

常温下自制功能保鲜袋对火龙果的保鲜效果研究

刘青, 李东立, 刘冠一, 陈雪柔, 李可欣, 冯亚芳, 樊启鹏
(北京印刷学院, 北京 102600)

摘要: **目的** 延长火龙果在常温(25 ± 1) °C条件下的货架期。**方法** 使用智能缓释杀菌薄膜和高透气性硅窗薄膜制备多功能集成保鲜袋(AP), 并对新鲜火龙果进行保鲜实验。通过对保鲜袋的顶空气体组成、火龙果的硬度、总可溶性固形物含量、可滴定酸(TA)含量和维生素C含量的测定, 研究AP多功能集成保鲜膜对火龙果的保鲜效果。**结果** 在常温下, 裸放火龙果的货架期为6 d, 而AP多功能集成保鲜袋内火龙果的货架期可以延长4 d, 并且可以较好地保持火龙果的品质。**结论** AP膜可有效减缓硬度的降低及水分损失, 同时可溶性固含量和总酸值均高于对照组。

关键词: 火龙果; 智能缓释杀菌薄膜; 高透气性硅窗薄膜; 多功能集成保鲜袋

中图分类号: TS206 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2015)09-0012-04

Quality Loss of Pitaya as Affected by Active Packaging Film at Room Temperature

LIU Qing, LI Dong-li, LIU Guan-yi, CHEN Xue-rou, LI Ke-xin, FENG Ya-fang, FAN Qi-peng
(Beijing Institute of Graphic Communication, Beijing 102600, China)

ABSTRACT: In order to extend the shelf life of Pitaya at room temperature (25 ± 1) °C, we studied the preservation of fresh pitaya using the AP multi-functional integrated storage bags prepared with intelligent hydrogel antiseptic film and highly permeable silicon window film. We tested the top air composition of the storage bags, the firmness of pitaya, the total soluble solid content, the total acid and the vitamin C content to investigate the preservation effect of the AP multi-functional integrated preservative film on pitaya. The results showed that at room temperature, the shelf life of pitaya without package was six days, while its shelf life could be extended by 4 days when stored in the AP multi-functional integrated storage bags, and it could better keep the overall quality of pitaya. AP could effectively reduce the decrease of hardness and the water loss, at the same time, the total soluble solid content, total acid of AP were higher than the control group.

KEY WORDS: pitaya; intelligent hydrogel antiseptic film; highly permeable silicon window film; multi-functional integrated storage bags

火龙果是一种典型的热带植物^[1], 其营养丰富, 膳食纤维和蛋白质含量远高于核果类水果, 钾、钙、镁、磷等矿物质营养元素的含量也很丰富^[2]。由于火龙果具有以上优点和较高的经济价值, 因而它的种植已成为农业新、特、优、高开发项目, 发展前景良好^[3]。

火龙果的缺点是不耐贮藏, 常温下贮藏3 d, 其鳞

片就会出现黄化、萎蔫等现象^[4], 鲜果供应期短。国内外学者已经对火龙果进行了一些研究, 大多集中在火龙果的医疗保健功效、饮料研制、干制工艺及营养成分分析上, 对于其防腐保鲜的研究报道却较少^[5]。卢琨^[6]等认为, 火龙果的最佳采收时间为谢花后25~28 d。近几年, 火龙果的主要贮藏方式为低温冷藏, 最近

收稿日期: 2015-01-17

基金项目: 国家自然科学基金(31471653); 北京市科技支持计划(Z101103053210058)

作者简介: 刘青(1990—), 女, 黑龙江哈尔滨人, 北京印刷学院硕士生, 主攻功能包装材料。

通讯作者: 李东立(1967—), 男, 天津人, 北京印刷学院教授、硕士生导师, 主要研究方向为功能包装材料。

也有人采用低温结合辐射和1-MCP对火龙果进行保鲜研究。火龙果在温度为4~8℃、相对湿度为85%~95%下冷藏,保质期可达到20~25 d。火龙果在5℃下接受辐射处理后,在28~30 d内新鲜度和质量都不会下降。张绿萍^[7]等人用1-MCP对火龙果进行保鲜研究,研究表明1-MCP处理对延长火龙果果实的贮藏期具有较积极的作用,常温(20~25℃)下1-MCP处理的果实存放时间为11 d左右,冷藏(14℃)条件下,1-MCP处理的果实能贮藏22 d左右。王彬^[8]等的研究表明,CaCl₂对火龙果的呼吸抑制作用不明显,但可以有效降低火龙果的腐烂率。

