

林厦菁, 蒋守群, 林哲敏, 等. 大豆异黄酮和抗生素对文昌鸡生长性能、肉品质和血浆抗氧化指标的影响[J]. 华南农业大学学报, 2018, 39(1): 1-6.

# 大豆异黄酮和抗生素对文昌鸡生长性能、肉品质和血浆抗氧化指标的影响

林厦菁<sup>1</sup>, 蒋守群<sup>1</sup>, 林哲敏<sup>2</sup>, 刘圈炜<sup>2</sup>, 黄丹红<sup>1</sup>

(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/农业部动物营养与饲料(华南)重点开放实验室/  
广东省动物育种与营养公共实验室/广东省畜禽育种与营养研究重点实验室, 广东 广州 510640;

2 海南省农业科学院 畜牧兽医研究所, 海南海口 570100)

**摘要:**【目的】对比大豆异黄酮和抗生素对文昌鸡生长性能、肉品质及血浆抗氧化指标的影响, 为大豆异黄酮在文昌鸡生产中的实际应用提供参考。【方法】选用 1 日龄文昌鸡母雏 540 只。试验分 3 组, 包括空白对照组、抗生素组和大豆异黄酮组, 每组 4 个重复, 每个重复 45 羽。分小鸡、中鸡和大鸡 3 个阶段进行试验。【结果】生长性能结果显示, 1~30 日龄小鸡各组之间的平均日增质量、平均日采食量和料重比均无显著差异 ( $P>0.05$ ); 31~80 日龄阶段, 大豆异黄酮组的平均日增质量显著高于对照组 ( $P<0.05$ ); 81~120 日龄阶段, 大豆异黄酮组的平均日采食量显著高于对照组 ( $P<0.05$ )。肉品质结果显示, 各组的肉色  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  和 pH 差异均不显著 ( $P>0.05$ ); 与对照组相比, 大豆异黄酮组的熟肉率显著提高 ( $P<0.05$ )。血浆抗氧化指标结果显示, 31~80 日龄阶段, 大豆异黄酮组的总抗氧化能力 (Total antioxidant capacity, T-AOC) 活性显著高于抗生素组 ( $P<0.05$ ); 81~120 日龄阶段, 大豆异黄酮组的肌酸激酶 (Creatine kinase, CK) 活性显著低于抗生素组, 谷胱甘肽 (Glutathione, GSH) 含量显著高于抗生素组, 抗生素组和大豆异黄酮组的 T-AOC 活性显著高于对照组 ( $P<0.05$ )。【结论】中鸡阶段饲料中添加  $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  大豆异黄酮可以提高鸡日增质量和抗氧化水平; 大鸡阶段饲料中添加  $15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  大豆异黄酮能够提高鸡采食量、熟肉率和抗氧化水平。

**关键词:** 文昌鸡; 大豆异黄酮; 抗生素; 生长性能; 肉品质; 抗氧化作用

中图分类号: S831.5

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2018)01-0001-06

## Effects of soybean isoflavone and antibiotics on growth performance, meat quality and plasma antioxidant indexes of Wenchang chickens

LIN Xiajing<sup>1</sup>, JIANG Shouqun<sup>1</sup>, LIN Zemin<sup>2</sup>, LIU Quanwei<sup>2</sup>, HUANG Danhong<sup>1</sup>

(1 Institute of Animal Science, Guangdong Academy of Agricultural Sciences/State Key Laboratory of Livestock and Poultry Breeding/Key Laboratory of Animal Nutrition and Feed Science (South China) of Ministry of Agriculture/  
Guangdong Public Laboratory of Animal Breeding and Nutrition/Guangdong Key Laboratory of Animal Breeding and Nutrition, Guangzhou 510640, China; 2 Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Hainan Academy of Agricultural Sciences, Haikou 570100, China)

**Abstract:** 【Objective】 To study the effects of soy isoflavone on growth performance, meat quality and plasma antioxidant indexes of Wenchang chickens, and provide references for application of soy isoflavone in

