

1-MCP 对美国杏李采后生理及贮藏品质的影响

刘新社¹, 李 静², 潘自舒¹

(1. 商丘职业技术学院 河南 商丘 476000; 2. 河南农业大学 林学院园艺学院 河南 郑州 450002)

摘 要:以美国杏李(Puot to USA)风味玫瑰果实为试材,研究了 1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene)对果实采后生理和贮藏品质的影响。在室温(20±1)℃下采用浓度为 0.0、0.5、1.0、1.5 μL/L 的 1-MCP 对风味玫瑰果实进行处理 12 h,处理后的果实在室温条件下贮藏。结果表明:整个贮藏过程中 1.0 μL/L 处理组均能抑制果实的乙烯释放速率和呼吸强度,呼吸高峰延缓出现,峰值明显低于对照组;减缓果实硬度的降低和果实软化速度,在贮藏前期、中期处理组的果实硬度始终较高,末期与对照组趋于一致。降低了美国杏李果实的腐烂率的发生;有效抑制了果实可溶性固形物、可滴定酸、Vc 含量的丧失,保持其贮藏品质。但在室温下 1-MCP 处理延长美国杏李的货架期是有限的。

关键词:美国杏李; 1-MCP; 采后生理; 贮藏品质

中图分类号:S 662.309⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)02-0205-04

美国杏李(Puot to USA)是通过杏、李间多次杂交培育的新兴水果。其具有独特的风味、浓甜特优的品质、美丽诱人的外观和果肉色泽和极高的经济价值,受到栽培者和消费者欢迎。风味玫瑰中李基因占 75%,杏基因 25%,平均单果重 85 g,是美国杏李中最优秀的品种之一。果实成熟期在 6 月上、中旬,属早熟品种^[1]。其采后正处于高温季节,在采后的贮藏、运输、销售过程中采后生理变化快,营养品质下降,组织硬度降低、果实软化且容易受到机械损伤和腐烂变质,影响了杏李果实的食用品质。

乙烯在果实成熟过程中起着重要的作用,被认为是成熟激素,对果实采后的生理变化亦有重大影响。1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene 简称 1-MCP)是一种乙烯竞争性抑制剂,能阻断乙烯与受体的正常结合,且 1-MCP 与乙烯受体的结合不可逆,致使乙烯信号传导受阻,从而达到延缓成熟的目的^[2-3]。1-MCP 具有无毒无味、使用方便、成本低廉、安全高效等优点。

近年来,人们在苹果^[4-5]、桃^[6]、李^[7]、杏^[8-9]、猕猴桃^[10]等多种水果上对 1-MCP 的作用进行研究,发现 1-MCP 对于呼吸跃变型水果有明显作用,阻止或延缓乙烯作用的发挥,使贮藏期和货架期大大延长^[4,7-11]。

此前尚无人发表关于 1-MCP 在美国杏李贮藏中的应用情况的研究报道。试验旨在研究 1-MCP 对呼吸跃变型水果—美国杏李的呼吸速率、乙烯产生量等采后生理及贮藏期间品质变化的影响,为 1-MCP 在美国杏李采后贮藏保鲜中的应用提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试风味玫瑰杏李于 2007 年 6 月 1 日采自河南省商丘市睢阳区郭村镇张楼村 5 a 生树,果园管理良好。选无病虫害、大小、颜色基本一致的九成熟果实,采摘及运输过程中严防机械损伤。采收当天测定果实的硬度、可溶性固形物、可滴定酸、Vc 等指标,然后用 1-MCP 对果实进行处理。试验药剂 1-MPC(3.3% 1-MCP 粉剂 EthylBloc[®]);美国罗门哈斯中国公司提供。处理方法:用分析天平分别精确称取 3.3% 的 1-MCP 0.00、33.94、67.88、101.82 mg。把药品放入可以密封的小瓶中,按 1:16 的比例加入约 40℃ 的温水,然后立即拧紧瓶盖,充分摇匀,用 0.10 mm 厚的 PVC 薄膜制作 4 个容积为 1 m³ 的塑料帐(内撑支架),把需处理的果实放在塑料帐内,除留有一个操作孔外,其它部分先密封好,再把上述配制好的不同浓度 1-MCP 的药剂分别放入塑料帐内。打开瓶盖,然后迅速将塑料帐封闭。1-MCP 气体很快从瓶中释放到密封的塑料帐内,4 个 PVC 塑料帐内 1-MCP 的有效浓度分别为 0.0、0.5、1.0、1.5 μL/L,处理温度为(20±1)℃,处理时间为 12 h。处理 3 次重复,每重复 240 个单果。处理结束后,将处理果实和对照果实分别装入果箱中,放在室温(20±1)℃条件下,定期

