

姜辣素和大蒜素及其组合对 817 肉鸡生长性能、抗氧化和免疫功能的影响

范秋丽¹ 李 辉² 蒋守群^{1*} 李 龙¹ 叶金玲¹ 陶正国² 程宗佳²

(1.广东省农业科学院动物科学研究所,畜禽育种国家重点实验室,农业农村部华南动物营养与饲料重点实验室,广东省畜禽育种与营养研究重点实验室,广州 510640;2.广州立达尔生物科技股份有限公司,广州 510660)

摘要: 本试验旨在研究姜辣素和大蒜素及其组合对 817 肉鸡生长性能、抗氧化和免疫功能的影响。选用 900 只 2 日龄 817 肉鸡,根据体重一致原则分为 6 个组,每组 6 个重复,每个重复 25 只。试验分 2~21 日龄和 22~41 日龄 2 个阶段,试验期 40 d。各组抗生素、姜辣素和大蒜素添加情况分别为:A 组(0 添加)、B 组(2 mg/kg 恩拉霉素)、C 组(100 mg/kg 姜辣素)、D 组(400 mg/kg 大蒜素)、E 组(第 1 阶段 25 mg/kg 姜辣素+100 mg/kg 大蒜素;第 2 阶段 50 mg/kg 姜辣素+200 mg/kg 大蒜素)、F 组(第 1 阶段 50 mg/kg 姜辣素+200 mg/kg 大蒜素;第 2 阶段 100 mg/kg 姜辣素+400 mg/kg 大蒜素)。结果表明:1)相比 A、B 组,D 和 E 组 2~21 日龄料重比显著降低($P<0.05$);E 组 22~41 日龄平均日增重以及 2~41 日龄平均日增重均显著升高($P<0.05$),22~41 日龄料重比以及 2~41 日龄料重比和增重饲料成本均显著降低($P<0.05$)。2)C、D、E 和 F 组屠体率显著高于 A 组($P<0.05$)。3)姜辣素和大蒜素对免疫器官指数无显著影响($P>0.05$)。4)相比 A、B 组,C、D、E 和 F 组血浆丙二醛(MDA)含量显著降低($P<0.05$);E 组血浆总抗氧化能力(T-AOC)显著升高($P<0.05$);C、E 和 F 组血浆氧化型谷胱甘肽(GSSG)含量显著降低($P<0.05$);F 组血浆还原型谷胱甘肽/氧化型谷胱甘肽(GSH/GSSG)显著升高($P<0.05$)。相比 A 组,B、C 和 E 组血浆免疫球蛋白 A(IgA)和免疫球蛋白 G(IgG)含量显著升高($P<0.05$);E 组血浆免疫球蛋白 M(IgM)含量显著升高($P<0.05$)。综上所述,817 肉鸡在 2~21 日龄阶段基础饲料中混合添加 25 mg/kg 姜辣素和 100 mg/kg 大蒜素,22~41 日龄阶段混合添加 50 mg/kg 姜辣素和 200 mg/kg 大蒜素可提高生长性能、经济效益、胴体性能、抗氧化和免疫功能。

关键词: 817 肉鸡;姜辣素;大蒜素;生长性能;免疫功能;抗氧化功能

中图分类号:S831

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2020)09-4132-08

抗生素作为生长促进剂被广泛应用于畜牧生产,但因长期使用导致病原菌耐药性的增加和畜禽产品药物残留的问题也越来越受到消费者的关注^[1-2]。自 2006 年欧盟国家禁止在畜禽饲料中使

用某些抗生素类生长促进剂以来,天然、无公害、无残留的绿色饲料添加剂受到了广泛的关注^[3-5]。姜辣素是生姜中姜酚类、姜烯酚类和姜酮类等具有辣味物质的总称^[6],具有抑菌效果,能显著减少

收稿日期:2020-03-13

基金项目:国家重点研发计划(2018YFD0500600);国家肉鸡产业技术体系项目(CARS-41-G10);国家自然科学基金青年科学基金(31802104);广东省科技计划项目(2017B020202003);广东省自然科学基金(2017A030310096);广东省科技计划项目(2019A050505007);广州市科技计划重点项目(201804020091);广东省农业科学院院长基金项目(201620,201805,201807B,201809B,201908);广东省农业科学院科技计划项目(201601TD)

