

贮前热处理减轻柿果实冷害与细胞壁水解酶活性的关系

罗自生¹ 席芳¹ 金勇丰² 张耀洲²

(¹ 浙江大学食品科技系, 杭州 310029; ² 浙江大学生物化学研究所, 杭州 310029)

摘 要: 柿果实冷藏后移到常温下后熟时, 果肉组织的内切-多聚半乳糖醛酸酶、-半乳糖苷酶、阿拉伯聚糖酶、木聚糖酶活性受到抑制, 引起果实冷害发生。贮前热处理能显著提高这几种酶的活性, 从而降低冷害指数, 使果实正常软化。

关键词: 热处理; 柿; 果实; 冷害; 细胞壁水解酶

中图分类号: S 665.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2001) 06-0554-03

1 目的、材料与方法

柿果实采后常温下极易软化, 冷藏虽能有效抑制软化但易发生冷害。贮前适当的热处理能提高细胞壁水解酶活性, 使果胶、纤维素和半纤维素等物质正常降解, 从而减轻冷害。作者研究了冷藏柿果细胞壁水解酶活性的变化及热处理对柿果冷害的影响, 为柿果采后贮藏保鲜提供依据。

试验于 1999~2000 年完成, 扁花柿果实 (*Diospyros kaki* L. f. cv. Bianhua) 采自浙江省杭州市蒋村, 属涩柿。采后当天运回实验室。选择 7~8 成熟 (果实开始转黄)、大小基本一致、无病虫的柿果, 分成 3 组, 每组 30 kg, 设 3 个重复。第 1 组在 20℃ 下后熟; 第 2 组直接冷藏, 贮温为 (1±1)℃, 45 d 后移置 20℃ 下后熟; 第 3 组在 47℃ 热空气中处理 3 h 后冷藏于 (1±1)℃ 下, 45 d 后移置 20℃ 下后熟。相对湿度 (RH) 均为 90%。

冷害指数 (CII) 的测定参照 Wang 等^[1]方法, 从处理中随机抽取 N (8~10) 个果实, 记录发生冷害的个数 (M), 估算每个果实因发生冷害而果面灰暗、水渍状的面积与柿果总面积的比值 P, 按公式: $CII = (P_1 + P_2 + \dots + P_m) \times M/N$ 计算冷害指数。硬度用 TA-XT2i 型质构仪测定。选取柿果实最大直径处去皮的果肉, 测试深度为 15 mm, 探头直径为 5 mm, 取最大值, 重复 10 次, 取平均值。内切-多聚半乳糖醛酸酶 (Endo-Polygalacturonase, Endo-PG) 活性测定参考 Pressey 等^[2]的方法, 一个酶活力单位以每克果肉每分钟内测试体系粘度下降 1% 表示, 以煮沸的酶液作对照。-半乳糖苷酶 (-galactosidase, -Gal) 活性测定参照 Carrington 等^[3]的方法, 以对硝基酚-D-半乳糖吡喃糖苷 (p-nitrophenol-D-galactopyranoside) 为底物, 测定水解生成的硝基酚 (nirtophenol) 含量, 酶活力以释放的 nirtophenol 表示 ($\mu\text{mol} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$)。阿拉伯聚糖酶 (Arabinanase, Ara) 和木聚糖酶 (Xylanase, Xyl) 活性测定参照 Cooper 等^[4]的方法, Ara 以阿拉伯聚糖 (Arabinan) 为底物, 测定水解生成的阿拉伯糖 (Arabinose) 含量, 酶活力以释放的 Arabinose 表示 ($\mu\text{mol} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$); Xyl 以木聚糖 (Xylan) 为底物, 测定水解生成的木糖 (Xylose) 含量, 酶活力以释放的 Xylose 表示 ($\mu\text{mol} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$)。

