

# **ACTA SCIENTIARUM POLONORUM**

Czasopismo naukowe założone w 2001 roku przez polskie uczelnie rolnicze

## **Medicina Veterinaria**

Weterynaria

6(1) 2007



Bydgoszcz Kraków Lublin Olsztyn  
Poznań Siedlce Szczecin Warszawa Wrocław

**Rada Programowa *Acta Scientiarum Polonorum***

Kazimierz Banasik (Warszawa), Janusz Falkowski (Olsztyn),  
Florian Gambuś (Kraków), Franciszek Kluza (Lublin), Edward Niedźwiecki (Szczecin),  
Janusz Prusiński (Bydgoszcz), Jerzy Sobota (Wrocław) – przewodniczący,  
Stanisław Socha (Siedlce), Waldemar Uchman (Poznań)

**Rada Naukowa serii *Medicina Veterinaria***

Miroslav Baran (Koszyce, Słowacja), Ryszard Bobowiec (Lublin),  
Carlos Castrillo (Saragossa, Hiszpania), Andrzej Depta (Olsztyn),  
Øystein Sjaastad (Oslo, Norwegia), Jacek Szczawiński (Warszawa),  
Wojciech Zawadzki (Wrocław) – przewodniczący,  
Bożena Króliczewska (Wrocław) – sekretarz

Korekta:

Janina Szydłowska  
mgr Elżbieta Winiarska-Grabosz

Łamanie

Teresa Alicja Chmura

Projekt okładki  
Daniel Morzyński

ISSN 1644-0676

*Wydanie publikacji dofinansowane ze środków Uniwersytetu Przyrodniczego  
we Wrocławiu*

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu,  
Wrocław 2007

Redaktor naczelny – prof. dr hab. Andrzej Kotecki  
ul. Sopocka 23, 50–344 Wrocław, tel./fax (071) 328–12–77  
e-mail: [wyd@ozi.ar.wroc.pl](mailto:wyd@ozi.ar.wroc.pl) <http://www.up.wroc.pl>

Nakład 300 + 16 egz. Ark. druk. 6,75  
Drukarnia: F.P.H. „ELMA”

## **PRZYDATNOŚĆ TORAKOSKOPII W DIAGNOSTYCE NARZĄDÓW KLATKI PIERSIOWEJ U PSÓW**

Zbigniew Adamiak, Przemysław Szalecki, Piotr Holak  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

**Streszczenie.** Celem badań była ocena i porównanie wartości diagnostycznych miejsc wprowadzenia torakoskopu w badaniu endoskopowym jamy klatki piersiowej u psów. Badania wykonano u 30 zwierząt. Psy podzielono na trzy grupy. W pierwszej grupie psów torakoskop umieszczono po stronie lewej 1/3 górnej części V i VIII przestrzeni międzyżebrowej. W drugiej grupie badania przeprowadzono w połowie wysokości prawej V i VIII międzyżebrza. W grupie trzeciej badania torakoskopowe wykonano metodą przezprzeponową z dostępem po prawej i lewej stronie wyrostka mieczykowatego mostka. Uzyskane wyniki wskazały, że wszystkie badane dostępy posiadały wartość diagnostyczną, jednak, dostęp przezprzeponowy umożliwił przeprowadzenie badania całego obszaru klatki piersiowej z jednego portu.

**Słowa kluczowe:** pies, torakoskopia, endoskopia, klatka piersiowa

### **WSTĘP**

Pomimo dynamicznego rozwoju i znacznego udoskonalenia nieinwazyjnych technik diagnostycznych wykorzystywanych w badaniach narządów klatki piersiowej, w wielu przypadkach postawienie trafnej diagnozy jest trudne. Nowoczesną techniką badawczą, która w medycynie człowieka wypełniła lukę diagnostyczną i zyskała duże zainteresowanie praktyczne, jest torakoskopia.

Historia torakoskopii sięga początków XX wieku. W 1910 roku szwedzki internista Hans Christian Jacobaeus opublikował pracę: „O zastosowaniu cystoskopu do wziernikowania jam surowiczych”, w której jako pierwszy na świecie podał opis zabiegów torakoskopowych [Brambridge 1993].

Dynamiczny rozwój torakoskopii rozpoczął się w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych XX wieku. W tym okresie poza diagnostyką torakoskopową wykonywane były pierwsze zabiegi torakoskopowe, jak: sympatektomia piersiowa, biopsja płuc, leczenie

ropniaka opłucnej, przecinanie zrostów opłucnowych. Wprowadzenie endostaplerów poszerzyło zakres wskazań do operacji chirurgicznych wykonywanych torakoskopowo [Krasna i in. 1996, Landreneau i in. 1993].

Pierwsze literaturowe doniesienia dotyczące prób użycia torakoskopii w medycynie weterynaryjnej pojawiły się w latach dziewięćdziesiątych XX wieku. W pracach tych prezentowane były wyniki badań biopsji tkanki płucnej [Faunt i in. 1998, Walker i in. 1994], lobektomii [Garcia i in. 1998], torakoskopowych operacji naczyniowych [MacPhail i in. 2001, Radlinski i in. 2002], usuwania zmian nowotworowych płuc [Szałecki i in. 2004, Walton 2001]

Celem badań była ocena i porównanie diagnostycznej wartości miejsc wprowadzenia torakoskopu w badaniu endoskopowym jamy klatki piersiowej psów.

## MATERIAŁ I METODY

Badanie torakoskopowe wykonano u 30 psów (19 samic i 11 samców), mieszańców, w wieku od 1 roku do 12 lat, o masie ciała od 9 do 54 kg. U wszystkich zwierząt przed wzornikowaniem torakoskopowym wykonano przeglądowe badania radiologiczne klatki piersiowej w projekcji bocznej oraz strzałkowej.

Badane zwierzęta podzielono na trzy równe grupy doświadczalne, po 10 psów w każdej.

W grupie pierwszej wzornikowanie torakoskopowe jamy klatki piersiowej wykonano z dostępu bocznego, lewostronnego. Badanie wykonano w 1/3 górnej części V i VIII przestrzeni międzyżebrowej.

W grupie drugiej, w badaniu torakoskopowym wykorzystano dostęp boczny prawostronny. Badanie przeprowadzono w połowie wysokości V i VIII przestrzeni międzyżebrowej.

W grupie trzeciej badania torakoskopowe wykonano metodą przezprzeponową z dostępem po prawej i lewej stronie wyrostka mieczykowatego mostka. U pięciu psów port optyki umieszczono po prawej stronie wyrostka mieczykowatego mostka, przy X-XI prawym łuku żebrowym. U kolejnych pięciu zwierząt port sytuowano po stronie lewej, między lewym łukiem żebrowym X-XI, a wyrostkiem mieczykowatym mostka.

Badania torakoskopowe przeprowadzono z wykorzystaniem toru wizyjnego, składającego się ze źródła światła zimnego Quantum 4000 Stryker, endoskopowej kamery wizyjnej model 597-Ch 1 P Stryker, monitora medycznego MT-H 1480 Panasonic, magnetowidu, wideo-printera UP 2100 Sony, a także elektronicznego insuflatora – Nopa flow 16 L Future 200. Zestaw optyczny i dodatkowe instrumentarium diagnostyczne stanowiły: torakoskopy firmy Storz i Nopa o średnicach 2,7 mm, 5 mm i 10 mm, o kącie nachylenia czoła końcówki wizyjnej 0°, 30°, trokary, tuleje, igły Veressa. W celu wytworzenia optycznej przestrzeni, do jamy klatki piersiowej wprowadzano CO<sub>2</sub> ze stałym ciśnieniem w zakresie 1-5 mm Hg. Przed każdym badaniem torakoskopowym, wszystkie zwierzęta poddane były badaniu klinicznemu ze szczególnym uwzględnieniem układu oddechowego i krążenia. W okresie 24 godzin przed planowanym badaniem psom nie podawano karmy.

Przed wykonaniem wzornikowania wideotorakoskopowego psy premedykowano przy użyciu siarczanu atropiny 0,05 mg/kg m.c. s.c (Atropinum sulfuricum, Polfa, PI), i maleinianem acetylopromazyny 0,5 mg/kg m.c i.m. (Calmivet, Vetoquinol, F). Indukcję

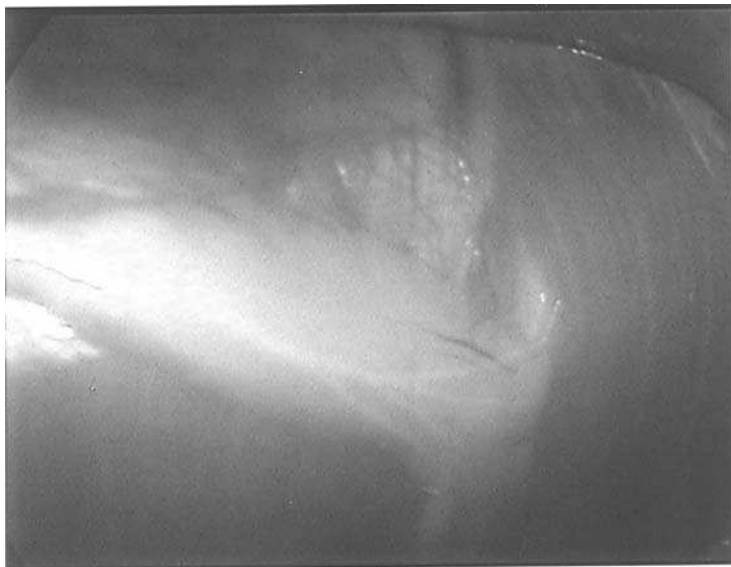
znieczulenia ogólnego przeprowadzono przy użyciu ksylazyny 2 mg/kg m.c. *i.m.* (Rometar, Spofa,Cz) oraz ketaminy 5 mg/kg m.c. *i.m.* (Narkamon, Spofa, Cz). Znieczulenie ogólne wziewne uzyskano z wykorzystaniem mieszaniny gazowej halotan/tlen. U wszystkich zwierząt przez cały czas trwania zabiegu stosowano oddech kontrolowany. Po zakończeniu badania torakoskopowego wszystkie psy otrzymywały cefaleksynę 10 mg/kg m.c. *i.m.* (Ceporex,GB) oraz chlorowodurek buprenorfiny 0,005 mg/kg m.c. *i.m.* (Bunondol Polfa,PI).

## WYNIKI I DISKUSJA

U wszystkich zwierząt grupy pierwszej badania wykonano w 1/3 górnej części V i VIII lewej przestrzeni międzyżebrowej. Wybór miejsca usytuowania torakoskopu poddyktowany był topografią serca. Zaproponowane miejsca umieszczenia optyki wykluczało możliwość uszkodzenia osierdzia w trakcie wprowadzania trokaru, a jednocześnie zapewniało optymalne wykorzystanie przestrzeni optycznej i swobodę w manipulacji teleskopem. Wykorzystując dostęp lewostronny w pierwszej kolejności oglądano płuca wraz z opłucną płucną. W uzyskanych obrazach opłucna płucna ściśle przylegała do płuca, była gładka, lśniąca, przezroczysta i wilgotna. W każdym przypadku badanie płuca lewego rozpoczynano od oceny stosunków anatomicznych poszczególnych płatów. Maksymalne cofnięcie optyki umożliwiało szerszą perspektywę badania i obserwację obu płatów płuca. Obrazując płuco lewe, dwudzielność płata doczaszkowego złożonego z części przedniej i tylnej oraz obecność niepodzielnego płata doogonowego widoczne było lepiej po wprowadzeniu teleskopu w VIII przestrzeni międzyżebrowej. Z tego portu bardzo dobrze były widoczne szczeliny międzypłatowe oddzielające poszczególne płaty płuc. Posuwając czoło torakoskopu w kierunku tylnym obrazowano całą powierzchnię płuca. Diagnostycznie wartościowsze obrazy wnęki płuc i naczyń płucnych uzyskano wykorzystując dostęp w V przestrzeni międzyżebrowej. Dodatkowym elementem badania tej okolicy było trzydziesto-, czterdziestostopniowe nachylenie stołu operacyjnego, oraz zastosowanie 30° optyki. Leżący we wnęcie płuca nerw przeponowy obrazowano bez większych trudności zarówno z dojścia w V i VIII przestrzeni międzyżebrowej. Nieosiągalne do oceny torakoskopowej z wykorzystaniem obu dojść okazały się węzły chłonne tchawiczo-oskrzelowe oraz część śródpiersiowa powierzchni przyśrodkowej płuca, z wyciskiem aorty, przełyku i bruzdą żyły głównej doogonowej.

Torakoskopowe obrazowanie serca, ze względu na to, iż znajdowało się ono w worku osierdziowym, a z obu stron graniczyło z płucami było częściowo ograniczone. W celu polepszenia możliwości torakoskopowego obrazowania serca badanie wykonywano po opuszczeniu stołu operacyjnego. Manipulacja ta pozwalała na przesunięcie płuca, umożliwiające obserwację powierzchni uszkowej serca. Przezierność worka osierdziowego pozwalała uwidocznić bruzdę wieńcową, międzykomorową przystożkową oraz wierzchołki obu uszek serca. Pełniejsze obrazowanie serca uzyskano z dojścia torakoskopu w V przestrzeni międzyżebrowej. Następnie optykę torakoskopu kierowano w kierunku przepony. Badano jej przyczep łądźwiowy, następnie żebrowy i posuwając endoskop ku dołowi oględzinom poddawano część mostkową przepony mięśniowej. W części ścięgniętej przepony obserwowano nerw przeponowy lewy. Nerw ten w tym miejscu dzielił się na kilka gałązek wnikających w części mięśniowe przepony (ryc. 1). Torakoskopowa ocena tych struktur anatomicznych była lepsza z dojścia w VIII prze-

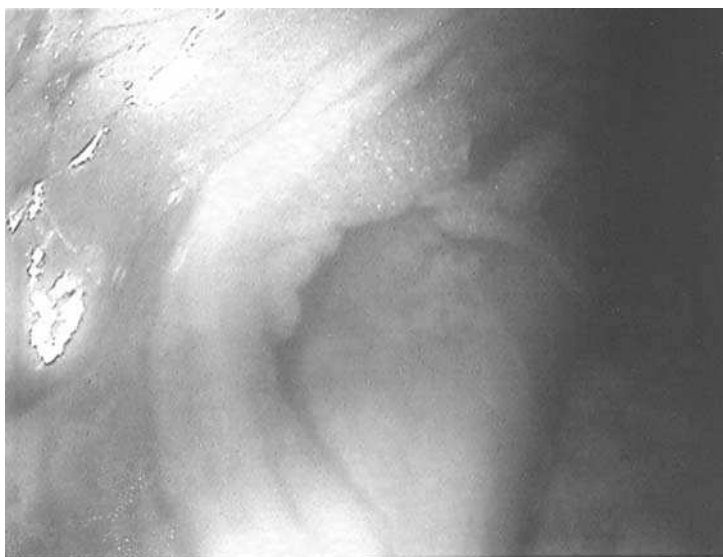
strzeni międzyżebrowej. Dodatkowo z dostępów lewostronnych w V i VIII przestrzeni międzyżebrowej bez problemów wziernikowano opłucną, żebra, mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne, nerwy międzyżebrowe oraz naczynia krwionośne.



Ryc. 1. Obraz torakoskopowy nerwu przeponowego lewego  
Fig. 1. Thoracoscopic view of the left phrenic nerve

W drugiej grupie zwierząt przeglądowe badanie jamy opłucnowej strony prawej klatki piersiowej przeprowadzono w połowie wysokości V i VIII przestrzeni międzyżebrowej. Badanie rozpoczynano od torakoskopowego oglądania płatów płuc wraz z opłucną płucną. Badanie płuca prawego rozpoczynano od torakoskopowej oceny stosunków anatomicznych poszczególnych płatów. Oceniano wielkość poszczególnych płatów, ich kształt oraz położenie w prawej jamie opłucnowej. W uzyskanych obrazach torakoskopowych płuca prawego, płat doczaszkowy posiadał charakterystyczny zaokrąglony wierzchołek i oddzielony był od płata środkowego szczeliną międzypłatową doczaszkową. Szczelina ta, obwodowo była stosunkowo szeroka i w okolicy od IV do VI żebra tworzyła wcięcie sercowe płuca prawego. Niezwykle trudny w endoskopowym badaniu zarówno z portu w V i VIII przestrzeni międzyżebrowej okazał się płat dodatkowy płuca prawego. Płat ten układał się w obrazie torakoskopowym po stronie lewej od płaszczyzny pośrodkowej, w śródpiersiu dobrzuszным tylnym, w zachyłku śródpiersia. Od płata doogonowego oddziela go fałd żyły głównej doogonowej, uniemożliwiający jego dokładne obrazowanie. Badanie wnętrza płuca oraz jej powierzchni przyśrodkowej wykonywano po przechyleniu stołu na stronę lewą. Używając teleskopu z 30° optyką obrazowano korzeń płuca, a po obróceniu czoła optyki w stronę dobrzuszną oglądano nerw przeponowy prawy. Dokładniejsze badanie szczelin międzypłatowych oraz okolicy wnętrza płuca, jako miejsca predysponowanego do lokalizacji przerzutów nowotworowych uzyskano z wykorzystaniem dojścia w V przestrzeni międzyżebrowej.

Torakoskopowe obrazowanie worka osierdziowego oraz serca wykonywano poprzez wcięcie sercowe szczeliny międzypłatowej doczaszkowej płuca. W obrazie torakoskopowym worek osierdziowy widziany był jako gładki, lśniący, przeświecający, ściśle przylegający do mięśnia sercowego i naczyń krwionośnych podstawy serca. Jego powierzchnia pokryta była wilgotną wydzieliną. Toteż zbliżenie optyki powodowało powstawanie refleksów świetlnych. Kompleksową ocenę torakoskopową serca, osierdza i dużych naczyń krwionośnych przeprowadzano z lepszym rezultatem korzystając z portu w V przestrzeni międzyżebrowej. Obraz żyły czczej tylnej razem z nerwem przeponowym prawym był bardziej widoczny z dojścia w VIII przestrzeni międzyżebrowej (ryc. 2). Również badanie torakoskopowe w kierunku doogonowym, w śródpiersiu dogrzbietowym, w okolicy piersiowego odcinka kręgosłupa, gdzie obrazowano między innymi żyłę nieparzystą prawą, aortę piersiową, przewód piersiowy oraz pnie współczulne było diagnostycznie wartościowsze z dojścia w VIII przestrzeni międzyżebrowej. W końcowym etapie badania obrazowaniu poddawano wewnętrzną część ściany klatki piersiowej, łącznie z przylegającą opłucną ścienną oraz przeponę. Badanie części ścięgnistej przepony, miejsca rozworu przełyku i rozworu aorty przeprowadzane z portu w VIII przestrzeni międzyżebrowej było utrudnione przylegającymi w tych miejscach płatami dodatkowymi i doogonowym płuca prawego.

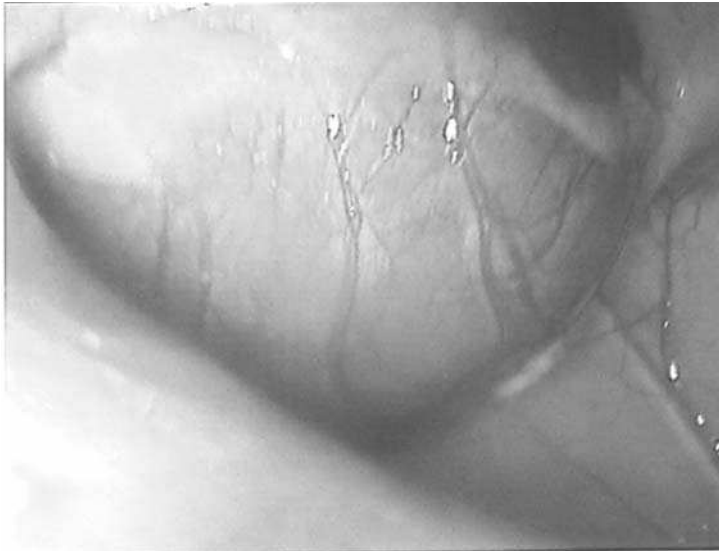


Ryc. 2. Obraz torakoskopowy nerwu przeponowego prawego i żyły czczej tylnej  
Fig. 2. Thoracoscopic view of the right phrenic nerve and vena cava caudalis

W trzeciej grupie badawczej torakoskop wprowadzano przezprzeponowo po prawej i lewej stronie wyrostka mieczykowatego mostka.

Umieszczenie wziernika endoskopowego w dostępie przezprzeponowym umożliwiło badania tylko jednej połowy klatki piersiowej. W pierwszej kolejności badany był narząd najbliższy czola teleskopu, tj. serce. W obrazie torakoskopowym przez prze-

świecający worek osierdziowy widoczne były naczynia własne serca: tętnice wieńcowe, żyła serca wielka, średnia, żyły serca małe (ryc. 3). Dzięki 30° optyce możliwe do obserwacji było leżące poniżej koniuszka serca więzadło przeponowo-osierdziowe.



Ryc. 3. Obraz torakoskopowy naczyń serca  
Fig. 3. Thoracoscopic view of the heart vessels

W dalszej kolejności badano płuca. Ułożenie zwierząt w pozycji grzbietowej umożliwiło dokładną oceną płatów płuc (ryc. 4), których ekspozycja w grupie doświadczalnej I i II była niezadowalająca. Obrazowano powierzchnię przyśrodkową płatów płucnych z rozległą częścią śródpiersiową i wyciskiem sercowym oraz wnękę płuca z naczyniami płucnymi i nerwem przeponowym. Łatwym do zbadania okazał się także płat dodatkowy płuca prawego.

