyki podstawowe. StatSoft Polska, Kraków.
- Stanisz A., 2006b. Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem *Statistica PL* na przykładach z medycyny 2. Modele liniowe i nieliniowe. StatSoft Polska, Kraków.
- Summers-Smith D., 1956. Mortality of the house sparrow. *Bird Study*, 3: 265–270.
- Summers-Smith D., 1963. The House Sparrow. William Collins. Sons & Co. Ltd. London.
- Weimerskirch H., Chastel O., Ackermann L., 1995. Adjustment of parental effort to manipulated foraging ability in a pelagic seabird, the thin-billed prion *Pachyptila belcheri*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 36: 11–16.

- Wendeln H., Becker P.H., 1999. Effects of parental quality and effort on the reproduction of common terns. *J. Anim. Ecol.*, 68: 205–214.
- Wittenberger J.F., 1982. Factors affecting how male and female Bobolinks apportion parental investments. *Condor*, 84: 22–39.

**FREQUENCY OF FEEDING CHICKS BY HOUSE SPARROW
PASSER DOMESTICUS (L.) AND TREE SPARROW *PASSER MONTANUS* (L.)
AND FOOD COMPENSATION DEFICIENCY AFTER PERIODS OF STRESS**

S u m m a r y

The frequency of bringing food for chicks was recorded in 24 breeding pairs of House Sparrows (totaling 102 hours of observation) and in 19 pairs of Tree Sparrows (totaling 91 hours of observation). The control group consisted of 9 pairs of House Sparrows that fed their 3–5 chicks and 9 pairs of Tree Sparrows, that fed their 4–6 chicks.

In both species studied the rate of feeding of chicks by the parents was determined by the number and age of chicks present in the nest and the time of day. Both House Sparrows and Tree Sparrows showed a biphasic activity of feeding chicks.

Based on the survey, it was found that the periodic lack of access to food for chicks following a specific stimulus response stressor (e.g. the presence of a predator) was not compensated by increased parental frequency of feeding the chicks after cessation of the stimulus response stressor.

Knowing the impact of disturbance on the feeding behavior of adult birds would support the active protection of nests of House Sparrows and Tree Sparrows during the breeding season, and should require better planning by scientists during the investigation of these birds.

KEY WORDS: House Sparrow, Tree Sparrow, nestling feeding rate, lack of food

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

**POLIMORFIZM GENU KODUJĄCEGO BRĄZOWE
UMASZCZENIE *TYRP-1* W POZYCJI 215
U OWIEC UTRZYMYWANYCH NA PODLASIU**
**POLYMORPHISM OF *TYRP-1* GENE IN POSITION 215
IN SHEEP BREEDS FROM PODLASKIE VOIVODESHIP**

¹ *Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*
Warsaw University of Life Sciences – SGGW

² *Regionalny Związek Hodowców Owiec i Kóz w Białymstoku*
Polish Union of Sheep – Farmers in Białystok

Badania przeprowadzono na materiale 428 owiec (401 ♀ i 27♂) pochodzących od polskich owiec nizinnych 3 ras: owcy żelaźnieńskiej (2 stada), corriedale (2 stada) i polskiej owcy nizinnej regionu podlaskiego (2 stada) z woj. podlaskiego. Wszystkie zwierzęta poddane były identyfikacji genu brązowego umaszczenia *TYRP-1*, w zakresie oceny występowania alleli C i T. Stwierdzono występowanie dwóch alleli genu *TYRP-1* (C – 79,09% i T – 20,91%) oraz trzech genotypów (CC – 62,38%, CT – 33,41% i TT – 4,21%) u wszystkich badanych ras polskich owiec nizinnych oraz nie odnotowano wpływu odmiany i płci na frekwencje występowania alleli i genotypów. Przeprowadzone badania wskazują na duże podobieństwo ocenianych ras polskich owiec nizinnych w zakresie frekwencji występowania alleli i genotypów genu kodującego brązowe umaszczenie w pozycji 215.

