

脂肪粉对黑凤鸡抗氧化性能、蛋白质代谢及甲状腺激素水平的影响

王俊锋,章 平*

(信阳农林学院 动物科学系,河南 信阳 464000)

摘要: 为研究饲料中不同水平的脂肪粉对黑凤鸡抗氧化性能、蛋白质代谢及甲状腺激素水平的影响,试验选取 800 只体质量和产蛋率相近的 300 日龄黑凤鸡,随机分成 4 组。对照组饲喂基础日粮,Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组饲料在基础日粮中分别添加 1%、3%、5% 的脂肪粉,试验期 30 d。结果显示:与对照组相比,Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组血清超氧化物歧化酶(SOD)的活性分别显著提高 0.97%、3.29%、2.80%;Ⅱ、Ⅲ组血清谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)的活性分别显著提高 10.66%、8.16%,但Ⅰ组与对照组间差异不显著;各试验组血清丙二醛(MDA)的含量均降低,以试验Ⅲ组最低;Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组血清尿酸(UA)的含量分别显著降低 15.63%、21.88%、18.75%,而血清谷丙转氨酶(ALT)的活性分别显著提高 2.68%、4.11%、3.40%;各试验组血清尿素氮(BUN)的含量均降低,以Ⅱ组最低;Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组血清三碘甲腺原氨酸(T_3)的含量分别显著提高 15.69%、21.57%、17.65%, T_3/T_4 的比值分别显著高于对照组 13.61%、18.67%、18.35%,血清甲状腺素(T_4)的含量以试验Ⅱ组最高。可见,日粮中添加脂肪粉可促进黑凤鸡蛋白质合成代谢,改善其抗氧化性能和甲状腺的分泌功能,其中 3% 的添加量效果最好。

关键词: 黑凤鸡; 脂肪粉; 抗氧化性能; 蛋白质代谢; 甲状腺激素

中图分类号: S831.99 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2014)04-0119-05

Effects of Fat Powder on Antioxidation Property, Protein Metabolism and Thyroid Hormone in Black-boned Chicken with Black Feather

WANG Jun-feng, ZHANG Ping*

(Department of Animal Science, Xinyang College of Agricultural and Forestry, Xinyang 464000, China)

Abstract: In order to study the effects of dietary different fat powder levels on antioxidation property, protein metabolism and thyroid hormone of laying hens, eight hundred 300-day-old black-boned chickens with black feather were randomly divided into four groups. The diet of the control group was no fat powder, and the diets of the trial group Ⅰ, Ⅱ and Ⅲ contained 1%, 3% and 5% fat powder, respectively. The adjustment period lasted for 7 d, and the experimental period lasted for 30 d. The results showed that compared with the control group, the activities of superoxide dismutase (SOD) in serum of all the trial groups were significantly increased by 0.97%, 3.29% and 2.80%, but there was no significant difference between the trial group Ⅱ and Ⅲ. The activities of glutathione peroxidase (GSH-Px) in serum of the trial group Ⅱ and Ⅲ were significantly increased by 10.66% and 8.16% compared with that of the control group, but there

收稿日期:2013-10-27

基金项目:信阳农林学院青年教师科研基金项目(201101005)

作者简介:王俊锋(1977-),男,河南信阳人,讲师,硕士,主要从事动物营养与饲料研究。E-mail:junphoon@163.com

* 通讯作者:章 平(1971-),女,河南信阳人,讲师,本科,主要从事动物健康生产研究。E-mail:xyzhangp@126.com

was no significant difference between the trial group I and the control group. The contents of malonaldehyde(MDA) in serum of the trial group III was significantly lower than that of the control group and the trial group I, but there was no significant difference between the trial group III and the trial group II. Compared with the control group, the contents of uric acid(UA) in serum of all the trial groups were significantly decreased by 15.63%, 21.88% and 18.75%, and the activities of alanine transaminase(ALT) in serum increased by 2.68%, 4.11% and 3.40%. The content of urea nitrogen(BUN) in serum of the trial group II was significantly lower than that of the control group and the trial group I, but there was no significant difference between the trial group II and III. The contents of triiodothyronine(T_3) in serum of all the trial groups were significantly increased by 15.69%, 21.57% and 17.65% compared with that of the control group, but there was no significant difference among the trial groups. The content of thyroxine(T_4) in serum of the trial group II was higher than that of the control group, trial group I and II. T_3/T_4 ratio in serum of all the trial groups were significantly increased by 13.61%, 18.67% and 18.35% compared with that of the control group, but no significant difference between trial groups was noted. It was concluded that supplementation with fat powder improved protein synthesis, antioxidation property and the thyroid secrete function of black-boned chicken with black feather. By comprehensive consideration, the effect of adding 3% fat powder was better than that of adding 1% and 5% fat powder.