W kolejnym etapie wziernikowania oglądano opłucną ścienną oraz wewnętrzną część ściany klatki piersiowej. Oceniano wygląd opłucnej, jej ciągłość i przezierność. Obrazowano żebra, mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne oraz naczynia i nerwy międzyżebrowe. Kierując końcówkę optyki ku górze obserwowano mostek. W pobliżu rękojeści mostka ocenie poddawano węzeł chłonny mostkowy wraz z przebiegającą w jego sąsiedztwie tętnicą piersiową wewnętrzną. Diagnostyczne badanie torakoskopowe kończono oględzinami przepony, stwierdzając, że niemożliwy do oceny był przyczep łądźwiowy przepony.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że torakoskopowe dostępy strony lewej i prawej klatki piersiowej umożliwiały badanie dużego obszaru wnętrza jamy klatki piersiowej. Górna jedna trzecia V i VIII przestrzeni międzyżebrowej strony lewej oraz porty w V i VIII przestrzeni międzyżebrowej połowa wysokości klatki piersiowej po stronie prawej stanowiły zadowalające diagnostycznie miejsca dostępów torakoskopowych. Podobne obserwacje opisali De Rycke i in. [2001]. Zauważono, że badanie torakoskopowe wykonywane w V przestrzeni międzyżebrowej pozwalało na dokład-



niejszą analizę obrazów płata doczaszkowego płuca, nawet przy zastosowaniu optyki 0°. Dostęp w VIII przestrzeni międzyżebrowej umożliwił większą ekspozycję płata doogonowego, natomiast szczegółowe badanie płata doczaszkowego z tego miejsca było możliwe po zastosowaniu 30° optyki. Stwierdzono, że przy dostępie prawostronnym niezwykle trudny do zbadania okazał się płat dodatkowy płuca prawego. Jego obrazowanie możliwe było wyłącznie z VIII międzyżebrza, i przy zastosowaniu 30° optyki. Dostępy w V przestrzeni międzyżebrowej okazały się najbardziej optymalnymi podczas obrazowania dużych naczyń tętniczych i żylnych serca. Z dostępu lewostronnego bez trudu badano łuk aorty oraz pień płucny, a po stronie prawej z równą łatwością obrazowano żyłę czołą przednią i żyłę nieparzystą prawą. Badanie śródpiersia przedsercowego oraz okolicy wpustu przedniego klatki piersiowej było technicznie prostsze przy wykorzystaniu dostępu w V przestrzeni międzyżebrowej. Niedogodnością badania zarówno prawo-, jak i lewostronnego była zła jakość dokumentacji wykonywanej w trakcie obrazowania serca, wynikająca z drżenia obrazu w trakcie pracy serca. Podobne problemy związane z zamazaniem i słabą czytelnością były opisane przez innych autorów [De Rycke i in. 2001, McCarthy i McDermaid 1990, Walton 2001].



Ryc. 4. Obraz torakoskopowy płuc

Fig. 4. Thoracoscopic view of the lungs

Decyzja o wyborze miejsca wprowadzenia torakoskopu w celu przeprowadzenia endoskopowego badania klatki piersiowej podyktowana jest umiejscowieniem potencjalnych zmian chorobowych.

## WNIOSKI

Dostępy torakoskopowe wyznaczone po stronie lewej na wysokości 1/3 górnej części klatki piersiowej w V i VIII przestrzeni międzyżebrowej, po stronie prawej w połowie wysokości klatki piersiowej w V i VIII przestrzeni międzyżebrowej i dostęp przezprzeponowy są przydatne diagnostycznie, a ich wybór warunkuje lokalizacja danego narządu klatki piersiowej. Ponadto stwierdzono, że odpowiednie ułożenie zwierzęcia zwiększa możliwości dokładniejszego wziernikowania wybranych narządów jamy klatki piersiowej.

## PIŚMIENNICTWO

- Braimbridge M.V., 1993. The history of thoracoscopic surgery. *Ann. Thorac. Surg*; 56, 610-614.
- De Rycke L.M., Gielen I.M., Polis I., Van Ryssen B., Van Bree H.J., Simoons P.J., 2001. Thoracoscopic anatomy of dogs positioned in lateral recumbency. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc*; 37,543-548.
- Faunt K.K., Jones B.D., Turk J.R., Cohn L.A., Dodam J.R., 1998. Evaluation of biopsy specimens obtained during thoracoscopy from lungs of clinically normal dogs. *Am. J. Vet. Res*; 59,1499-1502.
- Garcia F., Prandi D., Pena T., Franch J., Trasserra O., De la Fuente J., 1998. Examination of the thoracic cavity and lung lobectomy by means of thoracoscopy in dogs. *Can. Vet. J*;39, 85-291.
- Krasna M.J., Deshmukh S., McLaughlin J.S., 1996. Complications of thoracoscopy. *Ann. Thorac. Surg*; 61, 1066-1069.
- Landreneau R.J., Keenan R.J., Hazelrigg S.R., 1993. VATS wedge resection of the lung using the neodymium: yttrium-aluminum garnet laser. *Ann. Thorac. Surg*; 56, 758-761.
- MacPhail C.M., Monnet E., Twedt D.C., 2001. Thoracoscopic correction of persistent right aortic arch in a dog. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc*; 37,577-581.
- McCarthy T.C., McDermaid S.L., 1990. Thoracoscopy. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract*; 20, 1341-1352.
- Radlinsky M.G., Mason D.E., Biller D.S., Olsen D., 2002. Thoracoscopic visualization and ligation of the thoracic duct in dogs. *Vet. Surg*; 31,138-146.
- Szalecki P., Adamiak Z., Holak P., Nowicki M., 2004. Thoracoscopic removal of mediastinum tumor in a dog. *Indian Vet. J*;81, 1289-1290.
- Walker W.S., Cornochan F.M., Mattar S., 1994. Videoassisted thoracoscopic pneumonectomy. *Br. J. Surg*; 81, 81-82.
- Walton R.S., 2001. Video-assisted thoracoscopy. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract*; 31, 729-739.

## ESTIMATIONS OF THORACOSCOPIC APPROACHES IN THE DIAGNOSIS OF THORACIC CAVITY ORGANS IN DOGS

**Abstract.** The purpose of the study was to compare and estimate the most suitable diagnostic approaches for thoracoscopy examination of thoracic cavity in dogs. 30 animals were used in the project. All dogs were divided in three groups. In the first group thoracoscopy was inserted at 1/3 upper part of V and VIII intercostal spaces on left side. In the

second group approaches were performed at the middle line of the right V and VIII intercostal spaces. In the third group paraxiphoid portals on left and right sides were used. The obtained results showed that all approaches had diagnostic value, but the most valuable was paraxiphoid one and it allows for examination the whole chest using one portal.

**Key words:** dog, thoracoscopy, endoscopy, thoracic cavity

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 29.03.2007



## CHANGES OF COPPER CONCENTRATION IN BLOOD PLASMA OF KIDS IN NEONATAL PERIOD. THE INFLUENCE OF SEX AND LITTER SIZE

Małgorzata Ożgo, Wiesław F. Skrzypczak,  
Agnieszka Herosimczyk, Joanna Kowalska  
Agricultural University of Szczecin

**Abstract.** Copper, an element of great importance for organism, plays a key role in the regulation of metabolism mainly as a component of many enzymes. Deficiencies of this element can be a cause of many subclinic and/or clinic functional disorders. Ruminants are particularly susceptible to copper deficiencies. The purpose of this researches was to evaluate of the dynamics of changes in blood plasma copper concentration of kids in the first month of their life and to investigate how the effect of sex and litter size would affect the concentration of this element. The results suggest that blood plasma copper concentration in kids change most dynamically during the first 10 days after birth. It seems that sufficient efficiency of homeostatic mechanisms regulating the concentration of this element in the blood is reached before the end of the second week of the postnatal life. Neither the sex of the kids nor the litter size influence copper concentration in blood plasma and the dynamics of its changes with age. Nevertheless, higher concentrations of this element have been observed in single-birth kids.

**Key words:** copper, kids, neonatal period, blood plasma

### INTRODUCTION

Copper, an element of great importance for the organism, is a part of so called copper-dependent enzymes, such as ceruloplasmin and superoxide dismutase. The element facilitates uptake of iron, is responsible for its transport, transfer to bone marrow, and storage. It is important for haemoglobin synthesis and production of erythrocytes, as well as for the synthesis of epinephrine and norepinephrine. Because copper alleviates inflammatory states, it is important for the immunological processes of the organism. Copper also stabilises cellular membrane permeability and has its vital role in the for-

mation of the osseous system. The element is responsible for the synthesis of melanin and keratin, as well as for the proper structure of collagen fibres.

Copper is taken up by the organism with food, absorbed mostly in the duodenum through an active transport process at a rate that depends on the level of total body copper level. Absorbed copper is transported through the portal vein to the liver, where it is stored and built into the molecules of the regulatory proteins. Intracellular copper transport runs on a range of membrane proteins and is regulated by the concentration of this element. In case of deficiency, the amount and activity of the transporting proteins increases. Copper inside the cells is stored mainly in the mitochondria. The organism eliminates copper primarily via the digestive tract with bile. Kidneys play a less important role in the process of copper excretion.

Ruminants are particularly susceptible to copper deficiencies. It has been demonstrated that a long-term copper deficiency can lead to changes in the osseous tissue structure; bones become weak and brittle, more prone to fractures. Such symptoms have been observed already in 10-week-old lambs [Gehrke 1997]. Copper is responsible for the formation of a myelin sheath on the spinal nerve fibres; hence, copper deficiencies may result in neonatal ataxia, especially in lambs and billy goats [Gehrke 1997]. Characteristic symptoms of copper deficiencies include altered appearance of hair coat and wool, including pigmentary atrophy. Depending on the degree and duration of copper deficiency, various levels of anaemia represent typical symptoms of copper deficiency in all animals. It should be kept in mind that hypochromic anaemia resulting from copper shortage is hard to distinguish from the anaemia resulting from iron deficiency.

The aim of this study was to evaluate of the dynamics of changes in blood plasma copper concentration of young goats during the first month after birth and to evaluate the effect of sex and litter size on the concentration of this element.

## MATERIAL AND METHODS

The study was performed on 15 kids of the White Improved breed of goats during the period between birth and 30 days of age. Parturitions, supervised by the laboratory technicians, took place in the animal laboratory of the Department of Animal Physiology and Cytobiology from January until March. The offspring comprised 10 female and 5 male kids. Eight kids were obtained from twin births and seven from single births. The kids remained in pens with their mothers for the duration of the observations, fed on colostrum and milk. Drinking water and hay were also provided.

Blood samplings took place daily from day 1 to day 8 after birth as well as at 10, 12, 14, 17, 20, 23, 26, and 30 days of age. During the samplings, the animals were placed in metabolic crates. The blood was collected from the external jugular vein, stored in heparinised tubes, and centrifuged. Copper concentration was measured in the resulting plasma by means of the atomic absorption spectrometry (diluted with deionised water at a ratio of 1:3, wavelength 324.8 nm, with background correction, using the AAnalyst 400, PerkinElmer).

The results are presented in the tables with respect to sexes and litter size. Means and standard deviations were calculated. In order to test the significance of differences, the data were processed statistically using one-way ANOVA for repeated measures with Duncan's multiple range test (Statistica 6.0 software package).

## RESULTS

Copper concentration in blood plasma of the kids varied over the first month of life, ranging between 4.55 and 13.03  $\mu\text{mol/l}$ . The lowest level was observed on the first day, and the highest concentration was found at age of 20 days. Statistically significant ( $p \leq 0.01$ ) increase in blood plasma copper concentration was observed from the 1st day till the 10th day after birth, which the most intense dynamic during the first four days of life (from 4.55 to 9.22  $\mu\text{mol/l}$ ). As from day 10 until the end of the first month of life, the plasma copper concentration stabilised at an average level of 12  $\mu\text{mol/l}$  (Figure 1).

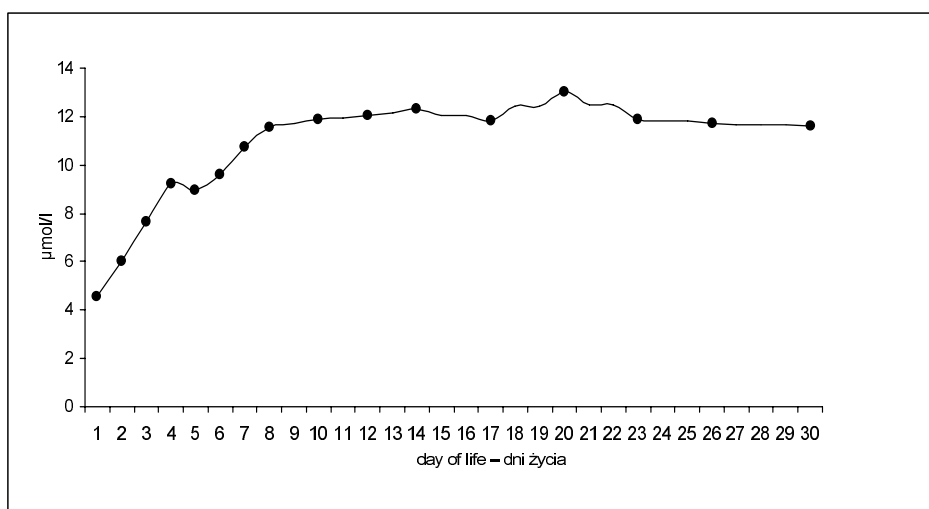


Fig. 1. Concentration of copper in blood plasma of kids during the first month of life  
Ryc. 1. Stężenie miedzi w osoczu krwi kózłąt w pierwszym miesiącu życia

A similar pattern of changes in the analysed element blood plasma concentration was observed when we compared both sex groups. The differences between male and female kids in plasma copper concentration in each day of the first month of life were statistically non-significant (Figure 2).

An interesting fact is that during the first two days the level of this parameter was higher in the female kids compared with the male kids, i.e. 4.71  $\mu\text{mol/l}$  (females) and 4.35  $\mu\text{mol/l}$  (males) on the first day and 6.06  $\mu\text{mol/l}$  (females) and 5.89  $\mu\text{mol/l}$  (males) on the second day of life. From day 3 until day 30, plasma concentration of copper was higher in the males. From day 8 on, the concentration stabilised both in the males and the females at an average level of 12.85  $\mu\text{mol/l}$  and 11.60  $\mu\text{mol/l}$ , respectively for males and females.

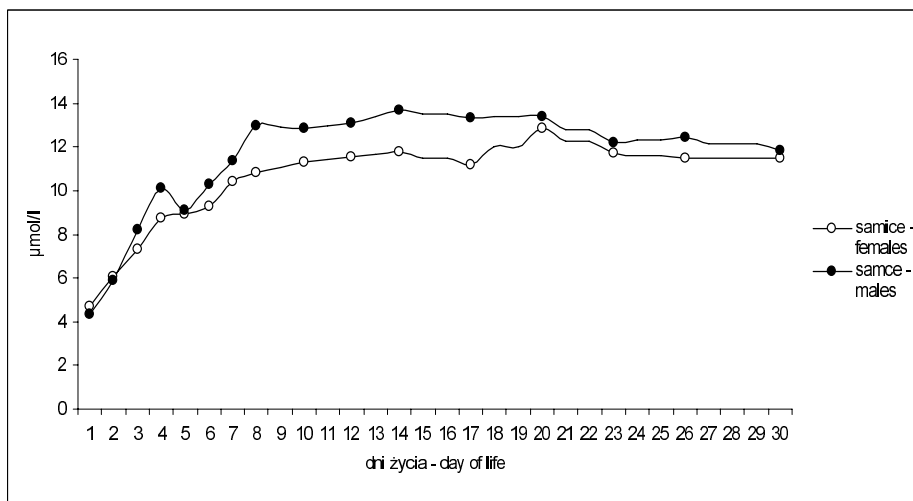


Fig. 2. Concentration of copper in blood plasma of kids during the first month of life with regard to their sex

Ryc. 2. Stężenie miedzi w osoczu krwi koźląt w pierwszym miesiącu życia ze względu na płeć

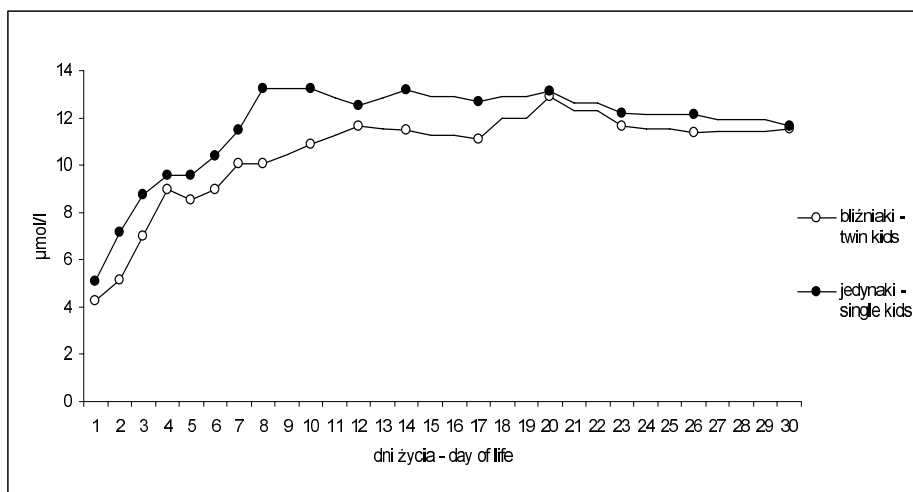


Fig. 3. Concentration of copper in the blood plasma of kids during the first month of life with regard to pregnancy

Ryc. 3. Stężenie miedzi w osoczu krwi koźląt w pierwszym miesiącu życia ze względu na ciążę

No significant differences have been found in blood plasma copper concentration between twin-born kids and those from single births on particular days of the first month of life. Also the pattern of changes in the concentration of this element was similar in both groups. However, it should be noted that kids born from twin pregnancies were characterised by a lower copper level in the blood plasma (Figure 3).



## DISCUSSION

The fact that the most dynamic changes in the kids' plasma copper concentrations took place during their first week of life is a sign of very intensive adaptation processes during this period. Low concentrations of this element recorded immediately after birth may be a consequence of its low resources stored during the foetal life. Growing copper concentrations indicate its increased provision with colostrum and milk of the mother, „saturation” of particular fluid spaces with copper, and/or intense use of copper in the metabolic processes. It seems that the first 10 days is a period of sufficient duration for copper to stabilise its homoeostasis.

The results of our experiment confirm the observations by Osman et al. [2003], who found a nearly two-fold increase in blood plasma copper concentration in kids that occurred over the first four days of life. Also the studies by Winter et al. [2004] indicate that copper concentrations during the postnatal period is low and increases with the age of kids. The authors have found that three-month-old goats had an average plasma copper concentration of 16.2  $\mu\text{mol/l}$  and suggest that this level implies a sufficient copper supply for the organism. An increase in kids' blood plasma concentration with age was also reported by Ahmed et al. [2001] and Swarup et al. [2006].

On the other hand, Winter et al. [2004], who studied copper concentration in the blood plasma of kids during their postnatal life, observed its decrease over the first eight weeks after birth and a new increase occurring from the third month of life. The authors suggest that the level of copper in the diet is not sufficient and does not meet the requirements of young goats during their first weeks of life. Feeding copper-rich supplements to pregnant goats resulted in the fact that the concentrations of this element in the blood plasma of their kids were significantly higher.

The lack of significant differences between male and female kids in blood plasma copper concentration implies that the differences in the hormonal status between these groups at this age do not play an important role in the modulation of the processes responsible for copper homoeostasis. It should not be excluded, however, that sexual hormones may have influenced the observed higher copper concentration in male kids (between 3 and 30 days of age). Higher concentration of this element in the blood plasma of female kids during the first two days seems determined primarily by neonatal behaviour.

Observed higher copper concentrations in the kids born from single births confirms that these have better initial conditions for growth and postnatal development, since more copper is supplied with the mother's milk. Nevertheless, no significant differences in copper concentration between these groups implies that copper concentration in colostrum and milk of the mothers is sufficient in relation to the demand of the newborn kids. The fact that copper concentrations in blood plasma of both groups of kids were similar indicates that foetal supply in copper is similar irrespective of the litter size.

Copper, like other minerals, is supplied to the developing organism during its foetal period of life from the mother's circulation. Osman et al. [2003], who fed dams with copper-supplemented feeds, observed that in the concentration of copper in newborn kids was not high and significantly increased within four days postpartum. The authors also reported that the copper concentration in seven-month-old goats was higher compared to adult goats. Also other authors report that young organisms (newborn pigs,

newborn goats) contain higher levels of copper than their adult forms [Apgor 1995, Dove 1995, Schmidt et al. 1993, Selbs et al. 1990, Svetrina et. al. 1995].

Blood plasma copper concentration is not a direct reflection of its concentration in the organism, since copper is stored in tissues and can be released. Mielcarz [2000] has demonstrated that copper retention in humans is highest in the liver, kidneys, and heart. Moreover, copper plasma concentration can vary depending on the concentration of other mineral components and their proportions, especially sulphur, zinc, and calcium. This fact should be kept in mind in the feeding of ruminants, especially young ones, as all the minerals are important factors that regulate the organism functions [Danek et al. 1999, Wieczorek 2003].

## CONCLUSION

Blood plasma copper concentration in kids change most dynamically during the first 10 days after birth. It seems that sufficient efficiency of homeostatic mechanisms regulating the concentration of this element in the blood is reached before the end of the second week of the postnatal life. Neither the sex of the kids nor the litter size influence copper concentration in blood plasma and the dynamics of its changes with age. Nevertheless, higher concentrations of this element have been observed in single-birth kids.

## REFERENCES

- Ahmed M.M.M., Hamed T.F.M., Barri M.E.S., 2001. Variations of zinc and copper concentrations in the plasma of Nubian goats according to physiological state. *Small Ruminant Res.*, 39 (2), 189-193.
- Apgor C.A., 1995. Evolution of copper sulfate and a copper lysine – Complex as growth promoters for weanling swine. *J. Anim. Sci.*, 73 (9), 2640-2646.
- Danek J., Wiśniewski E., Krumrych W., 1999. Korelacje między stężeniem cynku, miedzi i wapnia w surowicy krwi a cechami nasienia ogierów. *Med. Wet.*, 55 (4), 259-264.
- Dove C.R., 1995. The effect of copper level and nutrient utilization of waling pigs. *J. Anim. Sci.*, 73 (1), 166-171.
- Gehrke M., 1997. Miedź i mangan w patogenezie chorób układu kostnego zwierząt. *Med. Wet.*, 53 (11), 644-646.
- Meschy F., 2000. Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats. *Livest. Prod. Sci.*, 64 (1), 9-14.
- Mielcarz G., 2000. Decreased copper body status as risk factor in developing of atherosclerosis in humans. 20. Arbeitstagung: Mengen und Spurenelemente, Ed. der Friedrich-Schiller-Universitaet Jena, 20, 436-440.
- Osman N.I., Johnson E.H., Al-Busaidi R.M., Suttle N.F. 2003. The effects of breed, neonatal age and pregnancy on the plasma copper status of goats in Oman. *Vet. Res.*, 27 (3), 219-229.
- Piotrowski J.K., Orłowski Cz., Bem E.M., 1995. Cadmium levels in kidneys and liver of humans deceased in different areas of Poland. *Med. Pracy. Supl.* 5, 97-107.
- Schmidt M., Kolb E., Hofman U., Kuba., 1993. Iron concentration, iron binding capacity, copper and zinc in plasma of piglets before and after oral iron sulphate administration. *Vet. Bul.*, 63 (11), 1107.
- Selbs K., Glon J., Hurst R., 1990. Iron supplementation effect on blood hemoglobina concentration immune function and performance of piglets. *Anim. Sci.*, 68, 358.

