

# L-肌肽对蛋鸡产蛋性能、蛋品质、养分表观消化率和血清生化指标的影响

初 晖<sup>1</sup> 张峰瑞<sup>1</sup> 于庆港<sup>1</sup> 蔡锋隆<sup>2</sup> 秦顺义<sup>1</sup> 李留安<sup>1</sup> 杨 华<sup>1</sup> 张建斌<sup>1\*</sup>

(1.天津农学院动物科学与动物医学学院,天津市农业动物繁育与健康养殖重点实验室,天津 300384;

2.天津市广源畜禽养殖有限公司,天津 301824)

**摘 要:** 本试验旨在研究 L-肌肽对蛋鸡性能、蛋品质、养分表观消化率和血清生化指标的影响。试验选用 240 只 19 周龄健康海兰褐蛋鸡,随机分为 4 个组,每组 6 个重复,每个重复 10 只蛋鸡。对照组饲喂基础饲料,试验组分别饲喂在基础饲料中添加 300、600 和 900 mg/kg L-肌肽的饲料。试验预试期 7 d,正试期 42 d。结果表明:1)与对照组相比,饲料添加 900 mg/kg L-肌肽显著降低了蛋鸡料蛋比( $P<0.05$ );2)与对照组相比,饲料添加 900 mg/kg L-肌肽显著提高了鸡蛋蛋形指数、蛋黄颜色和蛋壳强度( $P<0.05$ );3)饲料添加 L-肌肽对蛋鸡粗蛋白质、粗灰分、钙、磷和粗纤维的表观消化率均无显著影响( $P>0.05$ );4)与对照组相比,饲料添加 300 和 600 mg/kg L-肌肽可以显著提高蛋鸡血清免疫球蛋白 A 和免疫球蛋白 G 含量( $P<0.05$ );5)与对照组相比,试验组蛋鸡血清总抗氧化能力以及超氧化物歧化酶和谷胱甘肽过氧化物酶活性显著提高( $P<0.05$ ),900 mg/kg L-肌肽添加组蛋鸡血清丙二醛含量显著降低( $P<0.05$ )。综上所述,饲料添加 L-肌肽可以降低蛋鸡料蛋比,提高鸡蛋蛋形指数、蛋黄颜色和蛋壳强度,提高血清免疫球蛋白含量和抗氧化能力,且以 900 mg/kg 添加水平效果更佳。

**关键词:** L-肌肽;蛋鸡;产蛋性能;蛋品质;养分表观消化率;抗氧化

**中图分类号:** S816

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-267X(2021)10-5938-09

L-肌肽(L-carnosine)被发现于 1900 年,其由  $\beta$ -丙氨酸和 L-组氨酸组成,是一种天然存在、能够通过内源性肌肽酶合成的二肽类物质<sup>[1]</sup>,存在于脊椎动物的骨骼肌、大脑和肝脏中。L-肌肽已被证明具有多种生理功能,如抗氧化和抗凋亡作用<sup>[2]</sup>、抗炎和抗纤维化作用<sup>[3]</sup>、抗糖基化作用<sup>[4]</sup>以及抗肿瘤作用<sup>[5]</sup>等,尤其是其具有的抗肿瘤作用,使其在医学领域受到越来越多的关注<sup>[6]</sup>。目前认为,L-肌肽是一种可以抗氧化、清除自由基、维持机体内稳态、抑制细胞增殖以及调控细胞免疫功能的药物,可用于肝脏保护、延缓衰老、糖尿病伤口愈合以及在常规实体瘤治疗中作为膳食补充剂

提供辅助支持等<sup>[7]</sup>。

鉴于 L-肌肽的生理功能,目前对于 L-肌肽的研究已从医学疾病领域向其他领域扩展,其具有抗氧化、抗糖基化、维持 pH 稳定等功能,可以调节葡萄糖和脂类代谢,维持机体健康,这都使得 L-肌肽作为一种潜在的饲料添加剂,受到众多畜牧工作者的关注。Cong 等<sup>[7]</sup>研究表明,在雄性肉仔鸡饲料中添加 L-肌肽,可以提高肉鸡的生长性能,改善肉质,提升机体抗氧化能力,降低肌纤维直径和增加肌纤维密度。Zhang 等<sup>[8]</sup>研究表明,饲料添加 L-肌肽可以提高黄羽肉鸡的生长性能和抗氧化能力。还有研究表明,L-肌肽作为饲料添加剂,可以

收稿日期:2021-03-07

基金项目:天津市级大学生创新创业训练计划项目(201910061053);天津市“131”创新型人才团队建设项目(20160318);天津市科技重大专项与工程项目(20ZYCGSN00300,18ZXBFCN00310);天津市自然科学基金重点项目(20JCZDJC00170)

作者简介:初 晖(1999—),女,辽宁大连人,本科生,动物药学专业。E-mail: 1843461894@qq.com

\* 通信作者:张建斌,副教授,硕士生导师,E-mail: zjbzww@126.com

提高肉鸡和猪的生长性能和肉品质<sup>[9-11]</sup>。不过,关于 L-肌肽在蛋鸡上应用效果的报道较少,尤其是刚开产蛋鸡报道更少。蛋鸡在开产前后面临着生理、饲料和环境等方面的应激,这一阶段的顺利过渡对于蛋鸡高峰期的高产稳产具有很重要的作用。因此,本研究选取 L-肌肽作为饲料添加剂,探究其对开产期蛋鸡产蛋性能、蛋品质、养分表观消化率和血清生化指标的影响,以期为 L-肌肽在初产蛋鸡饲料中的合理利用提供参考依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

