

热水结合维生素C处理对甜樱桃果实褐变的控制研究

刘尊英, 曾名勇, 董士远, 杜亚楠

(中国海洋大学食品科学与工程系, 青岛 266003)

摘要: 在预试验基础上, 甜樱桃果实采用 42 ℃ 热水及 42 ℃ 热水添加 0.1% 维生素 C 各处理 10 min, 在 0 ± 0.5 ℃, 相对湿度为 85% ~ 90% 的条件下贮藏 18 d 后, 再置于 24 ± 1 ℃, 相对湿度为 65% ~ 70% 条件下存放 2 d, 对果实的褐变参数及相关酶活性进行检测。结果表明, 热水处理明显抑制甜樱桃果实 L^* 和 H^0 值的下降及苯丙氨酸解氨酶(PAL)、多酚氧化酶(PPO)和过氧化物酶(POD)活性的上升。热水添加维生素 C 处理强化了这一抑制效果。贮藏后, 热水和热水添加维生素 C 处理的果实感官综合评分分别为 6.9 和 7.5, 而对照仅为 5.7。相关分析表明, 感官综合评分与 L^* 、 b^* 和 H^0 呈显著正相关, 与 a^* 、PPO 和 POD 活性呈显著负相关 ($P < 0.05$)。

关键词: 甜樱桃; 热水; 维生素 C; 褐变

中图分类号: S609⁺ 3; S662.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2005)07-0149-04

刘尊英, 曾名勇, 董士远, 等. 热水结合维生素 C 处理对甜樱桃果实褐变的控制研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(7): 149-152

Liu Zunying, Zeng Mingyong, Dong Shiyuan, et al. Combination of hot water with or without vitamin C treatment to control browning of sweet cherry fruit (*Prunus avium* L.) [J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(7): 149-152 (in Chinese with English abstract)

0 引言

甜樱桃 (*Prunus avium* L.) 系蔷薇科李属樱亚属植物, 果实色泽鲜艳、营养丰富。然而由于甜樱桃果实皮薄汁多, 采收后极易枯梗褐变、品质劣变。因此, 为减少运销时造成的损失, 甜樱桃果实常用冷藏、气调贮藏及化学药剂等保鲜方法^[1,2], 但这些方法存在着投资大或药剂残留的问题。热处理作为一种无公害物理保鲜技术在樱桃果实上的应用已有研究报道。Feng 等研究表明, 热水处理可减轻“Bing”樱桃果实的真菌侵染, 改善果实品质^[3]。热水联合短波紫外(UV-C)处理可减轻樱桃果实腐烂, 并对果实的硬度没有影响^[4]。但前人的研究多侧重于热水处理对樱桃果实采收后病害的影响, 而对甜樱桃果实褐变的影响还未见详细报道。

本文探讨了“红灯”甜樱桃经热水和维生素 C 处理后果实的褐变规律, 以期对甜樱桃的贮运保鲜提供理论依据, 为热水处理在生产中的应用提供技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为早熟耐贮品种“红灯”, 采自青岛市崂山区, 采收当天运回实验室。

1.2 处理方法

选用大小均一, 无机械伤, 无病虫害的转红期果实, 根据预备试验筛选结果, 用 42 ℃ 热水或 42 ℃ 热水添加 0.1% 维生素 C 各浸泡 10 min, 果实处理后, 用水快速

冷却至 (24 ± 1) ℃, 晾干, 以不经过热处理的果实作对照。之后, 将各不同处理的樱桃果实用厚 0.05 mm 聚乙烯薄膜包装, 置于 (0 ± 0.5) ℃, 相对湿度为 85% ~ 90% 的条件下贮藏 18 d, 再置于 (24 ± 1) ℃, 相对湿度为 65% ~ 70% 条件下(模拟货架贮藏)存放 2 d。每组处理 3 kg 果实, 3 次重复。

