

核黄素对笼养生长长期蛋鸭生产性能、激素分泌及免疫器官发育的影响

霍思远 王安* 冯婧

(东北农业大学动物营养研究所, 哈尔滨 150030)

摘要: 本试验旨在研究饲料中添加不同水平核黄素对5~11周龄笼养蛋鸭生产性能、激素分泌及免疫器官发育的影响,以探讨笼养生长长期蛋鸭适宜的核黄素添加水平。试验选用28日龄平均体重(0.27 ± 0.01) kg的金定蛋鸭216只,采用单因素随机分组设计,随机分为6组,每组6个重复,每个重复6只鸭。对照组饲喂基础饲料,试验组分别在基础饲料中添加4、6、10、20、50 mg/kg的核黄素。试验期7周。结果显示:1)与对照组相比,10 mg/kg添加组的蛋鸭平均日增重显著升高($P < 0.05$),料重比显著降低($P < 0.05$);2)10和20 mg/kg添加组血清生长激素(GH)含量显著高于对照组($P < 0.05$),各组间血清三碘甲腺原氨酸(T_3)和甲状腺素(T_4)含量差异不显著($P > 0.05$),但总体呈先升高后降低趋势,10 mg/kg添加组达到最高值;3)10和20 mg/kg添加组脾脏指数、法氏囊指数显著高于对照组($P < 0.05$);各组间胸腺指数差异不显著($P > 0.05$),10 mg/kg添加组胸腺指数最高。结果提示,饲料中添加10 mg/kg核黄素能显著提高笼养生长长期蛋鸭的生产性能,调节激素代谢及促进免疫器官的生长发育。

关键词: 核黄素;生长长期蛋鸭;生产性能;激素分泌;免疫器官

中图分类号:S816.7;S832

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2011)11-1906-06

核黄素(riboflavin),又称维生素 B_2 (vitamin B_2),因其结构中含有核糖且呈黄色,故取名核黄素。它在动物机体内含量微少,是维持动物良好营养状况和生产性能所必需的营养物质。核黄素在动物机体内转化为黄素酶的辅酶黄素腺嘌呤二核苷酸(FAD)和黄素单核苷酸(FMN),通过参与构成各种黄酶的辅基,在生物氧化过程中起传递氢的作用,与碳水化合物、蛋白质和脂肪的代谢密切相关,具有提高蛋白质在体内的沉积,提高饲料利用效率,促进家禽正常发育的作用。唐淑珍等^[1]报道,在高温应激条件下添加28.8 mg/kg核黄素组与对照组相比显著提高了7~49日龄肉仔鸡的平均日增重(ADG),Deyhim等^[2]在一控温试验中发现提高核黄素水平能提高肉鸡的ADG,改善饲料利用效率。在当前实际生

产中,由于缺乏足够的试验数据,导致畜禽饲料中核黄素的添加水平越来越高,造成饲料成本的增加。以往的试验多以肉鸡为试验对象,未见对笼养蛋鸭的相关报道,因此本文旨在研究核黄素对5~11周龄蛋鸭生产性能、内分泌及免疫器官发育的影响,以探讨笼养生长长期蛋鸭适宜的核黄素水平,为生长长期蛋鸭实用饲料的配制提供基础数据和参考,从而更好的满足生产需要,促进畜禽业的发展。

1 材料与方法

1.1 试验设计与饲养管理

试验选用4周龄体重(0.27 ± 0.01) kg的金定蛋鸭216只,随机分为6组,每组6个重复,每个重复6只试验鸭,各组间体重经方差分析差异不

收稿日期:2011-05-13

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30972111)

作者简介:霍思远(1985—),男,黑龙江哈尔滨人,硕士研究生,从事单胃动物营养的研究。E-mail: huosiyuan1985@163.com

*通讯作者:王安,研究员,硕士生导师, E-mail: wangan451@126.com

显著 ($P > 0.05$)。对照组 (I 组) 饲喂基础饲料, 试验组 (II ~ VI 组) 分别在基础饲料中添加 4、6、10、20、50 mg/kg 的核黄素。

