

复合微生态制剂与饲用抗生素对肉鸡生长性能、免疫性能和抗氧化指标的影响

谢全喜 崔诗法 徐海燕* 曹银生 林显华 辛国芹 谷 巍

(山东宝来利来生物工程股份有限公司, 泰安 271000)

摘 要: 本试验旨在研究复合微生态制剂与饲用抗生素对肉鸡生长性能、免疫性能和抗氧化指标的影响。试验选用 500 只 1 日龄雌性健康黄羽肉鸡, 随机分为 5 组, 每组 4 个重复, 每个重复 25 只。试验预试期 3 d, 正试期 35 d。I 组为对照组, 饲喂不含抗生素的基础饲料, V 组为抗生素组, II、III、IV 组为复合微生态制剂组, 复合微生态制剂添加量分别为 1.0‰、2.0‰、4.0‰。试验结束后, 测定各组试鸡生长性能、免疫性能和抗氧化指标。结果表明: 1) 在每个试验阶段, III 组肉鸡平均日增重均显著高于对照组和抗生素组 ($P < 0.05$); 且除 4~10 日龄和 32~38 日龄料重比外, III 组肉鸡料重比最低, 显著低于对照组和抗生素组 ($P < 0.05$)。2) 24 日龄时, III 组的脾脏指数、法氏囊指数分别高出 V 组 40.6%、47.7%, 差异显著 ($P < 0.05$); 17 日龄和 24 日龄时, III 组血清免疫球蛋白 G 含量分别高出 V 组 24.3%、16.2%, 差异显著 ($P < 0.05$); 24 日龄和 31 日龄时, III 组盲肠内容物的分泌型免疫球蛋白 A 含量分别高出 V 组 11.4%、39.3%, 差异显著 ($P < 0.05$); 10 日龄和 38 日龄时, III 组新城疫抗体效价分别高出 V 组 37.0%、32.4%, 差异显著 ($P < 0.05$)。3) 10 日龄和 38 日龄时, III 组血清总抗氧化能力最高, 分别高出 V 组 45.2%、56.7%, 差异显著 ($P < 0.05$)。由此可知, 添加 2.0‰ 复合微生态制剂能够提高肉鸡生长性能, 提高其抗氧化能力。同时复合微生态制剂的添加可以在一定程度上增强肉鸡的免疫功能。

关键词: 复合微生态制剂; 抗生素; 生长性能; 免疫性能; 抗氧化指标

中图分类号: S816.7; S831.5

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2012)07-1336-09

随着我国养殖业的迅速发展, 由细菌或病毒引起的动物疾病日渐增多, 但抗生素的广泛应用, 不仅降低了畜产品的品质, 而且残留在畜禽食品中, 危害人类健康。目前, 肉鸡养殖场为了防止鸡生病, 提高养殖效益, 刚进鸡苗时就饲喂抗生素, 导致鸡群自身抵抗力下降, 有的甚至会引起免疫抑制。微生态制剂是由活体微生物制成的生物活性制剂, 它能有效地补充畜禽消化道内的有益微生物, 改善消化道菌群平衡^[1], 迅速提高肉鸡胸腺、脾脏、法氏囊指数, 促进胸腺、脾脏、法氏囊的发育^[2]。此外, 微生态制剂还具有无残留、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^[3]。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^[4]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, 显著降低了后期采食量; 陈家祥等^[5]用地衣芽孢杆菌饲喂雄性麻羽肉鸡 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, 料重比显著降低, 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。本试验旨在研究由高活性抑菌型枯草芽孢杆菌、植物乳杆菌、载体组成的复合微生态制剂与饲用抗生

收稿日期: 2012-02-08

作者简介: 谢全喜(1984—), 女, 山东聊城人, 硕士, 主要从事动物微生态的研究。E-mail: xiequanxi@126.com

* 通讯作者: 徐海燕, 畜牧师, E-mail: xucaoyichuan@163.com

素对肉鸡生长性能、免疫性能和抗氧化指标方面的影响,为复合微生态制剂替代饲用抗生素在肉鸡生产中的推广应用提供试验依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

复合微生态制剂:植物乳杆菌(1.557) 2.0×10^8 CFU/g、枯草芽孢杆菌(1.1413) 3.0×10^8 CFU/g、维生素 E 20 IU/g、维生素 C 50 mg/g,载体为葡萄糖。其中,植物乳杆菌和枯草芽孢杆菌购自中国普通微生物菌种保藏中心;维生素 E 和维生素 C 购自河北省石家庄中试盛邦商贸有限公司。

饲用抗生素:市售莫能霉素、抗敌素、盐霉素、杆菌肽锌和阿散酸;鸡新城疫弱毒苗和传染性法氏囊疫苗均购自齐鲁动物保健品厂;鸡分泌型免疫球蛋白 A(sIgA) ELISA 试剂盒、鸡血清免疫球

