

不同品种鲜禽蛋常温贮藏过程中的品质变化比较研究

王为浩¹, 阮 征¹, 李汴生^{1,2,*}

(1. 华南理工大学食品科学与工程学院, 广东 广州 510640; 2. 喀什大学生命与地理科学学院, 新疆帕米尔高原生物资源与生态重点实验室, 新疆 喀什 844000)

摘 要:以同一生产日期的市售鸡蛋、鸭蛋、鹌鹑蛋及鸽蛋为原料,对常温(22~25 ℃)贮藏过程中禽蛋的品质指标及其变化率进行测定,比较分析禽蛋品种对其品质变化的影响。结果表明,经过 36 d 的贮藏,鸡蛋的失重率(4.08%)、蛋清水分含量下降率(5.84%)、蛋清的菌落总数(2×10^3 CFU/mL)及其干基蛋白质含量的增加率(5.72%)均低于其他蛋品,而鹌鹑蛋的蛋清干基蛋白质含量增加率(7.21%)高于其他蛋品。鸭蛋蛋黄干基蛋白质含量下降率(11.17%)及其黏稠度的下降率(49.49%)高于其他蛋品,而鸽蛋蛋黄干基蛋白质含量下降率(6.00%)及其黏稠度的下降率(29.70%)低于其他蛋品。鸽蛋的失重率(8.21%)、蛋清菌落总数(6×10^4 CFU/mL)高于其他蛋品,且早于其他蛋品出现腐败现象。在常温贮藏下,4 种蛋品品质变化排序为:鸽蛋>鸭蛋>鹌鹑蛋>鸡蛋。

关键词:禽蛋品种;常温贮藏;品质变化;比较分析

Comparison Study on Quality Changes of Different Species' Fresh Eggs during Room Temperature Storage

WANG Wei-hao¹, RUAN Zheng¹, LI Bian-sheng^{1,2,*}

(1. College of Food Science and Engineering of South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;
2. College of Life and Geographic Sciences, Key Laboratory of Biological Resources and Ecology of Pamirs Plateau in Xinjiang Uygur Autonomous Region, Kashi University, Kashi 844000, China)

Abstract: In this study, the commercially available chicken egg, duck egg, quail egg and pigeon egg of same production date were selected as raw materials, and the quality indicators and change rates stored at normal temperature (22~25 ℃) were determined, aiming to make the comparative analysis of quality changes of different species' eggs. Results showed that the weight loss rate (4.08%), decreasing rate (5.84%) of egg's white water content, Colony Forming Unit(CFU) value (2×10^3 CFU/mL) and increasing rate (5.72%) of dry basis protein content of chicken egg were all less than that of other species' eggs after 36 days' storage, while the increasing rate(7.21%) of dry basis protein content of quail egg was higher than that of other eggs. Besides, the decreasing rates of dry basis protein content (11.17%) and viscosity (49.49%) of duck egg's yolk were increased compared with that of other eggs, while the decreasing rates of dry basis protein content (6.00%) and viscosity (29.70%) of pigeon egg's yolk were descended compared with that of other eggs. However, the weight loss rate (8.21%), CFU of egg white

基金项目:广东省重点领域研发计划项目(2019B020212002)

作者简介:王为浩(1996—),男,汉族,硕士研究生,研究方向:食品加工保藏。

*通信作者:李汴生,博士,教授,研究方向:食品加工保藏。

(6×10^4 CFU/mL) of pigeon egg were higher than that of other eggs, which was also spoiled earlier than other eggs. It could be seen that under normal temperature storage, the quality changes of four species' eggs were determined as follows: pigeon egg > duck egg > quail egg > chicken egg.

Key words: egg species; normal temperature storage; quality changes; comparative analysis

