

# 低温及1-MCP处理对天水‘花牛’苹果贮藏品质与生理变化的影响分析

王风霞<sup>1,2</sup>, 陆文文<sup>1</sup>, 杨利侠<sup>1</sup>, 呼丽萍<sup>1,\*</sup>

(1.天水师范学院 甘肃省大樱桃工程技术研究中心, 甘肃 天水 741001;

2.西北师范大学化学化工学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:**以甘肃天水‘花牛’苹果为原料,通过测定其果实硬度、VC含量、有机酸质量分数、可溶性固形物质量分数及腐烂率等指标,研究低温贮藏及1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)处理对‘花牛’苹果果实品质与生理变化的影响。结果表明:低温处理的保鲜作用优于1-MCP处理;低温及1-MCP处理均能显著减缓果实硬度及VC含量下降,降低腐烂率,能较好地维持外观色泽与口感,并在一定程度上稳定了有机酸质量分数变化,但对可溶性固形物质量分数的影响极小。

**关键词:**‘花牛’苹果; 1-MCP; 贮藏; 品质

Effects of Low Temperature vs 1-MCP Treatment on Quality and Physiology of ‘Huanui’ Apple during Storage

WANG Feng-xia<sup>1,2</sup>, LU Wen-wen<sup>1</sup>, YANG Li-xia<sup>1</sup>, HU Li-ping<sup>1,\*</sup>

(1. Gansu Engineering Technology Research Center for Sweet Cherry, Tianshui Normal University, Tianshui 741001, China;

2. College of Chemistry and Chemical Engineering, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** The effects of low temperature and 1-MCP treatment on the quality and physiological change of ‘Huanui’ apple (from Tianshui, Gansu province) during storage were comparatively evaluated with respect to fruit hardness, vitamin C content, titratable acid content and soluble solid content. The results showed that low temperature was better than 1-MCP treatment for ‘Huanui’ apple during storage. Both treatments could obviously inhibit fruit softening, the decrease in vitamin C content and the incidence of fruit decay, maintain the good appearance and taste, and stabilize titratable acids. However, there was little influence on the soluble solid content in the fruit.

**Key words:** ‘Huanui’ apple; 1-MCP; storage; quality

中图分类号: S379.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2014)22-0346-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201422067

‘花牛’苹果是中国在国际市场上第一个获得正式商标的苹果品种<sup>[1-2]</sup>,特指天水地区出产的元帅系苹果,果实具有“全面浓红、果形高桩、五棱突起、风味浓郁、果肉细腻”的优点,但由于其在常温条件下不耐贮藏,果肉易发绵、易产生病害,对采后处理和贮藏的条件要求比较高<sup>[3-4]</sup>。1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)是一种新型乙烯受体抑制剂,它通过与乙烯受体结合,抑制其与乙烯的结合,从而阻断乙烯反馈调节的生物合成,强烈抑制乙烯诱导的成熟作用,进而延长水果和蔬菜的保鲜期<sup>[5]</sup>,具有成本低、效率高、使用方便的优点,在大量的果蔬保鲜应用中已得到验证<sup>[6-9]</sup>。苹果作为呼吸跃变型水果<sup>[10-11]</sup>,在成

熟期间产生乙烯,后熟过程明显。目前,1-MCP在‘花牛’苹果上的研究还未见报道。本实验研究了常温及冷藏条件下1-MCP处理对果实品质与生理变化的影响,为‘花牛’苹果贮藏保鲜提供理论依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料与试剂

‘花牛’苹果品种,天汪一号,九成熟,来自天水万亩花牛苹果生产基地。

1-MCP(粉剂,有效质量分数0.014%、有效含量0.36 mg) 美国罗门哈斯公司; A15厚膜塑料袋

收稿日期: 2014-02-20

基金项目: 天水师范学院中青年科研资助项目(TSY201214)

