

叶玲, 李冬香, 王威, 等. 1-MCP 处理对不同成熟度甜柿采后品质和生理的影响 [J]. 福建农业学报, 2012, 27 (11): 1211-1218.
YE L, LI D-X, WANG W, et al. Effect of Post-harvest 1-MCP Treatment on Quality and Physiology of Sweet Persimmons of Varying Ripeness [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2012, 27 (11): 1211-1218.

1-MCP 处理对不同成熟度甜柿采后品质和生理的影响

叶玲, 李冬香, 王威, 谢倩, 陈清西

(福建农林大学园艺学院, 福建 福州 350002)

摘要: 为了探讨不同贮藏温度下 1-MCP 处理对不同成熟度的甜柿采后生理的影响。方法:以甜柿品种‘富有’、‘次郎’为材料,分别在低温(5℃)和室温(20℃)的贮藏条件下研究不同浓度(0.50 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 1.00 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$) 1-MCP(1-甲基环丙烯)处理对不同成熟度(成熟度 I 与成熟度 II)甜柿好果率、硬度和若干生理指标的影响。结果表明,在贮藏期间,成熟度 I 果实在室温下贮藏时间可延长 14 d,低温下贮藏可延长 21 d;0.50 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理,室温下能使甜柿果实(尤其是成熟度 I 的果实)保持较好的贮藏效果,贮藏后期果实好果率比对照高 30%;低温处理与 0.50 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度的 1-MCP 处理结合明显延缓了甜柿果实硬度的降低,贮藏后期可比对照高约 40%,推迟果皮颜色的转红,降低可溶性糖、可溶性单宁、呼吸强度及 PG 和 Cx 活性。结论:成熟度 I 果实较成熟度 II 果实更耐贮藏,低温与 0.50 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度的 1-MCP 处理结合对甜柿果实具有更好的保鲜效果。

关键词: 甜柿; 1-MCP; 贮藏; 成熟度; 品质; 生理

中图分类号: S 665.2

文献标识码: A

Effect of Post-harvest 1-MCP Treatment on Quality and Physiology of Sweet Persimmons of Varying Ripeness

YE Ling, LI Dong-xiang, WANG Wei, XIE Qian, CHEN Qing-xi

(College of Horticulture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China)

Abstract: The objective of this study was to determine the effect of the pre-storage 1-Methylcyclopropene (1-MCP) treatment on the physiology and quality of sweet persimmons (*Diospyros kaki* L. cv. Fuyou' and *Diospyros kaki* L. cv. Cilang') harvested at different stages of ripeness and stored at different temperatures. The treatments were conducted with the 1-MCP concentration of 0.50 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ or 1.0 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ and the fruits stored under either room (approximately 20℃) or refrigerated temperature (approximately 5℃). The results showed that the shelf life of the fruits at Stage I Ripeness could be extended for 14 days stored at room temperature, or 21 days under refrigeration. The 0.50 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP application kept the fruits, especially those in Stage I Ripeness, fresh in the duration of storage. And, the percentage of acceptable fruits was significantly higher than the control. By combining the low temperature and 0.50 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP treatment, the textural softening and peel color change to red on the fruits were delayed. The soluble sugar conversion, soluble tannin content, respiration rate, as well as the activities of PG and Cx in the fruits were also reduced. The results suggested that the sweet persimmons at Stage I Ripeness had a better potential than at Stage II Ripeness for an extended shelf life, and that the low temperature and 0.50 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP treatment could postpone the ripening, and thus, the changes on the fruit's texture and color.

Key words: sweet persimmon; 1-methylcyclopropene; storage; ripeness; quality; physiology

我国已从日本引入甜柿 30 余个品种,普遍表现为果大、味甜、高产。但是,柿果为呼吸跃变型果实,对乙烯十分敏感,外源乙烯可诱发呼吸高

峰,导致甜柿采后易软化,耐贮性差,给贮藏加工运销等带来很大困难,严重影响了其经济效益,限制了其在国内的进一步推广。

收稿日期: 2012-08-02 初稿; 2012-08-28 修改稿

作者简介: 叶玲 (1988-), 女, 在读硕士, 研究方向: 果树生理生态 (E-mail: 814562084@qq.com)

通讯作者: 陈清西 (1964-), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向: 园艺植物栽培生理的教学和科研工作 (E-mail: cqx0246@163.com)

基金项目: 福建省科技计划项目 (2010N3007)

1-MCP (1-methylcyclopropene, 1-甲基环丙烯) 是近年来国内外研究比较多的一种乙烯受体抑制剂, 它能不可逆地作用于乙烯受体, 阻断乙烯的正常结合, 抑制乙烯所诱导的与果蔬、切花后熟或衰老相关的一系列生理生化反应^[1]。大量研究表明, 1-MCP 处理能够显著抑制苹果^[2]、梨^[3]、香蕉^[4]、猕猴桃^[5]、枣^[6]、番茄^[7]和草莓^[8]等果蔬的成熟衰老, 提高果品的贮藏质量, 延长贮藏期, 抑制果实贮藏期间生理失调的发生。

