

# Cynk w żywieniu psów i kotów.

## Część III. Wskazania do suplementacji, naturalne źródła pokarmowe

Adam Mirowski

z Katedry Nauk Morfologicznych Wydziału Medycyny Weterynaryjnej w Warszawie

Żywienie jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na stan zdrowia. Szczególną uwagę należy zwrócić na składniki mineralne. Jednym z niezbędnych dla organizmu pierwiastków jest cynk. W trzeciej części artykułu omówiono wskazania do jego suplementacji. Przedstawiono też naturalne źródła pokarmowe używane w żywieniu psów i kotów.

### Wskazania do suplementacji cynku

Kwestia suplementacji cynku dotyczy zwłaszcza skóry i okrywy włosowej. Stwarza ona możliwość poprawy ich stanu nawet u zdrowych osobników. Wzbogacając dietę w cynk, można ograniczyć przynajmniej częściową utratę wody. Psy żywiące karmą wzbogaconą w ten pierwiastek i kwas linolowy mają bardziej błyszczące włosy (1). Preparaty cynkowe znajdują zastosowanie w leczeniu przede wszystkim

dermatozy cynkozależnej. Podając siarczan cynku doustnie, stosuje się go w dawce wynoszącej 10 mg/kg m.c. dziennie. Dawka dzienna organicznego związku cynku z metioniną wynosi 1,7 mg/kg m.c., a glukonianu cynku 5 mg/kg m.c. Gdy efekty są niezadowolające, dawkę można zwiększyć o 50%. W przypadkach opornych konieczne może być dożylnie podawanie siarczanu cynku (2). U szybko rosnących szceniąt z dermatozą cynkozależną spowodowaną błędami żywieniowymi postępowanie żywieniowe może ograniczyć się do zastosowania zbilansowanej diety. Ustąpienie objawów klinicznych można zaobserwować po mniej więcej kilku tygodniach (3). Próby leczenia cynkiem bullterierów ze śmiertelnym akrodermalnym zapaleniem skóry nie przyniosły pożądanych efektów (4, 5). Nie stwierdzono skuteczności jego suplementacji również w leczeniu wrodzonej parakeratozy płytki nosowej u psów

### Zinc in canine and feline nutrition. Part III. Rationale and recommendations for supplementation, natural sources

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

In Part III of papers reviewing the role of microelements supplementation, the Author focused on presenting the rationale and recommendations for zinc supplementation and its natural sources for small companion animals. Nutrition is among the most important factors influencing animals health status. Special attention should be given to an adequate intake of minerals. One of them is zinc. Zinc supplementation is especially useful in treatment of some skin diseases and liver dysfunctions. Generally, feed ingredients of animal origin are better sources of zinc than those of plant origin.

**Keywords:** veterinary nutrition, zinc, dog, cat.

rasy labrador retriever (6). Suplementacja może być z kolei korzystna dla pacjentów ze zmianami skórными towarzyszącymi chorobom narządów wewnętrznych. Sugeruje się uzupełniać go w przypadku zmian skórnych u psów z niedoczynnością tarczycy (7). Pacjentom ze zmianami skórными w przebiegu glukagonoma zaleca się podawać siarczan cynku (10 mg/kg

m.c. dziennie) razem z wysokowartościowym białkiem żółtka jaja kurzego i kwasami tłuszczowymi (8). Takie postępowanie żywieniowe jest wskazane także wówczas, gdy metaboliczna martwica naskórka jest związana z chorobą wątroby (9, 10).

