

饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅产蛋性能、蛋品质和血清生化指标的影响

王焕森¹ 王宝维^{1*} 葛文华¹ 孔敏¹ 邢月¹

刘晨龙¹ 凡文磊¹ 张名爱¹ 汪超²

(1.青岛农业大学优质水禽研究所,国家水禽产业技术体系营养与饲料研究室,青岛 266109;

2.重庆市畜牧科学院,重庆 402460)

摘要: 本试验旨在研究饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅产蛋性能、蛋品质和血清生化指标的影响。选择34周龄体况相近的种鹅180只,随机分为6组,每组6个重复,每个重复5只鹅(1公4母)。各组(I~VI组)饲料烟酸添加水平分别为0、10、20、30、40、50 mg/kg。预试期1周,正试期10周。结果表明:1)饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅平均日采食量、产蛋率、平均蛋重影响不显著($P>0.05$);但当饲料烟酸添加水平为40 mg/kg时平均日采食量、产蛋率、平均蛋重均达到最大值。V组的料蛋比显著高于I和II组($P<0.05$)。2)饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅蛋形指数、蛋白高度、蛋黄颜色、蛋黄比率和哈氏单位影响不显著($P>0.05$)。V组蛋壳强度显著高于I、II、III组($P<0.05$),V组蛋壳厚度显著高于I、II组($P<0.05$)。3)饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅血清总蛋白、白蛋白、葡萄糖、尿酸含量及谷草转氨酶活性影响不显著($P>0.05$)。IV、V、VI组血清甘油三酯含量显著低于I、II组($P<0.05$),III、IV、V、VI组血清总胆固醇含量显著低于I组($P<0.05$),I组血清低密度脂蛋白胆固醇含量显著或极显著高于其他各组($P<0.05$ 或 $P<0.01$),V、VI组血清高密度脂蛋白胆固醇含量显著或极显著高于I组($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。由此可见,饲料添加烟酸可以降低产蛋期种鹅料蛋比,提高蛋壳厚度和蛋壳强度,降低血清中甘油三酯、总胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇含量,提高血清高密度脂蛋白胆固醇含量。建议产蛋期种鹅饲料烟酸添加水平为40 mg/kg,此时饲料中烟酸总含量为69.16 mg/kg。

关键词: 种鹅;烟酸;产蛋性能;蛋品质;血清生化指标

中图分类号:S835

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2020)08-3681-07

烟酸,又称尼克酸或维生素PP,是重要的B族维生素,是具有生物活性的吡啶-3-甲酸及其衍生物的总称^[1]。烟酸能促进动物脂肪代谢、缓解应激、提高生产性能和预防疾病^[2]。烟酸在体内主要是以还原型烟酰胺腺嘌呤二核苷酸(NADH)和还原型烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸(NADPH)2种形式存在,是构成烟酰胺腺嘌呤二核苷酸(NAD)和烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸(NADP)2

种辅酶的直接前体,两者是机体能量代谢中许多氧化还原反应所必需的脱氢酶,在氧化还原过程中起传递氢的作用^[3]。烟酸在动物的能量利用,脂肪、蛋白质和碳水化合物的合成与分解以及维持正常组织的完整性等方面起着十分重要的作用^[4]。Ruiz等^[5]研究发现,玉米-豆粕型饲料中烟酸添加水平为32 mg/kg时,肉仔鸡能够获得最佳的生产性能。Waldroup等^[6]研究发现,随着饲料

收稿日期:2020-02-14

基金项目:国家水禽产业技术体系专项基金(CARS-43-11);山东省科学技术厅鲁渝科技协作项目(2019LYXZ017)