蛋白 G(IgG) ELISA 试剂盒均购自上海劲马实验设备有限公司;鸡血清总抗氧化能力(T-AOC)检测试剂盒购自南京建成生物工程研究所。

1.2 试验设计与饲料组成

将体重均匀、健康状况基本相同的 500 只 1 日龄雌性肉鸡随机分成 5 个组,每组 4 个重复,每个重复 25 只。试验预试期 3 d,饲喂基础饲料,饮用煮开后凉透的自来水;正试期 35 d。I 组为空白对照组,饲喂不含抗生素的基础饲料;II、III、IV 组为复合微生态制剂组,分别在基础饲料中添加 1.0‰、2.0‰、4.0‰ 复合微生态制剂;V 组为抗生素组,试鸡 4~17 日龄在基础饲料中添加莫能霉素(90 g/t)、抗敌素(30 g/t)、阿散酸(100 g/t),18~38 日龄在基础饲料中添加盐霉素(70 g/t)、杆菌肽锌(30 g/t)、阿散酸(100 g/t)。

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。

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 | 1~17 日龄 1 to 17 days of age | 18~38 日龄 18 to 38 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 | 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 ¹⁾ | 0.75 | 0.58 |
| 合计 Total | 100.00 | 100.00 |
| 营养水平 Nutrient levels ²⁾ | | |
| 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 |

¹⁾ 预混料为每千克饲料提供 Premix provided the following per kilogram 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 10.50 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。

²⁾ 营养水平为计算值。Nutrition levels were calculated values.

1.3 饲养管理

试验鸡各重复采用分笼饲养,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 生长性能

分别于试鸡 10、17、24、31、38 日龄以重复为单位对禁食(自由饮水)12 h 后的肉鸡称重,记录各阶段供料量、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 免疫器官指数

分别于试鸡 10、17、24、31、38 日龄从每个重复中随机抽取 2 只禁食(自由饮水)12 h 后的肉鸡,分别称重,颈动脉放血处死,立即无菌解剖并分离脾脏和法氏囊,剔除脂肪后称鲜重,计算免疫器官指数。免疫器官指数的计算公式如下:

免疫器官指数(mg/g) = 免疫器官重量/活体重。

1.4.3 血清免疫球蛋白

分别于试鸡 10、17、24、31、38 日龄从每个重复中随机抽取 2 只肉鸡,颈动脉采血,待血液凝固后,3 000 r/min 离心 10 min 分离血清,采用鸡血清 IgG ELISA 试剂盒测定血清中 IgG 含量。

1.4.4 T-AOC

分别于试鸡 10、24、38 日龄从每个重复中随机抽取 2 只肉鸡,颈动脉采血,3 000 r/min 离心 10 min 分离血清,使用 T-AOC 检测试剂盒测定血清 T-AOC。

1.4.5 肠液中 sIgA

在试鸡 10、24、38 日龄,各组随机选取 2 只肉鸡,采用颈动脉放血处死,无菌操作取盲肠内容物,在灭菌生理盐水中摇匀,采用鸡 sIgA ELISA 试剂盒测定肠液中 sIgA 含量。

1.4.6 新城疫血凝抑制抗体效价

在试鸡 10、24、38 日龄,各组随机选取 2 只肉鸡,颈动脉采血,分离血清,进行倍比稀释,用 V 型血凝板检测血清中的血凝抑制抗体效价^[6]。

1.5 数据统计与处理

试验数据采用 SPSS 13.0 进行统计,采用 one-way ANOVA 进行方差分析,LSD 法进行组间多重比较, $P < 0.05$ 表示差异显著,结果均以平均

值±标准差表示。

2 结 果

2.1 复合微生态制剂对肉鸡生长性能的影响

试验期间肉鸡的健康状况良好,仅预试期死亡 3 只肉鸡,可能是由于笼养密度大,拥挤踩踏所致。

由表 2 可知,4~10 日龄时,V 组肉鸡平均日采食量最高,显著高于对照组和复合微生态制剂组($P < 0.05$);Ⅲ组和Ⅳ组肉鸡平均日增重显著高于对照组和抗生素组($P < 0.05$),料重比显著低于对照组和抗生素组($P < 0.05$),且Ⅲ组肉鸡平均日增重最高,与Ⅳ组差异不显著($P > 0.05$),Ⅳ组肉鸡料重比最低,但与Ⅲ组差异不显著($P > 0.05$)。

11~17 日龄时,Ⅳ组肉鸡平均日采食量显著低于其他各组($P < 0.05$);Ⅱ组和Ⅲ组肉鸡平均日增重显著高于其他各组($P < 0.05$);Ⅲ组肉鸡料重比最低,且显著低于对照组和抗生素组($P < 0.05$)。

