

贮藏温度对鲜切嘎啦苹果褐变的影响

魏 敏, 周会玲, 徐义杰, 李可怡

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:研究了鲜切嘎啦苹果在常温、2、6、10℃下贮藏的褐变情况及相关酶活性,以探索低温贮藏对鲜切嘎啦苹果采后保鲜的效果及适宜的贮藏温度。结果表明:低温冷藏可有效抑制多酚氧化酶(PPO)和过氧化氢酶(POD)活性,延缓鲜切苹果的褐变和衰老;同时冷藏抑制了总酚含量的上升,降低苯丙氨酸解氨酶(PAL)的活性,保持鲜切苹果较高品质。但由于 2℃条件下贮藏鲜切苹果会出现低温冷害,所以选择在 6℃条件下贮藏鲜切嘎啦苹果较为适宜。

关键词:鲜切嘎啦苹果;多酚氧化酶;褐变;温度

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)17-0160-04

鲜切果蔬(Fresh-cut fruits and vegetables)是新鲜果蔬经过分级、整理、清洗、切分、去皮、保鲜、包装等处理,并使产品保持生鲜状态的制品,也叫半处理果蔬(Partly processed fruits and vegetables)、轻度加工果蔬(Minimally processed fruits and vegetables),起源于 20 世纪 50 年代的美国,主要是为了满足消费者的即食(Ready-to-eat)需求^[1]。可以直接食用或烹饪。其主要特点是新鲜、方便、营养、可 100% 被食用。但鲜切果蔬在生产加工中由于切割等处理破坏了其完整性,所以会诱发鲜切果蔬褐变的发生。褐变是果蔬贮藏加工中引起品质下降的一个重要原因,不仅引起果蔬产品颜色、风味等感观性状的下降,而且会造成营养损失,甚至影响产品的安全性^[2]。由于褐变发展较快,造成果实品质下降,贮藏期缩短,成为贮藏保鲜的主要障碍。

第一作者简介:魏敏(1984-),男,陕西榆林人,在读硕士,研究方向为园艺产品采后贮藏及保鲜。

责任作者:周会玲(1969-),女,陕西丹凤人,博士,副教授,研究方向为园艺产品采后贮藏及加工。

基金项目:国家苹果产业技术体系资助项目(NYCYTX-08-05-02)。

收稿日期:2011-05-26

在很多荔枝、梨等果实褐变的研究中表明,果蔬组织中的褐变主要是酶促褐变,认为主要是多酚氧化酶(PPO)在有氧条件下作用于天然底物-酚类物质,将其氧化成醌,再进行一系列的脱水、聚合反应,最后形成黑褐色物质^[3-4]。目前人们对抑制果蔬褐变的方法研究主要包括:物理方法、化学抑制剂和生物方法。其中在物理方法中低温贮藏是一种较为有效的抑制褐变的方法。宋红梅等^[5]研究发现,创造低温环境,可有效抑制微生物的生长,从而达到保持品质,延长货架期的目的。但温度降到某一程度的时候果蔬会发生冷害,代谢失调、产生异味以及褐变的加重等现象,货架期也会明显的缩短,因此,在鲜切果蔬的加工、贮藏和流通过程中应尽可能创造适宜的低温条件。目前低温贮藏对鲜切嘎啦苹果褐变抑制报道较少。该试验通过不同温度(常温、2、6、10℃)贮藏鲜切嘎啦苹果,以期探明贮藏温度对鲜切苹果褐变抑制效果。

1 材料与方法

1.1 试验材料

嘎啦苹果(*Malus domestica* Borkh, cv. 'Gala')购于杨凌水果市场,挑选大小适中,色泽相近,无机械伤和病虫害,果型端正,成熟度一致的果实作为试材。

Study on Drying Technology about Rose Flower

LAN Xia¹, SHENG Ai-wu², YU Xiao-hua², WANG Shao-qing²

(1. College of Agriculture, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225; 2. College of Horticulture and Landscape Architecture, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225)

Abstract: An experiment was conducted to study the stability of rose flower color and shape in drying under different drying-method and color fixative treatments. The results showed that, drying-method and color fixative had certain effects on drying quality of flowers. The optimal dehydration effects could be obtained when rose flower was dried in the mixture of silica gel and skimmed cotton, and with 5% citric acid and glycerin (volume ratio was 1:1) soaked for 5 hours, before put in drying glass-container for 1 day. The dried flower is similar to the fresh flower in appearance and color, and has best ornamental effect.

