

功能性食品在宠物健康领域的应用

刘语菲

北京城市学院生物医药学部, 中国·北京 100094

摘要: 在宠物家庭地位显著跃升的宏观背景下, 它们的健康需求从基础营养转向精准功能干预。功能性食品作为营养学与健康管理的交叉载体, 已成为宠物食品研发前沿。本文综述近五年功能性宠物食品进展, 聚焦肠道微生态、免疫强化、关节防护及皮肤被毛改善等功效靶点, 剖析 Omega-3 脂肪酸、植物提取物及益生菌的作用通路、临床证据及物种差异, 并基于犬猫代谢特性比较配方设计分野。进而指出当前瓶颈: 机制研究与临床功效间证据断层、产品同质化严重、评价标准缺失。展望精准营养与个性化定制协同路径, 以期功能性宠物食品研发与应用提供学理参考。

关键词: 功能性食品; 宠物健康; 微生物; 天然提取物

The Use of Functional Foods in Pet Health

Liu Yufei

Beijing City University, School of Biomedicine, China Beijing 100094

Abstract: With pets' rising family status, their health needs are shifting from basic nutrition to precision functional intervention. Functional foods, bridging nutrition and health management, are now at the forefront of pet food research. This review summarizes five-year advances, focusing on gut microbiota, immunity, joint health, and skin/coat quality. It analyzes the pathways, evidence, and species differences of omega-3s, plant extracts, and probiotics, and compares formulation designs based on canine and feline metabolism. It also identifies bottlenecks: evidence gaps, product homogeneity, and missing evaluation standards. Future directions point to precision nutrition and personalization, offering theoretical guidance for functional pet food development.

Keywords: Functional foods; Pet health; Microbiota; Natural extracts

1 宠物健康需求迭代与产业发展背景

宠物“拟人化”角色转变, 使其健康管理从疾病治疗延伸至全生命周期预防干预。《2025 年中国宠物行业白皮书》显示, 超七成宠物主关注亚健康状态, 并愿为功效明确的食物支付溢价。同时, 7 岁以上犬猫占比逾 30%, 推动关节、认知、免疫等细分功能产品需求增长。需求升级倒逼宠物营养学从基础营养供给转向功能导向的精准调控, 功能性饲草与植物提取物因天然温和、契合“药食同源”理念而展现应用潜力^[1]。然而, 功能性食品真正起效需活性成分靶向抵达、维持有效浓度并完成代谢转化, 这一过程受物种代谢差异、肠道菌群构成、加工工艺及采食量等多变量影响。当前市场宣传常将体外机制研究直接等同于成品功效, 导致科学证据与商业宣称间存在明显断层。因此, 亟需系统界定功能成分的作用边界, 横向比较不同来源提取物的优劣, 并构建从分子机制到临床终点的完整证据链——这是该领域当前最应优先攻克的核心科学命题。

2 宠物功能性食品的概念与分类

宠物功能性食品是指除了提供基础营养外, 额外添加特定生物活性成分, 以实现靶向健康调节的食品类别, 其功效方向涵盖胃肠道调节、免疫力提升、关节养护、皮肤毛质改善等多个维度, 产品形态则包括软颗粒、营养膏、粉剂及功能性零食等^[2]。其根本分类原则应基于作用靶点与科学证据层级, 而非仅凭添加成分宣称。在配方设计中, 犬与猫的代谢差异是决定功能性食品有效性与安全性的第一性原则。猫作为专性肉食动物, 其蛋白质需求 (26%~30%) 远高于犬 (18%~25%), 且自身无法合成牛磺酸与精氨酸, 对植物源成分的代谢能力有限; 犬虽为杂食性, 但对某些谷物蛋白的敏感性及对碳水化合物耐受度亦存在品种间差异。这种差异决定了同一功能成分 (如 Omega-3 脂肪酸、益生菌菌株、植物提取物) 在犬猫体内的吸收、分布、代谢与排泄过程截然不同, 配方设计必须“因种制宜”, 而非简单套用^[3]。目前, 我国宠物功能性食品主要参照《饲料添加剂品种目录》及 GB/T 31216-2014