SŁOWA KLUCZOWE: owce, *TYRP-1*, rozkład alleli i genotypów

Najczęściej spotykanym umaszczeniem u owiec w hodowli krajowej jest barwa biała lub jasnokremowa. W badaniach zagranicznych (Deng i wsp. 2006, Gratten i wsp. 2007, Kushimoto i wsp. 2003, Pariset i wsp. 2006), ale również i krajowych (Niżnikowski i wsp. 2013) problematyka ta jest coraz częściej spotykanym tematem opracowań badawczych.

Do cytowania – For citation: Niżnikowski R., Czub G., Kamiński J., Nieradko M., Świątek M., Głowacz K., Ślęzak M., 2015. Polimorfizm genu kodującego brązowe umaszczenie *TYRP-1* w pozycji 215 u owiec utrzymywanych na Podlasiu. Zesz. Nauk. UP Wroc., Biol. Hod. Zwierz., LXXVI, 608: 31–36.

Efektom jest znalezienie wielu miejsc w łańcuchu DNA, warunkujących tę cechę u owiec. Za szczególnie ciekawe uznano badania dotyczące genu kodującego brązowe umaszczenie, na co zwrócili uwagę Deng i wsp. [2006], prowadząc obserwacje na owcach charakteryzujących się ciemnym umaszczeniem skóry, mięśni, narządów wewnętrznych i okrywy, w porównaniu z owcami o umaszczeniu białym. W cytowanej pracy oceniono częstotliwość występowania uwarunkowań genu brązowego umaszczenia *TYRP-1*. W związku z powyższym postanowiono zbadać jego rozkłady występowania u trzech ras polskich owiec nizinnych (PZO 2013) takich jak: owca żelaźnieńska, corriedale i polska owca nizinna regionu podlaskiego, wytworzonych według różnych schematów twórczych (Laudowicz i Błachuta 1983, Niżnikowski i wsp. 1997, Niżnikowski i wsp. 2003). Dodatkowo uwarunkowanie to może służyć pomocą w pracach dotyczących badań nad pochodzeniem owiec europejskich i azjatyckich (Heindleder i wsp. 2001, Niżnikowski i wsp. 2013), co również z punktu widzenia strategii hodowli owiec zaczyna budzić coraz większe zainteresowanie.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na terenie województwa podlaskiego w stadach polskich owiec nizinnych 3 ras; owcy żelaźnieńskiej (2 stada), corriedale (2 stada) i polskiej owcy nizinnej regionu podlaskiego (2 stada). Ocenie poddano zwierzęta w wieku od 2 do 11 lat (tab. 1). Stada zostały wybrane losowo do pobierania prób. Od zwierząt pobrana została krew z żyły jarzmowej do probówek zawierających EDTA, w celu izolacji DNA genomowego na potrzeby analiz molekularno-genetycznych. W badaniach oznaczono frekwencje genów i genotypów genu kodującego występowanie brązowego umaszczenia – *TYRP-1*.

Tabela 1
Table 1

Materiał doświadczalny wykorzystany w badaniach
Experimental material used in the study

Rasa Breed	Liczba macioerek i tryków – Number of ewes and rams		
	Płeć Sex		Liczba owiec w stadach Number of sheep in flocks
	♀	♂	
Corriedale Corriedale Sheep	110	6	Stado 1. – 99♀, 6♂ Stado 2. – 11♀ Flock 1. Flock 2.
Polska owca nizinna regionu podlaskiego Polish Lowland Sheep from Podlasie Region	179	14	Stado 1. – 24♀, 4♂ Stado 2. – 63♀, 4♂ Flock 1. Flock 2. Stado 3. – 92♀, 6♂ Flock 3.
Owca żelaźnieńska Żelaźnieńska Sheep	112	7	Stado 1. – 98♀, 6♂ Stado 2. – 14♀, 1♂ Flock 1. Flock 2.
Suma w obrębie płci Total in sex	401	27	
Suma Total	428		

DNA izolowano z leukocytów krwi konserwowanej za pomocą EDTA. W celu otrzymania wysokiej jakości DNA nadającego się po zamrożeniu i rozmrażaniu do wielokrotnego użycia krew została wstępnie oczyszczona z powodujących modyfikacje w DNA związków hemu przez usunięcie produktów lizy erytrocytów. DNA było izolowane z leukocytów metodą chromatografii na minikolumnach silikatowych firmy A&A Biotechnology (Gdańsk, Polska). Frakcja otrzymanego w ten sposób DNA posłużyła jako matryca do amplifikacji polimorficznego fragmentu genu. Genotypowanie alleli prowadzone było systemem KASPar®. System ten (www.kbioscience.co.uk) polega na stosowaniu metody polimorfizmu punktowego SNP z zastosowaniem starterów wymienionych w tabeli 2.

