

褐壳与绿壳鸡胚蛋特色营养物质的含量变化

聂露, 牛伟贺, 张 扬, 张 磊, 龙博文, 贺彦昭, 牟维豪, 董正江, 杜晓惠*
(四川农业大学动物科技学院, 四川 成都 611130)

摘 要: 根据比色法原理, 采用酶标仪对2个品种鸡胚蛋中的胆固醇、卵磷脂、VE含量进行测定。与0胚龄相比, 胆固醇呈明显下降趋势, 5~12胚龄降幅最大, 12胚龄后保持稳定; 卵磷脂含量无显著性变化; VE含量逐渐增加, 到12胚龄均增加了4倍, 之后保持稳定。2个品种相比, 入孵前绿壳蛋中胆固醇含量为褐壳蛋的79.37%, 极显著低于褐壳蛋 ($P < 0.01$); 孵化至12胚龄后, 2个品种的胆固醇含量差异不显著 ($P > 0.05$); 绿壳蛋中的VE无论是在入孵前还是在孵化后期均极显著高于褐壳蛋 ($P < 0.01$); 绿壳鸡胚蛋中的卵磷脂含量与褐壳蛋相比差异不显著 ($P > 0.05$)。总体看来, 随着孵化日龄的增加, 2个品种鸡胚蛋中的同种营养成分的变化趋势一致; 在12胚龄后胆固醇大大降低, VE含量显著增加, 且卵磷脂含量丰富, 具有更高的食用价值。

关键词: 褐壳鸡蛋; 绿壳鸡蛋; 鸡胚蛋; 胆固醇; 卵磷脂; VE

Variations in Special Nutrient Contents of Green-Shelled Embryonated Chicken Eggs and Brown-Shelled Embryonated Chicken Eggs

NIE Lu, NIU Weihe, ZHANG Yang, ZHANG Lei, LONG Bowen, HE Yanzhao, MOU Weihao, DONG Zhengjiang, DU Xiaohui*
(College of Animal Science and Technology, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China)

Abstract: The contents of cholesterol, lecithin and vitamin E in green-shelled embryonated chicken eggs and brown-shelled embryonated chicken eggs were determined colorimetrically with a microplate reader. The data showed that the cholesterol level was decreased significantly with prolonging incubation time showing the maximal decline between days 5 and 12. After day 12, the cholesterol level remained constant. Lecithin level showed no significant change. Vitamin E content was gradually increased, until day 12 it was about 4 folds higher than that on day 0 and thereafter, its maximum level was maintained. At day 0, the cholesterol content of green-shelled embryonated chicken eggs was significantly lower ($P < 0.01$) and was 79.37% as compared to the brown-shelled ones, while after days 12, there was no significant difference between them ($P > 0.05$). Regardless of hatching, vitamin E content of green-shelled embryonated chicken eggs was extremely significantly higher than that of the brown-shelled ones ($P < 0.01$). Lecithin content of green-shelled embryonated chicken eggs was not significantly different from that of the brown-shelled ($P > 0.05$). These results indicated that the same nutrients in two kinds of embryonated eggs shared the consistent trend and that the embryonated chicken eggs after 12 days of incubation was more suitable for human consumption because of the lower level of cholesterol, the significantly higher content of vitamin E and the abundance of lecithin.

Key words: brown-shelled chicken eggs; green-shelled chicken eggs; embryonated eggs; cholesterol; lecithin; vitamin E

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201602025

中图分类号: S879.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2016) 02-0142-05

引文格式:

聂露, 牛伟贺, 张 扬, 等. 褐壳与绿壳鸡胚蛋特色营养物质的含量变化[J]. 食品科学, 2016, 37(2): 142-146. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201602025. <http://www.spkx.net.cn>

NIE Lu, NIU Weihe, ZHANG Yang, et al. Variations in special nutrient contents of green-shelled embryonated chicken eggs and brown-shelled embryonated chicken eggs[J]. Food Science, 2016, 37(2): 142-146. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201602025. <http://www.spkx.net.cn>

