

1-MCP 对猕猴桃货架期品质的影响

王胜男,任小林,任 艳

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

[摘 要] **【目的】**研究 1-甲基环丙烯(1-MCP)处理、1-MCP 处理结合出库后乙烯利催熟对猕猴桃果实货架期品质的影响,为完善 1-MCP 在猕猴桃果实保鲜上的应用提供依据。**【方法】**以“秦美”猕猴桃为试材,用 $1.0 \mu\text{L/L}$ 1-MCP 密闭处理 24 h 后进行冷藏(1-MCP 处理),出库后取部分 1-MCP 处理猕猴桃,用 750 倍液的乙烯利浸果催熟(1-MCP+乙烯利处理),以未经 1-MCP 处理的果实为对照,测定 1-MCP 处理、1-MCP+乙烯利处理和对照处理猕猴桃的呼吸速率、乙烯释放速率、果实硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量和 V_c 含量等指标。**【结果】**与对照相比,1-MCP 处理可显著抑制货架期猕猴桃果实的呼吸速率和乙烯释放速率,有效延缓果肉硬度、可滴定酸含量及 V_c 含量的下降,抑制可溶性固形物含量增加,保持果实的营养价值,但 1-MCP 处理果实在货架期间软化较慢,味道偏酸,食用品质降低。1-MCP 处理结合出库后乙烯利催熟,猕猴桃果实的呼吸速率、乙烯释放速率、果肉硬度、可滴定酸含量、 V_c 含量和可溶性固形物含量均介于对照和 1-MCP 处理果实之间,与对照相比,延长了贮藏期和货架期,与 1-MCP 处理相比,改善了货架期果实的风味。**【结论】**冷藏与 1-MCP 结合处理能延长猕猴桃的贮藏期,但 1-MCP 处理对果实货架期食用品质有不利影响,采取出库后乙烯利处理可以改善果实的食用品质。

[关键词] 猕猴桃;1-MCP;乙烯利;货架期;果实品质

[中图分类号] S663.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2010)07-0149-06

Effects of 1-MCP treatment on shelf-life quality of kiwi fruit

WANG Sheng-nan, REN Xiao-lin, REN Yan

(College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】**The study was to investigate the effects of 1-MCP and 1-MCP combined with Ethephon (after stored in $(0 \pm 1)^\circ\text{C}$) treatment on the shelf-life quality of kiwi fruit to provide primary theory for improving the kiwifruit quality with 1-MCP. **【Method】**“Qinmei” kiwi fruit cultivars (*Actinidia deliciosa* C. F. Liang et A. R. Ferguson) were chosen to investigate the effects of $1.0 \mu\text{L/L}$ 1-MCP and 1-MCP combined with 750 dilution Ethephon (after stored in $(0 \pm 1)^\circ\text{C}$) treatment on the shelf-life quality of kiwifruit, with fruits not treated by 1-MCP as the CK to determine respiration rates, ethylene production rates, fruit firmness, titratable acid, vitamin C and total soluble solids of kiwi fruits. **【Result】**Compared with CK, the results indicated that 1-MCP treatment efficiently inhibited respiration rates and ethylene production rates, significantly delayed the reduction of fruit firmness, the decrease of the titratable acid, the decline in vitamin C, the rise of total soluble solids of kiwifruits, and preserved better nutrition. But fruits treated by 1-MCP softened slowly and tasted sour. The respiration rates, ethylene production rates, fruit firmness, the content of titratable acid, vitamin c and total soluble solids of kiwi fruits treated by 1-MCP combined with Ethephon (after stored in $(0 \pm 1)^\circ\text{C}$), were between the CK and 1-MCP treatment. Com-

* [收稿日期] 2010-01-05

[基金项目] 国家现代苹果产业技术体系

[作者简介] 王胜男(1983—),女,河北迁西人,在读硕士,主要从事园艺产品采后生理与贮藏保鲜研究。

E-mail: zuibangde0204@163.com

[通信作者] 任小林(1964—),男,陕西永寿人,教授,博士生导师,主要从事园艺产品成熟衰老生理及其控制与采后贮藏保鲜技术研究。E-mail: rxl9152@yahoo.com.cn

pared with CK, it extended the storage period and shelf life; Compared with 1-MCP, it improved shelf-life quality and preserved better nutrition. 【Conclusion】 Cold storage combined with 1-MCP treatment can prolong the storage period, but 1-MCP treatment has adverse effects, applying Ethephon (after stored in $(0 \pm 1) ^\circ\text{C}$) can improve the shelf-life quality.

