

1-甲基环丙烯对不同脱涩程度冰温贮藏磨盘柿生理品质的影响

张平¹, 张鹏¹, 寇文丽², 李江阔^{*1}

(1. 国家农产品保鲜工程技术研究中心、天津农产品采后生理与贮藏保鲜重点实验室, 天津 300384; 2. 大连工业大学 生物与食品工程学院, 大连 116034)

摘要: 探讨 1-甲基环丙烯对不同脱涩程度磨盘柿生理品质的调控效应, 研究了 1-甲基环丙烯对未脱涩和半脱涩冰温贮藏柿果的品质、生理代谢及软化相关指标的影响。结果表明: 在冰温贮藏条件下(-0.5~-0.2℃)下, 1-甲基环丙烯有效抑制不同脱涩程度柿果硬度的下降、乙醇的积累、呼吸强度和细胞膜透性的上升, 减少了可滴定酸、总糖和 Vc 的损失, 抑制可溶性单宁向不溶性单宁的转化, 推迟 PE 活性峰的出现, 降低 PG 活性峰的峰值。其中 1-甲基环丙烯对半脱涩果实的作用效果更为明显。

关键词: 1-甲基环丙烯; 冰温贮藏; 磨盘柿; 脱涩

中图分类号: S 665.2 文献标志码: A 文章编号: 1673-1689(2012)04-0462-06

Effect of 1-MCP on Physiology Quality of Mopan Persimmon with Different De-astringency Degree during Ice Temperature Storage

ZHANG Ping, ZHANG Peng¹, KOU Wen-li, LI Jiang-kuo^{*1}

(1. National Engineering and Technology Research Center for Preservation of Agricultural Products, Tianjin Key Laboratory of Postharvest Physiology and Storage of Agricultural Products, Tianjin 300384, China; 2. School of Food Science and Biotechnology, Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, China)

Abstract: In order to elucidate the regulation mechanism of 1-MCP on the physiological quality of Mopan persimmon with different de-astringency degree, the effects of 1-MCP on quality, physiological, metabolic and softening related indexes of astringent and incomplete de-astringent fruit during ice temperature storage was studied. Results showed that 1-MCP efficient inhibited the decline of fruit firmness, the accumulation of alcohol, the increase of respiration intensity and cell membrane permeability, furthermore, it was found that 1-MCP can reduced the wastage of titratable acidity, total sugar and Vc content. the change of the soluble tannin to unsolvable tannin, delayed the appearance of PE activity peaks and lowered the PG activity peaks were also detected.

Key words: 1-MCP, ice temperature storage, Mopan persimmon, de-astringency

磨盘柿属涩柿, 需脱涩以后食用, 中国目前多采用 CO₂ 技术脱涩, 但经高浓度 CO₂ 脱涩后, 柿果

收稿日期: 2011-06-16

基金项目: 天津市自然科学基金项目(11JCYBJC08500); 天津市农业科技成果转化与推广项目(201002020)。

作者简介: 张平(1958-), 男, 山西大同人, 工学博士, 研究员, 主要从事果蔬采后生理与物流保鲜研究。E-mail: zhp-0352@163.com。

* 通信作者: 李江阔(1974-), 男, 辽宁兴城人, 博士, 副研究员, 主要从事农产品安全与贮运保鲜研究。E-mail: lijkuo@@sina.com。

易软化褐变,烂耗损失严重,而未脱涩柿果采后也易软化,贮存困难、货架期短,均造成了极大的经济损失,可见软化是果实不耐贮藏的关键因素。因此,探讨磨盘柿软化机理及调控技术对提高柿果贮藏品质、促进柿产业发展具有重要指导意义。

