

# 1-MCP 和低温处理对酥瓜采后生理和品质的影响

陈 飞<sup>1</sup>, 丁成龙<sup>1</sup>, 苏 亚<sup>2</sup>, 贾全苗<sup>2</sup>, 袁凌云<sup>1</sup>, 汪承刚<sup>1</sup>

(1. 安徽农业大学园艺学院, 合肥 230036; 2. 安徽省淮南市潘集区蔬菜办, 淮南 232000)

**摘 要:** 酥瓜皮薄且脆, 收获期集中, 不耐贮藏, 因此延长酥瓜货架期是亟待解决的问题。以‘白皮 HT-8’和‘花皮 S6’为试验材料研究采后贮藏中酥瓜的生理和品质变化。分析腐烂率和失重率等指标, 结果表明: 不同温度和不同浓度的 1-MCP 组合中, 4 °C 下, 5.0 μL·L<sup>-1</sup> 1-MCP 处理效果最佳, 可比对照货架期延长 4 d。在 5.0 μL·L<sup>-1</sup> 1-MCP、4 °C 贮藏温度下, ‘花皮 S6’外果皮硬度、内果肉硬度和相对含水量下降幅度均大于‘白皮 HT-8’; 同时, 两个品种维生素 C 也呈不断下降的趋势, 分别下降了约 34.77% 和 38.65%。白皮酥瓜与花皮酥瓜相比, 叶绿素和类胡萝卜素变化幅度均较显著。两个酥瓜品种的总酚含量呈先上升后下降的趋势, ‘花皮 S6’整体变化幅度较小; 总抗氧化能力均不断下降, ‘白皮 HT-8’下降幅度较为明显。果胶甲酯酶活性整体均呈上升趋势; 多聚半乳糖醛酸酶活性先上升再下降, 但上升与下降的转折点不同。所以, 5.0 μL·L<sup>-1</sup> 1-MCP 处理、4 °C 储藏能有效延缓贮藏期间酥瓜品质下降, 显著延长保鲜期。

**关键词:** 酥瓜; 1-MCP; 温度; 采后贮藏; 果实品质

中图分类号: S652

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2020)06-1017-06

## Effects of 1-MCP and low temperature treatment on postharvest physiology and quality of crispy melon

CHEN Fei<sup>1</sup>, DING Chenglong<sup>1</sup>, SU Ya<sup>2</sup>, JIA Quanmiao<sup>2</sup>, YUAN Lingyun<sup>1</sup>, WANG Chenggang<sup>1</sup>

(1. School of Horticulture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

2. Vegetable Office, Panji District in Huainan City of Anhui Province, Huainan 232000)

**Abstract:** The crisp melon is a kind of melon with short shelf life for its thin and crisp skin. In this study, the physiological and quality changes of crisp melon in postharvest storage were estimated with two cultivars of ‘Baipi HT-8’ and ‘Huapi S6’. The analyses of the decay rate, weight loss rate and other indicators showed that at 4 °C, 5.0 μL·L<sup>-1</sup> 1-MCP had the best treatment effect, extending the shelf life by 4 days compared with the control. The hardness of outer pericarp, hardness of inner flesh and relative water content of ‘Huapi S6’ were decreased more than those of ‘Baipi HT-8’. At the same time, the vitamin C contents in the two tested cultivars also showed declining trends with decreasing of about 34.77% and 38.65%, respectively, and the changes of chlorophyll and carotenoid were significantly different between the two cultivars. The total phenolic contents in these two crisp melon cultivars showed trends of rising firstly and then decreasing, and the overall change range of ‘Huapi S6’ was small. The activity of pectin methylesterase showed an overall increasing trend; the change of the polygalacturonase activity was observed in a trend of firstly increasing and then decreasing, but the turning points of these two cultivars were different. Therefore, 5.0 μL·L<sup>-1</sup> 1-MCP and 4 °C can effectively delay the decline of the quality of crisp melon during storage and significantly prolong the freshness.

