

# Żywniowe czynniki ryzyka chorób układu kostno-stawowego u szczeniąt psów ras dużych i olbrzymich

**Adam Mirowski**

z Katedry Nauk Morfologicznych Wydziału Medycyny Weterynaryjnej w Warszawie

Żywnienie ma kluczowy wpływ na stan zdrowia. Prawidłową dietę należy stosować począwszy od najwcześniejszych okresów życia, aż do późnej starości. Bardzo ważnym okresem, który w zasadniczy sposób kształtuje całe życie, jest okres wzrostu. Nieprawidłowe postępowanie żywieniowe w tym okresie może przyczynić się do rozwoju różnych chorób, między innymi chorób układu kostno-stawowego. Najbardziej narażone na nie są psy ras dużych i olbrzymich.

Psy domowe są specyficznymi ssakami, bowiem dorosłe osobniki różnych ras mogą bardzo różnić się rozmiarami i masą ciała. Dość powiedzieć, że dorosłe psy ras olbrzymich ważą kilkadziesiąt razy więcej niż dorosłe psy ras miniaturowych. Okres wzrostu i rozwoju psów ras dużych i olbrzymich bardzo różni się od analogicznego okresu u mniejszych ras. Im cięższa rasa, tym później pies osiąga 50% masy ciała dorosłego osobnika. W tym czasie obserwuje się szczególnie intensywny wzrost.

Szczenięta ras olbrzymich osiągają taką masę ciała około 5–6 miesiąca życia. Dla porównania szczenięta ras miniaturowych już około 11. tygodnia życia, a szczenięta ras małych i średnich około 14–16 tygodnia. Psy ras miniaturowych, małych i średnich osiągają 99% masy ciała dorosłego osobnika w wieku około 9–10 miesięcy. Psy ras dużych i olbrzymich w wieku około 11–15 miesięcy, choć okres wzrostu może u nich trwać znacznie dłużej. Trzeba podkreślić, że pewne różnice w tempie wzrostu występują nawet między rasami podobnych rozmiarów (1, 2). Wiedza na temat wzrostu szczeniąt pochodzi głównie z badań wykonywanych w określonych warunkach eksperymentalnych. Warto więc przytoczyć norweską pracę (3), w której badano wzrost psów czterech dużych ras utrzymywanych w warunkach domowych przez prywatnych właścicieli. Gdy psy te miały około trzy miesiące ich masa ciała przekraczała 33% końcowej masy ciała. Taką masę ciała osiągnęły ponad miesiąc

## Nutritional risk factors of orthopedic diseases in puppies of large and giant breeds

Mirowski A., Department of Morphological Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Warsaw University of Life Sciences – SGGW

This article aims at the presentation of an important problem of correct nutrition formulas for fast growing pups of large and giant breeds. Nutrition is one of the most significant factors influencing animal health. Appropriate diet should be used since the earliest until the old age. Growth period is crucial for the rest of animal life. Inappropriate feeding practices during growth can result in a variety of diseases, including orthopedic disorders. Large and giant dog breeds are at increased risk of these diseases. Here the role of nutritional factors in development of orthopedic disorders is broadly discussed.

**Keywords:** veterinary nutrition, orthopedic diseases, large breed, giant breed, dogs

wcześnie niż zalecono w innej pracy. Rozbieżności mogły wynikać właśnie z warunków utrzymania. Szybkie tempo wzrostu predysponuje psy ras dużych i olbrzymich do chorób układu kostno-stawowego. Wśród czynników przyczyniających się do ich rozwoju jest nieprawidłowe żywienie.

