

虫草饲料添加剂对蛋鸭生产性能及鸭蛋品质的影响

孙汉巨¹, 李晓祥², 琦¹, 朱羽², 陈哲¹

(1 合肥工业大学生物与食品工程学院, 安徽合肥 230009 2 合肥迈可罗生物工程有限公司, 安徽合肥 230088)

摘要 [目的] 观察虫草饲料添加剂“虫草欣康”对蛋鸭的生长性能、产蛋率及鸭蛋品质的影响。[方法] 选择 270 只处于产蛋期的蛋鸭, 随机分为 3 组。对照组饲喂基础日粮, 试验 I 组饲喂含 0.1% 虫草添加剂的基础日粮, 试验 II 组饲喂含 0.4% 虫草添加剂的基础日粮。试验期 28 d。试验期间, 定期观察记录蛋鸭的体重和生长状况, 检测鸭蛋外部品质和营养指标。[结果] 与对照组相比, 试验 I 和 II 组蛋鸭体重略有增加, 产蛋率分别提高 1.07% 和 2.15%, 蛋重分别提高 3.95% 和 4.16%, 料蛋比分别降低了 2.54% 和 4.23%; 鸭蛋蛋形、蛋壳厚度稳定; 在试验 I 和 II 组, 鸭蛋蛋白质含量分别提高了 5.55% 和 17.15%, 胆固醇含量分别下降了 11.79% 和 42.14%, 卵黄中 IFY 含量分别提高了 13.20% 和 27.97%, 卵磷脂含量分别提高了 5.13% 和 11.69%。[结论] 虫草饲料添加剂能够增加蛋鸭的体重, 提高蛋鸭产蛋率以及鸭蛋品质。

关键词 虫草饲料添加剂; 蛋鸭; 生长性能; 鸭蛋品质

中图分类号 X816.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2011)06-03618-03

Effects of Cordyceps Feed Additive on Production Performance and Egg Quality of Laying Ducks

SUN Hanju et al. (College of Biotechnology and Food Engineering Hefei University of Technology Hefei Anhui 230009)

Abstract [Objective] To investigate effects of Cordyceps feed additive on growth performance, laying rate and egg quality of laying ducks. [Method] A total of 270 healthy ducks in laying period were randomly divided into three groups, 90 ducks in each group. The ducks in the control group, group I and group II were fed common basal diet, basal diet containing 0.1% Cordyceps feed additive and basal diet containing 0.4% Cordyceps feed additive respectively. The trial lasted for 28 d. During the whole trial, the ducks were weighed and the growth of ducks was observed at an interval of 7 d. The exterior quality and the nutritive indexes of duck eggs were determined. [Result] After experiment, the body weights of ducks in the group I and group II were increased and higher than that in the control group. In the group I and group II, the laying rate was increased by 1.07% and 2.15%, respectively; the egg weight was increased by 3.95% and 4.16%, respectively; and the feed to egg ratio was decreased by 2.54% and 4.23%, respectively. The egg shape and egg shell thickness were stable and consistent between control group and experimental group. The protein content of the duck eggs in the group I and group II was increased by 5.55% and 17.15%, respectively; the cholesterol content was decreased by 11.79% and 42.14%, respectively; the IFY level was increased by 13.20% and 27.97%, respectively; and the lecithin content was increased by 5.13% and 11.69%, respectively. [Conclusion] The Cordyceps feed additive can increase the body weight and laying rate of laying ducks and improve the quality of duck eggs.

