

L-精氨酸对冬季低温下产蛋初期攸县麻鸭产蛋、 血液指标和肝脏抗氧化功能的影响

舒燕^{1,2}, 鄢理洋¹, 雷平¹, 刘惠知^{1,2}, 李咏梅¹, 周映华^{1,2}, 缪东¹,
曾发姣¹, 李震威³, 高书峰^{1,2}, 周小玲¹, 周冰玉¹, 王升平^{1,2*}

(1.湖南省微生物研究院,长沙 410009; 2. 饲用微生物生态制剂湖南省工程实验室,长沙 410009; 3. 攸县畜牧水产局,攸县 412300)

摘要: 为了考察冬季低温下不同 L-精氨酸添加水平对产蛋初期攸县麻鸭产蛋、血液指标和肝脏抗氧化功能的影响。选择 90 日龄体重相近的健康攸县麻鸭 240 只,随机分为 4 个处理组,每个处理设 6 个重复,每个重复 10 只,饲养温度为冬季低温,分别饲喂 L-精氨酸添加量为 0.0% (CK)、0.2% (I 组)、0.5% (II 组) 和 0.8% (III 组) 的基础饲料,试验期 42 d。试验结果表明,II 组显著提高了第 2 周、第 3 周、第 4 周和全期产蛋率($P < 0.05$); 各组之间肝脏、肾脏重量均无显著差异($P > 0.05$); 相对于对照组, I 组显著降低血清中尿酸含量($P < 0.05$), II 组球蛋白含量显著降低($P < 0.05$), III 组显著降低血清中直接胆红素的浓度($P < 0.05$); 与对照组相比,试验 I、II、III 组肝脏中 CAT、SOD 含量均显著升高($P < 0.05$), MDA 含量则显著降低($P < 0.05$)。综合分析,冬季低温下添加 0.568%~0.593% 的 L-精氨酸有利于提高产蛋初期攸县麻鸭产蛋率,提高肝脏组织的抗氧化能力,改善肝脏功能。

关键词: L-精氨酸; 攸县麻鸭; 产蛋初期; 肝功能

中图分类号: S834

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2018)01-0030-07

Effects of L-arginine on laying performance, blood biochemical indices and liver antioxidant function of Youxian ducks during the earlier laying period under low-temperature in winter

SHU Yan^{1,2}, WU Liyang¹, LEI Ping¹, LIU Huizhi^{1,2}, LI Yongmei¹, ZHOU Yinghua^{1,2}, MIAO Dong¹,
ZENG Fajiao¹, LI Zhenwei³, GAO Shufeng^{1,2}, ZHOU Xiaoling¹, ZHOU Bingyu¹, WANG Shengping^{1,2}

(1. Hunan Institute of Microbiology, Changsha 410009;

2. The Microecology Preparation Engineering Laboratory of Hunan Province, Changsha 410009;

3. Youxian Animal Husbandry and Fishery Bureau, Youxian 412300)

Abstract: The research was aimed to study the effects of dietary L-arginine (Arg) level on laying performance, blood biochemical indices and liver antioxidant function of Youxian ducks during the earlier laying period under low-temperature in winter. A total of 240 healthy Youxian ducks (90 days of age) with nearly the same body weight were selected and randomly assigned to 4 groups with 6 replicates in each group and 10 ducks in each replicate. Under low-temperature in winter, ducks were fed with the basal diet supplemented with 0.0% (CK), 0.2% (group I), 0.5% (Group II), or 0.8% (Group III) L-Arg. The experiment lasted for 42 days. The experimental results showed that: ducks in group II significantly increased the laying rate at the second, third, and fourth week and the total laying rate ($P < 0.05$). There was no significant difference ($P > 0.05$) in liver and kidney weight between treatment groups and the control. The serum uric acid in group I was significantly decreased ($P < 0.05$). Meanwhile, the globulin content in group II and the serum direct bilirubin concentration in group III were significantly decreased ($P < 0.05$). The contents of SOD (superoxide dismutase) and CAT (catalase) in the liver of group I, II and III were significantly increased, while the content of MDA (malonaldehyde) was significantly decreased ($P < 0.05$) compared with the control. In conclusion, basal diet supplemented with 0.568%-0.593% L-Arg could improve the laying rate and liver antioxidant

收稿日期: 2017-02-16

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31302003) 资助。

作者简介: 舒燕, 助理研究员。E-mail: 344236216@qq.com

* 通信作者: 王升平, 研究员。E-mail: funfarm@126.com

capacity of Youxian ducks during the earlier laying period under low-temperature in winter.