收稿日期: 2001-05-09; 修回日期: 2001-07-04

2 结果与分析

2.1 贮前热处理对柿果实冷害指数和硬度的影响

由图 1, A 可见, 柿果实冷藏期间冷害症状表现不明显, 而移到 20℃ 下后熟时则出现明显症状, 54 d 时, 常规冷藏的冷害指数达 32.6, 为贮前热处理的 1.99 倍, 二者间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。20℃ 下柿果肉组织硬度迅速下降, 9 d 时仅为采收时的 8.72%, 在冷藏期间常规冷藏和贮前热处理的硬度变化均很小, 而当置于 20℃ 下, 二者均迅速下降, 贮前热处理尤为明显, 54 d 时常规冷藏的硬度为贮前热处理的 3.41 倍, 二者差异达极显著水平 ($P < 0.01$) (图 1, B)。这表明柿果受到严重冷害后不能正常后熟软化。

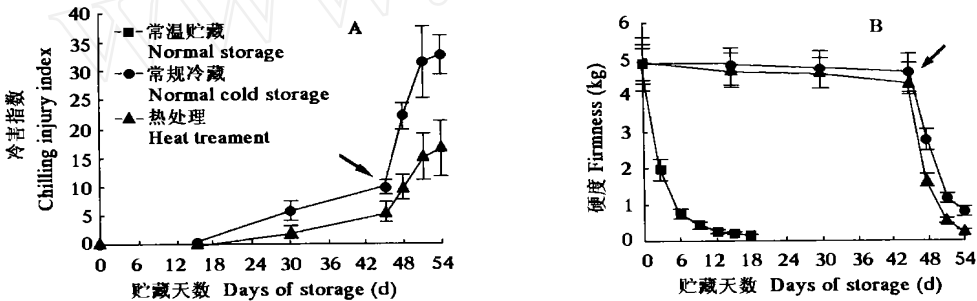


图 1 贮前热处理对柿果实冷害指数和硬度的影响

(‘ ’ 表示从低温移到 20℃ 下后熟)

Fig. 1 Effect of pre-heat treatment on chilling injury index and firmness of postharvest persimmon fruit

(‘ ’ indicated fruit removed from low temperature to ripening at 20℃)

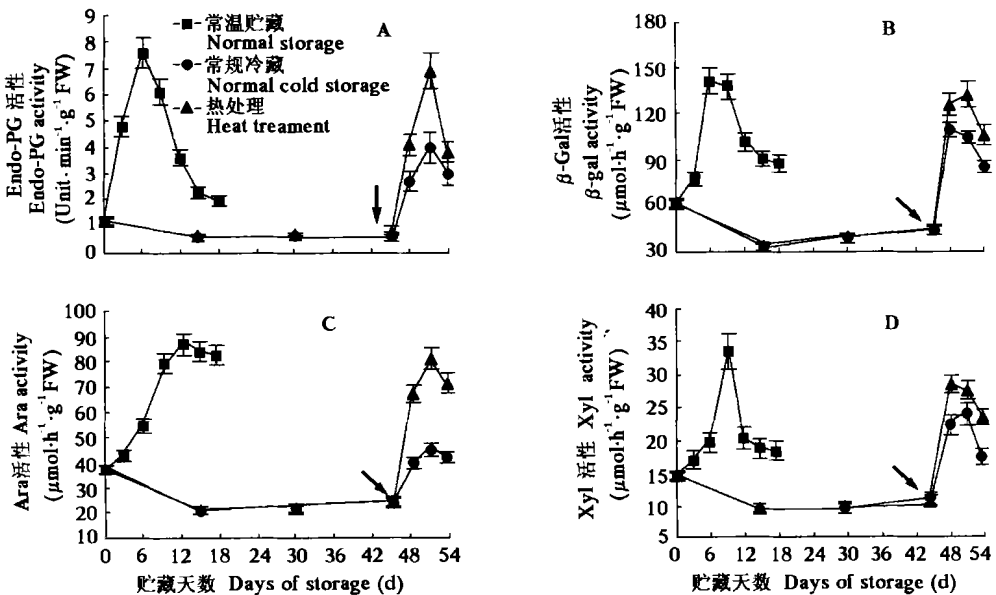


图 2 贮前热处理对柿果 Endo-PG, -Gal, Ara 和 Xyl 活性的影响

(‘ ’ 表示从低温移到 20℃ 下后熟)