Key words Cordyceps feed additive; Laying ducks; Production performance; Egg quality

随着我国现代农业的持续、快速、稳定发展, 畜牧业取得了长足进步, 已逐渐成为国民经济的支柱产业。在养殖业规模不断扩大的同时, 抗生素、激素、非法化学合成药物在养殖中的滥用问题日益凸显, 给相关动物源食品带来严重的安全隐患, 严重危害消费者的身体健康。科研人员一直致力于开发一些通过调整动物胃肠道平衡而达到促进生长、有益动物健康的微生物添加剂。微生物添加剂具有天然性、多功能性、无耐药性、毒副作用小、保护环境等优点, 可以为畜牧业带来巨大的经济效益、社会效益及生态效益^[1-3]。

虫草为我国传统名贵保健中药材, 因具有很高的保健和药用价值, 近年来市场需求量较大。但因产量有限, 且不能人工培养, 价格暴涨, 制约其在饲料中的应用。虫草饲料添加剂利用天然虫草真菌菌种, 通过人工发酵生产制备, 富含虫草素、虫草酸、甾醇类、核苷、多糖、SOD 酶、抗菌活性物质、硬脂酸、氨基酸、维生素及多种微量元素等天然生物活性成分, 具有抗肿瘤、降血糖、降血脂、抗炎、免疫调节、抗癌等功效^[4-10]。虫草饲料添加剂采用工业发酵技术实现产业化, 极

大地降低了生产成本, 为其在养殖行业中规模化应用, 打下了坚实的基础。有研究发现, 虫草菌丝体及发酵物作为饲料添加剂与抗生素的抗菌、促生长作用相当, 且具有多种优势。在肉仔鸡的日粮中添加 0.25% 的虫草发酵菌丝体, 可以显著提高鸡胸肌和腿肌中的蛋白质和氨基酸总含量, 并且可显著降低其粗脂肪含量^[11]。王法盈等^[12]利用 10% 蛹虫草菌糠替代部分日粮饲喂商品肉鸡, 可使仔鸡成活率提高 3%, 日增重提高 5.52%, 料肉比下降 7.1%, 饲料成本下降 10%; 饲喂的蛋鸡产蛋率提高 1.5%, 日产蛋量提高 3.56%。魏建忠等^[13]在基础日粮中添加 0.25% 虫草真菌地顶孢霉培养物, 饲养 30 d 后, 试验组仔猪日增重比对照组提高 10.4%, 饲料转化率提高 2.6%, 腹泻率降低 57.7%, 且能促进仔猪生长和提高免疫力的功能。

目前, 国内外虫草饲料添加剂多用于仔猪和仔鸡的饲养, 而用于蛋鸭饲养及对鸭蛋品质影响的研究报道较少。因此, 笔者将虫草饲料添加剂“虫草欣康”应用到蛋鸭饲养中, 研究其对蛋鸭饲喂效果和鸭蛋品质的影响, 为开发新型绿色、健康、营养、具有保健功效的蛋品提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 蛋鸭 生长状态良好, 体重接近, 处于产蛋期的 150 日龄绍兴蛋鸭 270 只, 购自安徽天元食品有限公司。

1.2 主要试剂 虫草饲料添加剂“虫草欣康”为地顶孢霉培养物 (2006 年被农业部审批为新型饲料添加剂), 其主要产品质量指标为水分 $\leq 8.0\%$, 粗蛋白质 $\geq 20.0\%$, 腺苷 ≥ 350

基金项目 安徽省 2008 年重大科技专项“保健鸭蛋及深加工关键技术研究” (08010302085); 科技部农业科技成果转化资金项目“国家级新饲料添加剂—地顶孢霉培养物‘虫草欣康’中试与示范” (2008GB2C300131)。

作者简介 孙汉巨 (1966—), 男, 安徽合肥人, 副教授, 博士, 从事农产品加工与贮藏研究, E-mail: sunhanju@163.com

收稿日期 2010-12-21

mg/kg 麦角甾醇 ≥ 550 mg/kg 购自合肥迈可罗生物工程有限公司; 胆固醇标准品, 购自上海安谱科学仪器有限公司。

1.3 仪器与设备 T1型电热鼓风干燥箱, 购自上海实验仪器有限公司; Waters 15型高效液相色谱仪, 购自美国 Waters 公司; HHS2C型精密酸度计, 购自上海雷磁仪器厂; Cl5R型台式高速冷冻离心机, 购自上海天美科学仪器有限公司; FA1004型电子天平, 购自上海精科天平有限公司; R201型旋转蒸发器, 购自上海申胜生物技术有限公司; SZCL-2型数显智能控温磁力搅拌器, 购自巩义市金城予华仪器有限责任公司; K9840型全自动凯氏定氮仪, 购自海能济南仪器有限公司。

