

安婷婷,张菁菁,杨建生,等. 饲料中添加维生素 C 对高温条件下蛋鸡产蛋性能、蛋品质及血液生化指标的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(11):117-120.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.11.032

饲料中添加维生素 C 对高温条件下蛋鸡产蛋性能、蛋品质及血液生化指标的影响

安婷婷¹, 张菁菁¹, 杨建生², 林雨鑫², 杨凤萍¹, 辛世杰¹, 王诗琴¹, 戴国俊¹

(1. 扬州大学动物科学与技术学院, 江苏扬州 225009; 2. 江苏省昆山市畜牧兽医站, 江苏昆山 215300)

摘要:研究了夏季高温下饲料中添加维生素 C 对高产蛋鸡产蛋性能、蛋品质、血液生化指标的影响。试验选用体重相近的 41 周龄京粉 I 号蛋鸡 600 羽, 分为 4 组, 每组 5 个重复, 每个重复 30 羽鸡。其中 I、II、III 组为试验组, IV 组为对照组, 分别在日粮中添加不同水平的维生素 C (0、100、200、300 mg/kg), 预试验 1 周, 试验期为 6 周。结果表明, 在高温 (26.0~33.0 °C, 平均 29.5 °C) 状态下, 饲料中添加维生素 C 的试验组产蛋率极显著高于对照组 ($P < 0.01$), 饲料中添加 200、300 mg/kg 维生素 C 的试验组平均每日总蛋质量显著高于对照组 ($P < 0.05$), 而料蛋比极显著低于饲料中添加 100 mg/kg 维生素 C 的试验组和对照组 ($P < 0.01$); 饲料中添加 200 mg/kg 维生素 C 的试验组料蛋比显著低于饲料中添加 300 mg/kg 维生素 C 的试验组 ($P < 0.05$); 饲料中添加 100 mg/kg 维生素 C 的试验组蛋白高度显著高于对照组 ($P < 0.05$); 饲料中添加 200 mg/kg 维生素 C 的试验组哈氏单位极显著高于对照组 ($P < 0.01$); 饲料中添加维生素 C 的试验组谷草转氨酶 (AST) 显著低于对照组 ($P < 0.05$); 饲料中添加 200 mg/kg 维生素 C 的试验组总蛋白 (TP) 显著高于对照组 ($P < 0.05$); 饲料中添加 100、200 mg/kg 维生素 C 的试验组球蛋白 (GLOB) 显著高于对照组 ($P < 0.05$)。由此可见, 饲料中添加 200 mg/kg 维生素 C 可提高高温条件下蛋鸡产蛋性能和蛋品质, 并对部分血液指标也有显著的影响。

关键词: 维生素 C; 高温; 蛋鸡; 产蛋性能; 蛋品质; 血液指标

中图分类号: S831.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)11-0117-03

高产蛋鸡产蛋期最适温度为 16~25 °C^[1]。当环境温度超过 28 °C 时, 蛋鸡就会产生脂质过氧化反应, 引发机体在生理上产生一系列不良反应, 出现高温应激现象^[2]。高温应激会降低蛋鸡采食量, 蛋鸡产蛋率、蛋质量、哈氏单位等也会受到影响, 对蛋鸡生产极为不利^[3]。夏季高温天气已成为制约养禽业发展的主要因素之一^[4]。缓解与克服高温天气对养禽业的不良影响已成为研究热点。有研究表明, 饲料中添加抗氧化剂可有效缓解蛋鸡在高温季节的氧化应激反应^[5]。维生素 C 是一种分子结构简单、理化性质不稳定的水溶性维生素, 又被称为抗坏血酸^[6]。维生素 C 能够影响家禽的免疫机能, 提高抗应激能力^[7], 保护细胞膜的完整性, 缓解高温应激对动物蛋白质合成的抑制^[8]。Naseem 等研究表明高温应激下, 在饲料中添加维生素 C 可提高饲料利用率^[9]。本试验通过高温环境下在蛋鸡饲料中添加不同水平的维生素 C, 研究其对蛋鸡产蛋性能、蛋品质和血液生化指标的影响, 以期提

