

竹笋采后热处理对细胞壁组分和水解酶活性的影响

罗自生 席芳* 傅国柱 吕春霞

(浙江大学食品科技系, 杭州 310029)

摘 要: 研究了竹笋采后热处理对细胞壁组分和水解酶活性的影响。结果表明: 热处理后竹笋在 (4 ± 1) 下贮藏期间纤维素酶、果胶甲酯酶和多聚半乳糖醛酸酶活性及可食用率和水溶性果胶明显高于对照; 而硬度、纤维素、木质素和原果胶含量则低于对照。

关键词: 竹笋; 热处理; 细胞壁组分; 细胞壁水解酶

中图分类号: S 644.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2002) 01-0043-04

竹笋采后易木纤化, 常温下 2~3 d 即失去食用价值。植物木纤化过程与细胞壁物质代谢有密切关系^[1]。有关竹笋木纤化过程中细胞壁组分及相关酶变化的报道较少。本研究探索了采后竹笋细胞壁组分(纤维素、果胶物质、木质素)和细胞壁水解酶(纤维素酶、果胶甲酯酶、多聚半乳糖醛酸酶)间的关系, 以及热处理对细胞壁组分和相关酶活性的影响, 以期采后竹笋的贮藏保鲜提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 1999 年 4~6 月和 2000 年 4~6 月进行, 竹笋 (*Phyllostachys vivax* McClure) 采自浙江省临安市, 品种为‘乌哺鸡’。采收当天运至实验室, 选择大小基本一致、无病虫的竹笋, 参考当地经验, 在 80℃ 热水中浸 30 s; 对照则在 20℃ 蒸馏水中浸 30 s, 捞出沥干, 分别装于 0.04 mm 厚塑料膜袋中, 不扎口, 贮于 (4 ± 1)℃ 下。每处理 75 支, 重复 3 次。

1.2 测定项目和方法

用 TA-XT2i 型质构仪测笋中部(从笋基部数第 4 节)硬度, 探头直径 5 mm, 测试深度 3 mm, 贯入速度 1 mm/s, 取最大值, 重复 10 次取平均值, 单位为 g。

根据感官评定, 将硬度大于 7 500~8 000 g 的基部笋肉视为不可食用, 小于 7 500~8 000 g 的笋肉视为可食用。随机抽取 5 支笋, 测定可食用笋肉与总质量的百分比即为可食用率。

原果胶和水溶性果胶 (Water soluble pectin, WSP) 的测定参照韩雅珊^[2]的方法。用硫酸-咔唑法测定 530 nm 处标准半乳糖醛酸液和果胶提取液的吸光值, 以 100 g 笋肉含有的半乳糖醛酸表示原果胶和水溶性果胶的含量。

纤维素的测定参照文献 [3] 的方法。随机抽取 5 支笋, 称 50 g 笋肉, 匀浆后烘干, 加入 200 mL 酸性洗涤液和 4 mL 萘烷, 加热回流 2 h, 倒入预先称量的砂心坩埚过滤, 并用丙酮洗涤, 烘干至恒重称量。

木质素的测定参照鞠志国等^[4]的方法。随机抽取 5 支笋, 称 50 g 笋肉, 匀浆后烘干。在干样中加入 30 mL 热水, 冷却后再加入 86% 硫酸 75 mL, 在室温下搅拌 4~5 h, 再加 500 mL 蒸馏水煮沸 1 h, 用预先称量好的 G4 砂心漏斗过滤, 并用蒸馏水反复冲洗, 直至洗液与 10% BaCl₂ 无白色沉淀产生, 烘干至恒重。

纤维素酶的测定参照 Hinton 等^[5]的粘度法。以 1% 羧甲基纤维素为底物, 30℃ 下保温 60 min, 以煮沸的酶液作对照, 一个酶活力单位为每克笋肉每分钟内测试体系粘度下降 1%, 以 U·min⁻¹·g⁻¹ FW

收稿日期: 2001-04-26; 修回日期: 2001-06-14

*联系人, Tel: 0571-86022577, E-mail: Zishengluo@163.com。

表示。

果胶甲酯酶 (Pectinmethylesterase, PME) 的测定参照 Artes 等^[6]的方法。以 0.5 % 柑橘果胶为底物, 用 0.01 mol L^{-1} NaOH 滴定, 30 min 内维持 pH 7.0, 一个酶活力单位为每克笋肉每分钟底物释放 H^+ $1 \mu\text{mol}$, 以 $\text{U min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{FW}$ 表示。

