

1-MCP 对‘玉金香’甜瓜品质和生理代谢的影响

马文平, 倪志婧, 任 贤, 任玉锋

(北方民族大学 生物科学与工程学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:以宁夏中部干旱带生产的‘玉金香’甜瓜为试材,采用 0、0.5、1 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP,研究不同浓度 1-MCP 处理对甜瓜果实贮藏期间品质、生理代谢的影响,以期筛选最适宜的 1-MCP 处理浓度。结果表明:1-MCP 处理可以显著延缓贮藏期间甜瓜果实硬度的下降,以 1 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的效果最好,延长果实的贮藏期;延缓了甜瓜贮藏期可溶性固形物含量下降的趋势,一定程度上保持了甜瓜贮藏期的风味;抑制甜瓜果实贮藏期间呼吸强度、延缓呼吸高峰的出现;显著抑制了贮藏期果实乙烯的释放量,并推迟了乙烯高峰出现的时间。说明 1-MCP 是通过抑制甜瓜贮藏期乙烯的释放量达到抑制乙烯的生理效应。

关键词:1-MCP;甜瓜;品质;生理

中图分类号:S 652 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)22-0141-05

‘玉金香’是宁夏中部干旱带压砂瓜的主栽品种。由于受到干旱、昼夜温差大和生长周期长等环境因素的影响,该地区生产的甜瓜个大、味美,营养丰富,深受消费者的喜爱。同大多数的果蔬一样,该品种甜瓜采后同样面临衰老快速、不耐贮藏、失水、快速软化、病原菌侵染病害、低温贮藏冷害等因素的影响,对产品的贮藏运输、市场销售产生不利影响,采后损失严重。

乙烯作为一种植物激素在呼吸跃变型水果的成熟过程中发挥了重要的作用,抑制乙烯的作用对延长呼吸跃变型水果的贮藏期尤为重要^[1]。近年来研究已经证实,1-MCP 通过不可逆的竞争乙烯受体位点,从而抑制乙烯信号的传导,达到抑制乙烯的生理作用,有效延迟果实对乙烯的敏感性^[2]。1-MCP 能够延缓多种水果和蔬菜的成熟和衰老过程^[3],应用效果与浓度直接相关。如 1-MCP 处理康乃馨后,可以保持 12~15 d 对乙烯作用不敏感;番茄和香蕉基本也可以保持 12 d,0.1~0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 就能阻断香蕉果实中乙烯的作用^[4]。然而要想延长芒果的贮藏期,1-MCP 的应用浓度至少要达到 25 $\mu\text{L/L}$,甚至是 100 $\mu\text{L/L}$,而处理时间至少 24 h^[5]。相比之下,处理香蕉果实只需要 0.1~1 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 即可达到延缓成熟的目的^[6]。Jiang 等^[7]以果实硬度作为草莓货架期的指标,发现 1-MCP 处理在延长货架期的效果上,10~500 nL/L 的范围内

与处理浓度正相关。在苹果上用 1 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理能够有效抑制果实乙烯的释放,当浓度上升到 10 $\mu\text{L/L}$ 时作用的效果增强。此外,由于 1-MCP 价格昂贵,高浓度的 1-MCP 在生产上应用必然带来巨大的经济投入。因此,寻求一种能够降低 1-MCP 应用浓度,但又不影响其生理作用的方法尤为必要。1-MCP 处理对果蔬的影响是全面的,主要包括品质和营养成分的变化、代谢生理、抗氧化系统以及采后生理紊乱和病害等方面。作用效果主要表现为:延迟大多数果蔬的后熟软化,如鳄梨、南美番荔枝、芒果;保持了果实的硬度,如苹果、杏子、桃;提高了可溶性固形物的含量,如菠萝、木瓜和苹果;延缓了果实可滴定酸含量的下降,如菠萝、番茄和李子;减少了维生素 C 的损失,如大枣、桃和菠萝;减缓了果实的失重,如鳄梨;抑制或延迟了果实叶绿素的降解,如柑桔、香菜;保持了较高的水溶性抗氧化剂的含量;抑制了大多数果实的呼吸强度和乙烯释放量,推迟了呼吸跃变峰和乙烯峰的出现^[8]。当然,由于 1-MCP 的作用效果受到处理浓度、温度、时间、采收期、品种、外源乙烯等条件的影响,对有些果实的处理是没有效果或者效果完全是相反的,所以只有正确研究 1-MCP 对某种果实的作用,才能在实践中正确应用^[8]。

