

**Major dietary sources of n-3 long chain polyunsaturated fatty acids in dogs and cats**

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

This review aims at the presentation of veterinary formulated food for dogs and cats. Dietary fortification with health promoting nutrients is becoming increasingly popular in veterinary nutrition. N-3 long chain polyunsaturated fatty acids (n-3 LC-PUFA), mainly docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3) and eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5n-3), are among these nutrients. DHA is necessary for optimal nervous system development and function. Proper supply of DHA is essential for pregnant and lactating females and for young animals. Dietary fortification with DHA can improve cognitive, memory, psychomotor and retinal functions in growing animals. DHA is one of the nutrients that can attenuate negative effects of brain ageing and dementia. DHA and EPA have anti-inflammatory and immunomodulatory properties. Supplementation with these nutrients are popular in veterinary dermatology. These fatty acids are also very important for cancer patients. They can be useful in the nutritional management of kidney diseases, cardiovascular diseases and osteoarthritis. Oily fishes and fish oils are the major dietary sources of DHA and EPA. Dog and cat diets should include food rich in these fatty acids. The aim of this paper was to present the major dietary sources of n-3 long chain polyunsaturated fatty acids.

**Keywords:** veterinary nutrition, DHA, EPA, fish, fish oil, dog, cat.

W dietetyce weterynaryjnej coraz większą uwagę przywiązuje się do wzbogacania diety w składniki o właściwościach prozdrowotnych. Należą do nich długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe rodziny n-3, zwłaszcza kwasy dokozaheksaenowy (DHA, 22:6n-3) i eikozapentaenowy (EPA, 20:5n-3). DHA jest niezbędny do prawidłowego rozwoju i funkcjonowania układu nerwowego, w którym gromadzi się w dużych ilościach. Z tego względu odpowiednia jego podaż jest ważna zwłaszcza w okresie ciąży i laktacji oraz w żywieniu osobników młodych. Suplementacja może mieć korzystny wpływ na rozwój psychoruchowy (1, 2). Może przynieść pozytywne efekty również w profilaktyce i leczeniu zaburzeń poznawczych postępujących wraz z wiekiem (3). DHA i EPA działają przeciwwzapalnie i immunomodulująco (4, 5). Suplementację tych kwasów powszechnie stosuje się w dermatologii weterynaryjnej (6). Stanowią one ważny składnik dawek pokarmowych dla zwierząt chorych

## Główne źródła pokarmowe długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych rodziny n-3 dla psów i kotów

Adam Mirowski

z Katedry Nauk Morfologicznych Wydziału Medycyny Weterynaryjnej w Warszawie

na nowotwory (7). Mogą być użyteczne w chorobach nerek i układu krążenia, a także w przypadku choroby zwyrodnieniowej stawów (8, 9, 10, 11). Prozdrowotne właściwości DHA i EPA badano, używając najczęściej obu tych kwasów naraz, a nie oddzielnie. Wynika to z faktu, że razem występują w pokarmach. Dawki pokarmowe psów i kotów uczestniczących w badaniach nad tymi kwasami z reguły wzbogaca się w oleje rybne. To właśnie tłuszcze ryb, w szczególności żyjących w zimnych wodach morskich i oceanicznych, są głównymi ich źródłami pokarmowymi.