第一作者简介:刘新社(1970—),男,河南商丘人,硕士,副教授,现从事园艺产品贮藏方面的研究工作。E-mail: sqzylu@163.com。

基金项目:河南省教育厅自然科学基金资助项目(2007210030);国家示范性高职高专建设工学结合资助项目;商丘市人民政府科技研究资助项目(2005-14B-011)。

收稿日期:2009-09-20

取样测定其生理特性变化并观察果实货架期寿命。

1.2 测定项目与方法

呼吸强度采用碱吸收法^[12], 单位为 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$; 乙烯释放量用气相色谱法测定: TraceGC Ultra 气相色谱仪, 氢火焰离子化检测器(FID), N_2 为载气, 柱温 70°C , 气化室、检测室温度 120°C , 外标法定量。果肉硬度用手持果实硬度计(GY-1 型)测定, 单位为 kg/cm^2 ; 可溶性固形物用手持折光仪测定, 单位为%; 可滴定酸用酸碱滴定法测定, 单位为% (W/W); Vc 含量用 2,6-二氯酚法^[12], 单位 mg/kg 。腐烂率(%)=腐烂个数/总个数 $\times 100\%$ 。

每 2 d 测定 1 次果实呼吸强度、乙烯释放量; 品质状况: 果肉硬度、可滴定酸、可溶性固形物(SSC)、Vc 等的变化; 每个重复随机取样 10 个果实。调查果实腐烂情况, 每个重复调查 30 个果实。

1.3 数据统计与分析

采用 SAS 统计分析软件进行数据整理与分析; 用 Paired-samples T-Test 方法进行显著差异分析, 显著性差异水平: 显著($P < 0.05$); 极显著($P < 0.01$)。

2 结果与分析

2.1 1-MCP 对杏李采后呼吸强度和乙烯释放量的影响

美国杏李是典型的呼吸跃变型果实, 从图 1 可以看出, 在 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 贮藏条件下, 对照和 1-MCP 处理都有 1 次呼吸高峰, 对照出现呼吸高峰的时间比处理早, 且较为明显。

对照呼吸强度开始阶段增加迅速, 呼吸高峰出现在第 4 天左右, 峰值(以 CO_2 计)为 $30.11 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 0.5、1.0、1.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理在采后初期保持稳定, 呼吸高峰都推迟到了 6 d 左右, 峰值分别为 25.40、23.03、24.06 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 分别为对照的 84.36%、76.48%、79.93%。但随着贮藏时间的延长, 对照与处理的呼吸强度趋于一致。结果表明, 1-MCP 能显著抑制美国杏李的呼吸强度, 特别是 1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 的处理更为明显(在第 4 天时 1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理 $P = 0.037$), 延缓呼吸高峰到来时间, 并降低峰值。但对呼吸强度的变化趋势没有太大影响, 呈先上升, 后下降的趋势。

从图 2 可以看出, 美国杏李果实在刚采收后产生的乙烯很少, 随着贮藏时间的延长乙烯释放量不断上升。在 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下, 对照果在采后第 4 天产生乙烯跃变峰, 峰值高达 $16.5 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。与对照果实相比, 1-MCP 处理极显著地抑制了果实乙烯的释放(0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理 $P = 0.008$; 1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理 $P = 0.007$; 1.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理 $P = 0.0073$)。处理果在前 4 d 乙烯释放量极低, 直到第 8 天才出现最高峰, 峰值也明显降低。3 种浓度的 1-MCP 处理对呼吸强度和乙烯释放量影响都是 1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 的处理效果更为明显。

