

抗坏血酸处理对鲜切水晶梨营养成分及褐变的影响*

田密霞^{1,2}, 胡文忠², 朱蓓薇¹, 姜爱丽², 庞坤²

1(大连工业大学生物与食品工程学院, 辽宁大连, 116034) 2(大连民族学院生命科学学院, 辽宁大连, 116600)

摘要 采用 0.025、0.05、0.075 mol/L 3 种不同浓度的抗坏血酸处理鲜切梨果实, 研究其在 10℃ 贮藏过程中的褐变及其营养物质的变化。结果表明, 抗坏血酸处理能抑制鲜切梨果实 PPO 活性, 减轻果蔬表面褐变程度, 延缓果实的硬度和 Vc 含量的下降速度, 提高鲜切梨果实的营养价值和外观品质。

关键词 鲜切, 梨, 抗坏血酸, 褐变

近年来, 随着人们生活水平的不断提高, 现代生活节奏的加快, 对切割果蔬的需求量增加很快。在北美, 鲜切果蔬占有极大的市场份额, 2002 年~2003 年的销售额达到 100~120 亿美元, 占美国零售额的 10%, 并且仍以 10%~20% 的速度迅速增长^[1]。但是果蔬切割后很容易变色、失水, 一些营养成分特别是 Vc 极易损失, 从而影响了其营养价值^[2~4]。

抗坏血酸^[5~7]是近年来研究较多且无任何毒害的一种抗氧化剂, 它对酶促褐变有较好的抑制作用, 使切割果蔬保持较好的颜色, 而且抗坏血酸处理还能补充因切割而损失的 Vc。

水晶梨果肉洁白细腻, 口感甘甜美口, 十分受人们的欢迎, 但切割后容易变色。本文采用 3 种不同浓度的抗坏血酸处理鲜切梨果实, 研究其对鲜切梨果实贮藏期间褐变及营养物质的影响。

1 材料与方法

1.1 原料与试剂

水晶梨: 大连市售, 果形整齐, 大小均匀, 无病虫害及损伤, 色泽、成熟度一致。

磷酸二氢钠, 磷酸氢二钠, 聚乙烯吡咯烷酮, 考马斯亮蓝 G250, 邻苯二酚, 福林酚试剂, 无水碳酸钠(以上均为分析纯)。

1.2 仪器与设备

PL203 精密电子天平, 梅特勒-托利多仪器上海有限公司; Lamda-25 紫外可见分光光度计, 美国 PE; GC-2010 气相色谱仪, 日本岛津公司; BR4i 型台式高速冷冻离心机, FHM-1 型果实硬度计, 日

本; CR400/CR410 型色差计, 日本 Konica Minolta。

1.3 实验方法

试验设 4 个处理: (1) 清水(对照), (2) 0.025 mol/L 抗坏血酸, (3) 0.05 mol/L 抗坏血酸, (4) 0.075 mol/L 抗坏血酸。用锋利的水果刀将供试果实削皮, 平均切分为 8 块, 去果心, 在各处理溶液中浸泡 2 min, 将其沥干水后装入密实袋, 然后于 10℃ 的冷库中贮藏, 每隔 1 d 测定各项生理指标, 测定时重复 3 次。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 果实颜色的测定

采用日本型号为 CR400/CR410 色彩色差计测定。

1.4.2 果实硬度的测定

采用日本型号为 FHM-1 果实硬度计测定。

1.4.3 可滴定酸含量的测定

采用酸碱滴定法测定, 以苹果酸为折算系数。

1.4.4 可溶性蛋白含量

采用 Bradford 牛血清白蛋白比色法。

1.4.5 Vc 含量的测定

采用液相色谱法^[8]。

1.4.6 总酚含量的测定

参照 Singleton 等人的方法^[9]。取 5 g 果肉加入 20 mL 体积分数 80% 乙醇匀浆, 10 000 × g 离心 10 min。取 1 mL 上清液加入 1 mL 的 Folin Ciocalteu 试剂及 10 mL 质量分数 7.5% Na₂CO₃ 溶液, 然后用蒸馏水定容至 25 mL。在室温下放置 1 h 后测定其在 750 nm 处的吸光值。结果用 OD_{280nm}/g (鲜重) 表示, 重复 3 次。

