

# 日粮中添加微量组分对鸡蛋胆固醇的影响

尹靖东, 齐广海, 霍启光

(中国农业科学院 饲料研究所, 北京 100081)

**[摘要]** 将216只105周龄北京红鸡, 随机分为6个处理, 每处理6个重复, 每重复6只鸡, 试验为期4周。试验组日粮分别添加125 mg/kg 铜、50 mg/kg 大蒜素、125 mg/kg 铜+50 mg/kg 大蒜素、1 mg/kg 吡啶羧酸铬和50 mg/kg 壳聚糖, 在一致背景下, 探讨日粮中添加铜、大蒜素、吡啶羧酸铬及壳聚糖对鸡蛋胆固醇的影响。结果表明: ①日粮中添加铜和大蒜素, 蛋黄胆固醇浓度(mg/g 蛋黄)分别下降6.7% ( $P>0.05$ )和11.0% ( $P<0.05$ ), 鸡蛋胆固醇含量(mg/枚)分别降低11.0%和9.1% ( $P<0.05$ )。②铜、大蒜素、有机铬、壳聚糖4种物质中, 铜降低鸡蛋胆固醇含量的作用最显著。蛋鸡采食含铜125 mg/kg 日粮4周, 在不影响产蛋率的情况下显著降低了鸡蛋胆固醇含量。③铜和有机铬均极显著降低了蛋鸡血浆总胆固醇( $P<0.01$ )、LDL-C ( $P<0.01$ )水平, 而且铜还显著升高了HDL-C水平( $P<0.05$ )。

**[关键词]** 鸡蛋; 胆固醇; 铜; 大蒜素; 吡啶羧酸铬; 壳聚糖

**[中图分类号]** S816.7; S831.5

**[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-2782(2001)03-013-06

膳食中的胆固醇与动脉粥样硬化的关系, 一直倍受医学界和消费者的关注。近30多年来, 消费者对膳食胆固醇的担心推动了畜牧业, 特别是蛋鸡养殖业降低鸡蛋中胆固醇含量的研究。目前国内外陆续有一些关于微量组分对胆固醇代谢具有调控作用的报道, 其中有关铜<sup>[1]</sup>、有机铬<sup>[2]</sup>、大蒜素<sup>[3]</sup>的文献相对较多。壳聚糖由自然界含量极为丰富的甲壳素脱乙酰制成, 有报道表明<sup>[4]</sup>, 壳聚糖能降低鸡蛋胆固醇。由于试验背景差异, 这几种物质降低鸡蛋胆固醇的效果如何, 没有可比性。本试验在一致背景下, 通过分析总结前人报道, 分别选择各种微量组分作用最显著的剂量作为本试验的添加量, 研究这几种物质降低鸡蛋胆固醇的效果。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

选用硫酸铜( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 含铜量21.63%)、大蒜素(allitridum, 15%)、壳聚糖(98%, 50%脱乙酰)、吡啶羧酸铬(1%)。

### 1.2 试验动物及分组

选择产蛋率和体重相近的经强制换羽的216只105周龄北京红鸡, 随机分为6个处理, 每处理6个

重复, 每重复6只鸡。预试期1周, 正式试验从105周龄持续至109周龄, 为期4周。以玉米—豆粕—棉粕为基础料, 试验基础日粮见表1。试验组日粮中分别添加125 mg/kg 铜、50 mg/kg 大蒜素、125 mg/kg 铜+50 mg/kg 大蒜素、1 mg/kg 吡啶羧酸铬和50 mg/kg 壳聚糖。

### 1.3 饲养管理

采用密闭式鸡舍, 三层立体笼养, 同一列3个笼为一个重复单位, 每笼(30 cm × 45 cm)分配两只蛋鸡, 同一处理各重复均匀分布于鸡舍。鸡舍温度12~15℃, 湿度50%~65%。白天为自然光照, 早晚辅以人工照明, 每日恒定光照为16 h, 光照度为14 lx。饲喂干粉料, 自由采食、饮水。按常规防疫程序进行防疫和鸡舍消毒。

