

维生素 C 对热应激状态下肉仔鸡生产性能及维生素 C 合成能力的影响

文 杰, 林济华, 高宇清

(中国农业科学院畜牧研究所, 北京 100094)

摘 要: 选用 21 日龄 AA 肉仔鸡 240 只, 研究了热应激(室温 32~ 35 ℃, 相对湿度 80%~ 82%) 和非应激(室温 20~ 25 ℃, 相对湿度 65%~ 70%) 状态下日粮添加维生素 C 对肉仔鸡生产性能和体内维生素 C 合成能力的影响。试验结果表明, 肉仔鸡在应激状态下血浆维生素 C 含量降低, 日粮补充 200 mg/kg 维生素 C 可以明显提高血浆维生素 C 含量。热应激导致肉仔鸡肝脏维生素 C 合成关键酶——古洛糖酸内酯氧化酶活性明显降低, 使维生素 C 的合成能力减弱。日粮添加维生素 C 可提高应激状态下肉仔鸡肝脏古洛糖酸内酯氧化酶活性。随肉仔鸡日龄的增加, 肉仔鸡肝脏古洛糖酸内酯氧化酶活性有上升趋势, 表明维生素 C 合成能力随日龄的增加逐渐提高。

关键词: 维生素 C; 热应激; 肉仔鸡

中图分类号: S831.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 0366- 6964(2000)06- 0497- 06

随着畜牧业的规模化、集约化发展, 各种环境应激因素越来越多, 如高密度饲养造成禽舍温度增加, 加之全球性气候变暖, 使得禽舍在夏季更加闷热。在高温高湿应激状态下, 肉鸡表现为生产性能急剧下降, 自身免疫功能降低, 发病率和死亡率上升, 给畜禽饲养业带来很大经济损失^[1]。采取鸡舍降温措施是防止热应激引起肉仔鸡生产性能下降的直接手段, 但成本太高, 在生产中不易全面推广^[2]。深入研究肉鸡在应激状态下营养生理的变化, 加强肉鸡本身抗应激能力, 则是解决问题的根本措施之一。在所有营养成分中, 维生素的抗应激作用最突出, 尤其是维生素 C^[3], 但其抗应激机理却不十分清楚, 目前实际应用中尚处于一种盲目添加状态。

本研究的目的是通过比较应激和非应激状态下肉仔鸡的营养生理变化, 研究维生素 C 的抗应激作用和机理, 为制定应激状态下最适维生素 C 添加量提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验动物和日粮 试验动物为 AA 肉仔鸡, 0~ 21 日龄阶段按常规方法饲养, 21 日龄时, 随机选留 240 只, 分成 4 个处理, 非应激(处理 I、II) 和应激(处理 III、IV) 状态各两个处理, 每处理 60 只鸡, 公母各半。各处理饲喂相同的基础日粮(表 1), 处理 I、III 日粮中不添加维生素 C, 处理 II、IV 日粮添加 200 mg/kg 的维生素 C。应激处理室温 32~ 35 ℃, 相对湿度 80%~

收稿日期: 1999-05-06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39370518)。

作者简介: 文杰(1963—), 男, 北京人, 研究员, 爱尔兰 CORK 大学博士后。主要从事动物营养与饲料科学、家禽育种与生产等研究。

82%,非应激处理室温 20~ 25 ℃,相对湿度 65%~ 70%。试验鸡笼养,自由采食、饮水。试验从 22 日龄开始,至 42 日龄结束。试验设计详见表 2。

表 1 基础日粮

Table 1 Percentage composition of the basal diet

组成 Ingredient	%	营养水平 Nutrient level	
玉米 Corn	63.47	代谢能 ME, MJ/kg	13.38
豆粕 Soybean meal	24.00	粗蛋白 CP, %	21.1
鱼粉 Fish meal	6.50	赖氨酸 Lysine, %	1.20
豆油 Soybean oil	3.30	蛋氨酸+ 胱氨酸 Met+ Cys, %	0.87
磷酸三钙 Tribasic calcium phosphate	1.00	精氨酸 Arginine, %	0.83
石粉 Limestone	0.55	钙 Calcium, %	0.91
食盐 Salt	0.20	有效磷 Available P, %	0.45
赖氨酸 Lysine	0.18		
蛋氨酸 Methionine	0.25		
预混料 Premix	0.55		