甜瓜对乙烯很敏感,其成熟与果实的软化过程受内源乙烯调控^[9]。1-MCP 处理对甜瓜采后品质和生理的影响与甜瓜的成熟度有很大关系,如 1-MCP 延缓了‘Galia’甜瓜的软化和衰老过程,对绿熟期的处理效果显著好于黄熟期,减轻了冷害和贮期病害^[10-11]。1-MCP 在甜瓜上的应用有很大的潜力,因此有必要对 1-MCP 作用的浓度、时间、品种以及对果实品质、生理代谢等进行系统的研究,为 1-MCP 在甜瓜上的应用打

第一作者简介:马文平(1966-),男,回族,宁夏银川人,博士,副教授,硕士生导师,现主要从事农产品贮藏与加工工程方面的研究工作。E-mail: petermana@163.com。

基金项目:宁夏自然科学基金资助项目(NZ0840);宁夏教育厅重点基金资助项目(2008JY001)。

收稿日期:2011-08-23

下坚实的理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试‘玉金香’甜瓜 (*Cucumis melo* L. var Yujinxiang) 2007 年 7 月采自宁夏海原县兴仁镇甜瓜种植基地,成熟度为 7~8 成熟的甜瓜(盛花期后 24 d 左右的甜瓜果实),即转色期的甜瓜,果皮的颜色已转为青白色。采收后单个套泡沫网袋中,装在泡沫箱中于采收当天运回实验室。剔除病、伤果,选择大小、果色均匀,成熟度一致的果实进行处理。

1-MCP 由 EthylBloc® 商品粉剂(美国 ROHM and HAAS 公司出品,1.4% 粉剂)释放产生。其它试剂均为分析纯。

1.2 试验方法

试验共设 3 个处理,对应 1-MCP 粉剂浓度(有效浓度)分别为 0.5、1 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP,3 次重复,以无 1-MCP 处理的为对照,共计 9 个试验组。

1.2.1 1-MCP 的配制 按每个处理浓度所需 1.4% 的 1-MCP 粉剂的量精确称取后放入 75 mL 洁净干燥的具塞玻璃瓶中,加入 5 mL 双蒸水,然后立即拧紧瓶盖,充分摇匀。

1.2.2 1-MCP 处理和取样方法 用 PVC 薄膜(膜厚为 0.1 mm,双层)制作 9 个容积为 0.5 m^3 塑料帐密闭塑料薄膜帐(内衬支架),挑选大小均匀、成熟度一致、无机械伤和病虫害的果实,放入密闭帐内,除留 1 个操作孔外,其余部分先密封好,在把上述配制好的不同浓度 1-MCP 分别放在塑料帐内打开瓶盖,然后迅速将塑料帐密封,1-MCP 气体很快从瓶中释放到塑料帐内,PVC 帐中 1-MCP 的有效浓度分别为 0.5、1 $\mu\text{L/L}$,在室温(21 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 下处理 24 h。处理后的甜瓜套泡沫网格袋包装于泡沫箱中(四周开孔),按试验设计将甜瓜置于(10 ± 1) $^{\circ}\text{C}$,70%~80% RH 的冷库中冷藏。每个处理用甜瓜 90 个,3 次重复。所有处理每隔 4 d 测定甜瓜贮期品质及生理代谢指标。

1.3 测定方法

1.3.1 果实可溶性固形物含量(TSS)的测定 果实可溶性固形物含量采用手持糖量仪测定。将甜瓜果实取出,用不锈钢刀切取果肉部分的不同部位,混合后挤出果汁,使果汁遍布于棱镜表面,记录以百分数计算(测试温度基本保持 20 $^{\circ}\text{C}$ 读数),每组平行测定 6 个果实。

