

不同 1-MCP 对布福娜保鲜效果的影响

巴良杰, 罗冬兰, 赵治兵, 王瑞, 吴邦超, 曹森
(贵阳学院, 贵阳 550005)

摘要: **目的** 通过探究不同的 1-甲基环丙烯 (1-Methylcyclopropene, 1-MCP) 处理对布福娜保鲜效果的影响。**方法** 以布福娜为实验材料, 分别采用不同含量 (0, 0.5, 1.0, 1.5 $\mu\text{L/L}$) 的 1-MCP 处理布福娜, 4 组果实均置于 $(4\pm 1)^\circ\text{C}$ 低温下贮藏, 在贮藏期间每 10 d 测定 1 次布福娜果实的生理指标。**结果** 不同的 1-MCP 处理均能有效抑制布福娜贮藏期的果实呼吸强度, 不仅可以延缓质量损失率、腐烂率、相对电导率、pH 值和丙二醛的增加速度, 还可以抑制含水率, 以及还原糖、可溶性固形物、可滴定酸和 Vc 等含量的降低。其中, 1.0 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理效果要优于 0.5, 1.5 $\mu\text{L/L}$ 处理。**结论** 1-MCP 处理布福娜果实的保鲜效果良好, 有利于延长布福娜果实的贮藏期, 保持较好的果实品质, 以 1.0 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理效果最佳, 可用于布福娜采后保鲜。

关键词: 布福娜; 1-MCP; 保鲜; 贮藏

中图分类号: TS255.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)07-0026-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.07.004

Effect of 1-MCP of Different Concentrations in Fresh-keeping of *Kadsura Coccinea*

BA Liang-jie, LUO Dong-lan, ZHAO Zhi-bing, WANG Rui, WU Bang-chao, CAO Sen
(Guiyang University, Guiyang 550005, China)

ABSTRACT: The work aims to investigate the effects of different concentrations of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on preservation quality of *Kadsura coccinea* fruits. *Kadsura coccinea* fruits were used as experiment materials and treated by 1-MCP of different concentrations (0, 0.5, 1.0, 1.5 $\mu\text{L/L}$). The four groups of fruits were stored at low temperature $(4\pm 1)^\circ\text{C}$ and the physiological indexes of the four groups were determined once every 10 days. 1-MCP of different concentrations could inhibit the respiration intensity of *Kadsura coccinea* fruits during storage, delay the increase of mass loss rate, rot rate, relative conductivity, pH and malondialdehyde and restrain the reduction of water content, reducing sugar, soluble solids, titratable acid and Vc. The effect of 1-MCP with 1.0 $\mu\text{L/L}$ concentration was better than that with 0.5 $\mu\text{L/L}$ and 1.5 $\mu\text{L/L}$ concentration. 1-MCP treatment can obtain good preservation effects on *Kadsura coccinea* fruits due to prolonging storage longevity and keeping the original fruit quality. The best preservation method is 1-MCP with 1.0 $\mu\text{L/L}$ concentration, which can be used for *Kadsura coccinea* fruits postharvest preservation.

KEY WORDS: *Kadsura coccinea*; 1-MCP; preservation; storage

布福娜 (*Kadsura coccinea*) 是多年生常绿攀援藤本植物, 又名黑老虎、冷饭团, 双子叶植物, 属南

收稿日期: 2019-01-21

基金项目: 贵阳学院博士人才启动基金 (GYU-ZRD(2018)-011); 贵州省科学技术厅项目 (黔科合 LH 字[2014]7189 号); 贵州省教育厅项目 (黔教合 KY 字[2014]309 号); 贵州省 2018 年大学生创新创业训练计划 (2018520798)

