

# 几种叶黄素方剂对高温高湿环境中蛋鸡行为和产性能的影响

王文龙,冯永兵,李成成,杨京京,效梅\*,傅映红,熊双,安立龙\*,许英梅  
(广东海洋大学 农学院,广东 湛江 524088)

**摘要:**为探讨几种叶黄素方剂对高温高湿环境中罗曼粉壳蛋鸡的抗热应激效果,选取216只47周龄的健康、体质量及生产性能相近的罗曼粉壳蛋鸡,随机分为6组(常温对照组、高温对照组、高温叶黄素组和叶黄素合剂Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组),对照组饲喂基础日粮,高温叶黄素组和叶黄素Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组则在基础日粮的基础上添加120 mg/kg叶黄素、叶黄素合剂Ⅰ(120 mg/kg万寿菊叶黄素+1 g/kg甜菜碱)、叶黄素合剂Ⅱ(120 mg/kg叶黄素+200 mg/kg维生素C)和叶黄素合剂Ⅲ(120 mg/kg叶黄素+2 g/kg中草药),测定不同叶黄素方剂对高温高湿环境中蛋鸡行为和产性能的影响。结果表明,叶黄素合剂能有效降低高温环境中蛋鸡死淘率,改善蛋鸡的健康状况。与高温对照组相比,叶黄素组与叶黄素合剂Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组平均日采食量分别提高了1.59% ( $P<0.05$ )、6.07% ( $P<0.01$ )、11.12% ( $P<0.01$ )、10.39% ( $P<0.01$ );产蛋率分别提高0.91% ( $P>0.05$ )、8.31% ( $P<0.01$ )、13.93% ( $P<0.01$ )、5.56% ( $P<0.01$ );破壳率分别降低了7.38% ( $P>0.05$ )、44.26% ( $P<0.01$ )、59.02% ( $P<0.01$ )、17.21% ( $P<0.01$ );料蛋比分别下降0.40% ( $P>0.05$ )、6.85% ( $P<0.01$ )、6.05% ( $P<0.01$ )、4.03% ( $P<0.05$ );死淘率分别降低了12.51%、74.98%、87.49%、50.00%。可见,几种叶黄素方剂均具有缓解热应激作用,以叶黄素合剂Ⅱ效果最佳。

**关键词:**热应激;蛋鸡;高温高湿;叶黄素;中草药;行为;生产性能

**中图分类号:** S831.5      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2015)03-0133-06

## Effects of Several MAR Mixture Compounds on Behavior and Production Performance of Laying Hens in High Temperature and Humidity Environment

WANG Wenlong, FENG Yongbing, LI Chengcheng, YANG Jingjing, XIAO Mei\*,  
FU Yinghong, XIONG Shuang, AN Lilong\*, XU Yingmei  
(Faculty of Agriculture, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China)

**Abstract:** In order to investigate the effects of different lutein mixture compounds on behavior and performance of laying hens in high temperature and humidity environment, two hundred and sixteen 47-week-old lohmann laying hens were randomly divided into normal control group, high temperature control group, high temperature lutein group and lutein compound I—III groups. The control group was fed with basal diets, while the lutein group and lutein compound I—III groups were fed with diets supplemented 120 mg/kg lutein and lutein compound I—III (120 mg/kg lutein + 1 g/kg betaine, 120 mg/kg lutein + 200 mg/kg VC, 120 mg/kg lutein + 2 g/kg Chinese herb). The results showed that lutein mixture compounds

收稿日期:2014-08-29  
基金项目:广东省科技计划项目(2010B090400376);国家级大学生创新创业训练计划项目(CXXL2014046)  
作者简介:王文龙(1989-),男,河南平顶山人,在读硕士研究生,研究方向:动物营养与环境、生态毒理学。  
E-mail:wangwenlong2012@yeah.net  
\* 通讯作者:效梅(1965-),女,陕西咸阳人,教授,博士,主要从事动物组织工程的教学与科研工作。  
E-mail:xiao0812@126.com  
安立龙(1966-),男,陕西渭南人,教授,博士,主要从事动物遗传育种和动物营养与环境方面的研究工作。  
E-mail:anlilong@126.com