试验所用 L-肌肽购自陕西某天然制品有限公司,纯度 99%,为白色粉末。

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	含量 Content
玉米 Corn	59.53	代谢能 ME/(MJ/kg)	2.95
豆粕 Soybean meal	26.47	粗蛋白质 CP	16.92
豆油 Soybean oil	1.00	钙 Ca	3.43
石粉 Limestone	8.00	总磷 TP	0.47
预混料 Premix <sup>1)</sup>	5.00	赖氨酸 Lys	0.52
合计 Total	100.00	蛋氨酸 Met	0.24

1) 预混料为每千克饲料提供 The premix provided the following per kilogram of the diet: VA 8 000 IU, VD<sub>3</sub> 1 600 IU, VE 500 IU, VB<sub>1</sub> 0.80 mg, VB<sub>2</sub> 4.50 mg, 泛酸 pantothenic acid 10.0 mg, 尼克酸 niacin 20 mg, 叶酸 folic acid 0.30 mg, 吡哆醇 pyridoxine 3.00 mg, VB<sub>12</sub> 0.04 mg, 胆碱 choline 400 mg, Cu 4 mg, Fe 60 mg, Mn 30 mg, Zn 35 mg, I 0.35 mg, Se 0.10 mg。

2) 粗蛋白质、钙和总磷为测定值,其他为计算值。CP, Ca and TP were measured values, while the others were calculated values.

### 1.4 样品采集和指标检测

#### 1.4.1 产蛋性能

每天 16:00 开始收集鸡蛋,以重复为单位统计产蛋数、平均蛋重和耗料量,计算产蛋率、平均日采食量(ADFI)和料蛋比(F/E)。

平均日采食量(g/d) = 统计期内耗料量 / (试验天数 × 统计期内蛋鸡数);

平均蛋重(g) = 统计期内产蛋重 / 统计期内产蛋个数;

产蛋率(%) = 100 × 统计期内产蛋个数 / 统计期内蛋鸡数;

料蛋比 = 统计期内耗料量 / 统计期内产蛋重。

#### 1.4.2 蛋品质

试验结束前 3 天,每天每个重复随机选取 3 枚鸡蛋进行蛋品质检测。用游标卡尺(哈尔滨量具

### 1.2 试验设计

将 240 只 19 周龄健康海兰褐蛋鸡随机分为 4 个组,每组 6 个重复,每个重复 10 只蛋鸡。对照组饲喂基础饲料,试验组分别饲喂在基础饲料中添加 300、600 和 900 mg/kg L-肌肽的饲料。试验预试期 7 d,正试期 42 d。

### 1.3 基础饲料和饲养管理

基础饲料参考 NRC(1994)标准配制,其组成及营养水平见表 1。试验在天津农学院西校区实验实习基地进行,预试期间饲喂基础饲料。试验期间蛋鸡自由采食和饮水,每天维持 16 h 光照(自然+人工),每天定时饲喂(08:30 和 16:00),其他常规饲养管理完全相同。

刃具集团有限责任公司)检测蛋形指数(纵径/横径),用蛋壳强度测定仪(日本 FHK 公司)测定蛋壳强度,用罗氏比色扇(日本 FHK 公司)测定蛋黄颜色。蛋黄系数为蛋黄高度/蛋黄直径。用蛋白高度测定仪(日本 FHK 公司)测定蛋白高度和哈氏单位。

哈氏单位 = 100 × lg(H - 1.7W<sup>0.37</sup> + 7.57)。

其中: H 为蛋白高度(mm); W 为鸡蛋重量(g)。

#### 1.4.3 养分表观消化率

养分表观消化率的测定采用盐酸不溶灰分做内源指示剂的方法。在正试期第 26、27 和 28 天上午喂食之后,收集 2 h 内每组蛋鸡的新鲜粪便,收集之后立即放入 -20 °C 冰箱中保存,连续收集 3 d,每组混匀 65 °C 烘干粉碎后,进行干物质、粗蛋白

质、粗脂肪、粗灰分、钙和磷表观消化率的测定。

#### 1.4.4 血清生化指标

正试期的第42天从每个重复中随机选取1只鸡,空腹12 h后心脏采血2 mL,然后于37 °C恒温培养箱孵育15 min,4 000 r/min离心10 min,取上清置于-80 °C低温冰箱内保存。采用全自动生化分析仪(UV-VIS METROLAB S. A., GLAMOUR 3000)测定以下指标:血清总抗氧化能力(T-AOC)、超氧化物歧化酶(SOD)和谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性以及丙二醛(MDA)含量采用南京建成生物工程研究所提供的试剂盒测定;血清谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)和碱性磷酸酶(ALP)活性以及尿素(UREA)、总蛋白(TP)、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TCHO)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)含量采用中生北控生物科技股份有限公司提供的试剂盒测定;血清免疫球蛋白A(IgA)、免疫球蛋白M(IgM)和免疫球蛋白G(IgG)含量

