

“秦美”和“海沃德”猕猴桃采后对1-MCP处理的反应

侯大光, 马书尚, 胡 芳

(西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 以“秦美”和“海沃德”猕猴桃为试材, 研究了100 nL/L 1-甲基环丙烯(1-MCP)处理对采后果实的呼吸速率、乙烯释放速率、果肉硬度、可滴定酸含量及可溶性固形物含量的影响。结果表明, 100 nL/L 1-MCP可抑制0℃贮藏期内猕猴桃的呼吸速率和乙烯释放速率, 有效延缓0℃贮藏期及货架期果肉硬度和可滴定酸含量的下降, 抑制可溶性固形物含量增加; “海沃德”猕猴桃果实的软化进程比“秦美”慢, 可溶性固形物含量也较“秦美”高, 表现出了良好的贮藏性和食用品质。

[关键词] 1-MCP; 猕猴桃; 贮藏; 乙烯; 果实品质

[中图分类号] S663.409⁺.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)04-0043-05

“秦美”猕猴桃是陕西省猕猴桃的主栽品种, 采后贮藏过程中最明显的变化是果实软化^[1]。“海沃德”猕猴桃是世界上最重要的猕猴桃栽培品种, 引入陕西以来栽培面积逐年扩大, 产量不断增加。猕猴桃属呼吸跃变型果实, 低温虽然可以延长其贮藏寿命, 但猕猴桃对乙烯极其敏感, 浓度为0.005~0.01 μL/L的乙烯足以诱导果实后熟软化, 限制低温贮藏寿命^[2]。所以, 控制乙烯的作用是猕猴桃贮藏中的一个关键因素。

1-甲基环丙烯(1-MCP)是一种人工合成的乙烯受体抑制剂, 通过与乙烯受体优先结合的方式抑制乙烯的生理效应。1-MCP已用于多种水果^[3-7]的采后处理, 可延缓果实后熟, 延长贮藏期。本试验的旨在研究1-MCP对“秦美”和“海沃德”猕猴桃贮藏特性的影响, 以为改进猕猴桃贮藏技术提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

2004-10-09, 从陕西省杨陵区管理良好的猕猴桃果园内, 采收大小均匀、无病虫害的“秦美”和“海沃德”果实, 采后立即运回实验室。2个品种各随机选取30个果实, 测得“秦美”果实的果肉硬度为10.6

kg/cm², 可溶性固形物含量为6.9%, 可滴定酸含量为18.06 g/L; 测得“海沃德”果实的果肉硬度为11.8 kg/cm², 可溶性固形物含量为7.0%, 可滴定酸含量为17.15 g/L。

1.2 处理方法

将猕猴桃果实装入4个塑料果箱(每个品种各2箱)中, 堆放在容积为0.25 m³的双层塑料帐内。称取0.039 g 1-MCP粉末(EthyBlock)置于烧杯中, 将烧杯放入塑料帐内, 加入1.0 mL蒸馏水, 立即将塑料帐密封, 帐内1-MCP浓度约为100 nL/L, 室温下密封24 h。另取2个猕猴桃品种的果实放入无1-MCP的塑料帐内密封24 h, 作为对照。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, 每个品种的对照和处理果实各分装3箱(3个重复), 在0℃下贮藏。

1.3 测定项目及其方法

1.3.1 呼吸速率的测定 从对照和经1-MCP处理的3个重复果箱内各取20个果实, 分别装入3个干燥器中, 在0℃条件下密封8 h, 按照干燥器法测定呼吸速率^[8]。每14 d测定1次, 直至贮藏120 d。

1.3.2 乙烯释放速率的测定 从上述测定呼吸速率的干燥器中抽取1 mL气体, 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, 每7 d

° [收稿日期] 2005-11-23

[基金项目] 罗门哈斯中国公司合作项目资助

[作者简介] 侯大光(1981-), 男, 陕西西安人, 在读硕士, 主要从事果实采后生理研究。

[通讯作者] 马书尚(1957-), 男, 陕西扶风人, 研究员, 博士生导师, 主要从事果实采后生理研究。E-mail: dbmss@nwsuaf.edu.cn