Key words: L-Arginine; Youxian ducks; earlier egg laying; liver function

在冬季寒冷季节,特别是南方地区采取低成本的大棚养殖方式,蛋鸭很容易受到低温冷空气的影响而造成应激。持续应激常引起机体神经内分泌及免疫状态等一系列生理生化反应^[1],导致畜禽器官损伤或功能紊乱,从而出现生长受阻,产蛋率下降(甚至停止产蛋)的现象。精氨酸(Arg)在特定条件下属于必需氨基酸^[2],只能由饲料提供,其具有维持肝肾功能稳定和治疗肝肾疾病的作用。在肾脏功能衰竭的动物模型中的研究表明,Arg可通过释放NO缓解肾脏功能衰竭的症状^[3]。目前国内外对Arg在抗热应激、免疫反应及抗氧化应激等方面研究较多。在仔猪饲料中添加Arg能增加寒冷条件下饲料转化率和日增重^[4],日粮中补给Arg可减弱鸡的社会分离模式下的反应^[5]。研究表明禽类饲喂高精氨酸日粮,可提高其生长并降低采食量。

攸县麻鸭是湖南省著名的蛋用型地方品种,具有体型小、成熟早和产蛋多等特点,然而在寒冷的

冬季,攸县麻鸭由于寒冷天气的影响而出现生长受阻、产蛋率下降的情况,造成巨大的经济损失。根据1993年台湾畜牧学会制订的《蛋鸭营养需要量》及相关文献报道,一般正常饲养条件下蛋鸭精氨酸需要量为1%左右^[6],但在不良的外界环境刺激条件下,基础日粮中精氨酸不一定能满足畜禽的生长和生产需求。本试验以我国优良的地方蛋用鸭种攸县麻鸭为模式动物,研究精氨酸对冬季低温下,产蛋初期攸县麻鸭产蛋、血液指标和肝功能的影响,旨在探讨L-Arg为减弱寒冷冬季对产蛋初期攸县麻鸭的不利影响提供一种可行的营养解决方案。

1 材料与方法

1.1 供试材料

L-精氨酸,购自苏州美高美生物科技有限公司,纯度 $\geq 99\%$ 。

表 1 基础饲料组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis)

| 原料 Ingredient | 含量 Content | 营养水平 Nutrient levels** | 含量 Content % |
|--|------------|-------------------------------|--------------|
| 玉米 Corn | 61.60 | 粗蛋白 CP | 18.56 |
| 豆粕 Soybean meal | 20.00 | 代谢能 ME (MJ·kg ⁻¹) | 2.76 |
| 麦麸 Wheat bran | 9.80 | 钙 Ca | 3.58 |
| 磷酸氢钙 CaHPO ₄ | 1.10 | 有效磷 AP | 0.46 |
| 石粉 Limestone | 2.10 | 粗纤维 CF | 2.64 |
| 鱼粉 Fish meal | 2.00 | 粗脂肪 EE | 4.48 |
| 豆油 Soybean oil | 2.20 | 盐分 NaCl | 0.32 |
| 赖氨酸 Lys | 0.25 | 赖氨酸 Lys | 1.07 |
| 食盐 NaCl | 0.25 | 蛋氨酸 Met | 0.42 |
| 小苏打 NaHCO ₃ | 0.20 | 精氨酸 Arg | 0.93 |
| 蛋氨酸 Met | 0.16 | | |
| 氯化胆碱 C ₅ H ₁₄ ClNO | 0.10 | | |
| 预混料 Premix* | 0.30 | | |
| 合计 Total | 100 | | |

*预混料为每千克饲料提供: VA 12 000 IU, VD 3 000 IU, VE 26 mg, VB₁ 3 mg, VB₂ 10 mg, VB₆ 6 mg, VB₁₂ 30 μg, 烟酸 nicotinic acid 50 mg, 叶酸 folic acid 600 μg, Cu 10 mg, Fe 50 mg, Zn 100 mg, Mn 90 mg, I 0.5 mg, Se 0.4 mg。

**豆粕:粗蛋白含量为43%;玉米:粗蛋白含量为7.8%;赖氨酸:含量为98.5%的赖氨酸盐酸盐;蛋氨酸:含量为98.5%的蛋氨酸盐酸盐;氯化胆碱:含量为50%的氯化胆碱。Soybean meal: the crude protein content was 43%; corn: the content of crude protein was 7.8%; lysine: 98.5% L-lysine hydrochloride; methionine: 98.5% methionine choline; chloride hydrochloride: the content of choline chloride: 50%。

***营养水平为计算值。Nutrient levels are calculated values.

1.2 试验设计

选择90日龄(d)体重相近的健康攸县麻鸭240只,随机分成4组,每组6个重复,每个重复10只。

采用单因子完全随机饲养试验,饲养温度为冬季低温,在基础日粮的基础上分别添加0.0%(CK)、0.2%(I组)、0.5%(II组)、0.8%(III组)的L-Arg。

1.3 基础饲料与饲养管理

按照 NRC《家禽营养需要》^[7]设计日粮, 试验全程采用粉料, 自由采食和饮水。适应期 10 d, 试验期从 100 d 开始, 直到 142 d (攸县麻鸭开产日龄为 100 d 左右), 基础饲料组成及营养水平见表 1。

1.4 样品采集与处理

1.4.1 血液样品采集 饲养试验结束后, 每重复随机选取体重相近的试验鸭 2 只, 清晨空腹前颈静脉采血, 血样置于 37℃ 水浴中, 待析出血清后转入离心管, 在离心机 (Eppendorf 5424R) 中以 3 000 r·min⁻¹ 离心 15 min, 所得血清样品-80℃ 保存备用。