W dietetyce weterynaryjnej największe znaczenie mają oleje pozyskiwane z ryb tłustych. Można w tym miejscu przytoczyć pracę, w której zbadano wartość pokarmową paszowych olejów rybnych produkowanych w Polsce. Były to surowe oleje uzyskiwane z odpadów technologicznych z przetwórstwa różnych gatunków ryb, takich jak: śledź, szprot, łosoś norweski i pstrąg. Najwyższą zawartością kwasów tłuszczowych rodziny n-3 charakteryzował się olej wytworzony ze śledzia (prawie 29%), a najniższą olej wytworzony z łososia norweskiego (prawie 21%). Ponadto w olejach tych stwierdzono znaczne ilości witamin D<sub>3</sub> i E (12). Dużo tych kwasów ma też wątroba dorsza i olej z niej pozyskiwany. Według polskich autorów 100 g produktu w postaci puszkowanej wątroby dorsza zawiera średnio 23,0 g wielonienasyconych kwasów tłuszczowych rodziny n-3. Średnie stężenie DHA wynosi 12,6 g/100 g. Prawie półtora raza więcej tych składników może być w odsączonym oleju (13). Dorsz należy do ryb chudych. Tłuszcz magazynuje głównie w wątrobie, a nie w mięśniach. Z wątroby pozyskuje się olej zwany tranem. W żywieniu człowieka główną przyczyną stosowania tranu jest chęć wzbogacenia diety, zwłaszcza dzieci, w witaminy A i D<sub>3</sub> (14). Jako źródło tych witamin od dawna stosowano go także w żywieniu psów i kotów. Już w pierwszej połowie ubiegłego wieku zwracano uwagę, że zaledwie jedna łyżeczka tygodniowo dostarcza sporych ich ilości (15, 16). Są to więc bardzo małe dawki tranu. Używając go, trzeba

uważać na nadmierną podaż witamin. Oleje rybne wchodzi w skład dodatków pokarmowych stosowanych w celu wzbogacenia diety w omawiane kwasy. Opublikowano pracę, w której zbadano siedem dostępnych na warszawskim rynku preparatów z wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi przeznaczonych dla ludzi. Udział DHA i EPA w sumie kwasów tłuszczowych wynosił odpowiednio 4,2–16,4 i 3,8–19,0% (17).

Bardzo dobrym źródłem DHA i EPA są nie tylko oleje rybne, ale również ryby, z których się je pozyskuje. W rybach te kwasy są obecne jednak w mniejszych ilościach, w przeliczeniu na jednostkę masy. Ich zawartość w dostępnych na polskim rynku śledziach, szprotach, makreli, łososiu i pstrągu waha się od 0,7 do prawie 3,0 g/100 g produktu. Zjedzenie zaledwie kilkudziesięciu gramów zaspokaja dzienne zapotrzebowanie dorosłej osoby na te składniki (18). Warto podkreślić, że paluszki rybne dostępne na rynku krajowym zasadniczo nie stanowią dobrego źródła długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych rodziny n-3. Większość z nich jest bowiem produkowana z ryb chudych. W sześciu spośród siedmiu przebadanych produktów stężenie tych kwasów wynosiło <0,10–0,16 g/100 g. W jednym produkcie, wytworzonym z filetów z łososia, było ich nawet dziesięć razy więcej, mianowicie 0,96 g/100 g (19).

Generalnie dieta Polaków jest uboga w DHA i EPA (20, 21, 22). Jest to konsekwencją jedzenia zbyt małych ilości ryb i przetworów rybnych. Można przytoczyć wyniki oceny spożycia wybranych grup produktów spożywczych przez dorosłą populację Polski, które opublikowano w 2005 r. W większości województw zaobserwowano niskie spożycie ryb i przetworów rybnych zarówno wśród kobiet, jak i mężczyzn. Kobiety spożywały średnio 15 g dziennie, a mężczyźni zaledwie gram więcej. Polskie społeczeństwo woli mięso i przetwory mięsne (23). Część osób wcale nie je ryb. Z kolei ci, którzy je jedzą, często preferują różnego rodzaju przetwory. Należą do nich pasty

i konserwy, między innymi w postaci sałatek. Niektóre zawierają jedynie niewielkie ilości ryb (24, 25).

Niskie spożycie ryb w dużym stopniu wynika z tradycji polskiej kuchni. Do czynników ograniczających ich konsumpcję należy zaliczyć też stosunkowo wysoką cenę, brak umiejętności przygotowania, obecność ości oraz specyficzny zapach (24, 26, 27). Wysoka cena może mieć znaczenie w przypadku choćby łososia, który jest szczególnie bogatym źródłem omawianych kwasów tłuszczowych. Zamiast niego konsumenci mogą wybierać ryby tańsze i gorszej jakości, na przykład pangę, pochodzącą z hodowli azjatyckich (24). Do ryb dominujących w diecie Polaków należą ponadto śledzie, mintaj, makrela, dorsz i tuńczyk (24, 25, 26, 28, 29).

