

贮藏温度对芙蓉李采后保鲜效果的影响

林炎娟, 叶新福, 梁华俤, 方智振, 姜翠翠, 陈文光, 周丹蓉*

(福建省农业科学院 果树研究所, 福州 350013)

摘要: 目的 研究室温和低温贮藏对芙蓉李果实采后保鲜效果的影响, 为芙蓉李果实采后贮藏保鲜技术提供理论基础依据。**方法** 以室温为对照, 测定采后贮藏期间各项理化指标变化来评价不同温度对芙蓉李果实采后保鲜效果的影响。**结果** 低温贮藏可有效抑制芙蓉李果实采后贮藏期间腐烂率和失重率上升, 延缓果实硬度下降、可滴定酸含量下降和丙二醛含量的积累。**结论** 低温贮藏可提高芙蓉李采后保鲜效果。

关键词: 芙蓉李; 贮藏温度; 保鲜效果

The effects of storage temperature on the postharvest preservation of *Furong plum*

LIN Yan-Juan, YE Xin-Fu, LIANG Hua-Di, FANG Zhi-Zhen, JIANG Cui-Cui, CHEN Wen-Guang, ZHOU Dan-Rong*

(Fruit Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350013, China)

ABSTRACT: Objective To research the effects of storage temperature on postharvest preservation of *Furong plum* and to provide a theoretical basis for the postharvest storage and preservation technology of *Furong plum*. **Methods** Taking room temperature as a control, the changes of physical and chemical indexes during postharvest oily fruit storage were measured, and the effects of low temperature storage on the postharvest preservation of oily loquat fruit were evaluated. **Results** Compared with room temperature storage, low temperature storage can effectively inhibit the increase of rotten ratio and weight loss ratio of *Furong plum*, delay the decline of firmness, delay the decrease of titratable acid content and the accumulation of malondialdehyde content. **Conclusion** Low temperature storage is beneficial to the postharvest preservation of *Furong plum*.

KEY WORDS: *Furong plums*; storage temperature; preservation

1 引言

芙蓉李是福建省李树主栽品种之一, 栽培面积大, 年产量高, 果实成熟时肉质清脆、酸甜适口、颜色艳丽、营养丰富^[1], 具有很高的商品和营养价值。但果实采后生理

代谢旺盛, 室温放置几天后便会发生后熟软化和腐烂变质^[1], 不耐贮运, 严重制约芙蓉李果实鲜食市场的发展。温度是影响果实采后贮藏的关键因素, 高温贮藏会加速果实腐烂, 低温贮藏可延缓果实生理衰老、抑制微生物活性, 从而延缓果实后熟衰老、腐烂变质, 延长贮藏保鲜期^[2,3]。为

基金项目: 福建省属公益类科研院所基本科研专项(2018R1013-4)、农业部热带作物种质资源保护项目(151821301354052701)、福建省农业科学院创新团队项目(STIT2017-1-4)

Fund: Supported by the Basic Scientific Research Project of Fujian Provincial Public Welfare Research Institute (2018R1013-4), Tropical Crop Germplasm Resources Protection Project of the Ministry of Agriculture (151821301354052701), and the Innovation Team Project of Fujian Academy of Agricultural Sciences (STIT2017-1-4)

*通讯作者: 周丹蓉, 副研究员, 主要研究方向为水果营养品质与功能成分。E-mail: zhoudanrong@126.com

*Corresponding author: ZHOU Dan-Rong, Associate Professor, Fruit Research Institute & Fujian Academy of Agricultural Sciences, No.100, Pudang, Jin'an District, Fuzhou Fujian 350013, China. E-mail: zhoudanrong@126.com

此, 本文通过研究目前贮运常用的低温和室温 2 种条件芙蓉李果实采后贮藏特性相关指标变化, 旨在为芙蓉李果实采后贮运保鲜技术提供理论基础依据。

2 材料与方法

2.1 材料与处理

芙蓉李采自福建省永泰县芙蓉李果园, 采摘后 24 h 内运回实验室, 室内常温通风散热后, 选取八成成熟度、色泽基本一致、大小均匀、无病虫害和无机械损伤的芙蓉李果实为实验材料。将芙蓉李果实装入打孔透气纸箱, 分别放置于 25~30 °C 室温贮藏和 4 °C 低温贮藏, 每个处理 3 个重复, 贮藏期间定期进行随机取样, 测定各项贮藏相关理化指标变化。