**Key words:** crisp melon; 1-MCP; temperature; postharvest storage; fruit quality

1-甲基环丙烯 (1-methylcyclopropene, 简称 1-MCP) 是一环丙烯类化合物, 是近年来新发现的

一种新型乙烯受体抑制剂<sup>[1]</sup>。1-MCP 能够与果蔬组织中的乙烯受体发生不可逆转的结合, 阻碍乙烯与

收稿日期: 2020-05-12

基金项目: 安徽省自然科学基金面上项目(1908085MC96)资助。

作者简介: 陈 飞, 硕士研究生。E-mail: 861657030@qq.com

\* 通信作者: 汪承刚, 研究员。E-mail: cgwang@ahau.edu.cn

受体结合,从而抑制乙烯的信号转导<sup>[2]</sup>。研究发现1-MCP的化学性质稳定,具有无毒、低效、作用效果长久等优点,已越来越受人们的关注<sup>[3]</sup>。1-MCP虽然已经被制成利于使用的商业粉剂并于1999年美国率先批准其用于鲜切花保鲜上,但目前在中国运用于果蔬贮藏保鲜上相对较少<sup>[4]</sup>。

酥瓜(*Cucumis melo* var. *makuwa* Makino),薄皮甜瓜的一种,是葫芦科甜瓜属甜瓜种的一个变种,一年生蔓性草本植物<sup>[5]</sup>。目前,酥瓜的采后保鲜措施与包装水平不科学,物流水平跟不上,冷链运输水平不发达且成本高等众多因素导致产品积压损失,无法做到周期供应及全国供应<sup>[6]</sup>。由于酥瓜皮薄且脆、不耐贮藏且收获期集中等因素,导致酥瓜的销售地区和消费时间受到很大限制。针对目前存在的问题,通过采后外源物质处理和低温处理,可以保持酥瓜的品质和提高货架期<sup>[7]</sup>。

本研究通过测定乙烯释放量和呼吸强度来探究酥瓜的呼吸类型。将酥瓜使用不同浓度的1-MCP处理后,贮藏于3种不同温度下,测定各种贮藏条件下相关品质指标的变化,从而筛选出最适宜的处理组合,并进一步研究酥瓜品质的变化,以期对酥瓜采后贮藏提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

选取淮南地区主要栽培品种‘白皮HT-8’和‘花皮S6’(以下简称白皮、花皮)作为试验材料。

### 1.2 处理方法

试验于2018年2月20至2018年5月15日在淮南潘集试验基地采用春茬大棚育苗种植,其他试验于2018年下半年进行。选取六至七成熟(盛花期后24 d)的果实,采收后单个套泡沫网袋,装在泡沫箱中立即运回;在室内25℃的环境下冷却1 h,以除去田间热量,剔除病果、伤果,选择大小形状相近、果色均匀、成熟度一致、表皮完整的酥瓜进行试验处理。试验选用白皮酥瓜来筛选最佳组合。

**1-MCP处理:**分别选取40个白皮酥瓜放入1-MCP浓度为0.5、1.0、1.5、2.0和5.0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 的密封盒中,盒子放置在(25±1)℃,相对含水量70%~80%的环境下处理24 h。

**温度处理:**将1-MCP处理24 h的酥瓜取出,室温下静置0.5 h后,分别将40个酥瓜放置在(4±1)℃、(8±1)℃和(25±1)℃3种温度下贮藏。相对湿度为70%~80%。

**对照处理:**选取40个酥瓜在(25±1)℃,相

对湿度为70%~80%条件下处理,作为对照组。

确定最适组合之后,每个品种选择大小一致,表皮无损伤的酥瓜40个进行处理,在贮藏第0、第4、第8、第12、第16和第20天每次取3个酥瓜进行取样。

### 1.3 测定指标与方法

**1.3.1 腐烂率、失重率的测定** 参照曹健康等方法<sup>[7]</sup>测定腐烂率。失重率按照公式进行计算,计算公式如下:失重率(%)=(贮藏前果实重量-贮藏后果实重量)/贮藏前果实重量×100%。

**1.3.2 果实硬度的测定** 果实硬度测量分为果皮硬度测定和果肉硬度测定。硬度测定使用纹理分析仪(TA.XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., UK)进行测定。测量时选取酥瓜赤道区域的3个等距点来测定硬度。每个酥瓜的3个圆柱体穿透至5 mm,使用2.0 mm·s<sup>-1</sup>的预测试速度,1.5 mm·s<sup>-1</sup>的测试速度和0.5 N的触发力,记录峰值力(N)。

**1.3.3 叶绿素、维生素C和相对含水量的测定** 叶绿素含量的测定参照郝建军等<sup>[8]</sup>方法稍作修改测定。取1.0 g样品于容量瓶中,加入提取液(丙酮:无水乙醇:水以9:9:2的比例配制)于黑暗条件下浸提26 h左右。测定波长在470、649、652和665 nm处的吸光值。维生素C含量测定参照李军的钼蓝比色法<sup>[9]</sup>。