虽然低温结合辐射处理和低温结合1-MCP等处理对火龙果均表现出较好的保鲜效果,但是火龙果市售时大都在常温条件下,销售环境较复杂,而且常温下火龙果的包装也不太完善。现在市售火龙果的包装大都为带有孔洞的塑料膜,这种包装袋虽然能够降低水分的损失,但不能抑制火龙果的呼吸强度,实际对火龙果的保鲜作用并不明显。笔者拟研制一种用于火龙果保鲜包装的多功能集成保鲜袋AP,通过减缓水分损失和抑制火龙果呼吸,以延长火龙果的货架期。

1 实验

1.1 AP保鲜袋制备

将尺寸为200 mm×250 mm的智能杀菌原料薄膜^[9-10](氧气透过率为 9.87×10^{-2} mL/(m²·d·Pa),水蒸气透过率为 9.87×10^{-5} mL/(m²·d·Pa))与相同面积的高透气硅窗薄膜^[11](氧气透过率为0.987 mL/(m²·d·Pa),水蒸气透过率为 1.97×10^{-3} mL/(m²·d·Pa))热封成多功能集成AP保鲜袋。

1.2 火龙果的处理

在北京新发地市场上挑选外观相似,色泽均呈粉红色,质量在400 g左右,硬度相近且直径都控制在10~12 cm的火龙果,然后将其任意分为2组,每组24个。第1组为实验组,将24个火龙果放入24个功能保鲜袋。第2组为对照组,常温下在空气中裸放。在第0,2,4,6,8,10天分别从功能保鲜AP袋和裸放组中,取出4个样品组(4个火龙果作为一个样品组),测试每个样品组的火龙果的硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、维生素C含量,以及每个包装袋内顶空气体

中CO₂和O₂的组成,测试结果取平均值。

1.3 性能测试

1.3.1 褐变指数测定

试验中,可直接观察火龙果贮藏过程的褐变程度。如果全部果皮及叶状体均未发生干枯、褐变,则褐变指数为0。如果10%的果皮及叶状体发生褐变,则褐变指数为1。以此类推。

1.3.2 AP保鲜袋顶空CO₂和O₂体积分数分析

用注射针刺入包装袋,用PAC CHECK 450EC顶空分析仪(美国Mocon公司)定量测定CO₂和O₂的体积分数。

1.3.3 火龙果失重率测定

测试火龙果的物理失重时,每个样品的火龙果在装袋之前都会记录初始质量。然后在随后的观察时间(装袋后的第2,4,6,8,10天)分别称量并记录火龙果的最终质量,根据式(1)进行计算。

$$\text{失重率} = \frac{\text{初始质量} - \text{观察时的质量}}{\text{初始质量}} \times 100\% \quad (1)$$

1.3.4 火龙果硬度测定

果实的硬度测定采用带有锥形测量头(顶端直径12 mm,高10 mm)的FHM-5水果硬度分析仪(日本TAKEMURA电气工程有限公司)。每个果实去皮1 cm²,测量时用直径2 mm的探针穿透分别记录下压力。以20 mm/min的穿进速率穿进10 mm,测量结果取每个测试组样品中果实的硬度均值^[12]。

1.3.5 火龙果可溶性固形物含量测定

TSS的测定用数字式PR-101数显糖量仪(日本东京Atago有限公司),在25℃的条件下,将每个样品中的4个果实榨的汁分成5份分别测量,结果用每个样品测量值的均值表示。