作者简介:范秋丽(1987—),女,陕西渭南人,助理研究员,硕士,从事黄羽肉鸡营养研究。E-mail: 649698130@qq.com

*通信作者:蒋守群,研究员,硕士生导师,E-mail:1014534359@qq.com

培根风干成熟过程中有害微生物的数量和抑制生物胺的形成^[7];具有抗氧化作用,可增强小鼠机体的抗氧化性能^[8],在相同剂量条件下,姜辣素的抗氧化效果优于维生素 E 和抗坏血酸^[9];姜辣素还可缓解青霉菌对肉鸡的毒性作用,且最少添加剂量为 100 mg/kg^[10]。大蒜素是大蒜中大蒜新素和大蒜辣素的总称,主要生物活性成分为二烯丙基硫化物,具有抑菌和降脂等多种生物学功能^[11-12];可通过蛋白激酶 R 样内质网激酶/核转录因子相关因子 2 (PERK/Nrf2) 抗氧化信号通路改善内质网应激相关认知缺陷,提高抗氧化功能^[13];还可提高生长性能和免疫功能^[14]。目前,虽然大蒜素在肉鸡上的研究报道相对较多,但姜辣素单独添加以及姜黄素和大蒜素组合添加在肉鸡上的研究报道几乎没有。为此,本试验拟研究姜辣素和大蒜素单独及组合使用对 817 肉鸡生长性能、胴体性能、抗氧化和免疫功能的影响,旨在为姜辣素和大蒜素在肉鸡上的应用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

817 肉鸡购自江门大盛行农业科技有限公司。98% 恩拉霉素购自华北某生物科技有限公司。姜辣素和大蒜素均为天然植物提取物(非人工合成),由广州某生物科技股份有限公司提供。姜辣素有效成分为 4% 姜酚,大蒜素有效成分为 10% 二烯丙基硫化物。

1.2 试验设计

试验在广东省农业科学院动物科学研究所试验场进行。选用 900 只初始体重为 37.44 g 且健康状况良好的 2 日龄 817 肉母鸡,根据体重一致原则随机分为 A、B、C、D、E 和 F 6 个组,每组 6 个重复,每个重复 25 只。试验分 2 个阶段饲养:第 1 阶段(2~21 日龄)、第 2 阶段(22~41 日龄),试验期 40 d。各组抗生素、姜辣素和大蒜素添加情况分别为:A 组(0 添加)、B 组(2 mg/kg 恩拉霉素)、C 组(100 mg/kg 姜辣素)、D 组(400 mg/kg 大蒜素)、E 组(第 1 阶段 25 mg/kg 姜辣素+100 mg/kg 大蒜素;第 2 阶段 50 mg/kg 姜辣素+200 mg/kg 大蒜素)、F 组(第 1 阶段 50 mg/kg 姜辣素+200 mg/kg 大蒜素;第 2 阶段 100 mg/kg 姜辣素+400 mg/kg 大蒜素)。

1.3 饲养管理

试鸡平养于封闭式鸡舍,地面铺放木屑,自由采食颗粒料和饮水,各组饲养管理和环境条件一致,按照常规操作程序和免疫流程进行饲养和免疫。每天 08:00、14:00、20:00 测定鸡舍温度和相对湿度。

1.4 试验饲料

试验采用玉米-豆粕型基础饲料,根据《中国饲料成分及营养价值表》(2018 年第 29 版)配制饲料,营养水平参考《鸡饲养标准》(NY/T 33—2004),基础饲料组成及营养水平见表 1。各组饲料营养水平保持一致,抗生素、姜辣素和大蒜素按照不同添加水平等重量替代预混料的载体玉米芯粉。

1.5 指标测定与方法

1.5.1 生长性能

各阶段开始和结束前 1 天 19:00 断料供水,次日 07:00 以重复为单位称重,统计耗料量,计算平均日采食量(ADFI)、平均日增重(ADG)和料重比(F/G)。每天观察鸡只健康状况,一旦出现死鸡及时称所在栏剩料量,并统计死亡率,分析死亡原因并及时处理。计算公式如下:

$$\text{死亡率}(\%) = (\text{死亡数量} / \text{总数量}) \times 100。$$

根据市场原料和肉鸡价格估算增重成本和利润,计算公式如下:

$$\text{增重饲料成本}(\text{元}/\text{kg}) = \text{平均日采食量} \times \text{根据原料价格核算的饲料价格} / \text{平均日增重}。$$

表 1 基础饲料组成及营养水平(饲喂基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of basal diets (as-fed basis) %

项目 Items	2~21 日龄	22~41 日龄
	2 to 21 days of age	22 to 41 days of age
原料 Ingredients		
玉米 Corn	58.60	59.60
豆粕 Soybean meal	17.80	14.60
玉米蛋白粉 Corn gluten meal	2.00	2.00
次粉 Wheat middling	3.60	4.70
花生粕 Peanut meal	11.90	10.40
豆油 Soybean oil	1.00	2.90
赖氨酸 Lysine	0.40	0.30

续表 1

项目 Items	2~21 日龄	22~41 日龄
	2 to 21 days of age	22 to 41 days of age
蛋氨酸 Methionine	0.23	0.15
石粉 Limestone	1.22	1.09
磷酸氢钙 CaHPO ₄	1.95	1.80
食盐 NaCl	0.30	0.30
玉米芯粉 Corn cob meal		1.16
预混料 Premix ¹⁾	1.00	1.00
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels ²⁾		
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.14	12.56
粗蛋白质 CP	21.00	19.00
赖氨酸 Lys	1.16	0.98
蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.84	0.72
钙 Ca	1.00	0.90
总磷 TP	0.76	0.68
有效磷 AP	0.46	0.40

