

文献著录格式: 范京辉, 楼立峰. 蛋黄中叶黄素的沉积及其影响因素 [J]. 浙江农业科学, 2011 (6): 1337 - 1339.

蛋黄中叶黄素的沉积及其影响因素

范京辉, 楼立峰

(浙江省杭州市农业科学研究院, 浙江 杭州 310024)

摘要: 对蛋黄色素种类、沉积机理及影响因素、色素对鸡蛋品质影响等内容进行综述。

关键词: 叶黄素; 蛋黄色级; 饲料; 蛋品质

中图分类号: TS 253

文献标志码: A

文章编号: 0528-9017(2011)06-1337-03

蛋黄色泽是蛋品的质量指标, 也是经济指标, 影响蛋品市场竞争力。土鸡蛋即高品质鸡蛋的涌现使蛋黄色泽的重要性得以进一步提升。深色蛋黄是消费者评判、信赖土鸡蛋的重要依据, 仅次于蛋重。健康的产蛋鸡群与合乎规范的饲养, 饲料中的天然叶黄素有效沉积于蛋黄, 对人体有益。色素饲料添加剂的应用, 使得上述关联性变得复杂。

1 叶黄素种类

蛋黄中的色素来源于饲料, 家禽自身不能合成, 主要是亲脂性的含氧类胡萝卜素。通常, 将类胡萝卜素的含氧衍生物称为叶黄素。以规范的日粮饲喂家禽, 仅叶黄素具有着色功能。其他合成色素如偶氮类的油溶黄或油溶红, 在蛋黄中也可以沉积, 对人有毒。

1.1 叶黄素分类

叶黄素分为羟基叶黄素、酮基叶黄素 2 大类。前者呈现黄色, 后者为橘红或者红色。羟基叶黄素又包括单羟基、双羟基 2 小类。绿色植物及其籽实中, 双羟基叶黄素所占比例较高, 如黄玉米中黄体素、玉米黄质, 金盏菊花瓣中的叶黄素。酮基叶黄素, 主要有角黄素、虾青素、辣椒红素及橘红素。含酮基叶黄素的植物原料很少, 目前其饲料添加物, 由雨生红藻、法夫酵母、虾蟹壳提取, 或人工合成。

以有无维生素 A 活性区别, 叶黄素也分为 2 类。一类是在动物体内部分转化为维生素 A, 着色效能差, 如单羟基叶黄素—隐黄素。双羟基、酮基叶黄素多属后类, 无维生素 A 活性, 着色效果较好。目前色素饲料添加剂的主要成份, 以后者居多。

1.2 叶黄素分子结构

叶黄素分子基本骨架都由 8 个异戊间二烯单位组成。异戊间二烯单位的连接方式是在分子中心的左右两边对称, 其中共扼双键长链构成其发色官能团, 但唯有含氧功能基团的化合物才能沉积于动物机体或蛋品中。双键的存在使其性质极不稳定, 易被氧化。共扼双键的存在, 存在顺、反式 2 种几何结构, 其脂溶性完全不同。含氧基团形成左、右旋不同的空间结构, 后者动物不能利用。通常天然叶黄素羟基与脂肪酸结合成酯, 比游离叶黄素稳定性强。上述因素导致不同来源的叶黄素被机体的吸收、利用的差异明显。

所有源自植物的叶黄素, 均是反式、左旋体。合成全反式叶黄素, 现有技术水平下可以做到, 然而其旋光性则较难做到。若产品是消旋体, 那么其效率仅为 50%。无论是提取物与合成物, 同种叶黄素, 具有旋光性且为反式构型, 蛋黄中沉积率较高。

叶黄素种类繁多, 目前已知结构的就有数 10 种。值得一提的是, 饲料原料、植物提取物、甚至化工成品中的叶黄素, 均是混合物。所以, 在蛋鸡饲养试验结果中, 沉积率差异较大。多数研究认为, 现有的合成类商品色素的沉积效率高于天然提取物。除含量因素外, 产品的制剂工艺起着很大作用, 如严格控制粒径、乳化分散、包埋处理等。

2 叶黄素吸收沉积机理

2.1 吸收

叶黄素的肠道吸收、转化及在蛋品中沉积的全过程机理, 没有完全清楚。吸收、转化过程已较为

收稿日期: 2011-09-21

基金项目: 杭州市科技项目 (20101032B07)

作者简介: 范京辉 (1971 -), 男, 浙江桐乡人, 高级畜牧师, 从事动物营养与饲料科学研究工作。E-mail: ufanta@163.com。

明确。天然叶黄素在吸收前,在肠道中须经过类似于脂肪胆汁乳化分散、皂化或胰脂酶水解过程,使以酯形式的叶黄素成为游离态。然后在肠道中形成乳酶微粒,被肠道吸收。与脂溶性维生素相似,多数研究结果倾向于叶黄素属被动吸收,浓度与吸收量呈正相关^[1]。离体小肠细胞试验发现,进入细胞叶黄素量与细胞外液浓度呈正比;吸收过程不受温度影响,但添加乳化剂后吸收率受影响。这同样说明吸收过程无需酶的参与,但吸收前叶黄素的颗粒形态、乳液状态是重要影响因子^[2]。蛋鸡选择性吸收叶黄素并沉积,其吸收量远远大于日粮中同时存在胡萝卜素,其原因还没有得到确切解释。