供更多用于夏季高温条件下提高蛋鸡产蛋性能、蛋品质等的解决方案。

1 材料与方法

1.1 试验材料

维生素 C 购自扬州大学饲料厂, 浓度为 500 IU/mg, 试验地点为江苏昆山星期九休闲农庄蛋鸡场, 试验蛋鸡选用北京市华都峪口禽业有限责任公司培育的京粉 I 号商品蛋鸡。

试验饲料参照美国 NRC (1994) 蛋鸡营养需要配制而成。试验鸡基础饲料组成及营养水平见表 1。

1.2 试验设计与饲养管理

选用健康的 41 周龄京粉 I 号蛋鸡 600 羽, 随机分为 4 个处理组, 每组 5 个重复, 每个重复 30 羽鸡, 采用 3 层阶梯式笼养。处理 I、II、III 组为试验组, 在基础饲料的基础上, 分别添加 100、200、300 mg/kg 的维生素 C, 处理 IV 组为对照组, 用基础饲料饲喂。试验设 1 周预试期, 试验期为 6 周。试验期内鸡自由采食和饮水, 产蛋期恒定光照 16 h/d, 每天上下午分别给料 1 次, 采用湿帘通风降温。

1.3 指标测定

1.3.1 温度测定 试验期间, 分别在每天上午 (8:00)、中午 (12:00) 和下午 (18:00) 测定鸡舍内 5 个点 (舍内东、西、南、北、中心) 的温度 3 次, 记录每日平均温度。

1.3.2 产蛋性能指标测定 每天下午 16:00 准时收蛋, 以重复为单位准确记录产蛋数和蛋质量。每周末定时结料、称质

收稿日期: 2016-12-14

基金项目: 国家科技支撑计划 (编号: 2014BAD13B02); 江苏省农业三新工程项目 (编号: SXGC[2015]327); 江苏省高校优势学科建设项目 (编号: PAPD); 苏州市农业科技支撑计划项目 (编号: SNG201407)。

作者简介: 安婷婷 (1992—), 女, 河南漯河人, 硕士, 主要从事家禽生产及抗病育种研究。E-mail: 18852728062@163.com。

通信作者: 戴国俊。E-mail: daigj@yzu.edu.cn。

表 1 基础饲料组成与养分含量

项目	含量 (%)	营养水平	含量
玉米	60.00	代谢能 (MJ/kg)	11.30
豆粕	17.20	粗蛋白 (%)	16.20
膨化大豆	3.00	钙 (%)	3.99
酒精糟	3.50	磷 (%)	0.62
玉米蛋白粉	2.50	有效磷 (%)	0.38
粗石粉	2.40	赖氨酸 (%)	0.83
石粉	7.00	蛋氨酸 (%)	0.41
豆油	0.50	胱氨酸 (%)	0.26
沸石	1.50	苏氨酸 (%)	0.64
碳酸氢钙	1.00	色氨酸 (%)	0.18
食盐	0.22	亚油酸 (%)	1.20
小苏打	0.16		
预混料	1.02		
合计	100.00		

注:1 kg 预混料中含有:维生素 A 10 000 IU;维生素 B₁ 1.5 mg;维生素 B₂ (核黄素) 10 mg;维生素 B₃ (泛酸) 45 mg;维生素 B₆ 8.2 mg;维生素 B₁₂ 40.0 mg;维生素 D₃ 6 000 IU;维生素 E 50 IU;维生素 K₃ 3.0 mg;生物素 2.0 mg;叶酸 1.0 mg;烟酸 (尼克酸) 32.5 mg;Cu 8.0 mg;Fe 80.0 mg;Mn 80.0 mg;Zn 90.0 mg;I 1.5 mg;Se 0.3 mg。量,统计各重复的实际耗料量。根据饲养试验记录,整理统计各组平均蛋质量 (平均每日总蛋质量/平均每日总蛋数)、产蛋率 (平均每日总蛋数/鸡羽数)、料蛋比 [平均采食量/(平均蛋质量×产蛋率)] 和平均每日总蛋质量。

