

葡萄糖氧化酶对蛋鸡产蛋性能及血液生化指标的调控作用

赵国先^{1,2}, 张晓云³, 左晓磊⁴, 计成¹, 马秋刚¹

(1. 中国农业大学 动物营养国家重点实验室, 北京 100094; 2. 河北农业大学 动物科技学院, 河北 保定 071000; 3. 河北省迁西县畜牧局, 河北 唐山 063001; 4. 河北省石家庄市畜牧水产局, 河北 石家庄 050000)

摘要:采用单因子随机分组试验设计, 将 180 只 26 周龄海兰褐蛋鸡随机分为 5 组, 每组 4 个重复, 研究葡萄糖氧化酶对产蛋性能及血液生化指标的调控作用。结果表明, 日粮中添加 0.1%、0.2%、0.3%、0.4% 的葡萄糖氧化酶, 与对照组相比, 产蛋率分别提高了 11.01% ($P > 0.05$), 12.34% ($P > 0.05$), 16.06% ($P < 0.01$), 13.79% ($P < 0.05$); 破软蛋率分别降低了 32.77% ($P > 0.05$), 33.45% ($P > 0.05$), 49.66% ($P < 0.05$), 33.11% ($P > 0.05$); 0.3% 和 0.4% 葡萄糖氧化酶添加组显著提高了饲料转化率 ($P < 0.05$)。日粮中添加 0.4% 葡萄糖氧化酶可显著提高血清总蛋白含量, 0.2% ~ 0.4% 葡萄糖氧化酶可显著或极显著提高白蛋白的含量。0.1% ~ 0.4% 葡萄糖氧化酶有提高球蛋白、钙磷和碱性磷酸酶的含量, 降低总胆固醇和甘油三酯水平以及提高谷丙转氨酶和谷草转氨酶的活性的趋势, 但未达显著水平 ($P > 0.05$); 0.4% 添加组显著降低了肌酸激酶的活性 ($P < 0.05$)。

关键词: 蛋鸡; 日粮; 葡萄糖氧化酶; 产蛋性能; 生化指标

中图分类号: S831 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2009)增刊-0290-05

Effect of Glucose Oxidase on Performance and Serum Biochemical Parameters of Laying Hens

ZHAO Guo-xian^{1,2}, ZHANG Xiao-yun³, ZUO Xiao-lei⁴, JI Cheng¹, MA Qiu-gang¹

(1. State Key Laboratory of Animal Nutrition, Beijing 100094, China; 2. College of Animal Science and Technology, Hebei Agricultural University, Baoding 071001, China; 3. Animal Bureau of Qianxi, Tangshan 063001, China; 4. Animal Husbandry Marine Products Bureau of Shijiazhuang, Shijiazhuang 050000, China)

Abstract: This experiment was to investigate the effect of Glucose Oxidase on and serum biochemical parameters of laying hens. 180 twenty-six-week-old Hyline layers were randomly allotted to 5 treatments. Laying Hens in treatments I, II, III, IV and V received basal diets with the addition of 0, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% glucose oxidase. The results shows that laying hens fed the addition of 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% glucose oxidase, compared with the control group, the egg production increased by 11.01% ($P > 0.05$), 12.34% ($P > 0.05$), 16.06% ($P < 0.01$), 13.79% ($P < 0.05$); the broken (soft) eggshell rats decreased by 32.77% ($P > 0.05$), 33.45% ($P > 0.05$), 49.66% ($P < 0.05$), 33.11% ($P > 0.05$); the additions of 0.3% and 0.4% glucose oxidase significantly enhance ($P < 0.05$) the feed conversion ratio. Laying hens fed the addition of 0.2% ~ 0.4% glucose oxidase significantly increased the serum ALB, and had the trend of increasing the in serum GLO, Ca, P, AKP, GPT and GOT, and reducing the serum CHOL and TG, but the differences were not significant ($P > 0.05$). The addition of 0.4% glucose oxidase significantly reduced the levels of CK ($P < 0.05$).