采用英科新创(厦门)科技股份有限公司提供的试剂盒测定。

#### 1.5 数据统计分析

试验数据采用SPSS 17.0软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA),并采用Duncan氏法进行多重比较, $P<0.05$ 表示差异显著,试验结果以“平均值±标准误”表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 L-肌肽对蛋鸡产蛋性能的影响

由表2可知,与对照组相比,试验组蛋鸡平均日采食量和平均蛋重均降低,产蛋率均升高,但差异均不显著( $P>0.05$ )。与对照组相比,900 mg/kg L-肌肽添加组料蛋比显著降低( $P<0.05$ );300和600 mg/kg L-肌肽添加组料重比降低,但差异不显著( $P>0.05$ )。各组产蛋率无显著差异( $P>0.05$ )。结果表明,饲粮添加L-肌肽对蛋鸡产蛋性能无显著影响。

表2 L-肌肽对蛋鸡产蛋性能的影响

Table 2 Effects of L-carnosine on laying performance of laying hens

项目 Items	L-肌肽添加水平 L-carnosine supplemental levels/(mg/kg)			
	0	300	600	900
平均日采食量 ADFI/(g/d)	111.48±8.14	109.74±9.14	110.72±10.21	107.24±7.18
平均蛋重 Average egg weight/g	59.26±0.12	58.78±0.50	58.67±0.14	57.29±0.17
料蛋比 F/E	2.47±0.24 <sup>b</sup>	2.40±0.25 <sup>ab</sup>	2.45±0.22 <sup>b</sup>	2.36±0.12 <sup>a</sup>
产蛋率 Laying rate/%	76.05±1.28	77.72±4.17	77.04±4.43	79.35±4.13

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

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

### 2.2 L-肌肽对蛋鸡蛋品质的影响

由表3可知,与对照组相比,试验组蛋黄颜色均显著提高( $P<0.05$ );900 mg/kg L-肌肽添加组蛋形指数和蛋壳强度显著提高( $P<0.05$ ),300和600 mg/kg L-肌肽添加组蛋形指数无显著差异( $P>0.05$ ),300 mg/kg L-肌肽添加组蛋壳强度显著提高( $P<0.05$ );饲粮添加L-肌肽对蛋黄系数、蛋黄比例、蛋壳厚度以及哈氏单位均无显著影响( $P>0.05$ )。

### 2.3 L-肌肽对蛋鸡养分表观消化率的影响

由表4可知,与对照组相比,饲粮添加L-肌肽

对蛋鸡粗蛋白质、粗灰分、钙、磷和粗纤维的表观消化率均无显著影响( $P>0.05$ )。

### 2.4 L-肌肽对蛋鸡血清生化指标的影响

由表5可知,与对照组相比,300和600 mg/kg L-肌肽添加组蛋鸡血清免疫球蛋白A和免疫球蛋白G含量显著提高( $P<0.05$ ),900 mg/kg L-肌肽添加组差异不显著( $P>0.05$ );饲粮添加L-肌肽对蛋鸡血清谷丙转氨酶、谷草转氨酶和碱性磷酸酶活性以及总蛋白、尿素、甘油三酯、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇和免疫球蛋白M含量均无显著影响( $P>0.05$ )。

表 3 *L*-肌肽对蛋鸡蛋品质的影响Table 3 Effects of *L*-carnosine on egg quality of laying hens

项目 Items	<i>L</i> -肌肽添加水平 <i>L</i> -carnosine supplemental levels/(mg/kg)			
	0	300	600	900
蛋形指数 Egg shape index	1.27±0.05 <sup>a</sup>	1.28±0.05 <sup>a</sup>	1.30±0.05 <sup>a</sup>	1.36±0.02 <sup>b</sup>
蛋黄颜色 Yolk color	7.36±0.18 <sup>a</sup>	8.63±0.16 <sup>b</sup>	8.59±0.18 <sup>b</sup>	8.67±0.13 <sup>b</sup>
蛋黄系数 Yolk coefficient	4.00±0.06	4.01±0.03	4.07±0.04	4.05±0.03
蛋黄比例 Yolk weight ratio/%	25.17±0.01	25.87±0.02	26.20±0.02	26.09±0.02
蛋壳强度 Eggshell strength/N	46.72±1.03 <sup>a</sup>	52.97±1.49 <sup>b</sup>	50.42±1.03 <sup>ab</sup>	53.13±0.72 <sup>b</sup>
蛋壳厚度 Eggshell thickness/mm	0.38±0.03	0.40±0.03	0.39±0.02	0.41±0.01
哈氏单位 Haugh unit	96.51±1.33	95.21±2.17	97.38±1.27	97.21±4.27

表 4 *L*-肌肽对蛋鸡养分表观消化率的影响Table 4 Effects of *L*-carnosine on nutrient apparent digestibility of laying hens

%

项目 Items	<i>L</i> -肌肽添加水平 <i>L</i> -carnosine supplemental levels/(mg/kg)			
	0	300	600	900
粗蛋白质 CP	55.27±0.09	61.03±4.35	58.34±3.27	59.12±1.58
粗灰分 Ash	39.31±2.07	38.69±1.21	38.59±1.99	40.41±2.07
钙 Ca	44.12±2.14	46.12±3.14	48.57±1.17	49.05±2.54
磷 P	40.25±1.45	41.76±2.05	44.15±1.14	43.28±4.15
粗纤维 CF	26.72±2.11	24.75±2.59	29.02±5.14	27.48±4.12