1) 预混料为 2~21 日龄阶段每千克饲料提供 The premix provided the following per kg of the diet for 2 to 21 days of age phase: VA 6 000 IU, VB₁ 3.8 mg, 烟酸 nicotinic acid 42 mg, VB₂ 4.0 mg, VB₆ 3.5 mg, VB₁₂ 0.01 mg, VD₃ 500 IU, VE 20 IU, VK 0.5 mg, 生物素 biotin 0.15 mg, 泛酸钙 calcium pantothenate 10 mg, 叶酸 folic acid 0.55 mg, 氯化胆碱 choline chloride 600 mg, Fe 80 mg, Cu 7 mg, Mn 60 mg, Zn 75 mg, I 0.35 mg, Se 0.11 mg。预混料为 22~41 日龄阶段每千克饲料提供 The premix provided the following per kg of the diet for 22 to 41 days of age phase: VA 6 000 IU, VB₁ 2.4 mg, 烟酸 nicotinic acid 16 mg, VB₂ 4.0 mg, VB₆ 3.5 mg, VB₁₂ 0.01 mg, VD₃ 500 IU, VE 20 IU, VK 0.5 mg, 生物素 biotin 0.15 mg, 泛酸钙 calcium pantothenate 10 mg, 叶酸 folic acid 0.55 mg, 氯化胆碱 choline chloride 600 mg, Fe 80 mg, Cu 7 mg, Mn 60 mg, Zn 65 mg, I 0.35 mg, Se 0.11 mg。

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

1.5.2 胴体性能

试验结束, 试鸡颈部放血致死去羽毛、脚皮、趾壳和喙壳后称重得屠体重。完整剥离两侧无骨、无皮、无脂肪的胸肌和腿肌, 分离包括肌胃周围脂肪的腹脂称重, 计算以屠体重为基础的胸肌率、腿肌率和腹脂率。

1.5.3 免疫器官指数

剖取免疫器官(脾脏、胸腺和法氏囊)并剔除

表面结缔组织和脂肪后称重, 计算各自重量占屠体重的百分率, 得到各免疫器官指数。计算公式如下:

免疫器官指数(%) = (器官重量/屠体重) × 100。

1.5.4 血浆生化指标

每重复选取接近平均体重的 2 只鸡翅静脉采血 5 mL 于加有肝素钠的抗凝管, 3 500 r/min 离心 10 min 取上清, 铁(Fe)氧化还原法测定血浆总抗氧化能力(T-AOC); 黄嘌呤氧化酶法测定血浆总超氧化物歧化酶(T-SOD)活性; TBA 法测定血浆丙二醛(MDA)含量; 二硫代二硝基苯甲酸法测定血浆还原型谷胱甘肽(GSH)含量; 5'-二硫代双 2-硝基苯甲酸(DTNB)速率比色法测定血浆氧化型谷胱甘肽(GSSG)含量; 双抗夹心法测定血浆免疫球蛋白 A(IgA)、免疫球蛋白 G(IgG)和免疫球蛋白 M(IgM)含量。以上指标均在多功能酶标仪(Spectra max M-5, molecular devices 公司, 美国)上读数, 免疫球蛋白试剂盒购自江苏麦莎实业有限公司, 其他试剂盒购自南京建成生物工程研究所, 各指标具体检测方法和结果计算均按照说明书进行。

1.6 数据统计分析

试验数据采用 SPSS 17.0 软件中的 one-way ANOVA 进行单因素方差分析, 当处理效应差异显著时进行 Duncan 氏法多重比较, $P < 0.05$ 为差异显著。试验结果均用平均值与均值标准误(SEM)表示。

2 结果

2.1 姜辣素和大蒜素及其组合对 2~41 日龄肉鸡生长性能的影响

由表 2 可知, 2~21 日龄, 与 A 组相比, D、E 和 F 组 F/G 分别显著降低 2.37%、1.78% 和 1.78% ($P < 0.05$), 且 D 和 E 组分别显著低于 B 组 1.79% 和 1.19% ($P < 0.05$)。22~41 日龄, 与 A 组相比, C 和 E 组 ADG 分别显著升高 8.98% 和 12.20% ($P < 0.05$), 且 E 组 ADG 显著高于 B 组 7.63% ($P < 0.05$); E 组 F/G 显著降低 10.82% ($P < 0.05$), 且显著低于 B 组 9.25% ($P < 0.05$)。2~41 日龄, 与 A 组相比, E 和 F 组 ADG 分别显著升高 5.96% 和 5.78% ($P < 0.05$), 且 E 组显著高于 B 组 5.50% ($P < 0.05$); D 和 E 组 F/G 分别显著降低 5.21% 和 9.00% ($P < 0.05$), 且 E 组显著低于 B 组 7.69%

($P<0.05$);E 组增重饲料成本分别显著低于 A 和 B 组 8.13% 和 6.80% ($P<0.05$)。

表 2 姜辣素和大蒜素及其组合对 2~41 日龄肉鸡生长性能的影响

Table 2 Effects of gingerol, allicin and their combination on growth performance of broilers at 2 to 41 days of age

