

# 1-MCP 和不同强度减压处理对‘富士’苹果贮藏品质的影响

李玉梅, 顾敏华, 张俊, 吴小华, 王学喜

(甘肃省农业科学院 农产品贮藏加工研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘 要:**研究了‘富士’苹果分别在 0.00、-0.02、-0.04、-0.06 MPa 的大气压下处理 5 min, 1-MCP 熏蒸 24 h,  $(-1\pm 1)^{\circ}\text{C}$  贮藏 210 d 的品质变化。结果表明:1-MCP 和减压处理可以减缓果肉硬度下降, 可以有效抑制‘富士’苹果可滴定酸、可溶性固形物含量的下降, 显著抑制果实乙烯释放量, 显著降低呼吸速率, 保持了其贮藏期的品质, 延缓其衰老速率。在供试的 5 个负压条件中, 以 -0.06 MPa 压强处理效果最佳。

**关键词:**1-MCP; 减压强度; ‘富士’苹果; 品质

**中图分类号:**S 661.109<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)19-0162-03

减压贮藏由于其原理和技术上的先进性, 使保鲜效果比现有的常规贮藏方法有大幅度提高, 被称为保鲜史上的第三次革命<sup>[1]</sup>, 1-MCP(1-甲基环丙烯)是一种乙烯抑制剂, 能够延缓果实的后熟和衰老, 可用于苹果贮藏前处理提高耐贮性。目前, 美国罗门哈斯生产 1-MCP 已用 Martfresh 的商标在世界上包括中国在内的超过 10 个国家注册使用<sup>[2-4]</sup>, 垄断市场, 价格昂贵, 处理成本高。陈文烜等<sup>[5]</sup>做了 1-MCP 结合减压用于翠冠梨贮藏上的研究, 王位涛等<sup>[6-7]</sup>研究了 NO 减压处理对‘富士’苹果采后生理特性的影响, 但是 1-MCP 和不同减压强度处理‘富士’苹果的研究尚未报道, 该试验用自制 1-MCP 和不同减压强度处理‘富士’苹果, 以确定 1-MCP 及减压处理对‘富士’苹果的保鲜效果, 为 1-MCP 和减压处理在‘富士’苹果贮运中的应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 1-甲基环丙烯(1-MCP) 课题组成员于兰州化物所合成; 其它试剂均为分析纯。

1.1.2 ‘富士’苹果 2010 年 10 月 16 日购于甘肃省庆阳市一管理良好的果园, 采收当天运至实验室。选择大

小均匀、无病虫害及机械伤、成熟度相对一致的果实, 经预冷 7 d 后进行 1-MCP 和减压处理。

### 1.2 试验方法

设 4 个不同的负压处理和 CK 对照, 压力分别为 0.00、-0.02、-0.04、-0.06 MPa, 把准备好的苹果分为对照组和处理组, 分批次的放在一真空预抽罐(YCGO3A 型真空预抽罐, 四川南浦机械厂生产)内, 然后用真空泵(ZH-30 型, 浙江真空设备厂生产)减压至设定的大气压下密闭处理 5 min, 关真空贮罐(ZHKO33 型真空贮罐四川南浦机械厂生产)阀门, 打开 1-MCP 发生器控制开关, 在 20 min 之内恢复到常压, 常压密闭环境下经  $1.0\ \mu\text{L/L}$  1-MCP 熏蒸 24 h。每处理 40 kg, 重复 3 次。试验均在  $(20\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$  下进行。处理完毕通风 0.5 h, 然后置于  $(-1\pm 1)^{\circ}\text{C}$  试验冷库放置。各处理每 70 d 进行 1 次各项指标测定, 包括果肉硬度、可滴定酸(TA)含量、可溶性固形物(TSS)、呼吸速率、乙烯释放速率等。

### 1.3 项目测定

1.3.1 果肉硬度的测定 FT327 型果实硬度计(探头直径 1.1 cm)测定, 每次随机取 10 个果实, 去皮测果实胴部, 单果重复 4 次, 取其平均值<sup>[8]</sup>。

1.3.2 可滴定酸含量的测定 将测完硬度的果实去皮, 均等切分为 16 份, 用间隔法取出 8 份, 去核、萼部和果梗, 用榨汁机榨汁, 过滤。将原液稀释 30 倍, 用苹果酸度计 GMK-855 测定, 重复 3 次。