冰温贮藏是继低温冷藏、气调贮藏后的第三代贮藏保鲜技术^[1],是将食品贮藏在 0℃ 以下至各自的冻结点范围内,使果蔬内部组织液未发生冻结的同时仍能有效保持细胞活体状态。大量研究结果表明,冰温保鲜技术不但可以明显抑制果蔬的新陈代谢从而延长贮藏期,而且能使果蔬的色、香、味、口感和营养物质得到最大程度地保存甚至提高^[2-4]。1-甲基环丙烯(1-Methylcyclopropene, 1-MCP)通过抑制乙烯所诱导的生理反应,可以延缓香蕉、梨、苹果、猕猴桃等果实的软化衰老^[5-7]。目前 1-MCP 在柿果实成熟软化方面的研究已有报道^[9-10],但 1-MCP 调控不同脱涩程度柿果软化机制鲜有相关报道。本文以磨盘柿为试材,采用冰温库(-0.5~-0.2℃)贮藏柿果,研究冰温贮藏过程中 1-MCP 对未脱涩和半脱涩(即体积分数 70%CO₂ 处理 24 h)柿果贮藏品质、生理代谢及软化相关指标的影响,以期对 1-MCP 在脱涩柿果的冰温保鲜上提供参考。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

磨盘柿(*Diospyros kaki* L. f. cv. Mopan)于 2010 年 10 月 14 日采自天津蓟县。微孔袋由国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)提供。

1.2 处理方法

挑选成熟度(约为八成熟)一致、无病虫害和机械损伤的果实,用剪刀剪果柄,采收当天运回实验室进行处理。处理 1:将柿果用微孔袋包装,放于冰温库(-0.5~-0.2℃)贮藏,记为 B-CK;处理 2:将柿果置于 1-MCP 气体浓度为 1.0 μL/L 的密闭塑料帐内,常温下处理 18 h 后用微孔袋包装,放于冰温库贮藏,记为 B-1-MCP;处理 18 h,再用体积分数为 70%的 CO₂ 常温脱涩处理 24 h 后,用微孔袋包装扎口,放于冰温库贮藏,记为 B-T-1-MCP。上述处理的果实每个处理 3 次重复,每次重复用果 30 个,每 15 d 测定一次。

1.3 测定项目与方法

硬度采用英国产 TA.XT.plus 物性测定仪测定,P/2 探头(2 mm ϕ),测试速度为 2 mm/s,测试深度为 10 mm。每个处理取 6 个果在胴部去皮测定,单果重复 4 次取平均值,单位为 kg/cm²。可滴定酸采用 NaOH 滴定法测定(以苹果酸计)。总糖采用 3,5-二硝基水杨酸法测定。可溶性单宁采用 Folin-Denis 试剂比色法测定^[11]。VC 采用钼蓝比色法^[12]。呼吸强度采用静置法测定。乙醇采用岛津 2010 型气相色谱仪法^[13]。细胞膜透性采用 DDS-307 型电导率仪测定。果胶酯酶(PE)活性测定参考 Lee^[14]的方法,酶活力用生成的 CH₃O⁻表示,单位为 μmolCH₃O⁻/(h·g)。多聚半乳糖醛酸酶(PG)活性测定参考 Lohani^[15]的方法,酶活力用生成的半乳糖醛酸量表示,单位为 mg/(h·g)。

1.4 数据处理

所有数据均由 DPS9.5 软件分析和 EXCEL 软件计算制作图表。

2 结果与分析

2.1 不同处理对磨盘柿果实硬度的影响

随着贮藏时间的延长柿果硬度呈下降趋势,B-T-CK 处理组下降最快,60 d 时硬度下降了 89%,B-T-1-MCP 组柿果硬度下降较慢,90 d 时硬度为 12.83 kg/cm²,下降了 42%,B-CK 和 B-1-MCP 组柿果的硬度在整个贮期都保持较高的水平,在 90 d 时硬度分别为 14.39 kg/cm² 和 17.52 kg/cm²,分别下降了 35%和 21%(见图 1),可见经过 CO₂ 脱涩处理的柿果比未经脱涩处理的柿果容易软化,而 1-MCP 对不同脱涩程度柿果硬度的下降都能起到抑制作用。

