

1-MCP对葡萄货架期间品质及挥发性物质的影响

颜廷才¹, 邵丹¹, 李江阔^{2,*}, 张鹏², 陈绍慧²

(1.沈阳农业大学食品学院, 辽宁 沈阳 110866; 2.国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津),
天津市农产品采后生理与贮藏保鲜重点实验室, 天津 300384)

摘要: 为提高葡萄的保鲜效果, 以4个葡萄品种为试材, 通过测定其落粒率、VC含量和可溶性固形物含量等指标, 并采用气相色谱-质谱联用技术测定其挥发性物质, 研究1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)对葡萄货架品质特性及主要挥发性物质的影响。结果表明: 1-MCP处理可以显著抑制4个品种葡萄果实落粒率和腐烂率的下降, 保持果实的新鲜度。与对照相比, 1-MCP处理可以减缓可溶性固形物含量的波动, 同时可以保持可滴定酸含量的稳定性, 有效抑制4个品种葡萄果实硬度的下降, 在贮藏前期可以有效抑制VC含量的下降, 但后期作用效果不明显。4个品种葡萄成熟果实中的挥发性物质主要成分为醇类、醛类和酯类。货架期间, 与对照组相比, 处理组主要挥发性物质波动小, 整体风味优于对照组。

关键词: 1-甲基环丙烯; 葡萄; 品质; 挥发性物质

Effects of 1-MCP on Quality and Volatile Components of Grapes during Shelf Life

YAN Tingcai¹, SHAO Dan¹, LI Jiangkuo^{2,*}, ZHANG Peng², CHEN Shaohui²

(1. College of Food Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China;

2. Tianjin Key Laboratory of Postharvest Physiology and Storage of Agricultural Products,

National Engineering and Technology Research Center for Preservation of Agriculture Products (Tianjin), Tianjin 300384, China)

Abstract: For improved preservation of grapes, the effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on quality and major volatile components of grapes during shelf life were comparatively evaluated. Decay rate, vitamin C content and soluble solid content were measured and the volatile components were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GS-MS). The decay rate and shattering rate of grapes were remarkably delayed by 1-MCP treatment as compared to control. The soluble solid content and titratable acidity were well maintained by 1-MCP treatment. 1-MCP treatment also retarded the reduction in firmness. During the early stage of the shelf life, 1-MCP treatment controlled the reduction in vitamin C content, but had no effect during the late stage. The volatile substances of four varieties of grapes were mainly alcohols, aldehyde and esters. The overall flavor of 1-MCP treatment was better than that of the control group during storage and 1-MCP treatment resulted in smaller changes in overall flavor than the control group.

Key words: 1-methylcyclopropene (1-MCP); grape; quality; volatile substances

中图分类号: TS255.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2015) 20-0258-06

doi:10.7506/spkx1002-6630-201520050

葡萄营养极为丰富,除了含有丰富的糖类外,还含有蛋白质、有机酸、多种维生素、矿物质等,深受消费者的喜爱,近年来鲜食葡萄的需求量也越来越大。但葡萄柔软多汁、水分含量高,是较难贮运的果品,贮藏过程中的主要问题是腐烂、脱粒、干梗等,导致贮藏周期短,难以保存,严重影响了鲜食葡萄的商品价值,造成很大的经济损失^[1]。

近年来国内外有关葡萄的保鲜主要有低温冷藏、气调贮藏、化学保鲜剂(二氧化硫防腐剂、二氧化氯杀菌剂、1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)保鲜剂、采前化学保鲜剂处理)、涂膜保鲜等技术^[2]。其中1-MCP是一种安全、高效的新型乙烯受体拮抗剂,其能与植物中的乙烯受体发生不可逆性结合,阻断乙烯与受体的结合,因而能抑制乙烯的作用^[3-4],其具有无毒、无

收稿日期: 2015-02-04

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD38B01)

作者简介: 颜廷才(1977—),男,副教授,博士,研究方向为果品蔬菜深加工与活性物质提取。E-mail: 55074513@qq.com

*通信作者: 李江阔(1974—),男,副研究员,博士,研究方向为农产品安全与果蔬贮运保鲜新技术。E-mail: lijkuo@sina.com

明显难闻气味、稳定性好和作用所需浓度低等优点^[5]。大量研究已经表明, 1-MCP 能够延缓许多种类、品种的水果和蔬菜^[6]成熟与衰老进程, 延长贮藏期, 达到良好的保鲜效果。王赵改等^[7]用剂量为500 $\mu\text{L/L}$ 的1-MCP处理粉红女士苹果, 结果表明1-MCP处理可显著改善其贮藏品质。王宝亮等^[8]发现1-MCP处理可显著抑制酥梨果实贮藏后货架期间的虎皮病, 国外也有相关的报道^[9]。而对于非呼吸跃变型果实, 李志强等^[10]研究表明1-MCP处理可抑制草莓果实呼吸作用, 有利于保持果实品质。刘尊英等^[11]发现1-MCP处理明显抑制甜樱桃果实褐变和腐烂率的上升及VC和可滴定酸含量的下降, 保持了甜樱桃的新鲜品质。