Key words: Laying hens; Diet; Glucose oxidase; Performance; Biochemical parameters

葡萄糖氧化酶系统名称为 β -D-葡萄糖氧化酶 (Glucose oxidase, 简写 GOD), 编号为 E. C. 1134^[1]。

据报道, 葡萄糖氧化酶具有抑菌、促生长作用, 且无毒, 无抗药性, 是一种替代抗生素的新型添加剂, 具

收稿日期: 2009-01-16

基金项目: 河北省自然科学基金 (2008000248); 动物营养学国家重点实验室开放课题 (2007KLAN006)

作者简介: 赵国先 (1963-), 女, 河北保定人, 在读博士, 教授, 主要从事动物营养教学与科研工作。

有广阔的应用前景^[2]。1999 年该酶制剂被我国农业部批准为“允许使用的饲料添加剂”。葡萄糖氧化酶作为饲料添加剂,在畜禽生产中的应用报道较少^[3,4],并缺乏系统性及作用机理的研究。

本研究通过在日粮中添加不同剂量的葡萄糖氧化酶制剂对蛋鸡产蛋性能调控及血液生化指标的影响,探讨葡萄糖氧化酶制剂在蛋鸡生产中应用的可行性及调控作用机理,为其在鸡生产中推广应用提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验动物和试验材料

26 周龄海兰褐蛋鸡,鸡雏购自石家庄华牧牧业有限责任公司。

葡萄糖氧化酶为河北省科学院微生物研究所研制,保定鲜尔康生物工程有限责任公司生产,酶活为 15 IU/g。添加前,先以基础日粮为载体做成 1% 葡

萄糖氧化酶预混剂,再按添加量和基础日粮混合后使用。

1.2 试验设计

本试验采用单因子随机分组试验设计。选取体重均匀、采食良好、产蛋率相近,26 周龄的海兰褐蛋鸡 180 只,随机分为 5 组,每组设 4 个重复,每个重复 9 只鸡。其中 I 组为对照组,饲喂基础日粮,II III IV V 组分别在基础日粮中添加 0.1%, 0.2%, 0.3% 和 0.4% 葡萄糖氧化酶。基础日粮为玉米-豆粕-杂粕型,组成及营养水平见表 1。每千克复合多维成分含量为:维生素 A 4 800 万 IU,维生素 D₃ 1 150 万 IU,维生素 E 24 g,维生素 K₃ 5 g,维生素 B₁ 4 g,维生素 B₂ 20 g,维生素 B₆ 5 g,维生素 B₁₂ 40 mg,烟酸 40 g,泛酸钙 24 g,叶酸 1.5 g,生物素 100 mg,抗氧化剂 200 mg。每千克微量元素成分含量为:铜 8 g,铁 55 g,锌 60 g,锰 60 g,硒 115 mg,碘 350 mg。营养水平中粗蛋白、钙、总磷为实测值,其余成分为计算值。

表 1 基础日粮组成及营养水平

Tab. 1 The composition and nutrient levels of basal diet

饲料成分 Components	含量/ % Content	营养水平 Nutrient levels	
玉米(Com)	53.4	代谢能(ME, MJ/ kg)	11.45
豆粕(Soybean meal)	8.0	粗蛋白(CP, %)	16.16
棉籽粕(Cotton seed meal)	9.0	钙(Calcium %)	3.59
菜籽粕(Rape seed meal)	4.5	总磷(Total phosphorus, %)	0.56
向日葵粕(Sunflower meal)	2.5	蛋氨酸(Met, %)	0.37
啤酒酵母(Beer yeast)	3.0	赖氨酸(Lysine, %)	0.76
麦芽根(Malt sprout)	2.0		
米糠(Rice screening)	5.0		
石粉(Limestone)	9.0		
磷酸氢钙(Calcium phosphate)	0.7		
土霉素渣(Terramycin residue)	2.0		
硫酸钠(Na ₂ SO ₄)	0.2		
食盐(Salt)	0.2		
赖氨酸(Lys- HCl)	0.19		
蛋氨酸(DL- Met)	0.1		
复合多维(Vitamins premix)	0.03		
微量元素(Minerals premix)	0.1		
50% 胆碱(50% choline)	0.08		

1.3 饲养试验

按试验设计分组后,经 1 周的预试期进入正试饲养试验期(42 d)。试验鸡采用三层全阶梯式笼养,自然通风,自然光照和人工补充光照相结合,每天光照 16 h,光照强度 10~ 15 lx。每天喂料 3 次,其他按鸡场常规饲养管理进行。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 生产性能指标 饲养试验进入正试期后,每天拣蛋 2 次,以重复为单位记录产蛋数、畸形蛋数、破壳蛋数、软壳蛋数,称量蛋重;每天以重复为单位记录耗料量;计算全程耗料量、蛋重、产蛋率和料蛋比。