Key words: black-boned chicken with black feather; fat powder; antioxidation property; protein metabolism; thyroid hormone

油脂除了具有高效供能, 提供必需脂肪酸, 改善饲料适口性及促进其他营养成分的消化吸收和利用等营养作用外, 还具有调节机体免疫功能和缓解动物应激反应等作用^[1-4]。因此, 生产中人们已将油脂作为一种高能饲料原料广泛地应用于动物饲料中, 并取得了良好的效果。然而, 油脂在添加使用过程中也存在一些自身的不足, 如添加不方便、计量不准确、混合不均匀以及易氧化酸败等, 导致饲料适口性变差, 营养价值及消化率下降, 同时对畜禽的健康也产生负面影响^[5]。脂肪粉是一种粉末油脂, 由各种油脂(棕榈油、椰子油等)与乳化剂等经过加工制得, 具有液体油脂的优点。与普通油脂相比, 脂肪粉不仅便于使用、称量和储存, 而且还具有夏季不氧化、冬季不凝固等优点^[6]。研究表明, 在肉鸡日粮中添加脂肪粉不仅能减少饲料成本, 提高其生产性能^[7], 还可改善肉鸡的胴体品质, 提高鸡肉抗氧化能力, 维持贮存期间鸡肉品质的稳定, 延长鸡肉的货架期^[8]。另外, 景翠等^[9]在蛋鸡日粮中添加脂肪粉后, 其产蛋率和蛋质量显著提高, 饲料报酬得到了明显的改善。由此可见, 脂肪粉较普通油脂在增长家禽体质量、降低饲料消耗等方面更有优势。目前, 关于脂肪粉作用机制的研究报道甚少。本试验以黑凤鸡为研究对象, 探讨脂肪粉对其抗氧化性能、蛋白质代谢及血清甲状腺激素水平的影响, 旨在为探究其作用机制和科学应用提供理论依据和技术支持。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 供试动物 800 只体质量和产蛋率相近的 300 日龄黑凤鸡, 购自固始倪岗某育种场。

1.1.2 试验材料 乳化油脂粉(大豆油乳化均衡油脂粉), 规格: 25 kg/袋; 组成: 粗脂肪 $\geq 60\%$, 粗蛋白 $\geq 3.2\%$; 总能量为 6 750 kcal/kg; 脂肪酸组成: 棕榈酸 11%, 硬脂酸 2.3%, 油酸 12%, 次亚麻油酸 3.5%, 亚麻油酸 30.2%。

1.2 试验设计及日粮组成

将供试黑凤鸡随机分成 4 组, 每组 4 个重复, 每个重复 50 只鸡。对照组饲喂基础日粮(即该场的蛋鸡料 534B), I、II、III 组为试验组, 分别在基础日粮中添加 1%、3% 和 5% 的脂肪粉。试验期 30 d。

1.3 饲养管理

试验采用半开放式鸡舍, 3 层全阶梯笼养, 每笼 4 只, 每天饲喂 2 次, 自由采食, 自由饮水。自然光照, 早晚辅以人工光照, 光照时间为 16 h/d, 光照强度为 14 lx。试验期间保持舍内卫生, 及时清粪, 定期消毒, 按常规免疫程序进行免疫。鸡舍温度、湿度和通风等条件控制依常规确定, 保持各组饲养环境条件一致。

1.4 样品采集与处理

试验结束时, 于早晨饲喂前每组随机抽取 4 只鸡(每个重复 1 只), 空腹从翅静脉采血 5 mL, 缓缓注入

试管中,倾斜试管,4℃静置 30 min 后,于 3 500 r/min 离心 15 min,吸取上清液(血清)0.5~1 mL,注入血清分析样品管中,-20℃冰箱保存备用。