1.4 试验设计 270只绍兴蛋鸭随机分为3组, 每组90只。对照组饲喂基础日粮, 试验 I组饲喂含0.1%虫草添加剂的基础日粮, 试验 II组饲喂含0.4%虫草添加剂的基础日粮。蛋鸭基础日粮(由安徽天元食品有限公司提供)成分见表1。

表1 蛋鸭基础日粮组成

Table 1 Composition of basal diet for ducks

编号 No.	原料 Ingredients	含量//% Content
1	标准次粉 Standard wheat shorts	37.93
2	鱼粉 Fish meal	5.06
3	豆粕 Soybean meal	6.32
4	啤酒糟 DDGS	50.58
5	微量元素 Trace element	0.06
6	蛋禽维生素 Vitamin	0.04

1.5 饲养管理 蛋鸭在相同环境下, 由专人饲养, 自由采食、饮水, 采食前2h下水一次。其他饲养管理按常规进行, 保持鸭舍清洁、干燥。每天观察蛋鸭的精神状态及采食量。饲养期为28d, 试验期间每隔7d从每组中随机挑选10只蛋鸭称量体重, 取平均值; 记录每组蛋鸭的采食量、产蛋数、蛋重, 并计算料蛋比。

1.6 鸭蛋外部品质与营养指标检测 蛋形指数: 蛋形指数=长径/横径, 每组随机取10枚鸭蛋, 采用HK测定仪测定,

重复3次, 取平均值。蛋壳厚度: 每组随机取5枚鸭蛋, 在每枚蛋上选取5个不同的位置, 采用游标卡尺测定蛋壳厚度, 重复3次, 取平均值。蛋白质含量测定: 每组随机取5枚鸭蛋, 洗净, 取蛋液, 混匀, 精确称取1g混匀蛋液, 采用凯氏定氮法(参照GB/T5009.5-2003)测蛋白质含量, 重复3次, 取平均值。胆固醇含量测定: 每组随机取5枚鸭蛋, 洗净, 取蛋液, 混匀, 取样, 利用反相高效液相色谱法(参照GB/T22220-2008)测胆固醇含量, 重复3次, 取平均值。鸭蛋卵黄免疫球蛋白(IgY)含量测定: 用卵黄分离器分离鸭蛋卵黄, 放于滤纸上滚动, 吸干, 刺破卵黄膜, 收集卵黄; 用9倍体积的蒸馏水稀释卵黄, 充分搅拌均匀, 使水溶性IgY充分溶出; 用盐酸调节pH值至5.2, 于4℃放置过夜; 15000rpm离心15min后, 收集上清液; 在上清液中加入石油醚, 脱除低密度脂蛋白; 去下清液, 用全自动凯氏定氮仪测IgY的含量, 重复3次, 取平均值^[14-15]。鸭蛋卵黄卵磷脂含量测定: 取鸭蛋卵黄中加入2倍体积的95%乙醇, 混合搅拌均匀, 于4℃, 5000rpm离心10min去上清; 将沉淀物再加入95%乙醇, 按照上述离心, 重复3次; 收集上清液, 在旋转蒸发器上蒸馏, 用10mL石油醚溶解, 加入约3倍体积的丙酮, 分离出沉淀物; 将沉淀物在60℃的条件下真空干燥, 得到卵磷脂粗品, 称重3次, 取平均值^[16]。

1.7 数据分析 采用Excel和SPSS统计软件进行数据统计和方差分析。

2 结果与分析

2.1 虫草饲料添加剂对蛋鸭生产性能的影响 蛋鸭饲喂28d后, 试验 I和II组的蛋鸭体重较对照组有所提高, 但没有显著差异; 与对照组相比, 试验 I和II组蛋鸭的产蛋率分别提高了1.07%和2.15%, 蛋重分别增加了3.95%和4.16%, 采食量分别降低了0.22%和0.48%, 料蛋比分别降低了2.54%和4.23%, 差异均不显著(表2)。

