

功能型包装薄膜材料在芒果保鲜中的应用

刘辉, 许文才, 李东立, 付亚波, 石佳子, 廖瑞娟

(北京印刷学院, 北京 102600)

摘要: **目的** 为了延长新鲜芒果的保鲜时间。**方法** 以小台农芒果为实验材料, 以裸放组和普通低密度聚乙烯保鲜膜组为对照组, 以实验室研制的功能型改性薄膜为实验组, 在温度 $(12\pm 1)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(70\pm 5)\%$ 的条件下对芒果进行保鲜实验, 对包装袋内气体成分、样品质量损失率、硬度、糖分、可滴定酸含量及维生素 C 含量进行测定和分析。**结果** 2 组对照组样品在贮藏至 10 d 时腐坏较为严重, 失去食用价值; 实验室自制的功能型保鲜包装袋通过自身的气体透过性能使袋内形成了适于芒果贮存的气调环境, 保鲜效果较好, 保鲜时间为 18 d 左右。**结论** 实验室自制的功能型保鲜袋能有效延长芒果的货架期。

关键词: 功能型包装; 薄膜; 保鲜; 芒果

中图分类号: TB484.3; TS206 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)23-0034-05

Application of Functional Packaging Film Materials in Mango Preservation

LIU Hui, XU Wen-cai, LI Dong-li, FU Ya-bo, SHI Jia-zi, LIAO Rui-juan

(Beijing Institute of Graphic Communication, Beijing 102600, China)

ABSTRACT: The work aims to prolong the preservation time of mango. With small tainon mangoes as experimental materials, the control groups included bare discharge group and normal low-density polyethylene fresh-keeping film group, while the experimental group included functionally modified films developed by laboratory. Under the condition of $(12\pm 1)^\circ\text{C}$ and relative humidity of $(70\pm 5)\%$, the fresh-keeping experiment was carried out on mango. Gas composition in the packaging bags, sample weight loss rate, hardness, sugar content, titration acid content and VC content were determined and analyzed. Decay of two control groups of samples after ten days was serious and the edible value was lost. The functional fresh-keeping packages independently developed by the laboratory could make the air conditioning environment suitable for the storage of mangoes through its own air permeability with good preservation effects, and the preservation time was about 18 days. The functional fresh-keeping packages independently developed by the laboratory can effectively prolong the shelf life of mango.

KEY WORDS: functional packaging; film; preservation; mango

芒果是漆树科芒果属植物、核果类, 富含多种营养物质, 是深受人们喜爱的热带水果之一^[1-2]。芒果是典型的呼吸跃变型水果^[3-5], 容易腐坏变质,

影响其售卖和食用, 从而造成巨大的经济损失, 因此安全有效的芒果保鲜技术具有重要意义。目前芒果保鲜的主要方法有物理法和化学法。物理法主要

收稿日期: 2016-08-29

基金项目: 国家自然科学基金(31471653); 北京市教委协同创新项目(04190116008)

作者简介: 刘辉(1991—), 女, 山东临沂人, 北京印刷学院硕士生, 主攻功能包装材料、果蔬保鲜材料等。

通讯作者: 李东立(1967—), 男, 天津蓟县人, 博士, 北京印刷学院教授, 主要研究方向为功能包装材料、纳米改性包装材料和果蔬保鲜材料等。

包括热处理、低温处理、气调贮藏、射线处理等,根据芒果采摘后的生理特性来改变芒果的贮存条件以达到保鲜作用^[6-8]。化学法则主要是利用防腐剂和保鲜剂对芒果进行涂覆、熏蒸、浸泡等处理,以达到防腐和保鲜的目的^[4, 9-10]。常见的物理法需消耗巨大的人力物力,提高了成本;化学法工艺复杂且化学制剂对芒果的食用安全性有所影响。芒果采摘后的生理代谢活动旺盛,因此,探索一种无毒无害、方便实用的芒果保鲜方法成为研究的重点。何艾^[11]研究了壳聚糖与气调包装对芒果品质的影响。黄辉荣^[12]研究了膨润土-PVA 保鲜薄膜对芒果的保鲜效果,获得了较好的实验效果,证明了气调包装在芒果保鲜中的可行性。