1.4.2 肝脏样品采集 饲养试验结束后, 心脏取血后将试验鸭处死, 迅速分离肝脏和肾脏, 用电子天平 (梅特勒-托利多仪器 (上海) 有限公司 PL203) 平称重后, 取肝组织冰浴下快速匀浆, 用于肝脏抗氧化功能指标的检测。

1.5 测定指标与方法

1.5.1 鸭舍环境温度测定 在每个重复的 2 个不同位置各放置一根温度计, 分别在每天 8:00、14:00 和 18:00 记录鸭舍的环境温度, 计算鸭舍平均温度。

1.5.2 产蛋率、产蛋量、平均日采食量与料蛋比 试验期间每天记录产蛋总数、总蛋重, 从开始产蛋起以每周为统计单位进行统计产蛋率, 以组为单位统计全期产蛋率。

1.5.3 蛋品质与器官重 总蛋重、蛋黄重、蛋清重、蛋壳重、肝脏重和肾脏重采用电子天平 (梅特勒-托利多仪器 (上海) 有限公司 PL203) 测定; 蛋黄水分、蛋清水分采用烘箱 (上海博讯实业有限公司 GX-9146MBE) 干燥法测定。

1.5.4 血清生化指标 采用紫外可见分光光度计 (北京普析通用仪器有限责任公司 TU-1810PC) 测定血清中总胆红素 (T-BIL)、直接胆红素 (D-BIL)、谷丙转氨酶 (ALT)、总蛋白 (TP)、白蛋白 (ALB)、尿素 (U)、肌酐 (CR) 和尿酸 (UA) 的含量, 上述试剂均采用南京建成生物工程研究所的试剂盒。

1.5.5 肝脏抗氧化指标 采用比色法测定肝脏超氧化物歧化酶 (SOD)、过氧化氢酶 (CAT) 活性及丙二醛 (MDA) 的含量, 仪器为紫外可见分光光度计 (北京普析通用仪器有限责任公司 TU-1810PC), 上述试剂均采用南京建成生物工程研究所试剂盒。

1.6 数据处理

试验数据通过平均值±标准差来表示, 使用 SPSS 19.0 统计分析软件进行单因素方差分析, Duncan 氏多重比较检验, 其中 $P < 0.05$ 为差异显著。并对相关指标进行曲线回归分析, 以确定冬季

低温下攸县麻鸭 L-Arg 的需要量。

2 结果与分析

2.1 试验期鸭舍的环境温度

试验期鸭舍每日环境平均温度变化见图 1, 其变化范围为 4.20~13.77℃, 而其中鸭舍平均温度高于 10℃ 的日期比较少, 大部分试验日期鸭舍平均温度低于 10℃。

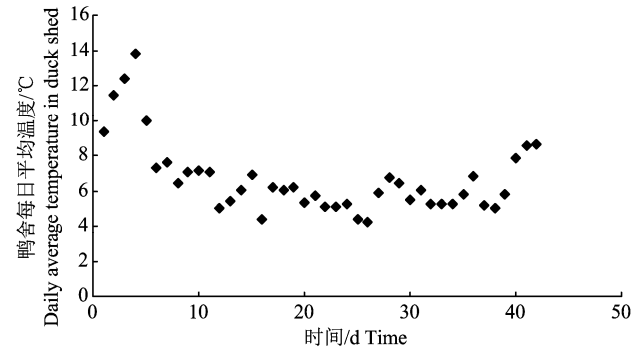


图 1 试验期鸭舍每日环境平均温度变化

Figure 1 The change of daily average temperature of the duck shed in the experiment period

2.2 冬季低温下 L-Arg 对产蛋初期攸县麻鸭产蛋的影响

从开始产蛋起以每周为单位进行产蛋初期产蛋率统计。由表 2 可知, II 组即 0.5% 的 L-Arg 添加组与 CK 组相比显著提高了第 2 周、第 3 周和第 4 周及全期产蛋率 ($P < 0.05$), 第 4 周以后, 差异均不显著 ($P > 0.05$), 这提示 L-Arg 可以使蛋鸭产蛋率上升迅速, 让产蛋高峰提前来临。II 组相比 I 组, 第 2 周、第 3 周、第 4 周及全期的产蛋率差异显著 ($P < 0.05$)。II 组相比 III 组, 则显著提高了第 3 周、第 4 周、第 5 周及全期的产蛋率 ($P < 0.05$)。

由表 3 可知, 各组产蛋初期攸县麻鸭在总蛋重、蛋黄重、蛋清重、蛋壳重、蛋黄水分和蛋清水分均无显著差异 ($P > 0.05$), 即在日粮中添加 0.2%~0.8% 的 L-Arg 对冬季低温下产蛋初期攸县麻鸭蛋的总蛋重、蛋黄重等均无显著影响。

