

# 植物乳杆菌发酵四君子散对肉鸡生长性能的影响

张亚芹<sup>1</sup>, 李家军<sup>1</sup>, 李豪<sup>1</sup>, 王旭贞<sup>2</sup>, 牛瑞燕<sup>1</sup>, 孙子龙<sup>1</sup>

(1. 山西农业大学 动物医学学院, 山西 太谷 030801; 2. 山西省畜牧兽医学学校, 山西 太原 030024)

**摘要:**在减抗替抗的要求下, 发酵中药因其绿色天然、无药物残留的优点被广泛应用于畜禽养殖中。为研究植物乳杆菌发酵四君子散对肉鸡生长性能的影响, 选取75只健康罗斯308肉鸡, 随机分为5组, 每组3个重复, 分别饲喂基础日粮(对照)、基础日粮+1%四君子散、基础日粮+0.5%植物乳杆菌、基础日粮+0.5%植物乳杆菌+1%四君子散、基础日粮+1%发酵四君子散, 通过测定肉鸡平均日增质量、平均日采食量、料肉比、饲料和粪便中粗蛋白和粗脂肪的含量、血清生化指标和小肠中消化酶的活性来分析发酵四君子散对肉鸡生产性能的影响。结果表明, 与对照相比, 发酵四君子散显著降低了肉鸡料肉比, 显著提高了肉鸡粗蛋白和粗脂肪消化率, 显著降低了血清中丙氨酸氨基转移酶(ALT)、天门冬氨酸氨基转移酶(AST)活性, 而对血清中尿素氮(BUN)、葡萄糖(GLU)含量无显著影响。同时, 发酵四君子散能显著提高十二指肠中 $\alpha$ -淀粉酶和脂肪酶的活性以及小肠各肠段胰蛋白酶活性。综上, 发酵四君子散可作为饲料添加剂, 有效降低肉鸡料肉比, 增加养分表观消化率, 增强小肠消化酶的活性, 提高肉鸡生长性能。

**关键词:** 发酵中药; 四君子散; 植物乳杆菌; 肉鸡; 生长性能

**中图分类号:** S831 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2481(2024)02-0097-06

## Effects of Sijunzi Powder Fermentated by *Lactobacillus plantarum* on Growth Performance of Broilers

ZHANG Yaqin<sup>1</sup>, LI Jiajun<sup>1</sup>, LI Hao<sup>1</sup>, WANG Xuzhen<sup>2</sup>, NIU Ruiyan<sup>1</sup>, SUN Zilong<sup>1</sup>

(1. College of Animal Veterinary Medicine, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China;

2. Shanxi Animal Husbandry and Veterinary School, Taiyuan 030024, China)

**Abstract:** Under the requirement of reducing and substituting antibiotics, fermented Chinese medicine has been widely used in livestock and poultry breeding because of its nature and no drug residue. To study the impact of Sijunzi powder fermentated by *Lactobacillus plantarum* on the growth performance of broilers, in this study, 75 healthy Ross 308 broilers were selected and randomly divided into 5 groups, each group had 3 replicates, including basic diet group(CK), basic diet+1% of Sijunzi powder group, basic diet+0.5% of *Lactobacillus plantarum* group, basic diet+0.5% of *Lactobacillus plantarum*+1% of Sijunzi powder group, and basic diet+1% of fermented Sijunzi powder group. The effects of fermented Sijunzi powder on growth performance of broilers were analyzed by measuring average daily gain, average daily feed intake, feed to gain ratio, contents of crude protein and crude fat in feed and feces, serum biochemical indexes, and digestive enzyme activities in small intestine. The results showed that compared with the control group, the fermented Sijunzi powder significantly decreased the feed to gain ratio(F/G), significantly increased the digestive rate of crude protein and crude fat, and significantly reduced the content of Alanine aminotransferase(ALT) and Aspartate aminotransferase(AST) in serum. There was no significant effect on the content of blood urea nitrogen(BUN) and glucose(GLU) in serum. Fermented Sijunzi powder significantly increased the activity of  $\alpha$ -amylase and lipase in the duodenum, as well as the trypsin activity of each small intestinal segment. The above results showed that fermented Sijunzi powder could be used as a feed additive to effectively reduce the feed to gain ratio of broilers, increase the apparent digestibility, enhance the activity of small intestinal digestive enzymes, and improve the growth performance of broilers.