收稿日期: 2017-04-28 优先出版时间: 2017-12-29

优先出版网址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20171229.1131.012.html>

作者简介: 林厦菁 (1988—), 女, 助理研究员, 硕士, E-mail: [93783419@qq.com](mailto:93783419@qq.com); 通信作者: 蒋守群 (1971—), 女, 研究员, 博士, E-mail: [jsqun3100@sohu.com](mailto:jsqun3100@sohu.com)

基金项目: 国家肉鸡产业技术体系项目 (CARS-42); 国家“十二五”科技支撑计划项目子课题 (2014BAD13B02); 广东省科技攻关项目 (2013B020306002)

Wenchang chicken production. 【Method】 A total of 540 one-day-old Wenchang chickens were randomly divided into three treatments with four replicates per treatment and 45 chickens per replicate. The three treatment groups included the control group, antibiotics group and soy isoflavone group. The trial was performed in three stages including young, medium and old chicken stages. 【Result】 Growth performance results showed that the average daily gain(ADG), average daily food intake(ADFI) and feed gain ratio(F/G) were not significantly different among three groups from 1 to 30 days ( $P>0.05$ ). ADG was significantly higher in soy isoflavone group than that in control group from 31 to 80 days ( $P<0.05$ ). From 81 to 120 days, ADFI was significantly higher in soy isoflavone group than that in control group ( $P<0.05$ ). Meat quality results showed that meat color represented with  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values and meat pH were not significantly different among three groups ( $P>0.05$ ). Soy isoflavone group had a significantly higher cooked meat percentage than that of the control group( $P<0.05$ ). Analysis of the plasma antioxidant indexes showed that soy isoflavone group had significantly higher total antioxidant capacity (T-AOC) compared with antibiotics group from 31 to 80 days ( $P<0.05$ ). From 81 to 120 days, creatine kinase (CK) activity was significantly lower in soy isoflavone group than that in antibiotics group, glutathione (GSH) content was significantly higher in soy isoflavone group than that in antibiotics group, and T-AOC was significantly higher in antibiotics and soy isoflavone groups than that in control group ( $P<0.05$ ). 【Conclusion】 Dietary supplementation with 20 mg·kg<sup>-1</sup> soy isoflavone can increase ADG and antioxidant of chickens from 31 to 80 days, dietary supplementation with 15 mg·kg<sup>-1</sup> soy isoflavone can increase ADFI, cooked meat percentage and antioxidant level of chickens from 81 to 120 days.

**Key words:** Wenchang chicken; soy isoflavone; antibiotic; growth performance; meat quality; antioxidation

文昌鸡产自海南省文昌市,是海南省唯一地方优良肉鸡品种,它以体型方圆、脚胫短细、皮薄骨酥、肉质嫩滑的特点广受大家的喜爱。但海南地区常年处于高温天气,有效控制热应激引起的不良影响是提高文昌鸡养殖生产水平的关键。目前,抗生素作为促生长剂的弊端不断地被大家所认识,饲料添加剂条例中关于抗生素添加的限制日趋严格,饲料中可以添加的促生长抗生素越来越少。同时滥用抗生素使动物机体微生态平衡失调,出现耐药性和药物残留等问题<sup>[1]</sup>。研究者一直在探索和寻找可以替代抗生素,且健康、环保、有效的新型添加剂。大豆异黄酮是一种从植物中提取的新型生长促进剂、抗氧化剂,其关键有效成分为生物活性苷元<sup>[2-3]</sup>。Cassidy<sup>[4]</sup>研究发现,在白羽肉鸡饲料中添加大豆异黄酮能够显著提高其体质量和采食量。高峰等<sup>[5]</sup>研究认为,在饲料中添加 5 mg·kg<sup>-1</sup> 大豆异黄酮能够显著提高伊莎蛋鸡雏鸡的免疫器官质量和饲料转化率。目前鲜有研究报道大豆异黄酮替代抗生素对文昌鸡的影响作用。本试验旨在研究大豆异黄酮取代抗生素对文昌鸡生长性能、肉质及血浆抗氧化指标的影响,为大豆异黄酮在文昌鸡养殖的实际应用中提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物与分组