- Svetrina A., Andreansky T., Jerovick J., Antoncic M., 1995. Hematology and some blood chemical values in postnatal anemia of the pig. *Vet., Bul.*, 65,18, 713.
- Swarup D., Patra R.C., Naresh R., Kumar P., Shekhar P., Balagangatharathilagar M., 2006. Lowered blood copper and cobalt contents in goats reared around lead – zinc smelter. *Small Ruminant Res.*, 63, 309-313.
- Wieczorek J., 2003. Wpływ nadmiernej podaży siarki na metabolizm miedzi i potencjał oksydoredukcyjny u młodego bydła. *Med. Wet.*, 59 (4), 331-334.
- Winter P., Hochsteiner W., Chizzola R., 2004. Use of copper oxide wire particles (Copinox) for the prevention of congenital copper deficiency in a herd of German Improved Fawn breed of goat., *D. Tierärztl. Wochenschr.* 111 (10), 395-397.

### ZMIANY STĘŻENIA MIEDZI W OSOCZU KRWI KOZŁĄT W OKRESIE NEONATALNYM. WPŁYW PŁCI I LICZEBNOŚCI MIOTU

**Streszczenie.** Miedź jest pierwiastkiem mającym istotne znaczenie dla organizmu, przede wszystkim jako składnik wielu enzymów odgrywających kluczową rolę w regulacji metabolizmu. Niedobory tego pierwiastka mogą być przyczyną wielu subklinicznych i/lub klinicznych zaburzeń czynnościowych. Na niedobory miedzi bardzo wrażliwe są zwłaszcza zwierzęta przeżuujące. Celem badań była ocena dynamiki zmian stężenia miedzi w osoczu krwi kozłąt w pierwszym miesiącu życia oraz zbadanie wpływu płci i liczebności miotu na koncentrację tego pierwiastka. Wykazano, że najbardziej dynamiczne zmiany stężenia miedzi w osoczu krwi kozłąt mają miejsce w pierwszych 10. dniach życia postnatalnego. Wydaje się, że od końca drugiego tygodnia życia sprawność mechanizmów homeostatycznych regulujących stężenie tego pierwiastka we krwi jest już dostateczna. Płeć kozłąt jak i liczebność miotu nie wywierają istotnego wpływu na koncentrację miedzi w osoczu krwi i dynamikę zmian tego wskaźnika z wiekiem. Niemniej obserwuje się wyższe stężenia tego pierwiastka u koziołków i osobników z cięż pojedynczych.

**Słowa kluczowe:** miedź, kozłeta, okres neonatalny, osocze krwi

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 29.03.2007



## WPLYW L-ALANYLO-L-GLUTAMINY NA STRUKTURĘ ORAZ MINERALIZACJĘ KOŚCI UDOWEJ PROSIĄT

Marta Pawłowska

Akademia Rolnicza w Lublinie

**Streszczenie.** Celem badań było poznanie wpływu L-alanylo-L-glutaminy na strukturę i parametry geometryczne oraz wytrzymałościowe, a także mineralizację kości udowej u 8-tygodniowych prosiąt. Badania przeprowadzono na 23 prosiątach w wieku od 1 do 56 dnia życia, którym podawano doustnie L-alanylo-L-glutaminę 0,4g/kg m.c. (grupa Ala-Gln) lub płyn fizjologiczny 2 ml/kg m.c. (grupa kontrolna). Po uśpieniu prosiąt w 56 dniu życia, izolowano kości udowe i przeznaczono je do dalszych badań. Ocenie poddano: gęstość mineralną przynasady bliższej i dalszej kości udowej, własności mechaniczne (siła łamiąca i maksymalna siła sprężystości) i geometryczne (pole przekroju poprzecznego, wtórny moment bezwładności i średnia względna grubość ścian trzonu kości). W preparatach histologicznych wykonano pomiary morfometryczne: powierzchni, długości i gęstości beleczek kostnych nasady i przynasady dalszej. Stwierdzono tendencję wzrostową w wartościach parametrów fizycznych, geometrycznych oraz morfometrycznych kości udowej prosiąt grupy Ala-Gln. Podsumowując, podawanie prosiątom doustnie L-alanylo-L-glutaminy przez okres 8 tygodni wpływa korzystnie na rozwój kości udowej.

**Słowa kluczowe:** prosięta, mineralizacja, BMD, kość udowa, glutamina

### WSTĘP

Tkanka kostna u zwierząt i ludzi, zwłaszcza w okresie postnatalnego rozwoju, dostosowuje swoją wielkość, kształt i strukturę wewnętrzną do zmieniających się obciążeń mechanicznych. Zmiany te następują przez ciągłą przebudowę, podczas której zachodzi resorpcja starej kości i tworzenie w tym miejscu nowej tkanki kostnej o nieco innej strukturze, stopniu zmineralizowania, a także cechach mechanicznych [Kirker-Head 2005].

Tkanka kostna charakteryzuje się dużą odpornością na rozciąganie i ściskanie, a jej cechy mechaniczne warunkowane są swoistą strukturą i składem chemicznym.

Najmniejszą odporność kości wykazują na zginanie i dlatego też w warunkach działania względnie dużych sił zginających ulegają złamaniu.

Znaczący wpływ na wytrzymałość kości odgrywa macierz kostna, której głównym składnikiem organicznym jest kolagen oraz występujące w mniejszych ilościach osteokalcyna, osteonektyna, fosfoproteiny, sialoproteiny, proteoglikany i proteolipidy oraz trombospondyna. Osteokalcyna wytwarzana przez osteoblasty wiąże się z kryształami hydroksyapatytowymi, które odkładane są w macierzy w procesie mineralizacji kości [Carter i in. 1996]. Poziom surowiczej osteokalcyny jest ważnym markerem kościotworzenia i koreluje ze wskaźnikami histomorfometrycznymi tkanki kostnej [Swaminathan 2001].

W centrum zainteresowań wielu badaczy znajduje się wpływ na rozwój i funkcjonowanie organizmu glutaminy i jej prekursorów, m.in.  $\alpha$ -ketoglutaranu, glutaminianu, a także ornityno- $\alpha$ -ketoglutaranu [Pierzynowski i Sjödin 1998, Matés i in. 2002, Tapiero i in. 2002, Huang i in. 2003]. Glutamina jest bardzo ważnym aminokwasem, niezbędnym dla rosnących tkanek o wysokim metabolizmie wzrostowym, jak śluzówka jelit i komórki układu immunologicznego [Turczynowski i in. 1998, Matés i in. 2002]. Bierze ona udział w wielu procesach metabolicznych, stanowi zasadnicze źródło energii dla enterocytów, kolonocytów i komórek układu chłonnego [Pierzynowski i Sjödin 1998, Tapiero i in. 2002].

Wysoki poziom wydzielania glutaminy z mięśni i jej zwiększoną wymianę między narządami i krwią odnotowano w warunkach m.in. posocznicy, chirurgicznych lub przypadkowych urazów i stanach hiperkatabolicznych [Watford i in. 2000]. Obniżenie poziomu tego aminokwasu w osoczu jest m.in. przyczyną zmniejszenia liczby limfocytów typu T i B [Słotwiński i in. 2000]. Czysta glutamina nie jest stabilna w roztworach wodnych i z tego powodu stosowana jest najczęściej w formie dwupeptydu lub pochodnych, takich jak:  $\alpha$ -ketoglutaran (AKG) lub ornityno- $\alpha$ -ketoglutaran (OKG) [Fürst i in. 1997, Pierzynowski i Sjödin 1998]. Jednymi z najczęściej stosowanych w praktykach medycznych są dwupeptydy, będące połączeniem glutaminy z alaniną bądź z glicyną [Rybicki i in. 1996, Fürst i in. 1997, Nappert i in. 1997], a także z cysteiną [Turczynowski i in. 1998].

Wcześniej przeprowadzone badania potwierdzają korzystny wpływ L-alanylo-L-glutaminy na rozwój i mineralizację układu kostnoszkieletowego w okresie neonatalnym i okołoodsadzeniowym [Pawłowska i in. 2001, 2006, 2007]. W związku z powyższym, celem badań było poznanie długotrwałego wpływu L-alanylo-L-glutaminy podawanej *per os* w okresie pierwszych 8 tygodni życia na strukturę i mineralizację tkanki kostnej prosiąt.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na 23 prosiętach obu płci rasy wielka biała polska (WBP), które przebywały razem z maciorami do 28 dnia życia. Prosięta żywiono najpierw pełnoporcjową mieszanką paszową dla młodych prosiąt – Premiks PP-Prestarter, następnie mieszanką Premiks Starter. Doświadczenie obejmowało okres czasu od 1 do 56 dnia życia prosiąt. Czas eksperymentu (8 tygodni życia) został ustalony podczas wcześniej wykonanych, pilotażowych badań na prosiętach [Pawłowska i in. 2000, Pawłowska i in. 2001]. Pierwszego dnia prosięta zostały podzielone na grupę kontrolną (otrzymującą codziennie 2 ml płynu fizjologicznego/kg m.c./dzień, n=12) i grupę doświadczalną –

Ala-Gln (otrzymującą codziennie 0,4 g L-alanylo-L-glutaminy/kg m.c./dzień, n=11). Dawkę Ala-Gln określono we wcześniejszych badaniach [Rybicki i in. 1996, Dec i in. 2000, Pawłowska i in. 2001]. Począwszy od pierwszego dnia życia codziennie dokonywano pomiarów masy ciała prosiąt. W 56 dniu prosięta usypiano (Morbital - Biowet Puławy, 75 mg/kg m.c. dootrzewnowo), pobierano krew i kości udowe, które zabezpieczono do dalszych badań.

Krew po pobraniu i zmieszaniu z antykoagulantem (EDTA) wirowano (4000x g, 15 min, 4 °C), a następnie osocze zamrażano w temp. -25 °C i przechowywano do dalszych badań. Poziom osteokalcyny w osoczu krwi oznaczono metodą radioimmunologiczną (INCSTAR, USA).

Oczyszczone z tkanek miękkich kości udowe poddano badaniom densytometrycznym. Stosując metodę absorpcji podwójnej wiązki promieniowania rentgenowskiego (DEXA - Dual-Energy X-ray Absorptiometry) przy użyciu aparatu Lunar w przynasadzie bliższej i dalszej określono gęstość mineralną kości (BMD-Bone Mineral Density). Następnie kości poddano badaniom wytrzymałościowym z wykorzystaniem 3-punktowego testu ugięcia wg Ferettiego i in. [1993] (Instron 4302, 0-1 kN, 10 mm/min). Kości do badań umieszczano na podporach o rozstawie stanowiącym odpowiednio 40% ich długości. Na podstawie uzyskanych pomiarów określano własności mechaniczne kości: siłę łamiącą i maksymalną siłę sprężystości.

Ocenie poddano również parametry geometryczne kości, takie jak pole przekroju poprzecznego, wtórny moment bezwładności i średnią względną grubość ścian, które obliczano na podstawie wielkości pionowej i poziomej średnicy wewnętrznej oraz zewnętrznej trzonu kości (B – pionowa średnica zewnętrzna, b – pionowa średnica wewnętrzna, H – pozioma średnica zewnętrzna, h – pozioma średnica wewnętrzna przekroju poprzecznego kości).

pole przekroju poprzecznego trzonu kości:

$$A=3,14(HB-hb)/4$$

wtórny moment bezwładności w odniesieniu do osi poziomej trzonu kości:

$$Ix=3,14(B^3H-b^3h)/64$$

średnia względna grubość ścian trzonu kości:

$$MRWT=[(B-b)/b+(H-h)/h]/2$$

Pobrane do badań histologicznych nasady i przynasady dalsze kości udowych utrwalone w 10% roztworze zubożonej formaliny, odwapniono w roztworze HNO<sub>3</sub>, zatopiono w bloczki parafinowe, a następnie krojono na skrawki o grubości 4 μm i barwiono hematoksyliną i eozyną (wywołuje naturalną fluorescencję). Oceny preparatów histologicznych dokonano z użyciem konfokalnego mikroskopu fluorescencyjnego (LSM 5 Pascal o głowicy osadzonej na mikroskopie Axiovert 200M). Stosując program Esi Vision 3.0. dokonano pomiarów morfometrycznych beleczek kostnych nasady i przynasady dalszej, określając ich powierzchnię, długość i średnią gęstość.

Wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica v.6.0., stosując testy Anova i t-Studenta. Wyniki przedstawiono w postaci wartości średnich wraz z ich błędami standardowymi (x ± SE). Wartość p<0,05 została uznana za próg istotności statystycznej.

## WYNIKI

Z przeprowadzonych badań wynika, że doustne podawanie prosiętom przez okres pierwszych 8 tygodni życia L-alanylo-L-glutaminy wywołało wzrost masy ciała o 8,7% w porównaniu ze zwierzętami grupy kontrolnej (tab. 1). Powyższe różnice nie zostały jednak potwierdzone statystycznie. We krwi prosiąt grupy kontrolnej i otrzymującej Ala-Gln odnotowano zbliżone stężenie osteokalcyny. Kości prosiąt otrzymujących Ala-Gln wykazywały większą odporność na złamanie, co potwierdza wartość siły łamiącej, która była większa o 7,1% niż w grupie kontrolnej. Kości udowe prosiąt otrzymujących Ala-Gln cechowały się również większymi (o 12,5%) wartościami maksymalnej siły sprężystości. Podawanie zwierzętom roztworu L-alanylo-L-glutaminy wpłynęło na strukturę architektoniczną trzonu kości udowej poprzez zwiększenie pola przekroju poprzecznego i wtórnego momentu bezwładności (były one odpowiednio wyższe o 10,9% i 15,2%). Nie odnotowano natomiast większych różnic w wartościach średniej względnej grubości ścian kości udowej w grupie kontrolnej i Ala-Gln (tab. 1). W 8 tygodniu życia, u prosiąt obu badanych grup, zaobserwowano większą gęstość mineralną przynasady dalszej niż przynasady bliższej badanych kości (tab. 1). Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w wartościach BMD przynasady bliższej i dalszej kości udowych między grupą kontrolną a doświadczalną (tab. 1).

Tabela 1. Masa ciała, stężenie osteokalcyny w surowicy krwi, własności mechaniczne, geometryczne oraz gęstość mineralna kości udowych (BMD) prosiąt kontrolnych oraz otrzymujących L-alanylo-L-glutaminę (Ala-Gln)

Table 1. Body weight, osteocalcin concentration in blood plasma, physical and geometric parameters, bone mineral density (BMD) of the femur of control and piglets that were orally administrated L-alanyl-L-glutamine (Ala-Gln)

Parametry Properties/Parameters	Grupa kontrolna Control group n=12	Grupa Ala-Gln Ala-Gln group n=11
Masa ciała prosiąt (kg) Body weight	13,7 ± 0,5	14,9 ± 0,6
Stężenie osteokalcyny w osoczu krwi (ng/ml) Osteocalcin concentration in blood plasma	41,18 ± 1,32	42,38 ± 1,85
Siła łamiąca (N) Break strength	1472 ± 5,22	1577 ± 70,68
Maksymalna siła sprężystości (N) Maximum elastic force	1184 ± 63,98	1332 ± 73,43
Pole przekroju poprzecznego kości (mm <sup>2</sup> ) Cross sectional area	100,4 ± 2,81	111,4 ± 6,39
Wtórny moment bezwładności kości (mm <sup>4</sup> ) Second moment of inertia	1508,6 ± 42,63	1739,0 ± 175,17
Średnia względna grubość ścian kości Mean relative wall thickness	0,81 ± 0,03	0,78 ± 0,04
BMD - przynasada bliższa (g/cm <sup>2</sup> ) BMD - proximal epiphysis	0,49 ± 0,02	0,49 ± 0,04
BMD - przynasada dalsza (g/cm <sup>2</sup> ) BMD - distal epiphysis	0,53 ± 0,03	0,53 ± 0,05



Doustne podawanie L-alanylo-L-glutaminy wpłynęło na strukturę beleczek kostnych nasady i przynasady kości udowej prosiąt (tab. 2). W nasadzie dalszej kości udowej prosiąt grupy Ala-Gln odnotowano nieznacznie większą gęstość beleczek niż w grupie kontrolnej, natomiast istotnie większą gęstość beleczek stwierdzono w przynasadzie dalszej (tab. 2). Podawanie Ala-Gln wpłynęło na wzrost powierzchni beleczek kostnych w obu badanych częściach, a szczególnie w przynasadzie dalszej, gdzie odnotowano istotnie większe wartości tego parametru. Zarówno w nasadzie, jak i przynasadzie kości udowych pochodzących od zwierząt otrzymujących przez 8 tygodni Ala-Gln odnotowano istotne skrócenie beleczek kostnych (tab. 2).

Tabela 2. Morfometryczne parametry beleczek kostnych kości udowej prosiąt kontrolnych i otrzymujących L-alanylo-L-glutaminę (Ala-Gln)  
Table 2. Morphometric parameters in the trabecular bone in femur of control and piglets that were orally administrated L-alanyl-L-glutamine (Ala-Gln)

	Parametry Properties/Parameters	Grupa kontrolna Control group	Grupa Ala-Gln Ala-Gln group
Nasada dalsza Distal epiphysis	Gęstość beleczek % Density bone trabeculae	23,92 ± 0,3	24,14 ± 0,3
	Powierzchnia beleczek (µm <sup>2</sup> ) Mean values area bone trabeculae	39803 ± 15,1	44257 ± 16,3
	Długość beleczek (µm) Mean values length bone trabeculae	456 ± 19,9	429 ± 20,0**
Przynasada dalsza Distal metaphysis	Gęstość beleczek % Density bone trabeculae	26,14 ± 0,7	30,16 ± 0,4 **
	Powierzchnia beleczek (µm <sup>2</sup> ) Mean values area bone trabeculae	43485 ± 18,9	52229 ± 22,6**
	Długość beleczek (µm) Mean values length bone trabeculae	546 ± 25,9	439 ± 27,0*

\*- P<0,05 i \*\* - P<0,01 różnice statystycznie istotne między badanymi grupami  
statistically significant different between researched groups

## DYSKUSJA

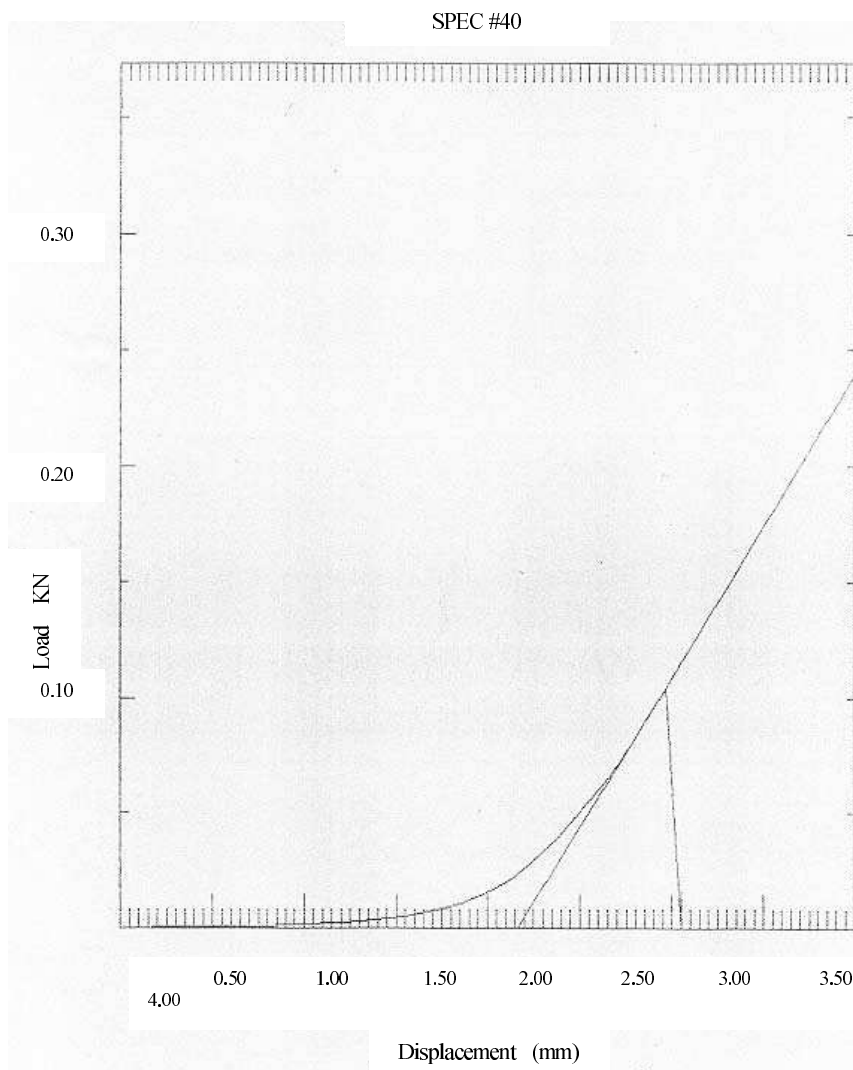
Rozwój i funkcjonowanie układu kostnoszkieletowego są ściśle związane z czynnością układu pokarmowego i mięśniowego. Wcześniejsze badania udowodniły korzystniejszy wpływ na układ kostny glutaminy i jej pochodnych podawanych drogą pokarmową niż dożylną [Pawłowska i in. 2001, Loi i in. 2007]. Ala-Gln wpływa stymulująco na masę ciała, co zostało m.in. wykazane u prosiąt [Kristensen i in. 2002], szczurów [Bieńko i in. 2002], owiec i indyków [Tatara i in. 2005, Harisson i in. 2004]. Szczególne znaczenie ma ochronne działanie glutaminy stwierdzone w okresach krytycznych zarówno u zwierząt, jak i ludzi. U prosiąt tuż po urodzeniu oraz w okresie okołodżdzeniowym glutamina zapobiega np. spadkom masy ciała [Pawłowska i in. 2006, 2007]. Sugeruje to ochronne działanie L-alanylo-L-glutaminy na nabłonek jelitowy poprzez

wzrost głębokości krypt i długości kosmków [Pawłowska i in. 2007]. Ala-Gln wpływając na przyrost masy mięśniowej zwiększa obciążenie kości, a jednocześnie działa stymulująco na rozwój kości i ich właściwości fizyczne, warunkujące wytrzymałość na działające siły [Carter i in. 1996, Dały i in. 2004, Geiser i in. 1998, Gross i Abel 2001, Kirker-Head 2005, Liebschner 2004]. Tkanka kostna podlega mikroprzerwaniom ciągłości struktury (mikrouszkodzeniom) w skutek uszkodzenia m.in. włókien kolagenowych. W warunkach fizjologicznych istnieje równowaga między uszkodzeniem a procesami naprawczymi, jednakże jej zachwianie prowadzi do zwiększania liczby mikro-uszkodzeń (tzw. przekroczenie punktu mikrouszkodzeń). W trakcie intensywnego wzrostu organizmu, wskutek modelowania strukturalnego kości, jej architektura ulega adaptacji do coraz większych obciążeń tak, aby nie doszło do zaburzenia homeostazy tkanki kostnej [Dały i in. 2004, Frost 1993]. Sumowanie powtarzających się mikrouszkodzeń może być przyczyną obniżenia sztywności i wytrzymałości kości, następstwem czego mogą być złamania [Uchiyma i in. 1999, Crespo i in. 2000]. Przykładowy wykres krzywej „naprężenie/odkształcenie kości zamieszczono na rysunku 1.

