

1-MCP 处理对“美国8号”苹果采后生理和相关酶活性的影响

王小会, 任小林*, 孙芳娟, 李善菊, 步红丽 (1. 西北农林科技大学园艺学院, 陕西杨凌 712100; 2. 蚌埠学院, 安徽蚌埠 233030; 3. 中国飞行试验研究院, 陕西西安 710089)

摘要 以“美国8号”苹果为试材, 研究了0℃贮藏条件下1-MCP处理对采后生理及相关酶活性的影响, 结果表明: 1 μ/L 1-MCP处理可以显著抑制贮藏期间果实呼吸速率和乙烯释放量, 延缓两者跃变高峰的出现; 减缓果肉硬度和可滴定酸含量的下降, 但对可溶性固形物含量无明显影响; 同时保持贮藏后期SOD、POD、CAT的较高活性, 从而降低膜脂过氧化程度, 延缓果实衰老。

关键词 苹果; 采后生理; 酶活性

中图分类号 S379.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)04-01106-02

Effect of 1-MCP on Postharvest Physiology and Enzymatic Activities of America No.8 Apple

WANG Xiao hui et al (College of Horticulture, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract Experiments were conducted to study the effect of 1-MCP on the postharvest physiology and related enzymatic activities of America No.8 Apple during the storage at 0℃. The results showed that 1-MCP significantly decreased the respiration rate and the ethylene production, delayed the respiration peak and the ethylene peak. 1-MCP decreased the loss of the fruit firmness and acidity, but had no effect on the total soluble solids. In the meantime, it maintained a higher level of the activities of SOD, POD and CAT, reduced the peroxide action of the membrane lipids and postponed the fruit senescence.

Key words Apple; Postharvest physiology; Enzymatic activity

1-MCP(1-甲基环丙烯)是目前最受关注的乙烯作用抑制剂之一。它可以延缓乙烯诱导的果实成熟^[1]。有研究表明, 1-MCP能抑制苹果贮藏期间乙烯的生成^[2-3]及一些与乙烯相关的反应^[4-6], 其影响存在品种间的差异。“美国8号”苹果是一个具有发展前途的早熟品种, 但其采收期正好在夏季高温季节, 果实在室温下仅可存放15d左右。为了解决“美国8号”苹果贮藏难的问题, 笔者研究了1-MCP处理对苹果保鲜效应的影响。

1 材料与试验方法

1.1 试验材料 供试材料“美国8号”苹果于2005年8月10日采自陕西省洛川县一管理良好的果园。选择大小均匀、无病虫害及机械损伤、成熟度相对一致的果实, 采收当天运至实验室。供试1-MCP为0.14% 1-MCP粉剂, 由美国罗门哈斯公司提供。

1.2 处理方法 试验在(20±0.5)℃下进行。设2个处理:

在密闭条件下用1 μ/L 1-MCP熏蒸24h; 将果实放入同样大小的容器内密闭24h, 作为对照(CK)。每处理40kg苹果, 重复3次。处理完毕通风0.5h, 置于(0±1)℃、相对湿度85%~90%条件下冷库贮藏。

1.3 测定项目与方法 每10d测定一次, 包括呼吸速率、乙烯释放量、硬度、可溶性固形物、可滴定酸含量等指标。同时, 取样于-80℃超低温冰箱保存, 用于相关酶活性测定。果肉硬度的测定采用FT327型果实硬度计(探头直径0.8cm); 可溶性固形物的测定采用WYT4型手持折光仪; 可滴定酸含量的测定参考《植物生理学实验技术》^[7]; 果实呼吸速率的测定采用Telair 7001红外线CO₂分析仪; 乙烯释放量的测定采用Trace GC Ultra气相色谱仪, 氢火焰离子化检测器(FID), N₂为载气, 柱温70℃, 气化室、检测室温度150℃, 外标法定量。SOD、POD、CAT活性的测定参考《植物生理学实验指导》^[8]。重复3次, 取平均值。