1.3 测定方法

1.3.1 色差测定

采用 CIE 标准色度学系统, 使用 WSC-S 色差计测量樱桃果实的 L^* 、 a^* 、 b^* 值。 L^* 代表试样亮度, L^* 值越大, 表示颜色越白, 褐变越轻。+ a^* 代表试样偏红的程度, - a^* 代表试样偏绿的程度, + b^* 代表试样偏黄的程度, - b^* 代表试样偏蓝的程度, 并以计算值 H^0 (hue angle = $\tan^{-1}(b^*/a^*)$) 的大小来表示样品贮藏中的色泽变化程度 (H^0 越小, 表示褐变越严重)。

1.3.2 酶活性测定

苯丙氨酸解氨酶(PAL)参照 Koukol 的方法测定^[5], 以每分钟每毫克蛋白在 290 nm 处的吸光值变化 0.001 为一个酶活单位。多酚氧化酶(PPO)活性测定参照 Galeazzi 的方法进行^[6], 以每分钟每毫克蛋白在 420 nm 处的吸光值变化 0.001 为一个酶活单位。过氧化物酶(POD)酶活性测定参照 Hammerschmidt 的方法进行^[7], 以每分钟每毫克蛋白在 470 nm 处的吸光值变化 0.001 为一个酶活单位。

1.3.3 蛋白含量测定

参照 Bradford 的方法^[8], 以牛血清蛋白制作标准曲线。

1.3.4 感官评定

感官评定由专门小组在冷藏 18 d 和冷藏 18 d+ 货架贮藏 2 d 后分别对樱桃的色泽、风味、口感、果梗打

收稿日期: 2004-11-26 修订日期: 2005-05-12

作者简介: 刘尊英(1974-), 女, 讲师, 博士, 主要从事农产品贮藏与加工研究。青岛 中国海洋大学食品科学与工程系, 266003

分。3分:色泽鲜红光亮,风味浓郁,与采收时口感相当或更好,果梗鲜绿。2分:色泽较红,风味正常,比采收时口感稍差,果梗较绿,略失水。1分:色泽暗淡,风味淡或异常,口感差,果梗较绿但明显失水。每组测定10个果实,综合评分为四项之和。

1.4 数据处理

所得数据为三次平均值,采用Duncan's新复极差法进行分析,检验其差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同处理对甜樱桃果实 L^* 值的影响

亮度是衡量果实褐变的重要指标,图1反映了甜樱桃在 0 ± 0.5 下贮藏时 L^* 值的变化情况。贮藏10d和18d时,热水处理的 L^* 分别比对照高36.1%和31.9%,差异均达显著($P < 0.05$);热水结合维生素C处理的 L^* 分别比对照高46.1%和88.9%,差异分别达显著($P < 0.05$)和极显著水平($P < 0.01$)。这表明热水处理可保持甜樱桃的亮度,抑制甜樱桃果实的褐变,热水添加维生素C处理可强化这一效果。

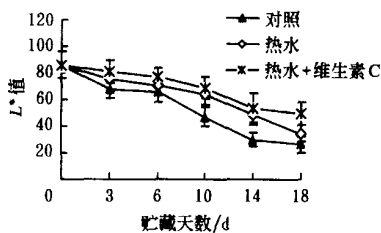


图1 甜樱桃果实 L^* 值变化

Fig. 1 Changes in colour parameter L^* value of sweet cherry fruits

2.2 不同处理对甜樱桃果实 H^0 值的影响

贮藏过程中甜樱桃果实褐变参数 H^0 呈逐渐下降趋势,贮藏前期,处理间差异不显著;贮藏后期,处理间差异增大(图2)。贮藏10d,热水及热水结合维生素C处理的 H^0 值分别比对照高20.8%和67.2%,差异分别达显著($P < 0.05$)和极显著水平($P < 0.01$)。贮藏18d,热水及热水添加维生素C处理的 H^0 值分别比对照高139.7%和320.2%,差异均达极显著($P < 0.01$)。表明热水处理可抑制甜樱桃果实褐变,保持甜樱桃的新鲜品质。

