

1-甲基环丙烯对猕猴桃贮藏品质和蛋白质组分的影响

唐 燕,杜光源,马书尚,张继澍

(西北农林科技大学 生命科学学院,陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】研究了室温贮藏条件下 1-甲基环丙烯(1-MCP)对猕猴桃果实呼吸、乙烯释放、贮藏品质和蛋白质组分变化的影响,为研究 1-MCP 在猕猴桃商业贮藏中的应用及 1-MCP 的作用机理提供理论依据。【方法】以‘秦美’和‘海沃德’猕猴桃为试材,研究了 1-MCP 在室温((20±1)℃)贮藏条件下对果实呼吸速率、乙烯释放速率、果实硬度、可滴定酸含量、可溶性固形物含量及可溶性总蛋白组分的影响。【结果】0.1 μL/L 1-MCP 处理能降低猕猴桃果实的呼吸速率和乙烯释放速率,抑制果实软化,延缓可滴定酸含量的下降,增加可溶性固形物含量;随着贮藏时间的延长,有特异蛋白条带出现,1-MCP 处理对‘秦美’猕猴桃 19.0 ku 特异蛋白条带有抑制作用。【结论】1-MCP 处理能延缓猕猴桃果实的衰老进程。两个猕猴桃品种相比,‘海沃德’猕猴桃产生的乙烯远低于‘秦美’猕猴桃,乙烯高峰出现也晚,果实的软化进程也较‘秦美’猕猴桃慢。

【关键词】 1-MCP;贮藏品质;猕猴桃;呼吸速率;乙烯;蛋白组分

【中图分类号】 S663.409+.3 【文献标识码】 A 【文章编号】 1671-9387(2008)09-0151-05

Effects of 1-methylcyclopropene on storage quality and protein composition in kiwifruit

TANG Yan, DU Guang-yuan, MA Shu-shang, ZHANG Ji-shu

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

Abstract: 【Objective】 The purpose of the paper is to investigate the effects of 1-methylcyclopropene on storage quality and protein composition in kiwifruit. 【Method】 ‘Qinmei’ and ‘Hayward’ kiwifruits treated with 0.1 μL/L 1-methylcyclopropene (1-MCP) were stored at room temperature((20±1)℃). The effects of 1-MCP on respiration rates, C₂H₄ production, flesh firmness, titratable acid, total soluble solids, as well as the change in protein composition were investigated during storage. 【Result】 1-MCP inhibited significantly respiration rates and C₂H₄ production of stored ‘Qinmei’ and ‘Hayward’ kiwifruits. 1-MCP significantly slowed down flesh softening and the reduction of titratable acid. Compared with ‘Qinmei’, the respiration and ethylene production rate of ‘Hayward’ kiwifruit were far lower at room temperature, producing much less C₂H₄ and the peaks of C₂H₄ appeared later. SDS-PAGE analysis indicated that a 19.0 ku protein band appeared in ‘Qinmei’ kiwifruit after 3-week storage and 1-MCP inhibited the appearance of this band. 【Conclusion】 The senescence process of kiwifruits was delayed by 1-MCP treatment. Compared with

* [收稿日期] 2007-10-08
[基金项目] 美国罗门哈斯中国公司资助项目
[作者简介] 唐 燕(1977—),女,新疆焉耆人,在读博士,主要从事果实采后生理和无损检测研究。
E-mail: tangyanyan418@163.com
[通讯作者] 张继澍(1941—),男,天津静海人,教授,博士生导师,主要从事采后生理与贮藏保鲜研究。
E-mail: zjs2918@126.com

‘Qinmei’ kiwifruit, ‘Hayward’ produced much less C_2H_4 and the peaks of C_2H_4 appeared later. This might result in slower softening of ‘Hayward’ kiwifruit.