测定含水量时,选取一定重量的酥瓜果肉(Wf)在75℃下烘箱烘至恒重,记录重量(Wd)。计算公式:RWC%=(Wf-Wd/Wf)×100%。可溶性固形物使用PAL-手持式折射仪测定。

**1.3.4 总酚、总抗氧化能力的测定** 分别使用Solarbio试剂盒Cat#BC1340和Cat#BC1310(Beijing Solarbio Science & Technology Co., Ltd, China)测量总酚含量及总抗氧化能力。

**1.3.5 果胶酶活性测定** 果胶甲酯酶活性测定参考Kimball的方法<sup>[10]</sup>略作修改。取3.0 g样品,加入5 mL 8.8% NaCl于冰上研磨;再进行离心提取。多聚半乳糖醛酸酶活性参照曹健康等<sup>[7]</sup>的方法。

### 1.4 数据处理与分析

试验数据采用Excel和SPSS两种软件进行统计分析,并用Excel软件制图,用SPSS进行差异显著性分析,差异性显著用 $P < 0.05$ 表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同1-MCP浓度和不同温度处理对酥瓜采后贮藏的影响

由图1A—1C知,酥瓜在采后贮藏过程中,随

着时间的推移, 腐烂率逐渐提高。在贮藏第 4 天, 部分酥瓜已经出现腐烂, 而  $5.0 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP 处理的酥瓜未出现腐烂。同一贮藏温度下,  $5.0 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP 处理效果均明显好于其他浓度, 尤以  $4^\circ\text{C}$  贮藏条件下最佳。

酥瓜在采后贮藏过程中, 由于呼吸作用和蒸腾作用的共同影响, 果实会发生失重现象, 尤其是温

度对采后果实的失重影响较为明显。由图 1D 可知, 在  $4^\circ\text{C}$  贮藏温度下, 对照处理的失重率为 21.63%, 显著高于 1-MCP 处理。如图 1E 所示,  $5.0 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP 处理下的果实失重率最低, 为 16.19%; 与  $4^\circ\text{C}$  相比, 温度对果实的失重影响明显。由图 1F 可知, 在  $25^\circ\text{C}$  下,  $1.5 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP 处理下果实失重率最低, 较高或较低浓度的 1-MCP 处理效果均不佳。

