

DOI:10.11937/bfyy.201522037

## 1-MCP 对“脱骨”李常温贮藏期品质的影响

牛 歆 雨, 刘 林, 张 良 英

(西藏大学 农牧学院, 西藏 林芝 860000)

**摘 要:**以“脱骨”李为试材,采用常温贮藏方法,研究不同浓度 1-MCP 对“脱骨”李贮藏期品质和采后生理的影响。结果表明:不同浓度 1-MCP 均可降低果实的呼吸速率及其峰值,抑制乙烯释放,有效延缓硬度、可滴定酸含量、维生素 C 含量的下降速率,减少果实腐烂率,延长货架期,但对可溶性固形物含量影响不显著。此外,不同浓度 1-MCP 处理的效果也存在差异。在 0~2.0  $\mu\text{L/L}$  浓度范围内,以 1.5  $\mu\text{L/L}$  与 2.0  $\mu\text{L/L}$  处理抑制呼吸速率和乙烯释放效果最明显,但 2.0  $\mu\text{L/L}$  的烂果率较高。综合比较认为,1.5  $\mu\text{L/L}$  的 1-MCP 处理果实效果最好。

**关键词:**1-MCP;“脱骨”李;采后品质;生理变化

**中图分类号:**S 662.309<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)22-0140-04

李(*Prunus salicina* L.)属蔷薇科李属植物,在我国栽培已有逾 3 000 年历史<sup>[1]</sup>,含有大量蛋白质、氨基酸、

**第一作者简介:**牛歆雨(1974-),男,陕西西安人,硕士,讲师,现主要从事果树生理和采后等教学与研究工作。E-mail:niuxinyu2004@126.com.

**基金项目:**国家自然科学基金地区科学基金资助项目(31460206)。

**收稿日期:**2015-07-23

碳水化合物、维生素、无机元素等,因丰富的营养成分及药用价值深受消费者喜爱。在我国以中国李栽培为主<sup>[1]</sup>,分布非常广泛,有许多好的地方品种。“脱骨”李<sup>[2]</sup>果实圆形,离核,平均单果重 24.0 g,最大单果重 30.0 g,树势强,品质好,在四川汶川、康定等地种植面积较大,西藏察隅、林芝、米林也有引种且表现良好,已取得了一定的经济效益。李是时令性水果,货架期短,常温下贮

[10] 赵勇,邱玲,李庆春,等.野拔子挥发油化学成分的研究[J].云南大学学报(自然科学版),1998(3):462-464.

[11] 付立卓,李海舟,李蓉涛.2 种蔷薇属植物挥发油成分分析[J].昆明理工大学学报(理工版),2010,35(1):88-92.

[12] 周金沙,朱良,李乐,等.褐苞蒿挥发油成分及其抗菌活性研究[J].食品与机械,2014,30(2):152-154.

品与机械,2014,30(2):152-154.

[13] 陈佳佳,刘凡,廖森泰,等.桑叶提取物抑菌活性及抑菌稳定性研究[J].食品工业科技,2012,33(9):88-91.

[14] 彭永芳,李维莉,周珊珊,等.野坝子挥发油超声提取工艺优化的研究[J].中药材,2009,32(11):1764-1766.

## Study on Steam Distillation Combined With Microwave Extraction and Anti-microbial Activities of Essential Oils From the Leaves of *Elsholtzia rugulosa*

LI Li, LI Xiaojiao, XIONG Yanhua, YANG Xiaofang

(Department of Resource and Environment, Baoshan College, Baoshan, Yunnan 678000)

**Abstract:** Taking the leaves of *Elsholtzia rugulosa* as test materials, and distilled water as extractant, the technology of extraction of the essential oils from the leaves of *Elsholtzia rugulosa* was studied to provide a reference for further study and utilization, the effect of solid-liquid ratio, NaCl concentration, extracting time and microwave power on the extraction of the essential oils from the leaves of *Elsholtzia rugulosai* was investigated using the methods of single factor test and orthogonal design test of  $L_9(3^4)$ . Meanwhile, the bacteriostatic test of resulting extract was further emulated to *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus* by filter paper method and two times dilution method. The results showed that highest extraction rate (2.01%) of the essential oils in the leaves of *Elsholtzia rugulosa* could be obtained under conditions of 1:20 g/mL, the NaCl was 1% (wt%), microwave power was 350 W, and extracting time was 30 seconds. In addition, the essential oil had certain antibacterial activity to the tested microbial.