2.3 冬季低温下 L-Arg 对产蛋初期攸县麻鸭肝肾功能发育的影响

从表 4 可知, CK 组与 3 个试验组之间肝脏、肾脏重量无显著差异 ($P > 0.05$); 试验 I、II、III 组之间肝脏和肾脏器官重之间无显著差异 ($P > 0.05$)。

2.4 冬季低温下 L-Arg 对产蛋期攸县麻鸭血液生化指标的影响

由表 5 可知, 球蛋白含量以 II 组最低, 显著低于 CK 组 ($P < 0.05$)。相比 CK 组, III 组显著降低

血清中直接胆红素的浓度 ($P < 0.05$), 与 I、II 两组无显著差异 ($P > 0.05$)。相对于 CK 组, I 组显著降低血清中尿酸含量 ($P < 0.05$), 与 II、III 两组无显

著差异 ($P > 0.05$)。各组总蛋白, 白蛋白、总胆红素、间接胆红素、谷丙转氨酶、尿素和肌酐等指标均无显著差异 ($P > 0.05$)。

表 2 冬季低温下添加不同水平 L-Arg 对产蛋初期攸县麻鸭产蛋率的影响

Table 2 Effects of different dietary L-Arg levels on laying rate of earlier laying period Youxian ducks under low-temperature (<math> < 10^{\circ}\text{C}</math>) in winter

| 项目 Item | 组别 Group | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | CK | I 组 Group I | II 组 Group II | III 组 Group III |
| 第 1 周 Week 1 | 0.70±0.45 ^a | 0.45±0.14 ^b | 0.71±0.15 ^a | 0.61±0.46 ^{ab} |
| 第 2 周 Week 2 | 1.28±0.55 ^a | 1.06±0.29 ^a | 2.86±0.22 ^b | 1.48±0.20 ^a |
| 第 3 周 Week 3 | 2.86±0.31 ^a | 2.42±0.52 ^a | 5.16±0.82 ^b | 3.03±0.32 ^a |
| 第 4 周 Week 4 | 5.00±0.43 ^a | 4.63±0.41 ^a | 6.55±0.31 ^b | 4.25±0.89 ^a |
| 第 5 周 Week 5 | 6.11±0.48 ^{ab} | 5.91±0.47 ^{ab} | 6.54±0.36 ^a | 5.45±0.48 ^b |
| 第 6 周 Week 6 | 6.49±0.51 | 6.02±1.11 | 5.93±0.46 | 5.36±0.55 |
| 全期产蛋率 Total laying rate | 3.74±0.33 ^a | 3.42±0.17 ^a | 4.63±0.17 ^b | 3.37±0.12 ^a |

注: 同行数据肩标不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

Note: In the same column, values with different letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$). The same below.

表 3 冬季低温下添加不同水平 L-Arg 对产蛋初期攸县麻鸭蛋品质的影响

Table 3 Effects of different dietary L-Arg levels on egg quality of earlier laying period Youxian ducks under low-temperature in winter

| 项目 Item | CK | I 组 Group I | II 组 Group II | III 组 Group III |
|-----------------------|------------|-------------|---------------|-----------------|
| 总蛋重 Total egg weight | 66.55±4.81 | 67.21±2.69 | 69.70±5.10 | 68.56±3.10 |
| 蛋黄重 Yolk weight | 22.85±2.34 | 24.23±1.10 | 24.16±2.40 | 22.76±1.50 |
| 蛋清重 Albumen weight | 37.09±3.16 | 36.13±3.18 | 38.32±3.25 | 37.52±2.10 |
| 蛋壳重 Shell weight | 6.96±0.66 | 7.05±0.90 | 7.22±0.57 | 6.92±0.10 |
| 蛋黄水分 Yolk Moisture | 13.98±1.72 | 13.13±1.10 | 12.45±1.76 | 12.51±1.57 |
| 蛋清水分 Albumen moisture | 33.83±1.69 | 33.11±1.70 | 29.64±2.65 | 31.64±1.16 |

表 4 冬季低温下 L-Arg 对产蛋初期攸县麻鸭肝肾器官重的影响

Table 4 Effects of different dietary L-Arg levels on liver and kidney of earlier laying period Youxian ducks under low-temperature in winter

| 项目 Item | CK | I 组 Group I | II 组 Group II | III 组 Group III |
|-------------------|------------|-------------|---------------|-----------------|
| 肝脏重 Liver weight | 41.52±2.89 | 40.25±3.56 | 41.21±1.91 | 42.01±1.78 |
| 肾脏重 Kidney weight | 9.63±1.73 | 9.15±0.90 | 9.63±0.37 | 8.89±1.56 |

2.5 冬季低温下 L-Arg 对产蛋初期攸县麻鸭肝脏抗氧化指标的影响

由表 6 可知, 冬季低温下, 对比 CK 组, 试验 I、II 和 III 组中肝脏 CAT、SOD 含量均显著升高 ($P < 0.05$), 但 III 组显著高于试验 I 组 ($P < 0.05$); 试验 I、II 及 III 组中肝脏 MDA 含量均显著降低 ($P < 0.05$), 但各试验组之间无显著差异 ($P > 0.05$); 表明冬季低温下在攸县麻鸭基础日粮中添加 0.2%~0.8% 的 L-Arg, 能显著提高血清和肝脏 SOD、CAT 的活性, 降低攸县麻鸭血清和肝脏中 MDA 含量, 但添加 0.2%~0.5% 的 L-Arg 组间差异不显著。