作者简介:王焕森(1993—),男,山东诸城人,硕士研究生,研究方向为家禽营养与保健。E-mail: 2410650850@qq.com

*通信作者:王宝维,教授,硕士生导师,E-mail: wangbw@qau.edu.cn

烟酸添加水平的增加,肉仔鸡平均日增重及饲料转化效率都呈上升趋势。Gaylor 等^[7]研究发现,饲料中添加烟酸能够显著降低蛋鸡血清中胆固醇含量。葛文霞^[8]研究发现,饲料中缺乏烟酸会显著降低肉仔鸡采食量、饲料转化率和平均日增重。文杰等^[9]研究发现,饲料中烟酸添加水平为 60 mg/kg 时,可显著降低肉仔鸡血清中胆固醇和甘油三酯(TG)含量。目前,我国对产蛋期种鹅饲料烟酸需要量的研究尚处于空白阶段。因此,本试验通过在饲料中添加不同水平的烟酸,研究其对种鹅产蛋性能、蛋品质和血清生化指标的影响,旨在筛选出烟酸在种鹅饲料中的适宜添加水平,为完善我国种鹅营养需要量数据库提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验选择 34 周龄体况相近的种鹅 180 只,随机分为 6 组,每组 6 个重复,每个重复 5 只鹅(1 公 4 母)。各组(I~VI 组)饲料烟酸添加水平分别为 0、10、20、30、40、50 mg/kg。预试期 1 周,正试期 10 周。试验鹅由青岛农业大学优质水禽研究所育种基地提供,试验用烟酸购自青岛某科技有限公司(有效成分含量 99%)。

1.2 基础饲料

基础饲料以玉米和豆粕为主要原料,参照 NRC(1994)家禽营养需要量中推荐的种鹅饲料营养水平设计。基础饲料组成及营养水平见表 1。采用高效液相色谱法^[10]测得基础饲料中烟酸含量为 29.16 mg/kg。

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 ²⁾ | 含量 Content |
|-----------------------------------|------------|------------------------------------|------------|
| 玉米 Corn | 59.45 | 粗蛋白质 CP | 16.27 |
| 豆粕 Soybean meal | 19.45 | 代谢能 ME/(MJ/kg) | 11.43 |
| 麸皮 Bran | 0.50 | 钙 Ca | 2.89 |
| 鱼粉 Fish meal | 3.00 | 有效磷 AP | 0.47 |
| 稻壳粉 Rice husk powder | 7.70 | 赖氨酸 Lys | 0.85 |
| 豆油 Soybean oil | 1.90 | 蛋氨酸 Met | 0.45 |
| 磷酸氢钙 CaHPO ₄ | 1.25 | 半胱氨酸 Cys | 0.25 |
| 石粉 Limestone | 5.58 | 蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys | 0.70 |
| 食盐 NaCl | 0.40 | 精氨酸 Arg | 0.95 |
| 多维 Multi-vitamin ¹⁾ | 0.11 | 烟酸 Niacin/(mg/kg) | 29.16 |
| 微量元素 Trace elements ¹⁾ | 0.50 | | |
| 蛋氨酸 Met | 0.16 | | |
| 合计 Total | 100.00 | | |

1) 多维和微量元素为每千克饲料提供 The multi-vitamin and trace elements provided the following per kg of the diet: VA 9 000 IU, VD₃ 2 000 IU, VE 40 mg, VK₃ 0.8 mg, VB₁ 2.0 mg, VB₂ 4.0 mg, 泛酸钙 pantothenate 11 mg, VB₆ 4.0 mg, 生物素 biotin 0.2 mg, 叶酸 folic acid 0.5 mg, VB₁₂ 12 μg, Se 0.5 mg, Fe 80 mg, Mn 30 mg, Cu 4 mg, Zn 65 mg, I 0.3 mg。

2) 烟酸为实测值,其余营养水平为计算值。Niacin was a measured value, while the other nutrient levels were calculated values.

1.3 饲养管理

试验种鹅采用地面饲养方式,自由采食,自由饮水。试验前鹅舍进行充分冲洗和严格消毒,试验期内每周消毒 2 次。每天 08:00 捡蛋,记录产蛋数、蛋重、耗料量、合格蛋数。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 产蛋性能和蛋品质

产蛋性能和蛋品质指标的测定与计算方法按照《家禽生产性能名词术语和度量统计方法》(NY/T 823—2004)进行。

1.4.2 血清生化指标

试验结束后,各组每重复随机选取2只鹅,翅静脉采血,3 000 r/min离心制得血清样品,分装,-40℃冷冻保存。测定血清总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、葡萄糖(GLU)、尿酸(UA)、甘油三酯、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)含量和谷草转氨酶(AST)活性。上述指标均用试剂盒测定,试剂盒均购自南京建成生物工程研究所。

