

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 7 novembre 2016

## **AVIS**

### **de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail**

**relatif à « une demande de modification des annexes de la directive 2008/38/CE  
visant l'objectif nutritionnel particulier  
'régulation du métabolisme des lipides en cas d'hyperlipémie' pour les chiens et chats »**

---

*L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.*

*L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.*

*Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.*

*Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).*

*Ses avis sont publiés sur son site internet.*

---

L'Anses a été saisie le 3 mai 2016 par la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) d'une demande de modification des annexes de la directive 2008/38/CE de la Commission du 5 mars 2008 établissant une liste de destinations des aliments pour animaux visant l'objectif nutritionnel particulier « régulation du métabolisme des lipides en cas d'hyperlipémie » (« *regulation of lipid metabolism in the case of hyperlipidemia* ») pour les chiens et chats.

#### **1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE**

Le règlement (CE) n° 767/2009 du Parlement européen et du Conseil du 13 juillet 2009<sup>1</sup> concernant la mise sur le marché et l'utilisation des aliments pour animaux prévoit, dans son chapitre 3, la mise sur le marché de types spécifiques d'aliments pour animaux. Ce chapitre 3 énonce à l'article 9 que « *les aliments pour animaux visant des objectifs nutritionnels particuliers ne peuvent être commercialisés en tant que tels que si leur destination est incluse sur la liste établie conformément à l'article 10 et s'ils répondent aux caractéristiques nutritionnelles essentielles correspondant à l'objectif nutritionnel particulier qui figure sur cette liste* ». L'article 10, point 1, du même règlement, prévoit que « *la Commission peut mettre à jour la liste des destinations énoncées dans la directive 2008/38/CE en ajoutant ou en supprimant des destinations ou en ajoutant, supprimant ou modifiant les conditions associées à une destination donnée* ». Ces modifications peuvent être demandées par des pétitionnaires. L'article 10, point 2, indique que « *pour être recevable, la demande doit comporter un dossier démontrant que la composition*

---

<sup>1</sup> Modifié en dernier lieu par le règlement (UE) n° 939/2010 de la Commission du 20 octobre 2010 et rectifié au JOUE L 192 du 22.07.2011, page 71.

*spécifique de l'aliment pour animaux répond à l'objectif nutritionnel particulier auquel il est destiné et qu'il n'a pas d'effets négatifs sur la santé animale, la santé humaine, l'environnement ou le bien-être des animaux ».*

La directive 2008/38/CE de la Commission du 5 mars 2008 établissant une liste des destinations des aliments pour animaux visant des objectifs nutritionnels particuliers (ONP) a été prise en application de la directive 93/74/CEE qui prévoit l'établissement d'une liste positive des destinations des aliments pour animaux visant des objectifs nutritionnels particuliers. Cette liste doit mentionner la destination précise, à savoir l'objectif nutritionnel particulier, les caractéristiques nutritionnelles essentielles, les déclarations d'étiquetage et, le cas échéant, les indications particulières d'étiquetage.

Le dossier du pétitionnaire vise à modifier les caractéristiques nutritionnelles et les conditions d'étiquetage et d'emploi associées à l'ONP « *régulation du métabolisme des lipides en cas d'hyperlipémie* » (« *regulation of lipid metabolism in the case of hyperlipidemia* ») pour les chiens et chats. Cet ONP est déjà autorisé par la directive 2008/38/CE.

La présentation de ce dossier fait suite à l'engagement pris par les professionnels de proposer des caractéristiques nutritionnelles plus précises et davantage contrôlables, conformément à la volonté de la Commission européenne et des Etats-membres d'améliorer les garanties associées aux aliments diététiques.

Conformément aux dispositions du règlement (CE) n°767/2009, la saisine ne porte pas sur une évaluation des caractéristiques nutritionnelles optimales pour répondre à l'ONP, mais sur une appréciation des éléments fournis par le demandeur.

L'avis de l'Anses est donc exclusivement demandé sur l'adéquation des preuves fournies par le demandeur pour démontrer d'une part l'efficacité des caractéristiques nutritionnelles proposées au regard de l'ONP recherché et, d'autre part, l'absence d'effets négatifs sur la santé animale, la santé humaine, l'environnement ou le bien-être des animaux.

