

怀中药的生物功能及其在畜禽养殖中的应用研究进展

翟曼佳¹, 陈琪瑶¹, 路亚男¹, 闫树棋¹, 岳涛静¹, 王丽², 黄淑成^{1*}

1. 河南农业大学动物医学院, 郑州 450046; 2. 河南农业大学农学院中药系, 郑州 450046

摘要 怀中药富含多糖、黄酮等多种生物活性成分, 具有免疫调节、抗炎、抗氧化应激及肠道屏障保护等多种生物功能。在动物健康养殖中, 饲料添加适量怀中药可显著提升动物生产性能, 优化产品品质, 并有效预防肠道炎症、球虫病等疾病, 同时对水产动物的生长、肠道健康及免疫力也有显著促进作用。为推动河南省道地药材怀中药(怀山药、怀牛膝、怀地黄、怀菊花)在畜禽生产中的科学化应用, 挖掘怀中药作为新型绿色饲用替抗产品的应用潜力具有重要意义。本文重点综述了怀中药的免疫调节、抗炎、抗氧化、肠道健康保护等方面的功能与作用机制, 总结其在饲料添加剂、生长性能提升、生产性能优化、动物产品品质改良及疾病防治中的应用研究进展, 为怀中药在畜禽健康养殖中的科学应用提供依据。

关键词 怀中药; 道地药材; 动物健康; 畜禽生产; 饲料添加剂; 中草药

Progress on the biological functions of Huai Chinese medicine and its application in the farming of livestock and poultry

ZHAI Manjia¹, CHEN Qiyao¹, LU Ya'nan¹, YAN Shuqi¹, YUE Taojing¹,
WANG Li², HUANG Shucheng^{1*}

1. College of Veterinary Medicine, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450046, China;

2. Department of Traditional Chinese Medicine, College of Agronomy, Henan Agricultural University,
Zhengzhou 450046, China

Abstract Huai Chinese Medicine is rich in various bioactive ingredients including polysaccharides and flavonoids, which have multiple biological functions including immunomodulation, anti-inflammation, antioxidant stress, and protection of intestinal barrier. Adding an appropriate amount of Huai Chinese Medicine to the feed in the healthy farming of animals can significantly improve the production performance of animals, optimize the quality of products, and effectively prevent diseases including intestinal inflammation and coccidiosis. Meanwhile, Huai Chinese Medicine has a significant effect on promoting the growth, intestinal health, and immunity of aquatic animals. It is of great significance to mine the potential of using Huai traditional Chinese medicine as a novel type of green feed alternatives of antibiotics in promoting the scientific application of authentic medicinal herbs including Huai Yam, Huai *Achyranthes Bidentata Blume*, Huai *Rehmannia Glutinosa*,

收稿日期: 2025-08-22

基金项目: 河南省高校科技创新人才支持计划资助项目(25HASTIT045); 国家自然科学基金项目(32202876)

作者简介: 翟曼佳, 女, 2004年生。* 通信作者: 黄淑成, 男, 1988年生, 博士, 副教授。

and Huai Chrysanthemum in the production of livestock and poultry in Henan Province. This article focuses on reviewing the functions and mechanisms of Huai Chinese medicine in terms of immunomodulation, anti-inflammation, antioxidant activity, and protection of intestinal health. It summarizes the progress on the application of Huai Chinese medicine in feed additives, the improvement of growth performance and quality of animal products, the optimization of production performance, and the prevention and control of diseases. It will provide a basis for the scientific application of Huai Chinese medicine in the healthy farming of livestock and poultry.

Keywords Huai Chinese medicine; authentic medicinal materials; animal health; livestock production; feed additives; Chinese herbal medicine

动物性食品是人类获取必需氨基酸、脂肪酸、维生素等营养物质的重要来源。然而,集约化畜禽养殖中抗生素滥用引发的耐药性传播和食品安全问题已构成全球性健康威胁。研究表明,抗生素残留通过食物链在人体蓄积,显著增强致病菌的耐药性,直接危及公共卫生安全^[1-2]。因此,研究新型绿色饲料添加剂成为当务之急,其目的在于降低对抗生素和高副作用药物的依赖,同时更好地满足动物的营养吸收需求,保障动物健康^[3]。动物的健康养殖与人类健康紧密相连,保障养殖动物健康,不仅对我国的粮食安全至关重要,更是维护人类健康的关键环节。

