



复方中草药对鸡生长性能与肠道菌群的系统评价与Meta分析

杨淑芳¹,张红云¹,曹立亭^{1,2},何颖³,毕师诚^{1,2*}

(1. 西南大学动物医学院,重庆 402460;2. 西南大学中兽医研究所,重庆 402460;3. 重庆工商大学,重庆 400067)

摘要: 旨在系统评估复方中草药对鸡生长性能及肠道菌群的影响,本研究基于PRISMA指南,对CNKI、维普、万方、PubMed、Web of Science数据库建库至2025年9月发表的21篇文献进行Meta分析。通过RevMan 5.4软件,采用随机效应模型计算加权平均数及95%置信区间,并评估异质性与发表偏倚。结果表明:与空白组相比,复方中草药能显著提高鸡ADFI($MD=2.42\text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$, 95%CI为 $[1.99, 2.85]$)($P<0.01$)、ADG($MD=3.23\text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$, 95%CI为 $[2.48, 3.98]$)($P<0.01$)、及空肠VH/CD($MD=0.87$, 95%CI为 $[0.40, 1.35]$)($P<0.01$),显著降低F/G($MD=-0.19$, 95%CI为 $[-0.27, -0.11]$)($P<0.01$)和大肠杆菌数量($MD=-1.48$, 95%CI为 $[-1.87, -1.09]$)($P<0.01$),但在提高Shannon指数、Chao1指数、Simpson指数及乳酸菌数量方面,中草药组与空白组无显著差别($P>0.05$);与抗生素组相比,在ADFI、ADG及F/G方面,两者无显著差别($P>0.05$)。本研究通过Meta分析系统评估了复方中草药对鸡生产性能及肠道健康的影响,结果表明,复方中草药对肉蛋兼用型鸡ADFI、肉鸡及肉蛋兼用型鸡ADG的促进作用尤为显著,且在育雏期和育成期效果突出;同时可显著降低肉鸡F/G,但对蛋鸡相关指标无显著影响。复方中草药能选择性抑制大肠杆菌增殖,显著提高空肠绒毛高度/隐窝深度比值(VH/CD),但对菌群多样性指数及乳酸菌数量无显著影响。本研究结果为复方中草药在鸡生产中的应用提供了系统性参考,对中草药在鸡养殖中的应用及深入研究具有重要意义。

关键词: 复方中草药;鸡;生长性能;肠道菌群

中图分类号: S853.74

文献标志码: A

文章编号: 0366-6964(2026)02-1149-22

Systematic Review and Meta-analysis of Compound Chinese Herbal Medicine on Growth Performance and Intestinal Flora of Chickens

YANG Shufang¹, ZHANG Hongyun¹, CAO Liting^{1,2}, HE Ying³, BI Shicheng^{1,2*}

(1. College of Veterinary Medicine, Southwest University, Chongqing 402460, China;

2. Institute of Traditional Chinese Veterinary Medicine, Southwest University, Chongqing 402460, China;

3. Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: This study aimed to systematically evaluate the effects of compound Chinese herbal medicine on growth performance and intestinal flora of chickens. Based on the PRISMA guidelines, this study conducted a Meta-analysis of 21 Chinese literatures (including randomized controlled trials of chickens) published in CNKI, VIP, Wanfang, PubMed and Web of Science databases from the establishment of the database to September 2025. The RevMan 5.4 software was used to calculate

收稿日期: 2025-05-23

基金项目: 国家自然科学基金(32473075);重庆市自然科学基金(CSTB2024NSCQ-MSX1094;CSTB2024NSCQ-MSX0134);重庆市教育委员会科学技术研究项目(KJQN202400204);重庆市教育委员会科学技术研究项目(KJZD-M202503501)

作者简介: 杨淑芳,主要从事中兽医研发工作, E-mail: 3048318662@qq.com

* 通信作者: 毕师诚,主要从事中兽医研发工作, E-mail: shichengbi@swu.edu.cn

the weighted average and 95% confidence interval by random effect model, and to evaluate the heterogeneity and publication bias. The results showed that compound Chinese herbal medicine could significantly increase ADFI ($MD=2.42\text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$, 95%CI[1.99, 2.85]) ($P<0.01$), ADG ($MD=3.23\text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$, 95%CI[2.48, 3.98]) ($P<0.01$), and VH/CD ($MD=0.87$, 95%CI[0.40, 1.35]) ($P<0.01$) compared with the blank group. Significantly reduced F/G ($MD=-0.19$, 95%CI[-0.27, -0.11]) ($P<0.01$) and the number of *E. coli* ($MD=-1.48$, 95%CI[-1.87, -1.09]) ($P<0.01$), but there was no significant difference between the Chinese herbal medicine group and the blank group in improving Shannon index, Chao1 index, Simpson index and the number of lactic acid bacteria ($P>0.05$). Compared with the antibiotic group, there was no significant difference in ADFI, ADG and F/G ($P>0.05$). In this study, the effects of compound Chinese herbal medicine on production performance and intestinal health of chickens were evaluated by Meta-analysis system. The results showed that the compound Chinese herbal medicine had a significant effect on ADFI and ADG of broiler and broiler-egg dual-purpose chickens, and the effect was prominent in the brooding period and the growing period. At the same time, it could significantly reduce the F/G of broilers, but had no significant effect on the related indexes of laying hens. Compound Chinese herbal medicine could selectively inhibit the proliferation of *Escherichia coli* and significantly increase the ratio of intestinal villus height to crypt depth (VH/CD), but had no significant effect on the diversity index of flora and the number of lactic acid bacteria. The results of this study provide a systematic reference for the application of compound Chinese herbal medicine in chicken production, which is of great significance for the application and in-depth study of Chinese herbal medicine in chicken breeding.

Keywords: compound Chinese herbal medicine; chickens; growth performance; intestinal flora

* **Corresponding author:** BI Shicheng, E-mail: shichengbi@swu.edu.cn

在畜禽养殖发展的过程中,抗生素曾长期作为防病治病的重要工具,通过防控细菌性疫病为养殖业稳定生产提供支撑,但也存在因其长期滥用,引发细菌耐药性加剧、养殖环境受污染、畜禽产品药物残留超标等问题,对畜禽的长远发展造成了严重危害。自2020年起,中国农业农村部实施了“饲料禁抗”政策,其目的是进一步推动绿色替抗技术的应用。在此背景下,中草药因其天然来源、多靶点调控及低残留特性^[1-2],弥补了抗生素滥用所带来的弊端,被视为抗生素替代的潜在有效方案。研究表明,复方中草药可以通过调节肠道菌群结构、增强营养代谢效率,进而促进动物的生长、改善动物机体的健康状态^[3-6]。然而,因其复方中草药的种类不同和使用剂量不同,以及中药组方千变万化,对于替抗的效果也会产生一定的影响,现有研究结论仍存在较大异质性。

目前,关于中草药替抗的机制探讨多聚焦于单一功能,而对“肠道菌群-宿主生长性能”网络的系统

性解析不足。尽管部分临床试验报道了中草药对鸡日增重(ADG)的促进作用,但其与肠道微生物多样性的动态关联仍缺乏定量整合证据。

为此,本研究采用系统评价与Meta分析方法,旨在:量化评估中草药对鸡生长性能(ADFI、ADG、F/G)、肠道菌群(Shannon指数、Chao1指数、Simpson指数、大肠杆菌、乳酸菌、空肠绒毛高度/隐窝深度比值(VH/CD)的综合影响;探讨肠道菌群结构与生长性能的潜在互作机制。通过整合多源试验数据,本研究将为中草药替抗技术的标准化应用提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 文献检索

检索中国知网CNKI、维普、万方等中文数据库以及PubMed、Web of Science等英文数据库,检索时间范围为各数据库建库至2025年9月。检索词由主题词和自由词相结合,英文检索关键词为

“Medicinal plant、Chinese medicine、Chinese traditional medicine、Chinese medicine compound、Chinese medicine raw materials、Chinese medicine extract、Chinese medicine active ingredients natural drugs、active ingredient、growth performance、gastrointestinal microbiome、chickens”;中文数据库关键词为“中草药、中药材、中药复方、中药原料、中药提取物、中药活性成分、天然药物、生长性能、肠道菌群、鸡”等。根据检索策略共得到文献 587 篇,

其中,CNKI 181 篇、维普 100 篇、万方 31 篇、PubMed 36 篇,Web of Science 279 篇。利用文献阅读软件 EndNote 21 除重复文献 54 篇;阅读文献摘要及标题排除研究内容不一致、非随机对照试验、非复方中药文献、会议报告、会议摘要及综述类文献 395 篇;阅读全文排除非高质量随机对照研究 15 篇,缺乏全文内容 23 篇,试验结果有所缺失 61 篇,试验结果不以“均值±标准差/误”呈现 18 篇;最终纳入文献 21 篇。根据 PRISMA 声明制作文献筛选流程,见图 1。

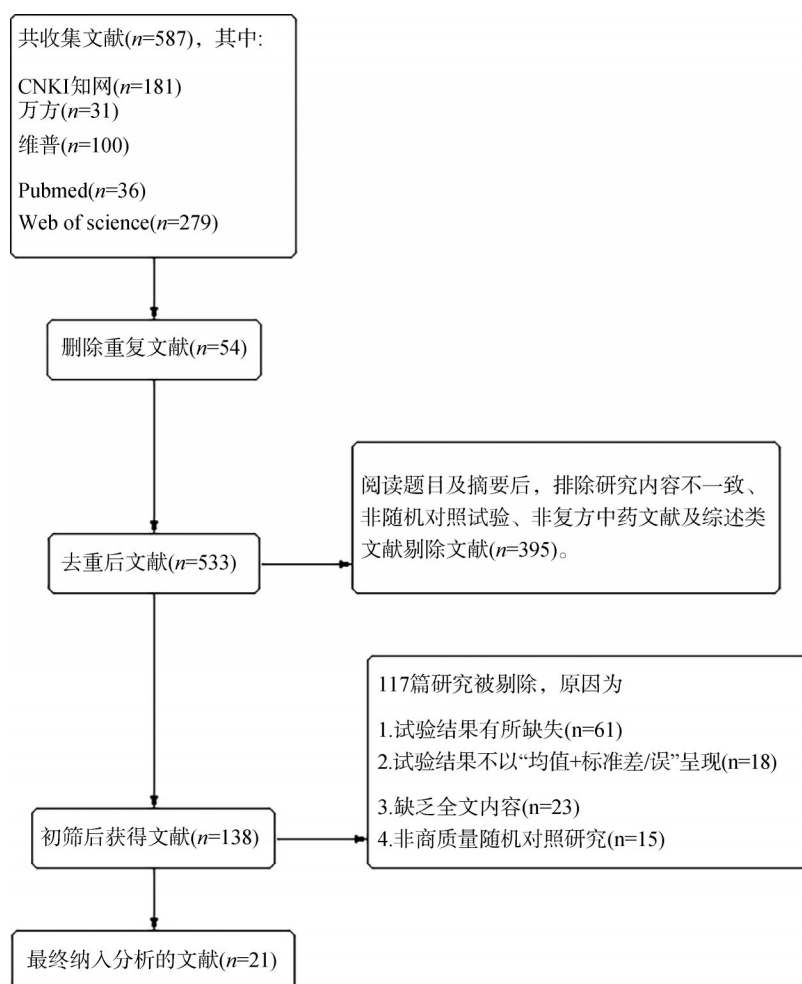


图 1 筛选文献流程

Fig. 1 Screening literature process

1.2 纳入及排除标准

纳入标准:①试验设计为随机对照试验;②复方中草药剂量、成分及添加方法在文献中有较为明确的说明;③研究对象为鸡;④文献研究中结局指标包括生长性能及肠道菌群,生长性能指标至少包括平均日采食量(ADFI)、平均日增重(ADG)、料重比(F/G)中的一种,肠道菌群指标包括肠道菌群多

样性指数(Shannon 指数、Chao1 指数、Simpson 指数)、肠道大肠杆菌、乳酸菌数目或空肠绒毛高度/隐窝深度(绒毛比 VH/CD)中的一种;⑤结果指标以“平均值±标准差”或“平均值±标准误”呈现;⑥试验组(基础日粮+中草药组)及对照组(基础日粮/基础日粮+抗生素组)的样本量有明确说明;⑦文献语言为中文或英文。排除标准:①重复文

献、综述类文献、会议报告及会议摘要;②研究对象不是鸡;③结局指标不包含生长性能及肠道菌群;④数据不以“平均值±标准差”或“平均值±标准误”呈现;⑤非中草药复方。

1.3 数据提取与质量评价

从纳入文献中提取以下数据:第一作者、发表年份、复方中草药剂量、试验组和对照组样本量、结局指标(ADFI、ADG、F/G、肠道菌群多样性指数、大肠杆菌、乳酸菌、空肠 VH/CD)。根据 Cochrane Collaboration 工具来评估偏倚风险。

1.4 分析与统计方法

利用 RevMan 5.4 软件进行数据分析和图形制作。本次研究指标单位相同,因此数据合并选择加权平均数。将 ADFI、ADG、F/G、肠道菌群多样性指数(Shannon 指数、Chao1 指数、Simpson 指数)、大肠杆菌、乳酸菌、空肠 VH/CD 绘制成森林图,使用随机效应模型计算平均差及 95% 置信区间的估计值。 $P < 0.01$ 表示试验组与对照组相比差异极显著, $0.01 <$

