

植物提取物对宠物健康的调控作用研究进展

张赛赛

上海宠济生物科技有限公司，上海

收稿日期：2025年9月11日；录用日期：2025年10月9日；发布日期：2025年10月21日

摘要

植物提取物源自各种天然来源，包含初级和次级代谢产物，例如植物多糖、多酚、生物碱、黄酮类化合物、糖苷、萜烯类化合物和挥发油。这些化合物具有多种生物活性，例如抗氧化、抗炎和抗菌功能。目前，多酚和其他生物活性化合物正被添加到家畜、鱼类和宠物的饮食中，以促进其健康。尽管如此，植物提取物在犬猫营养中的应用和潜力尚未得到全面探索。这些植物代谢物作用机制的许多方面仍有待分析和阐明。此外，利用天然植物提取物治疗犬猫的临床疾病是临床营养的重要组成部分。因此，本综述旨在强调植物提取物对犬猫整体健康、胃肠道健康、免疫健康、心血管健康、氧化还原平衡和病理的影响。

关键词

植物提取物，抗氧化剂，营养，日粮，肠道微生物组

Research Progress on the Impact of Plant Extract on Pet Health

Saisai Zhang

Shanghai Chongji Biotechnology Co., Ltd., Shanghai

Received: September 11, 2025; accepted: September 9, 2025; published: October 21, 2025

Abstract

Plant extracts, derived from various natural sources, encompass primary and secondary metabolites, which include plant polysaccharides, polyphenols, alkaloids, flavonoids, glycosides, terpenes, and volatile oils. These compounds exhibit a range of biological activities such as antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial functions. Currently, polyphenols and other bioactive compounds are being incorporated into the diets of farm animals, fish, and pets to promote health benefits. Despite this, the application and potential of plant extracts in canine and feline nutrition have not been

comprehensively explored. Many aspects of the mechanisms underlying the action of these plant metabolites remain to be analyzed and elucidated. Furthermore, leveraging natural plant extracts for the treatment of clinical conditions in dogs and cats is a crucial component of clinical nutrition. Consequently, this review aims to highlight the impact of plant extracts on overall health, gastrointestinal health, immune health, cardiovascular health, redox balance, and pathology in dogs and cats.

Keywords

Plant Extract, Antioxidant, Nutrition, Diet, Gut Microbiome

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

伴侣动物在现代家庭中扮演着至关重要的角色，它们的整体健康受到宠物食品中植物提取的补充剂和添加剂的显著影响[1]。植物提取物涵盖广泛的生物活性化合物，包括植物多糖、多酚、生物碱、脂质和酶。多酚尤其可以分为几种类型，如酚酸、黄酮类化合物、木质素、芪类等[2]。近年来，宠物主人越来越意识到营养与健康之间的关系，因此他们开始在宠物的饮食中添加营养补充剂，如茶多酚、槲皮素和姜黄素。这些功能性成分已被证明可以改善健康的各个方面，包括新陈代谢和肠道微生物组组成[3]。此外，植物提取物为宠物食品储存以及合成抗氧化剂(如乙氧基喹啉和亚硫酸盐)的毒性相关挑战提供了解决方案。作为天然抗氧化剂，植物提取物可以减少蛋白质氧化和脂质过氧化，从而延长宠物食品的保质期并提高储存质量[1][4]。特别是，药用植物含有许多生物活性物质，也可以作为疾病治疗的辅助疗法[5]。此外，这些天然生物活性物质作为饲料添加剂或饲料成分，可能在维持犬猫健康方面发挥预防作用，从而可能降低产生耐药性的可能性[6]-[11]。尽管有这些好处，但必须彻底评估天然植物提取物在体内的代谢和安全性，以进行全面评估。例如，槲皮素具有双重作用，抑制消化但促进消化道中蛋白质的吸收[12][13]。某些植物提取物可能表现出剂量依赖性效应，需要仔细评估以确保其安全使用[14]。因此，需要进一步的实证研究来验证这些草药补充剂在宠物饮食中的安全性和有效性，因为标准化和一致的产品质量仍然是关键挑战[15]。本综述重点介绍了一些植物提取物在犬猫体内的代谢和毒理学，以及将植物提取物作为宠物饮食补充剂的重要组成部分所带来的潜在营养和健康益处[16]。具体来说，本综述讨论了植物提取物在犬猫饮食中的应用及其对整体健康、肠道健康、心血管健康和氧化还原平衡的影响，并探讨了植物提取物如何调节宠物病理学以改善其健康，旨在为犬猫的饮食营养管理和辅助治疗提供有价值的见解[16]。

2. 一些植物提取物的代谢与毒理学

天然植物提取物在犬猫体内代谢的安全性取决于多种因素，包括提取物的类型、剂量和提取方法，以及动物的健康状况和个体差异[17]。一般来说，虽然许多常见的植物提取物对犬猫在代谢上是安全的，但有些可能存在毒性风险。具体而言，必须根据特定的提取物、动物的体重及其在日粮中的比例来调整适当的剂量[18][19]。