**Key words:** fermented Chinese medicine; Sijunzi powder; *Lactobacillus plantarum*; broiler; growth performance

我国中药资源丰富, 种类繁多, 产量巨大。中草药的微生物发酵有着悠久的历史, 汉代以前就有

收稿日期: 2023-04-06

基金项目: 山西省基础研究计划项目(202103021224007); 山西农业大学横向合作项目(2022HX090)

作者简介: 张亚芹(1998-), 女, 河北清苑人, 在读硕士, 研究方向: 动物疾病诊疗。

通信作者: 孙子龙(1981-), 男, 河北阜平人, 教授, 博士, 主要从事环境兽医学、微生态发酵研究工作。

牛瑞燕(1981-), 女, 山西洪洞人, 教授, 博士, 主要从事环境兽医学、微生态发酵研究工作。

一些关于中草药的简单记载。现代微生物发酵中草药的研究始于 20 世纪 80 年代,最早为单味中药进行发酵,并且主要为真菌自身发酵<sup>[1]</sup>,近年来发酵技术不断发展,发酵中药制剂已成为中草药现代化的一个活跃课题。用于中草药发酵的微生物主要有酵母菌、乳酸菌、芽孢杆菌、双歧杆菌和各种药用真菌<sup>[2]</sup>。发酵类型可以分为固态发酵、液态发酵和双向固体发酵<sup>[3]</sup>。

四君子汤出自宋代《太平惠民和济局方》,方剂由人参、白术、茯苓、炙甘草配伍而成。在动物临床应用,常用党参代替人参,组成四君子散。该方具有广泛的药理作用,可以调节胃肠运动、增强消化吸收能力、改善免疫功能、促进代谢,是中兽医健脾益气的经典方剂<sup>[4]</sup>。植物乳杆菌在动物养殖中常被用作饲料添加剂,具有调节肠道菌群平衡、提高抗氧化能力和动物生长性能的作用<sup>[5]</sup>。在国家减抗替抗政策的推动下,研发出新型绿色、健康促生长的饲料添加剂成为重点。中药经益生菌发酵后,药物结构发生改变,形成更易被机体吸收的新的活性物质<sup>[6]</sup>,有效成分提取率增加,药效提高。张桂枝等<sup>[7]</sup>研究发现,在肉鸡基础日粮中添加 1% 发酵中药后,热应激肉鸡的生长性能和免疫功能显著提高,效果优于未发酵中药组。本研究通过发酵四君子散,研究中药对肉鸡生长性能、表观消化率、血清生化指标和小肠消化酶的影响,旨在为发酵中药制剂在生产实际中的应用提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 试验动物 本试验所用动物为罗斯 308 白羽肉鸡,购自山东东营市华誉公司。试验于山东滨州博兴某养鸡场进行。

1.1.2 菌种及试剂 植物乳杆菌 (*Lactobacillus plantarum*) 编号为 CICC21809,购自中国工业菌种保藏中心,现保存于山西农业大学环境兽医学山西省重点实验室;党参、白术、茯苓、炙甘草购于北京同仁堂大药房;MRS 培养基购于青岛宾得生物技术有限公司;脂肪酶、胰蛋白酶、 $\alpha$ -淀粉酶试剂盒购于南京建成生物工程研究所。

1.1.3 样品制备 将党参、白术、茯苓、炙甘草置于 65 °C 烘干 2 h,粉碎后过 0.45 mm 筛,按照 2:2:2:1 的比例混合均匀配制四君子散,调整含水量为 20%,使用食品级碳酸钠调整 pH 为 6.8,按照 5% 的接种量接入植物乳杆菌,在 37 °C 下恒温发酵 24 h。

### 1.2 试验方法

将 75 只健康的罗斯 308 肉鸡随机分为 5 组,每组 3 个重复,每个重复 5 只鸡。一组为对照组,饲喂基础日粮;二组为中药组,在基础日粮中添加 1% 的四君子散;三组为益生菌组,在饮水中加入 0.5% 的植物乳杆菌菌液;四组为益生菌+中药组,在基础日粮中加入 1% 的四君子散并在饮水中加入 0.5% 的植物乳杆菌菌液;五组为发酵中药组,在饮水中加入 1% 发酵四君子散药液。试验饲料标准符合国家 GB/T 5916—2020《产蛋鸡和肉鸡配合饲料》营养要求。鸡只自由饮水和采食,试验周期为 40 d。饲养期间,定时对鸡舍进行消毒,监控鸡舍内温度和湿度,观察鸡群的精神状态和采食饮水情况。

### 1.3 测定项目及方法

1.3.1 生产性能测定 在试验第 7、14、21、28、35 天的上午对肉鸡进行空腹称质量,并对采食量进行记录,计算每组各阶段的平均日增质量 (ADG)、平均日采食量 (ADFI) 和料肉比 (F/G)。

平均日增质量 = (试验末平均体质量 - 试验初平均体质量) / 试验天数 (1)

平均日采食量 = (配料总质量 - 剩余饲料量) / 试验天数 (2)

料肉比 =  $\frac{\text{平均日采食量}}{\text{平均日增质量}}$  (3)

