

# 不同处理对‘乔纳金’苹果的货架期品质和能耗的影响

尚晓峰, 何高社

(杨凌职业技术学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**采收后在 1℃ 和 3℃ 条件下, 对‘乔纳金’苹果采取冷藏或气调贮藏同时结合 1-MCP(1-甲基环丙烯)处理, 经过 20 周后转入货架期(7d, 20℃), 检测果实的硬度、总可溶性固形物、含酸量等品质指标的变化, 以研究在气调贮藏结合 1-MCP 处理条件下, 提升冷库温度, 以达到节能效果。结果显示气调贮藏配合 1-MCP 处理, 可以显著保持货架期果实品质, 而且在 3℃ 下气调贮藏配合 1-MCP 处理和 1℃ 气调贮藏配合 1-MCP 处理的果实在货架期果实质量并无显著差异。

**关键词:**苹果; 贮藏; 货架期; 品质

苹果为呼吸跃变型果实<sup>[1]</sup>, 在果实的成熟和衰老过程中, 其呼吸作用不断增强, 产生的乙烯也逐渐增加, 在达到呼吸高峰后, 果肉组织硬度迅速下降。由于气调贮藏(CA)可以拟制呼吸作用, 降低呼吸强度<sup>[1]</sup>; 而 1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)则可以有效抑制乙烯的产生作为一种新型乙烯受体抑制剂, 可显著延缓跃变型果实成熟和延长货架期, 抑制乙烯释放<sup>[2]</sup>。1-MCP 能够延缓果实硬度下降以及可溶性固形物和可滴定酸含量的降低, 抑制淀粉和叶绿素的转化和分解, 显著延长果实的贮藏期和货架期, 提高果实贮藏质量<sup>[3]</sup>。因此气调冷藏和 1-MCP 处理已经成为苹果贮藏的常用方法。多数苹果品种的贮藏的适宜温度在 -1~1℃<sup>[1]</sup>, 气调贮藏的最佳温度一般比冷藏温度高 0.5~1℃<sup>[1]</sup>。德国的研究也表明, 冷库贮藏温度从 1℃ 提高 5℃, 在六个月的贮藏期内, 可以节能 35%~70%<sup>[5]</sup>。美国 AgroFresh 公司的资料也表明 1-MCP 能够减少 53%CO<sub>2</sub> 排放, 节能 36%。冷库库温高, 其蒸发温度也相应提高, 耗能也相应减少。根据估算, 蒸发温度每降低 1 度, 耗电增加 3%~4%。提高库温还能减少库内冷量散失和减少干耗这样更有利于节能和环保<sup>[7]</sup>。

本试验旨在通过检测乔纳金苹果货架期(果实出库后 1 周内)果实硬度、含酸量和总可溶性固形物(Total Soluble Solid, TSS)的变化, 探讨在气调贮藏和 1-MCP 处理相结合条件下, 适当提高贮藏温度, 既能维持果实理想的货架期品质, 又可减少贮藏库能量消耗的可能性。

## 1 试验和方法

### 1.1 材料

本试验果实采自 10 年生乔纳金苹果树, 砧木 M9。果实直径在 75 mm~80 mm 之间, 无病无伤。

试验用 1-MCP 选用美国 AgroFresh 公司的 0.14% SmartFresh™。

### 1.2 样品处理

2015 年 9 月 28 日果实采收后, 每 30 个果实为一组, 分为 24 组, 按照 1℃ 冷藏、1℃ 气调贮藏、1℃+1-MCP 处理+冷藏、1℃+1-MCP 处理+气调贮藏、3℃ 冷藏、3℃ 气调贮藏、3℃+1-MCP 处理+冷藏、3℃+1-MCP 处理+气调贮藏等 8 个不同处理, 每处理重复三次。

贮藏库的相对湿度设定为 90%。

气调贮藏的气体成分统一设定为 O<sub>2</sub> 为 1%, CO<sub>2</sub> 为 2.5%, N<sub>2</sub> 为 96.5%。

1-MCP 处理果实的方法参考孙希生等<sup>[6]</sup>方法, 在 20℃ 密闭条件下, 用浓度 600 ug·L<sup>-1</sup> 的 1-MCP, 熏蒸果实 24 h。