作者简介: 巴良杰 (1988—), 男, 博士, 贵阳学院副教授, 主要研究方向为果蔬贮藏与保鲜。

通信作者: 曹森 (1988—), 男, 贵阳学院副教授, 主要研究方向为农产品贮藏与保鲜。

五味子属、五味子科,目前广泛分布于广西、贵州、云南等省。布福娜是一种集食用、观赏、药用、美容于一体的奇异水果,号称“长寿之果”,市场价为90元/kg左右,是一种非常具有发展潜力的新型水果^[1-2]。由于布福娜的采收时间多集中在高温多雨的季节,采收时果实的含水量较高,呼吸作用较强,采摘后在常温下极易出现失水萎蔫,甚至腐烂等现象,从而失去商品价值,在一定程度上限制了布福娜产业的发展,因此研究布福娜的贮藏保鲜技术,对促进布福娜水果产业的发展具有非常重要的意义。

目前,国内外还未见对布福娜的贮藏保鲜研究的相关报道。通过分析研究与布福娜同类的浆果(如巨峰葡萄、红玛瑙石榴)的贮藏保鲜发现,1-MCP处理可以明显延长葡萄、石榴的贮藏期^[3-8],并且1-MCP在其他水果保鲜方面也有研究报道^[9-13]。这些研究结果表明,1-MCP在水果采收后贮藏保鲜方面具有一定的保鲜效果,该方法具有可行性。

目前,尚未见针对1-MCP处理对布福娜采收后保鲜效果的研究报道。文中以布福娜为实验材料,研究1-MCP处理后布福娜贮藏期的果实品质和生理变化规律,旨在为布福娜采收后贮藏保鲜提供参考依据。

1 实验

1.1 材料及设计

实验材料为贵州省锦屏县隆里乡隆里村种植的布福娜,于2018年10月采摘,采摘后迅速运到实验室,筛选无机械损伤、无病虫害、果实颜色和大小基本一致的果实进行试验。果实在常温(20℃)愈合12h后进行不同处理,采用分别为0.5, 1.0, 1.5 μL/L(熏蒸时1-MCP含量与熏蒸总体积的比值)的1-MCP在常温下(20℃)对布福娜熏蒸处理20h,其中未进行1-MCP处理记为CK组。熏蒸结束后立刻装于保鲜袋中,置于(4±1)℃低温下贮藏,在贮藏期间每10d对布福娜果实的相关生理指标进行测定,测定周期为40d,每组重复测定3次,取其平均值。

1.2 布福娜指标的测定及方法

1)呼吸强度的测定。取2个布福娜果实,称量,置于已知体积的密闭容器中,在室温条件下放置3h后,用气相色谱仪测定其呼吸强度。

2)果实质量损失率、含水量、可溶性固形物含量、可滴定酸含量的测定参照李丽^[12]等的方法进行。

3)果实腐烂率、相对电导率、pH、丙二醛(MDA)、还原糖和Vc含量的测定参照曹建康^[13]等的方法进行。

1.3 数据处理与作图

数据结果采用Excel 2010软件进行统计处理,差异显著分析采用SPSS 22.0软件,作图采用Excel 2010软件。

2 结果与分析

2.1 1-MCP处理对布福娜呼吸强度的影响

果实采收后贮藏过程中,呼吸作用的大小直接关系到果实的衰老进程,通过将呼吸作用作为判断果实贮藏过程中代谢强弱和果实耐贮性的重要指标之一。呼吸作用的强弱通过呼吸强度的大小来衡量。由图1可知,在布福娜低温贮藏过程中,4个处理组的呼吸强度呈现整体下降趋势,在贮藏期为10~40d时,呼吸强度变化不大,但总体呈现缓慢下降趋势,并且CK处理组的呼吸强度显著高于其它3个1-MCP处理组($P<0.05$),但3个1-MCP处理组之间的差异不显著($P>0.05$)。综上可知,1-MCP处理可以有效抑制布福娜贮藏期的呼吸强度。

2.2 1-MCP处理对布福娜腐烂率和质量损失率的影响

由图2可知,布福娜在贮藏期前20d内的腐烂率均为0。在贮藏20~40d期间,布福娜果实的腐烂率呈现总体增加趋势,且CK组的腐烂率增加趋势要高于3个1-MCP处理组。在贮藏40d时,CK组的腐烂率已经增加到34.4%,而0.5, 1.0, 1.5 μL/L处理组的腐烂率分别为19.8%, 11.1%, 15.6%, 4个处理之间差异显著($P<0.05$)。说明1-MCP处理可以显著抑制布福娜贮藏期腐烂率的增加,且1.0 μL/L的1-MCP处理效果最好。