**Keywords:** microwave; leaves of *Elsholtzia rugulosa*; essential oil; anti-microbial

藏时间短,低温贮藏又容易遭受冷害。目前,我国学者对李贮藏的研究已较广泛<sup>[3-11]</sup>,研究内容主要集中在冷藏冷害、变温贮藏、药剂处理、涂膜等方面。1-甲基环丙烯(1-MCP)可以和乙烯受体结合,阻碍乙烯受体复合物的形成,使乙烯信号传导受阻,从而抑制乙烯生理作用的发挥<sup>[12]</sup>。1-MCP在果树、花卉和蔬菜保鲜中已有大量的研究和应用,但“脱骨”李果实的乙烯释放特点及其对外源1-MCP响应的表现还不清楚,研究不同浓度1-MCP处理对“脱骨”李采后生理和品质的影响,对延长“脱骨”李货架期,以及藏东南高原地区李果实的贮藏具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料“脱骨”李于2014年8月采自米林县,挑选果实无病虫害、无机械伤、大小均匀、成熟度八成的果实用于试验。

### 1.2 试验方法

将果实随机分成5组,在低温条件下(3℃)放置于密闭塑料袋内,分别用0.5、1.0、1.5、2.0 μL/L浓度的1-MCP处理,以0 μL/L为对照,放置20 h后于常温(20℃)下贮藏7 d。每天取样1次,每处理随机取果实30个,测定各项指标,重复3次。

### 1.3 项目测定

呼吸强度的测定采用静置法<sup>[13]</sup>;乙烯含量采用气相色谱仪(日本岛津GC-2010),测定方法参照王荣花等<sup>[8]</sup>外标法;硬度采用GY-1型硬度计测定;可溶性固性物含量采用手持糖度折光仪测定;可滴定酸含量采用酸碱滴定法测定,以苹果酸表示测定结果;维生素C含量采用2,6-二氯酚靛酚法<sup>[13]</sup>;烂果率(%)=烂果数/果实总数×100。

### 1.4 数据分析

数据采用Excel和DPS软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度1-MCP处理对“脱骨”李采后品质的影响

2.1.1 不同浓度1-MCP处理对果实硬度的影响 从图1可知,随着贮藏时间的延长,果实硬度逐渐下降,对照下降速度明显高于各处理。7 d后对照果实硬度最小,为4.2 kg/cm<sup>2</sup>,1.5 μL/L处理的硬度最高,为4.7 kg/cm<sup>2</sup>;与对照相比,不同处理之间硬度下降幅度分别为37.3%,36.2%,32.6%,27.5%和30.3%。表明1-MCP对延缓硬度下降有着积极作用,在0~1.5 μL/L范围内,随着浓度增大延缓硬度下降效果越明显,其中1.5 μL/L效果最好。

2.1.2 不同浓度1-MCP处理对可滴定酸含量的影响 可滴定酸是影响李果实口感和风味的重要因素,由图2可以看出,随着贮藏时间的延长可滴定酸含量呈下降趋势。在贮藏7 d期间,经过1-MCP处理的果实可滴定酸含量要高于对照,各处理果实可滴定酸含量下降比对照

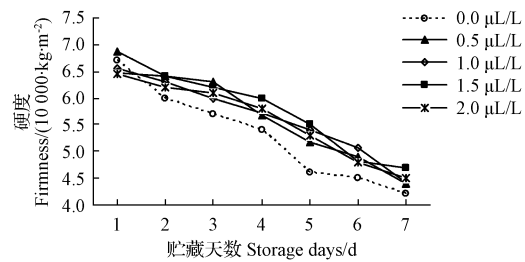


图1 不同1-MCP浓度对硬度的影响

Fig. 1 The effect of different 1-MCP concentration on firmness

果实缓慢。在0~2.0 μL/L浓度范围内,各处理果实可滴定酸下降幅度分别为18.0%,12.3%,12.1%,11.1%,11.4%。1.5 μL/L处理可滴定酸下降幅度最小,但与2.0 μL/L处理差异不显著。

