

# 热处理对冷藏枇杷木质化及相关酶活性的影响

芮怀瑾, 汪开拓, 尚海涛, 唐双双, 金 鹏, 曹士峰, 郑永华<sup>\*</sup>

(南京农业大学食品科技学院, 南京 210095)

**摘 要:** 为阐明热处理对冷藏枇杷果实木质化败坏的影响及其机理, 该研究先将枇杷果实用 38℃ 热空气处理 5 h, 然后在 (1±1)℃ 下贮藏 35 d, 并每隔 7 d 测定果实硬度、出汁率、苯丙氨酸解氨酶 (PAL)、过氧化物酶 (POD)、多酚氧化酶 (PPO) 和多聚半乳糖醛酸酶 (PG) 等木质化相关酶活性及果胶和木质素含量的变化。结果表明, 热处理可以有效控制果实硬度的上升和出汁率的下降, 抑制 PAL、POD 和 PPO 活性的上升及 PG 活性的下降, 减少原果胶和木质素的积累, 保持较高的水溶性果胶含量, 从而减轻冷藏枇杷果实的木质化症状, 保持较好的食用品质。这些结果表明, 热处理减轻冷藏枇杷果实木质化败坏的机理与其抑制木质素的合成和促进果胶物质的降解有关。

**关键词:** 枇杷果实, 热处理, 低温贮藏, 木质化

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2009.07.053

中图分类号: S667.3, TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2009)-7-0294-05

芮怀瑾, 汪开拓, 尚海涛, 等. 热处理对冷藏枇杷木质化及相关酶活性的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 25(7): 294—298.

Rui Huaijin, Wang Kaituo, Shang Haitao, et al. Effects of heat treatment on flesh leatheriness and related enzyme activities of loquat fruits during cold storage[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(7): 294—298. (in Chinese with English abstract)

## 0 引 言

枇杷 (*Eriobotrya japonica* Lindl.) 为中国特产水果, 果实柔软多汁, 味道鲜美, 营养丰富, 深受广大消费者的喜爱。但枇杷果实成熟于高温多雨的初夏时节, 采后在常温条件下不耐贮藏和运输, 极易腐烂变质而失去商品价值。低温贮藏可有效抑制果实腐烂的发生, 但同时会出现果皮和果肉粘连, 果肉由柔软多汁变为质地生硬、粗糙少汁的木质化冷害症状, 使其失去商品价值, 从而缩短了果实的贮藏期<sup>[1]</sup>。因此, 如何防止果实的木质化败坏, 是枇杷贮藏中迫切需要解决的关键问题。目前虽已有应用 1-甲基环丙烯、水杨酸、多胺和茉莉酸甲酯等化学处理及减压贮藏减轻枇杷果实冷害的研究报道<sup>[2-6]</sup>, 但出于安全和使用成本等考虑, 仍有必要研究更为实用的安全有效的保鲜方法。

热处理作为一种无公害的果蔬保鲜辅助手段, 由于其无毒、无污染和环保友好等优点, 正日益受到国内外果蔬采后保鲜研究者的重视。研究表明, 贮藏适当的热处理可有效减轻香蕉、柑橘、石榴和黄瓜等多种冷敏果蔬产品的低温冷害症状和腐烂, 保持其品质<sup>[7-10]</sup>, 因而热处理在果蔬采后保鲜中具有较好的应用前景。在枇杷上的初步研究发现, 热处理可减轻果实冷藏期间的木质化

败坏症状, 保持果实品质<sup>[11]</sup>, 但应用热处理减轻枇杷果实木质化败坏的适宜条件尚未见报道, 热处理减轻冷藏枇杷果实木质化败坏的机理也不完全清楚。本文进一步研究了不同热处理条件对冷藏枇杷果实木质化败坏的影响, 同时研究了热处理对枇杷果实木质化相关酶活性及果胶和木质素含量的影响, 以探讨热处理减轻枇杷果实木质化败坏的机理, 为热处理技术在枇杷果实保鲜中的应用提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料及处理

