

浓缩乳清蛋白涂膜鸡蛋保鲜的研究

豆丽丽, 王建清

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: 利用浓缩乳清蛋白(WPC)涂膜进行鸡蛋保鲜实验。结果表明, 浓缩乳清蛋白涂膜鸡蛋的失重率、蛋黄指数、哈夫单位、pH 值、TVBN 值、蛋内容物菌落总数好于对照组, 尤其是添加 1 mg/mL ϵ -聚赖氨酸与 1 mg/mL 乳酸链球菌素(nisin)的复配抑菌剂的 WPC 涂膜液, 表现出的保鲜效果更加明显, 可以延长鸡蛋保质期 1 倍以上。

关键词: 鸡蛋; 浓缩乳清蛋白; 涂膜; 保鲜

中图分类号: TB487; TS206 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)17-0006-04

Research of Egg Fresh-keeping by Whey Protein Concentrated Coating

DOU Li-li, WANG Jian-qing

(Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: Eggs fresh-keeping experiments were carried out using whey protein concentrated coating. The results showed that the egg cated by WPC has better performance in weight loss rate, egg yolk index, haugh unit, pH value, TVBN value, egg contenting total bacterial colonies than the control group; especially, the WPC added antibacterial agent of 1 mg/mL ϵ -polylysine + 1 mg/mL nisin blends has better fresh-keeping effect, which can prolong the shelf life of eggs more than doubled.

Key words: eggs; WPC; coating; fresh

鸡蛋是我国的一项主要畜产品, 被人们形象地称为“理想的营养库”^[1], 但我国鸡蛋生产分散, 收集、运输所用时间较长, 极易腐败变质, 还有可能引起食物中毒^[2], 如何通过安全有效的技术来保障鸡蛋品质并延长鸡蛋货架寿命, 是一个十分重要的研究课题。

涂膜保鲜鸡蛋是一种急待开发的技术^[3], 在鸡蛋表面涂布可食性薄膜, 对于防止鸡蛋质量损耗(水分的蒸发、气体的交换等)能起到很好的作用^[4]。另外, 将抑菌剂加入可食性薄膜涂层中, 可以更好地发挥上述效果^[5]。

浓缩乳清蛋白(WPC)成膜性好, 其功能性成分如 β -乳球蛋白占 48%、 α -乳白蛋白占 19% 左右、牛血清白蛋白占 5%、免疫球蛋白占 8% (均为质量分数), 还含有乳铁蛋白、过氧化酶、生长因子和许多生物活性因子及酶, 这些成分均具有一定的生物活性。将抗

菌剂加入浓缩乳清蛋白中可以发挥更强的保鲜作用^[6-10]。

ϵ -聚赖氨酸是由白色链霉菌经发酵制备得到的, 为淡黄色粉末, 安全无毒, 能作用于微生物的膜系统和蛋白合成系统, 破坏膜结构的完整性, 具有较强的抑菌性能^[6]。

乳酸链球菌素是由链球菌属的乳酸链球菌发酵产物中提取的一类多肽化合物, 是一种高效、安全的天然食品防腐剂。

笔者利用 WPC 的成膜性能和 ϵ -聚赖氨酸、乳酸链球菌素的抑菌性能, 按一定比例配制成鸡蛋涂膜液, 浸涂于鸡蛋表面。在一定条件下贮藏一段时间后检测鸡蛋的失重率、蛋黄指数、哈夫单位、pH 值、TVBN 值、蛋内容物菌落总数等指标, 通过比较, 选择保鲜效果较好的保鲜参数组合。

收稿日期: 2012-06-17

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2011BAD24B01)

作者简介: 豆丽丽(1985—), 女, 河北邢台人, 天津科技大学硕士生, 主攻包装材料与技术。

1 实验

1.1 材料及仪器

材料:浓缩乳清蛋白粉(WPC-80),新西兰恒天然乳液有限公司;甘油、氯化钠、无水 Na_2SO_3 ,天津市江天化工有限公司;谷氨酰胺转氨酶(TG 酶),江苏泰兴一鸣生物制品有限公司; ϵ -聚赖氨酸、乳酸链球菌素,浙江银象生物工程有限公司;蛋白胨、牛肉浸膏,生化试剂,天津市英博生化试剂有限公司;营养琼脂,天津市珠江卫生材料厂;氧化镁,分析纯,天津市永大化学试剂开发中心;硼酸,分析纯,天津市北联精细化学品开发有限公司;盐酸,天津基准化学试剂有限公司;鲜鸡蛋,天津市津南区兴农养鸡场。