Cynk jest jedną z substancji, których suplementacja może okazać się pomocna właśnie w przypadku dysfunkcji wątroby (11). Preparaty cynkowe mogą przynieść pewne korzyści pacjentom z przewlekłym zapaleniem wątroby związanym z odkładaniem się miedzi (12). W pracy, w której stwierdzono skuteczność octanu cynku u psów ras bedlington terier i west highland white terier początkowo podawano 200 mg cynku dziennie. Dawkę następnie zmniejszono do 50–100 mg dziennie w celu uniknięcia nadmiernego wzrostu stężenia tego pierwiastka w osoczu krwi (13). Zaleca się, aby w okresie pierwszych 3–6 miesięcy dawka cynku wynosiła 5–10 mg/kg m.c., dwa razy dziennie. Później ulega ona zmniejszeniu o 50%. W okresie suplementacji stężenie cynku w osoczu krwi powinno mieścić się w przedziale od 200 do 400 µg/dl. Stężenie przekraczające 1000 µg/dl może spowodować niedokrwistość hemolityczną (14). W badaniach przeprowadzonych na psach rasy labrador retriever wykazano związek między wysoką podażą miedzi i niską podażą cynku a wysokim stężeniem miedzi w wątrobie. Zauważono, że miedź i cynk w stężeniach występujących w suchych karmach komercyjnych mogą być czynnikiem ryzyka tej choroby u predysponowanych psów (15). Podając dodatek glukonianu cynku osobnikom z podwyższonym stężeniem miedzi w wątrobie, nie stwierdzono jednak, aby zwiększał on skuteczność dietyterapii polegającej na stosowaniu karmy o niskiej zawartości miedzi (16). Ze względu na antyoksydacyjne i przeciwzwłóknieniowe działanie cynku jego suplementacja może być pomocna w przypadku przewlekłego zapalenia wątroby niezwiązanego z odkładaniem się miedzi. Zalecana dawka wynosi 2–3 mg/kg m.c. dziennie (14). W jednej z prac na temat żywienia w chorobach wątroby autorka pisze o podawaniu dodatku cynku, w dawce dziennej wynoszącej 7–8 mg, kotom ze stłuszczeniem wątroby (17).

Uzupełnianie cynku wydaje się zasadne w postępowaniu z osobnikami z biegunką (18). Wskazuje się, że octan cynku może być jednym z dodatków pokarmowych przynoszących pozytywne efekty w przypadku wzdęć u psów, co wynika z ograniczenia wytwarzania siarkowodoru (19). Ponadto opracowano preparat probiotyczny wzbogacony w cynk i selen, który nie tylko korzystnie wpływa na mikroflorę jelitową, ale również jest skutecznym środkiem podwyższającym stężenia tych pierwiastków we krwi psów, zwiększającym

całkowitą zdolność antyoksydacyjną i obniżającym zawartość dialdehydu malonowego – jednego z produktów peroksydacji lipidów (20). Nie dowiedzono skuteczności preparatu zawierającego kompleks cynku z karnozyną oraz witaminę E w łagodzeniu zaburzeń układu pokarmowego wywołanych leczeniem atopowego zapalenia skóry u psów przy użyciu cyklosporyny (21). Nie wykazano też, aby mieszanina tych substancji chroniła psy przed szkodliwym wpływem aspiryny na błonę śluzową żołądka (22). W badaniach przeprowadzonych w warunkach *ex vivo* nie zaobserwowano znaczącego ochronnego działania kompleksu cynku z karnozyną przed zmianami powodowanymi przez kwas solny w błonie śluzowej żołądka psów (23).

Trzeba zwrócić uwagę na znaczenie cynku w żywieniu psów sportowych, między innymi ze względu na jego udział w funkcjonowaniu enzymatycznego układu antyoksydacyjnego, który chroni przed nadmiernym zwiększaniem się zawartości reaktywnych form tlenu (24). W pracy dotyczącej związku między treningiem a metabolizmem tego pierwiastka u psów stwierdzono znaczny wzrost jego stężenia w osoczu krwi po intensywnym wysiłku (25). Mogło to wynikać choćby z uwalniania go z uszkodzonych mięśni. Obserwacje poczynione na ludziach wskazują, że w konsekwencji zwiększone jego ilości mogą być wydalane z moczem (26, 27). Można przypuszczać, że do optymalnego funkcjonowania psy sportowe potrzebują więcej cynku niż osobniki nietreningujące. Wpływ jego suplementacji na organizm psów sportowych wymaga zbadania. Dieta psów sportowych, nawet tych żywionych dobrej jakości karmami komercyjnymi, często jednak uwzględnia mięso. Wydaje się to lepszym rozwiązaniem niż stosowanie suplementów pokarmowych, które mogą zawierać syntetyczne składniki. Mięso obfituje nie tylko w cynk, ale również w wiele innych substancji potrzebnych organizmowi poddawanemu wysiłkowi fizycznemu.