2.1. 黄酮类化合物

2.1.1. 黄烷醇

茶多酚确实是从茶叶中提取的。这些多酚化合物，包括儿茶素、黄酮类化合物和花青素，天然存在

于茶叶中。茶多酚表现出多种生物活性,如抗氧化、抗炎、抗菌和抗病毒特性,提供多种健康益处[20]。Mata-Bilbao 等(2008)研究了绿茶儿茶素在比格犬体内的药代动力学,发现口服给药(12.35 mg/kg 体重)后,表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)和表儿茶素没食子酸酯(ECG)等儿茶素在约 1 小时达到血浆峰值浓度。研究报告称,结合代谢物,特别是 EGC-葡萄糖醛酸苷,表现出高的曲线下面积(AUC)和平均滞留时间(MRT),表明由于肠肝循环而延长了滞留时间。然而,该研究未报告显著的毒性,表明在所给剂量下,绿茶儿茶素在比格犬体内耐受性良好[21]。然而,Kapetanovic 等证明,绿茶多酚(主要是 EGCG)在犬体内的代谢在禁食和非禁食状态下存在显著差异。在禁食犬中,较高的生物利用度导致毒性增加,导致严重的副作用,包括胃肠道刺激、体重减轻和死亡。相比之下,非禁食犬表现出较低且变异较小的暴露水平,导致毒性降低,这强调了在给药方案中考虑喂养状态以最小化绿茶多酚临床应用中毒性风险的重要性[17]。

2.1.2. 黄烷酮

柚皮苷是一种黄酮类化合物,被归类为多酚。它广泛存在于柑橘类水果的果皮和果肉中,特别是在葡萄柚和其他柑橘品种中。柚皮苷表现出多种生物活性,包括抗氧化、抗炎、抗癌和心血管保护作用。由于这些特性,柚皮苷在食品、医药和膳食补充剂领域得到广泛研究和利用。Liu 等研究了柚皮苷在犬体内的代谢,鉴定出 22 种柚皮苷相关代谢物。大约 60%的柚皮苷被排泄,主要是以 4-羟基苯丙酸的形式,表明存在显著的生物转化[22]。Li 等也揭示柚皮苷在比格犬中具有良好的安全性,结论是口服连续 3 个月和 6 个月的 LD₅₀ 剂量水平大于 5 g/kg 体重,NOAEL 至少为 500 mg/kg 体重/天[23]。这些结果为进一步的药理和毒理学研究奠定了基础。至于柚皮素,即柚皮苷的苷元形式,通常表现出更高的生物利用度,并直接参与各种生物活性。具体来说,口服给药后,柚皮苷被肠道酶和微生物群水解成柚皮素[24]。柚皮素随后被吸收进入血液,并在肝脏中经历 I 相和 II 相代谢。I 相反包括羟基化和还原,而 II 相涉及葡萄糖醛酸化和硫酸化。这些代谢过程增强了柚皮素的溶解度和排泄。它主要通过尿液和胆汁排泄,其中很大一部分经历肠肝循环,延长了其在体内的存在时间[25]。

2.1.3. 异黄酮

大豆异黄酮是大豆和其他豆制品中天然存在的化合物。它们属于一类植物雌激素,是具有雌激素样活性的植物源性化合物。Redmon 等研究了猫与其他物种相比大豆异黄酮的代谢。研究发现,与犬和其他物种相比,猫的肝脏微粒体对大豆异黄酮(如染料木黄酮、大豆苷元和雌马酚)的葡萄糖醛酸化速率显著降低。猫的这种葡萄糖醛酸化能力降低表明,替代代谢途径,包括硫酸化,可能占主导地位。此外,与犬相比,猫尿液中雌马酚的排泄水平更高,这可能是由于肠道微生物组的差异。这些发现突显了大豆异黄酮代谢的物种特异性差异及其对健康的潜在影响[26]。

2.1.4. 黄酮醇

槲皮素是一种天然存在的黄酮类化合物,是其糖苷衍生物芦丁和异槲皮素的苷元基础。芦丁(槲皮素-3-O-芸香糖苷)和异槲皮素(槲皮素-3-O-葡萄糖苷)与槲皮素的区别在于添加了糖部分,芦丁带有芸香糖苷,异槲皮素带有葡萄糖单元。这些糖苷形式增强了槲皮素的生物利用度和稳定性,同时保留了相似的抗氧化和抗炎特性,使其在治疗应用中具有价值[27]。在体内,异槲皮素可以被酶水解释放出槲皮素[28]。Reinboth 等研究了犬从不同糖苷中摄取槲皮素的生物利用度,给比格犬施用 30 μmol/kg 体重的槲皮素、异槲皮素和芦丁。槲皮素的绝对生物利用度约为 4%。与槲皮素苷元相比,异槲皮素表现出显著更高的生物利用度,主要在小肠吸收。从芦丁中吸收槲皮素被延迟,但效果并不比槲皮素差,表明芦丁可能是犬体内槲皮素的良好来源。然而,槲皮素在胃肠道外的潜在体内效应受到其相对快速代谢和相对较低生物利用度的限制[29] [30]。

2.2. 酚酸

绿原酸(ChA)是一种在咖啡豆和蓝莓等植物中发现的天然酚类化合物。它主要作为咖啡酸和奎宁酸的酯存在。ChA 表现出抗氧化、抗炎、抗病毒和抗菌特性，并因其健康益处而广泛用于食品、健康补充剂和药品中[31]。口服给药后，ChA 显示出高度的生物转化，在尿液和粪便中检测到的母体化合物量极少。药代动力学参数表明，ChA 具有快速的吸收和消除特征，半衰期约为 1 小时。这些结果强调了 ChA 在比格犬体内的广泛代谢[32]。