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

Do obliczeń statystycznych wykorzystany został pakiet programu SPSS wersja 21.0. Za pomocą testu χ^2 oceniono wpływ odmiany i płci na frekwencję występowania alleli i genotypów. Wyniki zostały przedstawione w tabelach.

Tabela 2
Table 2

Startery oraz miejsca genotypowania SNP dla locus *TYRP-1*
The primers and SNP genotyping of the locus of *TYRP-1*

<i>Locus</i>	Nazwa Name	Startery 3'-5' Primers 3'-5'	SNP	Lokalizacja Localization
<i>TYRP1</i>	gen warunkujący brązowe umaszczenie brown coat color gene	GCTCCAGGCAGAATGAAATC/ GTGACCAGAGGGTTCACAG	AY737511.1: 215 C>T* - [1]	Ekson 2

(Deng i wsp. 2006)

(Deng et al. 2006)

WYNIKI I OMÓWIENIE

Wyniki dotyczące rozkładu alleli genu *TYRP-1* zestawiono w tabeli 3. Ocena częstotliwości ich występowania w obrębie płci jak i między płciami okazała się nieistotna statystycznie. Rozkład frekwencji występowania alleli u badanych polskich owiec nizinnych nie wykazał wpływu rasy. Rozkłady te przebiegały podobnie, wskazując u wszystkich odmian najwyższą frekwencję występowania allelu C (79,09%), a następnie T (20,91%). Pomiędzy rasami poszczególne frekwencje występowania badanych alleli były bardzo podobne. Oznacza to, że pod względem frekwencji występowania alleli genu *TYRP-1* oceniane rasy nie różnią się między sobą i w tym zakresie wykazują daleko posunięte podobieństwo genetyczne, w przeciwieństwie do wykazanych na innych rasach (Deng i wsp. 2006, Gratten i wsp. 2007, Kushimoto i wsp. 2003, Pariset i wsp. 2006). Wyniki potwierdzają opinię, że owce azjatyckie charakteryzują się innym pochodzeniem, czego

dowodem jest inny rozkład alleli *TYRP-1* niż u owiec hodowanych w Europie (Heindleder i wsp. 2001).

Rozkład genotypów (tab. 4) potwierdza przedstawioną tezę wyciągniętą na podstawie rozkładu alleli (tab. 3). Genotypy homozygotyczne, zwłaszcza w odniesieniu do TT, stwierdzono u wszystkich odmian, jednak nie znaleziono ich u tryków owiec żelaźnieńskich i corriedale. Mimo braku wpływu płci i odmiany na rozkłady frekwencji występowania genotypów *TYRP-1* daje się zauważyć bardzo niską frekwencję genotypu TT u wszystkich odmian, w szczególności u corriedale. Zdecydowanie najwyższa frekwencja wystąpiła w przypadku genotypu CC (62,38%), natomiast heterozygoty wykazały się frekwencją pośrednią pomiędzy genotypami homozygotycznymi (33,41%) mimo braku wpływu odmiany na badane uwarunkowania. Podsumowując, można stwierdzić, że rozkład genów i genotypów genu kodującego brązowe umaszczenie nie różnicuje badanych ras pomiędzy sobą.