1.5 血清生化指标的测定

委托信阳市中心医院采用全自动生化分析仪测定血清中尿酸(UA)、尿素氮(BUN)的含量及谷草转氨酶(AST)、谷丙转氨酶(ALT)的活性;采用放射免疫分析方法测定三碘甲腺原氨酸(T₃)、甲状腺素(T₄);采用南京建成生物工程研究所生产的试剂盒检测血清谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、超氧化物歧化酶(SOD)的活性和丙二醛(MDA)的含量。

1.6 数据处理和统计分析

所有数据经 Excel 软件初步处理后,以 SPSS

11.5 统计软件的 ANOVA 模块进行方差分析,并用 Duncan 氏法分别在 0.05 水平进行显著性比较,试验结果以平均值±标准误表示。

2 结果与分析

2.1 脂肪粉对黑凤鸡血清抗氧化指标的影响

由表 1 可知,与对照组相比,I、II、III 组 SOD 的活性分别显著提高了 0.97%、3.29%、2.80%,但 II 组与 III 组差异不显著;I、II、III 组 GSH-Px 的活性分别提高了 0.56%、10.66%、8.16%,其中以试验 II 组最高,显著高于对照组和试验 I 组,但与试验 III 组间差异不显著。MDA 的含量以试验 III 组最低,显著低于对照组 15.17%和试验 I 组 12.79%,但与试验 II 组差异不显著。

表 1 脂肪粉对黑凤鸡血清抗氧化指标的影响

项目	对照组	I 组	II 组	III 组
SOD/(U/mL)	213.67±0.50a	215.75±0.45b	220.70±0.27c	219.66±0.76c
GSH-Px/(mU/mL)	1 680.57±6.80a	1 689.34±2.54a	1 859.41±54.12b	1 817.19±47.19b
MDA/(nmol/mL)	8.04±0.03b	7.82±0.15b	7.04±0.17a	6.82±0.08a

注:同行数据后不同字母表示差异显著(P<0.05),下同。

2.2 脂肪粉对黑凤鸡蛋白质代谢的影响

由表 2 可知,与对照组相比,I、II、III 组血清 UA 含量分别显著降低 15.63%、21.88%、18.75%,但 I、II、III 组间差异不显著;各试验组 BUN 的含量均降低,以 II 组最低,显著低于对照组

28.38%和试验 I 组 20.90%,但与试验 III 组差异不显著;I、II、III 组 ALT 的活性分别显著提高 2.68%、4.11%、3.40%,其中以试验 II 组最高,但各试验组间差异不显著;各试验组 AST 活性差异均不显著,但与对照组相比有提高趋势。

表 2 脂肪粉对黑凤鸡蛋白质代谢的影响

项目	对照组	I 组	II 组	III 组
UA/(mmol/L)	0.32±0.01a	0.27±0.01b	0.25±0.02b	0.26±0.02b
BUN/(mmol/L)	0.74±32.07a	0.67±0.04a	0.53±0.01b	0.58±0.02b
AST/(U/L)	148.45±0.04a	148.47±0.01a	148.52±0.02a	148.50±0.02a
ALT/(U/L)	5.59±0.02a	5.74±0.02b	5.82±0.01b	5.78±0.05b

2.3 脂肪粉对黑凤鸡血清甲状腺激素浓度的影响

由表 3 可知,与对照组相比,I、II、III 组血清 T₃ 的含量分别显著升高 15.69%、21.57%、17.65%,但 I、II、III 组间差异不显著;I 组、II 组血清 T₄ 的含量分别显

著提高 1.86%、2.48%,而试验 III 组血清 T₄ 的含量显著降低 0.62%;I、II、III 组 T₃/T₄ 的比值分别显著提高 13.61%、18.67%、18.35%,其中以试验 II 组最高,但 I、II、III 组间差异不显著。

表 3 脂肪粉对黑凤鸡血清甲状腺激素浓度的影响

项目	对照组	I 组	II 组	III 组
T ₃ /(nmol/L)	0.51±0.01a	0.59±0.01b	0.62±0.01b	0.60±0.02b
T ₄ /(nmol/L)	16.15±0.01a	16.45±0.01b	16.55±0.01b	16.05±0.02c
T ₃ /T ₄ /%	3.16±0.05a	3.59±0.05b	3.75±0.05b	3.74±0.10b