2.3. 植物提取物混合物

如今，一些研究使用植物提取物混合物来测试其对宠物的安全性；例如，Martineau 等进行了一项研究，评估富含多酚的葡萄和蓝莓提取物(PEGB)对犬肾脏和肝脏的安全性。该研究涉及 24 只比格犬，分为 4 组，接受不同剂量的 PEGB (0、4、20 或 40 mg/kg 体重/天)，持续 24 周。收集血浆和尿液样本以测量常规的肾脏和肝脏损伤标志物，以及特定的早期肾脏损伤生物标志物，包括胱抑素 C (CysC)、簇连蛋白 (Clu)和中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白(NGAL)。结果显示，在犬血浆中检测到 PEGB 特异性多酚及其代谢物，但在所有测量的生物标志物中均未发现肾脏或肝脏损伤的证据。该研究得出结论，长期食用测试剂量下的 PEGB 对犬是安全的，未观察到肾脏或肝脏毒性[33]。

目前，某些植物提取物单体、苷元和混合形式的代谢和安全性已在犬和猫身上得到验证。然而，需要进一步的实验来确定它们作为食品添加剂或膳食补充剂安全使用的最佳剂量。对于混合植物提取物，药代动力学研究尤为重要，因为不同物质的代谢途径可能重叠，或者各种提取物之间可能发生潜在的化学反应。

3. 植物提取物对宠物生理的影响

3.1. 整体健康

宠物的整体健康状况可以通过体重、皮肤、被毛状况和新陈代谢等宏观变化来指示。Campigotto 等进行了一项关于使用姜黄素作为狗粮抗氧化剂的研究，揭示了饲喂姜黄素和未饲喂姜黄素的狗在体重增加方面没有显著差异[4]。类似地，在宠物食品中饲喂合成抗氧化剂以及混合精油(丁香、迷迭香和牛至)和维生素 E 的比格犬在所有实验阶段均未显示显著差异；然而，随着时间的推移，两组的体重(BW)都下降了[34]。

如 Rees 等所述，该研究调查了亚麻籽(FLX)和葵花籽(SUN)补充剂对 18 只狗皮肤和被毛状况超过一个月的影响。两组都显示出被毛质量的暂时改善，但这种改善在 28 天后未能持续。皮肤状况评分的改善在第 14 天左右，表明短期补充 FLX 或 SUN 可以改善狗的皮肤和被毛状况，这是由于血清 18 碳 PUFA 水平增加[35]。

另一项研究探讨了黑参(BG)对比格犬的影响，并使用高分辨率魔角旋转(HR-MAS)核磁共振(NMR)光谱分析了血清样本。给狗喂食 BG 片剂八周，并在第 0、4 和 8 周收集它们的血液样本。代谢谱分析揭示了几种代谢物的显著变化，包括葡萄糖、支链氨基酸(BCAAs, 异亮氨酸、亮氨酸和缬氨酸)、丙氨酸、谷氨酰胺和组氨酸增加，乳酸和甲酸盐减少，这表明 BG 给药增强了免疫力和能量代谢，证实了其生物功效和在宠物健康护理中的潜在应用[36]。

最后一项研究通过比格犬的血清代谢谱分析研究了 BG 提取物的抗炎作用。将狗分为三组：常规饮食(对照组)、中浓度 BG 提取物(BG-M, 400 mg/10 kg/天)和高浓度 BG 提取物(BG-H, 800 mg/10 kg/天)。八周后，观察到血清代谢物的显著变化。BG-H 组显示甘氨酸和 β -丙氨酸水平增加，这证明了 BG 提取物在比格犬中的潜在抗炎作用。在该作者的研究中，甘氨酸和 β -丙氨酸的 AUC 值达到 1.0，证明了它们作

为预测高浓度 BG 提取物摄入的可靠生物标志物的强大潜力[37]。

3.2. 胃肠道健康

胃肠道的消化能力受肠道微生物群的显著影响，植物提取物有潜力作为功能性食品成分[3] [38]。Pinna 等研究了丝兰提取物(YSE)和栗子单宁(CTs)对狗和猫粪便中微生物和代谢活动的影响。两个物种都显示出相似的趋势，醇类和酯类减少，表明对单宁的抗菌特性有共同的响应。然而，观察到了明显的物种特异性差异。在狗中，YSE 和 CTs 主要影响尸胺、氨和硫化物，而在猫中，处理影响了吲哚和三甲胺水平。此外，CTs 在狗中对大肠杆菌表现出轻微的抑制作用，而 YSE 增加了肠球菌种群。这些发现突显了 YSE 和 CTs 有益地改变肠道微生物群和减少有害挥发性代谢物的潜力，尽管具体效果在狗和猫之间有所不同，这表明将 YSE 和 CTs 纳入宠物饮食的潜在益处。然而，需要进一步的体内研究来确认其功效和安全性[39]。

Barry 等研究了低水平果聚糖补充剂，包括菊粉和低聚果糖(scFOS)，对狗的营养消化和粪便代谢物浓度的影响，他们发现菊粉和短链 scFOS 都增强了营养消化率并改变了粪便代谢物，例如降低了酚浓度。然而，补充剂并未显著改变粪便微生物群种群。这些发现表明，虽然低水平果聚糖补充剂改善了狗的一些营养结果，但可能需要更高的添加水平才能显著影响肠道微生物群[40]。

此外，Soares 等研究了一种酵母细胞壁和牛至精油(YCO)混合物对狗的营养消化率、饮食适口性和肠道功能的影响。十八只成年狗被喂食含有不同 YCO 水平(0, 1.5, 3.0 kg/吨)的日粮 20 天，结果发现虽然最高 YCO 水平降低了干物质消化率，但它增强了粪便细菌多样性并降低了有害粪便代谢物如氨和组胺的浓度。这揭示了 YCO 在改善肠道健康方面的潜在益处，尽管营养消化率略有下降[41]。

