

利用不同化学方法处理水蜜桃保鲜效果的对比研究

刚成诚, 李建龙*, 王亦佳, 陈奕兆, 范娟
(南京大学生命科学学院, 江苏南京 210093)

摘要: 以江苏省张家港市凤凰镇的凤凰水蜜桃(*Prunus persica*)为实验材料, 在冷藏条件下, 研究了分别用质量分数 2% 的 CaCl_2 、0.3g/L 水杨酸、0.5g/L 赤霉素对凤凰水蜜桃浸泡 15min 的保鲜效果, 并对其结果进行比较。结果表明: 经过处理后的水蜜桃各种指标都好于对照组, 说明以上 3 种化学方法均起到了保鲜作用, CaCl_2 处理在保持果实硬度、可溶性固形物, 降低细胞膜透性、丙二醛含量和抑制多酚氧化酶活性方面要好于其他处理; 水杨酸处理在保持可溶性糖含量, 抑制呼吸强度方面要好于其他处理; 赤霉素处理保鲜效果不如其他 2 种处理效果明显。此外, 由于 CaCl_2 通过果实体内的生理生化反应来发挥作用, 无环境污染, 因此符合食品安全的要求, 而且方便获得, 成本较低, 所以利用 CaCl_2 处理水蜜桃是经济实用、有效可行的最佳的化学保鲜方法。

关键词: 凤凰水蜜桃; 水杨酸; 氯化钙; 赤霉素; 化学保鲜方法

Effects of Different Chemical Treatment Methods on Water Peach Preservation

GANG Cheng-cheng, LI Jian-long*, WANG Yi-jia, CHEN Yi-zhao, FAN Juan
(College of Life Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: The preservation effect of Fenghuang water peach picked from Zhangjiagang City, Nanjing Province, was investigated by using 2% calcium chloride (CaCl_2), 0.3 g/L salicylic acid (SA) and 0.5 g/L gibberellic acid (GA_3) under refrigerated condition. The results showed that each index in treated group was better than that in control group. SA treatment revealed more effective in maintaining soluble sugar content, slowing down respiratory rate than other treatments. CaCl_2 treatment was better in keeping fruit firmness and total soluble solids, reducing membrane permeability and malonaldehyde (MDA) content and inhibiting the activity of polyphenol oxidase (PPO). In addition, Due to low cost, important roles in physiological and biochemical reaction in fruits, no environmental pollution and meeting the requirements of food safety policy, CaCl_2 treatment is the best choice for chemical preservation of water peach.

Key words: Fenghuang water peach; salicylic acid (SA); calcium chloride (CaCl_2); gibberellic acid (GA_3); chemical preservation methods

中图分类号: S609.3; S379.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)06-0269-05

水蜜桃是鲜食桃中的佳品, 香甜柔嫩, 多汁少渣, 营养色美, 构成了食用品质的集合优势, 因而深受市场欢迎。但由于其皮薄汁多, 果实水分含量高, 贮运中容易出现机械损伤, 加之其成熟季节恰逢高温、高湿时期, 因此较难保存。目前, 有关水蜜桃保鲜的研究已有很多报道^[1-7], 采用的化学方法主要是应用化学

药剂对果实进行涂抹、浸洗或者熏蒸, 从而达到保鲜的目的。李丽萍等^[8]研究表明 0.1~0.3g/L 的水杨酸(SA)处理 10~20min 可减轻大久保桃贮藏期的腐烂; 杨书珍等^[9]的研究表明, 赤霉素(GA_3)对秦光油桃采后延缓褪绿、保持硬度以及保持较高的 VC 含量效果显著; 邢震等^[10]研究结果表明, 钙处理能够不同程度地抑制桃果实

收稿日期: 2011-02-19

基金项目: 张家港市凤凰水蜜桃营养生理、腐烂机理及保鲜综合技术研究项目(ZKN1002);
亚太地区全球变化项目(ARCP2010-14NMY-LI)

作者简介: 刚成诚(1986—), 男, 硕士研究生, 研究方向为果品采后生理与食品保鲜。E-mail: gangcheng024@gmail.com
* 通信作者: 李建龙(1962—), 男, 教授, 博士, 研究方向为果品采后生理与食品保鲜。E-mail: jlli2008@nju.edu.cn