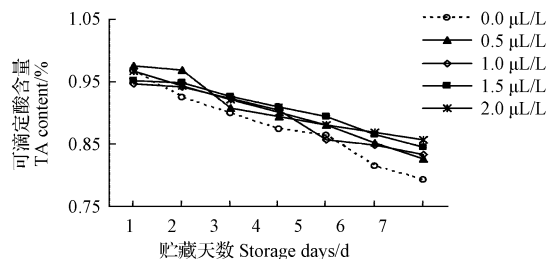


图2 不同浓度1-MCP对可滴定酸含量的影响

Fig. 2 The effect of different 1-MCP concentration on TA content

2.1.3 不同浓度1-MCP处理对可溶性固形物含量的影响 在果实成熟过程中酸含量逐渐减少,而可溶性固形物含量会逐渐增加,果实风味越来越好,可溶性固形物含量的增加主要由于淀粉降解为糖所致,而呼吸也会消耗糖分,但还是以积累为主。从图3可以看出,处理和对照在7 d贮藏期间的可溶性固形物含量均呈缓慢上升趋势,对照可溶性固形物含量略高于各处理,但差异不显著。

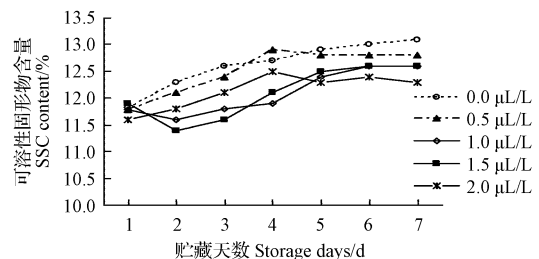


图3 不同1-MCP浓度对可溶性固形物含量的影响

Fig. 3 The effect of different 1-MCP concentration on SSC content

2.1.4 不同浓度1-MCP处理对维生素C含量的影响 维生素C不仅是人体必需的营养物质,也是果蔬贮藏过程中抗衰老和逆境的重要指标。从图4可知,在贮藏过程中无论是处理还是对照,在前4 d维生素C含量迅速下降,第4天后维生素C变化比较缓慢且有小幅升高趋势。各浓度1-MCP处理果实的维生素C含量比对照果

实略高,表明 1-MCP 可以减缓维生素 C 下降,但差异不显著。在 0~2.0  $\mu\text{L/L}$  浓度范围内,1.5  $\mu\text{L/L}$  的 1-MCP 处理维生素 C 含量在第 7 天最高。

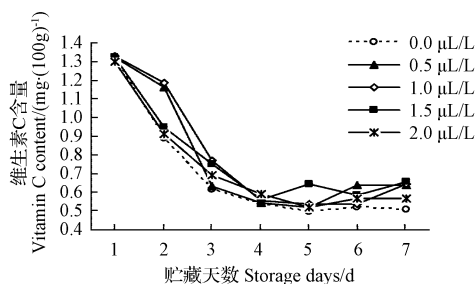


图 4 不同 1-MCP 浓度对维生素 C 含量的影响

Fig. 4 The effect of different 1-MCP concentration on vitamin C content

#### 2.1.5 不同浓度 1-MCP 处理对“脱骨”李烂果率的影响

烂果率是评价果实贮藏效果最直观的方法,从图 5 可知,随着贮藏时间的推移,烂果率呈递增趋势,经过 1-MCP 处理的李果实烂果率低于对照。在第 7 天时,对照的烂果率已达 22.3%,烂果率最低的是 1.5  $\mu\text{L/L}$  的 1-MCP 处理,为 12.1%。0.5、1.0、2.0  $\mu\text{L/L}$  处理果实烂果率分别为 14.4%、13.1%、20.0%。烂果在第 4 天开始出现,这与乙烯出现高峰时间相吻合,乙烯引起成熟衰老是烂果的主要因素。除 1.5  $\mu\text{L/L}$  处理外,在不同浓度的 1-MCP 处理中,2.0  $\mu\text{L/L}$  处理烂果率较高。