1.5 数据处理与统计分析

采用SPSS 22.0软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA)和Duncan氏法多重比较,分析饲料不同烟酸添加水平的影响及各组间的差异。其中, $P<0.05$ 表示差异显著, $P<0.01$ 表示差异极显著, $P>0.05$ 表示差异不显著。数据以平均值和均值标准误(SEM)表示。

2 结果与分析

2.1 饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅产蛋性能的影响

由表2可知,饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅平均日采食量、产蛋率、平均蛋重影响不显著($P>0.05$);但当饲料烟酸添加水平为40 mg/kg时(V组),平均日采食量、产蛋率、平均蛋重均达到最大值。V组的料蛋比显著高于I和II组($P<0.05$),与III、IV、VI组差异不显著($P>0.05$)。

以上结果表明,饲料烟酸添加水平与产蛋期种鹅产蛋性能密切相关。当饲料烟酸添加水平为40 mg/kg时,平均日采食量、产蛋率、平均蛋重和料蛋比最佳,建议产蛋期种鹅饲料烟酸添加水平为40 mg/kg。

表2 饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅产蛋性能的影响

Table 2 Effects of dietary niacin supplemental level on laying performance of breeding geese during laying period

| 项目 Items | 组别 Groups | | | | | | 均值 标准误 SEM | P值 P-value | | |
|---------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------|--------------|-----------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | | 烟酸 Niacin | 线性 Linear | 二次 Quadratic |
| 平均日采食量 ADFI/g | 200.69 | 201.80 | 199.79 | 200.24 | 202.23 | 201.75 | 0.476 | 0.662 | 0.498 | 0.477 |
| 料蛋比 F/E | 2.06 ^b | 2.04 ^b | 2.01 ^{ab} | 1.99 ^{ab} | 1.95 ^a | 2.02 ^{ab} | 0.011 | 0.044 | 0.021 | 0.068 |
| 产蛋率 LR/% | 38.30 | 39.99 | 38.32 | 40.13 | 41.20 | 40.15 | 0.324 | 0.183 | 0.133 | 0.740 |
| 平均蛋重 AEW/g | 132.60 | 132.56 | 134.29 | 136.84 | 137.30 | 135.71 | 0.649 | 0.189 | 0.026 | 0.390 |

同行数据肩标相同小写字母或无字母表示差异不显著($P>0.05$),相邻小写字母表示差异显著($P<0.05$),相间小写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。

In the same row, values with the same small or no letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$), while with adjacent small letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$), and with alternate small letter superscripts mean significant difference ($P<0.01$). The same as below.

2.2 饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅蛋品质的影响

由表3可知,饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅蛋形指数、蛋白高度、蛋黄颜色、蛋黄比率和哈氏单位影响不显著($P>0.05$)。V组蛋壳强度显著高于I、II、III组($P<0.05$),V组蛋壳厚度显著高于I、II组($P<0.05$)。

以上结果表明,饲料烟酸添加水平与产蛋期种鹅蛋壳厚度和蛋壳强度密切相关。当饲料烟酸添加水平为40 mg/kg时,蛋壳厚度与蛋壳强度最佳,建议产蛋期种鹅饲料烟酸添加水平为40 mg/kg。

2.3 饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅血清生化指标的影响

由表4可知,饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅血清总蛋白、白蛋白、葡萄糖、尿酸含量及谷草转氨酶活性影响不显著($P>0.05$)。IV、V、VI组血清甘油三酯含量显著低于I、II组($P<0.05$),III、IV、V、VI组血清总胆固醇含量显著低于I组($P<0.05$),I组血清低密度脂蛋白胆固醇含量显著或极显著高于其他各组($P<0.05$ 或 $P<0.01$),V、VI组血清高密度脂蛋白胆固醇含量显著或极显著高于I组($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。