另外，Jewell 等评估了给狗喂食不同浓度(0%、1%、2%和 4%)的纤维结合多酚成分(山核桃壳、亚麻籽、蔓越莓、柑橘和甜菜)超过 31 天的影响，发现增加日粮中纤维结合多酚含量可增强粪便中有益生物活性代谢物如短链脂肪酸(SCFAs)和多酚的水平，尤其是在 4%浓度时。然而，粪便微生物群组成没有显著变化。这些结果表明，纤维结合多酚可以通过增加狗体内的生物活性代谢物和抗氧化剂来改善肠道健康，这在猫身上几乎相同[42] [43]。

3.3. 免疫健康

免疫平衡对狗和猫的健康至关重要，植物提取物在调节免疫功能方面发挥着不可替代的作用[44] [45]。Woode 等在体外研究了白藜芦醇对犬免疫功能的影响，他们发现白藜芦醇对吞噬作用影响不大，但显著降低了多形核细胞(PMNs)的氧化爆发能力[46]。根据 Campigotto 等进行的研究，与对照组相比，补充姜黄素导致总红细胞、血细胞比容和血红蛋白水平增加，表明红细胞生成和携氧能力增强。此外，总白细胞计数显著上升，主要由中性粒细胞和单核细胞计数增加驱动。相反，在补充姜黄素的组中记录到淋巴细胞显著减少，表明对免疫细胞分布有调节作用，这突出了姜黄素在增强某些血液学参数同时调节犬免疫细胞群方面的潜在益处；然而，在补充组中通常观察到葡萄糖、胆固醇、甘油三酯和尿素的显著增加，这可能与各种因素有关，如实验持续时间、狗的年龄和其他潜在变量。相反，总蛋白、球蛋白和丙氨酸氨基转移酶(ALT)水平显著下降。总体而言，发现姜黄素主要通过刺激抗氧化系统和表现出明显的抗炎作用来增强动物健康[4]。Sgorlon 等进行了一项饮食干预研究，以调查植物源性化合物在狗体内的营养基因组学活性。他们给不同的狗组服用了四种营养保健品——狭叶紫锥菊(*Echinacea angustifolia*)、欧洲越橘(*Vaccinium myrtillus*)、姜黄(*Curcuma longa*)和水飞蓟(*Silybum marianum*)——持续 60 天。研究发现这些化合物调节基因表达并改善了各种健康标志物。例如，欧洲越橘组和姜黄组显著下调了促炎基因，如 TNF、CXCL8、NFKBI 和 PTGS2，同时血浆铜蓝蛋白(CuPp)减少，而姜黄组增加了锌水平，这与狭叶紫锥菊组

相同。水飞蓟显示血浆 ALT/GPT 活性降低和对氧磷酶增加,表明营养保健品可以有益地影响狗的免疫反应和整体健康[47]。

另一项研究旨在评估口服狭叶紫锥菊氢乙醇提取物对狗免疫系统的影响。十四只狗被随机分为两组:一组接受 1 mL 5%紫锥菊提取物,每天两次,持续两个月,另一组接受安慰剂。在第 0、30 和 60 天进行血液学和免疫学测试。结果表明,紫锥菊组的血细胞比容(PCV)、血红蛋白(Hb)、红细胞和白细胞计数、淋巴细胞、中性粒细胞、吞噬百分比和 IgM 水平显著增加,表明紫锥菊具有潜在的免疫刺激作用[48]。人参总皂苷(GTS)已被研究其对犬外周血吞噬细胞的免疫调节作用。研究发现,GTS 不直接影响外周血单核细胞(PBMCs)和 PMNs 的吞噬能力,但通过 GTS 处理的 PBMCs 的培养上清液增强了 PMNs 和单核细胞的吞噬能力。这种增强是由受刺激的 PBMCs 释放的 TNF- α 介导的。因此,GTS 主要通过 TNF- α 介导对犬外周血吞噬细胞表现出免疫增强作用[49]。一项研究旨在评估狭叶紫锥菊氢乙醇提取物对狗免疫系统的影响。十四只狗分为两组:一组接受 1 mL 5%紫锥菊提取物,每天两次,持续两个月,而另一组接受安慰剂。在第 0、30 和 60 天采集血液样本以测量各种血液学参数,结果表明,用紫锥菊治疗的组表现出 PCV、Hb、红细胞(RBC)计数、白细胞(WBC)计数、吞噬百分比和 IgM 水平的显著增加,表明这些提取物可能具有明显的免疫刺激活性[50]。

3.4. 心血管健康

通常,血管内皮功能障碍先于心血管功能障碍,并且在正常情况下,内皮细胞的增殖和凋亡之间存在平衡。Baumgartner-Parzer 等探讨了石榴提取物和大豆异黄酮对犬主动脉内皮细胞(CnAoECs)的影响,以应对犬心血管疾病日益增长的发病率。该研究开发了一个体外模型来评估这些物质对细胞增殖和凋亡的影响,结果显示石榴提取物和大豆异黄酮显著减少了细胞增殖和凋亡。这表明它们具有强大的血管保护活性,暗示了其在管理犬心血管疾病方面的潜在益处[51]。