Key words: kiwi fruit; 1-methylcyclopropene; ethephon; shelf-life; fruit quality

猕猴桃是我国的一种特产果树资源,近年来得到了长足的发展,其果实为皮薄多汁的浆果,常温下极易软化腐烂,采后损失率极高。“秦美”猕猴桃是陕西省猕猴桃生产的主栽品种,其在采后贮藏过程中的最显著变化是果实迅速软化。此品种虽然释放乙烯的能力很低,但对乙烯却极其敏感,用 $0.1 \mu\text{L/L}$ 的外源乙烯处理就可以促进果实的成熟软化,缩短低温贮藏寿命^[1],所以控制乙烯的作用是猕猴桃贮藏中的一个关键措施,设法减少内源乙烯的生成、降低环境中的乙烯浓度和抑制乙烯的催熟作用,对秦美猕猴桃果实的鲜贮具有重要意义^[2]。

1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)是近年来发现的一种新型乙烯受体抑制剂,通过与乙烯受体优先结合的方式抑制乙烯的生理效应。据报道,1-MCP 与乙烯受体优先结合后,不但能强烈抑制内源乙烯的生理效应,而且还能抑制外源乙烯对内源乙烯的诱导作用^[3-4]。前人研究表明,1-MCP 可有效抑制多种果品的乙烯释放^[5-6],如苹果^[7]、李^[8]、番茄^[9]、香蕉^[5,10]、梨^[11]、杏^[12]、猕猴桃^[13-15]等。美国环保局已批准在苹果贮藏中使用 1-MCP。近两年来有消费者反映,经 1-MCP 处理的猕猴桃果实不能正常软化,风味变淡,食用价值下降。本试验旨在研究在 $(0 \pm 1) ^\circ\text{C}$ 贮藏条件下,1-MCP 对“秦美”猕猴桃货架期乙烯释放和品质的影响,并探讨了 1-MCP 处理结合乙烯利催熟对猕猴桃食用品质的改善作用,以期 1-MCP 在猕猴桃贮藏保鲜上的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

于 2008-10-12,从陕西省杨凌示范区夏家沟村一管理良好的猕猴桃果园内,采收大小均匀、无病虫害、成熟度相对一致的“秦美”猕猴桃果实,共 360 kg,采后立即运回实验室。随机选取 30 个果实,测其果肉硬度为 10.3 kg/cm^2 ,可溶性固形物含量为 6.9%,可滴定酸含量为 17.85 g/L 。1-MCP 试剂由罗门哈斯(中国)公司提供。

1.2 方法

将需处理的猕猴桃果实分别装入 2 个体积为 360 L 的密封性良好的气调箱中,根据目前科研和生产上常用的 1-MCP 处理浓度($1 \mu\text{L/L}$),准确称取 0.619 g 的 1-MCP 粉剂(SmartFresh,有效成分含量 1.4 g/kg)置于带橡皮塞的小试管中,将小试管置于气调箱中,用皮下注射器将 20 g/L KOH 溶液注入小试管中,立即密封气调箱,室温($(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$)下熏蒸 24 h;对照(CK)果实放入无 1-MCP 的气调箱内密封 24 h。然后取出,将经 1-MCP 处理的果实和对照果实装入带有塑料薄膜内衬的果箱内,处理果实装 6 箱,对照果实装 3 箱,每箱 40 kg,贮藏于 $(0 \pm 1) ^\circ\text{C}$ 、相对湿度 90%~95%的冷库中。在猕猴桃消费旺季元旦前夕(2008-12-15)和春节前夕(2009-01-15),分别取出部分猕猴桃,取出当天将 1/2 经 1-MCP 处理的果实用 750 倍液(预试验筛选得出)的乙烯利(Ethephon,有效成分含量 40%)进行浸果催熟处理(1-MCP+Ethephon),所有果实置于室温($(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$,模拟货架期)下,每 2 d 测定 1 次品质和生理指标,综合各个指标的测定结果,结束货架期的测定。

