

## Zinc in canine and feline nutrition. Part II. Influence of diet on the zinc supply

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

This paper aims at the presentation of zinc role in dogs and cats nutrition. Nutrition is the most important factor influencing animal health status. Special attention should be given to an adequate supply of minerals. One of them is zinc. Here, some practical advices concerning zinc supply in dog and cat feeding are presented. First of all, reasonable nutrition of dogs and cats should avoid the mono diets. Using non-commercial sources of zinc can be beneficial. Home-prepared diets often contain less zinc than is recommended. Diets containing non-commercial components should be correctly balanced. Current knowledge about proper diet formulation to meet nutrient requirements of dogs and cats is not sufficiently spread among practitioners and this article may help to add some important information on this subject.

**Keywords:** zinc, dog, cat, diet formulation.

Zywnienie 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 tej części artykułu zostaną przedstawione uwagi praktyczne dotyczące problematyki podaży cynku w żywieniu psów i kotów.

### Rozsądne żywienie psów i kotów – unikanie monodiety

Obecnie produkowane karmy komercyjne zasadniczo spełniają zalecenia odnośnie do zawartości cynku, aczkolwiek jego stężenie w karmach gorszej jakości może być zbyt niskie. Warto jednak zastanowić się, czy fakt, że dana pełnoporcjowa karma komercyjna spełnia wymagania stawiane tego rodzaju karmom jest równoznaczny z tym, iż rzeczywiście zaspokoi ona zapotrzebowanie organizmu. Można w tym miejscu przytoczyć pracę, w której badano absorpcję pozorną cynku z suchej karmy komercyjnej dla psów. Stwierdzono, że wynosi ona zaledwie 11,5% (1), jakkolwiek w innych pracach obserwowano wyższe wartości (2, 3). Jednocześnie trzeba wziąć pod uwagę, że surowce używane do produkcji karm komercyjnych często są ubogie w różne cenne składniki odżywcze. Używanie tego rodzaju surowców pociąga za sobą konieczność uzupełniania tych składników w postaci dodatków, między innymi mineralnych. W procesie produkcji nierzadko są

## Cynk w żywieniu psów i kotów. Część II. Wpływ rodzaju diety na zaopatrzenie w cynk

Adam Mirowski

z Katedry Nauk Morfologicznych Wydziału Medycyny Weterynaryjnej w Warszawie

one dodawane jedynie w stężeniach minimalnych bądź tylko nieznacznie je przekraczających.

W nauce o żywieniu człowieka podkreśla się, że ryzyko niedoborów pokarmowych oraz przedawkowania różnych substancji można zminimalizować, stosując dietę ułożoną w rozsądny sposób, odpowiednio urozmaiconą, uwzględniającą jak najwięcej produktów naturalnych, a jak najmniej dodatków pokarmowych, które często zawierają składniki odżywcze w postaci syntetycznej. Unika się sytuacji, w których codzienna dieta składa się z produktów ubogich w różne cenne składniki odżywcze i jednocześnie jest uzupełniana suplementami. W żywieniu psów i kotów powszechna komercja doprowadziła jednak do tego, że część opiekunów zwierząt jest przekonana, że sformułowanie „żywienie psów i kotów” jest jednoznaczne ze sformułowaniem „karmy komercyjnej”. Problematyka ta jest bardzo szeroka, a jej omówienie wymagałoby odrębnego opracowania. Porzucając aspekt komercyjny i patrząc wyłącznie z żywieniowego punktu widzenia, trzeba jednak stwierdzić, że rozsądne żywienie psów i kotów wymaga unikania monodiety, co wiąże się z koniecznością urozmaicenia dawki odpowiednimi pokarmami niekomercyjnymi. Jednym z wielu powodów takiego postępowania jest ograniczanie ryzyka, że zwierzę przez długi czas będzie pobierało niezbędny składnik odżywczy w stężeniach zbliżonych do minimalnego, przy jednoczesnej niskiej jego dostępności biologicznej. Należy w tym miejscu podkreślić, że zalecane minimalne wartości odnoszące się do podaży składników odżywczych uwzględniają pewien margines bezpieczeństwa. Niemniej trzeba też pamiętać, że brak objawów klinicznych niedoboru któregoś z nich nie świadczy jeszcze o tym, że organizm jest zaopatrzony w niego w sposób optymalny oraz zbliżony do optymalnego. Inną kwestią jest fakt, że zalecenia żywieniowe obejmują ograniczoną liczbę składników odżywczych. Dieta ułożona w rozsądny sposób, odpowiednio urozmaiconą, uwzględniającą jak najwięcej produktów naturalnych, może dostarczać mnóstwo cennych substancji.