针对以上问题,为了提高芒果的货架期,该研究采用实验室自制的功能型保鲜包装材料对芒果进行保鲜实验,通过包装袋的自气调功能,控制芒果自身的各项生理活动,以达到延长芒果货架期的保鲜效果,类似的芒果保鲜方法鲜有报道。

1 实验

1.1 材料和仪器

主要材料:无机械损伤的新鲜芒果(小台农芒果八成熟)、市场出售的普通 LDPE 保鲜薄膜、实验室研制的经改性处理的 LDPE 功能薄膜 K3(具有中等透水、高透氧性能)和功能薄膜 A(具有高透水、低透氧性能)、PE 托盘、草酸(分析纯,西陇化工股份有限公司)、2,6-二氯酚酞钠(分析纯,天津市光复精细化工研究院)、氢氧化钠(分析纯,北京化工厂)、酚酞指示剂(天津光复精细化工研究院)、棉布网(焦作联盟医用材料股份有限公司)。

主要仪器:DZ-280/2SD 型真空封袋机(上海星田包装机械有限公司)、PAC CHECK Model65 顶空分析仪(美国 MOCON 公司)、DT-200B 型电子天平(常熟市金羊天平仪器厂)、GY-3 型果实硬度计(牡丹江机械研究所)、PAL- α 数显糖量仪(日本 Atago 公司)、YC-300L 冷藏柜(中科美菱)。

1.2 方法

1.2.1 包装

使用实验室自主研发的 2 种功能薄膜(K3 薄

膜, A 薄膜)和普通 LDPE 保鲜膜制作保鲜袋(25 cm×25 cm),其中 A 组实验的包装材料为由各 50% 的 K3 薄膜和 A 薄膜制成的包装袋, B 组实验的包装材料为普通 LDPE 保鲜薄膜制成的包装袋, C 组为裸放组。挑选大小均匀、无机械损伤的八成熟新鲜芒果,将其置于 12℃ 的条件下预冷 12 h,先将芒果放入 PE 托盘中(每盘 9 个),然后再用自制的保鲜袋对实验芒果进行包装,使用热封机对包装袋进行封口后将样品放入温度(12±1)℃、相对湿度(70±5)%的冷藏柜中进行贮藏,每 7 d 进行一次取样测试。每组样品设置 8 个平行样,每次取 2 个进行实验测试。

1.2.2 保鲜测试

1) 顶空气体组分测试。使用顶空气体仪测试包装袋内部的气体组分(氧气和二氧化碳),每组样品测试 3 次,取平均值。

2) 质量损失率测试。首先使用电子秤对实验前的样品进行称量,然后在实验的第 7, 14, 21, 28 天分别对样品进行称量,记录下数据,质量损失率 η 的计算为: $\eta = (m_0 - m_1) / m_0 \times 100\%$ 。其中 m_0 为初始质量, m_1 为测试时质量。

3) 硬度测试。使用硬度计对芒果进行测试,每组样品测试 5 次,取平均值。

4) 可溶性固形物含量测试。将实验芒果榨汁,取适量上清液,使用数字式 PAL- α 数显折射计进行测试并记录数据,每组样品测试 5 次,取平均值。

5) 可滴定酸含量测试。将榨取的果汁用棉布网过滤后沉淀,称 2 g 上清液于容量瓶中,用去离子水稀释至 50 mL 并摇匀。吸取 10 mL 样液放入 50 mL 锥形瓶中,加入酚酞指示剂 3~4 滴,用 0.1 mol/L 的氢氧化钠溶液滴定,至出现微红色且 30 s 不褪色时结束实验,记下所消耗氢氧化钠的体积,通过计算得到可滴定酸含量^[13]。