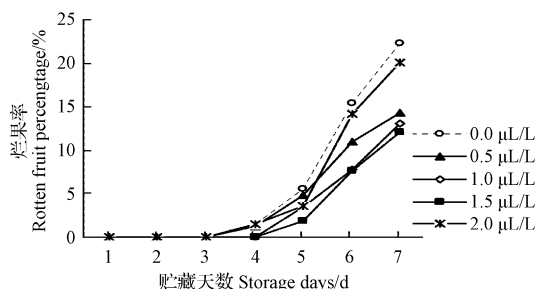


图 5 不同 1-MCP 对烂果率的影响

Fig. 5 The effect of different 1-MCP concentration on rotten percentage

#### 2.2 不同浓度 1-MCP 处理对果实乙烯释放量和呼吸速率变化的影响

呼吸是采后重要的生理代谢过程,呼吸高峰出现是果实成熟的标志。从图 6 可知,呼吸速率曲线总体呈现先降后升的趋势。随着贮藏时间的延长,对照和 0.5、1.0  $\mu\text{L/L}$  1-MCP 处理呼吸速率在第 1、2 天变化平稳,第 2 天开始呼吸速率上升,在第 5 天出现呼吸高峰,随后下降。但是 1.5、2.0  $\mu\text{L/L}$  处理的果实,在前 3 d 呼吸速率有缓慢下降趋势,随后上升,在第 6 天没有出现峰值,呼吸速率继续升高,但第 6、7 天上升幅度大幅度放缓。此外,在贮藏 7 d 时间内,不同浓度 1-MCP 处理的呼吸速率均低于对照。1-MCP 可以降低呼吸强度,推迟呼吸高

峰的出现,从而有效推迟成熟、延长货架期。不同浓度的 1-MCP 对呼吸速率影响存在差异,1-MCP 在 0~2.0  $\mu\text{L/L}$  范围内,呼吸速率随着浓度的增大而减小,并且影响呼吸高峰出现时间。

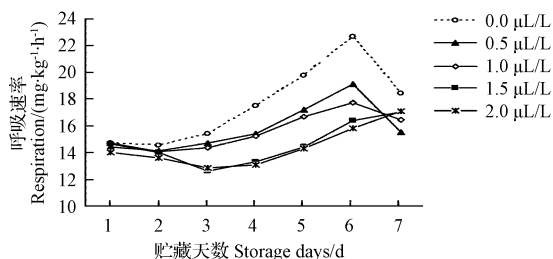


图 6 不同 1-MCP 浓度对呼吸速率的影响

Fig. 6 The effect of different 1-MCP concentration on respiration

呼吸的变化受乙烯生理影响,0.1  $\mu\text{L/L}$  的乙烯都会对果实成熟衰老产生影响<sup>[14]</sup>,乙烯是生理变化的内在因素。从图 7 可以看出,乙烯释放量的变化曲线无论是 1-MCP 处理还是对照都呈低-高-低曲线。贮藏 2 d 后,乙烯释放量迅速上升。其中,0、0.5、1.0  $\mu\text{L/L}$  的 1-MCP 处理在第 4 天出现乙烯释放高峰,分别为 0.70、0.67、0.63  $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ,而 1.5  $\mu\text{L/L}$  和 2.0  $\mu\text{L/L}$  处理的峰值出现在第 5 天,分别为 0.52、0.49  $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。1-MCP 处理可以降低乙烯释放量,1.5  $\mu\text{L/L}$  和 2.0  $\mu\text{L/L}$  处理的果实乙烯高峰出现在第 5 天,说明较高浓度的处理延迟了乙烯高峰出现。经过 1-MCP 处理的和未处理的“脱骨”李在常温贮藏过程中呼吸高峰和乙烯高峰都没有同时出现,乙烯高峰出现早而呼吸高峰出现晚,说明无论处理和对照呼吸都受乙烯影响,呼吸对乙烯响应有一定时间,因此呼吸高峰出现滞后,1-MCP 对响应时间是否有影响还需要进一步的研究。