测定1次,直至贮藏120 d。乙烯分析条件: GDX-502 色谱柱,柱温 60 °C, 氢气 0.7 kg/cm², 空气 0.7 kg/cm², 氮气 1.0 kg/cm², 氢火焰离子化检测器检测, 检测室温度 120 °C。

1.3.3 果实品质指标的测定 果实在 0 °C 贮藏 30, 60, 90 和 120 d 后, 从 3 个重复果箱内各取 20 个果实, 室温下放置 24 h 后(贮后第 1 天), 每个重复取 10 个果实, 用硬度计(意大利 FT-327 型)测定对称两颊部的果肉硬度, 计算平均值。每个果实切取 1/8 果肉, 用榨汁机(美国 ACM E 6001E 型)榨取果汁, 用手持折光仪(WYT-4 型)测定可溶性固形物含量。量取 10 mL 果汁, 加入 50 mL 蒸馏水, 用 0.1 mol/L NaOH 滴定至 pH 为 8.1(pH 计 OR DM-230A 型), 计算每升果汁中柠檬酸的含量, 作为可滴定酸的含量。每个重复的另外 10 个果实在贮后第 7 天做相同

测定。

2 结果与分析

2.1 贮藏期间猕猴桃果实呼吸速率的变化

由图 1 可知,“秦美”和“海沃德”猕猴桃果实在 0 °C 下 120 d 的贮藏期内, 呼吸速率变化趋势基本相同。入贮后 2 周内, 呼吸速率均急剧下降, 随后上升, 在贮藏 28 d 时出现明显高峰, 贮藏 56 d 时, “秦美”猕猴桃的呼吸速率下降到高峰前的水平, 以后基本保持在这一水平, “海沃德”猕猴桃呼吸速率则继续下降。不论“秦美”还是“海沃德”猕猴桃, 经 1-MCP 处理的果实呼吸速率均低于对照果实, 但 1-MCP 不影响呼吸速率变化趋势, 其对 2 个品种呼吸速率的影响程度相当。

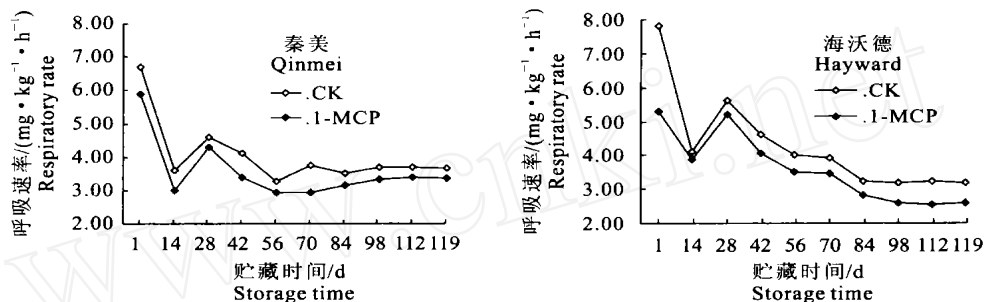


图 1 贮藏期间猕猴桃呼吸速率的变化

Fig. 1 Changes in the respiratory rate of Kiwifruit during storage

2.2 贮藏期间猕猴桃乙烯释放速率的变化

图 2 表明, 猕猴桃在 0 °C 下贮藏期间, 乙烯释放速率很低, 其中“秦美”的乙烯释放速率明显高于“海沃德”。2 个品种的乙烯释放速率变化趋势相同, 即在

贮藏 70 d 后出现乙烯高峰, “海沃德”猕猴桃的乙烯高峰明显低于“秦美”; 1-MCP 可显著抑制“秦美”猕猴桃果实的乙烯释放, “海沃德”则由于自身乙烯释放量小, 1-MCP 对其乙烯释放的抑制作用不明显。