1.3.2 果实硬度测定 用 GY-1 型果实硬度计测定(测头直径为 3.5 mm),以 N 为单位。沿甜瓜赤道部位均匀选取 6 个点,削去果皮,测头垂直均匀用力压入,记录数据。每组平行测定 6 个果实。

1.3.3 呼吸强度测定 从每个处理中随机取果实 18 个,平均分为 3 组,称重后置于 16 L 的玻璃容器中,密闭 30 min,用 10 mL 注射器从干燥器顶部取出部分气

体,再从注射器中取 1 mL 气体,用气相色谱测定,根据制作的 CO_2 标准曲线计算果实呼吸释放出的 CO_2 含量,果实呼吸强度以 $\text{CO}_2 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 表示,3 次重复。气相色谱(GC7890F,上海天美公司)配置有 CO_2 转化炉、氢火焰检测器(FID)和不锈钢填充柱(Porapak 80-100),柱长 2 m。载气 N_2 。进样温度 120 $^{\circ}\text{C}$,柱温 60 $^{\circ}\text{C}$,检测温度 360 $^{\circ}\text{C}$ 。3 次重复。

呼吸强度($\text{CO}_2 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) = 测得的 CO_2 含量 \times (玻璃罐体积 - 果实体积) / (果实总重量 \times 密闭时间)。

1.3.4 乙烯释放量的测定 参照 Jiang 等^[12] 的方法并修改。用气相色谱仪测定。从每个处理中随机取果实 18 个,平均分为 3 组,称重后置于 16 L 的玻璃容器中,密闭 1 h 后。从各容器中每次抽取 1 mL 用于乙烯的测定,每个容器抽取 3 针。根据制作的乙烯标准曲线计算果实释放出的乙烯含量,以 $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 表示,3 次重复。气相色谱仪(GC-122,上海精密科学仪器有限公司)配置氢火焰检测器(FID)和玻璃填充柱(GDX-501 型填充柱,粒度 100 目),柱长 2 m \times 2 mm。载气 N_2 。进样温度 150 $^{\circ}\text{C}$,柱温 60 $^{\circ}\text{C}$,检测温度 150 $^{\circ}\text{C}$ 。

乙烯释放量($\text{C}_2\text{H}_4 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) = 待测样品释放的乙烯浓度 \times (干燥皿体积 - 果实体积) / (样品重量 \times 密闭时间)。

2 结果与分析

2.1 1-MCP 对贮藏过程中甜瓜果实可溶性固形物(TSS)含量的影响

由图 1 可看出,甜瓜经 0.5、1 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理后,果实 TSS 含量在贮藏期间均呈缓慢下降趋势。

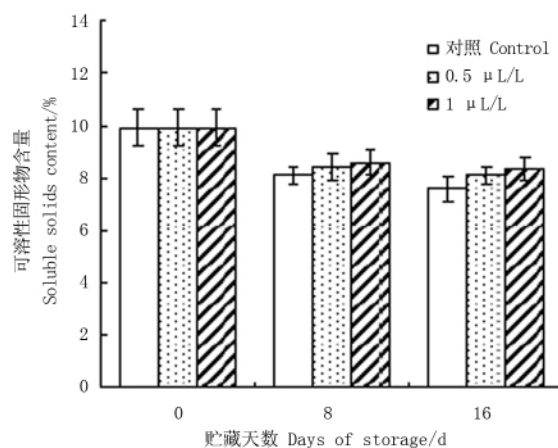


图 1 1-MCP 处理对贮藏过程中甜瓜果实可溶性固形物含量的影响

注:图中竖线代表标准偏差(n=6),图 2 同。

Fig. 1 Effects of 1-MCP treatments on soluble solid content of melon fruit during storage at 10 $^{\circ}\text{C}$

Note: Bar indicated standard deviation(n=6), the same as Fig. 2.