3.5. 氧化还原平衡

维持动物体内的氧化还原平衡对于正常的生理功能至关重要,因为氧化应激会导致细胞损伤,并可能促进衰老和各种疾病的发展。鉴于宠物的寿命显著短于人类,减少它们体内的氧化应激以延长它们陪伴人类的时间具有重要意义[52]。此外,食物氧化导致腐败,影响其营养价值,长期食用可能带来健康风险[53][54]。在一项检查使用姜黄素替代狗粮中合成抗氧化剂效果的研究中,姜黄素显示出良好的抗氧化效果,表现为过氧化氢酶(CAT)活性、超氧化物歧化酶(SOD)活性、谷胱甘肽过氧化物酶(GPx)活性、对抗过氧自由基的抗氧化能力(ACAP)、蛋白质巯基(PSHs)和非蛋白质巯基(NPSHs)显著增加,活性氧(ROS)水平大大降低,而谷胱甘肽 S-转移酶(GST)没有显示特定变化。同时,它证明补充姜黄素通过减少氧化降解有效延长了狗粮的保质期[4]。如 Bang 等(2022)所示,补充浓度为 50 μ M 的槲皮素显著降低了 ROS 水平和凋亡指数,同时增强了冻融后狗精子的运动力、存活率和粘液穿透能力。这些发现表明,在最佳浓度 50 μ M 下,槲皮素能有效减轻冷冻诱导的氧化应激并提高冻融后狗精子的质量[55]。Schlieck 等的研究检验了在狗粮中用混合精油(丁香、迷迭香和牛至)和维生素 E 替代合成抗氧化剂的情况,重点关注食品质量和对比格犬的健康影响。十只成年比格犬分为对照组和测试组,分别接受含有合成和天然抗氧化剂的食物。结果显示,狗粮中的天然抗氧化剂促进了饲料保存,天然抗氧化剂组表现出降低的 ROS 水平和增加的抗氧化酶活性;因此,基于以上信息,天然抗氧化剂在保存狗粮和增强犬全身抗氧化反应方面是有效的[34]。

3.6. 其他方面

除了上述效应外,天然植物提取物对宠物生理的其他各个方面也有显著影响,包括认知和其他相关

功能。这项研究调查了一种含有磷脂酰丝氨酸、银杏叶提取物、维生素 E 和吡哆醇的营养保健品补充剂对老年比格犬认知功能的影响。九只老年比格犬接受延迟非匹配位置任务测试以评估短期视觉空间记忆。该研究采用交叉设计, 在一个阶段给予补充剂, 另一个阶段给予对照。结果显示, 与对照组相比, 补充剂显著改善了比格犬的记忆表现, 并且这些效果是持久的, 这暗示了该补充剂在增强老年犬认知功能方面的潜力[56]。

4. 小结

植物提取物在增强宠物健康方面具有先天优势, 诱导耐药性的概率较低。此外, 许多植物提取物已被证明具有总体上安全的药代动力学特征, 有效减少了宠物主人对这些补充剂潜在副作用的担忧。因此, 越来越多的植物提取物被验证可为宠物代谢, 从而在宠物食品中得到更广泛的应用以支持整体健康。未来需要针对植物提取物在猫犬上的长期、多剂量安全性开展研究, 另外还需要研究商业宠物粮加工过程对关键植物提取物活性的影响; 此外, 植物提取物与肠道微生物互动对宠物健康的深层机制有待于进一步研究。

参考文献

- [1] Craig, J.M. (2021) Additives in Pet Food: Are They Safe? *Journal of Small Animal Practice*, **62**, 624-635. <https://doi.org/10.1111/jsap.13375>
- [2] Ieri, F., Innocenti, M., Possieri, L., Gallori, S. and Mulinacci, N. (2015) Phenolic Composition of “Bud Extracts” of *Ribes nigrum* L., *Rosa canina* L. and *Tilia tomentosa* M. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, **115**, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2015.06.004>
- [3] Pilla, R. and Suchodolski, J.S. (2021) The Gut Microbiome of Dogs and Cats, and the Influence of Diet. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, **51**, 605-621. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2021.01.002>
- [4] Campigotto, G., Alba, D.F., Sulzbach, M.M., Dos Santos, D.S., Souza, C.F., Baldissera, M.D., et al. (2020) Dog Food Production Using Curcumin as Antioxidant: Effects of Intake on Animal Growth, Health and Feed Conservation. *Archives of Animal Nutrition*, **74**, 397-413. <https://doi.org/10.1080/1745039x.2020.1769442>
- [5] Mejia-Fava, J. and Colitz, C.M.H. (2014) Supplements for Exotic Pets. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **17**, 503-525. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2014.05.001>
- [6] Røken, M., Forfang, K., Wasteson, Y., Haaland, A.H., Eiken, H.G., Hagen, S.B., et al. (2022) Antimicrobial Resistance—Do We Share More than Companionship with Our Dogs? *Journal of Applied Microbiology*, **133**, 1027-1039. <https://doi.org/10.1111/jam.15629>
- [7] Iannino, F., Salucci, S., Di Donato, G., Badagliacca, P., Vincifori, G. and Di Giannatale, E. (2019) Campylobacter and Antimicrobial Resistance in Dogs and Humans: “One Health” in Practice. *Veterinaria Italiana*, **55**, 203-220.
- [8] Prescott, J.F., Hanna, W.J., Reid-Smith, R. and Drost, K. (2002) Antimicrobial Drug Use and Resistance in Dogs. *The Canadian Veterinary Journal*, **43**, 107-116.
- [9] Gan, Z., Wei, W., Wu, J., Zhao, Y., Zhang, L., Wang, T., et al. (2019) Resveratrol and Curcumin Improve Intestinal Mucosal Integrity and Decrease M⁶a RNA Methylation in the Intestine of Weaning Piglets. *ACS Omega*, **4**, 17438-17446. <https://doi.org/10.1021/acsomega.9b02236>
- [10] Tedesco, D.E.A. and Guerrini, A. (2022) Use of Milk Thistle in Farm and Companion Animals: A Review. *Planta Medica*, **89**, 584-607. <https://doi.org/10.1055/a-1969-2440>
- [11] Jagueszski, A.M., Glombowsky, P., da Rosa, G. and Da Silva, A.S. (2021) Daily Intake of a Homeopathic Agent by Dogs Modulates White Cell Defenses and Reduces Bacterial Counts in Feces. *Microbial Pathogenesis*, **156**, Article ID: 104936. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.104936>
- [12] Frevel, M.A.E., Pipingas, A., Grigsby, W.J., Frampton, C.M. and Gilchrist, N.L. (2012) Production, Composition and Toxicology Studies of Enzogenol® Pinus Radiata Bark Extract. *Food and Chemical Toxicology*, **50**, 4316-4324. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.08.051>
- [13] Cheng, Y., Liu, Y., Chen, D., Zhou, Y., Yu, S., Lin, H., et al. (2021) Dual Effects of Quercetin on Protein Digestion and Absorption in the Digestive Tract. *Food Chemistry*, **358**, Article ID: 129891. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129891>
- [14] Salaroli, R., Andreani, G., Bernardini, C., Zannoni, A., La Mantia, D., Protti, M., et al. (2022) Anticancer Activity of an

