

艾的营养成分及应用综述

赵子悦 郝文芳 王浩哲*

(西北农林科技大学生命科学学院,陕西杨凌 712100)

摘要 艾作为药食两用的植物资源,含有多种营养成分,包括蛋白质、脂类、多糖、粗纤维、维生素、矿质元素等,具有抗衰老、抗炎、抗氧化、改善动物产品品质和性能等多种功效,在食品、药品、保健品等领域应用广泛。基于此,综述了艾的营养成分,包括蛋白质、氨基酸、脂类物质、多糖、纤维、黄酮类、维生素和矿质元素,并介绍了艾在医药、食品、畜牧养殖中的应用,以期艾的开发利用和产业发展提供参考。

关键词 艾;营养成分;功效;应用

DOI:10.3969/j.issn.1007-5739.2025.11.035

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Review on Nutritional Components and Application of *Artemisia argyi*

ZHAO Ziyue HAO Wenfang WANG Haozhe*

(College of Life Sciences, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100)

Abstract *Artemisia argyi*, as a dual-use plant resource for medicine and food, contains various nutritional components including protein, lipids, polysaccharides, crude fiber, vitamins, mineral elements and so on. It exhibits various beneficial effects such as anti-aging, anti-inflammation, anti-oxidation and enhancing the quality and performance of animal products. It is widely used in the fields of food, medicine, health products and other fields. Based on this, the nutritional components of *Artemisia argyi* were summarized, including protein, amino acids, lipids, polysaccharides, fiber, flavonoids, vitamins and mineral elements. The applications of *Artemisia argyi* in medicine, food and animal husbandry were also introduced, so as to provide references for the exploitation and industrial development of *Artemisia argyi*.

Keywords *Artemisia argyi*; nutritional component; effect; application

艾(*Artemisia argyi*)是多年生草本植物,含有蛋白质、脂类、多糖、粗纤维、维生素、矿质元素等营养成分^[1],具有抑菌、抗炎、平喘止咳、镇痛镇静等作用。随着中医药的迅速发展,人们对艾的关注度不断增高,艾的相关产业迅速发展^[2]。以艾为原材料生产的食品种类繁多,有利于保护肠胃、增强人体免疫力和抵抗力,其适用于亚健康人群^[3]。

蕲艾和南阳艾的挥发油含量、总黄酮含量、燃烧发热量等均优于其他品种,被用作中药保健腰带、艾草蚊香、艾草牙膏、艾草沐足包、艾草挂件、精油、艾灸条等的原材料,涉及药品、消毒用品、洗涤用品、保健品等领域^[4]。蕲艾和南阳艾产区有完整的艾产业链,艾产业是当地一大支柱产业和富民产业^[5]。国内外对

艾的研究多集中于化学成分等方面,对其营养成分及应用的分析研究相对较少,这对艾产业的发展不利。因此,本文对艾的营养成分及应用进行了综述,以期今后的研究提供依据,促进艾产业发展。

1 艾的营养成分

1.1 蛋白质和氨基酸

蛋白质是机体重要的基础营养成分之一,动物摄入的蛋白质通过一系列代谢过程合成新的蛋白质,在组织器官中沉积,不仅可提供合成蛋白质的氨基酸,还能提供动物生长代谢所需的能量,促进动物生长。研究表明,艾中蛋白质和总游离氨基酸含量分别为 2.2 g/100 g FW^[1]和 0.613 g/100 g DW^[6]。艾含 17 种氨基酸,谷氨酸和天门冬氨酸含量较高,与鲜香味相关的氨基酸含量占总氨基酸含量的 58.13%^[7]。其中,包含 7 种人体必需氨基酸,必需氨基酸含量占总氨基酸含量的 60%,其必需氨基酸含量占比明显高于一些富含蛋白质的动物性食品,如鸡蛋(46.2%)、牛奶(44%)和

