

# 1-MCP 对“藤牧 1 号”苹果贮藏品质的影响

申 勇<sup>1,2</sup>, 刘 强<sup>1,2</sup>, 李富军<sup>1</sup>

(1. 山东理工大学 农业工程与食品科学学院, 山东 淄博 255049; 2. 枣庄职业学院, 山东 枣庄 277800)

**摘 要:**为研究 1-甲基环丙烯(1-MCP)对早熟苹果品种“藤牧 1 号”冷藏品质和冷藏后货架品质的影响,分别以 0(对照)、500、1 000 和 1 500 nL/L 的 1-MCP 处理“藤牧 1 号”苹果,对各处理苹果在 0℃贮藏期间,以及在冷藏 40 和 60 d 后货架期间的品质进行了测定。结果表明:1-MCP 抑制了“藤牧 1 号”苹果冷藏期间呼吸和乙烯释放速率;延缓了硬度和可滴定酸含量下降;延缓了苹果总酚含量、多酚氧化酶活性高峰的出现,抑制了丙二醛含量的升高;对可溶性固形物和维生素 C 含量影响不明显。此外,1-MCP 还延迟了冷藏 40 和 60 d 后 7 d 货架期间果实的硬度、可滴定酸含量的下降,明显提高了果实好果率。从整体看,1 500 nL/L 的 1-MCP 维持“藤牧 1 号”苹果冷藏和货架期间品质的效果优于其它 3 个处理。

**关键词:**苹果;1-甲基环丙烯;早熟;贮藏;品质

**中图分类号:**S 661.1;S 609+.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)15-0200-04

在我国当前富士等晚熟品种占主要栽培优势的形势下,适当发展具有优良品质的早熟品种,对当前我国苹果市场结构调整具有重要意义。“藤牧 1 号”原产美国,又名南部魁,属于早熟品种,在山东地区 7 月上中旬成熟,平均单果重 217 g,果皮底色黄绿,果面 60%~80%着红色至浓红色,果肉黄白,肉质细腻,酸甜可口,香味浓郁,其综合品质优于早捷、辽伏等早熟品种。但早熟品种大多货架寿命短的缺点,成为限制其发展的主要因素之一。

1-甲基环丙烯(1-Methylcyclopropene, 1-MCP)作为乙烯作用抑制剂,在苹果等呼吸跃变型果实的贮藏和货架期间已经表现出良好的应用效果和商业可操作性<sup>[12]</sup>。但是 1-MCP 对不同苹果品种使用剂量、时间、时期等所表现出的效果差异<sup>[3-5]</sup>,使 1-MCP 在“藤牧 1 号”苹果上的直接商业应用还需要更多的试验基础。有鉴于此,以及为解决“藤牧 1 号”苹果货架期短、贮藏难问题,该试验研究了不同浓度 1-MCP 处理对“藤牧 1 号”果实采后生理、贮藏品质和货架品质的影响,以期对“藤牧 1 号”苹果的贮藏保鲜及 1-MCP 的应用提供更多的试验基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试苹果“藤牧 1 号”于 2005 年 7 月 10 日采自山东省淄博市张店区南家镇一果园内。挑选大小均一、无病虫害、无机械伤的果实。

**第一作者简介:**申勇(1975-),男,山东枣庄人,在读硕士,研究方向为果蔬采后生理。

**责任作者:**李富军(1977-),男,山东安丘人,博士,副教授,现主要从事果蔬采后生理与贮藏保鲜技术研究工作。E-mail: lifujun@sdu.edu.cn。

**基金项目:**山东省自然科学基金资助项目(Y2008D01)。

**收稿日期:**2011-04-28

## The Study of PE Packing on Pepino Postharvest Storage

ZHAO Ji-rong, LUO Shu-zhen, ZHANG Xiao-ling, YANG Yi-rong, HAN Zhong-ying,  
WANG Zhi-he, ZHANG Xiu-hua, YANG Shu-fang  
(Gansu State Farm Academy of Agricultural Research, Wuwei, Gansu 733006)