Plus précisément, au cas d'espèce, l'avis de l'Anses est demandé uniquement sur la question suivante :

Un aliment dont le taux de matières grasses est inférieur ou égal à 152 g/kg d'aliment complet à 12 % d'humidité avec un apport journalier en acides gras conforme au niveau minimum recommandé permet-il de réguler le métabolisme des lipides chez le chien et le chat en cas d'hyperlipémie ?

Dans le cas où l'Anses considérerait qu'un critère est pertinent pour répondre à l'objectif nutritionnel particulier, mais que le dossier ne démontre pas de manière adéquate que la valeur proposée permet de garantir l'efficacité de l'aliment pour répondre à cet objectif, il est demandé à l'Anses de proposer si possible une valeur alternative.

Par ailleurs, l'Anses pourra, si elle l'estime nécessaire, émettre toute recommandation qu'elle juge souhaitable sur les caractéristiques des aliments pour animaux destinées à répondre à cet objectif nutritionnel. Ces recommandations devront cependant figurer dans l'avis de manière clairement séparée des réponses apportées aux questions de la saisine.

## **2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE**

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ». L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses ([www.anses.fr](http://www.anses.fr)).

L'expertise collective a été réalisée par le comité d'experts spécialisé (CES) « Alimentation animale (ALAN) » sur la base d'un rapport initial rédigé par deux rapporteurs et présenté lors de la

réunion du CES ALAN du 20 septembre 2016. L'analyse et conclusions du CES a été discutée et validée lors de la réunion du 18 octobre 2016.

### 3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES ALAN

#### 3.1. Contexte scientifique : les hyperlipémies chez les chiens et les chats

##### 3.1.1. Le terme hyperlipémie

Le terme hyperlipémie fait référence à une augmentation de la concentration en lipides dans le sang. Les lipides peuvent être soit des triglycérides (ou triacylglycérols ou TAG), soit du cholestérol. Une augmentation des taux en TAG sera appelé hypertriglycéridémie et une augmentation du taux de cholestérol sanguin sera appelée hypercholestérolémie. Les deux taux peuvent être augmentés simultanément. Physiologiquement, les TAG et le cholestérol sont transportés dans le sang en association avec des protéines appelées apolipoprotéines (qui deviendront des lipoprotéines une fois associées aux lipides), toute augmentation des taux circulants en lipides entraînant ainsi une augmentation des taux d'apolipoprotéines. Dans la littérature et la pratique, on peut retrouver également le terme d'hyperlipoprotéïnémie ; celle-ci s'apparente à l'hyperlipémie.

##### 3.1.2. Causes d'hyperlipémie

L'hyperlipémie est un état physiopathologique qui, chez le Chien, et contrairement à ce qui a été fait chez l'Homme, n'a été réellement pris en considération qu'au cours de ces dernières années. Les données chez le Chat sont encore plus rares.

Dans l'organisme du Chien et/ou du Chat, le métabolisme des lipides peut être divisé en deux composantes : endogène et exogène. La composante endogène est liée à la synthèse des lipides par l'organisme ; ces lipides sont essentiellement pris en charge par les lipoprotéines suivantes : VLDL (very low density lipoprotein), LDL (low density lipoprotein) et HDL (high density lipoprotein). Les lipides d'origine exogène, alimentaire donc, sont pris en charge par des chylomicrons qui sont formés dans les cellules intestinales. L'appréciation des hyperlipoprotéïnémies est cependant plus compliquée chez le Chien que chez l'Homme. En effet, le Chien possède naturellement un taux élevé de HDL-cholestérol (Bailhache et al., 2004). Il n'est dès lors pas évident d'apprécier les teneurs en lipoprotéines chez le chien si la technique de laboratoire utilisée n'a pas été validée dans cette espèce. Par contre, les dosages de triglycérides ou de cholestérol total sont fiables.

Chez le Chien, les causes d'hyperlipémie sont nombreuses (Elliott et Schenck, 1997) et peuvent être rassemblées en 3 groupes : l'hyperlipémie postprandiale, qui est un processus physiologique, et les hyperlipémies primaires ou secondaires.