Błędy żywieniowe mogące niekorzystnie oddziaływać na układ kostno-stawowy są popełniane już w okresie pojenia preparatem mlekozastępczym. Już wówczas szczenięta często są przekarmiane, co stwarza ryzyko pobierania nadmiernych ilości wapnia, fosforu i witaminy D (4). To właśnie zbyt duża podaż wapnia jest jednym z głównych żywieniowych czynników ryzyka chorób układu kostno-stawowego u psów ras dużych i olbrzymich. Dawniej istotnym problemem były choroby wynikające z niedostatecznej podaży składników odżywczych, choćby krzywica (5). Obecnie ważne znaczenie ma nadmiar różnych składników. Opiekunowie szczeniąt nierzadko podają swoim podopiecznym różne suplementy pokarmowe. Są wśród nich preparaty zawierające wapń. Jest zbyt wysoka stężenia wapni może pogarszać absorpcję innych pierwiastków. Jego nadmiar w diecie szczeniąt może doprowadzić do rozwoju hiperkalcemii i hipofosfatemii, a także zaburzeń wzrostu i zaburzeń rozwoju kośćca przypominających krzywicę. Takie zmiany stwierdzono u dogów niemieckich otrzymujących do siedemnastego tygodnia życia pokarm o zbyt wysokiej zawartości tego pierwiastka. Stan zwierząt uległ poprawie po zmniejszeniu jego podaży, choć obserwowano jeszcze osteochondrozę. Szczenięta pobierające pokarm o zbyt wysokiej zawartości wapnia i proporcjonalnym dodatku

fosforu wolno rosły i miały osteochondrozę. Objawy częściowo ustąpiły po wprowadzeniu prawidłowo zbilansowanego pokarmu (6). Odpowiednia podaż wapnia i fosforu ma istotne znaczenie zwłaszcza w przypadku młodych szczeniąt. W badaniach przeprowadzonych na dogach niemieckich zauważono, że zawartość tych pierwiastków w diecie osobników do 5–6 miesiąca życia szybko znajduje odzwierciedlenie w zawartości składników mineralnych kości. Później wpływ podaży tych pierwiastków maleje, dzięki efektywnym mechanizmom regulacji ich absorpcji i wydalania (7). Znaczna część badań nad wpływem nadmiaru wapnia na rozwój układu kostno-stawowego została wykonana właśnie na dogach niemieckich, w których dochodzi do rozwoju objawów klinicznych (6, 8, 9, 10, 11). Jednak nie wszyscy przedstawiciele ras dużych i olbrzymich są równie podatni, co może wynikać z różnic w metabolizmie tego pierwiastka (12).

Ważne znaczenie w metabolizmie wapnia ma witamina D. Nadmierna suplementacja również tego składnika może mieć niekorzystny wpływ na układ kostno-stawowy. Zostało to dowiedzione w badaniach przeprowadzonych na rosnących dogach niemieckich, którym podawano dodatek tej witaminy w dawce znacznie przekraczającej ich zapotrzebowanie (13). W kręgu zainteresowań znalazła się też inna witamina, mianowicie witamina C. Kiedyś wiązano osteodystrofię przerostową z niedoborem kwasu askorbinowego w organizmie (14). Opisano nawet metodę zapobiegania dysplazji stawów biodrowych u szczeniąt predysponowanych do rozwoju tej choroby, w której używano bardzo wysokich dawek witaminy C (15). W innej pracy wskazano jednak na popełnione błędy metodyczne i odradzono takiego postępowania (16).

Często można spotkać się z opinią, że zaburzenia w rozwoju układu kostno-stawowego u szczeniąt ras dużych i olbrzymich może spowodować wysoka zawartość białka w dawce pokarmowej. Część opiekunów tych szczeniąt wybiera więc karmy o niższej zawartości białka. Niektórzy chcą wręcz jak najbardziej ograniczyć jego podaż. Białko jest podstawowym składnikiem odżywczym. Dostarcza aminokwasów potrzebnych do syntezy wszystkich białek ustrojowych, w tym enzymów, hormonów i przeciwciał. Stanowi materiał budulcowy wszystkich tkanek i komórek. Związki azotowe są ponadto źródłem energii. Prawidłowa podaż białka jest zatem niezbędna do optymalnego wzrostu i rozwoju. Jego niedobór powoduje, że psy wolniej rosną i wykazują zaburzenia rozwojowe (17, 18). Dane dotyczące wpływu podaży białka na rozwój omawianej grupy psów pochodzą z badań wykonanych na dogach niemieckich. Przez kilkanaście