could decrease the mortality and improve the healthy condition of hens significantly. Compared with high temperature control group, the feed consumptions of hens in letein group and lutein compound I—III groups increased by 1.59% ( $P < 0.05$ ), 6.07% ( $P < 0.01$ ), 11.12% ( $P < 0.01$ ), 10.39% ( $P < 0.01$ ), and the laying rates increased by 0.91% ( $P > 0.05$ ), 8.31% ( $P < 0.01$ ), 13.93% ( $P < 0.01$ ), 5.56% ( $P < 0.01$ ). While, the broken-shell rates decreased by 7.38% ( $P > 0.05$ ), 44.26% ( $P < 0.01$ ), 59.02% ( $P < 0.01$ ), 17.2% ( $P < 0.01$ ), the egg-feed ratios decreased by 0.40% ( $P > 0.05$ ), 6.85% ( $P < 0.01$ ), 6.05% ( $P < 0.01$ ), 4.03% ( $P < 0.05$ ), and the mortalities decreased by 12.51%, 74.98%, 87.49%, 50.00%. Therefore, all the three lutein compounds could relieve hens' heat stress, and MAR compound II took the best results.

**Key words:** heat stress; laying hens; high temperature and humidity; lutein; Chinese herb; behavior; production performance

热应激是动物机体为适应高温环境所作的所有非特异性生理反应的总和。鸡羽毛浓密、没有汗腺、散热差。当环境温度超过 28℃ 时<sup>[1-3]</sup>, 蛋鸡机体将处于热应激状态。在夏季, 尤其是在我国广大华南亚热带和热带地区, 家禽生产中的热应激尤为严重。热应激通过改变蛋鸡机体生理生化特性, 降低生产性能, 进而降低蛋鸡产蛋率、饲料利用率, 增加发病率, 提高死淘率, 严重危害蛋鸡产业发展。因此, 如何缓解热应激对蛋鸡的影响在日趋集约化的蛋鸡养殖业中显得尤为重要。在生产实践中技术人员主要通过环境控制、饲养管理、药物添加等途径防治热应激, 以拌料或拌水方式添加化学药物、中草药及其复合剂, 调整蛋鸡体内环境, 平衡体液中无机离子浓度, 调整机体代谢以达到缓解热应激的目的, 但效果参差不齐。

前人做了大量研究寻找缓解热应激的药物, 唐攀喜<sup>[4]</sup>研究发现, 万寿菊叶黄素具有抗氧化性, 能抵御热应激介导的大量自由基对细胞和器官的损伤, 并具有着色、改善蛋品质等功用, 已经开始运用到家禽生产中。王喜波<sup>[5]</sup>证实甜菜碱具有诱食、促生长、促脂肪代谢、调节渗透压、维持机体正常的维生素水平、预防球虫病、缓解家禽热应激等作用。Ajakaiye 等<sup>[6]</sup>、唐会会<sup>[7]</sup>研究发现, 热应激能抑制抗氧化酶的活性, 而维生素 C 除了可清除羟基自由基、过氧化物和超氧化物等, 还可激活谷胱甘肽过氧化物酶的基团而产生抗自由基作用, 进而缓解热应激降低抗氧化酶活性的不良影响; 生芪、薄荷、延胡索等中草药具有清热解毒、抗菌消炎的作用。效梅等<sup>[8]</sup>发现中草药的某些活性物质或有效成分通过调节酸碱平衡, 缓解蛋鸡热应激条件下的呼吸性碱中毒, 增强机体免疫功能, 保证机体正常新陈代谢, 全面协调生理功能, 达到抗蛋鸡热应激效果。以上研究表明, 中草药、维生素以及甜菜碱、叶黄素等植物提取物具有抗热应激作用。

目前关于缓解夏季高热环境中蛋鸡热应激的研究主要集中在单一添加剂效果的研究, 复合效果研究较少<sup>[9-11]</sup>。关于万寿菊叶黄素分别与甜菜碱、维生素 C、中草药合剂三者互作对高温高湿环境下罗曼粉壳蛋鸡的生产性能的影响尚未见报道。为此, 在高温高湿环境中蛋鸡日粮中添加万寿菊叶黄素合剂 I (120 mg/kg 叶黄素 + 1 g/kg 甜菜碱)、合剂 II (120 mg/kg 叶黄素 + 200 mg/kg 维生素 C) 及合剂 III (120 mg/kg 叶黄素 + 2 g/kg 中草药), 探究万寿菊叶黄素复合添加剂的抗热应激效果, 以期筛选最佳的抗热应激添加剂组方, 有效改善热应激条件下蛋鸡的生产性能。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验动物