1.4.2 血液生化指标 饲养试验结束时,从每个重复中随机取一只蛋鸡,空腹颈静脉采血,4 000 r/min 离心 15 min 分离血清,放入- 20℃冰箱中保存。用于检测总胆固醇、钙、磷、碱性磷酸酶、总蛋白、白蛋白、球蛋白、甘油三酯、肌酸激酶、谷草转氨酶、谷丙转氨酶等指标。

以上指标均采用 Microlab 300 半自动生化分析仪进行测定。

1.5 数据处理

试验数据采用 SPSS 数据处理软件^[5]进行单因素方差分析,用 LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 日粮中添加葡萄糖氧化酶对蛋鸡生产性能的影响

日粮中添加葡萄糖氧化酶对蛋鸡产蛋率、产蛋量、蛋重、软破畸形蛋率及采食量及料蛋比等生产性能指标的影响见表 2。

表 2 葡萄糖氧化酶添加量对蛋鸡生产性能的影响

生产性能 Performance	组别 Group				
	I	II	III	IV	V
产蛋率/% Laying rate	81.12±4.13 ^{Bb}	90.05±7.23 ^{ABab}	91.13±6.24 ^{ABab}	94.15±4.04 ^{Aa}	92.31±2.05 ^{ABa}
蛋重/(g/个) Egg weight	58.69±0.51 ^a	59.16±0.77 ^a	59.43±1.66 ^a	59.46±0.82 ^a	59.44±1.06 ^a
产蛋量/(g/(只·日)) Egg Production	46.66±0.22 ^{Bb}	52.45±0.51 ^{Aa}	52.10±0.96 ^{Aa}	52.09±0.54 ^{Aa}	52.76±0.63 ^{Aa}
软破畸形蛋率/% Abnormal egg rate	2.96±0.74 ^a	1.99±0.58 ^{ab}	1.97±0.44 ^{ab}	1.49±0.57 ^b	1.98±0.30 ^{ab}
耗料量/(g/(只·日)) Feed consumption	124.42±1.30 ^a	127.51±1.24 ^a	127.86±1.21 ^a	125.24±1.61 ^a	125.82±1.18 ^a
料蛋比 Feed/Egg	2.67±0.06 ^a	2.43±0.04 ^{ab}	2.45±0.01 ^{ab}	2.40±0.02 ^b	2.38±0.03 ^b

注:表内同一指标,同行肩标无相同小写字母者差异显著($P < 0.05$);同行肩标无相同大写字母者差异极显著($P < 0.01$);标有相同字母者差异不显著。下同。

从蛋重和产蛋量指标看,日粮中添加葡萄糖氧化酶蛋重略有提高,但未达显著水平($P > 0.05$)。葡萄糖氧化酶添加组产蛋量极显著高于对照组($P < 0.01$),但各试验组之间差异不显著($P > 0.05$)。

饲料中添加葡萄糖氧化酶各试验组的软破畸形蛋率分别比对照组降低 32.77%, 33.45%, 49.66%, 33.11%, 其中,只有 0.3% 添加组达到差异显著水平($P < 0.05$),并且各试验组之间差异不显著($P > 0.05$)。

本试验还表明,日粮中添加 0.1%, 0.2%, 0.3%

从表 2 可以看出,蛋鸡日粮中添加 0.1%, 0.2%, 0.3% 和 0.4% 葡萄糖氧化酶,产蛋率分别比对照组提高 11.01%, 12.34%, 16.06%, 13.79%。其中 0.3% 添加组达到极显著水平($P < 0.01$), 0.4% 添加组达到显著水平($P < 0.05$), 0.1%、0.2% 添加组与对照组差异不显著($P > 0.05$)。

和 0.4% 葡萄糖氧化酶,各组耗料量不存在显著性差异($P > 0.05$),料蛋比分别比对照组降低 8.99%, 8.24%, 10.11% 和 10.86%。其中 0.3%, 0.4% 添加组达到了显著水平($P < 0.05$),但 0.1%, 0.2% 添加组差异不显著($P > 0.05$),各试验组之间差异不显著($P > 0.05$)。