1.3.2 表观消化率的测定 在试验第 35~40 天,每天收集肉鸡全粪 2 次,称质量,按照 GB 6432—2018 和 GB 6433—2006 中的方法测定饲料和粪便中营养成分的含量,计算粗脂肪和粗蛋白的消化率。

粗脂肪表观消化率 = (每日摄入饲料总量 × 单位饲料中脂肪含量 - 每日排出粪便总量 × 单位粪便中脂肪含量) / (日摄入饲料总量 × 单位饲料中脂肪含量) × 100% (4)

粗蛋白表观消化率 = (每日摄入饲料总量 × 单位饲料中蛋白含量 - 每日排出粪便总量 × 单位粪便中蛋白含量) / (日摄入饲料总量 × 单位饲料中蛋白含量) × 100% (5)

1.3.3 血清生化指标测定 在饲养第 41 天,肉鸡颈静脉采血 10 mL,并置于促凝管中,将促凝管倾斜静置,血清析出后 3 500 r/min 离心 10 min,收集血清并分装,置于 -80 °C 保存。采用微板法测定血清中丙氨酸氨基转移酶 (ALT)、天门冬氨酸氨基转移酶 (AST)、尿素氮 (BUN)、葡萄糖 (GLU) 含量。

1.3.4 小肠消化酶活性测定 在饲养第 41 天,屠宰剖检肉鸡,将小肠各部系膜剥离,收集十二指肠、

空肠、回肠内容物于EP管中,冷冻保存,按照试剂盒说明书方法测定十二指肠、空肠、回肠中脂肪酶、胰蛋白酶、 $\alpha$ -淀粉酶的活性。

#### 1.4 统计分析

试验数据使用GraphPad Prism 8软件进行方差分析。统计结果以平均值 $\pm$ 标准差表示,试验结果中小写字母不同表明 $P<0.05$ ,差异显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 发酵中药对肉鸡生产性能的影响

由表1可知,在整个试验阶段,5组之间肉鸡的ADG差异不显著( $P>0.05$ )。比较各组ADFI发现,在7~14日龄段和14~21日龄段,试验各组结果差异不显著( $P>0.05$ )。在21~30日龄段,与对

照组相比,中药组、益生菌+中药组和发酵中药组ADFI明显下降,分别下降11.18%、6.60%、8.15% ( $P<0.05$ )。在30~35日龄段,试验组ADFI显著低于对照组,分别下降了22.78%、8.77%、22.71%、26.44% ( $P<0.05$ )。分析F/G结果,各组在7~14日龄段均无显著差异。在14~21日龄段和30~35日龄段,益生菌+中药组的F/G较对照组明显降低 ( $P<0.05$ );在30~35日龄时,下降了15.08%,差异极显著 ( $P<0.01$ )。在14~21日龄、21~30日龄、30~35日龄3个阶段,与对照组相比,发酵四君子散组肉鸡的F/G均显著下降,并且在30~35日龄段下降16.75%,差异极显著 ( $P<0.01$ )。与同日龄中药组相比,F/G也显著降低 ( $P<0.05$ )。

表1 发酵四君子散对肉鸡生长性能的影响  
Tab.1 Effects of fermented Sijunzi powder on growth performance of broilers

指标 Index	日龄 Age	对照组 Control group	中药组 Chinese medicine group	益生菌组 Probiotic group	益生菌+中药组 Probiotics + Chi- nese medicine group	发酵中药组 Fermented Chinese medicine group
平均日增质量/(g/d) ADG	7~14	38.83 $\pm$ 0.26a	38.90 $\pm$ 1.97a	37.05 $\pm$ 0.74a	38.38 $\pm$ 1.80a	39.42 $\pm$ 0.77a
	14~21	68.72 $\pm$ 0.94a	66.74 $\pm$ 0.43a	66.69 $\pm$ 0.73a	68.60 $\pm$ 1.57a	67.32 $\pm$ 0.89a
	21~30	82.47 $\pm$ 2.27a	78.06 $\pm$ 2.94a	80.67 $\pm$ 1.62a	81.76 $\pm$ 1.11a	87.77 $\pm$ 6.02a
	30~35	101.9 $\pm$ 4.25a	79.71 $\pm$ 6.38a	94.94 $\pm$ 4.39a	92.80 $\pm$ 3.87a	89.97 $\pm$ 3.67a
平均日采食量/(g/d) ADFI	7~14	45.57 $\pm$ 1.47a	43.87 $\pm$ 0.47a	42.89 $\pm$ 0.63a	43.52 $\pm$ 0.55a	43.33 $\pm$ 0.52a
	14~21	77.31 $\pm$ 1.72a	71.73 $\pm$ 0.95a	73.25 $\pm$ 0.88a	72.57 $\pm$ 1.28a	69.49 $\pm$ 0.70a
	21~30	126.70 $\pm$ 2.66b	112.53 $\pm$ 3.45a	119.83 $\pm$ 1.06b	116.37 $\pm$ 1.71a	118.33 $\pm$ 1.58a
	30~35	182.36 $\pm$ 2.09a	140.82 $\pm$ 1.34c	166.35 $\pm$ 2.21bc	140.94 $\pm$ 1.36c	134.14 $\pm$ 1.69d
料肉比 F/G	7~14	1.17 $\pm$ 0.03a	1.13 $\pm$ 0.05a	1.16 $\pm$ 0.04a	1.14 $\pm$ 0.06a	1.10 $\pm$ 0.01a
	14~21	1.13 $\pm$ 0.02a	1.07 $\pm$ 0.02ab	1.10 $\pm$ 0.02ab	1.06 $\pm$ 0.02b	1.03 $\pm$ 0.02b
	21~30	1.54 $\pm$ 0.02a	1.44 $\pm$ 0.02ab	1.49 $\pm$ 0.02ab	1.42 $\pm$ 0.03ab	1.35 $\pm$ 0.08b
	30~35	1.79 $\pm$ 0.09a	1.78 $\pm$ 0.08a	1.76 $\pm$ 0.06a	1.52 $\pm$ 0.07b	1.49 $\pm$ 0.04b