中图分类号:S879.3

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1009-6221.2022.02.002

禽蛋因其富含蛋白质、脂质等多种营养成分,已经成为人类最重要的动物营养来源之一^[1]。当前市场上比较常见的禽蛋包括鸡蛋、鸭蛋、鹌鹑蛋、鹅蛋、鸽子蛋等^[2]。

禽蛋品质决定了蛋品的好坏,它常常受到贮藏温度、湿度和时间等条件的影响^[3]。其中贮藏时间对禽蛋品质有直接的影响,随着贮藏时间的延长,禽蛋会发生诸如蛋清 pH 升高、水、二氧化碳损失,蛋黄含水量增加,卵黄蛋白膜变弱等变化^[4-5]。这些变化对于禽蛋的营养特性、感官品质及功能特性具有极大的影响^[6-7],因此,加强贮藏过程中禽蛋的品质变化研究对蛋制品行业的发展具有重要意义。实际上,不同品种的禽蛋具有不同的贮藏特性,当前国内外对于禽蛋贮藏过程中发生的变化研究大多集中在单种蛋品,缺少多种蛋品间的比较研究。比较研究不同种蛋品贮藏过程中发生的品质变化,对于鲜蛋贮藏手段的精细化具有重要意义。本试验通过测定市售鸡蛋、鸭蛋、鹌鹑蛋及鸽子蛋在常温贮藏过程中的品质指标及其变化率,比较研究禽蛋品种对蛋品品质变化稳定性的影响。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 材料与试剂

鸡蛋、鸭蛋、鹌鹑蛋、鸽子蛋,均购自华南理工大学后勤综合楼西亚兴安超市,品种分别为白羽鸡蛋、金定鸭蛋、白羽鹌鹑蛋、白羽鸽子蛋,产地均为广东省韶关市,标记保质期为常温贮藏 45 d。

牛血清白蛋白、酒石酸钾钠、NaOH、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 等均为分析纯,广东广试试剂科技有限公司。

1.1.2 仪器与设备

PHS-3C 型雷磁 pH 计, MYP11-2A 型磁力搅拌器, WH-861 型旋涡混合器, R/S Plus 型流变仪, CR-400 型便携式色差仪, 752N 型紫外可见分光光度计。

1.2 方法

1.2.1 禽蛋贮藏条件及试验方法

鸡蛋、鸭蛋、鹌鹑蛋及鸽子蛋均为同一生产日期产

品,以生产日期当日为 0 d,并在通风避光室内常温($22 \sim 25^\circ\text{C}$)放置,分别于贮藏的 1、8、15、22、29、36、43 d 进行指标测定。鸡蛋、鸭蛋、鹌鹑蛋及鸽子蛋总数量分别为 140、140、210、210 枚,蛋体平均质量分别为 $(50.1 \pm 3.5)\text{g}$ 、 $(66.0 \pm 4.5)\text{g}$ 、 $(11.2 \pm 1.9)\text{g}$ 、 $(20.5 \pm 4.0)\text{g}$,蛋体平均体积分别为 $(47.2 \pm 3.1)\text{cm}^3$ 、 $(62.6 \pm 6.1)\text{cm}^3$ 、 $(11.1 \pm 1.7)\text{cm}^3$ 、 $(19.9 \pm 4.0)\text{cm}^3$ 。参考 Nowaczewski 等^[8]研究中关于蛋品测试用样本容量的描述,鸡蛋、鸭蛋每次随机抽取 20 枚,鹌鹑蛋、鸽子蛋每次随机抽取 30 枚。蛋品放置方式为:按蛋品种分开放置,将蛋品按大头在上的形式竖直放于塑料托中并盖盖,塑料托中蛋坑之间的最小边缘距离为 2 mm。鸽子蛋于 43 d 出现明显的发臭现象,无法进行试验,不再进行指标测定。

1.2.2 测定项目与方法

1.2.2.1 失重率

用电子天平对贮藏前后的禽蛋分别进行称重。按下式计算。

失重率(%) =

$$\frac{\text{贮藏前蛋品质量} - \text{贮藏后蛋品质量}}{\text{贮藏前蛋品质量}} \times 100$$

1.2.2.2 蛋液菌落总数

用酒精擦拭蛋品蛋壳进行消毒后,于无菌环境手动分离蛋清蛋黄,并用磁力搅拌器将蛋液搅拌混匀,之后参考 GB 4789.2—2016^[9]中的方法对蛋清和蛋黄的菌落总数进行测定。

1.2.2.3 蛋液水分含量

参考 GB 5009.3—2016^[10]中的直接干燥法对上述蛋清、蛋黄液进行水分含量测定。

1.2.2.4 蛋液 pH 值

使用 pH 计对蛋清、蛋黄液进行 pH 值测定。

1.2.2.5 蛋液蛋白质含量

参考周长旭等^[11]以及 GB 5009.5—2016^[12]中对双缩脲法的描述,以标准牛血清白蛋白制作标准曲线,标准曲线公式为:

$$y = 0.0074x + 0.1052, R^2 = 0.9979$$

式中: y 为吸光度值; x 为相当蛋白质含量, g/L; R^2 为决定系数。

将蛋清、蛋黄分别稀释为原来的 1/2、1/20 后,取相应稀释蛋液 0.2 mL,再加入 6 mL 双缩脲试剂及 0.8 mL 蒸馏水混匀,然后置于 37 ℃ 水浴 20 min,冷却至室温后置于分光光度计 540 nm 波长处进行比色,并根据标准曲线及相应的稀释比例求得蛋液的蛋白质含量,结果以百分比表示。

