

赤水乌骨鸡绿壳蛋颜色测定分析

肖涛^{1,2,3,4}, 李辉^{1,2,3*}, 罗韦^{1,2,3}, 叶涛^{1,2,3}, 余欢^{1,2,3}, 陈友波^{1,2,3}, 赵忠海⁵, 司宗贵⁶

(1. 贵州大学高原山地动物遗传育种与繁殖教育部重点实验室, 贵州贵阳 550025; 2. 贵州省动物遗传育种与繁殖重点实验室, 贵州贵阳 550025; 3. 贵州大学动物科学学院, 贵州贵阳 550025; 4. 贵州省安顺市畜牧技术推广站, 贵州安顺 561000; 5. 遵义市畜牧渔业站, 贵州遵义 563000; 6. 贵州竹乡鸡养殖有限公司, 贵州遵义 564708)

摘要 [目的]探究赤水乌骨鸡绿壳蛋的蛋壳颜色规律。[方法]以赤水乌骨鸡所产的绿壳蛋为研究对象,利用 NR 型蛋壳颜色色差计测定 300 日龄时深绿色、中绿色、浅绿色各 100 枚绿壳蛋的蛋壳颜色数值,并从各组中选取 30 枚鸡蛋进行蛋品质检测。[结果]深绿色组 ΔL^* 在 44.90~52.57, 中绿色组 ΔL^* 在 53.07~56.99, 浅绿色组 ΔL^* 在 57.02~61.37; 蛋壳厚度深绿色组显著高于中绿色组和浅绿色组 ($P < 0.01$), 蛋白高度和哈氏单位均是深绿色组显著高于中绿色组和浅绿色组 ($P < 0.05$)。蛋壳颜色 ΔL^* 在 45~53 为深绿色, >53~57 为中绿色, >57 为浅绿色, 且深绿色组品质高于中绿色组和浅绿色组, 中绿色组品质高于浅绿色组。[结论]该研究为赤水乌骨鸡所产绿壳蛋蛋壳颜色深浅的市场定价和其他绿壳蛋提供参考依据。

关键词 赤水乌骨鸡; 绿壳蛋; 蛋壳颜色; 蛋品质

中图分类号 S879.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)20-0177-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.20.046

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Determination and Analysis of Green Shell Egg Color of Chishui Black Bone Chicken****XIAO Tao**^{1,2,3,4}, **LI Hui**^{1,2,3}, **LUO Wei**^{1,2,3} et al (1. Key Laboratory of Animal Genetics, Breeding and Reproduction in the Plateau Mountainous Region, Ministry of Education, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025; 2. Guizhou Provincial Key Laboratory of Animal Genetics, Breeding and Reproduction, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025; 3. College of Animal Sciences, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025; 4. Guizhou Anshun City Animal Husbandry Technology Extension Station, Anshun, Guizhou 561000)

Abstract [Objective] To explore the eggshell color rule of Chishui black bone chicken eggshell. [Method] Green shell eggs of Chishui black bone chickens were used as the research object. The shell color values of 100 dark green, medium green and light green eggs were measured by USING NR type shell color difference meter at 300 days of age, and 30 eggs were selected from each group for egg quality detection. [Result] ΔL^* of dark green group was 44.90 - 52.57, ΔL^* of medium green group was 53.07 - 56.99, ΔL^* of light green group was 57.02 - 61.37. Eggshell thickness in dark green group was significantly higher than that in medium green group and light green group ($P < 0.01$), protein height and Haugh unit in dark green group were significantly higher than that in medium green group and light green group ($P < 0.05$). The egg shell color ΔL^* 45 - 53 was divided into dark green, >53 - 57 into medium green, >57 into light green. The egg quality of dark green group was higher than that of medium green group and light green group, and the egg quality of medium green group was higher than that of light green group. [Conclusion] The study provides reference for the market pricing and other green shell eggs of Chishui black bone chicken eggshell color.