1.4 数据处理 采用EXCEL和SAS软件分析。

2 结果与分析

2.1 1-MCP处理对苹果贮藏品质的影响 果实硬度是衡量贮藏效果的主要指标之一。图1表明, 1-MCP处理可以明显延缓“美国8号”苹果果肉硬度的下降。在整个贮藏期间, 处理和对照硬度均呈下降趋势, 贮藏前30d两者果肉硬度变化差异不明显, 随后处理苹果果肉硬度0.01水平显著高于对照, 贮藏90d果肉硬度仍为6.0 kg/cm²。图2表明, 贮藏30d苹果可溶性固形物含量均有所上升, 此后, 可溶性固形物含量又均呈现下降趋势。在整个贮藏期间, 处理苹果可溶性固形物含量始终高于对照, 但两者间不存在差异。图3表明, 苹果可滴定酸含量随贮藏期的延长而逐渐降低。贮藏20d处理和对照的可滴定酸含量不存在差异, 20d后处理苹果可滴定酸含量0.05水平显著高于对照。在整个贮藏期间1-MCP处理苹果可滴定酸含量始终高于对照。这对保持果实的品质和风味有重要作用。

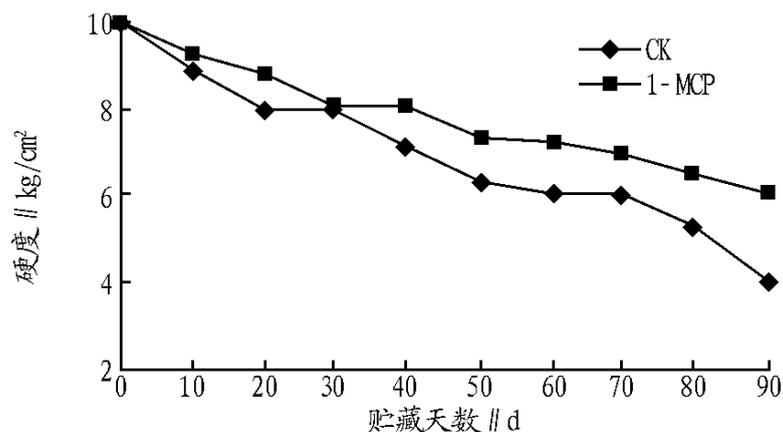


图1 1-MCP处理对苹果果肉硬度的影响

2.2 1-MCP处理对苹果抗氧化酶活性的影响 图4表明, 处理和对照苹果SOD活性的变化趋势基本相似, 贮藏前期对照SOD活性升高, 第30天达最高值500.99 U(g FM·h)。处理SOD活性最大值比对照推迟10d出现, 比对照高8.02%, 且其活性在第20~70天(除第30天外)均0.05水平显著高于对照。图5表明, POD活性在贮藏过程中表现出上升—高峰—下降的趋势, 对照在第30天达最大值27.412 U/g FM。处理POD活性高峰比对照推迟10d, 且比对照高22.05%, 贮藏中后期处理均高于对照。图6表明, CAT活性在采后前期呈上升趋势, 对照于第20天达最大值41.568 U/g FM, 处理最