### 1.4 样品的采集与制备

每日以重复为单位, 记录产蛋数、产蛋量、破壳及软壳蛋数(总产蛋数减去破壳和软壳蛋数, 计算产蛋率), 最后以重复为单位, 统计全程料蛋比、产蛋率。试验结束时每重复随机选2只鸡前腔静脉采血, 离心后制备血浆(肝素钠抗凝), 用于血浆指标分析。然后蛋鸡屠宰取肝脏样, 用编号的硫酸纸包好(室温-6℃), 立即转移到实验室, -30℃冷冻保存。上

**[收稿日期]** 2000-12-05

**[基金项目]** 国家“九五”攻关项目(99-009-02-05); 国家自然科学基金资助项目(39670540)。

**[作者简介]** 尹靖东(1970—), 男(蒙古族), 内蒙古阿巴嘎旗人, 讲师, 博士, 主要从事单胃动物营养、营养调控及新型饲料添加剂的研究和开发。现在西北农林科技大学工作。

述每重复内 2 只鸡的样品合二为一用于分析。试验结束后 2 d 内,每重复取 3 枚蛋,沸水中煮 6 min,分离蛋黄,搅拌均匀, -30 °C 冷冻保存。

表 1 北京红鸡基础日粮组成及营养水平

Table 1 Composition and nutrient content of basal diet

原料 Ingredient	配比/(g · kg <sup>-1</sup> ) Formula	营养水平 Nutrient level	
玉米 Corn	606.0	表观代谢能/(MJ · kg <sup>-1</sup> ) AME	10.94
豆粕 Soybean meal	207.0	* 粗蛋白/(g · kg <sup>-1</sup> ) Crude protein	176.0
棉粕 Cottonseed meal	80.0	* 钙/(g · kg <sup>-1</sup> ) Calcium	34.2
磷酸氢钙 Calcium phosphate	18.0	* 总磷/(g · kg <sup>-1</sup> ) Total phosphorus	6.5
石粉 Limestone	80.0	有效磷/(g · kg <sup>-1</sup> ) Available phosphorus	4.5
微量元素预混料 Mineral premix <sup>1</sup>	2.0	赖氨酸/(g · kg <sup>-1</sup> ) Lys	7.8
维生素预混料 Vitamine premix <sup>2</sup>	0.2	蛋氨酸/(g · kg <sup>-1</sup> ) Met	3.3
氯化胆碱(50%) Choline chloride	2.4	含硫氨基酸/(g · kg <sup>-1</sup> ) SAA	6.4
DL-蛋氨酸 DL-methionine	0.7		
食盐 Sodium chloride	3.7		
合计 Total	1 000		

注: \* 为实测值。每千克全价料中添加量为 Cu 4.0, Fe 40, Mn 48, Zn 40, I 0.15, Se 0.31, V<sub>A</sub> 7 800 IU, V<sub>D</sub> 2 100 IU, V<sub>E</sub> 15 IU, V<sub>K</sub> 2.55 mg, B<sub>1</sub> 0.98 mg, B<sub>2</sub> 8.00 mg, B<sub>12</sub> 0.006 mg, niacin 20.00 mg, folacin 0.97 mg, pantothenic calcium 6.00 mg, biotin 0.12 mg。

Note: \* means determined value. Per kilogram completed feed including (mg/kg): Cu 4.0, Fe 40, Mn 48, Zn 40, I 0.15, Se 0.31, V<sub>A</sub> 7 800 IU, V<sub>D</sub> 2 100 IU, V<sub>E</sub> 15 IU, V<sub>K</sub> 2.55 mg, B<sub>1</sub> 0.98 mg, B<sub>2</sub> 8.00 mg, B<sub>12</sub> 0.006 mg, niacin 20.00 mg, folacin 0.97 mg, pantothenic calcium 6.00 mg, biotin 0.12 mg。

### 1.5 测定指标和方法

(1) 生产性能指标 淘汰体重、产蛋率、蛋重、采食量、料蛋比;

(2) 鸡蛋指标 蛋重、蛋黄重;

(3) 血浆甘油三酯 采用 GPO-PAP 试剂盒法, 用 TECHNICON RA-1000TM 生化自动分析仪测定;

(4) 血浆总胆固醇(TC) CHOD-PAP 试剂盒法, 用 TECHNICON RA-1000TM 生化自动分析仪测定;