注:同一行数据上不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。表2—4同。

Note: In the table, the completely different lowercase letters on the same row meant significant difference ( $P<0.05$ ). The same as Tab.2-4.

### 2.2 发酵中药对肉鸡表观消化率的影响

由表2可知,与对照组相比,各组粗蛋白消化率均显著提高 ( $P<0.05$ ),分别提高了15.16%、5.39%、16.18%、30.53%,其中发酵中药组粗蛋白

消化率较其他处理组分别提高了13.35%、23.85%、6.73%,差异显著 ( $P<0.05$ )。益生菌+中药组和发酵中药组粗脂肪消化率较对照组显著升高 ( $P<0.05$ ),中药组和益生菌组无显著变化。

表2 发酵四君子散对肉鸡表观消化率的影响  
Tab.2 Effects of fermented Sijunzi powder on apparent digestibility of broilers

指标 Index	对照组 Control group	中药组 Chinese medicine group	益生菌组 Probiotic group	益生菌+中药组 Probiotics+Chinese medicine group	发酵中药组 Fermented Chinese medicine group
粗蛋白表观消化率 Crude protein digestibility	46.89 $\pm$ 0.24d	54.00 $\pm$ 0.75b	49.42 $\pm$ 0.69c	54.48 $\pm$ 0.49b	61.21 $\pm$ 0.43a
粗脂肪表观消化率 Crude fat digestibility	63.78 $\pm$ 1.03b	71.03 $\pm$ 0.56ab	66.34 $\pm$ 0.25ab	74.38 $\pm$ 0.04a	76.59 $\pm$ 0.83a

### 2.3 发酵中药对肉鸡血清生化指标的影响

由表3可知,试验组血清中的ALT含量显著

低于对照组 ( $P<0.05$ ),各试验组之间含量差异不显著 ( $P>0.05$ )。与对照组相比,发酵中药组血清

中 AST 的含量显著降低( $P < 0.05$ ), 下降 44.93%。 试验组血清中 BUN 含量较对照组有所升高, 但差异不显著( $P > 0.05$ )。 各组血清中的 GLU 含量差异不显著( $P > 0.05$ )。

表 3 发酵四君子散对肉鸡血清部分生化指标的影响  
Tab.3 Effects of fermented Sijunzi powder on some biochemical indexes in serum of broilers

指标 Index	对照组 Control group	中药组 Chinese medicine group	益生菌组 Probiotic group	益生菌+中药组 Probiotics + Chinese medicine group	发酵中药组 Fermented Chinese medicine group
ALT/(U/L)	13.34±1.96a	4.28±0.19b	4.22±0.63b	4.03±0.14b	3.46±0.11b
AST/(U/L)	81.14±8.24a	65.90±8.74ab	69.94±5.19a	68.28±9.94ab	44.68±1.39b
GLU/(mmol/L)	4.49±0.32a	4.72±0.69a	4.43±0.29a	4.67±0.56a	4.96±0.31a
BUN/(mmol/L)	3.84±0.65a	4.19±0.57a	4.12±1.20a	6.73±1.42a	4.89±1.15a

