

复合微生态制剂对肉鸡生产性能、肠道菌群、 抗氧化指标和免疫功能的影响

胡顺珍 张建梅* 谢全喜 李晓颖

(山东宝来利来生物工程股份有限公司, 泰安 271000)

摘要: 本试验旨在探讨复合微生态制剂对肉鸡生产性能、肠道菌群、抗氧化指标和免疫功能的影响。将 240 只 1 日龄雌性健康肉鸡随机分为 4 组, 每组 3 个重复, 每个重复 20 只。试验预试期 5 d, I 组为对照组, 饲喂基础饲料; II、III、IV 组为试验组, 在饲喂基础饲料同时, 分别定时在饮水中添加复合微生态制剂 A 及其佐剂 B, 其中复合微生态制剂 A 的添加水平为饲料的 2.0‰, 6 日龄时开始添加, 每周 2 次, 每次饮用量为周采食量 2.0‰的 1/2; 复合微生态制剂佐剂 B 在 7、14 和 21 日龄免疫后分别连续使用 3 d, 每天 1 次, 每次饮用量为日采食量的 0.5‰、1.0‰和 2.0‰。正试期为 37 d。测定各组生产性能、肠道菌群数量、抗氧化指标和免疫指标。结果表明: 1) 在每个试验阶段, II 组肉鸡平均日增重均显著高于对照组 ($P < 0.05$), 料重比均显著低于对照组 ($P < 0.05$), 且除 7~14 日龄和 15~21 日龄料重比外, II 组肉鸡平均日增重最高, 料重比最低, 与其他组差异显著 ($P < 0.05$)。2) 14 日龄和 28 日龄时, II 组和 III 组肉鸡盲肠乳酸菌数量均显著高于对照组 ($P < 0.05$); 14 日龄时, II 组和 III 组肉鸡盲肠大肠杆菌数量均显著低于对照组 ($P < 0.05$), 28 日龄时, 仅 II 组肉鸡盲肠大肠杆菌数量显著低于对照组 ($P < 0.05$)。3) 21、28 和 35 日龄时, II 组和 III 组肉鸡血浆总抗氧化能力均显著高于对照组 ($P < 0.05$), 2 组之间差异不显著 ($P > 0.05$)。4) 14 日龄和 42 日龄时, IV 组肉鸡的脾脏指数最高, 均显著高于对照组 ($P < 0.05$); 14、28 和 42 日龄时, III 组肉鸡的法氏囊指数均较高, 显著高于对照组 ($P < 0.05$)。由此可知, 2.0‰复合微生态制剂 A 和 0.5‰复合微生态制剂佐剂 B 能够提高肉鸡生产性能, 改善其肠道微生态环境, 提高其抗氧化能力。同时, 复合微生态制剂及其佐剂的添加可在一定程度上增强肉鸡免疫功能。

关键词: 复合微生态制剂; 肉鸡; 生产性能; 肠道菌群; 抗氧化指标; 免疫功能

中图分类号: S816.7

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2012)02-0334-08

在长期的畜牧业生产中, 抗生素等药物的普遍使用导致的抗药性和药物残留已严重危害人类健康, 造成环境破坏。研究绿色、无公害的添加剂, 提高畜禽免疫功能和营养素利用率, 生产绿色、安全的畜产品, 是 21 世纪全球高效、低耗、少污染养殖业发展的必然趋势。微生态制剂 (probiotics) 是近年发展起来的新型绿色添加剂, 它能够改善动物消化道有益菌群, 抑制或杀死有害菌, 从

而提高动物健康水平, 进而促进动物生长发育及提高饲料利用率; 此外, 其还具有无残留、无毒副作用等特点, 可改善养殖生态环境, 达到生态防治的目的, 使养殖生产良性发展, 取得更好的经济效益和生态效益^[1]。目前, 单一微生态制剂在肉鸡养殖中的作用报道较多, 王俊峰等^[2]用合生素饲喂爱拔益加肉鸡 42 d, 合生素极显著降低了肉鸡前期采食量和料重比及全期采食量 ($P < 0.01$), 显

收稿日期: 2011-08-03

作者简介: 胡顺珍 (1978—), 女, 山东临沂人, 硕士, 从事动物微生态研究工作。E-mail: sunnybaby808080@163.com

* 通讯作者: 张建梅, 助理研究员, E-mail: jianmei-0322@163.com

著降低了后期采食量 ($P < 0.05$); 陈家祥等^[3]用地衣芽孢杆菌饲喂雌性麻羽肉鸡 28 d 后发现, 基础饲料中添加 50 mg/kg 地衣芽孢杆菌制剂可使肉鸡平均日增重显著升高 ($P < 0.05$), 料重比显著降低 ($P < 0.05$), 血清中超氧化物歧化酶和谷胱甘肽过氧化物酶活性均显著升高 ($P < 0.05$), 丙二醛含量显著降低 ($P < 0.05$)。单一免疫增强剂的报道也非常多, 大量的研究表明黄芪多糖不仅能够增强免疫^[4], 还具有抗病毒^[5]、抗氧化的功效^[6]。而作为免疫佐剂, 盐酸左旋咪唑是目前市场上较好的免疫增强剂之一, 能够提高机体免疫力, 可辅助各种病毒性疾病的治疗^[7]。但是, 复合微生态制剂与其佐剂的联合应用在肉鸡养殖中的报道并不多, 为此, 我们设计了由微生态制剂与维生素等配合而成的多组分复合微生态制剂及其佐剂, 目的是使其在发挥益生菌作用的同时, 还可通过提高机体的免疫水平, 达到促进动物健康的功效。在此设想基础上, 本试验旨在探讨复合微生态制剂及其佐剂对肉鸡生产性能、肠道菌群数量、抗氧化指标和免疫功能的影响, 为其在肉鸡养殖中的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