tygodni po odsadzeniu szczenięta otrzymywały karmy, w których zawartość białka wynosiła 14,6; 23,1 lub 31,6% suchej masy, co stanowiło 13, 21 lub 29% energii. Karmy uboższe w białko miały więcej węglowodanów, nie różniły się więc koncentracją energii. Po zakończeniu eksperymentu psy miały podobną masę ciała. Pewne różnice wystąpiły natomiast w trakcie eksperymentu, między szczeniętami żywionymi karmą o najwyższej zawartości białka a szczeniętami otrzymującymi karmę o niższej zawartości tego składnika. Mogło to wynikać z niedostatecznej podaży białka w przypadku osobników pobierających drugą karmę. Odnotowano u nich też najniższe stężenie albumin w surowicy krwi. Niemniej mieściło się ono w granicach fizjologicznych. Najważniejsze jest jednak to, iż nie wykazano, aby wyższa zawartość białka w karmie pogarszała metabolizm wapnia i rozwój kośćca (19).

Ważnym żywieniowym czynnikiem ryzyka chorób układu kostno-stawowego u psów ras dużych i olbrzymich jest za to żywienie do woli, zwłaszcza karmami o wysokiej koncentracji energii i wysokiej smakowitości. Począwszy od lat 70. ubiegłego wieku opublikowano kilka prac, w których obserwowano negatywne efekty nadmiernej podaży energii w żywieniu rosnących dogów niemieckich (2, 20, 21, 22, 23, 24, 25). Szczególną uwagę warto zwrócić na badania sprzed kilku lat, w których użyto karmy komercyjnej. Szczenięta w nich uczestniczące miały nieograniczony dostęp do karmy w ciągu dnia bądź dostawały, o określonych godzinach, odmierzoną jej ilość, zgodną z zaleceniami producenta. W konsekwencji nieograniczonego dostępu do karmy ponad 85% psów miało zbyt dużą masę ciała, a niespełna 15% było otyłych. Dla porównania, ponad 57% psów otrzymujących odmierzoną ilość karmy miało szczupłą sylwetkę, a prawie 43% miało idealną masę ciała. U osobników obu grup stwierdzono dysplazję stawów biodrowych, jednak zmiany występowały częściej i były bardziej nasilone u mających nieograniczony dostęp do karmy. Jej nadmiar przyczynił się również do rozwoju osteochondrozy. U żadnego zwierzęcia nie wykryto natomiast osteodystrofii przerostowej (21). Interesujących spostrzeżeń dokonano także w badaniach przeprowadzonych na psach rasy labrador retriever, których celem było określenie efektów umiarkowanego ograniczenia podaży składników energetycznych trwającego od wieku szczenięcего. Wśród wielu efektów prozdrowotnych takiego postępowania odnotowano opóźnienie wystąpienia objawów niektórych przewlekłych chorób, zwłaszcza choroby zwyrodnieniowej stawów (26). Na podstawie obserwacji tych psów opublikowano wiele prac

dowodzących korzystnego wpływu takiego postępowania żywieniowego na układ kostno-stawowy (26, 27, 28, 29, 30, 31, 32).

Szczenięta ras dużych i olbrzymich, ze względu na szczególne znaczenie diety w ich rozwoju i duże ryzyko chorób układu kostno-stawowego, często są żywione karmami komercyjnymi. W badaniach przeprowadzonych w Szwajcarii nad żywieniem szczeniąt ośmiu ras, między innymi dużych i olbrzymich, spośród mniej więcej dwustu hodowców i właścicieli szczeniąt prawie wszyscy w ich odchowie używali karm komercyjnych. Szczenięta trzech ras, między innymi labrador retriever i owczarek niemiecki, miały prawie optymalne przyrosty masy ciała. W pozostałych przypadkach występowały nawet znaczne odchylenia. Szczenięta wszystkich ras otrzymywały prawidłowe ilości wapnia (33). Trzeba zwracać uwagę, aby karma była dobrej jakości. Jednakże nawet między takimi karmami mogą istnieć istotne różnice we wpływie na organizm. Warto przytoczyć badania, w których porównano wpływ na szczenięta dwóch karm o podobnej koncentracji energii, ale różniących się zawartością białka, wapnia, antyoksydantów i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych rodziny n-3. Osobniki pobierające karmę bogatszą w te składniki miały mniej tłuszczu w organizmie, a więcej masy beztłuszczowej. Stwierdzono, że taka karma może mieć pozytywny wpływ na tkankę chrzęstną (34, 35). Jeżeli karma komercyjna jest dobrej jakości, to nie ma potrzeby dodatkowo podawać suplementów mineralno-witaminowych. Co więcej, ich stosowanie może okazać się szkodliwe.