基金项目 陕西林业科技创新重点专项(SXLK2022-02-2)。

第一作者 赵子悦(2005—),女,本科在读。研究方向:药用植物资源学。

***通信作者**

收稿日期 2024-11-01

鱼类(40.7%),故艾被认为是一种高蛋白植物资源^[8]。

艾中谷氨酸含量最高,质量分数约为1.59%^[9]。艾常以艾叶粉的形式添加于饲料中,其中谷氨酸有助于改善草鱼肌肉品质,提高草鱼血浆抗氧化能力^[10];此外,其还能促进鳮的摄食并降低氨的排泄^[11]等。亮氨酸在艾中的质量分数约为1.07%^[9],血浆中亮氨酸和异亮氨酸浓度升高会降低帕金森病发病风险^[12]。亮氨酸可通过PI3K-AKT信号通路促进牛成肌细胞的增殖^[13],适量的外源性亮氨酸还能有效改善发酵香肠的品质^[14]。缬氨酸是一种功能性氨基酸,其在艾中的质量分数约为0.81%^[9]。缬氨酸具有调控蛋白质合成、脂质代谢、葡萄糖代谢,促进糖异生,提高抗氧化能力、免疫代谢能力等生物学功能^[15],血清中的缬氨酸水平还与轻度认知障碍和阿尔茨海默病有关^[16],同时缬氨酸还是猪^[17]、水产动物^[18]等的必需氨基酸之一。艾的蛋白质中有一种天然非蛋白质氨基酸 γ -氨基丁酸,其含量约为12.60 mg/100 g。研究表明, γ -氨基丁酸是中枢神经系统中主要的抑制性神经递质,谷氨酸与 γ -氨基丁酸的比例失衡为抑郁症发生原因之一^[19],故 γ -氨基丁酸在治疗神经系统疾病和精神疾病方面具有很大的应用潜力^[8]。

1.2 脂类物质

据测定,艾中粗脂肪鲜重含量为2.2 g/100 g^[11]。多不饱和脂肪酸是艾脂肪酸的主要成分,约占52.1%;其后是饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸,分别占40.8%和7.1%。多不饱和脂肪酸能与甘油形成酯类化合物,是人类重要的营养来源,为人的生命活动提供大量能量,是维持人生命活动的必需物质。此外,多不饱和脂肪酸在人类很多疾病的预防和治疗方面发挥重要作用^[20]。艾中含量最高的脂肪酸为亚麻酸,其相对含量为36.36%,其后是棕榈酸和亚油酸^[6],亚麻酸和亚油酸都是人体的必需脂肪酸^[8]。亚麻酸对人体有保健作用,是维持大脑和神经功能的必需因子,还具有抗血栓、降血脂、预防癌变、抑制肿瘤细胞转移、抑制变态性病症的作用^[21]。亚油酸具有预防动脉硬化、高胆固醇血症和高脂血症的作用,是维护细胞柔韧性和活动的重要物质,在人体医疗保健方面有不可忽视的作用^[20]。此外,在畜禽养殖过程中,脂肪酸作为一种营养素,是动物体内能量的重要来源之一,同时还具有提高动物免疫力^[7]等作用。Smink等^[22]研究发现,在肉鸡日粮中添加随机化的棕榈油有利于提

高鸡只对饱和脂肪酸的消化率,且可提高鸡肉硬度。还有研究发现,在奶牛饲料中添加乳酸和复合脂肪酸,可以显著提高奶牛的生态效益和经济效益。

1.3 多糖

天然多糖是一种具有抗辐射、抗炎症、抗疲劳、抗衰老等作用的生物大分子^[23],艾中多糖类化合物的主要活性成分为具有糖链结构的酸性杂葡萄糖^[24]。艾叶与艾根多糖相对分子质量和结构均有较大差异,艾根多糖相对分子质量为5.9 kD,其由葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖、甘露糖、鼠李糖等单糖组成;艾叶多糖相对分子质量为6~10 kD,其由葡萄糖、甘露糖、阿拉伯糖、木糖及少量鼠李糖等单糖组成^[25]。Bao等^[26]从艾叶中分离得到一种平均分子量为5 169 D的水溶性杂多糖,其具有明显的抗肿瘤和免疫调节作用。此外,艾中多糖还能促进血液循环^[27],具有抗氧化和清除自由基的作用,在开发天然抗氧化剂和抗衰老方面具有重要意义^[23],并在功能食品、药妆、杀虫剂、除草剂等方面也得到了广泛应用。现阶段,已有约30种多糖用于治疗糖尿病、抗病毒和抗肿瘤方面的临床试验^[28]。