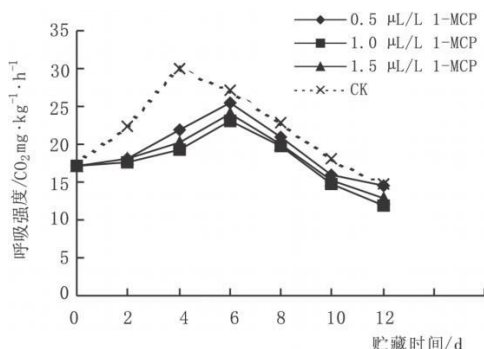


图 1 1-MCP 对美国杏李呼吸强度的影响

2.2 1-MCP 处理对杏李硬度变化的影响

采后果实组织质地的变化一般用果实硬度来表示, 它是果实口感、抗运输损伤能力的标志。图 3 表明, 1-MCP 处理可以延缓果实硬度的快速降低。在 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下, 贮藏初期处理组与对照组硬度接近, 中期处理硬度高于对照组, 以第 4 天的差异最大, 处理果实硬度是对照的 160.9%。1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理与对照在第 4 天差异极显著(1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理 $P = 0.0097$); 第 6、8 天差异显著(P 值分别为 0.029、0.018)。到贮藏后期处理与对照果实硬度趋于一致。表明在室温下 1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理在一定的时间内可以较好的保持杏果实贮运过程中的抗损伤能力, 可以减少果实在贮运过程中的震动、挤压损伤保持较高的好果率, 为实现杏果实的运输提供较好的条件。

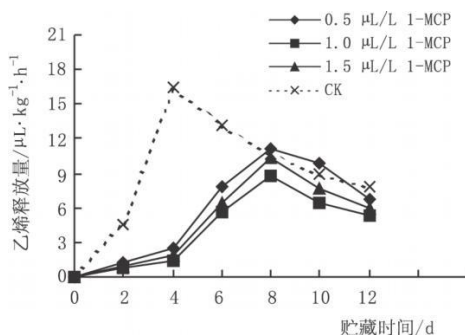


图 2 1-MCP 对美国杏李乙烯释放量的影响

2.3 1-MCP 对美国杏李腐烂率的影响

由表 1 可知, 1-MCP 处理对杏李果实腐烂率的影响, 在贮藏初期处理与对照差异不显著, 到中、后期差异逐渐增大。在室温下贮藏至第 4 天, 对照的腐烂率是 3 个处理的 149.2%, 但差异不显著; 从第 6 天起, 对照的腐烂率就明显高于 3 个处理, 且全部差异极显著, 而 3 个处理间差异不显著; 从第 8 天起 1.0、1.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的腐烂率明显小于 0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理, 差异显

著。表明在贮藏过程中, 1.0、1.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理能显著降低杏李的腐烂率, 可延长杏李的货架期 4~6 d 左右。到第 12 天 1-MCP 处理与对照相比, 还能显著控制腐烂率, 但最低的 1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理也达到 20% 以上, 从经济效益角度考虑, 不宜继续贮藏。

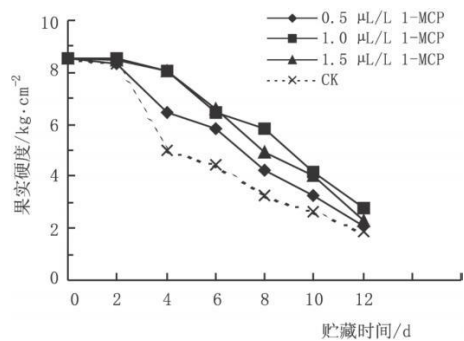


图 3 1-MCP 对美国杏李硬度的影响

2.4 1-MCP 对杏李内在品质的影响

水果的内在品质一般以可溶性固形物及可滴定酸、

Vc 含量等指标来衡量。表 2 显示, 美国杏李果实采后贮藏过程中, 对照果实和经 1-MCP 处理的果实可滴定酸和可溶性固形物的变化, 随贮藏时间的延长, 对照果和 1-MCP 处理果中二者都呈现下降趋势, 1-MCP 处理果实的可滴定酸和可溶性固形物含量下降速度始终低于对照果实, 第 8 天后 3 种浓度 1-MCP 处理的可滴定酸和可溶性固形物含量都显著低于对照。果实 Vc 含量都随贮藏时间的延长而下降, 1-MCP 处理延缓 Vc 含量的降低在前中期都不显著, 直到第 12 天才与对照有明显差异。总体来说 1-MCP 对保持杏果实采后的风味品质有明显效果, 但 3 个不同浓度的 1-MCP 处理间差异并不明显, 其原因有待进一步研究。

表 1 1-MCP 处理对杏李腐烂率的影响

贮藏 天数/ d	腐烂率/ %			
	0.5 $\mu\text{L/L}$	1.0 $\mu\text{L/L}$	1.5 $\mu\text{L/L}$	CK
2	0.00aA	0.00aA	0.00 aA	0.00 aA
4	0.67aA	0.67aA	0.67aA	1.00aA
6	3.33bB	2.60bB	2.76bB	6.30aA
8	9.56bAB	6.35bB	7.24bB	14.23aA
10	20.45bB	12.50cC	14.47cC	34.38 aA
12	35.32bB	20.40cC	30.72bB	47.56 aA