1.3.3 蛋品质指标测定 在试验结束时,收集当日所产鸡蛋用于鸡蛋品质的测定,每个重复随机抽取鸡蛋 7 枚,测定的蛋品质指标有蛋质量、蛋形指数、哈氏单位、蛋黄颜色、蛋黄质量、蛋白高度、蛋壳厚度、蛋壳强度。鸡蛋蛋质量、蛋黄质量、

蛋白高度、哈氏单位和蛋黄颜色采用 SONOVA 蛋品质自动分析仪 (Egg Analyzer TM, Orka) 测定;蛋形指数采用游标卡尺测定;蛋黄在分离蛋清后采用电子天平进行称质量;蛋壳在清洗、晾干后采用电子天平进行称质量;蛋壳强度采用蛋壳强度分析仪 (Egg Force Reader, Orka) 测定;蛋壳厚度采用蛋壳厚度测定仪 (Egg Shell Thickness Gauge, Orka) 测定。

1.3.4 血清生化指标测定 在试验结束时,以重复为单位,每个重复选择 3 羽蛋鸡,每组 15 羽,禁食 24 h 后,采用翅静脉采血,制备血清。血清指标使用日立 7600 全自动生化分析仪测定,测定指标包括:谷丙转氨酶 (ALT)、谷草转氨酶 (AST)、总蛋白 (TP)、白蛋白 (ALB)、球蛋白 (GLOB)、碱性磷酸酶 (AKP)、总胆固醇 (CHO)、甘油三酯 (TG)、高密度脂蛋白 (HDL)、低密度脂蛋白 (LDL)、血浆血糖 (GLU)。

1.4 数据统计与处理

试验数据采用 SPSS 18.0 软件进行单因子方差分析,不同处理间多重比较采用 LSD 法进行差异显著性检验, $P < 0.05$ 表示差异显著。数值用“平均数±标准差”的形式表示。

2 结果与分析

2.1 温度分析

试验期间舍内环境最高温度 33 ℃,最低温度 26 ℃,平均温度为 29.5 ℃,均超出了蛋鸡产蛋期的最适温度。

2.2 产蛋性能分析

由表 2 可知,处理Ⅱ组产蛋率极显著高于对照组 ($P < 0.01$);处理Ⅱ组、Ⅲ组料蛋比极显著低于对照组 ($P < 0.01$);处理Ⅱ组、Ⅲ组平均每日总蛋质量显著高于对照组 ($P < 0.05$);饲料中添加不同水平的维生素 C 对平均蛋质量影响差异不显著 ($P > 0.05$)。

表 2 各组产蛋性能指标比较

组别	产蛋率	平均蛋质量 (g)	料蛋比	平均每日总蛋质量 (g)
处理Ⅰ组	0.87 ± 0.35BC	59.35 ± 0.99	2.15 ± 0.16Aa	4 637.07 ± 183.02ab
处理Ⅱ组	0.90 ± 0.38A	58.24 ± 1.15	1.94 ± 0.21Bc	4 712.32 ± 200.92a
处理Ⅲ组	0.89 ± 0.37AB	58.98 ± 0.83	2.01 ± 0.13Bb	4 710.98 ± 206.07a
处理Ⅳ组 (对照组)	0.86 ± 0.26C	58.94 ± 0.87	2.16 ± 0.11Aa	4 608.17 ± 169.43b