以“解放钟”枇杷 (*Eriobotrya japonica* Lindl. cv. Jiefangzhong) 果实为试材, 选择大小、成熟度基本相同, 无病虫害, 无机械伤害的果实。在前期试验中, 将枇杷果实分别在 38, 45 和 52℃ 热空气中处理 5 h, 处理后的果实用 0.01 mm 厚聚乙烯袋分装, 在 (1±1)℃ 下贮藏 35 d 后测定果实硬度、出汁率、果心褐变指数和果实腐烂指数等品质指标。结果发现 38℃, 5 h 热处理对减轻枇杷果实木质化败坏和果实腐烂的效果最好 (表 1)。因此在本试验中我们选择 38℃, 5 h 作为热处理条件。将挑选出的果实随机分为 2 组, 处理组用 38℃ 热空气处理 5 h, 对照组在常温 (20℃) 下放置 5 h, 每个处理组果实 5 kg 左右, 重复 3 次。处理结束后果实用 0.01 mm 厚聚乙烯塑料袋分装, 每袋 1 kg 左右, 袋口用普通橡皮筋绕两道, 于 (1±1)℃, 相对湿度 90% 下贮藏 35 d。分别在果实热处理前 (0 d) 和热处理后贮藏期间每隔 7 d 取样进行分析测定。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 果肉硬度和出汁率的测定

果实硬度: 用 TA-XT2i 型质构仪测去皮果肉硬度, 下压距离为 5 mm, 探头直径为 5 mm, 取最大值, 重复

收稿日期: 2009-04-03 修订日期: 2009-06-08

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30671462); “十一五”国家科技支撑计划项目 (2006BAD30B03)

作者简介: 芮怀瑾 (1983—), 女, 天津人, 主要从事农产品贮藏与加工研究。南京 南京农业大学食品科技学院, 210095

※通信作者: 郑永华 (1963—), 男, 浙江诸暨人, 教授, 博士, 主要从事农产品贮藏与加工研究。南京 南京农业大学食品科技学院, 210095。

Email: zhengyh@njau.edu.cn

10 次,取平均值。出汁率:将果实去皮去核后用直径 6 mm 打孔器取肉柱,切成薄厚均匀的片状后,从中取出 6 片放入已经称重的塞有吸水纸的离心管 ( $W_1$ ) 中,并称重 ( $W_2$ ),1 700 r/min 离心 10 min 后取出果肉再将带汁离心管称重 ( $W_3$ )。按照下面公式计算果肉出汁率:

$$\text{果肉出汁率}(\%) = (W_3 - W_1) / (W_2 - W_1) \times 100$$

### 1.2.2 果心褐变和果实腐烂指数测定

果心褐变指数:取 30 个果实,沿果柄纵向切开,将果实按果心褐变程度分为 5 个等级,即 0 级,无褐变;1 级,褐变面积小于果心切面总面积的 5%;2 级,褐变面积占果心切面总面积的 5%~25%;3 级,褐变面积占果心切面总面积的 25%~50%;4 级,褐变面积大于果心切面总面积的 50%。按照下面公式计算褐变指数:

$$\text{褐变指数}(\%) = [\sum(\text{褐变级别} \times \text{该级别中果实个数}) / (4 \times \text{测定果实个数})] \times 100$$

果实腐烂指数:取 30 个果实,将果实按腐烂面积大小分为 4 级,即 0 级,无腐烂;1 级,腐烂面积小于果实面积的 10%;2 级,腐烂面积占果实面积的 10%~30%;3 级,腐烂面积大于果实面积的 30%。按下式计算腐烂指数:

$$\text{腐烂指数}(\%) = [\sum(\text{级别} \times \text{该级果数}) / (3 \times \text{测定总果数})] \times 100$$

### 1.2.3 木质素和果胶含量测定

按 Femeniaa 的方法测定木质素含量<sup>[12]</sup>,结果以%表示。果胶含量测定参照许安邦和林维宣的方法进行<sup>[13]</sup>,用咔唑比色法测定提取液中的半乳糖醛酸含量,结果以%表示。

### 1.2.4 苯丙氨酸解氨酶 (PAL) 活性测定

参照 Zucker 的方法进行测定<sup>[14]</sup>,以反应液每小时在 290 nm 处吸光值变化 0.001 为 1 个酶活力单位,结果以 U/mg 表示。

### 1.2.5 过氧化物酶 (POD) 活性测定

参照 Kochba 的方法进行测定<sup>[15]</sup>,以反应液每分钟在 470 nm 处吸光值变化 0.001 为 1 个酶活力单位,结果以 U/mg 表示。