2.2 测定方法

腐烂率测定计算公式: 腐烂率/%=(腐烂果实个数/果实总个数) \times 100; 失重率测定计算公式: 失重率/%=[(初始质量-贮藏后质量)/初始质量] \times 100; 采用 GY-1 型和 GY-2 型果实硬度计测定硬度; 采用 PAL-1 迷你数显折射仪测定可溶性固形物含量; 可滴定酸含量的测定参照 GB/T 12456-2008《食品中总酸的测定》^[4]进行, 结果以苹果酸计; 丙二醛含量测定采用硫代巴比妥酸法^[5]。

2.3 数据处理

数据运用 SPSS 24.0 软件的方差分析进行差异显著性检验, 利用 Excel 软件进行数据统计及作图。

3 结果与分析

3.1 贮藏温度对芙蓉李采后腐烂率的影响

由图 1 可知, 芙蓉李果实采后随贮藏时间延长腐烂率呈不断上升的趋势。如图 1 所示, 低温贮藏至 40 d 时还未发现腐烂果, 至 60 d 腐烂率也仅为 10.67%, 而室温贮藏 5 d 起腐烂率不断上升, 至 25 d, 腐烂率高达 67.67%。其中, 整个贮藏期间低温贮藏的果实腐烂率均极显著低于室温贮藏($P<0.01$), 这说明低温贮藏显著抑制了芙蓉李果实采后腐烂率上升。

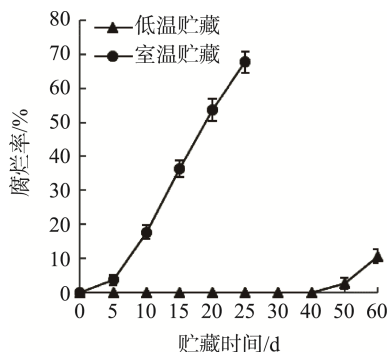


图 1 芙蓉李采后腐烂率变化

Fig.1 Change of postharvest rotten ratio of *Furong plum*

3.2 贮藏温度对芙蓉李采后失重率的影响

由图 2 可知, 芙蓉李果实采后随贮藏时间延长失重率呈不断上升的趋势。如图 2 所示, 低温贮藏期间果实失重率上升较室温贮藏缓慢, 至 25 d 时, 低温贮藏果实失重率为 4.33%, 而室温贮藏果实失重率为 25.85%, 两者之间差异极显著。其中, 整个贮藏期间低温贮藏的果实失重率均极显著低于室温贮藏($P<0.01$), 这说明低温贮藏显著抑制了芙蓉李果实采后失重率上升。

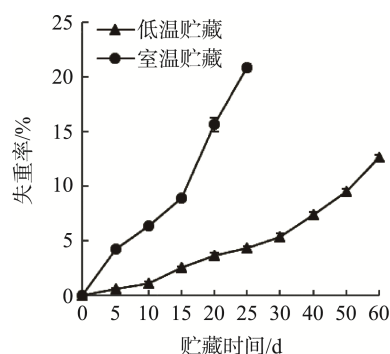


图 2 芙蓉李采后失重率变化

Fig.2 Change of postharvest weight loss ratio of *Furong plum*

3.3 贮藏温度对芙蓉李采后硬度的影响

由图 3 可知, 芙蓉李果实硬度采后随贮藏时间延长呈不断下降的趋势。如图 3 所示, 低温贮藏果实硬度下降速度较室温贮藏缓慢, 贮藏至 15 d 起低温贮藏果实硬度显著高于室温贮藏($P<0.05$), 其中, 贮藏 25 d 时, 低温贮藏果实硬度为 5.97 kg/cm², 而室温贮藏果实硬度为 2.87 kg/cm², 两者之间差异极显著。这说明低温贮藏显著抑制了芙蓉李果实贮藏中后期采后硬度下降。