项目 Items	组别 Groups						SEM	P 值 P-value
	A	B	C	D	E	F		
2~21 日龄 2 to 21 days of age								
平均日增重 ADG/g	15.81	15.84	15.75	16.14	16.35	15.67	0.09	0.311
平均日采食量 ADFI/g	26.74	26.59	26.42	26.70	27.01	26.04	0.15	0.538
料重比 F/G	1.69 ^a	1.68 ^{ab}	1.68 ^{abc}	1.65 ^d	1.66 ^{cd}	1.66 ^{bcd}	<0.01	0.002
死亡率 Mortality/%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<0.01	1.000
22~41 日龄 22 to 41 days of age								
平均日增重 ADG/g	33.19 ^c	34.60 ^{bc}	36.17 ^{ab}	34.70 ^{bc}	37.24 ^a	35.14 ^{abc}	0.35	0.008
平均日采食量 ADFI/g	77.62	78.30	78.63	75.37	76.72	77.65	0.39	0.203
料重比 F/G	2.31 ^a	2.27 ^a	2.20 ^{ab}	2.17 ^{ab}	2.06 ^b	2.21 ^a	0.02	0.007
死亡率 Mortality/%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.11	0.435
2~41 日龄 2 to 41 days of age								
平均日增重 ADG/g	24.50 ^c	25.26 ^{bc}	25.96 ^{ab}	25.25 ^{bc}	26.65 ^a	25.40 ^{abc}	0.20	0.025
平均日采食量 ADFI/g	51.86	52.52	52.86	50.72	52.20	51.93	0.25	0.180
料重比 F/G	2.11 ^a	2.08 ^{ab}	2.04 ^{ab}	2.00 ^{bc}	1.92 ^c	2.05 ^{ab}	0.01	0.001
增重饲料成本 Weight gain feed cost/(元/kg)	6.27 ^a	6.18 ^a	6.06 ^a	6.05 ^a	5.76 ^b	6.07 ^a	0.04	0.006
死亡率 Mortality/%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.11	0.435

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

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

2.2 姜辣素和大蒜素及其组合对 41 日龄肉鸡胴体性能的影响

由表 3 可知,与 A 组相比,C、D、E 和 F 组屠体率分别显著升高 2.57%、2.19%、2.69% 和 2.43% ($P<0.05$)。

2.3 姜辣素和大蒜素及其组合对 41 日龄肉鸡免疫器官指数的影响

由表 4 可知,与 A 和 B 组相比,姜辣素和大蒜素及其组合对免疫器官指数无显著影响 ($P>0.05$)。

表 3 姜辣素和大蒜素及其组合对 41 日龄肉鸡胴体性能的影响

Table 3 Effects of gingerol, allicin and their combination on carcass performance of broilers at 41 days of age

项目 Items	组别 Groups						SEM	P 值 P-value
	A	B	C	D	E	F		
屠体率 Carcass rate	86.89 ^b	87.93 ^{ab}	89.13 ^a	88.79 ^a	89.23 ^a	89.01 ^a	0.21	0.003
胸肌率 Breast muscle rate	14.52	13.59	14.39	14.66	14.40	14.76	0.26	0.839
腿肌率 Leg muscle rate	13.08	13.57	14.00	13.27	14.28	14.57	0.18	0.109
腹脂率 Abdominal fat rate	1.39	0.92	1.32	0.80	1.27	0.83	0.08	0.097

2.4 姜辣素和大蒜素及其组合对 41 日龄肉鸡血浆生化指标的影响

由表 5 可知,与 A 组相比,除 B 组外,其他各

组血浆 MDA 含量分别显著降低 67.39%、55.65%、56.08%、56.09% 和 40.43% ($P<0.05$), 且分别较 B 组显著降低 64.29%、51.43%、51.90% 和 34.76%

($P < 0.05$)。与 A 组相比, E 组血浆 T-AOC 显著升高 44.48% ($P < 0.05$), 且显著高于 B 组 34.51% ($P < 0.05$)。与 A 组相比, C、E 和 F 组血浆 GSSG 含量分别显著降低 42.46%、65.11% 和 72.51% ($P < 0.05$), 且 C、D、E 和 F 组分别显著低于 B 组 54.34%、44.15%、76.50% 和 78.19% ($P < 0.05$)。与 A 组相比, F 组血浆 GSH/GSSG 显著升高

85.71% ($P < 0.05$), 且 E 和 F 组分别显著高于 B 组 125% 和 225% ($P < 0.05$)。与 A 组相比, B、C 和 E 组血浆 IgA 含量分别显著升高 28.49%、30.94% 和 38.76% ($P < 0.05$), 血浆 IgG 含量显著升高 101.22%、100.39% 和 110.17% ($P < 0.05$)。与 A 组相比, E 组血浆 IgM 含量显著升高 55.87% ($P < 0.05$)。