表2 虫草饲料添加剂对蛋鸭生产性能的影响

Table 2 Effects of Cordyceps feed additive on production performance of laying ducks

组别 Groups	体重//kg Body weight	产蛋率//% Laying rate	蛋重//g Egg weight	采食量//g/d Feed intake	料蛋比 Feed to egg ratio
试验组 Group I	1.77±0.05 ^a	86.64±0.03 ^a	63.94±1.15 ^a	191.73±4.43 ^a	3.46±0.08 ^a
试验II组 Group II	1.78±0.03 ^a	87.72±0.03 ^a	64.07±1.38 ^a	191.23±5.62 ^a	3.40±0.10 ^a
对照组 Control group	1.73±0.06 ^a	85.57±0.02 ^a	61.51±1.21 ^a	192.15±5.95 ^a	3.55±0.14 ^a

注: 同列数据后不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

Note: In the same column, the same letter means no significant difference ($P > 0.05$), different letters mean significant difference ($P < 0.05$). The same as below.

表3 虫草饲料添加剂对鸭蛋外部品质的影响

Table 3 Effects of Cordyceps feed additive on the exterior quality of duck eggs

组别 Groups	蛋形指数 Egg shape index	蛋壳厚度//mm Egg shell thickness
试验组 Group I	1.36±0.02 ^a	0.40±0.01 ^a
试验II组 Group II	1.34±0.01 ^a	0.41±0.02 ^a
对照组 Control group	1.35±0.03 ^a	0.40±0.02 ^a

大小主要取决于输卵管的构造和输卵管的生理状态^[17]。各组鸭蛋蛋形指数在1.3~1.4, 属于正常范围, 且各组间差异不显著。试验 I和II组的鸭蛋蛋壳厚度比对照组高, 其差异不显著(表3)。

2.3 虫草饲料添加剂对鸭蛋营养指标的影响 随着饲养时间的延长, 鸭蛋中蛋白质含量先降低后增加(图1)。这可能是由于刚开始喂养虫草饲料添加剂, 蛋鸭需要一段适应期, 从而影响了蛋白质的沉积。饲喂7d后, 蛋白质含量呈上升趋势。试验结束时, 试验 I和II组的鸭蛋蛋白质含量分别提

高了 5.55% 和 17.15%，且与对照组差异均显著 ($P < 0.05$)。

试验组的鸭蛋中胆固醇的含量呈下降趋势 (图 2)。饲喂 21 d 后, 试验 I 组鸭蛋胆固醇含量基本达到平衡, 试验 II 组鸭蛋胆固醇含量仍呈明显下降趋势; 饲喂 28 d 后, 试验 I 和 II 组的鸭蛋中胆固醇的含量分别下降了 11.79% 和 42.14%，与对照组差异显著 ($P < 0.05$)。

试验组鸭蛋卵黄中 IgY 的含量呈上升趋势 (图 3)。试验 I 组 IgY 含量的增长速度较快; 饲喂 28 d 后, 试验 I 和 II 组的鸭蛋卵黄中 IgY 含量分别增长了 13.20% 和 27.97%，与对照组差异显著 ($P < 0.05$)。

试验组鸭蛋卵黄中卵磷脂的含量呈上升趋势 (图 4)。饲喂 21 d 后, 卵磷脂含量增长速度较快; 饲喂 28 d 后, 试验 I 和 II 组的鸭蛋卵黄中卵磷脂含量分别提高 5.13% 和 11.69%，与对照组差异显著 ($P < 0.05$)。