2.6 冬季低温下产蛋初期攸县麻鸭 L-Arg 添加量

冬季低温下产蛋初期攸县麻鸭产蛋率相对饲

粮中 L-Arg 水平从第 1 周到第 6 周末呈现出显著的二次曲线变化关系 ($P > 0.05$), 但第 3 周、第 4 周产蛋率和全期产蛋率与饲料中 L-Arg 添加量呈显著的三次曲线关系 ($P = 0.012$, $P = 0.04$, $P < 0.001$)。对第 3 周、第 4 周产蛋率和全期产蛋率回归曲线模型求解, 当饲料中 L-Arg 添加量分别为 0.593%、0.568% 和 0.578% 时, 可使攸县麻鸭第 3 周、第 4 周产蛋率和全期产蛋率达到最高。回归分析 (表 7) 表明随着日粮中 L-Arg 水平的提高, 攸县麻鸭血清中白球比、肝脏 CAT、SOD 表现出先升高后下降的二次曲线变化趋势 ($P = 0.016$, $P < 0.01$, $P < 0.01$), 肝脏 MDA 表现出先下降后升高的二次曲线变化趋势 ($P < 0.01$)。分别求得二次曲线对应极值为

0.557%、0.617%、0.57%和 0.56%。即通过所建立模型估计当饲料中 L-Arg 含量分别为 0.557%、

0.617%、0.57%和 0.56%时, 攸县麻鸭血清白球比、肝组织 CAT、SOD 活性最高, 肝脏 MDA 含量最低。

表 5 冬季低温下 L-Arg 对产蛋初期攸县麻鸭血液生化指标的影响

Table 5 Effects of different dietary L-Arg levels on blood biochemical indices of earlier laying period Youxian ducks under low-temperature in winter

| 项目 Item | CK | I 组 Group I | II 组 Group II | III 组 Group III |
|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 总蛋白 TP/g·L ⁻¹ | 50.07±7.25 | 46.87±4.80 | 41.17±6.78 | 45.53±1.33 |
| 白蛋白 ALB/g·L ⁻¹ | 14.53±2.83 | 16.03±1.64 | 14.53±1.90 | 15.96±1.05 |
| 球蛋白 GLB/g·L ⁻¹ | 35.53±5.63 ^a | 30.83±3.17 ^{ab} | 26.63±4.90 ^b | 29.57±0.57 ^{ab} |
| 白球比 ALB/GLB | 0.41±0.09 ^a | 0.52±0.01 ^b | 0.55±0.03 ^b | 0.54±0.03 ^b |
| 总胆红素 T-BIL/μmol·L ⁻¹ | 3.94±0.61 | 3.23±0.29 | 3.75±1.05 | 2.97±0.37 |
| 直接胆红素 D-BIL/μmol·L ⁻¹ | 2.83±0.77 ^a | 2.12±0.69 ^{ab} | 2.22±0.84 ^{ab} | 1.40±0.34 ^b |
| 间接胆红素 I-BIL/μmol·L ⁻¹ | 1.12±1.13 | 1.11±0.76 | 1.53±0.37 | 1.57±0.37 |
| 谷丙转氨酶 ALT/U·L ⁻¹ | 21.53±6.76 | 20.90±5.02 | 18.90±3.00 | 17.23±1.75 |
| 尿素 Urea /mmol·L ⁻¹ | 1.06±0.28 | 1.19±0.35 | 1.33±0.61 | 1.07±0.19 |
| 肌酐 CR/μmol·L ⁻¹ | 16.17±0.72 | 15.50±1.11 | 18.10±6.32 | 18.93±2.85 |
| 尿酸 UA/μmmol·L ⁻¹ | 458.37±98.20 ^a | 313.60±20.08 ^b | 341.17±70.17 ^{ab} | 340.10±62.25 ^{ab} |

表 6 冬季低温下 L-Arg 对产蛋初期攸县麻鸭肝脏 SOD、CAT 及 MDA 水平的影响

Table 6 Effects of different dietary L-Arg levels on Liver SOD,CAT and MDA of earlier laying period Youxian ducks under low-temperature in winter

| 项目 Item | CK | I 组 Group I | II 组 Group II | III 组 Group III |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 过氧化氢酶 CAT/U·mg ⁻¹ (prot) | 20.84±0.22 ^a | 26.65±0.59 ^b | 27.44±0.69 ^{bc} | 28.39±0.47 ^c |
| 超氧化物歧化酶 SOD/U·mg ⁻¹ (prot) | 85.25±0.94 ^a | 95.95±0.68 ^b | 97.32±0.92 ^{bc} | 97.69±0.84 ^c |
| 丙二醛 MDA/nmol·mg ⁻¹ (prot) | 0.91±0.09 ^a | 0.47±0.07 ^b | 0.45±0.02 ^b | 0.43±0.08 ^b |

