

# 黄芪、枸杞、金银花等中草药复方制剂对肉鸡免疫器官发育及免疫功能的影响

靳二辉<sup>1</sup>, 陈耀星<sup>2</sup>, 周金星<sup>1</sup>, 李升和<sup>1</sup>, 任曼<sup>1</sup>, 胡倩倩<sup>1</sup>, 金光明<sup>1\*</sup>

(1. 安徽科技学院动物科学学院, 凤阳 233100; 2. 中国农业大学动物医学院, 北京 100193)

**摘要:** 为了研究由黄芪、枸杞、金银花等药材组成的复方中草药制剂对肉鸡免疫器官发育及免疫功能的影响, 将 1 日龄健康 AA 肉鸡 1 000 羽随机分为对照组和试验 I、II、III 组, 每组 5 个重复, 每个重复 50 羽, 对照组饲喂基础日粮, 试验 I、II 和 III 组分别在基础日粮中添加 0.5%、1.0% 和 1.5% 的复方中草药制剂, 试验期 42 d。结果显示, 在 21 日龄时, 试验 II 组肉鸡法氏囊指数、血清 IgG 和 IgM 含量以及 NDV 抗体和 IL-4 水平均显著高于对照组 ( $P < 0.05$ ), 试验 III 组脾质量和器官指数以及血清 IL-2 和 IFN- $\gamma$  水平均显著高于对照组 ( $P < 0.05$ ), 试验 I 组肉鸡血清 IgG 含量和 NDV 抗体水平均显著高于对照组 ( $P < 0.05$ ); 在 42 日龄时, 试验 II 组肉鸡胸腺和法氏囊质量与器官指数、血清 IgG 和 IgM 含量以及 NDV 抗体和 IL-4 水平均显著高于对照组 ( $P < 0.05$ ), 试验 III 组肉鸡脾质量与器官指数、血清 IgG 和 IgM 含量以及 IL-2、IL-4 和 IFN- $\gamma$  水平均显著高于对照组 ( $P < 0.05$ ), 试验 I 组肉鸡血清 IgG 和 IgM 含量以及 NDV 抗体水平均显著高于对照组 ( $P < 0.05$ )。显微观察可见, 在 21 日龄时, 试验 II 组肉鸡法氏囊组织结构清晰, 法氏囊小结面积显著大于对照组 ( $P < 0.05$ ), 小结内淋巴细胞数量较多, 排列紧密。在 42 日龄时, 试验 II 组肉鸡胸腺皮质厚度显著大于对照组 ( $P < 0.05$ ), 法氏囊小结面积显著大于对照组 ( $P < 0.05$ ); 试验 III 组肉鸡胸腺皮质厚度显著大于对照组 ( $P < 0.05$ ), 脾小结和脾动脉周围淋巴鞘小结面积显著大于对照组 ( $P < 0.05$ ), 脾小结数量也明显较多; 试验 I 组肉鸡脾小结面积也明显大于对照组 ( $P < 0.05$ )。结果表明, 日粮中添加不同剂量黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡免疫器官发育和免疫功能可产生不同程度的促进作用, 其中以添加 1.0% 复方中草药制剂效果最好。

**关键词:** 复方中草药; 肉鸡; 免疫器官; 免疫功能

中图分类号: S853.7

文献标志码: A

文章编号: 0366-6964(2017)06-1128-12

## The Effect of Compound Chinese Herbal Medicine Preparation of Astragalus, Wolfberry and Honeysuckle Flower on Immune Organ Development and Immune Functions of Broiler

JIN Er-hui<sup>1</sup>, CHEN Yao-xing<sup>2</sup>, ZHOU Jin-xing<sup>1</sup>, LI Sheng-he<sup>1</sup>, REN Man<sup>1</sup>,  
HU Qian-qian<sup>1</sup>, JIN Guang-ming<sup>1\*</sup>

(1. College of Animal Science, Anhui Science and Technology University, Fengyang 233100, China;  
2. College of Veterinary Medicine, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

**Abstract:** To study the effect of compound Chinese herbal composed of Astragalus, Chinese wolfberry, honeysuckle and other herbs on immune organ development and immune function of broilers. A total of 1 000 one-day-old Avian broilers (AA broilers) were randomly divided into control group and experimental groups I, II and III, each group included 5 pens (50 birds per pen).

收稿日期: 2016-09-22

**基金项目:** 国家自然科学基金(31402154); 国家星火计划面上项目(2015GA710015); 北京农学院兽医学(中兽医)北京市重点实验室开放课题(kf2016035); 安徽省农业科技成果转化项目(1504032001); 安徽省科技攻关项目(1301042102); 安徽省高等学校自然科学研究重点项目(KJ2016A823; KJ2017A505); 安徽省第七批“115”产业创新团队项目(皖人才[2014]4号); 安徽科技学院重点建设学科项目(AKZDXK2015A04)

**作者简介:** 靳二辉(1980-), 男, 河南汝州人, 副教授, 博士, 主要从事动物解剖及组织胚胎学研究, Tel: 0550-6732040, E-mail: jineh@ahstu.edu.cn

\* 通信作者: 金光明, 教授, E-mail: jingm@ahstu.edu.cn

Control group was fed with the basal diet and experimental groups I, II and III were fed with the basal diet supplemented with 0.5%, 1.0% and 1.5% compound Chinese herbal for 42 days, respectively. Results showed: compared with control group, the index of bursa of Fabricius, serum IgG and IgM concentration, serum NDV antibody and IL-4 levels were significantly increased in experimental group II ( $P < 0.05$ ); the weight and organ index of thymus, the levels of serum IL-2 and IFN- $\gamma$  were significantly increased in experimental group III ( $P < 0.05$ ); the serum IgG concentration and NDV antibody level were significantly increased in experimental group I of broilers ( $P < 0.05$ ). At 42 days of age, the weight and organ index of thymus and bursa, the serum IgG and IgM concentration, the serum NDV antibody and IL-4 levels were significantly increased in experimental group II ( $P < 0.05$ ); the weight and organ index of spleen, the levels of serum IL-2, IL-4 and IFN- $\gamma$  were significantly increased in experimental group III ( $P < 0.05$ ); the serum IgG and IgM concentration, the serum NDV antibody level were significantly increased in experimental group I compared with control group of broilers ( $P < 0.05$ ). Microscopic observation has also showed: At 21 days of age, the structure of bursa of Fabricius was clear, the area of bursa of Fabricius node was obviously increased ( $P < 0.05$ ), in which the numbers of lymphocytes were also increased and tight arranged in experimental group II of broilers. At 42 days of age, the thymic cortex were thicker ( $P < 0.05$ ), and the area of bursa of Fabricius node was obviously increased in experimental group II of broilers ( $P < 0.05$ ); the thymic cortex were also thicker ( $P < 0.05$ ), the area of peripheral lymphatic sheath and spleen node were significantly increased ( $P < 0.05$ ), and the number of spleen node were increased in experimental group III of broilers; the area of spleen node in the experiment group I was significantly higher than that of the control group ( $P < 0.05$ ). The results have indicated that supplementation of different doses of compound Chinese herbal medicine preparation of Astragalus wolfberry and honeysuckle can improve immune organ development and immune function of broilers to some extent, in which supplementation of 1.0% compound Chinese herbal preparation have the best effect.