表3 饲粮烟酸添加水平对产蛋期种鹅蛋品质的影响

Table 3 Effects of dietary niacin supplemental level on egg quality of breeding geese during laying period

| 项目 Items | 组别 Groups | | | | | | 均值 标准误 SEM | P 值 P-value | | |
|-------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------|--------------|--------------|-----------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | | 烟酸 Niacin | 线性 Linear | 二次 Quadratic |
| 蛋形指数 ESI | 1.451 | 1.433 | 1.429 | 1.444 | 1.487 | 1.480 | 0.009 | 0.347 | 0.095 | 0.252 |
| 蛋壳强度 ES/kg | 5.071 ^b | 5.064 ^b | 5.068 ^b | 5.077 ^{ab} | 5.109 ^a | 5.101 ^{ab} | 0.006 | 0.064 | 0.008 | 0.334 |
| 蛋壳厚度 EH/mm | 0.487 ^b | 0.488 ^b | 0.506 ^{ab} | 0.513 ^{ab} | 0.521 ^a | 0.519 ^{ab} | 0.005 | 0.009 | 0.251 | 0.919 |
| 蛋白高度 EPH/mm | 15.450 | 15.200 | 14.800 | 15.550 | 15.400 | 15.800 | 0.141 | 0.470 | 0.301 | 0.199 |
| 蛋黄颜色 YC | 3.075 | 3.825 | 3.050 | 3.450 | 3.300 | 3.350 | 0.126 | 0.557 | 0.940 | 0.733 |
| 哈氏单位 HU | 120.475 | 119.150 | 117.750 | 120.103 | 119.000 | 120.750 | 0.434 | 0.370 | 0.712 | 0.101 |
| 蛋黄比率 YR/% | 31.766 | 38.068 | 32.947 | 34.365 | 34.476 | 34.763 | 0.896 | 0.487 | 0.765 | 0.657 |

表4 饲粮烟酸添加水平对产蛋期种鹅血清生化指标的影响

Table 4 Effects of dietary niacin supplemental level on serum biochemical indices of breeding geese during laying period

| 项目 Items | 组别 Groups | | | | | | 均值 标准误 SEM | P 值 P-value | | |
|-----------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------|--------------|-----------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | | 烟酸 Niacin | 线性 Linear | 二次 Quadratic |
| 总蛋白 TP/(g/L) | 67.59 | 66.91 | 69.00 | 68.44 | 67.40 | 65.71 | 0.761 | 0.888 | 0.621 | 0.354 |
| 白蛋白 ALB/(g/L) | 25.20 | 27.00 | 25.03 | 24.51 | 24.16 | 26.51 | 0.381 | 0.198 | 0.737 | 0.262 |
| 谷草转氨酶 AST/(U/L) | 42.74 | 51.25 | 55.71 | 36.65 | 37.89 | 39.65 | 2.822 | 0.285 | 0.197 | 0.454 |
| 葡萄糖 GLU/(mmol/L) | 14.59 | 14.06 | 13.22 | 13.93 | 12.69 | 13.43 | 0.430 | 0.871 | 0.343 | 0.654 |
| 尿酸 UA/(μ mol/L) | 457.13 | 441.51 | 383.22 | 337.32 | 452.14 | 324.40 | 22.180 | 0.322 | 0.143 | 0.789 |
| 甘油三酯 TG/(mmol/L) | 4.14 ^a | 4.08 ^a | 3.26 ^{ab} | 2.30 ^b | 2.01 ^b | 1.44 ^b | 0.297 | 0.014 | 0.000 | 0.938 |
| 总胆固醇 TC/(mmol/L) | 3.02 ^a | 2.25 ^{ab} | 1.33 ^b | 1.55 ^b | 1.59 ^b | 1.33 ^b | 0.192 | 0.048 | 0.007 | 0.095 |
| 低密度脂蛋白胆固醇 LDL-C/(mmol/L) | 1.33 ^a | 0.83 ^b | 0.44 ^{bc} | 0.50 ^{bc} | 0.33 ^{bc} | 0.24 ^c | 0.102 | 0.002 | 0.000 | 0.056 |
| 高密度脂蛋白胆固醇 HDL-C/(mmol/L) | 0.63 ^c | 0.79 ^{abc} | 0.70 ^{bc} | 1.05 ^{abc} | 1.34 ^a | 1.23 ^{ab} | 0.0847 | 0.052 | 0.003 | 0.912 |

3 讨论

3.1 饲粮烟酸添加水平对产蛋期种鹅产蛋性能的影响

目前,关于商品肉禽、蛋鸡和蛋鸭烟酸的需要量研究已较为深入,但关于产蛋期种鹅烟酸的需要量尚未见报道。Jiang 等^[11]研究发现,在肉鸡饲料中添加 60 mg/kg 烟酸能够显著提高其生产性能。王爽等^[12]研究发现,饲粮烟酸添加水平对产蛋初期福建龙岩山麻鸭平均日采食量、产蛋率、平均蛋重影响不显著,但当饲粮烟酸添加水平为 15 mg/kg 时,产蛋率和平均蛋重均达到最大值,料蛋比最低。文杰等^[13]研究发现,饲粮中添加烟酸