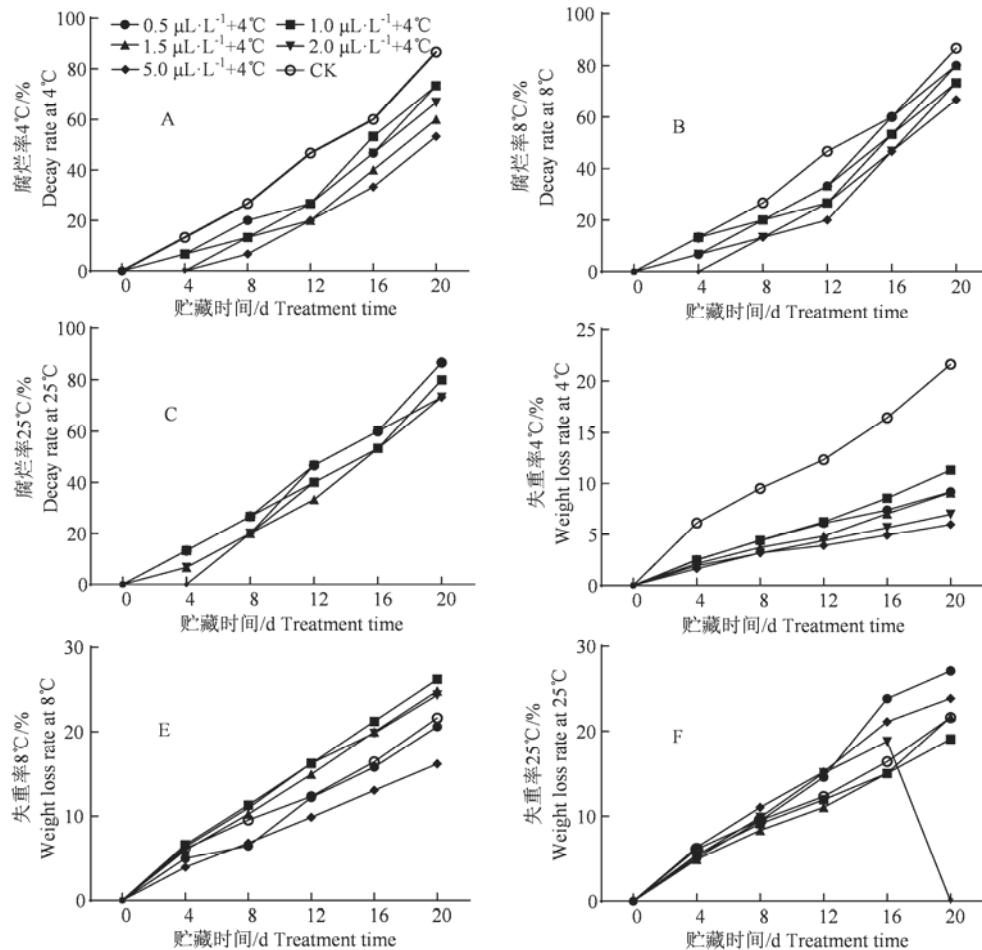


图 1 不同 1-MCP 浓度处理、同一贮藏温度对酥瓜腐烂率和失重率的影响 ( $P < 0.05$ )

Figure 1 Effects of different 1-MCP concentrations and the same storage temperature on the decay rate and weight loss rate of crisp melon ( $P < 0.05$ )

## 2.2 $5.0 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 1-MCP、 $4^\circ\text{C}$ 贮藏温度下对 2 个酥瓜品种的生理指标和品质的影响

### 2.2.1 叶绿素、类胡萝卜素、Vc 和相对含水量的影响

由图 2A 可知, 两品种酥瓜叶绿素在贮藏期间整体都呈现出下降的趋势, 而相对花皮酥瓜, 白皮酥瓜下降较为显著, 分别下降了 46.4% 和 13.0%, 这说明  $5.0 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP 处理、 $4^\circ\text{C}$  贮藏对延缓花皮酥瓜的叶绿素含量下降效果显著, 对白皮酥瓜的叶绿素含量下降抑制作用效果不明显; 而二者类胡萝卜素在整体贮藏期间变化不明显。由图 2B 可知, 白皮酥瓜在贮藏期间变化幅度

相对较大, 但二者在贮藏 20 d 后含量相差甚微。

如图 2C 所示, 两酥瓜品种 Vc 含量均呈现下降趋势, 且变化幅度基本一致。在贮藏结束后, 两酥瓜品种的 Vc 含量均最低, 分别下降约 34.77% 和 38.65%。

由图 2D 可知, 随着贮藏时间的延长, 酥瓜中的含水量都逐渐降低。0 d 时, 白皮酥瓜含水量为 83.81%, 贮藏 20 d 后, 含水量为 79.23%; 而花皮酥瓜在 0 d 时含水量为 81.01%, 贮藏 20 d 结束后, 含水量为 74.93%。

### 2.2.2 果实硬度的影响

由图 3A 可知, 相同处理

下白皮酥瓜和花皮酥瓜的外果皮硬度均呈下降趋势，但两酥瓜品种外果皮硬度下降的幅度存在显著差异。贮藏第4天花皮酥瓜就出现显著下降，而白皮酥瓜下降幅度较小。在贮藏结束后，两酥

瓜果皮硬度分别下降其中 50.41%和 59.34%，这说明 5.0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP 处理和 4 $^{\circ}\text{C}$  贮藏温度能够较好地延缓白皮酥瓜外果皮硬度。