#### 2.4 发酵中药对肉鸡小肠消化酶活性的影响

从表 4 可以看出, 与对照组相比, 中药组和发酵中药组肉鸡十二指肠中的  $\alpha$ -淀粉酶的活性显著提高( $P < 0.05$ )。 各组空肠和回肠中  $\alpha$ -淀粉酶的活性差异不显著( $P > 0.05$ )。 分析各肠段中脂肪酶的结果, 发酵四君子散组肉鸡十二指肠中脂肪酶的活性较对照组显著升高, 各组空肠和回肠中脂肪酶的活性无显著变化( $P > 0.05$ )。 与对照组相比, 中药

组、益生菌+中药组和发酵中药组肉鸡十二指肠中胰蛋白酶的活性均显著升高( $P < 0.05$ ), 分别升高了 63.23%、68.92% 和 85.67%。 与对照组和四君子散组相比, 发酵四君子散组肉鸡空肠中的胰蛋白酶活性显著升高( $P < 0.05$ )。 分析回肠中胰蛋白酶的活性, 与对照组相比, 中药组和发酵中药组的活性均显著升高, 且发酵中药组回肠中胰蛋白酶的活性显著高于中药组( $P < 0.05$ )。

表 4 发酵四君子散对肉鸡小肠消化酶的影响  
Tab.4 Effects of fermented Sijunzi powder on intestinal digestive enzymes of broilers U/mg

指标 Index	采样组织 Sampling tissue	对照组 Control group	中药组 Chinese medicine group	益生菌组 Probiotic group	益生菌+中药组 Probiotics + Chinese medicine group	发酵中药组 Fermented Chinese medicine group
$\alpha$ -淀粉酶 $\alpha$ -Amylase	十二指肠	0.33±0.01b	0.58±0.05a	0.38±0.08ab	0.51±0.04ab	0.56±0.10a
	空肠	0.52±0.03a	0.60±0.02a	0.53±0.03a	0.59±0.03a	0.58±0.06a
	回肠	0.47±0.12a	0.31±0.18a	0.46±0.09a	0.42±0.24a	0.51±0.18a
脂肪酶 Lipase	十二指肠	20.47±2.29b	26.79±5.26ab	26.63±2.98ab	30.68±3.35ab	33.45±4.05a
	空肠	70.42±7.15a	73.9±11.38a	71.52±5.70a	70.93±14.68a	71.72±1.56a
	回肠	10.05±0.74a	8.50±2.05a	9.03±2.13a	12.17±1.56a	10.93±4.09a
胰蛋白酶 Trypsin	十二指肠	380.89±63.39b	621.75±61.70a	383.59±66.55b	643.40±68.13a	707.21±53.77a
	空肠	839.30±13.64c	1 097.15±59.99b	1 000.25±65.24bc	988.47±81.93bc	1 754.51±108.40a
	回肠	837.60±53.88c	1 138.26±84.00b	1 112.85±148.91bc	1 025.05±76.81bc	1 537.33±56.02a

### 3 结论与讨论

四君子散可以调节胃肠道功能, 提高机体免疫力<sup>[8]</sup>, 具有益气健脾的功效, 主治脾胃气虚。植物乳杆菌是一种常见的发酵益生菌, 在蔬菜、发酵产品及肠道中广泛存在<sup>[9]</sup>。植物乳杆菌在代谢过程中产生纤维素酶和果胶酶, 能够分解中药的细胞壁, 促进活性物质的释放<sup>[10]</sup>。植物乳杆菌在代谢过程中产生多种消化酶, 将难以被机体吸收的生物大分子转化为小分子, 促进动物机体对饲料中营养物质的消化吸收, 使饲料利用率得到提高<sup>[11]</sup>。石建存等<sup>[12]</sup>在饲料中搅拌混饲植物乳杆菌和枯草芽孢杆菌发

酵复方中药液, 结果表明, 发酵中药能显著增加蛋鸡 ADG, 提高血清中的新城疫抗体滴度。赵寿培等<sup>[13]</sup>研究发现, 在育肥羔羊饲料中添加 1.0% 发酵中药, 可以显著提高羔羊的生长性能。何维敏等<sup>[14]</sup>添加发酵中药合剂饲喂断奶仔猪, 相对于对照组, 平均日增质量提高 18.70%, 料肉比显著降低。本试验结果发现, 不同饲喂方法对肉鸡平均日增质量影响较小, 在试验后期, 1% 四君子散组、0.5% 植物乳杆菌+1% 四君子散组和 1% 发酵四君子散组肉鸡平均日采食量降低, 原因可能是在饲料或饮水中加入四君子散, 影响了饲料和饮水的适口性, 导致肉鸡采食量下降。在试验中后期, 发酵四君子散能