1.3 测定项目及其方法

1.3.1 呼吸速率和乙烯释放速率 在 $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$ 条件下,随机选取 15 个猕猴桃果实密封 1 h,用 HEL-7100 型红外线 CO_2 分析仪测定呼吸速率;用岛津 GC-14A 气相色谱仪测定乙烯浓度,并计算乙烯释放速率,重复 3 次。

1.3.2 果实品质指标 随机选取 10 个猕猴桃果实,用硬度计(意大利 FT-327 型)测定对称两颊部去皮果肉的硬度;用日本爱拓数显手持糖度仪(PAL-1)测定可溶性固形物(SSC)含量;用 0.1 mol/L NaOH 滴定法测定可滴定酸含量;用钼蓝比色法^[16]测定 V_c 含量。所有指标重复测定 3 次。

1.4 数据的统计分析

利用 SAS 数据处理软件,对数据进行统计与分析,以 $P < 0.05$ 为差异显著,以 $P < 0.01$ 为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 1-MCP 对“秦美”猕猴桃果实货架期呼吸速率和乙烯释放速率的影响

2.1.1 呼吸速率 由图 1 可知,在元旦和春节的货架期里,3 个处理“秦美”猕猴桃果实呼吸速率的变化趋势基本相同,均先升高,随后下降。对照果实呼吸速率元旦和春节货架期均在第 5 天达最大值,随后迅速下降,最后趋于平稳;1-MCP 处理果实的呼吸速率在元旦货架期第 9 天达到最大值,在春节货

架期第 7 天达到最大值,分别比对照推迟 4 和 2 d,且其呼吸速率明显降低;1-MCP+Ethephon 处理果实呼吸速率元旦和春节货架期均在第 7 天达到最大值,整个货架期的平均呼吸速率介于对照和 1-MCP 处理之间。元旦货架期,第 15 天对照与 1-MCP 处理之间及第 21 天 1-MCP 与 1-MCP+Ethephon 处理之间,果实呼吸速率的差异均达显著水平($P<0.05$);春节货架期,第 11 天 3 个处理之间及第 19 天 1-MCP 与 1-MCP+Ethephon 处理之间,果实呼吸速率的差异均达到显著水平($P<0.05$)。

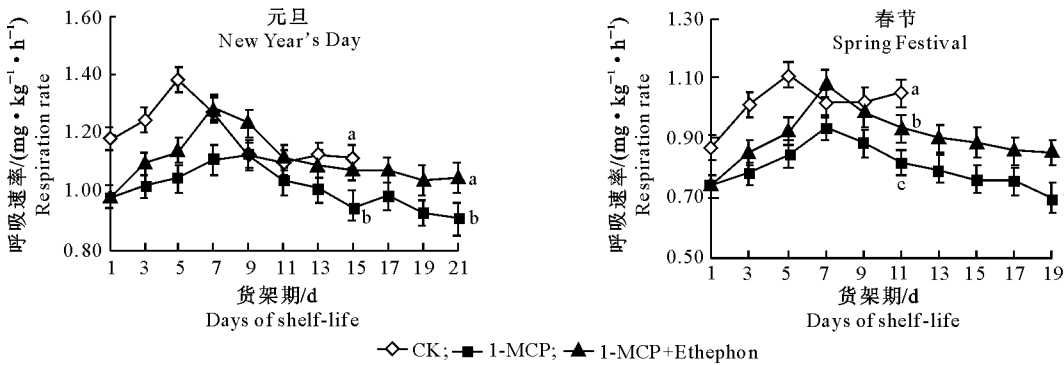


图 1 “秦美”猕猴桃果实货架期呼吸速率的变化

同一货架期,标不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$),标不同大写字母表示处理间差异极显著($P<0.01$)。下图同。
Fig. 1 Respiratory rate of “Qinmei” kiwi fruit during shelf-life
In the same days of shelf-life, different small letters mean significant difference ($P<0.05$), different capital letters mean very significant difference ($P<0.01$). The same as follows.

