

桑叶饲料添加剂对鸡蛋黄品质的影响

刘美玉¹, 张晓梅², 连海平³, 任发政^{2,*}

(1.河北工程大学食品科学技术系, 河北 邯郸 056021; 2.中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083;
3.河北邯郸县农牧局, 河北 邯郸 056001)

摘要: 分析在蛋鸡饲料中分别添加2.5%、5.0%、7.5%、10.0%桑叶对鸡蛋黄品质的影响, 结果表明: 随桑叶添加量增加, 蛋黄颜色加深; 添加桑叶对蛋黄胆固醇含量影响不大; 5.0%和7.5%桑叶组的蛋黄磷含量显著高于对照组($P<0.05$); 添加桑叶各组的饱和脂肪酸含量比对照组显著降低($P<0.05$), 单不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸含量比对照组极显著提高($P<0.01$); 5.0%和7.5%桑叶组的7种必需氨基酸总量显著高于对照组($P<0.05$); 蛋黄VE含量随桑叶添加量增加而极显著增加($P<0.01$), 其中10.0%桑叶组比对照组提高了近3倍。桑叶组蛋黄在气味和口感上都优于对照组, 其中5.0%、7.5%桑叶组较其他桑叶组好($P<0.05$)。总之, 饲料中添加桑叶能改善鸡蛋黄的品质, 添加量在5.0%~7.5%比较合适。

关键词: 桑叶; 饲料; 鸡蛋; 蛋黄; 品质

Effect of Feed Additive Containing Mulberry Leaves for Hens on Egg Yolk Quality

LIU Mei-yu¹, ZHANG Xiao-mei², LIAN Hai-ping³, REN Fa-zheng^{2,*}

(1. Department of Food Science and Technology, Hebei University of Engineering, Handan 056021, China;
2. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;
3. Bureau of Agriculture and Animal Husbandry, Hebei Handan County, Handan 056001, China)

Abstract: The effect of the diet containing mulberry leaves at the addition amounts of 2.5%, 5.0%, 7.5% and 10.0% on the quality of egg yolk was investigated. The results showed that egg yolk color became darker with the increased amount of mulberry leaves, and the content of egg yolk cholesterol was not significantly influenced by mulberry leaves. The egg yolk phosphorus content in diet groups with mulberry leaves at the amounts of 5.0% and 7.5% were significantly higher than those in the control group ($P < 0.05$). The saturated fatty acid content in mulberry-leaf groups was significantly reduced when compared with the control group ($P < 0.05$) and the content of monounsaturated fatty acid and polyunsaturated fatty acid revealed faster increase than that in the control group ($P < 0.01$). The total content of seven essential amino acids in diet with mulberry leaves at the amounts of 5.0% and 7.5% groups were obviously higher than that in the control group ($P < 0.05$). The content of yolk vitamin E was significantly increased with the addition amount of mulberry leaves ($P < 0.01$), especially in the diet group with 10% mulberry leaves. The egg yolk in the diet groups with mulberry leaves had much better smell and taste than in the control group; similarly, the smell and taste of egg yolk in the diet groups with 5.0% and 7.5% mulberry leaves better than those in the other groups ($P < 0.05$). In a word, the quality of egg yolk can be improved by adding mulberry leaves in diet, and the optimal addition amount of mulberry leaves was 5.0%—7.5%.

Key words: mulberry leaf; feed; egg; egg yolk; quality

中图分类号: TS253.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)05-0223-05

桑叶为桑属植物桑树(*Morus alba L.*)的叶子, 富含蛋白质、维生素和矿物元素, 并含有多种天然活性物质^[1-2], 在我国古代医学中被列为中药, 1993年我国卫生部确定桑叶既是药品又是食品^[3-4]。近几年国内外在桑叶用做饲料添加剂方面进行了广泛的应用研究^[5-6], 在养鸡业上的

研究有改善肉质^[7]、降低鸡粪中氨味^[8]、提高产蛋量、改善鸡蛋品质^[9-11]等。本实验研究不同桑叶添加量对鸡蛋黄重要品质如蛋黄色泽及磷、胆固醇、氨基酸、脂肪酸和维生素等含量及煮熟后滋气味的影响, 以期为我国桑叶饲用和提高鸡蛋品质提供理论和技术依据。