够有效降低料肉比,并且效果优于未发酵组。单独添加益生菌对料肉比的影响不明显。

表观消化率可以反映出动物机体对饲料的消化能力以及饲料的营养价值。丁亚伟等<sup>[15]</sup>研究表明,在羔羊的开食料中添加10%的发酵饲料可以显著提高粗蛋白质的表观消化率。王超普等<sup>[16]</sup>在仔猪日粮中添加1%发酵中药粉,显著提高了断奶仔猪对粗脂肪、粗灰分和钙的表观消化率。本试验结果显示,与其他各组相比,四君子散发酵后,机体对粗脂肪和粗蛋白的消化率得到显著提高。发酵中药使用的植物乳杆菌在代谢过程中产生消化酶,促进了肉鸡对粗蛋白和粗脂肪的消化吸收<sup>[17]</sup>,同时四君子散能够补脾益气,促进胃动素的分泌,增强胃肠道的消化功能<sup>[18]</sup>,从而提高了饲料中粗蛋白、粗脂肪的表观消化率。

血液生化指标可以反映出动物体内的新陈代谢、营养物质吸收分布情况以及机体的健康状况<sup>[19]</sup>。尿酸和尿素是禽类蛋白质和氨基酸代谢的终产物,尿素氮含量降低时,说明蛋白质代谢情况良好。谷丙转氨酶和谷草转氨酶是评估动物肝脏健康情况的重要指标<sup>[20]</sup>。血清中的葡萄糖能够反映出机体对葡萄糖的转化和利用能力,用来衡量机体内的糖原代谢情况<sup>[21]</sup>。沈学怀等<sup>[22]</sup>在母猪饲料中添加20%复方中药发酵饲料,在第15天和30天时,试验组血清中ALT和AST含量较对照显著降低。本试验结果表明,试验组血清中ALT含量显著低于对照,发酵四君子散组血清中AST含量较其他组也明显降低,但各组肉鸡血清中GLU和BUN的含量无明显变化。说明发酵四君子散可以增强机体对肝脏的保护能力,并且效果优于四君子散组和益生菌与中药联用组。

胰蛋白酶、淀粉酶和脂肪酶是肠道中影响动物机体消化和营养利用的3种主要的消化酶。在消化畜禽饲料的过程中,淀粉酶可以消化和分解肠道中的碳水化合物;脂肪酶将粗脂肪水解为甘油和脂肪酸;胰蛋白酶促进多肽的产生,使抗营养因子含量降低,提高肉鸡对营养物质的吸收能力<sup>[23]</sup>。发酵中药中应用的益生菌在肠道中生长和繁殖,能够维持肠道菌群平衡,产生多种消化酶,分解碳水化合物和蛋白质<sup>[24]</sup>。张家才等<sup>[25]</sup>研究发现,在日粮中添加2%和7%的发酵啤酒糟可以显著增加蛋鸡十二指肠中 $\alpha$ -淀粉酶和脂肪酶的活性。本研究中,在饲料中添加四君子散和发酵四君子散,对十二指肠中 $\alpha$ -淀粉酶的活性都有一定程度的提高。与对照组相比,发酵四君子散显著提高了十二指肠中脂肪酶的

活性,这与刘莹露等<sup>[26]</sup>的研究结果一致,说明发酵四君子散能够改善小肠内环境,促进小肠对淀粉、脂肪和粗蛋白等的消化吸收,以提高肉鸡生长性能。

本研究表明,在肉鸡日粮中添加1%植物乳杆菌发酵的四君子散,能够显著降低肉鸡在14~35日龄时的料肉比,与单独添加四君子散相比,更能提高饲料中粗蛋白、粗脂肪的表观消化率,增强小肠中消化酶的活性,维持肠道的正常生理功能,有利于提高肉鸡的生产性能。本研究对乳酸菌发酵中药的药理功能进行了初步论证,但中药成分多种多样,具体发挥作用的成分及作用机制尚未可知,未来将通过深入的药理学研究加组学分析,加强对发酵中药的认识。