试验选用 1 日龄、健康、发育良好的文昌鸡母鸡 540 只。试验分 3 个处理组,每组 4 个重复,每个重复 45 只鸡。处理组 1 为空白对照组,饲喂基础饲料;处理组 2 为抗生素组,饲喂添加抗生素 (3 mg·kg<sup>-1</sup> 恩诺沙星) 的基础饲料;处理组 3 为大豆异黄酮组,在基础饲料中添加大豆异黄酮 (1~30 日龄、31~80 日龄、81~120 日龄 3 个阶段大豆异黄酮添加量分别为 25、20、15 mg·kg<sup>-1</sup>),大豆异黄酮由广东新南都饲料科技有限公司提供。试验采用玉米-豆粕型基础饲料,营养水平参考我国《鸡饲养标准》(NY/T33—2004)<sup>[6]</sup>,根据《中国饲料成分及营养价值表(27 版)》<sup>[7]</sup>设计饲料配方。具体试验成分及营养价值见表 1。全期 120 d,根据海南省农业科学院畜牧兽医研究所指导将文昌鸡生长发育分为 3 个阶段进行,小鸡阶段 (1~30 日龄)、中鸡阶段 (31~80 日龄) 和大鸡阶段 (81~120 日龄)。

### 1.2 饲养管理

试鸡采用笼养,自由采食颗粒料和饮水,小鸡阶段:室温保持 32 ℃,24 h 持续光照 (白天自然光照,夜间灯光照明);中鸡和大鸡阶段:室温分别保持

表 1 试验基础饲料组成及其营养水平 (风干基础)

Tab. 1 The composition and nutrients level of basal diets (air-dry basis)

日龄/d	饲料组成及质量分数/%									
	玉米	豆粕	鱼粉	麸皮	大豆油	石粉	磷酸氢钙	食盐	L-赖氨酸盐	DL-蛋氨酸
1~30	50.59	32.20	3.00	3.00	4.50	1.28	1.00	0.30	0	0.13
31~80	61.60	21.60	3.00	3.00	4.20	1.25	0.85	0.30	0.09	0.11
81~120	66.75	17.00	3.00	3.00	4.00	1.09	0.70	0.30	0.07	0.09

  

日龄/d	预混料 <sup>1)</sup>	代谢能/(MJ·kg <sup>-1</sup> )	营养成分及质量分数/%					
			粗蛋白质	钙	总磷	非植酸磷	赖氨酸	蛋氨酸
1~30	4	12.23	21.06	0.99	0.68	0.45	1.16	0.45
31~80	4	12.56	17.40	0.90	0.61	0.40	0.99	0.40
81~120	4	12.73	15.78	0.79	0.56	0.37	0.85	0.36

1)预混料为每千克饲料提供: 维生素 A  $1.5 \times 10^4$  IU, 维生素 D<sub>3</sub>  $0.33 \times 10^4$  IU, 维生素 E 62.5 mg, 维生素 B<sub>1</sub> 3 mg, 维生素 B<sub>2</sub> 9 mg, 维生素 B<sub>6</sub> 6 mg, 维生素 B<sub>12</sub> 0.03 mg, 烟酸 60 mg, 泛酸钙 18 mg, 叶酸 1.5 mg, 生物素 0.36 mg, 氯化胆碱 600 mg, Fe 80 mg, Cu 12 mg, Zn 75 mg, Mn 100 mg, I 0.35 mg, Se 0.15 mg; 2)粗蛋白质、钙和总磷为实测值, 其余均为计算值