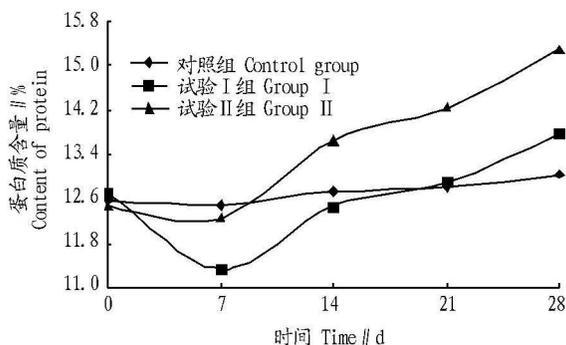


图 1 不同试验组鸭蛋蛋白质含量变化

Fig 1 Changes of protein content of duck eggs in different groups

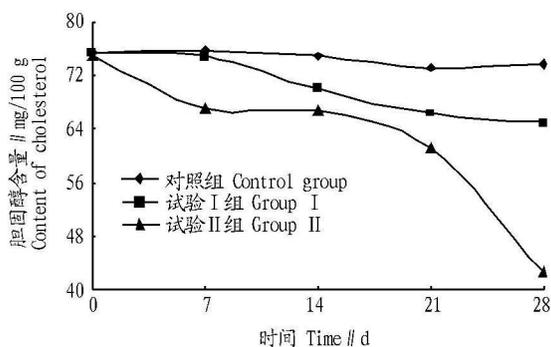


图 2 不同试验组鸭蛋卵黄胆固醇含量变化

Fig 2 Changes of cholesterol content of duck egg yolk in different groups

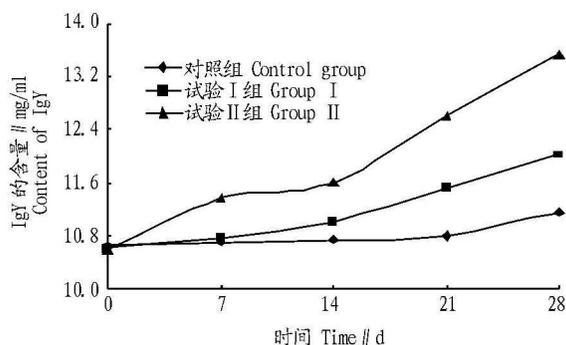


图 3 不同试验组鸭蛋卵黄中 IgY 含量变化

Fig 3 Changes of IgY level of duck egg yolk in different groups

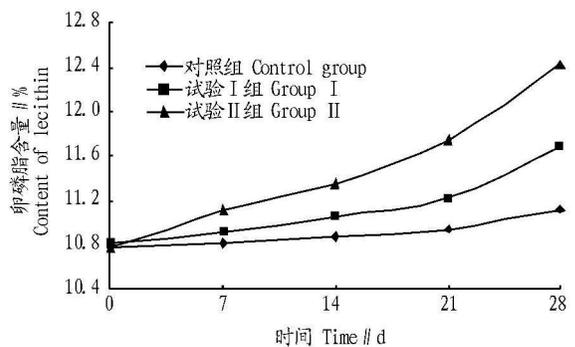


图 4 不同试验组鸭蛋卵黄中卵磷脂含量变化

Fig 4 Changes of lecithin content of duck egg yolk in different groups

3 结论与讨论

已有试验证实, 虫草饲料添加剂“虫草欣康”应用于仔猪、肉鸡饲喂具有良好的效果, 在此基础上, 笔者将其应用于蛋鸭饲喂中。结果表明, 虫草饲料添加剂能够增加蛋鸭体重, 提高产蛋率, 降低料蛋比, 进一步证实了“虫草欣康”具有良好的蛋鸭饲喂效果。

家禽在缺乏钙、磷元素时, 其生长发育受阻, 从而导致体重、蛋壳厚度及饲料转化率下降^[18]。虫草饲料添加剂含有麦角甾醇, 在家禽体内可以转化为维生素 D, 能够促进家禽对钙、磷元素及其他营养物质的有效利用, 提高饲料的转化率。在该试验中, 利用虫草饲料添加剂饲喂蛋鸭 28 d 后, 蛋鸭体重、鸭蛋蛋重、产蛋率以及饲料转化率都得到提高。