1.3.6 可滴定酸含量及VC含量

将上面制备的果汁用棉布网过滤萃取,称2 g上清液于50 mL容量瓶中,用去离子水稀释至刻度,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氢氧化钠标准溶液滴定,至出现微红色,30 s不褪色为终点,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]。

称取10 g上清液于50 mL容量瓶中,用草酸(质量分数为2%)稀释至刻度,摇匀。吸取10 mL样液放入50 mL锥形瓶中,用2,6-二氯酚酚钠溶液滴定至溶液呈粉红色,15 s不褪色,记下所消耗2,6-二氯

靛酚钠溶液的体积。通过计算得到VC含量,单位为 $\text{mg}/100\text{g}^{[14]}$ 。

2 结果与讨论

2.1 AP保鲜袋对火龙果外观的影响

火龙果褐变主要是由于失水和病菌作用的结果。贮藏前期,叶状体的褐变主要是由失水造成的。贮藏后期,叶状体失水严重,致使部分叶状体与火龙果表皮分离(见图1),此时病菌滋生加快了果实的褐变。储藏第6天时,叶状体的褐变指数达到3(见图2),硬度降低了42%,已经失去商业价值,即裸放条件下,受试火龙果的货架期为6 d。在贮藏期间,实验组的火龙果的外观明显优于裸放组,而且果梗褐变指数也低于裸放组。在10 d内,AP袋内火龙果褐变指数一直控制在2以内,而且由于AP具有较高的保鲜效果,降低了火龙果的失水褐变,表皮也没有出现较严重的褶皱现象,因此认为AP包装袋可以保鲜火龙果10 d,延长货架期4 d。

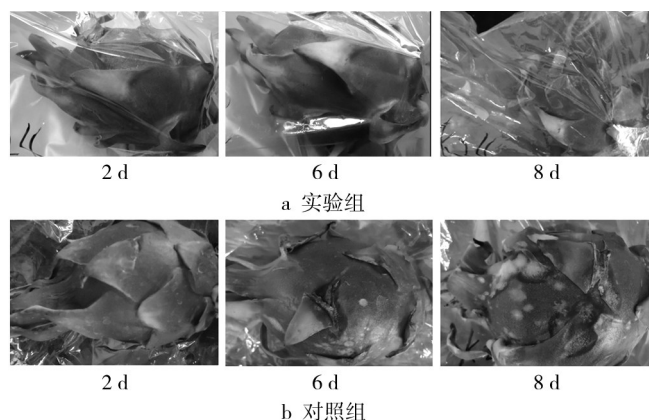


图1 保鲜第2,6,8 d时实验组与对照组火龙果对比

Fig.1 Contrast of pitaya in the experimental group and the control group after 2,6,8 d storage

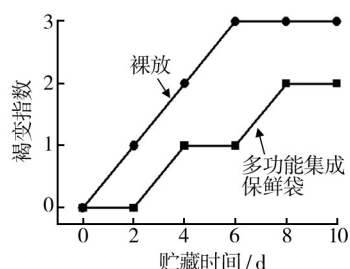


图2 保鲜袋对火龙果褐变的影响

Fig.2 Effect of storage bag on the browning of pitaya

2.2 AP保鲜袋对火龙果失重率和硬度的影响

失水和呼吸作用引起的基质消耗是果蔬贮藏过程中质量损失的主要原因^[15]。裸放火龙果水分流失很快,第4天时失重率达到8.23%,第6天时失重率达到10.51%(见图3)。组成AP袋的A膜和K膜的水蒸气透过率分别为 $9.87 \times 10^{-5} \text{ mL}/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{Pa})$ 和 $1.97 \times 10^{-3} \text{ mL}/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{Pa})$,减少了水分损失,因而质量变化小。