对蛋鸡产蛋性能无显著影响,但当饲粮烟酸添加水平为 20 mg/kg 时,产蛋率、蛋重、饲料转化率均高于其他组。Küçükersan 等^[14]研究发现,在蛋鸡饲料中添加 100 mg/kg 的烟酸能够显著改善蛋鸡产蛋量和饲料转化率。本试验结果显示,饲粮烟酸添加水平对产蛋期种鹅平均日采食量、产蛋率、平均蛋重影响不显著,但当烟酸添加水平为 40 mg/kg 时,平均日采食量、产蛋率、平均蛋重均达到最大值。饲粮中添加 20~50 mg/kg 烟酸可显著提高产蛋期种鹅料蛋比。本试验结果与上述研究结果基本一致,但是添加水平存在差异,是否与家禽类型和养殖方式有关还有待于进一步研究证实。

3.2 饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅蛋品质的影响

马广兴等^[16]研究发现,饲料中添加 35 mg/kg 的烟酸可提高蛋鸡蛋壳质量。王爽等^[13]研究发现,随饲料烟酸添加水平的提高,蛋鸡蛋壳厚度显著增加。本试验结果显示,饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅的蛋重、蛋形指数、蛋白高度、蛋黄颜色、蛋黄比率、哈氏单位影响不显著。饲料中添加 40 mg/kg 烟酸可显著提高蛋壳厚度和蛋壳强度。本试验结果与上述研究结果基本一致。

3.3 饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅血清生化指标的影响

人类医学研究发现,烟酸的一个突出药理作用机制是降低血液胆固醇和甘油三酯含量。马广兴等^[16]研究发现,饲料烟酸添加水平能够影响北京鸭血清中甘油三酯、胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇和高密度脂蛋白胆固醇含量。蒋瑞瑞^[17]研究发现,饲料烟酸添加水平对 56 日龄肉鸡血清总胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇含量有显著影响,并与品种存在显著的交互作用。朱泽远等^[18]研究发现,饲料中烟酸添加水平达 30 mg/kg 时,肉鸭血清甘油三酯、总胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇含量分别下降 5.48%、17.66%、15.00%。文杰等^[12]研究发现,蛋鸡饲料中烟酸添加水平由 0 提高到 20 mg/kg 时,血清甘油三酯和总胆固醇含量分别降低 18.2% 和 40.9%。李春燕^[19]研究发现,饲料烟酸添加水平对生长獭兔血清总蛋白含量影响不显著,对血清总胆固醇和高密度脂蛋白胆固醇含量影响极显著。Brousseau 等^[20]研究发现,烟酸可以提高血清中高密度脂蛋白胆固醇含量。本试验结果显示,饲料烟酸添加水平对产蛋期种鹅血清总蛋白、白蛋白、葡萄糖、尿酸含量及谷草转氨酶活性影响不显著。产蛋期种鹅血清甘油三酯、总胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇含量随饲料烟酸添加水平的增加而降低,血清高密度脂蛋白胆固醇含量随饲料烟酸添加水平的增加而增加;这表明饲料烟酸添加水平与产蛋期种鹅脂类代谢密切相关。研究发现,口服烟酸能引起血清游离脂肪酸含量降低,随后极低密度脂蛋白和甘油三酯的含量也随之降低。血清甘油三酯含量从服用烟酸 2 h 后开始降低,4 h 后降到最低,而血清低密度脂蛋白胆固醇含量在服用烟酸后 4~5 h 后才显著降低。肝脏分泌低密度脂蛋白胆固醇呈现底物驱动