复合微生态制剂 A: 乳酸菌 1.0×10^8 CFU/g、芽孢杆菌 4.0×10^8 CFU/g、酵母锌 (锌含量为 1 500 mg/kg) 3%、酵母硒 (硒含量为 1 500 mg/kg) 7%、维生素 E 1.0×10^4 IU/kg、维生素 C 50 g/kg、黄芪多糖 (纯度为 60%) 5%, 载体为葡萄糖。

复合微生态制剂佐剂 B: 黄芪多糖 (纯度为 60%) 10%、左旋咪唑 (纯度为 99.9%) 10%, 载体为葡萄糖。

其中, 乳酸菌、芽孢杆菌、酵母锌和酵母硒为本公司产品; 维生素 E、维生素 C 购自河北省石家庄中试盛邦商贸有限公司; 黄芪多糖购自山东圣地宝药业有限公司; 左旋咪唑购自山东泰安山农大药业有限公司。

1.2 试验设计与饲料组成

将 240 只 1 日龄雌性健康肉鸡随机分为 4 组, 每组 3 个重复, 每个重复 20 只。试验预试期 5 d, 饲喂基础饲料, 饮用煮开后凉透的自来水, 正试期 37 d。I 组为对照组, 饲喂基础饲料, II、III、IV 组为试验组, 在饲喂基础饲料同时, 分别定时在饮水

中添加复合微生态制剂 A 及其佐剂 B, 其中复合微生态制剂 A 的添加水平为饲料的 2.0‰, 6 日龄 (周二) 时开始添加, 每周 2 次 (周二和周五), 每次饮用量为周采食量 (参照 GB/T 19664—2005 商品肉鸡生产技术规程中的混养商品肉鸡的耗料量) 2.0‰ 的 1/2; 复合微生态制剂佐剂 B 在 7、14 和 21 日龄免疫后分别连续使用 3 d, 每天 1 次, 每次饮用量为日采食量 (周采食量/7) 的 0.5‰、1.0‰ 和 2.0‰。

采用玉米-豆粕型基础饲料, 其配制参照 NRC (1994), 基础饲料组成及营养水平见表 1。

1.3 饲养管理

试验鸡 21 日龄前各重复分箱饲养, 21 日龄后改为分笼饲养, 自由采食和饮水。舍内光照、温度和湿度严格按照常规饲养管理要求进行控制, 按常规免疫程序对雏鸡进行新城疫及法氏囊免疫。每日换食换水前进行食槽和饮水器杀菌消毒。试验期间详细记录各组饲料消耗及试验鸡的健康状况。

1.4 测定指标和方法

1.4.1 生产性能

分别于 14、21、28、35 和 42 日龄以重复为单位对空腹 (自由饮水) 12 h 后的肉鸡称重, 并准确称量和记录日供料量、剩余料量和损失料量, 计算各阶段平均日增重、平均日采食量和料重比。

1.4.2 肠道菌群数量

分别于 14、28 和 42 日龄从每个重复中随机抽取 3 只空腹 (自由饮水) 12 h 后的肉鸡称重, 采用心脏注入空气法处死鸡只, 无菌操作取盲肠内容物, 在灭菌生理盐水中摇匀, 用平板培养计数法计数肠道乳酸菌和大肠杆菌, 其中乳酸菌接种于乳酸菌选择性培养基 (LBS) 上培养, 在 37 °C 生化培养箱中厌氧培养 48 h 后进行菌落计数; 大肠杆菌则接种于伊红美兰琼脂培养基上培养, 在 37 °C 生化培养箱中有氧培养 24 h 后进行菌落计数。菌群数量以每克肠道内容物所含细菌群落总数的对数 $[(\lg \text{CFU}) / \text{g}]$ 表示。

1.4.3 血浆总抗氧化能力 (T-AOC)

分别于 14、21、28 和 35 日龄从每个重复中随机抽取 3 只空腹 (自由饮水) 12 h 后的肉鸡, 翅静脉采血, 肝素抗凝, 3 000 r/min 离心 10 min 分离血浆, 使用总抗氧化能力检测试剂盒 (南京建成生物工程研究所) 测定血浆总抗氧化能力。

表 1 基础饲料组成及营养水平(干物质基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of basal diets (DM basis)