仪器:半微量凯氏定氮仪,江苏晶玻实验仪器厂;PHS-25pH 计,上海精密科学仪器有限公司;VD-650 桌上式洁净工作台,苏州净化设备有限公司;HH. B11-360 电热恒温培养箱,天津市天宇实验仪器有限公司;立式压力蒸汽灭菌器,上海博迅事业有限公司;数显恒温磁力搅拌器,江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司;游标卡尺,北京量具刀具厂;CHA-SA 气浴恒温振荡器,普瑞斯机械有限公司;恒温恒湿箱,天津荣信立试验设备有限公司。

1.2 方法

1.2.1 浓缩乳清蛋白涂膜液的制备

称取 11 g 的浓缩乳清蛋白粉末于烧杯中,加入 100 mL 水,玻璃棒搅拌 15 min,使其充分溶解,用 1 mol/L 的 NaOH 调 pH 值至 8,在 80 °C 下的磁力搅拌器中搅拌 20 min,冷却至室温后加入 4% 甘油,加入 0.1%(质量分数)的无水 Na_2SO_3 ,加入 0.1%(质量分数)的 TG 酶,45 °C 下在磁力搅拌器中搅拌 15 min,转入抽滤瓶中,抽真空脱气(-0.95 MPa , 30 min)备用。

1.2.2 试样的预处理

从天津津南区兴农养鸡场购买当天产的同批次鸡蛋,选择表面光滑、无裂痕、无粪便污染的新鲜鸡蛋进行实验。先将鸡蛋用清水洗一遍晾干,再用 75%(体积分数)医用酒精消毒。

根据鸡蛋涂膜不同将实验分为 4 组,一组 30 个鸡蛋。其中不做任何处理的一组设为空白对照组,记做 CK 组。根据保鲜膜液不同配比分成:第 1 组只涂制备的 WPC-80 膜液;第 2 组在第 1 组的涂膜液中加入

0.125 mg/mL ϵ -聚赖氨酸与 0.125 mg/mL 乳酸链球菌素复配抑菌剂;第 3 组在第 1 组的涂膜液中加入 1 mg/mL ϵ -聚赖氨酸与 1 mg/mL 乳酸链球菌素复配的抑菌剂。

鸡蛋在膜液中浸泡 15 s,沥干 5 s,然后再在 55 °C 的鼓风干燥箱中干燥 20 min。贮藏期为 30 d,贮藏于 28 °C、湿度为 60%~80%的恒温恒湿箱内。每隔一段时间对鸡蛋的失重率、蛋黄指数、哈夫单位、pH 值、TVB-N 值、蛋内容物菌落总数进行测定。

1.2.3 指标的测定

1) 失重率。失重率 = (贮前质量 - 贮后质量) / 贮前质量 $\times 100\%$ 。

2) 蛋黄指数。参考阎锡海(1996)的方法,沿横向磕破蛋壳,将蛋内容物全部倒入玻璃平板上,用精度为 0.02 mm 的游标卡尺测量蛋黄高度和蛋黄直径,蛋黄指数计算公式如下:

$$\text{蛋黄指数}(\text{mm/mm}) = \text{蛋黄高度} / \text{蛋黄直径}$$

3) 哈夫单位。横向磕破蛋壳,将蛋内容物全部流入玻璃平板上,避开系带,用游标卡尺在距蛋黄 1 cm 左右选择等距的三点测量浓蛋白高度,取平均值,计算公式如下:

$$\text{H. U.} = 100 \times \lg(H - 1.7m^{0.37} + 7.6)$$

H 为浓蛋白高度(mm); m 为鸡蛋质量(g)。

4) pH 值。使用 pH-25 酸度计测量,精度为 0.01。

5) 挥发性盐基氮(TVB-N)值。参考 GB 5009.44—2003 测定。

6) 菌落总数。参考 GB/T 4789.19—2003 食品微生物学检验——蛋与蛋制品检验的方法对蛋壳上细菌进行培养。参考 GB/T 4789.2—2010 进行菌落总数的计数。评定标准:依据 NY/T 754—2003,鲜鸡蛋的菌落总数 $\leq 5 \times 10^4$ cfu/mL。

