

# 鸡蛋暗斑随储存时间变化规律及存在部位的探究

霍学婷<sup>1</sup> 耿顺菊<sup>1</sup> 赵国先<sup>2</sup> 张建云<sup>1</sup> 赵丽红<sup>1</sup> 计成<sup>1</sup> 马秋刚<sup>1</sup>

(1. 中国农业大学 动物科学技术学院 动物营养学国家重点实验室,北京 100193;

2. 河北农业大学 动物科技学院,河北保定 071000)

**摘要** 蛋壳暗斑是蛋壳表面通过肉眼可观察到得到,以点状、条状、发丝状、块状等形状存在的色泽深暗的斑点.暗斑干扰鸡蛋外观色泽均一性,极大影响鸡蛋美观,从而影响消费者购买决策.本研究以大午金凤蛋鸡和海兰褐蛋鸡为试验材料,探究了暗斑性状的度量方法;研究所产鸡蛋在储存0、24、48、72和168 h的暗斑情况和蛋壳颜色变化规律;通过比较分离蛋壳膜前后暗斑变化情况,初步阐明了暗斑存在部位及其与水分含量关系.研究结果表明:鸡蛋上暗斑分布和蛋壳颜色测定值会随储存时间的延长呈上升趋势,24、48、72和168 h的暗斑分布情况和蛋壳颜色测定值显著高于0 h( $P < 0.05$ );暗斑存在于蛋壳上,而不是蛋壳膜上.

**关键词** 暗斑蛋;度量方法;储存时间;蛋鸡品种;蛋壳颜色;蛋壳成分

**中图分类号** S831

**文献标识码** A

## 0 引言

我国是世界上最大的禽蛋生产国和禽蛋消费国.鸡蛋产销量占世界40%以上.随着我国鸡蛋供应从供需基本平衡过渡到供略大于求,以及人们对食品问题日益重视,消费者对鸡蛋品质要求也越来越高<sup>[1]</sup>.蛋壳品质的好坏直接影响到蛋的贮存、运输和销售<sup>[2]</sup>.因此,向市场提供优质鸡蛋是蛋鸡行业实现供给侧改革的热点问题,也与生产者、消费者及蛋鸡育种者利益密切相关.

蛋壳暗斑是水分在蛋壳上不均匀分布所表现的一种现象,这首先由Holst等<sup>[3]</sup>人提出并进行相关试验.这种蛋壳表面水印状的斑点在LED光源从蛋壳底部穿透鸡蛋照射下会变成半透明色,但在日光条件下却发暗,所以我们称这种鸡蛋为暗斑蛋.刘继承等<sup>[4]</sup>将其称为“薄斑”,指出是由于蛋壳膜厚度不均匀所导致的现象.孙得发等<sup>[5]</sup>称其为“水印蛋”,指出是由于这种点状暗斑很像水渗出蛋壳表面.王德贺<sup>[6]</sup>研究表明蛋壳暗斑形成的根本原因是蛋壳膜韧性较差导致壳内水分透过蛋壳膜并积聚在蛋壳,较厚的蛋壳和较高的蛋壳强度加重了暗斑严重程度.Chousalkar等<sup>[7]</sup>研究表明,很低剂量的细菌就很容易穿透暗斑蛋蛋壳,影响鸡蛋卫生品质.

蛋壳外观质量是禽蛋品质的重要特征之一.蛋品质相关问题研究至今,主要在其蛋壳强度、蛋壳厚度、蛋形指数等方面有报道,暗斑研究比较少,没有确切研究暗斑变化规律,故不能有效指导生产.鸡蛋暗斑问题急需解决,本研究以大午金凤蛋鸡和海兰褐蛋鸡为试验材料,从衡量暗斑度量方法、暗斑变化规律及存在部位着手,旨在为提高蛋品质及家禽育种改良等方面工作提供数据参考.