1.4 纤维

艾含有丰富的粗纤维,其含量为14.85%~33.69%(干重)^[29]。粗纤维由纤维素、半纤维素等组成,是不能被人体消化吸收的植物细胞壁成分,摄入量与消化率呈负相关^[30]。但其能被反刍动物瘤胃中的微生物分解利用,是反刍动物生长繁殖所必需的物质之一,在维持奶牛瘤胃内环境稳定、促进唾液分泌、保证奶牛健康等方面有重要作用^[31]。为了降低养殖成本,猪饲料中也会添加大量粗纤维含量较高的粮食加工副产品^[32]。膳食纤维由木质素、多糖、寡糖等组成^[33],其作为一种高蛋白、低热量成分,可以通过增加饱腹感来抑制能量的摄入,从而降低体质量增加的风险,适用于具有抗氧化和控制血糖作用的保健食品中^[34]。此外,膳食纤维可以降低患心血管疾病、2型糖尿病等慢性疾病的概率^[35]。肉鸡饲料中的粗纤维含量为1.43%~6.17%时,添加膳食纤维可以改善肉鸡生长性能和肠道健康^[36]。在猪饲料中添加膳食纤维可调节猪肠道健康,增强免疫机能与缓解肠道疾病,在改善猪生产性能、节约常规饲料等方面有重要意义^[37]。

1.5 黄酮类

艾总黄酮含量高达13.42%,其中可能含有32种不同的黄酮化合物^[38],包括6-二甲氧基黄酮、芹菜素、

木犀草素、槲皮素、异泽兰黄素、棕矢车菊素、矢车菊黄素、紫花牡荆素、柚皮素、香叶木素等^[39]。主要的黄酮类物质为黄酮和黄酮醇及其苷类,目前仅分离得到2个二氢黄酮,即圣草酚和柚皮素。湖北蕲春的总黄酮含量最高,为3.9%^[40]。艾中黄酮类化合物具有抗氧化、抗肿瘤、抗炎、抑菌等多种药理活性,对人类的衰老、阿尔茨海默病等退行性疾病的预防和治疗有重要意义^[41]。此外,槲皮素等黄酮类化合物对胰脂肪酶具有抑制作用,富含该类黄酮类化合物的食物在肥胖的干预中具有较大应用潜力^[42]。某些黄酮类成分还具有美白抗炎^[43]、提高奶牛产奶量和乳品质^[44]、减轻脂多糖诱导的心肌细胞损伤^[45]等作用。

1.6 维生素

艾中主要维生素为维生素B₁、维生素B₂和维生素C,含量分别为0.77 g/100 g、0.8 g/100 g、320 mg/100 g^[46]。维生素B₁参与碳水化合物转化、增加食欲、促进消化等过程,维生素B₁缺乏可导致味觉丧失以及神智、感觉失衡^[47],补充维生素B₁可延缓糖尿病性视网膜病变和肾病的进展^[48]。此外,维生素B₁在鸡神经系统健康的维持方面也有一定作用^[49]。维生素B₂具有调节动物先天性免疫系统、减少肠道炎症和细胞凋亡、调节肠道蛋白酶活性的作用^[50],在对成人偏头痛预防性治疗方面,具有耐受性良好、副作用小等优点^[51]。同时,B族维生素的摄入还有助于预防高血压^[52]。

维生素C是人体必需的营养物质,也是体内多种酶反应的辅助因子。艾中维生素C的含量与富含维生素C的果蔬如橙、猕猴桃、番茄和西蓝花相当^[8]。维生素C可以保护细胞免受氧化应激影响,防止染色质紊乱,减少端粒磨损^[53],预防眼部疾病^[54],防治老年人的肌少症^[55]等。维生素C缺乏会导致免疫力受损,甚至可能会导致坏血病等严重疾病^[56]。维生素C也是鱼类必需营养物质之一,对鱼类的抗应激与抗氧化能力均有增强作用,是一种优良的水产添加剂^[57]。

1.7 矿物质元素

矿物质元素是人体必需的营养物质,在人体新陈代谢中发挥重要作用^[1]。艾中含钙8.5 mg/g、镁1.8 mg/g、铁0.69 mg/g、钾2.7 mg/g、钠0.29 mg/g、铜0.015 mg/g^[58]。锌、铁含量高的药材可提高机体的免疫功能^[59],摄入含铁膳食可以防止镰状细胞病的血管闭塞和器官损伤^[60],孕期补充铁剂可增加新生儿出生体质量^[61]。钙可以防止骨质疏松^[62],增强毛细血管壁致密性,降低其