**Key words:** compound Chinese herbal; broiler; immune organ; immune function

近年来,随着畜禽养殖业向规模化和集约化方向迅速发展,细菌耐药性、药物残留和环境污染等食品安全及公共卫生问题日趋严重<sup>[1]</sup>。在畜禽养殖过程中,研究开发一种不含抗生素的绿色饲料添加产品已经成为当前畜禽养殖业和饲料生产企业关注的热点。

中草药是我国独特的医药资源,其以毒性低、副作用小、多靶点、不易产生耐药性的优点逐渐引起人们重视<sup>[2]</sup>,尤其是具有免疫调节作用的中草药更是成为畜牧业研究的热点,越来越多的单一中草药或复方中草药制剂被用于畜禽养殖生产中。田树海等<sup>[3]</sup>研究报道,日粮中添加 1.0% 由黄芪、当归等组成复方中草药添加剂可明显提高育肥猪的平均日增重,降低腹泻率和死亡率,提高血清总蛋白、IgG 和 IgM 的含量。李亮等<sup>[4]</sup>研究发现,日粮中添加 0.5% 由黄芪、淫羊藿等组成的复方中草药添加剂不仅显

著增加肉鸡脾质量及器官指数,而且还显著升高血清 NDV 抗体水平,进而促进免疫器官发育。S. Marcincák 等和 L. Wang 等<sup>[5-6]</sup>研究显示,日粮中添加牛至提取物可明显改善肉鸡的肌肉品质,而添加连翘提取物还可提高热应激肉鸡的生产性能和抗氧化功能。以上研究充分表明,日粮中添加中草药能够提高畜禽生长性能,改善血清生化指标和肌肉品质,增强机体免疫功能,是养殖业中抗生素的理想绿色饲料替代产品。然而,我国中草药种类较多,不同中草药或中草药复方制剂对畜禽生理功能产生的影响差异较大,且不同中草药加工方式和添加剂量也可直接影响作用效果。因此,本试验根据中兽医基本理论,按照中药组方原则,选配出具有“清热解毒、补中益气、扶正固本”的复方中草药制剂,经过粉碎加工,研究其对肉鸡免疫器官发育和免疫功能的影响,旨在为新型复方中草药制剂的研发及其在畜

禽生产中的应用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物与饲养管理

健康1日龄AA(爱拔益加)肉鸡1000羽,购自安徽万嘉禽业科技发展有限公司。饲养试验在安徽省定远县某肉鸡养殖场进行,所有肉鸡均饲养在人工控制的环境中,采用网上平养,前3d温度控制在(33±1)℃,以后每周平均降低3℃,直至24℃,并保持此温度到42日龄,环境湿度维持在65%左右,给予24h光照制度,自由采食和饮水。日常管理 with 免疫接种按常规程序进行。

### 1.2 黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂及主要成分

试验所用复方中草药制剂主要由黄芪、枸杞、金银花、当归、熟地、甘草、淫羊藿和女贞子组成,所有中草药均购自安徽省亳州市中药材市场。中草药去除杂质后用中药粉碎机充分粉碎后过80目筛,然后

按比例混合,装袋密封备用。

混合后的复方中草药制剂送至青岛科标检测研究院进行主要成分含量检测。经检测,试验所用复方中草药制剂中:总多糖3.40%,总皂苷0.563%,总黄酮0.101%,甘草苷28.37 mg·kg<sup>-1</sup>,红景天苷6.28 mg·kg<sup>-1</sup>,苹果酸1205.58 mg·kg<sup>-1</sup>,草酸536.92 mg·kg<sup>-1</sup>,酒石酸15384.86 mg·kg<sup>-1</sup>。

### 1.3 试验设计

试验采用单因素随机试验设计,1000羽1日龄AA肉鸡随机分为对照组和试验I、II和III组,每组5个重复,每个重复50羽,对照组饲喂玉米-豆粕型基础日粮,试验I、II和III组分别在基础日粮中添加0.5%、1.0%和1.5%的黄芪、枸杞、金银花等中草药复方制剂,试验期42d。

### 1.4 基础日粮

基础日粮是根据NRC(1994)推荐的肉仔鸡营养需要配制的玉米-豆粕型基础日粮,基础日粮组成及营养水平见表1。

表1 基础日粮组成及营养水平

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet

日粮组成 Ingredients	日龄/d Age		营养水平 Nutrient level	日龄/d Age	
	1—21	22—42		1—21	22—42
玉米 Maize	58.00	62.00	粗蛋白质 Crude protein	21.46	19.08
豆粕 Soybean meal	32.00	27.50	赖氨酸 Lysine	1.21	1.04
鱼粉 Fishmeal	3.00	2.00	蛋氨酸 Methionine	0.35	0.31
大豆油 Soybean oil	2.00	3.50	代谢能/(MJ·kg <sup>-1</sup> ) Metabolizable energy	12.26	12.73
预混料 Premix	5.00	5.00	Ca	1.10	1.02
合计 Total	100	100	P	0.59	0.44

1—21 d 每千克预混料提供: VA 240 000 IU, VD<sub>3</sub> 54 000 IU, VE 560 IU, VK<sub>3</sub> 56 mg, VB<sub>1</sub> 16 mg, VB<sub>2</sub> 108 mg, VB<sub>5</sub> 18 mg, VB<sub>12</sub> 0.25 mg, 烟酸 650 mg, 泛酸 240 mg, 叶酸 12 mg, 氯化胆碱 10 g, Cu 100~200 mg, Fe 400 mg, Zn 960~1 200 mg, Mn 960 mg, I 10 mg, Se 5~20 mg; Ca 14%~18%, 总 P 2.5%, 食盐 4%~8%, 水分 12%。22—42 d 每千克预混料提供: VA 200 000 IU, VD<sub>3</sub> 50 000 IU, VE 480 IU, VK<sub>3</sub> 50 mg, VB<sub>1</sub> 16 mg, VB<sub>2</sub> 90 mg, VB<sub>5</sub> 18 mg, VB<sub>12</sub> 0.12 mg, 烟酸 600 mg, 泛酸 240 mg, 叶酸 8 mg, 氯化胆碱 10 g, Cu 100~200 mg, Fe 400 mg, Zn 960~1 200 mg, Mn 960 mg, I 10 mg, Se 5~20 mg, Ca 14%~18%, 总 P 2.3%, 食盐 4%~8%, 水分 12%

1-21 d every kilogram premix provide: VA 240 000 IU, VD<sub>3</sub> 54 000 IU, VE 560 IU, VK<sub>3</sub> 56 mg, VB<sub>1</sub> 16 mg, VB<sub>2</sub> 108 mg, VB<sub>5</sub> 18 mg, VB<sub>12</sub> 0.25 mg, Nicotinic acid 650 mg, Pantothenic acid 240 mg, Folic acid 12 mg, Choline chloride 10 g, Cu 100-200 mg, Fe 400 mg, Zn 960-1 200 mg, Mn 960 mg, I 10 mg, Se 5-20 mg; Ca 14%-18%, Total Phosphorus 2.5%, sodium chloride 4%-8%, water 12%. 22-42 d every kilogram premix provide: VA 200 000 IU, VD<sub>3</sub> 50 000 IU, VE 480 IU, VK<sub>3</sub> 50 mg, VB<sub>1</sub> 16 mg, VB<sub>2</sub> 90 mg, VB<sub>5</sub> 18 mg, VB<sub>12</sub> 0.12 mg, Nicotinic acid 600 mg, Pantothenic acid 240 mg, Folic acid 8 mg, Choline chloride 10 g, Cu 100-200 mg, Fe 400 mg, Zn 960-1 200 mg, Mn 960 mg, I 10 mg, Se 5-20 mg; Ca 14%-18%, Total Phosphorus 2.3%, sodium chloride 4%-8%, water 12%

### 1.5 样本采集与处理

分别于试验第 21 和 42 天从每个处理组随机抽取 15 羽(每个重复 3 羽),共 60 羽肉鸡,禁食 12 h,称重后采用分离胶真空促凝分离采血管[Sekisui Medical (China) Co., Ltd]从翅下静脉采血 5 mL 用于分离血清。颈动脉放血致死,迅速解剖采取胸腺、脾、法氏囊,分析天平称重,固定于 4%多聚甲醛磷酸缓冲液(pH7.4)。血液样品室温静置 2 h 后,于 4℃条件下 3 000 r·min<sup>-1</sup>离心 15 min,分离血清,-70℃保存待用。

### 1.6 免疫器官质量和指数测定

胸腺、脾和法氏囊等免疫器官被分离后,迅速吸干器官表面水分,剥离脂肪和无关组织,采用万分之一电子分析天平(ME-T,瑞士 Mettler-Toledo 公司)称重,记录免疫器官质量,并计算免疫器官指数,器官指数=(器官质量/屠体重)×100%。