试验鸭饲养在 3 层重叠式蛋鸭笼中, 每笼饲养 3 只鸭, 鸭舍通风良好, 试验期为 7 周, 全期自由采食与饮水。按正常免疫程序对试验鸭进行免疫, 建立稳定的饲养管理程序。

1.2 试验饲料

试验前先测定各种饲料原料的营养成分, 饲料组成参照台湾畜牧学会标准 (1993) 营养标准中鸭营养需要配制玉米-豆粕型基础饲料, 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) %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	65.44
豆粕 Soybean meal	18.00
麸皮 Wheat bran	13.00
磷酸氢钙 CaHPO_4	1.40
石粉 Limestone	1.30
食盐 NaCl	0.35
蛋氨酸 Met	0.155
维生素预混料 Vitamin premix ¹⁾	0.025
胆碱 Choline	0.13
矿物质预混料 Mineral premix ²⁾	0.20
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels ³⁾	
代谢能 DE/(MJ/kg)	15.02
粗蛋白质 CP	11.43
钙 Ca	0.90
磷 P	0.63
有效磷 AP	0.39
赖氨酸 Lys	0.65
蛋氨酸 + 半胱氨酸 Met + Cys	0.66
维生素 B ₂ Vitamin B ₂ /(mg/kg)	1.86

¹⁾ 维生素预混料为每千克饲料提供 Vitamin premix provided the following per kg of diet: VA 6 500 IU, VD₃ 600 IU, VE 15 IU, VK₃ 3.0 mg, VB₁ 6 mg, 烟酸 niacin 60 mg, VB₆ 9 mg, VB₁₂ 0.02 mg, 泛酸 pantothenic acid 18 mg, 生物素 biotin 0.1 mg。

²⁾ 矿物质预混料为每千克饲料提供 Mineral premix provided the following per kg of diet: Fe 96 mg, Cu 12 mg, Mn 47 mg, Zn 62 mg, Se 0.12 mg, I 0.48 mg。

³⁾ 营养水平为实测值。Nutrient levels were measured values.

1.3 样品采集与测定方法

1.3.1 生产性能指标

试验开始时称试验鸭初始重, 做好记录, 第 5 周龄末称 1 次鸭重, 以后每 2 周称 1 次鸭重, 第 11 周龄末称试验鸭末重。称重前 1 天 20:00 撒料, 空腹 12 h, 第 2 天 08:00 称重, 计算 ADG、平均日采食量 (ADFI) 和料重比 (F/G)。

1.3.2 血样采集及指标测定

采血于第 11 周龄末进行, 在每个重复的 6 只试验鸭中取出 1 只体重接近全群平均体重的试验鸭进行翅静脉采血, 采血前断水断料, 一次性采血 3 mL, 37 °C 水浴 30 min, 离心 15 min (3 000 r/min), 分离血清, 保存在 -20 °C 冰柜中待测。

生长激素 (GH)、三碘甲腺原氨酸 (T₃), 甲状腺素 (T₄) 均采用放射性免疫分析方法测定。

1.3.3 免疫器官发育的测定

在试验期第 7 周龄末, 采集试验鸭法氏囊、胸腺、脾脏并去除包围物, 电子分析天平称重。

免疫器官指数 (mg/g) =

免疫器官湿重 (mg) / 体重 (g)。

1.4 数据处理

本试验所得数据的分析和处理结果以平均值 ± 标准误表示, 采用 SAS 8.0 软件对数据进行单因素方差分析, 差异显著则进行 Duncan 氏多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 不同核黄素水平对生长期蛋鸭生产性能的影响

由表 2 可见, IV 组 ADG 显著高于 I、II 组 ($P < 0.05$), I 组 ADG 最小, ADG 整体呈现先增加后降低的趋势。各组 ADFI 差异不显著 ($P > 0.05$), IV 组 ADFI 最低。I 组 F/G 显著高于其他各组 ($P < 0.05$), IV 组 F/G 最低 ($P > 0.05$), 由此可见, 饲料中添加核黄素能不同程度的降低 F/G, 提高饲料利用效率。