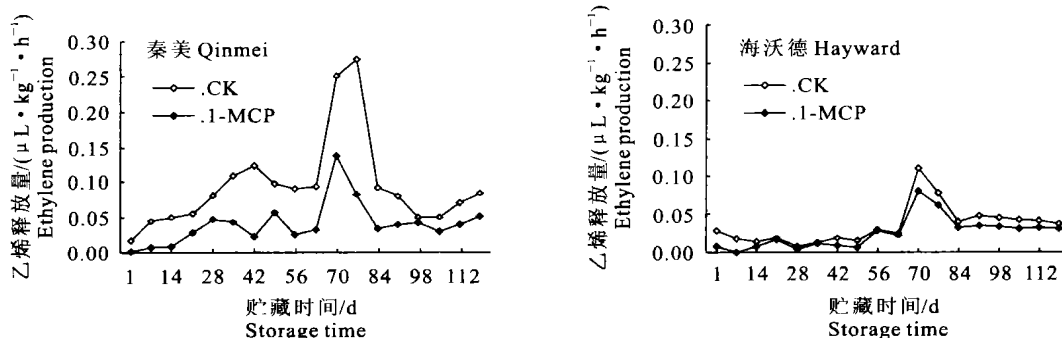


图 2 1-MCP 对猕猴桃乙烯释放速率的影响

Fig. 2 Effect of 1-MCP on ethylene production

2.3 贮藏期间猕猴桃果实品质的变化

2.3.1 果实硬度的变化 由图 3 可知, 猕猴桃对照果实在贮藏后的前 30 d 果肉硬度直线下降, “秦美”

猕猴桃由入贮前的 10.6 kg/cm² 下降到 2.2 kg/cm², 下降了 8.4 kg/cm²; “海沃德”猕猴桃由入贮前的 11.8 kg/cm² 下降到 3.1 kg/cm², 下降了 8.7 kg/cm²。贮

藏 30 d 后, 果肉硬度继续缓慢下降, “秦美”猕猴桃在贮藏到 60 d 时, 果肉硬度下降到 0.9 kg/cm^2 ; “海沃德”在贮藏到 90 d 时, 果肉硬度下降到 1.1 kg/cm^2 。1-MCP 可显著抑制贮藏前期猕猴桃果实的软

化, 其抑制作用在“海沃德”猕猴桃上表现更为明显; 在 1-MCP 的作用下, 贮藏 120 d 时, “秦美”猕猴桃果肉硬度仍为 1.3 kg/cm^2 , “海沃德”猕猴桃果肉硬度仍保持在 2.6 kg/cm^2 。

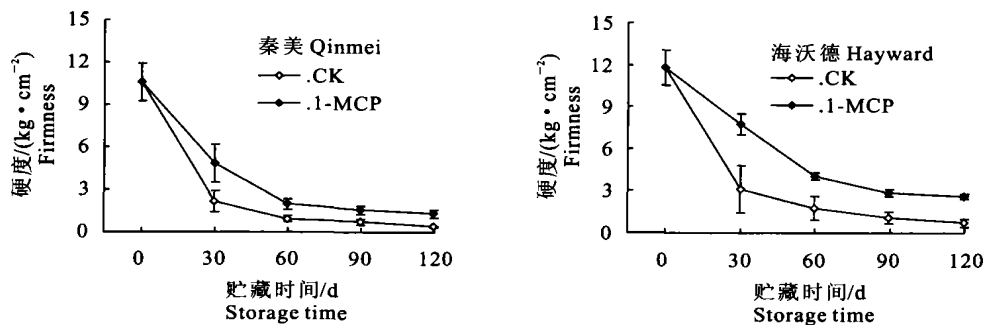


图3 贮藏期间猕猴桃果实硬度的变化

Fig. 3 Changes in firmness of kiwifruit during storage

2.3.2 果实可溶性固形物含量的变化 图4表明, “秦美”和“海沃德”猕猴桃入贮前果实可溶性固形物含量分别为 6.9% 和 7.0%, 贮后可溶性固形物含量

呈增加趋势, 贮藏 60 d 时分别达到 12.4% 和 13.3%, 以后基本保持这一水平。经 1-MCP 处理的果实可溶性固形物含量虽然低于对照, 但差异不大。