### 1.7 石蜡切片与 HE 染色

肉鸡胸腺、脾、法氏囊等免疫器官固定好后,经梯度乙醇脱水,二甲苯透明,石蜡包埋,石蜡轮转切片机(RM2235,Leica 仪器有限公司,德国)连续横向切片,厚 6 μm,每隔 30 张取 2 张切片用于 HE 染色,二甲苯透明,中性树胶封片。每羽肉鸡每个免疫器官分别取 20 张切片,用麦克奥迪 BA410 正置显微摄影系统(麦克奥迪厦门医疗诊断系统有限公司)观察,然后每张切片均匀选取 5 个视野在 4×或 20×物镜下拍照,显微图像分析软件(Image-Pro Plus 6.0)测量每个视野内不同免疫器官的组织学参数。

### 1.8 血清免疫球蛋白含量测定

肉鸡血清经室温融化后,采用全自动血清生化

分析仪(ZY-360,上海科华生物工程股份有限公司)测量血清 IgA、IgM、IgG 含量。

### 1.9 血清抗体水平和细胞因子含量测定

肉鸡血清经室温融化后,采用 ELISA 检测试剂盒(美国 R&D Systems Inc)测定肉鸡血清 NDV 水平及 IL-2、IL-4 和 INF-γ 含量。操作步骤按试剂盒说明书进行,全波长酶标仪(Multiskan GO,Thermo Fisher Scientific, USA)测定吸光度。

### 1.10 数据统计

试验数据采用 SPSS20.0 软件进行统计分析,各组数据之间差异性采用单因子方差(One-Way ANOVA)分析中的 LSD 法进行多重比较分析,以  $P<0.05$  作为差异显著性判断标准。所有数据均用“平均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )”表示。

## 2 结果

### 2.1 免疫器官质量及指数

黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡免疫器官质量的影响见表 2。由表 2 可见,21 日龄时,试验Ⅲ组脾质量较对照组升高 38.20%( $P<0.05$ ),较试验Ⅰ、Ⅱ组分别升高 45.10%和 42.47%( $P<0.05$ )。42 日龄时,与对照组相比较,试验Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ组胸腺质量分别升高 42.68%、39.17%和 36.96%( $P<0.05$ ),试验Ⅲ组脾质量升高 28.53%( $P<0.05$ ),试验Ⅰ、Ⅱ组法氏囊质量分别升高 28.02%和 26.61%( $P<0.05$ )。以上结果表明,饲料中添加适量黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂可不同程度促进免疫器官生长。

表 2 黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡免疫器官质量的影响( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 The effect of compound Chinese herbal medicine preparation of Astragalus, Wolfberry and Honeysuckle flower on immune organ weight of broilers ( $\bar{x} \pm s$ )

日龄/d Age	项目 Items	对照组 Control group	试验Ⅰ组 Experimental group I	试验Ⅱ组 Experimental group II	试验Ⅲ组 Experimental group III
21	胸腺 Thymus	2.264 4±0.483 1	1.874 7±0.316 2	1.944 7±0.208 8	1.960 6±0.599 3
	脾 Spleen	0.653 7±0.037 3 <sup>b</sup>	0.622 6±0.052 6 <sup>b</sup>	0.634 1±0.116 9 <sup>b</sup>	0.903 4±0.019 0 <sup>a</sup>
	法氏囊 Bursa of Fabricius	0.688 3±0.053 2	0.746 5±0.239 0	0.869 3±0.069 7	0.800 4±0.025 0
42	胸腺 Thymus	5.465 1±0.335 5 <sup>b</sup>	7.797 7±0.624 5 <sup>a</sup>	7.605 8±0.078 4 <sup>a</sup>	7.484 9±0.728 0 <sup>a</sup>
	脾 Spleen	2.253 3±0.528 4 <sup>b</sup>	2.295 2±0.282 2 <sup>b</sup>	2.241 1±0.272 5 <sup>b</sup>	2.896 1±0.198 4 <sup>a</sup>
	法氏囊 Bursa of Fabricius	2.514 1±0.239 1 <sup>b</sup>	3.218 6±0.274 9 <sup>a</sup>	3.183 1±0.537 5 <sup>a</sup>	2.791 7±0.288 5 <sup>ab</sup>

同行数据标有不同小写字母表示差异显著, $P<0.05$ 。下表同

The data in the same row that are indexed with distinct superscripts differ significantly from each other ( $P<0.05$ ). The following table is the same

黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡免疫器官指数的影响见表3。由表3可见,21日龄时,试验Ⅱ组法氏囊指数和试验Ⅲ组脾指数较对照组分别升高107.03%和17.67% ( $P < 0.05$ )。42日龄时,与对照组相比较,试验Ⅱ组胸腺和法氏囊指数分别升高47.08%和57.65% ( $P < 0.05$ ),试验Ⅲ组胸

腺指数和试验Ⅰ组法氏囊指数分别升高42.37%和60.32% ( $P < 0.05$ ),试验Ⅰ~Ⅲ组脾指数无显著变化 ( $P > 0.05$ )。结果显示,日粮中添加黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡生长后期免疫器官发育的促进作用较为明显。

表3 黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡免疫器官指数的影响 ( $\bar{x} \pm s$ )

Table 3 The effect of compound Chinese herbal medicine preparation of Astragalus, Wolfberry and Honeysuckle flower on immune organ indexes of broilers ( $\bar{x} \pm s$ )

日龄/d Age	项目 Items	对照组 Control group	试验Ⅰ组 Experimental group I	试验Ⅱ组 Experimental group II	试验Ⅲ组 Experimental group III
21	胸腺 Thymus	0.284 8±0.047 6	0.281 2±0.056 6	0.289 7±0.071 2	0.249 4±0.052 4
	脾 Spleen	0.096 2±0.003 3 <sup>b</sup>	0.088 1±0.008 7 <sup>b</sup>	0.085 8±0.008 2 <sup>b</sup>	0.113 2±0.003 8 <sup>a</sup>
	法氏囊 Bursa of Fabricius	0.096 7±0.006 9 <sup>b</sup>	0.114 8±0.018 9 <sup>b</sup>	0.200 2±0.039 0 <sup>a</sup>	0.097 0±0.007 4 <sup>b</sup>
42	胸腺 Thymus	0.267 4±0.030 2 <sup>b</sup>	0.311 9±0.059 1 <sup>ab</sup>	0.393 3±0.006 8 <sup>a</sup>	0.380 7±0.014 0 <sup>a</sup>
	脾 Spleen	0.116 0±0.008 0 <sup>ab</sup>	0.110 9±0.013 5 <sup>b</sup>	0.134 0±0.002 4 <sup>a</sup>	0.130 4±0.002 0 <sup>a</sup>
	法氏囊 Bursa of Fabricius	0.123 5±0.032 1 <sup>b</sup>	0.198 0±0.006 4 <sup>a</sup>	0.194 7±0.007 5 <sup>a</sup>	0.146 8±0.035 4 <sup>ab</sup>