本试验以‘次郎’、‘富有’甜柿为材料, 探讨在不同贮藏温度下不同浓度 1-MCP 处理对不同成熟度的果实采后生理的影响, 为 1-MCP 在甜柿采后处理的应用提供参考, 并为实际生产中确定适宜的贮藏前处理方式和采后贮藏条件提供直接的技术指导与理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试甜柿采自莆田市山益生态农业有限公司果园。采收时分别选择成熟度 I 和成熟度 II 的‘富有’、‘次郎’果实。要求果形端正、着色均匀、大小相对一致, 无病虫害和机械损伤, 运回实验室, 进行处理。试验用 Ansip-s (有效成分为 1-MCP, 纸片型, 商品名: 安喜布) 由台湾利统股份有限公司提供, 规格为 25 cm×20 cm, 厚度约为 0.2 mm。

1.2 试验处理

试验分 2 阶段进行, 2010 年 11 月至 2010 年 12 月和 2011 年 11 月至 2012 年 1 月。第 1 年先分别测定 2 个品种不同成熟度果实的可溶性固形物含量, 为确定成熟度提供依据。分别将成熟度 I 与成熟度 II 果实均分成 4 组, 每组 18 个果实, 然后整齐放入普通果箱内 (规格为 45.5 cm×29.3 cm×16.8 cm)。在室温下用 0、0.50 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 密闭熏蒸 24 h。熏蒸结束后, 将果箱打开, 置于常温下, 定期 (每隔 5 d) 观察果实情况, 测定其好果率及可溶性固形物含量 (TSS)。

第 2 年将待处理的甜柿果实分装入果箱内 (规格为 45.5 cm×29 cm×9.0 cm), 每箱装 24 个, 每个品种各 6 箱。在室温下用 0、0.50、1.0 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 密闭熏蒸 24 h。熏蒸结束后, 将果箱打开, 分为 2 组, 其中 1 组在室温 (20 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 下贮藏, 另 1 组在低温 (5 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 下贮藏, 每处理设 3 个重复。分别在贮藏的第 0、7、14、21、28、35、42、48 d 随机取样, 测定果实的生理和品质指标。

1.3 测定项目及方法

果实硬度: 每次从各处理中随机取 3 个果实, 用 GY-1 型果实硬度计测定果实赤道圈的硬度, 每个果实重复测定 3 次, 取平均值。好果率: 每隔 5 d 观察计算 1 次。颜色分值: 为便于统计分析, 根据甜柿果实正常成熟过程中的颜色变化特点, 把果实分为 4 级 (果面呈黄绿色为 4 级, 果面开始转变为橙红色为 3 级, 果面为橙红色, 红色占不到 50% 为 2 级, 果实面积 100% 为红色为 1 级)。按颜色分值 = $4a + 3b + 2c + 1d$ 计算, 其中 a、b、c、d 分别为 4 级、3 级、2 级、1 级果分别占该处理总果数的百分数, 颜色分值越高, 表明颜色转红越慢, 保鲜效果越好。可溶性固形物: 采用手持折光仪测定, 每个组各取 3 个果实进行榨汁测定后取平均值。可溶性糖含量采用蒽酮比色法^[9]测定。单宁含量采用高锰酸钾滴定法^[9]测定。呼吸强度采用 GXH-3051C 植物光合测定仪进行测定。果胶酶 (PG) 和纤维素酶 (Cx) 采用比色法^[10]进行测定。

1.4 统计分析

数据采用 Excel 软件及 SPSS 软件 LSD 法对相关指标进行差异显著性处理与分析。

2 结果与分析

2.1 1-MCP 处理对甜柿好果率的影响

‘富有’、‘次郎’2 品种好果率在贮藏期间都表现出相同的变化趋势, 品种间不存在明显的差异 (如图 1)。成熟度 I 的果实, 经 1-MCP 处理后其好果率高于对照, 比对照高近 30%, 存在极显著差异 ($P < 0.01$)。而成熟度 II 果实对照与处理之间差异不显著。

2.2 1-MCP 处理对甜柿可溶性固形物含量的影响

通常果实在贮藏前期内部的淀粉转化成可溶性糖, 可溶性固形物 (TSS) 含量有所增加, 以补充呼吸作用消耗的能量, 但是随着果实呼吸作用趋旺, 尤其是贮藏后期淀粉转化的糖远不足以补充呼吸的消耗, TSS 含量便会逐渐降低。如图 2, 成熟度 II 的‘富有’经 1-MCP 处理的 TSS 含量在贮藏第 10 d 出现最高值为 16.17%, 对照果实的 TSS 含量在第 5 d 就已出现最高值且略低于 1-MCP 处理的 TSS 含量。经 1-MCP 处理的‘次郎’可溶性固形物含量变化趋势与对照相同, 无显著差异。

2.3 1-MCP 处理对甜柿果实硬度的影响

果实质地是衡量果实品质的指标, 一般用果肉硬度表示。由图 3 可知, ‘富有’在室温贮藏第 1~7 d 时, 经 1-MCP 处理的‘富有’果实硬度上升,

对照果实硬度下降。低温贮藏 48 d 时, 对照处理的果实硬度低于 $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理果实的硬度, 而与 $1.00 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理的果实硬度差别不大, 且低温较室温贮藏效果好。贮藏后期低