中草药在我国的研究与应用历史悠久,在兽用药物和畜禽饲料添加剂的研究和开发领域取得了显著成效。在畜禽养殖减抗、禁抗的大背景下,中草药因其低毒副作用、无残留、不产生耐药性等优势,成为替抗产品的重要选择^[4]。怀中药(包括怀山药、怀牛膝、怀地黄和怀菊花)作为传统中草药的典型代表,凭借其绿色、无残留特性及高保健价值,近年来在饲用领域展现出广阔前景。研究表明,怀中药能够有效改善畜禽的生产性能,并在一定程度上预防疾病的发生^[5]。本文系统综述怀中药主要活性成分的生物功能及其在饲料添加剂中的研究现状,深入探讨其改善生产性能、预防疾病的机制,以及在动物健康养殖中的应用潜力,旨在为畜牧业绿色健康养殖提供理论支撑与实践依据。

1 怀中药的研究现状

1.1 怀中药的发展现状

在世界卫生组织(WHO)推动传统医药发展的背景下,中医药作为中国传统医学的重要组成部分,已经传播到全球 160 多个国家和地区。据估计,

全球约 80% 的人口使用过天然药物,而以天然物质为基础的药品在全球药品市场中占据了 30% 的比例^[6]。中国作为中医药的发源地,拥有丰富的中草药资源,其中四大怀药(山药、地黄、牛膝和菊花)因其独特的地理环境和药用价值备受关注。这些药材主要产于古怀庆府地区(今河南省焦作市辖区、济源市等地),该地区的自然条件(如充足的阳光、深厚的土层以及疏松肥沃的沙质壤土)为中药材的种植提供了理想环境^[7]。

怀中药在动物健康养殖中展现出替代抗生素的潜力,但关于其有效性、安全性以及对动物体的毒副作用,仍需进一步深入研究。目前,我国怀中药生产过程中,仅有部分环节制定了生产质量标准,尚未针对怀中药原材料建立统一的质量标准和生产技术标准。为推动四大怀药专业化、规范化和规模化生产加工,促进四大怀药产业的健康发展,亟需制定相关的原材料质量标准和生产加工技术标准,让怀中药在动物健康养殖应用中更加科学化和规范化。

1.2 怀中药的药理作用研究

怀中药在作用机制上展现出多种生物活性,主要围绕免疫调节、抗炎、抗氧化及肠道保护等方面展开研究,怀中药药理作用的深入研究为其在畜牧业上的应用奠定了理论基础(表 1)。

1) 怀中药的免疫调节作用与机制。免疫调节是机体识别和清除抗原性异物,维持自身生理动态平衡与相对稳定的重要生理功能,对于机体抵御疾病、保持健康至关重要。怀中药及其提取物具有显著的免疫调节作用,可通过多种途径提升动物机体免疫力,保障动物健康生长。研究发现,从怀牛膝中提取的水溶性小分子多糖化合物——牛膝多糖(ABPS),具有增强机体免疫功能、抑制肿瘤细胞生

表 1 怀中药的药理作用

药理作用	怀中药及其提取物	动物/细胞	剂量	时间	参考文献
免疫调节	牛膝多糖	猪肠上皮细胞(IPEC-J2)	1 200 $\mu\text{g/mL}$	48 h	[8]
	熟地黄	SD 大鼠	4.64 g/kg	14 d	[9]
	怀山药皮	淇河鲫	0.60 g/kg	56 d	[10]
	怀菊花	黄河鲤鱼	1.40 g/kg	42 d	[11]
抗炎	齐墩果酸	RAW264.7 巨噬细胞	10 $\mu\text{mol/L}$	24 h	[12]
	梓醇	BV-2 小胶质细胞	10 $\mu\text{mol/L}$	24 h	[13]
	山药	糖尿病心肌病(DCM)大鼠	1.15 g/kg	56 d	[14]
	木犀草素	RAW264.7 巨噬细胞	10 $\mu\text{mol/L}$	3 h	[15-16]
抗氧化	牛膝多糖	仔猪	1 200 mg/kg	28 d	[17]
	松果菊苷	中脑动脉栓塞(MCAO)大鼠	50 mg/kg	28 d	[18]
	山药多糖铜	肉鸡	0.50 g/kg	48 d	[19]
	黄酮类化合物	—	—	—	[20]
肠道保护	牛膝多糖	仔猪	1 500 mg/kg	28 d	[21]
	地黄茎多糖	溃疡性结肠炎(UC)小鼠	200 mg/kg	14 d	[22]
	怀山药	鲤	2%	56 d	[23]
	菊花多糖	SD 大鼠	100 mg/kg	14 d	[24]