表 4 姜辣素和大蒜素及其组合对 41 日龄肉鸡免疫器官指数的影响

Table 4 Effects of gingerol, allicin and their combination on immune organ indexes of broilers at 41 days of age

项目 Items	组别 Groups						SEM	P 值 P-value
	A	B	C	D	E	F		
脾脏指数 Spleen index	0.22	0.24	0.20	0.20	0.19	0.21	0.01	0.712
胸腺指数 Thymus index	0.45	0.39	0.43	0.55	0.52	0.49	0.02	0.307
法氏囊指数 Bursa of Fabricius index	0.22	0.20	0.15	0.19	0.27	0.22	0.01	0.318

表 5 姜辣素和大蒜素及其组合对 41 日龄肉鸡血浆生化指标的影响

Table 5 Effects of gingerol, allicin and their combination on plasma biochemical indexes of broilers at 41 days of age

项目 Items	组别 Groups						SEM	P 值 P-value
	A	B	C	D	E	F		
丙二醛 MDA/(nmol/mL)	2.30 ^a	2.10 ^a	0.75 ^c	1.02 ^{bc}	1.01 ^{bc}	1.37 ^b	0.12	<0.001
总抗氧化能力 T-AOC/(U/mL)	7.15 ^b	7.68 ^b	7.80 ^b	7.48 ^b	10.33 ^a	7.11 ^b	0.27	<0.001
总超氧化物歧化酶 T-SOD/(U/mL)	286.04	245.90	268.39	353.55	298.66	232.90	18.23	0.648
还原型谷胱甘肽 GSH/(mg/L)	3.14	3.13	2.03	2.09	1.77	3.22	0.22	0.180
氧化型谷胱甘肽 GSSG/(μ mol/L)	56.83 ^{ab}	71.62 ^a	32.70 ^{cd}	40.00 ^{bc}	16.83 ^d	15.62 ^d	4.35	<0.001
还原型谷胱甘肽/氧化型谷胱甘肽 GSH/GSSG	0.07 ^{bc}	0.04 ^c	0.05 ^{bc}	0.04 ^c	0.09 ^{ab}	0.13 ^a	0.01	0.001
免疫球蛋白 A IgA/(μ g/mL)	292.09 ^b	375.32 ^a	382.47 ^a	304.85 ^b	405.29 ^a	322.92 ^b	9.10	<0.001
免疫球蛋白 G IgG/(μ g/mL)	1 716.18 ^b	3 453.30 ^a	3 439.09 ^a	2 056.03 ^b	3 606.83 ^a	1 937.91 ^b	192.39	<0.001
免疫球蛋白 M IgM/(μ g/mL)	680.04 ^b	801.99 ^{ab}	715.36 ^b	741.25 ^b	900.13 ^a	701.74 ^b	19.57	0.003

3 讨论

3.1 姜辣素和大蒜素及其组合对 2~41 日龄肉鸡生长性能的影响

姜辣素可刺激消化道中的神经末梢, 引起胃肠蠕动, 增加唾液、胃液和肠消化液的分泌, 提高消化酶活性, 从而起到健脾胃、促消化、增食欲和提高机体生长性能的作用^[6,15]。大蒜素可通过改善饲料适口性, 刺激口腔味蕾, 增加食欲, 促进营养物质消化, 进而提高生长性能^[16]。本研究结果表明, 单独添加姜辣素提高了 22~41 日龄和 2~41

日龄 ADG, 此结果与 Oso 等^[17] 研究结果相似, 说明姜辣素可提高肉鸡后期和全期生长性能。单独添加大蒜素降低了 2~21 日龄 F/G, 此结果与韩杰等^[18] 研究结果相似, 说明大蒜素可提高肉鸡前期生长性能。两者混合添加降低了 2~21 日龄 F/G; E 组提高了 22~41 日龄和 2~41 日龄 ADG, 降低了 F/G, 此结果与 Karangiya 等^[19] 研究结果相似, 说明姜辣素和大蒜素混合添加可提高肉鸡不同阶段生长性能。对于养殖企业和农户来说, 除了生长性能外, 增重饲料成本是更为关注的指标, 本研究结果表明, 姜辣素和大蒜素混合添加 E 组增重饲料成本显著降低。因此, 综合本试验生长性能

和经济指标的结果,认为 2~41 日龄 817 肉鸡基础饲料中添加姜辣素和大蒜素组合最为适合。

3.2 姜辣素和大蒜素及其组合对 41 日龄肉鸡胴体性能的影响

屠体率是衡量禽类产肉性能的主要指标,产肉性能又直接决定经济效益,屠体率在 80% 以上,产肉性能良好^[20]。本研究结果表明,单独添加姜辣素可提高屠体率,此结果与张桂凤^[21]应用姜粉(含姜酚和黄酮类活性物质,粒度 30 目筛)在爱拔益加(AA)肉鸡上的研究结果相似,但丁组华^[22]研究结果表明,姜粉(含姜油和姜酚类活性物质,粒度 60 目筛)对 AA 肉鸡屠体率无显著影响,原因可能与添加物的主成分、粒度和肉鸡品种不同有关。权根花等^[23]研究表明,2%和 4%的大蒜素对 AA 肉鸡屠体率无显著影响。本研究结果表明,400 mg/kg 大蒜素可显著提高屠体率,原因可能与试验环境条件和添加剂量不同有关。本研究结果表明,姜辣素和大蒜素混合添加可显著提高屠体率,说明两者混合添加可提高胴体性能。