大值比对照推迟 10 d 出现, 比对照高 23.82%, 且 30 d 后均 0.05 水平显著高于对照。

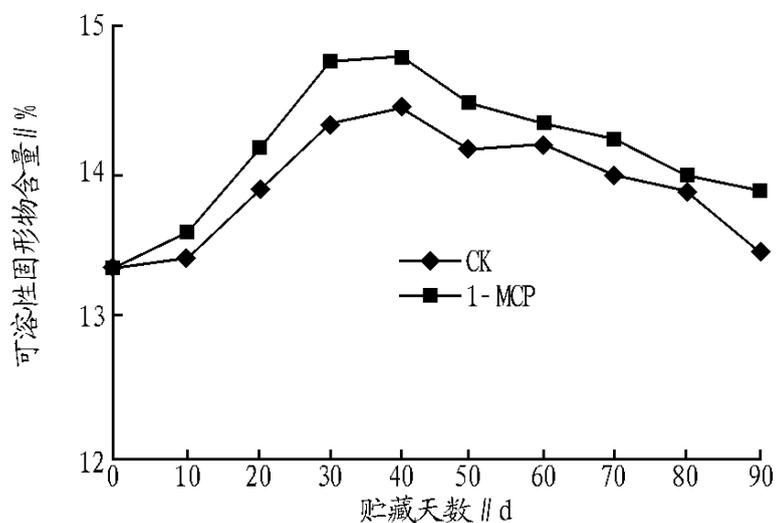


图2 1-MCP 处理对苹果可溶性固形物含量的影响

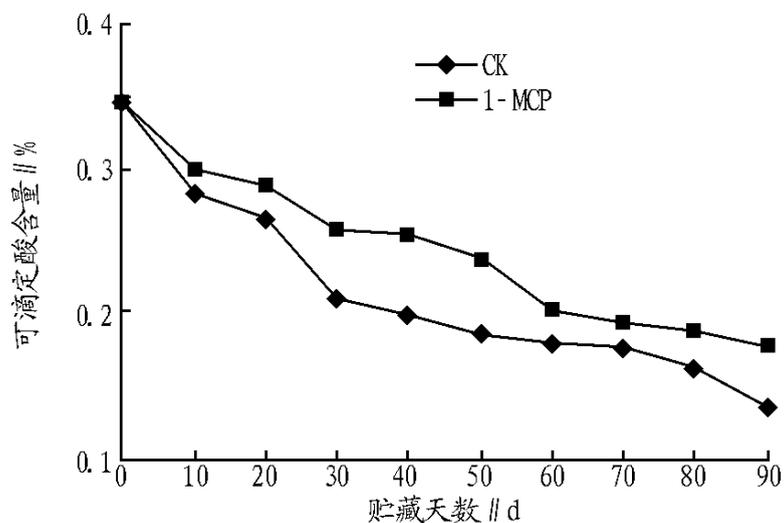


图3 1-MCP 处理对苹果可滴定酸含量的影响

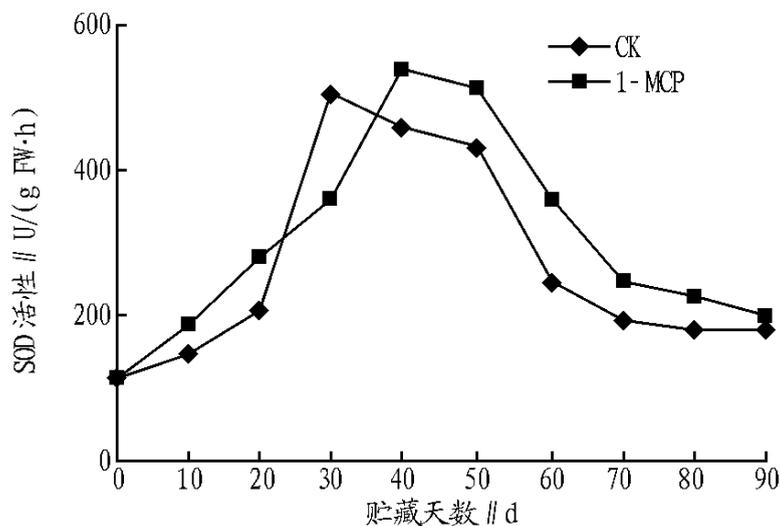


图4 1-MCP 处理对苹果SOD活性的影响

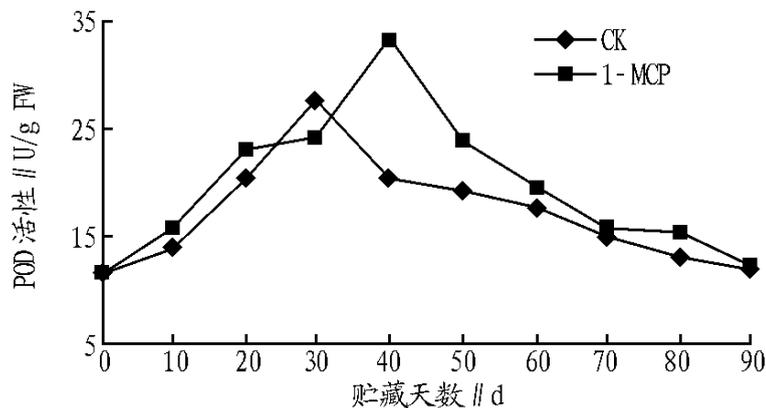


图5 1-MCP 处理对苹果POD活性的影响

2.3 1-MCP 处理对苹果呼吸速率、乙烯释放量的影响 苹果是典型的呼吸跃变型果实。图7表明, 对照和处理分别在采后 50、60 d 出现呼吸高峰, 峰值分别为 9.967、6.271 CO_2 $\text{ng}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ 。处理比对照推迟 10 d 出现呼吸高峰, 同时降低了跃变峰值, 后者的呼吸速率在贮藏期内(除第 60 天外)始终高于处理。图8表明, 乙烯释放量的变化趋势与呼吸速率