温下的‘次郎’果实硬度显著高于室温的果实硬度 ($P < 0.05$)。因此, 低温与 $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理结合能有效抑制‘次郎’、‘富有’果实硬度的下降。

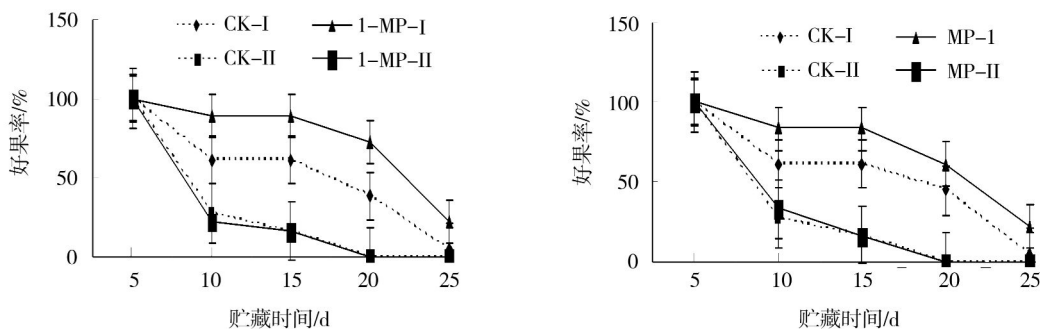


图 1 ‘富有’ (左)、“次郎” (右) 果实好果率的变化

Fig. 1 Fruit quality of Fuyou and Cilang persimmons

注: CK-I 为成熟度 I 甜柿对照处理; CK-II 为成熟度 II 甜柿对照处理; 1-MCP-I 为成熟度 I 甜柿 $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理; 1-MCP-II 为成熟度 II 甜柿 $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理。

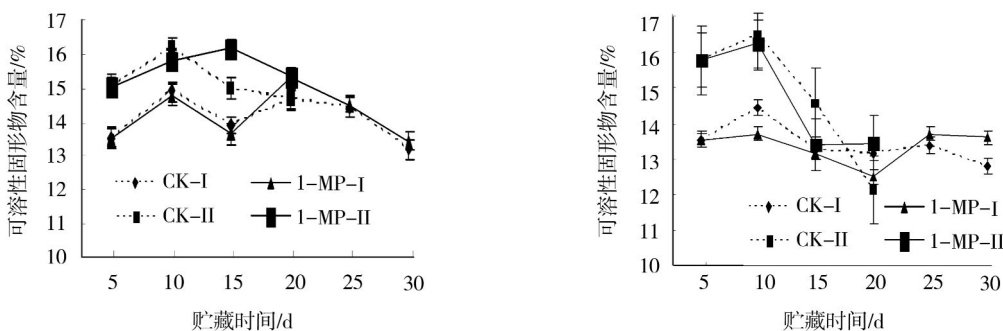


图 2 ‘富有’ (左)、“次郎” (右) 果实可溶性固形物含量的变化

Fig. 2 Fruit TSS of Fuyou and Cilang persimmons

2.4 1-MCP 处理对甜柿果皮颜色的影响

如图 4 所示, 在低温贮藏 48 d 时, $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理的‘富有’的果皮颜色分值已达到 3.0, $1.00 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理和对照也有 2.6, 较室温贮藏的颜色分值高, 由青转红的时间慢。‘次郎’在室温贮藏第 7 d 后果皮颜色的变化速率比低温贮藏的快。在低温贮藏 35 d, $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理的果皮颜色分值高于 $1.00 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理, 低温与 $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 结合, 能有效抑制‘次郎’果皮颜色的变化。

2.5 1-MCP 处理对甜柿可溶性糖含量的影响

果实可溶性糖含量是衡量果实品质的一个重要指标。如图 5 所示, ‘富有’和‘次郎’甜柿在贮存前期, 使可溶性糖含量均呈上升趋势。不同浓度的 1-MCP 处理上升速度与上升幅度无明显差异

($P > 0.05$)。‘富有’在室温和低温贮藏时可溶性糖含量最高值均出现在第 35 d, 之后低温贮藏的下降速度小于室温贮藏。‘次郎’在贮藏最后 1 d 时可溶性糖含量出现最高值。由于品种间的差异, 不同品种的甜柿可溶性糖含量变化趋势不同。

2.6 1-MCP 处理对甜柿可溶性单宁含量的影响

单宁是影响甜柿风味的成分之一, 当可溶性单宁转变为不溶性单宁后涩味消失。如图 6, 甜柿在贮存过程中, 可溶性单宁含量呈下降趋势。低温贮藏的甜柿可溶性单宁含量较室温贮藏的下降慢。 $1.00 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理的‘富有’甜柿可溶性单宁含量下降趋势比 $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理的小, $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理的甜柿可溶性单宁含量最低值达到 0.08%。‘次郎’在室温贮藏中 1-MCP 处理与对照果实的可溶性单宁含量变化较大。