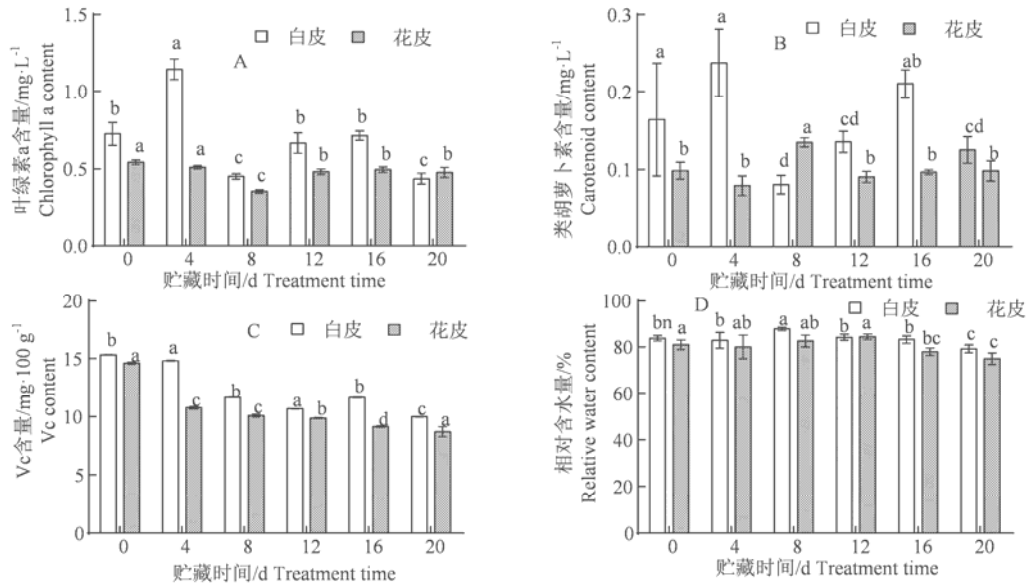


图 2 5.0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP、4  $^{\circ}\text{C}$  贮藏对两酥瓜品种叶绿素、类胡萝卜素、Vc 和相对含水量的影响 ( $P < 0.05$ )

Figure 2 Effects of 5.0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP and 4  $^{\circ}\text{C}$  storage on chlorophyll, carotenoids, Vc and relative water content in two crispy melon varieties ( $P < 0.05$ )

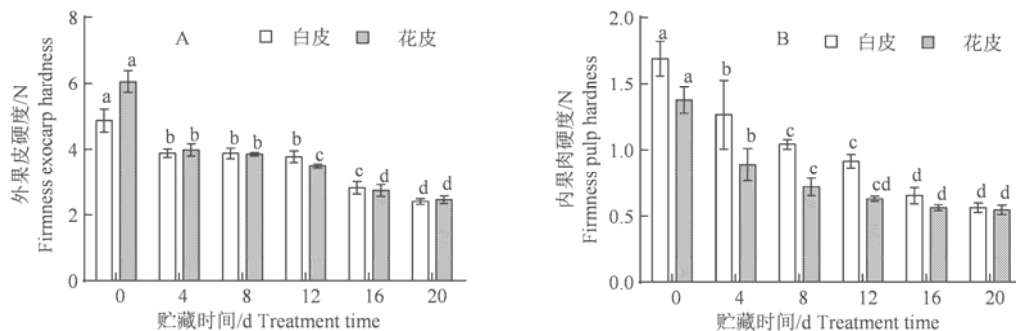


图 3 5.0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP、4  $^{\circ}\text{C}$  贮藏温度下对两酥瓜品种硬度的影响 ( $P < 0.05$ )

Figure 3 Effects of 5.0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP and 4  $^{\circ}\text{C}$  storage temperature on hardness of two crisp melon varieties ( $P < 0.05$ )

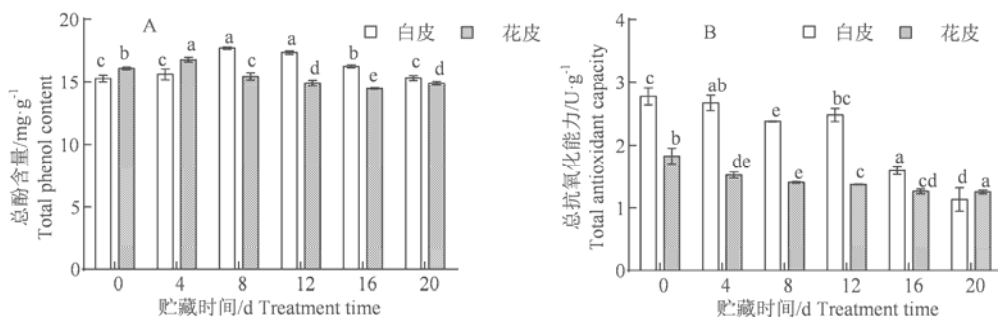


图 4 5.0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP、4  $^{\circ}\text{C}$  贮藏温度下对两酥瓜品种总酚与总抗氧化能力的影响 ( $P < 0.05$ )

Figure 4 Effects of 5.0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP and 4  $^{\circ}\text{C}$  storage temperature on total phenol and total antioxidant capacity of two crisp melon varieties ( $P < 0.05$ )

由图 3B 可知，两酥瓜品种内果肉硬度较外果皮硬度显著较小。0 d 时，白皮酥瓜和花皮酥瓜的内果肉硬度分别为 1.69 和 1.37 N，贮藏 20 d 后，硬

度分别下降为初始时的 33.14%和 40.15%。这说明 5.0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP 处理和 4  $^{\circ}\text{C}$  贮藏温度对两酥瓜品种内果肉硬度的影响差异不大。