原则,烟酸迅速降低血清中游离脂肪酸含量,随后甘油三酯和游离脂肪酸供应不足而减少在肝脏中极低密度脂蛋白胆固醇的合成量,进而导致低密度脂蛋白胆固醇含量也随之下降。这与在敲除烟酸受体的小鼠上观察到的试验结果相一致,停止对小鼠供应烟酸后,烟酸引起的血清游离脂肪酸和甘油三酯含量下降的现象也消失了。这有力地证明,烟酸受体介导的酯解作用是烟酸引起血清游离脂肪酸和甘油三酯含量下降的前提。烟酸升高血清高密度脂蛋白胆固醇含量的机制至今未有定论,其主要假设是以载脂蛋白 B (ApoB) 结合的脂蛋白携带的甘油三酯和高密度脂蛋白胆固醇携带的胆固醇酯之间的交换为基础,其交换过程由胆固醇脂转移蛋白 (CETP) 调控。烟酸处理之后,由于脂解作用,与低密度脂蛋白胆固醇和极低密度脂蛋白胆固醇结合的甘油三酯含量降低,导致其高密度脂蛋白胆固醇运送的胆固醇酯交换减少,于是血清中的高密度脂蛋白胆固醇含量升高。

4 结 论

① 饲料添加适宜水平烟酸可显著提高产蛋期种鹅料蛋比,烟酸添加水平为 40 mg/kg 时,平均日采食量、产蛋率、平均蛋重均达到最大值。

② 饲料添加适宜水平烟酸可显著提高蛋壳厚度和蛋壳强度。

③ 饲料添加适宜水平烟酸可显著降低血清甘油三酯、胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇含量,显著提高高密度脂蛋白胆固醇含量。

④ 建议产蛋期种鹅饲料烟酸添加水平为 40 mg/kg,此时饲料中烟酸总含量为 69.16 mg/kg。

参考文献:

- [1] 麻益良.烟酸在畜禽饲养中的作用[J].中国饲料,1996(24):22-23.
- [2] 吴妙宗,蔡辉益.烟酸的作用与需要量[J].中国饲料,2001(14):16-18.
- [3] CAMPBELL J M, MURPHY M R, CHRISTENSEN R A, et al. Kinetics of niacin supplements in lactating dairy cows [J]. Journal of Dairy Science, 1994, 77 (2):566-575.
- [4] 段晨磊,王宝维,葛文华,等.烟酸对五龙鹅抗氧化性能和免疫性能的影响[J].中国畜牧杂志,2016,52 (1):32-37.

- [5] RUIZ N, HARMS R H, LINDA S B. Niacin requirement of broiler chickens fed a corn-soybean meal diet from 1 to 21 days of age [J]. *Poultry Science*, 1990, 69 (3): 433-439.
- [6] WALDROUP P W, HELLWIG H M, SPENCER G K, et al. The effects of increased levels of niacin supplementation on growth rate and carcass composition of broiler chickens [J]. *Poultry Science*, 1998, 64 (9): 1777-1784.
- [7] GAYLOR J L, HARDY R F, BAUMANN C A. Effects of nicotinic acid and related compounds on sterol metabolism in the chick and rat [J]. *The Journal of Nutrition*, 1960, 70 (3): 293-301.
- [8] 葛文霞. 烟酸和不同水平叶酸对肉仔鸡生产性能和血清理化指标影响的研究 [D]. 硕士学位论文. 石河子: 石河子大学, 2006: 16-21.
- [9] 文杰, 王和民. 日粮烟酸水平对肉仔鸡生长及脂肪代谢的影响 [J]. *中国农业科学*, 1995, 28 (3): 67-72.
- [10] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2007.
- [11] JIANG R R, ZHAO G P, WEN J L, et al. Effect of dietary supplemental nicotinic acid on growth performance, carcass characteristics and meat quality in three genotypes of chicken [J]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2011, 95 (2): 137-145.
- [12] 王爽, 张罕星, 阮栋, 等. 饲粮烟酸添加水平对产蛋初期蛋鸭产蛋性能、蛋品质及血浆生化指标的影响 [J]. *动物营养学报*, 2014, 26 (7): 1807-1813.
- [13] 文杰, 王和民. 日粮烟酸水平对产蛋鸡生产性能及脂肪代谢的影响 [J]. *营养学报*, 1993, 15 (2): 200-206.
- [14] KÜÇÜKERSAN S. The effect of niacin added to the laying hen rations on egg production and egg quality with some blood metabolites [J]. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2000, 47 (2): 201-212.
- [15] EL-HUSSEINY O M, ABD-ELSAMEE M O, OMARA I I, et al. Effect of dietary zinc and niacin on laying hens performance and egg quality [J]. *International Journal of Poultry Science*, 2008, 7 (8): 757-764.
- [16] 马广兴, 侯水生, 刘福柱, 等. 日粮烟酸水平对北京鸭生产性能及血液生化指标的影响 [J]. *安徽农业科学*, 2006, 34 (10): 2141-2142.
- [17] 蒋瑞瑞. 烟酸对鸡脂肪代谢和肉品质的影响及作用机理 [D]. 博士学位论文. 北京: 中国农业科学院, 2010: 38-39.
- [18] 朱泽远, 申爱华, 包承玉. 日粮烟酸水平对肉鸭后期生产性能和脂肪代谢的影响 [J]. *畜牧与兽医*, 1999, 31 (3): 11-12.
- [20] 李春燕. 日粮烟酸水平对生长獭兔生产性能、血清抗氧化及脂肪代谢的影响 [D]. 硕士学位论文. 泰安: 山东农业大学, 2015: 30-31.
- [20] BROUSSEAU M E, DIFENDERFER M R, MILLAR J S, et al. Effects of cholesteryl ester transfer protein inhibition on high-density lipoprotein subspecies, apolipoprotein A- I metabolism, and fecal sterolexcretion [J]. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 2005, 25 (5): 1057-1064.