2.2 不同核黄素水平对生长期蛋鸭血清激素含量的影响

由 3 表可见, IV、V 组 GH 含量显著高于 I、II 组 ($P < 0.05$), IV、V 组 GH 含量与 III、VI 组差异不显著 ($P > 0.05$)。血清 T₃、T₄ 含量整体上都呈先增加后降低的趋势, 其中 IV 组高于其他各组, 但各组间差异不显著 ($P > 0.05$)。

表 2 核黄素水平对生长期蛋鸭生产性能的影响

Table 2 Effects of dietary riboflavin levels on performance of growing laying ducks

组别 Groups	平均日增重 ADG/g	平均日采食量 ADFI/g	料重比 F/G
I	20.68 ± 0.38 ^a	145.98 ± 10.09	7.72 ± 0.12 ^c
II	21.58 ± 0.32 ^{ab}	141.21 ± 9.35	7.18 ± 0.07 ^b
III	22.44 ± 0.77 ^{bc}	140.68 ± 9.87	7.03 ± 0.18 ^b
IV	23.39 ± 0.23 ^c	135.67 ± 9.55	6.49 ± 0.26 ^a
V	22.30 ± 0.67 ^{bc}	136.66 ± 11.83	6.72 ± 0.08 ^{ab}
VI	22.07 ± 0.12 ^{abc}	142.65 ± 9.76	6.95 ± 0.12 ^{ab}

同列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 ($P > 0.05$)。下表同。

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

表 3 核黄素水平对生长期蛋鸭血清 GH 和 T₃、T₄ 含量的影响Table 3 Effects of dietary riboflavin levels on serum GH, T₃ and T₄ contents of growing laying ducks ng/mL

组别 Groups	生长激素 GH	三碘甲状腺原氨酸 T ₃	甲状腺素 T ₄
I	1.03 ± 0.02 ^a	1.13 ± 0.02	0.57 ± 0.04
II	1.08 ± 0.03 ^{ab}	1.15 ± 0.01	0.62 ± 0.02
III	1.15 ± 0.04 ^{bc}	1.18 ± 0.02	0.64 ± 0.01
IV	1.21 ± 0.03 ^c	1.24 ± 0.01	0.66 ± 0.04
V	1.19 ± 0.01 ^c	1.21 ± 0.02	0.65 ± 0.02
VI	1.12 ± 0.04 ^{abc}	1.16 ± 0.03	0.60 ± 0.03

2.3 不同核黄素水平对生长期蛋鸭免疫器官发育的影响

由表 4 可见, 试验各组胸腺、脾脏、法氏囊指数会随着核黄素水平的增加呈现不同程度的升高, 但添加量过高呈现降低趋势。IV 组胸腺指数最高, 但各组间差异不显著 ($P > 0.05$)。IV 组脾脏

指数最高, 显著高于 I、II、III 组 ($P < 0.05$)。I 组法氏囊指数最低, 显著低于 IV、V 组 ($P < 0.05$), IV 组法氏囊指数最高, IV、V 组法氏囊指数与 II、III、VI 组差异不显著 ($P > 0.05$)。由此可见, 在饲料中适量添加核黄素可以提高生长期蛋鸭的免疫器官指数。

表 4 核黄素水平对生长期蛋鸭免疫器官指数的影响

Table 4 Effects of dietary riboflavin levels on immune organ indices of growing laying ducks

组别 Groups	胸腺指数 Thymus index/(g/kg)	脾脏指数 Spleen index/(g/kg)	法氏囊指数 Bursa of Fabricius index/(g/kg)	鸭体重 Duck weight/kg
I	2.52 ± 0.61	0.52 ± 0.02 ^a	1.06 ± 0.05 ^a	1.26 ± 0.02
II	3.14 ± 0.27	0.61 ± 0.05 ^{ab}	1.37 ± 0.11 ^{ab}	1.27 ± 0.02
III	3.94 ± 0.16	0.63 ± 0.08 ^{ab}	1.46 ± 0.10 ^{ab}	1.37 ± 0.01
IV	4.35 ± 1.03	0.95 ± 0.12 ^c	1.73 ± 0.23 ^b	1.29 ± 0.01
V	4.27 ± 0.80	0.84 ± 0.13 ^{bc}	1.59 ± 0.15 ^b	1.35 ± 0.04
VI	3.63 ± 0.22	0.80 ± 0.09 ^{abc}	1.44 ± 0.10 ^{ab}	1.30 ± 0.05