### Diety domowe często zawierają mniej cynku niż wynika to z zaleceń żywieniowych

Warto się zastanowić, czy urozmaicenie diety pokarmami niekomercyjnymi bądź stosowanie tylko tego rodzaju pokarmów zapewni organizmowi odpowiednią ilość cynku. Okazuje się bowiem, że diety domowe często zawierają mniej tego pierwiastka, niż wynika to z zaleceń AAFCO (Association of American Feed Control Officials) i NRC (National Research Council). Są to zarówno tradycyjne domowe dawki pokarmowe (4) i diety wegetariańskie (5), jak i diety BARF (biologically appropriate raw food – odpowiedni biologicznie surowy pokarm; 6). Niższą zawartość cynku w dietach domowych potwierdzają badania, w których analizowano składy kilkudziesięciu tego rodzaju diet dla pacjentów z przewlekłą chorobą nerek. Stwierdzono, że ponad 61% diet dla psów i ponad 67% diet dla kotów zawiera go mniej, niż zaleca NRC (7). Nie bez znaczenia pozostaje jednak to, iż doświadczenia żywieniowe, mające na celu określenie zapotrzebowania psów i kotów na różne składniki odżywcze, przeprowadza się głównie pod kątem możliwości wykorzystania ich wyników w produkcji karm komercyjnych. Badania nad zapotrzebowaniem na cynk przeprowadzano więc głównie z użyciem dawek pokarmowych, które składem w dużym stopniu przypominały właśnie tego rodzaju karmy, czyli zawierały znaczne ilości surowców roślinnych (sojowych i zbożowych) oraz produktów ubocznych (8, 9, 10). Zawarty w nich cynk pochodził nie tylko ze źródeł naturalnych, ale także z dodatków mineralnych, między innymi w formie nieorganicznej. Występujące w organizmie interakcje między składnikami pochodzącymi z tych źródeł nie muszą odzwierciedlać interakcji zachodzących między składnikami pobieranymi wraz z pokarmami niekomercyjnymi. Biodostępność cynku z karm przemysłowych może w znacznym stopniu różnić się od jego biodostępności z komponentów używanych w dietach domowych.

W trwających rok badaniach przeprowadzonych na gepardach trzymanyh w niewoli, osobniki karmione mięsem z dodatkiem mineralno-witaminowym miały

o 33% wyższe stężenie cynku w osoczu krwi niż osobniki otrzymujące karmę komercyjną. Dieta mięsna zapewniła wyższe stężenie tego pierwiastka, mimo że zawierała go trochę mniej niż karma komercyjna (11). W badaniach przeprowadzonych na kurczętach wykazano, że cynk zawarty w surowym i gotowanym schabie charakteryzuje się wyższą dostępnością biologiczną mniej więcej o 40%, w porównaniu z cynkiem w formie siarczanu (12).