具有维生素 A 原活性的类胡萝卜素,在胡萝卜素单氧酶的作用下转化成视黄醛或者视黄酸,发挥维生素 A 的功能,失去着色功效。机体维生素 A 水平越低,其转化效率越高。

2.2 沉积

叶黄素经扩散方式进入血液循环,通过脂蛋白转运,到达各个靶组织并沉积。多数报道认为叶黄素被吸收后,以原型直接转移到卵巢,沉积到蛋黄。分析表明,蛋黄中叶黄素以游离状态存在,而沉积于皮肤、脂肪中呈酯态。

叶黄素由卵巢向蛋黄沉积机制,尚无详细报道。通过研究煮熟蛋黄的剖面色素沉积深浅、分析蛋黄中叶黄素种类与浓度,可以确定其沉积明显受到血液叶黄素浓度的影响。

3 影响蛋黄叶黄素沉积的主要因素

3.1 饲料因素

3.1.1 日粮脂肪

提高日粮的脂肪浓度,有利于改善叶黄素的吸收率。不同来源脂肪的影响程度不一。添加优质的植物脂肪,蛋黄色泽明显改善。添加品质较次的脂肪,如不新鲜的鱼油等,大部分叶黄素被迅速氧化,蛋黄反而变浅;其次,日粮中高浓度的游离脂肪酸,明显抑制叶黄素的吸收^[1]。

3.1.2 日粮维生素

脂溶性维生素与叶黄素吸收机理相似,因此存在吸收竞争。日粮维生素 A 超量时抑制叶黄素吸收。在生产上经常可见,日粮中添加维生素,特别是添加高剂量的维生素 A、D 后,蛋黄骤然变浅。当然,日粮维生素 A 缺乏时,有更多叶黄素用于转化成维生素 A。当日粮中添加商品色素时,从经济性考虑,应控制维生素 A 的浓度。在蛋鸡日粮

中添加充足的维生素 E,可以减少叶黄素氧化损失;即使是添加成本低的抗氧化剂,蛋黄增色同样明显。核黄素能在蛋黄中沉积呈现黄色;日粮中若超量添加,蛋黄色泽较暗,缺乏明亮感。

3.1.3 吸收抑制剂

含高浓度单宁、葡聚糖及皂苷等物质的日粮,不利于叶黄素吸收。这方面仅有少量的研究报道。饲料中添加与单宁多酚结构相似的根皮素,明显抑制叶黄素吸收。我们在试验中发现,以较高比例的糠麸、草粉替代玉米,蛋黄色泽变浅;即使试验日粮同时添加商品叶黄素,蛋黄色级与对照组的差距仍较明显。其原因可能与上述原料中含有较多的 β -葡聚糖、皂苷等吸收抑制剂有关。

3.1.4 日粮原料

玉米是最好的叶黄素来源。新鲜玉米—豆粕型日粮,总叶黄素含量 $12 \sim 20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,蛋黄罗氏色级能达到 6 级以上。若添加 3% ~ 5% 的玉米蛋白粉或者玉米胚粕,蛋黄接近 9 级。其他叶黄素原料,如红辣椒粉、金盏菊的花瓣粉、橘皮粉、粉针粉等,均可以提高黄色度,并且所有试验报道结果均为理想。特别是红辣椒粉可以使蛋品达到 10 级或更高,但添加量 2% ~ 3% 时才有效^[3]。上述原料的能量、蛋白值偏低、纤维素过高,用量受到配方空间制约,且配制成本明显增加。实际上,辣椒粉等原料在小规模养殖场可以尝试使用,在规模化鸡场的应用可行性较小。

3.1.5 叶黄素添加剂

目前用于饲料的植物提取物,多来自金盏菊花瓣粉,经提取、皂化、微囊化等工艺流程制得。鉴于提取得到的叶黄素多数呈酯态,因此研究结果倾向于,提取物须经皂化处理,在肠道中无须酶解而被直接吸收;皂化后游离叶黄素的稳定性下降,所以包被处理也是必须的。游离态叶黄素的脂溶性明显下降,显然对其吸收率无益。近年来出现的雨生红球藻、法夫酵母提取物,含有虾青素,着色功效显著;与同罗氏色级的鸡蛋相比,其色泽偏向于暗红色^[4]。

化工合成的柠檬黄素、斑螫黄,是目前被允许使用、效率最高的 2 种添加剂。特别是后者,少量添加,蛋品色级可以达到 12 级以上。两者配合使用,可以在小麦日粮下生产出由黄至红各级鸡蛋。当然,过量使用,蛋黄呈深红,会引起消费者的反感。