Key words: dried flowers; color fixative; drying glass-container; oven

1.2 试验方法

果实处理时每个温度下设 3 次重复,将嘎啦苹果在自来水中清洗表面后,在无菌水中去皮(水温 16℃,去皮厚度 1 mm)、纵切成 8 块后除去果心再横切一分为二(厚度为 15 mm 左右),捞出沥干后,装入聚乙烯自封袋(120 mm×170 mm)中,每袋 100 g 左右,分别置于 2、6、10℃ 冰箱中(利用 3 个海尔可控温冰箱,型号:BCD-236DT)贮藏,以常温贮藏(20℃)为对照,每 2 d 取样 1 次,观察褐变情况并测定相关指标,所测数据取平均值。常温贮藏 6 d,2、6、10℃ 贮藏 14 d 后结束试验。

1.3 测定方法

果肉亮度的测定:用日本美能达 CR-400 色彩色差计测定。以 L^* 来表示果肉亮度, L^* 越小表示褐变越严重。总酚含量的测定:参照 Singleton 的福林法测定总酚含量^[6]。硬度的测定:用意大利 FT-327 型(探头直径 8 mm,测定深度 8 mm)硬度计测定。多酚氧化酶(PPO)活性测定:采用 Galeazzi 等^[7]的方法,以反应液 1 min 在 420 nm 处吸光度变化 0.01 为 1 个活性单位。过氧化物酶(POD)活性测定:采用 Putter 的方法^[8]。以反应液 1 min 在 470 nm 处吸光度变化 0.01 为 1 个活性单位。苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性测定:参照 Koukol 等^[9]的方法,以 U/g FW 表示。

2 结果与分析

2.1 不同贮藏温度对鲜切嘎啦苹果亮度值的影响

由图 1 可知,鲜切嘎啦苹果的亮度值(L^*),在 4 个处理条件下都随时间的推移而下降,而 L^* 的高低直接反应着鲜切嘎啦褐变的严重程度, L^* 越小,褐变越严重。鲜切嘎啦苹果在常温下贮藏 6 d,其褐变最为严重,所以 L^* 下降最快,其 L^* 值显著低于其它 3 个温度处理($P<0.05$)。鲜切嘎啦苹果在 2℃ 和 6℃ 条件下贮藏,前期(前 6 d)对亮度保持较好,说明适当低温可以保持鲜切果体的品质,但贮藏 6 d 后 2℃ 条件下由于受低温冷害的积累对细胞结构的破坏,其亮度开始迅速下降。到后期 6℃ 条件对鲜切嘎啦的亮度保持最好,其亮度值较 0 d 仅下降了 12.26%。

2.2 不同贮藏温度对鲜切嘎啦苹果硬度的影响

由图 2 可知,对照鲜切嘎啦的硬度值在整个贮藏期内都较低,贮藏 6 d 时其硬度已下降到 3.62 kg/cm²,变化量为处理当天硬度的 47.69%。随贮藏时间的延长,2、6、10℃ 下贮藏的鲜切嘎啦苹果与处理当天相比,果实质地都出现不同程度的软化。但值得注意的是,6℃ 下的鲜切嘎啦在贮藏 14 d 后硬度较其它温度保持较好,其硬度为 4.29 kg/cm²,显著高于其它温度处理($P<0.05$)。

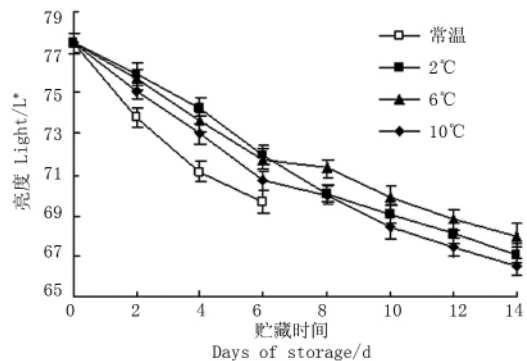


图 1 鲜切嘎啦苹果亮度在不同贮藏温度条件下的变化

Fig. 1 Changes in L^* of the fresh-cut 'Gala' apples during storage at different temperature

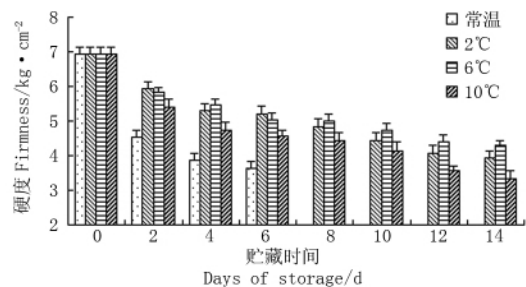


图 2 鲜切嘎啦苹果硬度在不同贮藏温度条件下的变化

Fig. 2 Changes in firmness of the fresh-cut 'Gala' apples during storage at different temperature