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验鸡蛋选取体质相近、体况健康的32周龄开始的海兰褐、大午金凤蛋鸡所产的新鲜鸡蛋.

收稿日期:2018-09-10

基金项目:国家蛋鸡产业技术体系(CARS-40-K08);河北省现代农业产业技术体系蛋鸡肉鸡创新团队(HBCT2018150203)资助

通讯作者:马秋刚,男,汉族,博士,副教授,博导,研究方向:饲料安全与营养调控,E-mail: maqiugang@cau.edu.cn.

## 1.2 试验设计

以大午金凤蛋鸡和海兰褐蛋鸡为试验材料,各 32 只,单笼饲养.每周收集产下 0 h 的鸡蛋,连续收集 4 周,采用两个品种(海兰褐、大午金凤),五个时间点(0、24、48、72 和 168 h)双因子设计对收集的蛋进行测定,实验鸡饲喂相同饲料.

## 1.3 试验日粮

表 1 基础饲料组成及营养水平(风干基础)

原料	比例/%	营养水平	含量/%
玉米	61.4	代谢能	11.51
豆粕	25.4	粗蛋白质	16.05
石粉	8.1	钙	3.53
磷酸氢钙	1.6	总磷	0.6
食盐	0.3	可利用磷	0.39
大豆油	1.8	蛋氨酸	0.42
沸石粉	0.73	半胱氨酸	0.7
复合矿物质	0.3	赖氨酸	0.8
苏氨酸	0.04	色氨酸	0.18
DL-蛋氨酸	0.18	苏氨酸	0.63
氯化胆碱	0.1	可消化赖氨酸	0.69
霉立解	0.05	可消化蛋氨酸	0.4

注:复合矿物质为每千克日粮提供:Cu 10 mg、Zn 80 mg、Fe 100 mg、Mn 80 mg、10.6 mg、Se 0.2 mg.

## 1.4 饲养管理

试验地点在中国农业大学涿州试验基地,采用封闭式鸡舍 3 层全阶梯式笼养,环境温度控制在 18-27 °C,纵向负压通风,光照程序 15 h 保持不变,光照强度为 10-20 lx.干粉料饲喂,每天喂料 2 次(08:00、16:00)、匀料 2 次(11:00、18:00),喂料时根据鸡的采食情况适当增减料,以刺激蛋鸡食欲,乳头式饮水器自由饮水.每周对鸡舍进行带鸡喷雾消毒 1 次,定期对鸡舍周围进行喷雾消毒.

## 1.5 测定指标及方法

正式试验共五周,每周每个品种取新鲜刚产出来(记作 0 h)的鸡蛋 32 枚,在产出后 0、24、48、72 和 168 h 五个时间点来测量相关指标.连续五周共取五批新鲜刚产出(记作 0 h)的鸡蛋进行上述五个时间点的相关指标测定.储存室控制温度 20-25 °C、湿度 40%-50%,收集后用铅笔对每枚蛋进行编号(包括笼位号、产蛋时间、上下午并圈出视野范围)保证能准确区分每只鸡每一天所产的鸡蛋,立即进行观察测定,然后放置 24、48、72 和 168 h 再分别进行测定,记录其暗斑有无及严重程度,对其进行观测、拍照,并根据设定标准进行量化.用蛋壳颜色测定仪测定鸡蛋钝端、中端、锐端 3 部分蛋壳颜色,取平均值代表每枚鸡蛋的蛋壳颜色.

暗斑蛋的度量方法:暗斑蛋严重程度根据蛋壳表面暗斑孔径的大小和密度衡量.本试验主要用两种方法对暗斑进行衡量:色差识别法和打分分级法.