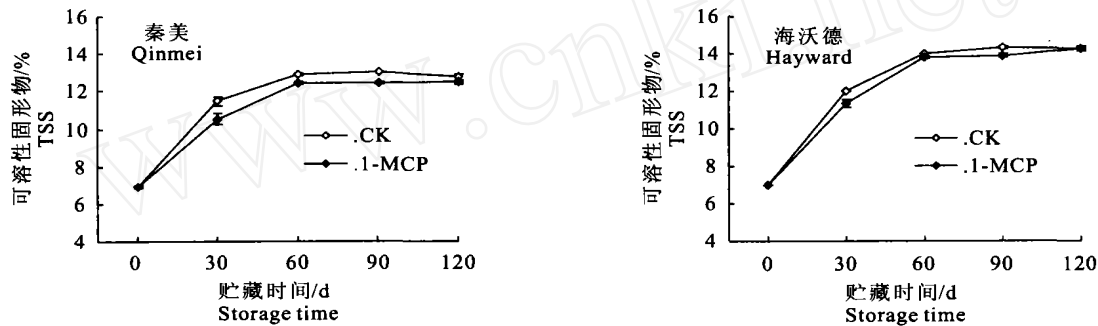


图4 贮藏期间猕猴桃果实可溶性固形物含量的变化

Fig. 4 Changes in TSS of kiwifruit during storage

2.3.3 果实可滴定酸含量的变化 由图5可知, 贮藏 120 d 时, “秦美”猕猴桃对照果实可滴定酸含量为 13.94 g/L , “海沃德”猕猴桃对照果实可滴定酸含

量为 13.41 g/L 。经 1-MCP 处理的果实可滴定酸含量下降较慢, 与对照果实相差不大。

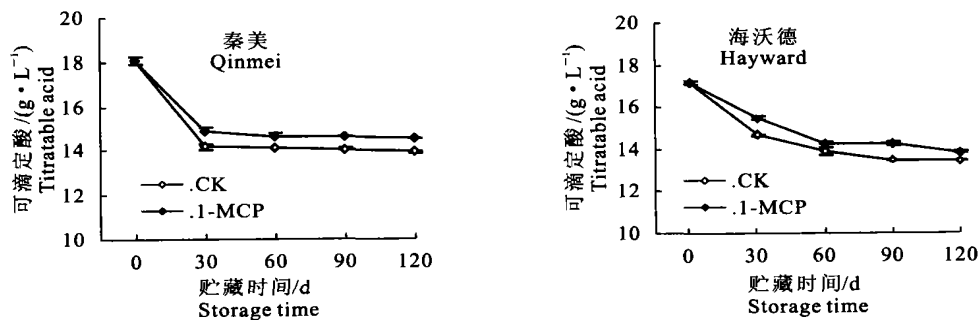


图5 贮藏期间猕猴桃果实可滴定酸含量的变化

Fig. 5 Changes in Titratable acid of kiwifruit during storage

2.4 货架期间猕猴桃果实品质的变化

由表1可知,猕猴桃在贮后货架期间果肉硬度继续下降,“秦美”猕猴桃在0℃下贮藏90 d后,7 d货架期末时果肉硬度已下降到 0.4 kg/cm^2 ,果实已经过熟;而“海沃德”猕猴桃在0℃下贮藏120 d后,7 d货架期末果肉硬度下降到 0.7 kg/cm^2 ,仍在可食的硬度范围之内。2个品种的1-MCP处理果实在7 d货架期末时,果肉硬度均明显高于对照果实。经1-MCP处理的“秦美”猕猴桃在0℃下贮藏120 d后,7 d货架期末时果肉硬度仍保持在 1.1 kg/cm^2 ,仍在可食的硬度范围之内;经1-MCP处理的“海沃德”猕

猴桃在0℃下贮藏120 d后,7 d货架期末时果肉硬度仍保持在 2.5 kg/cm^2 ,货架期还可以继续延长。“秦美”猕猴桃贮藏30和60 d的果实在7 d货架期结束时,1-MCP处理果实的可溶性固形物含量低于对照,贮藏90 d的果实与对照相同,贮藏120 d的果实已高于对照。“海沃德”猕猴桃用1-MCP处理的果实在7 d货架期结束时,可溶性固形物含量低于对照,但随贮藏时间延长,差异减小。2个品种的猕猴桃果实在贮后7 d货架期结束时,1-MCP处理果实的可滴定酸含量明显高于对照,其中“秦美”猕猴桃1-MCP处理果实与对照间的差异更明显。

