

产蛋后期笼养攸县麻鸭蛋氨酸需要量研究

黄璇^{1,2} 姚玥州³ 李闯^{1,2} 张旭^{1,2} 李震威⁴

蒋桂韬^{1,2} 胡艳¹ 戴求仲^{1,2*}

(1.湖南省畜牧兽医研究所,动物营养与饲养技术研究室,长沙 410131;2.湖南家禽安全生产工程技术研究中心,长沙 410128;3.湖南农业大学动物科技学院,长沙 410128;4.攸县畜牧水产事务中心,攸县 412300)

摘要: 本试验旨在研究饲料蛋氨酸水平对笼养攸县麻鸭产蛋性能、蛋品质、血清生化和抗氧化指标的影响,以确定攸县麻鸭产蛋后期蛋氨酸需要量。选取健康状况良好、产蛋率相近的56周龄攸县麻鸭300羽,随机分成5组,每组6个重复,每个重复10羽。各组分别饲喂蛋氨酸水平为0.27%、0.33%、0.39%、0.45%和0.51%的试验饲料。试验期9周。结果表明:1)0.39%和0.45%蛋氨酸水平组日产蛋量显著高于0.27%蛋氨酸水平组($P<0.05$),0.39%蛋氨酸水平组料蛋比显著低于0.27%和0.33%蛋氨酸水平组($P<0.05$)。2)0.27%蛋氨酸水平组哈氏单位显著低于其他各组($P<0.05$)。3)0.45%和0.51%蛋氨酸水平组血清谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性显著高于0.27%和0.33%蛋氨酸水平组($P<0.05$),0.39%、0.45%和0.51%蛋氨酸水平组血清谷胱甘肽(GSH)含量显著高于0.27%蛋氨酸水平组($P<0.05$),0.39%和0.45%蛋氨酸水平组血清过氧化氢酶(CAT)活性显著高于0.27%蛋氨酸水平组($P<0.05$)。4)回归分析结果显示,以日产蛋量、料蛋比、哈氏单位和血清CAT活性为评价依据,产蛋后期攸县麻鸭蛋氨酸需要量分别为0.413%、0.418%、0.451%和0.417%。由此可见,饲料蛋氨酸水平为0.39%时即可提高产蛋后期攸县麻鸭产蛋性能和蛋品质,但饲料蛋氨酸水平为0.45%时可获得较佳的抗氧化能力。在本试验条件下,产蛋后期攸县麻鸭蛋氨酸需要量为0.41%~0.45%。

关键词: 蛋氨酸;攸县麻鸭;需要量;笼养

中图分类号: S834

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2021)10-5637-08

蛋氨酸是家禽玉米-豆粕型饲料中的第一限制性氨基酸^[1],其参与体内蛋白质的合成,还可清除自由基,增强机体免疫力,对禽生产性能也有重要影响。在家禽上的研究表明,蛋氨酸缺乏会抑制生长,影响生产性能发挥,而过量添加蛋氨酸并不能进一步提高生产性能,甚至会出现生产性能下降的趋势^[2-4]。目前使用的玉米-豆粕型饲料中缺乏蛋氨酸,需添加合成蛋氨酸来满足家禽生产需要,因此研究其适宜添加量成为家禽生产中重要营养目标之一^[5]。有关鸭不同产蛋期推荐的蛋氨酸需要量为0.40%~0.45%。我国《肉鸭饲养标

准》(NY/T 2122—2012)中给出肉蛋兼用型种鸭产蛋后期蛋氨酸需要量为0.40%^[6];另外,本课题组研究了产蛋高峰期临武鸭蛋氨酸需要量为0.41%~0.43%^[7];He等^[8]报道产蛋后期绍兴鸭蛋氨酸需要量为0.45%。攸县麻鸭作为我国著名蛋用型麻鸭品种,具有生长快、性成熟早、产蛋性能佳和适应能力强等特点,然而目前关于攸县麻鸭营养参数研究较少,特别是关于氨基酸需要量的数据极少。因此,本试验以攸县麻鸭为试验动物,通过饲喂不同蛋氨酸水平的饲料,研究饲料蛋氨酸水平对产蛋后期攸县麻鸭产蛋性能、蛋品质、血

收稿日期:2021-04-01

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-42-21);湖南家禽安全生产工程技术中心专项资金(CICAPS)