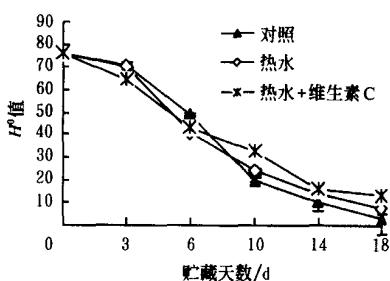


图2 甜樱桃果实 H^0 值变化

Fig. 2 Changes in colour parameter H^0 value of sweet cherry fruits

2.3 不同处理对甜樱桃果实PAL酶活性的影响

贮藏过程中甜樱桃果实PAL酶活性呈逐渐增加趋势,热水处理的PAL酶活性持续增加,而对照和热水结合维生素C处理的PAL活性分别在贮藏10d和14d时达最大值,后逐渐下降(图3)。热水处理明显抑制PAL酶活性上升,贮藏过程中,其PAL酶活性始终低于对照。贮藏10d时,热水及热水添加维生素C处理的PAL酶活性分别比同期观测到的对照低18.9%和19.7%,差异均达显著水平($P < 0.05$)。

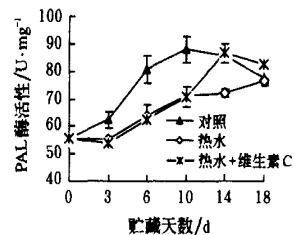


图3 甜樱桃果实PAL酶活性变化

Fig. 3 Changes in PAL enzymatic activity of sweet cherry fruits

2.4 不同处理对甜樱桃果实PPO酶活性的影响

冷藏条件下甜樱桃果实PPO酶活性呈逐渐增加趋势,但热水处理的PPO酶活性增加较为缓慢,整个贮藏过程中始终低于对照(图4)。贮藏10d和18d时,热水处理的PPO活性分别比对照低15.8%和13.2%,差异均达显著水平($P < 0.05$)。贮藏中热水添加维生素C处理的PPO活性与单独热水处理的无显著差异。结果表明,热水处理可显著抑制甜樱桃果实PPO活性的上升;而热水添加维生素C处理并未加强这一抑制效果。

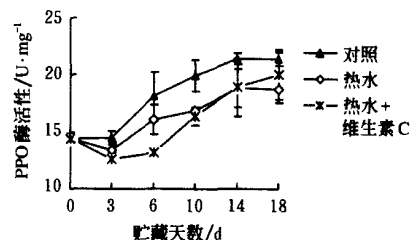


图4 甜樱桃果实PPO酶活性变化

Fig. 4 Changes in PPO enzymatic activity of sweet cherry fruits

2.5 不同处理对甜樱桃果实POD酶活性的影响

由图5可知,在冷藏3d后,各处理的POD活性均增加。对照和热水处理的POD活性于贮藏10d时达

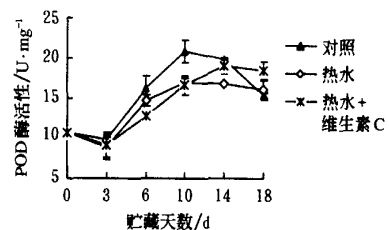


图5 甜樱桃果实POD酶活性变化

Fig. 5 Changes in POD enzymatic activity of sweet cherry fruits

峰值, 热水结合维生素 C 处理的于贮藏 14 d 达峰值。热水处理明显抑制了 POD 活性的上升, 贮藏 10 d 时, 热水及热水添加维生素 C 处理的 POD 活性分别比对照低 18.4% 和 20%, 差异均达显著水平 ($P < 0.05$)。

2.6 不同处理对甜樱桃果实感官指标的影响

冷藏 18 d 后, 不同处理的感官评定结果如表 1 所示。热水处理的果实在色泽、风味、口感和果梗褐变度上均优于对照, 综合评分显著高于对照, 差异达显著水平 ($P < 0.05$)。与热水处理相比, 冷藏 18 d 后, 热水结合维生素 C 处理并未提高甜樱桃的感官性状; 但在货架贮藏 2 d 后, 甜樱桃的综合评分显著高于热水单独处理 ($P < 0.05$), 尤其在保持果实色泽和抑制果梗褐变上明显优于热水单独处理。表明, 热水添加维生素 C 处理可维持甜樱桃果实的货架品质。

表 1 不同处理对甜樱桃果实感官指标的影响

Table 1 Effects of various treatments on the sensory attributes of sweet cherry fruits