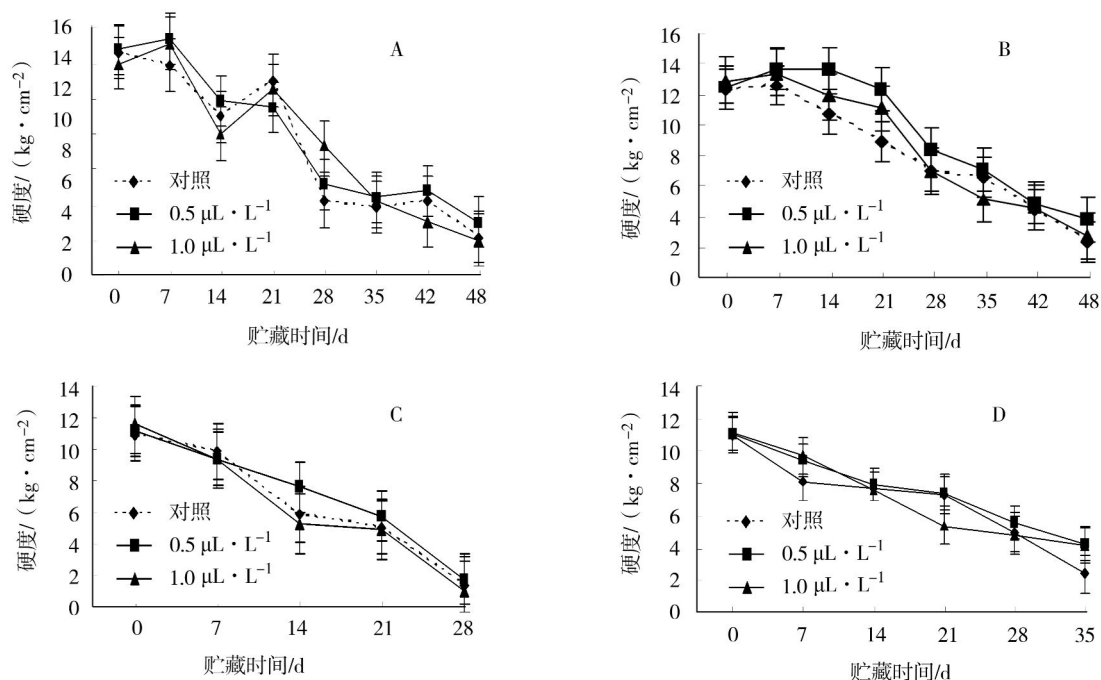


图 3 不同贮藏温度下甜柿果肉硬度的变化

Fig. 3 Firmness of sweet persimmons stored at different temperatures

注: A 为‘富有’室温贮藏, B 为‘富有’5℃贮藏, C 为‘次郎’室温贮藏, D 为‘次郎’5℃贮藏。下图同。

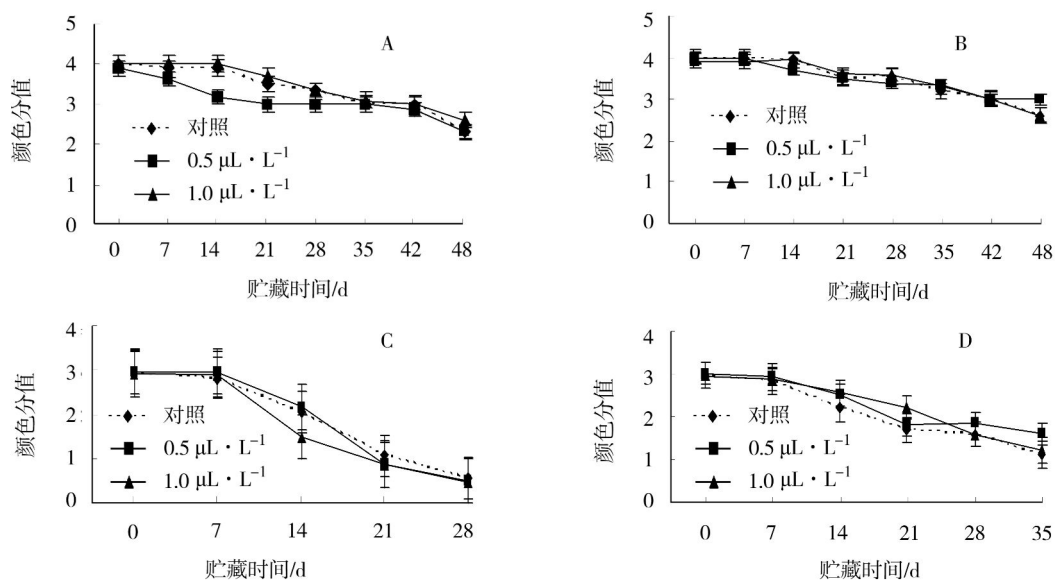


图 4 不同贮藏温度下甜柿果皮颜色的变化

Fig. 4 Color change of sweet persimmon peels under different storage temperatures

2.7 1-MCP 处理对甜柿呼吸速率的影响

图 7 所示,‘富有’果实的呼吸速率在室温贮藏 21 d 达到最高值 $46.87 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 显著高于 1-MCP 处理的果实的呼吸速率 ($P < 0.05$)。低温下, 对照的呼吸速率最高值为 $43.26 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 小于室温贮存下的呼吸速率。低

温与 1-MCP 处理结合能有效抑制甜柿果实的呼吸速率。‘次郎’果实在室温贮藏 14 d 后, $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理和对照果实的呼吸速率呈上升趋势。而在低温贮藏的果实呼吸速率变化较平缓。