18~24 日龄时,Ⅳ组肉鸡平均日采食量最低,显著低于其他各组($P < 0.05$),Ⅲ组肉鸡平均日采食量次之,显著低于对照组和抗生素组($P < 0.05$);Ⅲ组肉鸡平均日增重显著高于对照组和抗生素组($P < 0.05$),且料重比最低,显著低于其他各组($P < 0.05$)。

25~31 日龄时,Ⅱ组和Ⅲ组肉鸡平均日采食量显著低于对照组和抗生素组($P < 0.05$),且Ⅱ组和Ⅲ组间差异不显著($P > 0.05$);Ⅲ组肉鸡平均日增重最高,显著高于其他各组($P < 0.05$),且Ⅲ组肉鸡料重比最低,显著低于对照组和抗生素组($P < 0.05$)。

32~38 日龄时,Ⅲ组肉鸡平均日采食量显著低于其他各试验组($P < 0.05$),且与对照组差异不显著($P > 0.05$);Ⅲ组肉鸡平均日增重最高,但与其他各组差异不显著($P > 0.05$);Ⅱ组和Ⅲ组肉鸡料重比显著低于对照组和抗生素组($P < 0.05$),且Ⅱ组肉鸡料重比最低,与Ⅲ组间差异显著($P < 0.05$)。

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

表 2 复合微生态制剂和饲用抗生素对肉鸡生长性能的影响

Table 2 Effects of compound probiotics and antibiotics on growth performance of broilers

| 日龄 Age | 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 |
|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|----------------------------------|--------------------------|
| 4~10 日龄 4 to 10 days of age | I | 71.75±0.48 | 213.26±1.02 ^a | 29.21±0.01 ^d | 20.22±0.36 ^a | 1.445±0.005 ^c |
| | II | 71.48±0.21 | 214.47±0.83 ^a | 28.05±0.05 ^a | 20.29±0.29 ^a | 1.380±0.010 ^b |
| | III | 71.00±0.41 | 222.03±0.91 ^b | 28.80±0.02 ^c | 21.58±0.28 ^b | 1.335±0.007 ^a |
| | IV | 71.45±0.22 | 221.46±1.54 ^b | 28.50±0.03 ^b | 21.43±0.43 ^b | 1.330±0.028 ^a |
| | V | 71.85±0.13 | 214.84±0.88 ^a | 29.42±0.02 ^e | 20.28±0.27 ^a | 1.450±0.014 ^c |
| 11~17 日龄 11 to 17 days of age | I | 213.51±0.64 ^a | 409.51±0.64 ^a | 44.80±0.00 ^b | 28.00±0.00 ^a | 1.600±0.010 ^d |
| | II | 214.97±0.34 ^b | 427.98±1.48 ^c | 45.65±0.36 ^b | 30.43±0.43 ^b | 1.500±0.010 ^b |
| | III | 222.78±0.48 ^c | 443.28±3.02 ^d | 44.70±0.42 ^b | 31.50±0.64 ^b | 1.435±0.025 ^a |
| | IV | 221.71±0.19 ^c | 419.71±0.76 ^b | 42.01±0.22 ^a | 28.29±0.15 ^a | 1.485±0.025 ^b |
| | V | 215.59±0.14 ^b | 415.09±3.08 ^a | 44.96±0.73 ^b | 28.50±0.79 ^a | 1.560±0.020 ^c |
| 18~24 日龄 18 to 24 days of age | I | 409.51±0.28 ^a | 736.51±0.31 ^a | 79.42±0.25 ^e | 46.72±0.15 ^b | 1.700±0.020 ^c |
| | II | 428.23±0.51 ^c | 761.22±1.92 ^c | 77.81±0.43 ^c | 47.57±0.57 ^c | 1.625±0.005 ^b |
| | III | 443.28±0.24 ^d | 778.26±1.30 ^d | 76.81±0.46 ^b | 47.86±0.29 ^c | 1.605±0.015 ^a |
| | IV | 419.71±0.20 ^b | 741.71±0.39 ^b | 74.75±0.23 ^a | 46.00±0.14 ^a | 1.625±0.025 ^b |
| | V | 415.09±0.21 ^b | 745.00±0.34 ^b | 78.24±0.22 ^d | 47.13±0.13 ^b | 1.660±0.030 ^b |
| 25~31 日龄 25 to 31 days of age | I | 737.01±0.02 ^a | 1 039.03±1.13 ^a | 85.12±0.56 ^c | 43.15±0.29 ^a | 1.975±0.015 ^c |
| | II | 761.22±0.32 ^c | 1 069.73±0.33 ^c | 83.21±0.27 ^a | 44.15±0.15 ^b | 1.885±0.005 ^b |
| | III | 778.51±0.27 ^d | 1 111.54±2.03 ^d | 83.95±0.28 ^a | 47.58±0.44 ^d | 1.775±0.025 ^a |
| | IV | 741.71±0.39 ^b | 1 056.22±0.13 ^b | 84.25±0.14 ^b | 44.93±0.07 ^c | 1.875±0.005 ^b |
| | V | 745.00±0.34 ^b | 1 053.00±3.14 ^b | 87.56±0.29 ^d | 44.00±0.86 ^b | 1.990±0.020 ^c |
| 32~38 日龄 32 to 38 days of age | I | 1 038.78±0.46 ^a | 1 449.01±0.40 ^a | 121.97±0.44 ^b | 58.50±0.21 | 2.085±0.005 ^d |
| | II | 1 069.73±0.33 ^c | 1 482.73±0.29 ^c | 118.00±0.28 ^a | 59.00±0.14 | 2.000±0.020 ^a |
| | III | 1 111.54±0.28 ^d | 1 528.53±2.02 ^d | 121.23±0.16 ^b | 59.57±0.57 | 2.035±0.015 ^b |
| | IV | 1 056.09±0.04 ^b | 1 468.60±0.26 ^b | 122.28±0.15 ^c | 58.93±0.07 | 2.075±0.005 ^c |
| | V | 1 053.00±0.27 ^b | 1 464.50±0.09 ^b | 123.16±0.15 ^d | 58.79±0.08 | 2.095±0.005 ^d |