(5) 低密度脂蛋白(LDL-C) 聚乙烯硫酸盐(PVS)一步沉淀法, 用 TECHNICON RA-1000TM 生化自动分析仪测定;

(6) 高密度脂蛋白(HDL-C) 在血浆中加入一定量沉淀剂, 使血浆和沉淀剂的混合物分成上清液和沉淀两部分, 上清液中含有 HDL-C, 用酶法测定上清液中胆固醇含量即为 HDL-C 含量。测定仪器为 TECHNICON RA-1000TM 生化自动分析仪;

(7) 鸡蛋胆固醇 鸡蛋胆固醇用蛋黄胆固醇浓度和鸡蛋胆固醇含量两个指标来表示, 所谓蛋黄胆固醇浓度即指每克蛋黄中胆固醇的含量, 鸡蛋胆固醇含量是指每枚鸡蛋中胆固醇的含量。本文采用目前国际上较为通用的气相色谱法, 以 5 $\alpha$ -胆固醇为内标。样品预处理参照 Jiang 等<sup>[5]</sup>的方法, 测定条件参照文献<sup>[6]</sup>的胆固醇测定法, 在提取技术方面加以改进。测定色谱条件: HP-5 毛细管柱, 柱长 30 m, 内径 0.32 mm。初始柱温 250 °C, 保持 8 min, 然后线

性升温至 260 °C (1 °C/min), FID 检测器, 检测器温度 300 °C, 衰减为 5。载气为高纯 N<sub>2</sub>, 流速 41.3 mL/min, 空气流速 397 mL/min, 分流比 74:1。

### 1.6 统计分析

采用 SAS 6.12 程序包 ANOVA 模型对各指标进行单因素方差分析, 多重比较用 DUNCAN 法。

## 2 结果与讨论

### 2.1 对蛋鸡生产性能的影响

日粮中添加大蒜素、铜、有机铬、壳聚糖对蛋鸡的产蛋率没有显著影响 ( $P=0.8820$ ) (表 2), 但大蒜素+铜处理组和有机铬处理组的产蛋率比对照组分别提高了 7.9% 和 5.2%, 有提高产蛋率的趋势。各处理组对蛋重 ( $P=0.8469$ )、饲料转化率(料/蛋) ( $P=0.2247$ ) 无显著影响。有机铬有改善饲料转化率的趋势 (+6.5%), 大蒜素和大蒜素+铜两组的料蛋比较差, 可能是蛋鸡将养分较多地用于体重增加导致的(表 3)。目前相当多的研究认为, 高水平铜对蛋鸡产蛋性能有不利影响。Ankari 等<sup>[7]</sup>报道, 日粮中添加 50 mg/kg 铜对蛋鸡产蛋性能没有影响, 但添加 150 mg/kg 和 250 mg/kg 铜, 饲喂 4 周, 产蛋率显著降低 ( $P<0.01$ ), 而且随着日粮铜水平的升高, 产蛋率线性下降。本研究日粮中添加 125 mg/kg 铜饲喂 4 周, 对蛋鸡生产性能没有负面影响, 与前人报道<sup>[1]</sup>一致。由此推断, 实用日粮中添加 125~150 mg/kg 铜有可能存在一个拐点, 拐点以下对产蛋性能没有影响, 而拐点以上则影响产蛋性能。

表 2 日粮中添加大蒜素、铜、吡啶羧酸铬、壳聚糖对蛋鸡生产性能的影响

Table 2 Effects of dietary allitridum, Cu, Gr picolinate and chitosan on layer's performance

处理 Treatment	产蛋率/% Egg Production	蛋重/g Egg weight	耗料量/g Feed intake	料蛋比 Feed/egg	处理 Treatment	产蛋率/% Egg Production	蛋重/g Egg weight	耗料量/g Feed intake	料蛋比 Feed/egg
对照组 Control	56.94 <sup>a</sup>	68.91 <sup>a</sup>	130.45 <sup>abc</sup>	3.36 <sup>ab</sup>	吡啶羧酸铬 Gr picolinate	59.92 <sup>a</sup>	70.84 <sup>a</sup>	130.55 <sup>abc</sup>	3.14 <sup>b</sup>
大蒜素 Allitridum	55.02 <sup>a</sup>	70.47 <sup>a</sup>	131.80 <sup>ab</sup>	3.80 <sup>a</sup>	壳聚糖 Chitosan	56.05 <sup>a</sup>	69.69 <sup>a</sup>	125.89 <sup>bc</sup>	3.28 <sup>ab</sup>
铜 Cu	56.46 <sup>a</sup>	69.36 <sup>a</sup>	123.41 <sup>c</sup>	3.25 <sup>ab</sup>	标准误 SEM	10.35	3.036	7.094	0.491
大蒜素+铜 Allitridum+Cu	61.41 <sup>a</sup>	70.74 <sup>a</sup>	136.90 <sup>a</sup>	3.57 <sup>ab</sup>					