蛋液蛋白质含量以湿基、干基表示,试验直接测得的为湿基蛋白质含量,干基蛋白质含量换算公式如下:

$$\text{干基蛋白质含量}(\%) = \frac{\text{湿基蛋白质含量}}{1 - \text{水分含量}} \times 100$$

1.2.2.6 蛋液黏稠度

使用流变仪对蛋清、蛋黄进行黏度测定。每阶段剪切时间为 180 s,蛋清、蛋黄黏度测定的剪切速率分别为 $2\,000\text{ s}^{-1}$ 、 $1\,400\text{ s}^{-1}$ 。

1.2.3 数据处理

试验所得结果均为重复 3 次试验后取平均值获得,采用 Excel 2016、Origin 2019 进行数据分析及图形绘制。采用 Duncan 多重比较法进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 贮藏时间对禽蛋失重率的影响

由图 1 可知,在 43 d 的贮藏期内,4 种蛋均出现失重现象,且随着时间的延长,失重率逐渐增大,与常玲玲等^[13]的报道一致,这是由于禽蛋表面有诸多气孔,在贮藏过程中会发生水分散失,使得质量下降^[14]。此外,还可发现在 36 d 的贮藏期内,鸡蛋的失重率总体来说变化最小(4.08%),且其失重率在 8~15 d 增幅较大;鸽蛋的失重率总体来说变化最大,且在 8~15 d 及 29 d 后增幅较大;鸭蛋失重率的总体变化幅度大于鹌鹑蛋,且在 8~29 d 增幅较大。以上现象说明常温贮藏 8、15、29 d 前后是禽蛋失重率变化快慢的分界点,实际贮藏过程中,可着重对这几个时间点进行控制。

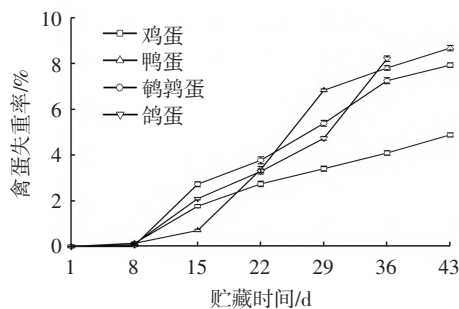


图 1 常温贮藏过程中禽蛋失重率的变化

Fig.1 Changes in weight loss rates of poultry eggs during normal temperature storage

2.2 贮藏时间对禽蛋蛋液菌落总数的影响

由图 2 可知,在常温贮藏下,鸡蛋、鸭蛋、鹌鹑蛋及鸽蛋内容物的菌落总数分别于 43、43、36、29 d 超出无公害禽蛋的菌落总数国家标准($\leq 5 \times 10^4$ CFU/mL),菌落总数分别为 1.4×10^5 、 3.1×10^5 、 1.1×10^5 、 1.5×10^5 CFU/mL。此外,试验中还可发现,鸡蛋在贮藏期间的蛋液菌落总数一直低于其他蛋品,而鸽蛋在贮藏期间的蛋液菌落总数一直高于其他蛋品。鸽蛋在贮藏 22 d 后,蛋液菌落总数出现了明显的升高,而其余 3 种蛋品则是在 29 d 后才出现明显的上升,可知鸽蛋内微生物的繁殖速率高于其他蛋品。