作者简介:黄璇(1986—),女,湖南浏阳人,助理研究员,硕士,从事家禽营养与饲料科学研究。E-mail: 409097385@qq.com

*通信作者:戴求仲,研究员,博士生导师,E-mail: daiqiuzhong@gmail.com

清生化和抗氧化指标的影响,并通过线性和二次曲线回归模型确定其蛋氨酸需要量,为攸县麻鸭饲养标准制订提供理论依据和数据支持。

1 材料与方法

1.1 试验设计与试验饲料

选取健康状况良好、产蛋率 $[(78.46 \pm 1.48)\%]$ 相近的 56 周龄产蛋后期攸县麻鸭 300

羽,随机分成 5 组,每组 6 个重复,每个重复 10 羽,进行为期 9 周的饲养试验。试验设 5 个蛋氨酸水平,分别在基础饲料中以 0.06% 为梯度添加 DL-蛋氨酸,各组饲料蛋氨酸水平分别为 0.27%、0.33%、0.39%、0.45% 和 0.51%。基础饲料参照小型蛋鸭营养需要,并结合本实验室已确定的攸县麻鸭其他营养需要量参数配制,各组饲料均制成颗粒料,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(风干基础)
Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis) %

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels ²⁾	含量 Content
玉米 Corn	50.33	代谢能 ME/(MJ/kg)	10.89
豆粕 Soybean meal	21.30	粗蛋白质 CP	17.00
菜籽粕 Rapeseed meal	5.00	钙 Ca	3.50
面粉 Flour	8.10	总磷 TP	0.60
麦麸 Wheat bran	3.70	有效磷 AP	0.35
石粉 Limestone	8.90	赖氨酸 Lys	0.90
L-赖氨酸盐酸盐 L-Lys·HCl (70%)	0.32	蛋氨酸 Met	0.27
磷酸氢钙 CaHPO ₄	1.05	蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.52
氯化钠 NaCl	0.30	苏氨酸 Thr	0.63
预混料 Premix ¹⁾	1.00		
合计 Total	100.00		

1) 预混料为每千克饲料提供 The premix provided the following per kg of the diet: VA 5 000 IU, VB₁ 2 mg, VB₂ 15 mg, VB₆ 4 mg, VB₁₂ 0.02 mg, VD₃ 800 IU, VE 20 IU, VK₃ 0.5 mg, 生物素 biotin 0.2 mg, 叶酸 folic acid 0.6mg, D-泛酸 D-pantothenic acid 60 mg, 烟酸 nicotinic acid 60 mg, 胆碱 choline 1500 mg, 抗氧化剂 antioxidant 100 mg, Cu (as copper sulfate) 8 mg, Fe (as ferrous sulfate) 80 mg, Mn (as manganese sulfate) 50 mg, Zn (as zinc sulfate) 60 mg, I (as potassium iodide) 0.40 mg, Se (as sodium selenite) 0.20 mg。

2) 蛋氨酸为实测值,其他营养水平均为计算值。Met was a measured value, while the other nutrient levels were calculated values.

1.2 饲养管理

饲养试验在湖南省畜牧兽医研究所试验鸭场进行。鸭舍为半封闭式鸭舍,试验鸭采用双层立体笼养,单笼饲养,自由饮水,白天自然光照,晚上补充光照,每天保持 16~17 h 光照。每天 09:00 和 16:00 各喂料 1 次,根据上次喂料时试验鸭采食情况,适当增减给料量,使鸭保持自由采食状态。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 产蛋性能

试验期间每天按重复记录产蛋总数、总蛋重和采食量,试验结束时以组为单位统计平均蛋重、日产蛋量、产蛋率、平均日采食量,计算料蛋比:

料蛋比=平均日采食量/日产蛋量。

1.3.2 蛋品质

在试验第 4 周和第 8 周末从每组抽取接近平均蛋重的鸭蛋 18 枚(每重复 3 枚),4℃ 保存,在 24 h 之内测定蛋黄重、蛋壳强度(蛋壳强度测定仪)、蛋壳厚度(蛋壳厚度测定仪)、蛋黄颜色和蛋白高度(蛋品分析仪),并计算蛋黄比例和哈氏单位:

蛋黄比例=蛋黄重/蛋重;

哈氏单位=100×lg($H-1.7W^{0.37}+7.57$)。

式中:H 为蛋白高度(mm);W 为蛋重(g)。

1.3.3 血清生化和抗氧化指标

在试验结束时,每个重复随机选取试验鸭 2 只,空腹 12 h 后,翅下静脉采血 5 mL,静置 30 min 后,3 000 r/min 离心 15 min,分离血清,-20℃ 下