Cynk ma ważne znaczenie dla gruczołu krokowego. Przeprowadzono badania na psach żywionych karmą komercyjną zawierającą 275 mg cynku/kg s.m. Suplementacja tlenku cynku spowodowała znaczny wzrost stężenia tego pierwiastka w wydzielinie gruczołu. Wzbogacanie nim dawki pokarmowej może być obiecującym narzędziem dietyprofilaktyki i dietyterapii chorób tego gruczołu (28). Suplementację cynku warto rozważyć w leczeniu różnych chorób wywołanych przez pasożyty wewnętrzne (29, 30). Używanie preparatów z cynkiem jest zasadne także wówczas, gdy dieta domowa jest niedoborowa w ten pierwiastek. Rozsądniejsze jest jednak ułożenie dawki pokarmowej w taki

sposób, aby odpowiednie jego ilości pochodziły ze źródeł naturalnych.

### Naturalne źródła pokarmowe cynku

Omawiając tematykę naturalnych źródeł pokarmowych cynku, warto prześledzić badania polskich autorów. Istotnymi jego źródłami są pokarmy zwierzęce. Szczególnie zasobna w cynk jest wołowina. Oznaczając cynk w próbkach pobranych w rzeźniach od krów mlecznych z terenu województwa mazowieckiego, stwierdzono, że średnie stężenie w mięśniach wynosi prawie 250 mg/kg s.m. (31). W wątrobie było go niespełna 150 mg/kg s.m. (32). Tkanina mięśniowa trzyczeków zawiera ponad 50, a koźląt niecałe 60 mg cynku/kg (33, 34). Uwzględniając stopień uwodnienia, to zawartością tego pierwiastka dorównują one wołowinie. Gorszym źródłem cynku jest drób. Średnie stężenie w mięśniach kur wynosi mniej więcej 10 mg/kg. Czterokrotnie więcej jest go jednak w wątrobie (35). Treść jaj kurzych zawiera od 9 do ponad 16 mg cynku/kg (36, 37). Najwięcej jest go w żółtku, nawet ponad 40 mg/kg. Znacznie mniej natomiast w białku (38). Jego stężenie w żółtkach jaj kaczych i gęsich przekracza 20 mg/kg (39). Źródłem cynku są też ryby. Stężenie w mięśniach pstrąga tęczowego może dochodzić do mniej więcej 20 mg/kg (40), choć analiza próbek pochodzących ze sklepów na terenie Olsztyna wykazała wartość znacznie niższą, bo wynoszącą około 4 mg/kg. Trochę mniej tego pierwiastka było w łososiu, a trochę więcej w karpniu (41). Warto zwrócić uwagę również na produkty mleczne. Dla przykładu, sery twarogowe wytwarzane z mleka owczego i koziego zawierają od prawie 5 do ponad 18 mg cynku/kg (42). Jego źródłami są także pokarmy roślinne. W ryżu dostępnym na polskim rynku stężenie zasadniczo nie spada poniżej 10 mg/kg (43, 44). W ziarnie pszenicy może przekraczać 30 mg/kg s.m. (45). Podobne ilości tego pierwiastka, w przeliczeniu na suchą masę, mogą być w marchwi (46, 47). Średnia zawartość w 1 kg jabłek nie przekracza 2 mg (48). Generalnie pokarmy roślinne są więc gorszymi źródłami cynku niż pokarmy zwierzęce. Trzeba też mieć na względzie, że mogą one zawierać kwas fitynowy, który ogranicza jego wchłanianie (49, 50, 51). Może ono zostać pogorszone również przez ciężkostrawne węglowodany (52), aczkolwiek przeprowadzono badania, w których wyższej zawartości włókna w diecie suk towarzyszyła wyższa strawność pozorną cynku (53). Pewien udział w podażu cynku ma także woda (54, 55).