鸭蛋中含有丰富的蛋白质和氨基酸, 属于全价蛋白, 具有很高的营养价值^[19]。利用含有 0.1% 和 0.4% 虫草饲料添加剂的饲料饲喂蛋鸭 28 d 后, 鸭蛋中的蛋白质含量分别增加了 5.55% 和 17.15%。因此, 虫草饲料添加剂可以提高饲料的转化率, 加速饲料中营养物质的消化吸收, 促进氨基酸在体内合成蛋白质, 从而使蛋白质在鸭蛋中的富集量增大。

过多的摄入胆固醇可引起高血脂、血栓进而引发动脉粥样硬化等一系列心血管疾病^[20]。作为传统食品, 鸭蛋中胆固醇含量过多将降低蛋品的品质^[21]。利用含有 0.1% 和 0.4% 虫草饲料添加剂的基础日粮饲喂蛋鸭 28 d 后, 鸭蛋中的胆固醇含量分别下降了 11.79% 和 42.14%。“虫草欣康”中含有降血脂、降胆固醇作用的虫草多糖、不饱和脂肪酸等活性成分, 能够降低蛋鸭血液中胆固醇含量, 通过血液循环减少蛋鸭卵巢中胆固醇的合成, 进而降低鸭蛋中胆固醇含量^[22]。

虫草饲料添加剂饲喂蛋鸭 28 d 后, 鸭蛋卵黄中 IgY 的含量明显增多。因此, 虫草饲料添加剂可促进蛋鸭体内免疫球蛋白的产生, 并使其在鸭蛋中富集。“虫草欣康”中含有虫草多糖、甾醇、虫草素等多种活性物质, 能够活化 NK 细胞、T 细胞以及巨噬细胞等特异性或非特异性淋巴细胞, 激活机体的体液免疫和细胞免疫, 进而起到对机体的免疫保护作用^[23]。

卵磷脂被称为“健脑的黄金, 养心的极品”, “本世纪最伟大的保健品”等^[24]。蛋黄卵磷脂能够清除自由基, 延缓机体衰老, 改善脂类代谢; 防治动脉硬化; 参与组成细胞膜, 防止脂肪肝; 保护细胞膜, 增强机体免疫功能; 促进神经传导, 提高大脑活力; 以及具有抗肿瘤, 促进维生素 A、D 的

(下转第 3626 页)

量为 1.92 g/5 龄层量为 0.447 g/5 龄层率为 23.28%；催青经过为 11~12 d 5 龄经过为 6~8 d 全龄经过约为 27 天，茧中经过为 16 天左右，全期经过约为 54 d 蚕种浸酸标准如下：即时浸酸温度为 46.0℃，盐酸比重为 1.075，浸渍时间为 5.5 min；冷藏浸酸温度为 47.8℃，盐酸比重为 1.092，浸渍时间为 6.5 min。

秋玉与夏月对交时可提前 1~2 d 出库，出库比例为 120:100。

3 “夏月×秋玉”杂交种的性状

“夏月×秋玉”系二元杂交种，二化性，4 眠，为夏秋用皮斑双限性蚕品种，雌蚕为限性普斑，雄蚕为素斑。正交“夏月×秋玉”蚕卵为灰绿色，卵壳淡黄色；反交“秋玉×夏月”蚕卵为灰褐色，卵壳白色；克蚁头数约为 2 200 头。正交蚁蚕黑褐色，较文静，反交蚁蚕暗褐色，具有较强的逸散性；各龄眠起齐一；壮蚕雌蚕暗色，雄蚕体色青白，正反交均为皮斑双限性蚕品种，雌蚕为限性皮斑暗色，雄蚕为素斑。蚕体粗壮，行动活泼，食桑旺盛。老熟齐涌，营茧快，多营中上层茧；熟蚕背光密集性强，如簇室光线明暗不均匀或上簇过密，则易结双宫茧；茧形长椭圆，较大，公斤茧粒数为 500 粒左右，大小均匀，茧色白，褶皱中等。