2.2 葡萄糖氧化酶对蛋鸡血液生化指标的影响

日粮中添加葡萄糖氧化酶对蛋鸡血液生化指标的影响见表 3。

表 3 葡萄糖氧化酶对蛋鸡血液生化指标的影响

项目 Item	组别 Group				
	I	II	III	IV	V
总蛋白/(g/L) TP	48.20±6.53 ^b	50.58±6.26 ^{ab}	57.82±5.84 ^{ab}	60.20±8.33 ^{ab}	62.40±8.35 ^a
白蛋白/(g/L) ALB	15.23±0.50 ^{Bb}	15.79±0.68 ^{ABb}	16.68±1.02 ^{ABab}	17.10±1.08 ^{ABab}	17.90±1.42 ^{Aa}
球蛋白/(g/L) GLO	32.97±6.08 ^a	34.79±5.62 ^a	41.14±4.86 ^a	43.10±7.26 ^a	44.50±6.99 ^a
钙/(mmol/L) Ca	4.09±0.12 ^a	4.33±0.70 ^a	4.60±0.20 ^a	4.38±0.50 ^a	4.45±0.44 ^a
磷/(mmol/L) P	1.98±0.15 ^a	2.11±0.47 ^a	2.26±0.06 ^a	2.52±0.61 ^a	2.50±0.32 ^a
碱性磷酸酶/(IU/L) AKP	408.25±47.96 ^a	411.00±42.76 ^a	599.00±95.74 ^a	554.50±120.67 ^a	587.50±119.90 ^a
总胆固醇/(mmol/L) CHOL	2.75±0.39 ^a	2.50±0.16 ^a	2.20±0.16 ^a	2.22±0.29 ^a	2.27±0.37 ^a
甘油三酯/(mmol/L) TG	7.19±1.35 ^a	6.47±1.15 ^a	6.13±0.90 ^a	5.87±2.30 ^a	5.81±0.98 ^a
谷草转氨酶/(IU/L) GOT	166.6±8.91 ^a	168.6±16.38 ^a	189.8±13.55 ^a	190±12.65 ^a	192.4±21.73 ^a
谷丙转氨酶/(IU/L) GPT	10.40±1.40 ^a	12.81±2.27 ^a	14.45±1.63 ^a	13.66±2.40 ^a	14.11±2.91 ^a
肌酸激酶(IU/L) (CK)	1 718.18±89.2 ^a	1 600.63±158.54 ^{ab}	1 531.55±254.58 ^{ab}	1 470.80±110.62 ^{ab}	1 249.60±96.25 ^b

表 3 显示,与对照组相比,日粮中添加 0.1%, 0.2%, 0.3% 和 0.4% 葡萄糖氧化酶,血清总蛋白的含量分别提高 4.94% ($P > 0.05$), 19.96% ($P > 0.05$), 24.90% ($P > 0.05$), 29.46% ($P < 0.05$);白蛋白的含量分别提高 3.68% ($P > 0.05$), 9.52% ($P < 0.05$), 12.28% ($P < 0.05$), 17.53% ($P < 0.01$);球蛋白的含量分别提高 5.52% ($P > 0.05$), 24.78% ($P >$

0.05), 30.72% ($P > 0.05$), 34.97% ($P > 0.05$)。结果表明,日粮中添加 0.4% 葡萄糖氧化酶可显著提高血清总蛋白含量, 0.2% ~ 0.4% 葡萄糖氧化酶可显著或极显著提高白蛋白的含量,但 0.1% ~ 0.4% 葡萄糖氧化酶对血清球蛋白含量未产生显著影响。

与对照组相比,蛋鸡日粮中添加 0.1%, 0.2%, 0.3% 和 0.4% 葡萄糖氧化酶能不同程度提高血清钙、

磷和碱性磷酸酶的含量, 有降低血清总胆固醇和甘油三酯水平的趋势, 但均为达到显著水平 ($P > 0.05$)。

日粮中添加 0.1%、0.2%、0.3% 和 0.4% 葡萄糖氧化酶, 谷草转氨酶的活性分别比对照组提高 1.20%、13.93%、14.05% 和 15.49%。谷丙转氨酶的活性分别比对照组提高 23.17%、38.94%、31.35% 和 35.67%, 但均为达到显著水平 ($P > 0.05$)。

对照组肌酸激酶活性最高, 显著高于 0.4% 葡萄糖氧化酶添加组 ($P < 0.05$), 与 0.1%、0.2% 和 0.3% 葡萄糖氧化酶添加组之间差异不显著 ($P > 0.05$)。各葡萄糖氧化酶添加组之间差异不显著 ($P > 0.05$)。