3 讨论

3.1 不同核黄素水平对生长期蛋鸭生产性能的影响

蛋鸭养殖是一项投资少、见效快、效益高的致

富产业。在目前的规模化饲养中, 生产性能的高低是笼养蛋鸭饲养成败与否的关键参考指标。从本试验生产性能的数据可以发现, 在饲料中添加不同水平的核黄素, 对试验鸭的 ADG、ADFI 和 F/G 有着不同程度的影响。IV 组 ADG 最高, 且显

著高于 I、II 组; V、VI 组 ADG 稍低于 IV 组, 但均高于 I 组。这是因为核黄素的主要生理功能是构成黄素酶的辅酶, 已知黄素酶有 100 多种, 其中 FAD 和 FMN 是最重要的 2 种辅酶形式, 它们在生物氧化过程中起传递氢的作用, 与碳水化合物、蛋白质和脂肪的代谢密切相关^[3]。其中 FAD 对于脂肪氧化反应极为重要, 而 FMN 则为脂肪酸合成所必需, 所以核黄素对于脂肪酸的分解和合成都是必需的。因此, 如果蛋鸭体内核黄素添加剂量不足, 就会影响生长期蛋鸭的生长发育、组织代谢和一些酶的活性, 尤其是对脂肪氧化反应的影响, 而蛋鸭体内的脂肪含量将直接影响其生产性能。因此在饲料中添加适量的核黄素, 能够促进机体 FAD 和 FMN 的活性, 增强 FAD 和 FMN 的氧化作用, 促进机体蛋白质、脂肪、碳水化合物和核酸的代谢, 因而有利于机体的生长发育。这与唐淑珍^[1]、王丹莉等^[4]的研究结果一致。但核黄素在肠道吸收过程中受摄入的核黄素水平及身体贮存的调节, 过分补充核黄素或体内补充过多, 会引起核黄素的吸收利用率下降。张海建等^[5]报道, 添加核黄素对肉鸡的生产性能有显著的提高, 以添加 14.4 mg/kg 效果最显著。由于蛋鸭的盲肠较发达, 盲肠末端的微生物可以少量合成核黄素, 因此 5~11 周龄笼养蛋鸭的核黄素最佳添加量要比鸡低些^[6]。本试验在饲料中添加 10 mg/kg 的核黄素可以显著的提高生长期蛋鸭的生产性能, 这与李绍玉等^[7]报道的一致。

3.2 不同核黄素水平对生长期蛋鸭激素分泌的影响

试验结果表明, 在饲料中添加适量的核黄素, GH 分泌量随核黄素添加量的增加而呈增加的趋势, 这与杨焕民等^[8]的报道相似。这说明补充适量核黄素能促进 GH 的分泌, 从而促进动物体长发育, 与巩菊芳等^[9]报道的补充核黄素有利于小鼠促进小鼠 GH 分泌, 促进小鼠的生长发育趋势一致。随着核黄素添加水平的提高, GH 含量呈先升高后下降的趋势, IV 组 GH 含量最高, I 组最低, 均与 VI 组差异不显著, 这说明核黄素参与 GH 分泌的调节, 可通过内分泌激素的调控作用增强蛋鸭免疫细胞的活性, 从而增强免疫功能, 但过高水平对 GH 的分泌产生一定的抑制作用。