评定时间	处理	色泽	风味	口感	果梗	综合评分
冷藏 18 d	对照	1.5 ^b	2.0 ^b	1.9 ^b	1.6 ^b	7.0 ^b
	热水	1.9 ^a	2.3 ^a	2.3 ^a	2.0 ^a	8.4 ^a
	热水+ 维生素 C	2.1 ^a	2.3 ^a	2.1 ^a	2.1 ^a	8.6 ^a
冷藏 18 d+ 货架贮藏 2 d	对照	1.2 ^c	1.6 ^c	1.6 ^c	1.3 ^c	5.7 ^c
	热水	1.7 ^b	1.8 ^b	1.8 ^b	1.6 ^b	6.9 ^b
	热水+ 维生素 C	1.9 ^a	1.9 ^b	1.9 ^b	1.8 ^a	7.5 ^a

注: 同一列标相同字母的差异不显著, $P > 0.05$ 。

2.7 甜樱桃果实褐变参数、酶活性与感官指标间的相关性分析

甜樱桃果实褐变参数、酶活性与感官评分之间的相关系数如表 2 所示。感官综合评分与 L^* 、 b^* 和 H^0 呈显著正相关, 与 a^* 、PPO 和 POD 活性呈显著负相关 ($P < 0.05$), 与 PAL 酶活性相关不显著。这些表明褐变是导致果实感官品质下降的主要原因。另外褐变度 H^0 与酶活性的相关性分析显示, H^0 与 PAL、PPO 和 POD 酶活性均呈显著负相关, 相关系数依次 -0.83、-0.99 和 -0.80, 表明, PPO 对樱桃果实的褐变影响最大, 其次为 PAL 和 POD。

表 2 褐变参数、酶活性与感官指标间的相关系数

Table 2 Coefficients between sensory attributes, browning parameters and enzymatic activities

指标	L^*	a^*	b^*	H^0	感官评分
感官评分	0.84 [*]	-0.99 [*]	0.88 [*]	0.89 [*]	—
PAL	-0.74 [*]	0.79	-0.72 [*]	-0.83 [*]	0.49
PPO	-0.93 [*]	0.99 [*]	-0.93 [*]	-0.99 [*]	-0.82 [*]
POD	-0.67 [*]	0.77	-0.68 [*]	-0.80 [*]	-0.92 [*]

注: * 相关性显著 ($P < 0.05$)。

3 讨论

适当时间的热处理可抑制果实褐变, 保持果实品质^[9]。甜樱桃果实经 42℃ 热水处理 10 min, L^* 和 H^0 明显高于对照, 褐变减轻, 冷藏 18 d+ 货架贮藏 2 d 后, 感官综合评分也高于对照, 热处理明显抑制了甜樱桃果实

的品质劣变。

研究表明, PAL、PPO 和 POD 均参与植物组织的褐变反应。随 PAL 和 PPO 活性的升高, 组织的褐变加剧^[10]。降低 PPO、POD 酶的活性, 组织的褐变减轻^[11,12]。我们的试验表明, 甜樱桃果实在贮藏过程中, 伴随着 PAL、PPO 和 POD 活性的升高, 果肉发生褐变, 并随着贮藏时间延长而加深。不过随着褐变程度的进一步加深, PAL、PPO 和 POD 活性却又有所下降, 而且当果实处在热处理条件下三种酶活性受到抑制时, 果肉褐变仍在继续进行, 这表明甜樱桃果实的褐变并不完全是由酶促反应引起的。本研究结果还表明, 热水添加维生素 C 处理比热水单独处理效果好, 推测甜樱桃果实的褐变还可能与果实的氧化反应或衰老进程有关。

4 结论

1) 甜樱桃果实经 42℃ 热水处理 10 min 后, 其色泽、风味和口感均优于对照, 未发现热损伤现象, 表明本试验的热处理条件对甜樱桃比较适宜。

2) 热水处理明显抑制甜樱桃果实 L^* 和 H^0 的下降及 PAL、PPO 和 POD 活性的上升, 抑制樱桃果实褐变, 保持樱桃果实的新鲜品质。热水结合维生素 C 处理强化了这一抑制效果。