随着贮藏期的延长,由于布福娜果实的呼吸和蒸腾作用,果实的质量损失率不断增加。在贮藏30d后,CK组的质量损失率显著大于0.5, 1.0, 1.5 μL/L处理组($P<0.05$),且3个1-MCP处理组的质量损失率大小关系为:0.5 μL/L组<1.5 μL/L组<1.0 μL/L组,3个处理组之间差异显著($P<0.05$),见图3。表明1-MCP处理可减少采收后布福娜的质量损失率,1.0 μL/L的1-MCP处理效果最好。

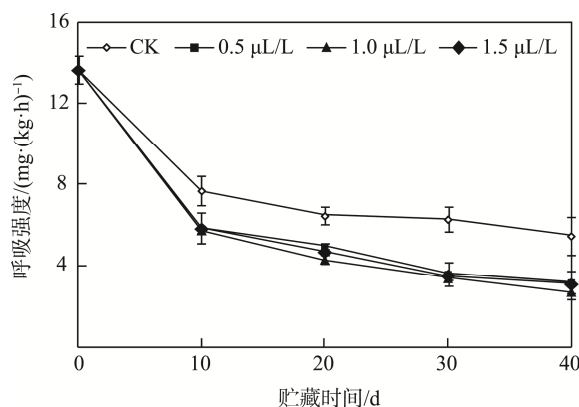


图1 不同1-MCP处理对布福娜呼吸强度的影响
Fig.1 Effect of 1-MCP of different concentrations on respiration intensity of *Kadsura coccinea* fruit

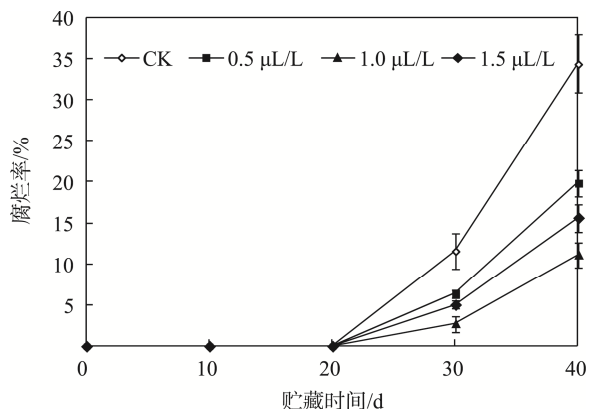


图2 不同1-MCP处理对布福娜腐烂率的影响
Fig.2 Effect of 1-MCP of different concentrations on rot ratio of *Kadsura coccinea* fruit

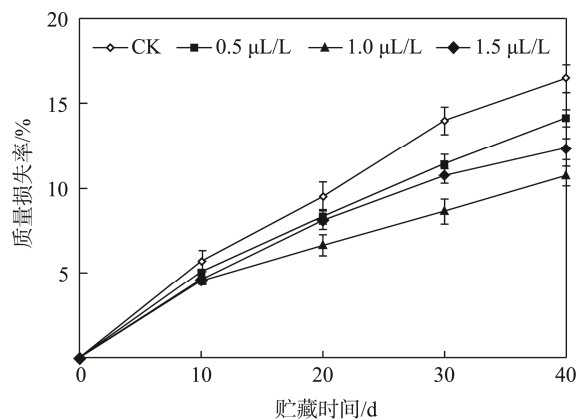


图3 不同1-MCP处理对布福娜质量损失率的影响
Fig.3 Effect of 1-MCP of different concentrations on mass loss ratio of *Kadsura coccinea* fruit