甲状腺激素是维持动物体正常发育所必需的激素。它能促进胃、肠对糖的吸收和肝糖原的分解; 促进蛋白质的合成, 有利于组织和器官的分

化^[10]。甲状腺激素有 T_3 和 T_4 2 种, 广泛参与调节机体代谢, 二者之间可以互相转变以维持 T_3 和 T_4 在血液中的动态平衡, 其中 T_3 是甲状腺分泌的主要活性物质, 生理效应较 T_4 大, 且作用快, 是禽类机体主要的代谢激素, 可与 GH 协同促进动物的生长发育。本试验结果表明, IV 组血清 T_3 、 T_4 含量为各组最高, 但各组间差异不显著。这主要是由于添加 10 mg/kg 核黄素能促进禽类生长发育, 故 T_3 分泌量有增加的趋势, 与王丽^[11]研究得出的血清 T_3 、 T_4 水平与禽类生长呈正相关的结果相一致。在本试验中, I 组的血清 T_4 含量低于其他各组, 分析原因可能是为了维持机体内 T_3 、 T_4 的动态平衡, 大量的 T_4 转化 T_3 , 造成了 T_4 含量的降低。

3.3 不同核黄素水平对生长期蛋鸭免疫器官发育的影响

免疫器官是免疫活性细胞发育和成熟的场所, 主宰全身细胞免疫和体液免疫。禽类主要免疫器官是胸腺、法氏囊和脾脏。胸腺是禽类的中枢免疫器官, 是 T 淋巴细胞发育的主要场所; 法氏囊为禽类特有的淋巴上皮器官, 是抗体生成系统的细胞成长和分化的部位; 脾脏是外周免疫器官, 是 T 淋巴细胞和 B 淋巴细胞定居和对抗原刺激进行免疫应答的场所。根据结构与功能原理, 核黄素缺乏会阻碍免疫器官发育, 免疫器官发育受到抑制, 免疫功能也会受到损伤^[12]。免疫器官重量的增加是生长发育快的表现, 而指数的提高意味着免疫系统成熟较快^[13]。根据 Rivas 等^[14]报道, 胸腺、法氏囊和脾脏的重量可用于评价雏鸡的免疫状态。

本试验结果表明, 在饲料中添加不同水平核黄素对生长期蛋鸭脾脏指数和法氏囊指数造成显著影响, 这与张建海等^[5]报道结果一致, 而且核黄素添加量为 10 mg/kg 组明显高于对照组; 核黄素添加水平对生长期蛋鸭胸腺指数无显著影响, 但总体呈先上升后降低的趋势, 且在 10 mg/kg 组达到最大值。这与王丹莉等^[4]报导一致。这是因为核黄素作为许多辅酶的辅助因子参与机体代谢, 通过影响机体对养分的吸收与利用, 从而间接参与免疫细胞增殖、分化和 DNA、RNA 及抗体的合成等。本试验结果表明, 饲料中核黄素添加量为 10 mg/kg 可最大限度的促进蛋鸭免疫器官的生长发育和迅速成熟, 从而使蛋鸭整体免疫机能加强,

抵抗各种病原微生物感染和抗各种应激的能力得到提高。

4 结 论

① 在本试验条件下, 饲料中添加核黄素能显著提高生长期蛋鸭的生产性能, 增加生长期蛋鸭机体激素浓度, 调节机体激素的正常代谢, 对免疫器官的生长发育有明显的促进作用。

② 在本试验条件下, 结合生产性能、血液指标变化分析可知, 蛋鸭在笼养条件下生长阶段核黄素的适宜添加水平为 10 mg/kg。

参考文献:

- [1] 唐淑珍. 高温季节核黄素对肉仔鸡生产性能、脂肪代谢及免疫功能的影响[D]. 硕士学位论文. 石河子: 石河子大学, 2007.
- [2] DEYHIM F, WIERNUSE C J, BELAY T, et al. A reevaluation of the male broilers riboflavin and pantothenic acid dietary requirement in thermo neutral and heat distress environment[J]. *Poultry Science*, 1991, 70(Suppl.):157.
- [3] 汪张贵, 王志跃, 龚道清, 等. 核黄素在畜禽营养中的功能及其应用[J]. *饲料博览*, 2004(9):14 - 15.
- [4] 王丹莉, 张敏红, 文杰, 等. 饲料核黄素水平对热应激条件下肉仔鸡生产性能的影响[J]. *动物营养学报*, 2003, 15(4):19 - 20.
- [5] 张建海, 刘玲, 王俊东, 等. 核黄素对肉仔鸡免疫功能和生产性能的影响[J]. *饲料研究*, 2003, 3:7 - 9.
- [6] 王艳辉, 王安, 谢富, 等. 维生素 B₂ 对笼养蛋鸭生长性能、内分泌及抗氧化能力的影响[J]. *动物营养学报*, 2009, 21(1):31 - 35.
- [7] 李绍玉, 张敏红, 张子仪, 等. 核黄素添加梯度对高温环境下肉鸡生产性能及脂质过氧化水平的影响的研究[C]//中国畜牧兽医学会. 第八届全国畜牧环境科学讨论会论文集, 北京: [出版者不详], 2002:60 - 64.
- [8] 杨焕民, 李士泽, 张丽萍, 等. 核黄素对受冷大鼠增重、成活和有关激素的影响[J]. *营养学报*, 1998, 20(3):281 - 284.
- [9] 巩菊芳, 邵邻相, 郑绍成, 等. 核黄素对游泳训练小鼠运动能力及抗氧化能力的影响[J]. *浙江师范大学学报*, 2006, 29(1):80 - 84.
- [10] 武江利. 维生素 E 对育成鸭生产性能及机体生化指标的影响[D]. 硕士学位论文. 哈尔滨: 东北农业大学, 2006.
- [11] 王丽. 维生素 D 对笼养育成蛋鸭生长及生化指标的影响[D]. 硕士学位论文. 哈尔滨: 东北农业大学, 2006.
- [12] 汪张贵, 王志跃, 龚道清, 等. 核黄素与畜禽免疫功能的关系[J]. *上海畜牧兽医通讯*, 2004(3):14 - 15.
- [13] 王世若. *现代动物免疫学*[M]. 长春: 吉林科学出版社, 1996.
- [14] RIVAS A, FABRICANT J. Indication of immunodepression in chicken infected with various strain of maret's disease virus[J]. *Avian Disease*, 1985(32): 1 - 8.

Effects of Riboflavin on Performance, Hormone Secretion and Immune Organ Development of Caged Growing Laying Ducks

HUO Siyuan WANG An* FENG Jing

(*Institute of Animal Nutrition, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China*)

Abstract: The experiment was conducted to study the effects of riboflavin on performance, hormone secretion and immune organ development of caged growing laying ducks aged from 5 to 11 weeks, and aimed to discuss a suitable supplemental level of riboflavin for the ducks. Using a single factor completely randomized design, a total of 216 4-week-old *Jinding* laying ducks were randomly allotted to 6 groups with 6 replicates per group and 6 ducks in each replicate. Ducks in control group were fed a basal diet, and the others in experimental groups were fed the basal diet supplemented with 4, 6, 10, 20 and 50 mg/kg riboflavin, respectively. The experiment lasted for 7 weeks. The results showed as follows: 1) compared with the control group, supplementation of 10 mg/kg riboflavin improved average daily gain, and reduced the ratio of feed to gain of laying ducks ($P < 0.05$). 2) The serum growth hormone level in 10 and 20 mg/kg riboflavin groups was significantly higher than that in the control group. There were no significant differences in serum T_3 and T_4 levels among all the groups ($P > 0.05$), but with a kickpoint at 10 mg/kg riboflavin, it showed a trend to first increase and then decrease. 3) The spleen index and bursa of Fabricius index in 10 and 20 mg/kg riboflavin groups were significantly higher than those in the control group ($P < 0.05$), and there were no significant differences in thymus index among all the groups ($P > 0.05$), and the thymus index in 10 mg/kg riboflavin group had the highest value. In conclusion, supplementation of 10 mg/kg riboflavin in diets can improve the performance, adjust hormone metabolism and promote immune organ development of caged growing laying ducks. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2011, 23(11):1906-1911]

Key words: riboflavin; growing laying ducks; performance; hormone secretion; immune organ