$P < 0.05$ 表示试验组与对照组相比差异显著, $P > 0.05$ 表示两组间差异不显著, $P < 0.05$ 说明有统计学意义。异质性分析采用 I^2 值表示, $I^2 > 50\%$ 时表示各研究间存在中高异质性, $I^2 < 50\%$ 时表示各研究间存在低异质性, $I^2 < 30\%$ 时表示各研究间不存在异质性。

2 结果

2.1 纳入文献基本特征

有 21 篇文献纳入到此次 Meta 分析中,两篇英文文献^[7-8],其余为中文文献^[9-27];其中基础饲料上添加抗生素的有 8 篇^[9,12,15-18,23,25],只饲喂基础饲料的有 13 篇^[7-8,10-11,13-14,19-22,24,26-27];报道肉鸡的有 11 篇^[7-8,12,15-19,22-23,25],蛋鸡的有 4 篇^[9,11,13,21],肉蛋兼用型鸡的有 6 篇^[10,14,20,24,26-27];生长过程为育雏期的有 13 篇^[7-8,11-12,14-19,23,25-26],育成期的有 8 篇^[9-10,13,20-22,24,27]。试验组以复方中草药添加至基础饲料或掺在饮水中,对照组喂基础饲料或抗生素加基础饲料。具体信息和相关数据见表 1。

表 1 纳入文献基本特征

Table 1 Basic characteristics of included literature

纳入文献 Included literature	样本量 Sample size			种类 Species	生长过程 Process of growth	干预措施 Intervention measures			结局指标 Outcome index
	E		C			E		C	
	中草药组 Chinese herbal medicine group	抗生素组 Antibiotic group	空白组 Blank group			中草药组 Chinese herbal medicine group	抗生素组 Antibiotic group	空白组 Blank group	
Fu 等 ^[7] 2024	360	-	90	肉鸡	育雏期	0.25% 中药复方制剂 JM113 0.5% 中药复方制剂 JM113(优) 1% 中药复方制剂 JM11 32% 中药复方制剂 JM113	-	基础饲料	①② ③⑤
Liu 等 ^[8] 2023	72	-	72	肉鸡	育雏期	500 mg·kg ⁻¹ 复方中草药	-	基础饲料	①② ③④
于佳楠等 ^[20] 2020	300	-	300	肉蛋兼用型鸡	育成期	0.3% 浓度的复方中草药添加剂	-	基础饲料	①② ③④
刁蓝宇 ^[22] 2020	192	-	64	肉鸡	育成期	150 mg·kg ⁻¹ 复方提取物饲料添加剂 200 mg·kg ⁻¹ 复方提取物饲料添加剂(优) 300 mg·kg ⁻¹ 复方提取物饲料添加剂	-	基础饲料	①② ③④
刘孟洋等 ^[15] 2023	180	60	60	肉鸡	育雏期	0.5 g·L ⁻¹ 复方中草药 1.0 g·L ⁻¹ 复方中草药(优) 2.0 g·L ⁻¹ 复方中草药	0.1 g·L ⁻¹ 盐酸左旋咪唑	基础饲料	①② ③⑥

(转下页 Carried forward)

(续表1 Continued)

纳入文献 Included literature	样本量 Sample size			种类 Species	生长 过程 Process of growth	干预措施 Intervention measures			结局 指标 Outcome index
	E	C				E	C		
	中草药组 Chinese herbal medicine group	抗生 素组 Antibiotic group	空白 组 Blank group			中草药组 Chinese herbal medicine group	抗生素组 Antibiotic group	空白组 Blank group	
周茜等 ^[23] 2017	180	60	60	肉鸡	育雏期	5 mL•L ⁻¹ 复方中草药低剂 量组 10 mL•L ⁻¹ 复方中草药高剂 量组 20 mL•L ⁻¹ 复方中草药高剂 量组(优)	金霉素	基础 饲料	①② ③⑥
姜贺 ^[24] 2015	200	-	100	肉蛋兼 用型鸡	育成期	0.5% 中药复方1% 中药复 方(优)	-	基础 饲料	①② ③⑥
孙禹 ^[13] 2023	400	-	200	蛋鸡	育成期	0.2% 复方中草药添加剂 0.4% 复方中草药添加 剂(优)	-	基础 饲料	①②③ ④⑤
孟虹艳 ^[27] 2008	180	-	60	肉蛋兼 用型鸡	育成期	0.75% 复方中草药1.5% 复 方中草药(优)2% 复方中 草药	-	基础 饲料	①③⑥
张申林 ^[11] 2023	400	-	100	蛋鸡	育雏期	0.05% 的中草药复方添加剂 0.1% 的中草药复方添加剂 0.2% 的中草药复方添加剂 (优)0.3% 的中草药复方添 加剂	-	基础 饲料	①②③ ④
张馨 ^[10] 2023	216	-	72	肉蛋兼 用型鸡	育成期	0.5% 黄芪甘草汤加減(优) 1% 黄芪甘草汤加減 1.5% 黄芪甘草汤加減	-	基础 饲料	①② ③⑤
彭英杰 ^[14] 2023	168	-	84	肉蛋兼 用型鸡	育雏期	1% 复方中草药1.5% 复方中 草药(优)	-	基础 饲料	①② ③⑤
徐美余 ^[12] 2023	60	30	30	肉鸡	育雏期	10 g•kg ⁻¹ 低剂量中草药组20 g•kg ⁻¹ 高剂量中草药组(优)	1 mg•g ⁻¹ 20% 金霉素 预混剂	基础 饲料	①④
李姣清等 ^[18] 2020	40	40	40	肉鸡	育雏期	1 g•kg ⁻¹ 中药复方汤剂	0.4 % 氟哌 酸	基础 饲料	①② ③⑥
李崇池 ^[16] 2022	40	40	40	肉鸡	育雏期	4 000 mg•kg ⁻¹ 复方 中草药制剂	1000 mg•kg ⁻¹ 抗菌肽	基础 饲料	①② ③⑤
杨建乔 ^[25] 2013	100	20	20	肉鸡	育雏期	5 mL•L ⁻¹ TSKZ I 10 mL•L ⁻¹ TSKZ I 20mL•L ⁻¹ TSKZ I 5 mL•L ⁻¹ TSKZ II(优) 20 mL•L ⁻¹ TSKZ II	50 mg•kg ⁻¹ 金霉素	基础 饲料	①② ③⑥
杨成 ^[21] 2020	120	-	30	蛋鸡	育成期	0.5% 杜仲组方 1% 杜仲组方 2% 杜仲组方(优)	-	基础 饲料	②⑤
王慧 ^[26] 2008	210	-	70	肉蛋兼 用型鸡	育雏期	0.5% 复方中药制剂 1% 复方中药制剂(优) 2% 复方中药制剂	-	基础 饲料	①② ③⑤

(转下页 Carried forward)

(续表1 Continued)

纳入文献 Included literature	样本量 Sample size			种类 Species	生长过程 Process of growth	干预措施 Intervention measures			结局指标 Outcome index
	E	C				中草药组 Chinese herbal medicine group	抗生素组 Antibiotic group	空白组 Blank group	
王维维 ^[17] 2021	180	60	60	肉鸡	育雏期	0.1 mL·L ⁻¹ 人参鱼腥草 0.3 mL·L ⁻¹ 人参鱼腥草 0.6 mL·L ⁻¹ 人参鱼腥草 (优)	金霉素、 盐霉素	基础 饲料	①② ③④
陈飞轩等 ^[9] 2025	60	30	30	蛋鸡	育成期	0.1% 复方中草药组 0.2% 复方中草药组 (优)	0.05% 盐霉素组	基础 饲料	①② ③⑤
韩金恒 ^[19] 2021	800	-	800	肉鸡	育雏期	0.3% 浓度的复方 中草药添加剂	-	基础 饲料	①② ③④

E. 试验组;C. 对照组;“-”表示文献中未提及;结局指标:①平均日增重(ADG);②平均日采食量(ADFI);③料重比(F/G);④肠道菌群多样性指数;Shannon 指数、Chao1 指数、Simpson 指数;⑤空肠绒隐比(VH/CD);⑥大肠杆菌、乳酸菌
E test group, C control group, “-” means not mentioned in the literature. outcome measures: ①Average daily gain (ADG, ②) Average daily feed intake (ADFI), ③Ratio of feed to gain (F/G), ④Intestinal flora diversity index (Shannon index, Chao1 index, Simpson index, etc), ⑤Jejunum cashmere ratio (VH/CD), ⑥Escherichia coli, lactic acid bacteria

2.2 纳入文献的质量评价与偏倚分析

依据 Cochrane 干预措施系统评价手册对纳入的 21 篇文献进行质量评价。在随机分配偏倚和分配隐藏偏倚方面,全部文献都为低风险偏倚;在参与者盲法偏倚方面,有 1 篇文献^[18]为高风险,有 1 篇文献^[11]为不清楚,其他均为低风险;在评估者盲法偏倚方面,有 1 篇文献^[8]为低风险,其他均为不清楚;在结果数据不全偏倚方面,3 篇为高风

险^[12, 18, 21],其余为低风险偏倚;在选择性报道偏倚方面,14 篇文献^[10-14, 16-17, 19, 21-22, 24-27]由于报告不全而被定义为高风险,其余为低风险偏倚;在其他偏倚方面,全部为不清楚;其他偏倚包括了复方中草药制作工艺、饲喂方式以及饲养条件等因素。根据评估要求评定文献“低风险”“高风险”“不清楚”偏倚程度,见图 2、3。

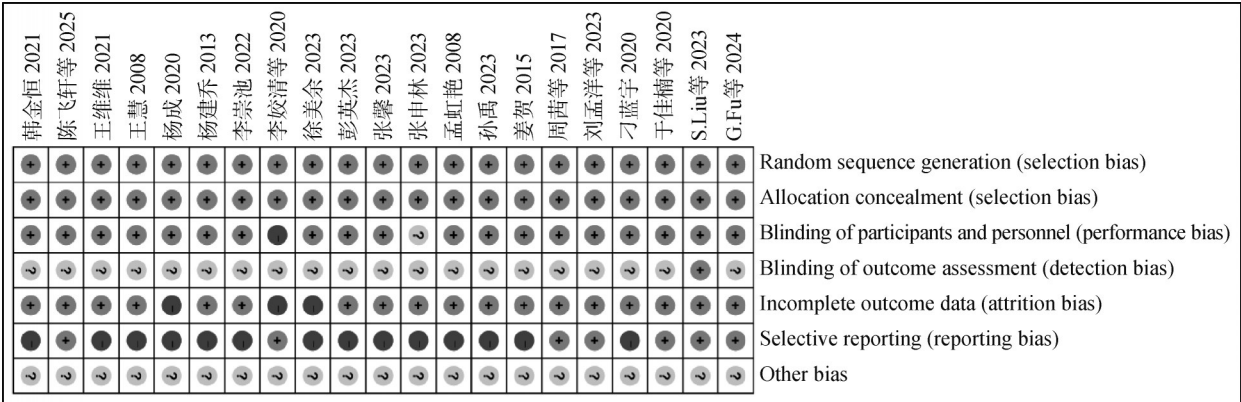


图2 文献偏倚风险(彩图在 OSID 相关材料中提供)

Fig. 2 Risk of literature bias (color images are provided in supplementary materials of OSID)

2.3 文献敏感性分析

经异质性分析,复方中草药对鸡 ADFI、ADG、

F/G、肠道菌群多样性指数、大肠杆菌、乳酸菌、空肠 VH/CD 影响中 $I^2 > 50\%$,代表均存在发表偏倚。故

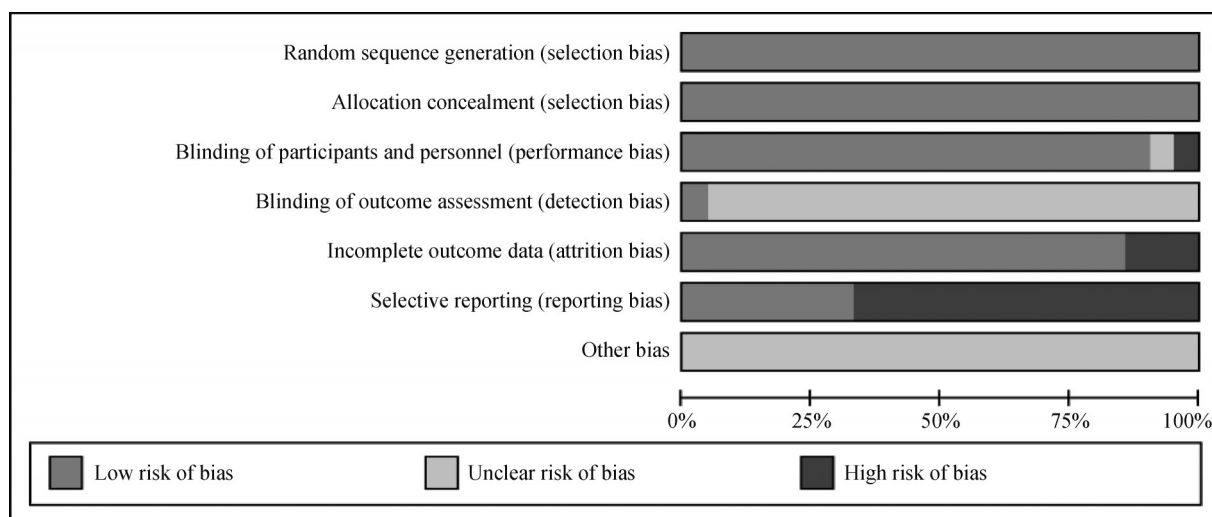


图3 文献质量评估(彩图在OSID相关材料中提供)