收稿日期: 2011-12-14

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD22B06); 邯郸市科学研究与发展计划资助项目(0922101025)

作者简介: 刘美玉(1968—), 女, 副教授, 硕士, 主要从事畜产品贮藏加工研究。E-mail: Lmy200751@163.com

*通信作者: 任发政(1962—), 男, 教授, 博士, 主要从事畜产品加工研究。E-mail: Renfazheng@263.net

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

桑叶颗粒料：由纯桑叶制成颗粒饲料，北京桑瑞生物科技有限公司提供。

实验动物：中国农业大学动科实验牧场同批次285日龄的农大褐3号矮小型蛋鸡。

实验日粮：按照美国NRC《家禽营养需要》组配的全价料，日粮配方见表1。所有实验组日粮的能量和蛋白水平相同，其中代谢能为2.5MJ/kg、粗蛋白16.5%、钙3.5%、有效磷0.33%、赖氨酸0.73%、蛋氨酸0.36%。

表1 日粮配方
Table 1 Compositions of daily diet

原料名称	桑叶添加量/%				
	0	2.5	5.0	7.5	10.0
玉米	57.5	57.4	57.3	57.3	58.2
小麦麸	4	4	4	3.5	0
去皮豆粕	19.2	18.4	17.7	17.1	18.1
进口鱼粉	2	2	2	2	2
棉籽粕	3	3	3	3	2.2
桑叶粉	0	2.5	5	7.5	10
蛋氨酸(98%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
石粉	8	7.9	7.8	7.63	7.47
磷酸氢钙	1.22	1.22	1.22	1.25	1.3
食盐	0.3	0.3	0.3	0.3	0.31
胆碱(50%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
复合微量元素	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
复合维生素	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
沸石粉	4.36	2.86	1.26	0	0
总计	100	100	100	100	100

浓硫酸、硼酸、硫酸铜、硫酸钾、氢氧化钠、甲基红溴甲酚绿混合指示剂、海砂、盐酸、碳酸钠、三氯甲烷、甲醇、石油醚(沸程为30~60℃)、钼酸铵、高氯酸、硝酸、对苯二酚、亚硫酸钠、磷酸二氢钾、乙醚、氢氧化钾、无水硫酸钠、氯气、苯、乙酰氯、碳酸钾、乙腈(色谱纯)、5 α -胆固醇 美国Sigma公司；无特殊标注的试剂为国产分析纯试剂。

EMT-5200多功能蛋品质测定仪 日本Robotmatation公司；HP5890气相色谱仪 美国安捷伦公司；LC-10ATVP液相色谱仪 日本岛津公司；RE-52CS型旋转蒸发仪 上海亚荣生化仪器厂；TDL-5000B冷冻离心机 上海安亭科学仪器厂；DHG-9076A电热恒温鼓风干燥箱 上海精宏实验设备有限公司；高速离心机 美国Sigma公司；LGJ-25型冷冻干燥机 北京四环科学仪器厂。

1.2 方法

选择285日龄农大矮小型蛋鸡150只，随机分配到5个处理组，每组30只，每10只为一个重复。第一组设为对照组，其他4组为实验组，分别添加0%、2.5%、5.0%、7.5%、10.0%的桑叶颗粒料，5组日粮按NRC《家禽营养需要》组配成能量和蛋白水平相同的全价料。预饲期5d，实验期30d(不包括预饲养期)。1只鸡/笼，自由采食和饮水，日光照14h，每天早上捡蛋。在0、3、7、12、20、25、30d，每重复组取6枚鸡蛋进行品质测定。打开鸡蛋先测蛋黄色泽，然后用分蛋器把蛋清、蛋黄分开(不要破坏蛋黄膜)，蛋黄置于滤纸上滚动，吸去表面蛋清，每重复组蛋清、蛋黄分别用匀浆器混匀后测量(当天测不完的应冷冻干燥并真空包装后待测)。

养需要》组配成能量和蛋白水平相同的全价料。预饲期5d，实验期30d(不包括预饲养期)。1只鸡/笼，自由采食和饮水，日光照14h，每天早上捡蛋。在0、3、7、12、20、25、30d，每重复组取6枚鸡蛋进行品质测定。打开鸡蛋先测蛋黄色泽，然后用分蛋器把蛋清、蛋黄分开(不要破坏蛋黄膜)，蛋黄置于滤纸上滚动，吸去表面蛋清，每重复组蛋清、蛋黄分别用匀浆器混匀后测量(当天测不完的应冷冻干燥并真空包装后待测)。