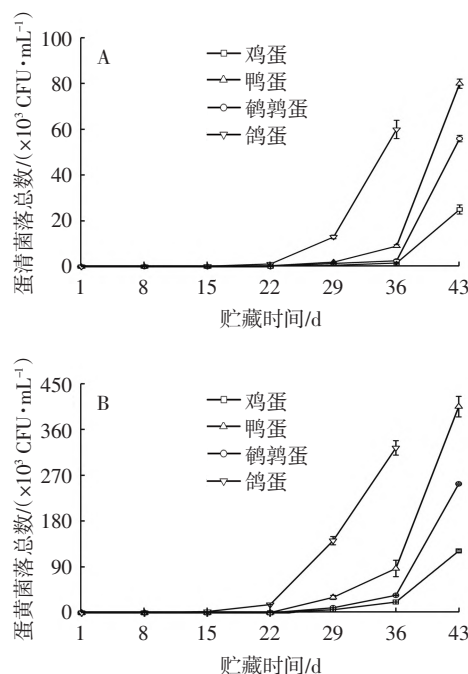


图 2 禽蛋蛋液菌落总数随贮藏时间的变化

Fig.2 Changes of the total bacterial colonies numbers of poultry eggs' white (A) and yolk (B) with storage time

2.3 贮藏时间对禽蛋蛋液水分含量的影响

由图 3 可知,在 36 d 的贮藏期内,鸡蛋、鸭蛋、鹌鹑蛋及鸽蛋的蛋清水分含量随着时间的延长总体呈下降的趋势,下降率分别为 5.84%、6.80%、7.48%、6.04%;而蛋黄水分含量总体呈上升的趋势,增加率分别为 10.34%、7.34%、9.69%、5.27%,这与贮藏过程中禽蛋水分的向外散失^[15]及蛋清水分向蛋黄内转移^[16]有关。由此可知,在常温贮藏期间,对于蛋清而言,鸡蛋蛋清含水量的稳定性是供试蛋品中最佳的,而鹌鹑蛋蛋清是最差的;对于蛋黄而言,鸽蛋蛋黄含水量的稳定性是供试蛋品中最佳的,而鸡蛋蛋黄是最差的。以上现象与禽蛋本身的含水量及蛋黄膜的强度密切相关。

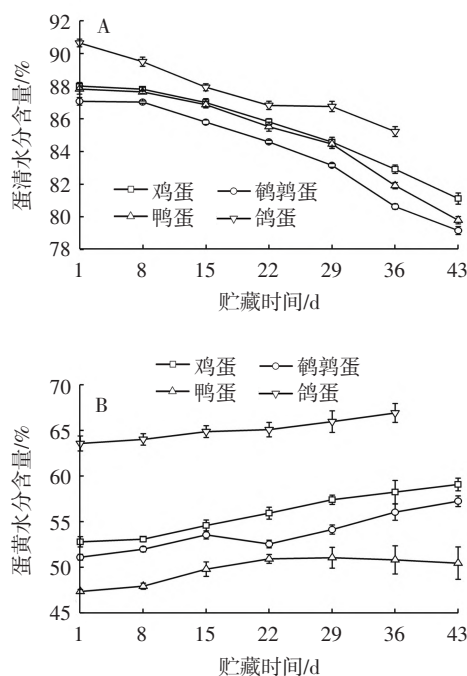


图3 常温贮藏过程中禽蛋蛋液水分含量的变化

Fig.3 Changes in egg liquid's water contents of poultry eggs' white (A) and yolk (B) during normal temperature storage

2.4 贮藏时间对禽蛋蛋液 pH 的影响

由图 4 A 可知,在 36 d 的贮藏期内,鸡蛋、鸭蛋、鹌鹑蛋、鸽蛋的蛋清 pH 随时间的延长总体呈先增后降的趋势,拐点分别为 15、8、15、22 d, pH 增加是由于

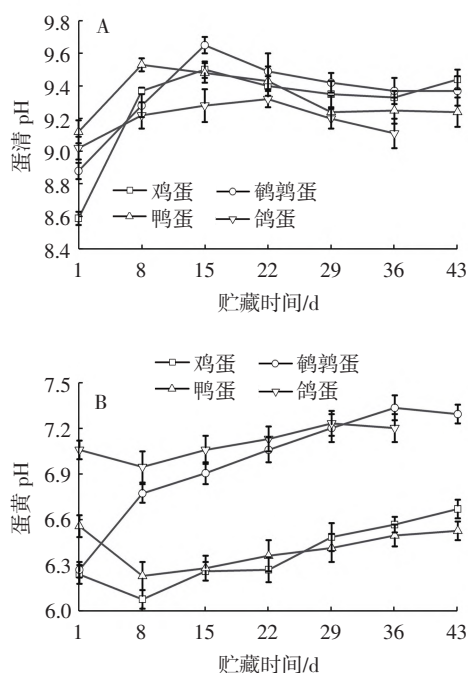


图4 常温贮藏过程中禽蛋蛋液 pH 的变化

Fig.4 Changes in pH values of poultry eggs' white (A) and yolk (B) during normal temperature storage