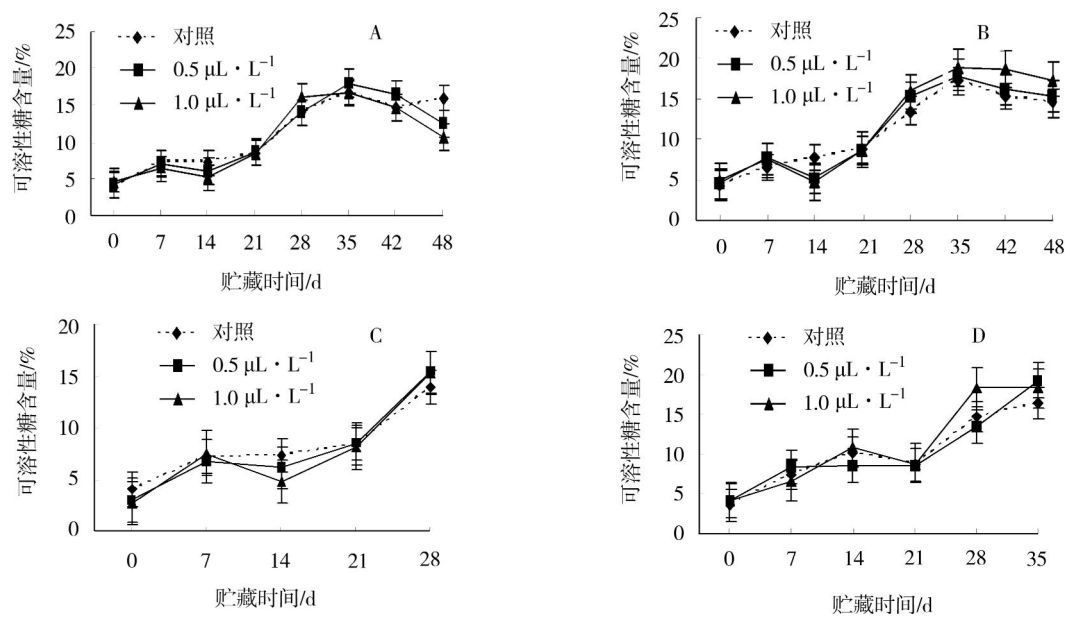


图 5 不同贮藏温度下甜柿可溶性糖含量的变化

Fig. 5 Soluble sugar content of sweet persimmons stored at different temperatures

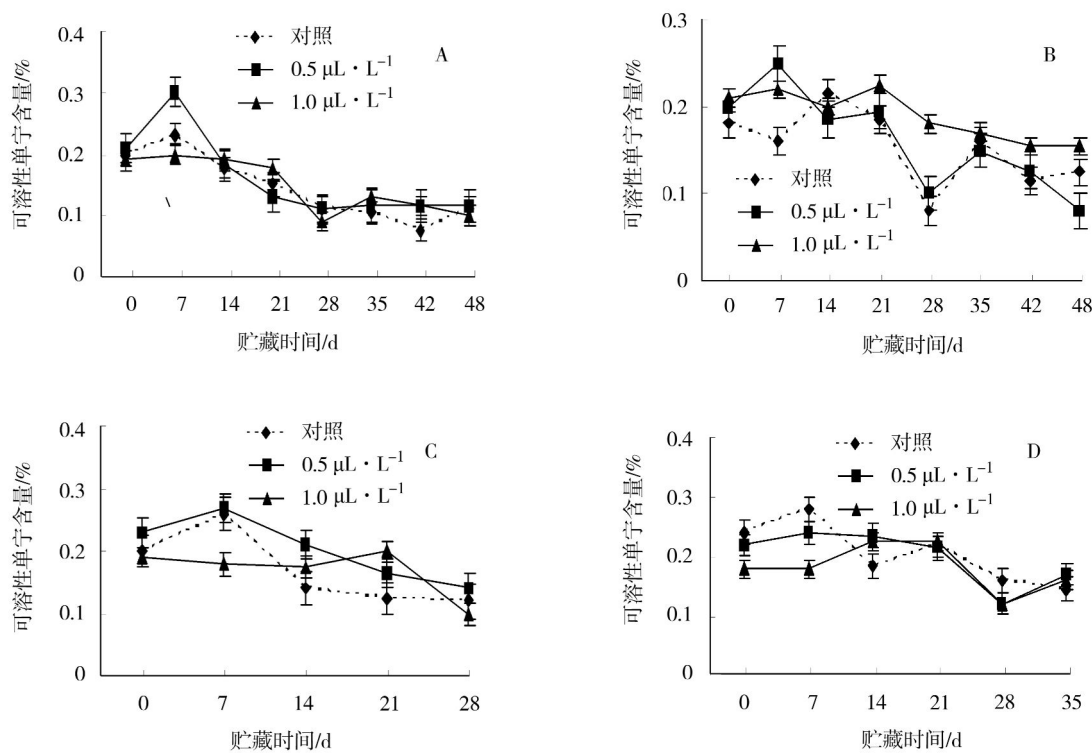


图 6 不同贮藏温度下甜柿可溶性单宁含量的影响

Fig. 6 Soluble tannin content of sweet persimmons stored at different temperatures