### 1.2.6 多酚氧化酶 (PPO) 活性测定

参照 Murr 和 Morris 的方法进行测定<sup>[16]</sup>,以反应液每分钟在 410 nm 处吸光值变化 0.001 为 1 个酶活力单位,

结果以 U/mg 表示。

### 1.2.7 多聚半乳糖醛酸酶 (PG) 活性测定

参照 Jeong 的方法进行测定<sup>[17]</sup>,以反应液在 1 h 内释放出 1 mmol/L 半乳糖醛酸为 1 个酶活力单位,结果以 U/mg 表示。

### 1.2.8 蛋白质含量测定

参照 Bradford 的方法进行测定<sup>[18]</sup>,以牛血清蛋白做标准。

## 1.3 统计分析

各指标测定除硬度、果心褐变指数和腐烂指数重复 10 次外,其余指标均重复 3 次,利用 Origin 6.0 系统计算方差,差异由 Duncan's 多重比较法 (DPS Version 7.55) 获得,5% 为显著水平。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同温度热处理对枇杷果实品质的影响

如表 1 所示,38℃,5 h 热处理显著 ( $P < 0.05$ ) 抑制果实硬度的上升、出汁率下降及果心褐变和果实腐烂,对减轻枇杷果实木质化败坏和果实腐烂的效果最好。45℃,5 h 热处理对果实硬度、果心褐变和果实腐烂无显著作用。52℃,5 h 热处理促进果实硬度上升、果心褐变和果实腐烂,加快了果实品质劣变,这可能与处理温度过高造成果实的热伤害有关。因此选用 38℃,5 h 处理进一步研究热处理减轻枇杷果实木质化败坏的机理。

表 1 不同温度热处理对低温贮藏 35 d 后枇杷果实品质指标的影响

Table 1 Effects of different heat treatments on fruit quality parameters after 35 days of low-temperature storage

处理	硬度/N	出汁率/%	果心褐变指数/%	腐烂指数/%
对照	4.72 ± 0.12 b	47.35 ± 0.64 c	46.67 ± 0.02 b	11.20 ± 2.52 b
38℃, 5 h	3.27 ± 0.25 c	60.00 ± 0.26 a	28.00 ± 0.01 c	0.00 ± 0.00 c
45℃, 5 h	4.33 ± 0.42 b	54.20 ± 1.27 b	41.67 ± 0.02 b	9.30 ± 0.10 b
52℃, 5 h	5.74 ± 0.19 a	53.10 ± 0.38 b	83.33 ± 0.05 a	66.67 ± 5.67 a

注:各栏数据无共同字母为差异显著 ( $P < 0.05$ )。

### 2.2 热处理对果实硬度和出汁率的影响

由图 1 可见,在整个贮藏期间枇杷果实的硬度总体呈逐渐上升趋势,而出汁率则逐渐下降,对照果实在贮藏 3 周后出现了果皮难剥、果肉粗糙少汁的木质化败坏

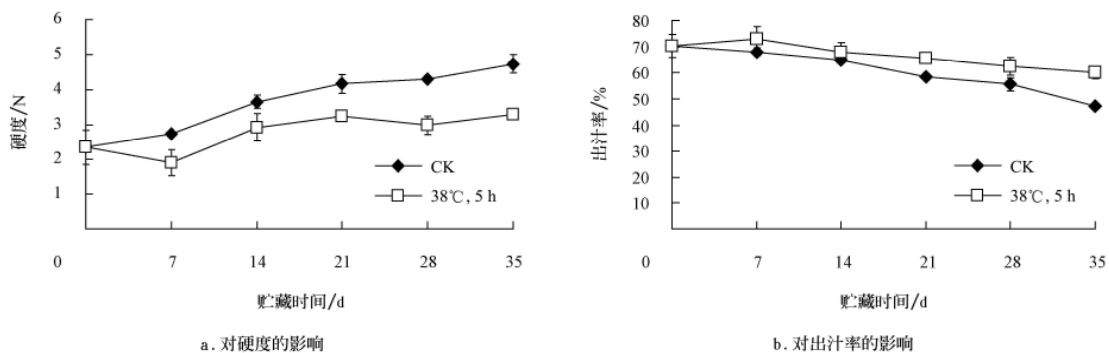


图 1 热处理对果实硬度和出汁率的影响

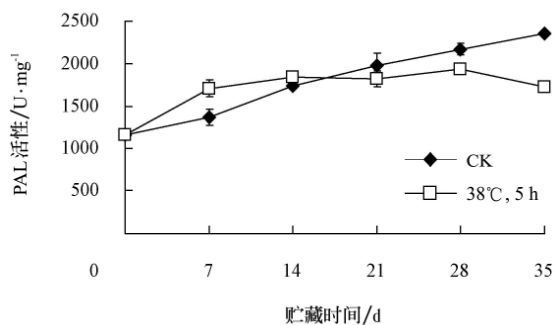
Fig.1 Effects of heat treatment on fruit firmness and yield of juice