Mając na względzie niedobór DHA i EPA w jadłospisie Polaków, można przypuszczać, że również diety domowe znacznej części zwierząt trzymanyh w domu są ubogie w te związki. W mniejszym stopniu problem ten może dotyczyć kotów, które jedzą ryby. Psom podaje się je rzadziej. Dość powiedzieć, że niektóre psy są karmione wyłącznie ryżem, kurczakiem i marchewką. Taka dieta często jest określana jako „delikatna”. Tymczasem długotrwałe jej stosowanie ma niewiele wspólnego z prawidłowym żywieniem. Ryby natomiast często są dezawuowane. Opiekunowie zwierząt mogą spotkać się z poglądem, że lepiej nie karmić ich rybami. Sformułowanie „karmienie rybami” może kojarzyć się z dietą bogatą w ryby, podczas gdy powinny być podawane jako część zbilansowanej dawki pokarmowej, podobnie jak inne pokarmy. Ryby wchodziły w skład diet BARF (30, 31). Szczególnie dużo ryb jedzą psy Eskimosów, dla których są one ważną częścią diety (32). Oczywiście nigdy nie można przesadzać. Podstawową zasadą żywienia jest konieczność zachowania umiaru i zdrowego rozsądku. W praktyce ryby powinny stanowić jedynie niewielką część diety. Nawet mały kawałek ryby może dostarczyć znacznych ilości cennych kwasów tłuszczowych.

Stosując ryby, trzeba pamiętać o pewnych kwestiach. Mianowicie w postaci surowej mogą doprowadzić do niedoboru tiaminy (33). Należy unikać ryb przetworzonych, wędzonych, marynowanych, z przyprawami i solą, oraz – rzecz jasna – uważać na ości. Ponadto nie powinno się podawać ryb nieświeżych. Uwaga ta odnosi się zwłaszcza do żywienia psów, których opiekunowie sądzą, że dobrze jest podawać nadpsute pokarmy zwierzęce. Jeżeli zwierzę nie otrzymuje ryb, to można używać olejów rybnych bądź suplementów pokarmowych zawierających długołańcuchowe wielonienasycone

kwasy tłuszczowe rodziny n-3. Tego rodzaju preparaty są jednymi z najpopularniejszych suplementów diety (34, 35). Nadmiar wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w diecie bogatej w tłuszcze rybne może jednak spowodować zapalenie tkanki tłuszczowej (36). Związki te są podatne na utlenianie, dlatego stosując je, podaje się również dodatek witaminy E. Niewykluczone jednak, że nie zawsze jest to konieczne (37).

Długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe rodziny n-3 należą do składników odżywczych, których suplementacja może być pożądana nie tylko w przypadku stosowania diet domowych, ale także w przypadku stosowania karm komercyjnych. Można przytoczyć niedawno opublikowane badania amerykańskich autorów, którzy porównali składy siedmiu ekstrudowanych karm komercyjnych ze składem tkanki tłuszczowej wolno żyjących, zdziczałych kotów i na tej podstawie wywnioskowali, że ich dieta jest bogatsza w kwasy tłuszczowe rodziny n-3 (38). Jeszcze w latach 90. ubiegłego wieku karmy przemysłowe były stosunkowo ubogie w te związki (39). Z upływem czasu przywiązywano coraz większą uwagę do ich wzbogacania. W pracy z początku tego wieku, w której zbadano dwanaście karm dla psów, dostępnych na norweskim rynku, zawartość sumy EPA i DHA wynosiła <0,01–0,22% suchej masy. Z kolei stosunek kwasów rodziny n-6 do kwasów rodziny n-3 mieścił się w przedziale od 5:1 do 17:1 (40). Obecnie karmy dobrej jakości zawierają jeszcze więcej tych kwasów i charakteryzują się jeszcze niższym stosunkiem kwasów rodziny n-6 do kwasów rodziny n-3. Dotyczy to zwłaszcza karm przeznaczonych dla pewnych grup zwierząt, między innymi samic w okresie ciąży i laktacji oraz osobników w okresie wzrostu i rozwoju (1). Innym przykładem karm bogatych w te kwasy są karmy hipoałergiczne. Na podstawie badań włoskich autorów można sądzić, że taki profil kwasów tłuszczowych w suchych karmach hipoałergicznym dla psów wynika z wysokiego udziału białkowych komponentów rybnych, a oleje rybne mogą mieć znacznie mniejsze znaczenie (41).