* 维生素预混料组成 Vitamin premix (per kg feed): VA, 10000IU; VD, 2400IU; VE, 10IU; VK₃, 0.5mg; VB₁, 1mg; VB₂, 6mg; VB₆, 4mg; VB₁₂, 0.035mg; Calcuim Pantothenate, 10mg; folacin, 0.55mg; 50% Choline, 500mg。微量元素预混料组成 Trace element premix (mg/kg): Fe(FeSO₄·H₂O), 20; Cu(CuSO₄·5H₂O), 7; Mn(MnSO₄·H₂O), 100; Zn(ZnSO₄·H₂O), 60; I(KI), 0.38; Se(Na₂SeO₃), 0.225。

药物添加剂 Medicine additives(mg/kg): 呋喃唑酮 Furazolidonum, 200; 土霉素 Oxytetracycline, 100; 球灭净 salinomycin(10%), 500

表 2 试验设计

Table 2 Experimental design

处理 Group	鸡数(只) No. of chicken	状态 Status	VC 添加量(mg/kg) Supplemental VC
I	60	非应激 Thermoneutral, 室温 RT 20~ 25 ℃,	0
II	60	相对湿度 Relative humidity 65%~ 70%	200
III	60	应激 Heat stressed, 室温 RT 32~ 35 ℃,	0
IV	60	相对湿度 Relative humidity 80%~ 82%	200

1.2 采样与分析 于 21、28、35 和 42 日龄各采样一次,每次每处理 5 只鸡,分别测定血浆、肝脏中维生素 C 含量^[4]、血清皮质酮含量^[5]和肝脏古洛糖酸内酯氧化酶(EC: 1.1.3.8)活性^[6]。

1.3 统计分析 数据处理使用 SAS 统计分析软件包^[7],采用 Duncan's(1955)^[8]法进行多重比较。

2 试验结果

2.1 应激和非应激状态下日粮添加维生素 C 对肉仔鸡生产性能的影响 维生素 C 对肉仔鸡生产性能的报道,存在一定矛盾。一些研究认为,在热应激条件下,饲料中添加维生素 C 可明显改善肉仔鸡生产性能,并降低应激造成的死亡率,即使在正常温度下,添加维生素 C 也可使

肉用仔鸡育肥期有较高的生产性能^[9-10]。但也有一些研究认为,无论在应激和非应激条件下,维生素 C 对肉仔鸡生产性能均无显著影响^[11-12]。从本试验的结果(表 3)看,42 日龄时,应激组体重略低于非应激组,日粮添加 200 mg/kg 维生素 C 的处理 II 和 IV 体重略高于相应未添加的处理 I、III,体重最高的是非应激组添加维生素 C 的处理 II,体重最低的是应激组未添加维生素 C 的处理 III。日粮添加维生素 C 有提高肉仔鸡生产性能的趋势,但各处理体重和饲料报酬均无显著差异。

表 3 应激和非应激状态下日粮维生素 C 对肉仔鸡生产性能的影响

Table 3 Effect of dietary vitamin C on performance of broilers under heat stress and thermoneutral status

处理 Group	21 日龄体重(g) BW of day 21	42 日龄体重(g) BW of day 42	饲料报酬 Feed: gain
I	538.3 ± 5.8	1586.7 ± 65.1	2.3 ± 0.4
II	530.1 ± 14.9	1619.8 ± 25.0	2.3 ± 0.2
III	519.4 ± 18.1	1566.1 ± 52.9	2.2 ± 0.1
IV	526.5 ± 13.9	1580.0 ± 40.6	2.3 ± 0.2

注:各处理之间差异均不显著($P > 0.05$)。

No significant differences between treatment means in a column.