47 周龄罗曼粉壳蛋鸡由德国罗曼家禽育种有限公司提供。

### 1.2 试验试剂与药物

万寿菊叶黄素 (浓度 80%) 购自邯郸市进天然色素有限公司; 维生素 C (浓度 99.8%) 购自广州金华大化学试剂有限公司; 甜菜碱 (浓度 96%) 购自湖南瑞冠生物化工科技有限公司; 中草药复方 (延胡索 10%、大青叶 22%、薄荷 10%、生芪 12%、茯苓 22%、生石膏 24%) 购自湛江益生药店。

### 1.3 试验设计与方法

1.3.1 试验分组 选取 216 只 47 周龄健康、体质量及生产性能相似的罗曼粉壳蛋鸡, 随机分为 6 组, 每组 4 个重复, 每个重复 9 只鸡。分别设置常温对照组、高温对照组、高温叶黄素组和高温叶黄素合剂 I、II、III 组 (饲料组方中的添加量为经过换算后的实际添加量), 试验组采用单因素随机分组设计, 试验设计见表 1。

1.3.2 试验基础日粮 参照《中华人民共和国国家标准》(ZB B 43005—86), 结合罗曼粉壳蛋鸡的

饲养标准以及本地的实际情况,自行设计日粮配方(表 2)。

表 1 试验设计及分组	
组别	饲粮组成
常温对照组	基础日粮
高温对照组	基础日粮
高温叶黄素组	基础日粮 + 120 mg/kg 叶黄素
高温叶黄素合剂Ⅰ组	基础日粮 + 120 mg/kg 叶黄素 + 1 g/kg 甜菜碱
高温叶黄素合剂Ⅱ组	基础日粮 + 120 mg/kg 叶黄素 + 200 mg/kg 维生素 C
高温叶黄素合剂Ⅲ组	基础日粮 + 120 mg/kg 叶黄素 + 2 g/kg 中药合剂

表 2 试验基础日粮和营养水平(风干基础)			
原料组成	含量/%	营养水平	含量
玉米	61.00	代谢能 (MJ/kg) <sup>2)</sup>	11.42
豆粕	22.00	粗蛋白/%	18.17
麸皮	2.00	钙/%	3.73
鱼粉	4.50	总磷/%	0.64
石粉	9.00	蛋氨酸/%	0.31
磷酸氢钙	1.00	胱氨酸/%	0.27
食盐	0.20	赖氨酸/%	0.97
预混料 <sup>1)</sup>	0.30		

注: 1) 预混料为每千克日粮提供: 维生素 A 9 000 IU、维生素 D 2 500 IU、维生素 E 20 IU、维生素 B<sub>12</sub> 12 μg、维生素 K 2.4 mg、Mn 100 mg、Zn 60 mg、Fe 25 mg、Cu 5 mg、Co 0.1 mg(微量元素以硫酸盐形式添加), Se(Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> · 5H<sub>2</sub>O) 0.2 mg、I(KI) 0.5 mg; 2) 除代谢能外,其余各值均为实测值。

1.3.3 饲养管理 饲养于广东海洋大学动物医院蛋鸡饲养房,试验期 8 周,其中预试期 2 周。采用 4 层阶梯式蛋鸡笼饲养,每笼 3 只。自由采食,每天 8:00 和 17:00 各添料一次,自由饮水,人工收蛋,控制饲养房的温、湿度。采用人工光照和自然光照结合的方法,试验期光照时数恒定在 16 h 不变,光照强度 14 ~ 20 lx。

1.3.4 试验期温度和湿度控制 禽舍温度通过保温灯、保温扇和空调控制,而湿度通过喷洒水雾的方法,以及抽湿机控制,以使禽舍常温环境控制在 19 ~ 22 ℃;高温环境控制在 30 ~ 35 ℃,湿度在 75% 左右。每天 8:00、12:00、18:00 记录禽舍内温度和相对湿度。常温鸡舍的平均温度为 24.35 ℃,平均相对湿度为 58.52%,而高温鸡舍内平均温度为 32.08 ℃,平均相对湿度为 78.15%。