Pewne obawy opiekunów psów i kotów wzbudza ewentualna obecność etoksychiny w mączkach rybnych. Na świecie producenci mączek rybnych mogą bowiem dodawać ją w ilościach dochodzących nawet do 1000 ppm (42, 43). Pewne ilości syntetycznych przeciwutleniaczy mogą być nawet w rybach, co wynika z dodawania ich do pasz i komponentów paszowych. Badania filetów z czterech gatunków ryb hodowanych w Norwegii – łososia atlantyckiego, pstrąga tęczowego,

halibuta atlantyckiego i dorsza atlantyckiego – wykazały, że najwięcej tych związków jest w łososiu. Syntetyczne przeciwutleniacze występują też w tkance tłuszczowej łososi hodowlanych, która pozostaje po filetowaniu. Warto więc zwrócić uwagę na olej z tych ryb, który może być używany jako składnik dodatków pokarmowych (43). Pod tym względem lepszym źródłem długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych rodziny n-3 są ryby dzikie (44). Te z kolei mogą być zanieczyszczone innymi substancjami potencjalnie szkodliwymi, choćby metalami ciężkimi. Najlepszym przykładem jest rtęć. Podwyższone jej stężenia notowano głównie u kotów, których dieta zawierała tuńczyka (45, 46). Biorąc pod uwagę zawartość toksycznej metylortęci i pożądanym kwasów tłuszczowych, można sądzić, że spośród dzikich ryb poławianych w wodach Alaski najlepiej wybierać łososie (47). Szczególnie narażona na zanieczyszczenie różnymi substancjami jest wątroba, co ma związek z funkcjami pełnionymi przez ten narząd. Jakkolwiek w pracy polskich autorów, którzy zbadali puszkiowaną wątrobę dorsza, stężenia metali ciężkich, pozostałości pestycydów i polichlorowanych bifenyli były na tyle niskie, że spożywanie tych produktów w ilościach zaspokajających zapotrzebowanie na omawiane kwasy tłuszczowe, można było uznać za bezpieczne dla zdrowia (13). Z badań nad zanieczyszczeniem dostępnych na polskim rynku śledzi, szprotów, makreli, łososia i pstrąga, wynika, że ich konsumpcja generalnie nie stwarza zagrożenia. Zwiększona ostrożność jest jednak wskazana w przypadku kobiet w okresie ciąży i laktacji oraz małych dzieci (18). Ze względu na ryzyko zanieczyszczenia ryb substancjami potencjalnie szkodliwymi należy urozmaicać dawkę pokarmową i wybierać z szerokiego spektrum gatunków. Ryzyka ekspozycji na te substancje pozwalają uniknąć oleje wytwarzane metodami biotechnologicznymi z pewnych gatunków mikroalg.

Bogatymi źródłami długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych rodziny n-3, oprócz ryb i olejów rybnych oraz niektórych gatunków mikroalg, są również inne organizmy morskie. Owoce morza nie mają jednak większego znaczenia w żywieniu psów i kotów. Warto podkreślić, że gorszym sposobem na zwiększenie ogólnej zawartości omawianych kwasów tłuszczowych w organizmie jest wzbogacanie diety w ich prekursora – kwas  $\alpha$ -linolenowy (ALA, 18:3n-3), który w dużych ilościach występuje w oleju lnianym (1). Co więcej, popularne w polskiej kuchni oleje roślinne nie zawierają DHA i EPA (48). Nie stanowią więc dobrych



zamienników pokarmów bogatych w te kwasy. Dieta psów i kotów powinna zatem uwzględnić źródła DHA i EPA.

