

# 1-MCP 和 $\text{ClO}_2$ 处理对新疆蟠桃采后品质的影响

程琳琳, 肖丽梅, 钟梅, 王吉德, 吴斌\*

(新疆大学化学化工学院, 石油天然气精细化工教育部重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830046)

**摘 要:** 延缓果实品质劣变和抑制采后病害发生是减少“蟠桃”果实在贮运过程中损失的关键因素。本实验以新疆蟠桃为试材, 在室温和冷藏两种贮藏条件下, 研究了  $1.0 \mu\text{L/L}$  1-MCP 和  $1.0 \mu\text{L/L}$   $\text{ClO}_2$  两种保鲜剂相结合的熏蒸处理方法对新疆蟠桃采后贮藏过程中各种生理品质参数的影响。结果表明: 与对照相比, 1-MCP+ $\text{ClO}_2$  处理显著地抑制了蟠桃果实的乙烯释放量和呼吸速率; 延缓果实丙二醛(MDA)含量的积累、总酚含量的下降, 以及多酚氧化酶(PPO)比活力的增加, 保持较高的果实硬度及过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)3种防御酶的比活力; 有效地减少了果实的腐烂率, 提高了蟠桃贮藏期间的果实品质, 延缓了果实的衰老进程。

**关键词:** 蟠桃; 1-MCP;  $\text{ClO}_2$ ; 采后; 品质

## Combined Effect of 1-MCP and $\text{ClO}_2$ on Storage Quality of Xinjiang Flat Peaches

CHENG Lin-lin, XIAO Li-mei, ZHONG Mei, WANG Ji-de, WU Bin\*

(Key Laboratory of Oil and Gas Fine Chemicals, Ministry of Education, College of Chemistry and Chemical Engineering, Xinjiang University, Ürümqi 830046, China)

**Abstract:** Delaying quality deterioration and inhibiting the incidence of post-harvest diseases are key factors in reducing the loss of flat peaches during storage and transport. In the present study, fumigated with both  $1.0 \mu\text{L/L}$  1-MCP and  $1.0 \mu\text{L/L}$   $\text{ClO}_2$  was tested for the effect on post-harvest physiological parameters of Xinjiang flat peaches during storage at  $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$  or  $(4 \pm 1)^\circ\text{C}$ . Compared with the control, combined treatment with 1-MCP and  $\text{ClO}_2$  remarkably suppressed ethylene release and respiration, postponed the accumulation of malondialdehyde (MDA), the reduction of total phenolic content and the increase of polyphenol oxidase (PPO) activity, and maintained a higher level of fruit firmness and superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and peroxidase (POD) activities so as to decrease the percentage of decayed fruits, maintain fruit quality during storage and delay fruit senescence.

**Key words:** flat peaches; 1-MCP;  $\text{ClO}_2$ ; postharvest; quality

中图分类号: S609

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)12-0314-06

蟠桃作为新疆的特色水果之一, 以其香味浓郁、果肉香甜、营养价值高赢得国内外消费者的青睐。由于蟠桃属于呼吸跃变型果实, 具有生理后熟期<sup>[1]</sup>, 对温度和乙烯反应非常敏感, 采后货架期较短, 果实会迅速衰老变软, 进而会引起发病、腐烂, 严重影响了蟠桃的贮藏、运输和消费。这在很大程度上制约着新疆蟠桃的出口创汇和国内市场的拓展。目前, 蟠桃采后的保鲜方法主要是采用低温和气调贮藏, 低温气调贮藏虽然在一定条件下减少蟠桃的腐烂和处级采后衰老进程, 但对果实的风味品质影响较大, 保鲜成本也较高<sup>[2]</sup>。

因此, 研究蟠桃采后衰老进程中的生理变化, 探索简易、有效、低成本的保鲜措施, 减少采后损失, 稳定和扩大新疆蟠桃出口创汇基地, 变资源优势为经济优势, 有着十分重要的理论意义。

1-MCP 作为新型乙烯受体抑制剂, 能不可逆地作用于乙烯受体, 从而阻断与乙烯的正常结合, 可抑制果实后熟相关的一系列生理生化反应<sup>[3-4]</sup>;  $\text{ClO}_2$  是一种优良的消毒剂和强氧化剂, 被推崇为第4代消毒剂, 是世界卫生组织(world health organization, WHO)和世界粮农组织(food and agriculture organization of the united nation,