Tabela 3
Table 3

Częstotliwość występowania alleli *TYRP-1* u badanych ras owiec
Frequency of *TYRP-1* alleles occurrence in tested sheep breeds

Rasa – Breed	Liczebność i udział Number and share	Allele – Alleles		
		C	T	Ogółem – Total
Corriedale Corriedale	♀	180	40	210
	♂	10	12	2
	♀♂	190	42	232
	%	81,90	18,10	100,00
Polska owca nizinna regionu podlaskiego Polish Lowland Sheep from Podlasie Region	♀	279	79	358
	♂	19	9	28
	♀♂	298	88	386
	%	77,20	22,80	100,00
Owca żelaźnieńska Żelaźnieńska Sheep	♀	176	48	224
	♂	13	1	14
	♀♂	189	49	238
	%	79,41	20,59	100,00
Ogółem Total	♀	635	167	802
	♂	42	12	54
	♀♂	677	179	856
	%	79,09	20,91	100,00

Tabela 4
Table 4Częstotliwość występowania genotypów *TYRP-1* u badanych ras owiec
Frequency of *TYRP-1* genotypes occurrence in tested sheep breeds

Rasa – Breed	Liczebność i udział Number and share	Genotypy – Genotypes			
		C:C	C:T	T:T	Ogółem Total
Corriedale Corriedale	♀	72	36	2	110
	♂	4	2	0	6
	♀♂	76	38	2	116
	%	65,52	32,76	1,72	100,00
Polska owca nizinna regionu podlaskiego Polish Lowland Sheep from Podlasie Region	♀	108	63	8	179
	♂	6	7	1	14
	♀♂	114	70	9	193
	%	59,07	36,27	4,66	100,00
Owca żelaźnińska Żelaźnińska Sheep	♀	71	34	7	112
	♂	6	1	0	7
	♀♂	77	35	7	119
	%	64,71	29,41	5,88	100,00
Ogółem Total	♀	251	133	17	401
	♂	16	10	1	27
	♀♂	267	143	18	428
	%	62,38	33,41	4,21	100,00

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych prac badawczych na trzech rasach polskich owiec nizinnych: owcy żelaźnińskiej, corriedale i polskiej owcy nizinnej regionu podlaskiego stwierdzono:

1. Występowanie dwóch alleli genu *TYRP-1* (C – 79,09% i T – 20,91%) oraz trzech genotypów (CC – 62,38%, CT – 33,41% i TT – 4,21%) u wszystkich badanych ras.
2. Nie odnotowano wpływu rasy i płci na frekwencję występowania alleli i genotypów.
3. Przeprowadzone badania wskazują na duże podobieństwo ocenianych ras polskich owiec nizinnych w zakresie frekwencji występowania alleli i genotypów genu kodującego brązowe umaszczenie w pozycji 215.

PIŚMIENNICTWO

- Deng W.D., Yang S.L., Huo Y.Q., Gou X., Shi X.W., Mao H.M., 2006. Physiological and genetic characteristics of black-boned sheep (*Ovis aries*). *Animal Genetics*, 37: 586–588.
- Gratten J., Beraldi D., Lowder B.V., Mc Ree A.F., Visser P.M., Pemberton J.M., Slate J., 2007. Compelling evidence that a single nucleotide substitution in *TYP1* is responsible for a coat-colour polymorphism in a free-living population of Soay sheep. *Proceedings of the Royal Society*, 274: 619–626.
- Heindleder S., Janke A., Waßmuth R., 2001. Molecular data on wild sheep genetic resources and domestic sheep evolution. *Archiv fuer Tierzucht, Special issue*, 44: 271–279.
- Kushimoto T., Valencia J.C., Costin G.-E., Toyofuku K., Watabe H., Yasumoto K.I., Rouzaud F., Vieira W.D., Hearing V.J., 2003. The Melanosome: An Ideal Model to Study Cellular Differentiation. *Pigment Cell Research*, 16 (3): 237–244.
- Laudowicz A., Błachuta B., 1983: Efekty uszlachetniania masowego pogłowia owiec w północno-wschodnim rejonie Polski. *Zeszyty Probl. Post. Nauk Rol*, 265: 373–379.
- Niżnikowski R., Janikowski W.T., Rant W., Haber M., Bolimowski R., 1997. Wpływ genotypu i typu urodzenia na wybrane cechy użytkowości maciorek, uzyskanych w trakcie prac zmierzających do wytworzenia owiec typu corriedale [w:] Rola i znaczenie hodowlane chronionych przed wyginieniem ras i odmian owiec. Warszawa.
- Niżnikowski R., Rant W., 2003. Efekty pracy hodowlanej prowadzonej w kierunku doskonalenia cech rozrodu u polskich owiec nizinnych odmiany żelaznieńskiej. *Rocz. Nauk Zoot.*, T. 30, z. 2: 283–296.
- Niżnikowski R., Czub G., Głowacz K., Świątek M., Ślęzak M., 2013. Polimorfizm genu kodującego brązowe umaszczenie (*TYRP1*) w pozycji 215 u krajowych ras owiec i muflona europejskiego (*Ovis aries musimon*). *Rocz. Nauk. PTZ*, t. 9, nr 4: 17–23.
- Pariset L., Cappuccio I., Ajmone-Marsan P., Bruford M., Dunner S., Cortes O., Erhardt G., Prinzenberg E.-M., Gutscher K., Joost S., Pinto-Juma G., Nijman I.J., Lenstra J.A., Perez T., Valentini A. and Eeonogene Consortium, 2006. Characterization of 37 Breed-Specific Single-Nucleotide Polymorphisms in Sheep. *Journal of Heredity*, 97 (5): 531–534.
- Polski Związek Owczarski, 2013. Hodowla Owiec i Kóz w Polsce w 2012 roku, Polski Związek Owczarski, czerwiec 2012.
- SPSS 21.0 for Windows, IBM Ltd.