表 5 *L*-肌肽对蛋鸡血清生化指标的影响Table 5 Effects of *L*-carnosine on serum biochemical indices of laying hens

项目 Items	<i>L</i> -肌肽添加水平 <i>L</i> -carnosine supplemental levels/(mg/kg)			
	0	300	600	900
谷丙转氨酶 ALT/(U/L)	2.64±0.22	3.88±0.54	3.08±0.33	2.42±0.34
谷草转氨酶 AST/(U/L)	137.73±9.37	121.99±15.21	191.17±20.34	172.93±30.52
碱性磷酸酶 ALP/(U/L)	293.07±9.10	302.50±40.24	387.37±40.12	327.87±30.25
尿素 UREA/(mg/dL)	0.98±0.02	0.85±0.01	0.91±0.03	1.11±0.10
总蛋白 TP/(g/L)	47.99±2.04	39.47±0.28	41.64±4.15	43.58±5.27
甘油三酯 TG/(mmol/L)	7.76±0.65	6.57±0.62	6.42±0.29	6.58±0.64
总胆固醇 TCHO/(mmol/L)	1.97±0.02	1.72±0.03	1.85±0.21	1.89±0.06
高密度脂蛋白胆固醇 HDL-C/(mmol/L)	0.67±0.01	0.59±0.01	0.66±0.03	0.75±0.04
低密度脂蛋白胆固醇 LDL-C/(mmol/L)	0.36±0.01	0.32±0.02	0.35±0.02	0.41±0.03
免疫球蛋白 A IgA/(g/L)	0.18±0.01 <sup>a</sup>	0.26±0.01 <sup>b</sup>	0.27±0.01 <sup>b</sup>	0.19±0.01 <sup>a</sup>
免疫球蛋白 G IgG/(g/L)	0.70±0.02 <sup>a</sup>	0.75±0.00 <sup>b</sup>	0.79±0.01 <sup>b</sup>	0.68±0.02 <sup>a</sup>
免疫球蛋白 M IgM/(g/L)	0.45±0.07	0.54±0.07	0.54±0.05	0.51±0.04

## 2.5 *L*-肌肽对蛋鸡血清抗氧化指标的影响

由表 6 可知,与对照组相比,试验组蛋鸡血清总抗氧化能力和超氧化物歧化酶活性显著提高 ( $P<0.05$ ),且试验组之间差异不显著 ( $P>0.05$ );试验组蛋鸡血清谷胱甘肽过氧化物酶活性显著提

高 ( $P<0.05$ ),且 900 mg/kg *L*-肌肽添加组显著高于 300 和 600 mg/kg *L*-肌肽添加组 ( $P>0.05$ );900 mg/kg *L*-肌肽添加组蛋鸡血清丙二醛含量显著降低 ( $P<0.05$ ),且显著低于 300 和 600 mg/kg *L*-肌肽添加组 ( $P<0.05$ )。

表6 L-肌肽对蛋鸡血清抗氧化指标的影响

Table 6 Effects of L-carnosine on serum antioxidant indices of laying hens

项目 Items	L-肌肽添加水平 L-carnosine supplemental levels/(mg/kg)			
	0	300	600	900
总抗氧化能力 T-AOC/(mmol/L)	0.67±0.01 <sup>a</sup>	0.74±0.02 <sup>b</sup>	0.78±0.03 <sup>b</sup>	0.81±0.01 <sup>b</sup>
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(U/mL)	464.67±45.28 <sup>a</sup>	578.51±58.75 <sup>b</sup>	610.28±50.14 <sup>b</sup>	689.56±62.34 <sup>c</sup>
丙二醛 MDA/(mmol/mL)	124.17±10.23 <sup>b</sup>	119.26±12.57 <sup>b</sup>	117.35±8.15 <sup>b</sup>	110.36±5.19 <sup>a</sup>
超氧化物歧化酶 SOD/(U/mL)	80.54±3.74 <sup>a</sup>	89.34±2.51 <sup>b</sup>	92.10±6.34 <sup>b</sup>	90.86±2.54 <sup>b</sup>

### 3 讨论

#### 3.1 L-肌肽对蛋鸡产蛋性能的影响

L-肌肽主要存在于动物的骨骼肌中,由L-组氨酸和β-丙氨酸组成,是机体内存在的天然抗氧化剂,可以直接清除氧自由基<sup>[12]</sup>。本试验发现,在蛋鸡饲料中添加L-肌肽对蛋鸡平均日采食量和平均蛋重无显著影响,但添加900 mg/kg L-肌肽可显著降低料蛋比。Zang等<sup>[8]</sup>研究表明,在黄羽肉鸡饲料中添加400 mg/kg L-肌肽,能够降低平均日采食量,提高平均日增重,并显著降低料重比。Bao等<sup>[13]</sup>研究表明,在60~110 kg“长×大”猪饲料中添加0.1%的L-肌肽,能够显著提高猪的末重、平均日采食量和平均日增重。Cong等<sup>[14]</sup>研究表明,在肉鸡饲料中添加L-肌肽,可以显著降低料重比。本研究结果表明,饲料添加L-肌肽能够降低蛋鸡平均日采食量,提高产蛋率,显著降低料蛋比,从而改善蛋鸡的产蛋性能。