但不同处理间 TSS 下降的幅度不同。其中对照 TSS 下降幅度大于不同浓度的 1-MCP 处理。如对照样品第 8 天 TSS 下降了 18.6%, 而不同浓度的 1-MCP 处理在第 8 天 TSS 分别下降了 15.1% 和 13.3%。第 16 天对照甜瓜 TSS 下降了 23.6%, 不同浓度的 1-MCP 处理果实的 TSS 则分别下降了 18.5% 和 16%。由此可见, 1-MCP 处理有利于保持甜瓜果实采后 TSS 含量, 特别是 1 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理能够延缓甜瓜采后 TSS 含量下降的趋势。

2.2 1-MCP 处理对贮藏过程中甜瓜果实硬度的影响

由图 2 可看出, 甜瓜贮藏期间, 果实硬度不断下降。但硬度下降的幅度各处理间具有明显差异。其中经 0.5、1 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实硬度值在贮藏期明显高于对照。如贮藏 8 d, 对照果实硬度值下降了 24.2%, 0.5、1 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理的果实硬度值分别下降了 9.7% 和 5%, 贮藏到 16 d 时, 对照果实硬度值较贮前下降了 45.2%, 0.5、1 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理的果实硬度值分别下降了 27.7% 和 19.6%, 到贮期结束时, 对照果实硬度下降了 54.5%, 0.5、1 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理的果实硬度值分别下降了 47.3% 和 45.6%。表明各处理间果实贮藏 20 d 时硬度值没有显著差异, 说明甜瓜果实在贮藏末期, 果实的硬度变化已趋于一致, 1-MCP 处理对果实硬度的下降已失去抑制作用。

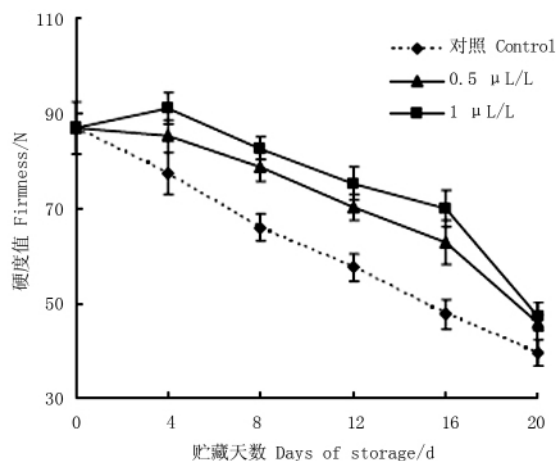


图 2 1-MCP 处理对甜瓜贮藏过程中果实硬度的影响

Fig. 2 Effects of 1-MCP treatment on firmness of melon fruit during storage at 10°C

2.3 1-MCP 处理对贮藏过程中甜瓜果实呼吸强度的影响

由图 3 可知, 甜瓜采后果实呼吸强度呈下降趋势, 不同浓度的 1-MCP 处理对‘玉金香’果实采后呼吸强度作用的抑制效果不同。如贮藏 8 d, 对照果实呼吸强度下降了 45.4%, 0.5、1 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理果实呼吸强度分别下降 47.1% 和 62%, 分析表明 0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理果实呼吸强度与对照差异不显著

($P < 0.05$), 而 1 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理果实呼吸强度与对照有显著差异。说明 1 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理可显著抑制甜瓜果实贮藏期间的呼吸强度, 而低浓度处理的效果不明显。贮藏 12 d 时, 对照果实出现采后呼吸高峰, 而 0.5、1 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理果实的呼吸高峰则分别出现在采后贮藏的第 16 天和第 20 天, 峰值分别为 7.71、7.12 和 5.58 ($\text{CO}_2 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), 分析表明, 0.5 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理可将果实采后呼吸强度峰值推迟 4 d, 但对峰值没有显著影响, 而 1 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理可将甜瓜果实采后呼吸强度的峰值推迟 8 d, 同时显著抑制果实呼吸强度的峰值。说明 1 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理可显著抑制甜瓜果实采后的呼吸强度并推迟其呼吸跃变的峰值, 表现出明显的抑制效应。