**2.2.3 总酚与总抗氧化能力的影响** 由图 4A 可知,  $5.0 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP 处理、 $4^\circ\text{C}$  贮藏温度下两酥瓜品种总酚含量存在显著差异 ( $P < 0.05$ ), 但白皮酥瓜的总酚含量变化较为显著。整个贮藏阶段, 两酥瓜品种总酚含量均呈先上升后下降的趋势。贮藏第 8 天, 白皮酥瓜总酚含量达到最大值  $17.71 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。而花皮酥瓜在贮藏到第 4 天总酚含量达到最大值  $16.78$

$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , 贮藏后, 总酚含量降为  $14.87 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

由图 4B 可知, 相同贮藏条件下, 两酥瓜品种的总抗氧化能力在贮藏前后均有所下降, 在贮藏第 8 天, 两品种均出现最低值, 分别为  $1.14$  和  $1.20 \text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$ , 但贮藏后期却出现显著差异, 在贮藏结束后, 白皮酥瓜总抗氧化能力下降  $41.16\%$ , 而花皮酥瓜略显上升。

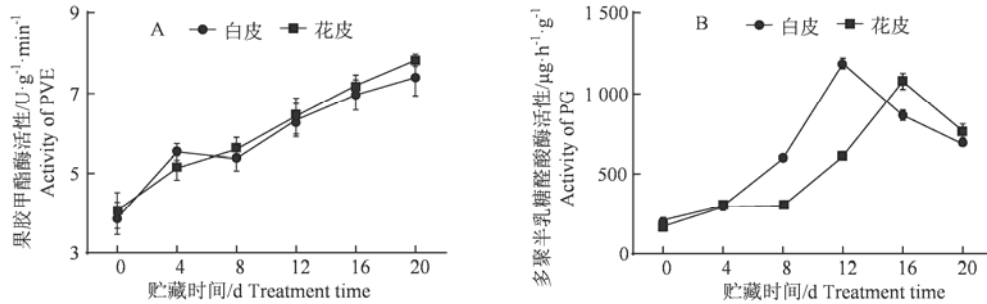


图 5  $5.0 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP、 $4^\circ\text{C}$  贮藏温度下对果胶甲酯酶和多聚半乳糖醛酸酶活性的影响 ( $P < 0.05$ )

Figure 5 Effects of  $5.0 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP and  $4^\circ\text{C}$  storage temperature on the activity of pectin methyl esterase and polygalacturonidase ( $P < 0.05$ )

**2.2.4 果胶甲酯酶与多聚半乳糖醛酸酶活性的影响** 如图 5A 所示, 两品种果胶甲酯酶活性整体成上升的趋势。花皮酥瓜整体呈匀速上升, 而白皮酥瓜却先出现急速上升后缓慢的现象, 并在贮藏第 8 天低于花皮酥瓜。在贮藏 20 d 后两者均达到最大值, 分别为  $7.40$  和  $7.83 \text{ U}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

如图 5B 所示,  $5.0 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  1-MCP、 $4^\circ\text{C}$  贮藏温度下两酥瓜品种多聚半乳糖醛酸酶活性的变化均是呈先上升后下降的趋势, 但出现转折的时间不同。0 d 时, 两者多聚半乳糖醛酸酶活性均最低, 分别为  $210.7$  和  $171.6 \mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ; 白皮酥瓜和花皮酥瓜的多聚半乳糖醛酸酶活性分别在第 12 天和第 16 天达到最大值, 约为 0 d 的  $5.65$  倍和  $6.29$  倍; 之后呈下降趋势, 与 0 d 相比, 两酥瓜品种多聚半乳糖醛酸酶活性分别增长了  $225.20\%$  和  $347.09\%$ 。

### 3 讨论与结论

果实脱离母体后, 呼吸作用成为其新陈代谢的主要作用<sup>[11]</sup>。通过研究乙烯生成量和二氧化碳释放量, 我们得出酥瓜是一种典型的呼吸跃变型果实。

果实在成熟衰老过程中, 乙烯生成量显著提高, 而乙烯的作用不仅会影响果实表皮颜色变化, 还会促进果实的后熟、加速果实的衰老和品质下降。1-MCP 作为一种新型的乙烯受体抑制剂, 能够很好地阻断乙烯与受体结合, 从而影响乙烯诱导的生理生化反应, 进而延缓果实衰老与腐烂, 延长果实的贮藏时间和品质<sup>[12]</sup>。果实采后贮藏的温度对果实的