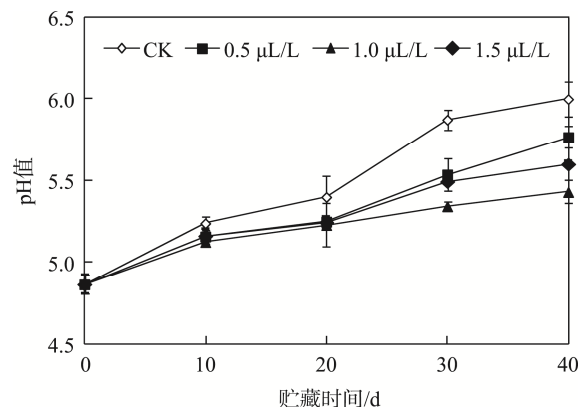


图4 不同1-MCP处理对布福娜pH值的影响
Fig.4 Effect of 1-MCP of different concentrations on pH of *Kadsura coccinea* fruit

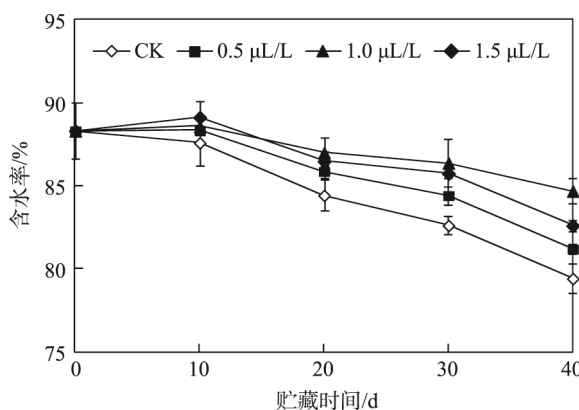


图5 不同1-MCP处理对布福娜含水率的影响
Fig.5 Effect of 1-MCP of different concentrations on water content of *Kadsura coccinea* fruit

2.3 1-MCP 处理对布福娜 pH 值和含水率的影响

在布福娜整个贮藏期,果实的 pH 值呈现总体增加的趋势,见图 4。在贮藏 40 d 时,CK 组、0.5 $\mu\text{L/L}$ 组、1.0 $\mu\text{L/L}$ 组和 1.5 $\mu\text{L/L}$ 组的 pH 值依次为 6.0, 5.7, 5.43, 5.6, 4 个处理组之间差异显著 ($P<0.05$)。由此可知,1-MCP 处理抑制了布福娜果实在贮藏过程中 pH 值的增加,1.0 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理的抑制效果要高于 0.5 $\mu\text{L/L}$ 和 1.5 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理。

在贮藏 10~40 d 时,布福娜果实的含水率呈下降趋势,见图 5。在贮藏 30 d 时,CK 组的含水率要显著低于 3 个 1-MCP 处理组 ($P<0.05$)。在贮藏 40 d 时,CK 组,0.5 $\mu\text{L/L}$ 处理组,1.0 $\mu\text{L/L}$ 处理组,1.5 $\mu\text{L/L}$ 处理组的含水率大小关系为:0.5 $\mu\text{L/L}$ 组<1.5 $\mu\text{L/L}$ 组<0.5 $\mu\text{L/L}$ 组<CK 组,且 4 个处理组之间差异显著 ($P<0.05$)。总之,1-MCP 处理可以有效地延缓布福娜果实贮藏期含水率的下降。

2.4 1-MCP 处理对布福娜丙二醛和相对电导率的影响

果实组织在采后贮藏过程中,受到逆境胁迫时,会导致细胞膜透析明显增加,进而导致细胞损伤。丙二醛 (Malondialdehyde, MDA) 是细胞膜损伤过程中的主要产物之一,其含量的大小可以用来衡量细胞膜损伤程度。由图 6 可知,布福娜在整个贮藏过程中,丙二醛含量呈增加趋势。在贮藏 30 d 时,CK 组、0.5 $\mu\text{L/L}$ 处理组、1.0 $\mu\text{L/L}$ 处理组和 1.5 $\mu\text{L/L}$ 处理组的丙二醛含量依次为 4.97, 4.56, 3.95, 4.26 nmol/g, 4 个处理之间差异显著 ($P<0.05$)。表明,1-MCP 处理可以不同程度地抑制布福娜贮藏期丙二醛含量的增加,并且 1.0 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理效果好于 0.5 $\mu\text{L/L}$ 和 1.5 $\mu\text{L/L}$ 处理。