Generalnie karmy komercyjne dla szczeniąt ras dużych i olbrzymich charakteryzują się niższym stężeniem tłuszczu niż karmy dla szczeniąt mniejszych ras, dzięki czemu są mniej kaloryczne. Zawartość białka jest porównywalna, może przekraczać nawet 30% suchej masy. Z obawy przed wysoką koncentracją białka, część opiekunów szczeniąt ras dużych i olbrzymich wybiera karmy dla psów dorosłych. Nie wydaje się to jednak dobrym rozwiązaniem, gdyż te karmy mogą nie dostarczać odpowiednich ilości składników odżywczych, w tym wapnia (36). Bez wątplenia należy unikać niezbilansowanych dawek pokarmowych. Udokumentowano przypadki zaburzeń rozwoju układu kostno-stawowego u szczeniąt żywionych dietą BARF (Bones and Raw Food; 37). Można przytoczyć też pracę, w której opisano przypadki deformacji nadgarstków u odsadzonych szczeniąt, między innymi omawianej grupy psów. Niewykluczone, że miały one związek ze sposobem żywienia. Szczeniętom podawano głównie mleko krowie i różne karmy komercyjne. Objawy kliniczne ustąpiły po zastosowaniu leczenia

i żywieniu wyłącznie karmami komercyjnymi (38).

Znaczna część opiekunów psów zwraca dużą uwagę, aby ich zwierzęta jadły i rosły, a osobniki szczupłe często są postrzegane jako niedożywione. Istnieje powszechne przekonanie, że lepiej, aby zwierzę zjadło więcej, niż mniej. Warto pamiętać, że ryzyko chorób układu kostno-stawowego u ras dużych i olbrzymich wzrasta na skutek nie tylko otyłości, ale również zbyt szybkiego tempa wzrostu. Optymalne tempo wzrostu nie jest równoznaczne z tempem maksymalnym. Ma to szczególne znaczenie, gdyż nierzadko sądzi się, że zwierzę zdrowe, to zwierzę, które dużo je i szybko przybiera na wadze. W przypadku szczeniąt ras dużych i olbrzymich twierdzenie to nie jest jednak prawdziwe. Bez wątpienia żywienie do woli nie jest dobrym rozwiązaniem. Karmę trzeba dokładnie odmierzać. Podając zbyt dużo karmy, można spowodować, że zwierzę będzie pobierało nadmierne ilości nie tylko energii, ale także wapnia. Wskazane są częste kontrole kondycji i masy ciała. W zależności od ich wyników reguluje się ilość podawanej karmy. Należy podkreślić, że zalecenia dotyczące dawkowania karm komercyjnych są tylko wskazówką ułatwiającą ich odmierzanie, zwłaszcza że wiedza na temat zapotrzebowania energetycznego szczeniąt różnych ras nie jest jeszcze wystarczająca. W pewnych przypadkach obecne zalecenia mogą być zbyt wysokie (39).