注：“—”表示文献中未涉及。

长、保肝、升高白细胞数量以及缓解炎症反应等多种生理活性^[25]。高浓度的 ABPS 能抑制 Toll 样受体 4(TLR-4)蛋白的表达量,进而减少仔猪肠上皮细胞促炎性细胞因子的表达与分泌,有效缓解脂多糖(LPS)引发的应激反应,实现对细胞免疫反应的调节^[8]。熟地黄同样具有良好的免疫调节作用。研究显示,熟地黄可增加免疫抑制大鼠模型机体外周红细胞、血红蛋白的数量,提升 IgG 和 IgM 的水平,显著降低 CD8⁺的水平,升高 CD4⁺的水平和 CD4⁺/CD8⁺的比值,使萎缩的淋巴结、脾脏、胸腺得到显著改善^[9]。在水产养殖领域,添加怀山药皮可刺激鲫巨噬细胞,通过调节 TLR-4/核因子蛋白(NF- κ B)信号通路,下调 Th1 细胞炎性细胞因子白介素(IL-1 β 、IL-6)和肿瘤坏死因子(TNF- α)的表达,上调 Th2 细胞抑炎性细胞因子 IL-10 的表达,维持 Th1/Th2 稳态,从而增强鲫的免疫力^[10]。补体 C3 和 C4 是评价动物免疫力的重要指标,其中补体 C3 是启动旁路途径并参与其后级联反应的关键分子。乔志刚等^[11]研究发现,怀菊花能显著增加黄河鲤鱼血清中补体 C3 含量,提高其免疫力。这可能是怀菊花中的多糖类物质可不通过 C1q 的活化,直接“激活”旁路途径,活化其补体系统,进而提升黄河鲤的免疫力。

综上所述,怀中药在提高动物机体免疫调节功能方面具有潜在的药理作用,为新型绿色药物的开

发和治疗策略的制定提供了有益的线索。然而,目前对于怀中药免疫调节作用机制的研究仍有待深入,其临床应用潜力也需要进一步挖掘。

2) 怀中药的抗炎作用与机制。炎症作为机体应对感染或组织损伤的自然防御反应,主要依赖活化免疫细胞释放炎症介质,以清除有害物质、抵御外来侵袭并阻止感染扩散,而 NF- κ B 活化是炎症反应启动的关键环节。已有研究表明,MafK 作为 NF- κ B 的新型调节剂,其表达失活可调控 NF- κ B 信号传导。其中,怀牛膝提取物齐墩果酸经预处理后,能显著降低 RAW264.7 巨噬细胞中 MafK 的表达,进而抑制 NF- κ B 活化,同时下调 NF- κ B 靶基因及人核因子 KB 抑制蛋白 α (IKB- α)的基因表达,减少炎症介质一氧化氮(NO)与前列腺素 E2(PGE2)生成,最终发挥抗炎功效^[12]。另外,NOD 样受体热蛋白结构域相关蛋白 3(NLRP3)对细胞炎症因子的成熟与分泌至关重要。生理状态下 NLRP3 炎性小体表达量低,需经 TLR 识别 LPS 等信号后启动转录,再与下游凋亡相关颗粒样蛋白(ASC)结合,激活半胱天冬酶 1(Caspase-1)以驱动促炎反应。研究证实,地黄提取物梓醇可通过介导 NLRP3/Caspase-1 信号通路,抑制 LPS 诱导的 BV-2 小胶质细胞中 NLRP3、ASC 及 Caspase-1 的表达,减少炎症因子产生,增强抗炎能力^[13]。此外,山药与其他五味中药材组成的复方玉液汤,能够显著提高糖尿病心肌病(DCM)大

鼠心肌组织中磷酸化的磷脂酰肌醇 3 激酶(p-PI3K)和蛋白激酶(p-Akt)表达,下调炎症因子和凋亡相关蛋白的表达,其机制可能是其通过调节 PI3K/Akt 信号通路而抑制 NF- κ B 的表达,保护心肌细胞免受炎症介质的破坏,减少心肌细胞凋亡,从而减轻机体炎症反应^[14]。怀菊花提取物木犀草素能够显著升高 RAW264.7 巨噬细胞中血红素加氧酶-1(HO-1)和核内因子红细胞 2 相关因子(Nrf2)的 mRNA 水平,激活 Nrf2/HO-1 信号通路,抑制细胞炎症因子的产生,下调磷酸化 p65 蛋白(p-p65)表达以抑制 NF- κ B 信号通路的激活,发挥抗炎作用^[15]。因此,研究怀中药的抗炎作用机制,可为其开发为抗炎药物提供可靠的理论基础。