作者简介: 王风霞(1986—),女,实验师,硕士,研究方向为植物资源开发与利用。E-mail: W276309331@163.com

\*通信作者: 呼丽萍(1962—),女,研究员,学士,研究方向为果树学。E-mail: gsdtyzx@126.com

(60 cm×50 cm) 西安披必爱活化保鲜科技有限责任公司。

1.2 仪器与设备

台式高速冷冻离心机 香港力康公司; GY-1果实硬度计、PX-B90A手持测糖仪 浙江托普仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 贮藏条件

‘花牛’苹果采收后, 预冷过夜, 次日选择大小均匀、无虫害、无破损的果实进行处理。实验分为低温1-MCP处理组与常温1-MCP处理组两组, 每组均有对照(CCK: 常温对照; CM: 常温1-MCP处理; DCK: 低温对照; DM: 低温1-MCP处理)。低温1-MCP处理组: 苹果15.5 kg/袋密封于塑料袋, 每袋放入一包1-MCP粉剂(1-MCP含量为0.36 mg), 置于冷库(-1~1℃)贮藏; 常温1-MCP处理组相应处理, 置于室内10~25℃自然条件下。每个处理组及对照组均设有3个平行实验。每个平行实验为1袋(15.5 kg), 约30枚果。

1.3.2 指标测定及感官评分

贮藏观察期设为70 d, 调查6次(采摘次日测定基础值, 以后每隔14 d测定一次), 每次3个重复。每个重复调查腐烂率, 并随机取4枚果实, 测定其可溶固形物、VC、有机酸含量, 观察果实外观, 评价鲜食品质。

果实硬度: 采用CY-1型果实硬度计测定果肉硬度<sup>[12]</sup>, 取果实阳面、阴面硬度的平均值。

可溶固形物质量分数: 使用阿贝折射仪测定。

VC含量: 采用钼蓝比色法<sup>[13]</sup>测定。

有机酸质量分数: 吸取1 mL鲜榨苹果汁, 加9 mL水稀释, 加1~2滴麝香草酚酞, 用0.1 mol/L的NaOH溶液进行滴定, 记录消耗掉NaOH溶液的体积, 计算出可滴定酸的含量<sup>[14]</sup>。

果实外观评分<sup>[15-16]</sup>: 由10名人员根据贮藏后样品色泽的可接受程度进行分级评分, 满分: 9分。1~4表示乐意接受; 4~6表示一般, 稍有褐变迹象; 6~9表示不可接受, 褐变严重, 不可食用。

鲜食品质评分: 果实风味的测定根据口感进行评定分级打分。1级: 风味浓(酸甜适口, 香味浓); 2级: 风味一般(甜酸, 有香味); 3级: 风味淡(淡甜, 略有香味)。

腐烂率: 发霉、软腐的果实均为腐烂果, 采用感官鉴定方法<sup>[17]</sup>统计腐烂率。按以下公式计算。

$$\text{腐烂率}/\% = \frac{\text{腐烂果数}}{\text{调查总果数}} \times 100$$

2 结果与分析

2.1 苹果采后1 d的生理指标

新鲜采摘的苹果9~10成熟, 鲜食品质1级, 颜色呈鲜红色, 平均单果质量296 g, 果梗鲜绿、坚挺。其采后1 d的基础生理指标如表1所示。

表1 苹果采后1 d的基础生理指标  
Table 1 Physicochemical indexes of apple at 1 day postharvest

可溶固形物质量分数/%	VC含量/(mg/100 g)	有机酸质量分数/%	硬度/(g/cm <sup>2</sup> )
10.26	7.47	0.17	8.45

2.2 贮藏条件对苹果果实品质与生理变化的影响

2.2.1 贮藏条件对果实硬度的影响

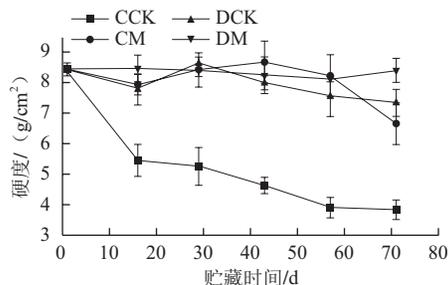


图1 常温及低温条件下1-MCP处理对照对苹果果实硬度的影响  
Fig.1 Effect of 1-MCP treatment on apple fruit hardness at room temperature and low temperature