注:同列内肩标无相同字母者差异显著( $P < 0.05$ ),下表同。

Note, Means within a column with no common superscript differ significantly ( $P < 0.05$ ).

Robbins 等<sup>[8]</sup>指出,日粮中添加高水平的铜对蛋鸡生产性能的负面影响,是因为高水平铜增加了鸡对含硫氨基酸的需要量,而不单是降低采食量的问题。铜与蛋氨酸有颌颌关系,Wang 等<sup>[9]</sup>指出,日粮中补充高水平蛋氨酸可以克服药理水平的铜( $\geq 250$  mg/kg)带来的负作用。本试验基础日粮蛋氨酸含量为 3.3 mg/g,日粮添加 125 mg/kg 铜,饲喂 4 周,对产蛋率没有表现出负作用,表明日粮蛋氨酸水平满足添加 125 mg/kg 铜时蛋鸡对蛋氨酸的

需要量。

### 2.2 对肝脏重和肝指数的影响

试验各处理间肝脏重( $P = 0.85$ )、肝指数( $P = 0.85$ )没有显著差异(表 3),表明试验蛋鸡的消化代谢机能没有发生特殊变化;大蒜素、大蒜素+铜和有机铬 3 个处理组的淘汰体重分别比对照组提高了 10.2%, 9.6% 和 9.1%,而蛋鸡试验始重差异不显著( $P > 0.05$ ),说明大蒜素、有机铬有增加体重的趋势,这与肉鸡上的报道<sup>[10]</sup>相似。

表 3 日粮添加大蒜素、铜、有机铬、壳聚糖对蛋鸡淘汰体重、肝重、肝指数(肝/体)的影响

Table 3 Effect of dietary allitridum, Cu, Gr picolinate and chitosan on body weight, liver weight and liver index (liver/body) of spent hens

处理 Treatment	淘汰体重/kg Spent hen BW	肝重/g Liver weight	肝指数/% Liver index	处理 Treatment	淘汰体重/kg Spent hen BW	肝重/g Liver weight	肝指数/% Liver index
对照组 Control	2.04 <sup>c</sup>	30.92 <sup>a</sup>	1.52 <sup>a</sup>	吡啶羧酸铬 Gr picolinate	2.22 <sup>ab</sup>	32.92 <sup>a</sup>	1.48 <sup>a</sup>
大蒜素 Allitridum	2.25 <sup>a</sup>	32.00 <sup>a</sup>	1.42 <sup>a</sup>	壳聚糖 Chitosan	2.10 <sup>bc</sup>	33.33 <sup>a</sup>	1.58 <sup>a</sup>
铜 Cu	2.17 <sup>abc</sup>	30.67 <sup>a</sup>	1.42 <sup>a</sup>	标准误 SEM	0.118	4.596	0.226
大蒜素+铜 Allitridum+Cu	2.23 <sup>ab</sup>	30.75 <sup>a</sup>	1.40 <sup>a</sup>				

### 2.3 对蛋鸡血脂的影响

由表 4 可见,高铜组(125 mg/kg)极显著地降低了血浆总胆固醇( $P < 0.01$ ),降低幅度为 36.1%,证实高剂量铜有降低血浆总胆固醇的作用,这与前人<sup>[7,10]</sup>结论一致。日粮中添加有机铬极显著降低血浆总胆固醇( $P < 0.01$ ),与 Kim 等<sup>[11]</sup>结果基本一致。高铜组和有机铬两组均极显著降低了低密度脂蛋白 LDL-C( $P < 0.01$ ),降低幅度分别为 60.6% 和 68.2%。此外高铜组还显著升高了高密度脂蛋白 HDL-C( $P < 0.05$ ),与 Bakalli 等<sup>[3]</sup>的结论一致。两