3 结论与讨论

3.1 抗氧化性能

通常认为, SOD 活性的提高表明机体抗氧化能力增强, MDA 含量的减少说明机体脂质过氧化程度降低。SOD 和 GSH-Px 是动物体内酶促抗氧化体系的重要组成部分, 对机体的氧化和抗氧化平衡起着至关重要的作用^[10], 其活性的高低可反映出动物机体清除自由基的能力^[11]; MDA 是脂质过氧化物(LPO)氧化形成的终产物, 其含量高不但能反映机体 LPO 生成速率和强度, 而且也能反映机体脂质受活性氧自由基攻击的损害程度。本试验对黑凤鸡血清中 SOD、GSH-Px 和 MDA 的测定结果表明, 日粮中添加脂肪粉可提高血清 SOD 和 GSH-Px 的活性, 降低 MDA 的含量, 但血清 SOD 和 GSH-Px 的活性并不随脂肪粉添加水平的增高呈直线增高趋势, 而是表现先升高后下降趋势, 但差异不显著, 而血清 MDA 的含量则随脂肪粉添加水平的增高呈直线下下降趋势。这一结果与有关文献报道的研究结果类似^[8]。由此可见, 血清 SOD 和 GSH-Px 活性与 MDA 含量的变化恰恰相反, 这说明脂肪粉可通过提高体内抗氧化酶的活性, 抑制脂质过氧化反应以增强机体的抗氧化功能。

3.2 蛋白质代谢

血清 UA 浓度与动物体内蛋白质代谢和氨基酸之间的平衡状况有关, 反映动物蛋白质的代谢状况, 可作为蛋白质沉积的一个重要指标。血清 UA 含量的减少可以为其他部位蛋白质沉积提供充足的氨基酸等原料, 因此血清 UA 含量下降是蛋白质利用效率提高的结果^[12]。本试验中, 各试验组血清 UA 含量均显著低于对照组, 说明脂肪粉影响黑凤鸡机体的蛋白质合成与分解代谢, 日粮中添加适量水平的脂肪粉可促进机体氨基酸的吸收和蛋白质的合成代谢, 降低机体的蛋白质分解代谢, 从而导致血清 BUN 含量降低。血清 BUN 是蛋白质代谢后产生的废物, 其含量下降说明蛋白质合成代谢增强, 体内氨基酸合成蛋白质的效率提高。AST 和 ALT 是家禽体内重要的转氨酶, 参与体内转氨基作用, 在非必需氨基酸的合成和蛋白质分解代谢中起重要的中介作用^[13]。这 2 种酶活性高低反映了蛋白质合成和分解代谢的状况, 在正常范围内其活力的提高, 可提高机体蛋白质代谢效率。本试验测定结果表明, 日粮中添加脂肪粉可显著提高血清 ALT 活性, 而对血清 AST 活性影响不显著, 但也有提高趋势。由此表明, 脂肪粉对机体蛋白