为了了解1-MCP处理对葡萄货架期间的保鲜作用效果, 本实验选取4个葡萄品种: “香悦”(不裂果、不落粒、耐贮运^[12])、“醉金香”(极易落粒^[13])、“夏黑”(不裂果、不落粒、耐贮运^[14])、“无核寒香蜜”(易落粒、耐贮运), 针对不同葡萄品种出现的问题, 研究1-MCP处理对葡萄贮藏期间果实落粒率、腐烂率、可溶性固形物(total soluble solids, TSS)含量、可滴定酸含量、VC含量和硬度以及主要挥发性物质的影响, 以期为生产上贮藏、降低落粒率、提高葡萄的货架商品品质提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

“香悦”、“醉金香”、“夏黑”、“无核寒香蜜”4个品种葡萄, 于2014年9月18日采自辽宁省鞍山绿泰佳葡萄主题公园有限公司, 成熟度为九成, 采收后装入周围铺有塑料的塑料筐内, 于采收当天运回国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)进行相关处理。

1-MCP小药包由国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)提供。

1.2 仪器与设备

PAL-1便携式手持折光仪 日本爱宕公司; TA.XT.Plus物性仪 英国SMS公司; 916Ti-Touch 电位滴定仪 瑞士万通有限公司; TU-1810紫外-可见分光光度计 北京普析通用仪器有限责任公司; Trace DSQ气相色谱-质谱联用仪 美国Finnigan公司; DVB/CAR/PDMS固相微萃取萃取头(手动, 50/30 μm , 高度交联, 灰色平头/SPME萃取头和固相微萃取手柄) 美国Supleco公司; PC-420D数字型磁力加热搅拌装置 美国Corning公司。

1.3 方法

1.3.1 实验设计与处理

葡萄当天运回实验室挑选果穗大小、无机械损伤的果实分为2个处理。处理1: 称取葡萄2.5 kg/袋, 整齐放

入聚乙烯保鲜袋中, 扎紧袋口后置于常温实验室存放, 作为对照, 以CK表示; 处理2: 称取葡萄2.5 kg/袋, 整齐放入聚乙烯保鲜袋中, 放入1袋浸湿的1-MCP小药包后(剂量为1 $\mu\text{L/L}$)立即扎紧袋口后置于25 $^{\circ}\text{C}$ 常温实验室存放, 以1-MCP表示。实验测定3次重复, 测定时间为货架0、3、5 d。

1.3.2 测定指标

1.3.2.1 落粒率的计算

$$\text{落粒率}/\% = \frac{\text{落粒果质量}}{\text{总质量}} \times 100 \quad (1)$$

1.3.2.2 腐烂率的计算

$$\text{腐烂率}/\% = \frac{\text{腐烂果质量}}{\text{总质量}} \times 100 \quad (2)$$

1.3.2.3 果实硬度的测定

采用英国TA.XT.Plus物性仪测定, 将葡萄果实用剪刀小心从果穗中剪下, 并放置于测试平板上, 利用P/2柱头($\Phi 2 \text{ mm}$)对其进行穿刺测试, 测试参数如下: 穿刺深度为6 mm, 测试速率为2 mm/s, 每个处理取大小一致的果实进行测试, 重复测定10次, 最后取其平均值。

1.3.2.4 TSS含量的测定

采用PAL-1便携式手持折光仪测定, 直接取汁测定, 每个处理重复测定6次, 然后取其平均值。

1.3.2.5 可滴定酸含量的测定

采用自动电位滴定仪测定^[15]。

1.3.2.6 VC含量的测定

采用钼蓝比色法^[16]测定。

1.3.2.7 果实挥发性成分的测定

采用顶空固相微萃取(head space solid phase microextraction, HS-SPME)和气相色谱-质谱(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)分析联用法测定。葡萄破碎榨汁后离心(8 000 r/min, 15 min), 4层纱布过滤, 取上清液8 mL装入带有磁力搅拌子的15 mL顶空瓶中, 于50 $^{\circ}\text{C}$ 水浴15 min, 之后加入2.5 g NaCl加盖封口, 置于磁力加热搅拌器上(转速为550 r/min), 然后将固相微萃取头插入顶空瓶的顶空部分(离液面约1 cm处)于50 $^{\circ}\text{C}$ 吸附30 min后拔出萃取头, 立即插入GC-MS进样口, 于250 $^{\circ}\text{C}$ 解吸5 min。