现象, 严重影响了果实的感官品质和商品价值。热处理显著 ( $P<0.05$ ) 抑制果实硬度的上升和出汁率的下降, 贮藏 35 d 后, 对照果实的硬度和出汁率分别上升 101% 和下降 32%, 而热处理果实仅分别上升 39% 和下降 14%。因此, 热处理可显著减轻果实的木质化败坏症状, 贮藏 35 d 后仍保持较好的食用品质。

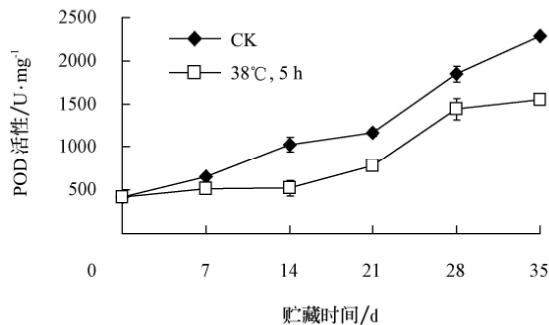
### 2.3 热处理对 PAL、POD 和 PPO 活性及木质素含量的影响

枇杷果实 PAL、POD 和 PPO 活性随着贮藏期的延长而

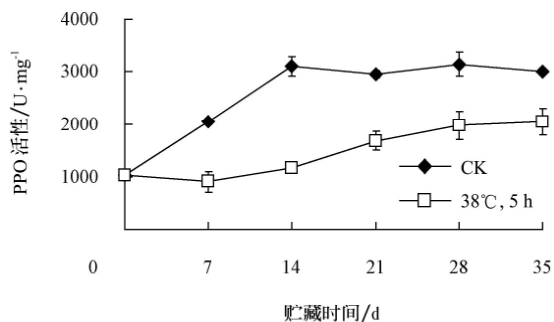
升高 (图 2a, b, c)。热处理果实的 PAL 活性在贮藏的前 2 周上升较快并略高于对照果实, 3 周后热处理果实的 PAL 活性变化趋于平缓并显著 ( $P<0.05$ ) 低于对照果实。在整个贮藏期间, 热处理显著 ( $P<0.05$ ) 抑制了 POD 和 PPO 活性的上升。木质素含量随贮藏时间延长而上升, 在贮藏的前 3 周热处理对木质素含量变化无显著影响, 但贮藏 3 周后热处理显著 ( $P<0.05$ ) 抑制了木质素的积累。贮藏 35 d 后, 对照果实木质素含量从贮前的 0.65% 上升至 1.50%, 而处理果实仅上升至 1.13% (图 2d)。



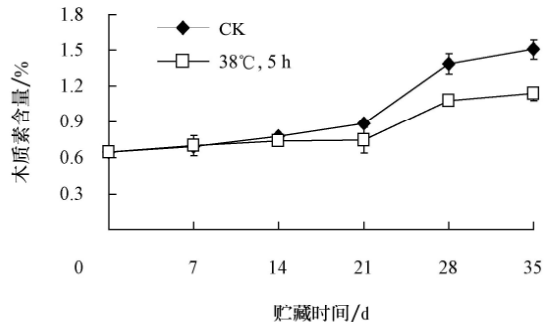
a. 对 PAL 活性的影响



b. 对 POD 活性的影响



c. 对 PPO 活性的影响



d. 对木质素含量的影响

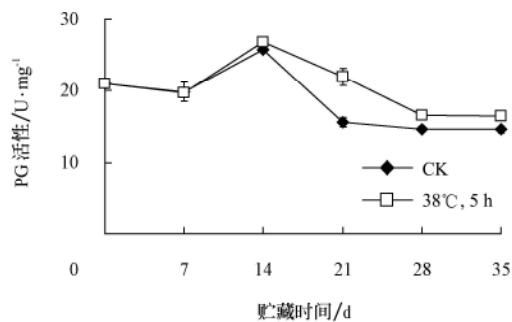
图 2 热处理对 PAL、POD 和 PPO 活性及木质素含量的影响

Fig.2 Effects of heat treatment on activities of Phenylalanine Ammonialyase (PAL), Peroxidase (POD), Polyphenol Oxidase(PPO) and lignin content