Fig. 3 Literature quality assessment (color images are provided in supplementary materials of OSID)

进行敏感性分析,逐一剔除纳入的研究文献。结果显示 I^2 值仍大于50%,说明各个研究间存在较高的异质性。

2.4 复方中草药对鸡 ADFI 影响的 Meta 分析

由图4可知,与空白组相比,复方中草药能极显著地提高鸡 ADFI ($MD=2.42 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$, 95%CI 为 $[1.99, 2.85]$) ($P<0.01$);与抗生素组相比,复方中草药组对鸡 ADFI 无显著影响 ($P>0.05$)。研究间的异质性极高,经逐一排除文献的敏感性分析后可知需要再对鸡种类及鸡生长过程进行亚组分析,亚组分析如图5、6所示,可知与空白组相比,复方中草药能极显著地提高肉蛋兼用型鸡 ADFI ($MD=6.37 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$, 95%CI 为 $[4.80, 7.94]$) ($P<0.01$),对肉鸡及蛋鸡 ADFI 无显著影响 ($P>0.05$)。复方中草药能极显著地提高鸡育雏期的 ADFI ($MD=1.13 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$, 95%CI 为 $[0.70, 1.56]$) ($P<0.01$),也能极显著地提高鸡育成期的 ADFI ($MD=4.36 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$, 95%CI 为 $[1.70, 7.02]$) ($P<0.01$)。综上所述,与空白组相比,复方中草药能提高鸡 ADFI;中草药组与抗生素组在提高鸡 ADFI 方面并无太大差异。亚组分析显示,复方中草药能提高肉蛋兼用型鸡 ADFI,对肉鸡和蛋鸡 ADFI 无明显影响;能提高育雏期和育成期鸡的 ADFI。

本研究通过 Meta 分析系统评估了复方中草药对鸡平均日采食量 (ADFI) 的影响及其异质性来源。结果显示,与空白组相比,复方中草药可极显著提高鸡 ADFI,且其效果与抗生素组无显著差异。进一步亚组分析表明,复方中草药对 ADFI 的促进

作用具有品种和生长阶段特异性:其对肉蛋兼用型鸡的 ADFI 提升效果尤为显著,而对单一生产类型 (肉鸡、蛋鸡) 无显著影响;在生长阶段方面,复方中草药可极显著提高育雏期和育成期鸡的 ADFI。综上,复方中草药可作为替代抗生素的潜在饲料添加剂,尤其适用于肉蛋兼用型鸡的育雏期和育成期饲养管理。然而,其对肉鸡、蛋鸡及后期生长阶段的作用仍需进一步验证。

2.5 复方中草药对鸡 ADG 影响的 Meta 分析

由图7可知,与空白组相比,复方中草药能极显著地提高鸡 ADG ($MD=3.23 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$, 95%CI 为 $[2.48, 3.98]$) ($P<0.01$);与抗生素组相比,复方中草药对提高鸡 ADG 无显著影响 ($P>0.05$)。研究间的异质性极高,经逐一排除文献的敏感性分析后可只需再对鸡种类及鸡生长过程进行亚组分析,亚组分析如图8、9所示。由图8可知,与空白组相比,复方中草药能极显著地提高肉鸡 ($MD=4.45 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$, 95%CI 为 $[2.49, 6.42]$) ($P<0.01$) 及肉蛋兼用型鸡 ($MD=2.32 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$, 95%CI 为 $[1.35, 3.29]$) ($P<0.01$) 的 ADG,但对蛋鸡 ADG 无显著影响 ($P>0.05$)。由图9可知,与空白组相比,复方中草药能极显著地提高鸡育雏期的 ADG ($MD=4.04 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$, 95%CI 为 $[1.74, 6.34]$) ($P<0.01$) 和鸡育成期的 ADG ($MD=1.83 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$, 95%CI 为 $[1.22, 2.44]$) ($P<0.01$)。综上所述,与空白组相比,复方中草药能提高鸡 ADG;中草药组与抗生素组在提高鸡 ADG 上无显著差异。亚组分析显示,与空白组相比,复方中草药能提高肉鸡及肉蛋兼用型鸡的

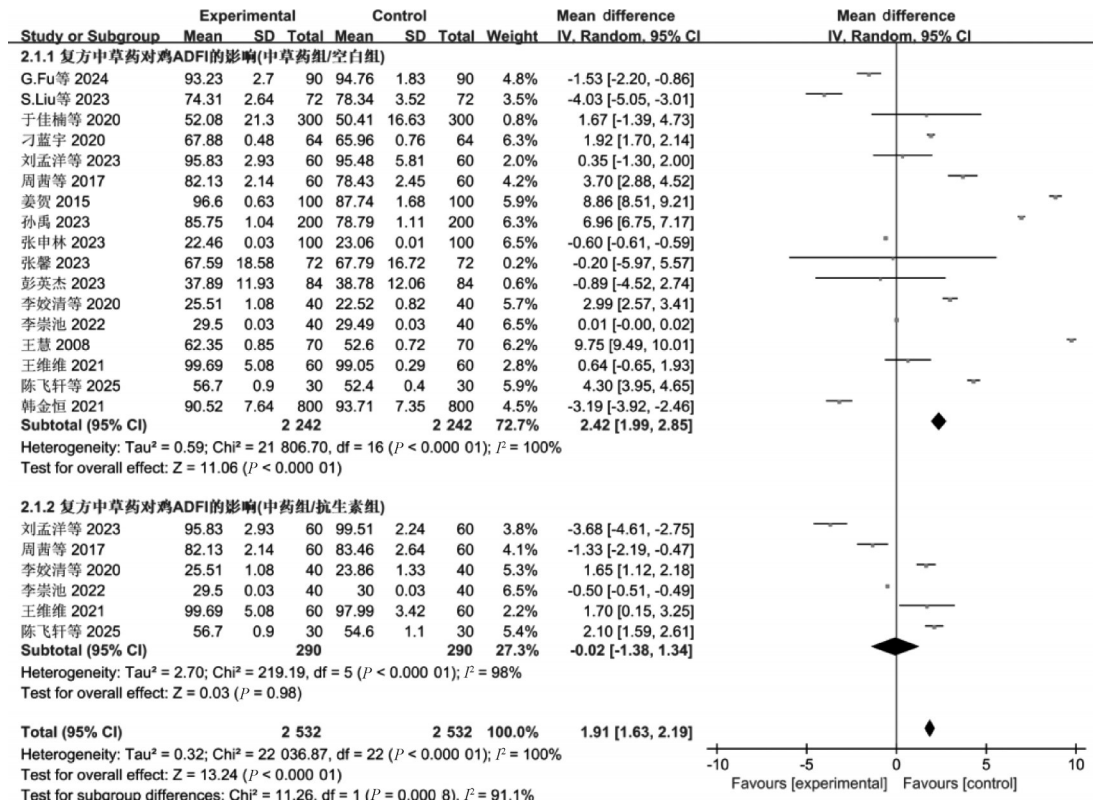


图4 复方中草药对鸡ADFI影响的森林图

Fig. 4 Forest map of the effect of compound Chinese herbal medicine on ADFI in chickens

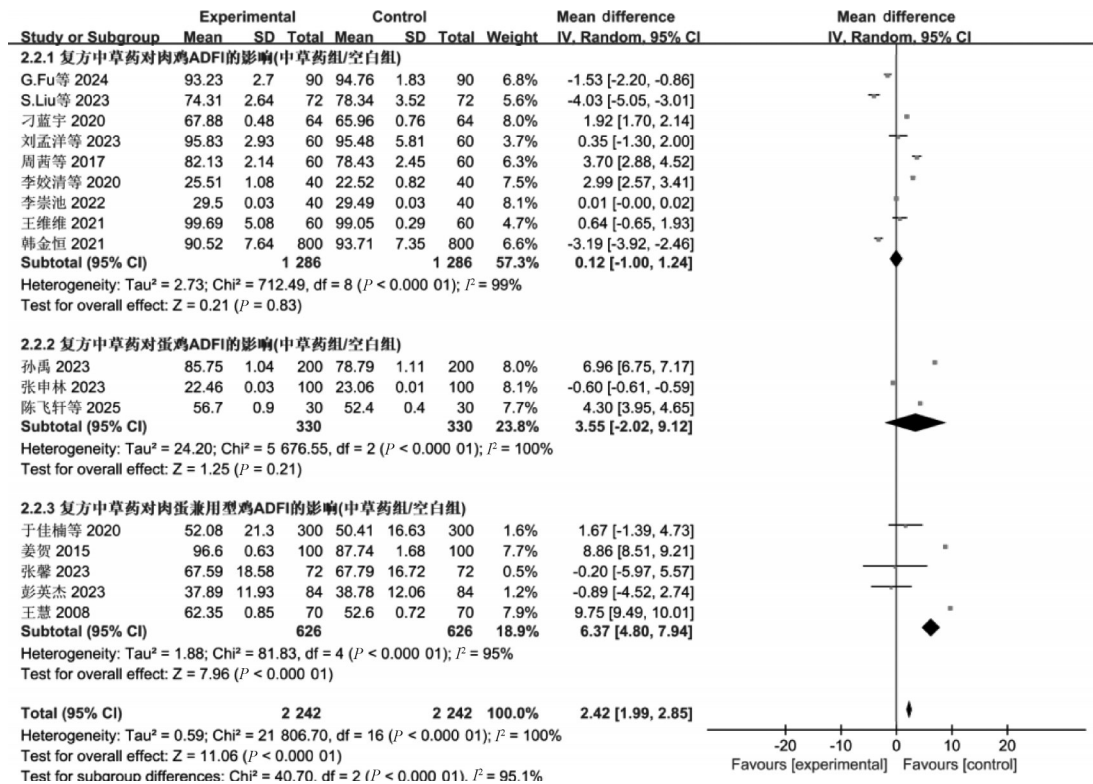


图5 复方中草药对不同种类鸡ADFI影响的亚组分析森林图

Fig. 5 Subgroup analysis forest map of the effects of compound Chinese herbal medicine on ADFI of different types of chickens

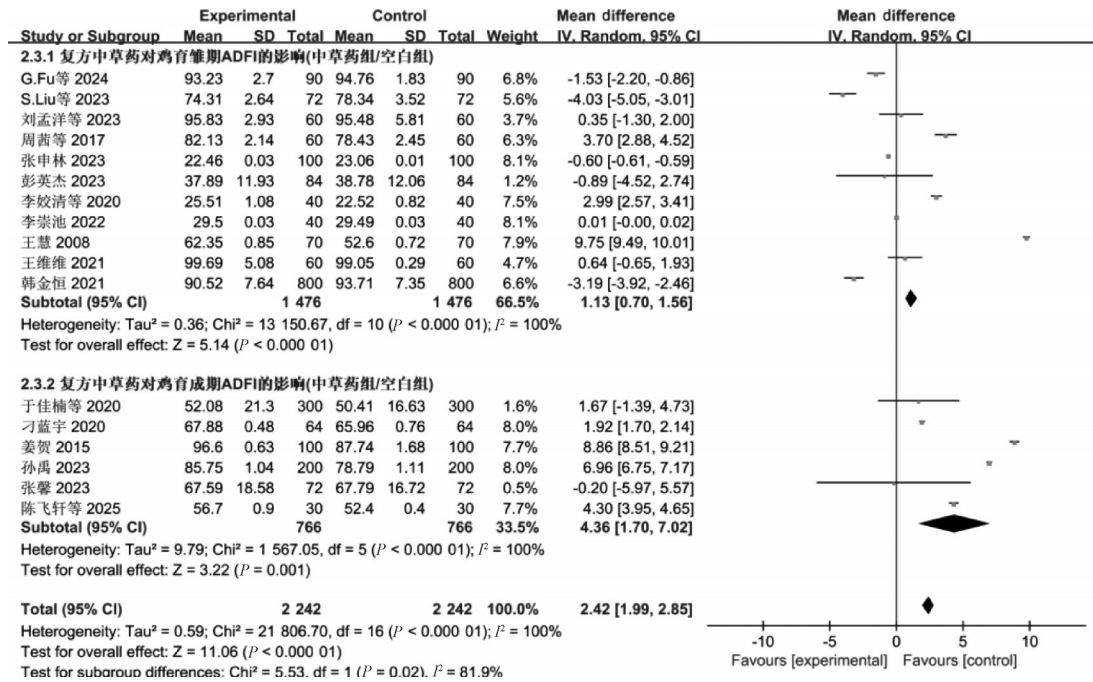


图6 复方中草药对鸡生长过程ADFI影响的亚组分析森林图

Fig.6 Subgroup analysis forest map of the effects of compound Chinese herbal medicine on ADFI in chicken growth process