1.3.3 可溶性固形物 将测完硬度的果实去皮, 均等切分为 16 份, 用间隔法取出 8 份, 去核、萼部和果梗, 用榨汁机榨汁, 过滤用 PR\_101a 糖度折射仪测定, 重复 3 次。

1.3.4  $\text{C}_2\text{H}_4$  释放速率 果实乙烯释放速率测定: 将约 1 kg 果实置于 4 000 mL 玻璃瓶中, 样品放入后迅速用

**第一作者简介:**李玉梅(1978-), 女, 甘肃天水人, 本科, 助理研究员, 研究方向为农产品贮藏与加工。E-mail: axi\_li@126.com.

**责任作者:**顾敏华(1956-), 女, 甘肃天水人, 博士, 研究员, 研究方向为采后生理。E-mail: xieminhuags@126.com.

**基金项目:**现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CAR 28); 甘肃省科技支撑计划资助项目(1011JKCA177); 兰州市科技计划资助项目(2010-1-263)。

**收稿日期:**2012-06-19

胶塞将瓶口密封,密封 24 h,3 次重复。取 1 mL 气样,用 SP-3420 型气相色谱仪测定乙烯气样浓度,每个样品测 3 次。色谱条件:氢火焰检测器;GDX-5  $O_2$  型色谱柱,柱温  $50^{\circ}C$ ;FID 检测室温度  $240^{\circ}C$ ;载气为氮气,流速 30 mL/min,外标法定量。

1.3.5 呼吸强度 测定果实呼吸强度用红外  $CO_2$  分析仪(GXH3051 型)测定,气流法,气体流速 0.8 L/min;单位: $CO_2 mg \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$ 。

#### 1.4 数据分析

采用 Excel 进行数据整理与分析,计算标准误并制图;DPS 7.05 统计分析软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 1-MCP 和不同减压强度处理对‘富士’苹果果实(去皮)硬度的影响

由图 1 可知,1-MCP 和减压处理有固化果肉的作用,在贮藏 70 d 时经减压处理的果实比处理前硬度均有不同程度提高,负压越低,效果越明显,在贮藏 70~210 d 内,硬度缓慢下降,在贮藏 70 d 时-0.04 和-0.06 MPa 2 个处理的果肉硬度比处理前分别高 1.1、1.3  $kg/cm^2$ ,在贮藏 210 d 时果肉硬度比处理前分别高 0.34、0.33  $kg/cm^2$ ,比 CK 高 1.98 和 1.97  $kg/cm^2$ ;在贮藏 210 d 时-0.04 和-0.06 MPa 2 个处理硬度差异不明显。

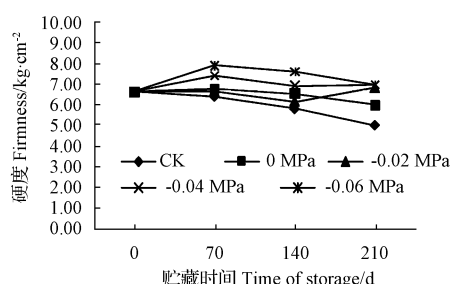


图 1 1-MCP 和不同强度减压处理对‘富士’苹果果实硬度的影响

Fig. 1 Effect of 1-MCP and hypobaric intensity on the firmness of ‘Fuji’ apple fruit

### 2.2 1-MCP 和不同减压强度处理对‘富士’苹果果实可滴定酸含量的影响

由图 2 可知,各处理和对照果实可滴定酸含量均呈下降趋势,减压各处理果实的降低速度明显低于对照。处理后的前 70 d,减压各处理和对照可滴定酸含量变化趋势一致,且可滴定酸降低速度快,差异不明显;在贮藏 210 d 时,减压各处理果实的可滴定酸含量均显著高于对照,-0.04 和-0.06 MPa 处理可滴定酸降低率均比 CK 低 21%,-0.04 和-0.06 MPa 处理差异不显著。

### 2.3 1-MCP 和不同减压强度处理对‘富士’苹果果实可溶性固形物含量的影响

由图 3 可知,各处理和对照果实可溶性固形物含量均呈下降趋势,在贮藏 210 d 时,减压各处理果实的可溶

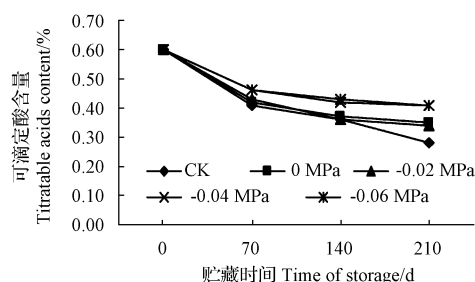


图 2 1-MCP 和不同强度减压处理对‘富士’苹果果实可滴定酸的影响

Fig. 2 Effect of 1-MCP and hypobaric intensity on the titratable acids content of ‘Fuji’ apple fruit