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 3 可知, 10 日龄时, II 组和 III 组脾脏指数差异不显著 ($P>0.05$), 但均显著高于对照组和 V 组 ($P<0.05$)。其中 III 组分别高出 I 组、V 组 11.4% 和 16.7%; 17 日龄时, II 组、III 组和 IV 组脾脏指数均显著高于对照组和抗生素组 ($P<0.05$), 其中 III 组脾脏指数最高, 分别高出 I 组、V 组 24.7% 和 26.0%; 24 和 31 日龄时, 各试验组脾脏指数呈上升趋势, 其中 III 组脾脏指数均最高, 与其他各试验组差异均显著 ($P<0.05$), 分别比 V 组高 40.6%

和 47.2%; 38 日龄时, III 组脾脏指数显著高于对照组和抗生素组 ($P<0.05$), 分别高出 32.4% 和 39.1%, II 组、III 组和 IV 组间差异不显著 ($P>0.05$)。总体看来, 在提高肉鸡脾脏指数方面, III 组的效果较好。

10 日龄时, II 组、III 组和 IV 组法氏囊指数显著高于对照组和抗生素组 ($P<0.05$), 且 III 组法氏囊指数最高; 17 日龄时, III 组、IV 组法氏囊指数显著高于对照组和抗生素组 ($P<0.05$), 其中 III 组分别高出 I 组、V 组 27.0% 和 28.5%; 24 日龄时, III 组法氏囊指数最高, 与其他各试验组差异均显著 ($P<0.05$), 分别高出 I 组、V 组 43.7% 和

47.7%;31 日龄时,各试验组法氏囊指数均有一定程度地下降,但Ⅲ组法氏囊指数仍然最高,显著高于对照组和抗生素组($P<0.05$);38 日龄时,Ⅱ组、Ⅲ组和Ⅳ组法氏囊指数显著高于对照组和抗

生素组($P<0.05$),且Ⅱ组、Ⅲ组和Ⅳ组间差异不显著($P>0.05$),其中Ⅱ组法氏囊指数最高。总体看来,在提高肉鸡法氏囊指数方面,复合微生态制剂的添加效果以Ⅲ组较好。

表 3 复合微生态制剂和抗生素对肉鸡脾脏指数和法氏囊指数的影响

Table 3 Effects of compound probiotics and antibiotics 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 | V |
| 脾脏指数 Spleen index | 10 | 0.88±0.02 ^a | 1.01±0.03 ^b | 0.98±0.05 ^b | 0.92±0.02 ^{ab} | 0.84±0.03 ^a |
| | 17 | 0.97±0.04 ^a | 1.15±0.04 ^b | 1.21±0.02 ^b | 1.20±0.02 ^b | 0.96±0.02 ^a |
| | 24 | 1.13±0.02 ^b | 1.24±0.03 ^c | 1.42±0.03 ^d | 1.29±0.02 ^c | 1.01±0.02 ^a |
| | 31 | 1.36±0.03 ^b | 1.39±0.02 ^b | 1.84±0.03 ^c | 1.47±0.02 ^b | 1.25±0.04 ^a |
| | 38 | 1.45±0.03 ^a | 1.65±0.28 ^{ab} | 1.92±0.03 ^b | 1.64±0.04 ^{ab} | 1.38±0.13 ^a |
| 法氏囊指数 Bursa of Fabricius index | 10 | 1.72±0.04 ^a | 2.21±0.05 ^b | 2.32±0.02 ^b | 2.31±0.06 ^b | 1.83±0.05 ^a |
| | 17 | 2.59±0.21 ^a | 2.93±0.26 ^{ab} | 3.29±0.06 ^b | 3.20±0.08 ^b | 2.56±0.08 ^a |
| | 24 | 3.34±0.17 ^a | 4.23±0.14 ^b | 4.80±0.04 ^c | 4.18±0.14 ^b | 3.25±0.18 ^a |
| | 31 | 2.82±0.04 ^a | 3.05±0.04 ^b | 3.25±0.09 ^c | 3.04±0.05 ^b | 2.76±0.02 ^a |
| | 38 | 0.93±0.04 ^b | 1.25±0.03 ^c | 1.16±0.05 ^c | 1.20±0.07 ^c | 0.79±0.02 ^a |