W powyższych badaniach nie odnotowano istotnego wpływu L-alanylo-L-glutaminy na gęstość mineralną kości prosiąt. Jednakże pozytywny wpływ glutaminy i jej prekursorów wykazano w badaniach Pawłowskiej i in. [2001, 2006, 2007], Kowalika i in. [2002], Tatary i in. [2005], Bieńka i in. [2002], Harrisona i in. [2004], Kristensena i in. [2002], Śliwy i in. [2005].

Wrażliwym markerem procesu kościotworzenia jest poziom osteokalcyny we krwi [Swaminathan 2001]. Uzależniony jest on m.in. od zawartości wapnia i fosforu w pokarmie. Stwierdzono, że w miarę zwiększania się poziomu Ca i P w diecie prosiąt, obniża się poziom osteokalcyny i  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  [Carter i in. 1996]. Podobny efekt zależności poziomu osteokalcyny od zawartości Ca i P w diecie koni uzyskali Behr i in. [2003]. W prezentowanych badaniach zaobserwowano jedynie niewielką tendencję wzrostową w odniesieniu do zawartości osteokalcyny we krwi prosiąt.

Glutamina uczestniczy w procesie syntezy proliny, a przez to i kolagenu, który warunkuje utrzymanie prawidłowej struktury i funkcji tkanki kostnej, nadając jej odporność np. na rozciąganie [Bikle i in. 1997, Chenu 2002, Hyc i in. 2001]. Obserwowany wzrost wytrzymałości kości prosiąt otrzymujących Ala-Gln jest prawdopodobnie związany właśnie ze zwiększonym udziałem glutaminy w procesie syntezy kolagenu. Potwierdzeniem korzystnego wpływu glutaminy i jej pochodnych na strukturę beleczek kostnych prosiąt otrzymujących Ala-Gln są wyższe wartości pola przekroju poprzecznego, wtórnego momentu bezwładności, gęstości i powierzchni beleczek kostnych.



Ryc. 1. Przykładowy wykres krzywej „napężenie / odkształcenie” kości uzyskany z zastosowaniem Instronu 4302 sprzężonego z komputerem PC

Fig. 1. Figure represents the curve of bone “strain / deformation” obtained in Instron 4302 apparatus connected to a pc set

## PODSUMOWANIE

1. L-alanylo-L-glutamina poprzez wpływ na syntezę kolagenu sprzyja rozwojowi struktury tkanki kostnej oraz zwiększa wytrzymałość kości.

2. Długotrwałe, doustne podawanie prosiętom L-alanylo-L-glutaminy, może korzystnie wpływać na rozwój całego, młodego organizmu, zwłaszcza w warunkach hodowlanych.

## PIŚMIENNICTWO

- Behr V., Darton D., Gabriel A., Remy B., Dufrasne I., Sertett D., Istasse L., 2003. The course of some bone remodelling plasma metabolites in healthy horses and in horses offered a calcium-deficient diet. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 87, 149-159.
- Bieńko M., Radzki R.P., Puzio I., Filip R., Pierzynowski S.G., 2002. The influence of alpha-ketoglutarate (AKG) on mineralization of femur in rats with established osteopenia. *Acta Orthop. Scand.* 304, 73, 52.
- Bikle D., 1997. Biochemical markers in the assessment of bone disease. *Am. J. Med.* 103, 427-436.
- Carter S.D., Cromwell G.L., Combs T.R., Colombo G., Fanti P., 1996. The determination of serum concentrations of osteocalcin in growing pigs and its relationship to end-measure of bone mineralization. *J. Anim. Sci.* 74, 2719-2729.
- Chenu C., 2002. Glutamatergic regulation of bone resorption. *J. Musc. Neu. Inter.* 2, 423-431.
- Crespo R., Stover S.M., Taylor K.T., 2000. Morphometric and mechanical properties of femora in young adult male turkeys with and without femora fractures. *Poultry Sci.* 79, 602-608.
- Daly R.M., Saxon L., Turner C.H., Robling A.G., Bass S.L., 2004. The relationship between muscle size and bone geometry during growth and response to exercise. *Bone.* 34, 281-287.
- Dec A., Pawłowska M., Smyk M., 2000. Wpływ L-alanylo-L-glutaminy na rozwój kości udowej i ramiennej w okresie postnatalnym u prosiąt. *Annales. LV/A.* 475.
- Ferretti J.L., Capozza R.F., Mondelo N., Zanchetta J.R., 1993. Interrelationships between densitometric, geometric, and mechanical properties of rat femora: Inferences concerning mechanical regulation of bone modeling. *J. Bone Miner.* 8, 1389-1396.
- Frost H.M., 1993. Suggested fundamental concepts in skeletal physiology. *Calcif. Tissue Int.* 52, 1-4.
- Fürst P., Pogan K., Stehle P., 1997. Glutamine dipeptides in clinical nutrition. *Nutrition.* 13, 731-737.
- Geiser A.G., Zeng Q.Q., Sato M., Helvering L.M., Hirano T., Turner C.H., 1998. Decreased bone mass and bone elasticity in mice lacking the transforming growth factor- $\beta$ 1 gene. *Bone.* 23, 87-93.
- Gross S., Abel E.W., 2001. A finite element analysis of hollow stemmed hip prostheses as a means of reducing stress shielding of the femur. *J. Biomech.* 34, 995-1003.
- Harrison A.P., Tygesen M.P., Sawa-Wojtanowicz B., Husted S., Tataru M.R., 2004.  $\alpha$ -ketoglutarate treatment early in postnatal life improves bone density in lambs at slaughter. *Bone.* 35, 204-209.
- Huang Y., Shao X.M., Neu J., 2003. Immunonutrients and neonates. *Europ. J. Pediatrics.* 162, 122-128.
- Hyc A., Osiecka-Iwan A., Józwiak J., Moskalewski S., 2001. Budowa i niektóre cechy biologiczne chrząstki stawowej. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja.* 3, 151-162.

- Kirker-Head C.A., 2005. Development and application of bone morphogenetic protein for the enhancement of bone healing. *J. Orthopaed Traumatol.* 6, 1-9.
- Kowalik S., Valverde Piedra J.L., Pierzynowski S.G., Studziński T., 2002. The influence of alpha-ketoglutarate on growth, development and mineralisation of the skeletal system during the postnatal life in the pig. *Acta Orthoped. Scand.* 304, 73, 50.
- Kristensen N.B., Jungvid H., Fernandez J.A., and Pierzynowski S.G., 2002. Absorption and metabolism of  $\alpha$ -ketoglutarate in growing pigs. *J Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 86, 1-7.
- Liebschner M.A.K., 2004. Biomechanical considerations of animal models used in tissue engineering of bone. *Biomaterials.* 25, 1697-1714.
- Loi C, Hamani D., Moinard C., Bishoff L., Neveux N., Garbay C., Cynober L., 2007. Does the ornithine- $\alpha$ -ketoglutarate metabolism in healthy rats? *Metab Clin Exp.* 56, 105-114.
- Matès J.M., Pérez-Gómez C., Núñez de Castro I., 2002. Glutamine and relationship with intracellular redox status, oxidative stress and cell proliferation/death. *Inter. J. Biochem.* 34, 439-458.
- Nappert G., Zello G.A., Naylor J.M., 1997. Intestinal metabolism of glutamine and potential use of glutamine as a therapeutic agent in diarrheic calves. *JAVMA.* 211, 547-553.
- Pawłowska M., Valverde Piedra J.L., Dec A., 2000. Wzrost układu kostnoszkieletowego w okresie życia postnatalnego prosiąt oceniany na podstawie cech histologicznych, mechanicznych i geometrycznych kości udowej i ramiennej. *Annales. LV/A,* 492.
- Pawłowska M., Kowalik S., Smyk M., Dec A., Szymańczyk S.E., Valverde Piedra J.L., Studziński T., 2001. Wpływ L-alanylo-L-glutaminy na cechy wytrzymałościowe kości kończyn prosiąt w okresie postnatalnym. *Prz. Hod.* 2, 38-40.
- Pawłowska M., Valverde Piedra J.L., Filip R., Szymańczyk-Kwapik S., Kapica M., Piersiak T., Puzio I., 2006. Wpływ L-alanylo-L-glutaminy na rozwój i mineralizację kości udowej prosiąt w okresie neonatalnym. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis.* 48, 119-125.
- Pawłowska M., Valverde Piedra J.L., Filip R., Szymańczyk S.E., Kapica M., Puzio I., Skrzypek H., Gawron A., Pierzynowski S.G., Studziński T., 2007. Effects of L-alanyl-L-glutamine (Ala-Gln) dipeptide administration during 35 days of postnatal life on intestinal mucosa, bones properties and pig performance during the early post-weaning period. *Bull Vet Inst. Puławy (w druku).*
- Pierzynowski S.G., Sjödin A., 1998. Perspectives of glutamine and its derivatives as feed additives for farm animals. *J Anim. Feed Sci.* 7, 79-91.
- Rybicki Z., Goraj R., Skibiński M., 1996. Żywienie enteralne a parenteralne w stanach krytycznych ze szczególnym uwzględnieniem roli glutaminy. *Anest. Intens. Terapia.* 28, 87-92.
- Słotwiński R., Pertkiewicz M., Lech G., Szczygieł B., 2000. Wpływ żywienia pozajelitowego wzbogaconego glutaminą na wybrane wskaźniki odporności komórkowej u niedożywionych chorych chirurgicznych z maszynym zakażeniem. *Pol. Merk. Lek.* 8, 405-408.
- Swaminathan R., 2001. Biochemical markers of bone turnover. *Clin. Chim. Acta.* 313, 95-105.
- Śliwa E., Kowalik S., Tataro M., Krupski W., Majcher P., Łuszczewska-Sierakowska I., Pierzynowski S.G., Studziński T., 2005. Effect of Ralpha-Ketoglutarate given to pregnant sows on the development of the humerus and femur in newborns. *Bull Vet Inst Puławy.* 49, 117-120.
- Tapiero H., Mathé G., Couvreur P., Tew K.D., 2002. Glutamine and glutamate. *Biomed Pharmacother.* 56, 446-457.
- Tataro M.R., Silmanowicz P., Majcher P., Krupski W., Studziński T., 2005. Influence of alpha-ketoglutarate on cortical bone atrophy after denervation of the humerus in turkey. *Bull. Vet. Inst. Puławy.* 49, 113-116.
- Turczynowski W., Szczepaniak J., Garlicki G., 1998. Glutamina – rola w ustroju i możliwości zastosowania klinicznego. *Przegląd Lekarski.* 55, 659-662.

- Uchiyama T, Tanizawa T., Muramatsu H., Endo N., Takahashi H. E. And Hara T., 1999. Three-dimension microstructural analysis of human trabecular bone in relation to its mechanical properties. *Bone*. 25, 487-491.
- Wafford M., Darcy-Vrillon B., Duee P.H., 2000. Glutamine suppresses the appearance of endogenous glutamine in the rat. *Metabolism*. 49, 141-145.

### **THE INFLUENCE L-ALANYL-L-GLUTAMINE ON STRUCTURE AND MINERALIZATION IN FEMUR OF PIGLETS**

**Abstract.** The aim of the study was to investigate the effect of L-alanyl-L-glutamine (Ala-Gln) on the femur structure, geometric and mechanical properties and mineralization in piglets at 8<sup>th</sup> week of age. The studies were carried out on 23 piglets between the 1<sup>st</sup> and the 56<sup>th</sup> day of life. Piglets received orally either 0,4g/kg b. wt. of Ala-Gln solution (Ala-Gln group) or 2 ml/kg b.wt. of saline (control). The piglets were sacrificed at the 56<sup>th</sup> days of life and bones were stripped out for further analyses. Bone mineral density in the proximal and distal epiphysis as well as physical parameters (Break strength, maximum elastic force) and geometrical properties (cross sectional area, second moment of inertia, mean relative wall thickness) were analyzed. In histological pictures trabeculae area, length and density in the femoral epiphysis and metaphysis were measured. Physical, geometrical and morphometrical parameters of the femur tendent to increase in Ala-Gln treated piglets. In conclusion, oral administration of Ala-Gln during 8 weeks of life positively affected the development of the femur in piglets.

**Key words:** piglet, mineralization, BMD, femur, glutamine

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 29.03.2007

## MORFOLOGIA I MORFOMETRIA KRĘGOSŁUPA KACZKI DOMOWEJ (*ANAS PLATYRHYNCHOS* F. *DOMESTICA*, L.1758)

Anna Charuta, Małgorzata Dzierżęcka<sup>2</sup>, Bartłomiej J. Bartyzel<sup>2</sup>,  
Hanna Mańkowska-Pliszka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Akademia Podlaska w Siedlcach

<sup>2</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**Streszczenie.** Badania przeprowadzono na 40 kręgosłupach osobników dorosłych (6 samców i 34 samice) oraz na 84 kręgosłupach 8-tygodniowych brojlerów (42 samce i 42 samice) kaczki domowej typu pekin. Kości gotowano w 3% wodnym roztworze wodorowęglanu sodu (NaHCO<sub>3</sub>) a następnie preparowano strumieniem wody po rozmięczeniu pozostałych fragmentów mięśni. Po oczyszczeniu materiał bielono w 3% roztworze perhydroflu (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) i suszono w temperaturze pokojowej (16-20 °C). W opisie zwracano uwagę na cechy typowe dla gatunku oraz na zmiany o charakterze dymorficznym i ontogenetycznym. Pomiarów kości dokonano suwakiem z noniuszem, z dokładnością do 0,1 mm. Celem niniejszej pracy było ustalenie liczby kręgów w poszczególnych odcinkach kręgosłupa u aktualnie hodowanych kaczek rasy pekin, a także wykazanie różnic w ich budowie w związku z typem lokomocji.

**Słowa kluczowe:** ptaki, kręgi, osteometria

### WSTĘP

Kaczka domowa (*Anas platyrhynchos f. domestica* Linnaeus 1758) należy do rzędu blaszkodziobych (*Anseriformes*), rodziny kaczkowatych (*Anatidae*).

W dotychczasowym piśmiennictwie niewiele prac poświęcono budowie szkieletu kaczki domowej. Jednym ze starszych opracowań na ten temat jest publikacja Timmana [1919], w której autor podaje tylko wymiary kończyny piersiowej. W związku z nielicznymi danymi literaturowymi wznowiono badania nad kośćcem u aktualnie hodowanych kaczek domowych rasy pekin [Charuta i in. 2005]. W literaturze niewiele prac poświęcono budowie kręgosłupa kaczki domowej. Autorzy zajmujący się tym problemem [Komarek 1986, Komarek i Kolda 1963 Langenfeld 1992, Lewandowski 1959,

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: Anna Charuta, PhD, Katedra Anatomii Kręgowców, Akademia Podlaska, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce, Polska, e-mail: j.wysocki@ap.siedlce.pl

Schumer 1973, Schwarze 1972, Wrakin i in. 1984] podają zmienną liczbę kręgów w poszczególnych odcinkach kręgosłupa.

Celem niniejszej pracy było zatem ustalenie liczby kręgów oraz ich morfometria i morfologia u aktualnie hodowanych kaczek.

## MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań było 40 kręgosłupów osobników dorosłych (w tym 6 samców i 34 samice) oraz 84 kręgosłupy 8-tygodniowych brojlerów, (w tym 42 samców i 40 samic) kaczki domowej (*Anas platyrhynchos f. domestica* L.) rasy pekin. Ptaki pochodziły z Zakładów Jajczarsko-Drobiarskich w Międzyrzecu Podlaskim. Wszystkie żywione były w okresie od 1 dnia do 4 tygodni mieszanką pełnoporcjową KB1, młode kaczki rzeźne – z dodatkiem składników mineralnych, znajdujących się w Awimixie i Polfamixie. Od 4 do 8 tygodnia karmiono je mieszanką pełnoporcjową KB2, tj. 10% mączką mięsno-kostną, śrutą oraz pełnobiałkowymi odpadami rzeźnymi z dodatkiem Avimixu i Polfamixu.

Przed ubojem kaczki ważono z dokładnością do 0,1 kg. Masa ciała badanych osobników dorosłych wahała się od 3,0 kg do 4,1 kg, a młodych od 1,9 kg do 3,2 kg.

Kośćce gotowane były w około 3% roztworze wodnym NaHCO<sub>3</sub> i preparowane po rozmięczeniu mięśni strumieniem wody. Materiał po oczyszczeniu był bielony 3% perhydrolem (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), po czym suszony w temperaturze pokojowej (16-20 °C) [Kim 2004]. W pracy dokonano szczegółowej analizy morfologicznej poszczególnych kręgów, które następnie poddano pomiarom osteometrycznym, które wykonane zostały suwakami z noniusem, z dokładnością do 0,1 mm.

W analizie opisowej zwracano uwagę na cechy charakterystyczne, typowe dla kaczki domowej rasy pekin oraz zmiany związane z wiekiem i płcią (dymorfizm płciowy).

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Kręgów szyjnych, *vertebrae cervicales* u kaczki domowej jest 15 (C<sub>1</sub>-C<sub>15</sub>). Zestawiają się one za pomocą stawów siodełkowatych (*articulationes sellares*), które są lepiej wykształcone u ptaków dorosłych. Takie stawy dają silniejsze, a zarazem ruchliwe połączenie w obrębie odcinka szyjnego kręgosłupa. Wyrostki kolczyste (*processus dorsalis*) są słabo zaznaczone. Wyrostek poprzeczny (*processus transversus*) rozpoczyna się dwiema odnogami: jedną na łuku, a drugą na trzonie, pomiędzy którymi znajduje się otwór poprzeczny.

Kręg szczytowy, *atlas*. Wysokość kręgu szczytowego wynosi u samców 13,74 mm i jest nieco mniejsza u samic. Szerokość omawianego kręgu jest również większa w grupie kaczorów (tab. 1). Parametr ten wykazuje istotne różnice statystyczne. Największa długość kręgu szczytowego osiąga zbliżone wartości dla obu płci ptaków dorosłych. Różnica ta jest istotna statystycznie.



Tabela 1. Wymiary kręgów szyjnych osobników dorosłych, w mm  
 Table 1. The diameters of the cervical vertebrae of mature ducks, in mm

Wymiar Diameter	Nr kręgu Vertebra number	Samce Males			Samice Females		
		$\bar{X}$	sD	cV	$\bar{X}$	sD	cV
Największa długość (ND) The greatest length (GL)	1	7,80 <sup>A</sup>	0,57	7,30	7,30 <sup>B</sup>	0,29	3,97
	2	26,25 <sup>A</sup>	2,27	8,64	24,06 <sup>B</sup>	1,40	5,81
	3	24,53 <sup>A</sup>	0,95	3,87	23,16 <sup>B</sup>	0,87	3,75
	4	25,60 <sup>A</sup>	1,29	5,03	23,88 <sup>B</sup>	0,88	3,68
	5	27,26 <sup>A</sup>	1,22	4,47	25,16 <sup>B</sup>	1,01	4,01
	6	28,45 <sup>A</sup>	1,12	3,93	26,10 <sup>B</sup>	1,87	7,16
	7	28,76 <sup>A</sup>	1,00	3,47	26,38 <sup>B</sup>	1,74	6,59
	8	27,48 <sup>A</sup>	1,05	3,82	25,65 <sup>B</sup>	1,48	5,76
	9	26,71 <sup>A</sup>	0,96	3,59	25,08 <sup>B</sup>	1,20	4,78
	10	25,95 <sup>a</sup>	0,70	2,69	24,50 <sup>b</sup>	1,27	5,18
	11	25,15 <sup>a</sup>	0,98	3,89	23,72 <sup>b</sup>	1,29	5,43
	12	23,86 <sup>a</sup>	1,90	7,96	23,18 <sup>a</sup>	1,21	5,22
	13	23,33 <sup>A</sup>	1,18	5,05	21,65 <sup>B</sup>	0,98	4,52
	14	21,66 <sup>A</sup>	1,22	5,63	20,30 <sup>B</sup>	0,97	4,77
	15	20,35 <sup>a</sup>	2,44	11,99	20,14 <sup>a</sup>	0,88	4,36
Największa szerokość (NS) The greatest width (GW)	1	13,16 <sup>A</sup>	0,61	4,63	12,45 <sup>B</sup>	0,62	4,97
	2	15,58 <sup>a</sup>	1,06	6,80	16,22 <sup>a</sup>	1,18	7,27
	3	16,35 <sup>a</sup>	1,11	6,78	15,54 <sup>a</sup>	1,04	6,69
	4	17,58 <sup>a</sup>	0,75	4,26	16,54 <sup>a</sup>	1,45	8,76
	5	17,91 <sup>A</sup>	0,15	0,83	16,71 <sup>B</sup>	0,89	5,32
	6	17,38 <sup>a</sup>	0,84	4,83	16,55 <sup>b</sup>	0,90	5,43
	7	18,50 <sup>a</sup>	1,11	6,00	17,82 <sup>a</sup>	2,60	14,59
	8	19,79 <sup>a</sup>	0,78	3,94	19,10 <sup>b</sup>	0,95	4,97
	9	21,53 <sup>a</sup>	0,88	4,08	20,47 <sup>b</sup>	1,21	5,91
	10	22,01 <sup>a</sup>	0,94	4,27	21,09 <sup>a</sup>	1,30	6,16
	11	21,40 <sup>a</sup>	1,09	5,09	21,01 <sup>a</sup>	1,03	4,90
	12	21,56 <sup>a</sup>	0,66	3,06	20,98 <sup>a</sup>	0,96	4,57
	13	22,31 <sup>a</sup>	0,83	3,72	22,00 <sup>a</sup>	1,16	5,27
	14	26,41 <sup>a</sup>	1,78	6,73	25,50 <sup>a</sup>	1,92	7,52
	15	29,70 <sup>a</sup>	1,26	4,24	28,19 <sup>a</sup>	1,90	6,73
Największa wysokość (NW) The greatest height (GH)	1	13,74 <sup>A</sup>	1,10	8,00	12,50 <sup>B</sup>	0,82	6,56
	2	22,66 <sup>a</sup>	1,12	4,94	21,80 <sup>b</sup>	0,85	3,89
	3	21,25 <sup>A</sup>	0,98	4,61	19,94 <sup>B</sup>	1,00	5,01
	4	20,88 <sup>A</sup>	4,26	20,40	18,28 <sup>B</sup>	1,50	8,20
	5	17,75 <sup>A</sup>	0,72	4,05	16,63 <sup>B</sup>	0,76	4,57
	6	17,46 <sup>a</sup>	0,88	5,04	17,14 <sup>a</sup>	2,08	12,13
	7	18,62 <sup>a</sup>	1,18	6,33	17,52 <sup>b</sup>	1,00	5,70
	8	18,28 <sup>A</sup>	0,99	5,41	16,97 <sup>b</sup>	0,99	5,83
	9	17,91 <sup>a</sup>	0,96	5,36	16,69 <sup>b</sup>	1,08	6,47
	10	18,60 <sup>a</sup>	1,08	5,80	17,24 <sup>b</sup>	1,25	7,25
	11	19,90 <sup>A</sup>	0,64	3,21	18,35 <sup>B</sup>	1,27	6,92
	12	20,70 <sup>a</sup>	1,07	5,16	20,02 <sup>a</sup>	1,44	7,19
	13	21,33 <sup>a</sup>	1,47	6,89	21,18 <sup>a</sup>	1,18	5,57
	14	21,53 <sup>a</sup>	0,99	4,59	20,12 <sup>b</sup>	1,27	6,31
	15	22,08 <sup>A</sup>	1,15	5,20	20,47 <sup>B</sup>	0,81	3,95

Objaśnienia: ND – największa długość, NS – największa szerokość, NW – największa wysokość; a, b, A, B – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie – małymi przy  $p \leq 0,05$ , dużymi przy  $p \leq 0,01$ .