1.3 检测指标

蛋黄颜色：EMT-5200多功能蛋品质测定仪直接测出。打开鸡蛋于托盘内，把托盘推入测定仪，直接读数。

蛋黄中磷：按照GB/T 5009.87—2003《食品中磷的测定》钼蓝比色法测定。

蛋黄中胆固醇：参考文献[12]和参考文献[13]的方法，用气相色谱法测定，以5 α -胆固醇为内标。色谱条件：FID检测器，色谱柱HP-5(25m×0.32mm, 0.52 μ m)，检测器温度300℃，衰减为5。载气为高纯氮气，速度41.3mL/min，空气流速397mL/min，分流比50:1，进样1 μ L。升温程序：初始温度250℃，保持8min，然后线性升温至260℃(1℃/min)。

蛋黄中VE：按照GB/T 5009.82—2003《食品中维生素A和维生素E的测定》测定。

蛋黄中氨基酸：样品处理按照GB/T 5009.124—2003《食品中氨基酸的测定》酸水解法测定，用高效液相色谱仪测定，以中国农科院研制的氨基酸混合标准溶液外标法定量。色谱条件：Waters C₁₈柱(3.9mm×150mm, 4 μ m)；Waters 2487双通道紫外检测器；流动相A液为磷酸缓冲液，B液为60%乙腈，梯度洗脱。柱温38℃，流速1mL/min，运行时间45min。

蛋黄中脂肪酸：样品前处理采用Sukhija等^[14]一步甲酯化方法，用气相色谱法测定。色谱条件：FID检测器；色谱柱HP INNWX(30m×0.32mm, 0.5 μ m)；载气为高纯氮气，速度57cm/s, 3.1mL/min恒流；进样方式为分流，分流比45:1，进样口温度220℃；检测温度275℃；进样1 μ L。升温程序为：

$$180^\circ\text{C}(1\text{min}) \xrightarrow{2^\circ\text{C}/\text{min}} 200^\circ\text{C}(5\text{min}) \xrightarrow{5^\circ\text{C}/\text{min}} 250^\circ\text{C}(2\text{min})$$

感官评定：采取0~5分制，取第30天的所有鸡蛋编号、煮熟，趁热将鸡蛋取出，请25位感官评价员分别对蛋黄的气味(蛋香味、桑叶味、腥味)和口味(流沙感、鲜味、咸味及后味)进行评分。

1.4 数据处理

对实验结果进行单因子的方差分析，然后采用Excel2003和SPSS12.0软件中的Duncan新复极差检验法对差异显著的数据进行多重比较^[15]，P<0.05为有显著性差异，P<0.01为有极显著性差异。

2 结果与分析

2.1 不同桑叶添加量对蛋黄色泽的影响

蛋黄颜色是衡量禽蛋质量的重要感官指标之一，对鸡蛋的商品价值有很大影响。蛋黄颜色按罗氏比色扇的表示方法分15个等级，数值越高表示蛋黄颜色越深，出口鲜蛋的蛋黄色泽要求达到8级以上。不同桑叶添加量对蛋黄色泽的影响见表2。

表2 不同桑叶添加量对蛋黄色泽的影响

Table 2 Effect of mulberry leaf addition amount on egg yolk color

时间/d	添加量/%				
	0	2.5	5.0	7.5	10.0
0	6.38±0.50 ^a	6.56±0.81 ^a	6.94±0.77 ^a	6.86±0.66 ^a	7.00±0.82 ^a
12	6.72±0.67 ^A	7.93±1.00 ^B	8.53±0.74 ^B	9.02±0.41 ^{BC}	9.36±0.50 ^C
20	6.53±0.92 ^A	8.31±0.95 ^B	8.73±0.70 ^B	9.00±0.38 ^{BC}	9.64±0.50 ^C
25	6.43±0.94 ^A	7.21±0.89 ^B	8.00±0.52 ^C	8.42±0.51 ^C	9.20±0.68 ^D
30	6.18±0.40 ^A	7.56±0.53 ^B	8.54±0.52 ^C	8.67±0.49 ^C	9.54±0.52 ^D