**POLYMORPHISM OF *TYRP-1* GENE IN POSITION 215
IN SHEEP BREEDS FROM PODLASKIE VOIVODESHIP****S u m m a r y**

The studies were conducted on 428 Polish Lowland Sheep (401 ♀ i 27♂) of 3 variety: Żelaznieńska Sheep (2 flocks), Corriedale Sheep (2 flocks) and Polish Lowland Sheep of Podlasie (2 flocks). All animals were subjected to identification of brown color coat gene (*TYRP1*) in respect of evaluation of occurrence of C and T alleles. Summing up the studies, it was found two alleles of *TYRP-1* gene (C – 79,09%; T – 20,91%) and its three genotypes (CC – 62,38%; CT – 33,41%; TT – 4,21%) in all studies variety of Polish Lowland Sheep and there were no significant effect of sheep's variety and sex on frequency of occurrence of alleles and genotypes. The studies has indicated a strong resemblance of varieties of Polish Lowland Sheep in the frequency alleles and genotypes occurrence of the gene coding brown coat in position 215.

KEY WORDS: sheep, *TYRP-1*, distribution of alleles and genotypes

**Witold S. Proskura¹, Andrzej Dybus¹, Aneta Łukaszewicz¹,
Ewa Hardziejewicz¹, Edward Pawlina²**

**THE SINGLE NUCLEOTIDE POLYMORPHISMS
IN LACTATE DEHYDROGENASE-A (*LDHA*)
AND FEATHER KERATIN (*F-KER*) GENES
AND RACING PERFORMANCE OF DOMESTIC PIGEON**

**POLIMORFIZM POJEDYNCZEGO NUKLEOTYDU
W GENACH DEHYDROGENAZY MLECZANOWEJ A (*LDHA*)
I KERATYNY PIÓR (*F-KER*) A WYNIKI LOTOWE
GOŁĘBIA DOMOWEGO**

¹ *Laboratory of Molecular Cytogenetics, Faculty of Biotechnology and Animal Husbandry, West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Poland*

² *Department of Genetics, Faculty of Biology and Animal Science, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland*

The aim of this study was to investigate the g.2582481G>A SNP in the *LDHA* (lactate dehydrogenase isoform A) gene and the g.710T>G SNP in *F-KER* (pigeon feather keratin) gene in relation to racing performance of homing pigeon. The study included 313 young pigeons (144 hens and 169 cocks), participating in racing competitions. The data set used in this study consisted of 1118 race records from 4 races. The young pigeons with the *LDHA*^{AA} genotype achieved better results (ace points) in the competitions than *LDHA*^{AG} and *LDHA*^{GG} individuals (47.21 versus 26.91 and 27.75), but the differences observed were not significant ($p = 0.0735$).