等标准进行管理，但专门针对功效评价的法规仍不完善，这进一步加剧了市场宣称的随意性。

3 核心功能成分的作用机制

功能性食品的功效基础在于活性成分与生理系统的交互。当前研究多遵循“还原论”范式——分离单一成分、验证其分子通路，但这一范式在解释整体功效时存在固有限制：单一成分的体外活性未必能转化为体内功效，不同成分间的协同或拮抗效应常被忽视，且实验室可控条件下的发现难以直接外推至真实饲喂场景。以下按三大类功能成分（微生态调节剂、抗炎免疫调节剂、组织保护剂）分别梳理其已知机制，并在每一类下嵌入对现有证据层级的批判性审视。

3.1 微生态调节类成分

肠道微生物组已被视为宠物健康的“代谢器官”，通过“营养-微生物-免疫轴”深刻影响全身生理状态。微生态调节类成分是应用最广泛的功能成分类别，旨在通过干预肠道菌群实现健康调控。

微生态调节类成分是目前应用最广的功能性添加剂，根据其作用方式与活性状态，可明确划分为益生菌（Probiotics）、益生元（Prebiotics）与后生元（Postbiotics）三大类别，三者从“活菌补给”“底物增殖”与“代谢产物干预”三个维度构成完整的调控体系。

3.1.1 益生菌的优势

益生菌是指足量摄入时对宿主有益的活微生物。理想状态下，益生菌通过竞争性排斥病原菌、增强肠道屏障功能、分泌抑菌物质及调节免疫应答来改善肠道健康。犬源或猫源益生菌（如发酵乳杆菌、嗜酸乳杆菌特定菌株）在宿主定植能力与功能表达上优于非宿主来源菌株，然而，目前市售产品绝大多数采用人源或通用菌株，其定植效果缺乏严格的宿主特异性验证。此外，益生菌的活性受加工温度、胃酸、胆盐及储存条件的显著影响，货架期内活菌数衰减问题普遍存在。更为关键的是，现有研究多聚焦于单菌株的短期效应，而对多菌株协同、长期定植动态及个体化菌群背景的响应差异，认知尚浅。

3.1.2 益生元的优势

益生元被定义为“能够被宿主微生物选择性利用并带来健康益处的底物”，主要包括功能性低聚糖（如果寡糖、低聚半乳糖、低聚木糖、菊粉等）及某些多糖类物质。其核心机制在于作为有益菌（如双歧杆菌、乳杆菌）的发酵底物，促进其增殖并产生短链脂肪酸（SCFA），从而降低肠道 pH、抑制病原菌生长、并调节宿主免疫。研究表明，益生元可改善犬猫粪便性状、增加 SCFA 浓度、减少腐败

产物（如支链脂肪酸）。然而，益生元的效应高度依赖于剂量、干预时长及个体基线菌群结构。现有证据提示，短期摄入未必能达到预期的免疫调节与菌群重塑效果，且单一益生元高浓度添加的影响较复合配方更为突出——这意味着“益生元有益”这一笼统论断缺乏临床转化层面的时间-剂量-效应关系支撑。目前，关于摄入益生元达成明确功效所需的最短时间与最佳剂量，学术界尚无共识，这直接挑战了市场上“速效调理”宣称的科学性。

3.1.3 后生元的优势

后生元是指灭活微生物或其代谢产物（包括短链脂肪酸、肽聚糖、细菌素、有机酸等）组成的生物活性制剂^[4]。主要包括短链脂肪酸（丁酸、丙酸、乙酸等）、细胞壁多糖（肽聚糖、脂多糖）、细菌素及维生素等。相较于益生菌，后生元不受加工温度、储存条件限制，无需在肠道中定植即可发挥作用，且具有抗炎、抗氧化、增强免疫力及维持肠道菌群平衡等多重功能。后生元虽稳定性更优，但需控制添加剂量，过量可能引发肠道渗透压失衡。目前，已有商业化后生元产品（如灭活植物乳杆菌 L-137）在宠物零食中应用，临床反馈显示对改善粪便性状和减少异味有明确效果。