Key: GL – the greatest length, GW – the greatest width, GH – the greatest height; a, b – the average differs when  $p \leq 0,05$ , A, B – the average differs when  $p \leq 0,01$

Kręg szczytowy jest mały, o kształcie pierścienia utworzonego z dwóch łuków: łuku górnego (*arcus dorsalis*) i łuku dolnego (*arcus ventralis*), które zamykają obszerny otwór kręgowy (*foramen vertebrale*). Po zewnętrznej stronie każdego łuku znajduje się mały guzek, odpowiednio guzek górny (*tuberculum dorsale*) i guzek dolny (*tuberculum ventrale*). Na końcu przednim omawianego kręgu znajduje się wyraźny dołek stawowy przedni (*fovea articularis articulationis cranialis*), służący do zestawienia z kłykiem kości potylicznej czaszki. Powyżej dołka stawowego przedniego widnieje mniejsze wyżłobienie, tzw. dołek zębowy (*fovea dentis*), przez który przechodzi długi ząb kręgu obrotowego. Na końcu tylnym kręgu szczytowego, poniżej dołka zębowego znajduje się obszerna powierzchnia stawowa tzw. powierzchnia stawowa tylna (*facies articularis articulationis caudalis*), służąca do zestawienia z dołkiem stawowym przednim (*fovea articularis articulationis cranialis*) kręgu obrotowego.

U 8-tygodniowych brojlerów kręg szczytowy jest znacznie mniejszy i zbudowany częściowo lub całkowicie z tkanki chrzęstnej, po maceracji zachowuje się w 80% (na 84 badanych).

Największa szerokość kręgu szczytowego w grupie młodych samców (tab. 2) wynosi 11,45 mm i jest o 1,71 mm mniejsza w stosunku do samców dorosłych. Również wysokość i długość przyjmują mniejsze wartości u brojlerów (tab. 2). Wymiary kręgu szczytowego młodych samic i samców przyjmują prawie identyczne wartości (tab. 2). Największa wysokość kręgu jest zbliżona u obu płci i nie wykazuje istotnych różnic statystycznych (tab. 2).

Różnice w pomiarach wynikają z budowy kręgu, bowiem u ptaków dorosłych, a w szczególności u samców lepiej wykształcone są guzki: górny i dolny kręgu, które u form młodych są ledwie zauważalne. Dołek stawowy przedni, służący do zestawienia z kulistym kłykiem kości potylicznej jest również mniejszy i słabo zaznaczony. Po stronie przeciwnej, na końcu tylnym omawianego kręgu, poniżej dołka zębowego występująca powierzchnia stawowa tylna u brojlerów jest ledwie zauważalna.

Kręg obrotowy, *axis*, jest o wiele większy od kręgu szczytowego. Największa jego szerokość u kaczorów wynosi 15,58 mm, u kaczek zaś jest nieco większa. Nie wykazuje jednak istotnych różnic statystycznych (tab. 1). W związku z dobrze wykształconym wyrostkiem górnym, kolczystym oraz grzebieniem dolnym, jest to najwyższy kręg spośród kręgów szyjnych. Jego wysokość u samców wynosi 22,66 mm, a u samic parametr ten jest mniejszy tylko o 0,86 mm. Jest to różnica istotna statystycznie. Długość omawianego kręgu jest zdecydowanie większa u kaczorów (tab. 1). Jest to również różnica istotna statystycznie.

Kręg obrotowy kaczki domowej posiada mocny trzon (*corpus vertebrae*). Wzdłuż powierzchni dolnej trzonu przebiega dobrze wykształcony, ostry grzebień dolny (*crista ventralis*). Nad dołkiem stawowym przednim (*fovea articularis articulationis cranialis*), wystaje masywny ząb kręgu obrotowego (*dens*). Po obu stronach zęba są obecne wyrostki stawowe przednie (*processus articulares craniales*). Na końcu tylnym kręgu obrotowego znajduje się powierzchnia stawowa tylna (*facies articularis caudalis*) stawu międzytrzonowego przeznaczoną do zestawienia z następnym kręgiem szyjnym. Na granicy łuku i trzonu widnieje pokaźne wcięcie kręgowe przednie i tylne (*incisura vertebralis cranialis et caudalis*).

Tabela 2. Wymiary kręgów szyjnych 8-tygodniowych brojlerów, w mm  
 Table 2. The diameters of the cervical vertebrae of 8-week-old broilers, in mm

Wymiar Diameter	Nr kręgu Vertebra number	Samce Males			Samice Females		
		$\bar{X}$	sD	cV	$\bar{X}$	sD	cV
Największa długość (ND) The greatest length (GL)	1	6,21 <sup>A</sup>	0,67	10,78	6,65 <sup>B</sup>	0,31	4,66
	2	20,73 <sup>A</sup>	1,35	6,46	21,47 <sup>B</sup>	0,56	2,60
	3	18,95 <sup>A</sup>	1,06	5,59	20,73 <sup>B</sup>	1,11	5,35
	4	20,57 <sup>A</sup>	0,97	4,71	21,26 <sup>B</sup>	1,09	5,12
	5	21,13 <sup>a</sup>	2,30	10,88	22,16 <sup>b</sup>	1,09	4,91
	6	22,23 <sup>A</sup>	1,22	5,48	23,79 <sup>B</sup>	0,89	3,74
	7	23,67 <sup>A</sup>	0,81	3,42	24,21 <sup>B</sup>	0,78	3,22
	8	23,10 <sup>A</sup>	1,00	4,32	23,99 <sup>B</sup>	1,21	5,04
	9	23,00 <sup>a</sup>	0,85	3,69	23,00 <sup>a</sup>	1,13	4,91
	10	22,80 <sup>a</sup>	1,15	5,04	23,00 <sup>a</sup>	0,75	3,26
	11	21,73 <sup>a</sup>	0,35	1,61	22,14 <sup>b</sup>	0,94	4,24
	12	21,83 <sup>A</sup>	0,55	2,51	21,18 <sup>B</sup>	1,32	6,23
	13	19,70 <sup>a</sup>	1,30	6,59	20,07 <sup>a</sup>	0,89	4,43
	14	19,00 <sup>a</sup>	1,15	6,05	19,03 <sup>a</sup>	0,73	3,83
	15	18,50 <sup>A</sup>	0,70	3,78	19,03 <sup>B</sup>	0,60	3,15
Największa szerokość (NS) The greatest width (GW)	1	11,45 <sup>A</sup>	0,35	3,05	11,83 <sup>B</sup>	0,45	3,80
	2	14,53 <sup>a</sup>	0,72	4,95	14,89 <sup>b</sup>	0,72	4,83
	3	14,73 <sup>a</sup>	0,29	1,96	14,86 <sup>a</sup>	0,45	3,02
	4	15,30 <sup>A</sup>	0,90	5,88	16,39 <sup>B</sup>	0,87	5,30
	5	15,67 <sup>A</sup>	0,55	3,50	16,97 <sup>B</sup>	1,07	6,30
	6	15,67 <sup>A</sup>	0,70	4,46	16,54 <sup>B</sup>	0,79	4,77
	7	15,53 <sup>A</sup>	1,14	7,34	17,19 <sup>B</sup>	1,23	7,15
	8	16,63 <sup>A</sup>	0,87	5,23	17,66 <sup>B</sup>	0,60	3,39
	9	18,57 <sup>A</sup>	1,10	5,92	19,44 <sup>B</sup>	0,91	4,68
	10	19,57 <sup>A</sup>	0,90	4,59	20,26 <sup>B</sup>	1,24	6,12
	11	19,60 <sup>a</sup>	1,08	5,51	19,89 <sup>a</sup>	1,04	5,22
	12	19,17 <sup>A</sup>	0,80	4,17	19,98 <sup>B</sup>	1,13	5,65
	13	19,57 <sup>A</sup>	0,72	3,67	21,37 <sup>B</sup>	1,28	5,98
	14	22,67 <sup>A</sup>	0,49	1,05	24,17 <sup>B</sup>	1,16	4,79
	15	26,07 <sup>A</sup>	1,06	0,26	27,13 <sup>B</sup>	0,76	2,80
Największa wysokość (NW) The greatest height (GH)	1	12,25 <sup>a</sup>	0,64	5,22	12,09 <sup>a</sup>	0,69	5,70
	2	18,33 <sup>A</sup>	1,40	7,63	19,03 <sup>B</sup>	0,55	2,89
	3	16,70 <sup>A</sup>	0,17	1,01	18,33 <sup>B</sup>	0,88	4,80
	4	15,76 <sup>A</sup>	1,85	11,73	16,48 <sup>B</sup>	1,21	7,34
	5	15,27 <sup>a</sup>	0,91	5,95	14,96 <sup>a</sup>	0,97	6,48
	6	14,70 <sup>A</sup>	0,96	6,53	16,09 <sup>B</sup>	1,26	7,83
	7	16,03 <sup>a</sup>	0,40	2,49	16,10 <sup>a</sup>	2,11	13,10
	8	15,43 <sup>a</sup>	0,99	6,41	15,76 <sup>a</sup>	1,25	7,93
	9	15,30 <sup>a</sup>	0,62	4,05	15,47 <sup>a</sup>	0,84	5,42
	10	15,27 <sup>a</sup>	0,76	4,97	15,67 <sup>b</sup>	0,86	5,48
	11	15,60 <sup>A</sup>	0,36	2,30	16,80 <sup>B</sup>	0,58	3,45
	12	17,10 <sup>A</sup>	0,26	1,52	17,95 <sup>B</sup>	1,39	7,74
	13	19,10 <sup>a</sup>	1,31	6,85	18,99 <sup>a</sup>	0,86	4,52
	14	17,83 <sup>a</sup>	0,81	4,54	17,63 <sup>a</sup>	0,72	4,08
	15	18,17 <sup>a</sup>	1,27	6,98	18,90 <sup>b</sup>	1,23	6,50

Objaśnienia: ND – największa długość, NS – największa szerokość, NW – największa wysokość; a, b, A, B – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie – małymi przy  $p \leq 0,05$ , dużymi przy  $p \leq 0,01$ .

Key: GL – the greatest length, GW – the greatest width, GH – the greatest height; a, b – the average differs when  $p \leq 0,05$ ; A, B – the average differs when  $p \leq 0,01$

U 8-tygodniowych brojlerów kręgi obrotowe jest również najwyższy spośród kręgów szyjnych. Wysokość jego osiąga u samców 18,33 mm i jest aż o 4,33 mm mniejsza w stosunku do samców dorosłych. Tak duża różnica w pomiarze wynika z lepiej wykształconego grzebienia dolnego oraz wyrostka górnego ptaków dorosłych. Największa szerokość kręgu wynosi u kacząt około 14,7 mm dla obu płci. Na szczególną uwagę zasługuje długość kręgu obrotowego, która u samców 8-tygodniowych jest aż o 5,52 mm mniejsza w stosunku do samców dorosłych (tab. 1, 2).

Mniejsze wymiary kręgu obrotowego kacząt mają uzasadnienie w jego budowie. Posiada on krótszy i mniej masywny trzon. Grzebień dolny jest znacznie krótszy i nie posiada ostrego zakończenia. Ząb kręgu obrotowego jest znacznie mniejszych rozmiarów. Wyrostki stawowe przednie i tylne są słabo zaznaczone, również znajdujące się na nich wyniosłości są ledwie zauważalne.

Kręgi szyjne (*vertebrae cervicales*) od C<sub>3</sub> do C<sub>12</sub> mają zbliżoną budowę oraz wymiary. Powierzchnie stawowe przednie i tylne tych kręgów są siodełkowate, z przodu wklęsłe ze strony lewej na prawą i wypukłe w kierunku górnego-dolnego, z tyłu ustawione są odwrotnie. Wyrostki górne omawianych kręgów są słabo rozwinięte. Dobrze wykształcony wyrostek kolczysty posiada kręgi szyjne trzeci C<sub>3</sub>, jego wysokość u samców wynosi 21,25 mm, a u samic jest znacznie mniejsza. Jest to różnica wysoce istotna statystycznie (tab. 1). W kręgach C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> wyrostek kolczysty jest ledwie zauważalny. Wyrostki stawowe przednie i tylne oraz wielkość trzonów wpływają na długość kręgów szyjnych. Największa długość C<sub>3</sub> wynosi u samców 24,53 mm. Omawiany parametr stopniowo rośnie do C<sub>7</sub> i osiąga wartość 27,57 mm, spośród trzynastu kręgów szyjnych jest on najdłuższy, po czym długość pozostałych zaczyna stopniowo maleć, w przypadku kręgu C<sub>13</sub> wynosi 22,49 mm (tab. 1). Na szczególną uwagę zasługują wymiary szerokościowe. Szerokość omawianych kręgów wzrasta. Dla C<sub>3</sub> u kaczorów wynosi ona 16,35 mm, a w przypadku C<sub>13</sub>, osiąga wartość aż o 6,21 mm większą (tab.1).

Wyrostki poprzeczne w znacznym stopniu zlewają się z wyrostkami stawowymi przednimi. Są one przebite otworem żebrowo-poprzecznym. Od blaszek dolnych (*laminae ventrales*) wyrostków poprzecznych odchodzą w kierunku tylnym ostre i dobrze wykształcone kolce blaszki dolnej (*spinae laminae ventralis*), znajdują się one u kaczki na wszystkich kręgach z wyjątkiem dwóch pierwszych i dwóch ostatnich. Po stronie dolnej trzonu widnieją dwa wyrostki kostne, które w kręgach C<sub>3</sub>-C<sub>5</sub>, oraz C<sub>11</sub>-C<sub>15</sub> zlewają się w jeden pośrodkowo leżący grzebień dolny (*crista ventralis*).

U 8-tygodniowych samców szerokość kręgu C<sub>3</sub> wynosi 14,73 mm i jest mniejsza w stosunku do samców dorosłych o 1,62 mm (tab. 2). Najdłuższym kręgiem szyjnym jest tak jak u form dorosłych C<sub>7</sub>, długość jego przyjmuje jednak wartość odpowiednio mniejszą (tab. 2). Wysokość kręgu w związku ze słabiej wykształconym wyrostkiem kolczystym jest również mniejsza (tab. 2).

Kręgi szyjne XIV. Największa szerokość kręgu u samców to 26,41 mm, nieco mniejsze wymiary posiada u samic (tab. 1). W stosunku do kręgu C<sub>13</sub> jest on aż o 4,1 mm szerszy. Wysokość jego wynosi średnio 21,53 mm; jest nieco mniejsza od C<sub>13</sub>. Największa długość to 21,66 mm i w porównaniu z kręgami położonymi doczaszkowo znacząco maleje (tab. 1). W grupie samic wymiary omawianych kręgów są zbliżone.

U 8-tygodniowych samców szerokość kręgu wynosi średnio 22,67 mm i jest mniejsza o 3,74 mm w stosunku do samców dorosłych (tab. 2). Długość kręgu C<sub>14</sub> dla obu płci ptaków młodych osiąga zbliżone wartości i jest mniejsza w stosunku do ptaków dorosłych o 2,66 mm (tab. 2).

Kręg szyjny XV. Kręg szyjny ostatni, *vertebra cervicalis ultima*, jest o wiele krótszy od położonych doczaszkowo kręgów, czym wyraźnie odróżnia się od innych. Największa długość kręgu wynosi u samców tylko 20,35 mm, w porównaniu z najdłuższym kręgiem szyjnym C<sub>7</sub> różnica wynosi aż 8,41 mm, a w stosunku do C<sub>14</sub> tylko 1,31 mm. U samic omawiany parametr jest tylko nieco mniejszy. Kręg C<sub>15</sub> jest najszerszy w odcinku szyjnym. Największa szerokość osiąga u samców wartość 29,70 mm i jest o 3,29 mm większa w stosunku do kręgu C<sub>14</sub>. Jego wysokość zbliża się do ostatnich kręgów szyjnych (tab.1).

Po stronie dolnej trzonu C<sub>15</sub> znajdują się dwa wyrostki kostne, które zlewają się w jeden leżący grzebień dolny (*crista ventralis*). Na szczególną uwagę zasługuje dobrze wykształcona po stronach bocznych grzebienia powierzchnia mięśnia długiego szyi (*facies m. longi colli*). Wyrostki poprzeczne są szerokie i masywne. Wyrostek górny (kolczysty) jest również dobrze zaznaczony. Po stronach bocznych trzonu znajdują się obszerne otwory powietrzne.

U 8-tygodniowych brojlerów wyrostki poprzeczne kręgu są nieco krótsze, co ma wpływ na szerokość C<sub>15</sub>, która jest o 2,3 mm mniejsza w stosunku do osobników dorosłych (tab. 2). Również wysokość kręgu jest mniejsza u form młodych o około 2 mm, bowiem wyrostek kolczysty jest słabiej wykształcony (tab. 2).

Kręgów piersiowych, *vertebrae thoracicae* u kaczki domowej jest 8. Największa szerokość Th<sub>1</sub> wynosi u samców 27,85 mm i jest o 1,85 mm mniejsza w stosunku do ostatniego kręgu szyjnego. Omawiany parametr u samic osiąga nieco mniejsze rozmiary (tab. 3). Największa wysokość omawianego kręgu wynosi dla kaczorów 22,53 mm i jest w związku z lepiej wykształconym wyrostkiem dolnym większa od C<sub>15</sub>. Największa długość Th<sub>1</sub> nieznacznie zmniejsza się w stosunku do ostatniego kręgu szyjnego. Szerokość kręgów piersiowych Th<sub>2</sub>-Th<sub>4</sub> jest zbliżona do siebie, a w stosunku do Th<sub>1</sub> zmniejsza się o około 2 mm. Największa wysokość Th<sub>2</sub> wynosi u samców 25,76 mm, zaś wysokość Th<sub>3</sub>-Th<sub>5</sub> w związku z bardzo dobrze wykształconym wyrostkiem dolnym przyjmuje wartość aż o około 6 mm większą (tab. 3). Największym wyrostkiem dolnym dla przyczepu mięśnia długiego szyi odznacza się Th<sub>4</sub>, przy czym wysokość jego u kaczorów wynosi 34,18 mm, u kaczek zaś nieco mniej (tab. 3). Szerokość kręgów Th<sub>5</sub>-Th<sub>7</sub> jest zbliżona do siebie (tab. 3). Wysokość kręgu Th<sub>5</sub> wynosi u samców 31,36 mm, zaś u samic jest nieco mniejsza (tab. 3). Jest to różnica statystycznie nieistotna. Długość kręgów piersiowych stopniowo maleje w kierunku odcinka lędźwiowego.

U kaczki domowej w swoisty sposób wykształcona jest okolica piersiowa kręgosłupa w związku z daleko idącymi przystosowaniami do dwunożnego poruszania się po ziemi.

Spośród ośmiu kręgów piersiowych kaczki domowej tylko ostatni całkowicie zespała się z kością lędźwiowo-krzyżową. Pierwszy i drugi są kręgami wolnymi. Pozostałe od trzeciego do szóstego połączone są listewkami kostnymi, występującymi pomiędzy wyrostkami poprzecznymi kręgów. Kręg siódmy jest kręgiem wolnym. Po maceracji ww. kręgi z łatwością oddzielają się od siebie. U kaczki domowej wyrostki kolczyste są niewielkie i słabo połączone listewkami kostnymi, tak że nie tworzą jednolitego grzebienia górnego (*crista dorsalis*). Wyrostki poprzeczne odcinka piersiowego łączą się bardzo dobrze wykształconymi listewkami kostnymi. Łuki kręgów także łączą się ze sobą. Wyrostki stawowe przednie i wyrostki stawowe tylne są całkowicie zlane ze sobą i słabo widoczne. Trzony kręgów piersiowych nie zrastają się, przy czym na granicy pomiędzy nimi występuje cienki krążek międzykręgowy. Wyrostki dolne są obecne w

kręgach Th<sub>1</sub>-Th<sub>5</sub>, przy czym największe są w kręgu czwartym i piątym. W szóstym i siódmym wyrostki dolne nie występują. U kaczki domowej nie łączą się one w jednolitą listewkę kostną, która u innych gatunków tworzy grzebień dolny. Tylko u jednego samca na 84 przebadane ptaki dorosłe zauważono obecność grzebień dolnego (wyrostki dolne kręgów Th<sub>3</sub>-Th<sub>5</sub> połączyły się). Na wyrostkach poprzecznych od strony dolnej znajdują się dołki żebrowe wyrostka poprzecznego i dołek żebrowy główki zebra do zestawienia z zębem, a w pobliżu nich leżą otwory powietrzne.