表 7 冬季低温下产蛋初期攸县麻鸭 L-Arg 的需求量

Table 7 The L-Arg requirement of earlier laying period Youxian ducks under low-temperature in winter

| 项目 Item | 回归公式 Regressive formula | R ² | L-Arg 需求量/% L-Arg requirement |
|---|--|----------------|----------------------------------|
| 第 3 周产蛋率/% Laying rate during the third week | $Y = -12.988X + 66.31X^2 - 62.269X^3 + 2.86$ | 0.856 | 0.593 |
| 第 4 周产蛋率/% Laying rate during the fourth week | $Y = -10.182X + 51.588X^2 - 50.046X^3 + 5$ | 0.787 | 0.568 |
| 全期产蛋率/% Total laying rate | $Y = -7.004X + 33.194X^2 - 31.278X^3 + 3.74$ | 0.895 | 0.578 |
| 白球比 ALB/GLB | $Y = -0.463X^2 + 0.516X + 0.42$ | 0.599 | 0.557 |
| CAT/U·mg ⁻¹ (prot) | $Y = -19.204X^2 + 23.69X + 21.411$ | 0.893 | 0.617 |
| SOD/U·mg ⁻¹ (prot) | $Y = -40.081X^2 + 45.707X + 86.231$ | 0.897 | 0.570 |
| MDA/nmol·mg ⁻¹ (prot) | $Y = 1.596X^2 - 1.788X + 0.865$ | 0.865 | 0.560 |

3 讨论

3.1 冬季低温下 L-Arg 对产蛋期攸县麻鸭产蛋影响

研究表明家禽产蛋最适温度在 20℃左右, 环境温度持续低于 7℃将对家禽产蛋产生不利影响^[8], 在低温环境下, 动物机体代谢产生的儿茶酚胺和甲状腺素分泌等增强, 神经内分泌和免疫系统功能状态改变, 引起家禽新陈代谢和生理机能的改变, 表现出生长发育迟缓, 蛋产量和质量下降等生理现象。并且在低温条件下家禽需要摄取更多营养用以维持正常体温及基本的新陈代谢。而在寒冷的冬季, 攸

县麻鸭由于寒冷天气的影响容易出现生长受阻、产蛋率下降的情况, 造成经济损失。王义之研究表明饲养在 7℃下比饲养在 13℃下, 每 100 只家禽少产 4 个蛋^[9]。本试验结果表明, 冬季寒冷天气, 在基础饲料中添加 0.5%的 L-Arg 显著提高了产蛋初期攸县麻鸭第 2 周、第 3 周、第 4 周和全期产蛋率, 这表明增加饲料中 L-Arg 的含量, 可以在一定程度上调节营养代谢, 减轻低温对攸县麻鸭营养物质代谢的不利影响。添加 0.5%的 L-Arg 具有提高产蛋率的作用, 可能是 L-Arg 直接作用于下丘脑, 具有促进生长激素等内分泌激素释放的功能, 进而增加应激状

态下蛋白质的合成,降低蛋白分解代谢^[10]。添加 0.8%的 L-Arg 在第 3、第 4 和第 5 周产蛋率反而显著降低,可能是由于精氨酸和赖氨酸同属碱性氨基酸,动物机体对二者的吸收存在拮抗作用,日粮中精氨酸添加量过高,影响了赖氨酸的吸收,所以产蛋率反而下降。闫伟等^[11]认为高含量的 L-Arg 会破坏日粮中氨基酸平衡,影响第一限制氨基酸赖氨酸的吸收,Zhan 等^[12]研究也表明,添加高水平(1.2%)的 L-Arg,仔猪生长性能低于对照组。本试验研究中 L-Arg 添加量与产蛋初期攸县麻鸭各周产蛋率不存在显著的线性或二次曲线关系,但 L-Arg 添加量与第 3 周、第 4 周产蛋率和全期产蛋率存在显著的三次曲线关系(表 7),表明在第 3 周、第 4 周和产蛋全期饲料中 L-Arg 添加量分别为 0.593%、0.568% 和 0.578%时,产蛋率可达到最高。

3.2 冬季低温下 L-精氨酸对产蛋期攸县麻鸭肝脏的影响

肝脏是卵黄合成的重要器官,调理好肝脏,对于蛋鸭的产蛋非常重要,其中重量是衡量肝脏健康状况的一个重要指标。本试验表明,冬季低温下添加不同浓度的 L-Arg 对产蛋初期攸县麻鸭肝脏发育影响不显著。闫伟等^[11]认为应激对畜禽生产性能的发挥产生长远的影响,其原因可能是影响了畜禽内脏实质器官的发育。张翠等^[13]表明日粮中 L-Arg 添加具有增加仔猪肾脏质量的趋势,但没有显著影响。本试验结果与其基本一致,推测 L-Arg 对肝脏重量的影响可能与环境温度变化强度及畜禽品种有关。