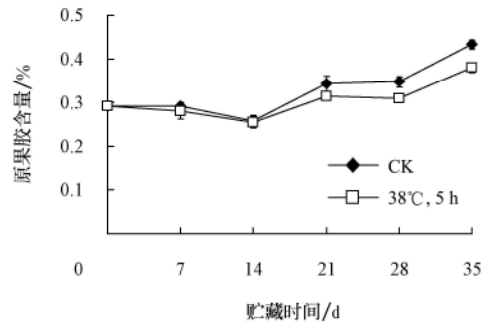
### 2.4 热处理对 PG 活性、原果胶和水溶性果胶含量的影响

从图 3a 可以看出, 枇杷果实 PG 活性在贮藏的前 2 周有一个上升过程, 之后下降。2 周后热处理显著 ( $P<0.05$ ) 抑制 PG 活性的降低。枇杷果实原果胶含量在贮藏的前 2 周稍有下降, 之后逐渐上升 (图 3b)。与原

果胶含量变化相反, 水溶性果胶含量在贮藏第 1 周上升之后逐渐下降 (图 3c)。贮藏 2 周后, 热处理显著 ( $P<0.05$ ) 抑制了原果胶含量的上升和水溶性果胶含量的下降。由于 PG 是催化果胶物质降解的主要酶类, 热处理保持较高的水溶性果胶含量可能与其保持较高的 PG 活性有关。



a. 对 PG 活性的影响



b. 对原果胶含量的影响

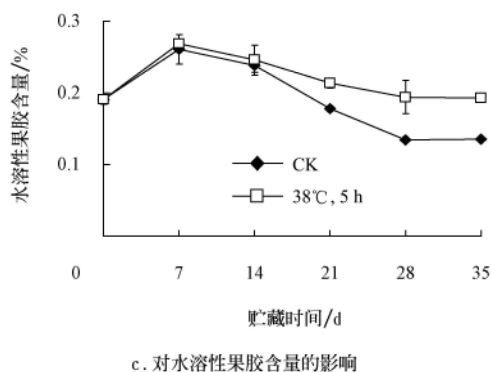


图3 热处理对PG活性、原果胶和水溶性果胶含量的影响

Fig.3 Effects of heat treatment on Polygalacturonase (PG) activity, contents of protopectin and water soluble pectin

### 3 讨论

果实质地主要取决于果胶、纤维素和木质素等细胞壁物质的质和量,它是果实品质的重要指标,同时又与果实的成熟衰老密切相关。一般果实在成熟衰老过程中,细胞壁物质发生降解,从而导致果实的软化和出汁率的提高。但枇杷果实在低温下贮藏时,细胞壁物质的降解受阻,反而出现原果胶、纤维素和木质素的合成,从而导致果实木质化败坏症状,降低果实的商品性<sup>[1]</sup>。PAL是木质素合成代谢的关键酶。采用适当浓度的1-甲基环丙烯(1-MCP)处理<sup>[4]</sup>和减压贮藏<sup>[6]</sup>都能有效抑制冷藏枇杷果实PAL活性并降低木质素含量,从而减轻果实木质化败坏;而采用外源乙烯处理会提高PAL活性并增加木质素含量,促进果实木质化败坏<sup>[4]</sup>。PPO和POD也都参与了木质素的生物合成。POD在肉桂醇的聚合反应过程中具有较高活性,并通过催化过氧化氢完成木质素单体向木质素大分子的聚合反应;PPO通过参与酚类物质(如绿原酸、香豆素等)的氧化过程而促进木质素的合成<sup>[19]</sup>。采用水杨酸处理<sup>[3]</sup>和减压贮藏<sup>[6]</sup>都可以减缓枇杷果实POD和PPO活性的升高,抑制木质素含量的上升,从而抑制果实木质化败坏。在本试验中,38℃,5 h热空气处理显著抑制了枇杷果实的PAL、POD和PPO等木质素合成相关酶活性,减少木质素的积累,同时延缓了果实硬度的上升及出汁率的下降。这些结果表明,热处理减轻冷藏枇杷果实木质化败坏的机理与其抑制木质素的合成有关。