保存。使用全自动生化分析仪(URIT-8000, 优利特, 美国) 检测血清中葡萄糖(GLU)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、尿素氮(UN)、尿酸(UA)、甘油三酯(TG)、胆固醇(TC)、高密度脂蛋白(HDL) 和低密度脂蛋白(LDL) 的含量以及谷草转氨酶(ALT)、谷丙转氨酶(AST) 的活性。采用比色法使用酶标仪(SKY, Thermo, 美国) 检测血清中过氧化氢酶(CAT)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、超氧化物歧化酶(SOD) 活性和谷胱甘肽(GSH)、丙二醛(MDA) 含量以及总抗氧化能力(T-AOC)。以上试剂盒均购自南京建成生物工程研究所。

1.4 数据处理

采用 SPSS 18.0 软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA), 差异显著者再进行 Duncan

氏法多重比较, 结果用“平均值±标准差”(mean±SD) 表示, $P<0.05$ 为差异显著。最后采用 SAS 9.0 软件中的非线性模拟程序中的二次曲线模型拟合试验鸭各敏感指标与饲料蛋氨酸水平的二次曲线方程, 再通过求导得出蛋氨酸需要量。

2 结 果

2.1 饲料蛋氨酸水平对蛋鸭产蛋性能的影响

由表 2 可知, 饲料蛋氨酸水平对产蛋率、平均蛋重、平均日采食均无显著影响($P>0.05$)。0.39% 和 0.45% 蛋氨酸水平组日产蛋量显著高于 0.27% 蛋氨酸水平组($P<0.05$); 0.39% 蛋氨酸水平组料蛋比最低, 且显著低于 0.27% 和 0.33% 蛋氨酸水平组($P<0.05$)。

表 2 饲料蛋氨酸水平对蛋鸭产蛋性能的影响
Table 2 Effects of dietary Met level on laying performance of laying ducks

项目 Items	饲料蛋氨酸水平 Dietary Met level/%					P 值 P-value
	0.27	0.33	0.39	0.45	0.51	
产蛋率 Laying rate/%	76.61±1.39	77.93±2.00	78.81±1.03	78.56±1.51	77.25±0.93	0.214
平均蛋重 Average egg weight/g	65.55±0.90	65.52±1.76	67.09±0.50	66.87±0.44	66.33±0.77	0.129
平均日采食量 Average daily feed intake/g	135.50±4.26	137.12±4.31	136.05±1.97	137.87±0.82	135.59±2.28	0.458
日产蛋量 Daily egg yield/g	50.23±1.48 ^b	51.05±1.24 ^{ab}	52.87±0.88 ^a	52.53±0.88 ^a	51.24±1.03 ^{ab}	0.025
料蛋比 Feed/egg	2.70±0.05 ^a	2.69±0.04 ^a	2.57±0.06 ^b	2.62±0.05 ^{ab}	2.65±0.06 ^{ab}	0.033

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$), 相同或无字母表示差异不显著($P>0.05$)。表 3、表 4 同。
In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$). The same as Table 3 and Table 4.

2.2 饲料蛋氨酸水平对蛋鸭蛋品质的影响

由表 3 可知, 饲料蛋氨酸水平对蛋白高度、蛋黄颜色、蛋黄比例、蛋壳厚度和蛋壳强度均无显著影响($P>0.05$), 蛋白高度和蛋壳强度随着饲料蛋

氨酸水平提高呈递增趋势。0.27% 蛋氨酸水平组哈氏单位显著低于其他各组($P<0.05$), 其他各组之间差异不显著($P>0.05$)。

表 3 饲料蛋氨酸水平对蛋鸭蛋品质的影响
Table 3 Effects of dietary Met level on egg quality of laying ducks

项目 Items	饲料蛋氨酸水平 Dietary Met level/%					P 值 P-value
	0.27	0.33	0.39	0.45	0.51	
蛋白高度 Albumen height/mm	6.53±0.59	6.84±0.54	7.14±0.50	7.18±0.65	7.20±0.60	0.118
蛋黄颜色 Yolk color	4.86±0.38	5.00±0.93	4.50±0.53	4.38±0.52	4.75±1.04	0.438
哈氏单位 Haugh unit	77.60±4.02 ^b	81.10±2.65 ^a	81.88±2.58 ^a	82.51±4.19 ^a	82.32±2.85 ^a	0.036
蛋黄比例 Yolk ratio/%	34.49±2.35	33.99±5.30	33.96±2.01	32.14±1.92	34.64±2.17	0.507
蛋壳厚度 Eggshell thickness/mm	0.32±0.01	0.34±0.03	0.33±0.03	0.34±0.02	0.34±0.03	0.545
蛋壳强度 Eggshell strength/N	46.27±4.87	46.68±5.73	48.09±5.62	48.74±4.01	50.50±4.37	0.446