#### 3.2 L-肌肽对蛋鸡蛋品质和养分表观消化率的影响

鸡蛋品质受到蛋鸡品种、饲料因素和产蛋周期等因素的影响<sup>[15]</sup>。蛋形指数直接影响受精率和鸡蛋的运输<sup>[16-17]</sup>;蛋黄颜色是由色素沉积到蛋黄中形成的,是消费者衡量蛋品质的重要指标之一<sup>[18]</sup>;蛋黄系数<sup>[19]</sup>、哈氏单位<sup>[20-21]</sup>是表示鸡蛋新鲜程度的指标;蛋壳强度和蛋壳厚度是表示蛋鸡蛋壳质量的指标之一,影响鸡蛋破损和运输<sup>[22]</sup>。本试验结果表明,饲料添加L-肌肽显著提高了蛋黄颜色和蛋壳强度,其中添加900 mg/kg L-肌肽显著提高了蛋形指数。

饲料中养分表观消化率的高低与营养价值密切相关,同时也影响到蛋鸡的生产性能,是作为一个衡量蛋鸡对营养物质消化吸收的重要指标<sup>[23-24]</sup>。本试验结果表明,与对照组相比,饲料添

加L-肌肽对蛋鸡粗蛋白质、粗灰分、钙、磷和粗纤维的表观消化率均无显著影响。饲料中营养物质的消化代谢对于动物生长、生产及繁殖有着重要的意义。家禽通过胃、肠道的消化吸收功能,将饲料中的营养物质转化为满足自身生理需求和生产需要的物质。处于同一生理状态的蛋鸡,养分表观消化率越高,说明营养物质被机体利用的越多,从而有利于维持动物机体需要,并在此基础上提高生产性能。本试验结果表明,饲料添加900 mg/kg L-肌肽在一定程度上提高了营养物质的表观消化率,从而显著降低了料重比,提高了蛋鸡的生产性能。

#### 3.3 L-肌肽对蛋鸡血清生化指标的影响

血液中谷丙转氨酶和谷草转氨酶活性高低可间接反映机体的肝功能及健康水平<sup>[25]</sup>。碱性磷酸酶是诊断肝脏胆道系统及肾脏时常用的指标。有报道认为,L-肌肽可以通过抗氧化和抑制致炎细胞因子的产生,保护肝脏不受损伤。王晓艳等<sup>[26]</sup>研究表明,L-肌肽对蛋鸡血清谷丙转氨酶和谷草转氨酶活性影响均不显著,这与本试验中结果一致,表明饲料添加L-肌肽对蛋鸡的肝脏功能无损伤作用。

血清尿素氮含量高低在一定程度上可以判断机体肾功能的好坏,血清总蛋白含量可间接了解机体的营养状况,血清甘油三酯和总胆固醇是反映机体脂肪沉积状况的重要指标,高密度脂蛋白胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇是胆固醇代谢的2个重要指标。本研究表明,饲料添加L-肌肽对上述指标均无显著影响。有研究表明,L-肌肽可降低小鼠血浆中甘油三酯和总胆固醇含量,表明L-肌肽可以显著抑制脂肪酸合成酶活性<sup>[27]</sup>。本试验中,饲料添加L-肌肽降低了血清中甘油三酯和总胆固醇的含量,表明饲料添加L-肌肽可以在一定程度上改善脂肪代谢,降低血清中总胆固醇的含

量。有研究表明, *L*-肌肽可以降低血清中总胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇含量, 提高血清中高密度脂蛋白胆固醇含量, 表明 *L*-肌肽可以增强机体对脂肪的利用, 改善脂类代谢<sup>[28-29]</sup>。

免疫球蛋白 A、免疫球蛋白 G 和免疫球蛋白 M 是机体内重要的非特异免疫因子。本试验中, 饲料添加 *L*-肌肽均可以提高蛋鸡血清中免疫球蛋白的含量, 其中, 添加 300 和 600 mg/kg *L*-肌肽可以显著提高血清免疫球蛋白 A 和免疫球蛋白 G 含量, 说明 *L*-肌肽可以显著提高蛋鸡机体的免疫机能。Fadda 等<sup>[30]</sup>研究表明, 在大鼠饲料中添加 200 mg/kg *L*-肌肽可以显著提高血清免疫球蛋白 G 含量。本试验与上述结果相比, 虽然添加剂量存在差异, 但均表明 *L*-肌肽可以提高机体的免疫功能。