Key words Chishui black bone chicken; Green shell eggs; Eggshell color; Egg quality

绿壳蛋是一种蛋壳颜色为绿色的鸡蛋。绿壳蛋相对于白壳蛋、粉壳蛋、褐壳蛋这 3 种鸡蛋, 蛋黄脂肪酸中不饱和脂肪酸含量相对较高, 蛋黄质量、蛋黄相对密度和蛋黄颜色最高^[1]。绿壳蛋内人体必需氨基酸(EAA)、鲜味氨基酸(DAA)和甜味氨基酸均高于非绿壳蛋^[2]。赤水乌骨鸡产于贵州省赤水市, 又名“竹乡鸡”, 是全国农产品地理标志、贵州省优良家禽地方品种之一^[3], 现已发展成 3 个品系, 具有产绿壳蛋的特性。

绿壳蛋因其蛋壳绿色的独特性, 影响着消费者的购买心理, 在市场上具有一定的导向性^[4], 又因营养价值丰富, 市场潜力巨大。蛋壳颜色虽与蛋的品质没有直接的关系, 但毕慧娟等^[5-6]研究显示蛋壳颜色会对蛋壳质量产生影响。赤水乌骨鸡不同产蛋期所产的绿壳蛋颜色深浅不一, 且表现为随着日龄的增加, 蛋壳绿色变浅, 但目前均是通过感官评定, 处于

定性测量阶段^[7]。因此, 研究通过 NR 型蛋壳颜色色差计测量其蛋壳颜色, 将深绿色、中绿色、浅绿色 3 个组的平均蛋壳颜色数值进行分析比较, 根据颜色变化趋势拟定相对颜色分级标准, 探讨绿壳鸡蛋蛋壳颜色深浅与蛋品质性状相关性变化, 为赤水乌骨鸡绿壳蛋的市场定价和其他绿壳蛋提供一定参考和理论依据, 也为绿壳蛋鸡的蛋品质遗传改良提供数据基础^[8]。

1 材料与方法

1.1 试验动物 该试验绿壳蛋来自贵州竹乡鸡养殖有限公司。在同一批次, 品种特征明显, 相同的饲养环境下笼养(温度 23 ℃, 湿度 60% ~ 65%), 每天光照 16 h 的母鸡所产绿壳蛋。通过感官肉眼观察挑选 300 日龄外观表型一致, 颜色分别是深绿色、中绿色、浅绿色各 100 枚赤水乌骨鸡绿壳蛋, 并从中选取各 30 枚进行蛋品质测定。3 组颜色对比如图 1 所示。

1.2 蛋壳颜色测定

1.2.1 主要仪器设备。 NR 型蛋壳颜色色差计(南京铭奥仪器设备有限公司); 鸡蛋品质检测仪器(以色列 Orka 公司); 蛋壳强度测定仪(以色列 Orka 公司); 电子天平(感量为

基金项目 贵州省科技支撑计划项目(黔科合支撑[2019]2285 号); 贵州省地方家禽产业联合攻关项目(黔财农[2020]175 号); 贵州省教育厅自然科学研究项目(黔教技[2022]061 号)。**作者简介** 肖涛(1995—), 男, 贵州安顺人, 硕士研究生, 研究方向: 动物遗传育种与繁殖。*通信作者, 教授, 博士, 硕士生导师, 从事种质资源保护与利用研究。**收稿日期** 2021-11-06

0.000 1 g)。

1.2.2 蛋壳颜色指标测定。根据 NR 型蛋壳颜色色差计说明书进行校正后,测定 300 日龄时选取的深绿色、中绿色、浅绿色 3 组赤水乌骨鸡所产绿壳蛋的蛋壳颜色。NR 型蛋壳颜色色差计其原理是不同蛋壳颜色的深浅对光的反系数不同。测定工作在上述日龄的前 3 d 进行,鸡蛋产后于 12 h 内

测定。每一枚鸡蛋测 3 个部位,分别是钝端、中端、尖端^[9-10],测完后取平均值作为该枚鸡蛋最终的蛋壳颜色值,每个时期共测定 100 枚鸡蛋。测定蛋壳颜色时,NR 型蛋壳颜色色差计上会显示 ΔL^* (偏白)、 Δa^* (偏绿)、 Δb^* (偏黄) 这 3 个值,这里只需要关注 ΔL^* 和 Δa^* 的值^[11]。操作界面具体详见图 2。