色谱条件: HP-INNOWAX色谱柱(30 m \times 250 μm , 0.25 μm); 程序升温: 40 $^{\circ}\text{C}$ 保留3 min, 然后以4 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升至120 $^{\circ}\text{C}$, 再以5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升至210 $^{\circ}\text{C}$, 保留5 min。传输线温度为250 $^{\circ}\text{C}$ 。载气为He, 流速1 mL/min, 不分流。

质谱条件: 连接杆温度280 $^{\circ}\text{C}$, 电离方式为EI, 离子源温度200 $^{\circ}\text{C}$, 扫描范围45~600 u。通过检索NIST/Wiley标准谱库, 进行定性分析, 用峰面积归一法测算各挥发性物质的相对含量。

1.4 数据处理

应用SPSS 17.0软件和Excel软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 1-MCP对4种葡萄货架期间果实品质影响效果的分析

2.1.1 1-MCP对4种葡萄货架期间果实落粒率的影响

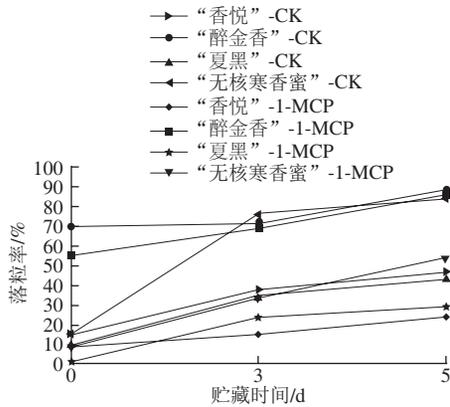


图1 1-MCP对4种葡萄货架期间果实落粒率的影响

Fig.1 Effect of 1-MCP on decay rate of four varieties of grape during shelf life

由图1可知, 4个品种葡萄货架期间对照组与处理组果实落粒率均呈上升趋势, 且对照组的落粒率高于1-MCP处理组。“香悦”变化最大, 在货架0、3、5 d时, 1-MCP处理落粒率分别比对照降低了49.73%、59.91%、49.81%，“醉金香”变化最小, 在货架0、3、5 d时, 1-MCP处理落粒率分别比对照降低了20.45%、4.07%、2.50%。由此可见, 对于4个葡萄品种, 1-MCP作用效果不尽相同, 1-MCP可以抑制“香悦”、“夏黑”这类本身不易落粒的葡萄品种果实的落粒, 可以显著抑制“无核寒香蜜”果实的落粒, 但对于“醉金香”果实的落粒抑制作用效果不明显, 可能是由于“醉金香”本身易落粒, 且果粒较大, 不似“无核寒香蜜”的小果粒, 可能不利于1-MCP发挥效用。

2.1.2 1-MCP对4种葡萄货架期间果实腐烂率的影响

由图2可知, 随着货架期的延长, 4个品种葡萄对照组与处理组果实腐烂率增加, 且对照组果实的腐烂率高于1-MCP处理组。“无核寒香蜜”变化最大, 在货架3、5 d时, 1-MCP处理落粒率分别比对照降低了84.39%、53.07%，“醉金香”变化最小, 在货架3、5 d时, 1-MCP处理落粒率分别比对照降低了44.90%、38.05%。对照组果实在货架期间的感官变化较为明显, 对比处理组更快地出现果实腐烂的现象, 说明1-MCP处理能够有效抑制果实的腐烂, 使果实保持较好的品质。随着货架期的延长, 果实的新鲜度逐渐降低, 对4个品种葡萄进行1-MCP处理, 均可以保持果实的新鲜度, 延缓腐烂的发生。

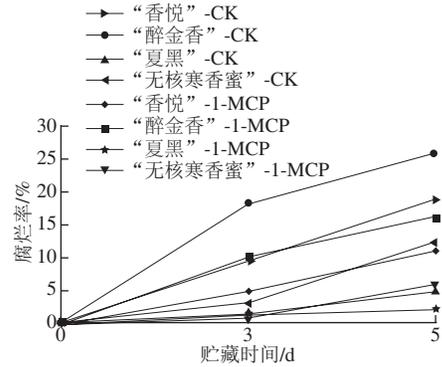


图2 1-MCP对4种葡萄货架期间果实腐烂率的影响

Fig.2 Effect of 1-MCP on shattering rate of four varieties of grape during shelf life