3 讨论与结论

3.1 葡萄糖氧化酶对蛋鸡产蛋性能的影响

衡量蛋鸡产蛋性能的指标有“四率”和“一重”, 即产蛋率、饲料转化率(料蛋比)、破蛋率、死淘率及蛋重^[6]。研究表明, 在蛋鸡日粮中添加酶制剂, 可提高蛋鸡的产蛋性能、饲料转化率^[7-9]。

葡萄糖氧化酶是一种需氧脱氢酶, 其作用与生命的重要物质—葡萄糖和氧有密切关系, 在动物体内发挥着重要作用^[2]。作为国家允许使用的饲料添加剂, 从理论上分析, 其在动物体内可从三个方面发挥作用: ①葡萄糖氧化酶能催化肠道内的葡萄糖产生葡萄糖酸和过氧化氢。当过氧化氢积累到一定浓度时, 直接抑制大肠杆菌、沙门氏菌有害菌的生长繁殖。②葡萄糖氧化酶能催化葡萄糖去除肠道内氧气, 为厌氧有益菌的增殖创造厌氧环境。③葡萄糖氧化酶作用于葡萄糖生成的葡萄糖酸可降低胃肠内 PH 值, 为有益菌生长创造酸性环境, 而有益菌大量增殖形成微生态竞争优势, 抑制了大肠杆菌、沙门氏菌等有害菌。从作用机理可以看出, 葡萄糖氧化酶在动物体内同时发挥着益生菌和酸化剂的双重作用。因此, 可以用酸化剂和益生菌的一些作用机理间接解释本试验中添加葡萄糖氧化酶可使鸡产蛋率、饲料转化率显著提高和软破蛋率明显降低的结果。

大量的研究表明, 日粮中添加酸化剂、益生菌对产蛋鸡的产蛋率、饲料转化率、蛋重等生产性能有显著的影响。添加酸化剂可使产蛋率提高 4.94% ~ 9.69%、饲料转化率提高 2.6% ~ 9.48%、成活率提高 2.7% ~ 9.01%、蛋重提高 2.67%^[10-14]。蛋鸡日粮中添加益生菌的研究显示, 产蛋率可提高 4.15% ~ 12.2%、饲料转化率提高 8.8% ~ 15.5%、蛋破损率下降 1.0% ~ 1.5%、死淘率下降 1.7%^[15-19]。孙路军等^[20]在肉鸡日粮中同时添加益生菌和酸化剂的试验结果, 证明了有益菌和酸化剂的同时添加可

以互促互利, 竞争排斥大肠杆菌等有害菌, 建立良好的消化道微生态环境, 提高营养物质利用率等方面的协同效应。

本研究添加 0.1% ~ 0.4% 葡萄糖氧化酶使产蛋率提高了 11.01% ~ 16.06%, 软、破蛋率降低了 32.77% ~ 46.99%, 料蛋比降低了 8.24% ~ 10.86%。本试验添加葡萄糖氧化酶的效果均好于文献报道的酸化剂和益生菌单独添加的效果, 进一步显示了葡萄糖氧化酶可能具有益生菌和酸化剂的双重作用。据报道, 酸化剂和益生菌同时添加, 可使消化道总蛋白质消化酶、脂肪酶、淀粉酶活性增强, 血清尿素氮水平下降, 氨基酸总量和谷丙转氨酶活性提高, 血糖水平提高, 从而提高了蛋白质及其他营养物质的利用率^[20]。该报道的结果可以用来解释葡萄糖氧化酶的双重作用使蛋鸡产蛋率和饲料转化率得到提高的结果。

酸化剂和益生菌的添加能提高钙、磷的吸收利用率, 血钙、血磷水平提高^[20]。这可能是本试验日粮中添加葡萄糖氧化酶降低软破畸形蛋率的原因。

3.2 葡萄糖氧化酶对产蛋鸡血液生化指标的影响

血液的化学成分主要来自消化道的分解产物和组织细胞的代谢产物, 其变化是以机体组织细胞机能和新陈代谢变化为基础的。因此, 生化指标可以作为反映动物体内物质代谢和某些组织器官机能变化的一个重要特征。