## Piśmiennictwo

- Hawthorne A.J., Booles D., Nugent P.A., Gettinby G., Wilkinson J.: Body-weight changes during growth in puppies of different breeds. *J. Nutr.* 2004, **134** (Supplement), 2027–2030.
- Meyer H., Zentek J.: Energy requirements of growing Great Danes. *J. Nutr.* 1991, **121** (Supplement), 35–36.
- Trangerud C., Grøndalen J., Indrebø A., Tverdal A., Ropstad E., Moe L.: A longitudinal study on growth and growth variables in dogs of four large breeds raised in domestic environments. *J. Anim. Sci.* 2007, **85**, 76–83.
- Corbee R.J., Tryfonidou M.A., Beckers I.P., Hazewinkel H.A.: Composition and use of puppy milk replacers in German Shepherd puppies in the Netherlands. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)* 2012, **96**, 395–402.
- Lourens D.C.: Nutritional or secondary hyperparathyroidism in a German shepherd litter. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 1980, **51**, 121–123.
- Schoenmakers I., Hazewinkel H.A., Voorhout G., Carlson C.S., Richardson D.: Effects of diets with different calcium and phosphorus contents on the skeletal development and blood chemistry of growing great danes. *Vet. Rec.* 2000, **147**, 652–660.
- Lauten S.D., Cox N.R., Branner W.R. Jr., Goodman S.A., Hathcock J.T., Montgomery R.D., Kincaid S.A., Morrison N.E., Spano J.S., Lepine A.J., Reinhart G.A., Baker H.J.: Influence of dietary calcium and phosphorus content in a fixed ratio on growth and development in Great Danes. *Am. J. Vet. Res.* 2002, **63**, 1036–1047.
- Goedegebuure S.A., Hazewinkel H.A.: Morphological findings in young dogs chronically fed a diet containing excess calcium. *Vet. Pathol.* 1986, **23**, 594–605.
- Hazewinkel H.A.W., Goedegebuure S.A., Poulos P.W., Wollekamp W.T.C.: Influences of chronic calcium excess on the skeletal development of growing Great Danes. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 1985, **21**, 377–391.
- Hazewinkel H.A., Van den Brom W.E., Van 't Klooster A.T., Voorhout G., Van Wees A.: Calcium metabolism in Great Dane dogs fed diets with various calcium and phosphorus levels. *J. Nutr.* 1991, **121** (Supplement), 99–106.

- Voorhout G., Hazewinkel H.A.W.: A radiographic study on the development of the antebrachium in Great Dane pups on different calcium intakes. *Vet. Radiol.* 1987, **28**, 152–157.
- Dobenecker B.: Apparent calcium absorption in growing dogs of two different sizes. *J. Nutr.* 2004, **134** (Supplement), 2151–2153.
- Tryfonidou M.A., Holl M.S., Stevenhagen J.J., Buurman C.J., Deluca H.E., Oosterlaken-Dijksterhuis M.A., van den Brom W.E., van Leeuwen J.P., Hazewinkel H.A.: Dietary 135-fold cholecalciferol supplementation severely disturbs the endochondral ossification in growing dogs. *Domest. Anim. Endocrinol.* 2003, **24**, 265–285.
- Meier H., Clark S.T., Schnelle G.B., Will D.H.: Hypertrophic osteodystrophy associated with disturbance of vitamin C synthesis in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1957, **130**, 483–491.
- Belfield W.O.: Chronic subclinical scurvy and canine hip dysplasia. *Vet. Med. Small Anim. Clin.* 1976, **71**, 1399–1403.
- Fries C.L., Remedios A.M.: The pathogenesis and diagnosis of canine hip dysplasia: a review. *Can. Vet. J.* 1995, **36**, 494–502.
- Platt B.S., Stewart R.J.: Effects of protein-calorie deficiency on dogs. 1. Reproduction, growth and behaviour. *Dev. Med. Child Neurol.* 1968, **10**, 3–24.
- Platt B.S., Stewart R.J.: Effects of protein-calorie deficiency on dogs. 2. Morphological changes in the nervous system. *Dev. Med. Child Neurol.* 1969, **11**, 174–192.
- Nap R.C., Hazewinkel H.A., Voorhout G., Van den Brom W.E., Goedegebuure S.A., Van 't Klooster A.T.: Growth and skeletal development in Great Dane pups fed different levels of protein intake. *J. Nutr.* 1991, **121** (Supplement), 107–113.
- Blum J.W., Zentek J., Meyer H.: The effect of a different energy supply on the growth intensity and skeletal development of growing Great Danes. 2. Effect on insulin-like growth factor I and on thyroid hormones. *Zentralbl. Veterinarmed. A* 1992, **39**, 568–574.
- Carneiro S.C.M.C., Ferreira R.P., Fioravanti M.C.S., Barini A.C., Stringhini J.H., Resende C.M.F., Sommer E., Oliveira A.P.A., Vieira M.S., Paula W.A., Almeida R.L., Mota I.S.: Superalimentação e desenvolvimento do esqueleto de cães da raça Dogue Alemão: aspectos clínicos e radiográficos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2006, **58**, 511–517.
- Dämmrich K.: Relationship between nutrition and bone growth in large and giant dogs. *J. Nutr.* 1991, **121** (Supplement), 114–121.
- Hedhammar A. et al.: Overnutrition and skeletal disease. An experimental study in growing Great Dane dogs. *Cornell Vet.* 1974, **64** (Supplement 5), 1–160.
- Meyer H., Zentek J.: The effect of a different energy supply of growing Great Danes on body weight and skeletal development. 1. Body weight development and energy requirement. *Zentralbl. Veterinarmed. A* 1992, **39**, 130–141.
- Zentek J., Meyer H., Dämmrich K.: The effect of a different energy supply for growing Great Danes on the body mass and skeletal development. 3. Clinical picture and chemical studies of the skeleton. *Zentralbl. Veterinarmed. A* 1995, **42**, 69–80.
- Kealy R.D., Lawler D.F., Ballam J.M., Mantz S.L., Biery D.N., Greeley E.H., Lust G., Segre M., Smith G.K., Stowe H.D.: Effects of diet restriction on life span and age-related changes in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2002, **220**, 1315–1320.
- Huck J.L., Biery D.N., Lawler D.F., Gregor T.P., Runge J.J., Evans R.H., Kealy R.D., Smith G.K.: A longitudinal study of the influence of lifetime food restriction on development of osteoarthritis in the canine elbow. *Vet. Surg.* 2009, **38**, 192–198.
- Kealy R.D., Lawler D.F., Ballam J.M., Lust G., Biery D.N., Smith G.K., Mantz S.L.: Evaluation of the effect of limited food consumption on radiographic evidence of osteoarthritis in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2000, **217**, 1678–1680.
- Kealy R.D., Lawler D.F., Ballam J.M., Lust G., Smith G.K., Biery D.N., Olsson S.E.: Five-year longitudinal study on limited food consumption and development of osteoarthritis in coxofemoral joints of dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1997, **210**, 222–225.
- Kealy R.D., Olsson S.E., Monti K.L., Lawler D.F., Biery D.N., Helms R.W., Lust G., Smith G.K.: Effects of limited food consumption on the incidence of hip dysplasia in growing dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1992, **201**, 857–863.
- Runge J.J., Biery D.N., Lawler D.F., Gregor T.P., Evans R.H., Kealy R.D., Szabo S.D., Smith G.K.: The effects of lifetime food restriction on the development of osteoarthritis in the canine shoulder. *Vet. Surg.* 2008, **37**, 102–107.