通过测定布福娜果皮的电导率,可以掌握果实细胞膜通透性的变化,进一步反映布福娜果实的损失程度以及抗逆性,结果见图 7。在布福娜整个贮藏过程中,果实的相对电导率呈现总体增加的趋势。在贮藏 40 d 时,4 个处理组的相对电导率达到最大值,相对

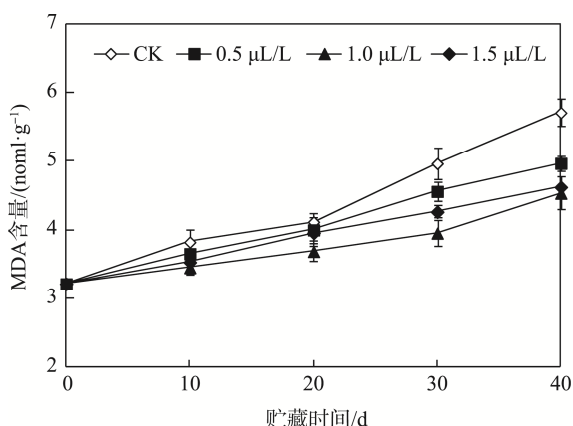


图 6 不同 1-MCP 处理对布福娜 MDA 含量的影响
Fig.6 Effect of 1-MCP of different concentrations on MDA of *Kadsura coccinea* fruit

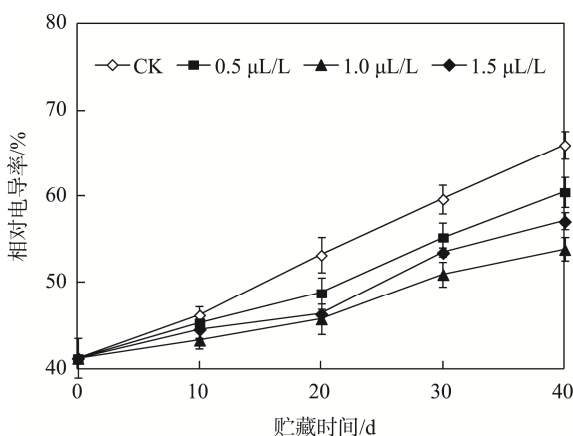


图 7 不同 1-MCP 处理对布福娜相对电导率的影响
Fig.7 Effect of 1-MCP of different concentrations on relative conductivity of *Kadsura coccinea* fruit

电导率大小依次为: 0.5 μL/L 处理组 < 1.5 μL/L 处理组 < 0.5 μL 处理组 < CK 组, 且 4 个处理之间差异显著 ($P < 0.05$)。综上可知, 1-MCP 处理均能不同程度地延缓布福娜相对电导率的增加。

2.5 1-MCP 处理对布福娜可溶性固形物和还原糖含量的影响

由图 8 可知, 在布福娜贮藏 0~10 d 内, 4 个处理组的可溶性固形物含量都呈缓慢上升趋势, 可能是由于果实后熟造成的。在贮藏后期 (10~40 d), 4 个处理的可溶性固形物含量呈现明显下降趋势。在贮藏 30~40 d 时, CK 组的可溶性固形物含量显著低于 3 个 1-MCP 处理组 ($P < 0.05$)。说明 1-MCP 处理可以不同程度地抑制布福娜可溶性固形物含量的降低。

在布福娜整个贮藏过程中, 还原糖和可溶性固形物含量的变化趋势基本一致, 先缓慢上升, 在 10 d 时达到最大值, 然后全部下降。在贮藏 40 d 时, CK 组、0.5 μL/L 处理组、1.0 μL/L 处理组和 1.5 μL/L 处理组的还原糖质量分数依次为 2.12%, 2.66%, 2.93%, 2.86%, 3 个 1-MCP 处理组显著高于 CK 组 ($P < 0.05$),