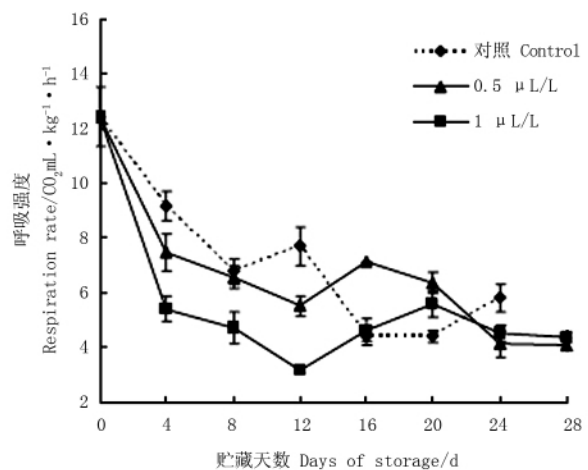


图 3 1-MCP 处理对甜瓜贮藏过程中果实呼吸强度的影响

注: 图中竖线代表标准偏差 ($n=3$), 图 4 同。

Fig. 3 Effects of 1-MCP treatment on respiration rate of melon fruit during storage at 10°C

Note: Bar indicated standard deviation ($n=3$), the same as Fig. 4.

2.4 1-MCP 处理对贮藏过程中甜瓜果实乙烯释放量的影响

1-MCP 处理对甜瓜采后乙烯释放量有明显的抑制作用, 且不同浓度的 1-MCP 处理对甜瓜采后乙烯的抑制效果亦不相同, 由图 4 可知, 1-MCP 处理对甜瓜采后乙烯释放量调控的浓度效应。贮藏初期 (4 d), 各处理乙烯释放量呈下降趋势, 其中对照下降了 9.4%, 0.5、1 $\mu\text{L/L}$ 的 2 个处理分别下降了 44.5% 和 59.4%, 与对照有显著差异。表现出 1-MCP 对甜瓜采后乙烯释放量有明显的抑制作用, 其中 1 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的抑制效果最好。此后, 甜瓜果实乙烯释放量呈增加趋势, 对照果实乙烯释放量急剧增加, 而 1-MCP 处理果实乙烯释放量则呈缓慢增加趋势。其中对照果实在贮藏 8 d 时出现乙烯高峰, 而 0.5、1 $\mu\text{L/L}$ 处理的乙烯高峰出现在第 16 天, 比对照推迟 8 d, 且对照的峰值是 0.5、1 $\mu\text{L/L}$ 处理的 2.2 和 2.5 倍。结果说明, 1-MCP 可显著抑制甜瓜果实采后乙烯释放量, 且 1 $\mu\text{L/L}$ 的

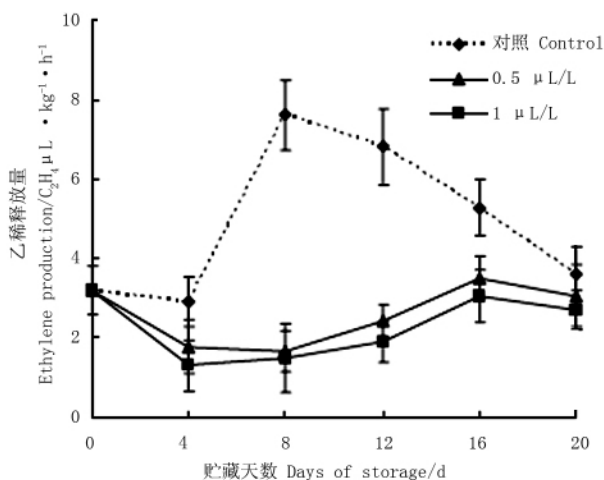


图4 1-MCP处理对贮藏过程中甜瓜果实乙烯释放量的影响
Fig. 4 Effects of 1-MCP treatment on ethylene production of melon fruit during storage at 10°C