**Abstract:** Used pepino as material, two storage styles, nature storage, PE packing and packed different number pepino, were designed, and lost weight rate, total soluble solid, decay rate and the rate of pathogenic area spreading were studied on pepino, in order to enhance the storage effect in pepino storage with provided convenience technology. The results showed that the treatment of PE packing obviously inhibit lost weight rate and decay rate risen of pepino postharvest, and total soluble solid was increased in storage 9 d. There was the best effect that among packing 1 fruit was better than packing more fruits on inhibited lost decay rate and pathogenic area spreading risen. The conclusion were in normal temperature, pepino should had packed by PE in postharvest storage, and packing 1 fruit was the best way.

**Key words:** pepino; PE packing; storage

## 1.2 试验方法

试验设以下处理:对照:清水处理;处理I:25℃下,以500 nL/L浓度的1-MCP密闭熏蒸24 h;处理II:25℃下,以1 000 nL/L浓度的1-MCP密闭熏蒸24 h;处理III:25℃下,以1 500 nL/L浓度的1-MCP密闭熏蒸24 h。3次重复,每重复240个果实。

所有果实处理完毕后,在0~1℃,相对湿度80%~90%的冷库中贮藏。每隔10 d取样测定相关指标,在贮藏至40和60 d时取样测定果实货架品质。

## 1.3 测定方法

呼吸速率的测定采用氧气/二氧化碳测定仪(Check Mate II,丹麦PBI公司)测定、乙烯释放速率采用气相色谱法测定<sup>[6]</sup>;硬度采用GY-I型硬度计测定,可溶性固形物含量采用阿贝折光仪测定,可滴定酸(以苹果酸计)含量采用酸碱滴定法测定(GB12293-90),多酚氧化酶(PPO)活性、丙二醛(MDA)含量、维生素C(Vc)含量按照曹健康等<sup>[7]</sup>方法测定,总酚含量参照Pirie方法测定<sup>[8]</sup>,果肉白度采用SC-80色差计测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 1-MCP对贮藏品质的影响

2.1.1 1-MCP对“藤牧1号”苹果贮藏期间乙烯释放和呼吸速率的影响 从图1-A可看出,500、1 000和1 500 nL/L的1-MCP处理,均明显降低了“藤牧1号”苹果在冷藏期间的乙烯释放速率,且表现出随处理浓度的增加抑制效果越明显的趋势;对照果实在贮藏至50 d时出现了明显的乙烯跃变高峰,其峰值达到了553.29  $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ;500和1 000 nL/L浓度1-MCP

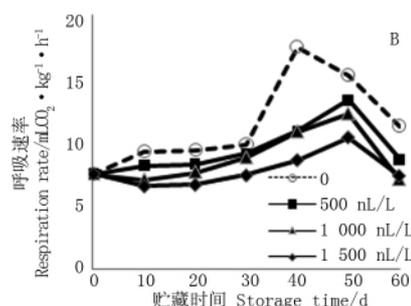
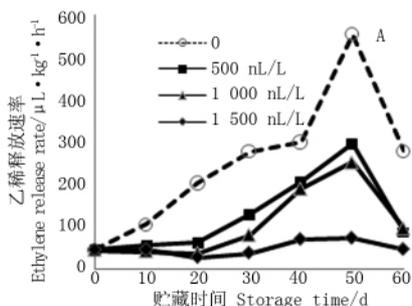


图1 1-MCP对“藤牧1号”苹果冷藏期间呼吸速率(A)和乙烯释放速率(B)的影响

Fig.1 Effects of 1-MCP on the respiration rate (A) and ethylene release rate (B) of 'Mato' apple fruits during storage at 0℃