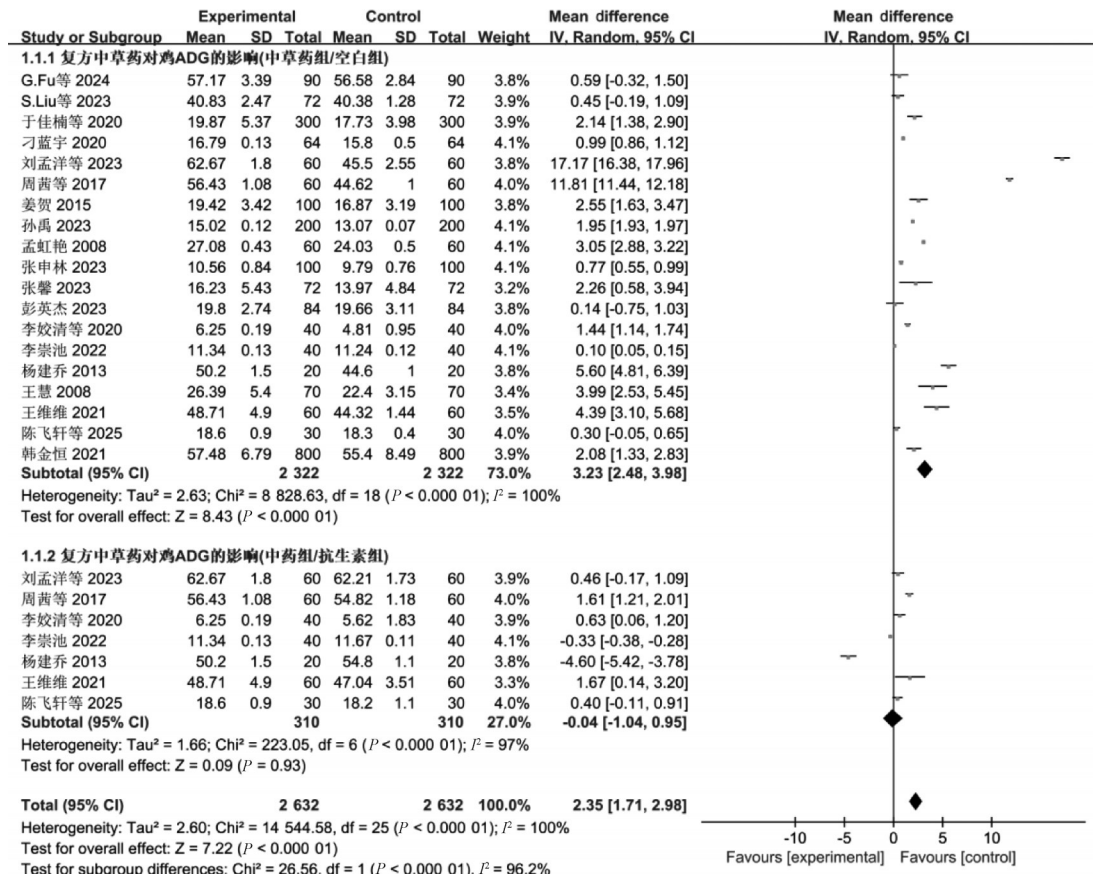


图7 复方中草药对鸡ADG影响的森林图

Fig.7 Forest map of the effect of compound Chinese herbal medicine on chicken ADG

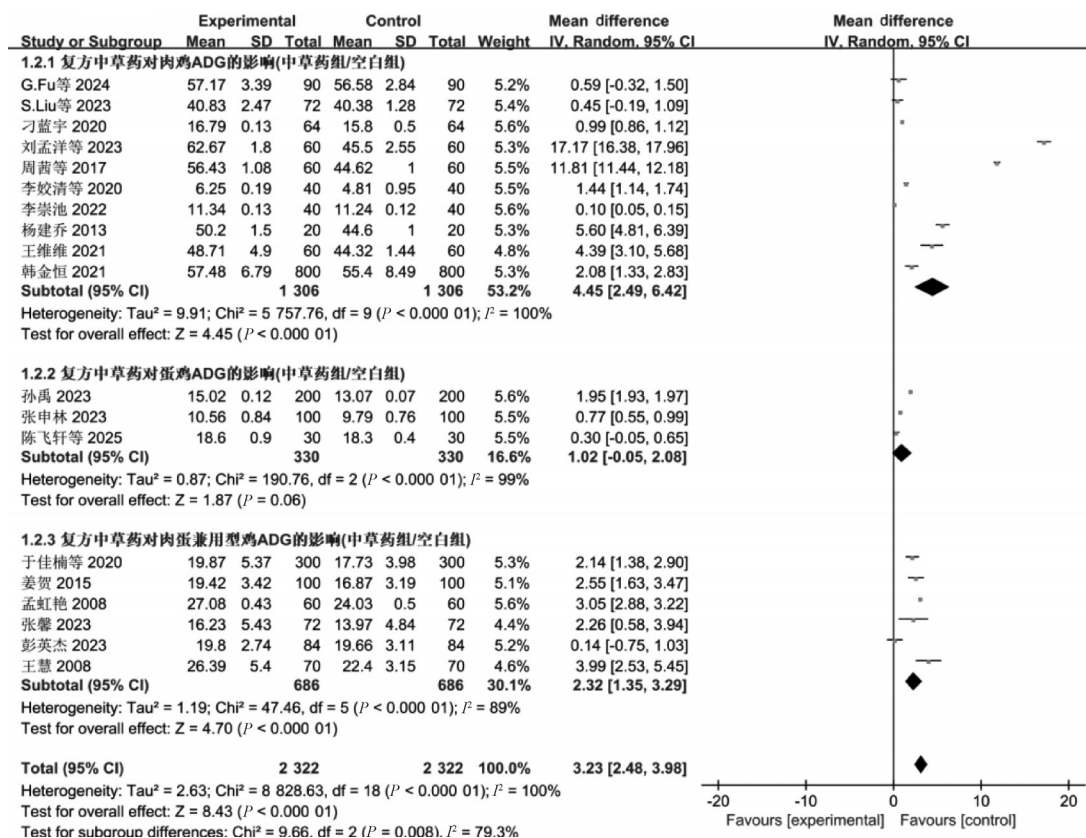


图8 复方中草药对不同种类鸡ADG影响的亚组分析森林图

Fig. 8 Subgroup analysis forest plot of the effect of compound Chinese herbal medicine on ADG of different kinds of chickens

ADG,对蛋鸡ADG无明显影响;能提高育雏期和育成期鸡的ADG。

本研究通过Meta分析证实,复方中草药可极显著提高鸡的平均日增重(ADG),其效果与抗生素组无显著差异。亚组分析表明,复方中草药对肉鸡和肉蛋兼用型鸡的ADG提升效果极显著,但对蛋鸡无显著影响;同时,其在育雏期和育成期的促生长作用尤为突出。结果表明,复方中草药可作为替代抗生素的绿色饲料添加剂,在肉鸡及肉蛋兼用型鸡的早期生长阶段应用中具有显著潜力,但其对蛋鸡的作用机制及品种特异性差异需进一步研究。

2.6 复方中草药对鸡F/G影响的Meta分析

由图10可知,与空白组相比,复方中草药能极显著地降低鸡F/G($MD = -0.19$, 95%CI为 $[-0.27, -0.11]$)($P < 0.01$);与抗生素组相比,复方中草药组对鸡F/G无显著影响($P > 0.05$)。研究间的异质性极高,经逐一排除文献的敏感性分析后可知须再对鸡种类及鸡生长过程进行亚组分析,亚组分析如图11、12所示。由图11可知,与空白组相

比,复方中草药能极显著地降低肉鸡F/G($MD = -0.18$, 95%CI为 $[-0.26, -0.11]$)($P < 0.01$),对蛋鸡及肉蛋兼用型鸡F/G无显著影响($P > 0.05$)。由图12可知,与空白组相比,复方中草药能极显著地降低鸡育雏期的F/G($MD = -0.18$, 95%CI为 $[-0.25, -0.10]$)($P < 0.01$)和鸡育成期的F/G($MD = -0.23$, 95%CI为 $[-0.31, -0.15]$)($P < 0.01$)。综上所述,复方中草药能降低鸡F/G;中草药组与抗生素组在降低鸡F/G方面并无太大差异。亚组分析显示,复方中草药能降低肉鸡F/G,对蛋鸡及肉蛋兼用型鸡F/G无显著影响;能降低育雏期和育成期鸡的F/G。

本研究证实,复方中草药可极显著降低鸡的料重比(F/G),其效果与抗生素组无显著差异。亚组分析表明,复方中草药对肉鸡F/G的降低效果极显著,但对蛋鸡及肉蛋兼用型鸡无显著影响;同时,其在育雏期和育成期的降F/G作用尤为突出。结果表明,复方中草药可作为替代抗生素的饲料添加剂促进肉鸡生长,但其对蛋鸡及肉蛋兼用型鸡的作用

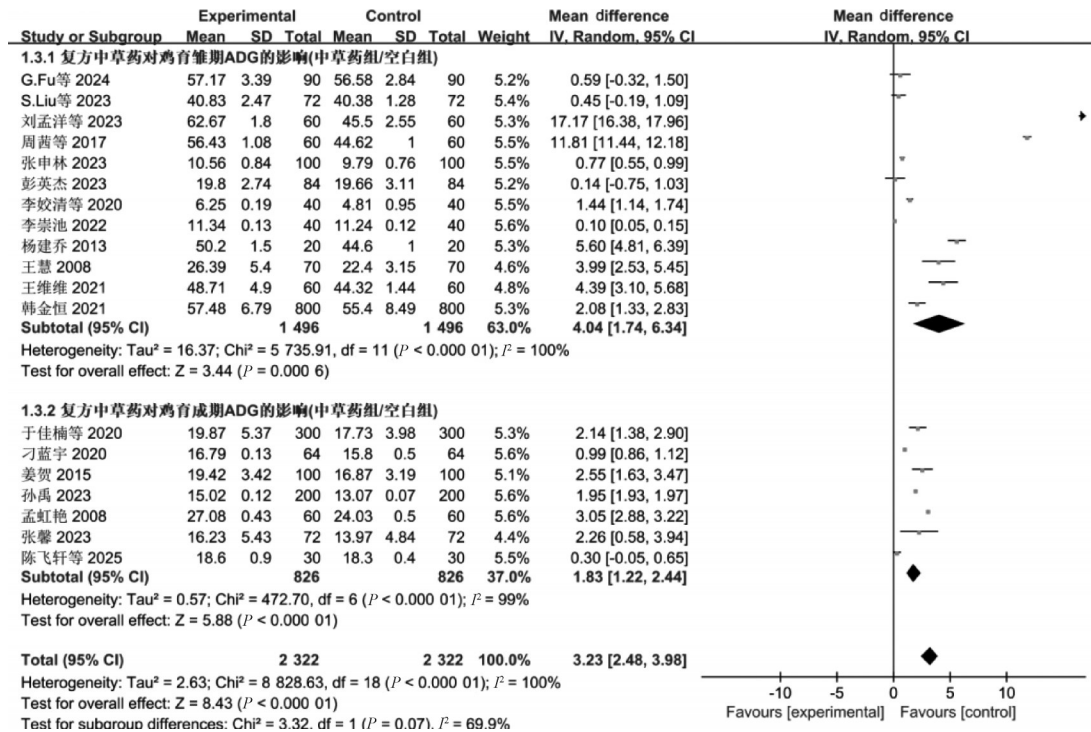


图9 复方中草药对鸡生长过程ADG影响的亚组分析森林图

Fig. 9 Subgroup analysis forest map of the effects of compound Chinese herbal medicine on ADG in chicken growth process

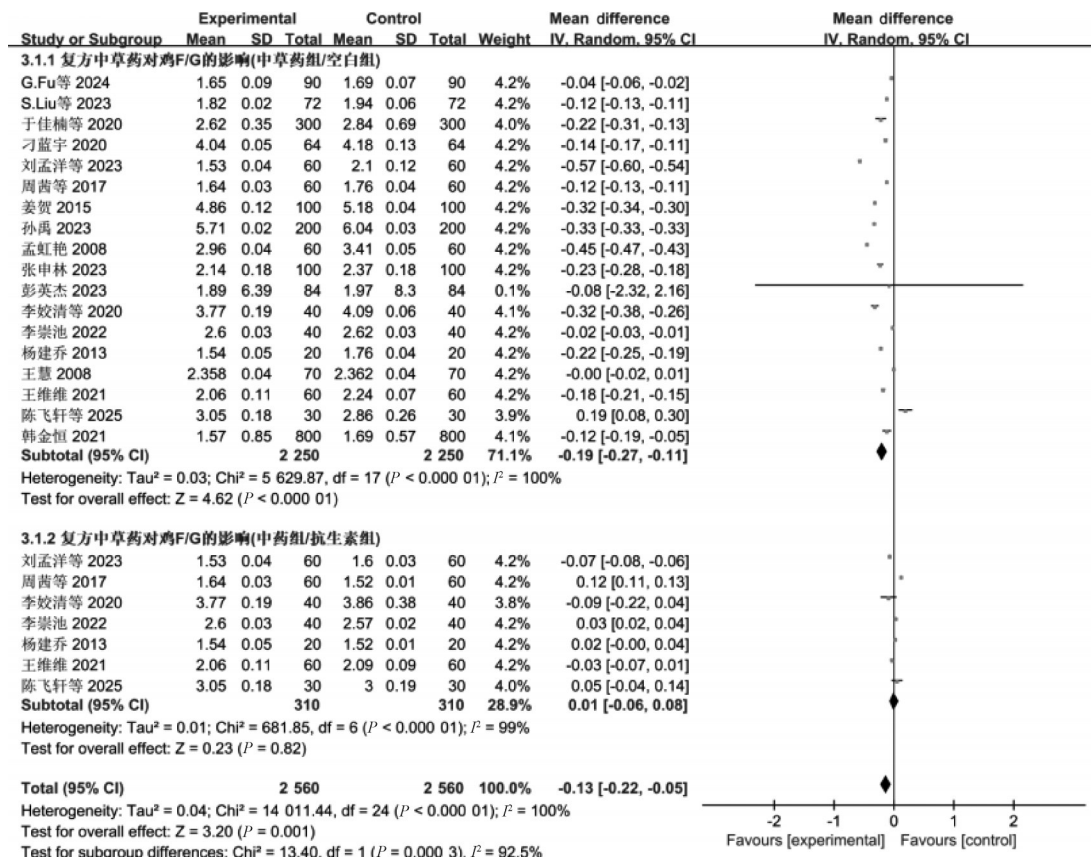


图10 复方中草药对鸡F/G影响的森林图

Fig. 10 Forest map of the effect of compound Chinese herbal medicine on chicken F/G ratio