2 结果与讨论

2.1 涂膜对鸡蛋的失重率的影响

对鸡蛋进行涂膜后,相同条件下失重率相对小很多,见图 1。在第 30 天,CK 组失重达到了 9.1%,第 1 组失重率为 6.1%,第 2 组为 5.9%,而第 3 组失重率为 5.5%。这是因为涂膜形成一层致密的保护膜,阻塞了蛋壳表面的气孔,降低了鸡蛋的呼吸强度,减少了水分的散失,再加上抑菌剂的作用,阻止了细菌的

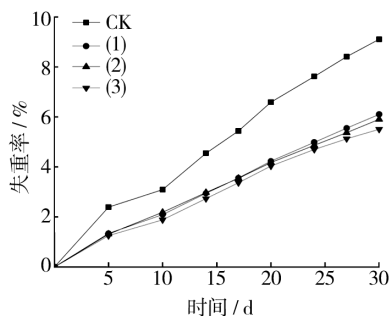


图1 贮藏期间鸡蛋失重率的变化

Fig. 1 Change of weight loss rate of eggs in storage period

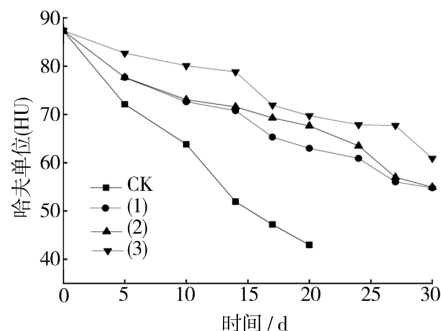


图3 贮藏期间鸡蛋哈夫单位的变化

Fig. 3 Change of H. U. of eggs in storage period

侵入,减缓了鸡蛋变质的速率,从而使失重率降低。

2.2 涂膜对鸡蛋的蛋黄指数的影响

随着贮藏时间的延长,各组蛋黄指数均下降,其中CK组下降最为明显,涂膜组蛋黄指数显著高于空白组,见图2。由于在贮藏期间,蛋白质分解,水分进

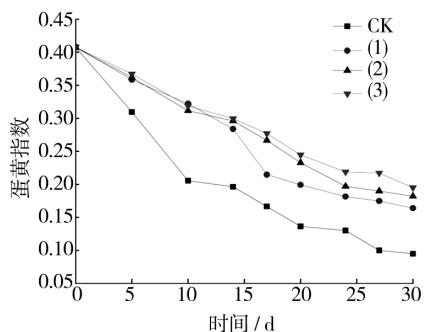


图2 贮藏期间鸡蛋蛋黄指数的变化

Fig. 2 Change of eggs yolk index in storage period

入蛋黄中,蛋黄体积增大,高度减小,使蛋黄指数降低。一般规定蛋黄指数大于0.3时为合格蛋,小于0.25时为陈旧蛋^[11]。CK组在第5天时的蛋黄指数为0.3095,达到合格蛋临界值;而第1组在第12天开始降为0.3左右,第3组为14天,合格蛋货架寿命比空白组延长了1.8倍。如果以陈旧蛋指标衡量鸡蛋货架寿命,CK组为8天,第1组为15天,而第3组达到20天,延长了1.5倍。加抑菌剂的涂膜液起到了很好的保鲜效果。

2.3 涂膜对鸡蛋哈夫单位的影响

哈夫单位随着贮藏时间在逐渐降低,见图3。根据一般评价标准:哈夫单位在72以上为AA级,71~55为A级,54~31为B级,30以下为C级。CK组在第5天时哈夫单位为72.098,开始低于AA级,走