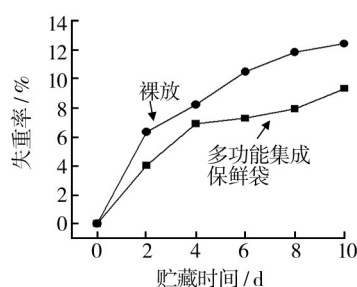


图3 保鲜袋对火龙果失重率的影响

Fig.3 Effect of storage bag on the weight loss of pitaya

硬度是指果肉抗压力的强弱,在一定程度上代表果实的成熟度和失水程度。一般果实的硬度随着水果的成熟度增加而增加,水果在采摘后硬度呈下降趋势。这是由于水果细胞壁质量下降以及水分流失引起细胞膨压下降。实验组中火龙果的硬度值始终高于裸放组,说明AP袋在维持火龙果硬度上具有很好的效果,见图4。

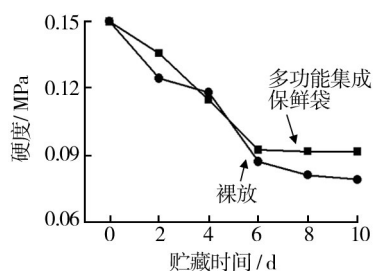


图4 保鲜袋对火龙果果粒硬度的影响

Fig.4 Effect of the storage bag on the firmness of pitaya

2.3 AP保鲜袋对火龙果品质的影响

在火龙果的储存过程中,可溶性固形物含量被氧化分解成二氧化碳和水,因此实验组和对照组中火龙果的可溶性固形物含量下降,同时裸放火龙果呼吸作用和失重率均高于实验组,固AP袋内火龙果的可溶性固形物含量低于对照组,结果见表1。

表1 不同包装条件对火龙果可溶性固形物、可滴定酸及VC含量的影响
Tab.1 Effect of different packaging conditions on the TSS, TA content and VC content of pitaya

理化指标	实验组	贮藏时间/d					
		0	2	4	6	8	10
可溶性固形物	多功能集成保鲜袋	10.9 ± 0.1	10.5 ± 0.2	11.5 ± 0.2	10.4 ± 0.2	10.5 ± 0.1	10.5 ± 0.2
质量分数/%	裸放	10.9 ± 0.1	10.6 ± 0.2	6.7 ± 0.2	9.1 ± 0.2	12.9 ± 0.2	12.9 ± 0.2
可滴定酸含量/%	多功能集成保鲜袋	0.53 ± 0.01	0.44 ± 0.01	0.18 ± 0.006	0.18 ± 0.005	0.22 ± 0.006	0.22 ± 0.006
	裸放	0.53 ± 0.02	0.35 ± 0.015	0.26 ± 0.001	0.26 ± 0.009	0.09 ± 0.003	0.09 ± 0.003
VC 含量/(mg·(100 g) ⁻¹)	多功能集成保鲜袋	8.5 ± 0.3	8.9 ± 0.2	4.9 ± 0.1	6.0 ± 0.3	9.8 ± 0.1	9.7 ± 0.1
	裸放	8.5 ± 0.2	8.3 ± 0.2	7.0 ± 0.1	8.0 ± 0.1	11.9 ± 0.2	11.9 ± 0.1

火龙果中富含苹果酸、柠檬酸等多种有机酸,火龙果的呼吸作用需要消耗其中贮藏的营养物质(糖、有机酸等)作为呼吸基质^[16],有机酸优先作为呼吸底物被消耗而导致含量下降,裸放火龙果的呼吸作用强于实验组,因而裸放组火龙果的TA值可溶性固形物含量均高于实验组。

维生素C的含量随果实成熟度的增加逐渐增加。随着贮藏时间的延长,实验组和对照组的火龙果的VC含量都先降低后升高,第4天VC含量达到最低值,之后VC含量升高。这可能由于果实采摘时未完全成熟,采摘后的后熟过程导致其VC含量升高。第8天时,VC含量趋于稳定,实验组VC含量低于对照组,AP袋可以有效降低火龙果的呼吸强度,减缓衰老。

2.4 AP保鲜袋内气氛组成对保鲜效果的影响

火龙果有较强的呼吸作用,袋内的CO₂体积分数第3天增加到一个最高值(4.9%)(见图5),O₂的体积分数降低到最低值(12.1%)。之后CO₂和O₂含量分别有所降低和增加,最后达到相对的稳定值。达到稳定值的过程主要有2个原因:随着成熟度的增加,呼吸作用相对减弱;AP袋的微气调作用,体现在AP具有较高的气体透过率,一部分气体转移到袋外部,因而很快CO₂和O₂含量就达到相对的稳定值。同时,由于AP袋