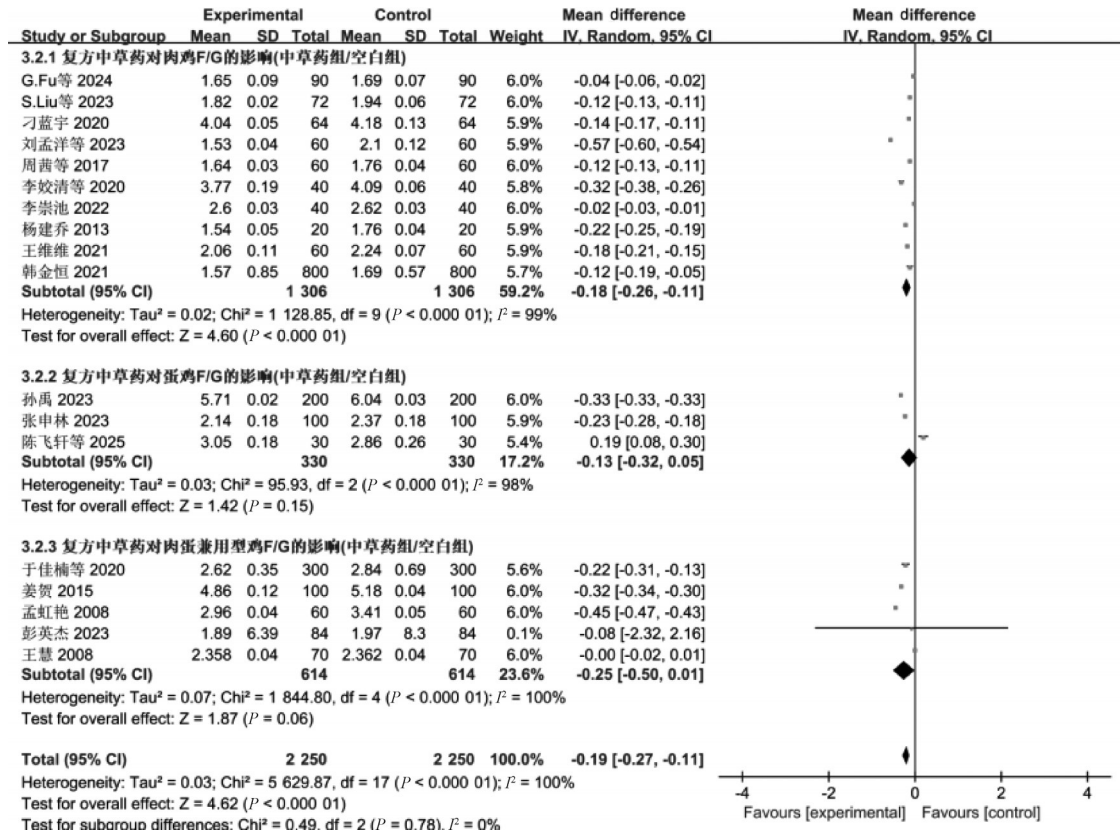


图 11 复方中草药对不同种类鸡 F/G 影响的亚组分析森林图

Fig. 11 Subgroup analysis forest plot of the effect of compound Chinese herbal medicine on F/G of different kinds of chickens

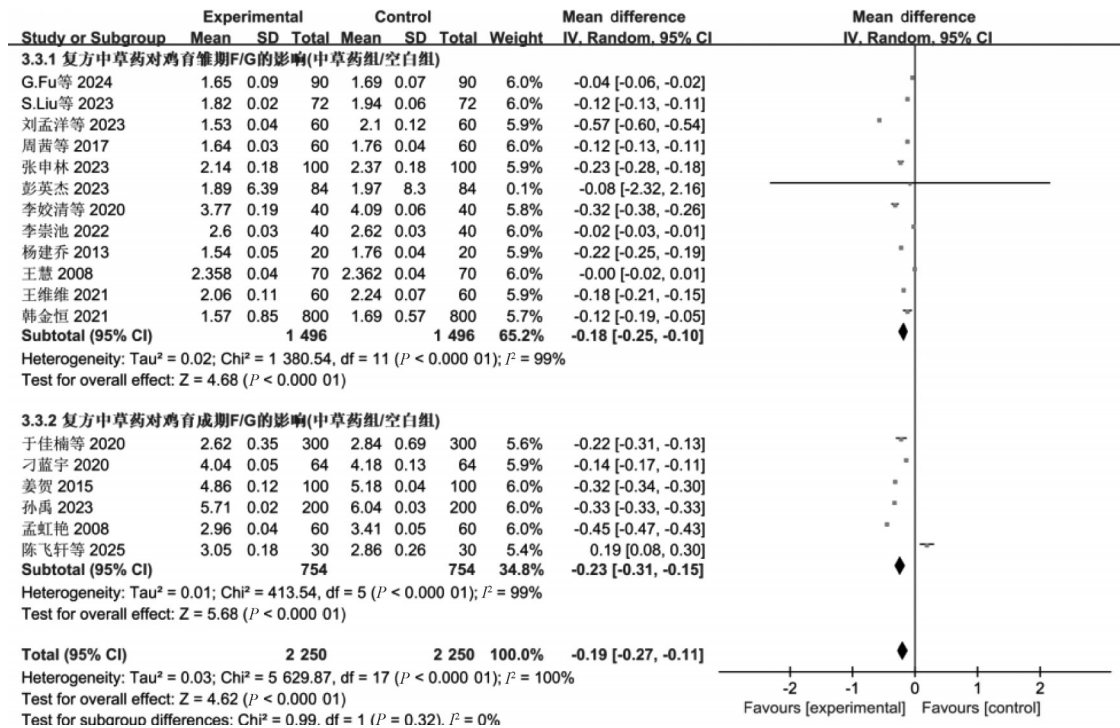


图 12 复方中草药对鸡生长过程 F/G 影响的亚组分析森林图

Fig. 12 Subgroup analysis of the effects of compound Chinese herbal medicine on F/G in chicken growth process Forest map

机制差异需进一步研究,为精准化应用提供理论支持。

2.7 复方中草药对鸡肠道菌群影响的Meta分析

由图13可知,与空白组相比,复方中草药对鸡肠道菌群 Shannon 指数、Chao1 指数及 Simpson 指数无显著影响($P>0.05$)。由图14、15可知,与空白组相比,复方中草药能极显著降低鸡肠道大肠杆菌数量($MD=-1.48$, 95%CI 为 $[-1.87, -1.09]$)

($P<0.01$),但对肠道乳酸菌数量无显著影响($P>0.05$)。由图16可知,复方中草药能极显著提高鸡空肠 VH/CD($MD=0.87$, 95%CI 为 $[0.40, 1.35]$) ($P<0.01$)。因为肠道菌群多样性指数、大肠杆菌及乳酸菌、VH/CD 文献不足10篇,因此对其不做亚组分析。综上所述,复方中草药能降低鸡肠道大肠杆菌数量,提高鸡空肠 VH/CD,但对 Shannon 指数、Chao1 指数、Simpson 指数及乳酸菌无显著影响。

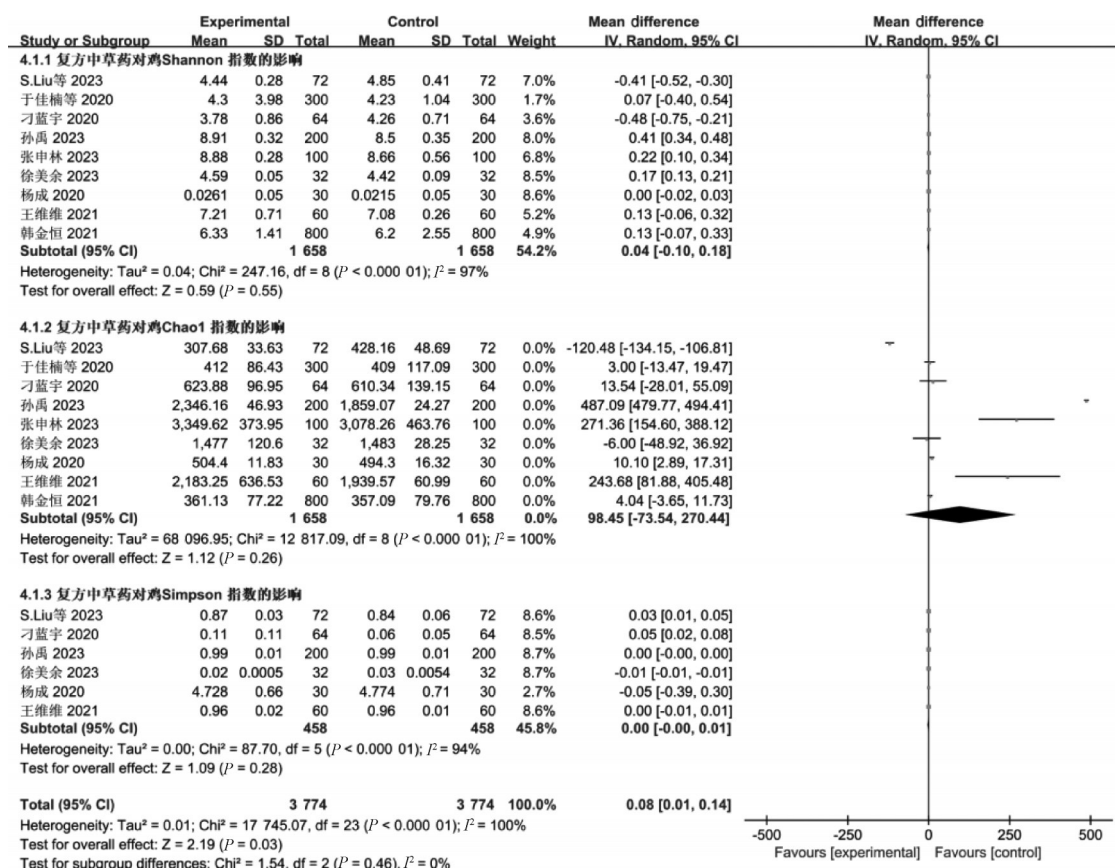


图13 复方中草药对鸡肠道菌群多样性指数影响的森林图

Fig. 13 Forest map of the effect of compound Chinese herbal medicine on the diversity index of chicken intestinal flora

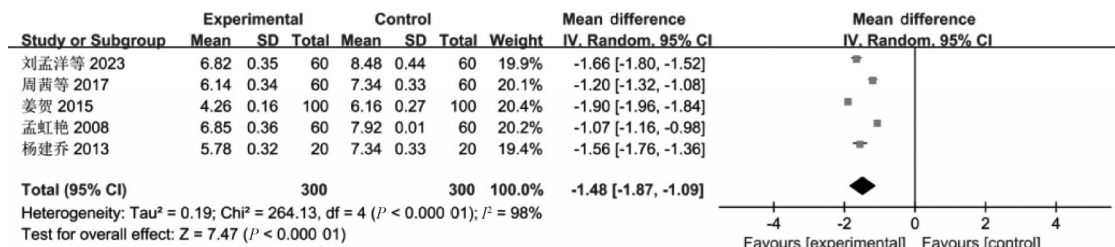


图14 复方中草药对鸡大肠杆菌影响的森林图

Fig. 14 Forest map of the effect of compound Chinese herbal medicine on chicken *E. coli*

本研究系统评价了复方中草药对鸡肠道菌群多样性、特定菌群丰度及肠道形态结构(空肠 VH/

CD)的调控作用。结果表明:复方中草药对鸡肠道菌群 Shannon 指数、Chao1 指数及 Simpson 指数无显

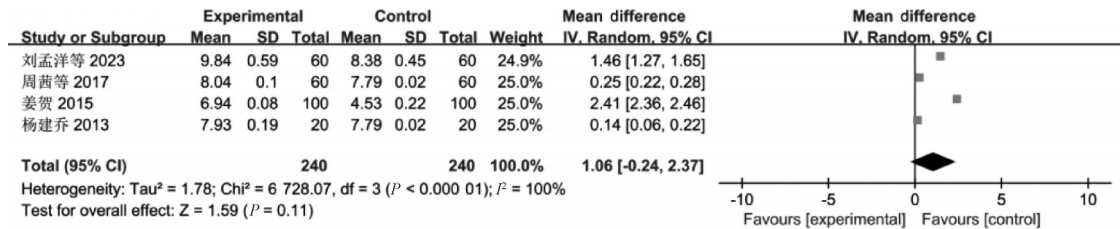


图 15 复方中草药对鸡乳酸菌影响的森林图

Fig. 15 Forest map of the effect of compound Chinese herbal medicine on chicken lactic acid bacteria