注：同行上标不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)，不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)。下同。

由表2可知，随着桑叶添加量的增加，蛋黄的颜色逐渐变深。蛋黄颜色是由脂溶性色素在卵形成期间沉积到蛋黄中形成的，鸡没有合成这些色素的能力，故桑叶组蛋黄颜色加深是由于桑叶中一些脂溶性色素如胡萝卜素、叶黄素等沉积所致。第12天时，添加桑叶各组蛋黄颜色与对照组出现极显著性差异($P < 0.01$)；10.0%桑叶组蛋黄颜色与2.5%、5.0%之间也出现了极显著差异($P < 0.01$)；第25天时，5.0%、7.5%桑叶组蛋黄颜色与2.5%组间出现极显著差异($P < 0.01$)；第30天各添加桑叶组蛋黄颜色分别比对照组提高了22.33%、38.19%、40.29%和54.37%。可见，桑叶添加越多，蛋黄颜色越深，此结果与Al-Kirshi^[6]、Tateno^[16]等报道结果相同。桑叶是一种天然植物，无毒无害，添入鸡饲料中能使蛋黄颜色变深，既能迎合消费者的喜好又不会损害人体健康。

2.2 不同桑叶添加量对蛋黄中磷含量的影响

磷含量可以间接反应出蛋黄中磷脂的含量，磷脂对脑组织和神经组织的发育有重要作用^[17]，也是蛋黄中重要的风味物质。不同桑叶添加量对蛋黄中磷含量的影响见表3。

表3 不同桑叶添加量对蛋黄中磷含量的影响

Table 3 Effect of mulberry leaf addition amount on phosphorus content in egg yolk

时间/d	添加量/%				
	0	2.5	5.0	7.5	10.0
0	212.51±0.96 ^a	216.27±5.07 ^a	218.42±10.09 ^a	224.14±7.75 ^a	211.01±6.88 ^a
3	218.83±1.84 ^a	219.01±5.84 ^a	219.01±4.80 ^a	221.23±5.35 ^a	220.77±3.98 ^a
7	215.57±6.99 ^A	228.50±0.81 ^{ABC}	234.38±0.91 ^C	230.95±1.72 ^{BC}	218.87±3.17 ^{AB}
12	225.17±0.15 ^A	225.45±0.54 ^{AB}	231.62±2.04 ^C	234.34±1.63 ^C	230.16±1.32 ^{BC}
25	212.41±4.98 ^a	216.61±7.17 ^{ab}	227.00±4.17 ^{bc}	230.67±2.57 ^c	221.78±1.83 ^{abc}

由表3可知，随着饲喂时间的延长，蛋黄中磷含量在7~12d时达到最高之后又有所下降；第7天时，5.0%和7.5%桑叶组的磷含量与对照组比较差异极显著($P < 0.01$)，到第12天时，添加5.0%、7.5%和10.0%桑叶组的磷含量与对照组有极显著性差异($P < 0.01$)，而第25天时，5.0%和7.5%桑叶组的磷含量显著高于对照组($P < 0.05$)。总体来看，5.0%和7.5%桑叶组的磷含量高于其他处理组。

2.3 不同桑叶添加量对蛋黄中胆固醇含量的影响

表4 不同桑叶添加量对蛋黄中胆固醇含量的影响

Table 4 Effect of mulberry leaf addition amount on cholesterol content in egg yolk

时间/d	添加量/%				
	0	2.5	5.0	7.5	10.0
0	16.23±1.19 ^a	13.56±1.89 ^a	14.30±2.67 ^a	13.65±0.49 ^a	14.72±3.27 ^a
3	15.28±2.73 ^a	14.90±1.45 ^a	12.74±0.25 ^a	14.09±1.61 ^a	17.14±0.88 ^a
7	17.58±0.42 ^c	11.58±0.66 ^a	13.49±0.24 ^{ab}	15.59±0.66 ^{bc}	15.84±2.71 ^{bc}
12	14.13±1.00 ^a	14.56±1.63 ^a	14.21±0.78 ^a	14.50±1.36 ^a	14.09±3.44 ^a
25	15.19±2.13 ^a	15.72±1.24 ^a	14.20±0.13 ^a	15.31±0.62 ^a	13.93±0.85 ^a