2.3 饲料蛋氨酸水平对蛋鸭血清生化抗氧化指标的影响

由表 4 可知,饲料蛋氨酸水平对血清生化指标无显著影响($P>0.05$)。与 0.27%和 0.33%蛋氨酸水平组相比,0.45%和 0.51%蛋氨酸水平组血清 GSH-Px 活性显著提高($P<0.05$);随着饲料蛋氨酸

水平提高,血清 GSH 含量呈递增趋势,且 0.39%、0.45%和 0.51%蛋氨酸水平组血清 GSH 含量显著高于 0.27%蛋氨酸水平组($P<0.05$);0.45%蛋氨酸水平组血清 CAT 活性最高,显著高于 0.27%蛋氨酸水平组($P<0.05$)。

表 4 饲料蛋氨酸水平对蛋鸭血清生化抗氧化指标的影响

Table 4 Effects of dietary Met level on serum biochemical and antioxidant indices of laying ducks

项目	饲料蛋氨酸水平 Dietary Met level/%					P 值
Items	0.27	0.33	0.39	0.45	0.51	P-value
生化指标 Biochemical indices						
葡萄糖 GLU/(mmol/L)	7.54±1.38	9.74±1.07	8.12±1.44	9.76±2.05	8.57±2.18	0.145
总胆固醇 TC/(mmol/L)	3.13±0.70	3.18±0.49	3.53±0.91	3.98±0.45	3.48±1.02	0.532
甘油三酯 TG/(mmol/L)	10.46±3.31	8.88±0.77	12.99±4.32	13.28±4.35	10.92±4.05	0.425
高密度脂蛋白 HDL/(mmol/L)	0.75±0.31	0.76±0.13	1.03±0.29	0.90±0.10	0.78±0.07	0.299
低密度脂蛋白 LDL/(mmol/L)	0.43±0.07	0.47±0.04	0.44±0.13	0.43±0.10	0.50±0.08	0.119
总蛋白 TP/(g/L)	63.75±2.50	63.75±4.92	62.75±7.09	67.25±4.92	64.00±5.60	0.408
白蛋白 ALB/(g/L)	37.58±3.26	33.55±2.98	33.65±3.17	37.43±3.15	35.90±3.52	0.259
谷丙转氨酶 ALT/(U/L)	27.00±7.35	30.25±7.80	28.00±11.17	22.25±8.54	35.00±8.37	0.165
谷草转氨酶 AST/(U/L)	25.00±4.55	24.25±6.13	25.75±4.35	26.75±9.60	23.25±11.50	0.782
尿素氮 UN/(mmol/L)	0.70±0.14	0.65±0.17	0.63±0.13	0.70±0.18	0.68±0.05	0.929
尿酸 UA/(μmol/L)	424.75±115.73	418.50±80.77	452.25±122.66	448.50±207.87	426.50±60.15	0.975
抗氧化指标 Antioxidant indices						
超氧化物歧化酶 SOD/(U/mL)	78.60±7.79	79.62±5.80	85.77±8.75	85.71±4.44	84.93±5.18	0.376
丙二醛 MDA/(nmol/mL)	5.62±0.62	5.72±1.06	4.67±0.84	5.40±1.19	5.16±1.70	0.086
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(U/mL)	195.51±8.28 ^b	192.52±6.93 ^b	208.88±7.81 ^{ab}	239.23±5.75 ^a	249.32±16.59 ^a	0.015
谷胱甘肽 GSH/(μmol/L)	15.92±2.16 ^b	21.53±1.33 ^{ab}	27.61±3.22 ^a	28.63±5.10 ^a	28.32±4.79 ^a	0.045
过氧化氢酶 CAT/(U/mL)	0.70±0.18 ^b	0.94±0.20 ^{ab}	1.27±0.24 ^a	1.30±0.31 ^a	0.98±0.24 ^{ab}	0.035
总抗氧化能力 T-AOC/(mmol/L)	0.84±0.10	0.93±0.17	1.06±0.10	1.09±0.21	0.96±0.12	0.255