1.4.7 多酚氧化酶(PPO)和过氧化物酶(POD)的提取及测定

1.4.7.1 提取液的制备

取 5 g 果肉, 加 1 g 聚乙烯吡咯烷酮(PVPP)于

第一作者: 硕士, 工程师。

* 国家自然科学基金项目(No. 30671458, 30771508)

收稿日期: 2007-10-16, 改回日期: 2007-12-12

20 mL 0.2 mol/L 磷酸缓冲液(pH=6.4)中,冰浴研磨,4℃冰冻离心机 13 000 × g 离心 30 min,取上清液测定酶活性。

1.4.7.2 PPO 活性的测定

PPO 活性测定参照 Galeazzi 等人的方法^[10],并加以改进:将 0.5 mL 粗酶提取液加入 3 mL 0.5 mol/L 的邻苯二酚溶液(用 0.2 mol/L pH=6.4 的磷酸缓冲液配成)中。反应温度为 25℃,加酶液后 5 s 开始扫描,记录 30 s 内 398 nm 处吸光度变化值,以每分钟 OD_{398nm} 变化 1 为一个酶活单位,重复 3 次,酶活性用 U/g 来表示。

1.4.7.3 POD 活性的测定

POD 活性的测定按照 Putter 的方法^[11],稍作修改:将 0.5 mL 粗酶提取液加入 2 mL 0.1% M 愈创木酚(用 0.2 mol/L pH=6.4 的磷酸缓冲液配成)中,在 30℃ 水浴中平衡 5 min,然后加入 1 mL 体积分数 0.08% H_2O_2 (用 0.2 mol/L pH=6.4 的磷酸缓冲液配成)混匀,1 min 后扫描 2 min 内 460 nm 处吸光值变化,以每分钟 OD_{460nm} 变化 1 为一个酶活单位,重复 3 次,酶活性用 U/g 来表示。

2 结果与分析

2.1 颜色的变化

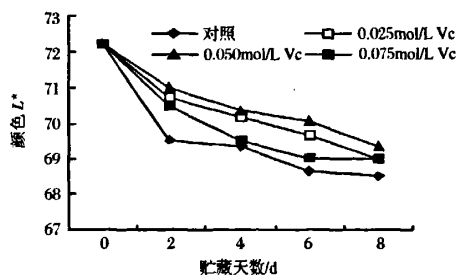


图1 不同处理梨果实颜色的变化

L^* 值是在贮藏过程中由于酶促褐变或是色素聚集引起的表层变暗的一个指标性参数。 L^* 越低,褐变越严重。由图1可知,鲜切梨果实的颜色是逐渐下降的,但是抗坏血酸处理的果实颜色下降较慢,而且始终高于对照。

2.2 硬度的变化

硬度下降是鲜切果蔬很普遍的现象,也是影响鲜切水果品质的一个重要因素。图2表明,鲜切梨果实在贮藏期间硬度是逐渐下降的,前6 d 处理组均高于对照,第8天时 0.075 mol/L 抗坏血酸处理组硬度急剧下降,且低于对照组。

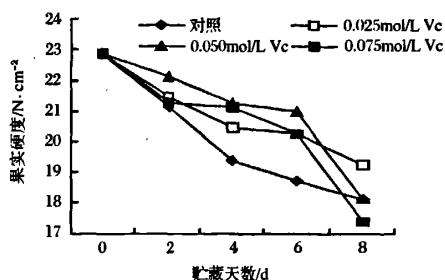


图2 不同处理梨果实硬度的变化

2.3 可滴定酸含量的变化

水果在贮藏期间仍在进行新陈代谢,有机酸作为重要的呼吸能量来源被不断地分解^[12],最终表现为苹果可滴定酸含量随着贮藏时间的延长而下降。从图3可以看出,鲜切梨果实的可滴定酸含量是逐渐下降的,0.05 mol/L 抗坏血酸处理组始终高于对照,其他处理组可滴定酸前期下降较快,但是后期下降缓慢,贮藏结束显著高于对照。