色差识别法:在暗室环境中,用 LED 灯从鸡蛋钝端发射光源通过整个鸡蛋,然后用相机在大约离鸡蛋上方 18 cm 处与鸡蛋处于同一直线,同一焦距拍摄鸡蛋照片.将拍摄好的照片通过 Adobe Photoshop CS6 软件处理(如图 1),计量视野中蛋壳暗斑区域面积比例.(1)用 Adobe Photoshop CS6 软件下打开图片 1,解锁图层,Ctrl+J 拷贝图层待下一步处理;(2)然后用魔棒工具点击鸡蛋边缘,Delete 键清除所有无关杂图,Ctrl+D 保存为图 2;(3)用魔棒工具选择每个暗斑点,将拾色器(背景色)改为黑色,Ctrl+Shift+I 反选,快捷键 Alt+Delete,此时孔隙的颜色手动加深工作完成;(4)Ctrl+Shift+I 反选择,背景色改为白色,快捷键 Alt+Delete, Ctrl+D 保存为图片 3,此时鸡蛋除暗斑点其余蛋壳颜色手动变为白色工作完成;(5)点击魔棒工具,选择黑背景区域点击 Delete,Ctrl+D 保存为图 3;(6)点击窗口菜单栏,选择直方图,通道选择颜色,色阶调出 255-255、0-255,选中图层,将显示暗斑所占百分比,存储导出.

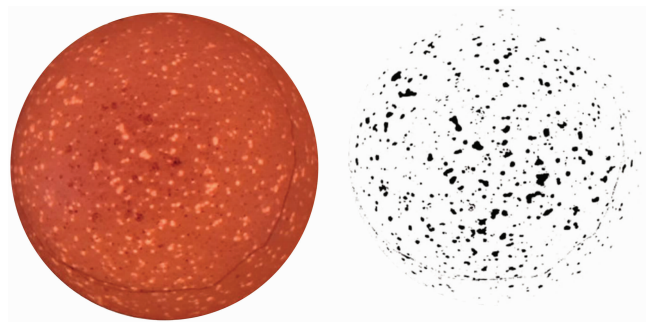
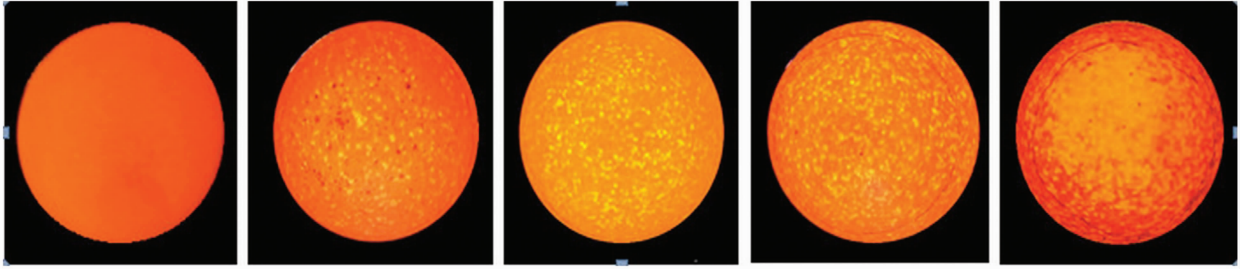


图 1 用 Photoshop 处理过的图片增加了暗斑和周围蛋壳区域的颜色对比度,用直方图工具可计算出暗斑占视野百分比

打分分级法:实验进行前期,收集不同程度的暗斑蛋,借助 LED 光源观察暗斑分布情况.为了更好地量化暗斑占视野面积,找出比较标准的暗斑分布图(如图 2)从左到右暗斑分别占视野面积 0、20 %、40 %、60 %和 80 %.产下的鸡蛋立即进行观察测定,放置 24 h、48 h、72 h 和 168 h 再分别进行测定,记录其暗斑有无及严重程度,并根据设定标准进行量化打分.本试验数据采用此打分标准进行度量,如表 2 所示.



注:(1)暗斑比例 0,(2)暗斑比例 20%,(3)暗斑比例 40%,(4)暗斑比例 60%,(5)暗斑比例 80%.