3) 甜樱桃果实感官综合评分与 L^* 、 b^* 和 H^0 值呈显著正相关, 与 a^* 值、PPO 和 POD 活性呈显著负相关。褐变度 H^0 与 PAL、PPO 和 POD 酶活性均呈显著负相关, 其中, PPO 对褐变影响最大 (相关系数为 -0.99), 其次为 PAL 和 POD (相关系数分别为 -0.83 和 -0.80) ($P < 0.05$)。

[参 考 文 献]

- [1] Spotts R A, Cervantes L A, Facticeau T J. Integrated control of brown rot of sweet cherry fruit with a preharvest fungicide, a postharvest yeast, modified atmosphere packaging, and cold storage temperature[J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 24: 251- 257.
- [2] Tian S P, Jiang A L, Xu Y, et al Responses of physiology and quality of sweet cherry fruit to different atmospheres in storage[J]. Food Chemistry, 2004, 87: 43 - 49.
- [3] Feng X Q, Hansen J D, Biasi B. Use of hot water treatment to control codling moths in harvested California 'Bing' sweet cherries [J]. Postharvest Biology and Technology, 2004, 31: 41- 49.
- [4] Marquenie D, Michiels C W, Geeraerd A H, et al Using survival analysis to investigate the effect of UV - C and heat treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry [J]. International Journal of Food Microbiology, 2002, 73: 187- 196.
- [5] Kouko I J, Conn E E. The metabolism of aromatic and properties of the Phenylalanine deaminase of Hordeum Vulgare [J]. Journal of Biological Chemistry, 1961, 236 (10): 2692- 2698.
- [6] Galeazzi M A M, Sgarbieri V, Costantinides S M.

- Isolation, purification and physicochemical characterization of polyphenol oxidase from dwarf variety of banana (*Musa carybotensis*) [J]. *Journal of Food Science*, 1981, 46: 150- 155
- [7] Hammerschmidt R, Kuc J. Lignification as a mechanism for induced systemic resistance in cucumber [J]. *Physiology and Plant Pathology*, 1981, 20: 61- 71
- [8] Radford M M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding [J]. *Annual Biochemistry*, 1976, 72: 248- 254
- [9] Juliano G L, Mary E. Heat shock reduces browning of fresh-cut celery petioles [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2003, 27: 305- 311
- [10] Nguyen T T, Ketsa S, Doorn W G, et al. Relationship between browning and the activities of polyphenol oxidase and phenylalanine ammonia lyase in banana peel during low temperature storage [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2003, 30: 187- 193
- [11] Zhou Y C, Dahler J M, Underhill S R, et al. Enzymes associated with blackheart development in pineapple fruit [J]. *Food Chemistry*, 2003, 80: 565- 572
- [12] Aquino-Bolanos E N, Silva E M. Effects of polyphenol oxidase and peroxidase activity, phenolics and lignin content on the browning of cut jicama [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2004, 33: 275- 283

Combination of hot water with or without vitamin C treatment to control browning of sweet cherry fruit (*Prunus avium* L.)

Liu Zunying, Zeng Mingyong, Dong Shiyuan, Du Yanan

(Department of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: Based on the preliminary experiments, fresh harvested cherries were immersed in hot water at 42 °C for 10 min with or without combination 0.1% vitamin C conditions. After the treatment, fruit browning parameters and related enzymatic activities were then evaluated after 18 days of storage at (0 ± 0.5 °C) followed by 2 days of shelf life at (24 ± 1 °C). The results indicated that color, flavor and taste of fruits after heat treatments were better than those with non-heat treatment. Hot water treatment was effective in preventing from declining in values of L^* and H^0 and increase in PAL, PPO and POD enzymatic activities of cherry fruit, and the beneficial effect can be enhanced by addition of vitamin C. The values of overall acceptability after heat treatment with or without combination of vitamin C were 7.5 or 6.9, however, the value of non-heat treatment was 5.7. Overall acceptability was positively correlated with the value of L^* , b^* and H^0 , but negatively correlated with a^* value, PPO and POD enzymatic activity ($P < 0.05$).

Key words: sweet cherry; hot water; vitamin C; browning