6) 维生素 C 含量测试。称取 10 g 果汁上清液于 50 mL 容量瓶中,用草酸溶液(质量分数为 2%)稀释至刻度并摇匀。吸取 10 mL 样液放入 50 mL 锥形瓶中,用 2,6-二氯酚酞钠溶液滴定至溶液呈粉红色,当颜色可保持 15 s 不褪色时,记下所消耗 2,6-二氯酚酞钠溶液的体积,再通过计算得到维生素 C 含量(mg/100 g)^[14]。

2 实验结果与分析

2.1 包装袋内顶空气体

芒果采摘后虽失去了水和无机盐的来源,但其呼吸作用仍然正常进行,呼吸作用影响芒果的生理生化反应,对芒果的品质、成熟度、抗病性和货架期等都有影响。呼吸作用越旺盛,代谢速度越快,营养物质消耗越快,贮藏时间越短,因此能否控制芒果的呼吸强度是贮藏过程中的关键问题。贮藏期内包装袋中氧气和二氧化碳的含量变化情况见图1,可以看出在实验过程中随着芒果呼吸作用的进行,氧气含量不断减少,二氧化碳含量不断增加,在达到一定值时逐渐趋于平稳。比较2组实验发现,A组的氧气含量低,二氧化碳含量高。A组包装材料通过自身对气体的阻隔性来控制包装袋内的气调状况,形成了适于芒果贮存的环境气氛,从而能够实现其保鲜效果;普通的保鲜膜并不具有自气调功能,不能抑制芒果的呼吸等生理活动,从而导致其他性能的不断下降。

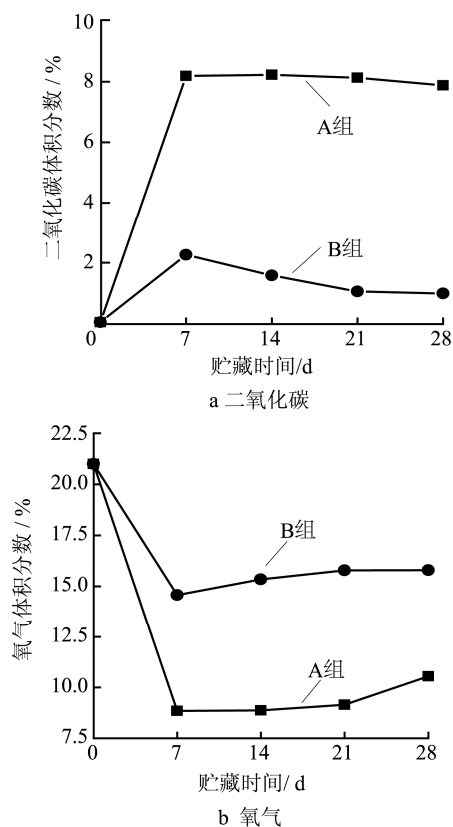


图1 包装袋内顶空气体成分随贮藏时间变化曲线

Fig.1 The change of gas composition in packaging bag with storage time

2.2 芒果质量损失率与硬度变化

随着贮藏时间的增长,芒果质量损失率逐渐增加。在各种酶的作用下,芒果体内的果胶物质分解成为可溶性果胶,细胞壁成分发生变化,从而导致芒果的硬度不断下降^[15-16]。芒果中淀粉的水解和消失,使芒果的果皮细胞壁失去支撑,这也是使果实软化的原因之一。贮藏期内芒果各指标的变化曲线见图2,由图2a可知,随着贮藏时间的延长,芒果的质量损失率不断增加,A组实验稍微低于B组,在实验结束时的质量损失率分别为3.12%和3.58%;C组实验的质量损失率在贮藏期内发生极速变化,贮藏7d后的质量损失率已经高达25.37%,实验结束时的质量损失率为64.50%。由图2b可知,A组芒果的硬度明显高于其他2组,A组样品失水较少,样品的细胞壁成分变化较小,可溶性果胶含量较少,使芒果的硬度得到很好的保持。