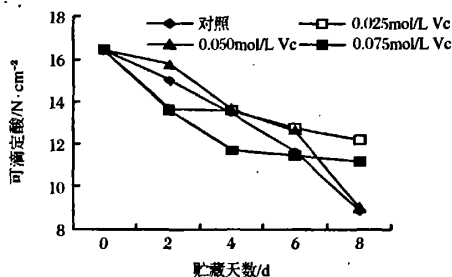


图3 不同处理梨果实可滴定酸的变化

2.4 可溶性蛋白含量

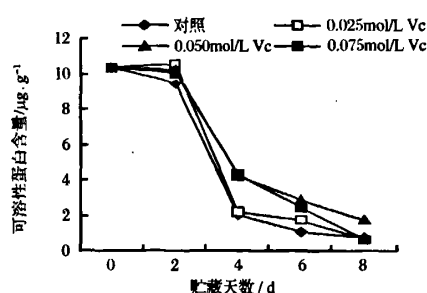


图4 不同处理梨果实可溶性蛋白的变化

组织伤害后呼吸强度上升, CO_2 大量产生、 O_2 消耗和热量释放剧增,组织代谢活性加强,而切割果蔬表面的汁液阻塞毛孔,很容易产生无氧呼吸,消耗大量的贮藏物质,造成产品品质的下降。水晶梨适度加工后,组织的碳水化合物、氨基酸、蛋白损失速率是完整组织的 2 倍多^[13]。正如图4所示,鲜切梨果实可溶性蛋白含量第2天到第4天迅速下降,而后趋于平

缓。但抗坏血酸处理组可溶性蛋白含量均高于对照。

2.5 Vc 含量的变化

完整的水果在贮藏过程中 Vc 含量不断下降^[14], 切割果蔬由于受到机械伤害 Vc 含量下降更为迅速^[15]。尽管 Vc 含量在贮藏期间不断下降, 经抗坏血酸处理的梨果实在贮藏结束时 Vc 含量仍高于刚切分的梨果实, 如图 5 所示。

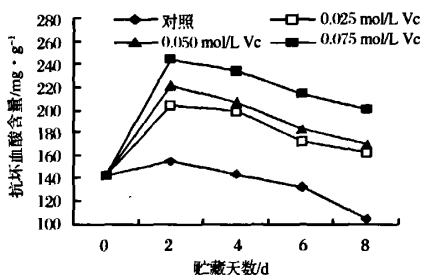


图5 不同处理梨果实抗坏血酸含量的变化

2.6 总酚含量及 PPO 活性的变化

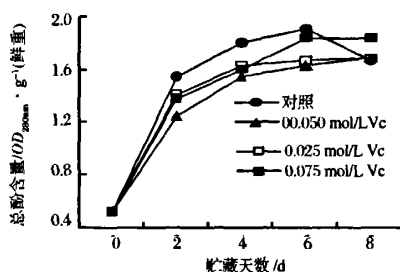


图6 不同处理梨果实总酚含量的变化

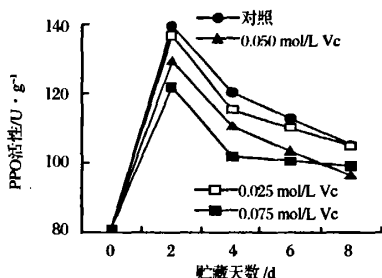


图7 不同处理梨果实 PPO 活性的变化

从图6、图7可以看出, 鲜切梨果实的总酚含量是逐渐上升的, 而且处理组始终低于对照组; 而 PPO 活性则是对照组最高, 活性随抗坏血酸浓度的增加而降低。王璋的研究 10 mmol/L 的抗坏血酸对景红桃和白花桃中 PPO 活性的抑制率分别达到 90 % 和 89 %^[16]。抗坏血酸浓度越大, 酶活性越小, 研究表明, 抗坏血酸对 PPO 活性的抑制主要是通过和酚类物质竞争反应底物—— O_2 , 同时其还可将酚类物质氧化