Kwasy tłuszczowe rodziny n-3 zaliczają się do związków bezpiecznych. Nie można jednak pominąć potencjalnych efektów ubocznych ich suplementacji, wśród których wymieniana się zaburzenia żołądkowo-jelitowe, zmiany w funkcjonowaniu płytek krwi, pogorszone gojenie się ran, nasiloną peroksydację lipidów, interakcje ze stosowanymi lekami, ryzyko pobierania nadmiernych ilości niektórych składników odżywczych i narażenie na substancje potencjalnie szkodliwe (49).

## Piśmiennictwo

- Mirowski A.: Wielonienasycone kwasy tłuszczowe rodziny n-3 w żywieniu suk ciężarnych i karmiących oraz szczeniąt. *Życie Wet.* 2012, **87**, 122–124.
- Zicker S.C., Jewell D.E., Yamka R.M., Milgram N.W.: Evaluation of cognitive learning, memory, psychomotor, immunologic, and retinal functions in healthy puppies fed foods fortified with docosahexaenoic acid-rich fish oil from 8 to 52 weeks of age. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2012, **241**, 583–94.
- Pan Y., Araujo J.A., Burrows J., de Rivera C., Gore A., Bhatnagar S., Milgram N.W.: Cognitive enhancement in middle-aged and old cats with dietary supplementation with a nutrient blend containing fish oil, B vitamins, antioxidants and arginine. *Br. J. Nutr.* 2013, **110**, 40–9.
- LeBlanc C.J., Horohov D.W., Bauer J.E., Hosgood G., Mauldin G.E.: Effects of dietary supplementation with fish oil on *in vivo* production of inflammatory mediators in clinically normal dogs. *Am. J. Vet. Res.* 2008, **69**, 486–93.
- Park H.J., Park J.S., Hayek M.G., Reinhart G.A., Chew B.P.: Dietary fish oil and flaxseed oil suppress inflammation and immunity in cats. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 2011, **141**, 301–6.
- Mirowski A.: Żywnienie a atopowe zapalenie skóry u psów. *Życie Wet.* (w druku).
- Mirowski A.: Żywnienie w profilaktyce i leczeniu chorób nowotworowych psów i kotów. Cz. II. Związki lipidowe i azotowe. *Mag. Wet.* 2012, **21**, 572–578.
- Brown S.A.: Oxidative stress and chronic kidney disease. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 2008, **38**, 157–66.
- Corbee R.J., Barnier M.M., van de Lest C.H., Hazewinkel H.A.: The effect of dietary long-chain omega-3 fatty acid supplementation on owner's perception of behaviour and locomotion in cats with naturally occurring osteoarthritis. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)* (w druku).
- Freeman L.M.: Beneficial effects of omega-3 fatty acids in cardiovascular disease. *J. Small Anim. Pract.* 2010, **51**, 462–70.
- Perea S.: Nutritional management of osteoarthritis. *Compend. Contin. Educ. Vet.* 2012, **34**, E4.
- Usydus Z., Polak-Juszczak L., Dobrzański Z., Malesa-Ciećwierz M.: Study on the nutritive value of raw fish oils. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2007, **57**, 593–596.
- Kołąkowska A., Stypko K., Domiszewski Z., Bienkiewicz G., Perkowska A., Witzczak A.: Canned cod liver as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids, with a reference to contamination. *Nahrung/Food* 2002, **46**, 40–45.
- Kolanowski W., Mówińska W.: Ocena jakości żywieniowej suplementów długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 obecnych na polskim rynku farmaceutycznym. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2006, **39**, 155–164.
- Koehn C.J.: Practical dog feeding. *Ala. Agric. Exp. Stn. Bull.* 1942, **251**, 1–23.