注:同列标有不同小写字母的组间比较差异显著 ($P < 0.05$),不同大写字母的组间比较差异极显著 ($P < 0.01$)。下表同。

2.3 蛋品质分析

由表 3 可知,处理Ⅰ组蛋白高度显著高于对照组 ($P < 0.05$);处理Ⅱ组哈氏单位极显著高于对照组 ($P <$

0.01);饲料中添加不同水平的维生素 C 对蛋质量、蛋壳强度、蛋壳厚度、壳质量、蛋黄质量、蛋黄颜色、蛋形指数无显著影响 ($P > 0.05$)。

表 3 各组蛋品质指标比较

组别	蛋质量 (g)	蛋壳强度 (kg)	蛋壳厚度 (mm)	壳质量 (g)	蛋黄质量 (g)
处理Ⅰ组	60.18 ± 4.37	2.87 ± 0.29	0.33 ± 0.01	7.01 ± 0.45	17.73 ± 1.03
处理Ⅱ组	56.07 ± 4.41	3.31 ± 0.88	0.34 ± 0.02	6.93 ± 0.74	16.47 ± 2.06
处理Ⅲ组	58.88 ± 5.10	3.52 ± 1.03	0.33 ± 0.03	7.20 ± 0.28	16.90 ± 1.90
处理Ⅳ组 (对照组)	57.25 ± 4.90	3.12 ± 1.05	0.34 ± 0.02	7.10 ± 0.37	16.60 ± 1.04

组别	蛋黄颜色	蛋白高度 (mm)	哈氏单位	蛋形指数
处理Ⅰ组	12.95 ± 0.42	6.82 ± 1.15a	68.90 ± 14.12AB	1.32 ± 0.02
处理Ⅱ组	13.05 ± 0.62	6.07 ± 1.94ab	76.18 ± 12.58A	1.32 ± 0.03
处理Ⅲ组	12.97 ± 0.71	6.03 ± 1.16ab	69.08 ± 7.71AB	1.30 ± 0.05
处理Ⅳ组 (对照组)	12.85 ± 0.55	5.88 ± 0.70b	56.38 ± 7.72B	1.32 ± 0.03

2.4 血清生化指标分析

由表 4 可知,处理 I 组蛋鸡血液中 AST 较对照组显著升高($P < 0.05$);处理 II 组蛋鸡血液中 TP 显著高于对照组

($P < 0.05$);处理 I 组、处理 II 组蛋鸡血液中 GLOB 显著高于对照组($P < 0.05$);饲料中添加不同水平的维生素 C 对 ALT、ALB、AKP、CHO、TG、HDL、LDL 无显著影响($P > 0.05$)。

表 4 各种血清生化指标分析

组别	ALT (U/L)	AST (U/L)	TP (g/L)	ALB (g/L)	GLOB (g/L)	AKP (U/L)
处理 I 组	1.67 ± 0.52	136.50 ± 17.57b	68.83 ± 5.95ab	18.62 ± 1.18	50.33 ± 5.65a	252.67 ± 22.72
处理 II 组	2.33 ± 0.86	138.83 ± 9.15b	72.17 ± 7.63a	18.50 ± 1.95	51.30 ± 7.83a	278.10 ± 20.51
处理 III 组	1.50 ± 0.55	138.50 ± 15.63b	69.33 ± 6.68ab	18.35 ± 1.22	49.98 ± 6.60ab	273.17 ± 42.44
处理 IV 组(对照组)	1.67 ± 0.82	160.83 ± 17.43a	60.83 ± 8.11b	19.23 ± 0.98	44.72 ± 9.77b	225.83 ± 75.84

组别	CHO (mmol/L)	TG (mmol/L)	HDL (mmol/L)	LDL (mmol/L)	GLU (mmol/L)
处理 I 组	3.37 ± 0.47	35.11 ± 6.28	1.63 ± 0.28	0.80 ± 0.15	11.90 ± 1.03
处理 II 组	3.38 ± 0.61	34.89 ± 5.69	1.73 ± 0.45	0.86 ± 0.36	12.88 ± 1.08
处理 III 组	3.16 ± 0.61	31.83 ± 7.48	1.79 ± 0.56	0.81 ± 0.22	11.90 ± 1.43
处理 IV 组(对照组)	3.56 ± 0.70	36.08 ± 4.19	1.94 ± 0.54	1.13 ± 0.45	12.72 ± 1.08