2.8 1-MCP 处理对甜柿果实 PG 和 C_x 活性的影响

采后柿果实 PG 酶活性呈先缓慢上升, 达到最高值后又下降的趋势。如图 8 所示, ‘富有’果实 PG 酶活性最高值均出现在贮藏第 28 d。室温贮藏

下 ‘次郎’果实 PG 酶活性最高值在第 21 d, 比低温贮藏提前 7 d。

由图 9 可知, 在 ‘富有’甜柿室温贮存下自然成熟过程中, 对照果实 C_x 活性的变化比较明显。1-MCP 处理的 ‘次郎’甜柿果实 C_x 活性变化趋势

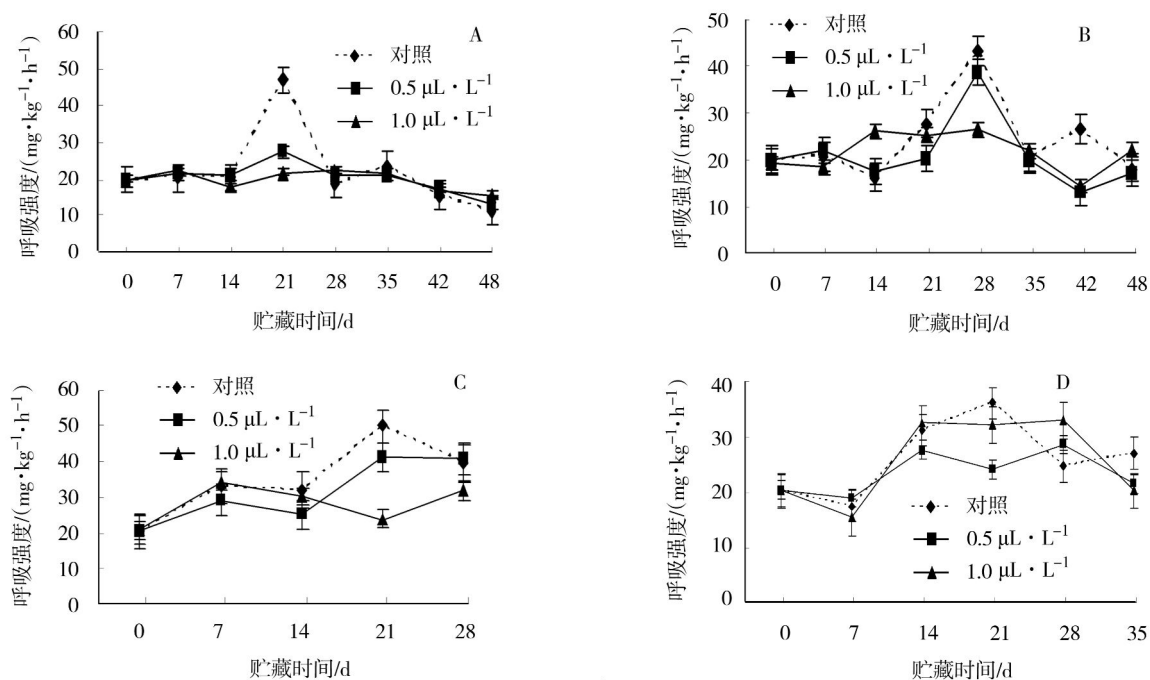


图 7 不同贮藏温度下甜柿呼吸速率的影响

Fig. 7 Respiration rate of sweet persimmons stored at different temperatures

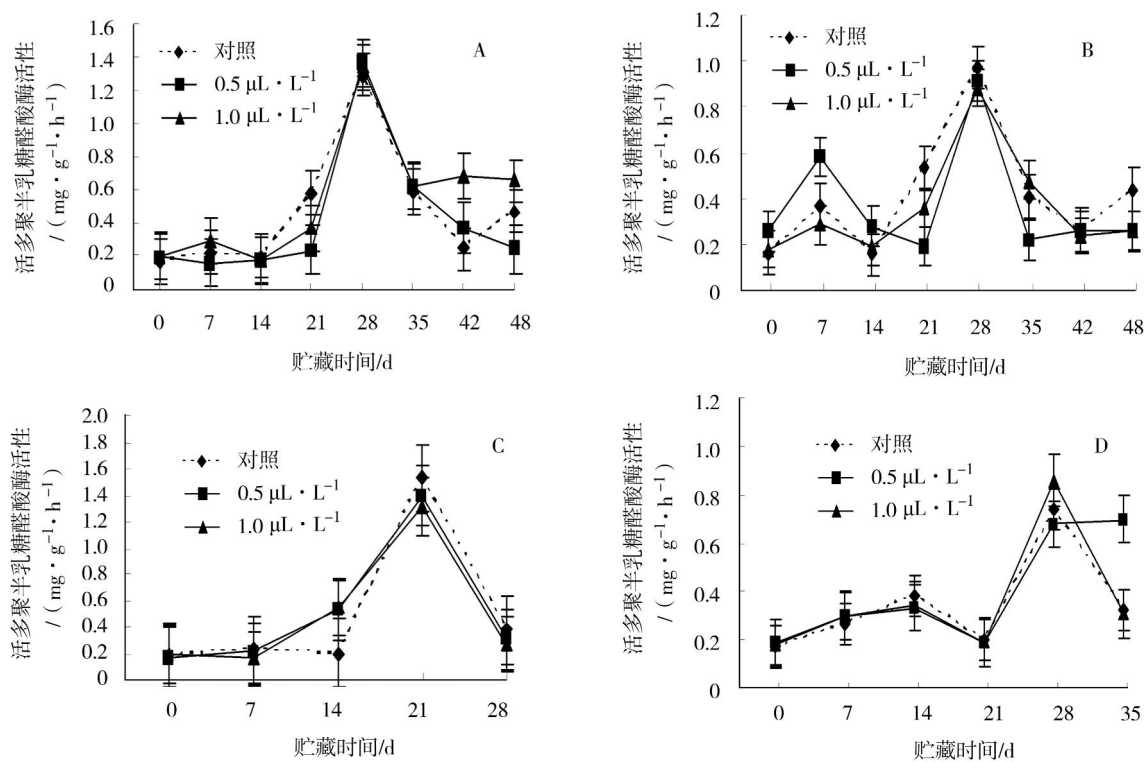


图 8 1-MCP 处理对不同贮藏温度下甜柿果实 PG 活性的影响

Fig. 8 PG activity in sweet persimmons stored at different temperatures