图 1 蛋壳颜色对比

Fig.1 Eggshell color comparison



图 2 仪器测量界面示意图

Fig.2 Schematic diagram of the instrument measurement interface

1.2.3 蛋品质测定。参照 NY/T 823—2004《家禽生产性能名词术语和度量统计方法》进行收集测定赤水乌骨鸡蛋的蛋重、蛋壳颜色、蛋形指数、蛋壳强度、蛋白高度、蛋黄颜色、哈氏单位、蛋黄重量等指标,并对试验样本进行测定。

1.3 数据处理 采用 Excel 2010 统计每枚鸡蛋测得的 3 个数值并求其平均值,该试验将最终求出的平均值作为能够代表该枚鸡蛋的蛋壳颜色数值。 ΔL^* 的值代表亮度,这个数据的大小代表着蛋壳绿色的深浅,其值越大,越偏向白色,反之偏向黑色,且蛋壳绿色与 ΔL^* 和 Δa^* 的值成反比,即蛋壳绿色越深 ΔL^* 的值越小。通过 SPSS 20.0 软件将测得的数据进行方差分析,并用 Duncan 法对能够代表不同周龄蛋壳颜色的数值进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 蛋壳颜色统计分析 由表 1 可知,经测定,深绿组蛋壳颜色 ΔL^* 在 44.90~52.57,平均值是 49.48,标准差为 1.90, Δa^* 平均值是 -8.85,标准差为 1.02;中绿组蛋壳颜色 ΔL^* 在 53.07~56.99,平均值是 55.17,标准差为 1.05, Δa^* 平均值是 -5.51,标准差为 1.90;浅绿组蛋壳颜色 ΔL^* 在 57.02~61.37,平均值是 58.35,标准差为 1.21, Δa^* 平均值是 -4.87,标准差为 0.93;且深绿组 ΔL^* 和 Δa^* 均极显著低于中绿组和浅绿组 ($P < 0.01$),中绿组极显著低于浅绿组 ($P < 0.01$)。

2.2 蛋品质检测分析 该试验选取的绿壳蛋蛋品质检测中,深绿色、中绿色、浅绿色 3 组蛋形指数、蛋壳强度、蛋黄重、蛋重和蛋黄颜色均差异不显著 ($P > 0.05$)。其中,深绿组蛋壳厚

度极显著高于中绿组和浅绿组 ($P < 0.01$), 中绿组和浅绿组虽差异不显著 ($P > 0.05$), 但中绿色组高于浅绿色组。蛋白高度和哈氏单位均是深绿组显著高于中绿组和浅绿组 ($P < 0.05$), 中绿组和浅绿组虽差异不显著 ($P > 0.05$), 但中绿色组高于浅

绿色组。据蛋品质等级测定, 深绿组 AA 级蛋 12 枚、A 级 15 枚、B 级 3 枚; 中绿组 AA 级蛋 9 枚、A 级 16 枚、B 级 5 枚; 浅绿组 AA 级蛋 4 枚、A 级 22 枚、B 级 4 枚。

表 1 蛋壳颜色测定
Table 1 Determination of eggshell color

组别 Group	日龄 Day-old	样本量 Sample size	ΔL^* 平均值 ΔL^* mean	ΔL^* 最小值 ΔL^* minimum	ΔL^* 最大值 ΔL^* maximum	Δa^* 平均值 Δa^* mean
深绿 Dark green	300	100	49.48±1.90 C	44.90	52.57	-8.85±1.02 C
中绿 Medium green	300	100	55.17±1.05 B	53.07	56.99	-5.51±1.90 B
浅绿 Light green	300	100	58.35±1.21 A	57.02	61.37	-4.87±0.93 A

注: 同列不同大写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)

Note: Different capital letters in the same column indicate extremely significant difference ($P < 0.01$)