的呼吸强度, 减缓乙烯释放速率, 较好地保持桃果实硬度, 减少可溶性固形物和可滴定酸含量的下降, 从而延缓了桃果实品质的下降。最近几年, 其他的化学药剂也被开发并应用于水蜜桃的保鲜贮藏研究中, 并取得较好效果, 如天然复合有机酸保鲜剂(OAA-7)应用于浅间白桃, 可以降低水蜜桃质量损失率, 延缓还原糖和可溶性固形物含量的上升, 对抑制腐烂、保持水蜜桃硬度、防止VC被氧化也有一定的帮助^[11]; 1-甲基环丙烯(1-MCP)可明显延迟青州蜜桃呼吸高峰, 抑制多酚氧化酶(polyphenol oxidase, PPO)活性, 较好地维持超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性, 对延缓青州蜜桃采后后熟过程具有良好的效果^[12]。

物理方法虽然能一定程度延长水蜜桃的保鲜期, 但是由于其不是成本太高, 就是不实用, 而常见的一些化学方法因为化学试剂购买较难, 技术性较强, 而且不确定是否符合食品安全的要求, 不适合在广大农户中推广使用。本实验通过对化学保鲜方法的对比研究, 挑选出一个低成本, 可操作性强, 而又符合食品安全的易于推广的化学保鲜方法。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

江苏省张家港市凤凰镇种植的凤凰水蜜桃, 所用品种为“白花”, 选取具有代表性无机械伤, 无病虫害发育正常且大小、果实质量均匀的果实。

CaCl₂、SA(分析纯) 晚晴化工试剂公司, 配制成质量分数2%的CaCl₂溶液和0.3g/L的SA溶液为浸果液待用; GA₃(分析纯) 惠兴生化试剂有限公司, 配制成质量浓度0.5g/L GA₃溶液为浸果液待用。

1.2 仪器与设备

GY-3型水果硬度仪 浙江托普仪器有限公司; VBR-18型手持折光仪 泉州市万达实验仪器设备有限公司; DDS-11A型电导率仪 上海康仪仪器有限公司; 756MC型紫外-可见分光光度计 上海菁华科技仪器有限公司; TGL1650-WS台式高速离心机 上海卢湘仪离心机仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 实验分组及处理

采后实实用2% CaCl₂溶液, 0.3g/L SA溶液, 0.5g/L GA₃溶液浸泡果实15min, 自然晾干, 以不做处理的桃子为对照, 用保鲜袋套住果实放在(3±1)℃冷库中贮藏, 分别于第0、3、6、9、12、15天测定, 每个处理每次测定10个果实, 每个处理重复3次。

1.3.2 测定指标和方法

硬度: 用硬度计对果实进行测定, 在每个果实中

间最大横径处, 去皮, 取3个点测定硬度, 取平均值; 可溶性固形物: 用手持糖度计进行测定; 细胞膜相对透性^[13]: 采用电导率仪测定, 每组处理测定3次, 取平均值; 呼吸强度^[13]: 采用静置法; 可溶性糖^[14]: 用三氯乙酸提取, 后加硫代巴比妥酸煮沸法测定; 丙二醛(MDA)含量^[14]: 方法同可溶性糖的测定方法; 多酚氧化酶^[15]: 以0.01mol/L的邻苯二酚作反应底物, 测定其反应液在单位时间内产物的A_{410nm}的增加值。加入1mL酶提取液, 反应液总体积为3mL。酶活性以每分钟吸光度变化0.001为1个单位。

1.4 数据处理及分析

试验数据用Excel和SPSS软件进行统计处理, 采用ANOVA进行邓肯氏多重差异分析。

2 结果与分析

2.1 不同化学处理对桃果实硬度变化的影响

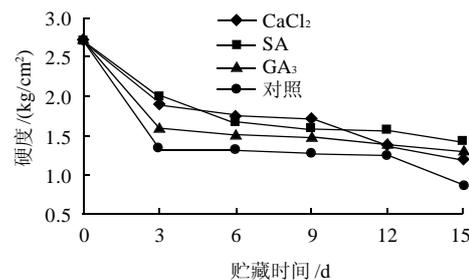


图1 不同化学处理方法过程中果实硬度的变化过程曲线
Fig.1 Change in fruit firmness of water peach treated with different chemical methods during cold storage