2.4 产蛋后期攸县麻鸭蛋蛋氨酸需要量

由表 5 可知,基于敏感指标对产蛋后期攸县麻鸭蛋蛋氨酸需要量进行估测,各差异显著指标当中只有日产蛋量、料蛋比、哈氏单位和血清 CAT 活性与饲料蛋氨酸水平存在二次曲线变化($P<0.05$),通过建立以上 4 个敏感指标与饲料蛋氨酸水平的二次曲线方程,估测该阶段攸县麻鸭达到最高日产蛋量、哈氏单位和血清 CAT 活性以及最低料蛋比的饲料蛋氨酸水平分别为 0.413%、0.451%、0.417%和 0.418%。试验鸭血清 GSH-Px 活性和 GSH 含量与饲料蛋氨酸水平只存在线性变化($P<0.05$)。

3 讨论

3.1 饲料蛋氨酸水平对蛋鸭产蛋性能的影响

蛋氨酸被认为是限制家禽正常生长的主要氨基酸,它会影响其他氨基酸的利用和吸收,饲料适量蛋氨酸水平可改变氨基酸平衡,提高其生产性能^[9]。本试验结果显示,以产蛋性能作为评价指标,饲料蛋氨酸水平虽对产蛋率、平均蛋重、平均日采食均无显著影响,但在 0.39%~0.45%时可显著提高日产蛋量,降低料蛋比。当蛋氨酸水平达到 0.51%时,产蛋性能却出现下降趋势。以上研究结果说明了蛋氨酸在家禽饲料中存在适宜水平,过量添加蛋氨酸生产性能反而会降低^[4-5]。料

蛋比可反映饲料利用率,料蛋比越低饲料利用率越高。在本试验条件下,随着饲料蛋氨酸水平的提高,料蛋比先降低后升高,饲料蛋氨酸水平为 0.39%时,料蛋比达到最低值,说明 0.39%蛋氨酸水平组氨基酸比例趋于平衡,饲料利用率高,因此通过产蛋性能各指标判断,饲料 0.39%蛋氨酸水平可满足产蛋后期攸县麻鸭生产需要。这一研究结果低于吴永保等^[10]对低能量水平饲料中育肥期北京鸭的研究结果(0.42%);高于江世珍^[11]报道

的肉鸭后期蛋氨酸需要量(0.367%)和宋春玲^[12]对产蛋初期金定鸭蛋氨酸需要量(0.36%)的研究结果;但与 Xie 等^[2]获得的 21~49 日龄北京鸭蛋氨酸需要量(0.39%)和 He 等^[8]报道的产蛋后期绍兴鸭蛋氨酸需要量(0.40%)较接近。另外回归分析结果显示,以日产蛋量和料蛋比为评价指标,通过二次曲线模型估测得出饲料蛋氨酸水平为 0.413%和 0.418%时,试验鸭获得最高日产蛋量和最低料蛋比,估测值高于判定值(0.39%)。

表 5 产蛋后期攸县麻鸭蛋氨酸的需要量
Table 5 Met requirement of *Youxian* partridge ducks during late-laying period

项目 Items	回归公式 Regressive formulas	P 值 P-value		R ²	蛋氨酸需要量 Met requirement/%
		线性 Linear	二次曲线 Quadratic		
日产蛋量 Daily egg yield/g	$y = -126.59x^2 + 104.57x + 30.966$	0.066	0.008	0.649 7	0.413
料蛋比 Feed/egg	$y = 4.960 3x^2 - 4.152 4x + 3.475 3$	0.072	0.035	0.863 5	0.418
哈氏单位 Haugh unit	$y = -149.40x^2 + 134.62x + 52.381$	0.555	0.041	0.968 7	0.451
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(U/mL)	$y = 257.22x + 116.78$	<0.001	0.252	0.893 5	
谷胱甘肽 GSH/(μmol/L)	$y = 53.167x + 3.667$	0.014	0.232	0.822 6	
过氧化氢酶 CAT/(U/mL)	$y = -28.175x^2 + 23.51x - 3.642 5$	0.062	0.033	0.915 8	0.417

3.2 饲料蛋氨酸水平对蛋鸭蛋品质的影响

蛋品质的测定对衡量鸭蛋食用价值和经济价值具有重要意义,一般来说,哈氏单位是用来衡量蛋品质和新鲜程度重要指标,哈氏单位越高说明蛋货架期越长^[13]。本试验结果表明,饲料中添加蛋氨酸有提高蛋壳强度和蛋白高度的趋势;哈氏单位随着蛋氨酸水平的提高呈升高后降低趋势,与 0.27%蛋氨酸水平组相比,饲料蛋氨酸水平达到 0.33%时即可显著提高哈氏单位,其中 0.45%蛋氨酸水平组哈氏单位最高。回归分析结果显示,哈氏单位达到最大值时饲料蛋氨酸水平为 0.451%,并可促进鸭蛋蛋白质沉积。这与 Ruan 等^[3]对 19~43 周龄的龙岩蛋鸭以及周旻瑶^[14]对“京红 1 号”商品蛋鸡的研究结果基本一致。然而 He 等^[8]和 Fouad 等^[13]研究认为,饲料中添加蛋氨酸对龙岩鸭和绍兴鸭的哈氏单位、蛋黄颜色和蛋白高度等蛋品质指标均无显著影响,分析其原因可能是由于蛋鸭所处产蛋期和饲料组成等差异造成的。