%

项目 Items	1 ~ 21 日龄 1 to 21 days of age	22 ~ 42 日龄 22 to 42 days of age
原料 Ingredients		
玉米 Corn	60.35	62.55
豆粕 Soybean meal	30.00	27.37
鱼粉 Fish meal (60%)	3.00	2.50
磷酸氢钙 CaHPO_4	1.40	1.20
食盐 NaCl	0.30	0.30
玉米油 Corn oil	3.00	4.50
石粉 Limestone	1.20	1.00
预混料 Premix	0.75	0.58
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels		
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.54	13.04
粗蛋白质 CP	20.13	18.75
粗脂肪 EE	5.74	7.22
钙 Ca	0.97	0.83
有效磷 AP	0.69	0.62
赖氨酸 Lys	1.04	0.94
蛋氨酸 Met	0.44	0.37
蛋氨酸 + 半胱氨酸 Met + Cys	0.68	0.60

预混料可为每千克饲料提供 Premix provided the following per kg of diet: Mn 78 mg, Zn 70 mg, Fe 78 mg, Cu 9 mg, I 0.49 mg, Se 0.32 mg, VA 10 000 IU, VD₃ 600 IU, VE 18 mg, VK₃ 4.32 mg, VB₁ 1.8 mg, VB₂ 7.2 mg, VB₆ 2.88 mg, D-泛酸 D-pantothenic acid 10.5 mg, 烟酸 nicotinic acid 30 mg, 叶酸 folic acid 0.9 mg, 生物素 biotin 0.12 mg, VB₁₂ 0.012 mg。

1.4.4 免疫器官指数

分别于 14、28 和 42 日龄将鸡只处死后,解剖,摘取脾脏和法氏囊,剔除脂肪后称鲜重,计算脾脏指数和法氏囊指数。

免疫器官指数(mg/g) = 免疫器官重/活体重。

1.5 数据统计与处理

应用 SPSS 11.5 统计软件进行单因素方差分析,差异显著者进行 LSD 多重比较,结果用平均值 ± 标准差表示。

2 结果与分析

2.1 复合微生态制剂对肉鸡生产性能的影响

试验期间肉鸡的健康状况良好,仅 21 日龄之前 I 组和 II 组肉鸡各死亡 1 只,可能是由于箱养时肉鸡密度大、拥挤踩踏所致。

由表 2 可知,7 ~ 14 日龄时,II 组肉鸡平均日采食量最高,显著高于对照组、III 组和 IV 组($P < 0.05$),后 3 组之间差异不显著($P > 0.05$);II 组和 III 组肉鸡平均日增重显著高于对照组($P < 0.05$),料重比显著低于对照组($P < 0.05$),且 II

组肉鸡平均日增重显著高于 III 组($P < 0.05$),但 III 组肉鸡料重比显著低于 II 组($P < 0.05$),而 IV 组肉鸡平均日增重和料重比均与对照组差异不显著($P > 0.05$)。

15 ~ 21 日龄时,II 组和 IV 组肉鸡平均日增重显著高于对照组($P < 0.05$),且 II 组肉鸡平均日增重显著高于 IV 组($P < 0.05$),而 III 组肉鸡平均日增重显著低于对照组($P < 0.05$);各试验组肉鸡平均日采食量和料重比均显著低于对照组($P < 0.05$),且 IV 组肉鸡料重比最低,其次是 II 组,各试验组之间差异显著($P < 0.05$)。

22 ~ 28 日龄时,各试验组肉鸡平均日采食量均显著低于对照组($P < 0.05$);仅 II 组肉鸡平均日增重显著高于对照组($P < 0.05$),III 组显著低于对照组($P < 0.05$),IV 组与对照组差异不显著($P > 0.05$);II 组和 IV 组肉鸡料重比显著低于对照组($P < 0.05$),且 II 组肉鸡料重比显著低于 IV 组($P < 0.05$),而 III 组显著高于对照组($P < 0.05$)。

29 ~ 35 日龄时,II 组肉鸡平均日采食量显著高于对照组($P < 0.05$),III 组和 IV 组显著低于对照

组 ($P < 0.05$); 各试验组肉鸡平均日增重均显著高于对照组 ($P < 0.05$), 料重比均显著低于对照组 ($P < 0.05$), 且 II 组肉鸡平均日增重最高, 料重比最低, 各试验组之间差异显著 ($P < 0.05$)。

36 ~ 42 日龄时, II 组和 III 组肉鸡平均日增重显著高于对照组 ($P < 0.05$), 且 II 组显著高于 III 组 ($P < 0.05$), 而 IV 组显著低于对照组 ($P < 0.05$);