从图1可知, 随着贮藏时间的延长, 桃果实的硬度逐渐下降, 经过化学处理后的果实硬度均好于对照组, 在处理的第15天, 对照组的果实硬度下降了68%, 而经CaCl₂、SA和GA₃处理的果实硬度分别下降了56%、47%和52%, 说明化学方法处理提高了贮藏过程中果实的硬度。在贮藏的前1周内, CaCl₂处理的保鲜效果要好于其他几组处理, 而在处理的第10天之后, SA处理的效果要好于其他几组, 但几组化学处理之间没有明显差异($P > 0.05$)。有研究表明^[16], 适当浓度的Ca²⁺起着稳定细胞壁、细胞膜及膜结合蛋白的作用, 使钙调素(CaM)失活。Ca²⁺能起到维持细胞内膜系统区域化的作用, 抑制内质网上合成的多聚半乳糖醛酸酶(PG)等细胞裂解酶到达作用位点, 从而使果实保持较高的硬度, 提高桃的贮藏品质。

2.2 不同化学处理对桃果实可溶性固形物含量的影响

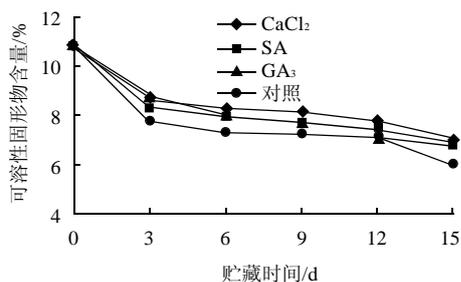


图2 不同化学处理方法过程中果实可溶性固形物的变化过程曲线
Fig.2 Change in total soluble solids of water peach treated with different chemical methods during cold storage

可溶性固形物是指食品中所有溶解于水的化合物的总称,包括糖、酸、维生素、矿物质等,是反映果蔬主要营养物质的一个重要指标。从可溶性固形物的测定结果(图2)看出,不同处理贮藏期间可溶性固形物含量(soluble solids content, SSC)逐渐下降,主要是因为果实自身代谢导致简单物质被消耗,可溶性固形物减少,但是变化较小, CaCl₂和SA处理组下降趋势平稳,说明果实SSC含量变化不明显,在处理的第15天,对照组的果实SSC下降了45%,而经CaCl₂、SA和GA₃处理的果实TSS分别下降了35%、37%和38%,处理组之间差异不显著($P > 0.05$)。

2.3 不同化学处理对桃果实细胞膜透性变化的影响

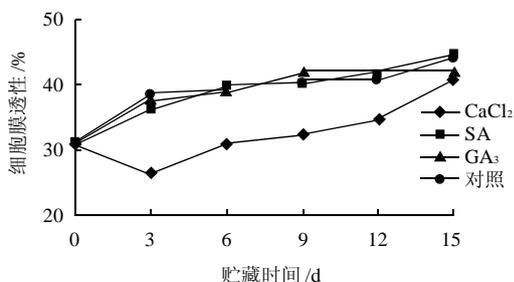


图3 不同化学处理方法过程中果实细胞膜透性的变化过程曲线
Fig.3 Change in membrane permeability of water peach treated with different chemical methods during cold storage

水蜜桃果实在贮藏过程中果实会软化、发霉,导致细胞膜透性会增大,从而使细胞内的电解质外渗,以致果实细胞浸提液的电导率增大。如图3所示,果实的电导率在贮藏过程中逐渐增大,从图3也可以看出,对照果实初期的相对电导率为30.7%,在处理的第9天, CaCl₂处理果实的相对电导率为32.3%,而对照组为40.4%,在处理的第15天,对照组的果实细胞膜透性增加了43%,而经CaCl₂处理的果实细胞膜透性增加了32%,可见经过CaCl₂处理的果实电导率增加速度要低于其他处理组,