贮藏期间蛋品因呼吸作用放出 CO_2 ,使得蛋清酸度降低,之后 pH 降低可能是由于蛋品呼吸作用的降低、微生物的繁殖、蛋清蛋黄成分的互换所致。如图 4B 所示,在 36 d 的贮藏期内,鸡蛋、鸭蛋、鸽蛋的蛋黄 pH 总体呈先降后升的趋势,拐点为 8 d,这与 Severa 等^[17]的报道一致,与蛋品的呼吸作用相关。鹌鹑蛋蛋黄 pH 的变化趋势不同,具体原因有待进一步研究。

2.5 贮藏时间对禽蛋蛋液蛋白质含量的影响

由图 5 可知,在 36 d 的贮藏期内,随着时间的延

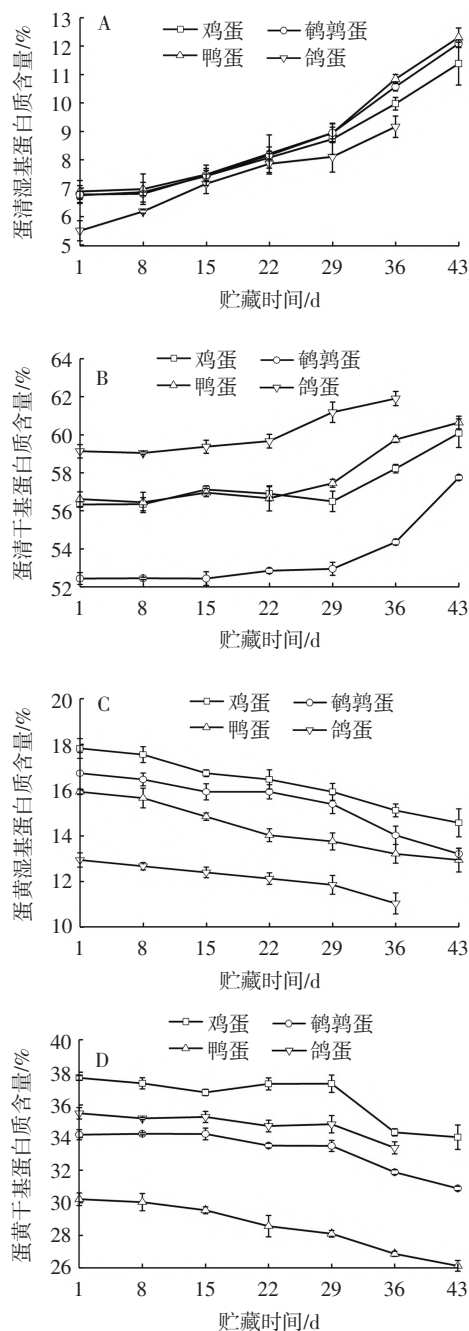


图5 常温贮藏过程中禽蛋蛋液蛋白质含量的变化

Fig.5 Changes of protein contents of poultry eggs liquid during normal temperature storage

长,4种蛋品蛋清的湿基蛋白质含量和干基蛋白质含量均呈上升的趋势,贮藏结束时,鸡蛋、鸭蛋、鹌鹑蛋及鸽蛋的蛋清湿基蛋白质含量分别上升了47.70%、57.18%、55.75%、66.24%,蛋清干基蛋白质含量分别上升了5.72%、6.96%、7.21%、6.18%。4种蛋品蛋黄的湿基蛋白质含量和干基蛋白质含量均呈下降的趋势,鸡蛋、鸭蛋、鹌鹑蛋及鸽蛋的蛋黄湿基蛋白质含量分别下降了15.18%、16.99%、16.17%、14.63%,蛋黄干基蛋白质含量分别下降了8.92%、11.17%、6.76%、6.00%。由此可知,在36 d的贮藏期内,鸡蛋蛋液的蛋白质含量总体变化最小,而鸭蛋蛋液的蛋白质含量变化最大。这些现象的产生与贮藏期间蛋品水分的散失及蛋黄膜强度下降导致的蛋清蛋黄间成分的互换相关。