图 2 LED 光源照射下暗斑蛋标准品

表 2 暗斑打分标准

打分	0	1	2	3	4	5
暗斑占视野面积	0	0-20 %	21 %-40 %	41 %-60 %	61 %-80 %	>80 %

### 1.6 数据统计分析

试验数据先采用 Excel 进行数据统计,然后采用 SPSS 17.0 软件对数据进行一般线性模型(GLM)分析,选用 Duncan 氏法进行多重比较.其中  $P < 0.05$  为差异显著,  $P > 0.05$  差异不显著.采用 Adobe Photoshop CS6 软件进行处理图片,采用 Graph-Pad Prism 软件作折线图.

## 2 结果与分析

### 2.1 鸡蛋暗斑分布情况

由图 3 可知,0-24 h 暗斑呈急速猛增趋势,72 h 后变化趋势相对比较平缓,进入稳定的平台期.拟合暗斑变化趋势,作出 One-phase association 方程如表 3 所示,方便以后学者估算一周内不同时间点暗斑分布情况.

表 3 两个品种暗斑分布情况拟合方程

品种	One-phase association	$R^2$	截距	极值
大午金凤	$Y=0.6427+0.8013 * (1-e^{(-0.07279x)})$	0.9844	0.6427	1.444
海兰褐	$Y=0.5098+1.0642 * (1-e^{(-0.07021x)})$	0.9935	0.5098	1.574

### 2.2 储存时间对鸡蛋暗斑分布情况及蛋壳颜色的影响

根据表 4 和图 3 可知,鸡蛋上暗斑分布情况和蛋壳颜色测定值会随存放时间的延长呈上升趋势,0 与 24、48、72、168 h 的暗斑分布情况及蛋壳颜色测定值存在显著差异( $P < 0.05$ ).在大午金凤蛋鸡上发现相对于 0 h 来说,之后四个时间点暗斑分别增加 1.1 倍、1.1 倍、1.3 倍和 1.3 倍;在海兰褐蛋鸡上发现相对于 0 h 来说,之后四个时间点暗斑分别增加 1.7 倍、1.9 倍、2.1 倍和 2.2 倍;在海兰褐蛋鸡上,储存 168 h 暗斑分布情况显著高于储存 24 h 暗斑分布情况( $P < 0.05$ ).

表 4 暗斑和蛋壳颜色在不同品种鸡蛋上随储存时间分布情况

暗斑打分值	蛋壳颜色测定值			
	大午金凤		海兰褐	
储存时间				
0 h	0.64±0.29 <sup>a</sup>	0.51±0.31 <sup>a</sup>	52.8±6.33 <sup>a</sup>	26.4±3.67 <sup>a</sup>
24 h	1.33±0.30 <sup>b</sup>	1.39±0.37 <sup>b</sup>	56.0±6.62 <sup>b</sup>	27.4±3.90 <sup>b</sup>
48 h	1.35±0.32 <sup>b</sup>	1.48±0.37 <sup>bc</sup>	56.6±6.64 <sup>b</sup>	27.6±3.91 <sup>b</sup>
72 h	1.44±0.33 <sup>b</sup>	1.56±0.42 <sup>bc</sup>	56.4±6.60 <sup>b</sup>	27.5±3.83 <sup>b</sup>
168 h	1.49±0.35 <sup>b</sup>	1.62±0.39 <sup>c</sup>	56.5±6.58 <sup>b</sup>	27.5±3.84 <sup>b</sup>
P	<0.001	<0.001	<0.001	0.027

注:同列数据肩标有相同字母(如 a 和 ab)表示差异不显著( $P > 0.05$ ),不同小写字母(如 a 和 b)表示差异显著( $P < 0.05$ ).