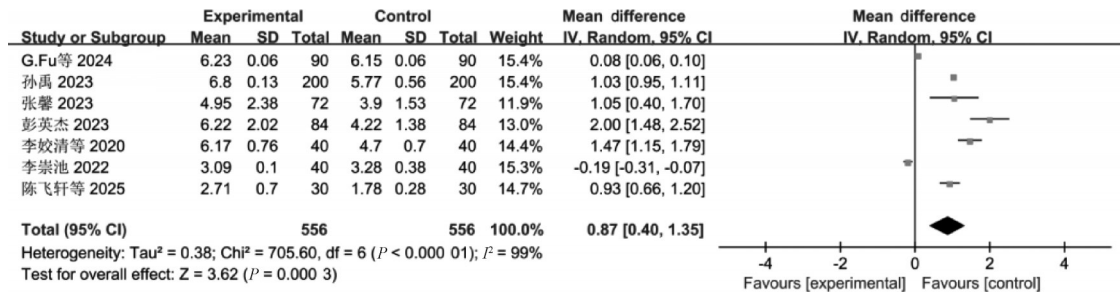


图 16 复方中草药对鸡空肠 VH/CD 的森林图

Fig. 16 Forest map of compound Chinese herbal medicine on VH/CD in chicken jejunum

著影响,提示其对肠道菌群整体多样性未产生明显改变。然而,复方中草药可极显著降低肠道大肠杆菌数量,但对乳酸菌丰度无显著调控作用。此外,复方中草药能显著改善肠道形态结构,极显著提高鸡空肠绒毛高度与隐窝深度比值(VH/CD),表明其可能通过优化肠道吸收功能促进宿主健康。综上,复方中草药可能通过选择性抑制致病性大肠杆菌增殖并增强肠道结构完整性,发挥肠道健康调控作用,但其对菌群多样性及乳酸菌的调节效应仍需进一步探究。

2.8 文献中草药及其剂量出现次数

本次纳入文献复方中草药有甘草、黄芪、黄芩、

党参、白术、山楂、陈皮、蒲公英、当归、杜仲、大青叶、柴胡、鱼腥草、茯苓、人参、生地、马齿苋、青蒿、淫羊藿、黄柏、肉桂、连翘、乌梅、桔梗、石榴皮、蕾香、金银花等,由于中药复方包含中药较多,因此本次只统计文献中出现次数在3次及以上的中药,具体数据如表2所示,由高到低依次为甘草9次,黄芪8次,党参7次,白术6次,黄芩5次,山楂、蒲公英、当归及陈皮各4次,杜仲和大青叶3次。中草药剂量出现次数如表3所示,浓度在(0~0.1)%的文献有3篇,0.1%~0.5%的文献有11篇,1.0%~2.0%的有7篇。

表 2 中草药出现次数

Table 2 Frequency of occurrence of Chinese herbal medicine

中草药 Chinese medicinal herb	出现次数 Frequency of occurrence	中草药 Chinese medicinal herb	出现次数 Frequency of occurrence
甘草 Liquorice	9	蒲公英 Dandelion	4
黄芪 Membranous milkvetch root	8	当归 Chinese angelica root	4
党参 Dangshen	7	陈皮 Dried old orange peel	4
白术 Largehead atractylodes rhizome	6	杜仲 Eucommia bark	3
黄芩 Baikal skullcap root	5	大青叶 Dyers woad leaf	3
山楂 Fruit of hawthorn	4		

表3 中草药剂量出现次数

Table 3 Frequency of occurrence of Chinese herbal medicine dosage

剂量/% Dosage	出现次数 Frequency of occurrence	剂量/% Dosage	出现次数 Frequency of occurrence
0.02	1	0.4	2
0.05	1	0.5	3
0.06	1	1.0	2
0.1	2	1.5	2
0.2	2	2.0	3
0.3	2		

3 讨 论

本研究通过对21篇文献进行系统评价与Meta分析,综合评估了复方中草药对鸡生长性能和肠道菌群的影响。纳入文献中甘草、黄芪、党参、白术、山楂和陈皮等中草药归脾胃经,以健脾益气、理气消食为主要功效,能够增强脾胃运化功能,促进消化酶分泌及营养物质吸收^[28-30],从而提高鸡采食量、料重比和日增重。而黄芩、蒲公英、大青叶等中草药主入肝、胃、心经者,其核心作用为清热燥湿、泻火解毒,能抑制大肠杆菌、沙门氏菌等肠道致病菌^[31-34],减轻肠道炎症,修复黏膜损伤。当归、杜仲等中草药归经涉及心、肾二脏。当归入心、肝经,能补血活血,改善肠道微循环及营养输送^[35-36];杜仲入肝、肾经,可补肝肾、强筋骨,促进蛋白质合成及能量代谢^[37-38],通过改善机体整体机能间接优化肠道环境。基于复方中草药的丰富价值,一方面可通过多种活性成分的协同效应,改善饲料适口性^[39-40]、促进营养消化吸收,并调节肠道代谢功能,从而提升生长性能^[41-44]。例如,含黄芪、白术、金银花等成分的复方制剂,可通过多糖、黄酮、皂苷等多类活性物质的整合作用,显著提升肠道消化酶活性^[45-46],并修复肠道物理屏障(增加绒毛高度/隐窝深度比值),从而同步改善养分表观消化率和降低腹泻率^[46]。黄芪、山楂和杜仲等植物提取物已被证明可增强胃肠道健康,从而提高动物食欲和采食量^[2, 47]。另一方面中草药在抗炎、抗氧化、抗应激及抑菌机制上也已得到广泛研究。在抗炎方面,复方中草药某些活性成分如黄酮类、多糖及皂苷可通过抑制NF- κ B和MAPK等炎症信号通路的活化^[54-56],下调肠道组织中肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白细胞介素-1 β (IL-1 β)及白细胞介素-6(IL-6)等促炎细胞因基因表达,

减轻肠黏膜炎症损伤^[34, 57-58]。在抗氧化方面,中草药可显著提升肠道黏膜及血清中超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)及谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性,降低丙二醛(MDA)含量^[35, 59-60],增强机体清除自由基能力,缓解氧化应激对肠上皮细胞的损伤。在抗应激方面,复方中草药可通过调节下丘脑-垂体-肾上腺轴(HPA轴)功能^[61-62],降低血浆皮质酮(CORT)水平,并上调热休克蛋白(HSP70)表达^[63-66],增强肠道黏膜应对环境及免疫应激的耐受力。在抑菌方面,中草药中的生物碱、有机酸及挥发油等成分可直接破坏大肠杆菌、沙门氏菌等致病菌的细胞膜结构,抑制群体感应,并可协同促进乳酸杆菌、双歧杆菌等有益菌增殖,通过竞争性排斥和代谢产物抑制维持肠道微生态平衡^[28, 67-69]。上述机制共同构成复方中草药维护肠道健康的多靶点调控网络,为其在无抗养殖中的应用提供理论依据。

同时,中草药表现出“抑害促益”双向调节能力,这种调控一方面通过抗菌成分如苦参碱、绿原酸直接抑制病原菌,另一方面经微生物发酵将多糖转化为低聚糖,为益生菌提供增殖底物^[50-51]。Xu等^[52]发现补益类中药(如枸杞、地黄)能直接刺激乳酸杆菌和双歧杆菌生长;而清热解毒类中药(如黄芩、黄连)经肠道菌群转化后,其苷元代谢产物可选择性抑制致病菌,同时提高SCFA产量。大黄、黄芩等中药的联合使用对多重耐药鲍曼不动杆菌的抑菌效果优于单一抗生素^[53]。抗生素虽能快速抑制致病菌,但可能破坏菌群多样性并诱导耐药性。而中草药通过群体感应抑制阻断细菌生物膜形成,降低耐药基因表达,从而在维持菌群多样性的同时增强抗菌效果。中草药还通过提高菌群多样性、富集有益菌(如乳酸菌)、抑制有害菌(如大肠杆菌),共

同促进肠道健康。有益菌的增殖有助于改善肠道屏障功能,增强营养物质消化吸收效率(这与 ADG 提高和 F/G 降低直接相关),并产生短链脂肪酸等有益代谢产物,为宿主提供能量并调节代谢。

此外,复方中草药剂量对鸡生长性能及肠道菌群的作用呈现典型剂量效应特征,其作用机制与浓度梯度密切相关。现有文献表明(0.1%~0.5% 浓度区间研究占比最高,达 11 篇),中低剂量(0.1%~0.5%)可能通过协同调控营养代谢和维持肠道菌群稳态实现促生长效应,其中 0.5% 剂量出现频次最高(3 次),提示其可能为生产实践中优化饲料转化率的阈值浓度。高剂量组(1.0%~2.0%)占比 7 篇,其中 2.0% 浓度点出现 3 次,提示可能出现抗菌需求,但需注意浓度过高可能破坏肠道微生态平衡。超低剂量(<0.1%)(3 篇)可能因未达起效浓度需进一步验证其免疫调节潜能。本研究揭示的剂量效应规律为复方中草药在鸡生产中的精准应用提供了理论依据,但需注意所用中草药制作工艺不一、饲喂方式不同、饲喂周期、饲养条件差异、鸡种类及品种不同可能造成差异,且 0.5%~1.0% 浓度区间的机制空白及长期添加的生态风险仍需通过多组学技术深入解析。

本研究纳入的 21 篇文献包括鸡 5 108 只,其中中草药组 2 384 只,空白组 2 384 只,抗生素组 340 只,样本数量较大,说明结果较为可靠。采用异质性评估与敏感性检验对 Meta 分析结果进行验证。异质性分析表明纳入文献间存在高异质性,但本研究采用随机效应模型且通过逐项剔除任一原始研究后,异质性并未发生太大改变,证实了研究结果的稳健性。本研究关于中草药对 ADFI、ADG、F/G 以及肠道菌群多样性指数、大肠杆菌、乳酸菌、空肠 VH/CD 的 Meta 分析出现高异质性,且无法通过逐一排除文献的敏感分析以及分类进行亚组分析而降低异质性,这可能与中草药制备工艺多样、中草药成分多样、中草药添加方式不同、鸡种类及品种、饲养周期、饲养时间、养殖阶段不一样、养殖环境及条件等因素有关。对比 Meta 分析在其他试验中的研究结果,也存在异质性较高的问题,如中草药饲料添加剂对仔猪生长性能影响的 Meta 分析^[70]、中草药饲料添加剂对断奶仔猪和生长育肥猪生长性能影响的 Meta 分析^[71]、植物多糖对羊生长性能影响的 Meta 分析^[72]、枯草芽孢杆菌对肉鸡生长性能影响的 Meta 分析^[73],其结果均表现出较高异质性。同时本

系统评价研究还存在以下方法学限制:首先,尽管所纳入的研究整体质量较高,但研究仍存在发表偏倚和数据完整性不足的缺陷,特别是涉及抗生素干预的文献样本量有限,且肠道菌群相关研究数量少于生长性能指标研究,导致无法开展有效的亚组分析比较。其次,文献纳入时间范围覆盖 2008—2025 年,长达 17 年的时间跨度中,畜牧养殖环境、日粮营养配比及检测技术等关键参数可能发生显著演变,这种历史性技术变迁可能对数据整合产生干扰效应。最后,现有研究资料中中文文献占比较高而英文文献相对匮乏,这种语言分布的不均衡性可能对研究结论的普适性产生潜在影响。但上述问题并不影响分析的准确性。未来研究应围绕中草药饲料添加剂的标准化与机制突破展开。需制定中草药组分的检测标准、加工规范及梯度添加方案,针对肉鸡、蛋鸡等品种及不同养殖阶段,设计分层随机对照试验,明确集约化与生态养殖的最适干预策略。同时也建议扩大抗生素替代组样本量,构建多语种文献数据库,统一菌群多样性等指标的报告标准,推动其从经验应用向数据驱动的精准营养方案转型,为畜牧业绿色可持续发展提供理论依据与实践路径。

4 结 论

本研究通过 Meta 分析系统评估了复方中草药对鸡生产性能及肠道健康的影响,结果表明:与空白组相比,复方中草药可极显著提高鸡平均日采食量(ADFI)、平均日增重(ADG)并降低料重比(F/G),其效果与抗生素组无显著差异,具有替代抗生素的潜力。亚组分析揭示其作用具有品种和生长阶段特异性,对肉蛋兼用型鸡 ADFI、肉鸡及肉蛋兼用型鸡 ADG 的促进作用尤为显著,且在育雏期和育成期效果突出;同时可显著降低肉鸡 F/G,但对蛋鸡相关指标无显著影响。肠道健康方面,复方中草药能选择性抑制大肠杆菌增殖,显著提高空肠绒毛高度/隐窝深度比值(VH/CD),但对菌群多样性指数及乳酸菌数量无显著影响。本研究结果为复方中草药在鸡生产中的应用提供了系统性参考,对中草药在鸡养殖中的应用及深入研究具有重要意义。

参考文献(References):