由表4可知，随着饲喂天数的增加，蛋黄中胆固醇含量在7d略有降低，之后又有所增加。在第7天时，桑叶添加量为2.5%、5.0%组的胆固醇含量与对照组相比显著降低($P < 0.05$)，其他桑叶组与对照组差异不显著；而在第12、25天时添加桑叶各组的胆固醇含量与对照组含量没有显著性差异。总体看来桑叶对蛋黄的胆固醇含量没有影响，Machii^[18]、赵春晓^[19]等也报道了桑叶对蛋黄胆固醇的含量没有影响，与本实验的结论相同。

2.4 不同桑叶添加量对蛋黄中脂肪酸含量的影响

表5 不同饲喂时间和桑叶添加量对蛋黄中脂肪酸含量的影响

Table 5 Effect of mulberry leaf addition amount on fatty acid content in egg yolk

脂肪酸	添加量/%	时间/d				
		0	3	7	12	25
SFA	0	146.80±1.36 ^a	145.11±1.42 ^a	144.38±3.60 ^a	148.36±3.64 ^c	150.88±1.11 ^b
	2.5	144.84±0.87 ^a	144.56±1.95 ^a	145.18±0.30 ^a	140.05±1.46 ^b	146.49±0.03 ^b
	5.0	143.61±0.50 ^a	140.45±0.98 ^a	146.57±6.92 ^a	142.39±0.56 ^b	138.91±8.92 ^a
	7.5	146.66±0.45 ^a	138.62±0.15 ^a	145.51±0.09 ^a	118.34±1.23 ^A	131.69±3.60 ^a
	10.0	143.85±2.21 ^a	140.09±12.22 ^a	134.03±5.62 ^a	118.95±1.38 ^A	130.57±2.25 ^a
	0	196.75±0.72 ^a	188.70±2.77 ^a	162.39±1.42 ^a	142.41±7.51 ^A	137.28±2.87 ^A
	2.5	202.55±3.38 ^a	191.70±1.46 ^b	167.84±2.50 ^b	150.29±4.84 ^A	142.12±1.11 ^A
	5.0	198.99±0.59 ^a	190.09±0.66 ^b	170.44±0.02 ^b	177.37±0.81 ^B	156.11±2.13 ^B
	7.5	192.64±4.22 ^a	194.94±0.89 ^c	169.47±1.25 ^b	216.78±9.86 ^D	177.62±2.28 ^C
	10.0	202.18±3.28 ^a	209.75±3.59 ^d	167.39±2.50 ^b	199.94±0.51 ^C	172.05±5.79 ^C
PUFA	0	69.18±0.42 ^a	72.47±0.96 ^A	64.92±0.15 ^A	70.75±1.14 ^A	75.02±1.24 ^A
	2.5	76.25±1.30 ^a	78.93±0.35 ^a	77.52±0.55 ^b	72.17±1.22 ^A	77.33±1.10 ^B
	5.0	71.74±10.56 ^a	82.38±0.27 ^C	86.60±1.58 ^D	82.55±0.22 ^C	82.26±0.19 ^C
	7.5	76.30±0.92 ^a	84.08±1.62 ^C	85.41±0.88 ^{CD}	78.95±1.10 ^B	78.76±0.37 ^B
	10.0	71.11±3.10 ^a	78.75±0.93 ^a	81.38±3.78 ^{BC}	79.87±0.53 ^B	79.26±0.92 ^B

注：SFA. 饱和脂肪酸($C_{16:0}$, $C_{18:0}$)；MUFA. 单不饱和脂肪酸($C_{16:1}$, $C_{18:1}$)；PUFA. 多不饱和脂肪酸($C_{18:2}$, $C_{18:3}$, $C_{20:4}$, $C_{22:4}$, $C_{22:6}$)。

不同桑叶添加量对蛋黄脂肪酸含量的影响见表5, 添加桑叶各组蛋黄饱和脂肪酸(SFA, 包括C_{14:0}、C_{16:0}、C_{18:0})含量逐渐降低, 在第12天各桑叶组的SFA含量与对照组比较差异极显著($P<0.01$); 到第25天时, 各桑叶组分别比对照组降低了4.39、7.93、12.72、13.46mg, 与对照组有显著性差异($P<0.05$)。