2.1.2 乙烯释放速率 1-MCP 能够与乙烯竞争乙烯受体的作用位点,因而能够对乙烯起到抑制作用。

本试验猕猴桃果实货架期乙烯的释放速率如图 2 所示。

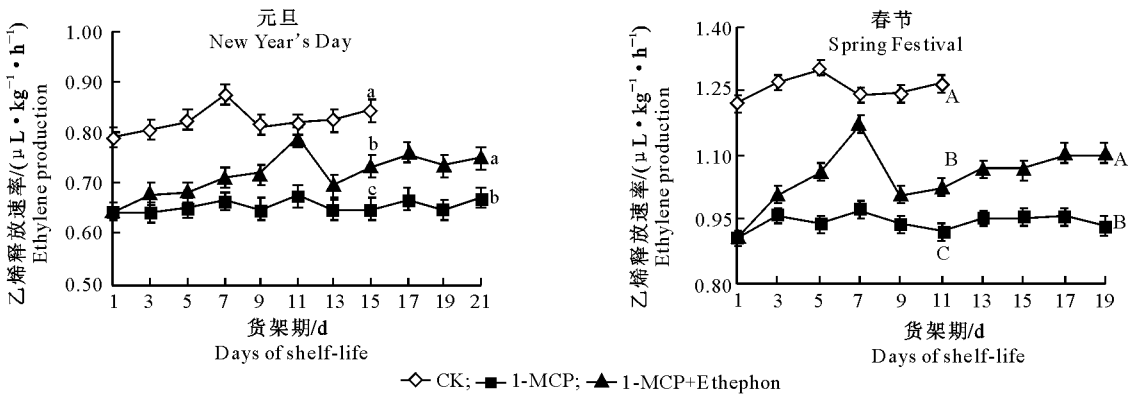


图 2 “秦美”猕猴桃果实货架期乙烯释放速率的变化

Fig. 2 Ethylene production rate of “Qinmei” kiwi fruit during sheif-life
由图 2 可以看出,在从冷库转至货架条件下,“秦美”猕猴桃果实的乙烯释放速率呈先增加后降低,之后又缓慢上升的趋势。在元旦货架期,对照果实乙烯释放速率在第 7 天达到最大值,随后下降至上升前的水平;1-MCP 处理果实的乙烯释放速率在整个货架期变化平缓,没有明显的释放高峰,与对照相比,释放速率明显降低,从而延缓了果实的衰老,保持了其良好的外观品质;1-MCP+Ethephon 处理果实的乙烯释放速率在货架期第 11 天达到最大值,其值介于对照和 1-MCP 处理的最大值之间,之后下降,13 d 后又有所上升,且变化幅度较 1-MCP 处理大。在春节货架期,对照果实的乙烯释放速率在第

5 天达到最大值;1-MCP 处理果实乙烯释放速率的变化比较平缓;1-MCP+Ethephon 处理果实乙烯释放速率在第 7 天达到最大值,与元旦相比提前了 4 d,且释放速率增幅明显加大。元旦货架期,第 15 天 3 个处理之间及第 21 天 1-MCP 与 1-MCP+Ethephon 处理之间,果实乙烯释放速率的差异均达到显著水平($P<0.05$)。春节货架期,第 11 天 3 个处理之间及第 19 天 1-MCP 与 1-MCP+Ethephon 处理之间,果实乙烯释放速率的差异均达到极显著水平($P<0.01$)。