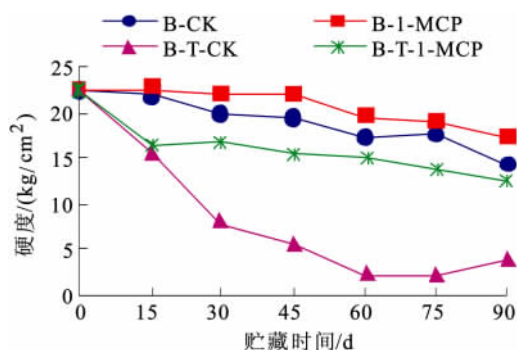


图 1 不同处理对冰温贮藏果实硬度的影响

Fig. 1 Effects of different treatments on fruit firmness during controlled freezing point storage

2.2 不同处理对磨盘柿果实可滴定酸含量的影响

随着贮藏时间的延长, B-T-CK 组柿果的可滴定酸含量呈逐渐下降的趋势, 且明显低于其它 3 组, 其它 3 组的可滴定酸含量在贮藏前期下降, 后期有所回升, B-T-1-MCP 组柿果的可滴定酸含量比 B-CK 和 B-1-MCP 组略低, B-1-MCP 组柿果可滴定酸含量最高(见图 2)。可见 CO₂ 脱涩后柿果可滴定酸含量比未脱涩的柿果低, 1-MCP 可以抑制贮藏过程中不同脱涩程度柿果可滴定酸含量的下降。

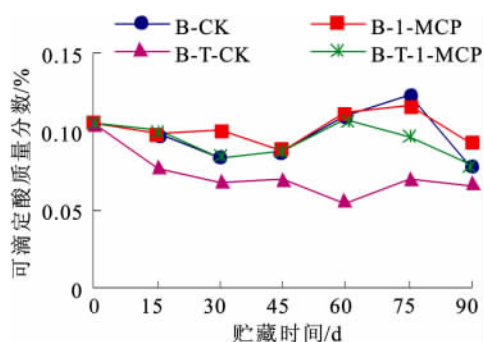


图 2 不同处理对冰温贮藏果实可滴定酸含量的影响
Fig. 2 Effects of different treatments on fruit titratable acidity content during controlled freezing point storage

2.3 不同处理对磨盘柿果实总糖含量的影响

柿果味道甜美, 含糖量是影响其风味变化的重要指标之一(见图 3)。从图 3 可以看出, 在整个贮藏过程中, 总糖含量在贮期呈现先上升后下降的趋势, 在中后期 B-1-MCP 组柿果总糖含量高于同期其它 3 组, 可能是由于 1-MCP 抑制了呼吸作用, 减少了糖的损耗。

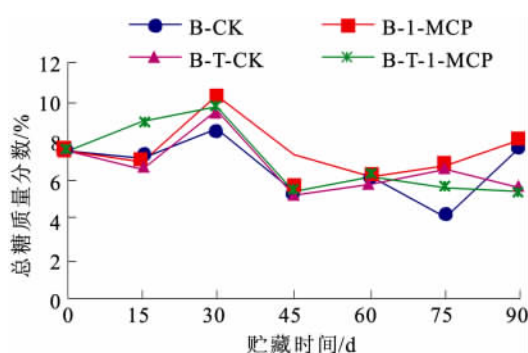


图 3 不同处理对冰温贮藏果实总糖含量的影响
Fig. 3 Effects of different treatments on fruit total sugar content during controlled freezing point storage

2.4 不同处理对磨盘柿果实可溶性单宁含量的影响

随着贮藏时间的延长柿果可溶性单宁含量整

体呈下降趋势, B-T-CK 下降最快, 其次是 B-T-1-MCP, B-1-MCP 下降最慢。B-T-CK 组柿果 90 d 时可溶性单宁质量分数为 0.06%, 下降了 92%, B-T-1-MCP 和 B-CK 组柿果 90 d 时可溶性单宁质量分数均为 0.56%, 下降了 29%, B-1-MCP 组柿果 90 d 时可溶性单宁质量分数为 0.61%, 下降了 22%(见图 4)。可见 CO₂ 脱涩能够促进可溶性单宁向不溶性单宁转化, 而 1-MCP 对可溶性单宁向不溶性单宁的转化有抑制作用。