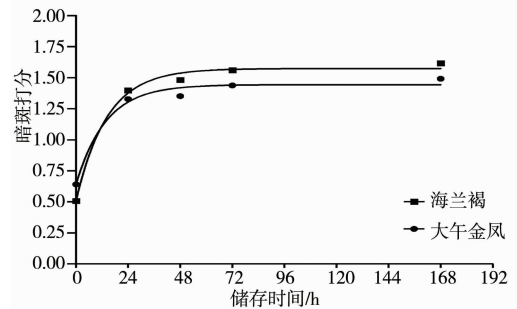


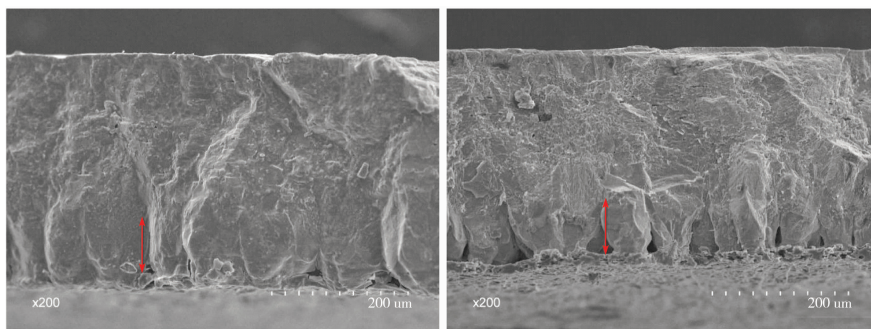
图 3 两个品种鸡蛋随储存时间延长暗斑的变化趋势

### 2.3 存在部位

依次从蛋壳上剥离蛋白膜、内壳膜,观察剥离前后暗斑变化情况.根据表5可知,暗斑蛋在剥离的短时间内,蛋壳上不管有0层、1层或者2层蛋壳膜附着都还会与未剥离前基本一致的暗斑形状和数量存在,暗斑清晰密集的分布在鸡蛋壳表面,放置一段时间后不管蛋壳上有没有蛋壳膜附着,暗斑都会逐渐减少直至消失;当暗斑消失后浸水一段时间暗斑又会重现慢慢变多甚至恢复最初暗斑数量,但多数没有最初清晰,与有无壳膜附着蛋壳上都没有直接关系;并且把有暗斑的鸡蛋蛋壳膜附着在没有暗斑的鸡蛋壳上照样不会有暗斑出现.本试验验证了暗斑的存在部位是在蛋壳上,与蛋壳膜没有直接关系,但与蛋壳所含水分有直接关系.对比暗斑蛋与正常蛋蛋壳超微结构的扫描电镜图(如图4所示),可以看出暗斑蛋横断面的乳突间隙大且明显,乳突个体间联系不紧密,乳突排列不规则整齐.

表5 暗斑蛋剥离后晾干和浸水两个过程暗斑变化规律

观察时间	蛋壳+两层膜	去掉蛋白膜	去掉蛋白膜和内壳膜
剥开后晾干0 h	有	有	有
剥开后晾干14 h	变少	变少	变少
剥开后晾干24 h	无	无	无
暗斑消失后浸2 h	罕见	罕见	罕见
暗斑消失后浸12 h	变多	变多	变多
暗斑消失后浸26 h	基本恢复	基本恢复	基本恢复



(a)正常蛋横断面

(b)暗斑蛋横断面

图4 蛋壳超微结构的扫描电镜图像(红色箭头标识部位为乳突层,比例尺:200  $\mu\text{m}$ )