收稿日期: 2015-04-29

基金项目: 四川农业大学大学生创新性试验项目 (04060503)

作者简介: 聂露 (1993—), 女, 硕士研究生, 研究方向为动物遗传育种与繁殖。E-mail: eden654330@163.com

*通信作者: 杜晓惠 (1970—), 女, 教授, 博士, 研究方向为鸡的遗传育种与繁殖。E-mail: 283681193@qq.com

鸡胚蛋是受精鸡蛋孵化至一定天数后, 还未破壳的鸡蛋。鸡胚蛋味道鲜美, 营养成分丰富, 据《本草纲目》记载: “鸡胚蛋有治头痛、偏头痛、头疯病及四肢疯瘴之功能, 童叟弱者常食之, 有健脾胃作用, 遂而起到强身健体之功效”^[1]。在我国南方以及日本、韩国和东南亚等一些国家的民间, 鸡胚蛋常被作为保健食品。孵化期间, 随着鸡胚的不断生长和发育, 其营养物质发生了一系列的生物代谢和转化。有研究^[2]表明, 随着鸡胚的不断生长和发育对人体有利的物质在增加, 如蛋白质、氨基酸增加1%以上, 牛磺酸增加近20倍, 无机盐中的钙增加6倍多, 磷增加80%, 铁增加40%, VA增加1倍, VB₁增加3倍, VE增加100倍, 溶菌酶活性增加1倍, 亚油酸增加1倍, 而对人体不利的脂肪含量下降50%, 胆固醇下降5.5倍, 这对人体营养保健和防病治病有着重要作用。近年来, 在我国江浙一带已形成了鸡胚蛋深加工产业, 并且有多种胚蛋产品申请了保健品专利^[3-4]。

目前关于鸡胚蛋食用方面的研究相对较少, 已有的一些报道多限于鸡胚蛋中某一种或多种营养成分如水分、VE、氨基酸、免疫蛋白等在孵化过程中的变化研究, 对于不同品种的鸡胚蛋在孵化期间的营养物质变化及差异研究还较少。特别是市场上销售火热的我国独特的绿壳鸡蛋, 其营养物质在孵化过程中的变化研究具有很重要的现实意义。本研究选用褐壳鸡胚蛋和绿壳鸡胚蛋作为实验材料, 基于比色法原理采用酶标仪微量法^[5]测定孵化过程中胆固醇、卵磷脂和VE的含量变化, 探讨不同胚龄和品种间这些营养物质的变化规律, 为生产上选择合适胚龄的鸡胚蛋类产品提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

绿壳种鸡蛋与褐壳种鸡蛋各120枚, 分别由四川农业大学育种场的东乡黑羽绿壳蛋鸡和二郎山山地鸡所产。选择健康, 正常生产的种鸡, 分养在同一鸡舍的3层阶梯笼中, 采用相同的饲养管理, 选择40周龄、大小均匀的实验蛋。

1.2 仪器与设备

EIF/CDM4200全自动孵化机 青岛兴仪电子设备有限责任公司; FSH-2A高速匀浆机 金坛市白塔新宝仪器厂; 16R冷冻高速离心机 赛默飞世尔科技(中国)有限公司; BS124S 1/10 000分析天平 北京赛利斯天平有限公司; Varioskan Flash酶标仪 北京昊诺斯科技有限公司。

1.3 方法

1.3.1 样品制备

将实验蛋同机孵化。孵化条件: 1~17 d孵化温度为37.8℃, 相对湿度为55%。每2 h自动翻蛋1次, 翻蛋时

方向改变90°。孵化率为90.3%。在0(未孵化)、3、5、7、9、10、11、12、13、14、15、16、17胚龄各取5枚发育良好的鸡胚蛋, 去壳后, 逐个用粉碎机进行全胚蛋粉碎, 再用匀浆机将样品混匀, -20℃条件下冷冻保存, 备用。