2.1.3 1-MCP对“藤牧1号”果实贮藏期间总酚、PPO、MDA和果肉白度的影响 图3进一步分析了1-MCP对“藤牧1号”苹果冷藏期间果肉褐变等生理变化的影响。从图3-A和图3-B可看出,500 nL/L的1-MCP没有表现出明显的抑制总酚含量和PPO活性的效果,但1 000 nL/L和1 500 nL/L 1-MCP处理均将苹果总酚含量高峰出现时间推迟了10 d,至第40天出现高峰(图3-A),将PPO活性高峰时间推迟10 d,至第30天出现高峰,这意味着1 000 nL/L和1 500 nL/L的1-MCP处理有可能对“藤牧1号”苹果冷藏期间的果肉褐变产生影响。由图3-C可看出,1-MCP在整个贮藏期间降低了苹果MDA含量,表明1-MCP延缓了果肉细胞膜的降解,这对于维持苹果贮藏品质、延缓果实衰老有益。图3-D所示的果肉白度是指果实在货架期间的果肉白度,白度越高,代表褐变度越低。从图4

处理没有延迟乙烯跃变高峰的出现,但分别将乙烯跃变峰值降低了46.81%和54.61%;1 500 nL/L浓度1-MCP处理的“藤牧1号”苹果在冷藏期间基本上保持了极低的乙烯释放速率,且未出现明显的乙烯跃变高峰。从图1-B可看出,4个处理中的“藤牧1号”果实在冷藏期内均出现了呼吸跃变高峰。对照果实呼吸高峰出现在第40天,高峰值为17.44  $\text{mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。500、1 000和1 500 nL/L的1-MCP处理的呼吸高峰出现均均在第50天,其呼吸高峰值分别为13.29  $\text{mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 、12.22  $\text{mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 和10.30  $\text{mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。图1的结果表明,1-MCP处理可延缓“藤牧1号”苹果冷藏期间呼吸高峰的出现时间,抑制乙烯释放高峰和呼吸高峰值,其中1 500 nL/L的效果最明显。

2.1.2 1-MCP对“藤牧1号”果实贮藏期间硬度、可溶性固形物、可滴定酸、维生素C含量的影响 从图2-A可看出,3个1-MCP处理在冷藏前期均保持了“藤牧1号”苹果硬度。贮藏30 d后,500 nL/L和1 500 nL/L的1-MCP处理仍然延缓了果实硬度的下降,其中1 500 nL/L的1-MCP效果最好。贮藏60 d时,1 500 nL/L的1-MCP处理的果实硬度为8.51  $\text{kg/cm}^2$ ,比对照(6.48  $\text{kg/cm}^2$ )高出31.33%。从图2-B和图2-C可看出,1-MCP处理对“藤牧1号”苹果冷藏期间可溶性固形物和维生素C含量无明显影响。从图2-D可看出,3个1-MCP处理均明显延缓了“藤牧1号”苹果冷藏期间可滴定酸含量的下降,其中以1 500 nL/L的1-MCP处理的苹果可滴定酸含量最高。结合1-MCP对硬度的结果,可初步判断,对于早熟的“藤牧1号”苹果,1 500 nL/L浓度的1-MCP效果更好一些。

可看出,尽管贮藏到第40天时,3组1-MCP并没有提高果肉白度,但当贮藏到第60天后7 d的货架期间,1-MCP处理的果实果肉白度开始高于对照。因此,1-MCP抑制果实褐变的效果可能在贮藏后期更明显。

### 2.2 1-MCP对“藤牧1号”果实货架期间品质的影响

为研究1-MCP处理对冷藏后“藤牧1号”苹果货架期品质的影响,分别对0℃下贮藏了40 d和60 d的果实各取出50个完好的果实,研究了其在25℃下7 d的货架期的品质。结果表明,无论冷藏40 d还是60 d的“藤牧1号”苹果,1-MCP都明显维持了其货架期间的好果率,且表现出剂量效应;对于冷藏40 d的“藤牧1号”苹果,在1 000 nL/L和1 500 nL/L的1-MCP处理中,7 d货架期后好果数都为47个,好果率达到了94%,而对照好果数只有34个,好果率仅为68%;对于冷藏了60 d的“藤牧1号”苹果,7 d货架期后对照的好