1.4 指标测定及方法

1.4.1 温湿度监测 每天的温度与湿度采用干湿球温度计进行监测,每天 8:00、12:00、18:00 记录禽舍内温度和相对湿度(表 3)。

1.4.2 蛋鸡行为监测 每天观察鸡群饮水、采食情

表 3 试验期常温与高温鸡舍的温度和相对湿度				
测定时间	常温鸡舍		高温鸡舍	
	温度/℃	湿度/%	温度/℃	湿度/%
8:00	23.61 ± 1.85	62.31 ± 3.21	29.56 ± 2.07	78.64 ± 2.42
12:00	25.74 ± 1.57	55.46 ± 1.89	34.47 ± 1.79	74.53 ± 2.68
18:00	23.71 ± 1.83	57.81 ± 3.52	32.21 ± 1.94	79.53 ± 2.68
平均值	24.35 ± 1.66	58.52 ± 2.96	32.08 ± 1.82	78.15 ± 2.75

况,统计死淘数,监控鸡群的健康及行为状况并记录;剖检高温对照组死亡鸡只,观测内脏损伤情况并记录。

1.4.3 生产性能指标测定 记录投料量、剩余料量、产蛋个数、蛋质量、存栏鸡数,计算平均蛋质量、产蛋率、平均日采食量、料蛋比、破软蛋数。

1.5 数据统计与分析

试验数据使用 Excel 2003 处理,再使用 SPSS 20.0 对常温对照组和高温对照组数据进行独立样本 *T* 检验,对高温对照组以及试验组进行单因素方差分析,采用 LSD 法进行多重比较,结果表示为平均值 ± 标准差。

2 结果与分析

2.1 万寿菊叶黄素合剂对高温高湿环境中蛋鸡行为与死淘率的影响

由表 4 可知,与常温对照组相比,高温环境中蛋鸡的总体精神健康状况较差,观测到张口呼吸、长期蹲坐、鸡冠变鲜红、饮水量增加,死亡率增加等一系列不良的现象。单一添加叶黄素(即高温叶黄素组)和叶黄素合剂组均能不同程度地降低了蛋鸡的死淘率、缓解热应激不良反应,其中叶黄素合剂Ⅱ组的死

表 4 叶黄素合剂对高温环境中蛋鸡死淘率和行为的影响		
组别	死淘率/%	行为观察
常温对照组	0	精神状态好,直立于笼中,鸡冠粉红,呼吸平缓均匀,采食活跃、积极,饮水正常,粪便成形,臭味淡,产的蛋表面洁净、无粪污
高温对照组	22.22	精神状态差,易惊恐,有拥挤、打斗现象,双翼张开俯卧于笼上,张口呼吸,鸡冠颜色鲜红,采食不积极,饮水频率增加,羽毛多被饮水头打湿,粪便稀薄,臭味浓,蛋表面有粪污,有鸡只瘫痪或死亡
高温叶黄素组	19.44	同高温对照组
高温叶黄素合剂Ⅰ组	5.56	张口呼吸,饮水较高温对照组少;较安静,采食较积极;蛋干净,少粪污
高温叶黄素合剂Ⅱ组	2.78	精神状态较好,饮水较高温对照组少,采食积极,粪便成形,臭味较淡,蛋洁净,无粪污
高温叶黄素合剂Ⅲ组	11.11	张口呼吸,饮水较高温对照组少;采食较积极;粪便成形,臭味淡,蛋较整洁

淘率最低,高温叶黄素组的死淘率最高。

在死淘率方面,高温对照组死淘率为 22.22%,高温叶黄素组、叶黄素合剂 I、II、III 组均能降低高温环境中蛋鸡的死淘率,与高温对照组相比,分别降低了 12.51%、74.98%、87.49%、50.00%。剖检高温对照组死亡鸡只,发现腹腔内有积水,肠道水肿,肝心有出血点。表明叶黄素合剂能有效降低高温环境中蛋鸡死淘率,改善蛋鸡的健康状况。