收稿日期: 2010-10-10

基金项目: 新疆大学青年教师启动基金项目(QN070015)

作者简介: 程琳琳(1987—), 女, 硕士研究生, 研究方向为瓜果保鲜技术。E-mail: 397077170@qq.com

\*通信作者: 吴斌(1973—), 男, 讲师, 博士, 研究方向为农产品贮藏与加工。E-mail: xjuwubin0320@sina.com

FAO)向全世界推荐的A1级广谱、安全和高效消毒剂<sup>[5]</sup>。ClO<sub>2</sub>具有极强的杀菌能力,并广泛应用于杀菌、防腐、除臭、保鲜等领域。本课题组前期研究工作中将1-MCP和ClO<sub>2</sub>应用于蟠桃<sup>[6]</sup>、甜瓜<sup>[7]</sup>、草莓<sup>[8]</sup>等果蔬保鲜,已取得了显著的效果,为本实验工作的顺利的完成提供了理论和实验依据。

在常温和冷藏两种贮藏条件下,本实验采用1-MCP、ClO<sub>2</sub>两种气体保鲜剂相结合的方式熏蒸处理蟠桃果实,并探讨了1-MCP+ClO<sub>2</sub>对蟠桃贮藏过程中各种生理及品质变化的影响,为新疆蟠桃保鲜贮运技术的研究提供理论依据。

## 1 材料与仪器

### 1.1 材料与试剂

新疆蟠桃 市售,新鲜七成熟,采自新疆石河子143团桃园。

愈创木酚 天津市科密化学试剂开发中心;连苯三酚 国药集团化学试剂有限公司;硫代巴比妥酸(TBA)、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、Tris;以上所用试剂均为分析纯。

### 1.2 仪器与设备

GC-14B型气相色谱仪、UV-2450型紫外可见分光光度计 日本岛津公司;ZGSBISCY-2A型氧气/二氧化碳测定仪 北京中北安博仪器仪表公司;GY-3型果实硬度计 杭州托普仪器有限公司;WYT-J型手持糖量计 四川成都光学厂;LP115型pH计 上海奇鸿仪器仪表有限公司;DS-1型高速组织捣碎机 上海精密仪器有限公司;800B/TGL-16G型离心机。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 样品处理

选用无病虫害和机械损伤、大小均匀、颜色基本一致带果柄的蟠桃,采收当天立即运往实验室。将桃随机分成4处理放入1m<sup>3</sup>、厚度11.5μm的聚乙烯膜制成的包装中,每10kg为一个处理。每个处理重复3组。

对照:不作处理;1-MCP+ClO<sub>2</sub>处理:用1.0μL/L 1-MCP密闭熏蒸处理12h后通风30min,再用1.0μL/L ClO<sub>2</sub>熏蒸12h,记为1-MCP+ClO<sub>2</sub>。

处理熏蒸结束后,通风30min,于5℃预冷24h。将以上处理过的蟠桃分为两批分别置于室温(23℃±1℃)和冷藏(4℃±1℃)条件下贮藏,每种处理重复3次。观察统计蟠桃腐烂发病情况,取样做各品质指标分析。

#### 1.3.2 1-MCP气体体积分数标定

称取1.00g 1-MCP片剂于1.1L密封盒中,加入20mL蒸馏水后迅速将瓶口密封,于贮藏温度下密封12h。以1-丁烯为标准,用气相色谱仪测定密封盒中1-MCP气体的浓度。色谱条件为:氢火焰离子化检测器,毛细管

柱,N<sub>2</sub>为载气,250℃,检测器温度,柱温70℃,进样口温度为120℃,检测室温度180℃,氢气流量50mL/min,氮气流量50mL/min,空气流量50mL/min,外标法定量。

#### 1.3.3 ClO<sub>2</sub>气体的制备

称取5.00g的缓释型固体ClO<sub>2</sub>气体发生剂<sup>[9]</sup>置于圆底烧瓶中,微热并搅拌,收集ClO<sub>2</sub>气体,放至0℃的冰箱中存储,使用前以碘量法标定ClO<sub>2</sub>气体的体积分数。