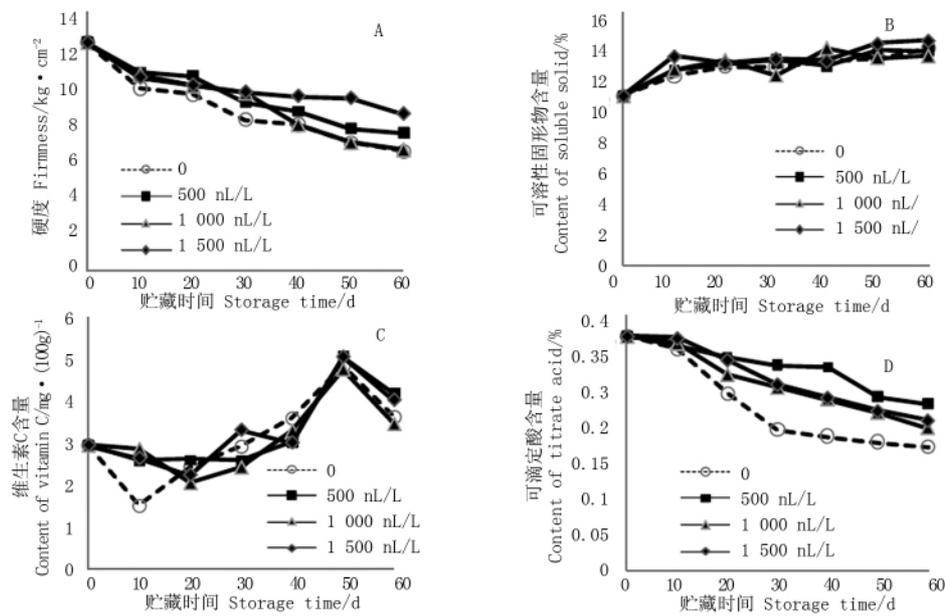


图2 1-MCP对“藤牧1号”苹果贮藏品质的影响

Fig. 2 Effects of 1-MCP on the storage quality of 'Mato' apple fruits at 0°C

注:A:对硬度的影响;B:对可溶性固形物含量的影响;C:对维生素C含量的影响;D:对可滴定酸含量的影响。  
 Note: A: Firmness; B: Soluble solid content; C: Vitamin C content; D: Titrate acid content.

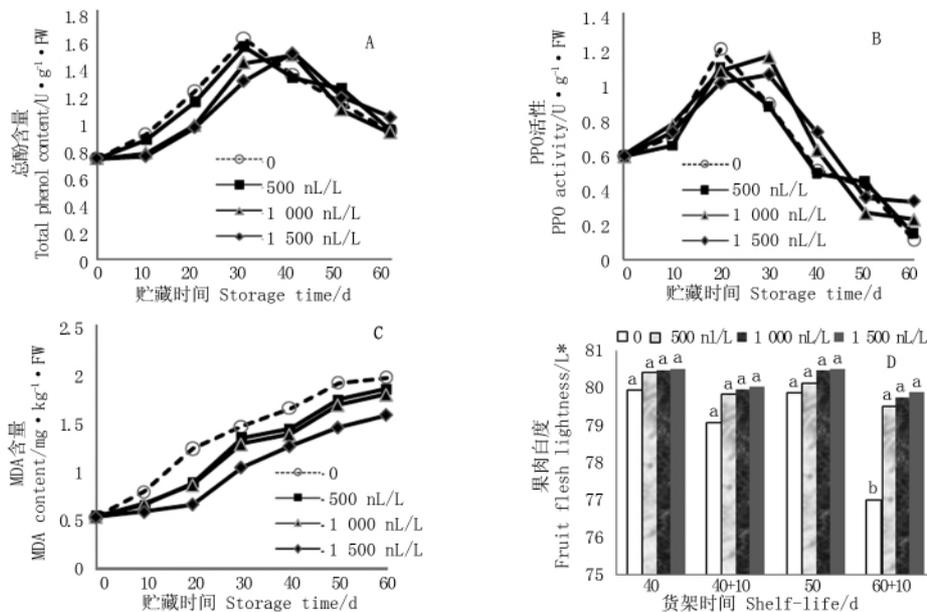


图3 1-MCP对“藤牧1号”苹果冷藏期间生理的影响

Fig. 3 Effects of 1-MCP on the storage physiology of 'Mato' apple fruits at 0°C

注:A:对总酚含量的影响;B:对PPO活性的影响;C:对MDA含量的影响;D:对果肉白度的影响。  
 Note: A: Total phenol content; B: PPO activity; C: MDA content; D: Fruit flesh lightness.