形成的醌重新还原成酚, 从而延缓或消除了褐变过程^[17,18]。由于底物 O_2 的减少, 抗坏血酸处理的梨果实 PPO 活性较低, 酚类物质消耗很少, 从而逐渐增加。

2.7 POD 活性的变化

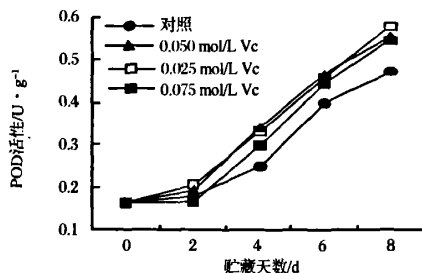


图8 不同处理梨果实 POD 活性的变化

衰老过程中果实 POD 活性增高可能是对 H_2O_2 积累的一种反应, 过氧化物酶活性与果实的成熟衰老密切相关。POD 对果实的成熟衰老和耐藏性的作用效应不同, 有人认为可能植物体中存在 2 种 POD 机制, 一种机制在逆境或衰老初期即表达, 表现为保护效应, 能增加果实的耐藏性; 另一种是在逆境后期或衰老后期被启动, 表现为伤害效应, 因此降低果实的耐藏性^[19]。作为 POD 底物的过氧化物主要是 H_2O_2 , 低浓度的 H_2O_2 可提高 POD 的活性, 而高浓度反过来抑制 POD 活性^[20]。鲜切梨果实 POD 活性的上升, 可能 H_2O_2 浓度较低。抗坏血酸处理组 POD 活性高于对照组, 如图 8, 可能是由于抗坏血酸清除了部分 H_2O_2 , 从而使 H_2O_2 含量降低的缘故。

3 结论

抗坏血酸处理可有效抑制鲜切梨果实的 PPO 活性提高其 POD 活性, 减轻鲜切梨果实的褐变程度, 并且使果实硬度和抗坏血酸维持在一个较高的水平上, 提高了鲜切梨果实的食用价值和外观品质, 具有深远的经济意义。

参考文献

- 1 Aquino-bola E N, Cantwell M I, Peiser G, et al. changes in the quality of fresh-cut jacama in relation storage temperature and controlled atmosphere [J]. Journal of Food-Science, 2000, 65(7): 1 238~1 243
- 2 黄光荣. 切割果蔬保鲜[J]. 食品科技, 2000, (3): 28~29
- 3 王俊宁, 饶景萍, 任小林, 等. 切割果蔬加工与贮藏的研究进展[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2002, 30(1): 141~144
- 4 张学杰, 刘宜生, 孙润峰. 切割果蔬的质量控制及改善货架期的途径[J]. 中国农业科学, 1999, 32(3): 72~77