3) 怀中药的抗氧化作用与机制。许多疾病的发生发展与氧化应激密切相关,这种病理状态会导致体内氧化与抗氧化失衡,常伴随氧化还原通路破坏和大分子损伤。大量研究证实,怀中药的牛膝总皂苷、山药多糖和乙酸乙酯类化合物等多种成分,具有清除自由基,提升机体抗氧化能力的作用^[26-28]。研究发现,ABPS 能显著降低断奶仔猪血清丙二醛(MDA)浓度,提高总抗氧化能力(T-AOC)和谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)的活性,改善其氧化应激状态^[17]。怀地黄提取物松果菊苷(ECH)可通过下调大鼠胰腺病变组织中 TLR-4、NF- κ B 和 Bax 的表达,上调 Nrf2 和凋亡蛋白(Bcl-2)的表达发挥抗氧化作用^[18]。靳艳^[19]研究发现,山药多糖铜(CYP-Cu)可显著上调肉鸡血清与肝脏中抗氧化基因过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)和 Nrf2 的表达量,提高血清 T-AOC、GSH-Px 和谷胱甘肽 S 转移酶(GSH-ST)浓度,降低 MDA 浓度,从而增强肉鸡的抗氧化性能。此外,四大怀中药之一的怀菊花,其提取的黄酮类化合物因含多酚结构,可通过供氢给脂类化合物自由基,自身转化为酚基自由基,减缓自动氧化链反应传递速度,进而提升机体抗氧化能力^[20]。目前,虽然对怀中药的抗氧化作用有一定认识,但仍需深入研究其潜在的作用靶点,以充分挖掘临床应用价值。

4) 怀中药的肠道保护作用与机制。肠道炎症在畜禽养殖中因难预防、复发性高,给养殖业带来巨大危害^[29]。因此,养殖中应用天然、无刺激的生物活性物质,对改善肠道炎症、维持肠道屏障功能、保障机体健康具有重要意义。陈清华等^[21]研究发

现,牛膝多糖可以良好维持仔猪肠黏膜形态,显著增加仔猪回肠、空肠段上皮细胞厚度和肠绒毛高度,提升肠道有益菌(双歧杆菌、乳酸杆菌)数量,降低有害菌(大肠杆菌)数量以改善肠道微生物区系,且效果优于抗生素。对溃疡性结肠炎(UC)小鼠灌胃地黄茎多糖,能有效降低小鼠结肠中 TNF- α 、IL-1 β 、诱导型一氧化氮合酶(iNOS)和环氧化酶 2(COX-2)的相对表达量及 MPO 酶的活力、血清中 TNF- α 的含量,同时增强肠上皮黏蛋白和紧密连接蛋白的表达,改善小鼠体重下降、稀便、便血症状,缓解炎症状态并维持肠道屏障完整性^[22]。在水产养殖中,添加怀山药可显著增加鲤肠道内梭杆菌门的相对丰度,升高肠内容物乙酸和短链脂肪酸(SCFAs)的含量,上调转化生长因子(TGF- β)、紧密连接蛋白(Occludin 和 ZO-1)和 TLR-4 基因的相对表达量,保护肠道屏障完整性,增加肠绒毛密度、杯状细胞数量、肠道黏膜褶皱数量和肠绒毛高度,从而改善鲤肠道组织结构,提高吸收表面积^[23]。怀菊花提取物菊花多糖能够显著升高结肠炎大鼠结肠内厚壁菌门与拟杆菌门的比值,降低肠球菌数量,提高丁酸球菌和双歧杆菌的丰度,降低 IL-6、IL-1 β 和 TNF- α 等炎症细胞因子水平,显著降低模型小鼠的疾病活动指数,缓解结肠缩短与肠组织黏膜病变,调节肠道微生态平衡^[24]。因此,饲料中添加怀中药抗炎效果显著,替代抗生素具有切实的可行性。

2 怀中药在动物健康养殖中的应用

怀中药在动物健康养殖中通过免疫调节、抗炎镇痛和抗氧化等多途径协同作用改善动物健康。在动物饲料中添加怀中药提取物,不仅能够提高动物机体免疫力和抗氧化能力,还对动物的肠道健康具有改善作用,可缓解肠道炎症,强化肠道屏障功能,促进畜禽健康生长,进而维护动物生产性能。

2.1 怀中药作为饲料添加剂的应用

近年来,混合型疾病在畜禽、水产养殖中频繁发生,其病原体涵盖细菌、病毒、支原体和寄生虫等,如何充分发挥怀中药抗氧化、增强机体免疫功能的优势,以取代抗生素在畜禽、水产养殖业的应用,已成为动物绿色养殖领域的重要研究课题。怀中药提取物中通常含有多种杂质成分,为确保其药效,需对加工后的怀中药进行提纯和分析鉴定,尽可能去除杂质。其中,由 1 种怀中药制备而成的单