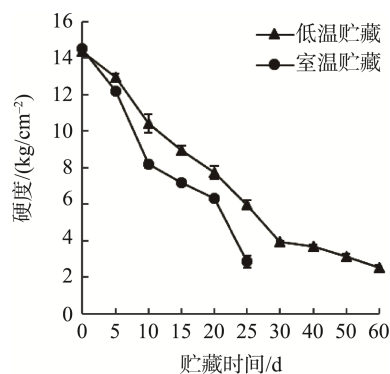


图 3 芙蓉李采后硬度变化

Fig.3 Change of postharvest firmness of *Furong plum*

3.4 贮藏温度对芙蓉李采后可溶性固形物含量的影响

如图 4 所示, 芙蓉李果实采后可溶性固形物含量随贮藏时间延长呈先下降再上升后下降的总体趋势。其中, 低

温贮藏和室温贮藏之间芙蓉李果实可溶性固形物含量差异不显著($P>0.05$)。

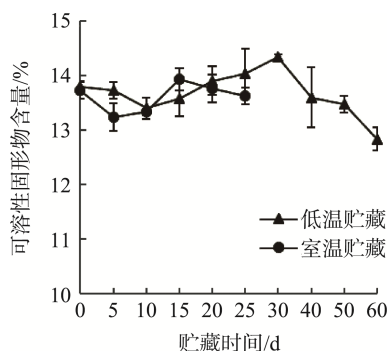


图 4 芙蓉李采后可溶性固形物含量变化

Fig.4 Change of postharvest total soluble solid content of *Furong plum*

3.5 贮藏温度对芙蓉李采后可滴定酸含量的影响

如图 5 所示, 芙蓉李果实采后可滴定酸含量随贮藏时间延长均呈缓慢下降趋势。如图 6 所示, 低温贮藏果实可滴定酸含量下降较室温贮藏缓慢, 至 25 d 时, 低温贮藏果实可滴定酸含量为 1.08%, 而室温贮藏果实可滴定酸含量为 0.82%, 两者之间差异极显著。其中, 从贮藏 10 d 起低温贮藏芙蓉李果实可滴定酸含量均极显著高于同期室温贮藏果实可滴定酸含量($P<0.01$), 由此可见, 低温可延缓贮藏中后期芙蓉李果实采后可滴定酸含量下降。

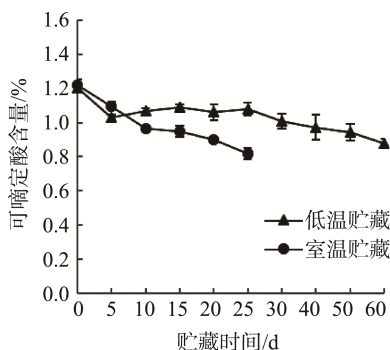


图 5 芙蓉李采后可滴定酸含量变化

Fig.5 Change of postharvest titratable acid content of *Furong plum*

3.6 贮藏温度对芙蓉李采后丙二醛含量的影响

如图 6 所示, 芙蓉李果实采后丙二醛含量随贮藏时间延长均呈缓慢上升趋势。如图 6 所示, 低温贮藏果实丙二醛含量上升较室温贮藏缓慢, 至 25 d 时, 低温贮藏果实丙二醛含量为 18.58 nmol/g, 而室温贮藏果实丙二醛含量为 23.31 nmol/g, 两者之间差异显著。其中, 从贮藏 15 d 起, 低温贮藏芙蓉李果实丙二醛含量均显著低于同期室温贮藏果实丙二醛含量($P<0.05$), 可见, 低温显著抑制了芙蓉李果实采后贮藏后期丙二醛含量的积累。