各桑叶组中的MUFA在3d时与对照组都出现了显著性差异($P<0.05$), 到第25天时各桑叶组MUFA含量分别比对照组提高了4.84、18.83、40.34、34.77mg。各个桑叶组中的PUFA在第3天时与对照组比较差异极显著($P<0.01$), 在第7天之前桑叶组PUFA含量逐渐增加, 之后有所降低, 第25天时, 各桑叶组分别比对照提高了2.31、7.24、3.37、4.24mg。

2.5 不同的桑叶添加量对蛋黄中氨基酸含量的影响

蛋白质的营养价值取决于氨基酸的组成。饲喂25d后不同桑叶添加量对鸡蛋黄中氨基酸含量的影响如表6所示。

表6 饲喂25d不同桑叶添加量对鸡蛋黄中氨基酸含量的影响

Table 6 Effect of mulberry leaf addition amount on amino acid content in egg yolk after feeding for 25 days

氨基酸	添加量/%				
	0	2.5	5.0	7.5	10.0
天冬氨酸(Asp)	32.15±1.57 ^b	31.70±0.93 ^b	36.01±0.01 ^b	33.97±2.32 ^b	23.56±4.07 ^a
丝氨酸(Ser)	24.63±1.59 ^b	23.03±0.78 ^b	26.48±1.24 ^b	23.59±0.53 ^b	17.92±3.43 ^a
谷氨酸(Glu)	37.94±0.54 ^b	32.40±1.89 ^{AB}	46.10±0.78 ^c	44.82±0.54 ^c	31.33±4.45 ^a
甘氨酸(Gly)	12.84±0.04 ^b	11.81±0.10 ^b	13.60±0.26 ^b	13.39±0.41 ^b	10.11±1.86 ^a
组氨酸(His)	13.23±0.32 ^a	12.20±0.05 ^a	12.82±0.11 ^a	12.32±0.26 ^a	10.99±1.94 ^a
精氨酸(Arg)	27.35±1.03 ^A	25.96±1.34 ^A	35.44±0.32 ^B	34.20±1.16 ^B	23.76±3.32 ^A
丙氨酸(Ala)	5.66±0.23 ^a	5.25±0.05 ^a	6.26±0.07 ^a	6.07±0.04 ^a	4.72±0.90 ^a
脯氨酸(Pro)	16.38±0.21 ^B	10.14±0.67 ^A	11.97±0.03 ^A	11.66±0.21 ^A	11.97±1.75 ^A
酪氨酸(Tyr)	20.95±1.92 ^A	19.14±0.31 ^A	25.59±0.58 ^B	24.42±0.90 ^B	18.89±1.74 ^A
苏氨酸(Thr)	19.25±0.47 ^A	19.66±1.25 ^A	24.43±0.25 ^B	23.40±0.56 ^B	17.65±1.84 ^A
缬氨酸(Val)	19.99±1.14 ^B	19.52±0.98 ^B	23.70±0.89 ^C	21.93±0.65 ^{BC}	16.23±1.60 ^A
甲硫氨酸(Met)	10.84±0.55 ^a	9.02±0.52 ^a	10.96±1.13 ^a	11.42±0.18 ^a	8.64±1.51 ^a
赖氨酸(Lys)	28.78±0.24 ^{bc}	26.89±0.43 ^b	32.64±1.68 ^c	30.47±1.40 ^{bc}	21.32±3.40 ^a
异亮氨酸(Ile)	17.82±1.23 ^{AB}	15.85±0.66 ^A	23.09±0.08 ^C	22.79±0.69 ^C	19.32±2.35 ^B
亮氨酸(Leu)	28.43±0.31 ^A	26.74±0.11 ^A	46.20±0.22 ^C	44.04±0.55 ^C	36.89±3.78 ^B
苯丙氨酸(Phe)	12.22±0.13 ^a	12.10±0.64 ^a	15.50±1.68 ^b	15.40±0.11 ^b	15.10±0.15 ^b
7种必需氨基酸	137.33±2.64 ^A	129.78±0.72 ^A	176.53±0.30 ^B	169.45±3.55 ^B	135.15±14.63 ^A