- Artemisia Annu L. Hydroalcoholic Extract on Canine Osteosarcoma Cell Lines. *Research in Veterinary Science*, **152**, 476-484. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2022.09.012>
- [15] Pezzali, J.G. and Shoveller, A.K. (2024) Herbal Paw-Sibilities: Potential Use and Challenges of *Astragalus membranaceus* and *Panax* Species (ginseng) in Diets Intended for Cats and Dogs. *Animal Frontiers*, **14**, 17-27. <https://doi.org/10.1093/af/vfae009>
- [16] Tanprasertsuk, J., Tate, D.E. and Shmalberg, J. (2021) Roles of Plant-Based Ingredients and Phytonutrients in Canine Nutrition and Health. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, **106**, 586-613. <https://doi.org/10.1111/jpn.13626>
- [17] Kapetanovic, I.M., Crowell, J.A., Krishnaraj, R., Zakharov, A., Lindeblad, M. and Lyubimov, A. (2009) Exposure and Toxicity of Green Tea Polyphenols in Fasted and Non-Fasted Dogs. *Toxicology*, **260**, 28-36. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2009.03.007>
- [18] Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M.d.L., Christensen, H., Fašmon Durjava, M., Kouba, M., *et al.* (2021) Safety and Efficacy of Feed Additives Consisting of Expressed Sweet Orange Peel Oil and Its Fractions from *Citrus sinensis* (L.) Osbeck for Use in All Animal Species (FEFANA Asbl). *EFSA Journal*, **19**, e06891. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6891>
- [19] Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M.d.L., Christensen, H., Durjava, M., Kouba, M., *et al.* (2024) Safety and Efficacy of a Feed Additive Consisting of a Tincture Derived from the Roots of *Panax ginseng* C.A.Mey. (Ginseng Tincture) for Horses, Dogs and Cats (FEFANA Asbl). *EFSA Journal*, **22**, e8730. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.8730>
- [20] Khan, N. and Mukhtar, H. (2018) Tea Polyphenols in Promotion of Human Health. *Nutrients*, **11**, Article 39. <https://doi.org/10.3390/nu11010039>
- [21] Mata-Bilbao, M.d.L., Andrés-Lacueva, C., Roura, E., Jáuregui, O., Escribano, E., Torre, C., *et al.* (2008) Absorption and Pharmacokinetics of Green Tea Catechins in Beagles. *British Journal of Nutrition*, **100**, 496-502. <https://doi.org/10.1017/s0007114507898692>
- [22] Liu, M., Zou, W., Yang, C., Peng, W. and Su, W. (2012) Metabolism and Excretion Studies of Oral Administered Naringin, a Putative Antitussive, in Rats and Dogs. *Biopharmaceutics & Drug Disposition*, **33**, 123-134. <https://doi.org/10.1002/bdd.1775>
- [23] Li, P., Wu, H., Wang, Y., Peng, W. and Su, W. (2020) Toxicological Evaluation of Naringin: Acute, Subchronic, and Chronic Toxicity in Beagle Dogs. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, **111**, Article ID: 104580. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2020.104580>
- [24] Stabrauskienė, J., Kopustinskiene, D.M., Lazauskas, R. and Bernatoniene, J. (2022) Naringin and Naringenin: Their Mechanisms of Action and the Potential Anticancer Activities. *Biomedicines*, **10**, Article 1686. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10071686>
- [25] Abhijit, N., Ramprasad, P.M. and More, G.V. (2023) Surgical Management of Urolithiasis in Dog along with Peritoneal Dialysis: 12 Cases. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, **8**, 409-418.
- [26] Redmon, J.M., Shrestha, B., Cerundolo, R. and Court, M.H. (2015) Soy Isoflavone Metabolism in Cats Compared with Other Species: Urinary Metabolite Concentrations and Glucuronidation by Liver Microsomes. *Xenobiotica*, **46**, 406-415. <https://doi.org/10.3109/00498254.2015.1086038>
- [27] Ghanbari-Movahed, M., Mondal, A., Farzaei, M.H. and Bishayee, A. (2022) Quercetin- and Rutin-Based Nano-Formulations for Cancer Treatment: A Systematic Review of Improved Efficacy and Molecular Mechanisms. *Phytomedicine*, **97**, Article ID: 153909. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2021.153909>
- [28] Kim, D.S. and Lim, S.B. (2017) Optimization of Subcritical Water Hydrolysis of Rutin into Isoquercetin and Quercetin. *Preventive Nutrition and Food Science*, **22**, 131-137.
- [29] Reinboth, M., Wolffram, S., Abraham, G., Ungemach, F.R. and Cermak, R. (2010) Oral Bioavailability of Quercetin from Different Quercetin Glycosides in Dogs. *British Journal of Nutrition*, **104**, 198-203. <https://doi.org/10.1017/s000711451000053x>
- [30] Cruz-Zúñiga, J.M., Soto-Valdez, H., Peralta, E., Mendoza-Wilson, A.M., Robles-Burgueño, M.R., Auras, R., *et al.* (2016) Development of an Antioxidant Biomaterial by Promoting the Deglycosylation of Rutin to Isoquercetin and Quercetin. *Food Chemistry*, **204**, 420-426. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.130>
- [31] Naveed, M., Hejazi, V., Abbas, M., Kamboh, A.A., Khan, G.J., Shumzaid, M., *et al.* (2018) Chlorogenic Acid (CGA): A Pharmacological Review and Call for Further Research. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, **97**, 67-74. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.10.064>
- [32] Liu, R., Lai, K., Xiao, Y. and Ren, J. (2017) Comparative Pharmacokinetics of Chlorogenic Acid in Beagles after Oral Administrations of Single Compound, the Extracts of *Lonicera japonica*, and the Mixture of Chlorogenic Acid, Baicalin, and *Forsythia suspense*. *Pharmaceutical Biology*, **55**, 1234-1238. <https://doi.org/10.1080/13880209.2017.1296002>
- [33] Martineau, A., Leray, V., Lepoudere, A., Blanchard, G., Bensalem, J., Gaudout, D., *et al.* (2016) A Mixed Grape and