### 3.4 *L*-肌肽对蛋鸡血清抗氧化指标的影响

总抗氧化能力是一个全面反映组织抗氧化能力的指标<sup>[31]</sup>; 谷胱甘肽过氧化物酶是机体中重要的抗氧化酶, 超氧化物歧化酶能特异地清除超氧阴离子, 与谷胱甘肽过氧化物酶协同作用减少活性氧的产生, 增强机体的抗氧化能力<sup>[32]</sup>; 丙二醛是生物体内脂质过氧化的代谢产物, 其含量的高低可反映组织细胞受自由基损伤的程度<sup>[31]</sup>。本试验结果表明, 饲料添加 *L*-肌肽能显著提高蛋鸡血清总抗氧化能力以及谷胱甘肽过氧化物酶和超氧化物歧化酶活性, 且添加 900 mg/kg *L*-肌肽可显著降低血清丙二醛含量。*L*-肌肽作为一种重要的抗氧化剂, 可以直接减少肉仔鸡肌肉的氧化应激<sup>[9]</sup>, 同时激活抗氧化系统<sup>[33]</sup>。Ma 等<sup>[11]</sup>研究表明, 在育肥猪饲料中添加 *L*-肌肽可以提高肌肉中超氧化物歧化酶和谷胱甘肽过氧化物酶的基因表达量。Liu 等<sup>[26]</sup>研究表明, 在大鼠饲料中添加 *L*-肌肽可以通过提高机体抗氧化能力, 从而改善由酒精导致的慢性肝损伤。还有研究表明, *L*-肌肽可显著提高肉鸡血清的总抗氧化能力, 提高肉鸡血清谷胱甘肽过氧化物酶活性, 降低血清丙二醛含量, 且 *L*-肌肽能与由丙二醛产生的羰基反应, 起到保护细胞的作用<sup>[34]</sup>。

鸡的产蛋受神经内分泌系统的调控。母鸡在产蛋初期, 生理变化较大, 除了饲养管理、饲养环境及饲养方式改变造成的应激外, 还有来自于自身的生理刺激, 这导致机体对卵巢和输卵管功能调节能力较差、激素分泌不稳定等, 因此这一阶段

的顺利过渡及鸡体的健康对于蛋鸡高峰期的高产稳产具有很重要的意义。而 *L*-肌肽具有缓解应激以及抗氧化功能, 可通过提高蛋鸡血清总抗氧化能力及超氧化物歧化酶和谷胱甘肽过氧化物酶活性, 降低血清丙二醛含量, 起到保护细胞的作用, 提高机体的抗氧化功能; 同时, *L*-肌肽可以增强机体对脂肪的利用, 改善脂类代谢, 增强机体免疫功能, 从而改善初产蛋鸡的健康水平, 提高生产性能。

## 4 结 论

在本试验条件下, 饲料添加 *L*-肌肽可以降低蛋鸡料蛋比, 提高鸡蛋蛋形指数、蛋黄颜色和蛋壳强度, 提高血清免疫球蛋白含量和抗氧化能力, 且以 900 mg/kg 添加水平效果较佳。

### 参考文献:

- [1] 范龙坤, 华泽权, 马超. *L*-左旋肌肽对人口腔鳞癌干细胞增殖及凋亡作用的实验研究[J]. 中国美容整形外科杂志, 2018, 29(12): 743-746.
- FAN L K, HUA Z Q, MA C. Study of the effect of *L*-carnosine on the proliferation and apoptosis of stem cells in oral squamous cell carcinoma [J]. Chinese Journal of Aesthetic and Plastic Surgery, 2018, 29(12): 743-746. (in Chinese)
- [2] ZHANG Z Y, SUN B L, YANG M F, et al. Carnosine attenuates early brain injury through its antioxidative and anti-apoptotic effects in a rat experimental subarachnoid hemorrhage model [J]. Cellular and Molecular Neurobiology, 2015, 35(2): 147-157.
- [3] ALSHEBLAK M M, ELSHERBINY N M, ELKAREF A, et al. Protective effects of *L*-carnosine on CCl<sub>4</sub>-induced hepatic injury in rats [J]. European Cytokine Network, 2016, 27(1): 6-15.
- [4] LEE Y T, HSU C C, LIN M H, et al. Histidine and carnosine delay diabetic deterioration in mice and protect human low density lipoprotein against oxidation and glycation [J]. European Journal of Pharmacology, 2005, 513(1/2): 145-150.
- [5] IOVINE B, OLIVIERO G, GAROFALO M, et al. The anti-proliferative effect of *L*-carnosine correlates with a decreased expression of hypoxia inducible factor 1 alpha in human colon cancer cells [J]. PLoS One, 2014, 9(5): e96755.
- [6] 刘强, 彭玉萍, 戴社教, 等. *L*-左旋肌肽对人肝癌细