当前研究多集中于单一益生菌菌株或后生元成分的验证，忽视了肠道微生物组作为一个高度复杂的生态系统所具有的网络化调控特征——在这种网络结构中，引入单一变量可能通过级联效应引发表型变化，也可能被系统缓冲而归于无效。因此，单一成分的作用机制虽然清晰，但其在真实肠道环境中的长期效果与生态后果，仍缺乏充分的循证依据。未来的微生态调控策略应依据宠物的健康状况、菌群基线及加工工艺需求，灵活组合三类成分，而非单一依赖。

3.2 抗炎与免疫调节类成分

炎症与氧化应激是多种慢性病的共同病理基础。Omega-3 脂肪酸（尤其是 EPA 和 DHA）通过竞争性抑制促炎性花生四烯酸代谢、调节细胞膜流动性及激活抗炎通路，在宠物关节炎、皮肤病及认知健康方面具有较充分的证据。有研究借助分子对接技术验证了 Omega-3 与炎症靶点的结合能力^[5]。值得注意的是，猫因 $\Delta 6$ -去饱和酶活性低，不能高效将亚油酸转化为花生四烯酸，因此其 Omega-6/Omega-3 比例设计需更严格，且需直接提供预形成的长链脂肪酸。

天然提取物（如金银花、菊花、甘草、山药、莲子等）富含黄酮、多酚、多糖及皂苷，具有多靶点抗炎、抗氧化及免疫调节活性。莲子红皮多糖对羟自由基清除率达

96.29%，对 DPPH 自由基清除率达 41.79%^[6]；山药多糖可调节肠道免疫；黄芪多糖增强巨噬细胞吞噬功能。但必须正视的是，上述活性数据大多源自体外化学模型或细胞实验，其在犬猫体内的生物利用度、靶器官分布及代谢产物毒性缺乏系统评估。猫对某些挥发油（如萜烯类）的葡萄糖醛酸化代谢能力较弱，存在种属特异性蓄积风险。天然不等于安全，多组分复配的协同与拮抗效应更是当前认知的盲区。因此，将这些体外活性直接等同于产品功效，是行业普遍存在的逻辑跳跃，亟需通过动物体内药代动力学 - 药效学联合研究来桥接。

3.3 关节养护与组织保护类成分

关节健康的核心在于抑制软骨降解、减轻滑膜炎及促进修复。硫酸软骨素与葡萄糖胺是经典成分，通过提供蛋白聚糖合成底物和抑制基质金属蛋白酶活性来保护关节。II 型胶原蛋白（UC-II）则通过口服免疫耐受机制调节自身免疫反应，多项犬类实验显示其可改善跛行评分。然而，关节功效评价周期长、主观性强（跛行评分受观察者影响），且不同品种、体型的犬猫对同一成分的应答差异显著。长期随访数据缺乏，使得“长期服用有效”这一宣称缺乏实证。

4 功能性食品在健康管理中的应用现状

将实验室中的机制结论转化为货架上的有效产品，并非简单的“添加即生效”。当前宠物功能性食品市场虽然增长迅速，但不同功效品类的成熟度与科学证据层级存在显著差异。多数产品的功效宣称，仍停留在成分添加层面，而缺乏随机对照试验（RCT），第三方评估数据更为稀缺。以下将从胃肠道调节、免疫提升、关节养护及皮肤毛质改善四个领域，分别评估其研究进展与证据缺口。

4.1 胃肠道微生态调节类产品

此类产品是渗透率最高的品类，但其科学基础恰恰存在最突出的矛盾。首先，犬猫肠道菌群组成存在显著物种差异：犬优势菌门为厚壁菌门、拟杆菌门和梭杆菌门；猫则具有更高的放线菌门丰度和更低的梭杆菌门丰度，且肠道厌氧菌比例更高，Alpha 多样性高于犬^[7]。这决定了猫用微生态产品需更注重厌氧环境维持，而犬用产品则需关注纤维发酵平衡。此外，品种内个体差异同样显著——所谓的“通用型”益生菌配方难以普适有效。

在原料开发方面，功能性寡糖（如果寡糖、低聚木糖）是应用最广泛的益生元基质，其通过选择性增殖有益菌来改善肠道微生态^[8]。近年来，蔓越莓（富含原花青素，抑制病原菌黏附）、羊奶粉（含低聚糖、乳铁蛋白，易消化）及香菇等药食两用原料被引入开发序列^[9]，但其协同