果胶是植物细胞壁的主要成分,它与果蔬质地密切相关。果实在成熟软化过程中,果胶物质在果胶甲酯酶(PME)和PG等酶的作用下发生降解,原果胶含量下降而水溶性果胶含量上升。PG的作用底物是多聚半乳糖醛酸,通过将原果胶转变为水溶性果胶导致果实硬度的下降<sup>[20]</sup>。研究表明,PG活性与水溶性果胶含量的上升及果胶分子量的下降存在着明显的正相关<sup>[21]</sup>。但枇杷果实在冷藏过程中,果胶物质代谢发生异常,PME和PG活性下降,原果胶含量上升而水溶性果胶含量下降,使果实的硬度上升而出汁率下降,从而表现木质化败坏症状<sup>[1]</sup>。在本试验中,枇杷果实在1℃贮藏35 d后,PG活性显著下降,有可能导致低甲氧基果胶的积累和凝胶的产生,

使果实可溶性果胶减少,最终导致果实的木质化败坏症状。热处理可以维持枇杷果实中较高的PG活性,促进了原果胶的降解,保持果实中较高的水溶性果胶含量,从而减轻木质化败坏的发生。

### 4 结论

1) 枇杷果实在冷藏过程中木质素合成相关酶苯丙氨酸解氨酶(PAL)、过氧化物酶(POD)、多酚氧化酶(PPO)活性上升,使木质素含量增加,而多聚半乳糖醛酸酶(PG)活性降低,原果胶积累,使水溶性果胶含量减少,是导致果实硬度上升和出汁率下降的木质化败坏症状的原因。

2) 采用38℃,5 h热空气处理能有效抑制PAL、POD和PPO活性的升高和PG活性的下降,使果实保持较低的硬度和较高的出汁率,从而减轻果实木质化败坏,保持较好的食用品质。

#### [参 考 文 献]

- [1] 郑永华,李三玉,席巧芳. 枇杷冷藏过程中果肉木质化与细胞壁物质变化的关系[J]. 植物生理学报, 2000, 26(4): 306—310.  
Zheng Yonghua, Li Sanyu, Xi Yufang. Changes of cell wall substances in relation to flesh woodiness in cold-stored loquat fruits[J]. Acta Phytophysiological Sinica, 2000, 26(4): 306—310. (in Chinese with English abstract)
- [2] 郑永华,李三玉,席巧芳,等. 多胺与枇杷果实冷害的关系[J]. 植物学报, 2000, 42(8): 824—827.  
Zheng Yonghua, Li Sanyu, Xi Yufang, et al. Polyamine changes and chilling injury in cold-stored loquat fruit[J]. Acta Botanica Sinica, 2000, 42(8): 824—827. (in Chinese with English abstract)
- [3] 吴锦程,陈群,唐朝晖,等. 外源水杨酸对冷藏枇杷果实木质化及相关酶活性的影响[J]. 农业工程学报, 2006, 22(7): 175—179.  
Wu Jincheng, Chen Qun, Tang Chaohui, et al. Effects of exogenous salicylic acid on lignification and related enzymes activities of loquat during cold storage[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2006: 22(7): 175-179. (in Chinese with English abstract)
- [4] Cai Chong, Chen Kunsong, Xu Wenping, et al. Effect of 1-MCP on postharvest quality of loquat fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2006, 40(2): 155—162.