相似, 处理于采后 50 d 出现乙烯跃变高峰, 对照则在采后 40 d 达到跃变高峰, 1-MCP 处理将乙烯高峰出现的时间推迟 10 d, 且对照乙烯释放高峰值比处理高 8.428 $\mu\text{l}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ 。这说明 1-MCP 处理能明显降低呼吸强度和乙烯释放量, 推迟呼吸高峰和乙烯高峰的出现。

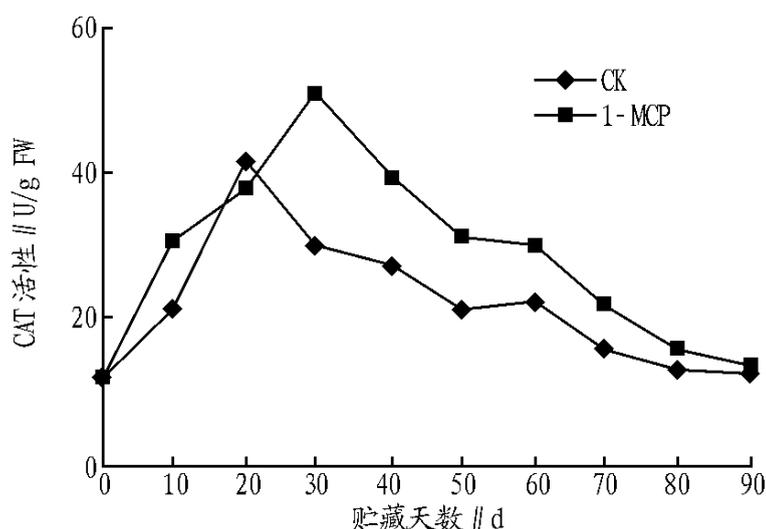


图6 1-MCP 处理对苹果CAT活性的影响

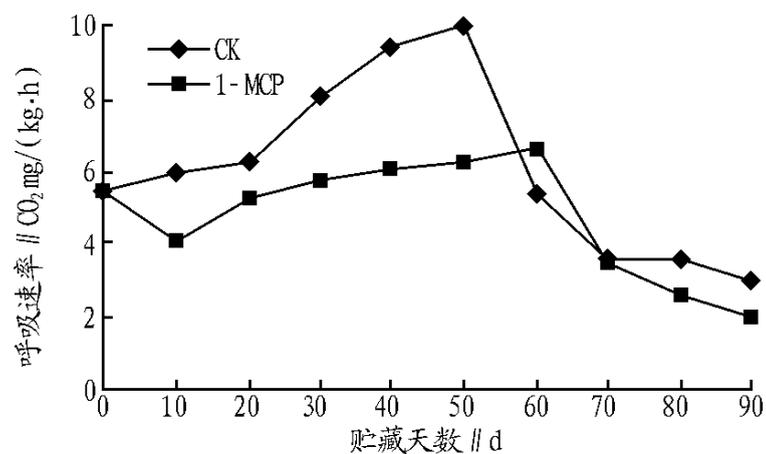


图7 1-MCP 处理对苹果呼吸速率的影响

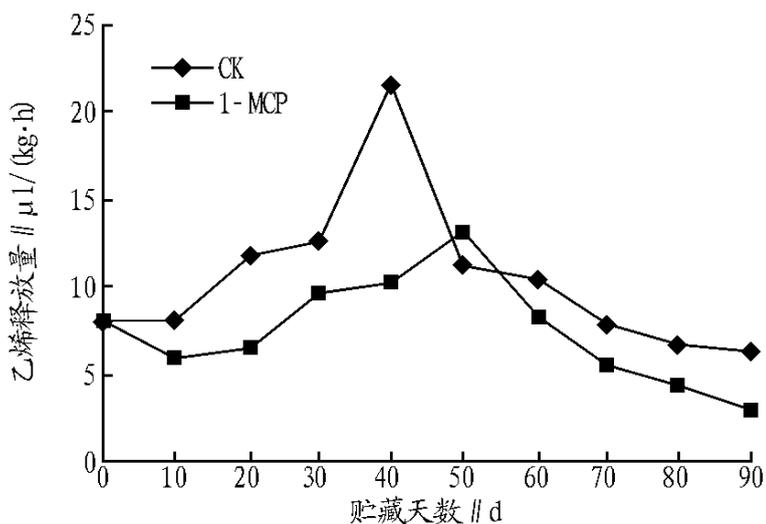


图8 1-MCP 处理对苹果乙烯释放量的影响

3 讨论

试验表明, 1-MCP 处理可明显抑制果实采后贮藏期间果实硬度、可滴定酸含量的下降, 延长“美国8号”苹果的酸甜适口风味, 保持果实的品质。1-MCP 处理对可溶性固形物含量的影响比较复杂。孙希生等研究表明, 1-MCP 处理对红富士、乔纳金、粉红女士果实的可溶性固形物含量的影响比较明显^[9-11]。唐燕等研究表明, 1-MCP 处理对嘎拉果实可溶性固形物含量无明显影响^[12-13]。这说明 1-MCP 处理效果与园艺产品的种类、品种以及处理条件等有密切关系。研究还表明, 1-MCP 处理可有效降低果实的呼吸速率和乙烯释放量, 推迟呼吸高峰和乙烯高峰的出现。1-MCP 处理通过阻断乙烯与受体的结合, 进而抑制乙烯对果实的后熟和衰老^[1,4]。这与孙希生的研究报道结果^[9-10]一致。超氧化物歧化酶、过

(上接第1107页)

氧化物酶、过氧化氢酶与果实的成熟衰老有密切的关系。1-MCP处理可以通过提高SOD、POD、CAT等保护酶活性,降低 H_2O_2 、 O_2^- 等活性氧的积累,从而减缓 O_2^- 等活性氧自由基累积引起的膜脂过氧化,保护了膜结构的完整性,减轻了膜伤害。

随着1-MCP商品的推出,商业化应用的前景越来越广阔。特别是对像苹果这样具有呼吸跃变型的果实,1-MCP能够降低呼吸强度和乙烯释放量,延缓果实衰老进程。不同苹果品种对1-MCP的反应不同,因此在大规模商业应用前需经过试验以确定其应用技术。

参考文献

- [1] SISLER E C, SEREK M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments[J]. *Physiol Plant*, 1997, 100:577-582.