微生态调节的临床证据仍限于小样本喂养试验。例如，有数据显示添加功能性寡糖后部分腹泻宠物在短期内恢复排便规律，但该结论在对照组设置严谨性、样本代表性及长期随访数据方面仍有待完善。更值得关注的是，关于益生元摄入达成稳定功效所需的最短时间与剂量，目前尚无统一结论——这提示“速效调理”的市场话术尚缺乏充分的循证医学支撑。微生态调节产品的未来方向，应从“堆砌菌种或底物”转向基于宠物粪便菌群检测的个性化配方设计，并建立长期、多中心、双盲的临床验证体系。

4.2 免疫力提升类产品——生物标志物改善不等于临床结局改善

随着宠物老龄化趋势加剧，面向免疫力提升的功能性食品需求持续增长。该类产品的核心研发路径围绕免疫调节活性成分的筛选与适配展开。

免疫力提升类产品的研发围绕免疫调节活性成分展开，金银花与菊花中的黄酮类及绿原酸成分可通过抑制促炎细胞因子、清除自由基实现免疫调节。然而，当前面临一个核心困境：多数功效指标（如细胞因子水平、免疫球蛋白浓度）虽能在实验室中被测量，但这些生物标志物的改善是否真正转化为宠物临床结局（如感染发生率降低、恢复时间缩短）的改善，仍缺乏大规模双盲随机对照试验的验证。相较之下，关节养护类产品虽有类似问题，但至少有关节跛行评分等相对直观的临床观察指标，而免疫类产品的“临床终点”更加模糊，证据链中的缺口更大。

尽管如此，当前免疫力提升类产品面临一个共同困境：多数功效指标（如细胞因子水平、免疫球蛋白浓度）虽在实验室中被测量，但这些生物标志物的改善是否真正转化为宠物临床结局（如感染发生率降低、患病后恢复时间缩短）的改善，仍缺乏大规模、双盲、随机对照试验的验证。此外，单一抗氧化成分的清除自由基能力在体外实验中容易确认，但在体内复杂环境中，这些成分是否能以有效浓度到达靶组织并与目标通路相互作用，是一个需要在产品设计中认真对待的问题。

4.3 关节养护类产品

随着宠物年龄增长，关节软骨退化性病变、慢性炎症等问题很常见，关节养护因此成了功能性宠物食品的一大重点方向。当前研究认为其核心逻辑围绕抑制炎症反应与保护软骨展开。桑叶中含有的黄酮类成分具备明确的抗炎活性，可应用于宠物慢性炎症相关的健康调理，为中老年宠物关节养护类产品提供了新的原料选择方向^[10]。硫酸软骨素和葡萄糖胺是目前应用最成熟的关节保护成分，CS 已被美国批准作为骨关节炎膳食补充剂。II 型胶原蛋白通过

口服免疫耐受机制调节自身免疫反应，多项犬类实验证实可改善跛行评分。然而，需承认的是，关节养护类产品的功效评价周期长、主观性强（如跛行评分易受饲主与兽医判断差异影响），且个体差异显著。现有研究多为短期试验，对于长期服用的疗效可持续性、不同品种犬猫对同一成分的反应差异等问题，现有数据尚不足以给出确切结论。此外，市场上不同品牌产品中活性成分的实际含量与生物利用度差异悬殊，消费者在选购时难以进行客观比较。

4.4 皮肤与毛质改善类产品

皮肤毛质改善类产品以 Omega-3 脂肪酸、海藻粉、生物素和锌为主要成分。必需脂肪酸（Omega-3 与 Omega-6）对毛发生长至关重要，缺乏会导致毛发干燥粗糙。鱼油富含 Omega-3 多不饱和脂肪酸，已被多项研究证实可改善毛发品质、缓解瘙痒性皮肤病症状。海藻粉与亚麻籽协同使用可进一步提升毛质。生物素和锌元素可增强毛囊角质化，部分高端产品已开始添加。这一领域的问题在于，功效评价是四个领域中受混杂因素干扰最多的：季节变化、品种差异、基础饮食结构等因素都会影响产品效果的判断。同一款鱼油产品在干燥与潮湿环境下的效果截然不同，不同毛质类型的犬猫对生物素的响应也存在明显差异。这使“一剂通用”方案的实际效果远不如个案化精准营养理想。未来方向应从提供“通用方案”转向基于个体毛发特征与皮肤状况的针对性产品组合，并建立涵盖多因素回归分析的功效评价模型，而非依赖简单的单组前后对比数据。