Fig. 2 Effect of pre-heat treatment on activity of Endo-PG, -Gal, Ara and Xyl of postharvest persimmon fruit

(‘ ’ indicated fruit removed from low temperature to ripening at 20℃)

2.2 贮前热处理对柿果实 Endo-PG、 α -Gal、Ara 和 Xyl 活性的影响

由图 2 看出, 在 20℃ 下, 采后柿果实 Endo-PG、 α -Gal、Ara 和 Xyl 活性均呈先上升后下降趋势, 只是峰值大小及出现时间有所不同。常温贮藏时, Endo-PG 和 α -Gal 最大值出现于采后 6 d 时, 而 Ara 和 Xyl 的峰值分别出现于采后 12 d 和 9 d。柿果冷藏 45 d 后移至 20℃ 下时, 常规冷藏和贮前热处理的 Endo-PG 活性均于 51 d 时达最大值 (图 2, A), 二者间差异达极显著水平 ($P < 0.01$); 常规冷藏的 α -Gal 活性于 48 d 时达最大值, 而贮前热处理的于 51 d 时达最大值 (图 2, B), 二者间差异达显著水平 ($P < 0.05$); 常规冷藏和贮前热处理的 Ara 活性均于 51 d 时达最大值 (图 2, C), 二者间差异达显著水平 ($P < 0.05$); 常规冷藏的 Xyl 活性于 51 d 时达最大值, 而贮前热处理的于 48 d 时达最大值 (图 2, D), 二者间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。以上研究结果表明, 在低温胁迫下, 柿果肉的 Endo-PG、 α -Gal、Ara 和 Xyl 的活性受到显著抑制, 果实不能正常成熟软化, 出现冷害症状。贮前热处理可提高冷藏后柿果上述 4 种细胞壁水解酶的活性, 果实能基本成熟软化, 减轻果实冷害的发生。

参考文献:

- 1 Wang C Y, Zuoliang J. Effect of low - oxygen storage on chilling injury and polyamines in zucchini squash. *Sci. Hort.*, 1989, 39: 1 ~ 7
- 2 Pressey R, Avants J K. Difference in polygalacturonase composition of clingstone and freestone peaches. *J. Food Sci.*, 1978, 43: 1415 ~ 1417
- 3 Carrington C M S, Greve L C, Labavitch J M. Cell wall metabolism in ripening fruit. . Effect of the antisense polygalacturonase gene on cell wall changes accompanying ripening in transgenic tomatoes. *Plant Physiol.*, 1993, 103: 429 ~ 434
- 4 Cooper RM, Wood RKS. Regulation of synthesis of cell wall degrading enzymes by *Verticillium albo-atrum* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Physiol Plant Pathol.*, 1975, 5: 135 ~ 156

Relationship Between Pre-heat Treatment Alleviating Chilling Injury and Activities of Cell Wall Hydrolases of Persimmon Fruit

Luo Zisheng¹, Xi Yufang¹, Jin Yongfeng², and Zhang Yaozhou²

(¹Department of Food Science and Technology, Zhejiang University, Hangzhou 310029; ²Biochemical Institute, Zhejiang University, Hangzhou 310029)

Abstract: Persimmon chilling injury can be due to lower activities of endo-polygalacturonase, α -galactosidase, arabinanase and xylanase when the fruit were removed from cold storage (1 ± 1) and followed by the ripening at ambient temperature (20℃). As pre-heat treatment significantly enhanced the above cell wall hydrolase activities, the chilling injury index and firmness of persimmon were significantly lower than those of persimmon under cold storage, resulting in fruit ripening normally.

Key words: Pre-heat treatment; Persimmon; Chilling injury; Cell wall hydrolases