在开放鸡舍, 每天 16 h 自然光照, 不额外补充光照。其他按常规饲养操作规程饲养和常规免疫程序免疫。

### 1.3 测定指标和试验方法

1.3.1 生长性能 试鸡于 30、80、120 日龄前 1 d 22:00 断料供水, 次日 9:00 以重复为单位准确称鸡空腹质量, 对剩料称质量, 统计每个重复耗料量, 计算平均日增质量、平均日采食量、料重比。及时记录鸡只死亡情况, 计算死亡率 (试验过程中, 一旦出现死鸡, 立即称死鸡质量和剩料质量, 以消除死鸡对最后试验结果的影响)。

1.3.2 肉品质指标 试鸡 120 日龄时, 从每个重复组选取 3 只鸡进行屠宰, 摘取两侧胸肌, 用于测定胸肌肉色、pH 和熟肉率。

肉色测定: 屠宰后胸肌在常温下放置 45 min 之后, 用色差计 (CR-410, 日本) 测定胸肌的亮度 ( $L^*$ )、红度 ( $a^*$ )、黄度 ( $b^*$ )。每个样品测定 3 次, 取平均值。

pH 测定: 屠宰后胸肌在常温下放置 45 min 之后, 利用肌肉 pH 计 (HI8242, HANNA, 意大利) 测定 pH, 每个样品测定 3 次, 取平均值。

熟肉率的测定<sup>[8]</sup>: 取约 100 g 左右的肉样并记录其煮前质量, 然后 75 °C 水浴煮 45 min, 晾至室温后记录其煮后质量计算熟肉率:

熟肉率=(蒸煮后肉样质量/蒸煮前肉样质量)×100%。

1.3.3 血浆生化指标 于试鸡 80、120 日龄时, 每个重复选取 3 只平均体质量鸡, 翅静脉采血 6 mL, 分离血浆, 于 -20 °C 冰箱保存, 使用酶标仪 (Spcr-trsaMax-5 型, 美国瓦里安公司) 测定血浆中丙二醛 (Malondialdehyde, MDA) 和谷胱甘肽 (Glutathione, GSH) 含量、肌酸激酶 (Creatine kinase, CK) 活性和

总抗氧化能力 (Total antioxidant capacity, T-AOC), 检测试剂盒均购自南京建成生物工程研究所, 具体检测方法参照试剂盒说明书进行, 1 min 内 1 μmol 的底物所需要的酶量记为 1 个酶活力单位 (U)。

### 1.4 数据统计分析

试验数据用 SPSS17.0 进行方差分析 (One-way ANOVA) 和多重比较 (Duncan's 法)。各组试验数据均以平均值±标准误表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 大豆异黄酮对文昌鸡生产性能的影响

由表 2 可知, 小鸡阶段, 各处理组之间的平均日增质量、平均日采食量和料重比均无显著差异 ( $P>0.05$ )。中鸡阶段, 与对照组相比, 大豆异黄酮组平均日增质量显著提高 ( $P<0.05$ ); 大豆异黄酮组的平均日增质量和平均日采食量与抗生素组相比略有提高 ( $P>0.05$ )。大鸡阶段, 大豆异黄酮组的平均日采食量显著高于对照组 ( $P<0.05$ )。

### 2.2 大豆异黄酮对文昌鸡胸肌肉品质的影响

由表 3 可知, 各处理组的肉色  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  和 pH 差异均不显著 ( $P>0.05$ )。与对照组相比, 大豆异黄酮组的熟肉率显著提高 ( $P<0.05$ )。

### 2.3 大豆异黄酮对文昌鸡血浆抗氧化指标的影响

由表 4 可知, 中鸡阶段, 与抗生素组相比, 大豆异黄酮组的 MDA 浓度降低了 12.3%, 但差异不显著 ( $P>0.05$ ); 大豆异黄酮组的 T-AOC 显著高于抗生素组 ( $P<0.05$ )。大鸡阶段, 大豆异黄酮组的 CK 活性显著低于抗生素组, GSH 质量浓度显著高于抗生素组 ( $P<0.05$ ); 抗生素组和大豆异黄酮组的 T-AOC 显著高于对照组 ( $P<0.05$ )。