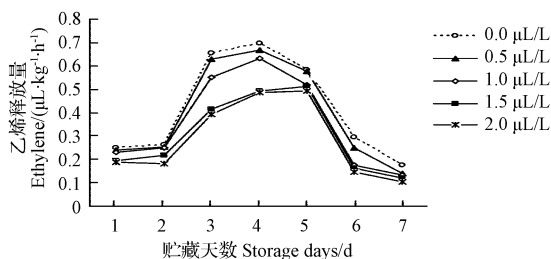


图 7 不同 1-MCP 浓度对乙烯释放量的影响

Fig. 7 The effect of different 1-MCP concentration on ethylene

### 3 讨论

乙烯是植物生命活动所产生的,能诱导成熟和衰老,加快呼吸,促进叶绿素降解以及果实变软。李子是呼吸跃变型果实<sup>[14-15]</sup>,对乙烯更加敏感,1-MCP 处理可以抑制乙烯合成,降低呼吸速率和呼吸峰值。陈嘉等<sup>[5]</sup>

在“清脆”李上研究显示,在贮藏期间 1-MCP 处理呼吸速率低于对照,且呼吸峰值比对照低。大量研究表明,1-MCP 还能有效推迟李果实呼吸高峰出现的时间<sup>[7]</sup>。该试验也得出与上述报道类似的结果。1-MCP 可有效抑制“脱骨”李的乙烯释放,以 1.5  $\mu\text{L/L}$  和 2.0  $\mu\text{L/L}$  处理最明显,这与在‘Tegan Blue’李<sup>[16]</sup>和‘Royal Zee’李<sup>[17]</sup>上的研究吻合。

1-MCP 能够延缓许多种类、品种水果的成熟与衰老过程,进而延缓果实品质的下降。常温贮藏条件下,1-MCP 对李果实硬度和可滴定酸以及维生素 C 含量起到延缓下降的作用,其中 1.5  $\mu\text{L/L}$  和 2.0  $\mu\text{L/L}$  处理效果较明显。此外,1.5  $\mu\text{L/L}$  浓度的 1-MCP 处理还可明显减少烂果的发生。1-MCP 对‘Hanita’李<sup>[8]</sup>、‘Laetitia’李<sup>[18]</sup>和‘Blackamber’<sup>[19]</sup>李的可滴定酸含量影响与该试验结果一致;而在‘Hanita’李<sup>[8]</sup>上,1-MCP 对可滴定酸含量却无明显影响,这可能与品种差异有关。1-MCP 对可溶性固形物的影响也因品种而异。“九台晚”李<sup>[10]</sup>经 1-MCP 处理后,果实可溶性固形物含量低于对照;但 1-MCP 处理对‘Hanita’李和‘Elena’李的可溶性固形物含量并无影响<sup>[8]</sup>。1-MCP 处理对果实硬度的下降有抑制作用,原因在于抑制了多聚半乳糖醛酸酶和纤维素酶活性,推迟果胶酶和淀粉酶活性高峰的出现<sup>[11]</sup>。

影响 1-MCP 作用效果的因素很多<sup>[15]</sup>,如种类、品种、果实成熟度及温度等。邵毅等<sup>[9]</sup>认为 1-MCP 对果实褐变的影响因贮藏温度不同而存在差异。因此,在实际应用 1-MCP 过程中应考虑到多种因素的影响。

#### 参考文献

- [1] 张卫明,钱学射,顾龚平. 中国李的民族植物学[J]. 中国野生植物资源,2004,23(4):1-4.
- [2] 张加延,周恩,褚孟娜,等. 中国果树志·李卷[M]. 北京:中国林业出版社,1998.
- [3] 王艳颖,胡文忠,姜爱丽,等. 氯化钙处理对李果实贮藏冷害及营养品质的影响[J]. 食品科技,2011,36(1):40-44.