2.3 不同贮藏温度对鲜切嘎啦苹果总酚含量的影响

由图 3 可知,贮藏前期,对照鲜切嘎啦苹果和其它 3 个温度处理的总酚含量均有一个逐渐升高的变化过程,但对照鲜切嘎啦的总酚含量始终较其它 3 个温度处理的高。3 个温度处理在 10 d 时总酚含量达到峰值,后又开始下降。其中 10℃ 下的总酚含量变化较为剧烈,贮藏 10 d 时其总酚含量增加了 15.52%,而 2℃ 和 6℃ 下其总酚变化值分别为 11.03% 和 9.07%。酚类物质是褐变的底物,是褐变的一个决定性因素,其含量的变化可以反映出褐变的严重程度,在各处理中 6℃ 下的总酚含量变化较低,其作为褐变底物的酚类也较少,所以其褐变较轻。

2.4 不同贮藏温度对鲜切嘎啦苹果 PPO 活性的影响

PPO 通常被认为是能够引起果蔬产品采后褐变最为重要的酶,所有处理的 PPO 活性总体上都呈前期上升后期下降的趋势(图 4)。但常温贮藏的鲜切嘎啦的 PPO 活性明显大于其它温度处理的。一般认为切割处理可以直接激发 PPO 活性的上升,这也是该试验鲜切嘎啦苹果 PPO 活性在前期上升的主要原因。10℃ 下鲜切嘎啦的 PPO 活性增加值最高,贮藏到 10 d 时出现最大值后又下降。2℃ 和 6℃ 下的 PPO 活性变

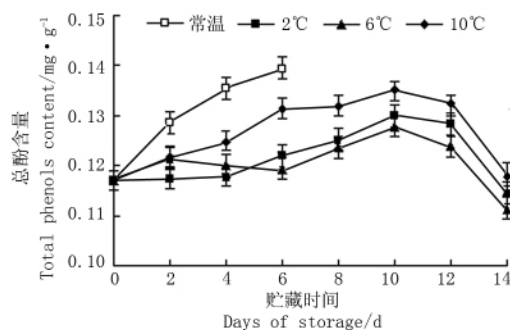


图3 鲜切嘎啦苹果总酚在不同贮藏温度条件下的变化

Fig. 3 Changes in total phenolic of the fresh-cut 'Gala' apples during storage at different temperature

化较为平缓,分别于8 d和12 d达到峰值后下降,在贮藏末期 PPO 活性下降的原因可能是鲜切果体由于贮藏时间的延长果实开始衰老各种代谢减缓,另外 PPO 催化的褐变产物的积累会对 PPO 有一个抑制作用。

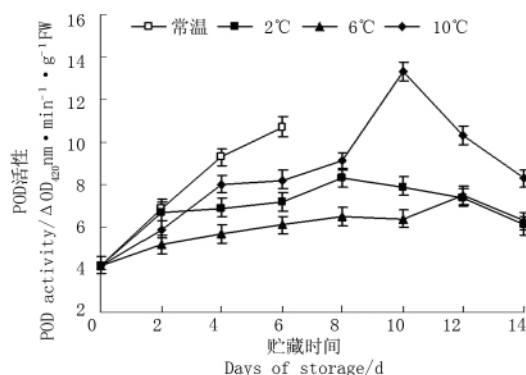


图4 鲜切嘎啦苹果 PPO 活性在不同贮藏温度条件下的变化

Fig. 4 Changes in PPO activity of the fresh-cut 'Gala' apples during storage at different temperature

2.5 不同贮藏温度对鲜切嘎啦苹果 POD 活性的影响

POD 是植物在逆境条件下酶促防御系统的关键酶,也是细胞内清除活性氧的保护酶,POD 可避免活性氧在植物体内的产生和积累,使体内自由基维持在一个正常的动态水平。同时 POD 参与酚类物质的代谢,能氧化儿茶酚和类黄酮等物质,与果蔬组织褐变密切相关。由图 5 可知,该试验中常温贮藏的鲜切嘎啦的 POD 活性快速升高,而其它 3 个处理的 POD 活性在贮藏期内呈现,先上升后下降的趋势,10°C 下其 POD 活性在 12 d 时达到了活性高峰,于 0 d 时相比 POD 活性上升了 16.6 倍,而 2°C 和 6°C 条件下在 10 d 时达到峰值。