3.2 产蛋鸡因素

3.2.1 疾病

健康是蛋品色泽的重要保证。通常也以蛋黄变

浅作为健康的辅助判断。鸡群受到环境应激、免疫病感染与用药, 蛋黄均变浅。人与动物试验均证实, 叶黄素对机体免疫、抗氧化有促进作用, 但仅是天然的叶黄素或类胡萝卜素。合成色素的此类功效, 研究结果不一致, 多数报道认为对家禽无效, 仅起到沉积作用。

3.2.2 产蛋期与产蛋率

供给同样的日粮, 放养鸡蛋黄较笼养鸡深。可以理解为前者产蛋率低, 每枚蛋黄分配到更多的叶黄素。蛋鸡在产蛋前期的蛋黄较深、后期浅, 其原因的解释还不一致。

3.2.3 肠道离子平衡与 pH 值

肠道中各种元素的离子浓度不同, 除影响肠液的 pH 外, 还明显影响肠道中脂肪的乳化、乳糜微粒的形成, 及肠道消化酶活性, 最终影响叶黄素的吸收率^[5]。肠道离子平衡主要与日粮离子平衡有关。试验发现, 将蛋鸡日粮的 DEB 由 200 调低至 100, 后者蛋鸡的蛋黄降低了 0.5 个罗氏比色度, 并且在此后的 3 周试验期内恒定。

4 色素与鸡蛋的品质

4.1 蛋黄叶黄素浓度

蛋黄罗氏色级与蛋黄叶黄素浓度间不具有正比例关系。通常玉米型、添加天然色素日粮的蛋品中叶黄素含量较高, 小麦日粮或使用合成色素的蛋品中较低。玉米型日粮下蛋黄很难超过 8 级, 添加 2~5 g 酮基类胡萝卜素, 色泽会提高至 12 级。麦类基础日粮下, 使用少量的合成色素, 色泽仍可以达到 12 级或更高。我们在试验中曾发现, 在玉米型日粮中添加合成色素, 蛋品中总色素含量下降。人工色素吸收率高于天然叶黄素, 显然, 人工色素对天然色素似乎存在“排挤”效应。如果这种效应的确存在, 那么添加人工色素对蛋品质是一种损害。

4.2 蛋品安全性

人工色素目前指纯化工合成、或天然色素经基团修饰的产物, 如 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛、 β -阿朴-8'-胡萝卜素酸乙酯、 β , β -胡萝卜素-4, 4-二酮(斑螫黄)、虾青素等。前 3 种列入国家饲料添加剂目录, 允许应用于家禽饲料, 合成虾青素仅允许用于水产饲料; 由藻类、酵母提取的虾青素, 在家

禽上使用仍未获得批准。研究证实, 斑螫黄能在人视网膜上沉积, 影响视力, 因此欧盟限制剂量为 $8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 蛋鸡日粮。近年媒体曝光用于生产红心蛋的苏丹红, 有致癌毒性。

4.3 对蛋品质的其他影响

日粮中添加低剂量的叶黄素, 对蛋黄维生素 A、维生素 E 含量没有影响^[2]; 对蛋清蛋白的含量影响, 目前没有相关报道。在种鸡上有报道, 高天然叶黄素种蛋, 其孵化率、苗鸡健康状况有所改善^[6]。日粮添加天然藻粉后, 蛋黄膜的柔韧性增强, 不易破裂, 估计与叶黄素的抗氧化功效有关。

5 小结

提高蛋黄色泽的生产措施, 重点在于保证产蛋鸡较好的健康水平, 同时注重饲用原料选择与日粮精确配制, 引入日粮离子平衡等新技术。色素添加剂的用量应严格控制。深色蛋黄作为一种包装性状, 固然有增进人们食欲、愉悦心情的作用, 但如高纯度糖的出现, 人们对天然水果等食物的甜度产生失落感相似。片面追求强烈的色彩感, 同样是一种迷失。因此, 应该通过宣传, 让消费者理解蛋黄色泽的真正意义。

参考文献:

- [1] 高玉云, 毕英佐, 谢青梅, 等. 类胡萝卜素的吸收代谢及其功能的研究进展 [J]. 动物营养学报, 2010, 22 (4): 823-829.
- [2] 刘清, 周光宏. 离体小肠粘膜细胞对类胡萝卜素的吸收 [J]. 南京农业大学学报, 1997, 20 (4): 54-59.
- [3] 卢庆萍, 张宏福, 付静, 等. 红辣椒提取物调控小麦型日粮鸡蛋黄色泽的研究 [J]. 动物营养学报, 2005, 17 (2): 28-32.
- [4] 戴亦军, 袁生, 秦怀兰. 深红酵母产生的类胡萝卜素对蛋黄着色的研究 [J]. 南京师范大学学报: 工程技术版, 2004, 4 (4): 55-57.
- [5] 伍喜林, 杨凤. 离子平衡的营养学原理及其在畜禽生产中的应用 [J]. 贵州大学学报: 农业与生物科学版, 2002, 21 (3): 208-214.
- [6] 梁远东, 殷进炎, 黄炳福, 等. 日粮中添加角黄素和阿卜醋对母鸡产蛋性能和蛋黄颜色的影响. 中国家禽学报, 2004, 8 (1): 161-163.

(责任编辑: 胡锦涛)