- L'hyperlipémie postprandiale est la forme la plus courante d'hyperlipémie ; c'est un phénomène physiologique qui apparaît suite à un repas et qui disparaît une douzaine d'heures plus tard (Downs et al. 1997). Ainsi, pour obtenir une mesure sûre de la lipémie, il est maintenant recommandé de la réaliser après 15 heures de jeûne (Xenoulis et Steiner 2015). Une hyperlipémie observée après une longue période de jeûne est, par contre, pathologique ; cet état peut être une maladie en soi ou être secondaire, soit à une autre affection, soit à la prise de médicaments.
- Les hyperlipémies primaires chez le Chien sont peu fréquentes et semblent être dépendantes de la race. Le Schnauzer nain est la race la plus atteinte par ce problème bien que des cas d'hyperlipémies aient été rapportés également dans d'autres races, mais de façon plus sporadique. Selon les races, différents types d'hyperlipémie existent et sont spécifiques. Ceci suggère une implication génétique importante dans ces mécanismes.
- Les hyperlipémies secondaires à un autre état pathologique ou à la prise de médicaments sont les formes d'hyperlipémies les plus fréquentes. A titre d'exemple, l'hypothyroïdisme, le diabète, la pancréatite et l'hypercortisolisme peuvent avoir comme conséquence une hyperlipémie.

Chez le Chat, les hyperlipémies sont moins fréquentes et de même nature que chez le Chien : primaires (rares) ou secondaires aux mêmes maladies, citées plus haut.

Dans les deux espèces, il est rapporté que les animaux recevant des régimes « très riches en graisses », – notion non clairement définie - présentent des augmentations des lipides sanguins, la plupart du temps dans les normes physiologiques (Downs et al. 1997, Gooding et al 2014). Le terme d'hyperlipémie devrait être réservé aux dépassements des normes usuelles. En outre, signalons que les deux espèces, lorsqu'elles sont soumises à des régimes très gras, sont susceptibles de développer de l'obésité, source possible d'hyperlipémie.

### 3.1.3. Conséquences des hyperlipémies

D'un point de vue clinique, les hypertriglycéridémies canines sévères peuvent être associées à des pancréatites aiguës, une lipémie rétinienne, des crises d'épilepsie et/ou des xanthes cutanés. Cette dernière affection est la manifestation clinique la plus courante d'une hypertriglycéridémie chez le Chat. L'hypercholestérolémie sévère est associée à une lipidose cornéenne et/ou une lipémie rétinienne. Dans le cas des hyperlipémies secondaires, les symptômes de l'affection causale dominant généralement le tableau clinique. Enfin, les carnivores domestiques ne présentent que très rarement des lésions athéromateuses, seuls quelques cas anecdotiques étant rapportés chez le Chien (Kagawa et al. 1998).

### 3.1.4. Le traitement des hyperlipémies : l'approche nutritionnelle

Les hyperlipémies primaires nécessitent une approche nutritionnelle afin de maintenir les taux en TAG en dessous de 0,5 g/L ou de cholestérol en dessous de 2,5 g/L. Cette approche est la seule possible à l'heure actuelle.

Le traitement des hyperlipémies secondaires passe principalement par une prise en charge de la maladie initiale et la vérification que la résolution de la maladie initiale a bien des effets bénéfiques sur l'hyperlipémie. Il semble que, dans les cas de diabète, la stabilisation de la maladie ne suffise pas toujours à rétablir les taux circulants en lipides. Dans ces derniers cas, une approche nutritionnelle est utile pour, *a minima*, ne pas entraîner d'augmentation de la lipémie.

Ainsi, qu'elle soit primaire ou secondaire, toute hyperlipémie nécessite une prise en charge nutritionnelle visant à réduire les apports exogènes en lipides. Selon une revue récente de Xenoulis et Steiner (2015), même s'il n'y a pas d'article de synthèse ou de méta-analyse regroupant l'ensemble des données concernant l'abord diététique de l'hyperlipémie, la pratique vétérinaire s'accorde pour que, chez le Chien, les apports en lipides ne dépassent pas 25 grammes pour 1000 kcal EM. Les données sont plus rares chez le Chat.

D'autres composés peuvent être inclus dans le régime afin de limiter, voire réduire la lipémie. Dans un article de synthèse, Bauer (1995) relate que l'utilisation d'acides gras de la famille oméga 3 permettrait de réduire la lipémie, avec des doses de l'ordre de 0,2 à 0,3 g/kg de poids corporel (PC). Néanmoins, il s'agit d'une observation personnelle et non d'une étude expérimentale.

## **3.2. Analyse du dossier**

L'expertise est basée sur le dossier et les 30 articles scientifiques fournis par le pétitionnaire ainsi que sur 3 publications supplémentaires. Ces articles de référence ont été lus, comparés et critiqués au regard de l'ONP visé.