3.3 饲料蛋氨酸水平对蛋鸭血清生化 and 抗氧化指标的影响

血清生化指标是反映动物体内物质代谢和某些组织器官机能状态变化的重要指标。当动物体内氨基酸不平衡或蛋白质供应不足时,导致机体对养分吸收受限制,血清 TP、ALB、TG 和 HDL 等含量会下降,而血清 UA 和 UN 含量则增加^[15]。饲料蛋氨酸水平在 0.27%~0.51%时对试验鸭血清生化各指标均无显著影响,说明饲料粗蛋白质水平在 17%、蛋氨酸水平在 0.27%~0.51%时,试验鸭机体营养状况较好,氨基酸平衡状况较佳,因此血清中 GLU、蛋白质和脂肪均可维持在一个较高水平。这与林祯平等^[16]和叶慧等^[17]在狮头鹅方面的研究结果相一致。

当细胞中产生内源性氧自由基时,就会发生氧化应激,机体通过抗氧化剂的中和作用来抵消或清除其有害作用^[18]。蛋氨酸是 GSH 合成前体物质,而 GSH 作为 GSH-Px 合成底物,在清除细胞内的过氧化氢(H₂O₂)及脂类过氧化物上发挥作用,另外在 CAT 活性很低时 GSH-Px 可代替 CAT 清除 H₂O₂^[3,19]。因此,血清 GSH、MDA 含量和

GSH-Px、CAT 活性均可作为蛋氨酸调控氧化应激重要指标。Fouad 等^[13]研究表明,饲粮蛋氨酸水平在 0.25%~0.50%时对产蛋鸭血清 GSH、氧化型谷胱甘肽(GSSG)、MDA 含量以及 GSH-Px 活性均无显著影响。然而 Hu 等^[20]研究表明,饲粮中补充蛋氨酸组的血清 GSH-Px 活性高于对照组。李珍珍等^[21]研究发现,饲粮适宜蛋氨酸水平可以提高 21 日龄笼养蛋雏鸭血清 GSH 含量及 GSH-Px 和 SOD 活性,降低血清 MDA 含量。本试验结果显示,适宜饲粮蛋氨酸水平(0.39%~0.51%)可以显著提高产蛋后期的攸县麻鸭血清 CAT、GSH-Px 活性和 GSH 含量,并通过二次曲线分析得出饲粮蛋氨酸水平为 0.417%时血清 CAT 活性最高。这一结果与 Hu 等^[20]、叶慧等^[17]和李珍珍等^[21]研究报道一致。饲粮中添加蛋氨酸可促进 GSH 的合成,提高 CAT 和 GSH-Px 活性,从而提高攸县麻鸭抗氧化能力,对防止细胞内过氧化作用具有一定效果。攸县麻鸭血清 CAT、GSH-Px 活性和 GSH 含量可敏感反映蛋氨酸抗氧化能力,随饲粮蛋氨酸水平增加血清 GSH-Px 活性和 GSH 含量呈线性上升,而 CAT 活性呈二次曲线变化,推测可能是由于 GSH-Px 部分替代了 CAT 抗氧化功能。然而,目前关于蛋氨酸对机体抗氧化防御系统的具体作用机理还缺乏研究,尤其在蛋鸭方面,还需要进一步研究。

4 结 论

饲粮蛋氨酸水平为 0.39%时可显著提高产蛋后期攸县麻鸭日产蛋量,显著降低料蛋比,改善蛋品质,满足生产需要;饲粮蛋氨酸水平为 0.45%时产蛋后期攸县麻鸭血清抗氧化指标较佳。结合回归分析结果,产蛋后期攸县麻鸭蛋氨酸需要量为 0.41%~0.45%。

参考文献:

- [1] MATSUSHITA K, TAKAHASHI K, AKIBA Y. Effects of adequate or marginal excess of dietary methionine hydroxy analogue free acid on growth performance, edible meat yields and inflammatory response in female broiler chickens[J]. The Journal of Poultry Science, 2007, 44(3): 265-272.
- [2] XIE M, HOU S S, HUANG W. Methionine requirements of male white Peking ducks from twenty-one to forty-nine days of age[J]. Poultry Science, 2006, 85(4): 743-746.
- [3] RUAN D, FOUAD A M, FAN Q L, et al. Effects of dietary methionine on productivity, reproductive performance, antioxidant capacity, ovalbumin and antioxidant-related gene expression in laying duck breeders[J]. The British Journal of Nutrition, 2018, 119(2): 121-130.
- [4] WANG Y S, HOU S S, HUANG W, et al. Lysine, methionine and tryptophan requirements of Beijing ducklings of 0 to 2 weeks of age[J]. Agricultural Sciences in China, 2006, 5(3): 228-233.
- [5] HARMS R H. What levels of amino acids should a feed contain for the commercial laying hen? [J]. Journal of Applied Animal Research, 2001, 19(1): 1-24.
- [6] 中华人民共和国农业部. 肉鸭饲养标准: NY/T 2122—2012[S]. 北京: 中国农业出版社, 2012.
Ministry of Agriculture of the PRC. Nutrient requirements of meat-type duck: NY/T 2122—2012[S]. Beijing: China Agriculture Press, 2012. (in Chinese)
- [7] 黄璇, 李闯, 何平, 等. 临武鸭产蛋高峰期蛋氨酸需要量的研究[J]. 动物营养学报, 2015, 27(4): 1110-1116.
HUANG X, LI C, HE P, et al. Study on the methionine requirement of Linwu laying ducks in peak laying period[J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2015, 27(4): 1110-1116. (in Chinese)
- [8] HE J H, LI J B, GAO F X, et al. Dietary methionine requirement of the Chinese egg-laying duck [J]. British Poultry Science, 2003, 44(5): 741-745.
- [9] XIAO X, WANG Y X, LIU W L, et al. Effects of different methionine sources on production and reproduction performance, egg quality and serum biochemical indices of broiler breeders [J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2017, 30(6): 828-833.
- [10] 吴永保, 唐静, 薛明, 等. 低能量饲粮中育肥期北京鸭蛋氨酸需要量研究[J]. 动物营养学报, 2020, 32(10): 4895-4903.
WU Y B, TANG J, XUE M, et al. Methionine requirement in low-energy diets of growing Pekin ducks[J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2020, 32(10): 4895-4903. (in Chinese)
- [11] 江世珍. 蛋氨酸来源与水平对肉鸭生产性能、屠宰性能及抗氧化能力的影响[D]. 硕士学位论文. 雅安: 四川农业大学, 2015.
JIANG S Z. Effects of dietary methionine sources and levels on growth performance, carcass traits and an-

- tioxidant ability of meat ducks[D].Master's Thesis. Ya'an; Sichuan Agricultural University, 2015. (in Chinese)
- [12] 宋春玲. 笼养蛋鸭产蛋初期适宜粗蛋白质和蛋氨酸水平的研究[D]. 硕士学位论文. 哈尔滨: 东北农业大学, 2003.
- SONG C L. Study on protein and methionine levels of cage-rearing laying ducks in earlier period of laying [D]. Master's Thesis. Harbin; Northeast Agricultural University, 2003. (in Chinese)
- [13] FOUAD A M, RUAN D, LIN Y C, et al. Effects of dietary methionine on performance, egg quality and glutathione redox system in egg-laying ducks[J]. British Poultry Science, 2016, 57(6): 818-823.
- [14] 周旻瑶. 蛋氨酸锰对蛋鸡生产性能和蛋品质的影响及其机制研究[D]. 硕士学位论文. 杭州: 浙江大学, 2017.
- ZHOU M Y. Effects of manganese methionine on performance and egg quality of laying hens and its mechanism[D]. Master's Thesis. Hangzhou; Zhejiang University, 2017. (in Chinese)
- [15] ZHAI W, ARAUJO L F, BURGESS S C, et al. Protein expression in pectoral skeletal muscle of chickens as influenced by dietary methionine[J]. Poultry Science, 2012, 91(10): 2548-2555.
- [16] 林祯平, 冯凯玲, 叶慧, 等. 饲料蛋氨酸水平对 28~70 日龄狮头鹅血清生化指标及抗氧化功能的影响[J]. 动物营养学报, 2012, 24(11): 2126-2132.
- LIN Z P, FENG K L, YE H, et al. Effects of dietary methionine level on serum biochemical indices and antioxidant function of lion head geese aged 28 to 70 days[J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2012, 24(11): 2126-2132. (in Chinese)
- [17] 叶慧, 冯凯玲, 邓远帆, 等. 不同饲料蛋氨酸水平对 21 日龄狮头鹅血清生化指标及抗氧化功能的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2013, 49(13): 43-46.
- YE H, FENG K L, DENG Y F, et al. Effects of dietary methionine levels on serum biochemical indices and antioxidant function of 21-day-old lion head geese [J]. Chinese Journal of Animal Science, 2013, 49(13): 43-46. (in Chinese)
- [18] QI X, MA S X, LIU X, et al. Effects of the methionine hydroxyl analogue chelate zinc on antioxidant capacity and liver metabolism using ¹H-NMR-based metabolomics in aged laying hens[J]. Animals, 2019, 9(11): 898.
- [19] HE N H, FAN W W, HENRIQUEZ B, et al. Metabolic control of regulatory T cell (Treg) survival and function by Lkb1[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2017, 114(47): 12542-12547.
- [20] HU H B, MA R, ZHANG Y J, et al. Safety level evaluation of dietary 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid (HMTBa) for turbot *Scophthalmus maximus* based on growth performances, anti-oxidative responses, and liver and intestine conditions[J]. Aquaculture, 2015, 444: 13-20.
- [21] 李珍珍, 王安, 袁艺森, 等. 饲料蛋氨酸水平对笼养蛋雏鸭生长性能及抗氧化功能的影响[J]. 中国饲料, 2013(8): 6-9.
- LI Z Z, WANG A, YUAN Y S, et al. Effects of dietary methionine level on growth performance and antioxidant function of caged egg-type ducklings [J]. China Feed, 2013(8): 6-9. (in Chinese)