与对照的无显著差异,都是先上升后下降的趋势。室温贮藏下‘次郎’果实 Cx 酶活性最高值在第 21 d,比低温贮藏提前 7 d。低温贮藏下 0.50

$\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理的柿果实 Cx 活性变化幅度较小。

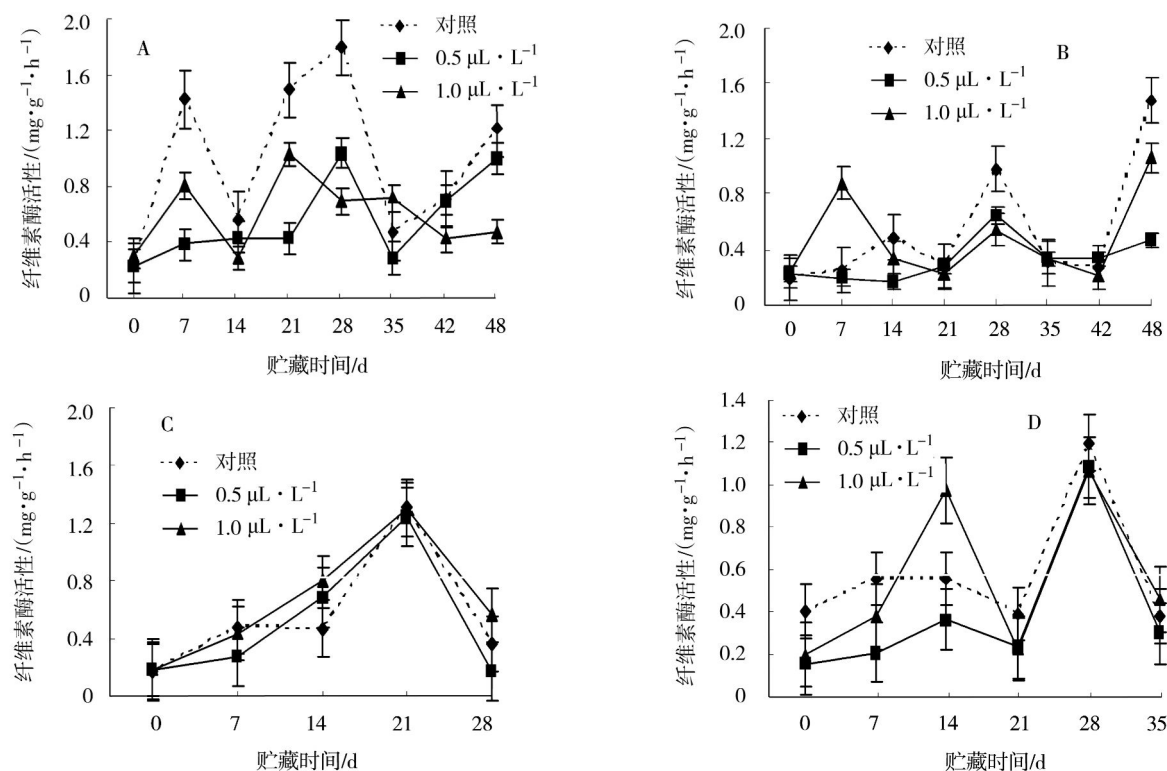


图 9 1-MCP 处理对不同贮藏温度下甜柿果实 Cx 活性的影响

Fig. 9 Cx activity in sweet persimmons stored at different temperatures

3 讨论与结论

有研究表明, 1-MCP 延缓贮藏果实品质下降作用可能与其抑制乙烯释放和呼吸速率有关^[11]。在不同贮藏条件下, $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 与低温结合显著延缓‘富有’和‘次郎’果实在贮藏期间的呼吸高峰出现和果实软化过程。不同成熟度甜柿经 1-MCP 处理效果有所不同。本试验结果表明, 1-MCP 处理能更有效地降低成熟度 I 果实硬度和呼吸速率, 延缓其成熟衰老, 延长贮藏期。胡芳^[12]在“阳丰”甜柿和 Fan^[13]在杏果发现成熟度低的果实 1-MCP 处理效果好。