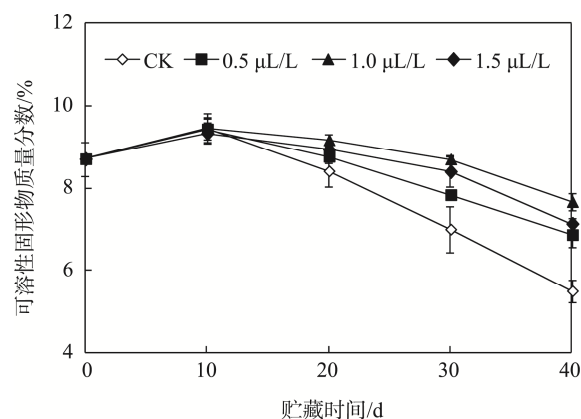


图 8 不同 1-MCP 处理对布福娜可溶性固形物的影响
Fig.8 Effect of 1-MCP of different concentrations on total soluble solids of *Kadsura coccinea* fruit

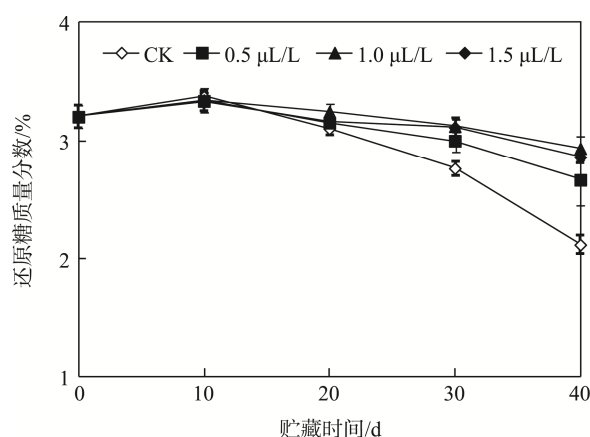


图 9 不同 1-MCP 处理对布福娜还原糖的影响
Fig.9 Effect of 1-MCP of different concentrations on reducing sugar content of *Kadsura coccinea* fruit

但 3 个 1-MCP 处理组之间无显著差异, 见图 9。由此可见, 1-MCP 处理抑制了布福娜果实还原糖含量的降低。

2.6 1-MCP 处理对布福娜可滴定酸和 Vc 含量的影响

由图 10 可知, 在布福娜整个贮藏过程中, 4 个处理组的可滴定酸含量都呈下降趋势, 并且在贮藏 40 d 时下降到最低值, CK 组、0.5 μL/L 组、1.0 μL/L 组和 1.5 μL/L 组的可滴定酸质量分数依次为 0.22%, 0.31%, 0.43%, 0.35%, 4 个处理之间差异显著 ($P < 0.05$)。说明 1-MCP 处理可以有效地抑制布福娜可滴定酸含量的下降。

由图 11 可知, 在布福娜整个贮藏过程中, 4 种不同处理的 Vc 含量都呈下降趋势。布福娜刚采摘时, Vc 含量为 144.5 mg/100 g, 而在贮藏 40 d 时, CK 组的 Vc 含量为 64.9 mg/100 g, 0.5 μL/L、1.0 μL/L 和 1.5 μL/L 的 1-MCP 处理组依次为 80.4, 97.4, 77.9 mg/100 g。说明 1-MCP 处理能有效地抑制布福娜 Vc 含量的下降, 其中, 1.0 μL/L 的 1-MCP 处理最佳。

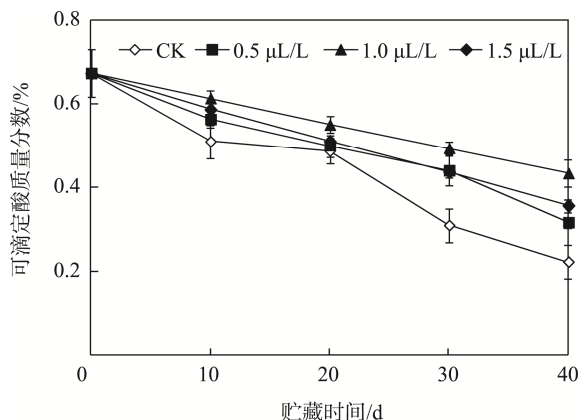


图 10 不同 1-MCP 处理对布福娜可滴定酸的影响
Fig.10 Effect of 1-MCP of different concentrations on Titratable acid of *Kadsura coccinea* fruit