## 3 讨论

### 3.1 暗斑情况度量

暗斑变异很大,形状各异,有点状、片状、条状,大小也各异,直径从针尖大小到几厘米或者成片,数量从几个到成百上千个<sup>[4, 8]</sup>. Almquist等<sup>[9]</sup>将暗斑面积大、数量多的鸡蛋称为玻璃蛋(glassy-shelled Eggs). Solomon等<sup>[10]</sup>指出邻近的暗斑会慢慢融合成片状.在研究暗斑的过程中,有学者把其当作质量性状进行定性研究<sup>[11]</sup>,有学者把其当作数量性状进行定量研究.从数量性状角度可根据暗斑严重程度进行评分,例如:3分制评分系统<sup>[3]</sup>,4分评分系统<sup>[12]</sup>,6等级评分系统<sup>[5]</sup>.通常暗斑蛋的研究会选择暗斑比较严重的极端个体和几乎没有暗斑的个体简单地分为暗斑蛋和正常蛋,对暗斑的数量和孔径大小并没有明确的规定,并且这些方法的可靠性、可重复性没有描述.本文大量观察并自定义了暗斑打分标准,并用Adobe Photoshop CS6软件对暗斑所占面积进行验证,对暗斑占视野面积进行量化表示.

本试验采用两种方法量化暗斑情况.打分分级法可以比较快速准确地地区分暗斑蛋的等级,但是不能准确量化暗斑的大小和数量,具有一定的主观性.虽有高效的特点,相比其它方法的准确性有待进一步改善,与王德贺<sup>[6]</sup>采用4级分类法相似,此法相比3分或4级分类标准更为细化,而没有增减很多工作量,同时由于存放1-2 w内鸡蛋暗斑级别基本没有变化,可以以此为标准对多日所产暗斑蛋进行区分.色差识别方法虽然操作复杂,同时在图片采集过程中存在不同部位的形变、采集区域的不完整以及软件自动识别暗斑过程中的不准确性等问题,但是此法可以比较准确地量化蛋壳暗斑,有待进一步改进.本试验采用打分分级法对暗斑分

布情况进行度量。

### 3.2 鸡蛋存放时间对暗斑分布情况和蛋壳颜色的影响

暗斑随存放时间的延长,变得逐渐明显并且增多,本试验中蛋壳颜色测定仪测定结果也是对此现象的验证,暗斑变多,透光性变强,蛋壳颜色测定仪读数变大。这与王德贺<sup>[6]</sup>研究表明:颜色上暗斑蛋比正常蛋更白,正常蛋比暗斑蛋更红、更黄一致。庄宏等<sup>[13]</sup>报道暗斑蛋占总鸡蛋的数量随储存时间的延长而增加。王德贺<sup>[14]</sup>研究表明暗斑蛋一般5-7 d达到最大值,1-2 w维持暗斑最大值,4-8 w开始减弱并消退,暗斑的整个变化速度会随着空气中温度、湿度的变化而加速或延迟。但与Holst等<sup>[3]</sup>所描述的其中一点,刚产下的鸡蛋都没有暗斑,相矛盾。本研究结果表明,一些鸡蛋刚产出就可以检测到暗斑的存在,可能是产蛋鸡的周龄和饲养环境差异所导致。暗斑蛋很容易遭到细菌侵入,因此研究暗斑随时间延长的变化规律,从而改善暗斑问题至关重要。本研究结果表明,暗斑在产后会增多,尤其在产后24 h内暗斑分布情况成直线上升趋势,蛋壳颜色测定值和暗斑分布情况随储存时间有相似的变化趋势。

### 3.3 暗斑存在部位

蛋壳是多微孔隙结构<sup>[15]</sup>,蛋壳成分中含有94%-97%的有机物和3%-6%的无机物,碳酸钙是无机物的主要存在形式,蛋白质是有机物的主要存在形式<sup>[16]</sup>。蛋壳结构由于胚胎发育的需要,具有选择性渗透作用,可以使氧气等小分子物质透过,但却能控制水分散失值控制在最少,蛋壳的结构、材料、多孔质的大小及诸如氧气或者水蒸气等流体与其选择性密切相关<sup>[17]</sup>。暗斑的蛋壳结构允许更多水分的存在,增加了光的穿透,乳突结构的早期融合减少了水分贮存的可利用空间,因此减少了光的透射<sup>[18]</sup>。Talbot等<sup>[19]</sup>证明了暗斑蛋壳乳突层孔隙率显著高于正常蛋,与本试验研究结果一致。蛋壳膜呈纤维网状结构存在于蛋壳与蛋清之间,蛋壳膜是防止鸡蛋内容物向外部渗透的第一道屏障,并且它提供了蛋壳初始矿化的平台<sup>[20]</sup>。蛋壳膜分为内外两层,两层膜紧密贴在一起,仅在蛋的钝端气室位置分离。蛋壳膜的主要成分是蛋白质,主要以糖蛋白的形式存在<sup>[21]</sup>。正常组蛋壳膜最大拉伸力(纵向)均显著大于暗斑组( $P < 0.05$ )<sup>[22]</sup>。