表 2 蛋品质测定
Table 2 Determination of egg quality

组别 Group	蛋形指数 Egg shape index	蛋壳强度 Eggshell strength//N	蛋黄重 Egg yolk weight//g	蛋壳厚度 Eggshell thickness mm	蛋重 Egg weight g
深绿 Dark green	1.325 3±0.002 8 a	37.000 0±10.623 2 a	16.478 3±2.342 6 a	0.301 0±0.033 3 A	54.436 7±4.194 7 a
中绿 Medium green	1.334 9±0.002 5 a	36.417 2±9.872 3 a	17.272 9±1.849 1 a	0.254 2±0.049 7 B	54.979 3±4.129 6 a
浅绿 Light green	1.325 9±0.002 6 a	38.031 0±8.073 7 a	17.166 6±1.900 5 a	0.233 8±0.023 4 B	54.462 1±4.139 6 a

组别 Group	蛋白高度 Protein height//mm	蛋黄颜色 Egg yolk color	哈氏单位 Haugh unit	等级统计 Level statistics		
				AA	A	B
深绿 Dark green	5.100 0±1.184 7 a	6.333 3±1.583 0 a	70.246 7±10.202 9 a	12	15	3
中绿 Medium green	4.886 2±1.125 9 b	6.275 9±1.556 0 a	68.965 5±8.770 7 b	9	16	5
浅绿 Light green	4.420 7±0.576 6 b	6.758 6±1.503 7 a	65.558 6±6.111 4 b	4	22	4

注: 同列不同大写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$), 不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different capital letters in the same column indicate extremely significant differences ($P < 0.01$), different lowercase letters indicate significant difference ($P < 0.05$)

3 讨论与结论

我国禽蛋资源丰富, 品种多样, 蛋类供给仍然以鸡蛋为主, 鸡蛋消费方式以鲜蛋为主。目前我国鲜禽蛋消费方向主要向鲜禽蛋分级产品发展。但是伴随着我国鲜蛋分级、包装行业快速发展, 鲜蛋市场由于没有统一质量分级标准和分级检验技术标准, 每个企业生产的分级包装鲜蛋产品不一致, 这样不利于规范市场, 也不利于促进蛋品生产企业提高产品质量。而绿壳蛋颜色的不均性, 导致一定的市场价格不同。该试验以 3 组绿壳蛋为研究对象, 通过选取颜色不均的 300 枚鸡蛋进行测定, 按照其颜色深浅不同用颜色色差计进行测定并相对分级。根据各平均值和标准差的差异分析, 深绿色 ΔL^* 在 44.90~52.57, 中绿色 ΔL^* 在 53.07~56.99, 浅绿色 ΔL^* 在 57.02~61.37, 这与卢氏绿壳鸡蛋蛋壳颜色的测定有一定的相似性^[11], 可能因地理环境和饲养管理等因素的不同具有差异性。综合考虑, 可将蛋壳颜色 ΔL^* 在 45~53 为深绿色, >53~57 为中绿色, >57 为浅绿色。

该试验选取的绿壳蛋品质检测中, 3 组蛋中蛋形指数为 1.325 3~1.334 9, 与陈林等^[12]对赤水乌骨鸡和王子健^[13]对纯种绿壳鸡蛋的测定基本一致, 符合一般鸡蛋的蛋形指数正常值 (1.30~1.35), 且蛋壳强度、蛋黄重、蛋重和蛋颜色各

指标都很相近, 说明此次 3 组鸡蛋都是标准鸡蛋。研究表明, 影响蛋白高度和哈氏单位的因素较多, 如遗传背景、营养、存储时间、运输等^[14-15], 从而影响到整个蛋的综合等级。蛋壳厚度中深绿组极显著高于中绿组和浅绿组 ($P < 0.01$), 中绿组高于浅绿组; 蛋白高度和哈氏单位均是深绿组显著高于中绿组和浅绿组 ($P < 0.05$), 中绿组均高于浅绿组; 整体蛋品质统计也是深绿组优于中绿组, 中绿组优于浅绿组。蛋壳中所含的色素决定着蛋壳颜色, 胆绿素是构成绿壳蛋的主要色素。目前, 影响蛋壳绿色的主效基因已确定为 *SLCO1B3* 基因, 虽蛋壳颜色具有较高的遗传力, 但蛋壳颜色仍然存在较大差异, 如存在其他微效基因影响蛋壳绿色, 也与饲养管理、营养需要、遗传等因素相关^[11]。胆绿素沉积在蛋壳表面的量不同, 导致蛋壳颜色产生深浅差异。有研究显示褐壳蛋蛋壳颜色和蛋壳性状如蛋壳强度和蛋壳厚度具有一定的相关性^[8]。鹌鹑蛋的研究则表示色素越多, 蛋壳越厚, 耐压强度也越高。蛋黄重、蛋重、蛋黄蛋清的比例与蛋壳颜色也有一定关系, 蛋壳颜色深, 蛋壳品质偏好^[16]。在粉壳鸡蛋与绿壳鸡蛋的蛋壳比较中显示, 蛋壳硬度和蛋壳重高的鸡蛋更利于保存, 并且鸡蛋与蛋白有关的内部品质可能与蛋壳颜色有