注: 小写字母和大写字母分别代表 5% 和 1% 显著水平, 下表同。

表 2 1-MCP 处理对美国杏李内在品质的影响

贮藏 天数/ d	可溶性固形物/ %				可滴定酸/ %				Vc mg · kg ⁻¹			
	0.5 $\mu\text{L/L}$	1.0 $\mu\text{L/L}$	1.5 $\mu\text{L/L}$	CK	0.5 $\mu\text{L/L}$	1.0 $\mu\text{L/L}$	1.5 $\mu\text{L/L}$	CK	0.5 $\mu\text{L/L}$	1.0 $\mu\text{L/L}$	1.5 $\mu\text{L/L}$	CK
0	15.73aA	15.73 aA	15.73 aA	15.73 aA	1.15 aA	1.15 aA	1.15 aA	1.15 aA	5.12 aA	5.12 aA	5.12 aA	5.12 aA
2	15.50 aA	15.69 aA	15.69 aA	15.51 aA	1.12 aA	1.13 aA	1.12 aA	1.12 aA	5.08 aA	5.08 aA	5.08 aA	5.07 aA
4	15.44 aA	15.37 aA	15.33 aA	14.05 aA	1.05 aA	1.08 aA	1.05 aA	1.01 aA	4.65 aA	4.75 aA	4.71 aA	4.63 aA
6	14.05abA	14.36 bA	14.11 bA	12.25 aA	0.99 aA	1.02 aA	0.98 aA	0.89 aA	4.20 aA	4.28 aA	4.22 aA	3.86 aA
8	13.02bB	13.48bB	13.05bB	10.77 aA	0.90 aA	0.98 bA	0.91 bA	0.76 aA	3.69 aA	3.85 aA	3.86 aA	3.48 aA
10	12.11 bB	11.78 bB	11.63 bB	9.20 aA	0.85 bB	0.94 bB	0.89bB	0.60 aA	3.31 aA	3.55 aA	3.52 aA	3.04 aA
12	9.75 bA	10.02 bB	9.25 bB	7.34 aA	0.78 bB	0.82 bB	0.80 bB	0.56 aA	3.25 bA	3.35 bA	3.34 bA	2.56 aA

3 结论与讨论

美国杏李属呼吸跃变型果实, 呼吸跃变型果实的成熟与衰老受乙烯代谢的调控, 杏李果实采后成熟与衰老的进程和品质的下降与乙烯产生、呼吸强度呈显著的正相关。在成熟衰老过程中, 表现为色、香、味和质地的变化, 乙烯在这些变化中起着重要作用, 影响着呼吸强度的变化。由于未见 1-MCP 在美国杏李贮藏上的应用效果的研究报道, 只能比较与此接近的李、杏试验情况。该试验结果发现, 在室温条件下, 处理 6 d 后出现呼吸高峰, 要比对照晚 2 d 左右。但在冷藏过程中能够抑制果实乙烯产生速率, 减少果实乙烯的合成, 果实乙烯释放高峰的延迟 3~4 d 出现。随着贮藏时间的延长, 呼吸强度逐渐下降, 末期处理和对照趋于接近。这与 Abdi. N^[13] 等的研究结果一致。

果实硬度是果实品质的重要指标之一, 1-MCP 处理可延缓杏李在贮藏期间果实硬度的下降, 与王志华、

郭香凤、王庆国^[6-8] 等在 1-MCP 处理采后的杏和李情况相同。1-MCP 处理抑制细胞壁降解酶活性, 抑制果实的后熟衰老, 从而有效保持果实硬度, 减少贮藏前、中期硬度的下降。后期出现硬度下降和果实软化, 可能是 1-MCP 并没有完全破坏乙烯受体, 在少量新的乙烯受体合成后, 在乙烯的诱导下启动了许多生理生化反应^[2-3]。

在贮藏的前期和中期都能保持很低的果实腐烂率, 到后期处理的腐烂率也明显低于对照。但是, 该试验中在货架结束时 1-MCP 处理组果实的腐烂率也达到了 20% 以上, 造成了较大损失, 果实硬度也不比对照组大。1-MCP 处理没有明显延长杏李的货架贮藏时间, 这于王志华、郭香凤、王庆国^[6-8, 14] 等研究结果差异较大。

试验中, 在货架期内, 1-MCP 处理可以明显延缓果实可滴定酸含量的下降。1-MCP 也可以很好的保质可溶性固形物, 但对 Vc 保持中效果不明显。这与前人^[7-8, 13, 15] 的研究结果有所差异, 原因可能是