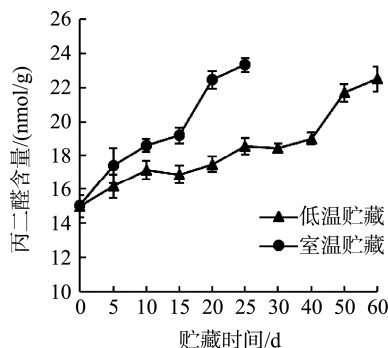


图 6 芙蓉李采后丙二醛含量变化

Fig.6 Change of postharvest malondialdehyde content of *Furong plum*

4 结论与讨论

温度是影响果实生理代谢、品质与贮藏寿命的重要因素, 常温条件下, 李果实采后软化速度快, 易发生后熟衰老, 低温能降低果实呼吸强度和乙烯释放, 延缓营养物质消耗, 从而延缓果实后熟衰老, 延长贮藏保鲜期^[6-9]。果实发生腐烂、失水, 直接影响商品价值, 本研究结果显示, 芙蓉李果实在室温条件下不耐贮藏, 采后腐烂率和失重率上升快, 果实大量失水、腐烂变质, 硬度下降, 可滴定酸含量下降, 贮藏品质不断下降, 丙二醛含量不断积累, 果实较快衰老, 而在 4 °C 低温贮藏条件下, 可有效延缓果实采后腐烂率和失重率上升, 延缓果实硬度和可滴定酸含量下降, 延缓丙二醛含量的积累, 从而延缓果实采后成熟衰老, 延长果实贮藏保鲜期。张立新等^[5]研究发现青脆李在 8.0、1.0 和 -1.0 °C 下贮藏保鲜期分别为 30、70 和大于 70 d; 张福平等^[10]研究发现 5 °C 贮藏可延长余甘子贮藏保鲜期达 6~9 d; 刘晓燕等^[11]报道 5 °C 和 25 °C 2 种温度下猕猴桃果实 TSS 含量差异不显著, 但 5 °C 相较 25 °C 可有效延缓硬度、TA 含量下降, 上述报道均与本结论相似。徐龙等^[12]报道 0 °C 和 5 °C 黑莓果实 TSS 和 TA 含量显著低于 10 °C 和 20 °C, 5 °C 较好地保持了果实采后硬度; 王彬等^[13]报道 10 °C 相比 (20~30 °C) 室温贮藏可显著抑制火龙果果实 TSS 含量增加, 减缓 TA 量下降; 与本研究结论有所不同的是低温对 TSS 含量的影响, 这可能与果种不同有关。MDA 含量是细胞膜脂质过氧化最终产物, 其含量越高, 说明细胞膜受到的伤害越严重, 且会加速细胞的衰老与死亡, 在一定程度上反映果实衰老程度^[14]。陈杭君等^[15]也有类似报道, 他们研究发现 0 °C 贮藏相较 2 °C 和 5 °C 可延缓 MDA 含量积累。综上所述, 贮藏温度对芙蓉李保鲜效果影响显著, 与室温贮藏相比, 4 °C 低温贮藏可有效延长果实贮藏期, 减少腐烂果产生、果实失水和硬度下降, 延缓可滴定酸含量下降, 延缓丙二醛含量积累, 从而提高了果实保鲜期。