各试验组肉鸡平均日采食量和料重比均显著低于对照组 ($P < 0.05$), 且 II 组肉鸡料重比最低, 各试验组之间差异显著 ($P < 0.05$)。

总体看来, 在提高肉鸡平均日增重和降低肉鸡料重比方面, II 组的效果较好、较稳定, 添加水平较合适。

表 2 复合微生态制剂对肉鸡生产性能的影响

Table 2 Effects of compound probiotics on performance of broilers

日龄 Age/d	组别 Groups	平均初重 Average initial weight/g	平均末重 Average final weight/g	平均日采食量 Average daily feed intake/g	平均日增重 Average daily gain/g	料重比 F/G
7 ~ 14	I	91.97 ± 1.03	320.23 ± 1.07 ^c	44.49 ± 0.11 ^b	32.61 ± 0.00 ^c	1.364 ± 0.003 ^a
	II	92.10 ± 0.73	340.72 ± 0.83 ^a	46.81 ± 0.10 ^a	35.06 ± 0.01 ^a	1.335 ± 0.003 ^b
	III	92.10 ± 1.03	331.33 ± 0.83 ^b	44.60 ± 0.12 ^b	34.18 ± 0.03 ^b	1.305 ± 0.005 ^c
	IV	91.67 ± 0.97	319.73 ± 2.67 ^c	44.43 ± 0.14 ^b	32.58 ± 0.24 ^c	1.364 ± 0.006 ^a
15 ~ 21	I	337.14 ± 0.86 ^a	702.76 ± 2.29 ^b	84.37 ± 0.30 ^a	52.23 ± 0.20 ^c	1.615 ± 0.001 ^a
	II	339.38 ± 1.24 ^a	732.19 ± 0.95 ^a	83.64 ± 0.24 ^b	56.12 ± 0.04 ^a	1.491 ± 0.005 ^c
	III	331.32 ± 2.73 ^b	676.27 ± 3.27 ^c	75.81 ± 0.47 ^d	49.28 ± 0.08 ^d	1.538 ± 0.007 ^b
	IV	318.27 ± 1.36 ^c	705.91 ± 1.32 ^b	80.68 ± 0.22 ^c	55.38 ± 0.01 ^b	1.457 ± 0.004 ^d
22 ~ 28	I	702.76 ± 2.29 ^b	1 165.33 ± 3.33 ^b	122.17 ± 0.27 ^a	66.08 ± 0.15 ^b	1.849 ± 0.000 ^b
	II	732.19 ± 0.95 ^a	1 212.67 ± 2.86 ^a	120.73 ± 0.32 ^b	68.64 ± 0.27 ^a	1.759 ± 0.002 ^d
	III	676.27 ± 3.27 ^c	1 084.82 ± 1.59 ^c	110.13 ± 0.35 ^d	58.36 ± 0.24 ^c	1.887 ± 0.014 ^a
	IV	705.91 ± 1.32 ^b	1 169.09 ± 1.45 ^b	119.67 ± 0.18 ^c	66.17 ± 0.02 ^b	1.809 ± 0.002 ^c
29 ~ 35	I	1 041.77 ± 3.23 ^b	1 529.08 ± 3.54 ^c	141.48 ± 0.60 ^b	69.62 ± 0.04 ^d	2.032 ± 0.007 ^a
	II	1 125.23 ± 3.23 ^a	1 694.46 ± 2.08 ^a	145.80 ± 0.31 ^a	81.32 ± 0.16 ^a	1.793 ± 0.007 ^d
	III	1 022.36 ± 2.43 ^c	1 537.71 ± 2.29 ^b	134.76 ± 0.27 ^d	73.62 ± 0.02 ^b	1.830 ± 0.004 ^c
	IV	1 025.57 ± 3.93 ^c	1 519.86 ± 3.64 ^d	137.18 ± 0.39 ^c	70.61 ± 0.04 ^c	1.943 ± 0.007 ^b
36 ~ 42	I	1 529.08 ± 3.54 ^c	1 975.39 ± 4.15 ^c	140.20 ± 0.62 ^a	63.76 ± 0.09 ^c	2.199 ± 0.007 ^a
	II	1 694.46 ± 2.08 ^a	2 225.23 ± 2.46 ^a	138.77 ± 0.37 ^b	75.82 ± 0.05 ^a	1.830 ± 0.004 ^d
	III	1 537.71 ± 2.29 ^b	2 009.14 ± 3.93 ^b	126.63 ± 0.34 ^c	67.35 ± 0.23 ^b	1.880 ± 0.002 ^c
	IV	1 519.86 ± 3.64 ^d	1 955.57 ± 3.07 ^d	126.38 ± 0.26 ^c	62.24 ± 0.08 ^d	2.030 ± 0.007 ^b

同列同一日龄阶段数据肩标不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 相同小写字母或无字母表示差异不显著 ($P > 0.05$)。

In the same column, values at the same age with different small letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$), while with the same small letter or no letter superscripts mean no significant difference ($P > 0.05$).

2.2 复合微生态制剂对肉鸡盲肠菌群数量的影响

由表 3 可以看出, 在 14、28 和 42 日龄, 各试验组肉鸡盲肠乳酸菌数量均在一定程度上高于对照组, 说明复合微生态制剂及其佐剂的添加确有促进肉鸡盲肠乳酸菌繁殖的潜力, 但仅 14 日龄和 28 日龄时 II 组和 III 组与对照组差异显著 ($P < 0.05$), IV 组与对照组差异不显著 ($P > 0.05$), 且 42 日龄时各试验组与对照组差异不显著 ($P > 0.05$); II 组