方制剂具有较强的针对性,如牛膝多糖,具有增强机体免疫力和抗氧化能力等功能,可制成散剂按一定比例加入饲料中,在一定程度上起到替代抗生素的作用。多种怀中药联合使用能够克服单一药材作用的局限性,不仅能充分发挥每一种药材的作用,还可通过协同作用产生新的功效。例如,怀山药和怀地黄都是河南道地药材,二者配伍使用历史悠久。明代医学家张锡纯记载,山药和生地黄按照(1:1)~(2:1)比例配伍组成的“对药”,具有滋阴清热的功效^[30]。现代研究发现,怀地黄多糖可促进小鼠脾脏淋巴细胞增殖,而怀山药—怀地黄对药多糖在促进淋巴细胞增殖方面的作用优于单一中药^[31]。此外,何首乌和怀牛膝合用较二者单用能更有效地阻止由维甲酸所致的小鼠骨矿质的流失,对维持骨的正常代谢、骨骼的生长发育、病变骨的康复具有积极作用^[32]。

然而,受加工工艺的限制,部分中药提取物难以制备成饲料添加剂投入生产。以松果菊苷(怀地黄提取物)为例,虽具有抗氧化功能,但易挥发,在制备为饲料添加剂时需要改进工艺以减少挥发损失。此外,怀中药的品种差异、种植地区的土壤质量以及采收季节等因素,都会对怀中药饲料添加剂的制备产生影响。因此,怀中药作为饲料添加剂的生产过程还面临诸多挑战。接下来,仍需要进一步深入研究怀中药的有效成分、作用机制以及配伍规律,并改进饲料添加剂的加工工艺,以确保怀中药在动物健康养殖生产过程中充分发挥其功效。

2.2 怀中药在提高动物生长性能中的应用

在集约化养殖中,抗生素曾被养殖户广泛用于防治畜禽疾病,但滥用导致病原菌耐药性激增。目前,包括我国在内的许多国家已明令禁止在农业和畜牧业中使用抗生素等促生长类药物作为饲料添加剂。在畜禽养殖减抗、禁抗的背景下,中草药饲料添加剂成为替抗产品的重要选择^[4],实践证明,其替代抗生素作为动物促生长剂具备可行性,既能实现防病、抗病与促生长效果,又可彻底解决耐药性与药物残留问题。大量研究表明,怀中药可显著提升畜禽采食量与饲料转化率,促进动物生长^[33-37]。例如,在仔猪日粮中添加0.1%牛膝多糖,可降低LPS应激诱导的PGE2、皮质醇(COR)和TNF- α 的分泌,缓解应激导致的生长性能下降,显著提高仔猪日增重并降低料重比^[34]。针对高脂饲料在鱼类

养殖中的副作用,研究发现向黄河鲤高脂饲料中添加4%地黄粉,可降低其血清与肝脏的甘油三酯、总胆固醇水平;通过下调乙酰辅酶A羧化酶1(Acc-1)、脂肪酸合成酶(Fas)基因表达,上调肉毒碱棕榈酰基转移酶-1(Cpt-1)、脂蛋白脂肪酶(Lpl)基因表达,调节脂质代谢;同时,降低血清谷丙转氨酶(ALT)活性与肝脏指数,改善摄食和生长状态,显著降低饲料系数,提升高脂饲料利用效率^[35]。绒毛高度和绒毛隐比(V/C)及绒毛表面积是衡量肠道消化和吸收功能的重要指标。V/C比值降低会导致肠道吸收功能减弱,动物生长减缓,反之则表示肠黏膜状态较好,肠道吸收功能强,动物生长较快。研究发现,肉仔鸡日粮中添加怀山药多糖,可显著提高小肠段V/C比值,增强十二指肠和回肠内淀粉酶活性与小肠内的胰蛋白酶活性,并降低空肠和回肠内脂肪酶活性,从而提高肉仔鸡体重、平均采食量和日增重,降低料重比,有效改善生长性能^[36]。研究还发现,日粮中添加怀菊花可显著提高黄河鲤的增长率、增重率及特定生长率,这可能是因为怀菊花中含有多种氨基酸、常量及微量矿物元素、维生素等营养成分,在饲料中适量添加怀菊花,既能补充和增强饲料营养价值的作用,又能提高黄河鲤对营养物质的利用率,从而实现促生长的目的^[37]。综上所述,在畜禽及水产动物饲料中适量添加怀中药,可通过调节动物生理机能、改善肠道功能、补充营养等途径,有效提高动物采食量与生长性能,是“减抗、禁抗”背景下优质的替抗方案。

2.3 怀中药在提高动物生产性能上的应用

母猪在妊娠和哺乳阶段为适应生理需求,机体会发生巨大的生理变化,这些变化会直接影响母猪的妊娠、分娩、泌乳、发情等繁殖性能以及仔猪的生长性能。研究表明,在母猪日粮中添加发酵怀山药皮,能显著缩短母猪产程和断奶发情间隔时间,降低母猪便秘率和白胎数以及哺乳期的背膘损失,提高母猪采食量和断奶后10 d内的发情率,显著提升母猪血清中SOD和GSH-Px水平,降低MDA水平,同时还能提高仔猪出生时的抗氧化能力,降低仔猪的腹泻率,提高仔猪平均日增重和断奶重^[38]。在日粮中联合添加地黄糖和月桂酸亚铁,能够升高仔猪的初生窝重和断奶重,降低弱仔数、哺乳仔猪死淘率,减少母猪产后背膘损失,进而提高母猪的繁殖性能^[39]。此外,在蛋鸡基础饲料中添加酯化牛膝多糖,能够显著提高蛋鸡的产蛋率和蛋重,降低料蛋