通透性,减少渗出,起到抗炎、消肿、抗组胺等作用^[63],是强壮骨骼的重要元素^[64]。此外,钙还在防治奶牛产后低钙血症和酮病^[65]方面发挥重要作用。镁在保护人体心血管、预防心脏病、调节骨骼和矿物质代谢^[66]等方面具有积极作用^[67]。摄入含镁膳食可以降低普通人群2型糖尿病^[68]、高血压^[69]、代谢综合征、心血管疾病和其他慢性疾病^[70]的发病风险。膳食钾的摄入可降低抑郁症患病风险^[71],保护肾脏,改善心血管血流动力学和整体代谢^[72]。可见,艾作为钙、镁、铁、钾等元素含量较高的植物,用于药膳或畜禽饲料均有一定的积极作用。从化学元素角度分析,Cu/Zn值高的药材不宜长期服用,而艾中的含铜量较低,Cu/Zn值也相对较低^[59],故艾是优良的中药材料。

2 艾的应用

艾作为药食两用植物,具有悠久的历史。艾灸是中医治疗的重要方法,唐代孙思邈《备急千金要方》所载苇筒灸至今在临床仍有运用^[73]。随着科学技术的迅速发展,现已有足疗艾灸仪器、干湿坐灸仪、多功能艾灸仪等多种艾灸仪^[39],不仅保留了传统艾灸的功效与特色,还改善了一些人工操作的缺陷,具有操作方便、可同时对多个穴位施灸等优点,在治疗类风湿关节炎^[74]、肠易激综合征^[75],辅助治疗肺结核^[76],缓解骨质疏松疼痛^[77]等方面起着重要作用。

以艾为原材料制作的药品在中医治病防病中也发挥着重要作用。随着科技的发展,艾叶制剂的类型越来越多,艾叶合剂、丸剂、汤剂、注射剂、片剂、气雾剂等制剂大量推广应用^[78]。例如:艾叶与陈皮制成的香艾丸,可治疗痢疾腹痛、睡卧不安;艾叶制成的口服药品可治疗慢性支气管炎;艾叶与其他中药配伍的复方药对前列腺炎具有显著的治疗效果^[39];艾叶注射液应用于临床可治疗支气管哮喘、迁延性肝炎、慢性肝炎、肝硬化等疾病^[78]。

随着人们保健意识的增强,人们对艾保健功效的关注与发掘逐渐深入,艾在食品、日用品等领域的需求逐渐增加。艾的提取物有一定的杀菌抑菌效果,可以用于制作艾叶洗手液^[79]。与添加化学添加剂的洗手液相比,艾叶洗手液具有对皮肤伤害较小、避免皮肤干燥等优点。此外,还有艾叶复方止痛微乳凝胶^[80]、艾叶软浸膏^[81]、艾附暖宫颗粒^[82]、艾炭^[83]等多种与艾相关的产品,具有安全、有效、无刺激等优点。艾作为食品添加剂,能够改善猪肉丸的质构和感官品质,提

高其抗氧化特性^[84],还可以通过抑制植物病原菌及清除自由基来实现樱桃^[85]、海鲜菇^[86]等的保鲜。新鲜艾叶可用来制作各种美食、点心,包括艾糍粑、木薯艾糍粑、艾草饼、艾草面等;或者将艾草粉碎,作为食品配料加工成火腿肠、面条、饼干、糕点、米糕、艾酒、艾草茶等产品。

艾在畜牧业中也有广泛应用,艾叶粉作为饲料添加剂在动物养殖中具有功效多样、绿色天然、种植广泛、使用便捷等优点。在饲料中添加适量艾叶粉可促进畜禽生长,提高畜禽机体免疫力、抗氧化能力等。将海带和艾叶按 1:1 比例添加到杂交肉牛日粮中,肉牛平均日增重比对照组显著提高,免疫力增强^[87]。艾叶粉作为饲料添加剂能够显著提高保育猪的抗病能力,增加生产收益^[88]。此外,饲粮添加 2% 艾草粉可改善蛋鸡产蛋性能、蛋品质、肠道形态及肠道菌群^[89]。

3 结论与展望

艾含有蛋白质、脂类、多糖、粗纤维、维生素、矿物质等多种营养成分,在增强机体免疫功能、提高抗氧化和抗衰老能力、促进动物生长,改善动物肠道健康、产品品质和性能等方面功效显著,因而获得了广泛关注,艾草产业也随之迅猛发展,涉及艾疗仪器、药品、日用品、食品等领域,现有香艾丸、艾叶口服液、艾叶注射器、艾叶洗手液、艾附暖宫颗粒、艾草饼、艾叶草饲料添加剂等多种艾产品。