由上可知, 第 1 阶段中成熟度 I 的果实经 $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理能显著抑制果实的腐烂, 贮藏后期可比对照高 30%。而成熟度 II 的果实经 1-MCP 处理与对照的好果率曲线几乎重合, 效果不明显。因此 $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理能使成熟度 I 甜柿果实保持较好的贮藏效果。第 2 阶段经 1-MCP 处理的成熟度 I ‘富有’和‘次郎’果实在低温 (5°C) 贮藏下, 保鲜效果良好。成熟度 I 的‘富有’在持续低温贮藏下, 经 $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理果实延迟 14 d 左右软化, 颜色由绿转红的时间推迟 14 d。成熟度 I 的‘次郎’果实, 0.50

$\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理延迟 7 d 左右软化, 颜色由绿转红的时间推迟 4 d 左右。同一成熟度的‘富有’和‘次郎’经 1-MCP 处理后, 果实硬度下降程度不同, 可能是由于品种间的差异和对 1-MCP 的效果不同。

综上所述, 1-MCP 处理不仅提高了‘富有’和‘次郎’的好果率, 还降低了果肉的呼吸速率, 延缓了果皮颜色、果实硬度、可溶性糖含量、可溶性固形物含量、可溶性单宁含量、PG 和 Cx 的降低幅度和速度, 而延长甜柿的贮藏寿命。本试验对 0.50 、 $1.0 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 2 种浓度的 1-MCP 处理和贮藏温度 (5°C 和 20°C) 进行比较, 得出经低温处理与 $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度的 1-MCP 处理结合明显延缓了甜柿果实硬度的下降, 贮藏后期可比对照高 40%, 推迟果皮颜色的转红, 推迟呼吸高峰的出现, 降低可溶性糖含量、可溶性单宁含量、PG 和 Cx 活性变化。本试验所得的最佳 1-MCP 处理浓度 $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 与马冲等^[14]对次郎的品质研究结果 ($1.0 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$) 不同, 可能是由于处理条件不同, 如处理温度和处理果实的成熟度等。

从保鲜效果和经济角度综合来看, 成熟度 I 果实较成熟度 II 果实更耐贮藏, 2 个品种均以低温与 $0.50 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理结合对甜柿果实具有更

好的保鲜效果。因此,对于‘富有’和‘次郎’来说,在实践生产中可根据需要来确定采收成熟期,成熟度高的果实适用于鲜食,成熟度适中的果实适于长期贮藏。目前,虽然 1-MCP 在果蔬上的应用日益增多,但其作用效果和抗乙烯效应的机制等尚待进一步研究。

参考文献:

- [1] SEREK M, SISLER E C, REID M S. Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants [J]. *American Society and Horticulture Science*, 1994, 119 (6): 1230—1233.
- [2] MIR N A, CURELL E, KHAN N, et al. Harvest maturity, storage temperature and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of Red chief delicious apples [J]. *American Society and Horticulture Science*, 2001, 126 (5): 618—624.
- [3] 王文辉, 孙希生, 李志强, 等. 1-MCP 对梨采后某些生理生化指标的影响 [J]. *植物生理学通讯*, 2004, 40 (2): 175—177.
- [4] JIANG Y, JOYCE D C, MACNISH A J. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags [J]. *Post-harvest Biology and Technology*, 1999, 16 (2): 187—193.
- [5] 丁建国, 陈昆松, 许文平, 等. 1-甲基环丙烯处理对美味猕猴桃果实后熟软化的影响 [J]. *园艺学报*, 2003, 30 (3): 277—280.
- [6] 王文辉, 孙希生, 王志华, 等. 大平顶枣采后生理特性研究 [J]. *果树学报*, 2003, 20 (4): 275—279.
- [7] 孙希生, 王志华, 李志强, 等. 1-MCP 对番茄采后生理效应的影响 [J]. *中国农业科学*, 2003, 36 (11): 1337—1342.
- [8] 李志强, 汪良驹, 巩文红, 等. 1-MCP 对草莓果实采后生理及品质的影响 [J]. *果树学报*, 2006, 23 (1): 125—128.
- [9] 王学奎. *植物生理生化实验原理的技术* [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 201—268.
- [10] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. *果树采后生理生化实验指导* [M]. 中国轻工业出版社, 2007: 60—97.
- [11] 侯大光, 马尚书, 胡芳. “秦美”和“海沃德”猕猴桃采后对 1-MCP 处理的反应 [J]. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2006, 34 (4): 43—47.
- [12] 胡芳, 马尚书, 侯大光. 甜柿采后生理特性及 1-MCP 处理的反应 [J]. *西北植物学报*, 2007, 27 (3): 571—576.
- [13] FAN X, ARGENTAL L, MATTHEIS J P. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots [J]. *Postharvest Biol Technol*, 2000, 20: 135—142.
- [14] 马冲, 苏晶, 刘凤娟, 等. 不同浓度 1-MCP 处理对柿果贮藏品质的影响 [J]. *佳木斯大学学报: 自然科学版*, 2008, 26 (3): 421—424.

(责任编辑: 柯文辉)