比,这可能是因为酯化牛膝多糖促进了蛋鸡体内一些重要激素和酶的合成,增强蛋鸡分泌功能,使机体代谢更加旺盛,但这一过程的具体调控路径仍需进一步研究验证^[40]。

2.4 怀中药在提升动物性食品品质中的应用

随着国民生活水平的不断提高,人们对畜禽肉品质要求日益提升。中草药作为天然药用植物,用作饲料添加剂可改善畜禽肉品质,无细菌耐药性与药物残留问题,且生产成本低于抗生素,具有较好的经济可行性^[41]。研究表明,牛膝多糖能降低肌肉滴水损失,通过促进有益菌增殖及消化酶类代谢产物增加,提高镁等矿物质消化利用率,进而提升肌肉持水性与嫩度,改善肉产品的品质^[42]。猪饲喂牛膝多糖后,肌肉总单不饱和脂肪酸和总氨基酸含量显著增加,猪肉品质得到明显改善^[42]。山药多糖铜(CYP-Cu)饲喂肉鸡,发现可降低试验组肉鸡肌肉的剪切力和 b 值(反映氧化高铁血红蛋白的含量), L 值(表示肌肉的氧化肌红蛋白含量)和 a 值(代表肌肉中脱氧肌红蛋白含量)呈上调趋势,在一定程度上改善了肉鸡的肉品质^[19]。另外,菊花复合中药制剂能够显著提高肉鸡肌肉的脂肪沉积量,改善肌肉感官和嫩度,提高贮藏和深加工能力^[43]。然而,怀中药如何改良畜禽肉质的潜在调控机制仍需深入探究,以期更好地了解其临床应用价值。

2.5 动物疾病的防治作用

家禽球虫病由球虫寄生于消化道引起,鸡群发病率高、分布广,给养鸡业带来巨大经济损失。研究显示,怀中药在防治该病及保护肠道方面效果显著。经柔嫩艾美耳球虫卵囊免疫后,给鸡胸部皮下注射牛膝皂苷,能显著增强球虫免疫鸡外周血淋巴细胞增殖,提高 $CD4^+/CD8^+$ 比值,增强雏鸡抗球虫免疫力;还可减少攻毒后肉仔鸡粪便卵囊排出量,降低盲肠病变评分,提升淋巴细胞转化水平,提示其能促进免疫机能^[44]。怀山药性甘平,《中国药典》记载其具有“健肠胃”,改善“久泻不止、泄泻便溏”的功效。李孔会等^[45]研究发现,山药多酚能降低UC小鼠的疾病活动指数和结肠病理评分,升高肠道Occludin的表达,下调Caspase-8和COX-2的表达,抑制结肠上皮细胞的凋亡,保护肠道黏膜屏障,对肠黏膜损伤具有较好的预防作用。陈洪亮^[46]研究发现,口服牛膝多糖能刺激肉鸡法氏囊的发育,提高法氏囊指数,刺激抗体生成,提高鸡新城疫抗体滴度,并增加肉鸡外周血淋巴细胞增殖,增强免疫系统对病原的抵抗力。尽管现有研究已初步证实

怀中药在鸡球虫病防治、肠道保护及禽类免疫调节中的积极作用,但怀中药防治畜禽疾病的具体作用机制、科学用法用量仍存在很多未知。

3 结语与展望

随着动物性食品需求的增长和公众健康意识的增强,兽药在畜禽疾病防控中的必要性及残留引发的食品安全风险矛盾日趋突出。中草药因其低毒、无残留和不易产生耐药性等天然优势,在现代养殖中的应用被视为最具潜力的解决方案。现有研究已证实,怀中药通过其活性成分(如多糖、皂苷、黄酮类化合物等)可有效调控畜禽机体免疫,发挥抗炎、抗氧化及保护肠道屏障的作用,从而改善畜禽生长性能、繁殖性能和肌肉品质。例如,药用植物提取物对家禽寄生虫病和细菌感染有显著疗效,可作为抗生素生长促进剂的环保替代品。因此,基于畜禽不同生长阶段的营养和疾病预防需求,围绕河南省的道地药材研发中草药添加剂是实现养殖端“减抗”目标的有效策略。然而,怀中药在畜牧业应用中仍存在见效慢、核心有效成分不明确等问题,为实现怀中药广泛推广及精准化的应用,未来研究应聚焦于加强其有效成分的分离鉴定与标准化,着重多靶点、多通路作用机制的深入解析,优化科学配伍方案与开展长期安全性评价等工作,为保障食品安全、动物健康及畜牧业可持续发展提供坚实科学基础。