## 2.2 免疫器官组织学观察及影响

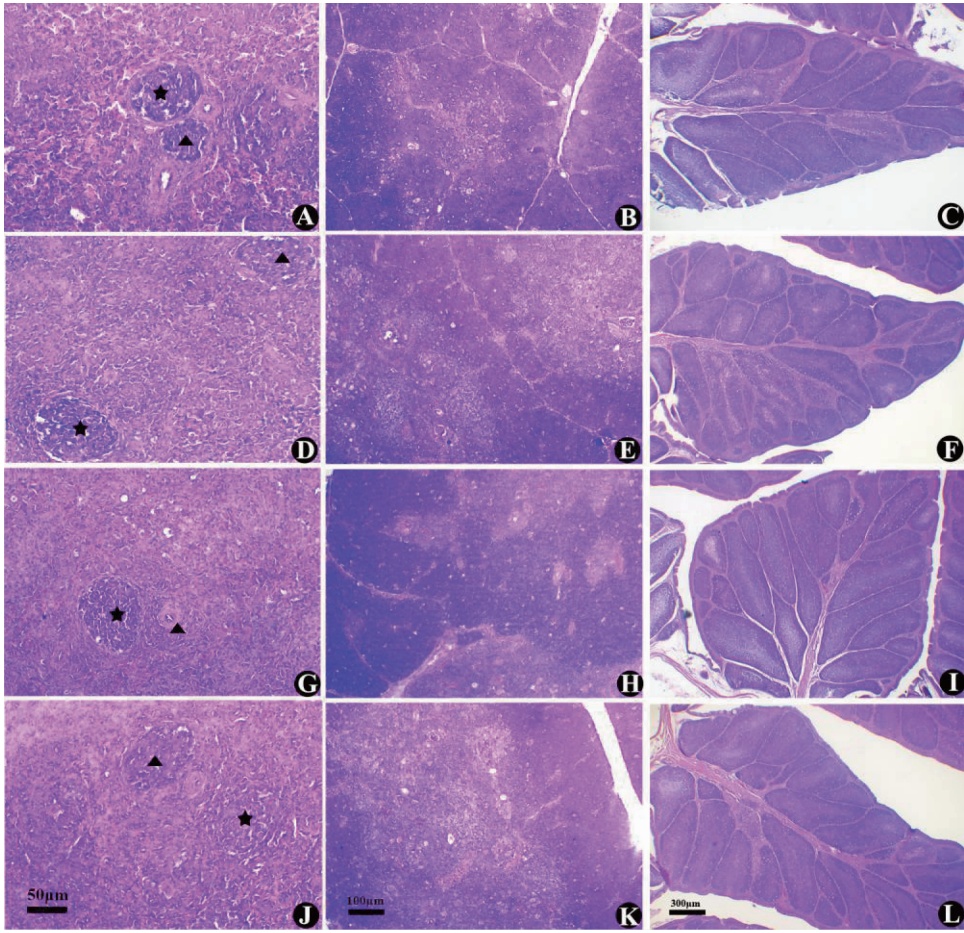
黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡免疫器官组织结构的影响见图1、2。由图1可见,21日龄时,对照组脾组织结构正常,骨髓动脉周围淋巴鞘和脾小结较小,脾小结生发中心不明显,红髓脾窦较宽(图1A);胸腺小叶皮质较厚,髓质可见少量胸腺小体(图1B);法氏囊小叶内法氏囊小结数量较多,结构正常,小结皮质和髓质分界明显,皮质较厚(图1C)。试验Ⅰ、Ⅱ组脾和胸腺组织结构变化不大,脾红髓脾窦较窄,骨髓脾小结数量较多,动脉周围淋巴鞘较厚(图1D、G);胸腺小叶皮质较薄,部分髓质内胸腺小体数量增加,小叶间结缔组织较少(图1E、H)。试验Ⅲ组脾组织结构变化明显,骨髓脾小结较大,数量较多,动脉周围淋巴鞘明显较厚,淋巴细胞排列紧密,红髓脾窦变窄,脾索较粗(图1J),胸腺组织结构无明显变化,仅见部分胸腺小叶皮质较厚,髓质内胸腺小体较少(图1K)。试验Ⅱ组法氏囊小叶明显较大,法氏囊小结数量较多,面积明显较大,小结皮质和髓质分界较明显,皮质较厚(图1I),试验Ⅰ、Ⅲ组法氏囊组织结构变化不明显,仅见小叶内法氏囊小结数量有所增多(图1F、L)。

组织结构正常(图2A、B、C)。试验Ⅱ、Ⅲ组胸腺结构变化明显,胸腺小叶面积较大,皮质明显较厚,髓质内淋巴细胞较多,胸腺小体明显较少(图2H、K),试验Ⅰ组胸腺组织结构无明显变化,部分胸腺小叶皮质较厚(图2E);试验Ⅲ组脾结构变化明显,骨髓脾小结数量明显较多、体积较大,动脉周围淋巴鞘明显较厚,红髓脾窦较宽(图2J),试验Ⅰ、Ⅱ组脾组织结构变化不明显,仅见试验Ⅰ组脾小结较大(图2D、G);试验Ⅰ、Ⅱ组法氏囊结构变化明显,法氏囊小结明显较大,试验Ⅱ组法氏囊小结内淋巴细胞密集,皮质明显较厚(图2F、I),试验Ⅲ组法氏囊组织结构无明显变化(图2L)。

## 2.3 免疫器官组织学参数测量

肉鸡免疫器官组织学参数测量结果见表4。表4显示,21日龄时,试验Ⅲ组脾动脉周围淋巴鞘面积较对照组和试验Ⅰ、Ⅱ组分别升高64.40%、55.35%和61.41% ( $P < 0.05$ ),脾小结面积较试验Ⅰ、Ⅱ组分别升高20.65%和28.82% ( $P < 0.05$ );试验Ⅱ组法氏囊小结面积较对照组升高12.51% ( $P < 0.05$ )。42日龄时,试验Ⅱ、Ⅲ组胸腺皮质厚度较对照组和试验Ⅰ组分别升高27.47%、29.92%和20.92%、23.24% ( $P < 0.05$ );试验Ⅰ、Ⅲ组脾小结面积较对照组升高17.16%和19.54% ( $P < 0.05$ ),

图2显示,42日龄时,对照组肉鸡免疫器官组



A~C. 对照组;D~F. 试验 I 组;G~I. 试验 II 组;J~L. 试验 III 组;A、D、G、J. 脾,比例尺=50  $\mu\text{m}$ ;B、E、H、K. 胸腺,比例尺=100  $\mu\text{m}$ ;C、F、I、L. 法氏囊,比例尺=300  $\mu\text{m}$ ;▲. 脾动脉周围淋巴鞘;★. 脾小结  
A-C. Control group; D-F. Experimental group I; G-I. Experimental group II; J-L. Experimental group III; A, D, G, J. Spleen, bar=50  $\mu\text{m}$ ; B, E, H, K. Thymus, bar=100  $\mu\text{m}$ ; C, F, I, L. Bursa of Fabricius, bar=300  $\mu\text{m}$ ; ▲. Periarterial lymphatic sheath; ★. Splenic node

图 1 黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对 21 d 肉鸡免疫器官组织结构的影响

Fig. 1 The effect of compound Chinese herbal medicine preparation of Astragalus, Wolfberry and Honeysuckle flower on immune organ microstructure of 21-day-old broilers

试验 III 组动脉周围淋巴鞘面积较对照组和试验 I、II 组分别升高 53.37%、34.28% 和 46.75% ( $P < 0.05$ ); 试验 I、II 组法氏囊小结面积较对照组和试验 III 组分别升高 14.95%、31.66% 和 26.91%、45.36% ( $P < 0.05$ )。结果表明,日粮添加适量的黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡免疫器官的组织结构有较为明显的改善作用。