表1 货架期间猕猴桃果实果肉硬度、可溶性固形物和可滴定酸含量的变化

Table 1 Changes of Firmness, Titratable acid and TSS of kiwifruit during shelf-life

品种 Specise	贮藏时间/d Days of storage	货架时间/d Days of shelf-life	硬度/($\text{kg} \cdot \text{cm}^{-1}$) Firmness		可滴定酸含量/($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) Titratable acid		可溶性固形物含量/% TSS	
			CK	1-MCP	CK	1-MCP	CK	1-MCP
秦美 Qinmei	30	1	2.2 ± 0.7	4.9 ± 1.3	14.18 ± 0.12	14.87 ± 0.12	11.5 ± 0.2	10.5 ± 0.3
		7	1.9 ± 0.3	4.3 ± 0.6	13.58 ± 0.13	14.68 ± 0.13	12.8 ± 0.1	12.1 ± 0.2
	60	1	0.9 ± 0.2	2.0 ± 0.4	14.13 ± 0.13	14.62 ± 0.02	12.9 ± 0.1	12.4 ± 0.0
		7	0.8 ± 0.2	1.9 ± 0.4	13.48 ± 0.10	14.58 ± 0.04	13.8 ± 0.2	12.5 ± 0.1
	90	1	0.7 ± 0.2	1.6 ± 0.3	14.07 ± 0.00	14.60 ± 0.03	13.0 ± 0.0	12.4 ± 0.1
		7	0.4 ± 0.1	1.5 ± 0.2	13.45 ± 0.06	14.58 ± 0.07	12.5 ± 0.2	12.6 ± 0.1
	120	1	0.4 ± 0.1	1.3 ± 0.2	13.94 ± 0.04	14.51 ± 0.04	12.7 ± 0.2	12.5 ± 0.1
		7	0.2 ± 0.0	1.1 ± 0.1	13.37 ± 0.09	14.50 ± 0.05	12.0 ± 0.1	13.1 ± 0.1
	30	1	3.1 ± 0.7	7.8 ± 1.7	14.63 ± 0.09	15.47 ± 0.04	12.0 ± 0.0	11.3 ± 0.2
		7	2.7 ± 0.5	5.6 ± 0.5	14.04 ± 0.09	15.74 ± 0.20	14.1 ± 0.1	12.5 ± 0.2
海沃德 Hayward	60	1	1.8 ± 0.2	4.1 ± 0.8	13.92 ± 0.03	14.28 ± 0.16	14.0 ± 0.0	13.8 ± 0.2
		7	1.7 ± 0.3	3.5 ± 0.2	13.43 ± 0.08	13.94 ± 0.03	14.5 ± 0.1	14.2 ± 0.2
	90	1	1.1 ± 0.3	2.9 ± 0.4	13.43 ± 0.09	14.23 ± 0.03	14.3 ± 0.1	13.9 ± 0.1
		7	1.0 ± 0.3	2.9 ± 0.4	13.12 ± 0.10	13.77 ± 0.04	14.5 ± 0.0	14.3 ± 0.2
	120	1	0.7 ± 0.2	2.6 ± 0.3	13.41 ± 0.03	13.85 ± 0.03	14.3 ± 0.2	14.3 ± 0.1
		7	0.7 ± 0.1	2.5 ± 0.2	13.08 ± 0.05	13.90 ± 0.12	14.9 ± 0.1	14.2 ± 0.1

3 讨论

猕猴桃在0℃下贮藏期间,果肉硬度和可滴定酸含量均下降,可溶性固形物含量增加,果实快速软化和可滴定酸含量降低主要发生在贮藏的前30 d。在此期间,“秦美”和“海沃德”猕猴桃乙烯释放都处于很低的水平,而呼吸速率则相对处于较高的水平,表明很低水平的乙烯就可以刺激猕猴桃呼吸,引起果实快速软化。2个品种相比,“秦美”比“海沃德”软化速率快,这可能与“秦美”贮藏期间乙烯释放速率明显高于“海沃德”有关。新西兰猕猴桃上市的最小硬度为 0.9 kg/cm^2 ^[9],在本试验条件下,“秦美”猕猴桃对照果实可以贮藏60 d,而“海沃德”猕猴桃对照果实可以贮藏120 d。