Trzeba jednak przytoczyć też pracę, w której nie stwierdzono istotnych różnic w dostępności biologicznej cynku u kurcząt otrzymujących siarczan cynku lub wątrobę wieprzową bogatą w ten pierwiastek (13). Interesujące badania przeprowadzono również na ludziach. Podając im fasolę pogarszającą biodostępność cynku, razem z siarczanem cynku lub z taką samą ilością tego pierwiastka, lecz zawartego w małżach ostrygowatych, nie odnotowano istotnych różnic w jego stężeniu w osoczu krwi w ciągu czterech godzin po posiłku. Wystąpiły one natomiast w przypadku zastąpienia fasoli tortillą kukurydzianą, która jeszcze gorzej oddziałuje na biodostępność cynku. Co ciekawe, stężenie było wyższe u osób otrzymujących siarczan cynku (14). Niestety autor nie znalazł żadnych badań przeprowadzonych w tym zakresie na psach lub kotach. Warto w tym miejscu przytoczyć pracę, która została zaprezentowana w 2009 r. na kongresie w São Paulo w Brazylii. Podkreślono w niej jak mało jest robione w zakresie porównywania wpływu na organizm karm komercyjnych z pokarmami niekomercyjnymi. Co więcej, przedstawiono także przyczyny tego problemu (15).

### Rozważne bilansowanie dawek pokarmowych zawierających niekomercyjne źródła cynku

Czy żywienie zwierzęcia pokarmem przygotowywanym w domu, który zawiera mniej cynku, niż wynika to z zaleceń AAFCO i NRC, zawsze będzie miało negatywne skutki? W wyżej przytoczonych badaniach nad tradycyjnymi domowymi dawkami pokarmowymi używanymi w żywieniu psów nie stwierdzono objawów klinicznych niedoboru składników odżywczych, mimo że zawartość niektórych, między innymi właśnie cynku, była niższa, niż zaleca AAFCO; badania te trwały tylko trzydzieści dni. Należy ponadto wziąć pod uwagę, że, jak już wcześniej wspomniano, zalecane minimalne wartości odnoszące się do podaży składników odżywczych uwzględniają pewien margines bezpieczeństwa (4). W badaniach nad użytecznością diet wegetariańskich wykryto liczne przypadki obniżonej zawartości pierwiastków śladowych, między innymi

właśnie cynku, w osoczu krwi dorosłych psów nimi żywionych. Niemniej jednak, mimo niezbilansowania znacznej części dawek pokarmowych, nie obserwowano problemów klinicznych u tych psów (5). Trzeba zwrócić uwagę też na pracę dotyczącą diet BARE, w której notowano sporadyczne przypadki problemów skórnych u dorosłych psów nimi żywionych. Porównując podaż niektórych składników mineralnych i witamin z zaleceniami NRC, wykazano, że znaczna część tych diet dostarcza mniej nie tylko cynku, ale również innych substancji. Mimo tego, oprócz sporadycznych przypadków problemów skórnych, nie stwierdzono innych objawów klinicznych, które mogłyby wynikać z niedoborów pokarmowych. Autorzy doszli do wniosku, że ich obserwacje nasuwają pytanie, czy zalecenia są przeszacowane, czy niektóre objawy pozostają niezauważone, ewentualnie pojawiają się po długotrwałym stosowaniu takiej diety (6).

Warto zastanowić się też nad tym, czy porównania składu chemicznego diet domowych z zaleceniami AAFCO i NRC są miarodajne. Mając na względzie między innymi metodykę badań naukowych, rodzaj używanych surowców i oddziaływanie różnych czynników na dostępność biologiczną składników odżywczych, można dojść do wniosku, że takie porównania w odniesieniu do wielu składników nie są miarodajne. Z pewnością nie można traktować zaleceń żywieniowych dotyczących zawartości składników odżywczych, a przynajmniej części z nich, w sposób bezkrytyczny. Odnosząc wnioski płynące z badań naukowych do zwierząt żywionych dietami domowymi lub mieszanymi, co więcej, utrzymywanych w warunkach domowych, trzeba to robić z pewną ostrożnością. Ma to ważne znaczenie praktyczne zarówno dla nas, jak i dla opiekunów naszych pacjentów. Można bowiem spotkać się z opinią, że bezpieczniej jest stosować karmy komercyjne, gdyż diety domowe często są niezbilansowane. Sądzi się tak choćby właśnie na podstawie porównań ich składu chemicznego z zaleceniami AAFCO i NRC. Na tej podstawie nie można jednak powiedzieć, że dana domowa dawka pokarmowa jest nieodpowiednia dla konkretnego osobnika, chyba że widoczne są ewidentne odstępstwa.