3.3 冬季低温下 L-Arg 对产蛋期攸县麻鸭血液生化指标的影响

血液生化指标可间接反映畜禽生理功能及代谢情况,如血清白蛋白对调节血液渗透压有重要作用,白蛋白缺乏可使畜禽机体浮肿,同时血清白蛋白还与脂肪酸的运送有关。血清中的球蛋白,关系着畜禽机体的免疫功能。本研究表明饲料中添加 L-Arg 对攸县麻鸭血清中白蛋白含量无显著影响,而球蛋白除 II 组显著低于对照组,其余各组差异不显著。白蛋白在肝脏合成,当肝功能出现问题时,白蛋白就会减少,白球比将偏低。球蛋白是由免疫器官制造的,当机体遇到感染或不良刺激时,球蛋白的产生也会增多,从而导致白球比偏低。本研究发现相比对照组,饲料中添加 L-Arg 可显著提高白球比值,表明在 L-Arg 可减轻寒冷冬季对攸县麻鸭肝脏的不利影响,增强机体抵抗力。血清中胆红素浓度可反映肝脏排泄、分泌及解毒功能。本试验中,添加 0.2%~0.8%的 L-Arg 组直接胆红素浓度均低于空白

组,这表明冬季寒冷对攸县麻鸭肝细胞有一定影响,从而出现排泄及解毒功能障碍,而在攸县麻鸭饲料中添加 L-Arg 可以缓解肝细胞损伤,降低直接胆红素浓度。尿酸是家禽蛋白质与核酸代谢的终产物,血清中尿酸浓度可反映家禽蛋白质代谢状况^[14],血清中尿酸含量越低,说明机体蛋白质分解减少^[15]。低温环境下,畜禽机体更多的蛋白质被分解用以供能,因此血清中尿酸水平要高。研究发现基础日粮中添加 L-Arg 相比对照组血清中尿酸含量显著降低,也说明在冬季寒冷刺激下鸭子体内蛋白质、核酸的新陈代谢发生改变,导致血清中尿酸含量升高,而在饲料中添加 L-Arg 可降低血清中尿酸含量。

3.4 冬季低温下 L-精氨酸对产蛋期攸县麻鸭肝脏抗氧化功能的影响

寒冷可使肝脏抗氧化功能发生显著改变,Şahin 等^[16]研究了寒冷刺激对肝脏抗氧化物质活性的影响,表明肝脏中 SOD、CAT 和 GSH-Px 的活性均呈下降趋势,认为寒冷应激可以通过改变酶的抗氧化系统,破坏生物体的促氧化与抗氧化间的平衡,诱发对机体组织器官的氧化损伤。Kaushik 等^[17]的研究证实寒冷应激可使肝组织中的总 SOD 活性、GSH 含量显著下降。

本试验结果表明,寒冷冬季环境可以引起攸县麻鸭肝脏中 CAT、SOD 活性降低,而日粮中添加 L-Arg 具有一定缓解作用,肝脏 CAT、SOD 活性及 MDA 含量与饲料中 L-Arg 含量均呈显著的二次曲线变化趋势,表明在寒冷的冬季,饲料中添加 0.56%~0.617%的 L-Arg,可提高机体对低温环境胁迫等逆境的抵抗力。此结果与文献报道基本相符,研究认为 L-Arg 作为一种有效的生物抗氧化剂,发挥抗应激作用的基础与其抗氧化性能密切相关。Huang 等^[18]和 Lin 等^[19]发现给大鼠补充 L-精氨酸,能提高其抗氧化酶的活性,降低 MDA 的含量,减轻氧化应激对大鼠的损伤。雷康福等^[20]和 Dasgupta 等^[21]认为,补充 L-Arg 可以促进其产物 NO 的生成,同时提高组织中 SOD 和 GSH-Px 活性,降低 MDA 含量,表明通过精氨酸补充 NO 可以显著降低大鼠的氧化应激。Gupta 等^[22]应用 C-H-R(冷-缺氧-行为限制)模式对小鼠进行研究发现,日粮补给精氨酸(100 mg·kg⁻¹ BW)能增强小鼠抗 C-H-R 应激,可能的机理是精氨酸有较强的抗氧化效果,比如能维持体内抗氧化物质(SOD、CAT)的浓度,降低脂质过氧化(MDA)以及血液中乳酸脱氢酶的水平。SOD 等抗氧化基础物质的水平升高时,增强肝脏抗氧化能力,可以缓解冷应激对攸县麻鸭生产造成的

不利影响。Wu 等^[23]认为补充精氨酸缓解应激的途径可能是显著提高了热休克蛋白(HSP70) mRNA和蛋白的表达量。

4 结论

冬季环境温度对产蛋初期(开产期)攸县麻鸭的产蛋率有一定的影响, 饲料中添加 0.568%~0.593%的 L-Arg 有利于提高产蛋初期攸县麻鸭产蛋率。基础饲料中添加 0.56%~0.617% L-Arg, 产蛋初期攸县麻鸭肝脏可获得较高的抗氧化能力, 改善肝脏功能。