总蛋白、白蛋白、球蛋白的变化反映机体蛋白的代谢水平。本研究结果显示, 葡萄糖氧化酶能显著提高蛋鸡血清中总蛋白和白蛋白含量, 对血清中球蛋白含量也有所提高。从葡萄糖氧化酶的作用机理分析, 产生本结果的原因可能是葡萄糖氧化酶通过耗氧、产酸等作用, 改善了肠道微生态环境。研究表明, 通过在肉鸡和仔猪日粮中添加益生菌改善肠道微生态环境, 可显著提高血清总蛋白含量、白细胞和球蛋白的含量^[21, 22]。蛋鸡肠道环境的改善, 有利于日粮中营养物质的消化吸收作用。血清总蛋白和白蛋白含量的增加, 表明体内蛋白质的合成代谢加强, 生产性能得到提高。这一结果可以揭示本研究中产蛋性能提高的机理。

血钙直接参与蛋壳的形成, 是影响蛋壳质量和产蛋量的因素之一。钙作为体液中的基本成分, 在通常情况下是非常稳定的, 母鸡缺钙严重时, 血清钙降低^[23]。磷以无机磷及有机磷两种形式存在于动物体内, 血液无机磷含量与碱性磷酸酶 (Alkaline phosphatase, AKP) 活性等是衡量磷充足与否的重要指标^[24]。研究表明, 在肉鸡日粮中配合添加 EM 和

酸化剂,能显著提高肉鸡血钙、血磷水平,促进钙磷代谢^[20]。Wilcox^[25]发现鸡血清碱性磷酸酶(AKP)活性的高低与产蛋性能有一定关系。碱性磷酸酶有利于产蛋^[26]。本研究中,葡萄糖氧化酶可显著提高产蛋性能,降低软破蛋率,虽然也不同程度提高血钙、血磷和水平碱性磷酸酶活性,但未达显著水平,原因可能与日粮类型、试验条件不同等因素有关,需要进一步探讨。

血清甘油三酯和总胆固醇的浓度可以反映鸡体脂肪代谢的情况。本试验结果表明,葡萄糖氧化酶对血清中总胆固醇和甘油三酯均有降低的趋势,但未达显著水平,说明葡萄糖氧化酶对鸡体脂肪的代谢的调控作用不明显。

谷草转氨酶和谷丙转氨酶不仅是反映肝脏和心脏功能的指标,由于是氨基酸代谢中的关键酶,可在一定程度上反映体内蛋白质的代谢情况。据报道,鸡血清谷丙转氨酶含量与鸡 200 日龄产蛋数和总蛋重的相关系数分别为 0.653 4 ($P < 0.01$) 和 0.658 9 ($P < 0.01$)^[27]。然而这两种酶活性过高意味着肝脏和心脏可能有损害。本试验结果显示,日粮中添加葡萄糖氧化酶对谷丙转氨酶和谷草转氨酶的活性有提高的趋势,但未达显著水平。说明添加葡萄糖氧化酶有利于蛋白质代谢的提高,而对产蛋鸡肝脏和心脏均无损害作用。从这个角度可以说明葡萄糖氧化酶具有安全性。

肌酸激酶(CK)是一种器官组织特异性酶,主要存在于肌肉细胞中,在应激条件下,CK 逸出,从而使血液 CK 浓度升高。本试验结果表明,葡萄糖氧化酶降低了血液中肌酸激酶的活性,其原因可能在于,葡萄糖氧化酶有利于清除体内产生的氧自由基^[28],减轻细胞膜过氧化程度,降低细胞膜的通透性,降低 CK 活性^[29]。

蛋鸡日粮种添加 0.2% ~ 0.4% 葡萄糖氧化酶,可通过调控血液总蛋白、白蛋白水平,谷草转氨酶和谷丙转氨酶以及肌酸激酶的活性,提高蛋鸡产蛋性能,降低破软蛋率,提高饲料转化率,且对蛋鸡肝脏和心脏均无损害作用。本试验条件下,0.1% ~ 0.4% 葡萄糖氧化酶对血钙、血磷、血清甘油三酯和总胆固醇的水平以及碱性磷酸酶活性有一定影响,但未达显著水平。

参考文献:

- [1] Barman T E. Enzyme Handbook I[M]. Berlin Springer-Verlag, 1969: 112-113.
- [2] 吕进宏,黄涛,马立保. 新型饲料添加剂——葡萄糖氧化酶[J]. 中国饲料, 2004(3): 15-16.