果实硬度除了影响果实口感, 还与果品的贮藏、运输、加工密切相关<sup>[3,17]</sup>。随着贮藏时间的延长, 原果胶逐渐分解为水溶性果胶, 细胞间变松弛, 苹果硬度也随之下降。通过降低环境中内源乙烯的浓度, 可以抑制多聚半乳糖醛酸酶和β-半乳糖苷酶的活性, 从而可以阻止原果胶的水解, 有利于保持硬度<sup>[18]</sup>。从图1可见, 与常温对照相比, 低温与1-MCP处理均可显著减缓苹果硬度的下降。其中, 低温1-MCP处理组的测定值变化较为平稳, 而常温1-MCP处理、低温1-MCP处理与低温对照三者之间差异是否显著, 需要进一步分析。

2.2.2 贮藏条件对果实可溶固形物质量分数的影响

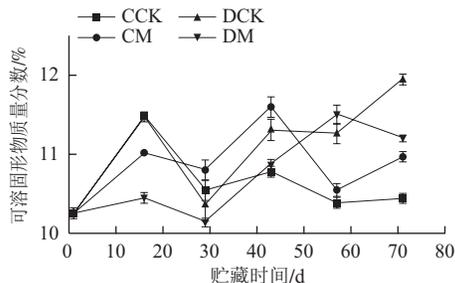


图2 常温及低温条件下1-MCP处理和对照对苹果可溶固形物质量分数的影响

Fig.2 Effect of 1-MCP treatment on soluble solid content in apple fruit at room temperature and low temperature

从图2可见, 贮藏过程中苹果果实中的可溶固形物质量分数呈现波动。总体上1-MCP处理组与对照组差异不明

显, 低温和1-MCP处理均轻微提高了果实可溶固形物质量分数。证明1-MCP处理对于苹果果实可溶固形物质量分数的影响比较小, 这与本实验室在大樱桃上的实验结果是一致的<sup>[19]</sup>。

### 2.2.3 贮藏条件对果实VC含量的影响

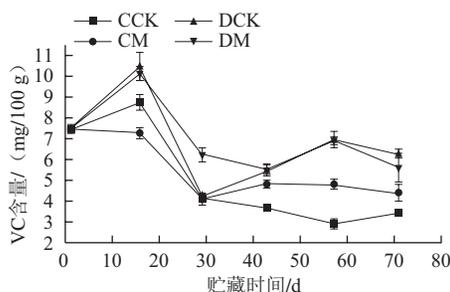


图3 常温及低温条件下1-MCP处理和对照对苹果VC含量的影响  
Fig.3 Effect of 1-MCP treatment on vitamin C content in apple fruit at room temperature and low temperature

由图3可知, 随着贮藏期延长, 果实中VC含量下降, 低温1-MCP处理可以延缓苹果果实采后VC含量的下降。而常温1-MCP处理组与常温对照组相比, 在约28 d后显示出优势。实验结果表明1-MCP可显著减缓由贮藏期延长造成的VC损失。

### 2.2.4 贮藏条件对果实有机酸质量分数的影响

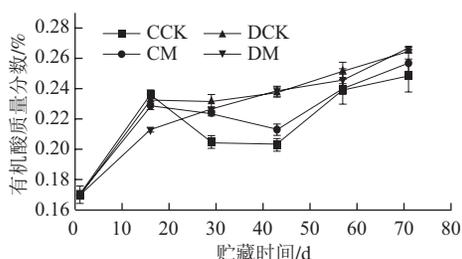


图4 常温及低温条件下1-MCP处理和对照对苹果有机酸质量分数的影响  
Fig.4 Effect of 1-MCP treatment on titratable acid content in apple fruit at room temperature and low temperature