组血浆甘油三酯水平分别降低 25.3% 和 28.4%,但由于个体间血脂水平差异较大,经检验差异不显著。

临床上,血浆甘油三酯、总胆固醇、LDL-C 水平越高, HDL-C 越低,越易导致动脉粥样硬化;相反血浆甘油三酯、胆固醇、LDL-C 水平越低,而 HDL-C 越高,越不易发生动脉粥样硬化。如果将 4 项指标按照与动脉粥样硬化发生概率的关系依次评分,分高者易于引发动脉粥样硬化,分低者反之,可以发现高铜组 4 项血脂指标的综合评分最低,有机铬其次。

表 4 日粮中添加大蒜素、铜、有机铬、壳聚糖对蛋鸡血浆生化指标的影响

Table 4 Effect of allitridum, Cu, Gr picolinate and chitosan supplementation on plasma index of layers (mg · dL<sup>-1</sup>)

处理 Treatment	甘油三酯 Trigly- ceride	胆固醇 Chole- sterol	低密度 脂蛋白 LDL-C	高密度 脂蛋白 HDL-C	处理 Treatment	甘油三酯 Trigly- ceride	胆固醇 Chole- sterol	低密度 脂蛋白 LDL-C	高密度 脂蛋白 HDL-C
对照组 Control	461.60 <sup>b</sup>	82.60 <sup>a</sup>	54.80 <sup>a</sup>	8.40 <sup>b</sup>	吡啶羧酸铬 Gr picolinate	330.60 <sup>b</sup>	45.60 <sup>b</sup>	17.40 <sup>c</sup>	6.80 <sup>b</sup>
大蒜素 Allitridum	421.80 <sup>b</sup>	83.20 <sup>a</sup>	47.60 <sup>a</sup>	5.60 <sup>b</sup>	壳聚糖 Chitosan	679.60 <sup>a</sup>	76.00 <sup>a</sup>	50.40 <sup>a</sup>	6.00 <sup>b</sup>
大蒜素+铜 Allitridum+Cu	471.00 <sup>b</sup>	73.00 <sup>a</sup>	40.80 <sup>a</sup>	8.80 <sup>ab</sup>	标准误 SEM	150.95	13.51	3.91	4.36
铜 Cu	344.80 <sup>b</sup>	52.80 <sup>b</sup>	21.60 <sup>bc</sup>	14.20 <sup>a</sup>					

## 2.4 对鸡蛋胆固醇的影响

Pesti 等<sup>[1]</sup>认为,添加 125 mg/kg 铜,4 周即可显著降低蛋黄胆固醇的浓度( $P < 0.05$ )。Konjufca 等<sup>[12]</sup>曾报道了大蒜素降低肉鸡体组织胆固醇,但有关大蒜素对鸡蛋胆固醇影响的研究则甚少。由表 5 可见,本试验中无论铜还是大蒜素降低蛋黄胆固醇浓度均未达到 Pesti 等<sup>[1]</sup>报道的程度,这可能与两个试验测定蛋黄胆固醇所用的方法不同有关。Pesti 等<sup>[1]</sup>采用比色法,本试验采用气相色谱法。Jiang 等<sup>[13]</sup>比较了蛋黄胆固醇测定的比色法、酶法、液相色谱法和气相色谱法,指出比色法测得结果与后 3 种方法测得值相比偏高。本试验在相同背景下,考察了 4 种添加物及一个添加物组合对鸡蛋胆固醇的调控作用,试验为期 4 周,发现铜和大蒜素对蛋黄胆固醇浓度的调控作用较强。与对照组相比,大蒜素处理组蛋黄胆固醇的浓度显著降低了 11.0% ( $P < 0.05$ ),铜处理组蛋黄胆固醇的浓度降低了 6.7% ( $P > 0.05$ )。大蒜素增加了蛋黄重( $P < 0.05$ ),所以在降低由蛋黄胆固醇浓度和蛋黄重共同决定的鸡蛋胆固醇含量时,大蒜素的效果反而不及铜。铜显著降低了鸡蛋胆固醇含量( $P < 0.05$ ),降低幅度为 11.0%,这一结果与 Pesti 等<sup>[1]</sup>的报道相似。大蒜素也显著降低了鸡蛋中胆固醇含量( $P < 0.05$ ),降低幅度为 9.1%。Ankari 等<sup>[7]</sup>报道,日粮中添加铜对蛋黄胆固醇的影响随着试验期的延长而增强,这揭示了日粮中添加微量物质对鸡蛋中胆固醇的影响,是一个受时间因素影响的过程。