Tabela 3. Wymiary kręgów piersiowych osobników dorosłych, w mm  
Table 3. The diameters of the thoracic vertebrae of mature ducks, in mm

Wymiar Diameter	Nr kręgu Vertebra number	Samce Males			Samice Females		
		$\bar{X}$	sD	cV	$\bar{X}$	sD	cV
Największa długość (ND) The greatest length (GL)	1	20,26 <sup>a</sup>	12,87	6,31	19,20 <sup>a</sup>	0,85	5,28
	2	19,08 <sup>a</sup>	1,08	5,24	19,07 <sup>a</sup>	1,39	7,31
	3	19,41 <sup>a</sup>	1,39	7,16	19,89 <sup>a</sup>	2,86	14,41
	4	18,43 <sup>a</sup>	1,12	6,10	18,80 <sup>a</sup>	2,15	11,43
	5	18,32 <sup>a</sup>	0,56	5,45	18,03 <sup>a</sup>	1,23	5,54
	6	17,42 <sup>a</sup>	1,49	8,57	17,04 <sup>a</sup>	2,35	13,80
	7	17,44 <sup>a</sup>	1,29	7,39	15,37 <sup>a</sup>	4,04	6,50
Największa szerokość (NS) The greatest width (GW)	1	27,85 <sup>a</sup>	0,98	3,53	26,17 <sup>b</sup>	1,47	5,69
	2	25,51 <sup>a</sup>	0,67	2,63	24,35 <sup>a</sup>	1,40	5,76
	3	25,53 <sup>a</sup>	1,06	4,15	25,06 <sup>a</sup>	1,78	7,13
	4	25,96 <sup>a</sup>	0,63	2,45	25,59 <sup>a</sup>	1,65	6,46
	5	27,15 <sup>a</sup>	0,73	2,70	26,25 <sup>a</sup>	1,29	4,91
	6	28,25 <sup>A</sup>	0,54	1,90	26,71 <sup>B</sup>	1,35	5,05
	7	27,65 <sup>a</sup>	0,42	6,36	27,15 <sup>a</sup>	1,95	7,18
Największa wysokość (NW) The greatest width (GW)	1	22,53 <sup>a</sup>	0,70	4,13	21,79 <sup>a</sup>	1,33	6,10
	2	25,76 <sup>a</sup>	1,26	4,92	24,62 <sup>a</sup>	2,68	10,91
	3	30,63 <sup>a</sup>	1,79	5,84	29,89 <sup>a</sup>	2,18	7,29
	4	34,18 <sup>a</sup>	1,87	5,48	31,98 <sup>a</sup>	2,03	6,34
	5	31,36 <sup>a</sup>	3,58	11,43	29,25 <sup>a</sup>	3,43	11,7
	6	25,00 <sup>a</sup>	2,00	8,01	23,70 <sup>a</sup>	2,17	9,15
	7	25,02 <sup>a</sup>	1,99	7,95	23,11 <sup>B</sup>	1,16	5,01

8 kręgu piersiowy jest zrosnięty z kością lędźwiowo-krzyżową, *os lumbosacrale*

Objaśnienia: ND – największa długość, NS – największa szerokość, NW – największa wysokość; a, b, A, B – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie – małymi przy  $p \leq 0,05$ , dużymi przy  $p \leq 0,01$ .

Key: GL – the greatest length, GW – the greatest width, GH – the greatest height; a,b – the average differs when  $p \leq 0,05$ ; A, B – the average differs when  $p \leq 0,01$

U 8-tygodniowych brojlerów kręgi piersiowe Th<sub>3</sub>-Th<sub>6</sub> nie zrastają się ze sobą listewkami kostnymi, również ostatni kręgu piersiowy nie zespała się całkowicie silnym kościorostem z kością lędźwiowo-krzyżową, bowiem po maceracji można go z łatwością oddzielić. Największa szerokość Th<sub>1</sub> wynosi u młodych samców aż o 4,45 mm mniej w stosunku do Th<sub>1</sub> samców dorosłych. Wysokość omawianego kręgu osiąga wśród samców 19,43 mm i w związku ze słabiej wykształconym wyrostkiem dolnym jest mniejsza w stosunku do form dorosłych (tab. 4). Długość omawianego kręgu wykazuje także niższe wartości w porównaniu z Th<sub>1</sub> ptaków dorosłych (tab. 3, 4).

Tabela 4. Wymiary kręgów piersiowych 8-tygodniowych brojlerów, w mm  
 Table 4. The diameters of the thoracic vertebrae of 8-week-old broilers, in mm

Wymiar Diameter	Nr kręgu Ver- tebra number	Samce Males			Samice Females		
		$\bar{X}$	sD	cV	$\bar{X}$	sD	cV
Największa długość (ND) The greatest length (GL)	1	17,50 <sup>a</sup>	1,14	6,51	17,87 <sup>a</sup>	1,14	6,51
	2	16,17 <sup>A</sup>	0,95	5,87	14,04 <sup>B</sup>	0,95	5,87
	3	15,27 <sup>A</sup>	0,72	6,54	17,37 <sup>B</sup>	0,72	6,54
	4	15,57 <sup>a</sup>	1,19	6,42	15,69 <sup>a</sup>	1,19	6,42
	5	14,53 <sup>a</sup>	2,40	16,51	15,50 <sup>a</sup>	2,40	16,51
	6	14,00 <sup>a</sup>	2,25	16,07	14,56 <sup>a</sup>	2,25	16,07
	7	12,25 <sup>A</sup>	1,77	8,16	13,55 <sup>B</sup>	1,77	8,16
Największa szerokość (NS) The greatest width (GW)	1	23,40 <sup>A</sup>	1,08	4,61	24,66 <sup>B</sup>	1,36	5,51
	2	21,63 <sup>A</sup>	1,12	5,17	22,96 <sup>B</sup>	1,09	4,74
	3	22,43 <sup>a</sup>	1,36	6,06	22,69 <sup>a</sup>	1,21	5,33
	4	22,23 <sup>a</sup>	1,72	7,73	23,46 <sup>B</sup>	1,62	6,90
	5	22,23 <sup>A</sup>	0,23	1,03	23,29 <sup>B</sup>	1,44	6,18
	6	21,77 <sup>A</sup>	1,97	9,04	24,10 <sup>B</sup>	1,21	5,02
	7	21,25 <sup>A</sup>	1,20	5,64	22,75 <sup>B</sup>	1,91	8,39
Największa wysokość (NW) The greatest width (GW)	1	19,43 <sup>A</sup>	0,85	4,37	20,01 <sup>B</sup>	0,99	4,94
	2	22,53 <sup>A</sup>	1,40	6,21	24,43 <sup>B</sup>	2,87	11,74
	3	27,33 <sup>A</sup>	1,00	3,65	28,79 <sup>B</sup>	1,53	5,31
	4	30,53 <sup>a</sup>	0,50	1,63	29,61 <sup>a</sup>	2,93	3,37
	5	26,23 <sup>A</sup>	1,85	7,05	29,46 <sup>B</sup>	5,63	3,39
	6	22,77 <sup>a</sup>	1,15	5,05	22,43 <sup>a</sup>	1,85	8,24
	7	22,15 <sup>A</sup>	0,82	3,70	21,00 <sup>B</sup>	0,85	4,76

Objaśnienia: ND – największa długość, NS – największa szerokość, NW – największa wysokość; a, b, A, B – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie – małymi przy  $p \leq 0,05$ , dużymi przy  $p \leq 0,01$ .

Key: GL – the greatest length, GW – the greatest width, GH – the greatest height; a,b – the average differs when  $p \leq 0,05$ ; A, B – the average differs when  $p \leq 0,01$

Kręgi piersiowe Th<sub>3</sub>-Th<sub>5</sub> pod względem wymiarów i budowy są podobne do siebie. Charakteryzują się one długim wyrostkiem dolnym, ale znacznie mniejszym w porównaniu z ptakami dorosłymi, ma to wpływ na ich wysokość, która osiąga niższą wartość (tab. 3, 4). Największa szerokość Th<sub>3</sub>-Th<sub>5</sub> samców młodych jest prawie identyczna i wynosi około 22 mm; u samic parametr ten przyjmuje nieco wyższe wartości. Długość omawianych kręgów stopniowo maleje w kierunku lędźwiowym. Ostatni kręgi piersiowy jest najkrótszy; długość jego wynosi dla samców 12,25 mm, u samic jest dłuższy o 1,3 mm.

Największa szerokość oraz wysokość Th<sub>6</sub> i Th<sub>7</sub> osobników młodych osiąga większe wartości na korzyść samców. Jest to różnica istotna statystycznie (tab. 4).

U 8-tygodniowych brojlerów kręgi piersiowe osiągają nieco mniejsze rozmiary (tab. 4). Wyrostki kolczyste są niższe, brak jest tu listewek kostnych, które występują u ptaków dorosłych. Na szczególną uwagę zasługuje zupełny brak listewek kostnych przy wyrostkach poprzecznych.

Kręgi lędźwiowe i krzyżowe. U kaczki kręgi lędźwiowe i krzyżowe są zrosnięte w jedną kość lędźwiowo-krzyżową, *os lumbosacrale*. Do tej kości dołącza się jeszcze ostatni kręgi piersiowy i pierwszy ogonowy. U osobników dorosłych kość ta zrasta się

ściśle z kośćmi miednicznymi. Odcinek lędźwiowo-krzyżowy składa się z 15 kręgów, ze względu na silny wzrost trzonów kręgowych liczbę kręgów można poznać na podstawie wyrostków poprzecznych, które są przedzielone otworami, są to: otwór międzypoprzeczny przyśrodkowy (*foramen intertransversarium mediale*) oraz otwór międzypoprzeczny boczny (*foramen intertransversarium laterale*). Końce wyrostków poprzecznych łączą kręgosłup z miednicą. Kość lędźwiowo-krzyżowa kaczki ma stosunkowo wysoki grzebień kolczysty. Z ostatnim kręgiem lędźwiowym całkowicie zespała się pierwszy kręgi ogonowy.

Tabela 5. Wymiary kręgów ogonowych osobników dorosłych, w mm  
Table 5. The diameters of the coccygeal vertebrae of mature ducks, in mm

Wymiar Diameter	Nr kręgu Ver- tebra number	Samce Males			Samice Females		
		$\bar{X}$	sD	cV	$\bar{X}$	SD	cV
Największa długość (ND) The greatest length (GL)	2	10,92 <sup>A</sup>	0,42	3,84	9,84 <sup>B</sup>	0,42	4,26
	3	11,40 <sup>a</sup>	0,38	3,33	10,93 <sup>a</sup>	0,59	9,14
	4	11,13 <sup>a</sup>	0,15	8,98	11,00 <sup>a</sup>	0,72	9,09
	5	11,46 <sup>a</sup>	0,41	8,72	11,24 <sup>a</sup>	0,50	4,44
	6	10,30 <sup>a</sup>	0,40	9,70	10,12 <sup>a</sup>	0,28	2,76
	7	10,43 <sup>a</sup>	0,25	2,39	10,31 <sup>a</sup>	0,28	2,71
	8	8,41 <sup>a</sup>	0,43	5,11	8,10 <sup>a</sup>	0,58	7,16
	Największa szerokość (NS) The greatest width (GW)	2	17,82 <sup>a</sup>	0,43	2,41	17,41 <sup>a</sup>	1,25
3		18,18 <sup>a</sup>	0,51	2,81	17,85 <sup>a</sup>	1,35	7,57
4		22,15 <sup>a</sup>	7,14	3,22	21,36 <sup>a</sup>	1,91	4,68
5		24,03 <sup>a</sup>	1,36	4,16	22,75 <sup>a</sup>	2,08	4,39
6		27,06 <sup>a</sup>	1,02	3,69	26,04 <sup>a</sup>	2,62	3,89
7		23,50 <sup>a</sup>	1,30	4,25	22,62 <sup>a</sup>	2,07	9,15
8		17,15 <sup>a</sup>	1,27	7,40	16,38 <sup>a</sup>	1,33	6,11
Największa wysokość (NW) The greatest width (GW)		2	8,76 <sup>A</sup>	0,23	2,62	9,45 <sup>B</sup>	0,27
	3	9,78 <sup>a</sup>	0,24	2,53	9,62 <sup>a</sup>	0,28	2,98
	4	10,58 <sup>A</sup>	0,37	3,49	10,18 <sup>B</sup>	0,25	2,52
	5	10,53 <sup>a</sup>	0,37	3,51	10,47 <sup>a</sup>	0,53	5,09
	6	11,63 <sup>a</sup>	0,76	6,53	11,00 <sup>b</sup>	0,52	3,71
	7	11,73 <sup>A</sup>	0,72	6,13	11,28 <sup>B</sup>	0,23	2,10
	8	10,96 <sup>a</sup>	0,79	7,20	10,67 <sup>a</sup>	0,52	4,91

Co1 – zrasta się z kością lędźwiowo-krzyżową, *os lumbosacrale*

Objaśnienia: ND – największa długość, NS – największa szerokość, NW – największa wysokość; a, b, A, B – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie – małymi przy  $p \leq 0,05$ , dużymi przy  $p \leq 0,01$ .

Key: GL – the greatest length, GW – the greatest width, GH – the greatest height; a,b – the average differs when  $p \leq 0,05$ ; A, B – the average differs when  $p \leq 0,01$

Kręgi ogonowych, *vertebrae coccygeae* u kaczki domowej jest 8, przy czym pierwszy jest zrosnięty z kością lędźwiowo-krzyżową, a pozostałe Co<sub>2</sub>-Co<sub>7</sub> to kręgi wolne (tworzą one szkielet środkowej ruchomej części ogona), ósmy zaś zrasta się z pygostylem.

Największa szerokość drugiego kręgu ogonowego wynosi u samców 18,18 mm, u samic jest nieco mniejsza (tab. 5). Szerokość pozostałych kręgów w stosunku do Co<sub>2</sub>



znacznie wzrasta i dla Co<sub>3</sub> wynosi aż 3,97 mm więcej (tab. 5). Najszerszym kręgiem ogonowym jest Co<sub>5</sub>, którego szerokość osiąga u kaczorów 27,06 mm i u kaczek omawiana wartość jest tylko o 1 mm mniejsza. Pozostałe kręgi ogonowe są znacznie węższe. Najwyższym kręgiem ogonowym jest Co<sub>6</sub>. Wysokość jego u obu płci młodych wynosi około 11 mm. Długość kręgów ogonowych Co<sub>2</sub>-Co<sub>3</sub> jest zbliżona do siebie, nieco dłuższy jest Co<sub>4</sub>. Dalsze kręgi są krótsze (tab. 5).

Kręgi ogonowe kaczki domowej mają dobrze rozwinięte wyrostki górne i wyrostki żebrowo-poprzeczne wychodzące z łuku kręgu. Od każdego trzonu wystają przedniodolne wyrostki naczyniowe.

U 8-tygodniowych brojlerów ostatnio wymienione wyrostki kostne są słabiej wykształcone (tab. 6).

Kość ogonowa, *pygostyl* ma kształt grubej blaszki spłaszczonej bocznie. Największa szerokość omawianej kości wynosi u kaczorów 7,71 mm, a u kaczek jest o 1,95 mm węższa (tab. 7). Jej wysokość jest większa u tych pierwszych. Długość pygostylu osiąga u samców 25,66 mm, a u samic nieco mniej (tab. 7). Jest to różnica nieistotna statystycznie.

Tabela 6. Wymiary kręgów ogonowych 8-tygodniowych brojlerów, w mm  
Table 6. The diameters of the coccygeal vertebrae of mature ducks, in mm

Wymiar Diameter	Nr kręgu Ver- tebra number	Samce Males			Samice Females		
		$\bar{X}$	sD	cV	$\bar{X}$	sD	cV
Największa długość (ND) The greatest length (GL)	2	10,21 <sup>A</sup>	0,46	4,50	9,93 <sup>B</sup>	0,39	3,92
	3	10,20 <sup>a</sup>	0,48	4,70	9,98 <sup>b</sup>	0,41	4,10
	4	9,73 <sup>A</sup>	0,21	2,15	9,45 <sup>B</sup>	0,28	2,96
	5	9,96 <sup>A</sup>	0,41	4,11	9,76 <sup>B</sup>	0,41	4,20
	6	9,10 <sup>A</sup>	0,37	4,06	8,76 <sup>B</sup>	0,57	6,50
	7	9,52 <sup>A</sup>	0,27	2,83	8,94 <sup>B</sup>	0,73	8,16
	8	8,02 <sup>a</sup>	0,43	5,36	7,98 <sup>a</sup>	0,43	5,38
	2	16,10 <sup>a</sup>	0,45	2,79	16,25 <sup>a</sup>	0,27	1,66
Największa szerokość (NS) The greatest width (GW)	3	16,18 <sup>a</sup>	0,49	3,02	16,35 <sup>b</sup>	0,28	1,71
	4	20,15 <sup>A</sup>	0,62	3,07	19,86 <sup>B</sup>	0,25	1,25
	5	22,03 <sup>A</sup>	0,50	2,26	21,25 <sup>B</sup>	0,52	2,45
	6	25,07 <sup>A</sup>	0,28	1,11	24,54 <sup>B</sup>	0,53	2,15
	7	21,52 <sup>A</sup>	0,37	1,71	20,88 <sup>B</sup>	0,52	2,49
	8	18,38 <sup>A</sup>	0,68	4,42	14,70 <sup>B</sup>	0,23	1,56
	2	8,52 <sup>a</sup>	0,42	4,92	8,45 <sup>a</sup>	0,38	4,49
	3	8,58 <sup>a</sup>	0,41	4,77	8,64 <sup>a</sup>	0,37	4,28
Największa wysokość (NW) The greatest width (GW)	4	9,28 <sup>a</sup>	0,36	3,87	9,18 <sup>a</sup>	1,28	13,94
	5	9,30 <sup>a</sup>	1,41	15,16	9,45 <sup>a</sup>	2,31	24,44
	6	10,23 <sup>a</sup>	1,21	11,82	10,01 <sup>a</sup>	1,98	19,88
	7	10,53 <sup>a</sup>	1,41	13,39	9,98 <sup>b</sup>	0,93	9,31
	8	9,76 <sup>a</sup>	1,18	12,09	10,21 <sup>b</sup>	0,21	2,05

Objaśnienia: ND – największa długość, NS – największa szerokość, NW – największa wysokość; a, b, A, B – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie – małymi przy  $p \leq 0,05$ , dużymi przy  $p \leq 0,01$ .

Key: GL – the greatest length, GW – the greatest width, GH – the greatest height; a,b – the average differs when  $p \leq 0,05$ ; A, B – the average differs when  $p \leq 0,01$

Kość ogonowa kończy się wierzchołkiem (*apex ossis coccygi*) skierowanym tylnogórnio. U kaczki jest on podłużnie wklęsły. Na górze tej kości znajduje się podłużny grzebień górny (*crista dorsalis*), a po przeciwnej stronie – grzebień dolny (*crista ventralis*).

U 8-tygodniowych brojlerów omawiana kość jest nieco mniejsza.

Tabela 7. Wymiary kości ogonowej, w mm  
Table 7. The diameters of the caudal bone, in mm

Wymiar Diameter		Osobniki dorosłe Samce Mature males	Osobniki dorosłe samice Mature females	8-tygodniowe brojlerzy samce 8-week-old broilers males	8-tygodniowe brojlerzy samice 8-week-old broilers females
Największa długość (ND) The greatest length (GL)	$\bar{X}$	25,66 <sup>a</sup>	25,49 <sup>a</sup>	23,46 <sup>a</sup>	22,78 <sup>a</sup>
	sD	1,40	1,34	1,70	1,60
	cV	5,45	5,25	7,24	7,02
Największa szerokość (NS) The greatest width (GW)	$\bar{X}$	7,71 <sup>a</sup>	7,43 <sup>a</sup>	5,76 <sup>A</sup>	4,95 <sup>B</sup>
	sD	0,46	0,56	0,68	0,79
	cV	5,96	7,53	11,80	15,95
Największa wysokość (NW) The greatest width (GW)	$\bar{X}$	13,06 <sup>a</sup>	12,66 <sup>a</sup>	11,61 <sup>A</sup>	10,47 <sup>B</sup>
	sD	1,68	1,69	1,02	1,43
	cV	12,86	13,34	8,78	13,65

Objaśnienia: ND – największa długość, NS – największa szerokość, NW – największa wysokość; a, b, A, B – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie – małymi przy  $p \leq 0,05$ , dużymi przy  $p \leq 0,01$ .

Key: GL – the greatest length, GW – the greatest width, GH – the greatest height; a,b – the average differs when  $p \leq 0,05$ ; A, B – the average differs when  $p \leq 0,01$

## WNIOSKI

Głównym celem pracy było ustalenie liczby kręgów w poszczególnych odcinkach kręgosłupa u aktualnie hodowanych kaczek domowych.

Ze względu na rozbieżności ilościowe opisywanych kręgów w poszczególnych odcinkach kręgosłupa spotykane w cytowanych publikacjach, zaproponowano następujące zestawienie tabelaryczne.

Tabela 8. Uzyskane wyniki badań własnych zestawione z danymi literaturowymi  
 Table. 8. The results of our own research compared with the data taken from other materials

Autor Author	Kręgi szyjne Vertebrae cervicales	Kręgi piersiowe Vertebrae thoracicae	Kręgi lędźwiowe i krzyżowe Vertebrae lumbosacrales	Kręgi ogonowe Vertebrae coccygicae
Komarek, Kolda 1963	14-15	9	14-16	6+pygostyl
Komarek 1986	15	8	15	8
Langenfeld 1992	14-15	-	Kość lędźwiowo- -krzyżowa lumbosacrale	7+pygostyl
Lewandowski 1959	14-15	9	lumbosacrale	6
Schumer 1973	14	9	14-15	5+pygostyl
Schwarze 1972	15	9	14	7-8
Wrakin i in. 1986	14-15	9	11-14	6-7
<b>Badania własne 2003</b>	<b>15</b>	<b>8 brak notarium</b>	<b>kość lędźwiowo- -krzyżowa (15)</b>	<b>8</b>

Stwierdzono:

1. W odcinku szyjnym u kaczki domowej występuje 15 kręgów.
2. Kręgów piersiowych jest 8. Nie stwierdzono obecności *notarium*.
3. Kość lędźwiowo-krzyżowa zbudowana jest z 15 kręgów.
4. W odcinku ogonowym kręgosłupa u kaczki domowej występuje 8 kręgów.

## PIŚMIENNICTWO

- Driesch A., 1976. A guide to the measurement of animal bones from archeological sites. Peabody Museum of Archeology and Ethnology, Harvard University. 65-102.
- Kim W.K., Donalson L.M., Herrera P., Woodward C.L., Kubena L.F., Nisbet D.J., Ricke S.C. Research note 2004. Effects of different bone preparation methods (fresh, dry, and fat-free dry) on bone parameters and the correlations between bone breaking strength and the other bone parameters. *Poult Sci.* 83, (10), 1663-6.
- Komarek V., 1986. Anatomia ptaków domowych i embriologia kury. PWRiL, Warszawa: 41-54.
- Komarek V., Kolda J., 1963. Anatomie domácich ptaku (s narysem fyziologie). Československa Akademie Zemedelskych Ved, Praga. 20-58.
- Langenfeld M., 1992. Anatomia kury. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa. 27-35.
- Lewandowski A., 1965. Wpływ napędowego charakteru kończyn na odpowiednie odcinki kręgosłupa u Vertebrata. *Przegl. Zool.* 9: 127-133.
- Lewandowski M., 1959. Anatomia ptaków domowych z zarysem histologii i embriologii. Lublin. 39-47.
- Schummer A., 1973. Anatomie der Hausvögel. Paul Parey in Berlin und Hamburg. 3-25.
- Scharze E., 1976. Kompendium der Geflügelanatomie. Gustaw Fischer Verlag, Stuttgart. 34-42.
- Timman O., 1919. Vergleichende Untersuchungen an Haus- und Wildenten: *Zool Jb.* 36., 621-652. Jena.
- Wrakin W., Sidorowa M., 1984: Anatomia i histologia damaszej pticy. *Kołos.* 136-156.