美国杏李贮藏生理与李、杏有一定不同,其生理机制有待深入研究。该试验还发现杏李果实的呼吸作用和乙烯释放量之间及其它生理指标的一致性和协同性,又与其它呼吸跃变型水果一致。

综上所述,用 $1.0 \mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理风味玫瑰杏李果实 12 h,在室温下,可以降低贮藏前期、中期果实的乙烯产生速率和呼吸强度,处理果实与对照果实后期无显著差异。并能较好的保持果实的可溶性固形物和可滴定酸,但保持 V_c 含量作用不明显。1-MCP 处理果实可以延缓果实硬度的降低,增强果实贮运过程中的抗损伤能力。但在室温贮藏中 1-MCP 还不能明显延长美国杏李的货架期,这需要把 1-MCP 的处理与低温贮藏、气体贮藏有机结合。

参考文献

- [1] 李洪敏. 美国杏李丰产栽培技术[J]. 上海农业科技, 2005(2): 96—97.
- [2] Blankenship S M, Dole J M. 1-Methylcyclopropene: a review[J]. Postharvest Biol. Technol, 2003, 28: 1—25.
- [3] Sisler E C, Serek M. Inhibitors of ethylene responses in plant at the receptor level Recent developments[J]. Physiol plant, 1997, 100: 577—582.
- [4] 陈莉, 屠康气, 赵艺泽, 等. 采后 1-MCP 和热处理对红富士苹果生理变化和贮藏品质的影响[J]. 果树学报 2006, 23(1): 59—64.
- [5] 王文辉, 孙希生, 王志华. 1-MCP 对苹果采后生理及保鲜效果的影响[J]. 农业科技通讯, 2002(11): 34—35.
- [6] 王俊宁, 弓德强, 饶景萍, 等. 1-MCP 对外源乙烯诱导的油桃果实呼吸、乙烯代谢的影响[J]. 贵州农业科学, 2005, 33(2): 11—12.
- [7] 王志华, 孙希生, 张志云, 等. 1-MCP 对龙园秋李冷藏期间品质和生理特性的影响[J]. 中国农业科学, 2003, 36(11): 1337—1340.
- [8] 郭香凤, 梁华, 赵胜娟, 等. 1-MCP 对杏果实采后贮藏品质的影响[J]. 农业机械学报, 2006, 37(8): 107—110.
- [9] 王庆国, 邓正焱, 谷林. 1-甲基环丙烯对杏采后保鲜效果的影响[J]. 山东农业科学, 2005(1): 59—61.
- [10] 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, 28(5): 399—402.
- [11] 孙希生, 王文辉, 王志华. 1-MCP 对苹果采后生理的影响[J]. 果树学报, 2003, 20(1): 12—17.
- [12] 韩雅珊. 食品化学实验指导[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1999: 26—77.
- [13] Abdi N, McGlasson W B, Holford P, et al. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene[J]. Postharvest Biology and Technology, 1998, 14: 29—39.
- [14] 王兰菊, 陈刚, 任凝辉, 等. 1-MCP 延缓园艺产品衰老作用的研究进展[J]. 郑州轻工业学院学报(自然科学版), 2004, 19(3): 34—39.
- [15] alvador A J, Cuquerella, Martinez Javega J M. 1-MCP treatment prolongs postharvest life of “santa rosa” plums[J]. J. of Food Sci, 2003, 68: 4.

Effects of 1-MCP on Post Harvest Physiology and Storage Quality of Puot to USA Fruits

LIU Xin-she¹, LI Jing², PAN Zi-shu¹

(1. Shangqiu Vocational and Technical University, Shangqiu, Henan 476000; 2. College of Forestry and Horticulture, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002)

Abstract: Fengweimeigui puots to USA fruit was used to investigate the effect of 1-methylcyclopropene on post harvest physiology and storage quality. Fengweimeigui puots to USA fruit was treated with concentrations of 0, 0.5, 1.0, 1.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP for 12 h at room temperature (20 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ and stored at room temperature. The results showed that During storage, fruit treated with $1.0 \mu\text{L/L}$ 1-MCP showed lower ethylene release and respiration rate. Higher values of firmness were observed in 1-MCP-treated puots to USA compared with control, and fruits softened more slower than untreated fruits. the 1-MCP treatment could significantly decrease the rotten rates of fruit, and delay the loss of total soluble solids, contents of titratable and content of vitamine C. 1-MCP could improve the storage quality. But it was limited that 1-MCP-treated lengthened shelf life of puots to USA at room temperature.

Key words: puot to USA; 1-MCP; post harvest physiology; storage quality