#### 1.3.4 生理指标的测定

##### 1.3.4.1 乙烯释放量的测定

随机称取500g蟠桃放入1.1L带有胶塞的塑料密封盒中,迅速将瓶口密封,于贮藏温度下密封2h。用500μL进样针于密封盒中抽取气体,打入GC-14B气相色谱仪中。色谱条件为:氢火焰离子化检测器,活性铝柱,N<sub>2</sub>为载气,柱温30℃,进样口温度为100℃,检测室温度150℃,氢气流量50mL/min,氮气流量50mL/min,空气流量50mL/min,外标法定量。

##### 1.3.4.2 呼吸速率的测定

随机称取500g蟠桃放入1.1L带有胶塞的塑料密封盒中,迅速将瓶口密封,于贮藏温度下密封2h。将进样器内空气彻底排除后取出2mL气样,用氧气/二氧化碳测定仪测定CO<sub>2</sub>的体积分数,计算出CO<sub>2</sub>的释放量。每处理重复3次,每份样品取3份平行气样。

$$\text{呼吸速率}/(\text{CO}_2 \text{ ng/g} \cdot \text{h}) = \frac{C \times V_1 \times M \times 10^{-6}}{V_m \times m \times h}$$

式中:C为CO<sub>2</sub>气样的体积分数/%;V<sub>1</sub>为密封罐容积/L;V<sub>m</sub>=22.4L/mol;M=44kg/mol;m为密封罐内果实质量/g;h为密封时间/h。

##### 1.3.4.3 丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量的测定

参照Xu等的方法<sup>[10]</sup>,称取0.5g果肉,用硫代巴比妥酸(TBA)法提取酶液后分别用于532、600nm和450nm波长测定OD值。

$$\text{MDA含量}/(\mu\text{mol/L}) = 6.45 \times (\text{OD}_{532} - \text{OD}_{600}) - 0.56 \times \text{OD}_{450}$$

##### 1.3.4.4 总酚含量的测定

称取3g果肉,在恒温箱中25℃下用10mL 1% HCl-甲醇溶液匀浆浸取12h,共浸取3次,合并3次浸取液于4000r/min离心10min,得上清液即为酶液。以没食子酸为标准样品,用福林酚法<sup>[11]</sup>测定760nm处酶液的吸光度。

$$\text{总酚含量}/(\text{g/kg}) = \frac{\text{标准溶液的量}}{\text{测定时所取样品溶液相当于样品的量}}$$

##### 1.3.4.5 超氧化物歧化酶(superoxidase dismutase, SOD)比活力的测定

称取 2~3g 果肉, 加预冷的 Tris-HCl(含 1mmol/L 乙二胺四乙酸二钠)缓冲液(用量是所用样品的 10 倍以上), 在 4℃ 条件下或冰浴中研磨成匀浆, 四层纱布过滤, 滤液经 4000r/min 离心 20min, 取上清液用连苯三酚法<sup>[12]</sup>测定 325nm 处酶的比活力。

#### 1.3.4.6 过氧化氢酶(catalase, CAT)和过氧化物酶(oxidase, POD)比活力的测定

称取 0.2g 果肉, CAT 活性采用测定波长 240nm 处的 OD 的降低速度, 将每分钟 OD 减少 0.01 定义为 1 个活力单位 U<sup>[13]</sup>; POD 活性采用愈创木酚法<sup>[14]</sup>测定在 470nm 处 OD 变化速度, 将每分钟 OD 变化 0.01 定义为 1 个活力单位 U。

#### 1.3.4.7 多酚氧化酶(polyphenol oxidase, PPO)比活力的测定

称取 20.0g 果肉, 参照 Fu 等<sup>[15]</sup>的方法 制备酶液并在 410nm 波长下测定 OD 值, 将 OD 每分钟改变 0.01 定义为 1 个活力单位。