Różnice w składzie diet poszczególnych gatunków zwierząt mają swoje odzwierciedlenie w zawartości cynku w organizmie. Jego stężenie w układzie szkieletowym,

w którym się gromadzi, jest wyższe u zwierząt mięsożernych niż u wszystko- lub roślinożernych (56). W ostatnim czasie przeprowadzono badania, w których analizowano stężenia pięciu pierwiastków, między innymi właśnie cynku, w próbkach kości i chrząstki pobranych od lisów, psów i ludzi z północno-zachodniej Polski. Najwięcej cynku wykryto w próbkach pobranych od lisów, a najmniej w próbkach od psów. Psy te były żywione karmami komercyjnymi (57). Opublikowano ponadto wyniki badań, w których oznaczono stężenia dwunastu pierwiastków we krwi psów z tego terenu. Oprócz cynku były to: ołów, kadm, żelazo, glin, miedź, mangan, arsen, stront, chrom, nikiel i wanad. U osobników karmionych wyłącznie jedzeniem domowym stężenia tych pierwiastków, z wyjątkiem strontu, były niższe niż u otrzymujących karmy komercyjne lub karmy komercyjne i jedzenie domowe (58). Można zatem wnioskować, że w dietach domowych stosowanych w żywieniu tych psów dominują składniki ubogie w cynk.

### Pokarm nie jest jedynym źródłem cynku

Cynk dostaje się do organizmu również przez układ oddechowy. Znaczna część psów i kotów większość czasu spędza w domu, dlatego warto zwrócić uwagę na kurz domowy jako źródło tego pierwiastka. Ze względu na zwyczaje behawioralne psów i kotów kurz domowy może dostawać się do ich organizmów także drogą pokarmową. Według badań polskich autorów stężenie cynku w kurzu pobranym w lubelskich mieszkaniach wielokrotnie przewyższa stężenia innych ważnych metali ciężkich (59). Jest go jednak około dwa razy mniej niż w kurzu domowym z mieszkań warszawskich, który pobrano i zbadano kilka lat wcześniej (60). Godne przytoczenia są badania przeprowadzone na dzieciach, według których zawartość cynku w środowisku może oddziaływać na stężenie ołowiu we krwi. Stwierdzono w nich dodatnią zależność między zawartością ołowiu w glebie i kurzu z najbliższego otoczenia miejsca zamieszkania a stężeniem tego pierwiastka we krwi. Związek ten był jednak znacznie mniejszy na obszarach o wysokiej zawartości cynku w glebie i kurzu. Przypuszczalnie mogło to wynikać z hamującego wpływu cynku na absorpcję ołowiu przez organizm (61).

### Podsumowanie

Wybierając sposób żywienia zwierzęcia, warto pamiętać, że zrezygnowanie ze świeżych, w jak najmniejszym stopniu przetworzonych pokarmów zwierzęcych, na rzecz wyłącznie karmy komercyjnej zawierającej syntetyczne dodatki, pociąga