- 胞 HepG2 增殖及凋亡作用的实验研究[J].局解手术学杂志,2017,26(10):710-714.
- LIU Q, PENG Y P, DAI S J, et al. Study in *L*-carnosine on the proliferation and apoptosis of human hepatocellular carcinoma HepG2 cells[J]. Journal of Regional Anatomy and Operative Surgery, 2017, 26(10):710-714. (in Chinese)
- [7] CONG J H, ZHANG L, LI J L, et al. Effects of dietary supplementation with carnosine on growth performance, meat quality, antioxidant capacity and muscle fiber characteristics in broiler chickens[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2017, 97(11):3733-3741.
- [8] ZHANG F, JIN C L, WANG X Q, et al. Dietary supplementation with pioglitazone hydrochloride and *L*-carnosine improves the growth performance, muscle fatty acid profiles and shelf life of yellow-feathered broiler chickens[J]. Animal Nutrition, 2021, 7(1):168-175.
- [9] HU X X, HONGTRAKUL K, JI C, et al. Effect of carnosine on growth performance, carcass characteristics, meat quality and oxidative stability in broiler chickens[J]. The Journal of Poultry Science, 2009, 46(4):296-302.
- [10] KIM M Y, KIM E J, KIM Y N, et al. Effects of  $\alpha$ -lipoic acid and *L*-carnosine supplementation on antioxidant activities and lipid profiles in rats[J]. Nutrition Research and Practice, 2011, 5(5):421-428.
- [11] MA X Y, JIANG Z Y, LIN Y C, et al. Dietary supplementation with carnosine improves antioxidant capacity and meat quality of finishing pigs[J]. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 2010, 94(6):e286-e295.
- [12] GARIBALLA S E, SINCLAIR A J. Carnosine: physiological properties and therapeutic potential[J]. Age and Ageing, 2000, 29(3):207-210.
- [13] BAO Y H, GAO C Q, HAO W B, et al. Effects of dietary *L*-carnosine and alpha-lipoic acid on growth performance, blood thyroid hormones and lipid profiles in finishing pigs[J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2015, 28(10):1465-1470.
- [14] CONG J, ZHANG L, LI J, et al. Effects of dietary supplementation with carnosine on meat quality and antioxidant capacity in broiler chickens[J]. British Poultry Science, 2017, 58(1):69-75.
- [15] SILVERSIDES F G, SCOTT T A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens[J]. Poultry Science, 2001, 80(8):1240-1245.
- [16] 杨宁.家禽生产学[M].2版.北京:中国农业出版社, 2010.
- YANG N. Poultry production[M]. 2nd ed. Beijing: China Agriculture Press, 2010. (in Chinese)
- [17] 曹春梅,刘子奇,闫贵龙.海兰褐蛋鸡在产蛋不同阶段蛋形指数和蛋重的变化研究[J].家禽科学, 2020(6):8-11.
- CAO C M, LIU Z Q, YAN G L. Study on the changes of egg shape index in different laying stages of Hyline brown layers[J]. Poultry Science, 2020(6):8-11. (in Chinese)
- [18] 沈曼曼,王莹.影响蛋黄颜色沉积因素分析[J].广东饲料, 2014, 23(6):43-45.
- SHEN M M, WANG Y. Analysis of factors affecting egg yolk color deposition[J]. Guangdong Feed, 2014, 23(6):43-45. (in Chinese)
- [19] 于滨,王喜波.鸡蛋贮藏过程中品质变化的动力学模型[J].农业工程学报, 2012(15):276-280.
- YU B, WANG X B. Kinetics of quality change for eggs during storage[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012(15):276-280. (in Chinese)
- [20] EISEN E J, BOHREN B B, MCKEAN H E. The Haugh unit as a measure of egg albumen quality[J]. Poultry Science, 1962, 41(5):1461-1468.
- [21] 曲亮,郭军,窦套存,等.应用 REML 方法评估蛋鸡哈氏单位遗传参数[J].中国家禽, 2019(7):11-14.
- QU L, GUO J, DOU T C, et al. Genetic parameters for Haugh unit estimated by restricted maximum likelihood approaches[J]. China Poultry, 2019(7):11-14. (in Chinese)
- [22] 沈涛涛,张佳兰,吴艳,等.鸡 *KRT14* 基因编码区 SNPs 及其与蛋壳品质性状的相关分析[J].中国畜牧杂志, 2021, 57(4):106-109.
- SHEN T T, ZHANG J L, WU Y, et al. Correlation analysis of SNPs in coding region of chicken *KRT14* gene and eggshell quality traits[J]. Chinese Journal of Animal Science, 2021, 57(4):106-109. (in Chinese)
- [23] 荆佳林,龚建刚,郝艳霜,等.羧基蛋氨酸锌对产蛋后期肉种母鸡生产性能、养分利用率和抗氧化性能的影响[J].动物营养学报, 2021, 33(3):1430-1439.
- JING J L, GONG J G, HAO Y S, et al. Effects of methionine hydroxyl analog chelated zinc on performance, nutrient utilization and antioxidant performance of broiler breeders during later laying period[J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2021, 33(3):1430-