由于添加精氨酸只有 4 个水平, 可能对线性分析结果有一定的影响, 对冬季低温下攸县麻鸭初产期的精氨酸水平只具有一定的参考价值, 后续还需进一步研究。同时试验时攸县麻鸭正处于产蛋初期, 因此 L-Arg 对稳产期、产蛋后期攸县麻鸭产蛋率、血液生化指标、肝脏抗氧化性能的影响也还需进一步研究。

参考文献:

- [1] SHINDER D, LUGER D, RUSAL M, et al. Early age cold conditioning in broiler chickens (*Gallus domesticus*): thermotolerance and growth responses[J]. J Therm Biol, 2002, 27(6): 517-523.
- [2] NIEVES JR C, LANGKAMP-HENKEN B. Arginine and immunity: a unique perspective[J]. Biomed Pharmacother, 2002, 56(10): 471-482.
- [3] CHANDER V, CHOPRA K. Molsidomine, a nitric oxide donor and L-arginine protects against rhabdomyolysis-induced myoglobinuric acute renal failure[J]. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects, 2005, 1723(1): 208-214.
- [4] 曲红焱, 李祥辉, 张晓丽, 等. 精氨酸对冷应激仔猪生长性能的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2010, 22(2): 61-64.
- [5] SUENAGA R, TOMONAGA S, YAMANE H, et al. Intracerebroventricular injection of L-arginine induces sedative and hypnotic effects under an acute stress in neonatal chicks[J]. AMINO ACIDS, 2008, 35(1): 139-146.
- [6] SHEN T F. Nutrient requirements of egg-laying ducks[J]. ASIAN AUSTRAL J ANIM, 2000, 13(Special iss.): 113-120.
- [7] 爱姆·路斯. 家禽营养需要(第九修订版)[M]. 蔡辉益, 文杰, 杨禄良, 译. 北京: 中国农业科技出版社, 1994.
- [8] 夏丹. 低温和能量对育成蛋鸭生产性能及生化指标的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2007.
- [9] 王义之. 环境温度对产蛋鸡的影响[J]. 辽宁畜牧兽医, 1990(1): 33-35.
- [10] FRANK J W, ESCOBAR J, NGUYEN H V, et al. Oral N-carbamylglutamate supplementation increases protein synthesis in skeletal muscle of piglets[J]. J NUTR, 2007, 137(2): 315-319.
- [11] 闫伟, 施寿荣, 杨海明, 等. L-精氨酸对脂多糖刺激仔鹅生长发育的影响[J]. 动物营养学报, 2010, 22(4): 1071-1075.
- [12] ZHAN Z, OU D, PIAO X, et al. Dietary arginine supplementation affects microvascular development in the small intestine of early-weaned pigs[J]. J NUTR, 2008, 138(7): 1304-1309.
- [13] 张翠, 阮征, 印遇龙, 等. L-精氨酸对肾脏组织形态和 HSP70 表达的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(21): 271-274.
- [14] 王讯, 马恒东, 赵玲. 鸡体内尿酸生物学功能的研究进展[J]. 动物医学进展, 2005, 26(3): 41-43.
- [15] 程玉芳, 赵美林, 靳玲品, 等. CrCl₃ 对低温条件下种公鸡血清生化指标的影响[J]. 畜牧与兽医, 2012, 44(4): 56-58.
- [16] ŞAHİN E, GÜMÜŞLÜ S. Cold-stress-induced modulation of antioxidant defence: role of stressed conditions in tissue injury followed by protein oxidation and lipid peroxidation[J]. Int J Biometeorol, 2004, 48(4): 165-171.
- [17] KAUSHIK S, KAUR J. Chronic cold exposure affects the antioxidant defense system in various rat tissues[J]. Clin Chim Acta, 2003, 333(1): 69-77.
- [18] HUANG C C, LIN T J, LU Y F, et al. Protective effects of L-arginine supplementation against exhaustive exercise-induced oxidative stress in young rat tissues[J]. Chinese J Physiol, 2009, 52(5): 306-315.
- [19] LIN C C, TSAI W C, CHEN J Y, et al. Supplements of L-arginine attenuate the effects of high-fat meal on endothelial function and oxidative stress[J]. Int J Cardiol, 2008, 127(3): 337.
- [20] 雷康福, 陈秀芳, 董敏. L-精氨酸对糖尿病大鼠肾脏, 大脑, 睾丸氧自由基和抗氧化水平的影响[J]. 中国老年学杂志, 2005, 25(8): 935-937.
- [21] DASGUPTA T, HEBBEL R P, KAUL D K. Protective effect of arginine on oxidative stress in transgenic sickle mouse models[J]. Free Radical Bio Med, 2006, 41(12): 1771-1780.
- [22] GUPTA V, GUPTA A, SAGGU S, et al. Anti-stress and adaptogenic activity of L-arginine supplementation[J]. Evid-Based Compl Alt, 2005, 2(1): 93-97.
- [23] WU X, RUAN Z, GAO Y, et al. Dietary supplementation with L-arginine or N-carbamylglutamate enhances intestinal growth and heat shock protein-70 expression in weanling pigs fed a corn-and soybean meal-based diet[J]. Amino Acids, 2010, 39(3): 831-839.