说明CaCl₂处理较好的保持了细胞的完整性, CaCl₂处理组与其他处理组之间有显著差异($P < 0.05$)。主要原因为Ca²⁺抑制了脂氧化作用及膜的崩溃,减少了自由基伤害,对抑制果实褐腐症状效果显著,因而具有延缓衰老作用。

2.4 不同化学处理对桃果实呼吸强度变化的影响

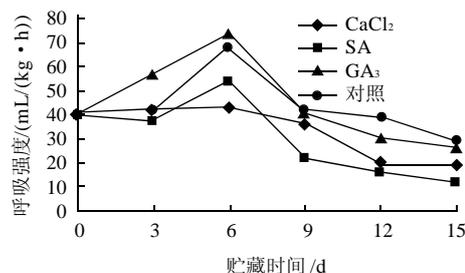


图4 不同化学处理方法过程中果实呼吸强度的变化过程曲线
Fig.4 Change in respiration intensity of water peach treated with different chemical methods during cold storage

果实采摘后,一般在3~5d达到呼吸高峰,从图4可知, CaCl₂处理较好地抑制了果实的呼吸,在处理的第6天,其余各组出现呼吸高峰,对照组的呼吸强度为67.84mL/(kg·h),此时GA₃处理的呼吸强度要大于对照组,为74.20mL/(kg·h),经CaCl₂处理的果实呼吸强度为43.02mL/(kg·h),在处理9天后,各组呼吸值均小于对照组,此时SA处理效果好于其他各组,为21.89mL/(kg·h),但处理之间差异不显著($P > 0.05$)。研究^[17]表明,SA是植物抗病反映的信号分子和诱导植物对非生物逆境反应的抗逆信号分子,外源SA处理可抑制果实成熟衰老过程中的1-氨基环丙烷-1-羧酸(ACC)氧化酶活性,从而抑制呼吸速率,减轻果实腐烂,延长贮藏期。

2.5 不同化学处理对桃果实可溶性糖变化的影响

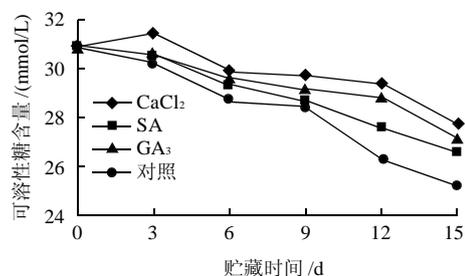


图5 不同化学处理方法过程中果实可溶性糖的变化过程曲线
Fig.5 Change in soluble sugar of water peach treated with different chemical methods during cold storage

植物体内的可溶性糖主要是指能溶于水及乙醇的单

糖和寡聚糖。由于糖是果实可溶性固形物的主要组成部分,从图5可以看出,其变化趋势和可溶性固形物的变化大致相当,随着贮藏时间的增加,可溶性糖的含量逐渐下降,经过CaCl₂处理的果实很好的保持了果实的可溶性糖含量,下降趋势也低于对照组,在处理的第15天果实可溶性糖含量为27.73mmol/L,比初始值降低了10%,而对照组降低了19%,SA处理组和GA₃处理组分别降低了14%和12%,但各处理组之间差异不明显($P > 0.05$)。

2.6 不同化学处理对桃果实丙二醛含量变化的影响

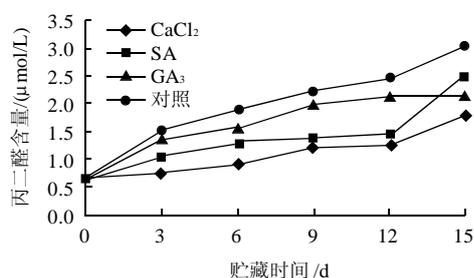


图6 不同化学处理方法过程中果实丙二醛含量的变化过程曲线
Fig.6 Change in MDA content of water peach treated with different chemical methods during cold storage