参 考 文 献

- [1] WANG J, DENG L, CHEN M, et al. Phytogetic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: a review of the literature of the last decade[J]. *Animal nutrition*, 2024, 17:244-264.
- [2] KOORAKULA R, SCHIAVINATO M, GHANBARI M, et al. Meta-transcriptomic analysis of the chicken gut resistome response to in-feed antibiotics and natural feed additives[J/OL]. *Frontiers in microbiology*, 2022, 13: 833790[2025-08-22].<https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.833790>.
- [3] 印遇龙,杨哲.天然植物替代饲用促生长抗生素的研究与展望[J]. *饲料工业*, 2020, 41(24): 1-7.
- [4] 赵丽,赵鹏.中草药替代抗生素用于畜禽无抗养殖任重道远[J]. *畜牧兽医杂志*, 2023, 42(4): 143-145.
- [5] 阮栋.玉米-小麦-豆粕型饲料添加牛膝提取物对肉鸡生长性能、养分消化率、盲肠微生物区系、有害气体排放和肉品质的影响[J]. *广东饲料*, 2022, 31(6): 51.
- [6] 熊季霞.中药走向国际市场的策略探讨[J]. *中国卫生事业管理*,

- 2010, 27(4): 251-252.
- [7] 权玉萍,王育水,辛泽华,等. 道地药材四大怀药及发展前景展望[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(15): 3097-3101.
- [8] 李孟伟. 牛膝多糖调控仔猪肠上皮细胞免疫应答及其机制[D]. 长沙:湖南农业大学, 2016.
- [9] 刘阳阳,张学兰,孔庆悦,等. 生地黄与熟地黄补血与免疫调节作用研究[J]. 中药材, 2022, 45(8): 1853-1856.
- [10] 胡文攀,吴胜奎,李衡,等. 怀山药皮对淇河鲫血清生化、免疫指标及组织结构的影响[J]. 淡水渔业, 2020, 50(3): 79-86.
- [11] 乔志刚,郭向辉,张英英,等. 两种怀药对黄河鲤鱼非特异性免疫的影响[J]. 饲料工业, 2008(16): 25-27.
- [12] HWANG Y, SONG J, KIM H, et al. Oleonic acid regulates NF- κ B signaling by suppressing MafK expression in RAW 264.7 cells [J/OL]. BMC reports, 2014, 47(9): 524-529[2025-08-22]. <https://doi.org/10.5483/bmbrep.2014.47.9.149>.
- [13] 周佳琪. 梓醇通过抑制 NLRP3 炎症小体影响 BV-2 小胶质细胞神经炎症的作用研究[D]. 大连:大连医科大学, 2022.
- [14] 张文祥,顾惠贤,陈鹏德,等. 复方玉液汤通过调控 PI3K/Akt 信号通路抑制糖尿病大鼠心肌细胞凋亡和炎症反应[J]. 南方医科大学学报, 2024, 44(7): 1306-1314.
- [15] 陶艺文,许利荣,胡友,等. 木犀草素通过激活 GSK3 β /Nrf2 通路抑制感染性炎症反应的研究[J]. 上海中医药杂志, 2024, 58(9): 61-69.
- [16] YANG X, LIU Y, ZHONG C, et al. Total flavonoids of *Chrysanthemum indicum* L inhibit acute pancreatitis through suppressing apoptosis and inflammation[J/OL]. BMC complementary medicine and therapies, 2023, 23(1): 23[2025-08-22]. <https://doi.org/10.1186/s12906-023-03851-x>.
- [17] 杨兵,李晓凤,夏先林. 牛膝多糖对断奶仔猪氧化应激和免疫功能的影响[J]. 江苏农业学报, 2017, 33(3): 618-623.
- [18] 宁易平,牟莉,李柯. 松果菊苷通过抗炎和抗氧化作用改善急性胰腺炎模型大鼠的胰腺损伤[J]. 世界华人消化杂志, 2022, 30(14): 631-638.
- [19] 靳艳. 山药多糖铜对肉鸡肉品质、血清生化指标以及肝脏抗氧化性能的影响[D]. 新乡:河南科技学院, 2023.
- [20] 斯琴格日乐,恩德,李英杰. 怀菊花总黄酮的提取工艺及其抗氧化活性[J]. 光谱实验室, 2013, 30(2): 513-518.