1.3.2 胆固醇含量的测定

参照GB/T 5009.128—2003《食品中胆固醇的测定》^[6]。取4 mL提取液, 加入2 mL磷钼铁试剂摇匀, 用移液枪吸取340 μL待测液于96孔板内送入酶标仪中。设定酶标仪温度30℃、时间20 min、波长565 nm, 测定吸光度。按公式(1)计算:

$$X = \frac{A \times (4+2)}{100m} \quad (1)$$

式中: X 为胆固醇含量/(mg/100 g); A 为吸光度对应的胆固醇质量/mg; $4+2$ 为提取液稀释倍数; m 为鸡胚蛋样品质量/g。

1.3.3 卵磷脂含量的测定

利用有机溶剂法提取样品中卵磷脂^[7-9], 再用消化定磷法^[10-11]处理提取的卵磷脂, 加入钒钼酸铵使其形成黄色稳定物质, 室温条件下显色30 min后, 用移液枪吸取340 μL待测液于96孔板内, 用酶标仪在波长418 nm处测定吸光度。按公式(2)计算:

$$X\% = \frac{25 \times A \times 500}{10^6 m} \times 100 \quad (2)$$

式中: X 为卵磷脂含量/(g/100 g); 25为磷换算成磷脂的系数; A 为吸光度对应的试样含量/μg; 500为样品稀释倍数; m 为鸡胚蛋样品质量/g。

1.3.4 VE含量的测定

参照GB/T 9695.30—2008《肉与肉制品维生素E含量测定》^[12], 移取340 μL待测液于96孔板, 以无水乙醇为空白对照, 用酶标仪在最佳波长284 nm处测定吸光度。按公式(3)计算:

$$X = \frac{A - A_0 - 0.0201}{0.004m} \times V \quad (3)$$

式中: X 为鸡胚蛋中VE的含量/(mg/100 g); A 为样品在波长284 nm处吸光度; A_0 为空白对照无水乙醇的吸光度; m 为鸡胚蛋样品质量/g; V 为溶解样品VE所用无水乙醇的体积/mL。

1.4 数据处理

采用SPSS 20.0进行数据分析, 并用Excel 2007和GraphPad Prism 5作图。

2 结果与分析

2.1 回归方程的建立

在实验前, 为确定用酶标仪测定鸡胚蛋中营养物质

的最佳测定条件，从测定波长、显色温度、显色时间等方面进行大量基础实验。按照各项最佳测定条件制作胆固醇、卵磷脂和VE的标准曲线，得到标准回归方程， R^2 都在0.99以上，表明曲线拟合度较好，见表1。

表 1 胆固醇、卵磷脂和VE标准曲线的绘制
Table 1 Standard curves of cholesterol, lecithin and vitamin E

项目	测定 波长/nm	显色 时间/min	显色 温度	回归方程	R^2
胆固醇	565	20	30 ℃	$y=7.056x-0.062$	0.993
卵磷脂	418	30	室温	$y=0.051x+0.009$	0.999
VE	284		室温	$y=0.004x+0.020$	0.992

2.2 胆固醇的含量变化

表 2 2 品种鸡胚蛋在孵化过程中胆固醇含量变化
Table 2 Cholesterol contents in two kinds of embryonated eggs during incubation