果数为9个,好果率为18%,而500、1000和1500 nL/L 1-MCP处理的苹果好果数(率)分别为34个(68%)、41个(82%)和43个(86%)。

从硬度结果看,3个浓度的1-MCP处理均维持了冷藏40 d和60 d后7 d货架期间的果实硬度,其中效果最好的都是1500 nL/L浓度处理的果实。因此,1-MCP处理能够抑制果实货架期间果实硬度的下降。同时也发现,1-MCP对“藤牧1号”苹果货架期间的可溶性固形物含量和维生素C含量影响不明显。对可滴

定酸含量的分析表明,3个1-MCP处理对可滴定酸含量尽管没有表现出明显的剂量效应,但3个处理中“藤牧1号”苹果可滴定酸含量,在冷藏40 d后的7 d货架期间和冷藏60 d后的7 d货架期间,都高于对照,说明1-MCP可维持“藤牧1号”苹果货架期间的可滴定酸含量,这对于改善苹果风味有益。

### 3 讨论与结论

“藤牧1号”苹果每年7月上、中旬成熟,属于优良的早熟品种,在调整苹果产业种植结构中具有重要的

表 1  
Table 1 1-MCP 对“藤牧 1 号”苹果货架期间品质的影响  
Effects of 1-MCP on the shelf life of ‘Mato’ apple fruits during storage at 0°C.

测定项目 Test item	处理 Treatment/nL · L <sup>-1</sup>	贮藏及货架时间 Shelf life and storage time			
		40 d	40+7 d	60 d	60+7 d
好果数 Number of high-quality fruit/个	0	50	34	50	9
	500	50	44	50	34
	1 000	50	47	50	41
	1 500	50	47	50	43
硬度 Firmness/kg · cm <sup>-2</sup>	0	7.92c	6.92c	6.43c	6.43c
	500	8.6b	8.03b	7.44b	7.05b
	1 000	7.94c	7.62c	6.59c	7.34b
	1 500	9.47a	8.47a	8.51a	8.35a
可溶性固形物 Soluble solid/%	0	12.95b	12.25b	13.75b	13b
	500	12.65b	12.9a	13.6b	12.85b
	1 000	13.75a	12.4ab	13.25c	13.5a
	1 500	12.95b	12.45ab	14.25a	13.55a
维生素 C Vitamin C/mg · (100g) <sup>-1</sup>	0	3.58a	2.43b	3.62b	3.71a
	500	3.01c	2.73a	4.20a	2.98b
	1 000	3.30b	2.65a	3.46b	3.71a
	1 500	3.01c	1.62c	4.03a	2.90b
酸度 Acidity/%	0	0.21c	0.17c	0.19c	0.18c
	500	0.32a	0.23a	0.26a	0.23b
	1 000	0.27b	0.22a	0.22b	0.27a
	1 500	0.27b	0.20b	0.24ab	0.27a