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 复合微生态制剂对肉鸡血清 IgG 含量的影响

由表 4 可知,10 日龄时,各组间不存在显著性差异($P>0.05$);17 和 24 日龄时,Ⅲ组 IgG 含量最高,与其他各组存在显著性差异($P<0.05$),17 日龄时,Ⅲ组分别高出Ⅰ组、Ⅴ组 22.1% 和

24.3%,24 日龄时,Ⅲ组分别高出Ⅰ组、Ⅴ组 20.2%和 16.2%;31 和 38 日龄时,除对照组外,各组间不存在显著性差异($P>0.05$)。总体来看,Ⅲ组即添加 2.0‰复合微生态制剂组对血清中 IgG 的影响效果较好。

表 4 复合微生态制剂和抗生素对肉鸡血清 IgG 含量的影响

Table 4 Effects of compound probiotics and antibiotics on serum IgG concentration of broilers ng/mL

| 日龄 Age/d | 组别 Groups | | | | |
|-------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | I | II | III | IV | V |
| 10 | 2 789.6±26.3 | 2 851.6±67.4 | 2 886.8±46.8 | 2 929.3±150.5 | 2 723.8±27.1 |
| 17 | 2 596.2±42.51 ^a | 2 826.2±88.2 ^b | 3 168.7±66.2 ^c | 2 902.5±44.1 ^b | 2 548.4±52.3 ^a |
| 24 | 2 666.0±27.3 ^a | 2 904.9±51.1 ^b | 3 203.9±45.7 ^c | 2 918.3±43.4 ^b | 2 756.3±50.9 ^a |
| 31 | 1 576.3±51.9 ^a | 2 112.8±154.5 ^b | 2 296.0±23.34 ^b | 2 235.9±28.1 ^b | 2 255.8±137.3 ^b |
| 38 | 2 185.9±64.6 ^a | 2 395.2±16.9 ^b | 2 453.5±54.2 ^b | 2 264.7±70.6 ^{ab} | 2 332.2±69.4 ^{ab} |

2.4 复合微生态制剂对肉鸡血清 T-AOC 的影响

由表 5 可知,10 日龄时,Ⅲ组 T-AOC 最高,与其他各组存在显著性差异($P<0.05$),高出Ⅴ组 45.2%;24 日龄时,Ⅰ组最低,与其他各组存在显著性差异($P<0.05$),Ⅲ组最高,分别高出Ⅰ组、Ⅴ组 28.9%和 14.6%;38 日龄时,Ⅲ组血清中

T-AOC 最高,与其他各组差异显著($P<0.05$),分别高出Ⅰ组、Ⅴ组 49.4%和 56.7%。

2.5 复合微生态制剂对肉鸡盲肠内容物中 sIgA 含量的影响

由表 6 可知,10 日龄时,Ⅲ组盲肠内容物的 sIgA 含量最高,但与Ⅱ组和Ⅴ组差异不显著($P>$

0.05);17 日龄时,Ⅲ组 sIgA 含量较 10 日龄时稍微有所下降,Ⅱ组含量最高,与Ⅲ组差异不显著($P>0.05$),与其他各组存在显著性差异($P<0.05$);24 日龄时,Ⅲ组含量回升到最高,与其他各组差异显著($P<0.05$),分别高出Ⅰ组、Ⅴ组 17.7%和 11.4%;31 日龄时,各组 sIgA 含量较 24

日龄时均下降,Ⅲ组比Ⅴ组高 39.3%,差异显著($P<0.05$);38 日龄时,Ⅱ组、Ⅲ组间差异不显著($P>0.05$),但与其他各组存在显著性差异($P<0.05$)。总体看来,除 17 日龄外,其他日龄Ⅲ组盲肠内容物中 sIgA 的含量都是最高的,也就是说 2.0‰复合微生态制剂添加量效果最好。