果实在衰老或腐烂过程中,往往发生膜脂过氧化作用,丙二醛(MDA)是膜脂氧化的最终分解产物,当MDA大量积累时,膜发生渗漏,膜透性上升,电解质外渗,细胞质相对电导率上升,造成细胞膜系统的严重损伤。因此,MDA的积累可能对膜和细胞造成一定的伤害。从图6可以看出,在贮藏过程中,MDA的含量呈现上升趋势,对照组各个时期的MDA含量均高于处理组,在处理的第15天对照组果实的MDA含量为3.03 μmol/L,比初始值增加了367%,CaCl₂处理组增加了172%,而SA处理组和GA₃处理组分别增加了282%和228%,经过CaCl₂处理的果实MDA含量与对照组之间存在显著性差异($P < 0.05$)。化学处理抑制了贮藏过程膜脂过氧化,降低了丙二醛的生成,CaCl₂处理的效果要好于其他化学处理方法。

2.7 不同化学处理对桃果实多酚氧化酶变化的影响

多酚氧化酶是引起果蔬酶促褐变的主要酶类,PPO催化果蔬原料中的内源性多酚物质氧化生成黑色素,严重影响制品的营养,风味及外观品质。从图7可以看出,在处理的第1周内,对照组的PPO比活力呈现先升高再降低的趋势,而处理组则是先下降后升高,此时SA处理组的PPO酶比活力低于其他处理组,为266.67U/g,CaCl₂处理组和SA处理组分别为390U/g和382U/g;在

处理的第2周内,对照组又出现了升高再降低的趋势,而CaCl₂处理组的PPO酶比活力在第2周呈现一直下降的趋势,SA处理组又缓慢增加,GA₃处理组呈现了先下降后上升的趋势,在处理的第12天,各组的PPO酶比活力几乎相当,在第15天,对照组又呈现上升趋势,而处理组变化不大。在整个处理过程中,SA处理的果实PPO酶比活力一直保持在较低水平,说明SA处理的效果要好于其他处理组。综上可知,化学处理抑制了PPO酶比活力的活性,而SA对抑制PPO酶比活力起到较好的效果。

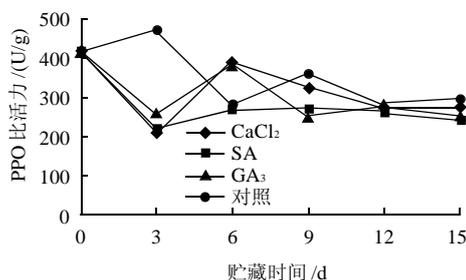


图7 不同化学处理方法过程中果实多酚氧化酶含量的变化过程曲线
Fig.7 Change in PPO content of water peach treated with different chemical methods during cold storage

3 讨论与结论

本实验结果表明,SA处理组在抑制呼吸速率和PPO酶活性方面要好于CaCl₂处理组和GA₃处理组,SA作为抗病反应的重要信号分子,能通过抑制过氧化氢酶(CAT)的活性而减少H₂O₂的分解,使组织体内的H₂O₂积累,其组织的O²⁻生成速率增加,而高水平的H₂O₂则可以激活植物自身的防卫系统,诱发其抗病性^[18-21];质量分数2%的氯化钙处理较好的保持了水果的硬度、可溶性固形物和可溶性糖含量以及抑制了MDA活性和细胞膜的透过性,说明钙处理可明显减缓果实采后生理活动,达到较好的保鲜目的。这可能是由于适当浓度的钙处理能关闭果实细胞膜上的钙离子通道,Ca²⁺累积于细胞膜外表面,这些Ca²⁺起着维持细胞壁结构和稳定细胞膜功能的作用,同时使细胞质溶液中Ca²⁺维持在低浓度水平,使CaM处于失活状态,因而延续了果实采后的生理生化变化^[16]。在贮藏过程中,由于果实自身的呼吸代谢和外界细菌的侵入,必然导致果实营养缺乏,所以,采后对果蔬补充外源钙不但能够延长贮藏期,而且能更合理地调配钙的分布,延缓果蔬的成熟及衰老。此外,CaCl₂处理成本低、用量少,使用安全方便。其通过植物体内的生理生化反应来发挥作用,不会对当

地的环境造成污染, 对人、畜无害, 适合绿色无公害农业的发展要求和标准。因此, 具有极大的推广的价值, 适合在广大果农中推广使用, 其使用不仅能够为当地的农业发展提供技术保障, 而且可以为将来凤凰水蜜桃管护综合标准化技术体系和食品安全生态标准、工厂化生产保鲜产品提供基础。