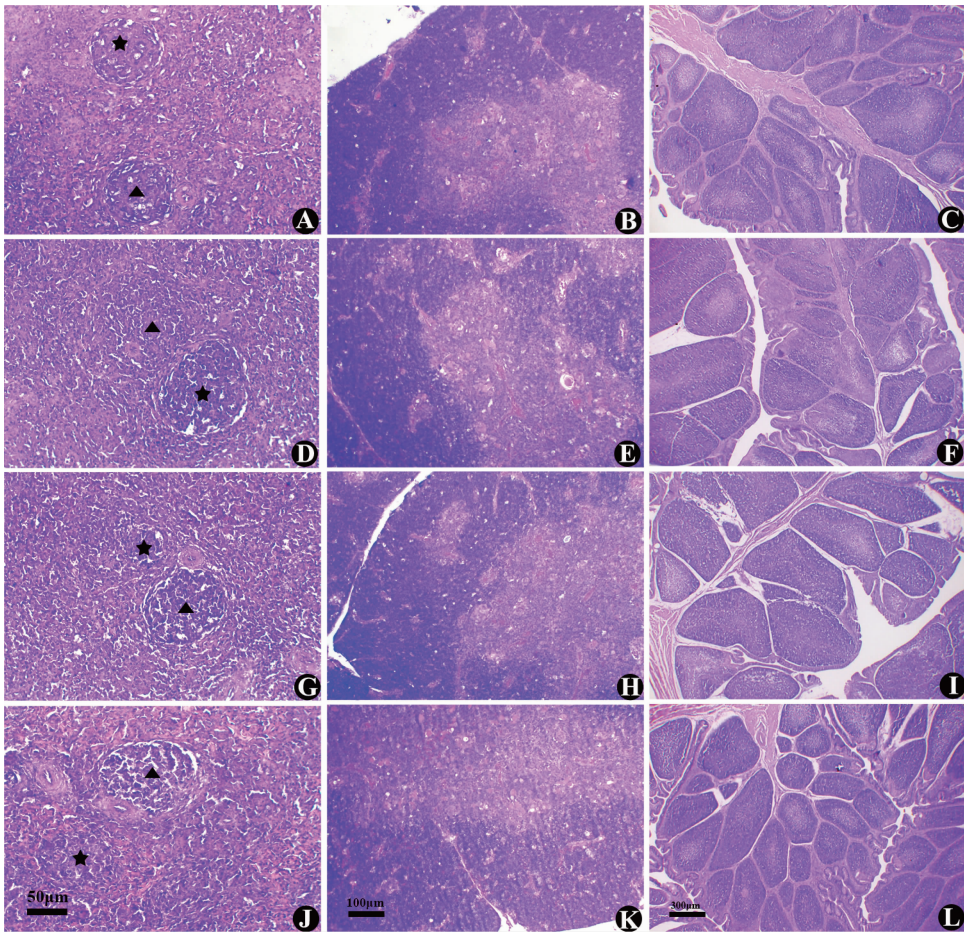
#### 2.4 血清免疫球蛋白含量

肉鸡血清免疫球蛋白含量变化见表 5。由表 5 可见,21 日龄时,与对照组相比较,试验 I、II 组血清 IgG 含量分别升高 26.45% 和 37.68% ( $P < 0.05$ ),试验 II 组血清 IgM 含量升高 43.23% ( $P < 0.05$ ),各处理组血清 IgA 含量相比均无显著差异

( $P > 0.05$ )。42 日龄时,试验 I、II、III 组血清 IgG 含量较对照组分别升高 27.13%、31.78% 和 30.62% ( $P < 0.05$ ),血清 IgM 含量也分别升高 63.55%、68.50% 和 67.15% ( $P < 0.05$ ),各处理组血清 IgA 含量相比无显著差异 ( $P > 0.05$ )。结果表明,日粮中添加适量黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡血清免疫球蛋白合成有明显促进作用,其中以添加 1.0% 复方中草药制剂的促进作用最为显著。

#### 2.5 血清 NDV 抗体水平

NDV 抗体测定标准曲线相关系数为 0.998 1。肉鸡血清 NDV 抗体水平结果见表 6。由表 6 可见,21 日龄时,试验 I、II 组血清 NDV 抗体水平较



A~C. 对照组;D~F. 试验 I 组;G~I. 试验 II 组;J~L. 试验 III 组;A、D、G、J. 脾,比例尺=50  $\mu\text{m}$ ;B、E、H、K. 胸腺,比例尺=100  $\mu\text{m}$ ;C、F、I、L. 法氏囊,比例尺=300  $\mu\text{m}$ ;▲. 脾动脉周围淋巴鞘;★. 脾小结  
A-C. Control group; D-F. Experimental group I; G-I. Experimental group II; J-L. Experimental group III; A, D, G, J. Spleen, bar=50  $\mu\text{m}$ ; B, E, H, K. Thymus, bar=100  $\mu\text{m}$ ; C, F, I, L. Bursa of Fabricius, bar=300  $\mu\text{m}$ ; ▲. Periarterial lymphatic sheath; ★. Splenic node

图 2 黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对 42 d 肉鸡免疫器官组织结构的影响

Fig. 2 The effect of compound Chinese herbal medicine preparation of Astragalus, Wolfberry and Honeysuckle flower on immune organ microstructure of 42-day-old broilers

对照组和试验 III 组分别升高 64.35%、75.39% 和 41.25%、50.73% ( $P < 0.05$ )。42 日龄时,试验 I、II 组血清 NDV 抗体水平较对照组和试验 III 组分别升高 40.67%、38.93% 和 18.54%、17.08% ( $P < 0.05$ )。试验 III 组较对照组升高 18.67% ( $P < 0.05$ )。结果表明,日粮中添加复方中草药制剂能够促进血清 NDV 抗体的产生,此结果与肉鸡血清免疫球蛋白含量及免疫器官组织结构变化基本一致。

## 2.6 血清细胞因子水平

IL-2、IL-4 和 INF- $\gamma$  测定标准曲线相关系数分别为 0.999 4、0.999 2、0.995 3。肉鸡血清细胞因

子水平结果见表 7。由表 7 可见,21 日龄时,与对照组相比较,试验 III 组血清 IL-2 和 INF- $\gamma$  水平分别升高 111.35% 和 99.42% ( $P < 0.05$ );试验 II 组血清 IL-4 水平升高 40.77% ( $P < 0.05$ )。42 日龄时,试验 II、III 组血清 IL-4 和 INF- $\gamma$  水平较对照组分别升高 78.33%、112.77% 和 46.39%、160.92% ( $P < 0.05$ );试验 III 组血清 IL-2 水平较对照组升高 23.26%,但差异不显著 ( $P > 0.05$ ),试验 I 组血清 IL-2、IL-4 和 INF- $\gamma$  水平与对照组相比均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。结果表明,日粮添加适量复方中草药制剂可促进肉鸡血清 IL-4、IL-2 和 INF- $\gamma$  等细胞因子的分泌。

表 4 黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡免疫器官组织学参数的影响 ( $\bar{x} \pm s$ )Table 4 The effect of compound Chinese herbal medicine preparation of Astragalus, Wolfberry and Honeysuckle flower on the histological parameters of immune organs in broilers ( $\bar{x} \pm s$ )

日龄/d Age	项目 Items	对照组 Control group	试验 I 组 Experimental group I	试验 II 组 Experimental group II	试验 III 组 Experimental group III
21	胸腺皮质厚度/ $\mu\text{m}$ Thymic cortical thickness	195.12 $\pm$ 46.22	179.27 $\pm$ 32.60	182.28 $\pm$ 36.63	204.58 $\pm$ 46.62
	脾小结面积/ $10^3 \mu\text{m}^2$ Splenic node area	4.44 $\pm$ 0.15 <sup>ab</sup>	4.02 $\pm$ 0.56 <sup>b</sup>	3.77 $\pm$ 0.84 <sup>b</sup>	4.85 $\pm$ 0.40 <sup>a</sup>
	脾动脉周围淋巴鞘面积/ $10^3 \mu\text{m}^2$ Periarterial lymphatic sheath area	2.74 $\pm$ 0.54 <sup>b</sup>	2.90 $\pm$ 0.70 <sup>b</sup>	2.80 $\pm$ 0.52 <sup>b</sup>	4.51 $\pm$ 0.64 <sup>a</sup>
	法氏囊小结面积/ $10^3 \mu\text{m}^2$ Bursa of Fabricius node area	60.24 $\pm$ 8.99 <sup>b</sup>	59.82 $\pm$ 8.66 <sup>b</sup>	67.78 $\pm$ 8.34 <sup>a</sup>	57.85 $\pm$ 8.58 <sup>b</sup>
42	胸腺皮质厚度/ $\mu\text{m}$ Thymic cortical thickness	213.32 $\pm$ 34.38 <sup>b</sup>	224.87 $\pm$ 39.38 <sup>b</sup>	271.92 $\pm$ 34.72 <sup>a</sup>	277.14 $\pm$ 30.81 <sup>a</sup>
	脾小结面积/ $10^3 \mu\text{m}^2$ Splenic node area	3.57 $\pm$ 0.39 <sup>b</sup>	4.18 $\pm$ 0.39 <sup>a</sup>	3.34 $\pm$ 0.26 <sup>b</sup>	4.27 $\pm$ 0.32 <sup>a</sup>
	脾动脉周围淋巴鞘面积/ $10^3 \mu\text{m}^2$ Periarterial lymphatic sheath area	3.09 $\pm$ 0.72 <sup>b</sup>	3.53 $\pm$ 0.67 <sup>b</sup>	3.23 $\pm$ 0.85 <sup>b</sup>	4.74 $\pm$ 0.56 <sup>a</sup>
	法氏囊小结面积/ $10^3 \mu\text{m}^2$ Bursa of Fabricius node area	266.26 $\pm$ 49.83 <sup>c</sup>	306.08 $\pm$ 57.14 <sup>b</sup>	350.57 $\pm$ 67.57 <sup>a</sup>	241.18 $\pm$ 51.68 <sup>c</sup>