表 5 复合微生态制剂和抗生素对肉鸡血清 T-AOC 的影响

Table 5 Effects of compound probiotics and antibiotics on serum total antioxidant capacity of broilers U/mL

| 日龄 Age/d | 组别 Groups | | | | |
|-------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | I | II | III | IV | V |
| 10 | 5.86±0.10 ^a | 5.12±0.54 ^a | 7.32±0.11 ^b | 5.81±0.22 ^a | 5.04±0.12 ^a |
| 24 | 2.87±0.02 ^a | 3.12±0.03 ^b | 3.70±0.09 ^c | 3.17±0.02 ^b | 3.23±0.06 ^b |
| 38 | 4.72±0.12 ^{ab} | 4.98±0.26 ^b | 7.05±0.09 ^c | 4.80±0.03 ^{ab} | 4.50±0.02 ^a |

表 6 复合微生态制剂和抗生素对肉鸡盲肠内容物中 sIgA 含量的影响

Table 6 Effects of compound probiotics and antibiotics on sIgA content of cecal contents of broilers ng/g

| 日龄 Age/d | 组别 Groups | | | | |
|-------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | I | II | III | IV | V |
| 10 | 989.84±5.86 ^a | 1 030.67±42.86 ^{ab} | 1 130.58±39.26 ^b | 1 015.87±39.33 ^a | 1 032.58±18.62 ^{ab} |
| 17 | 957.54±5.05 ^a | 1 054.60±28.36 ^c | 1 020.59±11.56 ^{bc} | 941.65±2.71 ^a | 1 007.28±6.02 ^b |
| 24 | 1 113.72±31.16 ^a | 1 169.56±18.78 ^a | 1 311.24±19.83 ^b | 1 136.60±5.25 ^a | 1 177.40±10.84 ^a |
| 31 | 640.66±23.33 ^{ab} | 700.94±61.00 ^{ab} | 764.98±15.10 ^b | 625.42±71.43 ^{ab} | 548.97±23.94 ^a |
| 38 | 574.08±18.64 ^a | 728.21±8.04 ^c | 752.31±16.85 ^c | 604.66±48.61 ^b | 499.14±17.26 ^{ab} |

2.6 复合微生态制剂对肉鸡血清新城疫抗体效价的影响

由表 7 可知,10 日龄时,微生态制剂组新城疫抗体效价均高于Ⅰ组和Ⅴ组,且Ⅲ组最高,与其他各组存在显著性差异($P<0.05$);24 日龄时,Ⅲ组分别高出Ⅰ组、Ⅴ组 19.7%和 18.4%,差异显著($P<0.05$),且各试验组抗体效价水平较 10 日龄时均有较大程度地提高,这可能是由于第 2 次强

免后使得疫苗效力得到有力加强;随着肉鸡日龄的增加,38 日龄时,Ⅲ组效价最高,与其他各组均差异显著($P<0.05$),但各组抗体效价水平均呈现不同程度地下降,较 24 日龄时,Ⅲ组降低 32.7%、Ⅴ组降低 48.4%,这说明饲用抗生素组下降较快。试验结果表明,复合微生态制剂的添加可以在一定程度上增强抗体表达水平,其中以 2.0‰添加量效果最好。

表 7 微生态制剂和抗生素对肉鸡血清新城疫抗体效价的影响

Table 7 Effects of compound probiotics and antibiotics on antibody titer of Newcastle disease in serum of broilers

| 日龄 Age/d | 组别 Groups | | | | |
|-------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | I | II | III | IV | V |
| 10 | 3.30±0.37 ^a | 3.46±0.23 ^a | 4.26±0.19 ^b | 3.52±0.22 ^a | 3.11±0.12 ^a |
| 24 | 4.58±0.08 ^a | 4.89±0.05 ^b | 5.48±0.05 ^c | 4.96±0.07 ^b | 4.63±0.04 ^a |
| 38 | 3.35±0.14 ^{ab} | 3.47±0.12 ^{ab} | 4.13±0.08 ^c | 3.55±0.16 ^b | 3.12±0.12 ^a |

3 讨 论

3.1 复合微生态制剂和饲用抗生素对肉鸡生长性能的影响

微生态制剂具有促进生长、提高饲料转化率等多种功能。许多研究表明,饲料中添加微生态制剂可有效改善玉米-豆粕型饲料的能量利用率,提高动物的生产性能^[7-8]。吴亨进等^[9]的研究显示,在饲料中添加 EM 复合微生态制剂的试验组肉鸡增重速度较对照组明显,差异显著($P < 0.05$)。李亚贵等^[10]研究表明,用复合微生态制剂饲喂 35 日龄断奶仔猪,20 d 后,与对照组相比较,增重提高 19.6%,节约饲料 15.22%。本试验结果表明,微生态制剂组的料重比低于对照组和抗生素组,以 2.0‰ 添加量的效果最好。所以微生态制剂以一定比例添加到肉鸡饲料中,可以改善肉鸡的生长性能。