#### 参考文献:

- [1] 薛协超,史洪涛,乔宏兴,等. 发酵中药炮制研究进展[J]. 郑州牧业工程高等专科学校学报, 2017, 37(2): 26-29.  
XUE X C, SHI H T, QIAO H X, et al. Research overview on fermentation of traditional Chinese medicine[J]. Modern Animal Husbandry, 2017, 37(2): 26-29.
- [2] LI L, WANG L, FAN W X, et al. The application of fermentation technology in traditional Chinese medicine: a review[J]. The American Journal of Chinese Medicine, 2020, 48(4): 899-921.
- [3] 马威,董文龙,刘嘉琳,等. 乳酸菌发酵中药在畜牧养殖中的应用[J]. 家畜生态学报, 2022, 43(11): 79-82.  
MA W, DONG W L, LIU J L, et al. Application of traditional Chinese medicine fermented by lactic acid bacteria in animal husbandry[J]. Journal of Domestic Animal Ecology, 2022, 43(11): 79-82.
- [4] 王毅东,王东林,冯韬,等. 四君子散对家兔生长性能和部分免疫学指标的影响[J]. 中国兽医杂志, 2017, 53(5): 61-63.  
WANG Y D, WANG D L, FENG T, et al. Effect of Sijunzi Powder on immune organ index and lymphocyte proliferation in rabbits[J]. Chinese Journal of Veterinary Medicine, 2017, 53(5): 61-63.
- [5] 杨文鹏,孟宇,黄应权,等. 植物乳杆菌在畜禽生产中的应用研究进展[J]. 饲料研究, 2023, 46(3): 135-139.  
YANG W P, MENG Y, HUANG Y Q, et al. Research progress on application of *Lactobacillus plantarum* in livestock and poultry production[J]. Feed Research, 2023, 46(3): 135-139.
- [6] 杨新波,张晓轩,蔡亚南,等. 微生物发酵中药的研究现状及其在养殖业中的应用[J]. 中国畜牧兽医, 2022, 49(1): 169-178.  
YANG X B, ZHANG X X, CAI Y N, et al. Progress on microbial fermented traditional Chinese medicine and its application in breeding industry[J]. China Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2022, 49(1): 169-178.
- [7] 张桂枝,王晶,靳双星. 发酵中药对免疫应激肉鸡生长性能和免疫功能的影响[J]. 家畜生态学报, 2021, 42(5): 78-82.  
ZHANG G Z, WANG J, JIN S X. Effect of fermented Chinese medicine on growth performance and immune function of broilers in immune stress[J]. Journal of Domestic Animal Ecology, 2021, 42(5): 78-82.
- [8] 秦楠,杨金梅,王辉敏,等. 响应曲面法优化四君子汤发酵工艺及有效成分含量变化初步研究[J]. 饲料研究, 2022, 45(18): 86-91.  
QIN N, YANG J M, WANG H M, et al. Optimization of fer-