孵化 日龄	胆固醇含量/(mg/100 g)		孵化 日龄	胆固醇含量/(mg/100 g)	
	褐壳	绿壳		褐壳	绿壳
0	644.68 ^a ±21.44	511.67 ^{***} ±12.14	12	294.47 ^{jk} ±14.64	265.38 ^{cd} ±9.66
3	652.69 ^a ±16.82	502.81 ^{***} ±13.21	13	289.93 ^{jk} ±17.42	255.95 ^d ±11.92
5	624.58 ^{ac} ±14.75	480.72 ^{***} ±18.18	14	308.71 ^{bu} ±18.33	256.43 ^{*k} ±6.28
7	578.21 ^c ±19.27	372.58 ^{***} ±21.18	15	252.68 ^k ±15.77	273.98 ^{cd} ±14.79
9	497.67 ^c ±17.73	360.29 ^{***} ±18.34	16	260.38 ^{jk} ±11.66	268.26 ^{cd} ±10.11
10	366.57 ^e ±24.78	329.29 ^{cd} ±25.44	17	250.50 ^k ±12.49	231.19 ^f ±5.42
11	351.13 ^{gh} ±16.96	274.08 ^{ef} ±24.12			

注：表中同列数据肩标，没有或有相同字母表示差异不显著（ $P>0.05$ ），相邻字母表示差异显著（ $P<0.05$ ），相间字母表示差异极显著（ $P<0.01$ ），多个字母时取差异较小者。表中同列数据同日龄间2个品种比较，**、差异极显著（ $P<0.01$ ）；*、差异显著（ $P<0.05$ ），未标者表示差异不显著（ $P>0.05$ ）。下表同。

如表2所示，入孵前两品种间全蛋胆固醇含量差异较大，绿壳蛋极显著低于褐壳蛋，约为褐壳蛋的79.37%。0~5胚龄2品种含量变化差异均不显著，但总体有降低的趋势；5~12胚龄，胆固醇下降迅速，褐壳蛋降幅更大；12胚龄后，胆固醇含量趋于平稳，在17胚龄时，2品种间胆固醇含量分别为250.50 mg/100 g和231.19 mg/100 g，差异不显著。

2.3 卵磷脂的含量变化

表 3 2 品种鸡胚蛋在孵化过程中卵磷脂含量变化
Table 3 Lecithin contents in two kinds of embryonated eggs during incubation period

孵化 日龄	卵磷脂含量/(g/100 g)		孵化 日龄	卵磷脂含量/(g/100 g)	
	褐壳	绿壳		褐壳	绿壳
0	1.27 ^{bc} ±0.08	1.51±0.05	12	1.50 ^{abc} ±0.21	1.75±0.18
3	1.40 ^{ba} ±0.17	1.42±0.14	13	1.43 ^{abc} ±0.18	1.61±0.26
5	1.33 ^{bc} ±0.09	1.47±0.12	14	1.68 ^{ab} ±0.26	1.79 ^a ±0.25
7	1.25 ^{bc} ±0.10	1.27±0.12	15	1.31 ^{bc} ±0.18	1.33±0.18
9	1.82 ^a ±0.19	1.22 ^b ±0.16	16	1.32 ^{bc} ±0.07	1.34±0.15
10	1.15 ^c ±0.03	1.40±0.13	17	1.22 ^{bc} ±0.12	1.62±0.05
11	1.24 ^{bc} ±0.07	1.79 ^a ±0.18			

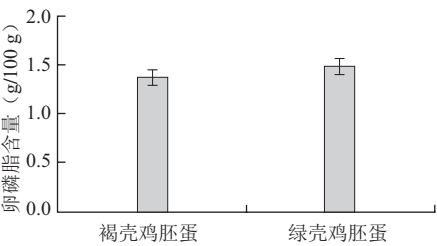


图 1 2 品种鸡胚蛋在孵化过程中卵磷脂含量平均值对比
Fig.1 Comparison of average lecithin contents in two kinds of embryonated eggs during incubation

由表3可知，随着孵化日龄的增加，2品种鸡胚蛋中卵磷脂含量较为稳定，但不同孵化日龄间两两对比略有差异。褐壳蛋9胚龄极显著高于10胚龄，9胚龄、12~14胚龄显著高于其他胚龄；绿壳蛋11、14胚龄显著高于9胚龄，其他胚龄卵磷脂含量差异不显著。据单因素方差分析结果得出，在孵化过程中2品种鸡胚蛋卵磷脂含量变化均不显著，虽不同日龄间有差异，但与孵化日龄间相关系数较小，可能是鸡蛋个体间差异造成的。由图1可知，绿壳鸡胚蛋中的卵磷脂含量与褐壳蛋相比，差异不显著。