暗斑在干燥情况下会消失变成正常蛋壳,浸入水中暗斑会重现,暗斑蛋壳含水量比正常蛋多,此结果跟Holst等<sup>[3]</sup>描述一致。王德贺<sup>[6]</sup>表明无蛋壳膜暗斑能够重现,有蛋壳膜暗斑就不能重现,与本试验研究结果相矛盾,本试验研究表明无论蛋壳上是否有蛋壳膜存在,干燥的蛋壳浸入水中一段时间暗斑都会重现。张铭容等<sup>[23]</sup>通过对其蛋壳及蛋壳膜超微结构图像分析表明,暗斑所在位置蛋壳膜较薄,导致该部分蛋壳容纳更多从壳膜渗透过来的水,在宏观上显示暗斑,与本研究结果一致。本研究表明:暗斑的存在部位是蛋壳,并且与水分有直接性的关系。蛋壳暗斑在烘干水分后会消失,而浸泡水中又会在原先部位重现暗斑,然而这是因为蛋壳中结构变异导致暗斑的形成和再现,还是由于其它原因导致暗斑形成进而在暗斑形成过程中蛋壳组成或结构发生改变导致蛋壳暗斑部位重现还有待进一步研究。

## 4 结论

本研究结果:(1)衡量了暗斑的度量方法:打分分级法和色差识别法,打分分级法能比较高效准确地区分不同严重程度的暗斑,色差识别法可以更准确地定量暗斑所占视野面积。(2)鸡蛋上暗斑会随储存时间的延长呈上升趋势,蛋壳颜色随着暗斑的增多也会变白。(3)暗斑存在于蛋壳上,而不是内壳膜或者蛋白膜上,蛋壳水分含量对其能见度有直接影响。

## 参 考 文 献

- [1] 周光玉. 蛋壳颜色、成分和结构与蛋壳质量关系的研究[D]. 扬州:扬州大学, 2010.
- [2] 赵国先. 饲料影响鸡蛋品质[J]. 江苏科技报, 2002(4): 50-52.
- [3] Holst W F, Almquist H J, Lorenz F W. A study of shell texture of the hen's egg[J]. Poultry Science, 1932, 11(3): 144-149.
- [4] 刘继承, 高慧君, 王利. 蛋壳薄斑的成因[J]. 中国家禽, 2007(10): 49-51.
- [5] 孙得发, 谭权, 王琪. 水印蛋评分体系的建立及整合微量元素和抗氧化剂对水印蛋发生率的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2017(12): 143-147.
- [6] 王德贺. 鸡蛋暗斑的形成机理探索研究[D]. 北京:中国农业大学, 2017.
- [7] Chousalkar K K, Flynn P, Sutherland M, et al. Recovery of salmonella and escherichia coli from commercial egg shells and effect of translucency on bacterial penetration in eggs[J]. International Journal of Food Microbiology, 2010, 142(1): 207-213.
- [8] Tyler C, Standen N. Artificial production of translucent streaks on egg shells and various factors influencing their development[J]. British

Poultry Science, 1969, 10(4): 359.