### 1.3 测定方法

果实硬度、TSS、含酸量测定时每次测定 10 个果实。贮藏前测定 1 次; 贮藏 20 周后, 所有处理出库当日测定 1 次; 果实在 20℃ 室温条件下的货架上放置一周后, 再测定一次上述数据。

本试验数据采用 Excel 和 IBM SPSS 统计软件进行统计和显著性分析, 方差分析采用 Tukey 法, 结果用 3 次重复的平均值表示,  $P < 0.05$  表示差异显著。

收稿日期: 2017-03-18 修回日期: 2017-04-21

基金项目: 陕西省重点实验室项目, 编号[16JS126]。

第一作者简介: 尚晓峰(1970-), 男, 陕西西原人, 硕士副教授, 研究方向, 果树栽培和果品加工。

## 2 结果和分析

不同处理货架期内果实质量的变化。

### 2.1 硬度

‘乔纳金’果实在 20 周后,1℃ 冷藏、1℃ 冷藏

+1-MCP、3℃ 气调、3℃ 冷藏、3℃ 冷藏+1-MCP 五个处理在出库时硬度均有不同程度降低,其中尤以 3℃ 冷藏和 1℃ 冷藏硬度下降最明显,其硬度分别下降 48% 和 51%。

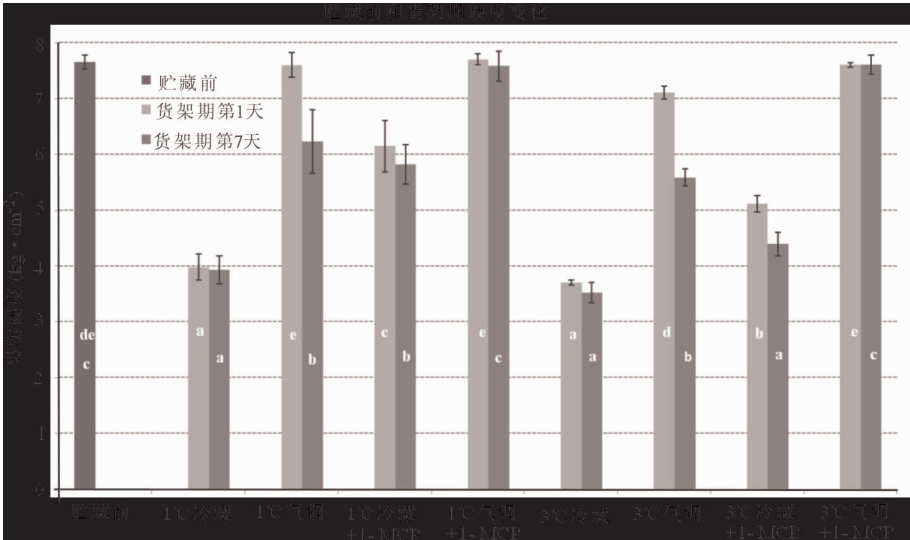


图 1 不同处理对‘乔纳金’果实冷藏以及货架期硬度的影响

贮藏 20 周后,货架期第 1 天 d 和货架期第 1 天的果实硬度分别和贮藏前的果实硬度进行比较;同一贮藏时间字母不同表示差异显著 ( $P < 0.05$ ),上排字母表示货架期第 1 天的差异显著性,下排字母表示货架期第 7 天的差异显著性。