2.3 可溶固形物含量

可溶固形物的含量直接影响芒果的口感。在贮藏前期,随着芒果生理代谢过程的进行,可溶性固形物含量随成熟度的变大而增加;芒果过度成熟后,部分糖作为底物被消耗,使芒果可溶性固形物含量下降^[15]。由图2c可以看出,实验中的芒果可溶固形物含量变化趋势不稳定,整体呈下降趋势,其变化趋势应与芒果呼吸高峰的出现相呼应,实验结果并不明显,主要原因可能是实验天数间隔太大,故有不足。实验结束时A组实验的可溶固形物含量最高,从芒果的可溶固形物含量来推断,可知A组实验对芒果的保鲜效果较好。

2.4 可滴定酸含量

可滴定酸含量是芒果成熟度高低的重要指标,芒果采摘后的呼吸作用、三羧酸循环和糖代谢都会消耗可滴定酸^[17]。有机酸对微生物具有抑制作用,使芒果不容易被病菌感染,有机酸还具有很好的抗氧化作用,保护芒果的颜色和维生素C免遭破坏。有机酸对温度和湿度非常敏感,因此贮藏过程中的温度和相对湿度不能波动太大。由图2d可知,A组实验可滴定酸的含量下降速度最慢,且在实验结束时的可滴定酸含量仍保持在较高水平;B和C组实验中芒果可滴定酸含量下降速度快,尤其是裸放

的样品的可滴定酸含量迅速下降。

2.5 维生素 C 含量

新鲜芒果中维生素 C 含量丰富,但是采摘后维生素 C 极不稳定,易在适宜的温度和充足的氧气的作用下发生分解反应,使其失去理化活性,维生素 C 含量迅速减小,使芒果的营养价值和口感降低^[18]。维生素 C 含量是鉴定芒果是否保存良好的

一个重要的保鲜测试项目。由图 2e 可知,随着芒果贮藏时间的不断延长,芒果中维生素 C 的含量整体呈下降趋势,其中 A 组芒果的维生素 C 含量下降速率最小,实验结束时总下降幅度为 15.23%; B 和 C 组实验中芒果维生素 C 含量下降幅度比 A 组大,分别为 23.55%和 32.90%。A 组实验中芒果的维生素 C 的分解反应得到抑制,使维生素 C 含量保持在一个相对较高的状态。