- Pottenger F.M. Jr.: The effect of heat-processed foods and metabolized vitamin D milk on the dentofacial structures of experimental animals. *Am. J. Orthod. Oral Surg.* 1946, **32**, 467–485.
- Pieczyk M., Lyczko I., Bzducha-Wróbel A., Obiedziński M.: Ocena wybranych suplementów diety WNKT pod względem udziału kwasów omega-3. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2011, **44**, 604–608.
- Usydus Z., Szlinder-Richert J., Polak-Juszczak L., Komar K., Adamczyk M., Malesa-Ciećwierz M., Ruczynska W.: Fish products available in Polish market – Assessment of the nutritive value and human exposure to dioxins and other contaminants. *Chemosphere* 2009, **74**, 1420–1428.
- Bienkiewicz G., Domiszewski Z., Plust D., Czerniejewska-Surma B.: Zawartość długołańcuchowych polienowych kwasów tłuszczowych n-3 w paluszkach rybnych. *Zywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2010, **68**, 71–79.
- Harton A., Choroszewska A., Gajewska D., Myszkowska-Rycał J.: Spożycie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych przez kobiety ciężarne. *Probl. Hig. Epidemiol.* 2013, **94**, 605–609.
- Kolanowski W., Uchman Z., Świdorski F.: Oszacowanie poziomu długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w diecie dorosłych mieszkańców Warszawy. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2004, **37**, 137–144.
- Stachura A., Pisulewski P.M., Kopeć A., Leszczyńska T., Bieźanowska-Kopeć R.: Oszacowanie spożycia tłuszczów ogółem oraz kwasów tłuszczowych przez młodzież wiejską Beskidu Żywieckiego. *Zywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2009, **66**, 119–131.
- Sygnowska E., Waśkiewicz A., Głuszek J., Kwaśniewska M., Biela U., Kozakiewicz K., Zdrojewski T., Rywik S.: Spożycie produktów spożywczych przez dorosłą populację Polski. Wyniki programu WOBASZ. *Kardiologia Polska* 2005, **63** (Suplement 4), 1–7.
- Bortnowska G., Grotowska L., Goluch-Koniuszy Z.: Spożycie potraw i/lub przekąsek rybnych przez młodzież szkolną z Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego. *Roczn. PZH* 2011, **62**, 325–333.
- Szymandera-Buska K., Jędrusek-Golińska A., Górecka D., Ankiewicz M.: Charakterystyka spożycia ryb jako źródła jodu. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2008, **41**, 319–322.
- Platta A., Żyngiel W.: Ocena zachowań żywieniowych kobiet i mężczyzn w zakresie profilaktyki chorób układu krążenia. *Probl. Hig. Epidemiol.* 2013, **94**, 614–618.
- Skibniewska K.A., Radzymińska M., Jaworska M.M., Babicz-Zielińska E.: Badania zwyczajów żywieniowych studentów polskich i belgijskich. *Zywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2009, **65**, 250–258.
- Górecka D., Czarnocińska J., Owczarzak R.: Częstotliwość spożycia wybranych produktów spożywczych wśród osób w wieku starszym zależnie od ich miejsca zamieszkania. *Probl. Hig. Epidemiol.* 2011, **92**, 955–959.
- Konieczny S.: Kształtowanie się spożycia ryb i przetworów rybnych przez rodziców i dzieci szkół gimnazjalnych w Szczecinie. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin, Oeconomia* 2010, **61**, 27–32.
- 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** (Suplement 1), 53–56.
- Zarzyńska J.: Dieta BARF alternatywą dla tradycyjnego żywienia psów karmami gotowymi czy wymysł nawiedzonych ewolucjonistów? *Mag. Wet. Wydanie Specjalne – Monografia* 2009, 40–44.
- Gerth N., Redman P., Speakman J., Jackson S., Starck J.M.: Energy metabolism of Inuit sled dogs. *J. Comp. Physiol. B* 2010, **180**, 577–89.