表 5 日粮中添加大蒜素、铜、吡啶羧酸铬、壳聚糖对鸡蛋胆固醇含量的影响

Table 5 Effect of dietary allitridum, Cu, Gr picolinate and chitosan on cholesterol content of eggs

处 理 Treatment	蛋黄胆固醇/ (mg · g <sup>-1</sup> ) Cholesterol	蛋黄/g Yolk weight	鸡蛋胆固醇 /(mg · 枚 <sup>-1</sup> ) Cholesterol	处 理 Treatment	蛋黄胆固醇/ (mg · g <sup>-1</sup> ) Cholesterol	蛋黄/g Yolk weight	鸡蛋胆固醇 /(mg · 枚 <sup>-1</sup> ) Cholesterol
对照组 Control	11.998 <sup>a</sup>	18.19 <sup>b</sup>	227.69 <sup>a</sup>	吡啶羧酸铬 Gr picolinate	11.757 <sup>a</sup>	18.35 <sup>ab</sup>	224.95 <sup>a</sup>
大蒜素 Allitridum	10.683 <sup>b</sup>	19.69 <sup>a</sup>	206.91 <sup>b</sup>	壳聚糖 Chitosan	11.460 <sup>ab</sup>	18.30 <sup>ab</sup>	229.23 <sup>a</sup>
大蒜素+铜 Allitridum+Cu	11.440 <sup>ab</sup>	19.15 <sup>ab</sup>	215.05 <sup>ab</sup>	标准误 SEM	0.750 4	1.193 3	11.748
铜 Cu	11.197 <sup>ab</sup>	18.24 <sup>b</sup>	202.73 <sup>b</sup>				

日粮中添加吡啶羧酸铬,降低了血浆胆固醇水平,但蛋黄胆固醇浓度和鸡蛋胆固醇含量却未下降,这表明血浆胆固醇水平与蛋黄胆固醇浓度、鸡蛋胆固醇含量的相关性并不强( $r = -0.186 7$ ,  $r = 0.153 6$ ,  $P > 0.05$ )。与大蒜素、有机铬、壳聚糖相比,铜降低鸡蛋胆固醇和调节血脂的作用最强,但日粮中添加药理剂量的铜是否会造成鸡蛋中(主要是蛋黄中)铜含量的增加,以及是否由此会加速蛋黄氧

化,使蛋黄中引起动脉粥样硬化的主要成分——氧化胆固醇的形成量增加,则值得进一步深入研究。

日粮中高水平的铜对机体胆固醇的调节作用一直倍受关注。Klevay<sup>[14]</sup>认为,Cu<sup>2+</sup>相对缺乏和绝对缺乏,特别是 Zn<sup>2+</sup>/Cu<sup>2+</sup>比例高,导致高胆固醇血症。Lei<sup>[15]</sup>指出,铜缺乏导致高胆固醇血与动物种类无关,是一种普遍现象。Kim 等<sup>[11]</sup>认为,高水平铜降低肝谷胱甘肽的合成,并最终降低胆固醇的合成。Valsala 等<sup>[16]</sup>在小鼠上的研究表明,谷胱甘肽通过调节  $\beta$ -羟基- $\beta$ -甲戊二酸单酰辅酶 A 还原酶的活性来调控胆固醇的合成。Pearce 等<sup>[17]</sup>报道,日粮中添加铜,能降低血脂、17- $\beta$  雌二酮和肝内脂类合成酶系的活性,使家禽生殖生理和脂类代谢发生变化。Chi 等<sup>[18]</sup>报道,大蒜增加小鼠粪中性固醇和酸性固醇。Qureshi 等<sup>[19]</sup>报道,大蒜显著降低肝  $\beta$ -羟基- $\beta$ -甲戊二酸单酰辅酶 A 还原酶、7 $\alpha$ -胆固醇羟化酶和脂肪酸合成酶活性,磷酸戊糖途径关键酶活也显著降低,表明磷酸戊糖途径运转速度下降。大蒜的活性成分为大蒜素。Konjufca 等<sup>[12]</sup>报道,大蒜和铜调节机体脂肪和胆固醇代谢的机理不同。大蒜能显著降低  $\beta$ -羟基- $\beta$ -甲戊二酸单酰辅酶 A 还原酶活性,而铜显著降低脂肪酸合成酶活性,铜和大蒜都显著降低 7 $\alpha$ -胆固醇羟化酶活性。但铜和大蒜素组合对鸡蛋胆固醇含量和蛋黄胆固醇浓度却没有影响,这表明铜和大蒜素在降低鸡蛋胆固醇含量、浓度方面有颉颃作用。壳聚糖、有机铬未能有效降低鸡蛋胆固醇,这一结果与前人报道不一致,可能是本试验受试期短或其他原因。