2.4 VE的含量变化

表 4 2 品种鸡胚蛋在孵化过程中VE含量变化
Table 4 Vitamin E contents in two kinds of embryonated eggs during incubation

孵化 日龄	VE含量/(mg/100 g)		孵化 日龄	VE含量/(mg/100 g)	
	褐壳	绿壳		褐壳	绿壳
0	2.70 ^a ±0.12	3.23 ^a ±0.05	12	10.46 ^c ±0.39	12.51 ^{cd} ***±0.05
3	3.17 ^a ±0.09	3.19 ^a ±0.70	13	10.78 ^{cd} ±0.37	12.64 ^{cd} ***±0.04
5	5.87 ^c ±0.24	3.38 ^{ab} ***±0.13	14	11.62 ^d ±0.22	13.01 ^{cd} ***±0.14
7	6.77 ^{cd} ±0.31	7.29 ^{*c} ±0.09	15	11.62 ^d ±0.37	13.38 ^{cd} ***±0.50
9	7.21 ^{cd} ±0.37	8.08 ^c ***±0.09	16	11.63 ^d ±0.19	12.96 ^{cd} ***±0.04
10	8.41 ^d ±0.09	11.31 ^{***} ±0.03	17	11.48 ^d ±0.29	13.02 ^{cd} ***±0.04
11	10.37 ^e ±0.06	12.10 ^{cd} ***±0.04			

如表4所示，入孵前2品种鸡胚蛋中VE含量均为3 mg/100 g左右，随着孵化日龄的增大，含量逐渐增加，在12胚龄左右达到较大值，之后保持稳定，与0胚龄相比增加了4倍左右。2品种相比，在入孵后，绿壳鸡胚蛋中VE含量增幅稍大，在后期稳定时，极显著高于褐壳蛋。

3 讨论

3.1 胆固醇

本实验发现，胆固醇变化呈平稳-迅速下降-缓慢下降-平稳的趋势。胆固醇为细胞膜的必需成分，可能是因为鸡胚生长发育过程中，细胞进行着不同速度的有丝分裂和细胞分化，需要消耗大量的胆固醇来合成细胞膜和多种激素。0~5胚龄，鸡胚个体变化较小，对胆固醇需求较少；在5~12胚龄，胚胎发育迅速，对胆固醇需求

量增大,利用率最高;在孵化后期胆固醇保持稳定,可能是鸡胚内含有的胆固醇与未被消耗部分达到了动态平衡,但具体的变化机理还值得继续探究。此结果与任军甫^[13]、李利东^[2]等研究基本一致,说明本测定方法可行。刘娟娟^[14]研究了4种不同的鸡胚蛋,显示14~18 d的下降幅度最大,但有研究^[15]表明太湖鸡在孵化9~12 d胆固醇降幅最大,与本研究吻合。