Le CES ALAN propose par ailleurs de discuter les apports en lipides, soit dans la matière sèche (% MS), soit en g de lipides/Mcal d'énergie métabolisable et non par kg d'aliment de concentration énergétique de 4000 kcal/kg. En effet, les concentrations faibles en lipides entraînent des concentrations énergétiques toujours inférieures à 3500 kcal/kg d'aliment, aussi, exprimer par kg d'aliment à 4000 kcal/kg d'aliment n'a que peu de sens.

Le dossier présente dans un premier temps une introduction sur l'hyperlipémie ; celle-ci n'est pas spécifique du Chien ou du Chat, mais très générale, faisant référence à des aspects humains. Un deuxième paragraphe est consacré à l'épidémiologie de l'hyperlipémie, cette fois, ce sont bien les chiens et les chats qui sont le centre d'intérêt de ce paragraphe. Ce paragraphe reprend, sans être exhaustif, certains des travaux consacrés à cette problématique.

La troisième partie du document présente les propositions de changement de l'ONP (ONP déjà en place dans la directive 2008/38/CE). Il s'agit de remplacer la notion de « *low level of fat and high level of essential fatty acids* » par « *low level of fat <= 152 g/kg complete pet food at 12% moisture* » et d'ajouter une phrase indiquant que les acides gras indispensables sont présents en quantités permettant la couverture des besoins.

Le chapitre suivant est un tableau synthétisant les publications sélectionnées par le pétitionnaire et ayant trait à la prise en charge nutritionnelle des hyperlipémies chez le Chien et le Chat. Huit articles sont analysés. Les valeurs indiquées sont exprimées sous différents formats, ce qui nécessite de les convertir pour obtenir des données comparables.

1. Downs et al. (1997) utilisent 6 chiens de race Labrador soumis à trois régimes alimentaires différant par leur teneur en lipides ; le régime A contient 11,7 % de lipides (régime à 12 % humidité), le B, 16,5 % et le C 19,3 %. Le régime A permet de diminuer significativement les taux en LDL, cholestérol et en triglycérides ; les régimes B et C sont sans effet. La référence n'est pas pertinente, les chiens n'étant pas hyperlipémiques au départ.
2. Diez et al. (1998). Dans cette étude, différentes fibres alimentaires (dont la gomme de guar) sont testées chez des chiens de race Beagle adultes sains recevant un régime standard contenant 14 % MS de lipides. Tous les animaux sont nourris de façon à maintenir leur masse corporelle constante. Aucun animal n'étant hyperlipémique, cette publication ne permet pas de soutenir la demande des pétitionnaires.
3. Jeusette et al (2005). Vingt-quatre chiens de race Beagle (12 obèses et 12 non obèses) sont soumis pendant un mois, soit à un régime « standard » avec une teneur en lipides de 16,1 % (43 g/Mcal) ou un régime allégé avec 9,5 % (32 g/Mcal) de lipides (pour un régime à 8 % d'humidité). Le régime pauvre en lipides permet de diminuer les taux de cholestérol et de triglycérides circulants et de rétablir partiellement les taux en leptine circulante. Cette expérience plaide pour des apports en lipides inférieurs à 10 % MS chez des chiens obèses puisqu'après traitement (et sans modification de poids corporel), les paramètres lipidiques sont similaires à ceux de chiens adultes sains et minces, d'âge et de race semblables. Cependant, les animaux ne sont pas hyperlipémiques au départ.
4. Xenoulis et al. (2011) utilisent 15 chiens de race Schnauzer nain présentant une hypertriglycéridémie primaire. Pendant 8 semaines, ces chiens sont soumis à un régime alimentaire avec une teneur en lipides de 18,6 g lipides /Mcal, soit environ 7,4 % de lipides. Ce régime permet de diminuer nettement les teneurs lipidiques chez ces chiens, avec normalisation dans 1/3 des cas.
5. Xenoulis et al. (2013) utilisent un protocole similaire à celui précédemment décrit, incluant 44 chiens de race Schnauzer nain, dont 16 chiens hyperlipémiques et 28 témoins. Pendant 12 semaines, ces chiens sont soumis à un régime alimentaire avec une teneur en lipides de 20,3 g lipides / Mcal. Ce régime permet de diminuer les taux en lipides chez plus de la moitié des chiens.
6. Xenoulis et al. (2009). Cette publication est une revue concluant qu'un apport en lipides optimal pour les chiens hyperlipémiques doit être inférieur à 25 g/Mcal, soit 10 %.
7. Elliott et Schenk (2010) font une revue et un bilan basés sur les dires de professionnels et arrivent à la conclusion que les régimes conseillés, dans cette situation, ont des taux de lipides inférieurs à 23,9 g / Mcal, soit moins de 10 % pour les chiens et moins de 12,5 % pour les chats (première référence au chat dans ce dossier).