- [4] 王友升,陈小燕,李丽萍,等. 1-甲基环丙烯对李果实冷藏及货架期非挥发性风味物质的影响[J]. 食品科学,2012,33(4):301-307.
- [5] 陈嘉,张立新,冯志宏,等. 贮藏温度和 1-甲基环丙烯对四川青脆李褐变的影响[J]. 食品工业科技,2014(2):312-316.
- [6] 及华,刘媛,关军锋,等. 1-MCP、薄膜包装和乙烯吸收剂对‘安哥诺’李长期冷藏期间品质和褐变的影响[J]. 果树学报,2012,29(3):404-408.
- [7] 吴雪莹,王宝刚,曾凯芳. 1-MCP 处理对李果实采后生理和贮藏品质的影响[J]. 包装工程,2015,36(1):97-100.
- [8] 王荣花,轩海波,STREIF. 常温贮藏条件下 1-MCP 处理对欧洲李子采后生理及品质的影响[J]. 北方园艺,2013(13):156-158.
- [9] 邵毅,罗云波,陈安均,等. 1-MCP 处理和贮藏温度对黑宝石李果肉褐变的影响[J]. 农业机械学报,2013,41(3):128-133.
- [10] 程顺昌,纪淑娟,魏宝东. 1-MCP 对九台晚李贮藏效果的影响[J]. 中国果树,2007(4):15-17.
- [11] 彭玉基,韩秀梅,蒋丽,等. 空心李果实采后品质及生理变化特征[J]. 贵州农业科学,2012,40(8):55-57.
- [12] 郝晓玲,王如福,孙建斌. 1-甲基环丙烯延缓果实衰老的应用研究进展[J]. 保鲜与加工,2012,12(2):46-50.
- [13] 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.
- [14] 吴瑕,刘芳,蔡丽丽. 不同浓度钙处理对李子贮藏期果实品质的影响[J]. 北方园艺,2013(18):118-121.
- [15] 余德亿,黄鹏,方大琳,等. 李子贮藏保鲜技术及其应用前景[J]. 中国食物与营养,2011,17(9):51-55.
- [16] KHAN A S, SINGH Z. 1-MCP regulate ethylene biosynthesis and fruit softening during ripening of ‘Tegan Blue’ plum[J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 43:298-306.
- [17] LI D, LURIE S, ZHOU H W. Effect of 1-Methylcyclopropene on ripening of ‘Canino’ apricots and ‘Royal Zee’ plums[J]. Postharvest Biology and Technology, 2002(24):135-145.
- [18] ARGENTA L C, KRAMES J G, MEGGUER C A, et al. Ripening and quality of ‘Laetitia’ plums following harvest and cold storage as affected by inhibition of ethylene action[J]. Brazilian Agricultural Research, 2003, 38(10):1139-1148.
- [19] CANDAN A P, GRAELL J, CRISOSTO C, et al. Improvement of storability and shelf-life of ‘Blackamber’ plums treated with 1-Methylcyclopropene[J]. Food Science and Technology International, 2006(12):436-443.

## Effect of 1-MCP on Ripening and Quality of Postharvested ‘Tuogu’ Plum at Room Temperature

NIU Xinyu, LIU Lin, ZHANG Liangying

(Agricultural and Animal Husbandry, Tibet University, Linzhi, Tibet 860000)

**Abstract:** ‘Tuogu’ plum was used as test material, and stored at the room temperature, the effect of different concentration of 1-MCP on quality and postharvest physiological of ‘Tuogu’ plum was studied. The results showed that 1-MCP could reduce the respiration rate and the respiration peak, and inhibit the releasing of ethylene of the fruits. Moreover, 1-MCP could delay the decline values of titratable acid, firmness and vitamin C, reduce the rotten percentage of fruits to prolong shelf life, but the effect on the soluble solids was not obvious. The effect of different concentration of 1-MCP was varied, at the range of 0—2.0  $\mu\text{L/L}$ , the effect of inhibiting respiration and ethylene release in the fruits treated with 1.5  $\mu\text{L/L}$  and 2.0  $\mu\text{L/L}$  1-MCP was more obvious than the control. But the rotten fruit percentage was higher than treated with 2.0  $\mu\text{L/L}$  1-MCP. Taking together, the effect of 1.5  $\mu\text{L/L}$  1-MCP treatment was the best among all treatments.

**Keywords:** 1-MCP; ‘Tuogu’ plum; postharvest; physiological change