- [9] Almqvist H J, Burmester B R. Characteristics of an abnormal type of egg shell[J]. Poultry Science, 1934, 13(2): 116-122.
- [10] Solomon S E. Egg and Eggshell Quality[D]. Australia: CSIRO, 1997.
- [11] 聂伟. 日粮磷水平对矮小型蛋鸡产蛋性能、蛋壳品质及钙磷吸收的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2013.
- [12] Ray A, Roberts J R. The structural basis of egg shell translucency and its role in food safety of table eggs[D]. Australia: University of New England, 2013.
- [13] 庄宏, 袁正东, 刘旭明, 等. 涂膜保鲜剂对鸡蛋壳薄斑及蛋品质的影响[J]. 中国家禽, 2011(15): 28-31.
- [14] 王德贺, 华丽娜, 高亚辉, 等. 蛋鸡暗斑蛋形成机理的研究进展[J]. 中国家禽, 2016(08): 44-48.
- [15] 胡茂, 苟兴能. 鸡蛋壳的性状[J]. 绵阳经济技术高等专科学校学报, 2002, 19(4): 10-14.
- [16] 赵法利, 刘静波, 刘瑜, 等. 鸡蛋中功能成分的研究[J]. 食品科学, 2006(12): 798-802.
- [17] 张建忠, 汪久根, 马家驹, 等. 蛋壳研究的现状与进展[J]. 功能材料, 2005, 36(4): 503-506.
- [18] Solomon S E. Egg & eggshell quality[D]. Aylesbury UK: Wolfe Publishing Limited, 1991.
- [19] Talbot C J, Tyler C. A study of the fundamental cause of natural translucent areas in egg shells[J]. British Poultry Science, 1974, 15(2): 197-204.
- [20] Balaz M. Eggshell membrane biomaterial as a Platform for applications in materials science[J]. Ata Biomaterialia, 2014, 10(9): 3827-3843.
- [21] 王淑珍, 萧炜, 陈亮, 等. 蛋壳膜美容保健奶研制及其营养分析[J]. 食品工业, 2004, 25(6): 41-42.
- [22] Wang D, Li Y, Liu L, et al. Traits of eggshells and shell membranes of translucent eggs[J]. Poultry Science, 2017, 96(5): 1514.
- [23] 张铭容, 叶劲松, 李昕阳, 等. 鸡蛋壳暗斑成因[J]. 食品与机械, 2016(5): 38-42.

## Occurrence of Translucent Spots on Eggs with Storage Time and Existence

HUO Xue-ting<sup>1</sup> GENG Shun-ju<sup>1</sup> ZHAO Guo-xian<sup>2</sup> ZHANG Jian-yun<sup>1</sup>

ZHAO Li-hong<sup>1</sup> JI Cheng<sup>1</sup> MA Qiu-gang<sup>1</sup>

(1. State Key Laboratory of Animal Nutrition, School of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 2. School of Animal Science and Technology, Hebei Agricultural University, Baoding 071000, China)

**Abstract** The translucent spots are one kind of dark spots which can be observed by naked eyes in the form of dots, strips or particles on the surface of eggs. The translucent spots could cause heterogeneous color and affect the appearance of eggs then may affect the consumer purchase decision. In this study, Jin-feng hens and Hyline Brown hens were used to investigate the measurement method for translucent traits; Changes law of translucent spots and eggshell colors at 0 h, 24 h, 48 h, 72 h and 168 h after storage; By comparing the changes of translucent spots after eggshell membrane separation, the existence of translucent spots and its relationship with water content were preliminarily clarified. Results showed that: The severity of translucent spots and eggshell colors measurement were increasing with the storage time. The severity of translucent spots and eggshell colors measurement of eggs which stored after 24 h, 48 h, 72 h and 168 h were extremely significantly higher compared to those of 0 h ( $P < 0.05$ ); The translucent spots located in Papillary layer or spongy layer, not in inner shell membrane or albumin membrane.

**Key words** translucent eggs; measurement method; storage time; strains of laying hens; eggshell colors; eggshell components