和 III 组之间差异不显著 ($P > 0.05$)。由此可见, 在促进肉鸡盲肠乳酸菌繁殖方面, II 组和 III 组的添加水平较合适。

14 日龄时, 各试验组肉鸡盲肠大肠杆菌数量均在一定程度上低于对照组, 且 II 组和 III 组与对照组差异显著 ($P < 0.05$), 但 IV 组与对照组差异不显著 ($P > 0.05$); II 组和 III 组之间差异不显著 ($P > 0.05$), 但 II 组显著低于 IV 组 ($P < 0.05$)。28 日龄时, 仅 II 组肉鸡盲肠大肠杆菌数量显著低于

对照组 ($P < 0.05$), III 组与对照组差异不显著 ($P > 0.05$), IV 组显著高于对照组 ($P < 0.05$)。42 日龄时, 各组肉鸡大肠杆菌数量较 14 日龄和 28 日龄大大增加, 这可能是由于当时天气寒冷, 鸡舍温度很难控制, 使得通风条件不好, 鸡舍内粪便的污染使得细菌得不到有效排除所致, 复合生态制

剂及其佐剂的添加也并未起到改善的效果, 各组肉鸡大肠杆菌数量均无显著差异 ($P > 0.05$)。总体看来, 复合生态制剂及其佐剂的添加能在一定条件下降低肉鸡盲肠大肠杆菌数量, 以 II 组的添加水平较合适。

表 3 复合生态制剂对肉鸡盲肠乳酸菌和大肠杆菌数量的影响
Table 3 Effects of compound probiotics on the number of *Lactobacillus* and *E. coli* in cecum of broilers

项目 Items	日龄 Age/d	组别 Groups			
		I	II	III	IV
乳酸菌 <i>Lactobacillus</i>	14	7.72 ± 0.16 ^b	8.66 ± 0.18 ^a	8.73 ± 0.07 ^a	7.83 ± 0.07 ^b
	28	8.36 ± 0.04 ^b	8.74 ± 0.23 ^a	8.80 ± 0.06 ^a	8.43 ± 0.03 ^b
	42	7.83 ± 0.19	7.92 ± 0.09	8.03 ± 0.12	8.03 ± 0.08
大肠杆菌 <i>E. coli</i>	14	7.87 ± 0.06 ^a	7.39 ± 0.20 ^c	7.52 ± 0.01 ^{bc}	7.71 ± 0.02 ^{ab}
	28	7.96 ± 0.03 ^b	7.63 ± 0.05 ^c	7.92 ± 0.07 ^b	8.13 ± 0.14 ^a
	42	8.14 ± 0.10	8.07 ± 0.09	8.08 ± 0.10	8.18 ± 0.20

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 相同小写字母或无字母表示差异不显著 ($P > 0.05$)。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$), while with the same small letter or no letter superscripts mean no significant difference ($P > 0.05$). The same as below.

2.3 复合生态制剂对肉鸡血浆总抗氧化能力的影响

由表 4 可知, 除了 14 日龄时 IV 组肉鸡血浆总抗氧化能力显著低于对照组 ($P < 0.05$) 外, 整个试验期间各试验组肉鸡血浆总抗氧化能力都在一定程度上高于对照组。21 日龄时 I、II、III 组肉鸡血浆总抗氧化能力较 14 日龄时均明显下降, 这可能是由于饲养方式由箱养转变为笼养造成的应激所致, IV 组有所上升, 可能是测定时的误差所致; 添加复合生态制剂及其佐剂可显著提高肉鸡血浆

总抗氧化能力 ($P < 0.05$), 且 II 组显著高于 IV 组 ($P < 0.05$)。28 日龄时除了 IV 组外各组肉鸡血浆总抗氧化能力均有所回升, 且 II 组和 III 组均与对照组差异显著 ($P < 0.05$)。35 日龄时各组肉鸡血浆总抗氧化能力继续上升, 其中 II 组和 III 组均与对照组差异显著 ($P < 0.05$), 而 IV 组与对照组差异不显著 ($P > 0.05$)。这表明复合生态制剂及其佐剂的添加可以有效增强机体抗氧化水平, 添加效果以 II 组和 III 组较为稳定。

表 4 复合生态制剂对肉鸡血浆总抗氧化能力的影响
Table 4 Effects of compound probiotics on total antioxidant capacity in plasma of broilers

日龄 Age/d	组别 Groups			
	I	II	III	IV
14	22.80 ± 1.42 ^a	24.03 ± 2.30 ^a	24.70 ± 0.53 ^a	19.40 ± 0.76 ^b
21	14.77 ± 2.03 ^c	17.04 ± 1.24 ^b	19.34 ± 1.98 ^{ab}	21.58 ± 0.80 ^a
28	16.85 ± 1.46 ^b	20.14 ± 1.40 ^a	20.18 ± 1.25 ^a	18.02 ± 0.99 ^b
35	17.18 ± 1.13 ^b	20.93 ± 2.07 ^a	21.81 ± 1.35 ^a	18.91 ± 1.46 ^{ab}

2.4 复合生态制剂对肉鸡免疫器官指数的影响

所有处死的肉鸡免疫器官外观未见异常。由

表 5 可知, 14 日龄时各试验组肉鸡的脾脏指数均在一定程度上高于对照组, 其中 IV 组肉鸡的脾脏指数最高, 显著高于对照组和 II 组 ($P < 0.05$), 但