1-MCP处理略好于0.5 μL/L的1-MCP处理,即甜瓜采后的1-MCP处理可以选择1 μL/L。

3 结论与讨论

可溶性固形物含量是甜瓜主要品质之一。甜瓜采后TSS含量呈现下降趋势,说明甜瓜采后呼吸作用导致果实的糖含量不断消耗,从而引起甜瓜果实采后品质劣变。不同浓度的1-MCP处理可延缓甜瓜采后TSS含量的下降,其中1 μL/L处理的1-MCP处理效果较明显。说明1-MCP处理对保持甜瓜果实采后风味是有益的。Gal等^[11]用0.3 μL/L的1-MCP处理‘Galia’甜瓜,结果表明,1-MCP处理的甜瓜TSS含量略高于对照,但没有显著性差异($P < 0.05$),这与该试验在低浓度(< 0.5 μL/L)的1-MCP处理研究的结果是一致的(数据未列出)。另外,在柑桔^[13]、芒果^[5]、李和杏子^[14]上也有相同的研究结果。但是,1-MCP处理可以增加猕猴桃、菠萝^[15]和木瓜^[5]贮藏期和货架期的TSS含量,这与该研究采用高浓度(> 0.5 μL/L)的1-MCP处理研究的结果是一致的,说明1-MCP对果实TSS含量的影响与果实品种有关。

甜瓜果实在采后贮藏中,果实的硬度呈快速下降趋势,不同浓度的1-MCP处理延缓了甜瓜贮藏期间硬度下降趋势,以1 μL/L的1-MCP处理效果最好。试验结果说明,1 μL/L的1-MCP明显延缓了甜瓜果实的采后软化进程,保持了果实基本商品品质。对于大部分的呼吸跃变型果实,1-MCP均有延迟果实采后软化的效果,如在苹果^[16]、鳄梨^[17]、番茄^[18]上的试验结果与该试验是一致的。1-MCP延缓果实的软化效应与采后果实细胞壁修饰酶的代谢变化是密不可分的。如1-MCP处理香蕉减少了果实的软化程度,原因之一是降低了由乙烯诱导的扩张蛋白(MaExp1)基因的表达,其次还降低了果胶甲酯酶(PME)、多聚半乳糖醛

酶(PG)、内切-β-1,4-葡聚糖酶(EGase)、果胶裂解酶的活性^[19]。1-MCP处理对梨软化的影响主要是降低了β-半乳糖苷酶的活性及其基因表达的不同,较低的糖苷酶活性和PG1、PG2表达量下降。但对EGase的活性没有影响^[20]。1-MCP处理李子可降低外切-PG酶和EGase酶的活性,但对内切-PG酶和PE酶的活性没有影响。1-MCP处理可延迟鳄梨的软化,其软化的过程与推迟果实中糖醛酸类物质的溶解性以及降解模式非常相似。1-MCP处理水果导致其PG酶和EGase酶活性降低。但是PG酶的活性不会恢复,即使1-MCP处理的果实软化程度已与其对照相同的情况下。这说明果实最终全面的软化并不需要PG酶参与^[17]。PME、α和β-半乳糖苷酶、EGase酶的活性变化主要是被延迟,但是其本质的变化模式与未处理的果实是一样的。