2.2 万寿菊叶黄素合剂对高温高湿环境中蛋鸡生产性能的影响

由表 5 可知,与常温对照组相比,高温对照组蛋鸡的平均日采食量下降 14.06% ( $P<0.01$ )、产蛋率下降 16.97% ( $P<0.01$ )、平均蛋质量下降 3.04% ( $P>0.05$ )、破壳率提高 183.72% ( $P<0.01$ )、死淘率提高至 22.22%、料蛋比提高 11.71% ( $P>0.05$ )。试验结果表明,持续高温环境严重降低蛋鸡生产性能。

在平均日采食量方面,与高温对照组相比,单一

添加叶黄素或添加叶黄素合剂均能提高蛋鸡的平均日采食量,叶黄素组、叶黄素合剂 I、II、III 组分别提高了 1.59%、6.07%、11.12%、10.39%,差异均显著。

在平均蛋质量方面,常温与高温对照组的平均蛋质量分别为 57.19 g、55.45 g。与高温对照组相比,高温叶黄素组平均蛋质量下降 4.85% ( $P<0.01$ ),叶黄素合剂 I、II 组有所升高 ( $P>0.05$ );叶黄素合剂 III 组降低 2.06% ( $P<0.05$ )。

在料蛋比方面,常温、高温对照组料蛋比分别为 2.22% 和 2.48%。与常温组相比,叶黄素合剂 I、II、III 组分别增加了 4.05% ( $P<0.01$ )、4.95% ( $P<0.01$ )、7.21% ( $P<0.05$ )。与高温对照组相比,高温叶黄素组、叶黄素合剂 I、II、III 组分别下降 0.40% ( $P>0.05$ )、6.85% ( $P<0.01$ )、6.05% ( $P<0.01$ )、4.03% ( $P<0.05$ )。

在产蛋率方面,与高温对照组相比,高温叶黄素组、叶黄素合剂 I、II、III 组的产蛋率分别提高 0.91%

表 5 叶黄素合剂对高温环境中蛋鸡生产性能的影响

组别	平均日采食量/ (g/只)	平均蛋质量/g	料蛋比/%	产蛋率/%	破壳率/%
常温对照组	111.38±1.69 <sup>aA</sup>	57.19±1.43 <sup>aA</sup>	2.22±0.12 <sup>aA</sup>	83.61±1.46 <sup>aA</sup>	0.43±0.024 <sup>cB</sup>
高温对照组	95.72±1.08 <sup>dC</sup>	55.45±1.94 <sup>aAB</sup>	2.48±0.11 <sup>aA</sup>	69.42±1.99 <sup>cB</sup>	1.22±0.026 <sup>aA</sup>
高温叶黄素组	97.24±2.37 <sup>cC</sup>	52.76±2.05 <sup>cC</sup>	2.47±0.14 <sup>aA</sup>	70.05±1.78 <sup>bcB</sup>	1.13±0.033 <sup>abA</sup>
高温叶黄素合剂 I 组	101.53±2.35 <sup>bB</sup>	55.73±1.61 <sup>aA</sup>	2.31±0.18 <sup>cB</sup>	75.19±0.81 <sup>aA</sup>	0.68±0.020 <sup>cB</sup>
高温叶黄素合剂 II 组	106.36±2.74 <sup>aA</sup>	55.67±2.53 <sup>aA</sup>	2.33±0.14 <sup>bcB</sup>	79.09±1.08 <sup>aA</sup>	0.50±0.026 <sup>cB</sup>
高温叶黄素合剂 III 组	105.67±3.26 <sup>aA</sup>	54.31±3.02 <sup>bBC</sup>	2.38±0.07 <sup>bAB</sup>	73.28±5.57 <sup>abA</sup>	1.01±0.031 <sup>bB</sup>

注:同列数据肩标不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )。

( $P>0.05$ )、8.31% ( $P<0.01$ )、13.93% ( $P<0.01$ )、5.56% ( $P<0.01$ )。

在破壳率方面,与高温对照组相比,高温叶黄素组、叶黄素合剂 I、II、III 组分别降低 7.38% ( $P>0.05$ )、44.26% ( $P<0.01$ )、59.02% ( $P<0.01$ )、17.21% ( $P<0.01$ )。