与Ⅲ组差异不显著 ($P > 0.05$); 28 日龄时仅Ⅱ组肉鸡的脾脏指数高于对照组, 但差异不显著 ($P > 0.05$), Ⅲ组和Ⅳ组肉鸡的脾脏指数比对照组低, 其中Ⅲ组比对照组降低了 15.24% ($P < 0.05$), Ⅳ组比对照组降低了 6.67% ($P > 0.05$); 42 日龄时各试验组肉鸡的脾脏指数均在一定程度上高于对照组, 其中Ⅳ组肉鸡的脾脏指数最高, 显著高于对照组和Ⅲ组 ($P < 0.05$), 但与Ⅱ组差异不显著 ($P > 0.05$)。总体看来, 在提高肉鸡脾脏指数方面, Ⅱ组和Ⅳ组的效果较好。

14 日龄时各试验组肉鸡的法氏囊指数均在一

定程度上高于对照组, 其中Ⅱ组和Ⅲ组肉鸡的法氏囊指数显著高于对照组 ($P < 0.05$), 但与Ⅳ组差异不显著 ($P > 0.05$); 28 日龄时Ⅱ组肉鸡的法氏囊指数比对照组有所降低, 但差异不显著 ($P > 0.05$), Ⅲ组和Ⅳ组均有所升高, 但仅Ⅲ组与对照组差异显著 ($P < 0.05$); 42 日龄时Ⅱ组肉鸡的法氏囊指数比对照组有所降低, 但差异不显著 ($P > 0.05$), Ⅲ组和Ⅳ组均显著升高 ($P < 0.05$)。总体看来, 在提高肉鸡法氏囊指数方面, 复合微生态制剂及其佐剂的添加效果以Ⅲ组较好。

表 5 复合微生态制剂对肉鸡脾脏指数和法氏囊指数的影响

Table 5 Effects of compound probiotics on indices of spleen and bursa of Fabricius of broilers

mg/g

项目 Items	日龄 Age/d	组别 Groups			
		I	II	III	IV
脾脏指数 Spleen index	14	0.75 ± 0.06 ^b	0.76 ± 0.02 ^b	0.83 ± 0.08 ^{ab}	0.97 ± 0.05 ^a
	28	1.05 ± 0.51 ^a	1.08 ± 0.11 ^a	0.89 ± 0.39 ^b	0.98 ± 0.96 ^{ab}
	42	0.92 ± 0.07 ^b	1.11 ± 0.08 ^a	0.98 ± 0.05 ^b	1.15 ± 0.10 ^a
法氏囊指数 Bursa of Fabricius index	14	1.39 ± 0.13 ^b	1.79 ± 0.05 ^a	1.95 ± 0.11 ^a	1.63 ± 0.04 ^{ab}
	28	1.47 ± 0.23 ^b	1.37 ± 0.15 ^b	2.30 ± 0.15 ^a	1.67 ± 0.19 ^b
	42	0.80 ± 0.06 ^b	0.62 ± 0.07 ^b	1.08 ± 0.14 ^a	1.10 ± 0.12 ^a

3 讨 论

3.1 复合微生态制剂对肉鸡生产性能的影响

微生态制剂具有促进动物生长、提高饲料转化率和降低动物死亡率等多种功能^[8]。这一观点在本试验中再次被证实。本试验研究表明, 添加 2.0‰ 复合微生态制剂 A 和 0.5‰ 复合微生态制剂佐剂 B 时, 肉鸡平均日增重显著高于对照组 ($P < 0.05$), 料重比显著低于对照组 ($P < 0.05$)。吴亨进等^[9]的研究显示, 在饲料中添加有效微生物 (EM) 复合制剂的试验组肉鸡增重速度显著高于对照组 ($P < 0.05$)。李树鹏等^[10]研究表明, 黄芪多糖、益生菌和合生元均能显著提高雏鸡周增重 ($P < 0.05$), 减少饲料消耗 ($P < 0.05$), 降低料重比 (全期分别降低 13.96%、15.26% 和 12.34%, $P < 0.05$)。

3.2 复合微生态制剂对肉鸡肠道菌群的影响

复合微生态制剂中的芽孢杆菌通过消耗肠道内的氧气, 降低肠道内的氧化还原电势, 创造有利于厌氧菌生长的环境, 扶植肠道内的优势菌群, 抑制大肠杆菌的数量, 使失调的肠道菌群结构调整恢复到正常状态, 起到抗菌防病的作用。作为肠