#### 1.3.4.8 果实硬度的测定

每组样品随机取 4 个蟠桃, 用 GY-B 型果实硬度计测定每个桃对称的两颊部分的果实硬度, 计算平均值。

#### 1.3.4.9 可溶性固形物(soluble solids content, SSC)的测定

从每组样品中随机挑选出 5 个蟠桃用组织捣碎机捣碎, 用手持糖量计测定 SSC 含量。

#### 1.3.4.10 感官评价与腐烂率的测定

感官评价分 5 个等级: 5= 新鲜; 3= 开始软化, 出现褐变; 1= 严重软化, 褐变。

腐烂率: 依果实表面腐烂的面积分为 0~3 级, 0 级: 无腐烂, 1 级: 腐烂面积在 0~1/4, 2 级: 腐烂面积在 1/4~1/2, 3 级: 腐烂面积在 1/2~1。

$$\text{腐烂率} / \% = \frac{\sum \frac{\text{腐烂级别} \times \text{该级别样品数量}}{\text{最高级别} \times \text{样品总数量}}}{1} \times 100$$

#### 1.3.4.11 数据统计分析

使用 SPSS 公司的 SPSS 13.0 对数据进行统计分析, 使用 SPSS 公司的 SigmaPlot 10.0 软件作图。各项生理生化指标的测得值均以平均值标准误(S.E.)表示, 方差分析采用邓肯氏新复级差检验法。显著性水平: 显著( $P < 0.05$ ); 极显著( $P < 0.01$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 1-MCP + ClO<sub>2</sub> 处理对蟠桃乙烯释放量和呼吸速率的影响

水果在贮藏过程中会产生大量的乙烯, 乙烯具有自

我催化的特性, 当内源乙烯达到一定体积分数便可诱发产生呼吸高峰, 微量的乙烯对贮藏的水果的呼吸强度和采后衰老过程有重大影响<sup>[16]</sup>。由图 1 可以看出, 贮藏温度对蟠桃的乙烯释放速率影响较大。与冷藏温度条件相比, 室温下, 蟠桃果实各阶段乙烯的释放速率较高。两种贮藏条件下, 1-MCP 与 ClO<sub>2</sub> 两种保鲜剂相结合处理可以显著地抑制了蟠桃的乙烯释放量, 推迟了乙烯高峰的出现( $P < 0.05$ )。

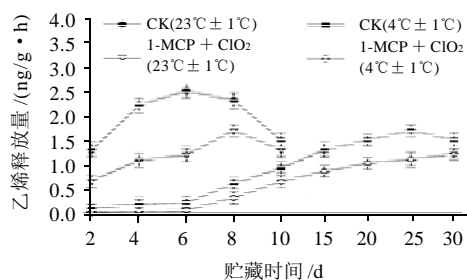


图 1 1-MCP + ClO<sub>2</sub> 处理对蟠桃乙烯释放量的影响  
Fig.1 Effect of 1-MCP + ClO<sub>2</sub> treatment on ethylene release rate of flat peaches

呼吸作用消耗果实体内的各种有机物质, 呼吸速率的高低可反映果实代谢的速度。蟠桃是典型的呼吸跃变型果实。图 2 显示了呼吸速率随贮藏时间的变化趋势。在室温条件下, 对照果实采后第 6 天出现呼吸峰, 而处理组的呼吸高峰延迟 2d, 且峰值均比对照组低, 差异极显著( $P < 0.01$ ); 在冷藏条件下, 蟠桃果实的呼吸速率受到抑制, 表明低温对延长蟠桃果实的贮藏寿命有十分良好的效果, 对照果实在贮藏至 15d 出现呼吸高峰, 而处理组的蟠桃没有发生明显的跃变现象。结果表明, 在两种条件下, 1-MCP+ClO<sub>2</sub> 处理对蟠桃贮藏期间的呼吸速率有明显的抑制作用( $P < 0.05$ )。

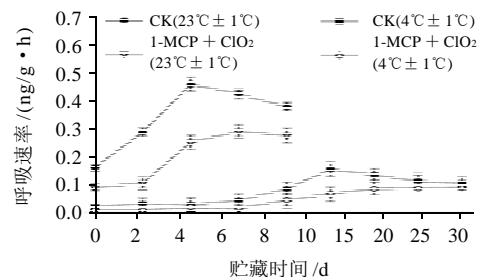


图 2 1-MCP + ClO<sub>2</sub> 处理对蟠桃呼吸速率的影响  
Fig.2 Effect of 1-MCP + ClO<sub>2</sub> treatment on respiration rate of flat peaches