- [5] Cao Shifeng, Zheng Yonghua, Wang Kaituo, et al. Methyl jasmonate reduces chilling injury and enhances antioxidant enzyme activity in postharvest loquat fruit[J]. Food Chemistry, 2009, 115(4): 1458–1463.
- [6] Gao Haiyan, Song Lili, Zhou Yongjun, et al. Effects of hypobaric storage on quality and flesh leatheriness of cold-stored loquat fruit[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2008, 24(6): 245–249.
- [7] Chen Jianye, He Lihong, Jiang Yueming, et al. Role of phenylalanine ammonia-lyase in heat pretreatment-induced chilling tolerance in banana fruit[J]. Physiologia Plantarum, 2008, 132(3): 318–328.
- [8] Ghasemnezhad M, Marsh K, Shilton R, et al. Effect of hot water treatments on chilling injury and heat damage in 'satsuma' mandarins: antioxidant enzymes and vacuolar ATPase, and pyrophosphatase[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 48(1): 364–371.
- [9] Mirdehghan S H, Rahemi M, Martínez-Romero D, et al. Reduction of pomegranate chilling injury during storage after heat treatment: role of polyamines[J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 44(1): 19–25.
- [10] Mao Linchun, Pang Huaqing, Wang Guoze, et al. Phospholipase D and lipoxygenase activity of cucumber fruit in response to chilling stress[J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 44(1): 42–47.
- [11] 吴光斌, 陈发河, 张其标, 等. 热激处理对冷藏枇杷果实冷害的生理作用[J]. 植物资源与环境学报, 2004, 13(2): 1–5.  
Wu Guangbin, Chen Fahe, Zhang Qibiao, et al. Effects of heat shock treatment on chilling injury and physiological responses of *Eriobotrya japonica* fruit during cold storage[J]. Journal of Plant Resources and Environment, 2004, 13(2): 1–5. (in Chinese with English abstract)
- [12] Femenia A, Garcia-Conesa M, Simal S, et al. Characterisation of the cell wall of loquat (*Eriobotrya japonica* L.) fruit tissues[J]. Carbohydrate Polymers, 1998, 35(3): 145–153.
- [13] 许安邦, 林维宣. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工出版社, 1994: 200–213.  
Xu Anbang, Lin Weixuan. Food Analysis[M]. Beijing: China Light Industry Press, 1994: 200–213. (in Chinese)
- [14] Zucker M. Sequential induction of phenylalanine ammonia-lyase and lyase-inactivating system in potato tuber disks[J]. Plant Physiology, 1968, 43(3): 365–374.
- [15] Kochba J, Lavee S, Spiege R P. Difference in peroxidase activity and isoenzymes in embryogenic and non-embryogenic 'Shamouti' orange ovular callus lines[J]. Plant and Cell Physiology, 1977, 18(2): 463–467.
- [16] Murr D P, Morris L L. Influence of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> on o-diphenol oxidase activity in mushrooms[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1974, 99(2): 155–158.
- [17] Jeong J, Huber D J, Sargent S A. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 25(3): 241–256.
- [18] Bradford M M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle-dye binding[J]. Analytical Biochemistry, 1976, 72(1): 248–254.
- [19] Milosevic N, Slusarenko A J. Active oxygen metabolism and lignification in the hypersensitive response in bean[J]. Physiological and Molecular Plant Pathology, 1996, 49(3): 143–158.
- [20] 茅林春, 张上隆. 果胶酶与桃果实冷害的关系[J]. 植物生理学通讯, 2000, 36(3): 266–270.  
Mao Linchun, Zhang Shanglong. Relationship between pectolytic enzymes and chilling injury in peach[J]. Plant Physiology Communications, 2000, 36(3): 266–270. (in Chinese with English abstract)
- [21] Pressey R, Hinton D M, Avants J K. Development of polygalacturonase activity and solubilization of pectin in peaches during ripening[J]. Food Science, 1971, 36(7): 1070–1073.

## Effects of heat treatment on flesh leatheriness and related enzyme activities of loquat fruits during cold storage

Rui Huaijin, Wang Kaituo, Shang Haitao, Tang Shuangshuang, Jin Peng, Cao Shifeng, Zheng Yonghua<sup>\*</sup>  
(College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** The study was conducted to investigate the effects of heat treatment on flesh leatheriness of cold-stored loquat fruits and the possible mechanisms. Freshly harvested loquat fruits were pre-treated with hot air at 38°C for five hours and then stored at (1±1)°C for 35 days. Fruits firmness, extractable juice rate, the activities of phenylalanine ammonium-lyase (PAL), peroxidase (POD), polyphenol oxidase (PPO) and polygalacturonase (PG) that were related to flesh leatheriness, and contents of lignin and pectin were analyzed at seven-day intervals during storage. The results indicated that heat treatment significantly delayed the increase of fruits firmness and the decrease of extractable juice rate, inhibited the increase of PAL, POD and PPO activities and the decrease of PG activity. Meanwhile, heat treatment reduced the accumulation of lignin and protopectin and maintained higher content of water soluble pectin, thereby prevented the development of flesh leatheriness and maintained the quality of cold-stored loquat fruits. These data suggest that the reduction of flesh leatheriness by heat treatment may be related to the inhibition of lignin synthesis and the enhancement of pectin solubilization.

**Key words:** loquat fruits, heat treatment, low temperature storage, flesh leatheriness