水果中的可滴定酸主要是有机酸, 这些有机酸可以影响水果的色、香、味以及稳定性。可滴定酸与糖一样, 是影响果实风味品质的重要因素。对于鲜食品种, 一般要求高糖中酸。由图4可知, 随着贮藏时间的延长, 苹果可滴定酸质量分数在处理与对照中均表现出上升趋势, 低温1-MCP处理效果略优于常温1-MCP处理效果, 可滴定酸质量分数保持较为恒定。常温对照组效果最差, 表明1-MCP处理及低温均能在一定程度上维持花牛苹果果实中可滴定酸质量分数, 对保持果实风味具有一定的效果。

### 2.2.5 贮藏条件对果实外观、风味及腐烂率的影响

表2 贮藏70 d后苹果外观、风味及腐烂率统计表

Table 2 The appearance, flavor and decay incidence of apple fruits after 70 d storage

样品 (贮藏70 d)	果实外观评分	鲜食品级	果实腐烂率/%
CCK	8	3级	38.7 (虎皮病占9.7%)
CM	4	2级	19.4 (虎皮病占6.5%)
DCK	3	2级	6.4 (苦痘病占3.2%)
DM	2	2级	6.5 (苦痘病占6.5%)

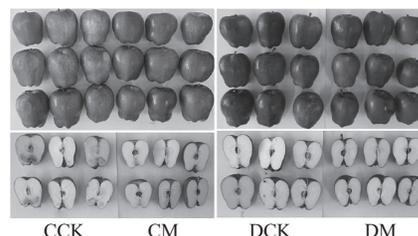


图5 常温及低温条件下1-MCP处理和对照组表皮及纵切面外观  
Fig.5 The appearance of epidermis and longitudinal section of apple fruits treated with 1-MCP at room temperature and low temperature

苹果品质主要由外观品质和风味品质构成<sup>[20]</sup>。如表2、图5所示, 苹果贮藏70 d后, 低温组与常温组相比, 果实外观颜色更显浓红, 1-MCP处理的果实在常温与低温条件下外观均佳, 而常温1-MCP处理的果实与对照相比保鲜效果更明显。感官评价结果表明, 1-MCP处理的果实肉质相对较硬, 微酸甜, 风味稍有改变, 对照的果实肉质软, 风味淡。

### 2.3 配对t检验结果分析

使用SPSS软件对实验结果进行了配对t检验分析<sup>[21]</sup>, 进一步确定各个条件对‘花牛’苹果贮藏的保鲜效果, 结果如表3所示。可以看出, CCK-DM组的差异性最为显著, 证明低温与1-MCP处理同时作用时的保鲜效果最好; 本实验采用了实践中常用的苹果冷藏温度(-1~1℃), 而DCK-DM组各项生理指标均无显著性意义, 表明在低温条件下(-1~1℃) 1-MCP无明显保鲜作用, 推测1-MCP通过气体形式发挥作用, 低温不利其分子扩散; 从CCK-CM和CCK-DCK两组配对分析来看, 可知低温保鲜作用要优于1-MCP处理; 低温及1-MCP处理对生理指标的影响程度顺序为: 果实硬度>VC含量>有机酸质量分数>可溶固形物质量分数。

表3 有关配对t检验的结果  
Table 3 Results of paired t test

对比对象	硬度		可溶固形物质量分数		VC含量		有机酸质量分数	
	t值	双侧检验P值	t值	双侧检验P值	t值	双侧检验P值	t值	双侧检验P值
CCK-CM	-4.44	0.007*	-1.195	0.286	-0.889	0.415	-1.250	0.267
DCK-DM	-2.006	0.101	1.882	0.119	-0.611	0.568	1.442	0.209
CCK-DCK	-4.708	0.005*	-1.699	0.150	-2.813	0.037*	-2.328	0.067
CM-DCK	0.485	0.648	-1.011	0.358	-2.613	0.047*	-2.700	0.043*
CCK-DM	-4.648	0.006*	1.882	0.119	-3.786	0.013*	1.442	0.209