za sobą zubożenie jego diety o wiele cennych składników odżywczych, między innymi w cynk w formie naturalnej. Nasza w tym rola, jako lekarzy weterynarii, aby uświadamiać to opiekunom zwierząt. Nie znaczy to jednak, że stosowanie dawki pokarmowej z dużą ilością mięsa sprawi, że wszystkie tkanki i narządy będą optymalnie zaopatrzone w ten pierwiastek. Znaczna część opiekunów zwierząt uwzględnia jedynie mięso drobiowe, które jest uboższe w cynk niż wiele innych pokarmów pochodzenia zwierzęcego. Dość powiedzieć, że niemalą popularnością cieszy się karmienie psów wyłącznie ryżem, kurczakiem i marchewką. Nie należy do rzadkości, że taka dawka pokarmowa nawet nie jest wzbogacana w odpowiednie suplementy. Rzecz jasna, długotrwałe stosowanie takiej diety nie ma nic wspólnego ze zdrowym żywieniem. Z praktycznego punktu widzenia jest rzeczą kluczową, żeby dieta była urozmaicona. Wskazane jest, aby zawierała jak najwięcej naturalnych pokarmów, zarówno tych bogatych w cynk, jak i tych o niższym jego stężeniu, które z kolei obfitują w inne ważne substancje. Oprócz naturalnych źródeł składników odżywczych dieta może zawierać również pokarmy komercyjne. W ten sposób ułożona dawka pokarmowa, rozważnie zbilansowana, może posłużyć organizmowi lepiej niż jakakolwiek monodieta.

### Piśmiennictwo

- Marsh K.A., Ruedisueli F.L., Coe S.L., Watson T.G.D.: Effects of zinc and linoleic acid supplementation on the skin and coat quality of dogs receiving a complete and balanced diet. *Vet. Dermatol.* 2000, **11**, 277-284.
- Hall J.: Diagnostic dermatology. Zinc responsive dermatosis. *Can. Vet. J.* 2005, **46**, 555-557.
- Costa-Val A.P., Gonçalves S.R.M., Borges K.D.A., Alves E.S., Conceição L.G.: Dermatose responsiva ao zinco em fila brasileiro. *Cienc. Rural* 2010, **40**, 1214-1217.
- Jezyk P.F., Haskins M.E., MacKay-Smith W.E., Patterson D.E.: Lethal acrodermatitis in bull terriers. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1986, **188**, 833-839.
- Smits B., Croft D.L., Abrams-Ogg A.C.G.: Lethal acrodermatitis in bull terriers: a problem of defective zinc metabolism. *Vet. Dermatol.* 1991, **2**, 91-95.
- Pagé N., Paradis M., Lapointe J.M., Dunstan R.W.: Hereditary nasal parakeratosis in Labrador Retrievers. *Vet. Dermatol.* 2003, **14**, 103-110.
- Dodurka H.T., Kayar A., Arun S., Erman M., Bakirel U., Gülyaşar T., Elgin S., Barutcu U.B.: The relationship between dermatological problems and serum zinc and copper levels in experimentally induced hypothyroidism in dogs. *Trop. Vet.* 2005, **23**, 83-86.
- Langer N.B., Jergens A.E., Miles K.G.: Canine glucagonoma. *Comp. Cont. Educ. Pract. Vet.* 2003, **25**, 56-63.
- Byrne K.P.: Metabolic epidermal necrosis-hepatocutaneous syndrome. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 1999, **29**, 1337-1355.
- Pomorska D., Szczepanik M., Łopucka D.: Zespół skórno-wątrobowy. Rozpoznanie i leczenie - wybrany przypadek kliniczny. *Wet. w Prak.* 2007, **4**, 56-58.
- Filburn C.R., Kettenacker R., Griffin D.: Safety and bioavailability in beagles of zinc and vitamin E combined with silybin and phosphatidylcholine. *Intern. J. Appl. Res. Vet. Med.* 2006, **4**, 326-334.
- Glińska-Suchocka K.: Przewlekłe zapalenie wątroby u psów. *Wet. w Prak.* 2009, **6**, 16-18.
- Brewer G.J., Dick R.D., Schall W., Yuzbasiyan-Gurkan V., Mullaney T.P., Pace C., Lindgren J., Thomas M., Padgett G.: Use of zinc acetate to treat copper toxicosis in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1992, **201**, 564-568.