贮藏影响较大。通常低温贮藏能够降低果实的新陈代谢, 保持果实硬度, 延缓果实腐烂率和失重率等。本试验用  $0.5$ 、 $1.0$ 、 $1.5$ 、 $2.0$  和  $5.0 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  5 个 1-MCP 浓度处理和  $4^\circ\text{C}$ 、 $8^\circ\text{C}$  和  $25^\circ\text{C}$  3 个贮藏温度交叉处理组合对“白皮酥瓜 HT-8”贮藏期间腐烂率、失重率、冷害指数和果皮颜色 4 个指标变化进行测量。结果表明, 1-MCP 处理后不同温度贮藏下果实的腐烂率均明显低于对照组, 尤其是  $5.0 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  浓度 1-MCP 处理、 $4^\circ\text{C}$  贮藏温度下的果实腐烂率最低, 这说明 1-MCP 处理和较低温度贮藏能显著抑制果实的腐烂率, 这与前人 1-MCP 处理下的‘Galia’甜瓜<sup>[13]</sup>以及低温贮藏下的苹果<sup>[14]</sup>等研究一致。蒸腾作用和呼吸作用是果实采后失重的主要原因。 $25^\circ\text{C}$  贮藏下的处理组果实失重率明显高于  $4^\circ\text{C}$  和  $8^\circ\text{C}$  贮藏下的处理组果实, 这与葡萄<sup>[15]</sup>的贮藏结果一致。先前在很多果蔬的研究中, 已证明果实脱离母体后, 果蔬颜色会失绿变黄, 但本实验结果与前人的研究存在一定差异, 分析原因可能由于果实的成熟度太低或者是 1-MCP 处理对果皮颜色变化影响不大。冷害可能由于低温造成细胞膜系统或者果实内自由基产生和消除平衡系统遭到破坏。本试验得出 1-MCP 处理可以减轻果实发生冷害程度, 但贮藏温度对果实冷害影响更显著, 这与前人在很多园艺产品上的研究结果相似<sup>[3]</sup>。

硬度是能够反映果实采后贮藏过程中品质变化和软化程度的指标<sup>[16]</sup>。本试验以  $5.0 \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$  浓度 1-MCP 处理、 $4^\circ\text{C}$  温度贮藏对两不同品种酥瓜的采

后相关生理指标和品质指标进行测定。两酥瓜品种在采后贮藏中,外果皮硬度和内果肉硬度均呈下降趋势,与之前在甜瓜上的研究<sup>[17]</sup>结果一致。维生素C对人体具有重要意义,参与人体新陈代谢。在贮藏结束时,两酥瓜品种的维生素C含量分别下降34.77%和38.65%,但5.0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 浓度1-MCP处理、4℃贮藏温度能显著抑制白皮酥瓜的维生素C含量下降,这与他人在猕猴桃<sup>[18]</sup>、草莓<sup>[19]</sup>等果实的研究上一致。果实在贮藏过程会发生失绿变黄,本试验中两酥瓜品种叶绿素含量整体上呈现下降趋势,5.0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 浓度1-MCP处理、4℃贮藏温度能够更好延缓花皮酥瓜的总叶绿素含量减少,但对白皮酥瓜的总叶绿素含量下降抑制作用效果不明显。这说明了此处理组合能更好地保持花皮酥瓜的色泽品质,提高其商品价值。5.0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 的1-MCP处理、4℃贮藏温度对两酥瓜品种贮藏过程中总酚含量的影响是呈先上升后下降的变化趋势,这与胡顺爽等<sup>[20]</sup>对采后蓝莓贮藏中总酚含量变化一致。总酚含量上升可能是由于果实衰老及受微生物活动的影响,下降可能由于后期果实分解与消耗增加造成的。有研究表明,果蔬内的抗氧化能力高低与其所含的维生素C和花色苷等物质有很大关系。在贮藏过程中,两酥瓜品种的总抗氧化能力呈现不断下降的趋势,但白皮酥瓜的下降幅度明显高于花皮酥瓜,这与Prasanna等<sup>[16]</sup>的研究存在差异,可能是由于其他与抗氧化能力相关的物质变化有关,而维生素C对酥瓜的总抗氧化能力影响较小。果胶甲酯酶的活性在整个贮藏期间含量整体上都呈上升趋势,这说明了5.0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 的1-MCP处理、4℃贮藏温度对两酥瓜品种采后果胶甲酯酶的活性影响相似,表明了果胶甲酯酶的活性在果实整个贮藏期间对果实的软化均起到了显著作用,这与马文平等<sup>[21]</sup>在甜瓜上的研究结果一致。但果胶甲酯酶的活性对两酥瓜品种发挥作用的时间阶段存在差异,这可能是品种原因造成的。浓度为5.0  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 的1-MCP处理、4℃贮藏温度对两酥瓜品种采后多聚半乳糖醛酸酶活性的影响是相似的。两酥瓜品种的多聚半乳糖醛酸酶活性在贮藏中后期较高,这说明多聚半乳糖醛酸酶活性对果实软化在贮藏中后期发挥作用明显,与马文平等<sup>[21]</sup>的研究结果一致。