- Houston D.M., Hulland T.J.: Thiamine deficiency in a team of sled dogs. *Can. Vet. J.* 1988, **29**, 383–5.
- Freeman L.M., Abood S.K., Fascetti A.J., Fleeman L.M., Michel K.E., Laflamme D.P., Bauer C., Kemp B.L., Van Doren J.R., Willoughby K.N.: Disease prevalence among dogs and cats in the United States and Australia and proportions of dogs and cats that receive therapeutic diets or dietary supplements. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2006, **229**, 531–534.
- Thomson R.M., Hammond J., Ternent H.E., Yam P.S.: Feeding practices and the use of supplements for dogs kept by owners in different socioeconomic groups. *Vet. Rec.* 2008, **163**, 621–624.
- Niza M.M., Vilela C.L., Ferreira L.M.: Feline pansteatitis revisited: hazards of unbalanced home-made diets. *J. Feline Med. Surg.* 2003, **5**, 271–7.
- LeBlanc C.J., Bauer J.E., Hosgood G., Mauldin G.E.: Effect of dietary fish oil and vitamin E supplementation on hematologic and serum biochemical analytes and oxidative status in young dogs. *Vet. Ther.* 2005, **6**, 325–40.
- Backus R.C., Thomas D.G., Fritsche K.L.: Comparison of inferred fractions of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids in feral domestic cat diets with those in commercial feline extruded diets. *Am. J. Vet. Res.* 2013, **74**, 589–97.
- Bauer J.E.: Fatty acid composition of canine milk reflects dietary fat and has implications for canine neonatal nutrition and development. *17th Annual ACVIM Forum*, Chicago, IL, USA, 1999.
- Ahlstrom Ø., Krogdahl A., While S.G., Skrede A.: Fatty acid composition in commercial dog foods. *J. Nutr.* 2004, **134** (Suplement), 2145–2147.
- Ricci R., Berlanda M., Tenti S., Bailoni L.: Study of the chemical and nutritional characteristics of commercial dog foods used as elimination diet for the diagnosis of canine food allergy. *Ital. J. Anim. Sci.* 2009, **8** (Suplement 2), 328–330.
- De Koning A.J.: Properties of South African fish meal: a review. *S. Afr. J. Sci.* 2005, **101**, 21–25.
- Lundebye A.K., Hove H., Måge A., Bohne V.J., Hamre K.: Levels of synthetic antioxidants (ethoxyquin, butylated hydroxytoluene and butylated hydroxyanisole) in fish feed and commercially farmed fish. *Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Expo. Risk Assess.* 2010, **27**, 1652–1657.
- Ortelli D., Cognard E., Staub-Spörri A., Edder P.: Occurrence of ethoxyquin and its major metabolite, ethoxyquin dimer, in aquaculture products. *5th International Symposium on Recent Advances in Food Analysis*, Prague, Czech Republic, 2011, 381.
- Houpt K.A., Essick L.A., Shaw E.B., Alo D.K., Gilmartin J.E., Gutenmann W.H., Littman C.B., Lisk D.J.: A tuna fish diet influences cat behavior. *J. Toxicol. Environ. Health* 1988, **24**, 161–172.
- Sakai T., Ito M., Aoki H., Aimi K., Nitaya R.: Hair mercury concentrations in cats and dogs in central Japan. *Br. Vet. J.* 1995, **151**, 215–219.
- Loring P.A., Duffy L.K., Murray M.S.: A risk-benefit analysis of wild fish consumption for various species in Alaska reveals shortcomings in data and monitoring needs. *Sci. Total Environ.* 2010, **408**, 4532–4541.
- Cichosz G., Czeszot H.: Stabilność oksydacyjna tłuszczów jadalnych – konsekwencje zdrowotne. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2011, **44**, 50–60.
- Lenox C.E., Bauer J.E.: Potential adverse effects of omega-3 fatty acids in dogs and cats. *J. Vet. Intern. Med.* 2013, **27**, 217–26.

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