3.3 姜辣素和大蒜素及其组合对 41 日龄肉鸡免疫功能的影响

免疫器官指数和血液免疫球蛋白含量是评价家禽免疫机能的重要指标,免疫受到抑制导致免疫器官指数和免疫球蛋白含量降低^[24-25]。姜辣素可通过促进骨髓干细胞的分化、促进脾细胞的增殖、提高免疫球蛋白含量和 CD4/CD8 比率提高机体免疫功能^[26]。大蒜素可通过增加胸腺和脾脏等免疫器官重量、促进中枢淋巴细胞和外周淋巴细胞增殖、增加脾脏抗体细胞数量、提高单核细胞分泌水平和增加溶菌酶释放提高机体免疫功能^[27]。本研究结果表明,姜辣素、大蒜素及其组合添加对免疫器官指数无显著影响。韩路路^[28]研究表明,50~150 mg/kg 大蒜素可提高 35 日龄海兰褐蛋鸡胸腺、脾脏和法氏囊指数。梁才芝等^[29]研究表明,150 mg/kg 大蒜素可提高 42 日龄 SPF 鸡法氏囊和胸腺指数,原因可能与添加剂量和试鸡品种不同有关。本研究结果表明,单独添加姜辣素提高了血浆 IgA 和 IgG 含量,此结果与邓卉等^[30]在川藏黑仔猪上的研究结果相似。王丽等^[31]和韩路路^[28]研究表明,50~200 mg/kg 大蒜素可提高蛋雏鸡血清中免疫球蛋白含量。本研究结果表明,单独添加大蒜素对血浆免疫球蛋白含量无显著影响,原因可能与过高剂量的大蒜素对 B 细胞的刺

激不显著有关。姜辣素和大蒜素混合添加提高了血浆 IgA、IgG 和 IgM 含量,说明两者混合添加可通过提高体液免疫来提高免疫功能。

3.4 姜辣素和大蒜素及其组合对 41 日龄肉鸡抗氧化功能的影响

血液氧化和抗氧化指标可从某种程度反映机体抗氧化功能的强弱^[32],肉鸡可通过提高抗氧化功能提高生长性能^[33]。姜辣素的抗氧化作用与分子中酚羟基和烯链结构有关,可通过抑制活性氧的产生、清除自由基和过氧化物而发挥抗氧化作用^[34]。大蒜素中的硫醚类活性成分可通过清除氧自由基、抑制过氧亚硝酸根自由基(ONOO⁻)损伤血清白蛋白和提高抗氧化酶活性发挥抗氧化作用^[35-36]。本研究结果表明,单独添加姜辣素降低了血浆 MDA 和 GSSG 含量,这与孙全友等^[37]在 AA 肉鸡上的研究结果相似;单独添加大蒜素降低了血浆中 MDA 含量,此结果与 Wang 等^[38]在海兰褐蛋鸡上的结果一致;两者混合添加 E、F 组血浆 MDA 和 GSSG 含量降低,E 组 GSH/GSSG 提高,说明姜辣素和大蒜素单独添加或混合添加可通过减少肉鸡体内过氧化物来提高抗氧化功能,两者混合添加 E 组血浆 T-AOC 提高,说明混合添加还可通过提高抗氧化酶活性来提高抗氧化功能。

4 结 论

综合以上试验结果,817 肉鸡在 2~41 日龄阶段基础饲料中混合添加 25 mg/kg 姜辣素和 100 mg/kg 大蒜素,22~41 日龄阶段混合添加 50 mg/kg 姜辣素和 200 mg/kg 大蒜素可提高生长性能、胴体性能、抗氧化和免疫功能,且效果优于抗生素。

参考文献:

- [1] 张海棠,王顺来,王自良,等.中草药替代抗生素对育肥猪生产性能和免疫功能的影响[J].贵州农业科学,2011,39(7):137-139.
- [2] 汤海鸥,高秀华,姚斌,等.葡萄糖氧化酶对肉鸡生长性能的影响及其替代抗生素效果研究[J].饲料工业,2016,37(6):18-21.
- [3] 胡成,李宁宁,刘则学.饲料酵母添加剂生物学特性及其在养猪行业的应用[J].广东饲料,2019,28(2):33-35.
- [4] 张金凤,丁爽.几种常见功能性饲料添加剂[J].饲料博览,2018(5):91-92.
- [5] KHATTAK F, PASCHALIS V, GREEN M, et al. TY-