8. Ford et Ludlow (2010) font eux aussi une revue de la littérature et concluent que des taux inférieurs à 12 % MS sont efficaces pour la prise en charge effective de l'hyperlipémie chez le Chien et le Chat.

Suite à ce tableau, un bilan est proposé par les auteurs du dossier, indiquant que « *a low fat diet (<30 g/Mcal fat) is the foundation of the treatment* ». A la lecture des publications fournies, il apparaît que cette valeur (12,5 % MS) peut être considérée comme une limite maximale, à ne dépasser en aucun cas (une recommandation plus juste proposerait un apport maximal à 10 % MS). Cependant, la conclusion du dossier est de recommander finalement 15,2 % de lipides (régime à 12 % d'humidité), soit 14,4 % MS, valeur obtenue en ajoutant une marge de sécurité de 20 %. Le pétitionnaire justifie cette marge par le fait que les valeurs sont proposées à dire d'experts, et ce en dépit des justifications scientifiques (points 4 à 8 cités plus haut). Par ailleurs, des taux de lipides de 15,2 % (régime à 12 % d'humidité) sont des taux supérieurs à ceux retrouvés dans nombre d'aliments standard du marché pour chiens et chats. Ces valeurs sont par ailleurs le double de celles présentes dans certains aliments du marché et qui revendiquent cet ONP.

En matière de recommandation, un taux rigoureusement inférieur à 12 % MS, et même préférentiellement inférieur à 10 % MS, serait en fait le reflet de la réalité scientifique, qui est indiquée dans le dossier, avant la conclusion.

Par ailleurs, aucune information précise n'est fournie dans le document pour étayer l'intérêt de la supplémentation en acides gras oméga 3. Bien qu'il existe quelques études relatives à l'utilité d'une telle supplémentation chez le Chien et le Chat, à ce jour, aucune preuve de leur utilité comme agent hypolipémiant n'est disponible chez ces deux espèces. Néanmoins, dans des régimes à teneurs faibles en lipides, la diversification des sources de lipides est conseillée afin de prévenir toute carence en acides gras essentiels. En outre, le NRC (2006) a recommandé l'ajout systématique d'acides gras oméga 3 dans l'alimentation du Chien et du Chat. Il est donc préconisé de conserver la mention des acides gras oméga 3 ajoutés pour l'information des utilisateurs.

**3.3. Réponse à la question : « un aliment dont le taux de matières grasses est inférieur ou égal à 152 g/kg d'aliment complet à 12 % d'humidité avec un apport journalier en acides gras conforme au niveau minimum recommandé permet-il de réguler le métabolisme des lipides chez le chien et le chat en cas d'hyperlipémie ? »**

Les publications fournies montrent qu'un taux de matières grasses de 12,5 % MS peut être considéré comme une limite maximale à ne dépasser en aucun cas. Aussi, le taux finalement proposé de 152 g/kg d'aliment complet à 12 % d'humidité, soit 14,4 % MS, n'est pas validé scientifiquement par le dossier du pétitionnaire. Il convient de noter que des taux inférieurs à 15,2 % sont retrouvés dans nombre d'aliments standards pour chiens et chats. Cette valeur est par ailleurs le double du taux de matières grasses trouvé dans certains aliments revendiquant cet ONP.

Aucune information précise n'est fournie dans le document pour étayer l'intérêt de la supplémentation en acides gras oméga 3, et aucune preuve de leur utilité comme agent hypolipémiant n'est disponible chez les chiens et les chats. Il est néanmoins préconisé de conserver la mention des oméga 3 ajoutés pour l'information des utilisateurs (cf. supra).

**3.4. Conclusions et recommandations du CES ALAN**

La modification n'est pas acceptable comme telle. La valeur proposée n'est étayée ni par le dossier du pétitionnaire ni par les autres publications ayant trait à ce sujet.