- [21] 陈清华,贺建华,刘祝英. 牛膝多糖对仔猪肠道微生物及小肠黏膜形态的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2007(6): 723-726.
- [22] 杨璐. 地黄茎多糖对溃疡性结肠炎小鼠的保护作用研究[D]. 郑州:郑州大学, 2022.
- [23] 李衡,曹慧,杨国坤,等. 饲料添加怀山药对鲤生长、肠屏障及肠道菌群的影响[J]. 动物营养学报, 2022, 34(3): 1831-1844.
- [24] TAO J, DUAN J, JIANG S, et al. Polysaccharides from *Chrysanthemum morifolium* Ramat ameliorate colitis rats by modulating the intestinal microbiota community[J]. Oncotarget, 2017, 8(46): 80790-80803.
- [25] 石万银,潘凯进,陈阳,等. 牛膝多糖提取、分离纯化、结构表征与药理活性研究进展[J]. 亚太传统医药, 2025, 21(8): 248-252.
- [26] 刘国安,杨庆明,侯国鹏,等. 牛膝总皂甙的体外抗氧化性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2006(6): 975-977.
- [27] 苗明三. 怀山药多糖抗氧化作用研究[J]. 中国医药学报, 1997(2): 22-23.
- [28] 袁保刚. 生地黄提取物抗氧化活性研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2011.
- [29] LI M, LI P, TANG R, et al. Resveratrol and its derivatives improve inflammatory bowel disease by targeting gut microbiota and inflammatory signaling pathways[J]. Food science and human wellness, 2022, 11(1): 22-31.
- [30] 刘建. 张锡纯对药[M]. 北京:人民军医出版社, 2009.
- [31] 马霞,王长林,刘永录,等. 怀山药—怀地黄对药多糖对小鼠淋巴细胞增殖的影响[J]. 郑州牧业工程高等专科学校学报, 2014, 34(4): 10-13.
- [32] 代金洋,李佳,肖苑梅,等. 何首乌和怀牛膝配伍前后对小鼠骨质疏松的影响[J]. 海峡药学, 2021, 33(11): 36-38.
- [33] 唐胜球,董小英. 牛膝对肉鸡生产性能与免疫器官指数的影响[J]. 中国饲料, 2012(10): 24-26.
- [34] 张文俊. 牛膝多糖对脂多糖应激断奶仔猪生长性能、免疫功能和肠道功能的影响[D]. 长沙:湖南农业大学, 2011.
- [35] 王俊丽,苑婷婷,刘欣欣,等. 高脂饲料添加地黄或山药对黄河鲤生长、血清生化指标和脂代谢的调节作用[J]. 中国水产科学, 2023, 30(1): 48-59.
- [36] 梁海阳. 怀山药粗多糖对肉仔鸡生产性能、肠道消化酶活性及形态结构的影响[D]. 新乡:河南科技学院, 2021.
- [37] 乔志刚,张英英,李学军,等. 饲料中添加怀山药与怀菊花对黄河鲤幼鱼生长及血液理化指标的影响[J]. 大连水产学院学报, 2010, 25(1): 62-65.
- [38] 任希恩,李广艳,欧涛. 日粮中添加发酵怀山药皮对母猪及哺乳期仔猪生产性能的影响[J]. 中国饲料, 2024(4): 77-80.
- [39] 刘若男. 月桂酸亚铁对母猪繁殖性能和哺乳仔猪生长性能的影响[D]. 晋中:山西农业大学, 2022.
- [40] 田丽芳,马可为,张涛. 酯化牛膝多糖对蛋鸡生产性能和蛋品质的影响[J]. 中国饲料, 2019(1): 53-56.
- [41] 朱元芳,韩永胜,张建胜,等. 中草药饲料添加剂对畜禽肉品质影响的研究进展[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2024(13): 17-21.
- [42] 郭理洋. 微生态制剂和牛膝多糖对猪生长性能和肉质品质影响研究[D]. 长沙:湖南农业大学, 2011.
- [43] 周广驰,魏艳华,王宝菊,等. 复方中草药对肉鸡生长性能、屠宰性能、肉品质和免疫器官指数的影响[J]. 饲料研究, 2021, 44(23): 50-53.
- [44] 王丽景,孙洪海,刘传敏,等. 牛膝皂苷对肉仔鸡球虫免疫的影响[J]. 畜牧与兽医, 2011, 43(8): 81-84.
- [45] 李孔会,廖森泰,李倩,等. 山药多酚对结肠炎小鼠肠黏膜损伤预防作用研究[J]. 食品科学技术学报, 2021, 39(4): 46-54.
- [46] 陈洪亮. 植物多糖的制备及对肉仔鸡免疫功能影响的研究[D]. 北京:中国农业科学院, 2002.

【责任编辑:胡敏】