综上,试验组中单一添加叶黄素组对高温环境下蛋鸡生产性能的改善不显著,而叶黄素合剂组效果较为明显。综合考虑,叶黄素合剂 II 组的改善蛋鸡热应激效果最佳。

3 讨论

3.1 高温高湿环境影响蛋鸡行为与死淘率的原因分析

本研究发现,在高温高湿环境中,鸡群出现张口呼吸、长期蹲坐、鸡冠变鲜红、饮水量增加、死淘率增加等一系列不良反应。此现象是鸡只自主抵抗外界不良环境所作的应激,机体为了应对环境中的突发

因素,做出一定的适应性反应,以维持其内环境的稳定与自身的平衡<sup>[12]</sup>。高温环境中鸡只为散发热量,张口深呼吸,通过呼吸道蒸发作用散失体内热量;逐渐减少运动,蹲坐时间加长,将两翅膀张开悬挂于两侧站立,以此增大散热面积。鸡冠变红则是通过扩张外周血管、促进血液循环加快机体对流散热;此外,鸡群饮水量增加,与王桂清<sup>[13]</sup>的报道一致,其原因可能是持续高温抑制了蛋鸡的下丘脑采食中枢,为减轻热负荷,鸡只增加饮水降低消化酶浓度,与此同时,大量饮水使得嗉囊内部感受器受到压迫,进一步抑制了鸡只的食欲。以上现象表明,高温对蛋鸡机体一系列生理生化反应均有不良影响,当鸡群长期处于该应激状态时会严重影响鸡只的健康和生产性能,甚至造成死亡,在集约化养殖产业中造成重大危害。

3.2 高温环境影响蛋鸡生产性能的原因分析

常温对照组蛋鸡的平均日采食量为 11.38 g,高温对照组较之降低 16.36% ( $P<0.01$ ),高温环境下

蛋鸡的采食量下降。影响蛋鸡采食量的方式主要有以下3种:一是高温导致蛋鸡体内肠道蠕动速度减慢,胃肠道充盈而饥饿感降低,下丘脑下部的采食中枢受抑制;二是为减轻热负荷动物通过增加饮水来降低消化道内的消化酶浓度,进而影响食物的消化和吸收<sup>[14]</sup>;三是大量饮水,嗉囊内部感受器受压迫更进一步抑制采食中枢。蛋鸡采食量的减少,降低了机体对蛋白质、脂肪、Ca、P等物质吸收利用,引起产蛋率、平均蛋质量、饲料转化率的降低和破壳率升高,而产蛋率下降的最直接原因是采食量的降低导致机体对能量和蛋白质摄入不足<sup>[15]</sup>。因此,防治热应激时可适当提高日粮中的蛋白质和能量的水平,与此同时,日粮调整时也要注意蛋白质的较高热增耗、高蛋白质能量水平的反作用现象<sup>[16-18]</sup>,持续高温环境下,丘脑-垂体-甲状腺轴活动与下丘脑-垂体-性腺轴活动分别导致机体代谢减少和组织蛋白的过量消耗,最终引起蛋鸡产蛋性能下降。

### 3.3 万寿菊叶黄素合剂影响高温环境中蛋鸡生产性能的原因分析

叶黄素具有抗氧化性、抵抗癌症、增强免疫效果、提高蛋黄颜色、改善蛋黄、蛋白品质的效果<sup>[19-21]</sup>。

张志刚等<sup>[22]</sup>研究发现,日粮中分别添加0、20、40、60、80、100 mg/kg 叶黄素对蛋鸡生产性能虽无显著影响,但有提高蛋鸡采食量和产蛋率的趋势。本试验结果显示,与高温对照组相比,高温叶黄素组日采食量和产蛋率分别提高1.59%、0.91%,差异均不显著,与上述研究结果一致。黄志毅等<sup>[23]</sup>研究表明,甜菜碱能够极显著提高肉鸡饲料转化率、增加采食量,缓解热应激对肉鸡的不良影响,提高肉鸡的生产性能。本研究结果表明,叶黄素合剂I组较高温对照组的采食量提高6.07%、料蛋比下降6.85%,差异均极显著,其原因可能是甜菜碱有增强神经系统兴奋的作用。此外,叶黄素合剂I组相对于高温组平均蛋质量和产蛋率分别提升0.50% ( $P>0.05$ )、8.31% ( $P<0.01$ ),破壳率和死淘率分别下降44.26% ( $P<0.01$ )、74.98% ( $P<0.01$ )。可见,甜菜碱能够缓解热应激,提高生产性能。其原因可能是甜菜碱在机体内可以通过甲基化反应,建立免疫防卫机制<sup>[24-25]</sup>;甜菜碱中的活性甲基能降低机体内蛋氨酸的甲基消耗,机体能保存更多的蛋氨酸;另外,甜菜碱能激化甲基转移酶活性,促进半胱氨酸向蛋氨酸的转化,增加机体蛋氨酸的储量。在高温环境下补充维生素C有利于改善动物的生产性能。Weiser<sup>[26]</sup>研究认为,急性热应激期间,补充维