向A级,而第1组在第11天接近A级,第3组在第17天开始走向A级,较空白组AA级货架期延长了2.4倍。超过第20天以后CK组已经无法测量到浓蛋白的高度,只有稀蛋白。而涂膜的第1、第2组在第30天,刚开始走向B级,第3组还处于A级。鸡蛋在贮藏期间,浓厚蛋白不断分解,逐渐变稀,浓蛋白含量降低。稀蛋白含量逐渐增多,因而浓厚蛋白的高度逐渐降低。可见加有抑菌剂的WPC涂膜液,在哈夫单位方面表现了更强的保鲜优势,主要是因为抑制了细菌的侵入,降低了蛋白质和酶类的分解,很好地保存了鸡蛋的营养价值。

2.4 涂膜对鸡蛋蛋清pH值的影响

各组的鸡蛋蛋清pH值都有一个先上升而后下降再上升的过程,但程度不同,见图4。这是由于在

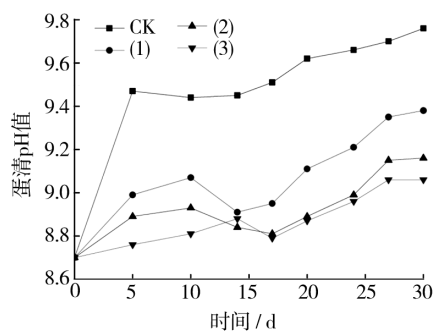


图4 贮藏期间鸡蛋pH值的变化

Fig. 4 Change of pH value of eggs in storage period

贮藏期间,蛋内的CO₂通过气孔向外逸散,导致pH值上升得很快。尤其是CK组最为显著,随着贮藏时间的增加,由于受到酶和细菌的作用,蛋白质分解为脲和胨等物质,CO₂的逸散程度降低,酸性增加,pH值降低,随着蛋白质的继续分解、变质,胺类的含量逐渐增加,使pH值增加。从图4可以明显看出,贮藏后

期,空白的 pH 值处于较高的水平,涂膜组在 25 天之后,也出现了明显的上升。总体来说,涂膜组尤其是第 3 组,在维持 pH 值稳定方面起到了很好的作用。

2.5 涂膜对鸡蛋 TVBN 值的影响

TVBN 值是鲜鸡蛋蛋白质在细菌和酶的作用下,逐渐分解形成的氨及伯胺、仲胺等具有挥发性的物质,直接反映了鲜鸡蛋的新鲜程度。鸡蛋的 TVBN 值超过 4 mg/100g 就需要消毒食用,超过 10 mg/(100g),就已经腐败变质,不能食用。如图 5 所示,鲜鸡蛋的 CK 组 TVBN 值增加最快,在第 10 天达到 4 mg/(100g),而最佳组在第 27 天才达到 4 mg/(100g),货架寿命延长了 1.7 倍,见图 5。CK 组在第