2.2 日粮添加维生素 C 对应激和非应激状态下肉仔鸡组织维生素 C 含量的影响 应激对鸡血液和组织中维生素 C 含量有一定影响。应激使动物合成维生素 C 的能力下降,导致血液维生素 C 含量降低^[13]。从表 4 可以看出,血浆维生素 C 含量对日粮维生素 C 水平变化以及应激条件反应较敏感。在应激条件下,未添加维生素 C 的处理 III 血浆维生素 C 含量最低,添加维生素 C 后血浆维生素 C 含量明显上升,可以达到或超过非应激状态,此结果与 Attia (1976)^[13]的报道一致。应激对肝脏维生素 C 的含量也有一定影响,日粮添加维生素 C 时,肝脏维生素 C 含量有升高趋势,见表 5,此结果与 Pardue(1986)^[14]的报道一致。以上结果说明,热应激条件下鸡日粮添加维生素 C 是有益的。

表 4 日粮维生素 C 对应激和非应激状态下肉仔鸡血浆 VC 含量的影响

Table 4 Effect of dietary vitamin C on plasm vitamin C content of broilers under heat stress and thermoneutral status

处理 Group	21 日龄 day 21	28 日龄 day 28	35 日龄 day 35	42 日龄 day 42
I	0.52 ± 0.14 ^A	1.05 ± 0.06 ^A	0.97 ± 0.02 ^A	0.87 ± 0.07 ^{AC}
II	0.58 ± 0.11 ^A	1.02 ± 0.16 ^A	1.26 ± 0.30 ^B	1.58 ± 0.27 ^B
III	0.66 ± 0.09 ^A	0.97 ± 0.09 ^A	0.86 ± 0.20 ^A	0.76 ± 0.04 ^A
IV	0.69 ± 0.07 ^A	1.00 ± 0.15 ^A	1.29 ± 0.16 ^B	0.97 ± 0.02 ^C

注:同一纵列肩号不同者差异显著($P < 0.05$)。

Means within a column with different superscripts differ significantly.

表 5 日粮维生素 C 对应激和非应激状态下肉仔鸡肝脏 VC 含量的影响

处理 Group	mg/100 ml			
	21 日龄 day 21	28 日龄 day 28	35 日龄 day 35	42 日龄 day 42
I	32.50 ± 1.22 ^A	34.65 ± 1.56 ^A	40.81 ± 2.68 ^A	39.34 ± 5.44 ^A
II	34.30 ± 1.31 ^A	43.30 ± 3.83 ^B	48.77 ± 4.12 ^B	49.95 ± 3.48 ^B
III	32.20 ± 1.10 ^A	32.09 ± 1.17 ^A	37.72 ± 2.24 ^A	35.67 ± 3.01 ^A
IV	33.17 ± 1.05 ^A	36.41 ± 2.97 ^A	41.34 ± 0.77 ^C	40.48 ± 2.03 ^A

注: 同一纵列肩号不同者差异显著 ($P < 0.05$)。

Means within a column with different superscripts differ significantly.

2.3 日粮添加维生素 C 对应激和非应激状态下肉仔鸡血清皮质酮含量的影响 维生素 C 在类固醇激素的合成过程中发挥重要作用。应激状态下, 皮质酮的分泌增加, 对动物生产产生不利影响, 维生素 C 可以抑制肾上腺皮质酮的合成, 降低血浆中皮质酮的浓度, 从而减轻应激带来的不利影响^[15]。本研究表明, 热应激条件下添加维生素 C 可以降低肉仔鸡血浆皮质酮的含量(表 6), 此结果与 Pardue(1983)^[16]报道一致。值得注意的是, 42 日龄时, 应激组皮质酮含量明显降低, 可能与肉仔鸡暴露于热应激时间过长, 肾上腺皮质功能衰竭有关。

表 6 日粮添加维生素 C 对应激和非应激状态下肉仔鸡血清皮质酮含量的影响

处理 Group	ng/ml			
	21 日龄 day 21	28 日龄 day 28	35 日龄 day 35	42 日龄 day 42
I	36.7 ± 1.7 ^A	23.8 ± 1.9 ^A	21.6 ± 2.2 ^A	17.0 ± 3.0 ^A
II	35.6 ± 1.5 ^A	18.5 ± 4.4 ^A	17.0 ± 2.2 ^A	14.7 ± 0.9 ^A
III	34.3 ± 1.9 ^A	24.3 ± 3.9 ^A	28.8 ± 3.0 ^B	11.1 ± 1.8 ^B
IV	35.1 ± 2.0 ^A	19.5 ± 2.4 ^A	22.1 ± 2.1 ^A	7.2 ± 1.4 ^C

注: 同一纵列肩号不同者差异显著 ($P < 0.05$)。

Means within a column with different superscripts differ significantly.