入孵前,绿壳蛋胆固醇含量低于褐壳蛋,2品种均低于其他比色法报道的蛋鸡品种^[2,13];却高于杨明坤等^[16]用高效液相色谱法对绿壳蛋的测定结果,也高于Naviglio等^[17]用GC法对意大利5种不同地方的鸡蛋中胆固醇的测定,可能是测定方法不同导致,比色法的测定结果显著高于高效液相色谱法的测定结果^[16],且鸡蛋中胆固醇的含量主要受遗传因素控制,不同的品种或品系由于自身生理代谢特点不同,脂类代谢各异,同一产蛋期不同品种蛋黄胆固醇浓度或含量存在显著差异,这一结论已被国内外众多研究所证实,营养、饲养管理条件等也是造成含量差异的主要原因^[18]。孵化至12胚龄后含量大大降低,降低幅度与多篇报道^[13-14,19]相似,但含量较其他品种低。李利东等^[2]的研究中胆固醇降低幅度更大,从入孵前到19胚龄由725 mg/100 g下降到130 mg/100 g,后期含量低于本实验所有的2品种。可能是品种不同,孵化期间胆固醇消耗量有一定差异。在孵化后期,2品种鸡胚胆固醇含量差异不显著。原因可能是胆固醇的供给主要是蛋黄,但实验表明各品种(或品系)孵化期间蛋黄的供给相对恒定^[20],本实验2种蛋由于品种原因,褐壳蛋平均质量较绿壳多10 g左右,褐壳蛋雏鸡出生体质量也较大,可能褐壳蛋鸡胚需要更多胆固醇来合成细胞膜。也有研究^[21]表明,种蛋胆固醇的含量越低,胚胎生长发育能力越差,证明卵中必须有维持胚胎发育足够的胆固醇才能保证胚胎正常的生长发育和足够的生活力。所以褐壳鸡胚蛋中胆固醇含量降幅更大,在孵化后期与绿壳胚蛋均可作为一种低胆固醇禽胚蛋食用。

3.2 卵磷脂

对蛋黄卵磷脂的研究无论是在提取还是在检测方面都已有大量文献,但是对鸡胚卵磷脂含量变化的研究很少。刘娟娟^[14]研究了4种不同品种鸡胚卵磷脂含量变化,发现柴鸡蛋中卵磷脂含量最高,乌骨鸡蛋次之,肉鸡蛋和蛋鸡蛋中的卵磷脂含量较低,但均高于本实验结果,原因可能是其并没有对样品进行提取,导致其他含磷物质也被一起测定,最终实验结果偏高;在孵化期间,4种鸡胚蛋前期含量基本保持不变,7 d后有所增加,但不同品种增加的量不同。段翔^[15]研究了太湖鸡胚卵磷脂的变化情况,其结果为卵磷脂无明显变化,与本研究一致,其卵磷脂含量也与本研究更接近,证实了本实验可行性。鸡蛋中的磷脂以卵磷脂含量最高,占

65%以上,虽然近年来鸡蛋中较高的胆固醇大大地影响了鸡蛋消费量^[22-24],但卵磷脂可以阻止胆固醇在血管内壁上的沉积^[25]。虽然鸡胚蛋与未孵化的鸡蛋的卵磷脂含量没有显著差异,但鸡胚蛋中的胆固醇大大降低,因此鸡胚蛋具有开发成为富含磷脂且低胆固醇食品的潜力。

3.3 VE

由表3所示,2品种鸡胚蛋中VE含量在0~3胚龄时差异较小,3胚龄以后含量差异逐步增大,但是含量的变化趋势基本相同,均为初期稳定,中期增加,后期又保持稳定。可能是因为在孵化过程中,鸡胚通过生物途径合成了VE以供自身后期生长发育。这一结果在数值上与李利东等^[2]通过高效液相色谱法测定的鸡胚蛋中VE的含量有较大差异,但变化趋势基本一致,这可能和胚蛋品种,实验仪器和实验环境的差异有关。任甫军^[13]采用了紫外分光光度法对海兰褐蛋鸡鸡胚孵化期间VE含量进行测定,其结果与本研究相比,孵化初期含量远低于本实验结果,但其增幅较大,后期含量保持较稳定时与本结果较为接近,均在12 mg/100 g左右。孵化至12胚龄后,VE逐渐稳定,且绿壳蛋中含量更高。