2.6 贮藏时间对禽蛋蛋液黏稠度的影响

由图6可以看出,在贮藏期内,随着时间的延长,4种禽蛋的蛋清黏稠度总体呈上升的趋势,蛋黄黏稠度总体呈下降的趋势,这与Severa等^[17]的研究结果一致,与蛋清蛋黄间的成分互换密切相关。鸽蛋蛋清在4种蛋品蛋清中黏稠度变化最小,增加率为15.28%,而鸡蛋蛋清变化最大,增加率为28.57%;鸽蛋蛋黄在4种蛋品蛋黄中黏稠度变化最小,下降率为29.70%,而鸭蛋蛋黄变化最大,下降率为49.49%。这与4种禽蛋蛋液不同的成分组成尤其是水分及大分子物质的含量密切相关。

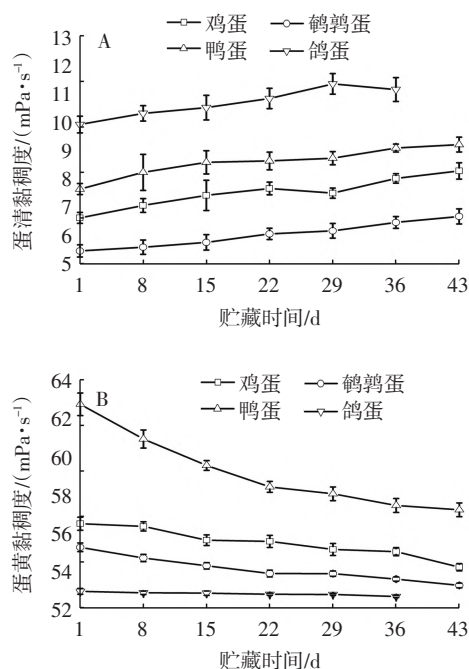


图6 常温贮藏过程中禽蛋蛋液黏稠度的变化

Fig.6 Changes in viscosity of poultry eggs' white (A) and yolk (B) during normal temperature storage

3 讨论与结论

当前,市售禽蛋的品质普遍参差不齐,这一方面是由于产蛋鸡的饲养条件不尽相同,另一方面是由于禽蛋的贮藏方法不当,不同品种的禽蛋由于其自身特性如蛋壳厚度、壳内物质组成等不同,因而具有不同的保藏特性,亟需研究不同品种禽蛋在贮藏过程中的品质变化,并根据具体的品质变化速率为不同蛋品选择合适的贮藏条件。试验采用同一生产日期的市售禽蛋作为研究对象,并将之置于同一贮藏环境下,从而排除了因生产批次及贮藏环境不同带来的干扰。结果表明:禽蛋品种对贮藏过程中蛋品的品质变化有影响。

通过对4种禽蛋贮藏过程中的品质指标变化进行测定及比较发现:在36 d的常温贮藏期内,鸡蛋在失重率、蛋清水分含量、蛋清干基蛋白质含量、蛋液菌落总数这几个指标中表现出了最佳的稳定性,这可能是由于鸡蛋的蛋壳厚度及蛋黄膜强度在4种蛋品中最大,较大的蛋壳厚度能更好地阻碍蛋内水分、二氧化碳等物质逸出蛋外,也能更好地阻碍外界腐败菌的入侵,同时蛋黄膜较大的强度能更好地阻碍蛋清蛋黄间的成分互换,使得蛋清干基蛋白质含量的变化率更小;而鸽蛋在贮藏的第36天就出现了明显的腐败现象,且其失重率、蛋液菌落总数这两个指标均表现出最差的稳定性,这与鸽蛋较小的蛋壳厚度及蛋黄膜强度有关;鸭蛋与鹌鹑蛋在以上指标中表现出的稳定性相差不大,但鸭蛋在蛋黄黏稠度方面表现出了最差的稳定性,这可能是由于鸭蛋蛋黄膜的强度较其他蛋品小。此外,4种禽蛋的蛋清pH均随贮藏时间延长呈先上升后下降的趋势,其中鸽蛋蛋清pH出现下降趋势的时间最晚(22 d),鸭蛋最早(8 d),具体原因有待进一步研究。以上现象的产生与江琦等^[18]和Quan等^[19]的报道一致,与蛋品的蛋壳厚度、蛋黄膜强度、营养成分等原始特性相关。