1439. (in Chinese)
- [24] 周传凤, 薛梅, 张廷荣, 等. 肉鸡小麦-豆粕型饲料添加复合酶制剂对内源消化酶活性和养分利用率的影响[J]. 动物营养学报, 2020, 32(10): 4881-4894. ZHOU C F, XUE M, ZHANG T R, et al. Effects of compound enzyme preparation on endogenous digestive enzyme activity and nutrient utilization in wheat-soybean meal type diet for broilers[J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2020, 32(10): 4881-4894. (in Chinese)
- [25] LIU W H, LIU T C, YIN M C. Beneficial effects of histidine and carnosine on ethanol-induced chronic liver injury[J]. Food and Chemical Toxicology, 2008, 46(5): 1503-1509.
- [26] 王晓艳, 王际英, 马晶晶, 等. VE 和 *L*-肌肽对大菱鲆幼鱼生长、抗氧化、非特异性免疫及血清生化指标的影响[J]. 水生生物学报, 2017, 41(1): 86-94. WANG X Y, WANG J Y, MA J J, et al. Effects of dietary vitamin E and *L*-carnosine on growth performance, antioxidant status, non-specific immunity and serum biochemical indices in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2017, 41(1): 86-94. (in Chinese)
- [27] DA SILVA BISPO V, DI MASCIO P, MEDEIROS M. Quantification of carnosine-aldehyde adducts in human urine [J]. Free Radical Biology & Medicine, 2014, 75(Suppl 1): S27.
- [28] CHEN X, FENG Y, YANG W J, et al. Effects of dietary thiazolidinedione supplementation on growth performance, intramuscular fat and related genes mRNA abundance in the *longissimus dorsi* muscle of finishing pigs [J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2013, 26(7): 1012-1020.
- [29] BOYLE P J, KING A B, OLANSKY L, et al. Effects of pioglitazone and rosiglitazone on blood lipid levels and glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus: a retrospective review of randomly selected medical records [J]. Clinical Therapeutics, 2002, 24(3): 378-396.
- [30] FADDA L M, ALI H M, MOHAMED A M, et al. Prophylactic administration of carnosine and melatonin abates the incidence of apoptosis, inflammation, and DNA damage induced by titanium dioxide nanoparticles in rat livers [J]. Environmental Science and Pollution Research, 2020, 27(8): 19142-19150.
- [31] 王彩霞. 针刺对 8-MOP/UVA 诱导光老化模型小鼠皮肤 SOD、MDA、T-AOC、LF、ATP 酶的影响 [J]. 中国中医基础医学杂志, 2020, 26(1): 49-50, 53. WANG C X. Effects of acupuncture on SOD, MDA, T-AOC, LF and ATPase in skin of 8-MOP/UVA-induced photoaging model mice [J]. Chinese Journal of Basic Medicine in Traditional Chinese Medicine, 2020, 26(1): 49-50, 53. (in Chinese)
- [32] 李安林, 施用晖, 岳鹏, 等. 两种抗氧化剂对高脂日粮大鼠血脂代谢和抗氧化能力的影响 [J]. 中国粮油学报, 2006, 21(4): 112-114, 123. LI A L, SHI Y H, YUE P, et al. Effects of two kinds of antioxidants on blood lipid metabolism and antioxidant capability of rats fed high-fat diet [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2006, 21(4): 112-114, 123. (in Chinese)
- [33] BOLDYREV A A, ALDINI G, DERAWE W. Physiology and pathophysiology of carnosine [J]. Physiological Reviews, 2013, 93(4): 1803-1845.
- [34] 邱玉朗, 陈群, 李林, 等. 肌肽对肉鸡生长、抗氧化性能及肉质的影响 [J]. 饲料研究, 2015(24): 23-26. QIU Y L, CHEN Q, LI L, et al. Effects of carnosine on growth, antioxidant capacity and meat quality of broilers [J]. Feed Research, 2015(24): 23-26. (in Chinese)

# Effects of *L*-Carnosine on Laying Performance, Egg Quality, Nutrient Apparent Digestibility and Serum Biochemical Indices of Laying Hens

CHU Hui<sup>1</sup> ZHANG Fengrui<sup>1</sup> YU Qinggang<sup>1</sup> CAI Fenglong<sup>2</sup> QIN Shunyi<sup>1</sup>  
LI Liuan<sup>1</sup> YANG Hua<sup>1</sup> ZHANG Jianbin<sup>1\*</sup>

(1. Tianjin Key Laboratory of Agricultural Animal Breeding and Healthy Husbandry, College of Animal Science and Veterinary Medicine, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China; 2. Tianjin Guangyuan Livestock and Poultry Breeding Co., Ltd., Tianjin 301824, China)

**Abstract:** The purpose of the paper was to study the effects of *L*-carnosine on laying performance, egg quality, nutrient apparent digestibility and serum biochemical indices of laying hens. A total of 240 healthy 19-week-old Hy-Line brown laying hens were selected and randomly divided into 4 groups with 6 repetitions for each group and 10 chickens for each repetition. The hens in the control group were fed a basal diet, and those in the experimental groups were fed the basal diet supplemented with 300, 600 and 900 mg/kg *L*-carnosine, respectively. The preparatory experiment period was 7 days, and the experiment period was 42 days. The results showed as follows: 1) compared with the control group, dietary 900 mg/kg *L*-carnosine significantly decreased the feed to egg ratio of laying hens ( $P < 0.05$ ). 2) Compared with the control group, dietary 900 mg/kg *L*-carnosine significantly increased the egg shape index, yolk color and eggshell strength of eggs ( $P < 0.05$ ). 3) Dietary *L*-carnosine had no significant effects on apparent digestibility of crude protein, ash, calcium, phosphorus and crude fiber of laying hens ( $P > 0.05$ ). 4) Compared with the control group, dietary 300 and 600 mg/kg *L*-carnosine significantly increased the contents of immunoglobulin A and immunoglobulin G in serum of laying hens ( $P < 0.05$ ). 5) Compared with the control group, the total antioxidant capacity, activity of superoxide dismutase and glutathione peroxidase in serum of laying hens in the experimental groups were significantly increased ( $P < 0.05$ ), and the serum malondialdehyde content in 900 mg/kg *L*-carnosine supplemental group was significantly decreased ( $P < 0.05$ ). In conclusion, dietary *L*-carnosine can reduce the feed to egg ratio, increase egg shape index, yolk color and eggshell strength, increase serum immunoglobulin content and antioxidant capacity of laying hens, and the supplemental level of 900 mg/kg has a better effect. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2021, 33(10):5938-5946]

**Key words:** *L*-carnosine; laying hens; laying performance; egg quality; nutrient apparent digestibility; antioxidant