多聚半乳糖醛酸酶 (Polygalacturonase, PG) 的测定参照 Taylor 等^[7]的粘度法。1 % 柑橘果胶为底物, 30 保温 60 min, 以煮沸的酶液作对照, 一个酶活力单位为每克笋肉每分钟内测试体系粘度下降 1 %, 以 $\text{U min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{FW}$ 表示。

2 结果与分析

2.1 热处理对硬度和可食用率的影响

从图 1 可知, 采后竹笋组织硬度呈上升趋势, 而可食用率呈下降趋势。热处理组织的硬度较对照上升缓慢; 28 d 时, 热处理和对照分别为开始时的 136.1 % 和 153 %, 两处理间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。热处理延缓了竹笋可食用率的下降; 28 d 时, 热处理的可食用率为对照的 1.47 倍, 两处理间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。

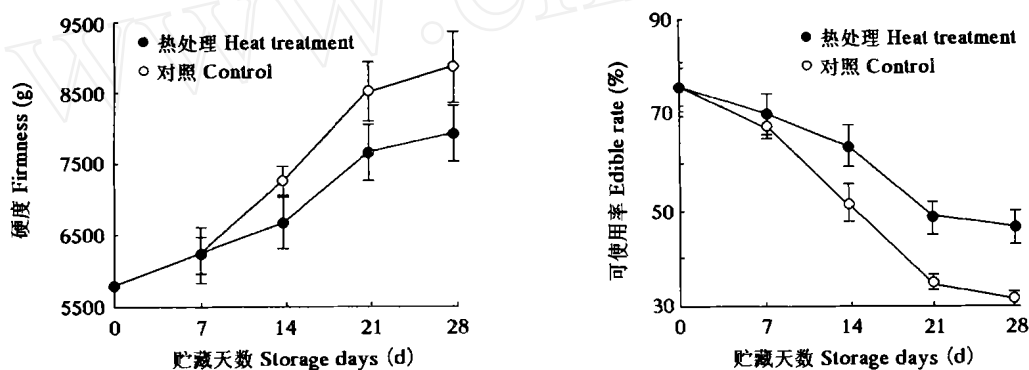


图 1 热处理对采后竹笋硬度和可食用率的影响

Fig. 1 Effect of heat treatment on firmness and edible rate of excised bamboo shoot

2.2 热处理对细胞壁组分的影响

采后竹笋纤维素和木质素含量均呈上升趋势 (图 2)。采后 28 d 中, 纤维素含量以 14 ~ 21 d 增加相对较快; 28 d 时, 热处理的纤维素含量为对照的 75.2 %, 两处理间差异显著 ($P < 0.05$)。木质素含量以 7 ~ 14 d 增加最快, 但热处理较对照增加缓慢, 28 d 时为对照的 74.1 %, 两处理间差异达极显著水平 ($P < 0.01$)。采后竹笋原果胶含量呈上升而水溶性果胶呈下降趋势 (图 3), 原果胶含量在 14 ~ 21 d 增加最快; 21 d 时热处理为对照的 83.3 %, 但两处理间差异不显著 ($P > 0.05$)。采后竹笋水溶性果胶前 7 d 迅速下降, 之后缓慢降低; 热处理较对照下降缓慢, 28 d 时为对照的 124.2 %, 两

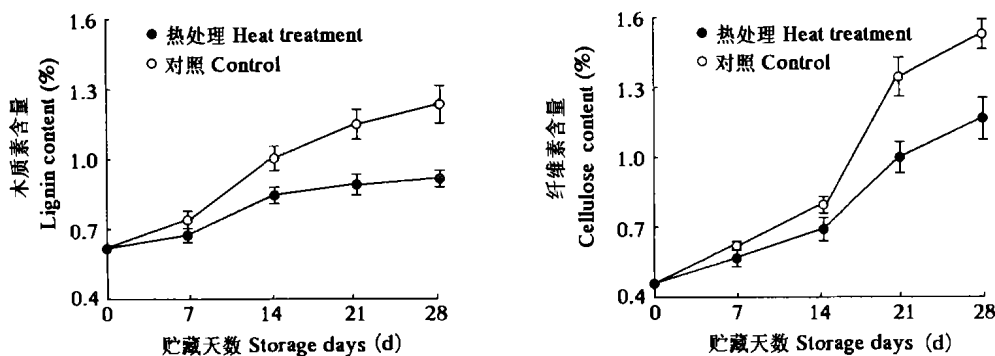


图 2 热处理对采后竹笋木质素和纤维素含量的影响

Fig. 2 Effect of heat treatment on lignin and cellulose content of excised bamboo shoot