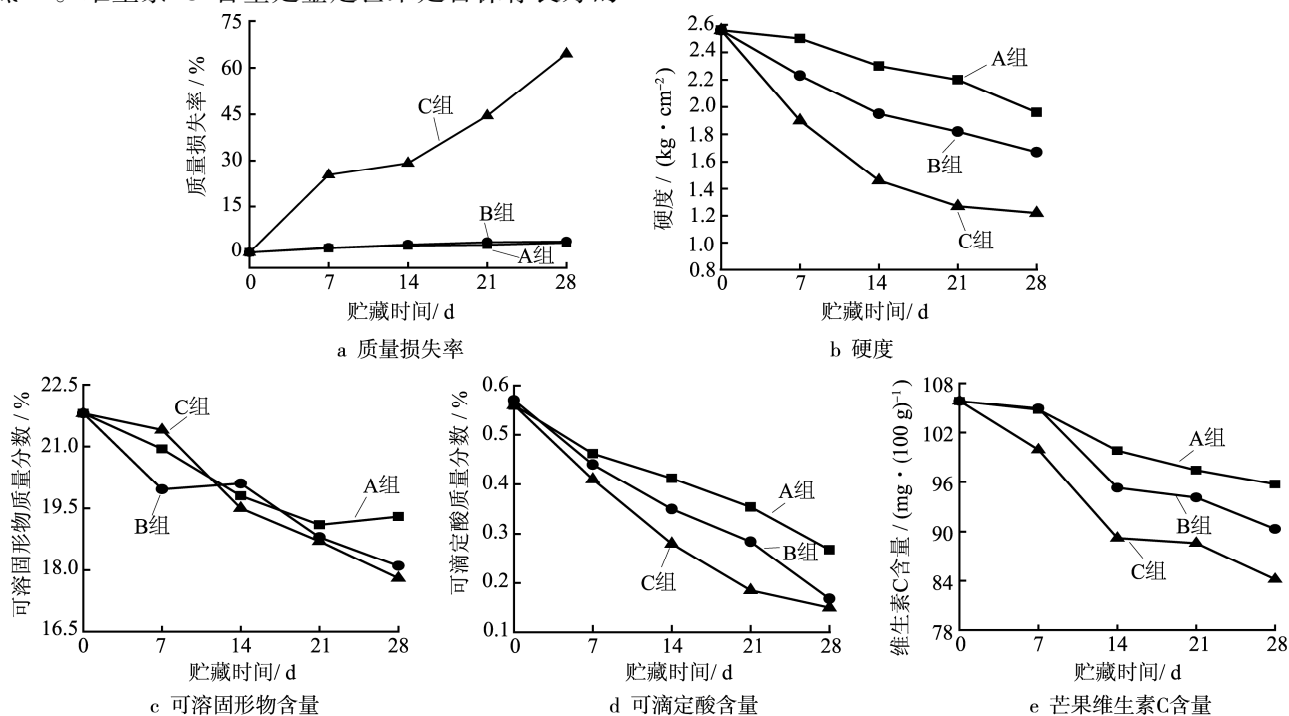


图 2 贮藏期内芒果各指标的变化曲线

Fig.2 The change curves of various indexes of mango during storage

3 结语

使用实验室自制的保鲜薄膜(K3 薄膜, A 薄膜)和普通 LDPE 保鲜膜对新鲜芒果进行保鲜实验,并进行各项保鲜测试。综合芒果保鲜测试的各项数据,笔者分析发现实验组的保鲜袋可以有效减缓芒果在贮藏过程中的各项理化指标的衰减速率,使其保持良好的品质,有效延长芒果的货架期至 18 d 左右,而对照组的芒果在贮藏到 10 d 时已严重失水和腐坏。实验组的各项理化指标明显优于对照组,对比说明实验组实现了较好的保鲜效果。有效的保鲜手段对难于贮藏的果蔬是十分重要的,采用一种无毒无害的活性气调包装来进行保鲜贮藏,可以有效延长果蔬的货架期,为食品安全和经济发展也做出一定的贡献。

参考文献:

- [1] 苏小军, 蒋跃明, 于新, 等. 芒果采后生物学及贮运保鲜技术研究进展[J]. 仲恺农业技术学院学报, 2001, 14(1): 60—66.
SU Xiao-jun, JIANG Yue-ming, YU Xin, et al. Mango Postharvest Biology and Storage Technology Research Progress[J]. Zhongkai University of Agriculture and Technology Journal, 2001, 14 (1): 60—66.
- [2] 侯晓东, 施瑞城. 芒果采后生物学特性及其研究进展[J]. 华北农报, 2006, 21(S): 104—108.
HOU Xiao-dong, SHI Rui-cheng. The Biological Characteristics and Research Progress of Production of Mango[J]. North China Agricultural Journal, 2006, 21(S): 104—108.
- [3] 湛素华, 王维民, 夏杏洲. 壳聚糖涂膜保鲜对芒果保鲜效果的研究[J]. 食品科技, 2007(3): 236—238.
CHEN Su-hua, WANG Wei-min, XIA Xing-zhou. Study