2.1.3 1-MCP对4种葡萄货架期间果实硬度的影响

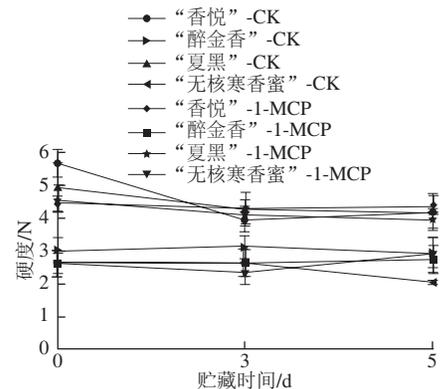


图3 1-MCP对4种葡萄货架期间果实硬度的影响

Fig.3 Effect of 1-MCP on firmness of four varieties of grape during shelf life

由图3可知, 4个品种葡萄货架期间果实硬度对照组和1-MCP处理组呈现不同的变化趋势。“香悦”和“无核寒香蜜”货架前期(0~3 d)果实硬度对照组高于处理组, 后期(3~5 d)低于处理组, 货架5 d时, “香悦”和“无核寒香蜜”果实硬度对照组比处理组分别升高了4.56%和42.00%, 变化显著($P < 0.05$)。处理组果实硬度变化幅度小, 与货架0 d相比, 货架5 d时, “香悦”处理组降低了1.13%, 对照组降低了26.06%，“无核寒香蜜”与其变化规律相似。“醉金香”和“夏黑”果实硬度处理组始终低于对照组, 但差别不明显($P > 0.05$), 处理组果实硬度变化幅度小。1-MCP处理可以抑制果实硬度的下降, 延长货架期, 但作用效果不明显。

2.1.4 1-MCP对4种葡萄货架期间果实TSS含量的影响

由图4可知, 4个品种葡萄货架期间果实TSS含量整体呈现下降趋势, 且各品种对照组果实TSS含量多数高于1-MCP处理组。“香悦”货架5 d时, 对照组和处理组TSS含量差异最大, 处理组比对照组降低了5.41%, 变化显著($P < 0.05$)。“醉金香”货架0 d时, 差异最大, 处理组比对照组降低了4.39%, 处理组后期TSS含量变化幅度小, 货架5 d时, “醉金香”对照组比货架3 d时降低了

6.25%，处理组降低了2.21%。“夏黑”货架5 d时，TSS含量差异最大，处理组比对照组降低了6.27%，变化显著 ($P<0.05$)，货架5 d时，“夏黑”对照组比货架3 d时升高了6.07%，处理组升高了2.45%。“无核寒香蜜”货架3 d时，TSS含量差异最大，处理组比对照组降低了6.87%，变化显著 ($P<0.05$)，但货架期间TSS含量变化幅度不明显。TSS含量在货架期间出现波动既因为大分子化合物在相关酶的作用下降解为TSS，又因为呼吸作用，TSS被不断消耗^[17]。处理组果实TSS含量变化幅度小，说明1-MCP处理可以延缓果实代谢速率和内部成分变化。

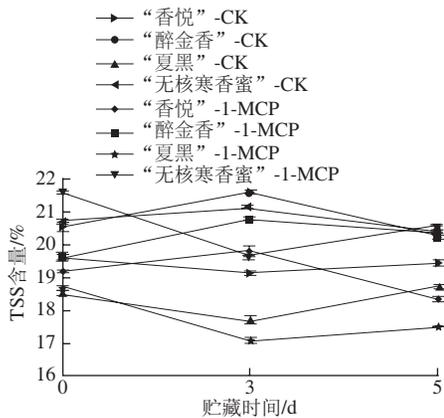


图4 1-MCP对4种葡萄货架期间果实TSS含量的影响

Fig.4 Effect of 1-MCP on TSS of four varieties of grape during shelf life

2.1.5 1-MCP对4种葡萄货架期间果实可滴定酸含量的影响

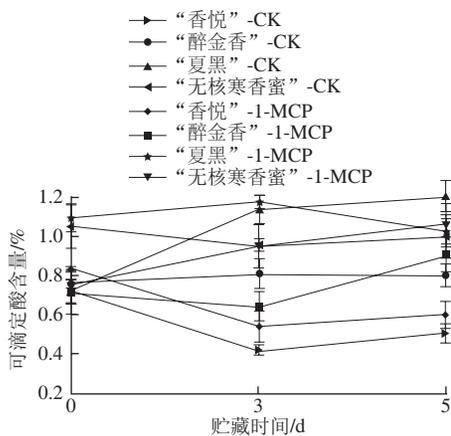


图5 1-MCP对4种葡萄货架期间果实可滴定酸含量的影响

Fig.5 Effect of 1-MCP on titratable acidity (TA) of four varieties of grape during shelf life