- Honeckman A.: Current concepts in the treatment of canine chronic hepatitis. *Clin. Tech. Small Anim. Pract.* 2003, **18**, 239-244.
- Fieten H., Hooijer-Nouwens B.D., Biourge V.C., Leegwater P.A., Watson A.L., van den Ingh T.S., Rothuizen J.: Association of dietary copper and zinc levels with hepatic copper and zinc concentration in Labrador retrievers. *J. Vet. Intern. Med.* 2012, **26**, 1274-1280.
- Hoffmann G., Jones P.G., Biourge V., van den Ingh T.S., Mesu S.J., Bode P., Rothuizen J.: Dietary management of hepatic copper accumulation in Labrador Retrievers. *J. Vet. Intern. Med.* 2009, **23**, 957-963.
- Center S.A.: Nutritional support for dogs and cats with hepatobiliary disease. *J. Nutr.* 1998, **128** (Supplement), 2733-2746.
- Panda D., Patra R.C., Nandi S., Swarup D.: Oxidative stress indices in gastroenteritis in dogs with canine parvoviral infection. *Res. Vet. Sci.* 2009, **86**, 36-42.
- Giffard C.J., Collins S.B., Stoodley N.C., Butterwick R.F., Batt R.M.: Administration of charcoal, *Yucca schidigera*, and zinc acetate to reduce malodorous flatulence in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2001, **218**, 892-896.
- Ren Z., Zhao Z., Wang Y., Huang K.: Preparation of selenium/zinc-enriched probiotics and their effect on blood selenium and zinc concentrations, antioxidant capacities, and intestinal microflora in canine. *Biol. Trace Elem. Res.* 2011, **141**, 170-183.
- Wilson L.S., Rosenkrantz W.S., Roycroft L.M.: Zinc-carnosine and vitamin E supplementation does not ameliorate gastrointestinal side effects associated with ciclosporin therapy of canine atopic dermatitis. *Vet. Dermatol.* 2011, **22**, 53-60.
- Baan M., Sherding R.G., Johnson S.E.: Effects of zinc-L-carnosine and vitamin E on aspirin-induced gastroduodenal injury in dogs. *J. Vet. Intern. Med.* 2011, **25**, 39-46.
- Hill T.L., Blikslager A.T.: Effect of a zinc L-carnosine compound on acid-induced injury in canine gastric mucosa *ex vivo*. *Am. J. Vet. Res.* 2012, **73**, 659-663.
- Mirowski A.: Żywienie psów sportowych. Cz. III. Białko, witaminy i składniki mineralne. *Mag. Wet.* 2011, **20**, 962-966.
- Lichti E.L., Turner M., Deweese M.S., Henzel J.H.: Zinc concentration in venous plasma before and after exercise in dogs. *Mo. Med.* 1970, **67**, 303-304 passim.