**MORPHOLOGY AND MORPHOMETRY  
OF THE SPINE OF A DOMESTICATED DUCK  
(*ANAS PLATYRHYNCHOS* F. *DOMESTICA*, L.1758)**

**Abstract.** The research was conducted on 40 spines of mature ducks (6 males and 34 females) and 84 spines of 8-week- old broilers of a domestic Pekin duck (42 males and 40 females). The bonem were cooked in a 3 percent solution of Sodium Bicarbonate ( $\text{NaHCO}_3$ ) and then the bones were prepared with the stream of water after softening the remaining fragments of the muscles. After clearing the material, it was bleached with Hydrogen Peroxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) and then dried at room temperature (16-20°C). The description focused on features typical of the specimen as well as changes concerning dimorphism and ontogeny. Bone measurement was done with the use of vernier calipers, exact to 0,1 mm.

The aim of the research was to determine the numer of vertebrae In particular parts of the spine of currently bred Pekin ducks as well as to show differences in build in connection with a type of locomotion.

**Key words:** birds, vertebrae, osteometry

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 29.03.2007

**WPŁYW ŻELAZA, MIEDZI I MANGANU  
Z FORM ORGANICZNYCH  
(DROŹDŻE *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*)  
NA SKŁADNIKI MINERALNE  
ORAZ WSKAŹNIKI HEMATOLOGICZNE  
I BIOCHEMICZNE W SUROWICY KRWI  
MŁODYCH ŚWIŃ**

Daniel Korniewicz, Zbigniew Dobrzański, Adolf Korniewicz,  
Krystyna Pogoda-Sewerniak

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**Streszczenie.** Drożdże *Saccharomyces cerevisiae* zawierające oddzielnie w 1 kg produktu: Fe – 32,0 g, Cu – 23,0 g, Mn – 35,4 g stosowano jako uzupełnienie tych mikroelementów w mieszankach pełnoporcjowych dla warchlaków. W stosunku do zapotrzebowania uzupełnienie paszy tą formą organiczną mikroelementów stanowiło dla: Fe – 27%, Cu – 75%, Mn – 30%. Źródłem cynku we wszystkich grupach był ZnO. Po 4 tygodniach żywienia pobrano krew i określono w surowicy zawartość: Fe, Cu, Mn, Zn oraz makroelementów: Ca, P, Mg, Na, K i Cl. Określono także wybrane wskaźniki przemiany białkowej i tłuszczowej. W pełnej krwi oznaczono wskaźniki hematologiczne. Mikroelementy zawarte w drożdżach nie miały większego wpływu na stężenie badanych składników mineralnych w surowicy krwi oraz wskaźniki hematologiczne. W grupie otrzymującej drożdże manganowe nastąpiło istotne obniżenie żelaza, a w grupie otrzymującej miedź – cynku. Drożdże żelazowe oddziaływały istotnie na zmniejszenie poziomu cholesterolu w surowicy krwi. Zagadnienie to wymaga dalszych badań.

**Słowa kluczowe:** drożdże, warchlaki, krew, żelazo, miedź, mangan

---

Praca wykonana w ramach realizacji projektu badawczego nr 3 TO9B 09 328 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: Zbigniew Dobrzański, Katedra Higieny Zwierząt i Ichtiologii, ul. Chełmońskiego 38C, 51-630 Wrocław, e-mail: khz@ozi.ar.wroc.pl

## WSTĘP

W żywieniu młodych intensywnie rosnących świń szczególnie dużo uwagi przywiązuje się nie tylko do poziomu białka, aminokwasów, energii, ale także do tak ważnych mikroelementów, jak żelazo, miedź, cynk, mangan, selen, jod i kobalt. Z wielu badań wynika [Apple i in., 2004, Armstrong i in. 2004, Korniewicz i in. 2003, Mahan i in. 1999, Rincker i in. 2005, Veum i in. 2004] mikroelementy te mają wpływ na stan zdrowotny, wykorzystanie składników pokarmowych w skarmianej paszy i efekty produkcyjne. Osobnym zagadnieniem jest depozyt mikroelementów w tkankach i narządach zwierząt oraz produktach zwierzęcego pochodzenia [Dobrzański i in. 2003, Grela i in. 1997, Kinal i in. 2002, Yu i in. 2000].

Żelazo jest podstawowym składnikiem hemoglobiny. Hemoglobina ssaków zawiera 0,3–0,6% Fe. Dostarczone w paszy żelazo, aby mogło się wchłonać, musi zostać zredukowane do  $Fe^{+2}$ . Proces ten przebiega pod wpływem kwasu solnego w żołądku, a także pod wpływem kwasu askorbinowego i cysteiny [Gralak 1999]. Związki żelaza, które nie ulegają dysocjonizacji pod wpływem enzymów trawiennych, nie są wchłaniane, lecz wydalane z kałem. Wyższa zawartość fosforanów, cynku, miedzi, manganu obniża wchłanianie żelaza. Żelazo jest wchłaniane do nabłonka dwunastnicy w formie zjonizowanej, gdzie łączy się z apoferrytyną i przechodzi w formę  $Fe^{+3}$ . W wyniku rozpadu krwinek czerwonych z hemoglobiny powstaje bilirubina ( $C_{33}H_{33}N_4O_6$ ). Uwolnione w tym procesie żelazo nie jest wydalane z organizmu, lecz magazynowane w formie hemosyderyny i ferrytyny w śledzionie, a następnie w miarę potrzeby znowu wykorzystywane do syntezy hemoglobiny praktycznie bez strat [Benito i Miller 1998]. Żelazo może być niekiedy toksyczne dla zwierząt, lecz w praktyce zatrucia zdarzają się niezwykle rzadko [Mendel i Wiechetek 2006].

Miedź bierze udział w przenoszeniu Fe do szpiku kostnego i stymuluje dojrzewanie erytrocytów. Stąd też uważana jest razem z żelazem za czynnik krwiotwórczy. Miedź jest wchłaniana już w żołądku i w początkowym odcinku jelita cienkiego (tylko 15 – 20%). Około 85% miedzi wydalane jest przez przewód pokarmowy, głównie z żółcią. Miedź odkłada się głównie w wątrobie. Podobnie jak żelazo może być w nadmiarze toksyczna dla zwierząt [Kabata-Pendias i Pendias 1999].

Mangan wchłaniany jest częściowo w żołądku, a głównie w jelicie cienkim. Wydalany jest głównie z żółcią do przewodu pokarmowego, a tylko w niewielkim stopniu przez nerki. Razem z kobaltem i miedzią oddziałuje na syntezę hemoglobiny i dojrzewanie erytrocytów. Wpływa także na lepsze wykorzystanie tłuszczów i zmniejsza ich poziom w wątrobie. Niektóre związki manganu mogą mieć działanie karcinogenne, mutagenne i teratogenne [Gerber i in. 2002].

Rola cynku w organizmie jest związana szczególnie z jego połączeniami białkowymi, będącymi częścią ponad 300 metaloenzymów, w których pierwiastek ten pełni funkcje kataboliczne, jak i stabilizujące strukturę protein. Bierze on także udział w syntezie DNA i RNA [Kidd i in. 1996, Rincker i in. 2005].

Ważną rolę w przyswajalności odgrywa także forma chemiczna związku, w jakiej dany pierwiastek występuje w paszy. Tradycyjnie stosowanym źródłem mikroelementów w żywieniu zwierząt są połączenia nieorganiczne: siarczany, węglany, tlenki i chlorki. Ze względu na stosunkowo niską retencję mikroelementów z form nieorganicznych następuje relatywnie duże ich wydalanie z kałem do środowiska [Armstrong i in. 2004, Korniewicz i in. 2003, Veum i in. 2004]

Mikroelementy w formie związków organicznych podawane zwierzętom nie są podatne na tworzenie niesprzyjających połączeń z takimi składnikami paszy, jak fityniany czy frakcje włókna pokarmowego. Natomiast biopleksy są wchłaniane przez śluzówkę jelita w nie zmienionej formie w sposób charakterystyczny dla dipeptydów i aminokwasów, co zwiększa ich bioprzyswajalność [Close 1998, Creech i in. 2004, Männer i in. 2006].

Brak jest krajowych badań nad wykorzystaniem przez świnię żelaza, miedzi i manganu z połączeń organicznych.

Celem podjętych badań było określenie wpływu żelaza, miedzi i manganu w formie organicznej, zawartych w drożdżach *Saccharomyces cerevisiae*, na kształtowanie się składników mineralnych oraz wskaźników hematologicznych i biochemicznych w surowicy krwi u młodych tuczników.

## MATERIAŁ I METODY

Drożdże *Saccharomyces cerevisiae* zawierające oddzielnie żelazo, miedź i mangan zostały wyprodukowane według oryginalnej technologii opracowanej przez Dolińską i in. [2006] jako źródło mikroelementów w formie organicznej. Według analiz chemicznych drożdże te po wysuszeniu zawierały następujące ilości mikroelementów w 1 kg produktu:

- drożdże żelazowe – 32,0 g Fe
- drożdże miedziowe – 23,0 g Cu
- drożdże manganowe – 35,4 g Mn

Oceniane drożdże, jako źródło żelaza, miedzi i manganu, dodawano do uzupełniających mieszanek witaminowo-mineralnych, które wprowadzono do mieszanek pełnoporcjowych typu grower. Uzupełniające mieszanki witaminowo-mineralno-aminokwasowe Global Max zostały wyprodukowane według ustalonej receptury przez firmę LNB Poland Sp. z o.o. w Kiszkuwie. Mieszanki te różniły się źródłem pochodzenia żelaza, miedzi i manganu. Szczegółowy skład mieszanek uzupełniających przedstawiono w tabeli 1. Wyprodukowane mieszanki uzupełniające są typowo ekologiczne, bez udziału stymulatorów wzrostu pochodzenia antybiotykowego, które zastąpiono ekstraktami roślinnymi. Dla optymalnego wchłaniania składników pokarmowych wprowadzono preparaty enzymatyczne zawierające ksyalazę i glukonazę oraz fitazę. Tak przygotowane uzupełniające mieszanki witaminowo-mineralno-aminokwasowe w ilości 3% wprowadzono do mieszanek pełnoporcjowych. Wyprodukowano 5 mieszanek pełnoporcjowych z tych samych materiałów paszowych, różniących się jedynie formą żelaza, miedzi i manganu zawartych w stosowanych mieszankach uzupełniających:

- Grupa I – kontrolna, źródłem żelaza był siarczan żelaza, miedzi – siarczan miedzi, manganu – tlenek manganu.
- Grupa II – źródłem żelaza były drożdże *Saccharomyces cerevisiae*, miedzi – siarczan miedzi, manganu – tlenek manganu
- Grupa III – źródłem miedzi były drożdże *Saccharomyces cerevisiae*, żelaza – siarczan żelaza, manganu – tlenek manganu
- Grupa IV – źródłem manganu były drożdże *Saccharomyces cerevisiae*, żelaza – siarczan żelaza, miedzi – siarczan miedzi

Grupa V – źródłem żelaza, miedzi i manganu były drożdże *Saccharomyces cerevisiae*.

Na podstawie analiz chemicznych komponentów mieszanek pełnoporcjowych (m.p.p.) oraz mieszanek uzupełniających (m.p.u.) ustalono zawartość mikroelementów w 1 kg oraz ich procentowy udział w formie siarczanów lub organicznej, tj. w drożdżach (tab. 2).

Tabela 1. Zawartość składników pokarmowych w 1 kg mieszanki paszowej uzupełniającej typu „Grower/Finisz Global Max”

Table 1. Nutrients in 1 kg experimental farmer premixes „Grower/Finisz Global Max”

Składniki pokarmowe Nutrients	Jednostki miary Units	1	2	3	4	5
Energia netto – Netto energy	kcal	350	350	350	350	350
Energia metaboliczna Metabolic energy	MJ	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Białko ogólne – Crude protein	%	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Lizyna – Lysine	%	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50
Metionina – Methionine	%	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Metionina z cystyną Methionine + Cystine	%	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Treonina – Threonine	%	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Wapń ogólny – Calcium total	%	16,60	16,60	16,60	16,60	16,60
Fosfor ogólny – Phosphorus total	%	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Fosfor strawny – Digestible phosphorus	%	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70
Sód ogólny – Sodium total	%	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50
Witamina A – Vitamin A	j.m.	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000
Witamina D <sub>3</sub> – Vitamin D <sub>3</sub>	j.m.	66 600	66 600	66 600	66 600	66 600
Witamina E – Vitamin E	mg	4 150	4 150	4 150	4 150	4 150
Witamina K <sub>3</sub> – Vitamin K <sub>3</sub>	mg	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Witamina B <sub>1</sub> – Vitamin B <sub>1</sub>	mg	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Witamina B <sub>2</sub> – Vitamin B <sub>2</sub>	mg	160,0	160,0	160,0	160,0	160,0
Witamina B <sub>6</sub> – Vitamin B <sub>6</sub>	mg	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0
Witamina B <sub>12</sub> – Vitamin B <sub>12</sub>	mcg	1000	1000	1000	1000	1000
Witamina C – Vitamin C	mg	3 400	3 400	3 400	3 400	3 400
Kwas foliowy – Folic acid	mg	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Kwas pantotenowy Panthothenic acid	mg	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0
Kwas nikotynowy – Nicotinic acid	mg	800,0	800,0	800,0	800,0	800,0
Biotyna – Biotyn	mcg	4000	4000	4000	4000	4000
Chlorek choliny – Choline chloride	mg	9 600	9 600	9 600	9 600	9 600
Mn (tlenek – oxide)	mg	500	500	500		
Mn (drożdże – yeast)	mg				500	500
Zn (tlenek – oxide)	mg	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000
Fe (siarczan – sulphate)	mg	1 600		1 600	1 600	
Fe (drożdże – yeast)	mg		1 600			1 600
Cu (siarczan – sulphate)	mg	500	500		500	
Cu (drożdże – yeast)	mg			500		500
Co	mg	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
I	mg	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0
Se	mg	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0



Tabela 2. Zawartość mikroelementów w mieszankach pełnoporcjowych (m.p.p.) oraz ich udział w mieszance uzupełniającej (m.p.u.)

Table 2. Content of microelements in complete diets (m.p.p.) and their participation in supplemental mixture (m.p.u.)

Mikroelement Microelement	Zawartość w m.p.p.(mg/kg) Content in diet (mg/kg)	Uzupełnienie w m.p.u. (mg) Supplementation in m.p.u. (mg)	Udział w m.p.p. (%) Participation in m.p.p. (%)
Fe	178	48	27
Cu	20	15	75
Mn	50	15	30
Zn	172	120	70

W stosunku do ogólnej zawartości analizowanych mikroelementów uzupełnienie poprzez mieszankę paszową uzupełniającą (m.p.u.) stanowiło więc dla żelaza 27%, miedzi 75%, manganu 30%, cynku 70%. Źródłem cynku we wszystkich grupach był ZnO.

Procentowy skład mieszanek oraz zawartość składników pokarmowych w 1 kg przedstawiono w tabeli 3. Materiały paszowe użyte do produkcji mieszanek pełnoporcjowych poddano analizom chemicznym stosując obowiązujące metody [AOAC 1990]. Na podstawie tych analiz ustalono w mieszankach zawartość podstawowych składników pokarmowych i mineralnych. Wartość energetyczną wyliczono na podstawie własnych analiz komponentów oraz współczynników strawności i wzorów zamieszczonych w polskich Normach Żywienia Świń [1993] oraz CVB [2004].

Wyprodukowane mieszanki pełnoporcjowe typu grower w postaci sypkiej z udziałem żelaza, miedzi i manganu w formie organicznych połączeń (drożdże) poddano ocenie biologicznej na młodych rosnących tucznikach. Badania te przeprowadzono w Zakładzie Doświadczalnym Żywienia Zwierząt w Gorzynie (AR Poznań).

Materiał badawczy stanowiło 25 wieprzków [locha (wbp x pbz) x knur (hamp x pietr)] o początkowej masie ciała  $29,0 \pm 2,6$  kg, które przydzielono do 5 grup żywieniowych. Wszystkie zwierzęta utrzymywano indywidualnie w kojcach wyposażonych w automaty paszowe i poidła smoczkowe.

Przygotowane dla każdej grupy mieszanki pełnoporcjowe podawano w automatach paszowych *ad libitum*, rejestrując ilość zadanej mieszanki. Po 4 tygodniach żywienia tuczników odpowiednimi dla każdej grupy mieszankami, rano przed karmieniem od każdego tuczniaka pobrano krew z żyły jarzmowej i po oddzieleniu surowicy oznaczono w niej zawartość mikroelementów: Fe, Cu, Mn, Zn oraz makroelementów: Ca, P, Mg, Na, K, Cl. Ponadto określono poziom takich wskaźników biochemicznych, jak białko ogólne, albuminy, mocznik, aktywność enzymatyczną AST, ALT, GGT oraz cholesterol i trójglicerydy. Analizy te wykonano za pomocą Analizatora Biochemicznego Pentra 400 firmy Horiba ABX, stosując odpowiednie odczynniki. Przy analizie zawartości Cu i Zn stosowano odczynniki firmy RANDOX. Natomiast mangan oznaczono przy użyciu spektrometru plazmowego ICP-MS UltraMass 700 z mikrofalową techniką spalania prób. W pełnej krwi oznaczono hemoglobinę (HGB), hematokryt (HCT), liczbę erytrocytów (RBC), leukocytów (WBC), płytek krwi (PLT) oraz wyliczono wskaźniki czerwono krwinkowe: MCV, MCH, MCHC. Analizy te wykonano za pomocą Weterynaryjnego Analizatora Hematologicznego typu ABC-Vet firmy Horiba ABX.

Tabela 3. Skład procentowy i wartość pokarmowa mieszanek pełnoporcjowych dla młodych tuczników

Table 3. Percent composition and feeding value of mixtures for growing pigs

Materiały paszowe Ingredients	Jednostki miary Units	Grupy – Groups				
		I kontrolna Control	II Fe	III Cu	IV Mn	V Fe + Cu + Mn
Śruta pszenna – Ground wheat	%	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Śruta jęczmienna – Ground barley	%	42,00	42,00	42,00	42,00	42,00
Śruta pszenżytnia – Ground triticale	%	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Śruta p. sojowa – Soybean meal	%	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
M.p.u. – farmer premix:						
Global Max 1	%	3,00	-	-	-	-
Global Max 2	%	-	3,00	-	-	-
Global Max 3	%	-	-	3,00	-	-
Global Max 4	%	-	-	-	3,00	-
Global Max 5	%	-	-	-	-	3,00
Razem – Total	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
W 1 kg mieszanki: In 1 kg of mixture:						
Energii metabolicznej Metabolisable energy	MJ	12,90	12,90	12,90	12,90	12,90
Energii netto – Nett energy	kcal	2220	2220	2220	2220	2220
Suchoj masy – Dry matter	%	86,74	86,74	86,74	86,74	86,74
Białka ogólnego Crude protein	%	15,90	15,90	15,90	15,90	15,90
Włókna surowego Crude fiber	%	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91
Tłuszczu surowego Crude fat	%	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Popiołu surowego Crude ash	%	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85
Lizyny – Lysine	%	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Metioniny z cystyną Methionine + Cystine	%	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Treoniny – Threonine	%	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Tryptofanu – Tryptophan	%	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Izoleucyny – Isoleucine	%	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Ca ogólny – Ca total	%	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
P ogólny – P total	%	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
P strawny – P digestible	%	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Na	%	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Mg	%	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Zn	mg	172	172	172	172	172
Fe	mg	178	178	178	178	178
Cu	mg	20	20	20	20	20
Mn	mg	50	50	50	50	50

Zgromadzone wyniki analiz opracowano statystycznie, stosując jednoczynnikową analizę wariancji, a różnice szacowano testem wielokrotnego rozstępu Duncana, wykorzystując program komputerowy Statgraphics v. 5.0.

## WYNIKI I DISKUSJA

### Ocena mieszanek

Mieszanki pełnoporcjowe dla wszystkich grup (tab. 3) zawierały 15,9% białka ogólnego i 1,02% lizyny ogólnej. Pozostałe bilansowane aminokwasy, jak metionina, cystyna, treonina, tryptofan, izoleucyna były w jednakowych ilościach. Zawartość makroelementów (Ca, P, Mg, Na) oraz mikroelementów (Zn, Fe, Cu, Mn) była jednakowa we wszystkich mieszankach. Jedynie źródło pochodzenia Fe, Cu i Mn było zróżnicowane, tj. w formie siarczanów lub drożdży.

### Zawartość makro- i mikroelementów w surowicy krwi

Uzyskane wyniki analiz zestawione w tabeli 4 dowodzą, że stosowane w paszy poziomy Fe, Cu i Mn w formie organicznych połączeń nie miały istotnego wpływu na zawartość Ca, P, Mg, Na, K i Cl w surowicy krwi. Poziom tych makroelementów był zbliżony do wartości referencyjnych podawanych przez Winnicką [2004]. Daje się jednak zauważyć pewną tendencję w obniżaniu poziomu fosforu i magnezu w grupach doświadczalnych żywionych paszą z udziałem organicznych form żelaza, miedzi i manganu. Zaistniałych różnic nie potwierdzono statystycznie. W badaniach strawnościowo-bilansowych przeprowadzonych na tych samych tucznikach [Korniewicz i in. 2007] wykazano, że stosowane mikroelementy nie miały wpływu na retencję i absorpcję pozorną wapnia, fosforu i magnezu. Najlepsze wykorzystanie fosforu i magnezu obserwowano u tuczników otrzymujących w paszy mangan zawarty w drożdżach. Stąd też można wnioskować, że istnieje synergizm między Mn a Mg.

Poziom żelaza w surowicy krwi tuczników grupy kontrolnej (I) i otrzymującej Fe lub Cu wbudowane w drożdże był jednakowy. Natomiast w grupie z dodatkiem drożdży manganowych (IV) nastąpiło istotne obniżenie poziomu żelaza w stosunku do grupy V, w której podawano łącznie Fe, Cu i Mn w formie organicznej. W badaniach strawnościowo-bilansowych [Korniewicz i in. 2007] nie obserwowano obniżenia retencji i absorpcji Fe w grupie z dodatkiem drożdży manganowych. Z badań Yu i in. [2000] wynika, że organiczne formy żelaza (Availa-Fe<sup>®</sup>) powodują istotne zwiększenie poziomu Fe w surowicy krwi w porównaniu z FeSO<sub>4</sub>.