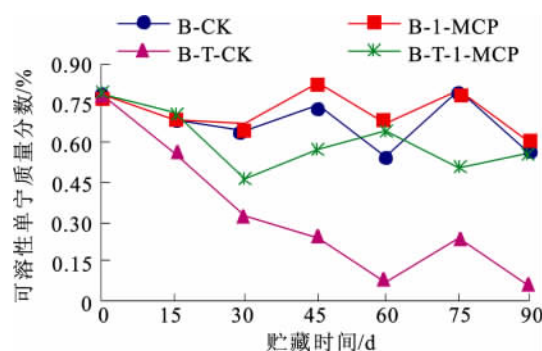


图 4 不同处理对冰温贮藏果实可溶性单宁含量的影响
Fig. 4 Effects of different treatments on fruit soluble tannin content controlled freezing point storage

2.5 不同处理对磨盘柿果实 VC 含量的影响

随着贮藏时间的延长果实中 VC 含量逐渐下降, 其中 B-T-CK 组柿果 VC 含量下降最快, 其次是 B-T-1-MCP, B-1-MCP 组柿果 VC 损失最少(见图 5)。可见经过 CO₂ 脱涩后柿果 VC 损失较多, 而 1-MCP 可以显著抑制贮期柿果 VC 的降低。

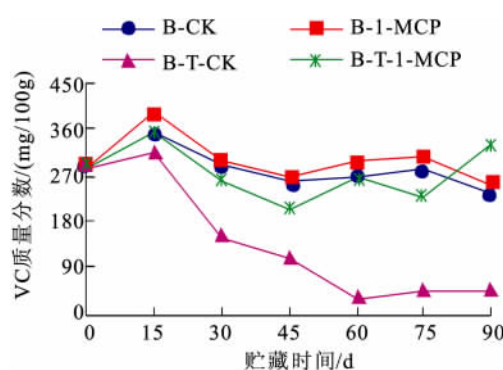


图 5 不同处理对冰温贮藏果实 VC 含量的影响
Fig. 5 Effects of different treatments on fruit VC content during controlled freezing point storage

2.6 不同处理对磨盘柿果实呼吸强度的影响

柿果在 30 d 出现了第一个呼吸高峰, B-CK 组柿果的峰值为每 kg 鲜质量为 24.54 mg/h CO₂, B-

1-MCP 组柿果的峰值为 22.49 mg/h CO₂, B-T-CK 组柿果的峰值为 24.51 mg/h CO₂, B-T-1-MCP 组柿果的峰值为 21.44 mg/h CO₂, 1-MCP 没有推迟呼吸高峰的出现,但是降低了峰值(见图 6)。B-CK 和 B-T-1-MCP 在 60d 出现了第二个呼吸高峰,其它 2 组未出现。

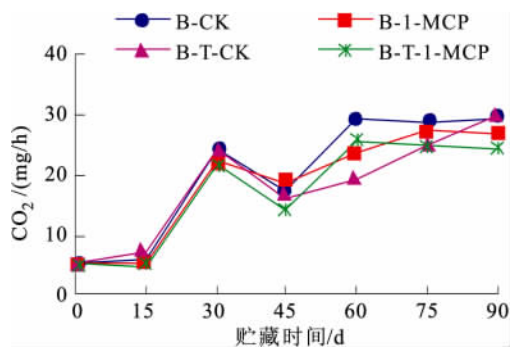


图 6 不同处理对冰温贮藏果实呼吸强度的影响
Fig. 6 Effects of different treatments on fruit respiration intensity during controlled freezing point storage

2.7 不同处理对磨盘柿果实乙醇含量的影响

乙醇是柿果无氧呼吸的产物,从图 7 可以看出, B-T-CK 组柿果的乙醇含量显著高于其它 3 组,可能是 CO₂ 脱涩导致柿果无氧呼吸产生了较多乙醇, B-1-MCP 和 B-T-1-MCP 组柿果乙醇含量比 B-CK 组低,可见 1-MCP 可以抑制柿果乙醇的产生,使柿果保持较好的品质。