### 2.2 1-MCP+ClO<sub>2</sub> 处理对蟠桃 MDA 含量的影响

丙二醛(MDA)是植物衰老过程中膜脂过氧化最重要的产物之一, 常被用来评价细胞膜系统受伤害的程度,

其含量高低可用作评价衰老的标志<sup>[10]</sup>,能强烈地与细胞内各种成分发生反应引起酶和膜的严重损伤降低膜电阻和膜的流动性最终导致膜的结构及生理完整性的破坏<sup>[17]</sup>。

由图3可知,在冷藏和室温条件下,随着果实的贮藏时间的增加,对照组和处理组果实的MDA含量均不断升高。与对照相比,1-MCP+ClO<sub>2</sub>处理的MDA含量始终处于较低水平;表明在两种不同贮藏条件下,1-MCP+ClO<sub>2</sub>处理均明显地延缓了蟠桃果实MDA含量的积累,降低膜脂的过氧化的程度,从而延缓了果实的成熟衰老进程。

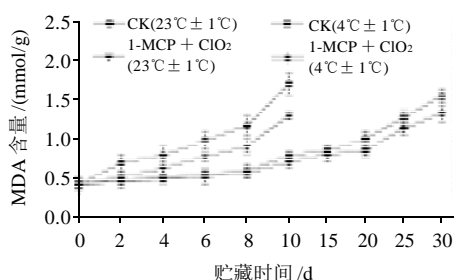


图3 1-MCP + ClO<sub>2</sub>处理对蟠桃果实中MDA含量的影响

Fig.3 Effect of 1-MCP + ClO<sub>2</sub> treatment on MDA content of flat peaches

### 2.3 1-MCP+ClO<sub>2</sub>处理对蟠桃总酚含量和PPO比活力的影响

酚类化合物是各种植物体内重要的次生代谢物质,其中许多具有抗菌活性,其氧化性是影响采后蟠桃果实组织色泽褐变、导致果皮组织色泽暗淡甚至出现褐色斑块的主要因素,严重影响采后桃果实的外观品质和商品价值,因此减轻酚类物质被氧化是果实采后保持鲜亮色泽的重要措施<sup>[18]</sup>。由图4可知,随着贮藏时间的延长,处理组及对照果实中总酚含量总体上呈下降趋势。与对照相比,1-MCP+ClO<sub>2</sub>处理果的总酚含量始终处于较高水平。以上结果表明1-MCP+ClO<sub>2</sub>处理在一定程度上延缓了蟠桃果实总酚含量的下降,提高了果实自身的抗病能力。

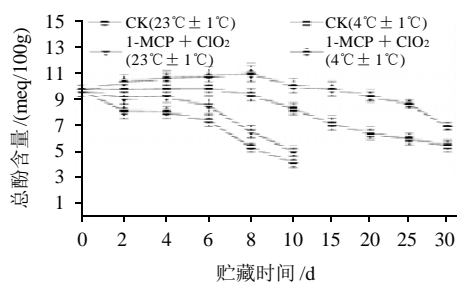


图4 1-MCP + ClO<sub>2</sub>处理对蟠桃果实中总酚的影响

Fig.4 Effect of 1-MCP + ClO<sub>2</sub> treatment on total phenolic content of flat peaches

多数的果实中几乎都含有PPO,它是导致果实褐变的重要酶类,它催化多酚氧化生成黑色素,影响果实的外观品质<sup>[15]</sup>。由图5可见,在两种贮藏条件下,处理后的PPO酶比活力与对照趋势相同,但比对照比活力低,表明1-MCP+ClO<sub>2</sub>处理可以有效抑制PPO酶的比活力。室温条件下对照PPO比活力先增加后下降,但在第2天后有下降趋势;而冷藏的PPO酶比活力有类似趋势。说明1-MCP+ClO<sub>2</sub>处理有效地阻止了褐变的发生。