Poziom miedzi w surowicy krwi tuczników wszystkich grup doświadczalnych był niższy w porównaniu z grupą kontrolną. Najniższy poziom tego mikroelementu był jednak w grupie III (drożdże miedziowe), a zaistniała różnica w stosunku do kontrolnej potwierdzono statystycznie. Natomiast w badaniach strawnościowo-bilansowych wykazano, że retencja i absorpcja pozorna Cu pochodzącej z formy organicznej była istotnie większa niż w grupie kontrolnej. Z kolei z badań Armstronga i in. [2004] wynika, że u warchlaków koncentracja Cu w surowicy krwi nie zależy od formy chemicznej miedzi (cytrynian lub siarczan miedzi).

Stężenie manganu w surowicy krwi było niskie, bez istotnych różnic między grupami. Tak więc dodatek do paszy organicznej formy tego pierwiastka nie wpłynął na jego koncentrację we krwi, natomiast spowodował istotne zwiększenie retencji i absorpcji

pozornej Mn w porównaniu do grupy kontrolnej [Korniewicz i in. 2007]. Warto wspomnieć, iż Nowotny i in. [2006] potwierdzili u warchlaków istotny wzrost stężenia Mn z formy organicznej (proteinat) w porównaniu do nieorganicznej.

Tabela 4. Zawartość składników mineralnych w surowicy krwi  
Table 4. Content of mineral elements in growing pigs' blood serum

Wyszczególnienie Item	Grupy – Groups				
	I Kontrolna Control	II Fe	III Cu	IV Mn	V Fe + Cu + Mn
Ca [mmol/l]	2,67 ± 0,20	2,81 ± 0,09	2,87 ± 0,20	2,70 ± 0,20	2,73 ± 0,14
P [mmol/l]	3,57 ± 0,31	3,39 ± 0,14	3,43 ± 0,12	3,28 ± 0,50	3,18 ± 0,17
Mg [mmol/l]	1,00 ± 0,17	0,95 ± 0,05	0,89 ± 0,11	0,91 ± 0,09	0,92 ± 0,14
Na [mmol/l]	135,7 ± 5,83	135,7 ± 2,15	134,5 ± 9,19	136,6 ± 3,63	137,6 ± 2,16
K [mmol/l]	5,07 ± 0,63	4,93 ± 0,19	5,50 ± 0,61	5,24 ± 0,34	5,34 ± 0,66
Cl [mmol/l]	105,2 ± 4,72	105,6 ± 2,36	104,0 ± 5,39	106,2 ± 1,98	107,5 ± 1,57
Fe [µmol/l]	20,34 ± 5,65	20,12 ± 3,71	20,57 ± 3,76	18,42 <sup>a</sup> ± 2,52	23,45 <sup>b</sup> ± 1,46
Cu [µmol/l]	40,59 <sup>b</sup> ± 5,42	38,57 ± 4,11	34,23 <sup>a</sup> ± 2,17	36,77 ± 6,02	36,43 ± 6,33
Mn [µmol/l]	0,52 ± 0,05	0,49 ± 0,07	0,57 ± 0,06	0,66 ± 0,08	0,60 ± 0,09
Zn [µmol/l]	27,92 <sup>b</sup> ± 7,06	24,65 ± 2,97	19,91 <sup>a</sup> ± 2,88	22,19 ± 2,51	26,45 ± 5,89

a – b – p < 0,05

Poziom cynku był istotnie niższy u tuczników grupy III (drożdże miedziowe), w porównaniu do grupy I. Wynik ten jest prawdopodobnie efektem antagonizmu między Zn a Cu. Nie obserwowano tego antagonizmu u tuczników grupy V, którym w paszy podawano łącznie Fe, Cu i Mn w formie organicznej. Zwiększenie poziomu cynku w surowicy krwi świń żywionych mieszanką z udziałem organicznych połączeń stwierdzili Acda i Chae [2002] oraz Novotný i in. [2005]. Natomiast Revy i in. [2004] nie stwierdzili zmian w stężeniu cynku w surowicy krwi u wcześniej odsadzonych prosiąt, gdy zastosowali w paszy siarczan cynku lub Zn-metioninę. Wykazano, że dodatek fitazy mikrobiologicznej istotnie zwiększył poziom Zn w grupie z suplementacją ZnSO<sub>4</sub>. Potwierdza to skomplikowany metabolizm tego pierwiastka u świń.

#### Wskaźniki hematologiczne krwi tuczników

Uzyskane wyniki analiz zestawione w tabeli 5 są zbliżone do wartości referencyjnych podanych przez Winnicką [2004], z wyjątkiem HGB, która przewyższała te wartości. Podawane w paszy żelazo wbudowane w drożdże *Saccharomyces cerevisiae* nie miało wpływu na stężenie hemoglobiny (HGB), liczbę erytrocytów (RBC), zawartość hemoglobiny w erytrocytach (MCH) oraz średnie stężenie hemoglobiny w erytrocytach (MCHC). Także miedź i mangan wbudowane w drożdże nie miały wpływu na analizo-

wane wskaźniki hematologiczne krwi u warchlaków. Łączne podawanie żelaza, miedzi i manganu w formie organicznej nie powodowało zwiększenia wskaźników hematologicznych krwi. Natomiast Yu i in. [2000] stwierdzili istotnie wyższy poziom HGB u warchlaków, gdy zastosowali organiczną formę żelaza (kompleks aminokwasowy) w porównaniu z FeSO<sub>4</sub>. Stosowane w paszy organiczne formy żelaza, miedzi i manganu nie miały wpływu na liczbę leukocytów i płytek krwi. W badaniach Kołacza i in. [2003] wykazano, że podawany tucznikom cynk, selen i chrom wbudowany w drożdże *Saccharomyces cerevisiae* miały istotny wpływ na zwiększenie liczby leukocytów, granulocytów i liczby płytek krwi. Mikroelementy te nie miały wpływu na wskaźniki hematologiczne krwi tuczników.

Tabela 5. Wskaźniki hematologiczne krwi tuczników  
Table 5. Haematological indicators of growing pigs' blood

Wyszczególnienie Item	Grupy – Groups				
	I Kontrolna Control	II Fe	III Cu	IV Mn	V Fe + Cu + Mn
Hemoglobina – Haemoglobin [mmol/l]	11,35 ± 0,57	11,40 ± 0,89	11,58 ± 1,06	10,84 ± 0,40	11,30 ± 0,34
Hematokryt – Haematocrit [%]	39,05 ± 1,52	39,40 ± 1,24	40,88 ± 3,34	37,72 ± 1,93	39,44 ± 1,44
Eryocyty – Red blood cells [10 <sup>9</sup> /l]	6,72 ± 0,08	6,68 ± 0,61	7,24 ± 0,59	6,38 ± 0,43	6,65 ± 0,26
Średnia objętość erytrocytów [10 <sup>9</sup> /l] Mean corpuscular volume	58 ± 2,86	57 ± 0,71	57 ± 1,30	57 ± 1,34	58 ± 1,87
Średnia zawartość hemoglobiny w erytrocytach [pg] Mean corpuscular haemoglobin	16,92 ± 0,91	17,00 ± 0,28	17,28 ± 1,61	16,74 ± 0,33	17,12 ± 0,54
Średnia stężenie hemoglobiny w erytrocytach [g/dl] Mean corpuscular haemoglobin concentration	28,97 ± 0,38	29,34 ± 0,73	29,54 ± 1,53	28,88 ± 0,79	29,22 ± 0,40
Leukocyty – White blood cells [10 <sup>9</sup> /l]	23,85 ± 3,75	18,28 ± 4,26	20,00 ± 3,71	20,22 ± 2,79	22,74 ± 5,69
Płytki krwi – Platelets [10 <sup>9</sup> /l]	324 ± 24,44	347 ± 53,14	320 ± 19,33	309 ± 42,92	315 ± 30,85

#### Wskaźniki biochemiczne w surowicy krwi tuczników

Uzyskane wyniki analiz zestawione w tabeli 6 ogólnie mieściły się w dość szerokich granicach wartości referencyjnych podanych przez Winnicką [2004] z wyjątkiem ALT i GGT, które je przewyższały. Zawarte w drożdżach *Saccharomyces cerevisiae* żelazo, miedź i mangan oddzielnie lub łącznie nie miały istotnego wpływu na badane wskaźniki przemiany białkowej, jak: białko całkowite, albuminy i mocznik. Obserwowano zwiększenie poziomu glukozy w surowicy krwi tuczników wszystkich grup doświadczalnych, jednak różnic tych nie potwierdzono statystycznie. Żelazo w formie organicznej podawane w paszy dla tuczników grupy II i V miało istotny wpływ na zmniejszenie poziomu cholesterolu ogólnego i jego frakcji LDL w stosunku do pozostałych grup.

Natomiast Cu i Mn nie wywierały takiego wpływu na badane wskaźniki przemiany tłuszczowej.

Korzystny wpływ żelaza organicznego na kształtowanie się poziomu cholesterolu i frakcji LDL trudno wyjaśnić, tym bardziej że w metabolizm żelaza jak i gospodarka lipidowa u świń są biochemicznie bardzo skomplikowane [Armstrong i in. 2001, Benito i Miller 1998, Yu i in. 2000].

Tabela 6. Wskaźniki biochemiczne w surowicy krwi tuczników  
Table 6. Biochemical indices of growing pigs' blood serum

Wyszczególnienie Item	Grupy – Groups				
	I Kontrolna Control	II Fe	III Cu	IV Mn	V Fe + Cu + Mn
Białko całkowite [g/l] Total protein	65,3 ± 5,91	65,8 ± 7,03	63,9 ± 3,93	68,0 ± 4,04	69,8 ± 3,59
Albuminy – Albumins [g/l]	52,4 ± 3,27	49,0 ± 5,16	44,7 ± 4,00	49,5 ± 5,08	47,8 ± 8,86
Mocznik – Urea [mmol/l]	4,18 ± 0,68	4,61 ± 0,81	4,64 ± 0,76	3,91 ± 0,85	4,72 ± 0,88
Glukoza – Glucose [mmol/l]	4,17 ± 0,70	4,38 ± 0,81	4,86 ± 0,76	4,81 ± 0,85	4,45 ± 0,88
AST [U/l]	51,7 ± 14,41	54,0 ± 15,96	48,2 ± 11,78	46,2 ± 5,04	41,7 ± 5,46
ALT [U/l]	62,1 ± 3,50	63,5 ± 12,44	56,5 ± 17,23	50,8 ± 5,47	52,6 ± 9,98
GGT [U/l]	49,1 ± 13,10	44,6 ± 7,10	40,3 ± 7,69	44,7 ± 10,12	51,3 ± 11,82
Cholesterol [mmol/l]	2,33 <sup>b</sup> ± 0,16	2,12 <sup>a</sup> ± 0,11	2,48 <sup>b</sup> ± 0,31	2,37 <sup>b</sup> ± 0,21	2,14 ± 0,34
HDL [mmol/l]	0,80 ± 0,06	0,74 ± 0,09	0,87 ± 0,16	0,88 ± 0,07	0,77 ± 0,21
Trójglicerydy – Triglyceride [mmol/l]	0,36 ± 0,05	0,38 ± 0,03	0,34 ± 0,12	0,33 ± 0,07	0,34 ± 0,09
LDL [mmol/l]	1,37 <sup>b</sup> ± 0,22	1,20 <sup>a</sup> ± 0,10	1,52 <sup>bc</sup> ± 0,19	1,33 ± 0,23	1,23 <sup>d</sup> ± 0,15

a– b, c–d – p ≤ 0,05

## PODSUMOWANIE

1. Żelazo, miedź i mangan wbudowane w drożdże *Saccharomyces cerevisiae*, którymi uzupełniano niedobór tych mikroelementów w mieszankach pełnoporcjowych dla tuczników (Fe – 27%, Cu – 75%, Mn – 30%), nie miały większego wpływu na poziom tych składników mineralnych w surowicy krwi.

2. Mikroelementy w tej formie organicznych połączeń nie miały wpływu na wskaźniki hematologiczne krwi oraz liczbę leukocytów i płytek krwi.

3. Żelazo zawarte w drożdżach *Saccharomyces cerevisiae* oddziaływało na istotne zmniejszenie w surowicy krwi poziomu cholesterolu ogólnego i frakcji LDL w porównaniu do pozostałych grup.

## PIŚMIENNICTWO

- Acca S.P., Chae B.J., 2002. A review on the applications of organic trace minerals in pig nutrition. *Pakistan J. Nutr.*, 1(1), 25-30.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th edition, Arlington, Virginia, USA.
- Apple J.K., Roberts W.J., Maxwell C.V., Boger C.B., Fakler T.M., Friesen K.G., Johnson Z.B. 2004. Effect of supplemental manganese on performance and carcass characteristics of growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.*, 82, 3267-3276.
- Armstrong T.A., Cook D.R., Ward M.M., Williams C.M., Spears J.W., 2004. Effect of dietary copper source (cupric citrate and cupric sulfate) and concentration on growth performance and fecal copper excretion in weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 82, 1234-1240.
- Armstrong T.A., Spears J.W., Engle T.E., See M.T., 2001. Effect of pharmacological concentrations of dietary copper on lipid and cholesterol metabolism in pigs. *Nutr. Res.*, 21, 9, 1299-1308.
- Benito P, Miller D 1998. Iron absorption and bioavailability: an updated review. *Nutr. Res.*, 18, 3, 581-603.
- Close W.H., 1998. New developments in the use of trace mineral proteinates to improve pig performance and reduce environmental impact, European Lecture Tour, Alltech, p. 51-58.
- Creech B.L., Spears J.W., Flowers W.L., Hill G.M., Lloyd K.E., Armstrong T.A., Engle T.E., 2004. Effect of dietary trace mineral concentration and source (inorganic vs. chelated) on performance, mineral status and fecal mineral excretion in pigs from weaning through finishing. *J. Anim. Sci.*, 82, 2140-2147.
- CVB, 2004. Veevoedertabel 2004. Centraal Veevoederbureau, Lelystad, The Netherlands.
- Dobrzański Z., Jamroz D., Górecka H., Opaliński S., 2003. Bioavailability of selenium and zinc supplied to the feed for laying hens in organic and inorganic form. *EJPAU*, ser. Animal Husbandry, vol. 6, issue 2.
- Dolińska B., Ryszka F., Dobrzański Z., 2006. Optimization of the process of incubation yeast *Saccharomyces cerevisiae* enriched with microelements. *Chem. Agric.* 6, 175-180.
- Gerber G.B., Leonard A., Hantson Ph., 2002. Carcinogenicity, mutagenicity and teratogenicity of manganese compounds. *Crit. Rev. Oncol./Hemat.*, 42, 25-34, 2002.
- Gralak M., 1999. Znaczenie niektórych mikroelementów w żywieniu zwierząt gospodarskich. *Mat. Konf. „Ekologiczne kierunki produkcji żywności. Żywnienie zwierząt, a zdrowie człowieka”*. SGGW Warszawa, 52-66.
- Grela E.R., Studziński T., Rabos A., Winiarska A., Dzikuch J., 1997. Effect of chromium yeast supplement in growing-finishing pig diets on performance, carcass traits and fatty acid composition of adipose tissue. *J. Anim. Feed Sci.*, 6, 87-100.
- Kabata-Pendias A., Pendias H. 1999. *biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wyd. Nauk. PWN W-wa.
- Kidd M.T., Ferkrt P.R., Qureshi M.A., 1996. Zinc metabolism with special reference to its immunity. *World's Poultry Sci. J.*, 52, 309-324.
- Kinal S., Korniewicz A., Ziemiński R., Jamroz D., Paleczek B., Tomaszewski A., Słupczyńska M., 2002. The influence of organic forms of trace elements on milk composition and quality. *Chem. Agric.*, 3, 290-296.
- Kołacz R., Pogoda-Sewerniak K., Dobrzański Z., Korniewicz A., Górecka H., 2003. Wpływ drożdży wzbogaconych w chrom, selen i cynk na kształtowanie się wybranych parametrów krwi warchlaków. *Prace Kom. Nauk Rol. Biol. BTN*, ser. B, 51, 101-106.
- Korniewicz A., Dobrzański Z., Kołacz R., Korniewicz D., 2003. Bioavailability of zinc, selenium and chromium from yeast *Saccharomyces cerevisiae* for swine. *Chem. Agric.*, 4, 171-181.

- Korniewicz A., Kinal S., Paleczek B., Słupczyńska M., 2002. The application of zinc in oxide and chelate form in sheep nutrition., *Chem. Agric.*, 3, 274-281.
- Korniewicz D., Dobrzański Z., Chojnacka K., Korniewicz A., Kołacz R., 2007. Bioprzyzwajalność żelaza, miedzi i manganu z drożdży *Saccharomyces cerevisiae* u młodych świń. *Am. J. Agric. Biol. Sci.* (in press).
- Mahan D.C., Cline T.R., Richert B., 1999. Effects of Dietary Levels of Selenium-Enriched Yeast and Sodium Selenite as Selenium Sources Fed to Growing-Finishing Pigs on Performance, Tissue Selenium, Serum Glutathione Peroxidase Activity, Carcass Characteristics and Loin Quality. *J. Anim. Sci.*, 77, 2172-2179.
- Mahan D.C., Peters J.C., 2004. Long-term effects of dietary organic and inorganic selenium sources and levels on reproducing sows and their progeny. *J. Anim. Sci.*, 82, 1343-1358.
- Männer K., Simon O., Schlegel T., 2006. Effects of different iron, manganese, zinc and copper (sulphates, chelates, glycinate) on their bioavailability in early weaned piglets. 9 Tagung Schweine und Geflügelernährung 28-30 Nov. 2006, p. 25-27. Universität Halle-Wittenberg, Germany.
- Mendel M., Wiechetek M. 2006. Zatrucia zwierząt żelazem. *Med. Wet.*, 62 (12), 1357-1361.
- Normy Żywienia Świń. Wartość pokarmowa pasz 1993. Wyd. IFiZZ PAN Jabłonna, Wyd. Omnitel Press, Warszawa.
- Novotný J., Seidel H., Kováč G., Babček R., 2005. Bioavailability of trace elements proteinates in pigs. *Med. Wet.*, 61(1), 38-41.
- Revy P.S., Jondreville C., Doumad J.Y., Nys Y., 2004. Effect of zinc supplemented as either an organic or an inorganic source and of microbial phytase on zinc and other minerals utilisation by weanling pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 116, 93-112.
- Rincker M.J., Hill G.M., Link J.E., Meyer A.M., Rowntree J.E., 2005. Effects of dietary zinc and iron supplementation on mineral excretion, body composition and mineral status of nursery pigs. *J. Anim. Sci.*, 83, 2762-2774.
- Veum T.L., Carlson M.S., Wu C.W., Bollinger D.W., Ellersieck M.R., 2004. Copper proteinate in weanling pig diets for enhancing growth performance and reducing fecal copper excretion compared with copper sulfate. *J. Anim. Sci.*, 82, 1062-1070.
- Winnicka A. 2004. Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wyd. SGGW Warszawa.
- Yu B., W-J. Huang and P. W-S. Chiou, 2000. Bioavailability of iron from amino acid complex in weanling pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 86, 39-52.

#### **EFFECT OF IRON COPPER AND MANGANESE FROM ORGANIC FORM (YEASTS *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*) ON THE MINERAL, HAEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL BLOOD SERUM COMPONENTS IN YOUNG PIGS**

**Abstract.** Drożdże *Saccharomyces cerevisiae* zawierające oddzielnie w 1 kg produktu: Fe – 32,0g, Cu – 23,0g, Mn – 35,4g stosowano jako uzupełnienie tych mikroelementów w mieszankach pełnoporcjowych dla warchlaków. W stosunku do zapotrzebowania uzupełnienie paszy tą formą organiczną mikroelementów stanowiło dla: Fe – 27%, Cu – 75%, Mn – 30%. Źródłem cynku we wszystkich grupach był ZnO. Po 4 tygodniach żywienia pobrano krew i określono w surowicy zawartość: Fe, Cu, Mn, Zn oraz makroelementów: Ca, P, Mg, Na, K i Cl. Określono także wybrane wskaźniki przemiany białkowej i tłuszczowej. W pełnej krwi oznaczono wskaźniki hematologiczne. Mikroelementy zawarte w drożdżach nie miały większego wpływu na stężenie badanych składników



mineralnych w surowicy krwi oraz wskaźniki hematologiczne. W grupie otrzymującej drożdże manganowe nastąpiło istotne obniżenie żelaza, a w grupie otrzymującej miedź – cynku. Drożdże żelazowe oddziaływały istotnie na zmniejszenie poziomu cholesterolu w surowicy krwi.

**Key words:** yeast, growing pigs, blood, iron, copper, manganese

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 29.03.2007



## SPIS TREŚCI CONTENTS

<b>Zbigniew Adamiak, Przemysław Szalecki, Piotr Holak</b> Przydatność torakoskopii w diagnostyce narządów klatki piersiowej u psów..... 3 Estimations of thoracoscopic approaches in the diagnosis of thoracic cavity organs in dogs	
<b>Małgorzata Ożgo, Wiesław F. Skrzypczak, Agnieszka Herosimczyk, Joanna Kowalska</b> Changes of copper concentration in blood plasma of kids in neonatal period. The influence of sex and litter size..... 13 Zmiany stężenia miedzi w osoczu krwi kózłat w okresie neonatalnym. Wpływ płci i liczebności miotu	
<b>Marta Pawłowska</b> Wpływ L-alanylo-L-glutaminy na strukturę oraz mineralizację kości udowej prosiąt..... 21 The influence L-alanyl-L-glutamine on structure and mineralization in femur of piglets	
<b>Anna Charuta, Małgorzata Dzierżęcka, Bartłomiej J. Bartyzel, Hanna Mańkowska-Pliszka</b> Morfologia i morfometria kręgosłupa kaczki domowej ( <i>Anas platyrhynchos</i> F. <i>domestica</i> , L.1758) ..... 31 Morphology and morphometry of the spine of a domesticated duck ( <i>Anas platyrhynchos</i> F. <i>domestica</i> , L.1758)	
<b>Daniel Korniewicz, Zbigniew Dobrzański, Adolf Korniewicz, Krystyna Pogoda-Sewerniak</b> Wpływ żelaza, miedzi i manganu z form organicznych (drożdże <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ) na składniki mineralne oraz wskaźniki hematologiczne i biochemiczne w surowicy krwi młodych świń..... 45 Effect of iron copper and manganese from organic form (yeasts <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ) on the mineral, haematological and biochemical blood serum components in young pigs	