综上所述,在常温贮藏条件下,4种蛋品品质变化的大小为:鸽蛋>鸭蛋>鹌鹑蛋>鸡蛋。可知,在实际贮藏过程中,不应笼统地将蛋品置于同一环境条件下进行贮藏,而应根据蛋品的种类将蛋品置于不同的环境中进行贮藏,例如应将鸽蛋置于更低的温度下贮藏或者涂膜处理才能使其品质与鸡蛋、鸭蛋、鹌鹑蛋保持一致,从而更好地对市售蛋品的品质进行控制。

参考文献:

- [1] RÉHAULT-GODBERT S, GUYOT N, NYS Y. The golden egg: nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for

- human health[J]. *Nutrients*, 2019, 11(3). DOI:10.3390/nu11030684.
- [2] MOTTET A, TEMPIO G. Global poultry production:current state and future outlook and challenges[J]. *World's Poultry Science Journal*,2017,73(2):245–256. DOI:10.1017/S0043933917000071.
- [3] AKYUREK H, OKUR A A. Effect of storage time,temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens[J]. *Journal of Animal and Veterinary Advances*,2009,8(10):1953–1958.
- [4] EKE M O, OLAITAN N I, OCHEFU J H. Effect of storage conditions on the quality attributes of shell(table) eggs[J]. *Nigerian Food Journal*,2013,31(2):18–24. DOI:10.1016/S0189–7241(15)30072–2.
- [5] QUAN T H, BENJAKUL S. Quality, protease inhibitor and gelling property of duck egg albumen as affected by storage conditions[J]. *Journal of Food Science and Technology*,2018, 55(2):513–522. DOI:10.1007/s13197–017–2960–6.
- [6] EFSA Panel on Biological Hazards. Scientific opinion on the public health risks of table eggs due to deterioration and development of pathogens[J]. *EFSA Journal*,2014,12(7). DOI: 10.2903/j.efsa.2014.3782.
- [7] KAROU I R, KEMPS B, BAMELIS F, et al. Methods to evaluate egg freshness in research and industry: a review [J]. *European Food Research and Technology*, 2006, 222(5/6): 727–732. DOI:10.1007/s00217–005–0145–4.
- [8] NOWACZEWSKI S, WITKIEWICZ K, KONTECKA H, et al. Eggs weight of Japanese quail vs. eggs quality after storage time and hatchability results[J]. *Archives Animal Breeding*, 2010, 53(6): 720–730. DOI:10.5194/aab–53–720–2010.
- [9] 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定: GB 4789.2—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [10] 食品安全国家标准 食品相对密度的测定: GB 5009.3—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [11] 周长旭,靳红果,辛营营,等. 蛋白质量浓度对鸡蛋热诱导凝胶特性的影响[J]. *食品科学*,2012,33(9):118–121.
- [12] 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定: GB 5009.5—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [13] 常玲玲,汤青萍,张蕊,等. 不同贮存条件对鸽蛋新鲜度、组分、蛋品质及蛋白透明度的影响[J]. *中国畜牧兽医*,2019, 46(9):2592–2599. DOI:10.16431/j.cnki.1671–7236.2019.09.012.
- [14] CANER C, YÜCEER M. Efficacy of various protein-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs during storage [J]. *Poultry Science*,2015,94(7):1665–1677. DOI:10.3382/ps/pev102.
- [15] AL-HAJO N N A, ZANGANA B S R, AL-JANABI L A F, et al. Effect of coating materials (gelatin) and storage time on internal quality of chicken and quail eggs under refrigerated storage[J]. *Poultry Science*, 2012, 32(1): 107–115.
- [16] KIRUNDA D F K, MCKEE S R. Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer[J]. *Poultry Science*,2000,79(8):1189–1193. DOI:10.1093/ps/79.8.1189.
- [17] SEVERA L, NEDOMOVÁ Š, BUCHAR J. Influence of storing time and temperature on the viscosity of an egg yolk [J]. *Journal of Food Engineering*,2010,96(2):266–269. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2009.07.020.
- [18] 江琦,伍志航,何海彤. 贮藏温度对鸭蛋品质的影响及鸭蛋涂膜保鲜剂的保鲜效果研究[J]. *食品工程*,2018(2):40–46. DOI:10.3969/j.issn.1673–6044.2018.02.011.
- [19] QUAN T H, BENJAKUL S. Duck egg albumen:physicochemical and functional properties as affected by storage and processing[J]. *Journal of Food Science and Technology*,2019, 56(3):1104–1115. DOI:10.1007/s13197–019–03669–x.

收稿日期:2021–06–29