3 讨论

Marsden 等认为蛋鸡的最适产蛋温度为 21.0 ℃^[10]。在试验期间环境最高温度 33.0 ℃,最低温度 26.0 ℃,平均温度为 29.5 ℃,超出了蛋鸡产蛋的最适温度。夏季持续高温天气往往超出蛋鸡最适生长温度和产蛋温度,高温会导致蛋鸡采食量下降、产蛋率降低等不利影响^[11],过高的环境温度对不同家禽品种的生产性能均有不利的影响^[12]。一般情况下,蛋鸡自身可合成维生素 C,但在高温应激状态下,机体合成维生素 C 减少,无法满足机体需要,需要额外添加^[13]。Dhaliwal 等研究表明饲料中添加维生素 C 可提高饲料利用率及产蛋率^[14],Jahanian 等认为维生素 C 可提高家禽生产性能^[15]。本研究表明,饲料中添加 200 mg/kg 维生素 C 的试验组产蛋率极显著高于对照组($P < 0.01$);饲料中添加 200、300 mg/kg 维生素 C 的试验组料蛋比极显著低于对照组($P < 0.01$);饲料中添加 200、300 mg/kg 维生素 C 的试验组平均每日总蛋质量显著高于对照组($P < 0.05$),说明饲料中添加 200 ~ 300 mg/kg 维生素 C 可显著提高蛋鸡产蛋性能。

哈氏单位是衡量蛋白品质和鸡蛋新鲜程度的重要指标,哈氏单位值越大说明鸡蛋越新鲜,蛋白越黏稠,蛋品质越好^[16-17]。本研究表明,饲料中添加 200 mg/kg 维生素 C 的试验组哈氏单位极显著高于对照组($P < 0.01$);饲料中添加 100 mg/kg 维生素 C 的试验组蛋白高度显著高于对照组($P < 0.05$)。这说明在高温条件下,饲料中添加 100 ~ 200 mg/kg 维生素 C 可提高蛋鸡哈氏单位和蛋白高度。

沈国春等认为 ALT、AST、AKP、HDL、TP、ALB 等血液生化指标与家禽产蛋性能有关^[18]。ALT、AST 反映动物机体对蛋白质代谢情况,同时也能反映动物肝脏、骨骼肌是否处于正常状态^[19]。AKP、CHO、TG、HDL、LDL 的含量则与脂肪含量相关^[5]。TP、ALB 反映动物机体蛋白质、氨基酸合成利用情况^[20]。本研究表明,饲料中添加维生素 C 的试验组蛋鸡血液 AST 显著低于对照组($P < 0.05$);饲料中添加 200 mg/kg 维生素 C 的试验组蛋鸡血液 TP 显著高于对照组($P < 0.05$);饲料中添加 100、200 mg/kg 维生素 C 的试验组蛋鸡血液 GLOB 显著高于对照组($P < 0.05$);这说明饲料中添加维生素 C 可缓解

高温应激对蛋鸡肝脏等器官的损伤,提高蛋白质与氨基酸的合成利用率。综合分析表明,饲料中添加 100 ~ 200 mg/kg 维生素 C 可提高蛋鸡机体内蛋白质合成代谢能力。

4 结论

饲料中添加维生素 C 可缓解夏季高温季节热应激对蛋鸡的影响,提高蛋鸡产蛋性能和蛋品质。饲料中添加 200 mg/kg 维生素 C 可有效缓解高温应激对蛋鸡的损伤,提高蛋鸡生产性能、蛋品质。

参考文献:

- [1] Cerci I H, Tath P, Azman M A, et al. The effect of restricted feed on feed intake, egg production and feed conversion in pullets [J]. Physical Review B, 2003, 74(15): 2952 - 2961.
- [2] 黄之宁, 黄春贵, 徐广伟. 高温对蛋鸡生产性能的影响及应对措施[J]. 中国动物保健, 2009, 11(9): 59 - 62.
- [3] Yoshida N, Fujita M, Nakahara M, et al. Effect of high environmental temperature on egg production, serum lipoproteins and follicle steroid hormones in laying hens [J]. Journal of Poultry Science, 2011, 48(3): 207 - 211.
- [4] Melesse A, Maak S, Schmidt R, et al. Effect of long-term heat stress on some performance traits and plasma enzyme activities in Naked-neck chickens and their F₁ crosses with commercial layer breeds [J]. Livestock Science, 2011, 141(2/3): 227 - 231.
- [5] 张菁菁, 沈根明, 华国浩, 等. 高温应激下添加维生素 E 对蛋鸡血液生化指标和产蛋性能的影响[J]. 浙江农业学报, 2016, 28(2): 228 - 233.
- [6] 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.
- [7] 邱荣斌, 吴发兴. 不同剂量维生素 C 对蛋鸡免疫机能的影响[J]. 动物医学进展, 2009, 30(11): 72 - 75.
- [8] 魏玉荣, 沈国顺, 刘丽娜, 等. 维生素 C 缓解动物热应激机理的探讨[J]. 中国畜牧兽医, 2006, 33(3): 18 - 20.
- [9] Naseem S, Younus M, Anwar B, et al. Effect of ascorbic acid and acetylsalicylic acid supplementation on performance of broiler chicks exposed to heat stress [J]. International Journal of Poultry Science, 2005, 4(11): 109 - 112.

史东杰,梁拥军,饶青,等. 锦鲤胚胎发育过程中几种代谢酶活性及丙二醛含量的变化[J]. 江苏农业科学,2017,45(11):120-122.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.11.033

锦鲤胚胎发育过程中几种代谢酶活性 及丙二醛含量的变化

史东杰¹, 梁拥军¹, 饶青², 朱莉飞¹, 张升利¹

(1. 北京市水产科学研究所暨国家淡水渔业工程技术研究中心/农业部都市农业(北方)重点实验室/渔业生物技术北京市重点实验室,北京 100068; 2. 天津农学院,天津 300384)

摘要:以锦鲤胚胎为研究对象,分别在受精初期、卵裂期、囊胚期、原肠期、胚体及器官形成期、出膜前期取样,测定鱼卵受精初期及胚胎发育不同时期超氧化物歧化酶、酸性磷酸酶、碱性磷酸酶活性及丙二醛含量。结果显示,锦鲤鱼卵受精初期超氧化物歧化酶、酸性磷酸酶、碱性磷酸酶活性及丙二醛含量均较低,随着胚胎发育,酶活性及丙二醛含量均呈现上升趋势。当发育至原肠期时,酶活性及丙二醛含量均显著升高($P < 0.05$);当胚胎发育至出膜前期时,酶活性及丙二醛含量继续上升,且显著高于以前各时期($P < 0.05$)。此时期,超氧化物歧化酶(SOD)、酸性磷酸酶(ACP)、碱性磷酸酶(AKP)活性及丙二醛(MDA)含量分别为受精初期的 1.78、3.62、23.41、1.92 倍。

关键词:超氧化物歧化酶;磷酸酶;丙二醛;胚胎发育;锦鲤

中图分类号: S917 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)11-0120-03

鱼类在壳内的发育阶段称为胚胎发育,该阶段是鱼类个体发育最为关键的时期。在鱼类早期发育生物学中,通常将鱼类的胚胎发育分为受精期、卵裂期、囊胚期、原肠期、胚体及器官形成期、出膜前期等多个时期。鱼类的细胞分化和组织、