- [1] 张 静,寻晓洁,吕 妍,等. 中草药饲料添加剂在畜

- 禽生产中的应用[J]. 北方牧业, 2024(20):18.
- ZHANG J, XUN X J, LV Y, et al. Application of Chinese herbal medicine feed additives in livestock and poultry production[J]. *Northern Animal Husbandry*, 2024(20):18. (in Chinese)
- [2] 沈华南. 中草药饲料添加剂在畜禽养殖中的研究与应用进展[J]. 中国农业文摘-农业工程, 2021, 33(6): 81-83.
- SHEN H N. Research and application progress of Chinese herbal medicine feed additives in livestock and poultry breeding [J]. *China Agricultural Abstracts-Agricultural Engineering*, 2021, 33 (06) : 81-83. (in Chinese)
- [3] 谢川东, 文 燕, 曾昱伟, 等. 黄连抗菌活性成分研究[J]. 湖北农业科学, 2018, 57(23):85-88.
- XIE C D, WEN Y, ZENG Y W, et al. Study on antibacterial active components of Coptidis Rhizoma [J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2018, 57 (23) : 85-88. (in Chinese)
- [4] 吴海港, 刘 佳, 左春生. 中药添加剂对断奶仔猪生长性能、免疫功能及肠道微生物的影响[J]. 饲料研究, 2016(6):16-19.
- WU H G, LIU J, ZUO C S. Effects of Chinese herbal medicine additives on growth performance, immune function and intestinal microflora of weaned piglets[J]. *Feed Research*, 2016(6):16-19. (in Chinese)
- [5] 王 娜. 中药黄芪、黄芩有效成分的体外抑菌作用研究[D]. 秦皇岛:燕山大学, 2009.
- WANG N. Study on the in vitro bacteriostatic effect of the effective components of Astragalus and Scutellaria baicalensis [D]. Qinhuangdao: Yanshan University, 2009. (in Chinese)
- [6] HAZNI H, AHMAD N, HITOTSUYANAGI Y, et al. Phytochemical constituents from Cassia alata with inhibition against methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA)[J]. *Planta Med*, 2008, 74(15):1802-1805.
- [7] FU G, ZHANG M, HUANG Y, et al. Effects of different addition levels of CHM-JM113 on growth performance, antioxidant capacity, organ index, and intestinal health of AA broilers [J]. *Front Vet Sci*, 2024, 11:1388173. .
- [8] LIU S, XIAO G, WANG Q, et al. Effects of dietary *Astragalus membranaceus* and *Codonopsis pilosula* extracts on growth performance, antioxidant capacity, immune status, and intestinal health in broilers [J]. *Front Vet Sci*, 2023, 10:1302801.
- [9] 陈飞轩, 熊芷仪, 刘喻馨, 等. 复方中草药对感染柔嫩艾美尔球虫蛋仔鸡生长性能和肠道结构的影响[J]. 江西畜牧兽医杂志, 2025(2):23-27.
- CHEN F X, XIONG Z Y, LIU Y X, et al. Effects of compound Chinese herbal medicine on growth performance and intestinal structure of laying hens infected with *Eimeria tenella* [J]. *Jiangxi Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2025 (2):23-27. (in Chinese)
- [10] 张 馨. 黄芪甘草汤加减对育成鸡生长性能和免疫机能的影响[D]. 邯郸:河北工程大学, 2023.
- ZHAN X. Effects of Huangqi Gancao Decoction on growth performance and immune function of growing chickens[D]. Handan: Hebei University of Engineering, 2023. (in Chinese)
- [11] 张申林. 中草药复方添加剂对蛋用雏鸡生长性能、血清生化指标及肠道菌群的影响[D]. 长春:吉林农业大学, 2023.
- ZHANG S L. Effects of Chinese herbal compound additives on growth performance, serum biochemical indexes and intestinal flora of egg-type chicks [D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2023. (in Chinese)
- [12] 徐美余. 发酵中草药的制备及其饲喂对南丹瑶鸡的影响[D]. 昆明:昆明理工大学, 2023.
- XU M Y. Preparation of fermented Chinese herbal medicine and its effect on Nandan Yao chicken [D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2023. (in Chinese)
- [13] 孙 禹. 复方中草药添加剂对青年海兰褐蛋鸡生产、免疫和抗氧化性能及肠道健康的影响[D]. 阿拉尔市:塔里木大学, 2023.
- SUN Y. Effects of compound Chinese herbal medicine additives on production, immune and antioxidant properties and intestinal health of young Hy-Line Brown laying hens[D]. Alaer City: Tarim University, 2023. (in Chinese)
- [14] 彭英杰. 复方中草药发酵菌株筛选、发酵条件优化以及在鸡养殖中的应用[D]. 长沙:湖南农业大学, 2023.
- PENG Y J. Screening of fermentation strains of compound Chinese herbal medicine, optimization of fermentation conditions and application in chicken breeding [D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2023. (in Chinese)
- [15] 刘孟洋, 杨侃侃, 孙文洁, 等. 中草药对肉仔鸡生长性能、免疫功能和肠道菌群的影响[J]. 饲料研究, 2023,

- 46(16):38-42.
- LIU M Y, YANG K K, SUN W J, et al. Effects of Chinese herbal medicine on growth performance, immune function and intestinal flora of broilers [J]. *Feed Research*, 2023, 46(16):38-42. (in Chinese)
- [16] 李崇池. 不同饲料添加剂对花冠油鸡生长性能与免疫功能的影响[D]. 石河子:石河子大学, 2022.
- LI C C. Effects of different feed additives on growth performance and immune function of Huaguanyou chickens [D]. Shihezi: Shihezi University, 2022. (in Chinese)
- [17] 王维维. 人参鱼腥草粗提物对AA肉鸡生长性能、免疫功能与肠道菌群的影响[D]. 长沙:湖南农业大学, 2021.
- WANG W W. Effects of crude extract of ginseng and Houttuynia cordata on growth performance, immune function and intestinal flora of AA broilers [D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2021. (in Chinese)
- [18] 李姣清, 赖美辰, 翁苗先, 等. 中药复方制剂对雏鸡生产性能、肠道结构及微生物菌群的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2020, 56(5):147-151.
- LI J Q, LAI M C, WENG T X, et al. Effects of traditional Chinese medicine compound preparation on production performance, intestinal structure and microbial flora of chicks [J]. *Chinese Journal of Animal Husbandry*, 2020, 56(5):147-151. (in Chinese)
- [19] 韩金恒. 复方中草药添加剂对AA+肉鸡生产性能及肠道菌群的影响[D]. 长春:吉林农业大学, 2021.
- HAN J H. Effects of compound Chinese herbal medicine additives on production performance and intestinal flora of AA+broilers [D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2021. (in Chinese)
- [20] 于佳楠, 王 晶, 陈贝妮, 等. 复方中草药添加剂对芦花鸡生长性能及肠道菌群结构的影响[J]. 中国兽医学报, 2020, 40(09):1832-1835.
- YU J N, WANG J, CHEN B N, et al. Effects of compound Chinese herbal medicine additives on growth performance and intestinal flora structure of Luhua chickens [J]. *Chinese Journal of Veterinary Medicine*, 2020, 40(09):1832-1835. (in Chinese)
- [21] 杨 成. 杜仲组方对余干乌鸡生产、免疫、抗氧化性能及肠道健康的影响[D]. 成都:四川农业大学, 2020.
- YANG C. Effects of eucommia prescription on production, immunity, antioxidant properties and intestinal health of Yugan silky fowl [D]. Chengdu: Sichuan Agricultural University, 2020. (in Chinese)
- [22] 刁蓝宇. 丁香和槐角提取物对广西三黄鸡生产性能、脂质代谢及盲肠细菌的影响[D]. 广西:广西大学, 2020.
- DIAO L Y. Effects of clove and sophora extract on production performance, lipid metabolism and cecal bacteria of Guangxi Sanhuang chickens [D]. Guangxi: Guangxi University, 2020. (in Chinese)
- [23] 周 茜, 杨建乔, 董小涵, 等. 复方中草药对肉鸡生长性能、肌肉品质、免疫功能和肠道菌群的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(17):84-87.
- ZHOU Q, YANG J Q, DONG X H, et al. Effects of compound Chinese herbal medicine on growth performance, muscle quality, immune function and intestinal flora of broilers [J]. *Food Industry Science and Technology*, 2017, 38(17):84-87. (in Chinese)
- [24] 姜 贺. 中草药添加剂对林下鸡生长性能、肉质性状及血液指标的影响[D]. 延边:延边大学, 2015.
- JIANG H. Effects of Chinese herbal medicine additives on growth performance, meat quality and blood parameters of understory chickens [D]. Yanbian: Yanbian University, 2015. (in Chinese)
- [25] 杨建乔. 复方中草药提取物替代饲用抗生素的应用研究[D]. 保定:河北农业大学, 2013.
- YANG J Q. Study on the application of compound Chinese herbal medicine extract instead of feed antibiotics [D]. Baoding: Hebei Agricultural University, 2013. (in Chinese)
- [26] 王 慧. 复方中药制剂对淮南麻鸡生长性能和免疫机能的影响[D]. 合肥:安徽农业大学, 2008.
- WANG H. Effects of Compound Chinese medicine preparation on growth performance and immune function of Huainan Partridge chicken [D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2008. (in Chinese)
- [27] 孟虹艳. 饲料中添加中草药对土鸡生长性能和抗病能力的影响[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学, 2008.
- MENG H Y. Effects of Chinese herbal medicine on growth performance and disease resistance of native chickens [D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2008. (in Chinese)
- [28] 冷欣阳. 日粮中添加青蒿对育成期籽鹅生长性能、抗氧化、免疫功能和肠道菌群的影响[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学, 2025.
- LENG X Y. Effects of adding *Artemisia annua* to the diet on growth performance, antioxidant, immune function and intestinal flora of growing geese [D].

- Daqing: Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2025. (in Chinese)
- [29] 贺丽茹, 张 梅. 党参多糖对肉鸡生产性能、肉品质及肌肉氨基酸组成的影响[J]. 中国饲料, 2025(6): 1-4.
- HE L R, ZHANG M. Effects of *Codonopsis pilosula* polysaccharide on production performance, meat quality and muscle amino acid composition of broilers [J]. *China Feed*, 2025(6): 1-4. (in Chinese)
- [30] 陈国顺, 冯光彧, 年聚盆. 中草药饲料添加剂对断奶仔猪生长性能和肠道消化酶活性的影响[J]. 饲料工业, 2012(S1): 50-53.
- CHEN G S, FENG G Y, NIAN J P. Effects of Chinese herbal feed additives on growth performance and intestinal digestive enzyme activities of weaned piglets [J]. *Feed Industry*, 2012 (S1) : 50-53. (in Chinese)
- [31] 单舒莹, 于 洋, 李敬双, 等. 蒲公英多糖对肉仔鸡免疫功能、血清生化指标和生长性能的影响[J]. 饲料研究, 2023, 46(3): 30-35.
- SHAN S X, YU Y, LI J S, et al. Effects of dandelion polysaccharide on immune function, serum biochemical parameters and growth performance of broilers [J]. *Feed Study*, 2023, 46(3): 30-35. (in Chinese)
- [32] 曹梓航. 蒲公英多糖对蛋鸡生产性能、肠道菌群和蛋品质的影响[D]. 长春: 吉林农业大学, 2023.
- CAO Z H. Effects of dandelion polysaccharide on production performance, intestinal flora and egg quality of laying hens [D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2023. (in Chinese)
- [33] 梁 英, 韩鲁佳, 余锐萍, 等. 黄芩提取物对人工诱发鸡大肠杆菌病和鸡白痢防治效果研究[J]. 中兽医医药杂志, 2007(2): 20-23.
- LIANG Y, HAN L J, SHE R P, et al. Effect of *Scutellaria baicalensis* extract on artificially induced chicken colibacillosis and pullorum disease [J]. *Chinese Journal of Veterinary Medicine*, 2007 (2) : 20-23. (in Chinese)
- [34] 宫汝淳, 李小丽, 田其濡, 等. 桑黄多糖对高脂血症小鼠肝脏氧化应激、肠道微生物多样性及短链脂肪酸的影响[J]. 饲料工业, 2025, 46 (21): 101-108.
- GONG R C, LI X L, TIAN Q R, et al. Effects of *Phellinus igniarius* polysaccharide on liver oxidative stress, intestinal microbial diversity and short-chain fatty acids in hyperlipidemia mice [J]. *Feed Industry*, 2025, 46 (21): 101-108. (in Chinese)
- [35] 罗 燕, 谷新利, 徐小芳, 等. 当归多糖对杂交肉鸡血清中SOD、MDA、GSH-Px的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2009(13): 104-106.
- LUO Y, GU X L, XU X F, et al. Effects of *Angelica sinensis* polysaccharide on SOD, MDA and GSH-Px in serum of hybrid broilers [J]. *Heilongjiang Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2009 (13): 104-106. (in Chinese)
- [36] 马晓强. 香附×当归对海兰褐蛋鸡及AA肉鸡生产性能的影响[D]. 晋中: 山西农业大学, 2022.
- MA X Q. Effects of *Cyperus rotundus*×*Angelica sinensis* on production performance of Hy-Line Brown laying hens and AA broilers [D]. Jinzhong: Shanxi Agricultural University, 2022. (in Chinese)
- [37] 刘文舫. 杜仲叶提取物对蛋鸡生产性能、蛋品质与健康的影响[D]. 成都: 西南民族大学, 2023.
- LIU W F. Effects of *Eucommia ulmoides* leaves extract on production performance, egg quality and health of laying hens [D]. Chengdu: Southwest University for Nationalities, 2023. (in Chinese)
- [38] 刘青翠, 彭 翔, 张俊平, 等. 杜仲叶提取物对产蛋后期蛋鸡生产性能、蛋品质、蛋黄胆固醇含量及血清抗氧化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2018, 30(1): 284-292.
- LIU Q C, PENG X, ZHANG J P, et al. Effects of *Eucommia ulmoides* leaf extract on production performance, egg quality, egg yolk cholesterol content and serum antioxidant indexes of laying hens in late laying period [J]. *Animal Nutrition*, 2018, 30(1): 284-292. (in Chinese)
- [39] KIM J K, KIM J Y, JANG S E, et al. Fermented red ginseng alleviates cyclophosphamide-induced immunosuppression and 2, 4, 6-trinitrobenzenesulfonic acid-induced colitis in mice by regulating macrophage activation and T cell differentiation [J]. *Am J Chin Med*, 2018, 46(8): 1879-1897.
- [40] 王耀新, 陈丽娜, 韩国庆, 等. 中药发酵技术研究概况[J]. 中医药信息, 2018, 35(6): 120-124.
- WANG Y X, CHEN L N, HAN G Q, et al. Research overview of traditional Chinese medicine fermentation technology [J]. *Traditional Chinese Medicine Information*, 2018, 35(6): 120-124. (in Chinese)
- [41] 徐 佳. 中药饲料添加剂对断奶仔猪生长性能、血清生化及免疫功能的影响[J]. 饲料博览, 2022(6): 38-41.
- XU J. Effects of traditional Chinese medicine feed additives on growth performance, serum biochemical and immune function of weaned piglets [J]. *Feed*