这说明在单纯冷藏条件下,库温 1℃ 或 3℃ 已经不能保证果实硬度。因此在这个温度下,不适合‘乔纳金’果实的长期保存。

1℃ 冷藏+1-MCP、3℃ 气调、3℃ 冷藏+1-MCP 三个处理也与贮藏前存在显著差异,反应这

三种方法也不能很好的保持果实的硬度。

与贮藏前相比 3℃ 气调+1-MCP、1℃ 气调处理、1℃ 气调+1-MCP 处理果实硬度几乎没有变化,反应这三种方法在保持果实硬度上效果很好。

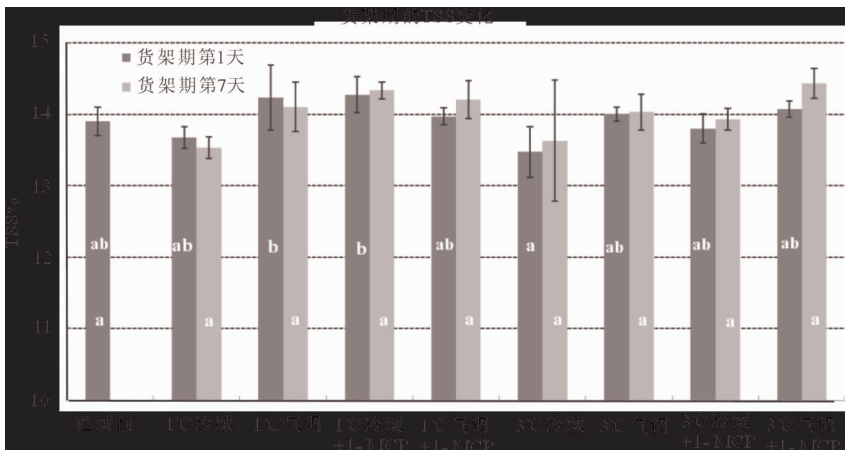


图 2 不同处理对‘乔纳金’果实冷藏以及货架期 TSS 的影响

贮藏 20 周后,货架期第 1 天 d 和货架期第 1 天的果实 TSS 分别和贮藏前的 TSS 进行比较;同一贮藏时间字母不同表示差异显著 ( $P < 0.05$ ),上排字母表示货架期第 1 天的差异显著性,下排字母表示货架期第 7 天的差异显著性。

在货架期 7 d 后,大部分处理的果实硬度均有不同程度下降,特别是 1℃ 气调和 3℃ 气调两个处理,果实硬度下降比较明显,分别下降了 18% 和 21%,反应气调果实出库后,果肉组织崩溃的速度比普通冷藏的果实要快。但是 3℃ 气调+1

-MCP、1℃ 气调+1-MCP 两个处理均和处理前果实硬度没有显著差异,说明在气调(CA)和 1-MCP 同时处理果实的情况下,处理温度无论是 3℃ 或 1℃,7 d 货架期内果实硬度可以很好保持。

## 2.2 可溶固形物(TSS)

在 20 周过后,货架期第一天各处理的 TSS 含量有差异。经过 7 d 的货架期后,大部分处理的果实可溶固形物的含量略有上升,但各处理间

没有显著差异,显示无论冷藏、气调贮藏或 1-MCP 处理对 TSS 含量变化影响不大。

## 2.3 可滴定酸

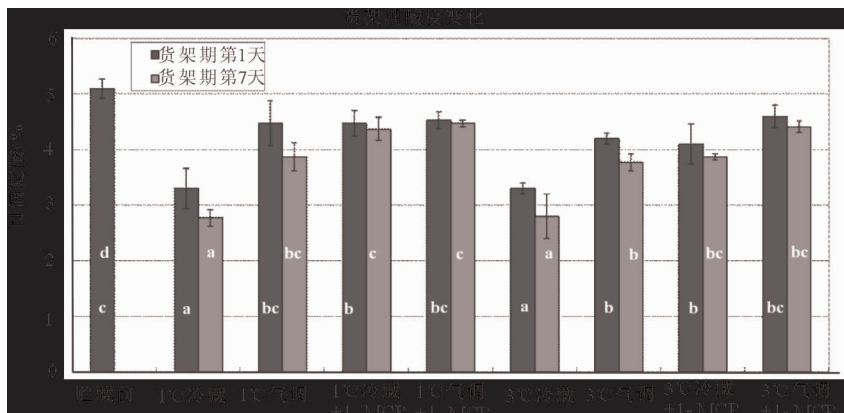


图 3 贮藏期和货架期可滴定酸含量

贮藏 20 周后,货架期第 1 天和货架期第 1 天的果实含酸量分别和贮藏前的含酸量进行比较;字母不同表示差异显著 ( $P < 0.05$ ),上排字母表示货架期第 7 天的差异显著性,下排字母表示货架期第 1 天的差异显著性。