- 5 Gonzalez-Aguilar G A, Ruiz-Cruz S, Cruz-Valenzuela R, et al. Physiological and quality changes of fresh-cut pineapple treated with antibrowning agents[J]. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 2004, 37: 369~376
- 6 Gustavo Adolfo Gonzalez-Aguilar, Saul Ruiz-Cruz, Herlinda Soto-Valdez, et al. Biochemical changes of fresh-cut pineapple slices treated with antibrowning agents[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2005, 40, 377~383
- 7 Pilizota V, Sapers G M, Novel browning inhibitor formulation for fresh-cut apples [J]. Journal of Food Science, 2004, 69: 140~143
- 8 姜波, 范圣第, 刘长建, 等. 菠萝中维生素 C 的高效液相色谱分析[J]. 大连民族学院学报, 2003, 5(1): 52~53
- 9 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
- 10 Galeazzi M A, Sgarbieri V C, Constantinides S M. Isolation, purification and physicochemical characterization of polyphenoloxidases (PPO) from a dwarf variety of banana (*Musa cavendishii* L.) [J]. J Food Sci, 1981, 46: 150~155
- 11 Putter J. Methods of Enzymatic Analysis (Vol. 2) [M]. New York: Academy Press, 1974. 685~689
- 12 Lamikanra O, Chen J C, Banks D, et al. Biochemical and microbial changes during the storage of minimally processed cantaloupe [J]. J Agric Food Chem, 2000, 48(12): 5955~5961
- 13 Saltveit M E, Kasmire R F. Changes in respiration and composition of different length asparagus spears during storage [J]. Hort Sci, 1985, 20: 1114~1116
- 14 阎师杰. 鸭梨采后果实褐变的影响因素及发生机理的研究[D]. 北京: 北京农业大学, 2005. 6
- 15 Fan X T, Niemera B A, Mattheis J P, et al. Quality of fresh-cut apple slices as affected by low-dose ionizing radiation and calcium ascorbate treatment. [J]. Journal of Food Science, 2005, 70(2): 143~148
- 16 王璋. 景红桃和白花桃中多酚氧化酶性质的研究[J]. 食品与机械, 2005, 21(2): 23~26
- 17 Mukai, Kazuo. Kinetic study of the reaction of Vitamin C derivatives with tocophenoxyl and substituted phenoxyl radicals in solution [J]. Biochem - Biophys Acta, 1989, 93(2~3): 168~173
- 18 李正文, 廖孙启, 方小键. 一些物质对芒果多酚氧化酶的影响[J]. 广西农业大学学报, 1998, S1: 24~26
- 19 Marin M A, Cano M P. Patterns of peroxidase in ripening mango fruits [J]. J Food Sci, 1992, 57(3): 690~692
- 20 Burnette F S. Peroxidase and its relationship to food flavor and quality: a review [K]. J Food Sci, 1977, 42: 1~5

Effect of Ascorbic Acid Treatment on The Nutritional Compositions and Browning in Fresh-cut Pear

Tian Mixia^{1, 2}, Hu Wenzhong², Zhu Beiwei¹, Jiang Aili², Pang Kun²

1(College of Bio&Food Technology, Dalian Polytechnic University, Liaoning Dalian 116034, China);

2(College of Life Science, Dalian Nationality University, Liaoning Dalian 116600, China)

ABSTRACT The effective of 0.025 mol/L, 0.05 mol/L, 0.075 mol/L ascorbic acid (AA) on inhibiting changes the nutritional compositions and browning of fresh-cut pear that were stored at 10℃, were studied. The result indicated: AA inhibited PPO activity, reduced browning and slow down the degradation of firmness and vitamin C. The treatment with AA remained nutritional composition and appearance of the fresh-cut pear during storage period.

Key words fresh-cut, pear, ascorbic acid, browning

市场动态

黑龙江首家非粮生产乙醇项目在双城投产

2007 年底, 黑龙江省内首家非粮(利用作物秸秆)生产乙醇项目企业——黑龙江双连能源发展股份有限公司在双城市建成投产, 标志着黑龙江省能源建设实现从“黑色”(石油煤炭)能源向“绿色”(农作物)能源转变, 秸秆充分利用也实现重大突破。

“双连能源”采用获国家专利的“秸秆保鲜及发酵”技术, 用青贮饲料甜玉米、甜高粱等为原料, 生产乙醇, 其副产品——酒糟, 又是草食性家畜的优质饲料。根据测算, 每 10t 秸秆可生产 1t 乙醇, 同时生产 20t 左右的青贮饲料。“双连能源”一期工程可加工 40 万 t 秸秆, 生产 4 万 t 乙醇。目前生产乙醇的原料大多为玉米等粮食。“双连能源”用秸秆作原料生产乙醇, 既可节约大量粮食, 又为大量农作物秸秆再利用找到出路。