## 3 结 论

(1)日粮中添加 125 mg/kg 铜和 50 mg/kg 大蒜素,蛋黄胆固醇浓度(mg/g 蛋黄)分别下降 6.7% ( $P > 0.05$ )和 11.0% ( $P < 0.05$ );铜有降低蛋黄重的趋势( $P > 0.05$ ),大蒜素则显著增加了蛋黄重

( $P < 0.05$ )。

(2)日粮中添加 125 mg/kg 铜和 50 mg/kg 大蒜素均显著降低鸡蛋胆固醇含量( $P < 0.05$ ),降低幅度分别为 11.0%和 9.1%。铜、大蒜素、有机铬、壳聚糖 4 种物质中,铜降低鸡蛋胆固醇含量的作用最

强。

(3)铜和有机铬均能极显著降低蛋鸡血浆总胆固醇( $P < 0.01$ )、LDL-C( $P < 0.01$ )水平,而且铜还显著升高了 HDL-C 水平( $P < 0.05$ )。

### [参考文献]

- [1] Pesti G M, Bakalli R I. Studies on the effect of feeding cupric sulfate pentahydrate to laying hens on egg cholesterol content [J]. Poultry Science, 1998, (77): 1540—1545.
- [2] Devegogwa G, Yeswanth K L. Effect of dietary chromium content on abdominal fat, cholesterol and high-density lipoprotein content of broilers[A]. Alltech Bulletin[C], 1997. (Enclosure code, 44. 107. ).
- [3] Bakalli R I, Pesti G M, Ragland W L, et al. Dietary copper in excess of nutritional requirement reduces plasma and breast muscle cholesterol of chickens[J]. Poultry Science, 1995, (74): 360—365.
- [4] 张丽英, 王宝维, 阎桂玲, 等. 壳聚糖对产蛋鸡血清和蛋黄胆固醇含量的影响[J]. 饲料研究, 1998, (10): 31—32.
- [5] Jiang Z, Sim J S. Research Note, Effect of feeding egg yolk powder on the plasma and tissue cholesterol levels in rats[J]. Poultry Science, 1991b, (70): 401—403.
- [6] GB 9695-1990, 肉与肉制品胆固醇含量测定[S].
- [7] Ankari A A, Najib H, Hozab A A. Yolk and serum cholesterol and production traits, as affected by incorporating a supraoptimal amount of copper in the diet of the leghorn hen[J]. British Poultry Science, 1998, (39): 393—397.
- [8] Robbins K R, Baker D H. Effect of sulfur amino acid level and source on the performance of chicks fed high levels of copper[J]. Poultry Science, 1980, (59): 1246.
- [9] Wang J S, Rogers S R, Pesti G M. Influence of copper and sulfate on copper and substitution of and antagonism between methionine and copper supplements to chick diets[J]. Poultry Science, 1987, (65): 1500—1507.
- [10] Pesti G M, Bakalli R I. Studies on the feeding of cupric sulfate pentahydrate and cupric citrate to broiler chickens[J]. Poultry Science, 1996, (75): 1086—1091.
- [11] Kim S, Chao P Y, Allen G D A. Inhibition of elevated hepatic glutathione abolishes copper deficiency cholesterolemia[J]. Faseb J, 1992, (6): 2467—2471.
- [12] Konjufca V H, Pesti G M, Bakalli R I. Modulation of cholesterol levels in broiler meat by dietary garlic and copper[J]. Poultry Science, 1997, (76): 1264—1271.
- [13] Jiang Z, Mirjana F, Sim J S. Comparison of four different Methods for egg cholesterol determination[J]. Poultry Science, 1990, (70): 1015—1019.
- [14] Klevay L M. Hypercholesterolemia in rats by an increase in the ratio of zinc to copper ingested[J]. Am J Clin Nutr, 1973, (26): 1060—1068.
- [15] Lei K Y. Dietary copper, cholesterol and lipoprotein metabolism[J]. Annu Rev Nutr, 1991, (11): 265—283.
- [16] Valsala P, Kurup P A. Investigations on the mechanism of hypercholesterolemia observed in copper deficiency in rats[J]. J Biosci(Bangalore), 1987, (12): 137—142.
- [17] Pearce J, Jackson N, Stevenson M H. The effects of dietary intake and of dietary concentration of copper sulfate on the laying domestic fowl, Effects of some aspects of lipid, carbohydrate and amino acid metabolism[J]. Br Poultry Science, 1983, (24): 337—348.
- [18] Chi M S, Koh E T, Stewart T J. Effects of garlic on lipid metabolism in rats fed cholesterol or lard[J]. J Nutr, 1982, (112): 241—248.
- [19] Qureshi A A, Din Z Z, Aburmeileh N, et al. Suppression of Avian hepatic lipid metabolism by solvent extracts of Garlic, Impact on serum lipids[J]. J Nutr, 1983, (113): 1756—1755.