- [2] 孙嘉宝.农村居民点居住适宜性评价:以张家口市张北县二台镇为例[J].城乡建设,2019(11):66-68.
- [3] CLARK M.Domestic futures and sustainable residential development[J].Futures,2001,33(10):817-836.
- [4] VAN KAMP I,LEIDELMEIJER K,MARSMAN G,et al.Urban environmental quality and human well-being:Towards a conceptual framework and demarcation of concepts; A literature study[J].Landscape and urban planning,2003,65(1/2):5-18.
- [5] 鞠峰,郑俊,罗绍荣.城市宜居性评价及规划建设途径:以广东清远为例[J].城市问题,2009(10):29-34,40.
- [6] 建设部人居环境中心信息办公室.世界城市日关注城市设计对宜居性的影响[J].人类居住,2015(2):8.
- [7] MCANDREWS C,MARSHALL W.Livable streets, livable arterials? Characteristics of commercial arterial roads associated with neighborhood livability[J].Journal of the American planning association,2018,84(1):33-44.
- [8] 湛东升,张文忠,党云晓,等.中国流动人口的宜居性感知及其对定居意愿的影响[J].地理科学进展,2017,36(10):1250-1259.
- [9] 党云晓,余建辉,张文忠,等.基于主观感受的宜居北京评价变化研究[J].人文地理,2015,30(4):59-65.
- [10] GHASEMI K,HAMZENEJAD M,MESHKINI A.The spatial analysis of the livability of 22 districts of Tehran Metropolis using multi-criteria decision-making approaches[J].Sustainable cities and society,2018,38:382-404.
- [11] TIMMER V,SEYMOAR N K.The livable city[C]//The World Urban Forum 2006-Vancouver working group discussion. Edmonton: International Centre for Sustainable Cities,2006.
- [12] DOUGLASS M.From global intercity competition to cooperation for livable cities and economic resilience in Pacific Asia[J].Environment & urbanization,2002,14(1):53-68.
- [13] 张志斌,巨继龙,陈志杰.兰州城市宜居性评价及其空间特征[J].生态学报,2014,34(21):6379-6389.
- [14] 江玲玲,夏茂森.城市宜居性评价及影响因素研究:基于安徽的样本数据[J].萍乡学院学报,2019,36(1):22-27.
- [15] 刘圆,王业成,袁绮菲,等.南京江北核心区气候环境宜居性评价[J].环境工程,2017,35(5):145-148.
- [16] 黄春燕,余莉晶,吕丹.城市宜居性评价研究:以淮海经济区为例[J].现代商业,2017(24):30-31.
- [17] OMUTA G E D.The quality of urban life and the Perception of livability: A case study of neighbourhoods in Benin City, Nigeria[J].Social indicators research,1998,20(4):417-440.
- [18] GE J,HOKAO K.Residential environment index system and evaluation model established by subjective and objective methods[J].Journal of Zhejiang University science,2004,5(9):1028-1034.
- [19] 张慧,杨皓,路秋兰,等.昌黎县农村居民点宜居性评价与优化布局研究[C]//刘彦随,方柏林.中国土地资源开发整治与新型城镇化建设研究.北京:新华出版社,2015:197-202.
- [20] 王改静,张绍良,岳彩召,等.干旱半干旱采煤矿区村庄人居环境宜居性评价研究:以大同市南郊矿区为例[J].中国矿业,2016,25(12):54-58.
- [21] 文博,刘友兆,夏敏,等.基于生态环境保护视角的农村居民点用地布局适宜性评价:以江苏省宜兴市为例[J].水土保持通报,2016,36(4):280-285.
- [22] 谭子粉.华北平原地区农村社区宜居性评价研究:以山东临沂市新桥镇为例[D].长沙:湖南师范大学,2011.
- [23] 余涤非.需求视角下郑州市宜居性评价及障碍因子研究[D].开封:河南大学,2019.