参考文献

- [1] 陈清西, 李松刚, 陈泳, 等. 芙蓉李低温贮藏过程保护酶活性变化的研

- 究[J]. 中国食品学报, 2005, 5(4): 64-69.
- Chen QX, Li SG, Chen Y, *et al.* Studies on the changes of protective enzyme activities in *Furong plum* during cold storage [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2005, 5(4): 64-69.
- [2] 汪洋, 胡花丽, 李鹏霞, 等. 不同贮藏温度对‘安哥诺’李果实品质的影响[J]. 江西农业学报, 2009, 21(5): 124-127.
- Wang Y, Hu HL, Li PX, *et al.* Effects of different storage temperatures on quality of 'Angeleno' Plum fruit [J]. *Acta Agric Jiangxi*, 2009, 21(5): 124-127.
- [3] 袁扬静, 胡玉林, 谢江辉. 温度对采后香蕉果实糖代谢及其酶活性的影响[J]. 热带作物学报, 2011, 32(1): 66-70.
- Yuan YJ, Hu YL, Xie JH. Effect of temperature on sugar metabolism and enzyme activities in postharvest ripening banana fruit [J]. *Chin J Trop Crop*, 2011, 32(1): 66-70.
- [4] GB/T 12456-2008 食品中总酸的测定[S].
- GB/T 12456-2008 Determination of total acid in food [S].
- [5] 张立新, 陈嘉, 冯志宏, 等. 不同温度对青脆李贮藏性的影响[J]. 北方园艺, 2016, (3): 129-131.
- Zhang LX, Chen J, Peng ZH, *et al.* Effect of different temperatures on storability of *Prunus americana* [J]. *North Hortic*, 2016, (3): 129-131.
- [6] 王毓宁, 胡花丽, 汪洋, 等. 不同贮藏温度对黑宝石李果实品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2009, 25(6): 1365-1368.
- Wang YN, Hu HL, Wang Y, *et al.* Effects of different storage temperatures on the quality of *Fraier plum* fruit [J]. *Jiangsu J Agric Sci*, 2009, 25(6): 1365-1368.
- [7] Kumar P, Sethi S, Sharma RR, *et al.* Effect of chitosan coating on postharvest life and quality of plum during storage at low temperature [J]. *Sci Hortic*, 2017, 226: 104-109.
- [8] 王淑贞. 果品保鲜贮藏与优质加工新技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.
- Wang SZ. Fruit preservation and storage and new processing technology [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2009.
- [9] 黄婉莉, 郑诚乐, 郭志雄, 等. 低温贮藏对于“崮山晚荔”荔枝品质的影响研究[J]. 中国南方果树, 2016, 45(3): 98-101.
- Huang WL, Zheng CL, Guo ZX, *et al.* Effect of low temperature storage on the quality of litchi in "Lushan Late Night" [J]. *South Chin Fruits*, 2016, 45(3): 98-101.
- [10] 张福平, 王惠敏, 郑道序, 等. 温度对余甘子采后贮藏期间感官及营养品质的影响[J]. 南方农业学报, 2014, 45(7): 1248-1252.
- Zhang FP, Wang HM, Zheng DX, *et al.* Effect of temperature on sensory and nutritional quality of post-harvest storage of *Phyllanthus emblica* [J]. *Guangxi Agric Sci*, 2014, 45(7): 1248-1252.
- [11] 刘晓燕, 王瑞, 梁虎, 等. 不同温度贮藏贵长猕猴桃采后生理和品质变化[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 264-267.
- Liu XY, Wang R, Liang H, *et al.* Physiological and quality changes of postharvest kiwifruit stored at different temperatures [J]. *Jiangsu Agric Sci*, 2015, 43(6): 264-267.
- [12] 徐龙, 葛林梅, 邵海燕, 等. 温度对黑莓采后贮藏品质及生理代谢的影响[J]. 核农学报, 2014, 28(5): 845-850.
- Xu L, Ge LM, Hao HY, *et al.* Effects of different temperatures on storage quality and physiology of blackberry [J]. *J Nucl Agric Sci*, 2014, 28(5): 845-850.
- [13] 王彬, 郑伟, 李胜海, 等. 不同贮藏温度对火龙果采后生理和品质的影响[J]. 西南农业学报, 2012, 25(2): 429-432.
- Wang B, Zheng W, Li SH, *et al.* Effects of different storage temperature on postharvest physiology and quality of pitaya [J]. *Southwest China J Agric Sci*, 2012, 25(2): 429-432.
- [14] 莫亿伟, 张付康, 杨国, 等. 1-MCP 和壳聚糖复合处理提高嵊州桃形李采后保鲜效果[J]. 果树学报, 2017, (1): 75-83.
- Mo YW, Zhang FK, Yang G, *et al.* Improved preservation effects of Shengzhou Nane fruit by combining 1-MCP with chitosan coating treatment during postharvest storage [J]. *J Fruit Sci*, 2017, (1): 75-83.
- [15] 陈杭君, 毛金林, 宋丽丽, 等. 温度对南方水蜜桃贮藏生理及货架期品质的影响[J]. 中国农业科学, 2007, 40(7): 1567-1572.
- Chen HJ, Mao JL, Song LL, *et al.* Effects of different temperatures on postharvest physiology and shelf quality in China southern peaches [J]. *Sci Agric Sin*, 2007, 40(7): 1567-1572.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介

林炎娟, 硕士, 主要研究方向为果品保鲜与加工。

E-mail: linyanjuan916@126.com

周丹蓉, 硕士, 副研究员, 主要研究方向为水果营养品质与功能成分。

E-mail: zhoudanrong@126.com