表2 大豆异黄酮对文昌鸡生长性能的影响<sup>1)</sup>

Tab. 2 Effects of soy isoflavone on growth performance of Wenchang chickens

日龄/d	处理	平均日增质量/g	平均日采食量/g	料重比	死亡率/%
1~30	对照组	10.02±0.09	19.88±0.35	1.98±0.04	
	抗生素组	10.26±0.69	20.48±0.52	2.00±0.12	
	大豆异黄酮组	10.21±0.36	20.34±1.41	1.99±0.08	
31~80	对照组	14.12±0.18b	45.78±2.57	3.24±0.12	3.45±3.02
	抗生素组	14.40±0.17ab	48.37±3.08	3.36±0.11	3.05±4.62
	大豆异黄酮组	14.50±0.05a	48.77±4.02	3.36±0.29	1.70±2.11
81~120	对照组	11.84±0.62	63.88±2.90b	5.40±0.06	0.61±1.22
	抗生素组	11.08±1.41	63.65±1.89ab	5.81±0.67	2.47±2.04
	大豆异黄酮组	11.46±1.23	65.42±3.90a	5.73±0.33	0.63±1.25

1)表中数据为平均值±标准误;相同日龄的同列数据后,凡是有一个相同小写字母或未标注字母者表示差异不显著( $n=4$ ,  $P>0.05$ , Duncan's 法)

表3 大豆异黄酮对文昌鸡胸肌肉品质的影响<sup>1)</sup>

Tab. 3 Effects of soy isoflavone on meat quality of breast muscle of Wenchang chickens

处理	肉色			pH	熟肉率/%
	$L^*$	$a^*$	$b^*$		
对照组	54.47±0.45	12.40±0.32	14.86±0.66	5.82±0.07	68.77±0.80b
抗生素组	55.21±0.82	12.29±0.59	16.73±0.68	5.81±0.10	69.70±0.74ab
大豆异黄酮组	56.75±0.82	11.78±0.40	15.66±0.65	5.64±0.05	77.11±1.17a

1)表中数据为平均值±标准误;同列数据后,凡是有一个相同小写字母或未标注字母者表示差异不显著( $n=12$ ,  $P>0.05$ , Duncan's 法)

表4 大豆异黄酮对文昌鸡血浆抗氧化指标的影响<sup>1)</sup>

Tab. 4 Effects of soy isoflavone on plasma antioxidant indexes of Wenchang chickens

处理	$c(\text{MDA})/(\text{nmol} \cdot \text{mL}^{-1})$		肌酸激酶(CK)/(U·mL <sup>-1</sup> )		$\rho(\text{谷胱甘肽, GSH})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$		总抗氧化能力(T-AOC)/(U·mL <sup>-1</sup> )	
	80日龄	120日龄	80日龄	120日龄	80日龄	120日龄	80日龄	120日龄
对照组	2.43±0.20	2.77±0.46	1.55±0.17	0.86±0.11a	6.11±0.22	11.30±0.51a	8.55±0.48a	4.93±0.65b
抗生素组	3.01±0.08	2.51±0.08	1.07±0.08	1.15±0.19a	8.09±1.13	8.79±0.07b	6.22±0.33b	9.24±0.07a
大豆异黄酮组	2.64±0.29	2.97±0.35	0.91±0.10	0.58±0.07b	7.02±0.31	12.10±0.62a	8.05±0.37a	9.03±1.37a

1)表中数据为平均值±标准误;同列数据后,凡是有一个相同小写字母或未标注字母者表示差异不显著( $n=12$ ,  $P>0.05$ , Duncan's 法)

## 3 讨论与结论

### 3.1 大豆异黄酮对文昌鸡生长性能的影响

目前关于大豆异黄酮对于畜禽生长性能影响的报道结论不一。饲料中添加大豆异黄酮能够提高肥育猪和岭南黄羽肉鸡的生长性能<sup>[9-10]</sup>。Wilhelms等<sup>[11]</sup>研究发现,在饲料中添加质量分数为1%或5%的大豆异黄酮均对日本鹌鹑的生长性能无显著影响。Payne等<sup>[12]</sup>报道在商品肉鸡饲料中添加大豆异黄酮会引起平均日采食量和平均日增质量下降。本文结果显示,在中鸡阶段,大豆异黄酮组与对照组相比能够显著提高文昌鸡的平均日增质量,而抗