由图5可知，除“香悦”外，其余品种葡萄货架期间果实可滴定酸含量整体呈现升高趋势，对照组果实可滴定酸含量基本低于1-MCP处理组。“香悦”货架3 d时，对照组和处理组可滴定酸含量差异最大，处理组比对照组升高了28.57%，变化显著 ($P<0.05$)。“醉金香”

货架3 d时，处理组比对照组降低了20.99%，变化显著 ($P<0.05$)。“夏黑”货架0 d时，处理组比对照组升高了51.39%，变化显著 ($P<0.05$)。“无核含香蜜”货架0 d时，处理组比对照组降低了27.62%。货架期间，“香悦”处理组可滴定酸含量变化幅度小，货架5 d时，对照组比货架3 d时降低了21.43%，处理组降低了11.11%，其余品种处理组可滴定酸含量变化幅度同对照组相似。1-MCP处理对于维持葡萄可滴定酸含量的稳定贡献不大。货架期间可滴定酸含量作为呼吸作用的底物被消耗，又由于糖分解代谢和三羧酸循环导致有机酸含量增大，可能因此出现可滴定酸不稳定的现象。

2.1.6 1-MCP对4种葡萄货架期间果实VC含量的影响

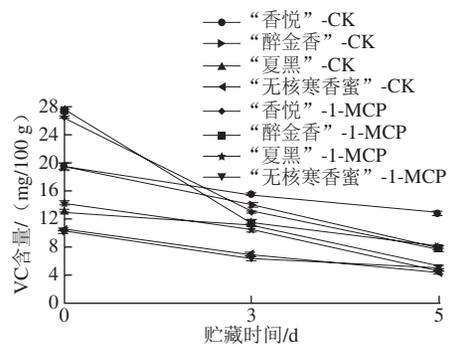


图6 1-MCP对4种葡萄货架期间果实VC含量的影响

Fig.6 Effect of 1-MCP on VC contents of four varieties of grape during shelf life

由图6可知，4个品种葡萄货架期间果实VC含量对照组和1-MCP处理组均呈现前期(0~3 d)快速下降、后期缓慢下降(3~5 d)的趋势。“香悦”货架0 d时，VC含量处理组比对照组升高了35.88%，变化显著 ($P<0.05$)，随着货架期的延长，对照组VC含量缓慢降低，处理组快速降低，货架5 d时，对照组比货架3 d时降低了16.71%，处理组降低了41.31%。“夏黑”VC含量变化规律同“香悦”相似。“醉金香”货架0 d时，VC含量处理组比对照组升高了42.39%，变化显著 ($P<0.05$)，货架3 d时，VC含量处理组比对照组降低了17.15%，但在后期货架5 d时，VC含量处理组比对照组升高了1.68%，“无核寒香蜜”处理组和对照组VC含量差异不显著 ($P>0.05$)。1-MCP处理在货架初期阶段，可以有效延缓果实VC含量的下降，维持良好的品质，但在后期1-MCP作用效果不明显，不能够抑制果实VC含量的下降。

2.2 1-MCP对4种葡萄货架期间挥发性物质的影响

在货架0、5 d时分别测定了4个品种葡萄果实中的挥发性物质含量，所鉴定出的挥发性物质相对含量总和均占总峰面积的95.00%以上，选取相对含量不小于1.00%的醇类、醛类和酯类进行分析。