Jednocześnie trzeba wyraźnie podkreślić, że dawki pokarmowe, zarówno te składające się z karmy przemysłowej i pokarmów niekomercyjnych, jak i składające się wyłącznie z pokarmów niekomercyjnych, należy rozważnie bilansować. Używanie naturalnych źródeł składników odżywczych ogranicza ryzyko ich przedawkowania. Jeżeli jednak dawka jest niedoborowa w jakiś składnik, z punktu widzenia rzeczywistego zapotrzebowania konkretnego

organizmu, to jej stosowanie doprowadzi w końcu do wystąpienia objawów niedoboru. Bez wątpienia uwzględnianie w prawidłowo zbilansowanej diecie odpowiednich pokarmów niekomercyjnych może wyjść zwierzęciu na zdrowie. Nie powinna to być jednak dieta nieurozmaicona i monotonna. Mając na względzie, że niemała część psów będących na diecie domowej przez całe dorosłe życie jest karmiona wyłącznie ryżem, kurczakiem i marchewką z dodatkiem suplementów pokarmowych, a czasami nawet bez nich, musimy zwracać na to baczną uwagę.

### Czy zalecenia dotyczące podaży cynku są optymalne?

Wiedza na temat żywienia psów i kotów nie jest jeszcze wystarczająca i musimy włożyć wiele wysiłku nim w miarę dobrze poznamy wszystkie aspekty z tym związane. Można przytoczyć pracę opublikowaną w 2011 r. (16), w której przeanalizowano wyniki kilkudziesięciu badań i na ich podstawie oszacowano podaż składników odżywczych w diecie wolno żyjących, zdziczałych kotów. W celu zminimalizowania wpływu człowieka na ich dietę wzięto pod uwagę tylko te badania, w których pokarmy niezwiązane z posiłkami ludzi stanowiły nie mniej niż 95% pobranej biomasy. Oszacowano, że dieta tych kotów jest bogatsza w cynk, niż wynika to z zaleceń NRC. Istotne rozbieżności odnotowano także w przypadku innych składników odżywczych. Skład diety znacznej części kotów utrzymywanych w warunkach domowych odbiega zatem od tego, co można zaobserwować w warunkach zbliżonych do naturalnych i do czego tak naprawdę organizm kota jest przystosowany. Według Plantinga i wsp. (16) wyniki ich pracy oraz przyszłych badań mogą zostać wykorzystane do poprawy żywienia kotów, co może przyczynić się do polepszenia stanu ich zdrowia.

### Objawy nadmiaru cynku występują rzadziej niż jego niedoboru

Zaczęto opisywać różne choroby dietozależne, a częstość występowania innych wzrosła w dobie stosowania karm komercyjnych. Jedną z takich chorób jest dermatoza cynkozależna (15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28). Z biegiem czasu jakość tych karm uległa poprawie, co ograniczyło występowanie przynajmniej części z tych chorób, między innymi właśnie dermatozy cynkozależnej. W pewnym stopniu następstwem tego jest jednak przywiązywanie bardzo dużej uwagi do kwestii zbilansowania diety, co ma zapewnić – powszechnie promowane – żywienie zwierząt wyłącznie pełnoporcjową karmą komercyjną.

W efekcie tego część opiekunów zwierząt nie uwzględniła w diecie swoich podopiecznych świeżych, nieprzetworzonych źródeł wielu cennych substancji. Pomijają się znaczenie różnic osobniczych oraz fakt, że obecna wiedza na temat zapotrzebowania poszczególnych grup psów i kotów na różne składniki odżywcze nie jest jeszcze wystarczająca. Dotyczy to zwłaszcza mikroelementów, co wynika między innymi z dużej liczby czynników oddziałujących na ich dostępność biologiczną.