Effects of Dietary Niacin Supplemental Level on Laying Performance, Egg Quality and Serum Biochemical Indices of Breeding Geese during Laying Period

WANG Huansen¹ WANG Baowei^{1*} GE Wenhua¹ KONG Min¹ XING Yue¹ LIU Chenlong¹
FAN Wenlei¹ ZHANG Ming' ai¹ WANG Chao²

(1. Nutrition and Feed Laboratory of China Agriculture Research System, Institute of High Quality Waterfowl, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China; 2. Chongqing Academy of Animal Sciences, Chongqing 402460, China)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of dietary niacin supplemental level on laying performance, egg quality and serum biochemical indices of breeding geese during laying period. A total of 180 thirty-four-week-old breeding geese with the similar body condition were randomly divided into 6 groups with 6 replicates per group and 5 geese per replicate (1 male and 4 female). Geese in the 6 groups (groups I to VI) were fed experimental diets supplemented with 0, 10, 20, 30, 40 and 50 mg/kg niacin, respectively. The pre-experimental period lasted for 1 week, and the experimental period lasted for 10 weeks. The results showed as follows: 1) dietary niacin supplemental level had no significant effects on the average daily feed intake, laying rate and average egg weight of breeding geese during laying period ($P>0.05$). When dietary niacin supplemental level was 40 mg/kg, the average daily feed intake, laying rate and average egg weight got the maximal value. The feed to egg ratio of group V was significantly higher than that of groups I and II ($P<0.05$). 2) Dietary niacin supplemental level had no significant effects on egg shape index, albumen height, yolk color, yolk ratio and Haugh unit of breeding geese during laying period ($P>0.05$). The eggshell strength of group V was significantly higher than that of groups I, II and III ($P<0.05$), and the eggshell thickness of group V was significantly higher than that of groups I and II ($P<0.05$). 3) Dietary niacin supplemental level had no significant effects on contents of total protein, albumin, glucose and uric acid and activity of glutamic oxaloacetic transaminase in serum of breeding geese during laying period ($P>0.05$). The serum triglyceride content of groups IV, V and VI was significantly lower than that of groups I and II ($P<0.05$), the serum total cholesterol content of groups III, IV, V and VI was significantly lower than that of group I ($P<0.05$), the serum low density lipoprotein-cholesterol content of groups I was significantly higher than of other groups ($P<0.05$ or $P<0.01$) and the serum high density lipoprotein-cholesterol content of groups V and VI was significantly higher than that of group I ($P<0.05$ or $P<0.01$). In conclusion, dietary niacin can reduce the feed to egg ratio of breeding geese during laying period, improve the eggshell thickness and eggshell strength, decrease the contents of triglyceride, total cholesterol and low density lipoprotein-cholesterol in serum, improve the serum high density lipoprotein-cholesterol content. It is suggested that the dietary niacin supplemental level of breeding geese during laying period is 40 mg/kg, at present, the dietary total niacin content is 69.16 mg/kg. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2020, 32(8):3681-3687]

Key words: breeding geese; niacin; laying performance; egg quality; serum biochemical indices