2.2 1-MCP 对“秦美”猕猴桃果实货架期品质指标的影响

2.2.1 硬 度 由图 3 可以看出,猕猴桃果实的硬度在货架期呈持续下降趋势。在元旦货架期末,对照果实硬度由出库时的 2.89 kg/cm² 下降为 1.85

kg/cm²,降幅为 35.99%;1-MCP 处理果实的硬度由出库时的 3.86 kg/cm² 下降为 2.88 kg/cm²,降幅为 25.39%,出现软化缓慢的现象;1-MCP+Ethephon 处理果实的硬度下降幅度大于 1-MCP 处理果实,货架期末为 2.36 kg/cm²,降幅为 38.86%。在春节货架期,对照果实硬度在前 5 d 下降迅速,而后变缓,货架期末硬度为 1.13 kg/cm²,降幅为 35.43%;1-MCP 和 1-MCP+Ethephon 处理果实硬度的变化趋势与元旦货架期类似,降幅分别为 30.74%和 43.97%。元旦货架期,第 15 天 3 个处理之间及第 21 天 1-MCP 与 1-MCP+Ethephon 处理之间,果实硬度的差异均达到极显著水平($P<0.01$);春节货架期,第 11 天 3 个处理之间及第 19 天 1-MCP 与 1-MCP+Ethephon 处理之间,果实硬度的差异均达到极显著水平($P<0.01$)。

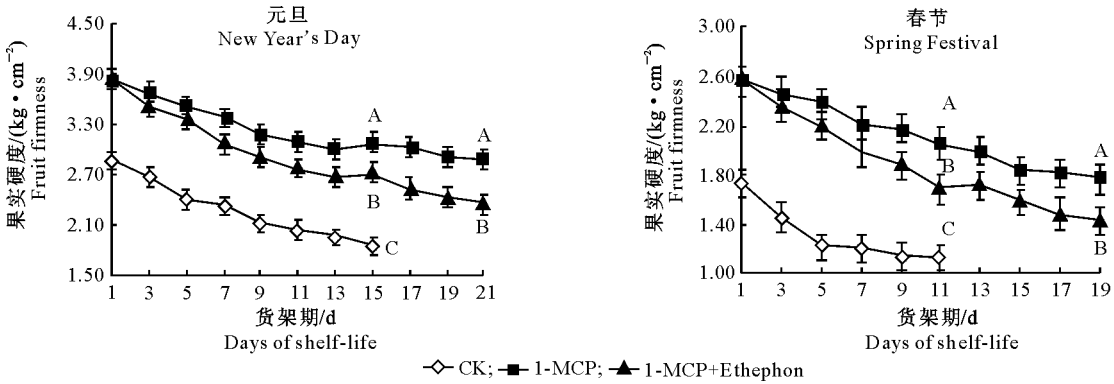


图 3 “秦美”猕猴桃果实货架期硬度的变化

Fig. 3 Flesh firmness of “Qinmei” kiwi fruit during shelf-life

2.2.2 SSC 含量 SSC 含量的高低是衡量果实风味的一个重要指标,伴随着猕猴桃果实硬度的下降,SSC 含量呈上升趋势。由图 4 可以看出,在元旦货架期,对照和 1-MCP 处理果实的 SSC 含量均呈持续缓慢上升趋势,1-MCP 处理果实的 SSC 含量较对照果实低;1-MCP+Ethephon 催熟果实的 SSC 含量在货架期上升迅速,增幅明显高于另外 2 个处理,其值介于对照和 1-MCP 处理之间,货架期末其 SSC 含量达到 12.06%,与对照(12.61%)相比,抑制了果实 SSC 含量的增加,影响了猕猴桃的口感,与 1-MCP 处理(11.60%)相比,增加了果实的 SSC 含量,改善了猕猴桃的风味。元旦货架期,第 15 天 3 个处理之间及第 21 天 1-MCP 与 1-MCP+Ethephon 处理之间,果实 SSC 含量的差异均达到显著水平($P<0.05$)。

在春节货架期,3 个处理果实的 SSC 含量与元旦货架期相比均迅速上升,其中以 1-MCP+Ethephon

处理果实的变化最大;货架期第 11 天 3 个处理之间及第 19 天 1-MCP 与 1-MCP+Ethephon 处理之间果实 SSC 含量的差异均达到显著水平($P<0.05$)。

2.2.3 可滴定酸含量 如图 5 所示,在元旦和春节货架期,“秦美”猕猴桃果实的可滴定酸含量均呈下降趋势。1-MCP 处理果实的可滴定酸含量明显高于对照果实,1-MCP+Ethephon 处理的可滴定酸含量介于对照和 1-MCP 处理之间,下降幅度大于 1-MCP 处理。元旦货架期,第 15 天对照与 1-MCP+Ethephon、1-MCP 处理之间及第 21 天 1-MCP+Ethephon、1-MCP 处理之间,果实可滴定酸含量的差异均达到显著水平($P<0.05$);春节货架期,第 11 天 3 个处理之间及第 19 天 1-MCP+Ethephon 与 1-MCP 处理之间,果实可滴定酸含量的差异均达到显著水平($P<0.05$)。