理间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。

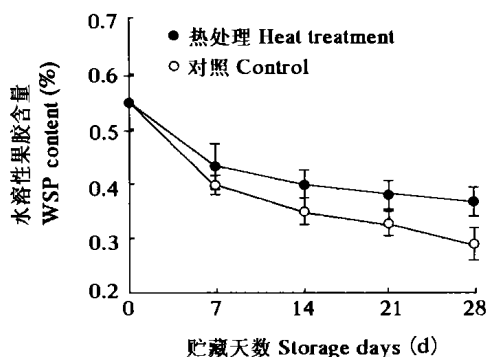
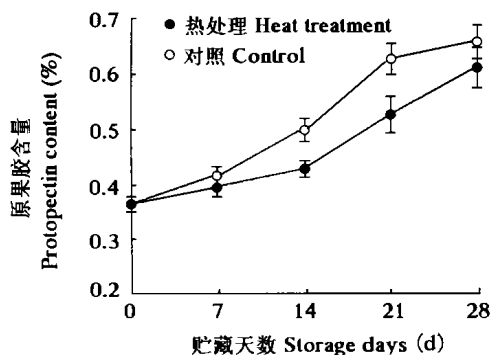


图3 热处理对采后竹笋原果胶和水溶性果胶含量的影响

Fig. 3 Effect of heat treatment on content of protopectin and WSP of excised bamboo shoot

2.3 热处理对纤维素酶、PME 和 PG 活性的影响

由图4可知,采后竹笋纤维素酶活性均呈下降趋势,以7~14 d下降明显。28 d时,热处理的组织纤维素酶活性为对照的1.23倍,两处理间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。采后竹笋 PME 和 PG 活性均呈下降趋势 (图5,图6)。热处理组织中的 PME 活性较对照下降缓慢,28 d 时为对照的1.57倍,两处理间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。PG 活性下降在开始7 d 特别明显;经热处理后组织中的 PG 活性较对照下降缓慢,28 d 时为对照的1.32倍,两处理间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。

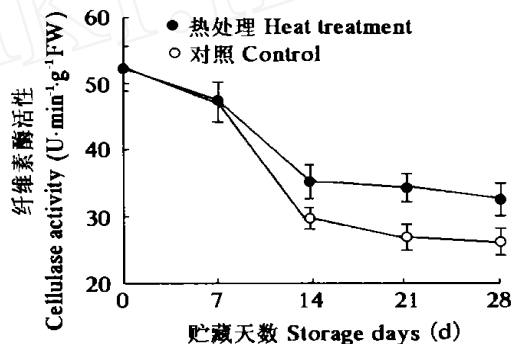


图4 热处理对采后竹笋纤维素酶活性的影响

Fig. 4 Effect of heat treatment on cellulase activities of excised bamboo shoot

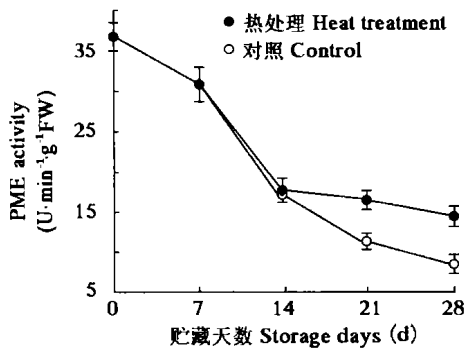


图5 热处理对采后竹笋 PME 活性的影响

Fig. 5 Effect of heat treatment on PME activities of excised bamboo shoot

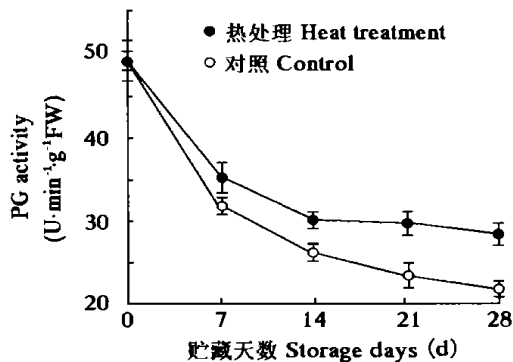


图6 热处理对采后竹笋 PG 活性的影响

Fig. 6 Effect of heat treatment on PG activities of excised bamboo shoot

3 讨论

纤维素、果胶物质和木质素等物质为植物细胞壁主要成分^[1],它与果蔬质地有密切关系。通常果蔬贮藏期间,纤维素酶、PME、PG等活性上升,从而导致纤维素、原果胶等物质逐步降解,水溶性果胶增加,导致果蔬组织软化^[8]。试验结果发现,竹笋贮藏期间,纤维素酶活性下降,而纤维素、木质素含量增加,PME、PG活性迅速下降,使原果胶含量增加,水溶性果胶降低,从而导致竹笋硬度