- [2] 韩冬芳, 马书尚, 王鹰, 等. 1-MCP对新红星苹果乙烯代谢和贮藏品质的影响[J]. *园艺学报*, 2003, 30(1):11-14.
- [3] 孙希生, 王文辉, 王志华, 等. 1-MCP对苹果采后生理的影响[J]. *果树学报*, 2003, 20(1):12-17.

- [4] FAN X, MATTHEIS J P, BLANKENSHIP S M. Development of apple superficial scald, soft scald, core flush and greasiness is reduced by 1-MCP[J]. *J Agri Food Chem*, 1999, 47(8):3063-3068.
- [5] WATKIN C B, NOCK J F, WHITAKER B D, et al. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage condition[J]. *Postharvest Bd Technol*, 2000, 19:17-32.
- [6] RUPASSINGHE H P V, MURRAY D P. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in "Milrtosh" and "Delicious" apples[J]. *J Hort Sci Biotechnol*, 2000, 75:271-276.
- [7] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安:世界图书出版社, 2000.
- [8] 陈建勋, 王小峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社, 2002.
- [9] 孙希生, 王文辉, 王志华, 等. 1-MCP对红富士苹果采后保鲜的影响[J]. *中国果树*, 2003(1):8-11.
- [10] 孙希生, 王文辉, 王志华, 等. "乔纳金"苹果采后1-MCP处理对常温贮藏效果的影响[J]. *园艺学报*, 2003, 30(1):90-92.
- [11] 王赵改, 马书尚, 王瑞庆, 等. 1-MCP对粉红女士苹果采后生理的影响[J]. *西北农林科技大学学报:自然科学版*, 2005, 33(5):123-126.
- [12] 唐燕, 马书尚, 武春林, 等. 1-MCP对嘎拉苹果呼吸、乙烯产生及贮藏品质的影响[J]. *果树学报*, 2004, 21(1):42-45.
- [13] 王瑞庆, 马书尚, 武春林, 等. "嘎拉"苹果对不同浓度1-MCP处理的反应[J]. *西北植物报*, 2005, 25(2):256-261.