- PLEX[®] Chelate, a novel feed additive, inhibits *Campylobacter jejuni* biofilm formation and cecal colonization in broiler chickens [J]. *Poultry Science*, 2018, 97(4):1391-1399.
- [6] 刘明杰,杨在宾,万发春,等.姜粉作为畜禽饲料添加剂的潜在应用价值[J].*饲料研究*, 2010(10):76-77.
- [7] 王永丽,李锋,乔维维,等.姜辣素对培根风干成熟过程中微生物及生物胺形成的抑制效应[J].*食品科学*, 2015, 36(3):29-34.
- [8] 黄洲.不同剂量姜辣素对辐射损伤小鼠的抗氧化保护作用的研究[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学, 2010:4-24.
- [9] 赵晋.生姜姜辣素的提取及其功能性质研究[D].硕士学位论文.重庆:西南大学, 2008:3-10.
- [10] PAZHANIVEL N, BALACHANDRAN C. Nutritional effect of gingerol on haematobiochemical, liver antioxidant status and pathological changes against penicillic acid mycotoxicosis in broiler chickens [J]. *Pathology*, 2014, 4(3):1-12.
- [11] CHAN J Y Y, YUEN A C Y, CHAN R Y K, et al. A review of the cardiovascular benefits and antioxidant properties of allicin [J]. *Phytotherapy Research*, 2013, 27(5):637-646.
- [12] SANTHOSHA S G, JAMUNA P, PRABHAVATHI S N. Bioactive components of garlic and their physiological role in health maintenance; a review [J]. *Food Bioscience*, 2013, 3:59-74.
- [13] ZHU Y F, LI X H, YUAN Z P, et al. Allicin improves endoplasmic reticulum stress-related cognitive deficits via PERK/Nrf2 antioxidative signaling pathway [J]. *European Journal of Pharmacology*, 2015, 762:239-246.
- [14] 张君超.天然大蒜素的抑菌作用及对肉仔鸡生产性能、血清生化指标及生长激素的影响[D].硕士学位论文.南京:南京农业大学, 2012:4-16.
- [15] 夏道伦.生姜在养猪生产中的应用[J].*农村新技术*, 2016(8):32.
- [16] 占今舜,张彬,赵越.大蒜素在动物生产中的应用[J].*中国饲料*, 2012(18):38-41.
- [17] OSO A O, AWE A W, AWOSOGA F G, et al. Effect of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) on growth performance, nutrient digestibility, serum metabolites, gut morphology, and microflora of growing guinea fowl [J]. *Tropical Animal Health and Production*, 2013, 45(8):1763-1769.
- [18] 韩杰,孟军.大蒜素对AA肉仔鸡生长性能的影响[J].*粮食与饲料工业*, 2006(8):37-38.
- [19] KARANGIYA V K, SAVSANI H H, SOMA P S, et al. Effect of dietary supplementation of garlic, ginger and their combination on feed intake, growth performance and economics in commercial broilers [J]. *Veterinary World*, 2016, 9(3):245-250.
- [20] 孙盼,羊宣科,刘易均,等.儋州鸡胴体品质研究[J].*黑龙江畜牧兽医*, 2016(8):77-79.
- [21] 张桂凤.生姜对肉鸡生产性能、抗氧化性能及肉质影响的研究[D].硕士学位论文.泰安:山东农业大学, 2010:3-30.
- [22] 丁祖华.生姜粉对肉鸡肉质的影响研究[J].*安徽农学通报*, 2014, 20(12):130-131, 147.
- [23] 权根花,金春梅,尚学东.大蒜素对肉仔鸡生长性能、血液指标和屠体特性的影响[J].*中国饲料*, 2019(12):49-52.
- [24] 刘亚楠,李爱华,谢恺舟,等.迷迭香提取物对京海黄鸡生长性能、免疫器官指数和血清抗氧化性的影响[J].*中国兽医学报*, 2016, 36(7):1218-1223, 1272.
- [25] LI A H, ERHUI J, ENMEI Q, et al. Chitoooligosaccharide promotes immune organ development in broiler chickens and reduces serum lipid levels [J]. *Histology & Histopathology*, 2017, 32(9):951-961.
- [26] 潘华柱.姜辣素对小鼠免疫系统辐射损伤的保护及作用机制研究[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学, 2009:3-5.
- [27] 王继强,龙强,李爱琴,等.大蒜素的作用机理和应用研究进展[J].*中国饲料添加剂*, 2007(8):33-36.
- [28] 韩路路.大蒜素对蛋鸡免疫功能及生产性能的影响[D].硕士学位论文.哈尔滨:东北农业大学, 2015:3-30.
- [29] 梁才芝,王秀臻,王波,等.日粮中添加不同剂量大蒜素对SPF鸡生长性能与免疫机能的影响[J].*中国家禽*, 2013, 35(15):29-32.
- [30] 邓卉,杨加豹,陈瑾,等.姜黄素对川藏黑仔猪生长性能、机体抗氧化及免疫功能的影响[J].*中国饲料*, 2018(12):31-35.
- [31] 王丽,李忠浩.大蒜素对蛋雏鸡血清免疫球蛋白的影响[J].*黑龙江畜牧兽医*, 2014(14):101-102.
- [32] BOOSTANI A, SADEGHI A A, MOUSAVI S N, et al. Effects of organic, inorganic, and nano-Se on growth performance, antioxidant capacity, cellular and humoral immune responses in broiler chickens exposed to oxidative stress [J]. *Livestock Science*, 2015, 178:330-336.
- [33] 余东游,毛翔飞,秦艳,等.枯草芽孢杆菌对肉鸡生长性能及其抗氧化和免疫功能的影响[J].*中国畜牧杂志*, 2010, 46(3):22-25.
- [34] 邓开野,周海钰,邢盼盼.生姜的抗菌及抗氧化作用的研究进展[J].*中国调味品*, 2012, 37(2):28-31.
- [35] 周美云,李毅群,陈填烽,等.大蒜素与大蒜新素的抗氧化活性[J].*暨南大学学报(自然科学与医学版)*, 2012, 33(3):283-285.
- [36] 魏安琪.天然抗氧化剂对氮/氧自由基损伤抑制机制的研究[D].硕士学位论文.北京:北京工业大学, 2018:3-10.
- [37] 孙全友,李文嘉,徐彬,等.姜黄素和地衣芽孢杆菌对肉鸡生长性能、血清抗氧化功能、肠道微生物数量