增加,可食用率降低。这说明采后竹笋木纤化是细胞壁水解酶异常变化而导致细胞壁组分积累的结果。这与郑永华^[9]在研究冷藏枇杷木质化形成过程的报道相一致。

近年来人们研究了贮前热处理对果蔬采后生理的影响,发现既能抑制番茄 PME、PG 活性,延缓其软化^[10],也能提高柿果冷藏期间 PME、PG 等活性,促进果胶正常分解,防止絮败发生^[11]。本研究发现,贮前热处理竹笋贮藏在 (4 ± 1) 下,纤维素酶、PME 和 PG 活性明显高于对照,导致纤维素、木质素、原果胶含量和硬度低于对照,而水溶性果胶含量高于对照,这说明热处理能提高采后竹笋的纤维素酶、PME 和 PG 活性,因此抑制竹笋细胞壁组分的积累,从而延缓竹笋木纤化过程。这与 Grant 等^[12]在柿果上的研究结果一致。综上所述,贮前热处理能延缓采后竹笋的木纤化过程,提高竹笋食用品质。

参考文献:

- 1 颜季琼,张孝琪,龙程.高等植物细胞壁的结构和功能的分子生物学基础.见:余叔文,汤章诚主编.植物生理与分子生物学.北京:科学出版社,1998.366~389
- 2 韩雅珊主编.食品化学实验指导.北京:中国农业大学出版社,1996.39~41
- 3 大连轻工业学院主编.食品分析.北京:中国轻工业出版社,1994.205~206
- 4 鞠志国,刘成连,原永兵.莱阳仕梨酚类物质合成的调节及其对果实品质的影响.中国农业科学,1993,26(4):44~48
- 5 Artes F, Cano A, Fern T. Pectolytic enzyme activity during intermittent warming storage of peaches. J. Food Sci., 1996, 61(2):311~313
- 6 Hinton D M, Pressey R. Cellulas activity in peaches during ripening. J. Food Sci., 1974, 39:783~785
- 7 Taylor M A, Rabe E, Dodd M C. Effect of storage regimes on pectolytic enzymes, pectic substances, internal conductivity and gel breakdown in cold stored Songold plume. J. Hort. Sci., 1994, 69(3):527~534
- 8 Fuscger R L, Bennett A B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 1991, 42:675~703
- 9 郑永华.冷藏枇杷果实木质化发生及其调控机理研究:[博士学位论文].杭州:浙江大学,1999.11
- 10 Yoshida O, Nakagawa H, Ogura N. Effect of heat treatment on the development of polygalacturonase activity in tomato fruit during ripening. Plant and Cell Physiol., 1984, 25:505~509
- 11 Spooner K J, Lay Yee M, Woof A B. Changes to physical properties of the cell wall and polyuronides in response to heat treatment of Fuyu persimmon that alleviate chilling injury. J Amer. Soc. Hort. Sci., 1997, 122:698~702
- 12 Grant T M, Macrae H, Redgwell R J. Effect of chilling injury on physicochemical properties of persimmon cell walls. Phytochem., 1992, 31:3739~3744

Effect of Heat Treatment on Cell Wall Components in Relation to Cell Wall Hydrolase of Excised Bamboo Shoots

Luo Zisheng, Xi Yufang, Fu Guozhu, and L ÜChunxia

(Department of Food Science and Technology, Zhejiang University, Hangzhou 310029)

Abstract: Effect of heat treatment on cell wall components and cell wall hydrolase of excised bamboo shoot during storage at (4 ± 1) was investigated. As compared with the control, the activities of cellulase, pectinmethylesterase and polygalacturonase, edible rate and the content of water pectin of the excised bamboo shoot were higher, while the firmness and the content of cellulose, lignin and protopectin were lower.

Key words: Bamboo shoot; Heat treatment; Cell wall component; Cell wall hydrolase