综上所述,适宜浓度的1-MCP和低温能有效延缓酥瓜贮藏过程中Vc、碳水化合物等物质的下降,抑制丙二醛含量的上升,从而维持了果实的营养品质。同时,1-MCP处理能有效抑制贮藏过程中果实硬度的下降,降低腐烂率,保持果实固有的形态特征,延长酥瓜的贮藏时间。

## 参考文献:

- [1] SISLER E C, SEREK M, DUPILLE E. Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene, and 3, 3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants[J]. *Plant Growth Regul*, 1996, 18(3): 169-174.
- [2] 陈金印, 刘康. 1-甲基环丙烯(1-MCP)在果蔬贮藏保鲜上的应用研究进展[J]. *江西农业大学学报*, 2008, 30(2): 215-219.
- [3] 黄宇轩. 预冷和1-MCP处理对果蔬产地短期贮藏品质的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2016.
- [4] FAN X, MATTHEIS J P. Reduction of ethylene-induced physiological disorders of carrots and iceberg lettuce by 1-methylcyclopropene[J]. *HortScience*, 2000, 35(7): 1312-1314.
- [5] 张晓波, 苏胜举, 于春雷. 台湾白皮越瓜引种试验[J]. *北方果树*, 2008(4): 64-65.
- [6] 章卫敏. 淮南酥瓜产业供应链模式发展现状及对策分析[J]. *淮南职业技术学院学报*, 2017, 17(3): 52-53.
- [7] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007.
- [8] 郝建军, 康宗利, 于洋. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [9] 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.
- [10] KIMBALL D A. In citrus processing-quality control and technology[M]// *Connecting to databases*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991:117-125.
- [11] 陈赫楠, 宋廷宇, 张晓明, 等. 套袋对薄皮甜瓜果皮颜色和亮度的影响[J]. *中国蔬菜*, 2015(8): 39-42.
- [12] YANG X T, SONG J, CAMPBELL-PALMER L, et al. Effect of ethylene and 1-MCP on expression of genes involved in ethylene biosynthesis and perception during ripening of apple fruit[J]. *Postharvest Biol Technol*, 2013, 78: 55-66.
- [13] GAL S, ALKALAI-TUVIA S, ELKIND Y, et al. 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 Hortic Sci Biotechnol*, 2006, 81(6): 975-982.
- [14] DEROSI A, DE PILLI T, SEVERINI C, et al. Mass transfer during osmotic dehydration of apples[J]. *J Food Eng*, 2008, 86(4): 519-528.
- [15] 许蕙金兰, 吴培文, 陈仁驰, 等. 贮藏温度对巨峰葡萄采后生理和贮藏品质的影响[J]. *食品研究与开发*, 2018, 39(21): 192-197.
- [16] PRASANNA V, PRABHA T N, THARANATHAN R N. Fruit ripening phenomena—an overview[J]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2007, 47(1): 1-19.
- [17] 再吐娜·买买提, 张小梅, 马西欣, 等. 不同保鲜处理对甜瓜采后贮藏性状的影响[J]. *中国农学通报*, 2017, 33(19): 52-56.
- [18] 贾营. 1-MCP处理对美味猕猴桃采后果实品质及乙醇代谢的影响[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2018.
- [19] 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.
- [20] 胡顺爽, 刘瑞玲, 邵海燕, 等. 灰霉胞外分泌物对蓝莓果实贮藏品质的影响[J]. *中国食品学报*, 2018, 18(9): 217-225.
- [21] 马文平, 倪志婧, 任贤, 等. 1-MCP对“玉金香”甜瓜采后果实软化的作用机理[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2012, 40(2): 103-108.