4 “夏月×秋玉”杂交种的饲养技术要点

①由于稚蚕趋密性和趋光性均较强，每次给桑前须匀座，定时调箔和调头。②蚕体型较大，食桑快，眠性快，各龄要注意及时扩座加眠网。③各龄起蚕活泼，饲食应及时，最

好不压；饲食用叶宜适当偏嫩。稚蚕用叶要适时，五龄盛食期食桑旺盛，要注意充分良桑饱食，以发挥大茧形、丰产型品种的特性。五龄遇高温多湿天气时要加强通风排湿。④上簇齐涌、营茧快，要提前做好簇室和簇具的准备工作。及时捉熟蚕上簇，上簇密度宜适当偏稀，以减少双宫茧的发生。上簇初期应注意保持簇室光线均匀，并及时提出浮蚕，另行上簇。注意簇中通风排湿。⑤蚕种浸酸标准如下：即时浸酸温度为 46.0℃，盐酸比重为 1.075，浸渍时间正交为 5.0 min，反交为 5.5 min；冷藏浸酸温度为 47.8℃，盐酸比重为 1.092，浸渍时间正交为 6.0 min，反交为 6.5 min。

参考文献

[1] 向仲怀. 中国蚕种学[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1995: 95-107
 [2] 沈兴家, 李奕仁, 缪梅如, 等. 夏秋用限性蚕品种秋·西×夏 D 的育成[J]. 蚕业科学, 1999, 25(4): 208-212
 [3] 杜周和, 刘俊凤, 张剑飞, 等. 夏秋用双限性家蚕品种 1303×1302 的选育[J]. 蚕业科学, 2007, 33(1): 121-124
 [4] 龚大刚. 家蚕限性品种在蚕种生产中的应用[J]. 四川蚕业, 2005, 33(2): 25-26
 [5] 王军, 王飞, 边侠玲, 等. 农药在桑树上单一施用与混合施用对家蚕残毒期的测定[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(28): 15632-15633
 [6] 郭海美, 蔡国祥, 吕同生. 60Co^γ射线治疗家蚕微粒子病的效果研究[J]. 江西农业学报, 2009, 21(6): 106-107, 111
 [7] 王晓芬, 王应和, 胡祥忠, 等. 灰蝇牛微孢子虫感染家蚕的研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(29): 16250-16261
 [8] 黄伍龙, 管帮富. 家蚕雄性品种引进试验及其应用前景分析[J]. 江西农业学报, 2000, 12(4): 41-43
 [9] 赵远, 吴阳春, 张健, 等. 家蚕耐热近等基因系的构建及分子标记育种技术的开发应用[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(36): 7983-7985, 8004

(上接第 3620 页)

吸收等有多种生理功能^[29]。虫草饲料添加剂饲喂蛋鸭 28 d 后, 试验和 I 组的鸭卵卵黄中卵磷脂含量分别提高了 5.13% 和 11.69%。虫草饲料添加剂能够促进蛋鸭对磷元素的吸收, 通过循环代谢, 使磷元素在蛋黄中富集, 进而提高卵黄中卵磷脂含量。

鸭蛋作为我国的传统食品, 深受消费者喜爱, 具有广阔的消费市场。利用“虫草欣康”喂养蛋鸭所生产的鸭蛋具有高蛋白、高卵磷脂、高免疫球蛋白和低胆固醇等优点。其营养丰富, 若长期食用, 可优化人体营养摄取比例, 有助提高人体免疫力、保护心脑血管, 具有较高的保健价值。