生素C,可保证皮质酮的稳定分泌,为散热提供足够的能量。Abdellah<sup>[27]</sup>报道夏季(37~43℃)日粮中添加250 mg/kg 维生素C,可提高蛋鸡产蛋率、采食量、饲料转化率,对蛋质量、蛋壳厚度无明显影响。此外,安立龙等<sup>[28]</sup>研究表明,高温环境中添加120 mg/kg 叶黄素-200 mg/kg 维生素C合剂明显提高了蛋鸡的采食量和产蛋率,显著降低破壳率。本研究结果显示,与高温对照组相比,叶黄素合剂II组平均日采食量、产蛋率分别极显著提高11.12%、13.93%,料蛋比、破壳率分别极显著降低6.05%、59.02%,与上述研究结果一致。其机制可能为高温环境中维生素C有利于维持细胞膜的完整性,刺激白细胞的吞噬活性,提高网状内皮系统的功能;另外,维生素C不仅可以清除羟基自由基、过氧化氢物和超氧化物等,还可使谷胱甘肽过氧化物酶的基团恢复活性,重新具有抗自由基作用<sup>[29]</sup>,因而能有效缓解热应激引起的抗氧化酶活性降低带来的不利影响。

中草药因其安全高效、成本低廉的优点成为使用最广泛的抗热应激添加剂之一。中草药既含维生素、微量元素、氨基酸及未知生长调节因子,能促进营养物质的消化代谢,又含多糖、生物碱、挥发油、甙类等生物活性物质,可通过动物机体自我调整达到改善生殖内分泌系统,促进卵泡发育,调节子宫收缩,进而提高蛋鸡总体产蛋水平,保证和提高机体生产机能的目的<sup>[30-31]</sup>。本试验所用中草药(延胡索10%、大青叶22%、薄荷10%、生芪12%、茯苓22%、生石膏24%)抗热应激剂有补脾健胃、活血化痰、清热解暑、抗炎、调节机体酸碱平衡、增强免疫、预防肿瘤及保肝作用。本试验结果表明,与高温对照组相比,叶黄素合剂III组的采食量和产蛋率分别提高了10.39%、5.56%,差异极显著;料蛋比、破壳率率分别降低了4.03% ( $P<0.05$ )、17.21% ( $P<0.01$ )。

综上,高温导致蛋鸡的平均日采食量、平均蛋质量、产蛋率降低,料蛋比、破壳率、死淘率升高,严重降低了蛋鸡生产性能,不同叶黄素方剂均能不同程度地缓解热应激对蛋鸡行为的影响;叶黄素合剂II(120 mg/kg 叶黄素+200 mg/kg 维生素C)极显著提高采食量、产蛋率,降低料蛋比、破壳率和死淘率,效果最佳。

### 参考文献:

- [1] 刘瑞生. 蛋鸡热应激研究进展(上)[J]. 养禽与禽病防治, 2003(7): 6-7.