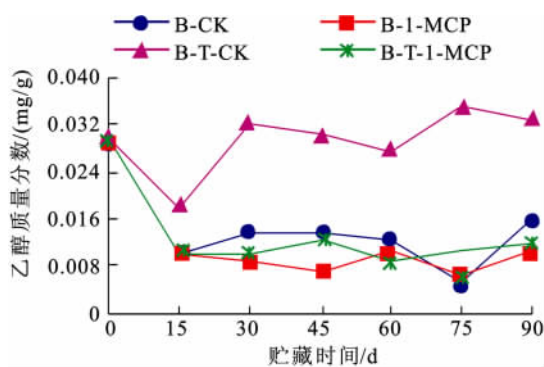


图 7 不同处理对冰温贮藏果实乙醇含量的影响
Fig. 7 Effects of different treatments on fruit alcohol content during controlled freezing point storage

2.8 不同处理对磨盘柿果实细胞膜透性的影响

细胞膜透性可以反映细胞膜的完整程度,从图 8 可以看出,随着贮藏时间的延长柿果的细胞膜透性呈逐渐上升的趋势, B-T-CK 组柿果细胞膜透性上升最快,其次是 B-T-1-MCP, B-CK 和 B-1-MCP

组柿果细胞膜透性上升较慢,经过 CO₂ 脱涩的柿果极易软化,细胞膜遭到破坏, 1-MCP 可以抑制柿果细胞膜透性的上升,较好的维护细胞膜的完整程度。

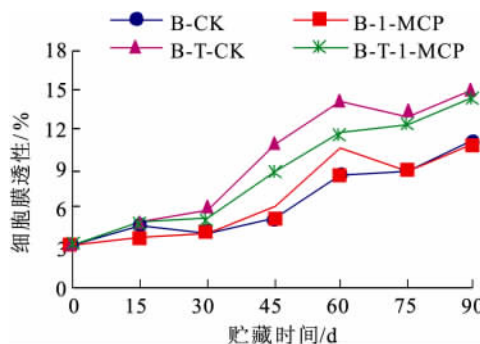


图 8 不同处理对冰温贮藏果实细胞膜透性的影响
Fig. 8 Effects of different treatments on fruit cell membrane permeability during controlled freezing point storage

2.9 不同处理对磨盘柿果实 PE 活性的影响

PE 活性先上升后下降, B-CK 和 B-T-CK 组柿果 PE 活性在 15d 达到最大值,分别为 16.55 μmolCH₃O⁻/(h·g) 和 12.64 μmolCH₃O⁻/(h·g), B-T-CK 组柿果 PE 活性较低, 60 d 以后未测出。 B-1-MCP 和 B-T-1-MCP 组柿果 PE 活性在 45 d 达到最大值,分别为 16.76 μmolCH₃O⁻/(h·g) 和 18.52 μmolCH₃O⁻/h·g (见图 9)。可见 1-MCP 可以推迟 PE 活性峰的出现,但是不能降低峰值。

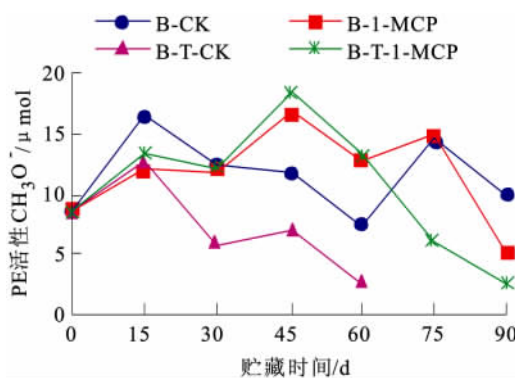


图 9 不同处理对冰温贮藏果实 PE 活性的影响
Fig. 9 Effects of different treatments on fruit PE activity during controlled freezing point storage