3.2 复合微生态制剂和饲用抗生素对肉鸡免疫性能的影响

3.2.1 复合微生态制剂和饲用抗生素对肉鸡免疫器官指数的影响

法氏囊是禽类特有的体液免疫器官,脾脏则是禽类最大的外周免疫器官,是体内产生抗体的主要器官,参与全身的细胞免疫和体液免疫^[11]。免疫器官的发育状态及机能强弱直接决定着禽类的免疫水平^[12]。免疫器官相对重量增加,说明机体细胞的免疫机能增加。本试验中,17、24、31、38 日龄时,复合微生态制剂 2.0‰ 添加组脾脏指数和法氏囊指数都高于饲用抗生素组,24 和 31 日龄时,Ⅲ组脾脏指数和Ⅴ组差异显著,24 日龄时,Ⅲ组法氏囊指数显著高出Ⅴ组 47.7%。试验结果表明,微生态制剂对肉鸡免疫器官的发育有促进作用,尤其是添加 2.0‰ 的复合微生态制剂效果最为明显。

3.2.2 复合微生态制剂和饲用抗生素对肉鸡血清中 IgG 的影响

IgG 是生物体液内主要的一类抗体,占血液中免疫球蛋白总量的 70%~75%。在结合补体、增强免疫细胞吞噬病原微生物和中和细菌毒素的能力方面,具有重要作用,能有效地抗感染。本试验中,17、24 日龄时,Ⅲ组血清中 IgG 最高,与Ⅴ组差异显著;10、31、38 日龄时,各试验组不存在显著性差异($P < 0.05$),但Ⅲ组血清中 IgG 含量较高。结

果表明饲料中添加 2‰ 的复合微生态制剂能够提高肉鸡血清中 IgG 的量,提高肉鸡免疫性能。

3.2.3 复合微生态制剂和饲用抗生素对肉鸡盲肠内容物中 sIgA 含量的影响

免疫球蛋白 A(IgA)在动物血清中含量较少,占血清免疫球蛋白总量的 10%~20%,但它是外分泌液中的主要免疫球蛋白,分泌液中的 IgA 称为 sIgA。动物肠道与外界环境相通,长期与大量的病原微生物接触。因此,为了抵抗病原体的感染,黏膜免疫系统构成了机体抵抗病原体入侵的第一道屏障,黏膜相关淋巴组织主要部位是肠道相关淋巴组织(GALT),且 GALT 是构成这道屏障的主要物质基础,而黏膜免疫的主要效应因子是 sIgA。消化道黏膜表面定植、生长的大量有益菌,则是黏膜免疫系统的重要组成部分。微生态制剂是一类能在肠道定植,维护肠道菌群平衡,并刺激肠道黏膜免疫组织,对肠道黏膜免疫有重要影响的有益微生物群落。大量试验证明,添加微生态制剂后能明显提高抗体水平,产生干扰素,提高免疫球蛋白浓度和巨噬细胞活性,增强机体免疫功能和抗病力^[13]。目前认为,动物口服益生菌后,能够调整肠道菌群,使肠道微生物系统处于最佳的平衡状态,活化肠黏膜内的相关淋巴组织,使 sIgA 抗体分泌增强^[14]。本试验中,24、31、38 日龄时,Ⅲ组和Ⅴ组存在显著性差异,Ⅲ组 sIgA 抗体水平最高。结果表明,Ⅲ组即复合微生态制剂 2‰ 添加量时能显著增强黏膜免疫的作用,提高机体免疫功能和抗病力。

3.2.4 复合微生态制剂和饲用抗生素对肉鸡新城疫血凝抑制抗体效价的影响

多年来,新城疫一直为严重危害养鸡业的主要传染病之一。动物体血清中的抗体水平高低为评估其免疫状况的重要指标之一,目前通常选用新城疫血凝抑制抗体水平来评价肉鸡的体液免疫情况。李树鹏等^[15]的研究表明,在基础饲料基础上添加黄芪多糖、益生菌剂及合生元后,试验组雏鸡血清新城疫抗体效价均较对照组升高。本试验中,24 日龄时测得的抗体水平最高,主要原因可能是 21 日龄的二免起到了很好的强化作用。38 日龄时Ⅲ组抗体效价与 24 日龄时相比降低 32.7%,而Ⅴ组饲用抗生素组则下降 48.4%,说明复合微生态制剂Ⅲ组新城疫抗体与饲用抗生素组相比下降速度较慢。微生态制剂中的益生菌作为抗原不

断刺激机体免疫系统,机体的 B 细胞分泌特异性抗体的功能也得到不断刺激,从而使 B 细胞抗体分泌能力得到延长,抗体滴度下降较慢。

3.3 复合微生态制剂和饲用抗生素对肉鸡血清 T-AOC 的影响

T-AOC 是衡量机体抗氧化能力的指标,它的高低代表机体的总抗氧化能力。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,产生的过氧化产物对机体有一定的伤害。王巧莉等^[16]的研究表明,在基础饲料中添加 0.3 mg/kg 酵母硒时,血清中各周龄 T-AOC 以及肝脏中 6 周龄 T-AOC 显著增强。本试验结果显示,2.0‰ 复合微生态制剂组显著提高了 10、24、38 日龄时 T-AOC。