生素组与对照组并无显著差异,说明在中鸡阶段,大豆异黄酮组对于文昌鸡的促生长作用已经优于抗生素组。在大鸡阶段,大豆异黄酮组的平均日采食量显著高于对照组,大豆异黄酮组的平均日增质量和平均日采食量比抗生素组分别提高3.3%和2.7%,进一步的说明大豆异黄酮对于文昌鸡的促生长作用优于抗生素组,原因可能与大豆异黄酮可以提高促进机体合成代谢、动物生长的IGF-I水平<sup>[13-14]</sup>相关,可能也与大豆异黄酮具有雌激素活性有关<sup>[15]</sup>,有研究者发现雌激素对肠道消化吸收有影响<sup>[16-17]</sup>,林厦菁等<sup>[18]</sup>研究发现添加大豆异黄酮可以显著提高黄羽肉鸡十二指肠雌激素受体ESR $\alpha$ 的表达水平。

### 3.2 大豆异黄酮对文昌鸡肉品质的影响

系水力是肉品质的一个关键指标,系水力差,会导致水溶性营养物质过度损失,适口性不佳,熟肉率越高,系水力则越好<sup>[19-20]</sup>。Jiang等<sup>[9]</sup>在对快大型黄羽肉鸡试验中发现,饲料中添加大豆异黄酮能够提高其肉品质。王晓方等<sup>[21]</sup>的研究结果也显示在饲料中添加大豆异黄酮可以增加肌肉中肌苷酸的含量,从而改善肉品质。本试验结果显示,饲料中添加大豆异黄酮可以显著提高文昌鸡胸肌的熟肉率,提示大豆异黄酮有改善文昌鸡肉品质的作用。Zhang等<sup>[22]</sup>研究发现,在猪饲料中添加白藜芦醇可以显著提高机体的抗氧化能力和猪肉品质。Young等<sup>[23]</sup>研究发现在鸡饲料中添加抗坏血酸、牛至可以缓解应激从而提高鸡肉品质。根据以上研究推测,大豆异黄酮可能是通过提高机体抗氧化水平和熟肉率从而改善肉品质。

### 3.3 大豆异黄酮对文昌鸡血浆抗氧化指标的影响

T-AOC、GSH含量是评价机体抗氧化水平的重要指标<sup>[24-25]</sup>,机体受到各种应激因子的刺激会引起血液中CK活性的增加<sup>[26]</sup>。目前,已有研究报道大豆异黄酮中的主要活性物质——高活性生物苷元对肉鸡的抗氧化水平具有重要的影响作用<sup>[27-29]</sup>。Lin等<sup>[30]</sup>研究发现,大豆异黄酮代谢产物雌马酚可以提高鸡小肠上皮细胞的抗氧化水平。Dixit等<sup>[31]</sup>研究发现,大豆异黄酮抗氧化能力非常强,能够保护机体免受 $\gamma$ 射线诱导的氧化损伤。本试验的血浆抗氧化指标结果显示,中鸡阶段,大豆异黄酮组的T-AOC显著高于抗生素组,与抗生素组相比,大豆异黄酮组的MDA浓度的平均值降低了12.3%。大鸡阶段,大豆异黄酮组的CK活性显著低于抗生素组,GSH质量浓度显著高于抗生素组。说明饲料中添加大豆异黄酮可以提高文昌鸡的抗氧化能力。