- Expo*, 2022(6):38-41. (in Chinese)
- [42] 骆雪, 俞伟辉. 复方中草药添加剂对断奶仔猪生长性能、血清生化指标及免疫指标的影响[J]. 饲料研究, 2021, 44(18):40-43.
- UOL X, YU W H. Effects of compound Chinese herbal medicine additives on growth performance, serum biochemical indexes and immune indexes of weaned piglets[J]. *Feed Study*, 2021, 44(18):40-43. (in Chinese)
- [43] 邓培华, 王娟, 汪桑措. 中草药添加剂对断奶仔猪生长性能、养分表观消化率、血清生化指标和免疫指标的影响[J]. 饲料研究, 2021, 44(10):17-21.
- DENG P H, WANG J, WA S C. Effects of Chinese herbal medicine additives on growth performance, nutrient apparent digestibility, serum biochemical indexes and immune indexes of weaned piglets [J]. *Feed Study*, 2021, 44(10):17-21. (in Chinese)
- [44] 易延彬. 中草药添加剂对断奶仔猪生长性能、血清生化指标及免疫指标的影响[J]. 中国饲料, 2020(19):49-52.
- YI Y B. Effects of Chinese herbal medicine additives on growth performance, serum biochemical indexes and immune indexes of weaned piglets [J]. *China Feed*, 2020(19):49-52. (in Chinese)
- [45] 李娟, 吴永胜. 中草药饲料添加剂在畜禽生产中的应用研究进展[J]. 畜牧与饲料科学, 2017, 38(2):37-39.
- LI J, WU Y S. Research progress on the application of Chinese herbal feed additives in livestock and poultry production[J]. *Animal Husbandry and Feed Science*, 2017, 38(2):37-39. (in Chinese)
- [46] 李文星, 宋丽芬, 曲威. 中草药饲料添加剂对断奶仔猪应激综合征影响的Meta分析[J]. 中国饲料, 2024(11):73-82.
- LI W X, SONG L F, QU W. Meta-analysis of the effect of Chinese herbal feed additives on stress syndrome in weaned piglets [J]. *China Feed*, 2024 (11):73-82. (in Chinese)
- [47] 王义翠, 刘延鑫, 孙宇, 等. 不同水平黄芪多糖对早期断奶犊牛生长性能及抗氧化能力的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2018(20):151-153.
- WANG Y C, LIU Y X, SUN Y, et al. Effects of different levels of astragalus polysaccharides on growth performance and antioxidant capacity of early weaned calves [J]. *Heilongjiang Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2018(20):151-153. (in Chinese)
- [48] JI G, CHEN R, ZHENG J. Atractylenolide I inhibits lipopolysaccharide-induced inflammatory responses via mitogen-activated protein kinase pathways in RAW264.7 cells[J]. *Immunopharmacol Immunotoxicol*, 2014, 36(6):420-425.
- [49] 刘梅, 程建峰. 苦参碱的药理研究进展[J]. 中国中药杂志, 2003(9):11-14.
- LIU M, CHENG J F. Pharmacological research progress of matrine[J]. *Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2003(9):11-14. (in Chinese)
- [50] 曾雯玉. 白芍总苷及甘草多糖对ETEC诱导腹泻仔猪肠道黏膜免疫机能和肠道微生物菌群的影响[D]. 重庆:西南大学, 2023.
- ZENG W Y. Effects of total glucosides of paeony and glycyrrhiza polysaccharide on intestinal mucosal immune function and intestinal microbial flora in ETEC-induced diarrhea piglets [D]. Chongqing: Southwest University, 2023. (in Chinese)
- [51] 湛淑平. 天然冬虫夏草多糖对肠道健康的保护作用及机制研究[D]. 南昌:南昌大学, 2021.
- CHEN S P. Protective effect and mechanism of natural cordyceps polysaccharide on intestinal health [D]. Nanchang:Nanchang University, 2021. (in Chinese)
- [52] XU J, CHEN H B, LI S L. Understanding the molecular mechanisms of the interplay between herbal medicines and gut microbiota[J]. *Med Res Rev*, 2017, 37(5):1140-1185.
- [53] 陈剑涛, 陈锡娇, 杨雪琼, 等. 4种中药联用对多重耐药鲍曼不动杆菌的体外抗菌活性研究[J]. 中国中医药科技, 2023, 30(2):221-225.
- CHEN J T, CHEN X J, YANG X Q, et al. Study on the *in vitro* antibacterial activity of four traditional Chinese medicines combined with multi-drug resistant *Acinetobacter baumannii* [J]. *China Science and Technology of Traditional Chinese Medicine*, 2023, 30 (2):221-225. (in Chinese)
- [54] 张朝生, 陈志敏, 王少龙, 等. 白头翁口服液对脂多糖攻毒无特定病原体白来航鸡肠道炎症以及氧化应激的影响[J]. 动物营养学报, 2025, 37(3):1771-1783.
- ZHANG C S, CHEN Z M, WANG S L, et al. Effects of Baitouweng oral liquid on intestinal inflammation and oxidative stress in lipopolysaccharide-challenged specific pathogen-free white Leghorn chickens [J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2025, 37 (3) : 1771-1783. (in Chinese)
- [55] 张华强. 艾草多酚通过调节肠道菌群减轻DSS诱导的溃疡性结肠炎[D]. 郑州:河南农业大学, 2024.
- ZHANG H Q. *Artemisia argyi* polyphenols alleviate

- DSS-induced ulcerative colitis by regulating intestinal flora [D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2024. (in Chinese)
- [56] 张红娜, 张钰婧, 刘敬博. 基于肠道菌群/TLR4/NF- κ B 路径探讨草甘膦导致肉鸡肠道炎症机制[J]. 东北农业大学学报, 2023, 54(8): 46-54.
- ZHANG H N, ZHANG Y J, LIU J B. Exploring the mechanism of glyphosate-induced intestinal inflammation in broilers based on the intestinal flora/TLR4/NF- κ B pathway [J]. *Journal of Northeast Agricultural University*, 2023, 54(8): 46-54. (in Chinese)
- [57] 杨 硕. 艾蒿醇提物对脂多糖刺激的肉仔鸡生长、免疫和抗氧化功能的影响及其机理研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2021.
- YANG S. Effects of *Artemisia argyi* alcohol extract on growth, immune and antioxidant function of broilers stimulated by lipopolysaccharide and its mechanism [D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2021. (in Chinese)
- [58] 宋 扬. 泡桐花黄酮类化合物的提取及其对肉鸡生长性能和肉品质的影响[D]. 洛阳: 河南科技大学, 2012.
- SONG Y. Extraction of flavonoids from paulownia flower and its effect on growth performance and meat quality of broilers [D]. Luoyang: Henan University of Science and Technology, 2012. (in Chinese)
- [59] 赵玉洁. 网络药理学联合肠道菌群分析蒲公英粉增强黑龙江白鹅免疫、抗氧化的作用机制[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2025.
- ZHAO Y J. Network pharmacology combined with intestinal flora analysis of dandelion powder to enhance the immune and antioxidant mechanism of Heilongjiang white geese [D]. Daqing: Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2025. (in Chinese)
- [60] 周 莹. 氨暴露下肠道菌群在肉鸡呼吸道与肠道炎症的作用机制研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2021.
- ZHOU Y. Study on the mechanism of intestinal flora in broiler respiratory and intestinal inflammation under ammonia exposure [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2021. (in Chinese)
- [61] 董嘉琪, 姚万玲, 文艳巧, 等. 郁金散对大肠湿热证大鼠 HPA 轴的影响机制[J]. 中国兽药杂志, 2021, 55(1): 52-60.
- DONG J Q, YAO W L, WEN Y Q, et al. The mechanism of Yujin Powder on HPA axis in rats with large intestine damp-heat syndrome [J]. *Chinese Journal of Veterinary Medicine*, 2021, 55(1): 52-60. (in Chinese)
- [62] 文艳巧. 郁金散对大肠湿热证模型大鼠胃肠激素和 HPA 轴的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2018.
- WEN Y Q. Effects of Yujin Powder on gastrointestinal hormones and HPA axis in rats with large intestine damp-heat syndrome [D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2018. (in Chinese)
- [63] 欧阳慧敏, 袁 媛, 屈 倩, 等. 中药复方中挥发油的检测及其对热应激小鼠肝脏中 HSP70 含量的研究[J]. 广东畜牧兽医科技, 2021, 46(4): 48-52.
- OUYANG H M, YUAN Y, QU Q, et al. Detection of volatile oil in traditional Chinese medicine compound and its effect on HSP70 content in liver of heat stress mice [J]. *Guangdong Animal Husbandry and Veterinary Science and Technology*, 2021, 46(4): 48-52. (in Chinese)
- [64] 郭 月, 何 欣, 郝艳霜, 等. 马齿苋对热应激小鼠空肠 HSP70 及肝脏抗氧化能力的影响[J]. 中国兽医科学, 2020, 50(4): 531-536.
- GUO Y, HE X, HAO Y S, et al. Effects of purslane on HSP70 in jejunum and antioxidant capacity in liver of heat-stressed mice [J]. *China Veterinary Science*, 2020, 50(4): 531-536. (in Chinese)
- [65] 武果桃, 牛国庆, 任 杰, 等. 复方中药抗鸡热应激及调控肝脏中 HSP70 表达的研究[J]. 中兽医医药杂志, 2019, 38(4): 11-14.
- WU G T, NIU G Q, REN J, et al. Study on anti-heat stress and regulation of HSP70 expression in liver of compound Chinese medicine [J]. *Chinese Journal of Veterinary Medicine*, 2019, 38(4): 11-14. (in Chinese)
- [66] 李 秀. 热应激对淮南麻鸭心脏、肝脏的组织损伤及 HSP70 mRNA 表达的影响[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2018.
- LI X. Effects of heat stress on tissue damage and HSP70 mRNA expression in heart and liver of Huainan partridge ducks [D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2018. (in Chinese)
- [67] 姚志鹏. 探究 TA-PVP 对肠道氧化应激的治疗效果及肠道菌群的介导作用[D]. 成都: 四川农业大学, 2024.
- YAO Z P. To explore the therapeutic effect of TA-PVP on intestinal oxidative stress and the mediating effect of intestinal flora [D]. Chengdu: Sichuan Agricultural University, 2024. (in Chinese)
- [68] 席 丽, 秦新喜, 杜乐响, 等. 地锦草总黄酮对罗斯

- 308肉鸡生长性能、免疫功能、抗氧化能力及盲肠菌群的影响[J]. 中国家禽, 2024, 46(6):36-43.
- XI L, QIN X X, DU L X, et al. Effects of total flavonoids from *Euphorbia humifusa* on growth performance, immune function, antioxidant capacity and cecal microflora of Ross 308 broilers[J]. *Chinese Poultry*, 2024, 46(6):36-43. (in Chinese)
- [69] 杜银峰. 几种饲用抗生素替代产品对肉鸡生长、消化和免疫性能的影响[D]. 扬州:扬州大学, 2013.
- DU Y F. Effects of several feed antibiotic substitutes on growth, digestion and immune performance of broilers [D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2013. (in Chinese)
- [70] 宋雪莹, 高圣玥, 佟桂芝, 等. 中草药饲料添加剂对仔猪生长性能影响的 Meta 分析[J]. 现代畜牧兽医, 2024(12):59-63.
- SONG X Y, GAO S Y, TONG G Z, et al. Meta-analysis of the effects of Chinese herbal medicine feed additives on growth performance of piglets [J]. *Modern Animal Husbandry and Veterinary*, 2024 (12):59-63. (in Chinese)
- [71] 杨 玄, 程林丽. 中草药饲料添加剂对断奶仔猪和生长育肥猪生长性能影响的 Meta 分析[J]. 饲料工业, 2022, 43(22):36-45.
- YANG X, CHENG L L. Meta-analysis of the effects of Chinese herbal feed additives on growth performance of weaned piglets and growing-finishing pigs[J]. *Feed Industry*, 2022, 43(22):36-45. (in Chinese)
- [72] 张鹏举, 张春华, 王 博, 等. 植物多糖对羊生长性能影响的 Meta 分析[J]. 饲料研究, 2025, 48(4):62-67.
- ZHANG P J, ZHANG C H, WANG B, et al. Meta-analysis of effects of plant polysaccharides on growth performance of sheep[J]. *Feed Research*, 2025, 48(4):62-67. (in Chinese)
- [73] 张朋振, 薛琳琳, 杨小进, 等. 枯草芽孢杆菌对肉鸡生长性能影响的 Meta 分析[J]. 饲料工业, 2024, 45(6):37-47.
- ZHANG P Z, XUE L L, YANG X J, et al. Meta-analysis of the effect of *Bacillus subtilis* on growth performance of broilers [J]. *Feed Industry*, 2024, 45(6):37-47. (in Chinese)

(编辑 白永平)