道内的优势菌群的乳酸菌可以使简单的碳水化合物产生大量的乳酸, 从而降低肠道内的 pH, 使一些只适于 pH 6~7 的菌群的生长受到抑制。乳酸菌作为优势菌群大量繁殖, 有利于动物的生长发育及生产性能的提高。本试验将芽孢杆菌和乳酸菌与其他成分配伍, 收到了较好的效果。本试验结果表明, 添加 2.0‰ 复合微生态制剂 A 和 0.5‰ 复合微生态制剂佐剂 B 时, 14 日龄和 28 日龄肉鸡盲肠乳酸菌数量显著高于对照组 ($P < 0.05$), 大肠杆菌数量显著低于对照组 ($P < 0.05$)。元娜等^[11]研究表明, 在基础饲粮中添加 1.5 g/kg 复合微生态制剂, 每克盲肠内容物中大肠杆菌数量较对照组降低 37.51% ($P < 0.01$), 乳酸菌数量较对照组提高 1.92% ($P < 0.05$)。董秀梅等^[12]的研究显示, 与对照组比较, 复合微生态制剂组显著地增加了肠道内乳酸菌、肠球菌的数量, 同时显著地降低了肠道内大肠杆菌的数量。李树鹏等^[13]研究表明, 黄芪多糖和益生菌均能有效促进雏鸡肠道有益微生物——乳酸菌和双歧杆菌的增殖, 并对肠道有害菌——大肠杆菌有抑制作用, 且后者的效果优于前者; 两者同时添加于雏鸡饲粮中, 其作用效果远远超过单纯添加, 表明黄芪多糖与益生菌能协

同作用,共同维持肠道生态区系的平衡和稳定。

3.3 复合微生态制剂对肉鸡抗氧化指标的影响

肉鸡由于其营养及生理特点,体内脂质含量相对较高,故容易发生脂质过氧化反应,产生的过氧化产物会对机体产生一定的损害。总抗氧化能力是衡量机体抗氧化能力的指标。本试验结果显示,添加 2.0‰ 复合微生态制剂 A 和 0.5‰ 或 1.0‰ 复合微生态制剂佐剂 B 显著增加了 21、28 和 35 日龄肉鸡的总抗氧化能力($P < 0.05$)。这与复合微生态制剂中的维生素 C、维生素 E、酵母硒等抗氧化成分密切相关。武江利等^[14]研究显示,在育成蛋鸭饲料中添加 15 和 20 IU/kg 维生素 E 时,可在一定程度上提高蛋鸭血清和肝脏中的总抗氧化能力,但与对照组差异不显著($P > 0.05$);王巧莉等^[15]研究表明,在基础饲料中添加 0.3 mg/kg 酵母硒时,3、6 和 9 周龄肉鹅血清中总抗氧化能力以及 6 周龄肉鹅肝脏中总抗氧化能力显著增强($P < 0.05$)。

3.4 复合微生态制剂对肉鸡免疫功能的影响

免疫器官称重法是目前研究机体免疫状况的方法之一。一般认为免疫器官重量增加为免疫增强的表现^[16],而免疫器官重量降低为免疫抑制所致。免疫器官的绝对重量皆随日龄的增加而增大,但其相对重量有随其日龄增加而减小的趋势。脾脏属于外周免疫器官,它能产生大量的淋巴细胞,可以分泌特殊性的免疫抗体。法氏囊属于中枢免疫系统,是一种淋巴上皮性器官,是血清抗体生成、系统细胞生长和分化的部位。李树鹏等^[10]研究表明,在基础饲料中添加黄芪多糖和益生菌的合生元组雏鸡的法氏囊指数和脾脏指数均显著高于空白对照组、黄芪多糖组和益生菌组($P < 0.05$)。在雏鸡阶段,法氏囊是主要的免疫器官,随着日龄的不断增长,脾脏逐渐发育成熟,成为主要的免疫器官,而逐渐取代法氏囊的首要位置。本试验结果表明,添加 0.5‰ 复合微生态制剂佐剂 B 的组肉鸡的法氏囊指数虽然在 28 日龄和 42 日龄显著低于添加 1.0‰ 和 2.0‰ 复合微生态制剂佐剂 B 的组($P < 0.05$),但添加 0.5‰ 复合微生态制剂佐剂 B 的组肉鸡的脾脏指数在 42 日龄时显著高于添加 1.0‰ 复合微生态制剂佐剂 B 的组和对照组($P < 0.05$)。

4 结 论

① 添加 2.0‰ 复合微生态制剂 A 和 0.5‰ 复

合微生态制剂佐剂 B 效果最好,能够提高肉鸡生产性能,改善其肠道菌群,提高其血浆总抗氧化能力。

② 适量添加复合微生态制剂及其佐剂可以提高肉鸡的脾脏指数和法氏囊指数,增强其免疫功能。

参考文献:

- [1] NEWBOLD C J, WALLACE R J, MCLINTOSH F M. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants [J]. British Journal of Nutrition, 1996, 76(2): 249-261.
- [2] 王俊峰,陈雁南,温超,等. 合生素对肉鸡生长性能、免疫器官指数、血清免疫指标及肠道菌群的影响[J]. 动物营养学报, 2010, 22(1): 163-168.
- [3] 陈家祥,张仁义,王全溪,等. 地衣芽孢杆菌对肉鸡生长性能、抗氧化指标和血液生化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2010, 22(4): 1019-1023.
- [4] 章世元,徐春燕,董晓芳,等. 苜蓿多糖和黄芪多糖对肉仔鸡淋巴细胞增殖的影响[J]. 动物营养学报, 2010, 22(3): 670-674.
- [5] CHO W C, LEUNG K N. *In vitro* and *in vivo* antitumor effect of *Astragalus membranaceus* [J]. Cancer Cell, 2007, 252(11): 430.
- [6] 徐小芳,罗燕,赵民,等. 中药复方多糖对鸡抗氧化功能的影响[J]. 中国农业科学, 2009, 42(2): 706-713.
- [7] 肖啸,杨继生,张静,等. 左旋咪唑对仔猪免疫指标的影响[J]. 甘肃畜牧兽医, 2008(4): 2-6.
- [8] 张民,刁其玉. 益生菌的营养和免疫特性及其应用[J]. 山东饲料, 2003(2): 9-11.
- [9] 吴亨进,王明福,孙秋勇,等. 复合微生态制剂对肉鸡生产性能及空气质量的影响[J]. 养殖与饲料, 2008(5): 81-84.
- [10] 李树鹏,赵献军. 黄芪多糖、益生菌合生元对雏鸡生长和免疫的作用[J]. 中国农学通报, 2005, 21(6): 51-54.
- [11] 元娜,陈奇,刘丛敏,等. 复合微生态制剂对蛋鸡舍内氨气浓度、养分吸收率及肠道菌群的影响[J]. 饲料工业, 2010, 31(20): 42-45.
- [12] 董秀梅,张超范,魏萍. 复合微生态制剂对肉仔鸡肠道菌群及抗氧化机能的影响[J]. 中国家禽, 2004, 26(14): 11-14.
- [13] 李树鹏,赵献军. 黄芪多糖及益生菌合生元对雏鸡肠道生态区系的影响[J]. 家畜生态学报, 2005, 26(3): 21-27.
- [14] 武江利,王安,张养东. 维生素 E 对育成金定鸭生长及免疫和抗氧化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2008, 20(6): 686-693.

- [15] 王巧莉, 王宝维, 范永存, 等. 酵母硒对肉鹅免疫和抗氧化指标的影响 [J]. 动物营养学报, 2009, 21 (3): 398 - 404.
- [16] 王显慧, 刘福柱, 牛竹叶, 等. VC 对肉鸡生产性能、胴体品质、免疫机能和抗氧化特性的影响 [J]. 西北农林科技大学学报, 2010, 38(2): 1 - 7.

Effects of Compound Probiotics on Performance, Intestinal Microflora, Antioxidant Indices and Immune Function of Broilers

HU Shunzhen ZHANG Jianmei* XIE Quanxi LI Xiaoying

(Shandong Boly-Lely Bioengineering Co., Ltd., Tai'an 271000, China)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of compound probiotics on the performance, intestinal microflora, antioxidant indices and immune function of broilers. Two hundred and forty 1-day-old female broiler chickens were randomly divided into 4 groups with 3 replicates in each group and 20 chickens per replicate. The chickens in the control group (group I) were fed a basal diet, and those in other groups (groups II, III and IV) were fed the basal diet and drank the water with compound probiotics A and its adjuvant B in different levels. From 6 days of age, compound probiotics A of 2.0‰ diets was supplemented twice a week (half of 2.0‰ of weekly feed intake at a time), and adjuvant B was supplemented for successive 3 days (once a day) after immunization at 7, 14 and 21 days of age, respectively, and the supplemental level of adjuvant B was 0.5‰, 1.0‰ and 2.0‰ of daily feed intake of broilers, respectively. The pre-trial period lasted for 5 days, and the experiment lasted for 37 days. Performance, intestinal microflora, antioxidant and immune indices were determined in different periods. The results showed as follows: 1) in every test period, compared with the control group, the average daily gain of broilers in group II was significantly higher ($P < 0.05$), and feed/gain (F/G) was significantly lower ($P < 0.05$); except F/G at 7 to 14 days and 15 to 21 days, the average daily gain and F/G of broilers in group II were significantly better than those in the other groups ($P < 0.05$). 2) The number of cecal *Lactobacillus* of broilers aged 14 and 28 days in groups II and III was significantly higher than that in the control group ($P < 0.05$); the number of cecal *E. coli* of broilers aged 14 days in groups II and III was significantly lower than that in the control group ($P < 0.05$); for 28-day-old broilers, only the number of cecal *E. coli* in group II was significantly lower than that in the control group ($P < 0.05$). 3) The total antioxidant capacity in plasma of broilers aged 21, 28 and 35 days in groups II and III was significantly higher than that in the control group ($P < 0.05$), but there was no significant difference between group II and group III ($P > 0.05$). 4) The spleen index of broilers aged 14 and 42 days in group IV was significantly higher than that in the control group ($P < 0.05$); the bursa of Fabricius index of broilers aged 14, 28 and 42 days in group III was higher than that in the control group ($P < 0.05$). In conclusion, the supplementation of 2.0‰ compound probiotics A and 0.5‰ adjuvant B can improve performance, gain a better cecal micro-ecosystem, and enhance the antioxidant function of broilers. Meanwhile, the supplementation of compound probiotics and its adjuvant can improve the immune function of broilers to some degree. [Chinese Journal of Animal Nutrition, 2012, 24(2): 334-341]

Key words: compound probiotics; broilers; performance; intestinal microflora; antioxidant indices; immune function

* Corresponding author, assistant professor, E-mail: jianmei-0322@163.com

(编辑 何丽霞)