表 5 黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡血清免疫球蛋白含量的影响 ( $\bar{x} \pm s$ )Table 5 The effect of compound Chinese herbal medicine preparation of Astragalus, Wolfberry and Honeysuckle flower on serum immunoglobulin levels of broilers ( $\bar{x} \pm s$ )

日龄/d Age	项目 Items	对照组 Control group	试验 I 组 Experimental group I	试验 II 组 Experimental group II	试验 III 组 Experimental group III
21	IgA	0.036 0 $\pm$ 0.002 7	0.035 3 $\pm$ 0.002 1	0.035 9 $\pm$ 0.000 7	0.035 8 $\pm$ 0.002 4
	IgG	0.027 6 $\pm$ 0.003 3 <sup>b</sup>	0.034 9 $\pm$ 0.003 4 <sup>a</sup>	0.038 0 $\pm$ 0.000 9 <sup>a</sup>	0.028 8 $\pm$ 0.001 1 <sup>b</sup>
	IgM	0.046 5 $\pm$ 0.005 5 <sup>b</sup>	0.064 4 $\pm$ 0.013 3 <sup>ab</sup>	0.066 6 $\pm$ 0.009 5 <sup>a</sup>	0.066 4 $\pm$ 0.010 1 <sup>ab</sup>
42	IgA	0.034 3 $\pm$ 0.000 7	0.036 7 $\pm$ 0.003 2	0.038 8 $\pm$ 0.002 5	0.037 5 $\pm$ 0.000 3
	IgG	0.025 8 $\pm$ 0.000 7 <sup>b</sup>	0.032 8 $\pm$ 0.003 9 <sup>a</sup>	0.034 0 $\pm$ 0.002 6 <sup>a</sup>	0.033 7 $\pm$ 0.003 5 <sup>a</sup>
	IgM	0.088 9 $\pm$ 0.000 6 <sup>b</sup>	0.145 4 $\pm$ 0.005 1 <sup>a</sup>	0.149 8 $\pm$ 0.008 9 <sup>a</sup>	0.148 6 $\pm$ 0.009 6 <sup>a</sup>

表 6 黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡血清 NDV 抗体水平的影响 ( $\bar{x} \pm s$ )Table 6 The effect of compound Chinese herbal medicine preparation of Astragalus, Wolfberry and Honeysuckle flower on serum NDV antibody levels of broilers ( $\bar{x} \pm s$ )

日龄/d Age	对照组 Control group	试验 I 组 Experimental group I	试验 II 组 Experimental group II	试验 III 组 Experimental group III
21	292.92 $\pm$ 1.77 <sup>b</sup>	481.42 $\pm$ 34.95 <sup>a</sup>	513.75 $\pm$ 14.73 <sup>a</sup>	340.83 $\pm$ 28.28 <sup>b</sup>
42	312.50 $\pm$ 7.07 <sup>c</sup>	439.58 $\pm$ 12.08 <sup>a</sup>	434.16 $\pm$ 19.17 <sup>a</sup>	370.83 $\pm$ 27.11 <sup>b</sup>



表 7 黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡血清细胞因子水平的影响( $\bar{x} \pm s$ )Table 7 The effect of compound Chinese herbal medicine preparation of Astragalus, Wolfberry and Honeysuckle flower on serum cytokine levels of broilers ( $\bar{x} \pm s$ )

日龄/d	项目	对照组	试验 I 组	试验 II 组	试验 III 组
Age	Items	Control group	Experimental group I	Experimental group II	Experimental group III
21	IL-2	46.80±8.35 <sup>b</sup>	46.20±12.53 <sup>b</sup>	48.44±1.99 <sup>b</sup>	98.91±16.49 <sup>a</sup>
	IL-4	88.52±7.20 <sup>b</sup>	77.59±8.08 <sup>b</sup>	124.61±10.03 <sup>a</sup>	78.02±12.26 <sup>b</sup>
	INF- $\gamma$	22.32±1.29 <sup>b</sup>	26.60±2.02 <sup>b</sup>	27.69±3.60 <sup>b</sup>	44.51±5.81 <sup>a</sup>
42	IL-2	87.05±11.36 <sup>ab</sup>	54.63±1.91 <sup>b</sup>	85.49±22.72 <sup>ab</sup>	107.30±20.85 <sup>a</sup>
	IL-4	40.56±1.39 <sup>b</sup>	44.60±6.36 <sup>b</sup>	72.33±0.13 <sup>a</sup>	86.30±8.10 <sup>a</sup>
	INF- $\gamma$	18.86±2.50 <sup>c</sup>	20.73±1.44 <sup>c</sup>	27.61±0.88 <sup>b</sup>	49.21±3.82 <sup>a</sup>

### 3 讨论

#### 3.1 黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡免疫器官发育的影响

胸腺的主要功能是产生和培育 T 淋巴细胞,参与机体的细胞免疫功能。法氏囊的主要功能是产生和培育特异性的 B 淋巴细胞,参与机体的体液免疫功能。脾是免疫应答的场所,是机体对抗病原体入侵而产生体液免疫反应和细胞免疫反应的主要部位<sup>[7]</sup>,胸腺、法氏囊和脾的生长发育状况对禽类机体的免疫功能状态可产生极其重要的直接影响,而三种免疫器官的生长发育状况可通过质量与器官指数来反映<sup>[8]</sup>。一般认为,免疫器官质量和指数增加是由于其器官自身的细胞生长发育和分裂增殖所致,是机体免疫增强的表现,而免疫器官质量和指数的降低为免疫抑制所致,是机体免疫状况变差的表现。许多研究发现,适量的添加中草药对动物机体免疫器官生长发育可产生促进作用。苏记良等<sup>[9]</sup>研究发现,日粮中添加 0.5% 的由黄芪、黄柏等组成的复方中草药组方能显著增加黄羽肉鸡胸腺和法氏囊指数,并提高血清 IgG 的含量。俞景林<sup>[10]</sup>研究报道,日粮中添加 0.2% 的由苦参、肉桂组成的复方中草药添加剂可显著增加蛋雏鸡胸腺和法氏囊器官指数。赵红梅等<sup>[11]</sup>研究显示,日粮中添加 1.0% 的超微粉碎中草药添加剂可显著增加断奶仔猪脾和胸腺器官指数。本研究也发现,日粮中添加 1.0% 的黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂可显著增加 21 d 肉鸡法氏囊指数和 42 d 肉鸡脾指数以及 42 d 肉鸡胸腺和法氏囊质量与器官指数,而添加 1.5% 的复

方中草药制剂可显著增加 21、42 d 肉鸡脾质量和器官指数,这表明日粮中适量添加 1.0% 和 1.5% 的黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂能明显促进肉鸡中枢和外周免疫器官生长发育。其原因主要是由于免疫器官的生长发育需要大量的营养物质,而本研究所用的复方中草药制剂中所含的主要成分能够促进动物小肠结构发育,提高肠道消化酶活性和消化能力,进而为免疫器官生长发育提供充足的必需营养物质<sup>[12]</sup>。

#### 3.2 黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡免疫器官组织结构的影响

器官的组织结构是评价器官发育状况的又一重要指标,不同年龄段的器官中,执行功能的组织结构变化可以直接反映该器官的发育状况和功能情况。本研究发现,日粮中添加 1.0% 的黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂能明显改善肉鸡胸腺和法氏囊的组织结构,使 42 d 肉鸡胸腺小叶面积增大,皮质显著增厚,髓质内淋巴细胞增多,胸腺小体明显较少;使 21、42 d 肉鸡法氏囊小结面积增大,小结内淋巴细胞排列更加密集,小结皮质明显增厚,这表明添加 1.0% 的复方中草药制剂能够促进肉鸡生长后期胸腺的生长发育,增加胸腺培育 T 淋巴细胞的能力,进而增强机体细胞免疫功能,这与甘辉群等的研究结果相似<sup>[13]</sup>。同时,添加 1.0% 的复方中草药制剂还能明显促进肉鸡整个生长期法氏囊的生长发育,进而增强机体体液免疫功能,这与王福传等和李艳华等对黄芪、金银花的研究结果相似<sup>[14-15]</sup>,暗示添加一定剂量的黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂可增强肉鸡中枢免疫器官的功能。