- mentation process and changes of effective components content of Sijunzi Decoction by response surface methodology[J]. Feed Research, 2022, 45(18): 86-91.
- [9] 刘爱瑜, 宋艳磊, 赵寿培, 等. 单一和复合菌剂发酵豆腐渣的营养价值评定[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2022, 42(1): 120-128.
- LIU A Y, SONG Y L, ZHAO S P, et al. Evaluation of nutritional value of fermented bean curd residue with single and complex bacterial agent[J]. Journal of Shanxi Agricultural University (Natural Science Edition), 2022, 42(1): 120-128.
- [10] 刘雪松, 薛洁枚, 杨庆稳, 等. 响应面优化畜禽归芪益母汤酶解提取工艺[J]. 河南农业科学, 2023, 52(7): 125-135.
- LIU X S, XUE Z M, YANG Q W, et al. Response surface optimization of enzymatic extraction of Guiqiyimu Decoction[J]. Henan Agricultural Sciences, 2023, 52(7): 125-135.
- [11] 曹承旭, 郭晶晶, 乌日娜, 等. 植物乳杆菌的生理功能和组学研究进展[J]. 乳业科学与技术, 2018, 41(1): 33-39.
- CAO C X, GUO J J, WU R N, et al. Advances in understanding the physiological function and omics of *Lactobacillus plantarum* [J]. Journal of Dairy Science and Technology, 2018, 41(1): 33-39.
- [12] 石建存, 李继开, 贾琳, 等. 发酵中药对蛋鸡生长性能、抗体水平及肠道菌群的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2022, 49(6): 2145-2155.
- SHI J C, LI J K, JIA L, et al. Effects of fermented traditional Chinese medicine on growth performance, antibody level and intestinal flora of laying hens[J]. China Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2022, 49(6): 2145-2155.
- [13] 赵寿培, 刘泽, 程素彩, 等. 发酵中药对夏季育肥羔羊生长性能和免疫性能的影响[J]. 中国兽医学报, 2022, 42(7): 1489-1498.
- ZHAO S P, LIU Z, CHENG S C, et al. Effects of fermented Chinese herbal on growth performance and immune performance of fattening lambs in summer[J]. Chinese Journal of Veterinary Science, 2022, 42(7): 1489-1498.
- [14] 何维敏, 李筱雯, 况世昌, 等. 发酵中药微生态制剂对断奶仔猪生长性能、血清生化指标和抗氧化能力的影响[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(18): 121-124, 140.
- HE W M, LI X W, KUANG S C, et al. Effects of fermented Chinese herbal microecological preparation on growth performance, serum biochemical indices and antioxidant capacity of weaned piglets[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2021, 60(18): 121-124, 140.
- [15] 丁亚伟, 郭云霞, 王海玉, 等. 复合益生菌发酵饲料对羔羊营养物质表观消化率、血清激素含量、粪便微生物及消化酶活性的影响[J]. 动物营养学报, 2022, 34(12): 7945-7959.
- DING Y W, GUO Y X, WANG H Y, et al. Effects of fermented feed with complex probiotics on apparent digestibility of nutrients in lamb, serum hormone content, fecal microorganisms and digestive enzyme activities[J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2022, 34(12): 7945-7959.
- [16] 王超普, 马现永, 田志梅, 等. 复方中药发酵粉对断奶仔猪生长性能、养分表观消化率、抗氧化功能以及免疫功能的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2022, 49(4): 1322-1331.
- WANG C P, MA X Y, TIAN Z M, et al. Effects of compound chinese herbal fermentation powder on growth performance, nutrient apparent digestibility, antioxidant function and immune function of weaned piglets[J]. Chinese Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2022, 49(4): 1322-1331.
- [17] 刘斯斯, 张金凤, 于松涛, 等. 植物乳杆菌对肉鸡生产性能、抗氧化功能及肠道结构发育的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2022, (23): 104-108.
- LIU S S, ZHANG J F, YU S T, et al. Effects of *Lactobacillus plantarum* on performance, antioxidant function and intestinal structure development of broilers[J]. Heilongjiang Animal Husbandry and Veterinary Science, 2022, (23): 104-108.
- [18] 夏晓冬. 加味四君子汤对犬消化和免疫机能的作用研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2019.
- XIA X D. Effects of supplemented Sijunzi Decoction on digestive and immune function of dogs [D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2019.
- [19] LAN R X, LEE S I, KIM I H. Effects of multistrain probiotics on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, faecal microbial shedding, faecal score and noxious gas emission in weaning pigs[J]. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 2016, 100(6): 1130-1138.
- [20] LI Y P, WANG Z Y, YANG H M, et al. Effects of dietary fiber on growth performance, slaughter performance, serum biochemical parameters, and nutrient utilization in geese[J]. Poultry Science, 2017, 96(5): 1250-1256.
- [21] 薛宵, 牛岩, 蔡阿敏, 等. 不同类型玉米青贮的粗饲料组合对肉牛生长性能、营养物质表观消化率及血清生化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2019, 31(9): 4070-4079.
- XUE X, NIU Y, CAI A M, et al. Effects of roughage combination of different types of corn silage on growth performance, nutrient apparent digestibility and serum biochemical indices of beef cattle[J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2019, 31(9): 4070-4079.
- [22] 沈学怀, 赵瑞宏, 张丹俊, 等. 复方中药发酵饲料对母猪血清生化指标和免疫机能的影响[J]. 养猪, 2021(4): 9-12.
- SHEN X H, ZHAO R H, ZHANG D J, et al. Effect of compound Chinese herbal fermentation feed on serum indices and immune function of sows[J]. Swine Production, 2021(4): 9-12.
- [23] 胡文平, 王恩玲, 张永翠, 等. 微生物发酵饲料对莱芜黑猪生长性能、氮磷排放、肠道消化酶活性和盲肠微生物的影响[J]. 饲料研究, 2022, 45(12): 14-18.
- HU W P, WANG E L, ZHANG Y C, et al. Effects of microbial fermented feed on growth performance, nitrogen and phosphorus emissions, intestinal digestive enzyme activities and cecum microorganisms of Laiwu black pigs[J]. Feed Research, 2022, 45(12): 14-18.
- [24] WANG L, ZHOU H, HE R, et al. Effects of soybean meal fermentation by *Lactobacillus plantarum* P8 on growth, immune responses, and intestinal morphology in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.) [J]. Aquaculture, 2016, 464: 87-94.
- [25] 张家才, 王江水, 孙铝辉, 等. 发酵啤酒糟对蛋鸡生产性能、蛋品质、免疫功能和肠道消化酶活性的影响[J]. 饲料工业, 2023, 44(3): 39-44.
- ZHANG J C, WANG J S, SUN L H, et al. Effects of fermented beer grains on performance, egg quality, immune function and intestinal digestive enzyme activities of laying hens[J]. Feed Industry, 2023, 44(3): 39-44.
- [26] 刘莹露, 王雅敏, 李景河, 等. 发酵玉米-豆粕饲料对蛋鸡小肠组织形态、消化酶活性和屏障功能相关基因表达的影响[J]. 动物营养学报, 2022, 34(3): 1908-1919.
- LIU Y L, WANG Y M, LI J H, et al. Effects of fermented corn-soybean meal diets on intestinal tissue morphology, digestive enzyme activities and expression of genes related to barrier function of laying hens[J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2022, 34(3): 1908-1919.