1-MCP作为乙烯竞争性的抑制剂,可与果蔬组织中的乙烯受体发生不可逆结合,以阻断乙烯与受

体的结合,从而控制与后熟衰老相关的一些降解过程。目前,关于1-MCP应用效果的报道不太一致,对于一些果品,例如苹果,1-MCP可抑制果实的呼吸和乙烯的释放,并保持果实固有的品质,且延长果实贮藏期^[3]。而另有报道^[10]则认为,1-MCP处理芒果果实后,可滴定酸、可溶性固形物等与果实品质相关的一些成分,或不受影响或有不同程度的减少。本研究结果表明,1-MCP处理可抑制猕猴桃贮藏期间果肉硬度和可滴定酸含量的下降及可溶性固形物含量的增加,有利于果实品质保持和延长贮藏期。1-MCP对猕猴桃果实软化的抑制作用较明显,抑制作用主要发生在入贮后的果实快速软化期。贮藏期间,经1-MCP处理的果实乙烯和呼吸速率均低于对照,1-MCP对果实品质下降的抑制作用可能与其抑制乙烯释放和呼吸速率有关。有研究^[11]指出,低温下1-MCP与乙烯结合位点的亲和力会下降,改变1-

MCP 处理时间及处理浓度会减少低温对1-MCP 效果的影响。在本试验条件下,经1-MCP 处理的“秦美”猕猴桃可以贮藏120 d,而“海沃德”猕猴桃可以

贮藏120 d 以上,说明冷藏与1-MCP 处理结合能大大延长猕猴桃的贮藏期。

[参考文献]

- [1] 陈金印,曾 荣,李 平.猕猴桃采后生理及贮藏研究进展[J].江西农业大学学报,2002,24(4): 477-783
- [2] Crisosto C H, Mitcham E J. Kiwifruit: recommendations for maintaining postharvest quality [EB/OL]. [2005-02-23] [2005-08-13]. <http://www.ethylenecontrol.com/technical/uc304.htm>.
- [3] 唐 燕,马书尚,武春林.1-MCP 对嘎啦苹果呼吸、乙烯产生及贮藏品质的影响[J].果树学报,2004,21(1): 42-45
- [4] Lelievre J, Tichit L D. Effects of chilling on the expression of ethylene biosynthetic genes in Passe-Crassane pear (*Pyrus communis* L.) fruit[J]. Plant Molecular Biology, 1997b, 33: 847-855
- [5] Nakatsuka A, Shimizu S, Kubo Y. Expression and internal feedback regulation of ACC synthase and ACC oxidase genes in ripening tomato fruit[J]. Plant and Cell Physiology, 1997, 38: 1103-1110
- [6] Golonding J B, Shearer D, Wylie S G. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 1998, 14: 87-98
- [7] 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
- [8] 高俊凤.植物生理学研究技术[M].西安:世界图书出版公司,2000: 121
- [9] 马书尚,韩冬芳,刘旭峰.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
- [10] Jiang Y, Joyce D C. Effects of 1-methylcyclopropene alone and in combination with polyethylene bags on the postharvest life of mango fruit[J]. Annals of Applied Biology, 2000, 137: 321-327
- [11] Blankenship S M, Dole J M. 1-Methylcyclopropene: a review [J]. Postharvest Biology and Technology, 2003, 28: 1-25

Responses of postharvest “Qinmei” and “Hayward” to 1-Methylcyclopropene

HOU Da-guang, MA Shu-shang, HU fang

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

Abstract: 100 nL/L 1-methylcyclopropene (1-MCP) was applied to “Qinmei” and “Hayward” kiwifruits for 24 h, whose effects on respiration rates, ethylene production rates, flesh firmness, titratable acid, and total soluble solids were studied. The results showed that 100 nL/L 1-MCP inhibited respiration rates and ethylene production rates during storage at 0 °C, slowed down flesh softening and reduction of titratable acid evidently and inhibited the increase of total soluble solids of kiwifruits both during storage and shelf-time. “Hayward” flesh softening was slower than “Qinmei” and more total soluble solids in Hayward showed that “Hayward” has nicer storage quality and edibility.

Key words: 1-MCP; kiwifruit; storage; ethylene; fruit quality