Inną konsekwencją zapadania zwierząt na opisywane w literaturze naukowej choroby na tle wadliwego żywienia jest nadmierne stosowanie różnych suplementów pokarmowych. Nieuzasadnione i nieprze-myślane ich używanie może niestety doprowadzić do przedawkowania. Jakkolwiek w odniesieniu do cynku problematyka za-truć dotyczy głównie przypadków spowodowanych połączaniem przez psy ciał obcych zawierających tę substancję. Wśród objawów klinicznych można wymienić wymioty, biegunkę i niedokrwistość hemolityczną. Może dojść do zaburzeń funkcjonowania nerek, trzustki i wątroby. Notowano nawet przypadki śmiertelne (29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42). U kociąt, które miały długotrwały kontakt z żelazem pokrytym cynkiem wystąpiły objawy ze strony układu nerwowego. Doszło u nich również do utraty naturalnej barwy włosów. Powiązано to z wtórnym niedoborem miedzi (43).

Opublikowano niewiele prac dotyczących niepożądanych skutków suplementacji związków cynku u psów i kotów. W trwającym siedemdziesiąt tygodni doświadczeniu z użyciem kapsulek zawierających siarczan cynku u otrzymujących je psów wystąpiła niedokrwistość. Początkowo związek ten podawano w dawce dziennej wynoszącej 200 mg/kg m.c. Ze względu na utrzymujące się wymioty zmniejszono dawkę do 100, a następnie do 50 mg/kg m.c. (44). Trzeba przytoczyć też badania, w których odsadzone szczenięta żywiono suchą karmą komercyjną z dodatkiem mleka krowiego i gotowanych jajek. Grupie doświadczalnej dodatkowo podawano siarczan cynku w ilości 100 ppm. Efektem suplementacji były niższe stężenia miedzi, wapnia i magnezu w surowicy krwi (45). W badaniach z użyciem tlenku cynku stwierdzono, że psy i koty dobrze tolerują wysoką podaż tego pierwiastka. U niektórych kotów obserwowano jednak utratę apetytu, zmniejszenie masy ciała i zmiany patologiczne w trzustce (46, 47). Nie wykazano ujemnego wpływu wysokiej podaży cynku na tkankę kostną u psów (48). Mimo stosunkowo niskiej toksyczności cynku, preparaty go zawierające powinny się stosować w sposób uzasadniony i przemyślany. W trzeciej

części artykułu zostaną omówione wskazania do suplementacji tego pierwiastka. Zostaną ponadto przedstawione jego naturalne źródła pokarmowe.