2.10 不同处理对磨盘柿果实 PG 活性的影响

在整个贮藏期间,柿果的 PG 活性呈快速上升缓慢下降的趋势, B-CK 组柿果 PG 活性高于其它 3 组, 4 个处理组柿果的 PG 活性均在 15 d 达到最大

值, B-CK 组 PG 活性最大值为 53.46 mg/(h·g), B-1-MCP 组 PG 活性最大值为 40.22 mg/(h·g), B-T-CK 组 PG 活性最大值为 45.49 mg/(h·g), B-T-1-MCP 组 PG 活性最大值为 45.13 mg/(h·g), 可见 1-MCP 不能推迟 PG 活性峰的出现, 但是可以有效降低峰值。

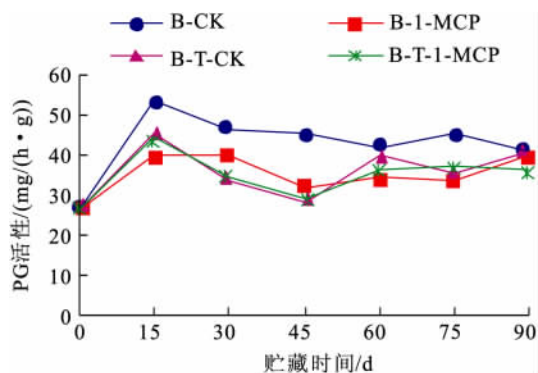


图 10 不同处理对冰温贮藏果实 PG 活性的影响

Fig. 10 Effects of different treatments on fruit PG activity during controlled freezing point storage

3 结语

3.1 1-MCP 对不同脱涩程度柿果冰温贮藏期间品质的影响

维生素常作为衡量果实新鲜度的一个重要指标^[16], 本实验中, 经过 CO₂ 脱涩处理的柿果在冰温贮藏过程中 VC 含量下降较快, 未经 CO₂ 处理的柿果 VC 损失较少, 1-MCP 对未脱涩和半脱涩柿果的 VC 都有保护作用, 一定程度上延缓了柿果的软化衰老。可滴定酸和总糖含量都是影响柿果风味的重要指标, CO₂ 脱涩加快了柿果可滴定酸含量的下降, 1-MCP 可以显著抑制半脱涩柿果可滴定酸的下降, 对未脱涩柿果效果不显著; CO₂ 脱涩对总糖含量影响不大, 1-MCP 可以抑制未脱涩柿果后期总糖含量的下降, 使柿果保持较好的风味。可溶性单宁是引起柿果涩味的重要原因, 少量的单宁可使柿果爽口, 但是单宁含量太高就会引起强烈的收敛, 柿果不堪入口, 经过 CO₂ 处理后柿果可溶性单宁下降较快, 而 1-MCP 能够显著抑制可溶性单宁向不溶性单宁的转化, 延缓柿果的脱涩。

3.2 1-MCP 对不同脱涩程度柿果冰温贮藏期间呼吸强度、乙醇含量和细胞膜透性的影响

1-MCP 对果实呼吸强度的抑制作用已经在多

种水果的成熟软化中得到证实^[5-8], 王华瑞^[17]等研究发现 1-MCP 可以抑制磨盘柿的呼吸强度, 推迟呼吸高峰的出现, 本文研究发现 1-MCP 没有推迟柿果呼吸高峰的出现, 但是可以降低峰值。乙醇与果实的成熟衰老密切相关, 经过 CO₂ 处理的柿果进行无氧呼吸, 乙醇的积累显著高于未经 CO₂ 处理的柿果, 而经过 1-MCP 处理的柿果乙醇含量低于未经 1-MCP 处理的柿果, 可见 1-MCP 处理可以有效抑制柿果乙醇的积累, 从而一定程度上延缓了柿果的软化和衰老。细胞膜透性一定程度上反映了细胞膜的完整性, 经过 CO₂ 处理的柿果细胞膜透性均高于未经 CO₂ 处理的柿果, 这可能与脱涩后柿果易软化有密切关系, 用 1-MCP 处理的柿果细胞膜透性显著低于未用 1-MCP 处理的柿果, 说明 1-MCP 可以抑制柿果细胞膜透性的上升, 较好的维护细胞膜的完整程度。