Methionine Requirement of *Youxian* Partridge Ducks during Late-Laying Period

HUANG Xuan^{1,2} YAO Yuezhou³ LI Chuang^{1,2} ZHANG Xu^{1,2} LI Zhenwei⁴

JIANG Guitao^{1,2} HU Yan¹ DAI Qiuzhong^{1,2*}

(1. *Animal Nutrition and Feeding Technology Research Lab, Hunan Institute of Animal Science and Veterinary Medicine, Changsha 410131, China*; 2. *Hunan Engineering Research Center of Poultry Production Safety, Changsha 410128, China*; 3. *College of Animal Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China*; 4. *Youxian Animal Husbandry and Aquatic Transaction Center, Youxian 412300, China*)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of dietary methionine level on laying performances, egg quality and serum biochemical and antioxidant indices of *Youxian* partridge ducks, and to evaluate methionine requirement of *Youxian* partridge ducks during late-laying period. A total of 300 healthy 56 weeks old *Youxian* partridge ducks with similar laying rate were randomly divided into 5 groups with 6 replicates in each group and 10 ducks in each group. The dietary methionine levels of five groups were 0.27%, 0.33%, 0.39%, 0.45% and 0.51%, respectively. The experimental period lasted for 9 weeks. The results showed as followed: 1) the daily egg yield of 0.39% and 0.45% methionine level groups was significantly higher than that of 0.27% methionine level group ($P<0.05$), and feed to egg ratio of 0.39% methionine level group was significantly lower than that of 0.27% and 0.33% methionine level groups ($P<0.05$). 2) The Haugh unit of 0.27% methionine level group was significantly lower than that of other groups ($P<0.05$). 3) The serum glutathione peroxidase (GSH-Px) activity of 0.45% and 0.51% methionine level group was significantly higher than that of 0.27% and 0.33% methionine level groups ($P<0.05$), the serum glutathione (GSH) content of 0.39%, 0.45% and 0.51% methionine level groups was significantly higher than that of 0.27% methionine level group ($P<0.05$), and the serum catalase (CAT) activity of 0.39% and 0.45% methionine level group was significantly higher than that of 0.27% methionine level group ($P<0.05$). 4) The regression analysis results showed that based on the daily egg yield, feed to egg ratio, Haugh unit and serum CAT activity, the methionine requirements of *Youxian* partridge ducks during late-laying period were 0.413%, 0.418%, 0.451% and 0.417%, respectively. In conclusion, it can improve egg laying performance and egg quality of *Youxian* partridge ducks during late-laying period when dietary methionine level is 0.39%, but it can obtain better antioxidant capacity when dietary methionine level is 0.45%. Under this experimental condition, the methionine requirements of *Youxian* partridge ducks during late-laying period is 0.41% to 0.45%. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2021, 33(10):5637-5644]

Key words: methionine; *Youxian* partridge ducks; requirement; cage-rearing

* Corresponding author, professor, E-mail: daiqiuzhong@gmail.com