4 结 论

本实验根据比色法测定原理,采用酶标仪测定鸡胚蛋中胆固醇、卵磷脂、VE含量。在孵化过程中,2品种鸡胚蛋中胆固醇含量均呈明显下降趋势,其中5~12胚龄降幅最大,12胚龄后保持稳定。在胆固醇含量上,绿壳鲜蛋显著低于褐壳鲜蛋,12胚龄后二者的含量差异不显著。鸡胚蛋中卵磷脂含量随着孵化时间的增加无显著性差异,且在2品种间的差异不显著。而2品种鸡胚蛋中VE的含量均随胚龄增加而增加,在12胚龄之后便达到一个较高的水平,相比入孵前增加了4倍,之后鸡胚蛋中VE含量保持稳定,且同胚龄绿壳鸡胚蛋中VE含量大都显著高于褐壳鸡胚蛋。总体看来,随着孵化日龄的增加,2品种鸡胚蛋中的同种营养成分的变化趋势一致;在12胚龄后胆固醇大大降低,VE含量显著增加,且卵磷脂含量丰富,具有更高的食用价值。

参考文献:

- [1] 刘娟娟, 张培正, 李坤. 不同品种鸡胚蛋孵化其他同期间营养成分的变化[J]. 中国食物与营养, 2007(5): 14-16. DOI:10.3969/j.issn.1006-9577.2007.05.004.
- [2] 李利东, 袁建兴, 宓晓黎, 等. 不同孵化期的鸡胚蛋营养和功效成分研究[J]. 食品科学, 2004, 25(11): 287-290. DOI:10.3321/j.issn:1002-6630.2004.11.076.
- [3] 秦翠丽, 马丽苹, 李松彪, 等. 一种鹌鹑胚蛋火腿肠及其制备方法: 中国, CN103284204A[P/OL]. 2013-09-11[2015-04-01]. <http://dbpub.cnki.net/grid2008/dbpub/detail.aspx?QueryID=4&CurRec=1&dbcode>