- on the Effect of Chitosan Coating on Preservation of Mango[J]. Food Science and Technology, 2007(3): 236—238.
- [4] 薛琼, 向贤伟, 黄曦平. 碘化壳聚糖-淀粉复合膜对芒果保鲜效果的研究[J]. 包装工程, 2009, 30(2): 12—18.
XUE Qiong, XIANG Xian-wei, HUANG Xi-ping. Study on Mango Preservation Effect of Chitosan Iodide Starch Composite Film[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(2): 12—18.
- [5] 胡映霞, 胡云峰, 欧燕. 保鲜剂与保鲜膜在芒果贮藏保鲜中的应用试验[J]. 中国基学通报, 2005, 21(10): 93—95.
HU Ying-xia, HU Yun-feng, OU Yan. Application of Preservative and Preservative Film in Mango Storage[J]. Chinese Bulletin of Basic Science, 2005, 21(10): 93—95.
- [6] 颜梦婷, 黄金城, 林晓岚, 等. 芒果贮藏保鲜技术的研究进展[J]. 农产品加工, 2014(5): 72—74.
YAN Meng-ting, HUANG Jin-cheng, LIN Xiao-lan, et al. Research Progress on Storage Technology of Mango[J]. The Processing of Agricultural Products, 2014(5): 72—74.
- [7] 杨明, 刘晓辉, 文素珍, 等. 鲜芒果不同状态下物质含量动态研究[J]. 佛山科学技术学院学报, 2014, 32(4): 55—59.
YANG Ming, LIU Xiao-hui, WEN Su-zhen, et al. Dynamic Study on the Content of Fresh Mango under Different Conditions[J]. Journal of Foshan University, 2014, 32(4): 55—59.
- [8] 杨文领, 关文强, 李响, 等. 湿冷系统在芒果保鲜中的应用[J]. 广西农业科学, 2001(3): 122—124.
YANG Wen-ling, GUAN Wen-qiang, LI Yun, et al. Application of Humideool System in the Preservation of Mango[J]. Guangxi Agricultural Science, 2001(3): 122—124.
- [9] FU G, TIAN X, XU H, et al. Application of Silica Aerogel-shellac Wax Composite in Mango Preservation[J]. Applied Mechanics and Materials, 2013(1): 401—403.
- [10] 郑小林, 吴小业. 柠檬酸处理对采后芒果保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(18): 381—384.
ZHENG Xiao-lin, WU Xiao-ye. Effect of Citric Acid Treatment on Postharvest Mango[J]. Food Science, 2010, 31(18): 381—384.
- [11] 何艾, 刘宁彰, 谢辉, 等. 壳聚糖结合气调包装对冷藏期间芒果最少加工品品质的影响[J]. 食品科技, 2015, 40(3): 24—28.
HE Ai, LIU Ning-zhang, XIE Hui, et al. Chitosan Combined with Modified Atmosphere Packaging of during Refrigerated Storage of Mango Minimal Processing Quality[J]. Food Science and Technology, 2015, 40(3): 24—28.
- [12] 黄辉荣. 膨润土/PVA 保鲜膜的制备及其在芒果保鲜中的应用研究[D]. 南宁: 广西大学, 2010.
HUANG Hui-rong. The Preparation of Bentonite/PVA and Its Application in Mango Preservation[D]. Nanning: Guangxi University, 2010.
- [13] CHEN S, ZHANG M, WANG S. Effect of Initial Hermetic Sealing on Quality of Kyoho Grapes During Storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011(9): 194—199.
- [14] GB/T 6195—1986, 水果、蔬菜维生素 C 含量测定法(2,6-二氯酚酚滴定法)[S].
GB/T 6195—1986, Determination of Vitamin C in Vegetables and Fruits(2,6-Indophenol Titration Method)[S].
- [15] 曾文谨. 芒果贮藏保鲜研究[D]. 南宁: 广西大学, 2008.
ZENG Wen-jin. Study on Storage and Preservation of Mango[D]. Nanning: Guangxi University, 2008.
- [16] 李敏, 胡美姣, 高兆银, 等. 芒果采后及贮藏生理研究进展[J]. 中国农学通报, 2005, 21(8): 400—403.
LI Min, HU Mei-jiao, GAO Zhao-yin, et al. Research Progress on Postharvest Physiology and Storage of Mango[J]. Chinese Agricultural Bulletin, 2005, 21(8): 400—403.
- [17] 滕建文, 曾文谨, 姬晨, 等. 芒果的臭氧保鲜研究[J]. 食品科技, 2008(8): 233—235.
TENG Jian-wen, ZENG Wen-jin, JI Chen, et al. Study on Ozone Preservation of Mango[J]. Food Science and Technology, 2008(8): 233—235.
- [18] 吴振麟. 芒果采后生理及贮藏保鲜技术研究进展[J]. 安徽农学通报, 2011, 17(19): 82—84.
WU Zhen-lin. Research Progress on Postharvest Physiology and Storage Technology of Mango[J]. Anhui Agricultural Bulletin, 2011, 17(19): 82—84.