KEY WORDS: homing pigeon, *LDHA* polymorphism, racing performance

INTRODUCTION

Racing competitions of homing pigeons are popular in many countries all around the world (Jermolack 2007). Long-term selective breeding of pigeons participating in competitions results in improving their homing ability and overall physical efficiency. Many factors affect the result achieved by pigeons in racing competition. Besides environmental factors (feeding, weather, training methods) also genetic-based predispositions cannot be ignored. Research on potential genetic markers of physical efficiency apply to both human (Hruskovicova et al. 2006, Sgourou et al. 2012) and animals, especially horses (Hill et al. 2010, Tozaki et al. 2011), dogs (Mosher et al. 2007) and pigeons as well (Dybus et al. 2006, Proskura et al. 2014).

The lactate dehydrogenase gene (*LDHA*) encoding lactate dehydrogenase isoform A has been indicted as a candidate gene for pigeons racing performance (Dybus et al. 2006). LDH as a key enzyme of muscle metabolism, catalyzes the conversion of pyruvate to lactate and back. Chaplin et al. (1997) reported strong correlation between muscle LDH activity and the type of training performed on birds. The highest activity of LDH was observed sprint-trained birds, the lowest in the endurance-trained ones.

Besides the overall physical performance, also the proper feather structure and its physical attributes play an important role for bird's flying ability. Even a subtle change in feather structure may affect flight quality and results achieved by pigeons in races respectively. Whereas β -keratin (~10,5 kDa) is a protein, which accounts for approximately 90% of the feather rachis (Fraser et al. 1971), its proper structure is crucial for proper feather development. The mutation in chicken's feather keratin gene investigated by Ng et al. (2012) results with an enormous deformation of feather structure, called frizzle feather. Dybus and Haase (2011) described the g.710T>G SNP in the pigeon feather keratin gene, which causes a Cys83Gly substitution of amino acids in the protein. This change may affect the structure and attributes of the keratin molecule. Even some subtle changes in feather quality may affect the the plumage elasticity and racing performance consequently (Dybus and Haase 2011).

The aim of this study was to investigate two single nucleotide polymorphisms: the g.2582481G>A polymorphism in the *LDHA* gene and the g.710T>G polymorphism in *F-KER* gene in relation to homing pigeon racing performance.

MATERIALS AND METHODS

The study included a total of 313 young homing pigeons (144 hens and 169 cocks), hatched out from February to April 2012. All pigeons were kept in one loft (Kuyavian-Pomeranian region of Poland), fed with the same mixture of grains, supplemented with minerals (grits) and vitamins.

Blood samples were collected from the medial metatarsal vein to the test tubes containing anticoagulant (K₃EDTA) in October 2012. DNA isolation was performed using MasterPure™ DNA Purification Kit for Blood Version II (Epicentre Biotechnologies, Madison, WI). The genotyping of the g.710T>G SNP in pigeon *F-KER* gene was performed using the ACRS-PCR assay described by Dybus and Haase (2011) while the

genotyping of the *g.2582481G>A* SNP in the *LDHA* gene was done using PCR-RFLP method described by Dybus et al. (2006).

All studied pigeons participated in racing competitions organised in 2012 by the Rypin Section (0344), the member of the Polish Association of Racing Pigeon Breeders (PZHGP). The data set used in this study consisted of 1118 race records from 4 races. Ace points, calculated as described by Proskura et al. (2014), were used as a measure of pigeon racing performance. These points are awarded to birds which finished given race, but according to a general rule in Poland only 20% of starting pigeons win prizes. The first pigeon is always awarded 100 AP. The AP value is calculated using the following formula:

$$p = \frac{(a-b+1)}{a} \cdot 100$$

where:

p is the ace points awarded,

a is the number of pigeons on the prize list,

b is the position on the list.

The effect of the SNP on the value of ace points won by individual pigeons was estimated using the following linear model:

$$y_{ijklm} = \mu + g_i + s_j + r_k + id_l + e_{ijklm}$$

where:

y_{ijklm} is the mean value of ace points, μ is the overall mean for the trait, g_i is the effect of the genotype, s_j is the effect of the sex, r_k is the effect of the race, id_l is the random effect of the individual, and e_{ijklm} is a random error.

The Duncan's test was applied for multiple comparisons. All statistical analyses were performed using Statistica 10 software (StatSoft Inc., 2011).