## Effects of dietary additives on egg yolk cholesterol content

YIN Jing-dong, QI Guang-hai, HUO Qi-guang

(Feed Reseach Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** A trail was conducted with a duration of four weeks to investigate the influences of dietary Cu (from  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), garlic, Cr picolinate, chitosan on cholesterol content in the egg yolk. 216 Beijing Red laying hens of 105-week-age, were randomly divided into six group and was fed with 125 mg/kgCu, 50 mg/kg garlic, 125 mg/kg Cu+50 mg/kg garlic, 1 mg/kg Cr picolinate and 50 mg/kg chitosan respectively. Per group had six replicates, which consisted of six layers. The result suggested: 1. Egg yolk cholesterol concentration (mg/g egg yolk) were decreased by 6.7% ( $P>0.05$ ) and 11.0% ( $P<0.05$ ) respectively by commercial diet supplemented with Cu and garlic. 2. The effect of dietary Cu's reducing egg yolk cholesterol content (mg/egg) is the most significant among four dietary supplementation (Cu, garlic, Cr picolinate and chitosan). At the same time, the egg production was not influenced by supplementation of Cu. 3. Both plasma cholesterol contents and LDL-C level in layer were significantly decreased by dietary Cu and Cr picolinate respectively ( $P<0.01$ ). HDL-C level was increased significantly by adding dietary Cu.

**Key words:** egg; cholesterol; Cu; garlic; Cr picolinate; chitosa

### 本刊荣获首届《中国学术期刊(光盘版) 检索与评价数据规范》执行评比优秀奖

作为全国乃至世界最大的集成化期刊全文数据库,中国学术期刊检索与评价数据库的建设和推广得到了中宣部、新闻出版署、国家科技部的肯定和支持。为了促进这一信息资源库的建设和开发利用,推进期刊编排的标准化、正规化,1997年新闻出版署在专家评审的基础上审定并发布了《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》(以下简称《规范》)。为了推进《规范》的贯彻实施,在中宣部、新闻出版署、科技部、教育部的大力支持和指导下,2000年10月中国学术期刊(光盘版)编辑委员会组织进行了首届《规范》执行评优活动。在参评的2000多种期刊中,包括本刊在内的600余种期刊获《规范》评比优秀奖。评定认为本刊“主要规范数据达到标准要求”,这标志着本刊在学术期刊的标准化、规范化方面又上了一个新的台阶。

(温小平 供稿)