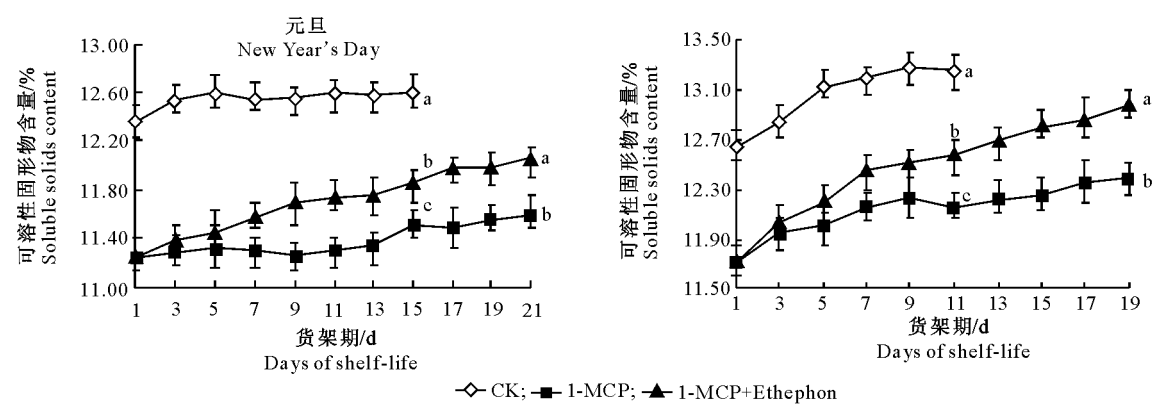


图 4 “秦美”猕猴桃果实货架期 SSC 含量的变化
Fig. 4 Fruit SSC of “Qinmei” kiwi fruit during shelf-life

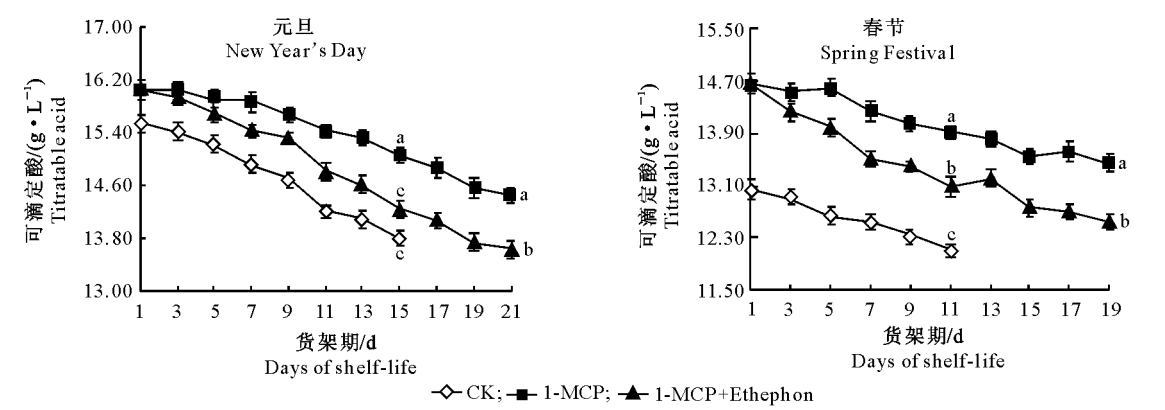


图 5 “秦美”猕猴桃果实货架期可滴定酸含量的变化
Fig. 5 Fruit titratable acid of “Qinmei” kiwi fruit during shelf-life