- =SCPD&dbname=SCPD2013&filename=CN103284204A&urlid=&yx=&uid=WEEvREcwSIJHSlidRa1FhaXZ3RTZxWFZlQ0t2d2Eremg1SVFPakhtektQOGdUMmsxbU53elN4aHIPUnJNbHVBBk3PT0=\$9A4hF_YAuvQ5obgVAqNKPCYcEjKensW4IQMovwHtwkF4VYPoHbKxJw!!.
- [4] 杨严俊, 苏宇杰, 李曦. 一种易消化鸡胚蛋保健品的生产工艺: 中国, CN102871146A[P/OL]. 2013-01-16[2015-04-01]. [http://dbpub.cnki.net/grid2008/dbpub/detail.aspx?QueryID=7&CurRec=1&dbcode=SCPD&dbname=SCPD2013&filename=CN102871146A&urlid=&yx=&uid=WEEvREcwSIJHSlidRa1FhaXZ3RTZxWFZlQ0t2d2Eremg1SVFPakhtektQOGdUMmsxbU53elN4aHIPUnJNbHVBBk3PT0=\\$9A4hF_YAuvQ5obgVAqNKPCYcEjKensW4IQMovwHtwkF4VYPoHbKxJw!!](http://dbpub.cnki.net/grid2008/dbpub/detail.aspx?QueryID=7&CurRec=1&dbcode=SCPD&dbname=SCPD2013&filename=CN102871146A&urlid=&yx=&uid=WEEvREcwSIJHSlidRa1FhaXZ3RTZxWFZlQ0t2d2Eremg1SVFPakhtektQOGdUMmsxbU53elN4aHIPUnJNbHVBBk3PT0=$9A4hF_YAuvQ5obgVAqNKPCYcEjKensW4IQMovwHtwkF4VYPoHbKxJw!!).
- [5] 肖婷, 刘守柱, 薛超彬, 等. 紫外分光光度计法与酶标仪微量法测定酚氧化酶蛋白含量及活力的比较[J]. 昆虫知识, 2008, 45(2): 306-309. DOI:10.7679/j.issn.2095-1353.2008.067.
- [6] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. GB/T 5009.128—2003 食品中胆固醇的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [7] 常皓, 刘静波. 蛋黄卵磷脂的提取及其铜、铁含量测定[C]//中国科学技术协会、天津市人民政府. 第十三届中国科协年会第3分会场“食品营养与健康”国际研讨会论文集. 天津: 中国科学技术协会、天津市人民政府, 2011: 7.
- [8] LUZ E P, WANG T. Extraction of egg-yolk lecithin[J]. Journal of the American Oil Chemists' Society, 2005, 82(8): 565-569. DOI:10.1007/s11746-005-1110-5.
- [9] 耿国银, 刘文静. 蛋黄卵磷脂制备工艺探讨[J]. 科技情报开发与经济, 2001, 11(3): 67-127. DOI:10.3969/j.issn.1005-6033.2001.03.042.
- [10] 农业部全国土壤肥料总站、长沙土壤肥料测试中心. NY/T 298—1995 有机肥料全磷的测定[S]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [11] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. GB/T 5009.87—2003 食品中磷的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [12] 中国商业联合会商业标准中心. GB/T 9695.30—2008 肉与肉制品维生素E含量测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [13] 任军甫. 鸡胚孵化过程中营养成分变化规律的研究与胶囊研制[D]. 洛阳: 河南科技大学, 2011.
- [14] 刘娟娟. 不同品种鸡胚蛋孵化期间营养物质的变化[D]. 泰安: 山东农业大学, 2007.
- [15] 段翔. 孵化对鸡蛋营养成分及生物活性组分的影响[D]. 无锡: 江南大学, 2015.
- [16] 杨朋坤, 卢冉, 田亚东, 等. 绿壳蛋和乌鸡蛋胆固醇含量的测定[J]. 家畜生态学报, 2011, 32(2): 75-78. DOI:10.3969/j.issn.1673-1182.2011.02.017.
- [17] NAVIGLIO D, GALLO M, LAURAL G, et al. Determination of cholesterol in Italian chicken eggs[J]. Food Chemistry, 2012, 132(2): 701-708. DOI:10.1016/j.foodchem.2011.11.002.
- [18] 李均祥. 六种不同来源鸡蛋胆固醇含量的测定和比较分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2010(7): 50-52. DOI:10.13881/j.cnki.hljxmsy.2010.13.027.
- [19] DUAN X, LI M, WU F F, et al. Postfertilization changes in nutritional composition and protein conformation of hen egg[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, 61(49): 12092-12100. DOI:10.1021/jf403099q.
- [20] 李国喜, 康相涛, 韩瑞丽, 等. 固始鸡孵化期间蛋黄胆固醇、粗脂肪和锌含量分析[J]. 湖北农业科学, 2006, 45(4): 497-499. DOI:10.3969/j.issn.0439-8114.2006.04.038.
- [21] 罗明利, 宋宇轩, 孙世铎, 等. 鸡蛋胆固醇含量对孵化率的影响[J]. 西北农业学报, 2003, 12(2): 14-16. DOI:10.3969/j.issn.1004-1389.2003.02.004.
- [22] WATT B K, MERRILL A L, ORR M L. Composition of foods raw, processed, prepared[J]. Agriculture Handbook, 1950, 8: 147.
- [23] DAVID J S, DAVID J A J, JEAN D. Dietary cholesterol and egg yolks: not for patients at risk of vascular disease[J]. Canadian Journal of Cardiology, 2010, 26(9): 336-339. DOI:10.1016/S0828-282X(10)70456-6.
- [24] 吴胜芳, 顾小红, 张灏, 等. 卵磷脂的功能特性及其应用[J]. 食品科技, 2001, 26(4): 36-38.
- [25] PAPANDREOU D, KARABOUTA Z, ROUSSO I. Are dietary cholesterol intake and serum cholesterol levels related to nonalcoholic fatty liver disease in obese children?[J]. Cholesterol, 2012: 572820. DOI:10.1155/2012/572820.