2.6 不同贮藏温度对鲜切嘎啦苹果 PAL 活性的影响

PAL 活性反映了酚类的底物浓度,常作为褐变的重要指标。由图 6 可知,鲜切嘎啦苹果由于切分处理,在贮藏初期 PAL 活性快速升高。常温下 PAL 活性上

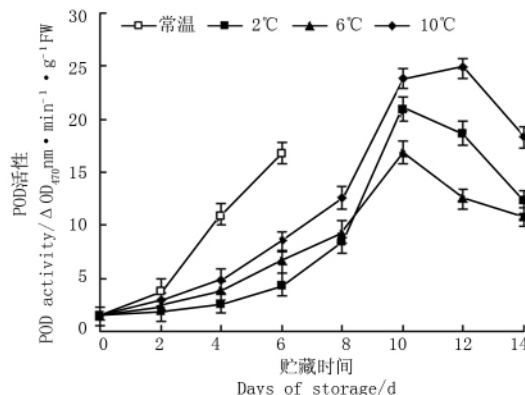


图5 鲜切嘎啦苹果 POD 活性在不同贮藏温度条件下的变化

Fig. 5 Changes in POD activity of the fresh-cut 'Gala' apples during storage at different temperature

升最为迅速,到 6 d 时上升了 78.4%,显著高于其它处理($P < 0.05$)。10°C 条件下 PAL 活性与其它 2 个温度条件下同期比较,其活性较高。3 个处理在贮藏到 10 d 时达到活性高峰,然后开始下降。

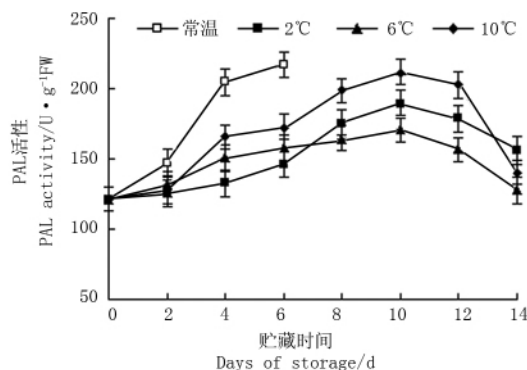


图6 鲜切嘎啦苹果 PAL 活性在不同贮藏温度条件下的变化

Fig. 6 Changes in PAL activity of the fresh-cut 'Gala' apples during storage at different temperature

3 讨论

鲜切果蔬在常温下呼吸和代谢旺盛,体内养分容易损耗,还会加速果蔬衰老和褐变的产生。低温贮藏通常是降温至微生物和酶活力较小的温度即可,在新鲜果蔬的贮藏中常用此法。适宜的低温贮藏可以有效延缓组织的新陈代谢,抑制多酚氧化酶及其它酶活性,可减缓褐变进程,降低呼吸强度,延缓乙烯的生成和果蔬的腐烂。温度每降低 10°C,生理生化反应速度降低 2~4 倍;另外,微生物的生理代谢被抑制,微生物的生长和繁殖受到抑制^[10]。研究表明,大多数鲜切果蔬较适合于 0~5°C 低温冷藏,但是应注意不能使环境温度低于果蔬的冷害临界点,否则会让果蔬的品质下降,营养物质外溢,更易受到微生物的感染^[11]。李正国等研究发现,冷藏(0、5°C)均能够延缓衰老,增加耐贮性,并

发现青花菜在 5℃ 和 0℃ 下的商品贮藏期分别为 24 d 和 30 d^[12]。孙伟等研究发现,在 0~5℃ 条件下贮藏鲜切甘蓝,10 d 内没有发生明显的褐变,其表面微生物数量也没有显著上升,但是 10℃ 条件下贮藏的鲜切甘蓝,在第 4 天就发生明显的褐变^[13]。陈明媚对鲜切果蔗生理生化及保鲜效果的研究,发现适当低温可明显降低鲜切果蔗 PPO 和 POD 活性,延缓 PPO、POD 活性上升^[14]。