2.4 日粮添加维生素 C 对应激和非应激状态下肉仔鸡肝脏古洛糖酸内酯氧化酶活性的影响

古洛糖酸内酯氧化酶是动物体内维生素 C 合成的关键酶, 存在于哺乳动物肝脏线粒体中, 催化 L-古洛糖酸- γ -内酯转化为 2-酮-L-古洛糖酸- γ -内酯, 后者进一步自动转化为维生素 C^[17,18]。Kiuchi(1980)报道, 缺乏核黄素的大鼠肝脏古洛糖酸内酯氧化酶活性明显降低, 维生素 C 含量只有正常大鼠的 1/2。到目前为止, 应激对肉仔鸡古洛糖酸内酯氧化酶活性的影响尚未见报道。本研究表明, 应激状态下肝脏古洛糖酸内酯氧化酶活性明显降低(表 7), 说明维生素 C 的合成能力减弱。在 35 日龄时, 日粮添加维生素 C 可显著提高应激状态下肝脏古洛糖酸内酯氧化酶活性; 但当 28 和 42 日龄时, 无论在应激或非应激状态下, 日粮添加维生素 C 对该酶的活性均无显著影响。肝脏古洛糖酸内酯氧化酶活性随日龄的增高有相应升高的趋势,

即维生素 C 的合成能力逐渐提高。

表 7 日粮维生素 C 水平对应激和非应激条件下肝脏古洛糖酸内酯氧化酶活性的影响

Table 7 Effect of dietary vitamin C on hepatic activity of L-gulonolactone oxidase in broilers under heat stress and thermoneutral status

处理 Group	nmols/ min			
	21 日龄 day 21	28 日龄 day 28	35 日龄 day 35	42 日龄 day 42
I	6.77 ± 1.58 ^A	7.27 ± 0.65 ^A	11.47 ± 2.06 ^A	14.50 ± 0.55 ^A
II	6.52 ± 0.62 ^A	7.07 ± 0.41 ^A	10.60 ± 0.80 ^{AB}	14.34 ± 0.69 ^A
III	6.01 ± 1.00 ^A	5.02 ± 0.66 ^B	4.54 ± 0.92 ^C	6.76 ± 1.36 ^B
IV	6.35 ± 0.30 ^A	5.02 ± 0.66 ^B	8.37 ± 1.97 ^B	8.13 ± 2.29 ^B

注: 同一纵列肩号不同者差异显著($P < 0.05$)。

Means within a column with different superscripts differ significantly.

3 结 论

3.1 肉仔鸡在应激状态下血浆和肝脏中维生素 C 含量降低, 日粮补充 200 mg/kg 维生素 C 可以明显提高上述组织中维生素 C 含量。

3.2 热应激条件下日粮添加 200 mg/kg 维生素 C 可以降低肉仔鸡血浆皮质酮的含量。

3.3 肉仔鸡在应激状态下肝脏古洛糖酸内酯氧化酶活性明显降低, 维生素 C 的合成能力减弱。日粮添加 200 mg/kg 维生素 C 可以提高热应激状态下鸡肝脏古洛糖酸内酯氧化酶的活性, 但对非应激状态下的鸡的酶活无显著影响。随着日龄的增加, 肉仔鸡肝脏古洛糖酸内酯氧化酶的活性有上升趋势, 表明维生素 C 合成能力随日龄的增加逐渐提高。

参考文献:

- [1] 吴连福译. 调整饲料养分缓解鸡热应激[J]. 国外畜牧科技, 1996, 23(3): 10~ 11.
- [2] Giesen AF. Performance of broilers under heat stress[J]. International Poultry Production, 1995, 3(5): 43~ 49.
- [3] McDowell LR. Vitamins in Animal Nutrition: an comparative to human nutrition[M]. Florida: Academic Press, 383~ 384.
- [4] 中国光学学会光谱专业委员会. 维生素制品中的维生素 C—微量荧光测定法[A]. 见: AOAC 分析方法手册(下册)[M]. 1986, 570~ 571.
- [5] 焦淑贤, 王瑞祥, 蔡正华, 等. 枫泾公猪初情期前后外周血清中睾酮、促黄体素及皮质醇的含量变化[J]. 畜牧兽医学报, 1990, 21(1): 20~ 25.
- [6] Nishikimi M, Tolbert B M, Udenfriend S. Purification and characterization of L-gulonolactone oxidase from rat and goat liver[J]. Archives of Biochemistry and Biophysics, 1976, 175: 427~ 435.
- [7] SAS Institute. SAS/STAT User's guide[M]. Version 6. Fourth Ed. Volumes 1 and 2 (Cary, NC, SAS Institute, Inc.) 1989.
- [8] Duncan D B. Multiple range and multiple F tests[J]. Biometrics, 1955, 11: 1~ 42.
- [9] 陈 龙. 热应激与鸡营养因子维生素 C[J]. 饲料与畜牧, 1991, 4: 13~ 15.
- [10] Kafri I and Cherry J A. Supplemental ascorbic acid and heat stress in broiler chicks[J]. Poultry Science, 1984, 63(suppl.): 125~ 126.

- [11] Pardue S L, Thaxton J P. and Brake J. Influence of supplemental ascorbic acid on broiler performance following exposure to high environment temperature[J]. Poultry Science, 1985, 64: 1334~ 1338.
- [12] Puron D. Effects of Sodium bicarbonate, Acetylsalicylic and ascorbic acid on broiler performance in a tropical environment[J]. Journal of Applied Poultry Research, 1994, 3(2) : 141~ 145.
- [13] Attia M El-S. Effect of different levels of vitamin C on body temperature of White Russian birds during heat stress[J]. Egyptian Veterinary Medical Journal, 1976, 24: 111.
- [14] Pardue S L and Thaxton J P. Ascorbic Acid in poultry: a Review[J]. World's Poultry Science Journal, 1986, 42(2) : 107~ 123.
- [15] Seemann M. Is vitamin C essential in poultry nutrition? [J]. Misset-World Poultry, 1991, 7(8) : 18~ 19.
- [16] Pardue S L. Relationship of ascorbic acid to physiological stress in the domestic fowl[D]. North Carolina State University, Raleigh, NC, 27695-7608, 1983.
- [17] Nakagawa H, Asano A. Ascorbate synthesizing system in rat liver microsomes I. Gulonolactone reducible pigment as a prosthetic group[J]. J Biochem, 1970, 68: 737~ 746.
- [18] Yew M S. Biosynthesis of ascorbic acid in chick embryos[J]. Experientia, 1985, 41: 943~ 944.
- [19] Kiuchi K, Nishikimi M, Yagi K. L-Gulonolactone oxidase activity and vitamin C status in riboflavin deficient rats[J]. Biochimica et Biophysica Acta, 1980, 630: 330~ 337.

**EFFECT OF DIETARY VITAMIN C SUPPLEMENTATION ON
PRODUCTION PERFORMANCE AND THE CAPACITY OF BIOSYNTHESIS
OF VITAMIN C IN BROILERS UNDER HEAT STRESS**

Wen Jie, Lin Jihua, Gao Yuqing

(*Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094*)

Abstract: Two hundred forty four week old Arbor Acre broilers were used to study the effect of dietary vitamin C supplementation on production performance and the capacity of biosynthesis of vitamin C in broilers under heat stress (room temperature 32~ 35 °C, humidity 80% ~ 82%) and thermoneutral status (room temperature 20~ 25 °C, humidity 65% ~ 70%). The result showed that marked decline of plasma vitamin C of broilers was caused under heat stress, and supplemental vitamin C (200mg/ kg) could bring plasma vitamin C back to normal. Heat stress also caused hepatic gulonolactone oxidase activity to decrease, which indicated the decrease of the capacity of biosynthesis of vitamin C in broilers. Supplemental vitamin C had a positive effect on the activity of hepatic gulonolactone oxidase under heat stress status. The results suggested that supplemental vitamin C might be beneficial to commercial broilers under heat stress.

Key words: Vitamin C; Heat stress; Broilers