RESULTS AND DISCUSSION

The frequencies of genotypes studied (Tab. 1) were very similar to those reported previously (Dybus et al. 2006, Dybus and Haase 2011, Ramadan et al. 2013, Proskura et al. 2014) for homing (racing) pigeons.

Recently, Proskura et al. (2014) reported that old racing pigeons carrying *LDHA^{AG}* genotype (*g.2582481G>A*) characterised a better racing performance than individuals with the most common, *LDHA^{GG}* genotype, especially in short distance (100–400 km) races. In a little research project in Taiwan (only 30 pigeons; short communication published) the association between *g.2582481G>A* SNP and racing results was also observed (Yang et al. 2012). The authors showed that the most valuable for racing performance is a very rare (in population of domestic pigeons) *LDHA^{AA}* genotype. In this study the young pigeons with the *LDHA^{AA}* genotype achieved better results (ace points) in the competitions than *LDHA^{AG}* and *LDHA^{GG}* individuals (47.21 versus 26.91 and 27.75), but the differences observed were not significant ($P = 0.0735$) (Tab. 2).

The study of the association between the g.710T>G SNP in *F-KER* gene and racing performance showed no differences among individuals with different *F-KER* genotypes (Tab. 2).

Table 1 – Tabela 1
Genotypic frequencies of g.2582481G>A SNP in the *LDHA* gene and g.710T>G SNP in the *F-KER* gene
Frekwencje genotypów dla polimorfizmów g.2582481G>A w genie *LDHA* i g.710T>G w genie *F-KER*

SNP	n	Genotype – Genotyp			Alleles – Allele	
<i>LDHA</i> g.2582481G>A NW_004973198.1	313	<i>GG</i>	<i>AG</i>	<i>AA</i>	<i>G</i>	<i>A</i>
		0.690	0.284	0.026	0.830	0.170
<i>FKG</i> g.710T>G AB017906.1		<i>TT</i>	<i>GT</i>	<i>GG</i>	<i>T</i>	<i>G</i>
		0.617	0.348	0.035	0.787	0.213

Table 2 – Tabela 2
Mean values of ace points (AP) in association with the genotypes studied
Wartości średnie punktów (AP) w powiązaniu z analizowanymi genotypami

Polymorphism	Genotype Genotyp	n	AP	SE	F-test
<i>LDHA</i> g.2582481G>A	<i>AA</i>	29	47.21	7.44	P = 0.0735
	<i>AG</i>	317	26.91	2.05	
	<i>GG</i>	772	27.75	1.35	
<i>FKG</i> g.710T>G	<i>GG</i>	38	26.38	6.20	P = 0.7087
	<i>GT</i>	390	29.57	1.99	
	<i>TT</i>	690	27.23	1.38	
	Total	1118	28.02	1.12	

n – the number of race records

n – liczba wyników

Table 3 – Tabela 3
Mean values of ace points (AP) in association with pigeon sex
Wartości średnie punktów (AP) w powiązaniu z płcią gołębi

Sex – Płeć	n	AP	SE	F-test
hens – samice	511	28,59	1,67	P = 0,7003
cocks – samce	607	27,53	1,51	

AP – mean values of ace points – wartości średnie punktów

SE – standard error – błąd standardowy

F-test – result of F-test – wynik testu F

Gender appeared to have no influence on racing ability of young pigeons. This result stays in opposite to those demonstrated previously (Proskura et al. 2014), where hens were shown to have better racing performance than cocks throughout the racing season. Nevertheless, the group of old pigeons was investigated in that study, while the group of young pigeons was analysed in this research.

In sum, the study indicated the diversity in lactate dehydrogenase-A (*LDHA*) and feather keratin (*F-KER*) genes in domestic pigeons. Moreover, the differences were shown in racing performance of pigeons carrying different *LDHA* genotypes. Therefore, the *LDHA* genotype might be used as a selection criterion of young pigeons for racing.