(上接第179页)

关^[17]。根据绿壳蛋形成机制,推测是因胆绿素在蛋壳腺表皮沉积量较多,导致颜色较深,显得蛋壳厚度较厚。鸡蛋中蛋壳较厚更有利于储存和运输,且对鸡蛋新鲜度起到一定保护作用,从而蛋品质情况较好^[18],才会使得蛋品质等级深绿组综合优于中绿组和浅绿组,中绿组优于浅绿组。

参考文献

- [1] 王斌,陈兴勇.不同蛋壳颜色鸡蛋品质比较分析[J].河北北方学院学报(自然科学版),2020,36(1):33-36.
- [2] 傅筑荫,王平,华时尚,等.绿壳鸡蛋与非绿壳鸡蛋的营养测定和比较[C]//杨宁,李辉.中国家禽科学研究进展——第十四次全国家禽科学学术讨论会论文集.北京:中国农业科学技术出版社,2009:791-794.
- [3] 邵峰泉.赤水黑羽乌骨鸡生产现状及开发利用前景[J].中国家禽,1995(6):37-38.
- [4] 韩雪,栗朝芝,朱丽莉,等.绿壳鸡蛋的营养价值[J].北京农业,2013(36):165-166.
- [5] 毕慧娟,李光奇,杨宁.蛋壳颜色遗传机理研究进展[J].畜牧兽医学报,2016,47(12):2325-2330.
- [6] 陈育青.蛋壳颜色的形成机理及影响因素[J].福建畜牧兽医,2020,42(5):45-47.
- [7] 李文斌.蛋壳颜色测定的样本数量及分析方法研究[J].中国家禽,2018,40(12):59-61.
- [8] 李光奇,樊世杰,韩文朋,等.褐壳蛋壳颜色与鸡蛋品质相关性分析[J].中国家禽,2016,38(23):10-13.
- [9] 杨智青,陈应江,金崇富,等.Lab色度系统对苏北草鸡不同产蛋期蛋壳颜色的评价及比较[J].江苏农业科学,2014,42(1):266-268.
- [10] 周秋燕,陈五湖,庄苏波,等.应用QCR仪测定蛋壳颜色的方法学研究[J].家禽科学,2006(12):9-11.
- [11] 周玉,卢氏绿壳鸡蛋蛋壳颜色变浅机制及调控技术研究[D].郑州:河南农业大学,2017.
- [12] 陈林,李辉,杨华婷,等.赤水乌骨鸡不同绿壳基因型的蛋品质及胆绿素含量研究[J].中国家禽,2019,41(17):9-14.
- [13] 王子健.绿壳蛋与褐壳蛋品质质量的比较分析[J].湖北畜牧兽医,2016,37(10):5-8.
- [14] ROBERTS J R.Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens[J].The journal of poultry science,2004,41(3):161-177.
- [15] 曲亮,郭军,窦套存,等.应用REML方法评估蛋鸡哈氏单位遗传参数[J].中国家禽,2019,41(7):11-14.
- [16] 李笑,付强,张配颖,等.不同羽色鹌鹑蛋壳色素与蛋品质分析[J].绿色科技,2018(14):249-252.
- [17] 代敏敏,靳伟,李德娟,等.太行鸡绿壳和粉壳鸡蛋蛋品质比较[J].今日畜牧兽医,2019,35(5):7-9.
- [18] 唐修君,高玉时,葛庆联,等.不同鸡种·饲养方式和周龄对鸡蛋壳品质的影响研究[J].安徽农业科学,2014,42(35):12542-12543,12546.