## Piśmiennictwo

- Kastenmayer P., Czarnecki-Maulden G.L., King W.: Mineral and trace element absorption from dry dog food by dogs, determined using stable isotopes. *J. Nutr.* 2002, **132** (Supplement), 1670-1672.
- Malafai M.I.F.R., Ribeiro M.D., Silva M.R., Malafai P., Lana A.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.
- Ózpinar H., Abas I., Bilal T., Demirel G.: Investigation of excretion and absorption of different zinc salts in puppies. *Lab. Anim.* 2001, **35**, 282-287.
- Streiff E.L., Zwischenberger B., Butterwick R.F., Wagner E., Iben C., Bauer J.E.: A comparison of the nutritional adequacy of home-prepared and commercial diets for dogs. *J. Nutr.* 2002, **132** (Supplement), 1698-1700.
- Engelhard R.: *Feldstudie zur vegetarischen Ernährung von Hunden und Katzen*. Praca doktorska, Ludwig-Maximilians-Universität München, 1999.
- Dillitzer N., Becker N., Kienzle E.: Intake of minerals, trace elements and vitamins in bone and raw food rations in adult dogs. *Br. J. Nutr.* 2011, **106** (Supplement 1), 53-56.
- Larsen J.A., Parks E.M., Heinze C.R., Fascetti A.J.: Evaluation of recipes for home-prepared diets for dogs and cats with chronic kidney disease. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2012, **240**, 532-538.
- Booles D., Burger I.H., Whyte A.L., Anderson R.S., Carlos G.M., Robinson J.P.: Effects of two levels of zinc intake on growth and trace element status in Labrador puppies. *J. Nutr.* 1991, **121** (Supplement), 79-80.
- Kane E., Morris J.G., Rogers Q.R., Ihrke P.J., Cupps P.T.: Zinc deficiency in the cat. *J. Nutr.* 1981, **111**, 488-495.
- Vester B.M., Karr-Lilienthal L.K., Tomlinson D.J., Swanson K.S., Fahey G.C. Jr.: Indicators of zinc status of weaning puppies are affected by zinc dietary concentration. *Prof. Anim. Sci.* 2007, **23**, 448-453.
- Bechtel U., Mortenson J., Dierenfeld E.S., Cheeke P., Keller M., Holick M., Chen T.C., Rogers Q.: Diet composition and blood values of captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*) fed either supplemented meat or commercial food preparations. *J. Zoo Wildl. Med.* 2002, **33**, 16-28.
- Hortin A.E., Bechtel P.J., Baker D.H.: Efficacy of pork loin as a source of zinc and effect of added cysteine on zinc bioavailability. *J. Food Sci.* 1991, **56**, 1505-1507.
- Aoyagi S., Hiney K.M., Baker D.H.: Estimates of zinc and iron bioavailability in pork liver and the effect of sex of pig on the bioavailability of copper in pork liver fed to male and female chicks. *J. Anim. Sci.* 1995, **73**, 793-798.
- Solomons N.W., Jacob R.A., Pineda O., Viteri F.: Studies on the bioavailability of zinc in man. II. Absorption of zinc from organic and inorganic sources. *J. Lab. Clin. Med.* 1979, **94**, 335-343.
- Malik R.: Controversies in feline nutrition. *Proceedings of the 34th World Small Animal Veterinary Congress WSAVA 2009*, São Paulo, Brazil, 2009.
- Plantinga E.A., Bosch G., Hendriks W.H.: Estimation of the dietary nutrient profile of free-roaming feral cats: possible implications for nutrition of domestic cats. *Br. J. Nutr.* 2011, **106** (Supplement 1), 35-48.
- 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.
- Dzanic D.A.: Safety of ethoxyquin in dog foods. *J. Nutr.* 1991, **121** (Supplement), 163-164.
- Edinboro C.H., Scott-Moncrieff J.C., Glickman L.T.: Feline hyperthyroidism: potential relationship with iodine supplement requirements of commercial cat foods. *J. Feline Med. Surg.* 2010, **12**, 672-679.
- Gershoff S.N., Norkin S.A.: Vitamin E deficiency in cats. *J. Nutr.* 1962, **77**, 303-308.
- Green P.D., Lemckert J.W.: Vitamin E and selenium responsive myocardial degeneration in dogs. *Can. Vet. J.* 1977, **18**, 290-291.
- Hilton J.W.: Potential nutrient deficiencies in pet foods. *Can. Vet. J.* 1989, **30**, 599-604.
- Pion P.D., Kittleson M.D., Rogers Q.R., Morris J.G.: Myocardial failure in cats associated with low plasma taurine: a reversible cardiomyopathy. *Science* 1987, **237**, 764-768.
- Pion P.D., Kittleson M.D., Thomas W.P., Skiles M.L., Rogers Q.R.: Clinical findings in cats with dilated cardiomyopathy and relationship of findings to taurine deficiency. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1992, **201**, 267-274.