Pour atteindre cet ONP, le CES ALAN recommande un taux de lipides rigoureusement inférieur à 12,5 % MS, préférentiellement inférieur à 10 % MS, en validant la proposition de mention de la teneur en acides gras oméga 3 ajoutés dans l'aliment.

#### 4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail endosse les conclusions du CES Alimentation animale relatives à une demande d'avis sur une modification des annexes de la directive 2008/38/CE de la Commission du 5 mars 2008 concernant l'objectif nutritionnel particulier « *régulation du métabolisme des lipides en cas d'hyperlipémie* » (« *regulation of lipid metabolism in the case of hyperlipidemia* ») pour les chiens et chats.

Dr Roger GENET

#### MOTS-CLES

Objectif nutritionnel particulier, hyperlipémie, chien, chat, alimentation animale  
Particular nutritional purpose, hyperlipidemia, dog, cat, animal feed

#### BIBLIOGRAPHIE

- E. Bailhache, F. Briand, P. Nguyen, M. Krempf, T. Magot, K. Ouguerram (2004) Metabolism of cholesterol ester of apolipoprotein B100-containing lipoproteins in dogs: evidence for disregarding cholesterol ester transfer, *Eur J Clin Invest* 34, 527-534.
- J.E. Bauer (1995) Evaluation and dietary considerations in idiopathic hyperlipidemia in dogs, *J Am Vet Med Assoc* 206, 1684-1688.
- M. Diez, J.L. Hornick, P. Baldwin, C. Van Eenaeme, L. Istasse (1998) The influence of sugar-beet fibre, guar gum and inulin on nutrient digestibility, water consumption and plasma metabolites in healthy Beagle dogs, *Res Vet Sci* 64, 91-96.
- L.G. Downs, S.M. Crispin, V. LeGrande-Defretin, G. Perez-Camargo, T. McCappin, C.H. Bolton (1997) The effect of dietary changes on plasma lipids and lipoproteins of six Labrador retrievers, *Res Vet Sci* 63, 175-181.
- D.A. Elliott, P.A. Schenck (2010) Dietary and Medical Considerations in hyperlipidaemia. Xenoulis, P. G., Steiner, J. M., In: Ettinger SJ, Feldman EC, eds. *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. Philadelphia: Saunders. 710-715.
- R. Ford, C. Ludlow (2010) Disorders of lipid metabolism, *Small Animal Clinical Nutrition* (Hand MS, Thatcher CD, Remillard RL, Roudebush P, Novotny BJ eds., Mark Morris Institute, Topeka, Kansas.
- M.A. Gooding, E.A. Flickinger, J.L. Atkinson, I.J. Duncan, A.K.J. Shoveller (2013) Effects of high-fat and high-carbohydrate diets on fat and carbohydrate oxidation and plasma metabolites in healthy cats. *Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2014 Jun;98(3):596-607. doi: 10.1111/jpn.12126. Epub 2013 Sep 13.
- I.C. Jeusette, E.T. Lhoest, L.P. Istasse, M.O. Diez (2005) Influence of obesity on plasma lipid and lipoprotein concentrations in dogs, *Am J Vet Res*, 66 81-86.
- Y. Kagawa, K. Hirayama, E. Uchida, Y. Izumisawa, M. Yamaguchi, T. Kotani, M. Niiyama, T. Yoshino, H. Taniyama (1998) Systemic atherosclerosis in dogs: histopathological and immunohistochemical studies of atherosclerotic lesions, *J Comp Pathol* 118, 195-206.
- NRC (2006) Nutrient requirements of dogs and cats. National Academy Press, Washington National Academy Press, Washington.
- P.G. Xenoulis, J.M. Steiner (2010) Lipid metabolism and hyperlipidemia in dogs, *Vet J* 183, 12-21.
- P.G. Xenoulis, J.S. Suchodolski, J.M. Steiner (2011) Effect of a low-fat diet on serum triglyceride, cholesterol, and pancreatic lipase immunoreactivity concentrations in miniature Schnauzers with hypertriglyceridemia, *ACVIM Forum abstract* 687.
- P.G. Xenoulis (2013) Effect of a low-fat diet on serum lipoprotein profiles in miniature Schnauzers with primary hypertriglyceridemia. *Research Abstract Program of the 2013 ACVIM Forum*.
- P.G. Xenoulis, J.M. Steiner (2015) Canine hyperlipidaemia. *J Small Anim Pract* 56 595-605.