- [3] 李焰. 葡萄糖氧化酶饲养肉鸡效果试验[J]. 龙岩师专学报, 2004, 22(6): 77-78.
- [4] 李焰. 鲜尔康在肉鸡饲养中替代抗生素的效果试验[J]. 中国畜牧业通讯, 2005(10): 70-71.
- [5] 郝黎仁,樊元,郝哲欧,等. SPSS 实用统计分析[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2003.
- [6] 薛凌壮,付太银,王升荣. 影响蛋鸡产蛋性能与鸡蛋品质的因素[J]. 养禽与禽病防治, 2000(8): 6-9.
- [7] Nasi M, Lyons T P. Enzyme supplementation of laying hen diets based on barley and oats. Biotechnology in the feed industry[J]. Proceedings of Alltech's Fourth Annual Symposium, 199-244.
- [8] Jeroch H. Barley as feed grains for laying hens[J]. Archief-Tierzucht, 1991, 34: 581-591.
- [9] Pan C E, Igbasen F A, Guenter W, et al. The effect of enzyme and inorganic phosphorus supplement in wheat and rye-based diets on laying hens performance, energy, and phosphorus availability[J]. Poultry Science, 1998, 77: 83-89.
- [10] 孔宪军. 柠檬酸对蛋鸡生产性能影响的研究[J]. 山东畜牧兽医, 2000(7): 31-33.
- [11] 王继强,张波,刘福柱. 酸化剂在畜禽业中应用的研究[J]. 中国动物保健, 2004(10): 32-33.
- [12] 谢欣梅,曹颖霞. 饲料酸化剂在家禽生产中的应用[J]. 中国家禽, 2004, 26(10): 46-48.
- [13] 马宇书. 家禽日粮酸化剂应用研究进展[J]. 饲料广角, 2000(7): 20-23.
- [14] 董乐津,张冬梅. 饲用酸化剂在家禽生产中的应用[J]. 养禽与禽病防治, 2006(2): 8.
- [15] 钱文山,李小红,常祖贴. 益生菌在养鸡业上应用与思考[J]. 中国家禽导刊, 2002, 19(2): 34-35.
- [16] 林英庭,李华,李小红,等. 益生菌在养鸡生产中的应用[J]. 中国家禽, 2003, 25(1): 45-47.
- [17] 吴春香. 益生菌在养鸡业中的应用研究[J]. 兽药与饲料添加剂, 2004, 9(4): 21-22.
- [18] 王小平. EM 添加剂在蛋鸡日粮中的应用效果[J]. 中国饲料, 1997(10): 25-25.
- [19] 魏建萍,张润栋. 微生物制剂对种鸡的影响试验[J]. 中国家禽, 1998, 20(11): 24-25.
- [20] 孙路军,郑雅文,赖长华,等. EM 和酸化剂配合添加对肉仔鸡消化酶活性和血液生化指标及 Ca、P 代谢的影响[J]. 山东家禽, 2003(6): 10-13.
- [21] 滑静,郭玉琴,张淑萍,等. 肉仔鸡日粮中添加枯草芽孢杆菌对平均日增重和血液生化指标的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2003(2): 14-15.
- [22] Pollman D S, Danielson D M, Peo J E R. Effect to microbial feed additives on performance of start and growing-finishing pigs[J]. Journal of Animal Science, 1980, 51: 577-581.
- [23] 刘娟,朱兆荣,肖榕,等. 中药复方对蛋壳品质及血清钙含量的影响[J]. 中兽医学杂志, 2003(5): 5-7.
- [24] 吴于明主编. 家禽营养与饲料[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1997: 102-120.
- [25] Wilcox F H, Vanvleck L D, Harveg W R. Estimates of correlations between serum alkaline phosphatase level and productive traits[J]. Poultry Science, 1963, 42(6): 1457-1458.
- [26] 刘桂林,董淑娟,王锦平,等. 产蛋鸡在不同光照条件下血液生化参数的变化[J]. 山西农业大学学报, 1995, 3: 257-259.
- [27] 李秀元,朴金日,朴彩粉,等. 鸡血清 GPT 与产蛋性能关系研究[J]. 中国家禽, 1996(5): 27-28.
- [28] 陈媛. 自由基学[M]. 北京: 人民军医出版社, 1991: 453-464.
- [29] 明庆磊,程超,朱必才,等. 应激条件下日粮 VA 水平对蛋鸡某些血液生化指标的影响[J]. 河南农业科学, 2004, 4: 62-65.