5 宠物功能性食品的安全性质量控制

功能性食品虽然以天然成分为主，但天然不等于安全。当前安全性控制面临三个核心问题：

第一，天然成分的种属特异性风险被低估。猫对某些挥发油代谢能力弱，中草药成分需严格控制剂量并开展毒性试验。不同植物提取物间的相互作用、代谢产物的潜在毒性，均需在配方设计中系统评估。

第二，微生态产品的质量控制体系不完善。益生菌产品存在活菌数衰减和杂菌污染的双重风险，后生元产品成分复杂且无统一质量标准。市场上有相当比例的产品在货架期末标注活菌数已远低于宣称含量。

第三，功效评价标准缺失是更根本的问题。行业缺乏统一的功能评价标准，多数企业仅以常规营养指标出厂，功效验证多依赖内部测试，第三方临床数据较少。这种“自说自话”的验证模式使消费者难以辨别真伪。如果不从标准体系和第三方评价机制入手，“功能性”可能只是一个

营销概念，而非可验证的科学承诺。

6 结论与展望

当前宠物营养学正从经验喂养转向科学喂养，并初现智能化管理趋势。但转型中面临三重掣肘：产品同质化严重，品牌多扎堆益生菌、鱼油等成熟品类；基础研究向产品转化效率偏低；消费者教育不足，部分宠物主对功效宣称存疑。破局路径上，金银花、菊花、甘草、山药、蔓越莓等天然功能组分及后生元制剂的挖掘，为差异化开发提供了新选项；同时，AI 结合肠道微生物组测序，已能通过粪便菌群分析定制个体化益生菌配方。展望未来，依托天然成分与定制技术，功能性食品有望摆脱同质竞争，形成多元产品矩阵。而这一切离不开营养学、兽医学、微生物组学、食品工程及 AI 的深度协同，更要求行业从“成分导向”转向“证据导向”，加快构建功效评价与监管体系。

参考文献：

- [1] 木其尔, 李治国, 韩国栋等. 功能性饲草及其提取物在动物生产中的应用与作用机制概述[J]. 草原与草业, 2024, 36(03): 1-5.
 - [2] 梁钰. 功能性宠物食品对宠物健康的作用[J]. 广东饲料, 2024, 33(02): 34-38.
 - [3] 张媛媛, 赵梦迪, 李悦垚等. 几种常见功能性宠物食品的健康作用[J]. 经济动物学报, 2025, 29(2): 115-124.
 - [4] 高淑娟, 孔令明, 唐德宏. 后生元在功能性宠物食品中的应用研究[J]. 中国动物保健, 2024, 26(11): 165-166.
 - [5] 孙冰, 赵彦巧, 冯子瑞等. 分子对接技术在食品领域的研究进展[J]. 粮食与油脂, 2023(12): 17-21.
 - [6] 薛淑静, 杨德, 李露等. 莲子红皮多糖抗氧化与抑菌活性研究[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(24): 6342-6345, 6350.
 - [7] 赵梦迪, 李光玉, 刘可园等. 饲粮和益生菌对犬、猫肠道菌群影响的研究进展[J]. 动物营养学报, 2022, 34(11): 6817-6829.
 - [8] 乔宇, 田丹丹, 徐小轻等. 功能性寡糖在动物健康养殖中的应用研究进展及现状[J]. 生物产业技术, 2018(11): 34-37.
 - [9] 杨杰, 徐爱东. 香菇的营养价值及深加工食品质量安全研究进展[J]. 农产品加工, 2024(10): 23-27.
 - [10] 李来成, 张士凯, 许方舟等. 桑叶综合利用的研究进展[J]. 食品工业科技, 2021(03): 45-58.
- 作者简介：刘语菲（2006.04-），女，汉族，北京朝阳人，本科在读，研究方向：宠物功能性产品开发。