2.2.4 V_c 含量 如图 6 所示,3 个处理猕猴桃果实的 V_c 含量于货架期均呈下降趋势,但 1-MCP 与 1-MCP+Ethephon 处理均抑制了“秦美”猕猴桃果实 V_c 含量的下降速度,有利于保持果实的营养价值。在元旦货架期,“秦美”猕猴桃果实 V_c 含量前期下降缓慢,第 9 天后变快,1-MCP+Ethephon 处理果实的 V_c 含量介于对照和 1-MCP 处理之间。在元旦货架期,第 15 天 3 个处理之间及第 21 天 1-MCP 与 1-MCP+Ethephon 处理之间果实 V_c 含量的差异均达到了显著水平($P<0.05$)。在春节货架期,3 个处理猕猴桃果实的 V_c 含量下降趋势更为明显,整个货架期一直快速下降;货架期,第 11 天 3 个处理之间及第 19 天 1-MCP 与 1-MCP+Ethephon 处理之间,果实 V_c 含量的差异均达到了显著水平($P<0.05$)。

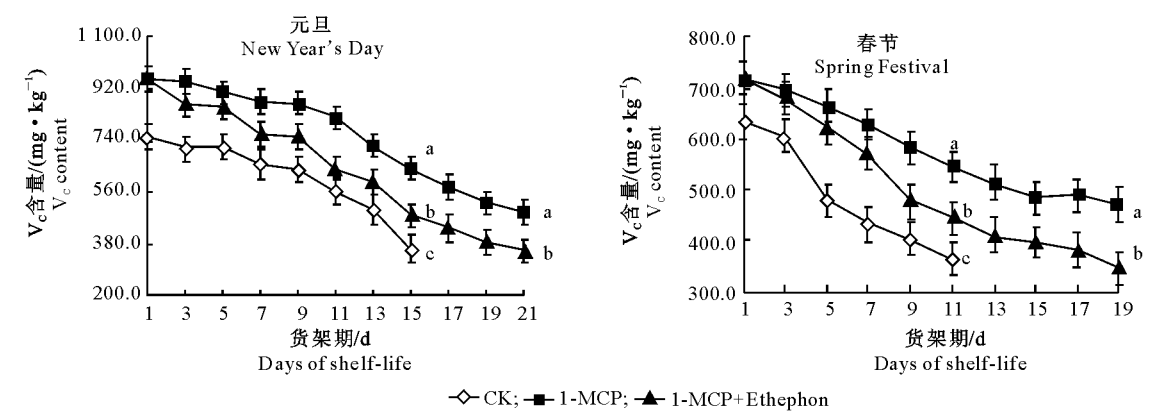


图 6 “秦美”猕猴桃果实货架期 V_c 含量的变化
Fig. 6 Fruit V_c content of “Qinmei” kiwi fruit during shelf-life

3 讨 论

本试验结果表明,在元旦和春节货架期,与对照相比,1-MCP 处理明显抑制了“秦美”猕猴桃果实的呼吸速率和乙烯释放速率,同时抑制了果实硬度、可滴定酸含量和 V_c 含量的下降,延缓了可溶性固形物含量的上升,这与付永琦^[15]等的研究结果一致。但是 1-MCP 处理在延长贮藏时间的同时,确实出现了消费者反映的软化速度慢、可溶性固形物含量偏低、口感偏酸等问题,影响了猕猴桃的固有风味。而 1-MCP+出库后乙烯利处理,与对照相比延长了货架期,保持了果实良好的外观品质和营养价值,而且与 1-MCP 处理相比,改善了果实的固有风味和食用价值。从生物化学理论来讲,1-MCP 是竞争性抑制剂,其与底物乙烯竞争乙烯受体的作用位点,这种竞争性抑制作用可以通过增加乙烯浓度来得到缓解。随着贮藏时间的延长,猕猴桃果实内部逐渐产生内源乙烯和乙烯受体,恢复了对乙烯的敏感,结合乙烯利催熟作用,由乙烯启动的许多生理生化反应必然发生。本试验结果也证明,出库后乙烯利处理发挥了乙烯的催熟效果,在很大程度上改善了 1-MCP 处理果实的外观品质和食用价值。

另外,为了解决 1-MCP 处理对猕猴桃果实货架期品质的影响,以后还应探讨用其处理不同品种猕猴桃时,果实的成熟度、1-MCP 处理浓度及处理时间等因素对贮藏后果实货架期品质的影响。

[参考文献]

[1] Mcdonald B, Harman J E. Controlled atmosphere storage of kiwifruit. I :Effect on fruit firmness and storage life [J]. Scientia Horticultural, 1982, 17: 113-123.