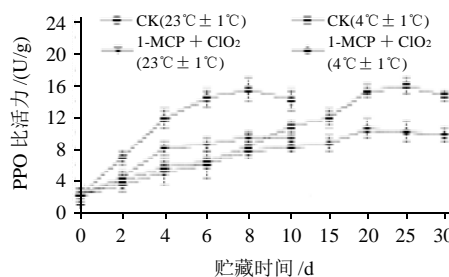


图5 1-MCP+ClO<sub>2</sub>处理对蟠桃果实中PPO比活力的影响

Fig.5 Effect of 1-MCP + ClO<sub>2</sub> treatment on PPO activity of flat peaches

### 2.4 1-MCP+ClO<sub>2</sub>处理对蟠桃SOD、CAT和POD比活力的影响

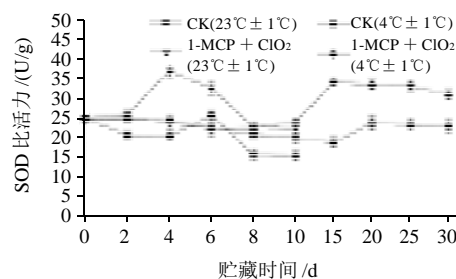


图6 1-MCP+ClO<sub>2</sub>处理对蟠桃果实中SOD比活力的影响

Fig.6 Effect of 1-MCP + ClO<sub>2</sub> treatment on SOD activity of flat peaches

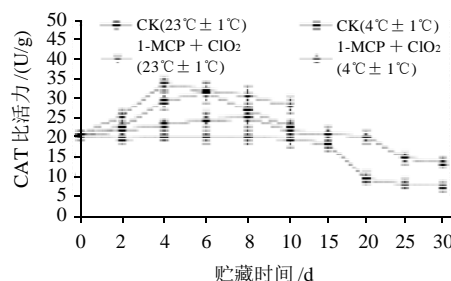


图7 1-MCP+ClO<sub>2</sub>处理对蟠桃果实中CAT比活力的影响

Fig.7 Effect of 1-MCP + ClO<sub>2</sub> treatments on CAT activity of flat peaches

SOD、CAT和POD都是果实后熟衰老中的保护性酶类,三者可共同起作用来有效阻止活性氧在植物体内

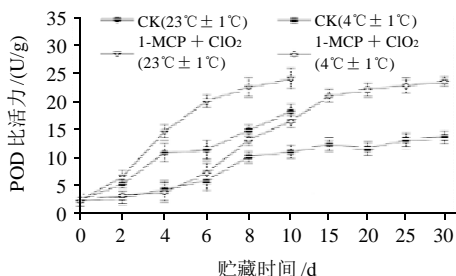
表 1 1-MCP+ClO<sub>2</sub> 处理对蟠桃采后生理参数的影响Table 1 Effect of 1-MCP + ClO<sub>2</sub> treatments on quality parameters of flat peaches during storage

处理	室温(25℃)					冷藏(5℃)				
	贮藏时间/d	感官评价	SSC/%	硬度/(kg/cm <sup>2</sup> )	腐烂率/%	贮藏时间/d	感官评价	SSC/%	硬度/(kg/cm <sup>2</sup> )	腐烂率/%
对照	0	5.0	7.50 ± 0.21	12.24 ± 0.65		0	5.0	7.50 ± 0.21	12.24 ± 0.65	
	3	4.5	9.52 ± 0.33 <sup>a</sup>	8.60 ± 0.48 <sup>b</sup>	3.86 ± 0.45 <sup>a</sup>	10	4.5	12.34 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.391 ± 0.007 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>
1-MCP+ClO <sub>2</sub>		5.0	8.65 ± 0.22 <sup>b</sup>	11.40 ± 0.52 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>		5.0	10.22 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.406 ± 0.02 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
	6	3.0	10.05 ± 0.26 <sup>b</sup>	4.12 ± 0.26 <sup>b</sup>	46.25 ± 2.25 <sup>a</sup>	20	3.9	13.64 ± 0.21 <sup>a</sup>	0.266 ± 0.007 <sup>b</sup>	17.25 ± 1.28 <sup>a</sup>
		4.6	12.00 ± 0.21 <sup>a</sup>	7.20 ± 0.44 <sup>a</sup>	1.28 ± 0.28 <sup>b</sup>		4.8	13.46 ± 0.14 <sup>b</sup>	0.378 ± 0.009 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>
对照	9	2.0	12.50 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.42 ± 0.12 <sup>b</sup>	87.61 ± 4.55 <sup>a</sup>	30	2.9	9.55 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.252 ± 0.002 <sup>b</sup>	35.43 ± 1.32 <sup>a</sup>
		4.4	13.50 ± 0.08 <sup>a</sup>	4.62 ± 0.25 <sup>a</sup>	34.34 ± 2.02 <sup>b</sup>		4.5	12.05 ± 0.23 <sup>a</sup>	0.432 ± 0.021 <sup>a</sup>	13.58 ± 1.24 <sup>b</sup>