随着生活水平的提高,在“绿色消费”观念的影响下,人们更加关注自身的身心健康,对绿色食品的需求不断增加。艾植物资源丰富,且兼具天然、绿色、无毒副作用等优势,得到了广泛的应用。目前,艾产品种类繁多、用途广泛,开发利用前景十分广阔。但艾作为饲料添加剂以艾叶粉形式居多,艾的营养成分可能在制作艾叶粉的过程中流失,从而降低艾作为饲料添加剂的使用效果。可通过扩大艾产品的种类,研制营养价值更高的艾产品,进一步发挥艾的药食两用价值,促进艾产业不断发展。

参考文献

- [1] 黄丽华,李芸瑛.艾叶的营养成分分析[J].食品研究与开发,2014,35(20):124-127.
- [2] 王秋亚,马世通.艾叶挥发油的化学成分分析及应用研究进展[J].粮食与油脂,2022,35(4):47-50.
- [3] 沈宏桂.怀化地区野生食用艾蒿营养成分研究[J].现代食品,2023,29(7):196-198.
- [4] 宋军杰,尉玲,张华.蕲艾生奇迹[N].中国质量报,2011-

05-12(7).

- [5] 吴向辉.一株艾草“长”出百亿产业[N].河南日报·农村版,2024-09-30(2).
- [6] KIM J K, SHIN E C, LIM H J, et al. Characterization of nutritional composition, antioxidative capacity, and sensory attributes of seomae mugwort, a native Korean variety of *Artemisia argyi* H. Lév. & Vaniot[J]. Journal of Analytical Methods in Chemistry, 2015(4):916346.
- [7] 许俊洁,卢金清,万丽娟.艾叶中的营养物质及其在动物饲料中的应用[J].中国饲料,2015(19):35-38.
- [8] SONG X W, WEN X, HE J W, et al. Phytochemical components and biological activities of *Artemisia argyi*[J]. Journal of Functional Foods, 2019, 52:648-662.
- [9] 王艳荣,何云,苗志国,等.“绿色”饲料添加剂:艾叶的研究进展[J].粮食与饲料工业,2009(10):38-40.
- [10] 杨婉愉,巫丽云,张月星,等.饲料添加谷氨酸对草鱼生长、抗氧化能力和肌肉品质性状的影响[J].水生生物学报,2024,48(9):1509-1518.
- [11] 杨儒,张冬,吴璐瑶,等.谷氨酸和 α -酮戊二酸对鳊生长、脱氨及糖代谢的影响[J].水生生物学报,2024,48(3):384-392.
- [12] 张可为,魏元皓,王婷,等.两样本孟德尔随机化研究血浆中亮氨酸、异亮氨酸以及缬氨酸跟帕金森病的因果关系[J].哈尔滨医科大学学报,2023,57(6):690-695.
- [13] 苗舒,安济山,王祚,等.亮氨酸通过 PI3K-AKT 信号通路促进牛成肌细胞的增殖[J].畜牧兽医学报,2024,55(1):142-152.
- [14] 熊怡婷,朱韵琴,陈磊,等.外源亮氨酸对发酵香肠品质的影响[J].食品与发酵工业,2025,51(3):104-112.
- [15] 夏春秋,万发春,刘磊,等.缬氨酸的生物学功能及其在畜禽日粮中的应用[J].畜牧兽医学报,2023,54(11):4502-4513.
- [16] 熊永兰.血清缬氨酸与轻度认知障碍和阿尔茨海默病的关系[D].重庆:重庆医科大学,2022.
- [17] 汤文杰,何鹏,李书伟,等.缬氨酸在猪营养中的应用研究进展[J].中国畜牧杂志,2022,58(10):91-96.
- [18] 张圆圆,王连生,王良.水产动物缬氨酸营养研究进展[J].动物营养学报,2022,34(1):11-19.
- [19] 姜默琳,卢伟.针灸通过谷氨酸/ γ -氨基丁酸系统治疗抑郁症机制研究进展[J].精神医学杂志,2022,35(3):231-235.
- [20] 宿艳萍,曹志强,于锡刚,等.多不饱和脂肪酸的功效及来源[J].人参研究,2001,13(4):7-9.
- [21] 王钦文.特种植物油脂开发利用的探讨[J].中国油脂,1997,22(3):33-36.
- [22] SMINK W, 赵艳平.肉鸡日粮中添加天然的或随机化的棕榈油对脂肪酸的消化和沉积的影响[J].江西饲料,