质合成代谢存在积极影响。这一结果与前人在肉鸡日粮中添加玉米油和猪油的研究结果相似^[14]。

3.3 甲状腺激素水平

甲状腺激素是调节机体代谢和生长发育的重要激素, 主要体现在血清中 T_3 和 T_4 的水平上。据报道, T_3 和 T_4 具有较广泛的生理作用, 可通过作用于线粒体促进细胞氧化作用, 使糖、脂肪的氧化作用加强; 可为体内蛋白质合成提供足够的 ATP, 促进蛋白质和各种酶的生成, 使机体在不同营养条件下维持总氮平衡^[15]。本试验结果表明, 日粮中添加脂肪粉对黑凤鸡血清 T_3 和 T_4 浓度均有增高趋势, 但对血清 T_4 浓度影响较小, 这与有关文献报道的试验结果一致^[9]。 T_3 是禽类机体内主要的代谢激素, 其活性是 T_4 的数倍。因此, 甲状腺激素的作用绝大部分是 T_3 的作用。据报道, T_3 可进入靶细胞内, 与核内特异受体结合, 使合成 RNA 的物质如苹果酸酶、6-磷酸葡萄糖脱氢酶、鸟氨酸氨基转移酶、细胞色素 C、 α -球蛋白、GH 和 α -重链心肌球蛋白浓度增加, 加速 RNA 的合成, 加快蛋白质的合成速率^[16]。本试验中血清尿素氮含量的降低与血清 T_3 的变化趋势一致, 其原因可能是脂肪粉改变了黑凤鸡的基础代谢和甲状腺的分泌功能, 促进了蛋白质的合成, 从而使血清总蛋白含量增高和血清尿素氮含量降低。但也有研究表明, 甲状腺分泌功能不能单独依据 T_3 、 T_4 测定值, 还要观察游离 T_3 、 T_4 和 T_3/T_4 值^[17]。因为 T_3 一部分由甲状腺直接分泌, 另一部分来源于 T_4 。 T_4 被血液带至全身各组织器官后, 在组织内脱碘酶的作用下转变为 T_3 , 并且在局部发挥生理作用^[18]。因此, T_3/T_4 值的大小反映出 T_4 向 T_3 转化的能力, 较高的 T_3/T_4 值代表具有较高的甲状腺功能活性。本试验中, 日粮中添加脂肪粉 T_3/T_4 值均有增高趋势, 这表明脂肪粉有利于提高黑凤鸡甲状腺功能活性。但脂肪粉对脱碘酶活性是否存在影响, 本试验未进行研究。因此, 关于脂肪粉对黑凤鸡血清中 T_3 、 T_4 水平影响的具体作用机制, 还有待进一步深入研究。

本研究结果表明, 脂肪粉可提高黑凤鸡血清 SOD 和 GSH-Px 的活性, 降低血清 MDA 的含量; 降低黑凤鸡血清 UA 和 BUN 含量, 提高血清 ALT 活性, 有利于黑凤鸡机体蛋白质的合成代谢; 提高甲状腺的分泌功能。日粮中添加脂肪粉有利于黑凤鸡蛋白质的合成代谢和血液抗氧化能力及甲状腺功能活性的提高, 以 3% 的添加剂量效果最好。

(下转第 132 页)

- chicken diets[J]. Australian Journal of Experimental Agriculture, 1990, 30: 183-186.
- [4] Zhao L C, Wang Y, Lin J F, *et al.* Adsorption and kinetic behavior of recombinant multifunctional xylanase in hydrolysis of pineapple stem and bagasse and their hemicellulose for Xylo-oligosaccharide production[J]. Bioresource Technology, 2012, 110: 343-348.
- [5] An D, Dong X, Dong Z. Prokaryote diversity in the rumen of yak (*Bos grunniens*) and Jinnan cattle (*Bos taurus*) estimated by 16S rDNA homology analyses[J]. Anaerobe, 2005, 11(4): 207-215.
- [6] Gasparic A, Marinsek-Logar R, Martin J, *et al.* Isolation of genes encoding β -D-xylanase, β -D-xylosidase and α -L-arabinofuranosidase activities from the rumen bacterium *Prevotella ruminicola* B14[J]. FEMS Microbiology Letters, 1995, 125: 135-142.
- [7] Cepeljnik T, Krizaj I, Marinsek-Logar R. Isolation and characterization of the *Pseudobutyrvibrio xylanivorans* Mz5T xylanase XynT—The first family 11 endoxylanase from rumen *Butyrvibrio*-related bacteria[J]. Enzyme and Microbial Technology, 2004, 34: 219-227.
- [8] 单春乔, 曲恩玉, 江庆国, 等. 产木聚糖酶、纤维素酶芽孢杆菌的分离、筛选及鉴定[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2012(3): 93-95.
- [9] Marichamy S, Mattiasson B. Rapid production of cellulase-free xylanases by solventogenic *Clostridia* from rumen[J]. Enzyme and Microbial Technology, 2005, 37: 497-504.
- [10] Flint H J, Zhang J X, Martin J. Multiplicity and expression of xylanases in the rumen cellulolytic bacterium *Ruminococcus flavefaciens* [J]. Current Microbiology, 1994, 29: 139-143.
- [11] 东秀珠, 蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [12] 殷尔康. 木聚糖酶基因 *xynA* 在大肠杆菌中的高效表达[J]. 现代农业科技, 2011(12): 326-327.
- [13] 刘新育, 李学琴, 王明道, 等. 耐酸及耐蛋白酶的木聚糖酶产生菌的筛选[J]. 河南农业科学, 2012, 41(6): 152-154.
- [14] 刘士清, 李文鹏, 孙传伯, 等. 产生木聚糖酶的兼性厌氧菌的生物学特性与酶的酶学特征[J]. 现代农业科技, 2007(24): 188-192.
- [15] 常磊. 中国牦牛瘤胃微生物来源的双功能木聚糖酶/内切葡聚糖酶的克隆及功能研究[D]. 上海: 复旦大学, 2010.
- [16] 包怡红, 李雪龙. 木聚糖酶产生菌——类芽孢杆菌的筛选及其酶学性质的研究[J]. 中国食品学报, 2008, 8(2): 36-41.
- [17] Hellanti I. Direct cloning of a xylanase gene from pawan-riau hot spring [J]. Journal of Biosciences, 2007, 14: 54-58.
- [18] 聂文秀. 木聚糖酶的分类及其在面包烘焙中的应用[J]. 广州化工, 2013(1): 17-18.
- [19] 邵继海. 微生物木聚糖酶研究进展[J]. 饲料工业, 2009, 30(14): 18-20.