注: 用 Duncan 法进行同一天的对照与处理相比较, 标有不同小写字母者表示组间差异显著( $P < 0.05$ )。

的积累, 从而减少自由基对膜的损伤, 达到延缓细胞衰老的目的, 所以它们在生物体内的水平高低意味着衰老与死亡的直观指标<sup>[19]</sup>。

由图 6、7 可知, 两种贮藏条件下 1-MCP+ClO<sub>2</sub> 处理组果实中 SOD 和 CAT 比活力有相似的变化规律: 酶活性均呈现先增大后下降的趋势。但在整个贮藏期间, 1-MCP+ClO<sub>2</sub> 处理组果实的 SOD 和 CAT 两酶的比活力在不同温度储藏条件下几乎都高于对照, 说明 1-MCP+ClO<sub>2</sub> 处理可有效地提高蟠桃贮藏期间的抗氧化能力延缓果实的衰老。

图 8 1-MCP+ClO<sub>2</sub> 处理对蟠桃果实中 POD 比活力的影响Fig.8 Effect of 1-MCP + ClO<sub>2</sub> treatment on POD activity of flat peaches

由图 8 可看出, 室温条件下对照 POD 酶活性前期先增加后下降, 贮藏后期略有增加的趋势, 但 1-MCP+ClO<sub>2</sub> 处理的果实中 POD 酶比活力呈现上升趋势, 在贮藏期略有下降, POD 酶的比活力在贮藏前期与对照相差不大, 后期处理的酶活性高于对照; 冷藏条件下 1-MCP+ClO<sub>2</sub> 处理的 POD 酶比活力与室温条件下处理的有相似的变化规律, 而对照的变化规律较复杂。说明处理的 POD 酶比活力高。

由以上结果可知, 两种贮藏条件下, 采后 1-MCP+ClO<sub>2</sub> 处理可以显著地提高贮藏期间蟠桃果实的 SOD、CAT 和 POD 这三种抗氧化酶的比活力, 从而更好地清除自由基和活性氧, 减少自由基和活性氧对膜的损伤达到延缓果实衰老的目的。

## 2.5 不同温度贮藏条件下 1-MCP+ClO<sub>2</sub> 处理对蟠桃果实品质参数的影响

感官评价是衡量鲜食果蔬质量的重要方法之一, 主要包括颜色、水分、风味、腐烂状况等方面的评定。失重则是导致果实萎蔫、变质及腐烂的重要原因<sup>[20]</sup>。果实硬度是指果肉抗压力强弱程度, 其大小可反映果实衰败的程度。从表 1 可以看出, 与对照组相比, 1-MCP + ClO<sub>2</sub> 处理对果实的可溶性固形物的变化影响较小; 但显著抑制了果实质量损失率的增加, 保持了果实贮藏后期较高果实硬度和感官评价及较低的腐烂率。

## 3 结 论

蟠桃的贮藏寿命和果实品质与呼吸强度、乙烯释放量、膜脂代谢及自由基的积累等诸多因素密切相关。因此, 选择合理的保鲜处理方式抑制呼吸速率、乙烯的释放量和膜脂代谢程度, 抵御自由基的破坏作用是保鲜的关键因素之一。