- 2008(6):27-32.
- [23] HUANG G L, MEI X Y, HU J C. The antioxidant activities of natural polysaccharides[J]. *Current Drug Targets*, 2017, 18(11):1296-1300.
- [24] 简梨娜, 宋学丽, 郭江涛, 等. 艾草的化学成分及临床应用[J]. *化学工程师*, 2021, 35(7):58-62.
- [25] 马盖凡, 姜雪莲, 孟燕, 等. 艾根多糖的结构特征及免疫活性研究[J]. *中国医院药学杂志*, 2023, 43(8):848-854.
- [26] BAO X L, YUAN H H, WANG C Z, et al. Antitumor and immunomodulatory activities of a polysaccharide from *Artemisia argyi*[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2013, 98(1):1236-1243.
- [27] 郑婷婷, 田瑞昌, 刘国辉, 等. 艾叶及其燃烧产物有效成分的研究进展[J]. *中华中医药杂志*, 2019, 34(1):241-244.
- [28] FENG S L, CHENG H R, XU Z, et al. Antioxidant and anti-aging activities and structural elucidation of polysaccharides from *Panax notoginseng* root[J]. *Process Biochemistry*, 2019, 78:189-199.
- [29] 梅力文, 陈佳亿, 林谦, 等. 艾叶的生物活性成分及其在动物生产中的应用[J]. *动物营养学报*, 2023, 35(8):4920-4931.
- [30] 贾佳. 饲料中营养物质分类及功能[J]. *农村养殖技术*, 2008(1):35.
- [31] 朱青, 徐奇友. 粗纤维在奶牛日粮中的应用[J]. *养殖与饲料*, 2008, 7(2):56-60.
- [32] 岳隆耀, 张刚, 胡国清, 等. 饲料膳食纤维的发酵特性及其在猪营养中的应用[J]. *饲料工业*, 2022, 43(17):15-19.
- [33] 彭海龙, 田雯, 江书忠. 日粮纤维及其在生猪营养中的作用[J]. *湖南饲料*, 2022(1):15-18.
- [34] HUA M, SUN Y S, SHAO Z J, et al. Functional soluble dietary fiber from ginseng residue: polysaccharide characterization, structure, antioxidant, and enzyme inhibitory activity[J]. *Journal of Food Biochemistry*, 2020, 44(12):e13524.
- [35] DAHL W J, STEWART M L. Position of the academy of nutrition and dietetics: health implications of dietary fiber[J]. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 2015, 115(11):1861-1870.
- [36] 何文锋, 张咪, 杨亚晋, 等. 饲料中添加膳食纤维对肉鸡生长性能和肠道健康影响的 Meta 分析[J]. *动物营养学报*, 2024, 36(3):1927-1941.
- [37] 章娜, 李世强, 杨凯丽, 等. 膳食纤维在调节猪肠道健康与缓解肠道疾病中的作用及其机制[J]. *中国畜牧兽医*, 2024, 51(8):3375-3384.
- [38] 李善俊, 杨琳. 液相色谱与质谱联用分析蕲艾总黄酮提取物初步研究[J]. *中国民康医学*, 2013, 25(6):22-24.