与贮藏前相比,20 周后各处理的果实含酸量显著下降。货架期各处理的含酸量也都有不同程度降低。说明随贮藏时间延长,酸度会不断下降。特别是  $3^{\circ}\text{C}$  和  $1^{\circ}\text{C}$  冷藏处理,果实酸度有明显下降。

在 7 d 的货架期后, $3^{\circ}\text{C}$  冷藏+1-MCP、 $3^{\circ}\text{C}$  气调贮藏+1-MCP、 $1^{\circ}\text{C}$  冷藏+1-MCP 和  $1^{\circ}\text{C}$  气调贮藏+1-MCP 四个处理的果实含酸量均较高,且无显著差异,而且  $3^{\circ}\text{C}$  气调贮藏+1-MCP 和  $1^{\circ}\text{C}$  气调贮藏+1-MCP 两个处理的果实酸度达到最高,说明将气调和 1-MCP 处理相结合说明极好的保持果实的酸度。

## 3 小结

在本实验表明,利用气调贮藏和 1-MCP 处理均可有效延缓果实衰老。在 7 d 的货架期后,多数处理果实的 TSS 会小幅上升,但酸度会下降。

利用气调贮藏(CA)和 1-MCP 同时处理果实,在果实贮藏和货架期间,其果实硬度与贮藏前无差异,TSS 小幅上升和含酸量小幅下降,可以最大程度的保证贮藏果实的品质。试验表明, $3^{\circ}\text{C}$  气调贮藏+1-MCP 处理和  $1^{\circ}\text{C}$  气调贮藏+1-MCP 的效果在整个贮藏期和 7 天的货架期果实质量如硬度、酸度、TSS 等方面都没有显著差异。

本实验表明在不超过 20 周的贮藏期,完全可以用  $3^{\circ}\text{C}$  气调贮藏+1-MCP 处理来代替  $1^{\circ}\text{C}$  气调贮藏+1-MCP 处理。在不影响贮藏质量的前提下,选用较高的库温,完全可以达到节约能耗,

减少  $\text{CO}_2$  排放,更有利于环保。

## 参 考 文 献:

- [1] 祝战斌,赵晨霞. 园艺产品贮藏与加工(第二版) [M]. 北京:中国农业出版社,2015:70-73.
- [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(02):215-219.
- [3] 李富军,杨洪强,翟衡等. 1-甲基环丙烯延缓果实老作用机制研究综述[J]. 园艺学报,2003,30(03): 361-365.
- [4] 李莹,任亚梅,马学敏,等. 1-MCP 处理结合不同贮藏条件对苹果常温货架品质的影响[J]. 北方园艺, 2014,(11):137-143.
- [5] 李姗姗,饶景萍,孙允静,等. 1-MCP 处理对‘秦阳’货架品质的影响[J]. 北方园艺,2010,(12):180-183.
- [6] 何近刚,冯云霄,程玉豆,等. 采后 1-MCP 和 MAP 处理对‘红富士’苹果冷藏和货架期品质的影响[J]. 食品科学,2016,37(22):301.
- [7] D. Kitzemann, R. McCormick and D. A. Neuwald, Effect of high temperature and 1-MCP application or dynamic controlled atmosphere on energy savings during apple storage [J]. European Journal of Horticultural Science, 2015, Vol. 80(01). 33-38.
- [8] 孙希生,王文辉,王志华. 1-MCP 对红富士苹果采后保鲜的影响[J]. 中国果树,2003,(01):8-11.
- [9] 戴美琴. 冷库的节能设计[J]. 制冷技术,2008,(02):9.