在室温和冷藏两种贮藏条件下, 采用 1-MCP+ClO<sub>2</sub> 处理能明显地抑制蟠桃果实在贮藏期内的各种生理生化反应及贮藏期果肉褐变, 降低腐烂率, 提高果实的保鲜质量。可能作用机理为: 采用 1-MCP+ClO<sub>2</sub> 处理, 在一定程度上抑制了蟠桃果实中诱导呼吸作用的相关酶类的合成, 减缓了蟠桃果实在贮藏期间呼吸速率和乙烯释放量; 提高了活性氧代谢防御酶系统活性, 增加了清除氧自由基的能力; 同时抑制了桃果实在贮藏期间活性氧代谢产物和 MDA 含量; 保持了桃果实细胞结构的完整性, 抑制了果肉的褐变, 延缓了果实的衰老进程。因此, 在两种贮藏条件下, 1-MCP+ClO<sub>2</sub> 处理蟠桃果实能保持果实采后品质和减缓果实衰老的进程, 为新疆蟠桃采后贮藏新技术的研究提供理论依据。

## 参考文献:

- [1] 季枫, 陈国刚, 童军茂, 等. 新疆天山北坡中部蟠桃保鲜技术研究[J]. 北方园艺, 2009 (1): 210-211.

- [2] 杨士章, 徐春仲, 刘靖, 等. 果蔬贮藏保鲜加工大全[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 57.
- [3] SISLER E C, SEREK M, DUPILLE E. Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene and 3,3-methylcyclopropene as ethylene antagonists in plant[J]. *Plant Growth Reg.* 1996, 18(3): 169-174.
- [4] SISLER E C, SEREK M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments[J]. *Physiol Plant*, 1997, 100(3): 577-582.
- [5] 张鑫. 二氧化氯的应用和研究[J]. *安徽农业大学学报*, 1996, 23(4): 610-612.
- [6] 肖丽梅, 钟梅, 吴斌, 等. 1-甲基环丙烯和二氧化氯对新疆蟠桃保鲜效果的研究[J]. *食品科学*, 2009, 30(12): 276-280.
- [7] 谢绍忠, 吴斌, 钟梅, 等. 1-MCP 对切分哈密瓜保鲜效果的研究[J]. *食品科学*, 2009, 30(10): 278-281.
- [8] 钟梅, 吴斌, 王吉德.  $\text{ClO}_2$  气体抑菌性能及对新疆甜瓜品质的影响[J]. *食品科技*, 2009, 34(4): 63-66.
- [9] 王吉德, 张玉萍, 徐世美. 新型二氧化氯发生剂: 中国, 2004100008781 [P]. 2005-07-20.
- [10] XU Wentao, PENG Xiaoli, LUO Yunbo, et al. Physiological and biochemical responses of grapefruit seed extract dip on 'Redglobe' grape[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2009, 42(2): 471-476.
- [11] SINGLETON V L, ROSSI J A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents[J]. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1965, 16(3): 144-158.
- [12] GIANNOPOLITES C N, RIES S K. Superoxide dismutases: I. Occurrence in higher plants[J]. *Plant Physiology*, 1977, 59(2): 309-314.
- [13] WANG Yousheng, TIAN Shiping, XU Yong. Effects of high oxygen concentration on pro- and anti-oxidant enzymes in peach fruit during postharvest periods[J]. *Food Chemistry*, 2005, 91(1): 99-104.
- [14] ZHANG Zhaoqi, PANG Xuequn, DUAN Xuewu, et al. Role of peroxidase in anthocyanin degradation in litchi fruit pericarp[J]. *Food Chemistry*, 2005, 90: 47-52.
- [15] FU Yucheng, ZHANG Kaili, WANG Niya, et al. Effects of aqueous chlorine dioxide treatment on polyphenol oxidases from Golden Delicious apple[J]. *Food Science and Technology*, 2007, 40(8): 1362-1368.
- [16] 刘愚, 焦之新. 植物体内乙烯的生物学作用及其调节、控制[J]. *植物生理学报*, 1978(2): 204-220.
- [17] 沈成国. 植物衰老生理与分子生物学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 19.
- [18] VERNON L S, ORTHOFER R, LAMUELA R M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent[J]. *Methods in Enzymology*, 1999, 299: 152-178.
- [19] 华春, 王仁雷. 杂交水稻及其三系叶片衰老过程中 SOD、CAT 活性和 MDA 含量的变化[J]. *西北植物学报*, 2003, 23(3): 406-409.
- [20] BEUCHAT J R. Surface decontamination of fruit and vegetables eaten raw[J]. *Journal of Food Safety*, 1998(18): 101-112.