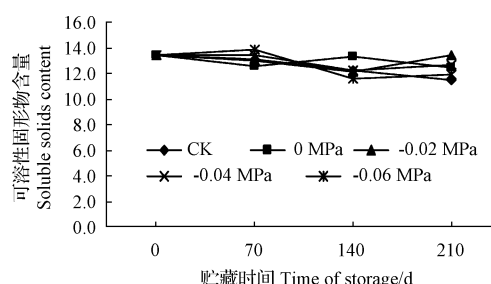


图 3 1-MCP 和不同强度减压处理对‘富士’苹果果实可溶性固形物含量的影响

Fig. 3 Effect of 1-MCP and hypobaric intensity on the soluble solids content of ‘Fuji’ apple fruit

性固形物含量均显著高于对照,各处理之间差异不显著。

### 2.4 1-MCP 和不同减压强度处理对‘富士’苹果果实乙烯释放速率的影响

由图 4 可知,1-MCP 和减压处理可以强烈地抑制‘富士’苹果果实的乙烯释放速率,乙烯释放速率随着负压减小而降低,在 210 d 贮藏时期内乙烯增减缓慢,在贮藏 70 d 时 CK 乙烯释放速率已达到高峰。-0.06 MPa 处理在贮藏 70 d 时乙烯释放速率几乎接近于 0,乙烯合成受到完全控制;在贮藏 210 d 时,-0.06 MPa 处理乙烯释放速率比 CK 低 12.3 倍。

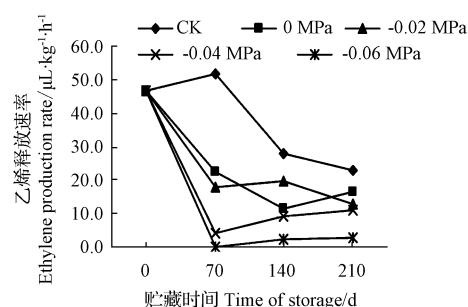


图 4 1-MCP 和不同强度减压处理对‘富士’苹果果实乙烯释放速率的影响

Fig. 4 Effect of 1-MCP and hypobaric intensity on the ethylene production rate of ‘Fuji’ apple fruit

### 2.5 1-MCP 和不同强度减压处理对‘富士’苹果果实呼吸速率的影响

由图 5 可知,1-MCP 和减压处理可以强烈地抑制‘富士’苹果果实的呼吸速率,负压越低效果越明显,各处理果实呼吸速率与负压大小呈明显的正相关,减压各处理之间果实的呼吸速率差异显著。用不同大小负压和 1-MCP 处理红‘富士’果实后,各处理果实的呼吸速率迅速下降,70 d 后达到最低值,贮藏 140 d 达到呼吸高峰;在贮藏 210 d 时,-0.06 MPa 处理呼吸速率比 CK 低 64%,效果显著,0.00 和-0.02 MPa 处理差异不明显。

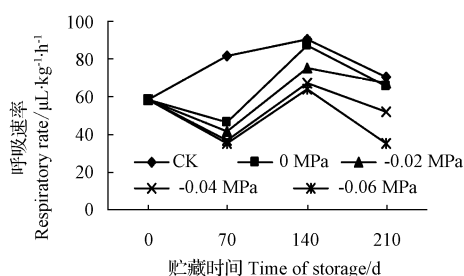


图 5 1-MCP 和不同强度减压处理对‘富士’苹果果实呼吸速率的影响

Fig. 5 Effect of 1-MCP and hypobaric intensity on the respiratory rate of ‘Fuji’ apple fruit

### 3 结论与讨论

1-MCP 和不同强度减压处理可以减缓果肉硬度下降,可以有效抑制‘富士’苹果可滴定酸、可溶性固形物含量的下降,显著抑制果实乙烯释放量,显著降低呼吸速率,保持其贮藏期的品质,延缓其衰老速率。