3.3 1-MCP 对不同脱涩程度柿果冰温贮藏期间硬度及其相关酶的影响

硬度下降是果实软化最直观的表现, 果实软化与水解细胞壁的一系列酶的作用密切相关。整个贮藏过程中, B-T-CK 组柿果硬度下降最快, 其次是 B-T-1-MCP, B-1-MCP 组柿果的硬度在整个贮藏期间都处于最高的水平, 可见 CO₂ 处理的柿果易软化, 1-MCP 能够抑制柿果硬度的下降, 延缓果实软化。郭孝辉^[18]等研究发现高浓度 CO₂ 处理可以促进 PE 酶活性, 而抑制 PG 酶活性, 本文研究发现 B-T-CK 的 PE 活性低于 B-CK 和 B-1-MCP, B-T-1-MCP 的 PE 活性高于 B-CK 和 B-1-MCP, B-T-CK 和 B-T-1-MCP 的 PG 活性低于 B-CK 和 B-1-MCP, 与郭孝辉的结论部分一致。罗自生^[10]的研究结果表明, 1-MCP 处理明显推迟了柿果实 PG、PE 活性的增加, 而且还显著抑制了 PG 的最大酶活性, 阻止了原果胶的降解, 从而延缓了柿果实的软化, 本文研究发现 1-MCP 对 PE 活性没有显著的抑制作用, 但是可以推迟 PE 活性峰的出现, 1-MCP 对 PG 活性有显著的抑制作用, 降低了 PG 最大酶活性, 但是不能推迟 PG 活性峰的出现。

综上所述, 1-MCP 对冰温贮藏的未脱涩和半脱涩柿果有很好的保鲜作用, 1-MCP 可以有效抑制柿果硬度的下降和细胞膜透性的上升, 减少乙醇的积累, 降低了呼吸高峰值, 有效减少了柿果衰老过程中可滴定酸、总糖和 VC 的损耗, 推迟了 PE 活性峰

的出现,抑制 PG 活性的升高,降低了 PG 活性峰的峰值,从而延缓柿果的软化衰老。1-MCP 抑制半脱涩果实的软化作用效果更为明显。

参考文献(References):