- Blueberry Extract Is Safe for Dogs to Consume. *BMC Veterinary Research*, **12**, Article No. 162. <https://doi.org/10.1186/s12917-016-0786-5>
- [34] Schlieck, T.M.M., Petrolini, T.G., Bissacotti, B.F., Copetti, P.M., Bottari, N.B., Morsch, V.M., *et al.* (2021) Addition of a Blend of Essential Oils (Cloves, Rosemary and Oregano) and Vitamin E to Replace Conventional Chemical Antioxidants in Dog Feed: Effects on Food Quality and Health of Beagles. *Archives of Animal Nutrition*, **75**, 389-403. <https://doi.org/10.1080/1745039x.2021.1960091>
 - [35] Rees, C.A., Bauer, J.E., Burkholder, W.J., Kennis, R.A., Dunbar, B.L. and Bigley, C.E. (2001) Effects of Dietary Flax Seed and Sunflower Seed Supplementation on Normal Canine Serum Polyunsaturated Fatty Acids and Skin and Hair Coat Condition Scores. *Veterinary Dermatology*, **12**, 111-117. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3164.2001.00234.x>
 - [36] Yoon, D., Kim, Y.J., Lee, W.K., Choi, B.R., Oh, S.M., Lee, Y.S., *et al.* (2020) Metabolic Changes in Serum Metabolome of Beagle Dogs Fed Black Ginseng. *Metabolites*, **10**, Article 517. <https://doi.org/10.3390/metabo10120517>
 - [37] Kim, Y.J., Lee, D.Y., Park, H., Yoon, D., Lee, B., Kim, J.G., *et al.* (2020) Serum Metabolic Profiling Reveals Potential Anti-Inflammatory Effects of the Intake of Black Ginseng Extracts in Beagle Dogs. *Molecules*, **25**, Article 3759. <https://doi.org/10.3390/molecules25163759>
 - [38] Di Cerbo, A., Morales-Medina, J.C., Palmieri, B., Pezzuto, F., Cocco, R., Flores, G., *et al.* (2017) Functional Foods in Pet Nutrition: Focus on Dogs and Cats. *Research in Veterinary Science*, **112**, 161-166. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.03.020>
 - [39] Pinna, C., Vecchiato, C.G., Cardenia, V., Rodriguez-Estrada, M.T., Stefanelli, C., Grandi, M., *et al.* (2017) An *in Vitro* Evaluation of the Effects of a Yucca Schidigera Extract and Chestnut Tannins on Composition and Metabolic Profiles of Canine and Feline Faecal Microbiota. *Archives of Animal Nutrition*, **71**, 395-412. <https://doi.org/10.1080/1745039x.2017.1355039>
 - [40] Barry, K.A., Hernot, D.C., Middelbos, I.S., Francis, C., Dunsford, B., Swanson, K.S., *et al.* (2009) Low-Level Fructan Supplementation of Dogs Enhances Nutrient Digestion and Modifies Stool Metabolite Concentrations, but Does Not Alter Fecal Microbiota Populations. *Journal of Animal Science*, **87**, 3244-3252. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1659>
 - [41] Soares, N.M.M., Bastos, T.S., Kaelle, G.C.B., de Souza, R.B.M.d.S., de Oliveira, S.G. and Félix, A.P. (2023) Digestibility and Palatability of the Diet and Intestinal Functionality of Dogs Fed a Blend of Yeast Cell Wall and Oregano Essential Oil. *Animals*, **13**, Article 2527. <https://doi.org/10.3390/ani13152527>
 - [42] Jewell, D.E., Jackson, M.I., Cochrane, C. and Badri, D.V. (2022) Feeding Fiber-Bound Polyphenol Ingredients at Different Levels Modulates Colonic Postbiotics to Improve Gut Health in Dogs. *Animals*, **12**, Article 627. <https://doi.org/10.3390/ani12050627>
 - [43] Jewell, D.E., Jackson, M.I., Cochrane, C. and Badri, D.V. (2022) Feeding Fiber-Bound Polyphenol Ingredients at Different Levels Modulates Colonic Postbiotics to Improve Gut Health in Cats. *Animals*, **12**, Article 1654. <https://doi.org/10.3390/ani12131654>
 - [44] Mila, H., Grellet, A., Mariani, C., Feugier, A., Guard, B., Suchodolski, J., *et al.* (2016) Natural and Artificial Hyperimmune Solutions: Impact on Health in Puppies. *Reproduction in Domestic Animals*, **52**, 163-169. <https://doi.org/10.1111/rda.12824>
 - [45] Saker, K.E. (2006) Nutrition and Immune Function. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, **36**, 1199-1224. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2006.09.001>
 - [46] Woode, R.A., Axiak-Bechtel, S.M., Tsuruta, K., Amorim, J.R., Zhang, Y. and DeClue, A.E. (2015) Resveratrol Decreases Oxidative Burst Capacity and Alters Stimulated Leukocyte Cytokine Production *In Vitro*. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, **163**, 164-173. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2014.12.004>
 - [47] Sgorlon, S., Stefanon, B., Sandri, M. and Colitti, M. (2016) Nutrigenomic Activity of Plant Derived Compounds in Health and Disease: Results of a Dietary Intervention Study in Dog. *Research in Veterinary Science*, **109**, 142-148. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2016.10.005>
 - [48] Torkan, S., Khamesipour, F. and Katsande, S. (2015) Evaluating the Effect of Oral Administration of *Echinacea* Hydroethanolic Extract on the Immune System in Dog. *Autonomic and Autacoid Pharmacology*, **35**, 9-13. <https://doi.org/10.1111/aap.12024>
 - [49] Kang, K.A., Kang, J.H. and Yang, M.P. (2008) Ginseng Total Saponin Enhances the Phagocytic Capacity of Canine Peripheral Blood Phagocytes *In Vitro*. *The American Journal of Chinese Medicine*, **36**, 329-341. <https://doi.org/10.1142/s0192415x08005801>
 - [50] Song, H., Lee, J., Yi, S., Kim, W., Kim, Y., Namgoong, B., *et al.* (2023) Red Ginseng Dietary Fiber Shows Prebiotic Potential by Modulating Gut Microbiota in Dogs. *Microbiology Spectrum*, **11**, e00949-23. <https://doi.org/10.1128/spectrum.00949-23>
 - [51] Baumgartner-Parzer, S.M., Waldenberger, F.R., Freudenthaler, A., Ginouvès-Guerdoux, A., McGahie, D. and Gatto, H. (2012) The Natural Antioxidants, Pomegranate Extract and Soy Isoflavones, Favourably Modulate Canine Endothelial