- Lukaski H.C.: Magnesium, zinc, and chromium nutrition and physical activity. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000, **72** (Supplement), 585-593.
- Meludu S.C., Nishimuta M., Yoshitake Y., Toyooka F., Kodama N., Kim C.S., Maekawa Y., Fukuoka H.: Anaerobic exercise - Induced changes in serum mineral concentrations. *Afr. J. Biom. Res.* 2002, **5**, 13-17.
- García Romero G., Valiente C., Ranea G., Rosa D.E., Mattioli G.A., Gobello C., Corrada Y.A.: Efecto de distintos niveles de suplementación dietética con zinc en la fracción prostática del eyaculado canino. *Analecta Veterinaria* 2009, **29**, 28-31.
- Dalla Rosa L., Da Silva A.S., Oliveira C.B., Brum I., Benvenuti E., Dorneles F., Jaques J.A., Tavares K.C., Milletti L.C., Leal M.R., Monteiro S.G.: *Trypanosoma evansi*: effects of zinc and copper in experimentally infected rats. *Exp. Parasitol.* 2012, **131**, 358-362.
- Seyrek K., Karagenc T., Paşa S., Kiral F., Atasoy A.: Serum zinc, iron and copper concentrations in dogs infected with *Hepatozoon canis*. *Acta Vet. Brno* 2009, **78**, 471-475.
- Skibniewski M., Kośla T., Skibniewska E.M.: Zawartość wybranych mikroelementów w mięśniach krów mlecznych. *Ochr. Środ. Zas. Nat.* 2011, **49**, 135-141.
- Skibniewska E.M., Kośla T., Skibniewski M., Węgrzyn E., Madyniak R., Oyrzanowska D.: Zawartość Cu, Zn i Mn w wątrobie i nerkach krów z rejonu woj. mazowieckiego. *Ochr. Środ. Zas. Nat.* 2011, **47**, 104-111.
- Horoszewicz E., Pieniak-Lendzion K., Niedziółka R., Łukasiewicz M.: Porównanie zawartości wybranych metali w tkance mięśniowej oraz narządach wewnętrznych koziołków i tryczków. *Acta Sci. Pol., Zootechnica* 2010, **9**, 15-20.
- Niedziółka R., Pieniak-Lendzion K., Horoszewicz E.: Wpływ czynników żywienia na poziom związków mineralnych w mięsie i narządach wewnętrznych u jagniąt i kozłat. *Ekotoksykologia w Ochronie Środowiska* 2008, 259-264.
- Kołaczkowski R., Dobrzański Z., Górecka H., Moryl A., Grudnik T.: Zawartość metali ciężkich w tkankach kur utrzymywanych w rejonie Zagłębia Miedziowego. *Acta Agrophysica* 2003, **1**, 263-269.
- Dobrzański Z., Jamroz D.: Bioavailability of selenium and zinc supplied to the feed for laying hens in organic and inorganic form. *EJPAL* 2003, **6**, 03.
- Dobrzański Z., Korczyński M., Chojnacka K., Górecki H., Opaliński S.: Influence of organic forms of copper,