该试验中嘎啦苹果经切分后细胞膜结构被破坏,引起鲜切嘎啦苹果褐变。试验中发现在贮藏前期,PPO 活性上升,其中 10℃ 条件下 PPO 活性变化幅度较大,而 2℃ 和 6℃ 冷藏能抑制 PPO 活性,从而推迟了褐变的发生,但温度过低会对鲜切果实造成低温伤害,所以在第 6 天后 2℃ 下的鲜切嘎啦亮度快速下降。POD 活性呈现先升后降的趋势,2℃ 和 6℃ 条件下 POD 活性在贮藏期内显著低于 10℃ 条件下 ($P < 0.05$),在整个贮藏期内 POD 参与并加速酚类物质的氧化,加剧褐变。PAL 是酚类物质合成的关键酶,切分伤害诱导 PAL 蛋白合成,增强了 PAL 活性,所以鲜切嘎啦苹果的 PAL 活性前期升高,PAL 活性的升高造成褐变底物-酚类物质的累积,所以在该试验中,各处理总酚含量呈前期上升后期下降的规律,且 2℃ 和 6℃ 贮藏的鲜切嘎啦总酚含量始终保持较低水平,表明适当的低温贮藏可有效抑制总酚含量和 PAL 活性,从而抑制褐变。

鲜切嘎啦经过不同贮藏温度的处理后,各个处理的生理生化指标随贮藏时间的增加发生了明显的变化,贮藏效果也有很大的差异。通过试验发现,6℃ 贮藏可以有效的保持鲜切嘎啦的亮度,抑制 PPO、POD、PAL 活性的上升,减缓褐变进程,延长贮藏期,更好的保持其新鲜程度。庞坤等^[15]也发现,5℃ 贮藏鲜切国光苹果可有效延缓不利变化,更好的保持鲜切苹果的

品质。所以鲜切苹果在贮藏期间应维持适当的低温,以降低组织的新陈代谢速度,抑制酶促褐变相关酶活性的上升,防止褐变。

参考文献

- [1] 陈守江,姜松. 鲜切果蔬的保鲜技术[J]. 北方园艺,2002(5): 69-70.
- [2] 郁志芳. 鲜切芦蒿的品质和酶促褐变机理的研究[D]. 南京:南京农业大学,2005:3-8.
- [3] 林植芳,李双顺,张东林. 采后荔枝果皮色素,总酚及有关酶活性的变化[J]. 植物学报,1988,30(1):40-45.
- [4] 吴明江,于萍. 植物过氧化物酶的生理作用[J]. 生物学杂志,1994,(6):14-16.
- [5] 宋红梅,李位华,王长娜. 鲜切果蔬常见的质量问题及控制研究[J]. 北方园艺,2007(11):221-222.
- [6] Singleton V L, Rossi J A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents [J]. American Journal of Enology and Viticulture,1965,16(3):144-158.
- [7] Galeazzi M A, Sgarbieri V C, Constantinides S M. Isolation, purification and physicochemical characterization of polyphenol oxidases (PPO) from a dwarf variety of banana (*Musa cavendishii* L.) [J]. Journal of Food Science,1981(46):150-155.
- [8] Putter J. Methods of Enzymatic Analysis. [M]. Vol 2. New York: Academy Press,1974:685-689.
- [9] Heath R L, Packer L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation [J]. Archives of Biochemistry and Biophysics,1968,125(1):189-198.
- [10] 廖小军,胡小松. 蔬菜的“最小加工处理”及研究现状[J]. 食品与发酵工业,1995,24(4):39-41.
- [11] 周山涛. 果蔬贮藏学[M]. 北京:化学工业出版社,1998:6-9.
- [12] 李正国,高雪. 贮藏温度对青花菜品质的影响[J]. 中国蔬菜,2000(4):6-9.
- [13] 孙伟,丁宝莲,虞冠军,等. 半加工切割蔬菜生产的生理和品质保持问题[J]. 上海农业学报,1999,15(4):80-83.
- [14] 陈明媚. 鲜切果蔗生理生化特性及贮藏保鲜技术研究[D]. 桂林:广西师范大学,2005:12-16.
- [15] 庞坤,胡文忠,姜爱丽,等. 鲜切苹果贮藏期间生理生化变化的影响[J]. 食品与机械,2008,24(1):50-54.

Effects of Storage Temperature on Browning of Fresh-cut ‘Gala’ Apples

WEI Min, ZHOU Hui-ling, XU Yi-jie, LI Ke-yi

(College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: The browning and the enzymatic activity during storage at 2℃, 6℃ and 10℃ were studied, in order to investigate the effects of low temperature on preservation and suitable storage temperature of fresh-cut ‘Gala’ apples. The results showed that low temperature could delay the browning and senescence of fresh-cut apple by inhibiting the activity of PPO and POD. At the same time, it kept high quality of fresh-cut apple by restraining the increase of total phenolic contents, reduce the activity of PAL. Low-temperature injury occurred when fresh-cut ‘Gala’ apples stored at 2℃, so it was suitable to store fresh-cut ‘Gala’ apples at 6℃.

Key words: fresh-cut ‘Gala’ apples; PPO; browning; temperature