由表6可知, 10.0%桑叶组的天冬氨酸、丝氨酸和甘氨酸含量比对照组显著降低($P<0.05$), 而谷氨酸添极显著性降低($P<0.01$); 5.0%和7.5%桑叶组的谷氨酸、精氨酸、苏氨酸、酪氨酸、亮氨酸和异亮氨酸含量极显著高于对照组($P<0.01$); 各桑叶组的脯氨酸含量极显著低于对照组($P<0.01$); 5.0%桑叶组缬氨酸含量极显著高于对照组($P<0.01$), 而10.0%桑叶组缬氨酸含量极显著低于对照组($P<0.01$); 10.0%桑叶组的赖氨酸含量显著低于对照组($P<0.05$); 5.0%、7.5%和10.0%组的苯丙氨酸的含量显著高于对照组($P<0.05$)。综上所述, 5.0%和7.5%组蛋黄的7种必需氨基酸的总量极显著高于对照组($P<0.01$)。

2.6 不同的桑叶添加量对蛋黄VE含量的影响

表7 饲喂25d后不同桑叶添加量对蛋黄中VE含量的影响

Table 7 Effect of mulberry leaf addition amount on vitamin E content

添加量/%	egg yolk				
	0	2.5	5.0	7.5	10.0
VE含量/(mg/100g)	5.94±0.21 ^A	9.11±0.06 ^B	9.38±0.14 ^B	13.95±0.21 ^C	15.67±0.16 ^D

由表7可知, 饲喂25d后, 添加桑叶组蛋黄的VE含量比对照组极显著增加($P<0.01$), 2.5%、5.0%、7.5%和10.0%桑叶组VE含量比对照组分别增加了53.37%、57.91%、134.85%和162.63%, 其中10.0%桑叶组高出对照组近3倍。可见VE的含量随着桑叶添加量的增加而增加。现在日本市场上卖的最贵的鸡蛋是高VE鸡蛋, 其含量可比正常的鸡蛋高出5倍以上。

2.7 不同桑叶添加量对蛋黄感官评价的影响

饲喂25d后不同的桑叶添加量对鸡蛋黄感官评价的影响见表8。在气味评定结果中, 添加桑叶各组蛋黄的蛋香味、腥味与对照组没有显著性差异, 而蛋香味平均分值均比对照组高, 其中5.0%、7.5%桑叶组分值较高。添加桑叶组与对照组在桑叶味上差异极显著($P<0.01$), 各处理组之间差异不显著。

表8 饲喂不同的桑叶添加量对鸡蛋感官评价的影响

Table 8 Effect of mulberry leaf addition amount on sensory evaluation of eggs

评价指标	添加量/%					
	0	2.5	5.0	7.5	10.0	
气 味	蛋香味	2.79±0.79 ^a	2.81±0.88 ^a	3.05±0.74 ^a	3.00±1.00 ^a	2.94±0.77 ^a
	桑叶味	0.0±0.00 ^A	1.78±0.83 ^B	1.82±0.87 ^B	1.56±0.73 ^B	1.38±0.52 ^B
	腥味	1.78±1.22 ^a	1.44±0.89 ^a	1.40±0.88 ^a	2.12±0.70 ^a	1.69±1.01 ^a
口 感	留沙感	2.09±1.31 ^A	2.21±1.08 ^A	3.00±0.59 ^B	2.50±1.05 ^{AB}	3.12±0.72 ^B
	后味	1.94±0.80 ^A	2.14±0.65 ^A	2.83±0.71 ^B	2.06±0.68 ^A	2.41±0.80 ^{AB}
	咸味	1.17±0.86 ^a	1.40±1.05 ^a	1.55±1.19 ^a	1.50±0.98 ^a	1.12±0.88 ^a
	鲜味	2.07±0.83 ^A	2.00±0.73 ^A	2.13±0.83 ^A	2.92±0.86 ^B	2.79±0.70 ^B

由表8可知, 添加桑叶各组蛋黄的咸味与对照组没有显著性差异; 5.0%和10.0%组的留沙感与对照组差异极显著($P<0.01$), 5.0%桑叶组的后味显著高于对照组($P<0.01$); 7.5%和10.0%桑叶组的鲜味显著高于对照组($P<0.01$)。从整体看桑叶添加量在5.0%、7.5%时蛋黄的气味和口感较好。