的微气调作用使CO₂含量高于裸放,可一定程度上抑制呼吸作用,减缓果实的成熟和衰老。

3 结语

实验中以裸放的火龙果作为对照组,在常温条件下,对比研究了AP袋对火龙果的保鲜效果。研究表明,AP功能保鲜袋能够延长火龙果的货架期到第10天,其保鲜效果比裸放火龙果货架期(6 d)延长4 d;由于AP保鲜袋的气体透过率高,有效防止了火龙果褐变,减缓了果实的硬度降低,且具有微气调作用,进而有效抑制果实的呼吸作用。

参考文献:

[1] 杨洪元,黄康晟. 火龙果红色素提取工艺及其性质研究[J]. 安徽农学通报,2009,15(3):151—152.
YANG Hong-yuan, HUANG Kang-sheng. Study on The Extraction Technology and Properties of the Red Pigment of Pitaya[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2009, 15(3): 151—152.

[2] 蔡永强,向青云,陈家龙. 火龙果的营养成分分析[J]. 经济林业研究,2008,26(4):253—256.
CAI Yong-qiang, XIANG Qing-yun, CHEN Jia-long. Analysis of Nutritional Components in Pitaya Fruit[J]. Nonwood Forest Research, 2008, 26(4): 253—256.

[3] 邓仁菊,范建新,蔡永强. 国内外火龙果研究进展及产业发展现状[J]. 贵州农业科学,2011,39(6):188—192.
DENG Ren-ju, FAN Jian-xin, CAI Yong-qiang. Present Research Status and Industrial Development of Pitaya at Home and Abroad[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2011, 39(6): 188—192.

[4] 李润唐,张映南,李映志,等. 火龙果引种栽培[J]. 中国南方果树,2007,36(3):35—36.
LI Run-tang, ZHANG Ying-nan, LI Ying-zhi, et al. Introduction

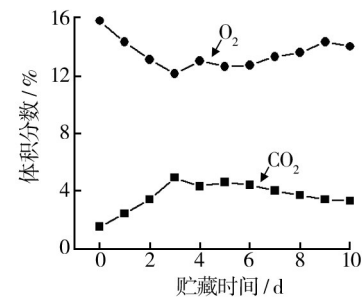


图5 保鲜袋内气体组成分析
Fig.5 The gas composition in the storage bag

- [21] WADA K, MIZUUCHI K, KOSHIO A, et al. Stress Enhances the Gene Expression and Enzyme Activity of Phenylalanine Ammonia-lyase and the Endogenous Content of Salicylic Acid to Induce Flowering in Pharbitis[J]. Journal of Plant Physiology, 2014, 171(11): 895—902.
- [22] 王惠聪, 黄旭明, 胡桂兵, 等. 荔枝果肉花青苷合成与相关酶的关系研究[J]. 中国农业科学, 2004, 37(12): 2028—2032.
- WANG Hui-cong, HUANG Xu-ming, HU Gui-bing, et al. Studies on the Relationship Between Anthocyanin Biosynthesis and Related Enzymes in Litchi Pericarp[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2004, 37(12): 2028—2032.
- [23] SCHWINN K, MIOSIC S, DAVIES K, et al. The Bring Hydroxylation Pattern of Anthocyanins Can Be Determined Through Activity of the Flavonoid 3'-Hydroxylase on Leucoanthocyanidins[J]. Planta, 2014, 240(5): 1003—1010.
- [24] PETTI C, KUSHWAHA R, TATENO M, et al. Mutagenesis Breeding for Increased 3-deoxyanthocyanidin Accumulation in Leaves of Sorghum Bicolor (L) Moench; A Source of Natural Food Pigment[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2014, 62(6): 1227—1232.
- [25] NAKAJIMA J, TANAKA Y, YAMAZAKI M, et al. Reaction Mechanism from Leucoanthocyanidin to Anthocyanidin-3-glucoside, a Key Reaction for Coloring in Anthocyanin Biosynthesis[J]. Journal of Biological Chemistry, 2001, 276(28): 25797—25803.