- [1] 尹淑涛,薛文通,张惠. 冰温技术及其在食品保鲜中的应用[J]. 农产品加工· 学刊,2008,(7):138-140.
YIN Shu-tao, XUE Wen-tong, Zhang Hui. Development of ice-temperature preservation technology and application in food[J]. *Academic Periodical of Farm Products Processing*, 2008,(7):138-140. (in Chinese)
- [2] 江英,赵晓梅,吴玉鹏,等. 西瓜冰温贮藏保鲜技术的研究[J]. 食品工业科技,2005,26(12):172-174.
JIANG Ying, ZHAO Xiao-mei, WU Yu-peng, et al. Study on storage technology for watermelon in ice temperature conditions[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2005,26(12):172-174. (in Chinese)
- [3] Wang J, Li L, Dan Y. The correlation between freezing point and soluble solids of fruits[J]. *Journal of Food Engineering*, 2003,60(4):481-484.
- [4] 胡位荣,张昭其,蒋跃明,等. 采后荔枝冰温贮藏的适宜参数研究[J]. 中国农业科学,2005,38(4):797-802.
HU Wei-rong, ZHANG Zhao-qi, JIANG Yue-ming, et al. Study on the parameter of ice-temperature storage in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) [J]. *Scientia Agricultural Sinica*, 2005,38(4):797-802. (in Chinese)
- [5] Jiang Y, Joyce D C, Macnish A J. Responses of banana fruit treatment with 1-methylcyclopropenes[J]. *Plant Growth Regulation*, 1999, 28(2):77-82.
- [6] Lelievre J M, Tichit L, Dao P, et al. Effects of chilling on the expression of ethylene biosynthetic genes in Passe-Crassane pear (*Pyrus communis* L) fruits[J]. *Plant Molecular Biology*, 1997,33(5): 847-855.
- [7] 王少敏,沈广宁,薛培生. 1-MCP 与套袋对红富士苹果贮藏生理和品质的影响[J]. 山东农业科学,2009,(10):43-45.
WANG Shao-min, SHEN Guang-ning, XUE Pei-sheng. Effects of 1-MCP and bagging on storage physiology and quality of red fuji apple[J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2009,(10):43-45. (in Chinese)
- [8] 樊秀彩,张继澎. 1-甲基环丙烯对采后猕猴桃果实生理效应的影响[J]. 园艺学报,2001,28(5):399-402.
PAN Xiu-cai, ZHANG Ji-peng. Effect of postharvest treatment with 1-MCP on physiology of kiwi fruit[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2001,28(5):399-402. (in Chinese)
- [9] 孙令强,李召虎,王倩,等. 1-甲基环丙烯对室温贮存磨盘柿的保鲜作用[J]. 中国农业大学学报,2005,10(5):52-57.
SUN Ling-qiang, LI Zhao-hu, WANG Qian, et al. Freshness-keeping effect of 1-methylcyclopropene on persimmon fruits stored under room-temperature[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2005,10(5):52-57. (in Chinese)
- [10] 罗自生. 1-MCP 对柿果软化及果胶物质代谢的影响[J]. 果树学报,2004,21(3):229-232.
LUO Zi-sheng. Effect of 1-methylcyclopropene on persimmon fruit ripening and pectin metabolism[J]. *Journal of fruit science*, 2004,21(3):229-232. (in Chinese)
- [11] 郑巧林. 柿果真空包装脱涩和保鲜技术的研究[D]. 武汉:华中农业大学,2001,10-11.
- [12] 李军. 钼蓝比色法测定还原型维生素 C[J]. 食品科学,2000,21(8):42-45.
LI Jun. Study on molybdenum blue method of L-VC test by spectrometry[J]. *Food Science*, 2000,21(8):42-45. (in Chinese)
- [13] 黄艳凤,王永婵,张平. 静态顶空气相色谱法快速测定葡萄中乙醇和乙醛含量的研究[J]. 保鲜与加工,2009,9(6):28-30.
HUANG Yan-feng, WANG Yong-chan, ZHANG Ping. Study on rapid determination of alcohol and acetaldehyde in grapes by static head-space gas chromatography[J]. *Storage and Process*, 2009,9(6):28-30. (in Chinese)
- [14] Lee M, Macmillan J D. Mode of action of pectic enzymes. I. purification and certain properties of tomato pectinesterase [J]. *Biochemistry*, 1968, 7(11): 4005-4010.
- [15] Lohani S, Trivedi P K, Nath P. Changes in activities of cell wall hydrolases during ethylene-induced ripening in banana: effect of 1-MCP, ABA and IAA[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2004,31(2): 119-126.
- [16] 王文辉,许步前. 果品采后处理及贮运保鲜[M]. 北京:金盾出版社,2003. 13-17.
- [17] 王华瑞,赵迎丽,李建华,等. 1-MCP 对磨盘柿成熟软化的影响[J]. 保鲜与加工,2007,7(1):24-26.
WANG Hua-rui, ZHAO Ying-li, LI Jian-hua, et al. Effects of 1-MCP on ripening and softening of Mopanshi persimmon after harvest[J]. *Storage and Process*, 2007,7(1):24-26. (in Chinese)
- [18] 郭孝辉,房淑珍,王颖,等. CO₂ 处理对磨盘柿果实质地及品质的影响[J]. 食品研究与开发,2006,27(8):156-159.
GUO Xiao-hui, FANG Shu-zhen, WANG Jie, et al. Study on the infection of Mopan persimmon's quality by carbon dioxide[J]. *Food Research and Development*, 2006,27(8):156-159. (in Chinese)