参考文献

[1] 赖国旗, 韦克, 张德纯, 等. 微生物饲料添加剂的现状与展望[J]. 中国微生物学杂志, 1996, 8(6): 58-60
 [2] 吴科榜, 梁振兴, 陈有益. 中草药制剂对蛋鸡产蛋性能及蛋的品质影响[J]. 养禽与禽病防治, 2009(4): 16-17
 [3] 孙杰, 王建设, 田亚威. 中草药饲料添加剂的应用现状[J]. 中国动物保健, 2010(2): 74-76
 [4] 柴建萍, 白兴荣, 谢道燕. 蛹虫草主要有效成分及其药理功效[J]. 云南农业科技, 2003(4): 22-23
 [5] 刘彦威, 刘娜, 刘利强. 冬虫夏草有效成分的研究进展[J]. 动物医学进展, 2004, 25(3): 51-53
 [6] 孙科峰, 石伟, 刘丽, 等. 蛹虫草子实体抗肿瘤作用的实验研究[J]. 辽宁中医杂志, 2004, 31(6): 520-521
 [7] 黄志江, 季旺, 李萍, 等. 人工虫草多糖降血糖作用及其机制研究[J]. 中国药科大学学报, 2002, 33(1): 51-54
 [8] 宾文, 宋丽艳, 于荣敏, 等. 人工培养蛹虫草多糖的抗炎及免疫作用研究[J]. 时珍国医国药, 2003, 14(1): 1-2
 [9] WE CW, JENN RH, YU Y L, et al. The apoptotic effect of cordycepin on human OECM1 oral cancer cell line[J]. Cancer Chemother Pharmacol, 2007, 60: 103-111

[10] JONG H K, HYUNG J S, TAE S A. Hot water extract from mycelia of *Cordyceps sinensis* as a substitute for antibiotic growth promoters[J]. Biotechnology Letters, 2003, 25: 585-590
 [11] 陈安徽, 吴海亮, 张吉贵, 等. 虫草饲料添加剂对肉仔鸡肌肉营养成分的影响[J]. 食品与发酵工业, 2007(5): 130-132
 [12] 王法盈, 张凤和, 刘宝法, 等. 蛹虫草和朴菇菌糠饲喂畜禽的效果试验研究[J]. 陕西农业科学, 2008(5): 47-48
 [13] 魏建忠, 张玮, 李郁, 等. 地顶孢霉培养物对保育仔猪生产性能及免疫水平的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2009, 36(2): 33-35
 [14] 任平国, 徐启红. 鸡卵黄免疫球蛋白(IgY)分离纯化的研究[J]. 现代食品科技, 2007, 23(11): 24-26
 [15] 李敏惠, 邹强, 杨淑霞, 等. 鸡卵黄抗体 IgY 的分离纯化及鉴定[J]. 生物学杂志, 2009, 26(6): 80-82
 [16] 吴晓英, 林影, 叶倩君, 等. 蛋黄卵磷脂的制备研究[J]. 食品科学, 2004, 25(5): 115-119
 [17] 芮于明. 家禽营养[M]. 2 版. 北京: 中国农业大学出版社, 2004
 [18] 张若寒, 石满仓. 植酸酶替代产蛋鸡饲料中磷酸氢钙的研究[J]. 中国饲料, 1996(21): 15-19
 [19] KAEWMANEE T, BENJAKUL S, VISESSANGUAN W. Changes in chemical composition, physical properties and microstructure of duck egg as influenced by salting[J]. Food Chemistry, 2009, 112(3): 560-569
 [20] 郭福存, 张礼华. 蛋黄中胆固醇含量的快速测定[J]. 中兽医医药杂志, 1997(1): 6-8
 [21] BRAGAGNOLLO N, RODRIGUEZ-AMAYA D B. Comparison of the cholesterol content of Brazilian chicken and quail eggs[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2003, 16: 147-153
 [22] 赵宗胜, 张红梅, 陈宏, 等. 辛伐他汀对鸡产蛋性能及蛋中胆固醇含量的影响[J]. 石河子大学学报: 自然科学版, 2009, 27(1): 42-45
 [23] 张建军, 徐洪利, 赵斐, 等. 虫草多糖结构及免疫功能研究进展[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(26): 12542-12544, 12594
 [24] 郁军, 袁爱泳, 刘元法. 磷脂的研究进展[J]. 西部粮油科技, 2000, 25(1): 26-29
 [25] 陈红, 张亿, 朱蓉. ICP-MS 法测定蛋黄卵磷脂中微量元素含量[J]. 药物分析杂志, 2010, 30(7): 1279-1281