注: \*.双侧配对t检验的结果差异显著。

### 3 结论

低温及1-MCP能显著减缓果实硬度及VC含量的下降,可降低腐烂率,较好地维持外观色泽与口感,在一定程度上稳定有机酸质量分数变化,但其对可溶固形物质量分数影响极小;而且在‘花牛’苹果的贮藏中,低温处理(-1~1℃)的保鲜作用优于1-MCP处理,但是生产实际中低温贮藏成本远远高于1-MCP处理,因而1-MCP处理在‘花牛’苹果贮藏保鲜技术中值得推广;此外1-MCP不适宜在-1~1℃温度条件下使用,花牛苹果冷藏保鲜时使用1-MCP的最佳贮藏温度还值得进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 贾美娟,褚会民. “花牛苹果”印象[J]. 西北园艺, 2010(2): 45-46.
- [2] 陈昭文. 花牛天水苹果[J]. 甘肃农业科技, 1979(5): 20-21.
- [3] 天水市果业协会. 天水果品生产实用技术手册[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2013: 8-13.
- [4] 魏玉梅, 周围, 毕阳. 顶空固相微萃取气相色谱质谱法分析花牛苹果中的香气成分[J]. 甘肃农业大学学报, 2008, 8(4): 135-139.
- [5] 王海波, 陈学森, 辛培刚, 等. 几个早熟苹果品种果实糖酸组分及风味品质的评价分析[J]. 果树学报, 2007, 24(4): 513-516.
- [6] 张四奇, 陈发河. 1-MCP在果蔬采后保鲜上应用的研究进展[J]. 食品科学, 2006, 27(8): 262-265.
- [7] 李晓青, 韩燕丽. 苹果贮藏保鲜技术[J]. 技术指南, 2006(5): 25-26.
- [8] 杨艳芬. 苹果采后生理与贮藏保鲜技术研究进展[J]. 北方园艺, 2009(11): 122-124.
- [9] SHARMA M, JACOB J K, SUBRAMANIN J, et al. Hexanal and 1-MCP treatments for enhancing the shelf life and quality of sweet cherry (*Prunus avium* L.)[J]. Scientia Horticulturae, 2010, 125(3): 239-247.
- [10] 张子德, 苑社强, 赵丛枝, 等. 果蔬储藏保鲜实用技术问答[M]. 北京: 金盾出版社, 2011: 23-24.
- [11] 王文辉, 徐步前. 果品采后处理及贮运保鲜[M]. 北京: 金盾出版社, 2003: 4-7.
- [12] 杜社妮, 李晶晶, 张蕊, 等. 苹果果实硬度适宜测定部位的研究[J]. 北方园艺, 2011(4): 33-35.
- [13] 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.
- [14] 华东师范大学植物生理教研组. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1990: 131-136.
- [15] 李倩倩, 任小林, 安慧珍, 等. 1-MCP 和延迟预冷对“蜜脆”苹果冷藏效果的影响[J]. 果树学报, 2012, 29(3): 398-403.
- [16] 郝义, 纪淑娟, 韩英群, 等. 不同PE保鲜膜对甜樱桃果实贮藏性的影响[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(9): 141-144.
- [17] 罗桂杰. 中小型苹果采后贮藏生理特性的研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2008: 32-34.
- [18] 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, 2009: 30-32.
- [19] 王凤霞, 张鸿, 谢天柱, 等. 1-MCP处理对“红灯”大樱桃低温贮藏效果的影响[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(8): 1893-1895.
- [20] 郭燕. 几个苹果品种果实糖酸积累及糖代谢相关酶活性变化研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012: 12-29.
- [21] 庄致, 冯运义. SPSS统计分析实验指导[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 2011: 132-134.