另外,本研究还发现,日粮中添加 1.5% 的黄

芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂可以明显改善 21、42 d 肉鸡脾的组织结构,使白髓内脾小结和中央动脉数量增多,动脉周围淋巴鞘和脾小结面积显著增大,红髓脾索增粗,这表明添加 1.5% 复方中草药制剂能够明显促进肉鸡脾的生长发育,增强脾免疫应答的功能,这可能是本研究所用的复方中草药制剂中所含黄芪、枸杞、甘草等成分能够改善肠道菌群平衡,促进营养物质的吸收,有利于脾的生长发育<sup>[16-18]</sup>。因为,脾产生免疫应答的部位主要是在动脉周围淋巴鞘、脾小结和边缘区,其中脾动脉周围淋巴鞘和脾小结中的淋巴细胞主要以 T 和 B 淋巴细胞为主,脾动脉周围淋巴鞘和脾小结面积的大小可以反映 T 和 B 淋巴细胞数量,进而表明脾发育及其免疫功能情况<sup>[19]</sup>。因此,适量添加黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂可通过促进中枢和外周免疫器官的生长发育,改善免疫器官的组织结构,进而增强肉鸡的免疫功能,提高抗病能力。

### 3.3 黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂对肉鸡免疫功能的影响

动物机体的特异性免疫反应包括体液免疫和细胞免疫,体液免疫主要由 B 淋巴细胞产生特异性抗体来介导,细胞免疫主要由 T 淋巴细胞及其分泌的细胞因子来介导。T 淋巴细胞根据功能不同,可分为 CD4<sup>+</sup>、CD8<sup>+</sup>、效应和记忆性 T 细胞等<sup>[20]</sup>。其中,CD4<sup>+</sup> T 细胞根据分泌细胞因子的类型不同又分为 Th1 和 Th2 亚型,Th1 型细胞主要分泌 IL-2、IFN- $\gamma$  等细胞因子,能够辅助抗体产生,参与细胞免疫和迟发型超敏性炎症反应。Th2 型细胞主要分泌 IL-4、IL-6 等细胞因子,能够刺激 B 淋巴细胞增殖并分泌抗体,参与体液免疫<sup>[21]</sup>。因此,通过检测血清中免疫球蛋白含量、特异性抗体以及 Th1 和 Th2 型细胞因子的水平可以直接反映动物机体的体液免疫和细胞免疫功能状态。

研究已经证实,许多中草药及其提取物对动物机体免疫功能可产生明显的调节作用。J. J. Cheng 等<sup>[22]</sup>研究显示,肉鸡饲喂适量的黄芪麻杏石甘汤,可显著增加传染性支气管炎病毒感染后脾 IFN- $\gamma$  和支气管黏膜 sIgA 的水平,增强机体细胞免疫和黏膜免疫功能。Z. H. Ren 等<sup>[23]</sup>研究报道,饲喂适量的枸杞乳可明显增加流感病毒感染小鼠肺中 IL-2 水平,减轻肺的组织病理变化。M. Katayama 等<sup>[24]</sup>研究表明,日粮中添加 0.15% 的甘草,可显著增加生长育肥猪外周血 CD4<sup>+</sup> T 细胞比例以及唾液

IgA 和血清 IL-2 含量,提高机体免疫力。杨润霞等<sup>[25]</sup>研究发现,日粮中添加“扶正止泻散”复方中草药制剂可显著增加雏鸡血液中 T 淋巴细胞 ANAE 阳性细胞率、B 淋巴细胞数以及血清 NDV 抗体效价和 IFN- $\gamma$  水平,进而增强细胞和体液免疫功能。本研究也发现,日粮中添加 1.0% 黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂可明显增加 21、42 d 肉鸡血清 IgG 和 IgM 含量以及 NDV 抗体和 IL-4 的水平,这表明 1.0% 的复方中草药制剂可明显促进肉鸡免疫球蛋白、NDV 抗体和 IL-4 的合成,进而增强机体的体液免疫功能。日粮中添加 1.5% 的黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂能明显增加 42 d 肉鸡血清 IgG 和 IgM 含量以及 IL-2 和 IFN- $\gamma$  水平,表明 1.5% 复方中草药制剂可明显促进肉鸡生长后期免疫球蛋白和细胞因子的分泌,进而增强机体非特异性免疫功能和细胞免疫功能。

综合分析以上结果,笔者认为,日粮中添加 1.0% 和 1.5% 的黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂能够明显增加不同生长阶段肉鸡法氏囊、胸腺和脾的质量与器官指数,改善组织结构,促进免疫器官的发育,进而提高血清免疫球蛋白、NDV 抗体和 T 细胞因子水平,从而增强机体体液和细胞免疫功能。那么,黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂是通过何种途径影响机体免疫功能呢? 分析其主要原因:(1)金银花、黄芪等中草药能够提高动物机体抗氧化酶活性,降低 MDA 含量,增强机体抗氧化功能,进而保护免疫细胞对抗氧自由基损伤<sup>[26]</sup>,进而促进免疫器官的发育。(2)复方中草药制剂所含的多糖、皂苷等成分能够抑制细胞凋亡蛋白的表达,促进抗凋亡蛋白基因的转录,阻止体内因素诱导的细胞凋亡,进而促进细胞的增殖和分化<sup>[27-28]</sup>,增强了免疫细胞自身的功能。

## 4 结 论

日粮中添加不同剂量的黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂可在不同程度上促进肉鸡免疫器官发育,改善组织结构,提高血清免疫球蛋白、NDV 抗体和细胞因子水平,进而增强机体免疫功能。其中,以日粮中添加 1.0% 的黄芪、枸杞、金银花等复方中草药制剂的效果更为明显。

## 参考文献(References):

[1] 陈张华, 邓惠丹, 邓俊良, 等. 复方中草药“猪康散”