和免疫器官指数的影响[J]. 动物营养学报, 2018, 30(8):3176-3183.

[38] WANG G C, HAN L L, WANG J, et al. Effects of al-

licin on lipid metabolism and antioxidant activity in chickens[J]. Journal of Northeast Agricultural University (English Edition), 2014, 21(3):46-49.

Effects of Gingerol, Allicin and Their Combination on Growth Performance, Antioxidant and Immune Function of 817 Broilers

FAN Qiuli¹ LI Hui² JIANG Shouqun^{1*} LI Long¹ YE Jinling¹ TAO Guozheng² CHENG Zongjia²

(1. State Key Laboratory of Livestock and Poultry Breeding, Key Laboratory of Animal Nutrition and Feed Science in South China, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Guangdong Key Laboratory of Animal Breeding and Nutrition, Institute of Animal Science, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China; 2. Guangzhou Leader Biotechnology Co., Ltd., Guangzhou 510660, China)

Abstract: The aim of this experiment was to study the effects of gingerol, allicin and their combination on the growth performance, antioxidant and immune function of 817 chickens. Nine hundred 2-day-old 817 male chickens were randomly assigned to six groups according body weight, each group consisted of six replicates with 25 broilers. The experiment was divided into two stages: 2 to 21 days of age and 22 to 41 days of age, and lasted for 40 days. The addition of antibiotic, gingerol and allicin of each group were as follows: A group (no addition), B group (2 mg/kg enramycin), C group (100 mg/kg gingerol), D group (400 mg/kg allicin), E group (stage 1, 25 mg/kg gingerol+100 mg/kg allicin; stage 2, 50 mg/kg gingerol+200 mg/kg allicin), F group (stage 1, 50 mg/kg gingerol+200 mg/kg allicin, stage 2, 100 mg/kg gingerol+400 mg/kg allicin), respectively. The results showed as follows: 1) compared with groups A and B, the feed/gain (F/G) at 2 to 21 days of age in groups D and E was significantly decreased ($P<0.05$); average daily gain (ADG) at 22 to 41 days of age and 2 to 41 days of age in group E were significantly increased ($P<0.05$), and F/G at 22 to 41 days of age and F/G and weight gain cost at 2 to 41 days of age were significantly decreased ($P<0.05$). 2) Carcass rate in groups C, D, E and F was significantly increased compared with group A ($P<0.05$). 3) Gingerol and allicin had no significant effects on immune organs indexes ($P>0.05$). 4) Compared with groups A and B, the content of malondialdehyde (MDA) in plasma in groups C, D, E and F was significantly decreased ($P<0.05$); the total antioxidant capacity (T-AOC) in plasma in group E was significantly increased ($P<0.05$); the content of oxidized glutathione (GSSG) in groups C, E and F was significantly reduced ($P<0.05$); the value of reduced glutathione/oxidized glutathione (GSSG/GSH) in group F was significantly increased ($P<0.05$). Compared with group A, the contents of immunoglobulin A (IgA) and immunoglobulin G (IgG) in plasma in groups B, C and E were significantly increased ($P<0.05$); the content of immunoglobulin M (IgM) in plasma of group E was significantly increased ($P<0.05$). In conclusion, the addition of 25 mg/kg gingerol and 100 mg/kg allicin in the basal diet in 2 to 21 days of age stage, 50 mg/kg gingerol and 200 mg/kg allicin in the basal diet in 22 to 41 days of age stage for 817 chickens can improve growth performance, economic benefits, carcass performance, antioxidant and immune function at the same time. [Chinese Journal of Animal Nutrition, 2020, 32(9):4132-4139]

Key words: 817 chickens; gingerol; allicin; growth performance; immune function; antioxidant function