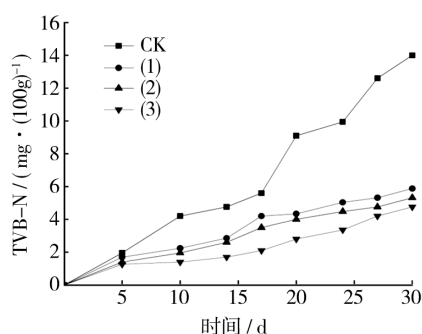


图 5 贮藏期间鸡蛋 TVBN 值的变化

Fig. 5 Change of TVBN value of eggs in storage period

24 天达到 10 mg/(100g),而保鲜组在测试结束时,都没有达到 10 mg/(100g),保鲜效果十分明显。

2.6 涂膜对鸡蛋菌落总数的影响

菌落总数是鸡蛋新鲜度的直接反映。见图 6,

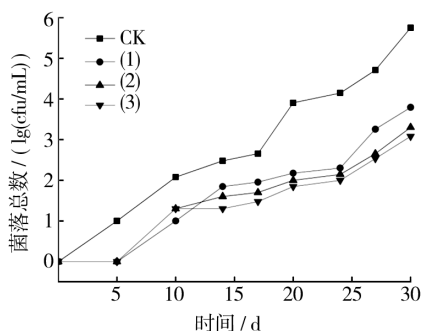


图 6 储藏期间蛋内容物菌落总数的变化

Fig. 6 Change of egg content total bacterial colonies in storage period

CK 组在第 27 天,已经超过了国家规定的鲜蛋的标准 5×10^4 cfu/mL,属于腐败变质品;在第 30 天达到 5.6×10^5 cfu/mL,而涂膜组在第 30 天,还远远没有达到这个极限(5×10^4 cfu/mL),即使抑菌能力较弱的第 1

组也仅为 6.2×10^3 cfu/mL;第 2 组因加入了针对鸡蛋变质的主要致病菌(金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、沙门氏菌)的保鲜剂,菌落总数为 2×10^3 cfu/mL,较空白组降低了 2 个数量级;加大了保鲜剂的浓度的第 3 组为 1.2×10^3 cfu/mL,抑菌能力得到了提高。

3 结论

在 28 ℃、湿度为 60%~80% 的贮存条件下, WPC 涂膜液和添加 ϵ -聚赖氨酸和乳酸链球菌素的复配抑菌剂的 WPC 涂膜液对鸡蛋都有一定的保鲜效果,尤其是涂有 1 mg/mL ϵ -聚赖氨酸+1 mg/mL 乳酸链球菌素复配抑菌剂的 WPC 涂膜液的鸡蛋失重率比 CK 组的货架寿命延长了将近一倍;而蛋黄指数、哈夫单位、TVBN 值等指标,较空白组货架期延长了 2 倍左右;CK 组蛋内容物的菌落总数在第 30 天达到 5.6×10^5 cfu/mL,保鲜组在第 30 天时仅为 1.2×10^3 cfu/mL,远低于国家规定的鲜蛋标准 5×10^4 cfu/mL。

参考文献:

- [1] 张兰威,牟光庆,许高升. 蛋制品工艺学[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2000.
ZHANG Lan-wei, MOU Guang-qing, XU Gao-sheng. Egg Products Technology[M]. Harbin: Heilongjiang Science and Technology Press, 2000.
- [2] 李晓东. 蛋品科学与技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2003.
LI Xiao-dong. Egg Science and Technology[M]. Beijing: Chemical Press, 2003.
- [3] 杨素芳,马美湖,钟凯民. 加速发展我国洁蛋生产与消费重要性及关键技术探讨[J]. 现代食品科技, 2007, 23(3): 56-60.
YANG Su-fang, MA Mei-hu, ZHONG Kai-min. The Importance and Key Technologies of Accelerating the Development of Clean Egg Production and Consumption [J]. Food Science and Technology, 2007, 23(3): 56-60.
- [4] CAGRI A, USTUNOL Z, RYSER E T. Antimicrobial Edible Films and Coatings[J]. Journal of Food Protection, 2004, 67(4): 833-848.
- [5] APPENDINI P, HOTCHKISS J H. Review of Antimicrobial Food Packaging[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2002, 3: 113-126.

(下转第 18 页)

TBC 共混材料,恒流泵匀速加入 TBC($w=16\%$)的参数设置为:螺杆转速 $90\sim 100\text{ r/min}$,喂料速度 30 r/min ,恒流泵转速 6.5 r/min 。

2) 当 TBC 质量分数为 $w=16\%$ 时,PLA/TBC 共混材料的性能表现最佳,红外光谱图表明 TBC 对 PLA 起到了增塑作用。在 6 个月(180 d)内,这种共混材料薄膜的拉伸强度和断裂伸长率逐渐为 0,材料已降解,宏观表现为轻微受力时薄膜呈粉碎形态。

参考文献:

- [1] 张敏,崔春娜,宋洁,等. 聚乳酸降解的影响因素和降解机理的分析[J]. 包装工程,2008,29(8):16—18.
ZHANG Min,CUI Chun-na,SONG Jie,et al. Analysis of the Factors Influencing Degradability and Degradation Mechanism of Polylactic Acid[J]. Packaging Engineering,2008,29(8):16—18.
 - [2] BELBACHIR S,AYOUB G,MASCHKE U,et al. Modelling of Photodegradation Effect on Elastic-viscoplastic Behavior of Amorphous Polylactic Acid Films[J]. Journal of the Mechanics and Physics of Solids,2010(58):241—255.
 - [3] JUNG Yu-Kyung,LEE Sang-Yup. Efficient Production of Polylactic Acid and its Copolymers by Metabolically Engineered Escherichia Coli[J]. Journal of Biotechnology,2011(151):94—101.
 - [4] 尹静波,鲁晓春,曹燕琳,等. 柠檬酸酯增塑改性聚乳酸[J]. 高分子材料科学与工程,2008,24(1):151—154.
YIN Jing-bo,LU Xiao-chun,CAO Yan-lin,et al. Preparation and Characterization of Plasticized Poly(Lactic Acid):Citrate Esters as Plasticizers[J]. Polymer Materials Science and Engineering,2008,24(1):151—154.
 - [5] 何平笙. 高聚物的力学性能[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2008.
HE Ping-sheng. Mechanical Properties of Polymers[M]. Hefei: Press of University of Science and Technology of China,2008.
 - [6] 朱为宏,杨雪艳,李晶,等. 有机波谱及性能分析法[M]. 北京:化学工业出版社,2007.
ZHU Wei-hong,YANG Xue-yan,LI Jing,et al. Organic Spectroscopy and Performance Analysis [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2007.
 - [7] CHU C C. The Effect of pH on the in Vitro Degradation of Poly (poly-colide lactide) Copolymer Absorbable Sutures[J]. Biomed Mater Res,1982,16(2):117.
 - [8] 王华林,盛敏刚,翟林峰,等. 聚乳酸/聚乙烯醇共混膜的亲水性与降解性能研究[J]. 生物医学工程学杂志,2008,25(1):139—142.
WANG Hua-lin,SHENG Min-gang,ZHAI Lin-feng,et al. Study on Hydrophilicity and Degradability of Polyvinyl Alcohol/Polylactic Acid Blend Film[J]. Journal of Biomedical Engineering,2008,25(1):139—142.
-
- (上接第 9 页)
- [6] SHIH Ing-Lung,SHEN Ming-Haw,VAN Yi-Tsong. Microbial Synthesis of Poly(ϵ -lysine) and Its Various Applications [J]. Bioresource Technology, 2006, 97: 1148—1159.
 - [7] ARAUZ Luciana Juncioni de,JOZALA Angela Faustino,MAZZOLA Priscila Gava,et al. Nisin Biotechnological Production and Application:A Review[J]. Trends in Food Science & Technology,2009,20:146—154.
 - [8] SEYDIM A C,SARIKUS G. Antimicrobial Activity of Whey Protein Based Edible Films Incorporated with Oregano,Rosemary and Garlic Essential oils[J]. Food Research International,2006,39:639—644.
 - [9] ZINOVIADOU Kyriaki G,PKOUTSOUMANIS Konstantinos,BILIADERIS Costas G. Physical and Thermomechanical Properties of Whey Protein Isolate Films Containing Antimicrobials and Their Effect against Spoilage Flora of Fresh Beef [J]. Food Hydrocolloids, 2010,24:49—59.
 - [10] 黄利强,王洪江,周睿. 乳清蛋白膜对花生氧化酸败抑制效果的研究[J]. 包装工程,2011,32(15):5—8.
HUANG Li-qiang,WANG Hong-jiang,ZHOU Rui. Effect of Whey Protein Coating on Oxidative Rancidity of Peanut[J]. Packaging Engineering,2011,32(15):5—8.
 - [11] 李述刚,刘莉如. OHAA 涂膜保鲜剂对鸡蛋保鲜效果研究[J]. 食品研究与开发,2011,32(5):146—150.
LI Shu-gang,LIU Li-ru. Study of the Fresh-keeping Effect of OHAA Preservative Coating on Eggs[J]. 2011, 32(5):146—150.