由表1可知，货架0 d时，对照组和1-MCP处理组果实挥发性物质中醇类物质相对含量最高的是“夏黑”，

两组分别达到42.03%和44.65%，其中3,7-二甲基-2,6-辛二烯-1-醇、具有丁香味的 α -松油醇、具有浓郁玫瑰香香味的沉香醇^[18-20]和具有玫瑰、橙花香味的橙花醇都是相对含量较高的物质，与对照组相比，处理组葡萄果实醇类物质相对含量升高了6.23%；“香悦”和“无核寒香蜜”果实挥发性物质中的醇类物质相对含量均在10.00%以上，处理组分别比对照组降低了13.85%和18.95%；“醉金香”果实挥发性物质中的醇类物质相对含量最低，分别为3.31%和1.10%。对照组和处理组果实挥发性物质中醛类物质相对含量最高的是“醉金香”，2组分别达到64.46%和46.55%，其中对照组醛类物质中具有清香、果香味的2-己烯醛相对含量最高，为50.57%，处理组中未检测到。处理组中具有新鲜绿叶香味的青叶醛相对含量最高，为35.43%，对照组中未检测到；2组处理中“夏黑”果实中的醛类物质相对含量均在30.00%以上，处理组比对照组升高了10.68%，主要物质为2-己烯醛；“香悦”果实中的醛类物质相对含量均在20.00%以上，主要物质为青叶醛；“无核寒香蜜”果实中的醛类物质相对含量在10.00%以下。对照组和处理组果实挥发性物质中酯类物质相对含量最高的是“无核寒香蜜”，两组分别达到65.02%和64.64%，且仅为具有草莓香味的乙酸乙酯^[20-22]；“香悦”果实中的酯类物质相对含量也分别达到48.34%和52.62%，由乙酸乙酯和苯乙酸乙酯组成；“醉金香”果实中的酯类物质也仅为乙酸乙酯，相对含量在14.00%以上；“夏黑”果实中的酯类物质相对含量最低，对照组仅为8.67%，在处理组中未检测到。

表1 货架0 d时1-MCP处理4个品种葡萄主要挥发性物质的相对含量
Table 1 Relative contents of major volatile substances in four varieties of grapes with 1-MCP treatment at 0 day of shelf life

化合物种类	化合物名称	%							
		“香悦”		“醉金香”		“夏黑”		“无核寒香蜜”	
		CK	1-MCP	CK	1-MCP	CK	1-MCP	CK	1-MCP
醇类	正己醇	1.24	1.05	1.30	1.10	3.10	1.31	—	—
	沉香醇	1.98	1.37	—	—	11.07	13.42	4.36	4.58
	α -松油醇	1.55	1.36	—	—	2.28	3.61	—	3.00
	D-香茅醇	3.71	2.97	—	—	4.47	4.24	2.65	2.60
	橙花醇	2.60	2.44	1.00	—	2.70	2.62	3.28	2.06
醛类	3,7-二甲基-2,6-辛二烯-1-醇	—	—	—	—	15.92	16.86	—	—
	苯乙醇	3.87	3.69	1.01	—	2.49	2.59	—	—
	己醛	3.81	3.77	12.09	8.86	4.53	6.57	3.37	3.07
	2-己烯醛	—	—	50.57	—	27.40	28.77	—	—
	苯乙醛	—	—	1.80	2.26	—	—	—	—
酯类	青叶醛	23.37	20.25	—	35.43	—	—	6.49	5.53
	乙酸乙酯	46.47	51.02	14.68	14.35	8.67	—	65.02	64.64
	苯乙酸乙酯	1.87	1.60	—	—	—	—	—	—

注：—未检出。下同。

由表2可知，货架5 d时，4个品种葡萄果实对照组和1-MCP处理组中的挥发性物质相对含量和货架0 d时较

为接近。醇类物质相对含量最高的品种为“夏黑”，对照组和处理组的相对含量分别为37.90%和46.85%，主要为3,7-二甲基-2,6-辛二烯-1-醇、沉香醇、D-香茅醇，与对照组相比，处理组除3,7-二甲基-2,6-辛二烯-1-醇外，“夏黑”中的各醇类物质相对含量均有所升高，和货架0 d相比，处理组升高了4.93%，对照组降低了9.83%，处理组变化幅度小；“香悦”葡萄经1-MCP处理后，醇类物质相对含量由13.17%上升到21.95%，各种醇类物质相对含量均有所升高；“醉金香”和“无核寒香蜜”葡萄经1-MCP处理后，醇类物质相对含量下降。醛类物质相对含量较高的是“醉金香”和“夏黑”，其中相对含量最高的物质，除“夏黑”为2-己烯醛外，其余各品种各处理均为青叶醛，经1-MCP处理后，除“无核寒香蜜”外，各品种中的各类醛类物质相对含量均有所升高。酯类物质相对含量最高的品种为“无核寒香蜜”，对照组和处理组的相对含量分别为67.50%和74.15%，升高了9.85%，且仅为乙酸乙酯；“香悦”和“醉金香”中的酯类物质相对含量各处理均达到50.00%以上，经1-MCP处理后，“香悦”中的酯类物质相对含量下降，“醉金香”却升高；“夏黑”中的酯类物质相对含量对照组仅为6.45%，1-MCP处理组未检测到。