- 对仔猪生产性能及细胞免疫功能的影响[J]. 中国兽医学报, 2012, 32(6): 898-901.
- CHEN Z H, DENG H D, DENG J L, et al. Effect of Zhukangsan on growth performance and cellular immune function of in piglets[J]. *Chinese Journal of Veterinary Science*, 2012, 32(6): 898-901. (in Chinese)
- [2] 王福传, 方昌阁, 张玉换, 等. 复方中草药免疫增强剂对蛋鸡免疫效果的研究[J]. 畜牧兽医学报, 2006, 37(2): 187-192.
- WANG F C, FANG C G, ZHANG Y H, et al. Effects of compound Chinese herbal immune synergist on immunity of egg-laying chicken[J]. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 2006, 37(2): 187-192. (in Chinese)
- [3] 田树海, 曹洪战, 范 苗, 等. 复方中草药添加剂对育肥猪生产性能和血液指标的影响[J]. 畜牧与兽医, 2010, 42(2): 37-40.
- TIAN S H, CAO H Z, FAN M, et al. Effect of compound Chinese herbal medicine additive on performance and blood index of finishing pigs[J]. *Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2010, 42(2): 37-40. (in Chinese)
- [4] 李 亮, 龚道清, 张 军, 等. 复方中草药饲料添加剂对黄羽肉鸡免疫性能的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2008, 35(1): 26-28.
- LI L, GONG D Q, ZHANG J, et al. Effect of Chinese herb medicine feed additive on immune performance of Chinese yellow-feathered chicken[J]. *China Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2008, 35(1): 26-28. (in Chinese)
- [5] MARCINČÁK S, CABADAJ R, POPELKA P, et al. Antioxidative effect of oregano supplemented to broilers on oxidative stability of poultry meat[J]. *Slow Vet Res*, 2008, 45(2): 61-66.
- [6] WANG L, PIAO X L, KIM S W, et al. Effects of *Forsythia suspensa* extract on growth performance, nutrient digestibility, and antioxidant activities in broiler chickens under high ambient temperature[J]. *Poul Sci*, 2008, 87(7): 1287-1294.
- [7] 阴天榜, 刘兴友. 家禽免疫学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999: 194-201.
- YIN T B, LIU X Y. Poultry immunology[M]. Beijing: China Agriculture Sciencetech Press, 1999: 194-201. (in Chinese)
- [8] RIVAS A L, FABRICANT J. Indications of immunodepression in chickens infected with various strains of Marek's disease virus[J]. *Avian Dis*, 1988, 32(1): 1-8.
- [9] 苏记良, 梁祖满, 罗秋兰, 等. 复方中草药对黄羽肉鸡生长性能及免疫功能的影响[J]. 饲料研究, 2016(10): 13-16, 27.
- SU J L, LIANG Z M, LUO Q L, et al. Effects of compound Chinese herbal medicine on growth performance and immune function of Huang Yu broilers[J]. *Feed Research*, 2016(10): 13-16, 27. (in Chinese)
- [10] 俞景林. 中草药添加剂对蛋雏鸡生长性能及免疫器官指数的影响研究[J]. 浙江畜牧兽医, 2013, 38(5): 3-5.
- YU J L. Effects of Chinese herbal medicine additives on growth performance and immune organ index of laying chicks[J]. *Zhejiang Journal Animal Science and Veterinary Medicine*, 2013, 38(5): 3-5. (in Chinese)
- [11] 赵红梅, 梁明振. 超微中草药添加剂对断奶仔猪免疫器官指数影响的研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2014(4): 138-139.
- ZHAO H M, LIANG M Z. Study on the effect of Chinese herbal medicine additives on immune organ index of weaned piglets[J]. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2014(4): 138-139. (in Chinese)
- [12] 陈国顺, 陈 胜, 随亚楠. 中草药饲料添加剂对合作猪肠道消化酶活性和消化能力的影响[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2014, 45(4): 529-535.
- CHEN G S, CHEN S, SUI Y N. Influence of Chinese herbal feed additives on wild pigs' activity of digestive enzyme in intestinal tract and ability to digest[J]. *Journal of Shandong Agricultural University: Natural Science Edition*, 2014, 45(4): 529-535. (in Chinese)
- [13] 甘辉群, 刘明生, 陈光明, 等. 复方黄芪制剂对雏鸡免疫机能的影响[J]. 中国兽药杂志, 2014, 48(12): 27-31.
- GAN H Q, LIU M S, CHEN G M, et al. The effects of compound *Astragalus* preparations on the immunity function in chickens[J]. *Chinese Journal of Veterinary Drug*, 2014, 48(12): 27-31. (in Chinese)
- [14] 王福传, 韩一超, 赵洪恩, 等. 复方中草药免疫增强剂对鸡免疫器官组织形态学影响的研究[J]. 中国预防兽医学报, 2001, 23(6): 419-421.
- WANG F C, HAN Y C, ZHAO H E, et al. The

- effect of compound Chinese herbal on chicken immune organs and tectology[J]. *Chinese Journal of Preventive Veterinary Medicine*, 2001, 23(6): 419-421. (in Chinese)
- [15] 李艳华, 闫清波, 于康震, 等. 复方中药对禽流感病毒的防治研究[J]. *中国农业科学*, 2008, 41(5): 1511-1518.  
LI Y H, YAN Q B, YU K Z, et al. Study of the compound Chinese medicine against the anti-avian influenza virus [J]. *Scientia Agricultural Sinica*, 2008, 41(5): 1511-1518. (in Chinese)
- [16] 高 杨, 王洪芳, 陈 辉, 等. 饲料添加黄芪多糖对蛋鸡免疫功能及肠道菌群的影响[J]. *动物营养学报*, 2011, 23(3): 447-451.  
GAO Y, WANG H F, CHEN H, et al. Effects of dietary *Astragalus* Polysaccharides on immune function and intestinal flora in laying hens[J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2011, 23(3): 447-451. (in Chinese)
- [17] 孙晓雨, 崔子寅, 张明亮, 等. 枸杞多糖和茯苓多糖对免疫抑制小鼠免疫增强及对肠道黏膜的免疫调节作用[J]. *中国兽医学报*, 2015, 35(3): 450-455.  
SUN X Y, CUI Z Y, ZHANG M L, et al. Effect of *Lycium barbarum* polysaccharides and *Pachyman* on immune function and intestinal mucosal system in immunosuppressive mice [J]. *Chinese Journal of Veterinary Science*, 2015, 35(3): 450-455. (in Chinese)
- [18] 程 鹏, 白云静, 于晓红, 等. 甘草多糖提取工艺的研究及其对小鼠免疫口蹄疫疫苗后细胞免疫的影响[J]. *北京农学院学报*, 2015, 30(3): 30-34.  
CHENG P, BAI Y J, YU X H, et al. Extraction process of *Glycyrrhiza glabra* polysaccharides and its cellular immune responses on the mice after immunization FMD vaccine[J]. *Journal of Beijing University of Agriculture*, 2015, 30(3): 30-34. (in Chinese)
- [19] XIE D, WANG Z, CAO J, et al. Effects of monochromatic light on proliferation response of Splenocyte in broilers[J]. *Anat Histol Embryol*, 2008, 37(5): 332-337.
- [20] WINTER H, VAN DEN ENGEL N K, RÜTTINGER D, et al. Therapeutic T cells induce tumor-directed chemotaxis of innate immune cells through tumor-specific secretion of chemokines and stimulation of B16BL6 melanoma to secrete chemokines[J]. *J Transl Med*, 2007, 5(1): 56.
- [21] O'GARRA A, MURPHY K. Role of cytokines in determining T-lymphocyte function [J]. *Curr Opin Immunol*, 1994, 6(3): 458-466.
- [22] CHENG J J, LI Q Y, SHI W Y, et al. Effects of *Huangqi Maxingshigan* decoction on infectious laryngotracheitis in chickens [J]. *Ital J Anim Sci*, 2011, 10(2): 124-130.
- [23] REN Z H, NA L X, XU Y M, et al. Dietary supplementation with lacto-wolfberry enhances the immune response and reduces pathogenesis to influenza infection in mice[J]. *J Nutr*, 2012, 142(8): 1596-1602.
- [24] KATAYAMA M, FUKUDA T, OKAMURA T, et al. Effect of dietary addition of seaweed and licorice on the immune performance of pigs[J]. *Anim Sci J*, 2011, 82(2): 274-281.
- [25] 杨润霞, 吴 润, 刘 磊, 等. 三种中药复方制剂对雏鸡免疫器官发育及免疫功能的影响[J]. *甘肃农业大学学报*, 2015, 50(4): 28-33.  
YANG R X, WU R, LIU L, et al. Effects of three traditional Chinese medicine prescriptions on the immune organ development and immune function of chicken[J]. *Journal of Gansu Agricultural University*, 2015, 50(4): 28-33. (in Chinese)
- [26] CHEN X, LIN H Z, JIANG S G, et al. Dietary supplementation of honeysuckle improves the growth, survival and immunity of *Penaeus monodon* [J]. *Fish Shellfish Immunol*, 2013, 35(1): 161-169.
- [27] LIU C, WANG G Q, CHEN G F, et al. Huangqi decoction inhibits apoptosis and fibrosis, but promotes Kupffer cell activation in dimethylnitrosamine-induced rat liver fibrosis[J]. *BMC Complement Altern Med*, 2012, 12(1): 51.
- [28] 胡永灵, 叶世莉, 罗捷捷. 中草药制剂对热应激奶牛泌乳性能、抗氧化能力及免疫功能的影响[J]. *草业学报*, 2015, 24(1): 132-140.  
HU Y L, YE S L, LUO J J. Effect of Chinese herbal medicine on milk production, antioxidant capacity and immunity of dairy cows[J]. *Acta Prataculturae Sinica*, 2015, 24(1): 132-140. (in Chinese)