### 3.4 对比大豆异黄酮和抗生素对文昌鸡的影响

张罕星等<sup>[32]</sup>研究发现在肉鸭饲料中添加大豆异黄酮,能够缓解机体氧化应激,且优于抗生素。张玉宏等<sup>[33]</sup>在对快大型黄羽肉鸡上的研究中也获得相似的结果。本试验数据显示在文昌鸡饲料中添加适量的大豆异黄酮能够提高文昌鸡的生长性能和抗氧化水平,并且这个效果优于抗生素。分析原因可能是在整个试验期过程中,养殖环境控制较好,试验鸡群没有爆发过细菌性疾病感染,生长性能正常,所以抗生素组与对照组相比,没有出现明显改善生长性能的效果。而大豆异黄酮具有抗氧化的功能,能清除机体内的氧氮自由基,具有缓解试验鸡氧化应激的作用,从而有明显的促生长效果。

<http://xuebao.scau.edu.cn>

### 3.5 结论

中鸡阶段饲料中添加20 mg·kg<sup>-1</sup>大豆异黄酮可以提高鸡日增质量和抗氧化水平;大鸡阶段饲料中添加15 mg·kg<sup>-1</sup>大豆异黄酮能够提高鸡采食量、熟肉率和抗氧化水平。

#### 参考文献:

- [1] 王丽凤,张家超,马晨,等.鸡肠道微生物研究进展[J].动物营养学报,2013,25(3):494-502.
- [2] 张聪.大豆异黄酮中苷元2种提取方法的比较[J].现代中西医结合杂志,2012,21(36):4094-4095.
- [3] ZHOU C, LIN H, GE X, et al. The effects of dietary soybean isoflavones on growth, innate immune responses, hepatic antioxidant abilities and disease resistance of juvenile golden pompano *Trachinotus ovatus*[J]. Fish Shellfish Immunol, 2015, 43(1): 158-166.
- [4] CASSIDY A. Potential risks and benefits of phytoestrogen-rich diets[J]. Int J Vitam Nutr Res, 2003, 73(2): 120-126.
- [5] 高峰,周光宏,韩正康.大豆黄酮对雏公鸡生产性能和机体免疫的影响[J].中国家禽,2000,22(10):8-9.
- [6] 中华人民共和国农业部.中华人民共和国农业行业标准:鸡饲养标准:NY/T 33-2004[S].北京:中国农业出版社,2004.
- [7] 熊本海,罗清尧,赵峰.中国饲料成分及营养价值表(2016年第27版)制订说明[J].中国饲料,2016(21):33-43.
- [8] 张宏博,王贵印,袁倩,等.巴美肉羊的食用品质[J].食品科学,2013,34(19):19-22.
- [9] JIANG Z Y, JIANG S Q, LIN Y C, et al. Effects of soybean isoflavone on growth performance, meat quality, and antioxidation in male broilers[J]. Poult Sci, 2007, 86(7): 1356-1362.
- [10] GREINER L L, STAHLY T S, STABEL T J. The effect of dietary soy genistein on pig growth and viral replication during a viral challenge[J]. J Anim Sci, 2001, 79(5): 1272-1279.
- [11] WILHELMS K W, SCANES C G, ANDERSON L L. Lack of Estrogenic or antiestrogenic actions of soy isoflavones in an avian model: The Japanese quail[J]. Poult Sci, 2006, 85(11): 1885-1889.
- [12] PAYNE R L, BIDNER T D, SOUTHERN L L, et al. Dietary effects of soy isoflavones on growth and carcass traits of commercial broilers[J]. Poult Sci, 2001, 80(8): 1201-1207.
- [13] 郭晓红,阎芳,赵恒寿.大豆黄酮对肉仔鸡生长相关激素水平与免疫机能的影响[J].中国兽医学报,2005,27(2):394-396.
- [14] 张响英,王根林,唐现文,等.大豆黄酮对仔公猪增重及血清激素水平的影响[J].动物营养学报,2006,18(1):59-61.
- [15] CHANG K L, HU Y C, HSIEH B S, et al. Combined effect of soy isoflavones and vitamin D3 on bone loss in