- Siewert F.: *Entwicklung der Ernährungsforschung bei der Katze (bis 1975)*. Inaugural dissertation. Institut für Tierernährung der Tierärztlichen Hochschule Hannover, Hannover, 2003.
- Sousa C.A., Stannard A.A., Ihrke P.J., Reinke S.I., Schmetz L.P.: Dermatitis associated with feeding generic dog food: 13 cases (1981-1982). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1988, **192**, 676-680.
- Thoday K.L.: Diet-related zinc-responsive skin disease in dogs: a dying dermatosis? *J. Small Anim. Pract.* 1989, **30**, 213-215.
- 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.
- Bexfield N., Archer J., Herrtage M.: Heinz body hemolytic anaemia in a dog secondary to ingestion of a zinc toy: a case report. *Vet. J.* 2007, **174**, 414-417.
- Blundell R., Adam F.: Haemolytic anaemia and acute pancreatitis associated with zinc toxicosis in a dog. *Vet. Rec.* 2013, **172**, 17.
- Clancey N.P., Murphy M.C.: Zinc-induced hemolytic anemia in a dog caused by ingestion of a game-playing die. *Can. Vet. J.* 2012, **53**, 383-386.
- Gandini G., Bettini G., Pietra M., Mandrioli L., Carpenè E.: Clinical and pathological findings of acute zinc intoxication in a puppy. *J. Small Anim. Pract.* 2002, **43**, 539-542.
- Gurnee C.M., Drobatz K.J.: Zinc intoxication in dogs: 19 cases (1991-2003). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2007, **230**, 1174-1179.
- Hammond G.M., Loewen M.E., Blakley B.R.: Diagnosis and treatment of zinc poisoning in a dog. *Vet. Hum. Toxicol.* 2004, **46**, 272-275.
- Latimer K.S., Jain A.V., Inglesby H.B., Clarkson W.D., Johnson G.B.: Zinc-induced hemolytic anemia caused by ingestion of pennies by a pup. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1989, **195**, 77-80.
- Luttgen P.J., Whitney M.S., Wolf A.M., Scruggs D.W.: Heinz body hemolytic anemia associated with high plasma zinc concentration in a dog. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1990, **197**, 1347-1350.
- Meurs K.M., Breitschwerdt E.B., Baty C.J., Young M.A.: Postsurgical mortality secondary to zinc toxicity in dogs. *Vet. Hum. Toxicol.* 1991, **33**, 579-583.
- Mikszewski J.S., Saunders H.M., Hess R.S.: Zinc-associated acute pancreatitis in a dog. *J. Small Anim. Pract.* 2003, **44**, 177-180.
- Robinette C.L.: Toxicology of selected pesticides, drugs, and chemicals. Zinc. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 1990, **20**, 539-544.
- Shaw D.P., Collins J.E., Murphy M.J.: Pancreatic fibrosis associated with zinc toxicosis in a dog. *J. Vet. Diagn. Invest.* 1991, **3**, 80-81.
- Torrance A.G., Fulton R.B. Jr.: Zinc-induced hemolytic anemia in a dog. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1987, **191**, 443-444.
- Volmer P.A., Roberts J., Meerdink G.L.: Anuric renal failure associated with zinc toxicosis in a dog. *Vet. Hum. Toxicol.* 2004, **46**, 276-278.
- Hendriks W.H., Allan F.J., Tarttelin M.F., Collett M.G., Jones B.R.: Suspected zinc-induced copper deficiency in growing kittens exposed to galvanized iron. *N. Z. Vet. J.* 2001, **49**, 68-72.
- Hagan E.C., Radomski J.L., Nelson A.A.: Blood and bone marrow effects of feeding zinc sulfate to rats and dogs. *J. Am. Pharm. Assoc. Am. Pharm. Assoc. (Baltim.)* 1953, **42**, 700-702.
- Sarikaya A.E.: Sütten Kesilmiş Köpek Yavrularının Mamarlarına Katılan Çinko Sülfatın Büyüme Performansı ve Kan Parametrelerine Etkisi. *Sağlık Bilimleri Dergisi* 2011, **20**, 50.
- Drinker K.R., Thompson P.K., Marsh M.: An investigation of the effect of long-continued ingestion of zinc, in the form of zinc oxide, by cats and dogs, together with observations upon the excretion and the storage of zinc. *Am. J. Physiol.* 1927, **80**, 31-64.
- Scott D.A., Fisher A.M.: Studies on the pancreas and liver of normal and of zinc-fed cats. *Am. J. Physiol.* 1937, **121**, 253-260.
- Anderson C., Danylchuk K.D.: The effect of chronic excess zinc administration on the haversian bone remodelling system and its possible relationship to "Itai-Itai" disease. *Environ. Res.* 1979, **20**, 351-357.

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