## Prace poglądowe

32. Smith G.K., Paster E.R., Powers M.Y., Lawler D.F., Biery D.N., Shofer F.S., McKelvie P.J., Kealy R.D.: Lifelong diet restriction and radiographic evidence of osteoarthritis of the hip joint in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2006, **229**, 690–3.
33. Liesegang A., Füglistaller C., Wichert B.: Welpenfütterung in der Schweiz. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 2009, **151**, 521–8.
34. Schoenherr W.D., MacLeay J.M., Yamka R.M.: Body composition and cartilage biomarkers in 2–18 month old large breed dogs fed two foods designed for growth. ACVIM Forum, Anaheim, CA, USA, 2010.
35. Schoenherr W.D., Macleay J.M., Yamka R.M.: Evaluation of body composition and cartilage biomarkers in large-breed dogs fed two foods designed for growth. *Am. J. Vet. Res.* 2010, **71**, 934–939.
36. Gagné J.W., Wakshlag J.J., Center S.A., Rutzke M.A., Glahn R.P.: Evaluation of calcium, phosphorus, and selected trace mineral status in commercially available dry foods formulated for dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2013, **243**, 658–666.
37. Schlesinger D.P., Joffe D.J.: Raw food diets in companion animals: A critical review. *Can. Vet. J.* 2011, **52**, 50–54.
38. Altunatmaz K., Ozsoy S.: Carpal flexural deformity in puppies. *Veterinarni Medicina* 2006, **51**, 71–74.
39. Dobenecker B., Endres V., Kienzle E.: Energy requirements of puppies of two different breeds for ideal growth from weaning to 28 weeks of age. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. 2013, **97**, 190–196.

---

Lek. wet. mgr inż. zoot. mgr biol. Adam Mirowski, Katedra Nauk Morfologicznych, Wydział Medycyny Weterynaryjnej SGGW, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, e-mail: adam\_mirowski@o2.pl