1-MCP 和不同强度减压处理对‘富士’贮藏期的品质影响不同。在供试的 5 个负压条件中,以-0.06 MPa 处理的‘富士’苹果的贮藏保鲜效果最佳。到贮藏末期(210 d)与对照相比,-0.06 MPa 处理‘富士’苹果的乙烯释放速率降低了 12.3 倍,呼吸速率降低了 64%;1-MCP 和-0.06 MPa 压强处理的‘富士’苹果有机酸含量降低率比对照低 21%,硬度比对照高 1.98 kg/cm<sup>2</sup>。

1-MCP 和不同强度减压处理有固化果肉的作用,在贮藏 70 d 时经减压处理的果实比处理前硬度均有不同

程度提高,负压越低,效果越明显;70 d 后果肉硬度缓慢下降,而且和减压强度呈正相关,这与王亚萍等<sup>[7]</sup>在“冬枣”上的研究规律一致,随着 PG 及 β-Gal 活性的增加及贮藏时间的延长,原果胶逐渐分解为水溶性果胶,细胞间松弛,苹果硬度也随之下降。减压贮藏通过抑制 PG 及 β-Gal 活性而阻止了原果胶的水解,从而有利于保持苹果硬度<sup>[9]</sup>。苹果贮藏前期果肉硬度上升的机理有待进一步研究。

1-MCP 和-0.06 MPa 压强处理的‘富士’苹果对乙烯的敏感性降低<sup>[10]</sup>,在贮藏 210 d 时没有出现呼吸和乙烯峰,其贮藏效果远远优于对照,也优于 1-MCP 处理,表明 1-MCP 和减压处理确实能抑制‘富士’苹果果实的成熟和衰老,是一种理想的贮藏‘富士’苹果的方法。

试验结果表明,在贮藏 210 d 时,-0.06 MPa 压强处理的‘富士’苹果的品质略优于-0.04 MPa 压强处理,但在实际生产,-0.06 MPa 压强处理设备要比-0.04 MPa 的设备造价昂贵,所以在实际生产中也可选择-0.04 MPa 压强处理。

### 参考文献

- [1] 王莉,张平,王世军. 果蔬减压保鲜理论与技术研究进展[J]. 保鲜与加工,2001,1(5):3-6.
- [2] Watkins C B. The use of 1-methylcyclopropene(1-MCP) on fruits and vegetables[J]. Biotechnology Advances,2006(24):389-409.
- [3] 孙希生,王文辉,李志强,等. 1-MCP 对苹果后熟及衰老的影响[J]. 保鲜与加工,2003(3):16-18.
- [4] 张秀美,刘志,伊凯,等. 1-MCP 对“岳帅”苹果呼吸速率及果实贮藏品质的影响[J]. 北方园艺,2011(20):160-162.
- [5] 陈文烜,邵海燕,陈杭君. 1-MCP 结合减压贮藏对翠冠梨采后生理和品质的影响[J]. 中国食品学报,2010(4):227-231.
- [6] 王位涛,任小林,马海燕,等. NO 减压处理对‘富士’苹果采后生理特性的影响[J]. 食品研究与开发,2008(6):130-133.
- [7] 王亚萍,梁丽松,王贵禧,等. 不同减压强度对冬枣贮藏品质变化的影响[J]. 食品科学,2007,28(2):335.
- [8] 冯双庆,赵玉梅. 果蔬保鲜技术及常规测试方法[M]. 北京:化学工业出版社,2001.
- [9] 黄海英. 减压贮藏保持‘富士’苹果硬度机理的研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2007.
- [10] 黄森,张继澎. 低乙烯减压处理对柿果实乙烯生物合成的影响[J]. 西北植物学报,2001,21(2):318-322.

## Effects of 1-MCP and Hypobaric Intensity on Quality of ‘Fuji’ Apple

LI Yu-mei, XIE Min-hua, ZHANG Jun, WU Xiao-hua, WANG Xue-xi

(Institute of Agricultural Product Storage and Processing Research, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070)

**Abstract:** ‘Fuji’ apple fruit were handled under various atmospheric pressure (0.00, -0.02, -0.04 and -0.06 MPa) for 5 mins respectively, and then handled with 1-MCP for 24 h, stored in (-1±1)°C for 210 days, their quality variance was examined. The results showed that 1-MCP and reducing pressure treatment could effectively sustain the fruits hardness, inhibit the decreasing titratable acid and soluble solids content, decrease ethylene release rate in fruits. As a result of which, quality of ‘Fuji’ apples was sustained, and aging rate was delayed. Moreover, among five low pressure, the pressure of 0.06 MPa treatment displayed the best effect.

**Key words:** 1-MCP; hypobaric intensity; ‘Fuji’ apple; quality