地位<sup>[9]</sup>。1-MCP 作为一种有效的保鲜剂,在常见的如富士、红星、金冠、青苹等品种中已经较为成熟<sup>[10]</sup>,但在“藤牧 1 号”等早熟苹果品种中的研究比较少。考虑到 1-MCP 对于不同苹果品种作用时间、效果、有效作用浓度的差异<sup>[11]</sup>,研究 1-MCP 对“藤牧 1 号”苹果贮藏品质的影响,有助于推进 1-MCP 这一新型保鲜技术体系在苹果中的深入应用。刘砚璞等<sup>[12]</sup>曾经研究了 MA 结合 1 000 nL/L 浓度 1-MCP 对冷藏的“藤牧 1 号”苹果品质的影响。该试验主要研究了不同浓度 1-MCP 处理对“藤牧 1 号”苹果冷藏期间品质的影响,同时也对冷藏了 40 d 和 60 d 后的货架期间的品质进行了研究。结果表明,1-MCP 处理可抑制“藤牧 1 号”果实冷藏期间硬度和可滴定酸含量的下降,降低果实乙烯释放速率、呼吸强度和 MDA 含量,延缓果实衰老,其中 1 500 nL/L 的浓度处理效果最好;对于在 0°C 下贮藏了 40 d 和 60 d 的“藤牧 1 号”苹果,在 7 d 的货架期后,1-MCP 处理维持了果实硬度、酸度以及好果率,其中效果最好是 1 500 nL/L 浓度的 1-MCP 处理。因此,对于 1-MCP 在早熟的“藤牧 1 号”苹果贮藏中的应用,建议选用 1 500 nL/L 的 1-MCP 浓度在 25°C 下处理 24 h。

### 参考文献

- [1] Watkins C B. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables[J]. Biotechnology advances, 2006(24):389-409.
- [2] 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.
- [3] 朱金薇,冯江涛,延卫. 1-甲基环丙烯在苹果贮藏保鲜中的应用研究进展[J]. 北方园艺, 2010(20):195-198.
- [4] 王少敏. 1-甲基环丙烯对苹果采后生理影响的研究进展[J]. 山东农业科学, 2009(6):54-57.
- [5] 刘红霞,姜微波,罗云波. 1-甲基环丙烯在果蔬采后保鲜中的作用[J]. 北方园艺, 2003(3):74-75.
- [6] 邢虎成,余玮,罗中钦,等. 苜蓿性别分化与乙烯的关系研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(5):1423-1428.
- [7] 曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2007.
- [8] Pirie A, Mullins M G. Changes in anthocyanin and phenolic content of grapevine leaf and fruit tissue treated with sucrose, nitrate and abscisic acid[J]. Plant physiology, 1976, 58:468-472.
- [9] 李宏建,李宝江,伊凯,等. 贮藏温度对藤牧 1 号苹果果实保鲜效果影响研究[J]. 北方园艺, 2009(8):239-242.
- [10] 李富军,杨洪强,翟衡,等. 1-甲基环丙烯延缓果实衰老的作用机制研究综述[J]. 园艺学报, 2003, 30(3):361-365.
- [11] 张新华,李富军,翟衡,等. 1-MCP 抑制乙烯作用机理研究及在苹果贮藏保鲜中的应用进展[C]//2011 international conference on new technology of agricultural engineering (ICAET2011)论文集, 2011.
- [12] 刘砚璞,任小林. MA 包装与 1-MCP 处理对苹果的贮藏效应研究[J]. 河南农业科学, 2009(6):116-119.

## Effects of 1-Methylcyclopropene on the Cold Storage Quality of ‘Mato’ Apple

SHEN Yong<sup>1,2</sup>, LIU Qiang<sup>1,2</sup>, LI Fu-jun<sup>1</sup>

(1. School of Agricultural and Food Engineering, Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049; 2. Zaozhuang Professional College, Zaozhuang, Shandong 277800)

**Abstract:** In order to determine the effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the quality of cold storage and the shelf life after cold storage of ‘Mato’ apple (*Malus domestica* c. v. Mato), an early mature apple variety, the different 1-MCP concentration of 0, 500, 1 000, and 1 500 nL/L was used to the apples of ‘Mato’ respectively, then the apples were stored at 0°C for quality evaluating. The results showed that 1-MCP inhibited the respiration and ethylene release rate, delayed the decline of firmness and titrate acid, inhibited the emerge of the highest peak of total phenol and polyphenol oxidase activity, but had no significant effects on the content of soluble solid content and vitamin C, during cold storage. In addition, 1-MCP also delayed the decline of fruit firmness and increased the good fruits rate at the 7 days shelf life after 40 days and 60 days cold storage, respectively. In general, 1 500 nL/L was the most suitable concentration of 1-MCP for the cold storage quality and shelf life of ‘Mato’ apple.

**Key words:** apple; 1-methylcyclopropene; early mature; storage; quality