3 结论

不同水平的桑叶添加量均显著提高了蛋黄的色泽, 并随着桑叶添加量的增高, 蛋黄颜色越来越深($P<0.01$); 添加桑叶对蛋黄胆固醇含量影响不大; 添加5.0%和7.5%桑叶组的蛋黄磷含量与对照组显著差异($P<0.05$); 添加桑叶组的饱和脂肪酸比对照组显著降低($P<0.05$), 单不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸含量比对照组明显提高($P<0.01$); 5.0%和7.5%桑叶组的7种必需氨基酸总量极显著高于对照组($P<0.01$)。

组($P<0.01$)；蛋黄VE的含量随着桑叶添加水平的增加而极显著增加($P<0.01$)，其中10%的桑叶添加组比对照组提高了近3倍。添加桑叶组无论在气味还是口感上都比对照组好，特别是桑叶组蛋黄有类似茶叶的清香(即桑叶味)，其中桑叶添加量在5%、7.5%时蛋黄的气味和口感较好。总之，饲料中添加桑叶对鸡蛋品质有很大的提高，综合考虑认为添加量在5%~7.5%比较合适。

参考文献：

- [1] 何雪梅, 廖森泰, 刘吉平. 桑树的营养功能性成分及药理作用研究进展[J]. 蚕业科学, 2004, 30(4): 390-394.
- [2] 杨绍英, 董海丽, 纵伟. 桑叶化学成分及在食品工业中的应用[J]. 食品研究与开发, 2003, 24(2): 8-11.
- [3] 金丰秋, 金其荣. 新型功能性饮品: 桑茶[J]. 食品科学, 2000, 21(1): 46-48.
- [4] 孙兰萍. 桑叶清凉饮料的研制和开发[J]. 食品研究与开发, 2001, 22(5): 42-43.
- [5] 刘先珍, 朱建录, 刘晓华. 畜禽业新型饲料源: 桑叶的营养价值及加工调制[J]. 饲料工业, 2005, 26(23): 46-47.
- [6] AL-KIRSHI R, ALIMON A R, ZULKIFLI I. Utilization of mulberry leaf meal (*Morus alba*) as protein supplement in diets for laying hens[J]. Italian Journal of Animal Science, 2010, 9(3): 51-54.
- [7] 常文环, 刘国华, 张姝. 桑饲料对肉鸡生长性能及其血浆尿素氮含量的影响[J]. 中国饲料, 2006(18): 35-39.
- [8] SUDA T. Inhibitory effect of mulberry leaves on ammonium emission from poultry excrement[C]//Gunma Agriculture-related Experiment Stations Meeting, Japan, 1999.
- [9] 张晓梅, 任发政, 葛克山. 饲料中添加桑饲料对蛋鸡生产性能和鸡蛋品质的影响[J]. 食品科学, 2007, 28(3): 89-91.
- [10] SUDO M, KURAMOTO H, ISO M. Studies on functional poultry eggs. Effects of mulberry leaves on quantity of eggs[J]. Bull Ibaraki Prefectural Poultry Experiment Station, 2000, 33: 21-34.
- [11] 吴萍, 厉宝林, 李龙, 等. 日粮中添加桑叶粉对绿壳蛋鸡产蛋性能及蛋品质的影响[J]. 蚕业科学, 2007, 33(2): 280-283.
- [12] 武书庚. 日粮中不同硫酸铜和柠檬酸铜添加水平及其组合对产蛋鸡生产性能及蛋品质的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2001.
- [13] 冯月超. 鸡蛋黄挥发性风味物质及相关前体物质的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2006.
- [14] SUKHIJA P S, PALMQUIST D L. Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces[J]. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 1988, 36: 1202-1206.
- [15] 苏金明, 傅荣华, 周建斌, 等. 统计软件SPSS系列应用实战篇[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [16] TATENO H, YATABE T, ISO M. Studies on foliage of unused resources. Effects of mulberry leaves on egg production as a poultry food[J]. Bull Ibaraki Prefectural Poultry Experiment Station, 1999, 33: 15-20.
- [17] 周光宏. 畜产品加工学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [18] MACHII H. On gamma-aminobutyric acid contained in mulberry leaves[J]. Journal of Sericulture Science in Japan, 1990, 59: 381-389.
- [19] 赵春晓. 桑叶粉在蛋鸡饲料中的应用研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2007.