- [2] 任景乐,赵金山,祝贵华,等.热应激对蛋鸡的影响[J].山东畜牧兽医,2008(6):48-50.
- [3] 张治福.热应激对产蛋鸡的影响及防治措施[J].国外畜牧学:猪与禽,2013(2):48-51.
- [4] 唐攀喜.中草药复方对高温环境中蛋鸡生产性能和蛋品质的影响[D].湛江:广东海洋大学,2013.
- [5] 王喜波.日粮粗蛋白和甜菜碱对高温环境三黄鸡生产性能和营养物质代谢的影响[D].湛江:广东海洋大学,2007.
- [6] Ajakaiye J J, Cuesta-Mazorra M, Garcia Diaz J R, 等.维生素 C 和维生素 E 减轻热应激改善蛋鸡活质量和蛋品质[J].饲料研究,2013(7):26-27,46.
- [7] 唐会会.万寿菊叶黄素和 VC 对高温环境中蛋鸡生产性能和生理机能的影响[D].湛江:广东海洋大学,2012.
- [8] 效梅,安立龙,王均良,等.中药添加剂对高温环境鸡耐热力的影响[J].中兽医医药杂志,2003,22(3):3-7.
- [9] 效梅,安立龙,冯业,等.中药-甜菜碱复方对高温环境下三黄鸡营养代谢的影响[J].家畜生态学报,2008,28(6):16-24.
- [10] 安立龙,杨京京,李泽英,等.叶黄素-中药合剂对热应激蛋鸡行为与生产性能的影响[J].家畜生态学报,2014,35(7):21-26.
- [11] 胡炜恒,安立龙,效梅.叶黄素和中草药对高温环境中罗曼蛋鸡产蛋性能与蛋品质的影响[J].家畜生态学报,2014,35(8):22-27.
- [12] 安锋利.热应激对鸡机体的影响及预防[J].甘肃科技,2008,24(24):90-92.
- [13] 王桂清.环境高温与蛋鸡生产[J].养禽与禽病防治,2004(7):26-29.
- [14] 张庆茹,郭红斌,张红德.热应激对动物机体生理机能的影响[J].动物医学进展,2007,28(1):101-105.
- [15] 傅玲玉,周庆堂,章怀云,等.高温对产蛋鸡的血液生化反应[J].中国畜牧杂志,1988(6):11-14.
- [16] 宣士荣,王秀英,邵庆均.产蛋鸡热应激的日粮调控措施[J].浙江畜牧兽医,2004,28(5):14-15.
- [17] 林海.热应激家禽的营养与饲养措施[J].中国家禽,2008,30(13):28-31.
- [18] Totsuka K, Yukinori O, Akemi Y, *et al.* Effect of dietary crude protein and metabolizable energy levels on the performance of laying hens [J]. Japanese Poultry Science, 1993, 30(1):1-15.
- [19] Leeson S, Caston L. Enrichment of eggs with lutein [J]. Poultry Science, 2004, 83(10):1709-1712.
- [20] Steinberg W, Grashorn M A, Klünter A M, *et al.* Comparative pigmentation efficiency of two products containing either apo-ester or tagetes extracts in egg yolks and liquid eggs [J]. Archiv für Geflügelkunde, 2000, 64(4):180-187.
- [21] 黄小春,吴灵英.叶黄素对蛋鸡应用效果的研究[J].中国饲料,2007(8):42-44.
- [22] 张志刚,朱博.叶黄素对鸡生产性能和蛋品质的影响[J].饲料广角,2009(16):42-43.
- [23] 黄志毅,安立龙,郑枢,等.甜菜碱对热应激肉鸡生产性能的影响[J].家畜生态,2004,25(1):25-29.
- [24] 徐少华,陈宽维,黎寿丰,等.鸡舍湿帘防暑降温应用的研究[J].中国家禽,1994(3):4-6.
- [25] 何志荣,朱凌皓.甜菜碱发展前景探讨[J].精细与专用化学品,2000,8(8):6-8.
- [26] Weiser F R H. Vitamin application and recent advance [J]. Zootechnica International, 1994(8):42-49.
- [27] Abdellah A M. Effects of ascorbic acid supplementation on performance of laying hens during summer months [J]. Assiut Veterinary Medical, 1995, 67(34):83-95.
- [28] 安立龙,唐攀喜,蔡燕婷,等.叶黄素和维生素 C 对高温环境中蛋鸡生产性能及蛋品质的影响[J].家畜生态学报,2013,34(5):25-31.
- [29] Shankaran M, Yamamoto B K, Gudelsky G A. Ascorbic acid prevents 3, 4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA)-induced hydroxyl radical formation and the behavioral and neurochemical consequences of the depletion of brain 5-HT [J]. Synapse, 2001, 40(1):55-64.
- [30] 李冲.不同复方中草药添加剂对蛋鸡生产性能的影响[J].中国畜牧兽医,2013,40(10):120-123.
- [31] 李振.中草药抗热应激剂对蛋鸡生产性能、蛋品质及血液生化指标的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2011,39(9):48-52.