- [39] 曹玲, 于丹, 崔磊, 等. 艾叶的化学成分、药理作用及产品开发研究进展[J]. *药物评价研究*, 2018, 41(5):918-923.
- [40] 江丹, 易筠, 杨梅, 等. 不同产地艾叶总黄酮含量比较[J]. *中南民族大学学报(自然科学版)*, 2009, 28(1):55-56.
- [41] 胡倩, 刘大会, 曹艳. 艾叶黄酮类化合物的研究进展[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(12):3648-3653.
- [42] 张炎, 康柱, 苏冬雨, 等. 3 种黄酮类化合物对胰脂肪酶的抑制作用及其结合机制[J]. *中国食品学报*, 2024, 24(7):60-69.
- [43] 徐崇, 何敬愉, 梁爽成. 基于网络药理学和分子对接分析甘草黄酮类成分的美白抗炎作用机制[J]. *香料香精化妆品*, 2024(3):52-61.
- [44] 张姣姣, 王根虎, 朱滔. 黄酮类化合物在奶牛上的作用机理及使用效果[J]. *中国奶牛*, 2024(5):8-12.
- [45] 李启航, 马紫微, 张曼茹, 等. 7, 8-二羟基黄酮对脂多糖诱导心肌细胞损伤的保护作用及机制研究[J]. *中国药理学通报*, 2024, 40(4):716-722.
- [46] 孙克年. 艾叶在动物养殖业中的开发与应用[J]. *饲料世界*, 2006(6):21-22.
- [47] 白金锡. 慢性肝病患者如何补充维生素[J]. *肝博士*, 2023(6):43-44.
- [48] MAZZEO A, GAI C, TRENTO M, et al. Effects of thiamine and fenofibrate on high glucose and hypoxia-induced damage in cell models of the inner blood-retinal barrier[J]. *Acta Diabetologica*, 2020, 57(12):1423-1433.
- [49] 尉玉杰. 鸡常见维生素缺乏症的防治措施[J]. *畜牧业环境*, 2023(23):80-81.
- [50] 孙丹彤, 王晶晶, LITTA G. 日粮中添加维生素可改善肉鸡免疫力和肠道健康[J]. *国外畜牧学(猪与禽)*, 2024, 44(1):47-51.
- [51] DANIEL O, MAUSKOP A. Nutraceuticals in acute and prophylactic treatment of migraine[J]. *Current Treatment Options in Neurology*, 2016, 18(4):14.
- [52] 杨宇祥, 于冬梅, 朴玮, 等. 中国 18~79 岁成人膳食 B 族维生素摄入与高血压的关系[C]//亚洲营养学会联合会, 中国营养学会. Abstract book of the 14th Asian Congress of Nutrition: public nutrition & health. 北京: 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 2023.
- [53] MUMTAZ S, ALI S, TAHIR H M, et al. Aging and its treatment with vitamin C: a comprehensive mechanistic review[J]. *Molecular Biology Reports*, 2021, 48(12):8141-8153.
- [54] YEGOROVA A G B I. Method and composition for enhancing vision: AU20010088736[P]. 2002-03-02.
- [55] 刘旭, 陈博, 宁可, 等. 维生素 C 在老年肌少症中的作用机制及防治潜力[J]. *中国组织工程研究*, 2024, 28(27):4405-4412.