1-MCP部分抑制了甜瓜采后呼吸,抑制呼吸效应与浓度相关,其中1 μL/L的1-MCP处理明显抑制了甜瓜采后呼吸速率,呼吸高峰延迟8 d。1-MCP处理降低了甜瓜采后呼吸强度并且延迟了采后呼吸强度的增加,这与大多数的呼吸跃变型的果蔬的研究结果是一致的。1-MCP对果蔬呼吸强度的影响受到采收期、品种、处理浓度、时间等相关因素的影响。如早采草莓果实,1-MCP处理后可以抑制乙烯诱导的呼吸强度的上升,但对晚采的草莓果实没有有效。1-MCP处理鳄梨果实,可以延迟呼吸高峰的出现6 d,同时降低了果实的呼吸强度达40%。1-MCP处理可以延迟李子果实呼吸高峰的出现。1-MCP处理能够降低杏果实的呼吸强度。然而,1-MCP处理对油桃和杏^[14]没有效果。1-MCP处理对杏果实不同作用效果可能是由于果实成熟度、品种或其它因素不同的缘故。当1-MCP的使用浓度在0~1 μL/L之间时,1-MCP对西兰花呼吸强度的抑制作用与浓度呈正相关^[21]。番茄果实在1-MCP处理后,呼吸强度可以被抑制6~8 d,而果实的可滴定酸含量可以基本维持不变^[18]。1-MCP处理可以抑制富士、澳洲青苹和红元帅苹果的呼吸强度。

1-MCP处理明显减少了甜瓜采后乙烯的释放量,并且延迟了乙烯跃变的时间。这个结果与1-MCP处理的浓度是有关的。其中1 μL/L处理乙烯的释放量效果较好。但是1-MCP对‘玉金香’甜瓜采后乙烯的释放量是部分抑制而不是完全抑制。这与Ergun等^[10]在‘Galia’甜瓜(1-MCP的使用浓度为1.5 μL/L,处理24 h,贮藏温度20°C)和Chatenet等^[22]在‘Charentais’厚皮甜瓜(1-MCP的使用浓度为1 μL/L,处理24 h,贮藏温度14°C)是一致的。1-MCP处理的‘Galia’甜瓜,乙烯释放量比对照减少了65%,1-MCP处理‘Charentais’厚皮甜瓜,乙烯峰比对照推迟了4 d。1-MCP对乙烯的抑制效应在许多果蔬上具有相似的研究结果。如1-MCP处理减少了草莓果实中乙烯的

产生^[7],降低了杏和李果实的乙烯产生^[14],抑制富士苹果^[21]、红元帅和澳洲青苹果果实的乙烯形成。用1-MCP处理后,鳄梨果实的乙烯高峰出现被推迟了6 d,乙烯形成减少50%以上^[17]。研究发现,1-MCP对乙烯的抑制作用是在基因水平上的调控,即乙烯合成的有关酶,如ACC氧化酶、ACC合成酶以及相关mRNA的积累可以被1-MCP处理所抑制。西洋梨用1-MCP处理后,ACC合成酶、ACC氧化酶的表达以及乙烯的产生明显减少^[23]。该试验研究表明,1-MCP处理可显著抑制果实乙烯释放量,其机理需进一步研究。