- manganese and iron on bioaccumulation of these metals and zinc in laying hens. *J. Elementol.* 2008, **13**, 309-319.
38. Dobrzański Z., Górecki H., Chojnacka K., Górecka H., Synowiec M.: Effect of dietary humic preparations on the content of trace elements in hens' eggs. *Am. J. Agric. Biol. Sci.* 2007, **2**, 234-240.
39. Dobrzański Z., Chojnacka K., Górecka H., Chojnacki A., Wiśniewski J.: Jaja drobiu wodnego jako indyktor skażenia środowiska wiejskiego. *Acta Agrophysica* 2003, **1**, 395-401.
40. Drag-Kozak E., Łuszczek-Trojnar E., Popiek W.: Koncentracja metali ciężkich w tkankach i organach pstrąga tęczowego (*Oncorhynchus mykiss*) w zależności od wieku i sezonu. *Ochr. Środ. Zas. Nat.* 2011, **48**, 161-169.
41. Łuczżyńska J., Tońska E., Borejszo Z.: Zawartość makro- i mikroelementów oraz kwasów tłuszczowych w mięśniach łososia (*Salmo salar* L.), pstrąga tęczowego (*Oncorhynchus mykiss* Walb.) i karpia (*Cyprinus carpio* L.). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2011, **3**, 162-172.
42. Baran J., Pieczonka W., Pompa-Roborzynski M.: Składniki mineralne w serach i w serwatce otrzymanych z mleka owczego i koziego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2011, **5**, 132-140.
43. Grembecka M., Szefer P.: Magnez, fosfor, żelazo i cynk w wybranych gatunkach ryżu. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2009, **42**, 177-181.
44. Kot A., Zaręba S., Wyszogrodzka-Koma L.: Ocena zawartości miedzi i cynku w wybranych produktach zbożowych. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2011, **44**, 32-37.
45. Kwasowski W., Oktaba L.: Ocena zawartości ołowiu i cynku w wybranych organach pszenicy (*Triticum aestivum*) uprawianej przy trasie szybkiego ruchu Warszawa-Poznań. *Ochr. Środ. Zas. Nat.* 2011, **48**, 498-507.
46. Bosiacki M., Golcz A.: Zinc and copper content in vegetables grown near communication routes in Środa Wielkopolska commune. *Rocz. AR Pozn., Ogrodn.* 2004, **37**, 13-17.
47. Śmiechowska M., Florek A.: Zawartość metali ciężkich w wybranych warzywach z uprawy konwencjonalnej, ekologicznej i działkowej. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 2011, **56**, 152-156.
48. Krejpcio Z., Sionkowski S., Bartela J.: Safety of fresh fruits and juices available on the Polish market as determined by heavy metal residues. *Pol. J. Environ. Stud.* 2005, **14**, 877-881.
49. Sousa C.A., Stannard A.A., Ihrke P.J., Reinke S.I., Schmeitzel L.P.: Dermatitis associated with feeding generic dog food: 13 cases (1981-1982). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1988, **192**, 676-680.
50. Thoday K.L.: Diet-related zinc-responsive skin disease in dogs: a dying dermatosis? *J. Small Anim. Pract.* 1989, **30**, 213-215.
51. Van Den Broek A.H.M., Thoday K.L.: Skin disease in dogs associated with zinc deficiency: a report of five cases. *J. Small Anim. Pract.* 1986, **27**, 313-323.
52. Zentek J.: Beobachtungen zur scheinbaren Verdaulichkeit von Kupfer, Eisen, Zink und Mangan beim Hund. *Dtsch. Tierarztl. Wochenschr.* 1995, **102**, 310-315.
53. Malafaia M.I.F.R., Ribeiro M.D., Silva M.R., Malafaia P., Lana Â.M.Q.: Consumo e digestibilidade aparente de minerais em dietas para cães contendo polpa de citros e folha de alfafa. *Ciência Rural, Santa Maria* 2002, **32**, 863-867.
54. Barton H.: Predicted intake of trace elements and minerals via household drinking water by 6-year-old children from Krakow, Poland. Part 5: Zinc. *Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Expo. Risk Assess.* 2010, **27**, 315-326.
55. Januszko O., Madej D., Postaleniec E., Brzozowska A., Pietruszka B., Kaluza J.: Spożycie składników mineralnych z wodą pitną przez młode kobiety. *Rocz. Panstw. Zakł. Hig.* 2012, **63**, 43-50.
56. Rheingold A.L., Hues S., Cohen M.N.: Strontium and zinc content in bones as an indication of diet. *J. Chem. Educ.* 1983, **60**, 233-234.
57. Lanocha N., Kalisinska E., Kosik-Bogacka D.I., Budis H., Sokolowski S., Bohatyrewicz A.: Comparison of metal concentrations in bones of long-living mammals. *Biol. Trace Elem. Res.* 2013, **152**, 195-203.
58. Tomza-Marciniak A., Pilarczyk B., Bąkowska M., Ligocki M., Gaik M.: Lead, cadmium and other metals in serum of pet dogs from an urban area of NW Poland. *Biol. Trace Elem. Res.* 2012, **149**, 345-351.
59. Staszowska A.: Poziomy metali ciężkich w kurzu domowym z obszaru Lublina. *Proceedings of ECOpole 2010*, **4**, 489-493.
60. Tatur A., Gromadka P., Wasilowska A.: Heavy metals in house dust from Warsaw. *Chemia i Inżynieria Ekologiczna* 2006, **13**, 695-702.
61. Noonan C.W., Kathman S.J., Sarasua S.M., White M.C.: Influence of environmental zinc on the association between environmental and biological measures of lead in children. *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.* 2003, **13**, 318-323.

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