- [56] 蒲春香,李金龙,龚大春,等.维生素生物合成途径中酶的代谢与功能的探索[J].生物工程学报,2024,40(8):2570-2603.
- [57] 梁浩辉,蔡佳,陈晓瑛,等.维生素 C 对鱼类抗应激与抗氧化能力影响的研究进展[J].饲料工业,2024,45(18):71-76.
- [58] 张凌会,金晓,徐元庆,等.艾蒿中的营养物质及生物活性成分研究进展[J].饲料研究,2021,44(18):129-132.
- [59] 王登奎,吴刚,程向晖,等.野艾蒿中氨基酸、维生素、微量元素的含量分析[J].中成药,2006,28(11):1658-1660.
- [60] LI H H, KAZMI J S, LEE S, et al. Dietary iron restriction alters microbiota-host crosstalk and protects against vaso-occlusion and organ damage in sickle cell disease mice[J]. Blood, 2022, 140(Supplement 1):439-440.
- [61] 毛宝宏,王燕侠,李静,等.孕期膳食铁及维生素 A 摄入水平对低出生体质量儿的影响研究[J].中国预防医学杂志,2020,21(8):884-890.
- [62] 陈媛鑫,阿衣努尔·热合曼,刘闽生,等.维药祛湿健骨方防治绝经后骨质疏松症的作用机制[J].中国骨质疏松杂志,2024,30(7):1000-1005.
- [63] 陈绍红,赵云涛,李倩茹.大叶紫薇无机元素分析[J].微量元素与健康研究,2005,22(3):29-30.
- [64] 黄诗宇,杨天为,张向军,等.不同品种赤苍藤种仁营养成分及潜在应用价值分析[J/OL].中国油脂,2024:1-12(2024-06-14)[2024-10-12].<https://link.cnki.net/doi/10.19902/j.cnki.zgyz.1003-7969.240115>.
- [65] 张鑫蕊,龙燕,张雯晶,等.新型补钙剂对奶牛产后低血钙症和酮病的防治作用[J].动物营养学报,2024,36(4):2445-2456.
- [66] AZEM R, DAOU R, BASSIL E, et al. Serum magnesium, mortality and disease progression in chronic kidney disease [J]. BMC Nephrology, 2020, 21(1):49.
- [67] 邹盛勤,罗小凤.茶叶中微量元素溶出率及保健作用研究进展[J].微量元素与健康研究,2005,22(5):57-59.
- [68] XU T, CHEN G C, ZHAI L, et al. Nonlinear reduction in risk for type 2 diabetes by magnesium intake: an updated meta-analysis of prospective cohort studies[J]. Biomedical and Environmental Sciences, 2015, 28(7):527-534.
- [69] 王柳森,王惠君,王志宏,等.我国成年人膳食镁摄入与高血压发病风险的相关性[J].环境与职业医学,2022,39(9):974-980.
- [70] DIBABA D T, CHEN C, LU L P, et al. Magnesium intake is inversely associated with the risk of metabolic syndrome in the REasons for geographic and racial differences in stroke (REGARDS) cohort study[J]. Clinical Nutrition, 2021, 40(4):2337-2342.
- [71] 广少芬.成年人膳食钠和膳食钾摄入与抑郁症的关系研究[D].青岛:青岛大学,2019.
- [72] BARDHI O, CLEGG D J, PALMER B F. The role of dietary potassium in the cardiovascular protective effects of plant-based diets[J]. Seminars in Nephrology, 2023, 43(2):151406.
- [73] 胡子毅,刘婉婷,张恒毅,等.灸疗仪研究进展[J].中国中医药现代远程教育,2024,22(14):143-146.
- [74] 单帅,姚小强,周亚婕,等.艾灸治疗类风湿关节炎研究进展[J].河南中医,2023,43(12):1925-1930.
- [75] PARK J W, LEE B H, LEE H. Moxibustion in the management of irritable bowel syndrome: systematic review and meta-analysis[J]. BMC Complementary and Alternative Medicine, 2013, 13:247.
- [76] 曾红萍,陈新,朱琪,等.艾灸疗法治疗肺结核的作用机制研究进展[J].湖南中医杂志,2019,35(8):178-180.
- [77] XU F P, HUANG M H, JIN Y, et al. Moxibustion treatment for primary osteoporosis: a systematic review of randomized controlled trials[J]. PLoS One, 2017, 12(6):e0178688.
- [78] 庞蕾蕾,梅全喜.艾叶的制剂研究概况[J].亚太传统医药,2013,9(11):56-57.
- [79] 尚丛珊,何钟竞.新型艾叶抑菌洗手液的研制[J].科技经济市场,2016(6):14-15.
- [80] 杜清.艾叶复方止痛微乳凝胶的研制[D].南昌:江西中医药大学,2019.
- [81] 郑猛,马全民,聂复礼,等.韩国标准的艾叶软浸膏[Z].2018.
- [82] 陈颖丽,付萍,杨铭,等.艾附暖宫颗粒治疗痛经的药理作用研究[J].中药药理与临床,2003,19(5):6-9.
- [83] 吕佳美,李曦凝,王俊桐,等.艾炭炮制工艺研究[J].长春中医药大学学报,2018,34(5):860-863.
- [84] 李树长,黄诗洋,方泽豪,等.艾草对猪肉丸品质和抗氧化特性的影响[J].食品工业科技,2022,43(3):48-55.
- [85] 墙梦捷,崔钰涵,鲁晓翔.不同浓度艾叶精油微乳对樱桃保鲜效果的研究[J].食品与发酵工业,2020,46(24):132-137.
- [86] 李文德,王治江,张文斌,等.中草药对海鲜菇贮藏保鲜品质的研究[J].食用菌,2020,42(1):63-66.
- [87] 何继红,张令.中草药对杂交肉牛育肥效果观察[J].畜牧兽医科技信息,2012(7):21-22.
- [88] 戚守登,何楠.饲料中添加艾叶粉用于保育猪保健的比较试验报告[J].科学种养,2021(7):46-48.
- [89] 归荣,王学方,王伟,等.艾草粉对蛋鸡产蛋性能、蛋品质、鸡蛋营养成分、肠道形态及肠道菌群的影响[J].中国家禽,2022,44(11):84-93.