1-MCP处理可改善‘玉金香’甜瓜贮期品质,部分抑制了果实呼吸强度和乙烯释放量,达到延长果实贮期的目的,可作为甜瓜采后贮藏的有效方法应用。

参考文献

- [1] Wills R B H, Ben-Yehoshua S, Ku V V V. 1-Methylcyclopropene can differentially affect the postharvest life of strawberries exposed to ethylene [J]. HortScience, 1999, 34: 119-120.
- [2] Serek M, Reid M S, Sisler E C. A volatile ethylene inhibitor improves the postharvest life of potted roses [J]. J. Am. Soc. Hort. Sci., 1994, 119: 572-577.
- [3] Blankenship S M, Dole J M. 1-methylcyclopropene: a review [J]. Postharvest Biol. Technol., 2003, 28: 1-25.
- [4] Jiang W B, Sheng Q, Jiang Y M, et al. Effects of 1-methylcyclopropene and gibberellic acid on ripening of Chinese jujube (*Zizyphus jujuba* M.) in relation to quality [J]. J Sci Food Agric., 2004, 84: 31-35.
- [5] Hofman P J, Jobin-Décor M, Meiburg G F, et al. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene [J]. Aust J Exp Agric., 2001, 41: 567-572.
- [6] Jiang Y, Joyce D C, Macnish A J. Responses of banana fruit to treatment with 1-methylcyclopropene [J]. Plant Growth Regul., 1999, 28: 77-82.
- [7] Jiang Y, Joyce D C, Terry L A. 1-methylcyclopropene treatment affects strawberry fruit decay [J]. Postharvest Biol. Technol., 2001, 23: 227-232.
- [8] Watkins C B. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables [J]. Biotechnology Advances, 2006, 24: 389-409.
- [9] Pech J C, Bouzayen M, Latché A. Climacteric fruit ripening: Ethylene-dependent and independent regulation of ripening pathways in melon fruit [J]. Plant Science, 2008, 175: 114-120.
- [10] Ergun M, Jeong J W, Huber D J, et al. Suppression of ripening and softening of ‘Galia’ melons by 1-methylcyclopropene applied at pre-ripe or ripe stages of development [J]. Hort-Science, 2005, 40: 170-175.
- [11] Gal S S, Alkalai-Tuvia Y E, Falik. Influence of different concentrations of 1-methylcyclopropene and times of exposure on the quality of ‘Galia’-type melon harvested at different stages of maturity [J]. J. Hort. Sci. Biotechnol., 2006, 81: 975-982.
- [12] Jiang W B, Mayak S, Halevy A H. The mechanism involved in ethylene-enhanced ethylene synthesis in carnations [J]. Plant Growth Regul., 1994, 14: 133-138.
- [13] Porat R, Weiss B, Cohen L, et al. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities of ‘Shamouti’ oranges [J]. Postharvest Biol. Technol., 1999, 15: 155-163.
- [14] Dong L, Lurie S, Zhou H W. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of ‘Canino’ apricots and ‘Royal Zee’ plums [J]. Postharvest Biol. Technol., 2002, 24: 135-145.
- [15] Selvarajah S, Bauchot A D, John P. Internal browning in cold-stored pineapples is suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene [J]. Postharvest Biol. Technol., 2001, 23: 167-170.
- [16] Fan X T, Blankenship S M, Mattheis J P. 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening [J]. J. Am. Soc. Hort. Sci., 1999, 124: 690-695.
- [17] Jeong J, Huber D J, Sargent S A. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit [J]. Postharvest Biol. Technol., 2002, 25: 241-256.
- [18] Wills R B H, Ku V V V. Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes [J]. Postharvest Biol. Technol., 2002, 26: 85-95.
- [19] 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 Biol. Technol., 2004, 31: 119-126.
- [20] Hlwaswa K, Klnugase Y, Amano S, et al. Ethylene is required for both the initiation and progression of softening in pear (*Pyrus communis* L.) fruit [J]. J. of Experimental Botany, 2003, 54(383): 771-779.
- [21] Fan X T, Argenta L, Mattheis J P. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots [J]. Postharvest Biol. Technol., 2000, 20: 135-142.
- [22] Chatenet C-Du A, Latché E, Olmos M, et al. Spatial-resolved analysis of histological and biochemical alterations induced by water-soaking in melon fruit [J]. Physiol. Plant, 2000, 110: 248-255.
- [23] 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 Mol Biol., 1997, 33: 847-855.

Effect of Different Concentration of 1-MCP on Quality and Physiology of ‘Yujinxiang’ Melon Fruit During Storage

MA Wen-ping, NI Zhi-jing, REN Xian, REN Yu-feng

(College of Life Science and Engineering, Beifang University of Nationalities, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: Taking ‘Yujinxiang’ melon as material, using 0, 0.5, 1 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP as treatment agent, the effect of different concentrations of 1-MCP on the quality and physiology of melon fruit during storage the optimum concentrations of 1-MCP treated on melon were selected. The results showed that comparing with control, 1-MCP, especially 1 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP, retained fruit firmness, delayed TSS content decrease. This was beneficial for maintaining the melon flavour. Respiration rate and ethylene production were significantly inhibited by 1 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP. The peak of respiration and ethylene climacteric were delayed. This suggested that 1-MCP inhibited ethylene action to extend longevity of the melon.

Key words: 1-methylcyclopropene; melon; quality; physiology