(上接第15页)

- tion and Cultivation of Pitaya[J]. The Fruit of Chinese Southern, 2007, 36(3): 35—36.
- [5] 张娜, 李家政, 关文强, 等. 火龙果生物学及贮运保鲜技术研究进展[J]. 北方园艺, 2010(1): 229—231.
- ZHANG Na, LI Jia-zheng, GUAN Wen-qiang, et al. Research Process on Biology and Storage Preservation Technology of Pitaya[J]. Northern Horticulture, 2010(1): 229—231.
- [6] 卢琨. 火龙果采后的保鲜贮运技术[J]. 世界热带农业信息, 2006(7): 24—25.
- LU Kun. Storage and Transport Technology of Pitaya after Harvest[J]. The World Information of Tropical Agriculture, 2006(7): 24—25.
- [7] 张绿萍, 金吉林, 邓仁菊. 1-MCP对火龙果采后贮藏品质的影响[J]. 广东农业科学, 2011(5): 114—116.
- ZHANG Lu-ping, JIN Ji-lin, DENG Ren-ju. The Effects of 1-MCP on Quality of Pitaya With Postharvest Storage[J]. Guangdong Agricultural Science, 2011(5): 114—116.
- [8] 王彬, 郑伟, 何绪晓, 等. CaCl_2 处理对火龙果低温贮藏期品质的影响[J]. 西南农业学报, 2010, 23(3): 836—840.
- WANG Bin, ZHENG Wei, HE Xu-xiao, et al. Effects of CaCl_2 Treatment on Quality of Pitaya under Cold Storage[J]. Southwest China Journal of Agricultural Science, 2010, 23(3): 836—840.
- [9] 李东立. 一种多功能水果保鲜用多层复合薄膜及其制备: 中国, 201110005333.X[P]. 2011—09—07.
- LI Dong-li. A Kind of Multi-functional Fruit Fresh-keeping with Multi-layer Composite Membrane and Preparation Method: Application: China, 201110005333.X[P]. 2011—09—07.
- [10] 许文才. 可控释放杀菌剂的果蔬保鲜包装复合膜及其制备和应用: 中国, 200910086775.4[P]. 2009—12—16.
- XU Wen-cai. The Preparation and Application of Packaging Composite Membrane Can be Controlled Release Bactericidal agent for Fruit and Vegetable: China, 200910086775.4[P]. 2009—12—16.
- [11] 许文才. 具有高透气性功能的水果保鲜包装材料及其制备方法: 中国, 201010532453.0[P]. 2011—02—23.
- XU Wen-cai. The Preparation and Application of Packaging Composite—Membrane with High Permeability—Function for Fruit: China, 201010532453.0[P]. 2011—02—23.
- [12] VALVERDE J M, VALERO D, NEZ-ROMERO DM. Novel Edible Coating Based on Aloe Vera Gel to Maintain Table Grape Quality and Safety[J]. Agric Food Chem, 2005, 53: 7807—7813.
- [13] CHEN Shou-jiang, ZHANG Min, WANG Shao-jin. Effect of Initial Hermetic Sealing on Quality of Kyoho Grapes During Storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011, 59: 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] 张敬勇, 李东立, 许文才, 等. 二氧化硫缓释杀菌袋对樱桃保鲜性能影响的研究[J]. 包装工程, 2013, 34(15): 49—52.
- ZHANG Jing-yong, LI Dong-li, XU Wen-cai, et al. Effect of SO_2 Controlled Release Packaging on Preservation Performance of Cherry[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(15): 49—52.
- [16] 李琛, 刘颖, 翁桢, 等. 贮运环境对葡萄品质的影响[J]. 现代食品科技, 2013, 29(2): 230—235.
- LI Chen, LIU Ying, WENG Zhen, et al. The Impact of Transportation Environment on Grape Quality[J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(2): 230—235.