(上接第 122 页)

参考文献:

- [1] 梁合军, 王林元, 高原. 油脂的作用及酸败的危害[J]. 养殖技术顾问, 2011(12): 56.
- [2] 尹富贵, 黄瑞林, 印遇龙, 等. 油脂在畜禽饲料生产中的应用研究进展[J]. 湖南饲料, 2006(3): 20-23.
- [3] 刘卫东, 宋素芳, 王雷. 日粮中添加油脂对高温季节蛋鸡生产性能的影响[J]. 河南农业科学, 2006(5): 108-110.
- [4] 杨久仙, 宁金友. 动物营养与饲料加工[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [5] 王石瑛. 脂肪粉在养猪生产中的应用研究[J]. 畜禽业, 2006(7): 16-18.
- [6] 陈丽玲, 过玉英, 熊智辉. 新型能量添加剂——脂肪粉[J]. 江西畜牧兽医杂志, 2007(3): 24.
- [7] 乔岳, 张长海, 张国昆, 等. 在肉鸡饲料中添加脂肪粉的效果[J]. 黑龙江畜牧兽医, 1998(8): 14.
- [8] 姜鹏, 王金荣, 任皓, 等. 脂肪粉对肉鸡胴体品质和抗氧化性能的影响[J]. 饲料研究, 2010(10): 46-48.
- [9] 景翠, 陈宝江, 许晴, 等. 脂肪粉对蛋鸡生产性能及相关理化指标的影响[J]. 新饲料, 2009(4): 13-16.
- [10] 张振明, 葛斌, 许爱霞, 等. 雪莲花水提物的抗氧化活性及其机制[J]. 第二军医大学学报, 2005, 26(5): 586-589.
- [11] 都海明, 陆兆新, 王恬. 抗菌脂肽对肉鸡抗氧化能力及血清生化指标的影响[J]. 畜牧与兽医, 2010, 42(6): 8-13.
- [12] 孙华, 杨维仁, 杨在宾, 等. 甜菜碱代替蛋氨酸对肉鸡生长性能及蛋白质代谢的影响[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(9): 90-96.
- [13] 陈小莺, 张日俊. 大豆生物活性肽对蛋鸡生产性能和蛋白质代谢的影响及调控机理[J]. 饲料工业, 2005, 26(23): 33-36.
- [14] 陈文, 吕于明, 黄艳群. 玉米油和猪油对肉鸡生产性能、屠宰性能及血清生化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2011, 23(7): 1101-1108.
- [15] 杨琳, Minaingar M, 傅伟龙, 等. 不同光照制度对黄羽肉鸡蛋白质沉积及血浆中甲状腺激素浓度的影响[J]. 动物营养学报, 2000, 12(4): 57-61.
- [16] 李震钟. 家畜环境生理学[M]. 北京: 农业出版社, 1995.
- [17] 夏东, 李如治. 氯丙嗪对肉用仔鸡热应激的影响[J]. 中国家禽, 1999, 21(7): 5-6.
- [18] 李焰, 杨小燕, 林跃鑫. 银杏叶提取物对肉鸡屠宰性能、血清生化指标和甲状腺激素浓度的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2007, 43(23): 24-26.