[2] 杨德兴,戴京晶,庞向宇,等. 采后猕猴桃果实乙烯产生的变化及其与衰老的关系 [J]. 园艺学报, 1991, 18(4): 313-317.

Yang D X, Dai J J, Pang X Y, et al. Relationship between changes of ethylene production after harvest and senescence of Chinese gooseberry [J]. Acta Horticulturae Sinica, 1991, 18(4): 313-317. (in Chinese)

[3] Porat R, Weiss B, Cohen L, et al. Effect of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest quality of “Shamouti” orange [J]. Postharvest Biol Technol, 1999, 15: 155-163.

[4] Golding J B, Shearer D, Wyllie S G, et al. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit [J]. Postharvest Biol Technol, 1998, 14: 87-98.

[5] Sislee C, Serek M. Inhibition of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments [J]. Physiol Plant,

1997, 100: 577-582.

[6] Sislee C, Serek M. Compounds controlling ethylene receptor [J]. Bot Bull Acad Sinica, 1999, 40: 1-7.

[7] 韩冬芳, 马书尚, 王 鹰, 等. 1-MCP 对新红星苹果乙烯代谢和贮藏品质的影响 [J]. 园艺学报, 2003, 30(1): 11- 14.

Han D F, Ma S S, Wang Y, et al. Effect of 1-MCP treatment on ethylene production and quality retention of delicious apples [J]. Acta Horticulture Sinica, 2003, 30(1): 11-14. (in Chinese)

[8] Abdi N, Mcglasson W B, Holford P, et al. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene [J]. Postharvest Biol Technol, 1998, 14: 29-39.

[9] Nakatsuka A, Shiom S, Kubo Y. Expression and internal feedback regulation of ACC synthase and ACC oxidase genes in ripening tomato fruit [J]. Plant Cell Physiol, 1997, 38: 1103-1110.

[10] Wyllies G, Golding J B, Mcglasson W B, et al. The relationship between ethylene and aroma volatiles production in ripening climacteric fruit [J]. Dev Food Sci, 1998, 40: 375-384.

[11] Lelievier J M, Tichit L, Dao P. Effects of chilling on the expression of ethylene biosynthetic genes in Passe-Crassane pear (*Pyrus communis* L.) fruit [J]. Plant Mol Biol, 1997, 33: 847-855.

[12] Fan X, Argenta L, Mattheis J P. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots [J]. Postharvest Biol Technol, 2000, 20: 135-142.

[13] 侯大光, 马书尚, 胡 芳. “秦美”和“海沃德”猕猴桃采后对 1-MCP 处理的反应 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 34(4): 43-47.

Hou D G, Ma S S, Hu F. Responses of postharvest “Qinmei” and “Hayward” to 1-Methylcyclopropene [J]. Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition, 2006, 34(4): 43-47. (in Chinese)

[14] 马书尚, 韩冬芳, 刘旭峰, 等. 1-甲基环丙烯对猕猴桃乙烯产生和贮藏品质的影响 [J]. 植物生理学通讯, 2003, 39(6): 567-570.

Ma S S, Han D F, Liu X F, et al. Effect of 1-Methylcyclopropene on ethylene production and quality of kiwifruit during storage [J]. Plant Physiology Communications, 2003, 39(6): 567-570. (in Chinese)

[15] 付永琦, 陈 明, 刘 康, 等. 1-MCP 二次处理对猕猴桃果实采后生理生化及贮藏效果的影响 [J]. 果树学报, 2007, 24(1): 43-48.

Fu Y Q, Chen M, Liu K, et al. Effects of the second treatment with 1-MCP on post-harvest physiological and bio-chemical characteristics of kiwifruit [J]. Journal of Fruit Science, 2007, 24(1): 43-48. (in Chinese)

[16] 高俊凤. 植物生理学实验技术 [M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000: 227.

Gao J F. Experimental technology of plant physiology [M]. Xi'an: World Map and Book Press, 2000: 227. (in Chinese)