4 结 论

① 添加 2.0‰ 复合微生态制剂组效果最好,能够提高肉鸡生长性能,提高其血清 T-AOC。

② 适量添加复合微生态制剂可以提高肉鸡的脾脏指数和法氏囊指数,提高血清中 IgG 水平,提高盲肠内容物中 sIgA 含量,增强肉鸡新城疫血凝抑制抗体效价水平,最终增强其机体免疫力。

参考文献:

- [1] 张磊,李佳,张涛,等.微生态制剂对肉仔鸡生产性能和免疫功能的影响[J].北京农学院学报,2008,23(4):15—18.
- [2] 易力,倪学勤,潘康成,等.微生态制剂对仔鸡生产性能和免疫功能的影响[J].中国家禽,2004,26(23):15—18.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 姚火春.兽医微生物学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [7] 李洪龙,王智航,胡闯.乳酸菌制剂对肉鸡生产性能的影响[J].饲料工业,2008,29(9):20—22.
- [8] 温建新,邵峰,单虎.乳酸 L-68 型粪肠球菌对肉鸡生产性能和免疫功能的影响[J].中国微生态学,2008,20(2):161—165.
- [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] 李亚贵,马青竹.复合畜禽微生态制剂生产技术研究[J].兽药与饲料添加剂,2009,14(6):22—24.
- [11] 顾金,周维仁,闫俊书,等.微生态制剂对鸡肠道菌群调控的研究[J].饲料研究,2010(1):22—24.
- [12] 程相朝,张春杰.中药免疫增强剂对肉仔鸡免疫器官生长发育及免疫活性细胞影响的研究[J].中兽医学杂志,2002(3):6—8.
- [13] 李亚杰,赵献军.益生菌对肠道黏膜免疫的影响[J].动物医学进展,2006,27(7):38—41.
- [14] 徐晶,金征宇.益生菌的作用机理及其在饲料中的应用[J].中国饲料,2001(1):37—38.
- [15] 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.
- [16] 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.

Effects of Compound Probiotics and Antibiotics on Growth Performance, Immune Function and Antioxidant Indices of Broilers

XIE Quanxi CUI Shifa XU Haiyan* CAO Yinsheng LIN Xianhua XIN Guoqin GU Wei
(Shandong BaoLai-LeeLai Bioengineering Co., Ltd., Tai'an 271000, China)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of compound probiotics and antibiotics on the growth performance, immune function and antioxidant indices of broilers. Five hundred one-day-old female broiler chickens were randomly divided into 5 groups with 4 replicates in each group and 25 chickens per replicate. The chickens in the control group (group I) were only fed a basal diet, group V was the antibiotics group, and groups II, III and IV were compound probiotics groups, supplemented with 1.0‰, 2.0‰ and 4.0‰ compound probiotics, respectively. The pre-trial period lasted for 3 days, and the experiment lasted for 35 days. Growth performance, immune function and antioxidant indices were determined in different periods. The results showed as follows: 1) in every test period, compared with the control group and antibiotics group, the average daily gain of broilers in group III was significantly higher ($P < 0.05$); except feed/gain (F/G) at age of 4 to 10 days and 32 to 38 days, the F/G in group III was significantly lower ($P < 0.05$); 2) at the age of 24 days, the spleen index and the bursa of Fabricius index in group III were all higher than those in group V ($P < 0.05$), higher above 40.6% and 47.7%, respectively; at the age of 17 days and 24 days, the serum immunoglobulin G (IgG) concentrations in group III were all higher than those in group V ($P < 0.05$), higher above 24.3% and 16.2%, respectively; the secretory immunoglobulin A (sIgA) of intestinal fluid in group III were all higher than those in group V, higher above 11.4% and 39.3%, respectively ($P < 0.05$) at the age of 24 days and 31 days; at the age of 10 days and 38 days, the antibody titer in group III were all higher than those in group V, higher above 37.0% and 32.4%, respectively ($P < 0.05$); 3) at the age of 10 days and 38 days, the serum total antioxidant capacity in group III were all higher than those in group V, higher above 45.2% and 56.7%, respectively. In conclusion, the supplementation of 2.0‰ compound probiotics can improve growth performance, and enhance the antioxidant function of broilers. Meanwhile, the supplementation of compound probiotics can improve the immune function of broilers to some degree. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2012, 24(7):1336-1344]

Key words: compound probiotics; antibiotics; growth performance; immune function; antioxidant indices

* Corresponding author, livestock technician, E-mail: xucaoyichuan@163.com

(编辑 田艳明)