REFERENCES

- Dybus A., Pijanka J., Cheng Y.H., Sheen F., Grzesiak W., Muszynska M., 2006. Polymorphism within the *LDHA* gene in the homing and non-homing pigeons. *Journal of Applied Genetics*, 47: 63–66.
- Dybus A., Haase E., 2011. Feather keratin gene polymorphism (*F-KER*) in domestic pigeons. *British Poultry Science* 52: 173–176.
- Hill E.W., Ryan D.P., MacHugh D.E., 2012. Horses for Courses: a DNA-based Test for Race Distance Aptitude in Thoroughbred Racehorses. *Recent Patents on DNA & Gene Sequences*, 6, 203–208.
- Hruskovicova H., Dzurenkova D., Selingerova M., Bohus B., Timkanicova B., Kovacs L., 2006. The angiotensin converting enzyme I/D polymorphism in long distance runners. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46: 509–513.
- Jerolmack C., 2007. Animal archeology: Domestic pigeons and the nature-culture dialectic. *Qualitative Sociology Review*, 3: 74–95.
- Mosher D.S., Quignon P., Bustamante C.D., Sutter N.B., Mellersh C.S., Parker H., Ostrander E.A., 2007. A mutation in the myostatin gene increases muscle mass and enhances racing performance in heterozygote dogs. *PLoS Genetics*, 3: e79.
- Ng C.S., Wu P., Foley J., Foley A., McDonald M.L., Juan W.T., Huang C.J., Lai Y.T., Lo W.S., Chen C.F., Leal S.M., Zhang H., Widelitz R.B., Patel P.I., Li W.H., Chuong C.M., 2012. The chicken frizzle feather is due to an α -Keratin (*KRT75*) mutation that causes a defective rachis. *PLoS Genetics*, 8: e1002748.
- Proskura W.S., Cichoń D., Grzesiak W., Zaborski D., Sell-Kubiak E., Cheng Y.H., Dybus A., 2014. Single Nucleotide Polymorphism in the *LDHA* Gene as a Potential Marker for the Racing Performance of Pigeons. *Journal of Poultry Science*, 51: 364–368.
- Ramadan S., Yamaura J., Miyake T., Inoue-Murayama M., 2013. DNA Polymorphism within *LDH-A* Gene in Pigeon (*Columba livia*). *Journal of Poultry Science*, 50: 194–197.
- Sgourou A., Fotopoulos V., Kontos V., Patrinos G.P., Papachatzopoulou A., 2012. Association of genome variations in the renin-angiotensin system with physical performance. *Human Genetics*, 6: 24.
- StatSoft, Inc., 2011. STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com.
- Tozaki T., Hill E.W., Hirota K., Kakoi H., Gawahara H., Miyake T., Sugita S., Hasegawa T., Ishida N., Nakano Y., Kurosawa M., 2011. A cohort study of racing performance in Japanese Thoroughbred racehorses using genome information on ECA18. *Animal Genetics*, 43: 42–52. doi:10.1111/j.1365-2052.2011.02201.x.
- Yang M.Q., Xie S.Y., Horng Y.M., Wu C.P., Huang M.C., 2012. *Journal of the Chinese Society of Animal Science*, 41 (Suppl.), 98.

**POLIMORFIZM POJEDYNCZEGO NUKLEOTYDU
W GENACH DEHYDROGENAZY MLECZANOWEJ A (*LDHA*)
I KREATYNY PIÓR (*F-KER*) A WYNIKI LOTOWE
GOŁĘBIA DOMOWEGO**

Streszczenie

Celem niniejszych badań było określenie wpływu polimorfizmu pojedynczego nukleotydu g.2582481G>A w genach kodujących izoformę A dehydrogenazy mleczanowej (*LDHA*) oraz g.710T>G keratynę piór (*F-KER*) na wyniki lotowe osiągane przez ptaki w wyścigach gołębi pocztowych. Badania obejmowały 313 gołębi pocztowych (144 samice i 169 samców), biorących udział w lotach konkursowych. Dane punktowe obejmowały 1118 rekordów uzyskanych podczas 4 wyścigów. Młode gołębie o genotypie *LDHA^{AA}* (47.21) osiągały lepsze wyniki w lotach niż osobniki *LDHA^{AG}* (26.91) i *LDHA^{GG}* (27.75), jednakże obserwowane różnice nie były statystycznie istotne ($P = 0.0735$).

SŁOWA KLUCZOWE: gołąb pocztowy, polimorfizm *LDHA*, wydolność powrotnolotowa