器官发育等均在胚胎发育过程中开始发生,因此鱼类胚胎发育过程中生理代谢十分活跃^[1]。同时,整个胚胎发育过程中只有卵壳的保护,易受到外界环境的破坏,因此需要较强的抗菌和免疫能力。酶是机体活细胞产生的一种生物催化剂,生命活动中的各类代谢化学反应、免疫反应均为酶促反应,因而特定酶的催化能力代表了机体特定动能的发育情况。超氧化物歧化酶(SOD)是一种重要的抗氧化酶,是机体清除超氧阴离子自由基的首要物质,它可对抗和阻断因氧自由基对细胞造成的损害,并可及时修复和保护细胞。酸性磷酸酶(ACP)和碱性磷酸酶(AKP)是非特异性磷酸单酯水解酶,分别在酸性和碱性环境下起催化作用,在动物 DNA、RNA、蛋白质、脂类及机体免疫等代谢过程中起着重要的调控作用。丙二醛(MDA)含量通常被认为可反映机体脂质过氧化程度的指标,并具有毒性。因此,SOD、ACP、AKP 这 3 种酶活性及 MDA 含

收稿日期:2016-02-16

基金项目:现代农业产业技术体系北京市观赏鱼创新团队建设专项(编号:GSY20160201);北京淡水鱼种质资源保存(编号:KJXC20140112);北京市农林科学院观赏鱼与热水性名优鱼类创新团队(编号:BJRKYGSYTD2016)。

作者简介:史东杰(1985—),女,北京人,工程师,主要从事观赏鱼繁育及养殖技术研究。Tel:(010)61786845;E-mail:sdj19850104@163.com。

通信作者:梁拥军,研究员,主要从事观赏鱼繁育及养殖技术研究。Tel:(010)61786845;E-mail:liangyongjun@hotmail.com。

- [10] Marsden A, Morris T R. Quantitative review of the effects of environmental temperature on food intake, egg output and energy balance in laying pullets[J]. British Poultry Science, 1987, 28(4): 693-704.
- [11] Sahin K, Sahin N, Onderci M. Vitamin E supplementation can alleviate negative effects of heat stress on egg production, egg quality, digestibility of nutrients and egg yolk mineral concentrations of Japanese quails[J]. Research in Veterinary Science, 2002, 73(3): 307-312.
- [12] Sahin N, Tuzcu M, Orhan C, et al. The effects of vitamin C and E supplementation on heat shock protein 70 response of ovary and brain in heat-stressed quail[J]. British Poultry Science, 2009, 50(2): 259-265.
- [13] 盛清凯, 刘华阳, 赵红波, 等. 维生素 C 对应激鸡血液生化指标的影响[J]. 饲料研究, 2007(1): 40-42.
- [14] DHALIWAL A S, NAGRA S S. Effect of vitamin C and E on the laying performance of Japanese quails during heat stress[J]. Indian

Journal of Animal Nutrition, 2007, 24(2): 116-119.

- [15] Jahanian R, Mirfendereski E. Effect of high stocking density on performance, egg quality, and plasma and yolk antioxidant capacity in laying hens supplemented with organic Chromium and vitamin C[J]. Livestock Science, 2015, 177: 117-124.
- [16] 赵梦莹, 刘雪, 张领先, 等. 鸡蛋货架期的研究进展与展望[J]. 食品工业科技, 2013, 34(5): 376-379.
- [17] 安婷婷, 辛世杰, 戴国俊, 等. 日粮中添加迷迭香对高温季节不同存放时间鸡蛋品质及其抗氧化性的影响[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2017, 38(1): 35-39.
- [18] 沈国春, 史延平, 罗永成, 等. 论血液生化指标作为家禽育种参数的作用[J]. 辽东学院学报(自然科学版), 2005(12): 9-12.
- [19] 赵聘, 赵云焕. 复合抗热应激添加剂对蛋鸡血液生化指标的影响[J]. 河南农业科学, 2005(2): 70-73.
- [20] 鲁海军. 蛋氨酸羟基类似物和甜菜碱对肉鸡生产性能及在热应激下对血液指标的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2005.