表2 货架5 d时1-MCP处理4个品种葡萄主要挥发性物质的相对含量
Table 2 Relative content of major volatile substances in four varieties of grapes with 1-MCP treatment at 5 day of shelf life

化合物种类	化合物名称	%							
		“香悦”		“醉金香”		“夏黑”		“无核寒香蜜”	
		CK	1-MCP	CK	1-MCP	CK	1-MCP	CK	1-MCP
醇类	正己醇	—	1.27	—	—	—	—	1.21	—
	沉香醇	2.19	4.14	2.90	1.00	5.07	12.09	—	—
	α -松油醇	1.50	2.22	—	—	2.00	2.62	—	1.83
	D-香茅醇	3.81	6.43	—	—	5.25	5.95	2.79	2.23
	橙花醇	2.16	4.35	1.44	—	3.41	3.40	4.40	1.37
醛类	3,7-二甲基-2,6-辛二烯-1-醇	—	—	—	—	19.77	19.25	—	—
	苯乙醇	3.51	3.54	2.73	1.44	2.40	3.54	—	—
酯类	己醛	1.94	2.56	5.04	6.19	6.09	6.02	2.46	2.77
	2-己烯醛	—	—	—	—	—	26.96	—	—
	青叶醛	12.94	13.39	25.63	28.85	25.78	—	8.05	5.24
酯类	乙酸乙酯	60.45	48.76	50.81	51.64	6.45	—	67.50	74.15
	苯乙酸乙酯	2.39	2.23	—	—	—	—	—	—

3 讨论与结论

葡萄属非跃变型水果，目前1-MCP对非跃变型果实的作用机理尚未明确，但从目前的研究结果分析，适当剂量的1-MCP能够对非跃变型果实产生积极的作用。Jiang Yanru等^[23]在玫瑰香葡萄上，李志文等^[24]在乍娜葡萄上，冯叙桥等^[25]在玫瑰香葡萄上，兰杰等^[26]在新疆无核白葡萄上的研究表明1-MCP能够延缓葡萄果实的软化，显著降低果实腐烂率、脱粒率和果梗褐变指数，抑制了

果实中TSS和VC含量的波动,有效保持葡萄贮藏过程中的品质,并降低与衰老相关的生化反应,有利于鲜食葡萄的贮藏。落粒率、腐烂率、硬度、TSS含量、可滴定酸含量、VC是衡量葡萄品质的重要指标,贮藏过程中,1-MCP中的物质可能参与葡萄的代谢反应,影响其内部成分的变化,对葡萄的贮藏产生良好的影响,维持较高的品质。

醇类、醛类、酯类均属于游离态芳香物质,在葡萄果实风味物质中占有很重要的比重,这些物质主要通过脂肪酸途径合成。贮藏条件的差异,会造成调控酯类化合物代谢的醇酰基转移酶与脂氧合酶系统,调控醛类代谢的丙酮酸脱羧酶的活性受到影响,继而改变果实中的芳香物质代谢。实验表明,“香悦”葡萄的主要呈味物质为酯类,经1-MCP处理后,与对照相比,货架期间其相对含量前期(0 d)升高了8.85%,后期(5 d)降低了18.86%,处理组变化幅度小;“醉金香”呈味物质为醛类和酯类,货架期间二者相对含量总和前期下降了23.05%后期升高了6.38%,保持了特征香气的稳定;“夏黑”呈味物质为醇类和醛类,其相对含量始终升高;“无核寒香蜜”呈味物质为酯类,其相对含量先下降后升高。这可能与这些酶的活性有一定关联,但其具体影响原因,有待进一步探究。

1-MCP处理可显著抑制葡萄果实的落粒率和腐烂率($P<0.05$),尤其是对“香悦”、“夏黑”这类本身不易落粒的葡萄品种有明显的效果;能够有效延缓“香悦”和“无核寒香蜜”果实硬度的下降($P<0.05$);保持较高的TSS含量和可滴定酸含量的稳定性;贮藏前期维持了较高的VC含量($P<0.05$),后期作用效果不明显。葡萄不同品种、不同处理、不同贮藏期主要挥发性物质相对含量均有差异。1-MCP处理和对照组葡萄的各类物质相对含量变化趋势基本一致,但是对照组的变化速率更大,表现为急速上升或者急速下降,说明1-MCP处理可以延缓葡萄果实香气成分的变化,抑制其衰老速率,起到一定的保鲜作用。

参考文献:

- [1] 段振华. 葡萄保鲜技术的研究[J]. 食品与发酵工业, 2002, 28(1): 68-71.
- [2] 李明娟, 游向荣, 文仁德, 等. 葡萄果实采收后生理及贮藏保鲜方法研究进展[J]. 北方园艺, 2013(20): 173-178.
- [3] CAMERON A C, REID M S. 1-MCP blocks ethylene-induced petal abscission of *Pelargonium peltatum* but the effect is transient[J]. Postharvest Biology and Technology, 2001, 22(2): 169-177.
- [4] FRANCIS M M, YUKI T, WILLIS Z O O, et al. Regulation of gene encoding ethylene biosynthetic enzymes in peach (*Prunus persica* L.) fruit by carbon dioxide and 1-MCP[J]. Postharvest Biology and Technology, 2001, 21: 265-281.
- [5] 王友升, 蔡琦玮, 安琳, 等. 1-甲基环丙烯对蓝莓果实品质与活性氧代谢影响的多变量解析[J]. 食品科学, 2013, 34(14): 340-345. doi:10.7506/spkx1002-6630-201314071.
- [6] BLANKENSHIP S M, DOLE J M. 1-Methylcyclopropene: a review[J]. Postharvest Biology and Technology, 2003, 28(1): 1-25.
- [7] 王赵改, 马书尚, 王瑞庆, 等. 1-MCP对粉红女士苹果采收后生理的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2005, 33(3): 123-126.
- [8] 王宝亮, 王文辉, 姜云斌, 等. 1-MCP处理对不同产地酥梨低温贮藏后货架期防褐保鲜效应的研究[J]. 保鲜与加工, 2014, 14(5): 14-19.
- [9] FAN X, MATTHEIS J P, BLANKENSHIP S. Development of apple superficial scald, soft scald, core flush, and greasiness is reduced by MCP[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999, 47(8): 3063-3068.
- [10] 李志强, 汪良驹, 巩文红, 等. 1-MCP对草莓果实采收后生理及品质的影响[J]. 果树学报, 2006, 23(1): 125-128.
- [11] 刘尊英, 董士远, 曾名勇, 等. 1-MCP对甜樱桃采收后腐烂与食用品质的影响[J]. 食品科技, 2006, 31(1): 117-119.
- [12] 王德生. 大粒中熟鲜食葡萄: 香悦[J]. 西北园艺: 果树, 2007(2): 29-29.
- [13] 杨治元. 醉金香葡萄特性与无籽栽培要点[J]. 果农之友, 2007(3): 21-21.
- [14] 单洪友. 夏黑葡萄特征特性及栽培技术[J]. 农技服务, 2007, 24(9): 95.
- [15] 李文生, 冯晓元, 王宝刚, 等. 应用自动电位滴定仪测定水果中的可溶性酸[J]. 食品科学, 2009, 30(4): 247-249.
- [16] 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.
- [17] 赵云峰, 林河通, 王静, 等. 热处理对龙眼果实采收后生理和贮藏品质的影响[J]. 中国食品学报, 2013, 13(5): 124-133.
- [18] FENOLL J, MANSO A, HELLIN P, et al. Changes in the aromatic composition of the *Vitis vinifera* grape Muscat Hamburg during ripening[J]. Food Chemistry, 2009, 114(2): 420-428.
- [19] FERREIR A V, LOOPEZ R, CACHO J F. Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2000, 80(11): 1659-1667.
- [20] 李华. 葡萄的芳香物质[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2001(6): 43-44.
- [21] GUTH H. Identification of character impact odorants of different white wine varieties[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1997, 45: 3027-3032.
- [22] 商家胤, 田淑芬, 集贤, 等. 设施巨峰葡萄二次果果实品质及芳香化合物组分分析[J]. 西北植物学报, 2014, 34(9): 1836-1842.
- [23] JIANG Yanru, FU Yabo, LI Dongli, et al. Effects of 1-MCP and controllable-release SO₂ packaging on cold preservation of grapes (C.V. Muscat Hamburg)[J]. Advanced Materials Research, 2013, 12(5): 2335-2339.
- [24] 李志文, 张平, 王昱, 等. 1-MCP处理对乍娜葡萄常温货架期保鲜效果的研究[J]. 保鲜与加工, 2012, 12(3): 6-10.
- [25] 冯叙桥, 关筱歆, 张鹏, 等. 1-MCP结合ClO₂处理对冰温贮藏玫瑰香葡萄生理和品质的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(17): 333-337.
- [26] 兰杰, 李学文, 杨婷婷, 等. 1-MCP结合ClO₂处理对无核白葡萄短期冷藏及货架期品质的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(14): 347-350.