- Cell Function. *ISRN Veterinary Science*, **2012**, Article ID: 590328. <https://doi.org/10.5402/2012/590328>
- [52] Fan, Z., Bian, Z., Huang, H., Liu, T., Ren, R., Chen, X., *et al.* (2023) Dietary Strategies for Relieving Stress in Pet Dogs and Cats. *Antioxidants*, **12**, Article 545. <https://doi.org/10.3390/antiox12030545>
- [53] Usuga, A., Rojano, B.A., Duque, J.C., Mesa, C., Restrepo, O., Gomez, L.M., *et al.* (2023) Dry Food Affects the Oxidative/antioxidant Profile of Dogs. *Veterinary Medicine and Science*, **9**, 687-697. <https://doi.org/10.1002/vms3.1064>
- [54] Fragopoulou, E., Gavriil, L., Argyrou, C., Malagaris, I., Choleva, M., Antonopoulou, S., *et al.* (2018) Suppression of DNA/RNA and Protein Oxidation by Dietary Supplement Which Contains Plant Extracts and Vitamins: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Lipids in Health and Disease*, **17**, Article No. 187. <https://doi.org/10.1186/s12944-018-0836-z>
- [55] Bang, S., Qamar, A.Y., Tanga, B.M., Fang, X., Seong, G., Nabeel, A.H.T., *et al.* (2021) Quercetin Improves the Apoptotic Index and Oxidative Stress in Post-Thaw Dog Sperm. *Environmental Science and Pollution Research*, **29**, 21925-21934. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17421-6>
- [56] Araujo, J.A., Landsberg, G.M., Milgram, N.W. and Miolo, A. (2008) Improvement of Short-Term Memory Performance in Aged Beagles by Anutraceutical Supplement Containing Phosphatidylserine, Ginkgo Biloba, Vitamin E, and Pyridoxine. *The Canadian Veterinary Journal*, **49**, 379-385.