本实验选用质量分数为2%氯化钙溶液、0.3g/L水杨酸溶液和0.5g/L赤霉素溶液对水蜜桃的保鲜效果进行研究, 不同化学处理对凤凰水蜜桃的贮藏保鲜效果不同, 其中氯化钙的保鲜效果最好。该研究结果可为水蜜桃的贮藏保鲜提供技术参考, 但是在实践过程中, 应注意其使用浓度, 高浓度的处理可能会对果实造成伤害, 因此, 要因地因时制宜, 达到果实保鲜的目的。

参考文献:

- [1] 孙素芬, 阚荷芳. 凤凰水蜜桃种植中几个问题的分析[J]. 上海农业科技, 2008(2): 69.
- [2] 杨寿清. AF型气氛保鲜纸常温保鲜无锡水蜜桃的研究[J]. 无锡轻工大学学报, 2001, 20(6): 573-577.
- [3] 李文香, 肖伟, 王成荣, 等. (25±1)℃下三阶段减压贮藏对水蜜桃保鲜效果的影响[J]. 食品科技, 2007, 32(8): 232-236.
- [4] 冯志宏, 赵迎丽, 闫根柱, 等. 变动气调贮藏保持大久保桃品质的研究[J]. 园艺学报, 2010, 37(2): 207-212.
- [5] 万娅, 琼夏静, 姚自鸣, 等. 臭氧及负氧离子技术在果蔬贮藏保鲜上的应用[J]. 安徽农业科学, 2001, 29(4): 556-557; 560.
- [6] 冯磊, 郑永华, 汪峰, 等. 茉莉酸甲酯处理对冷藏水蜜桃品质的影响[J]. 食品科学, 2003, 24(9): 135-139.
- [7] 丹阳, 李里特, 叶青, 等. 高压静电场对早艳桃贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2005, 26(4): 260-263.
- [8] 李丽萍, 韩涛. 水杨酸保鲜大久保桃初探[J]. 食品科学, 1999, 20(7): 61-63.
- [9] 杨书珍, 饶景萍, 彭丽桃. GA₃对油桃保鲜效果研究[J]. 西北园艺, 2002(5): 7-9.
- [10] 邢震, 闫师杰, 马照, 等. 不同降温方式与钙处理对大久保桃采后生理的影响[J]. 保鲜与加工, 2009(6): 38-41.
- [11] 杨水兵, 梁瑞红, 刘成梅. 复合有机酸保鲜剂(OAA-7)在水蜜桃保鲜中的应用[J]. 食品科学, 2008, 29(2): 440-443.
- [12] 常军, 张平. 1-MCP对青州蜜桃贮藏生理的影响[J]. 北方果树, 2003(6): 4-6.
- [13] 杨曾军, 张华云. 果蔬贮藏学实验指导[M]. 莱阳: 莱阳农学院, 1995: 1-46.
- [14] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 274-276.
- [15] FRANCESCO P. Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride[J]. Food Process, 1993, 17(1): 21-30.
- [16] 敖日嘎, 张海英, 韩涛, 等. 桃果实采后水杨酸和钙处理对保护性酶活性及活性氧的影响[R]//品牌与现代高效果业. 北京: 全国果树学术研讨会, 2006: 190-193.
- [17] 刘林德, 姚敦义. 植物激素的概念及其新成员[J]. 生物学通报, 2002, 37(8): 18-20.
- [18] DEMPSEY D A, SHAH J, KLESSIG D F. Salicylic acid and disease resistance in plants[J]. Trend in Plant Sciences, 1999, 2(7): 266-274.
- [19] CHEN Z, SILVA H, KLESSIG D F. Active oxygen species in the induction of plant systemic acquired resistance by salicylic acid[J]. Science, 1993, 262: 1883-1886.
- [20] 郑重禄. 贮前处理及贮藏条件对桃果实生理变化的影响[J]. 保鲜与加工, 2010(10): 5-9.
- [21] 韩涛, 李丽萍. 水杨酸对桃贮藏期间活性氧代谢的影响[J]. 北京农学院学报, 2000, 15(4): 41-47.