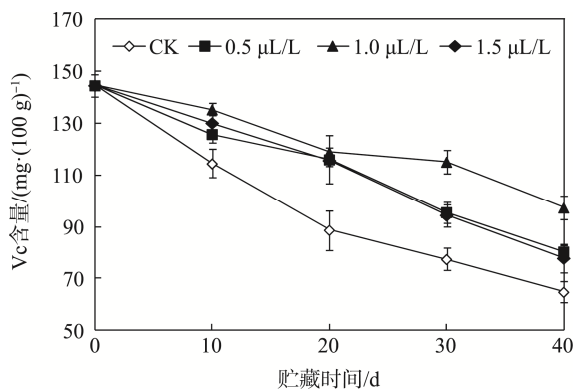


图 11 不同 1-MCP 处理对布福娜 Vc 含量的影响
Fig.11 Effect of 1-MCP of different concentrations on Vc of *Kadsura coccinea* fruit

3 结语

前人的研究表明, 1-MCP 处理可以延缓果蔬(香蕉、番茄、苹果、猕猴桃、葡萄等)的成熟衰老, 从而延长其货架期, 根据果蔬自身特性的差异, 1-MCP 的使用量也不同。布福娜作为一种奇异特殊水果, 1-MCP 处理研究还未见相关报道。研究表明, 1-MCP 处理可以有效地延缓葡萄腐烂率、质量损失率的增加, 较好地保持可溶性固形物、还原糖、可滴定酸以及 Vc 的含量, 较好地维持果实的品质, 保鲜效果明显; 张鹏等研究也进一步证实 1-MCP 可以明显地延长果实采后贮藏期, 延缓衰老。这些结果为布福娜的保鲜研究提供有利的依据。通过文中的试验发现, 3 种不同(0.5, 1.0, 1.5 $\mu\text{L/L}$)的 1-MCP 处理均能有效抑制布福娜贮藏期果实的呼吸强度, 不仅可以延缓质量损失率、腐烂率、相对电导率、pH 和丙二醛的增加, 还可以抑制含水率、还原糖、可溶性固形物、可滴定酸和 Vc 的降低, 并且 1.0 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理效果要优于 0.5 $\mu\text{L/L}$ 和 1.5 $\mu\text{L/L}$ 。

以上结果说明, 1-MCP 可以延缓布福娜贮藏期

果实的衰老, 延长贮藏期, 这与 1-MCP 在葡萄、猕猴桃、香蕉等果蔬上的保鲜作用相吻合, 进一步证实了结果的可靠性。该研究采用 1-MCP 处理, 有利于延长布福娜的贮藏期, 保持较好的果实品质, 以 1.0 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理效果最好, 不但具有高效、稳定性好、无残留等优点, 而且还具有成本低、操作简单等优点, 因此 1-MCP 处理布福娜具有巨大的潜力, 值得推广应用。

参考文献:

- [1] 龙胜碧. 布福娜优质高产栽培技术[J]. 耕作与栽培, 2017, 5(1): 78—79.
LONG Sheng-bi. The High Yielding Cultivation Techniques of *Kadsura Coccinea*[J]. Tillage and Cultivation, 2017, 5(1): 78—79.
- [2] 谢玮. 黔东黑老虎果营养品质评价[J]. 食品工业科技, 2019(1): 1—9.
XIE Wei. Nutritional Quality Evaluation of *Kadsura Coccinea* Fruit in Eastern Guizhou[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019(1): 1—9.
- [3] 邓冰, 韩云云, 张玉凤, 等. 1-MCP 结合 CT 复合保鲜剂对木纳格葡萄保鲜效果的研究[J]. 保鲜与加工, 2018, 18(1): 8—13.
DENG Bi, HAN Yun-yun, ZHANG Yu-feng, et al. Effect of 1-MCP Fumigation Combined with CT Compound Preservatives on Storage of *Munake* Grape[J]. Storage and Process, 2018, 18(1): 8—13.
- [4] 张鹏, 邵丹, 李江阔, 等. 1-MCP 对硬肉型葡萄货架期间品质及挥发性物质的影响[J]. 中国食品学报, 2018, 18(4): 219—226.
ZHANG Peng, SHAO Dan, LI Jiang-kuo, et al. Effects of 1-MCP on Quality and Volatile Components of Hard Meat-type Grapes during Shelf Life[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2018, 18(4): 219—226.
- [5] 唐怡, 杨红, 李文婷, 等. 1-MCP 对木纳格葡萄的保鲜效果[J]. 食品工业科技, 2018, 39(5): 301—306.
TANG Yi, YANG Hong, LI Wen-ting, et al. The Preservation Effect of 1-MCP on *Munake* Grape Fruit[J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(5): 301—306.
- [6] 洪克前, 谢江辉, 张鲁斌, 等. 1-MCP 对“珍珠”番石榴采后生理和品质的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2012, 20(6): 566—570.
HONG Ke-qian, XIE Jiang-hui, ZHANG Lu-bin, et al. Effects of 1-MCP on Physiology and Quality of Harvested 'Pearl' Guava[J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2012, 20(6): 566—570.
- [7] 郭彩琴, 惠伟, 王晶, 等. 1-MCP 对净皮甜石榴的冷藏保鲜效果[J]. 食品工业科技, 2012, 33(3): 348—351.
GUO Cai-qin, HUI Wei, WANG Jing, et al. Effect of 1-MCP Treatment on 'Jingpitian' Pomegranate during

- Cold Storage[J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(3): 348—351.
- [8] 陈洪彬, 林毅雄, 陈南泉, 等. 番石榴果实采后处理与保鲜技术研究进展[J]. 包装与食品机械, 2013, 31(5): 39—43.
CHEN Hong-bin, LIN Yi-xiong, CHAN Nan-quan, et al. Advances in the Studies on Postharvest Handling and Fresh-keeping Methods of Guava Fruits[J]. Packaging and Food Machinery, 2013, 31(5): 39—43.
- [9] DE R K, SIVAKUMAR D, KORSTEN L. Integrated Application of 1-Methylcyclopropene and Modified Atmosphere Packaging to Improve Quality Retention of Litchi Cultivars during Storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2009, 52: 71—77.
- [10] ATKINSON R G, GUNASEELAN K, WANG M Y, et al. Dissecting the Role of Climacteric Ethylene in Kiwifruit (*Actinidia Chinensis*) Ripening Using a 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylic Acid Oxidase Knockdown Line[J]. Journal of Experimental Botany, 2011, 62(11): 3821—3835.
- [11] MASSOLO J F, CONCELLON A, CHAVESA A R, et al. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Delays Senescence, Maintains Quality and Reduces Browning of Non-climacteric Eggplant (*Solanum Melongena* L) Fruit [J]. Postharvest Biology & Technology, 2011, 59(1): 10—15.
- [12] WATKINS C B. The Use of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on Fruits and Vegetables [J]. Biotechnology Advances, 2006, 24(4): 389—409.
- [13] SILVA R S, SILVA S M, ROCHA A, et al. Influence of 1-MCP on Berry Drop and Quality of 'Isabel' Grape [J]. Acta Horticulturae, 2013, 1012: 509—514.
- [14] 李丽, 李杰民, 孙健, 等. 仲丁醇对采后龙眼低温贮藏特性的影响[J]. 南方农业学报, 2017, 48(12): 2247—2252.
LI Li, LI Jie-ming, SUN Jian, et al. Effects of 2-Butanol on Characteristics of Postharvest Longan Fruits Stored under Low Temperature[J]. Journal of Southern Agriculture, 2017, 48(12): 2247—2252.
- [15] 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: 2013: 33—150.
CAO Jian-kang, JIANG Wei-bo, ZHAO Yu-mei. Experiment Guidance of Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruit and Vegetables[M]. Bei-jing: China Light Industry Press, 2013: 33—150.