- ovariectomized rats[J]. Nutrition, 2013, 29(1): 250-257.
- [16] 时彦菊, 鞠大宏, 于智敏, 等. 中医药对雌激素受体相关疾病调节作用研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(15): 208-212.
- [17] 徐立. 不同营养条件大鼠胃和小肠 Ghrelin、 $\gamma$ -干扰素受体和雌激素受体- $\alpha$  的表达[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010.
- [18] 林厦菁, 蒋守群, 丁发源, 等. 大豆异黄酮与芽孢杆菌对缓解黄羽肉仔鸡肠道氧化应激的影响[J]. 中国家禽, 2015, 37(19): 20-25.
- [19] 张玉伟, 罗海玲, 贾慧娜, 等. 肌肉系水力的影响因素及其可能机制[J]. 动物营养学报, 2012, 24(8): 1389-1396.
- [20] MOHRHAUSER D A, UNDERWOOD K R, WEAVER A D. *In vitro* degradation of bovine myofibrils is caused by  $\mu$ -calpain, not caspase-3[J]. J Anim Sci, 2011, 89(3): 798-808.
- [21] 王晓方, 常文环, 张姝, 等. 不同饲料添加剂对肉鸡生长性能、胴体品质、肌内脂肪和肌苷酸含量的影响[J]. 中国家禽, 2014, 36(3): 24-29.
- [22] ZHANG C, LUO J, YU B, et al. Dietary resveratrol supplementation improves meat quality of finishing pigs through changing muscle fiber characteristics and antioxidative status[J]. Meat Sci, 2015, 102: 15-21.
- [23] YOUNG J F, STAGSTED J, JENSEN S K, et al. Ascorbic acid, alpha-tocopherol, and oregano supplements reduce stress-induced deterioration of chicken meat quality[J]. Poult Sci, 2003, 82(8): 1343-1351.
- [24] HAO Z L, TANG X J, DING J, et al. Effect of high temperature on survival, oxygen consumption, behavior, ammonia-N excretion, and related immune indicators of the Japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis*[J]. Aquacul Int, 2014, 22(6): 1863-1876.
- [25] 李文立, 路静, 孙振钧, 等. 谷氨酰胺对热应激肉鸡抗氧化性能的影响[J]. 动物营养学报, 2011, 23(4): 695-702.
- [26] SANDERCOCK D A, HUNTER R R, NUTE G R, et al. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality[J]. Poult Sci, 2001, 80(4): 418-425.
- [27] 蒋守群. 大豆异黄酮对岭南黄羽肉鸡生产性能、肉品质的影响和抗氧化作用机制研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2007.
- [28] 陶胜宏, 韩正康, 王国杰. 伊普异黄酮对不同生长阶段肉鸡生长性能和有关血清生化指标的影响[J]. 畜牧与兽医, 2007, 39(2): 18-21.
- [29] JENKINS D J, KENDALL C W, CONNELLY P W, et al. Effects of high- and low-isoflavone soyfoods on blood lipids, oxidized LDL, homocysteine, and blood pressure in hyperlipidemic men and women[J]. Am J Clin Nutr, 2002, 76(2): 365-372.
- [30] LIN X, JIANG S, JIANG Z, et al. Effects of equol on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced oxidative stress in primary chicken intestinal epithelial cells[J]. Poult Sci, 2016, 95(6): 1380-1387.
- [31] DIXIT A K, BHATNAGAR D, KUMAR V, et al. Antioxidant potential and radioprotective effect of soy isoflavone against gamma irradiation induced oxidative stress[J]. J Funct Foods, 2012, 4(1): 197-206.
- [32] 张罕星, 林映才, 周桂莲, 等. 大豆异黄酮、甘露寡糖替代金霉素对肉鸭生长、屠体和免疫性能的影响[C]//中国家禽科学研究进展: 第十四次全国家禽科学学术讨论会论文集. 北京: 中国畜牧兽医学会, 2009: 1049-1054.
- [33] 张玉宏, 刘玉明, 张力. 益长素对黄羽肉鸡生长性能和肠黏膜结构的影响[J]. 养禽与禽病防治, 2014(5): 5-7.

【责任编辑 庄 延】