Key words: 1-MCP; storage quality; kiwifruit; respiration; ethylene; protein composition

‘秦美’猕猴桃是陕西省猕猴桃生产的主栽品种,‘海沃德’猕猴桃是世界上最重要的栽培品种,也是正在陕西省示范推广的品种。猕猴桃在采后贮藏过程中的最显著变化是果实迅速软化。虽然猕猴桃释放乙烯的能力很低,但它对乙烯极其敏感,降低乙烯浓度能够明显延缓果肉变软^[1]。因此,控制乙烯的作用是猕猴桃贮藏保鲜的一个关键因素。1-甲基环丙烯(1-MCP)能够竞争结合乙烯受体,在延缓果蔬采后衰老、提高贮藏品质上具有很好的应用前景。在多种水果上,采后经 1-MCP 处理能有效延缓果实的成熟和衰老^[2-6]。

研究表明,植物器官的衰老与某些蛋白质合成密切相关^[7-8]。在苹果^[9]、香蕉^[10]、番茄^[11]等果实贮藏过程中发现,乙烯急剧增加时伴随着衰老相关蛋白质和 mRNA 的积累。1-MCP 对猕猴桃果实可溶性总蛋白组分是否有影响尚未见报道。本试验选择‘秦美’和‘海沃德’两个有代表性的猕猴桃品种,研究室温贮藏条件下 1-MCP 对猕猴桃果实呼吸、乙烯释放、贮藏品质和蛋白质组分变化的影响,以期为研究 1-MCP 在猕猴桃商业贮藏中的应用及 1-MCP 的作用机理提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

猕猴桃品种为‘秦美’(*Actinidia deliciosa* cv ‘Qinmei’)和‘海沃德’(*Actinidia deliciosa* cv ‘Hayward’),分别于 2003-10-06 和 2003-10-22(即生理成熟期)采自陕西杨凌管理良好的果园。

1.2 方法

选取大小均匀,无病害的健康果实装箱,每箱约 80 个,两品种各 8 箱。参照文献[5]的方法,用 0.1 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理猕猴桃,以不经 1-MCP 处理的猕猴桃为对照(CK)。室温($(20 \pm 1)^\circ\text{C}$)贮藏期间每隔 3 d 测定 1 次呼吸速率和乙烯释放速率。贮藏品质指标每隔 7 d 测定 1 次。各指标测定均重复 3 次。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 呼吸速率的测定 采用干燥器法^[12]测定。

1.3.2 乙烯释放速率的测定 参照文献[5]的方法测定。

1.3.3 果实品质指标的测定 用果实硬度计(意大利 FT-327 型)测定每个果实对称两颊部的果实硬度,计算平均值。用榨汁机(美国 ACME 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 0.025 L 果汁,加入 0.025 L 蒸馏水,用 0.1 mol/L NaOH 滴定至 pH 8.1(ORION-230A 型 pH 计),计算每升果汁中有机酸含量,作为可滴定酸含量。

1.3.4 可溶性总蛋白的 SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳(SDS-PAGE) 猕猴桃分别于室温贮藏 7,14,21 d,从对照和处理果实中各取 10 个果实,每个果实切取 2 g 果肉,在 -80°C 条件下冷冻干燥 48 h 后, -20°C 条件下保存。取 0.3 g 冷冻干燥的果肉,研磨至粉状,加入 0.8 mL 提取缓冲液(5%十二烷基磺酸钠(SDS),0.07 mol/L Tris-HCl (pH 7.0),0.025 mol/L 二硫苏糖醇(DTT)),于 12 000 g 离心 15 min,取上清液,沸水浴 5 min,参照 SDS-PAGE 方法^[13]进行电泳。

1.4 数据处理 试验数据采用 SPSS 统计数据处理, t 检验法($\alpha=0.05$,差异显著, $P<0.05$)对相关指标进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 1-MCP 对室温贮藏猕猴桃果实呼吸速率的影响

图 1 表明,对照和 1-MCP 处理的‘秦美’猕猴桃的呼吸速率在室温贮藏的 1~25 d 一直呈上升趋势,而‘海沃德’猕猴桃的呼吸速率在开始时逐渐升高,到第 22 天时出现呼吸高峰之后逐渐降低并趋于平稳。除第 1 天外,1-MCP 处理的‘秦美’猕猴桃果实的呼吸速率均显著低于对照($P<0.05$);在室温贮藏的第 4~22 天,1-MCP 处理的‘海沃德’猕猴桃果实的呼吸速率显著低于对照($P<0.05$),之后无明显差异。表明 1-MCP 在一定程度抑制了‘海沃德’猕猴桃果实的呼吸速率,且使呼吸速率高峰推迟出现。

2.2 1-MCP 对室温贮藏猕猴桃果实乙烯释放速率的影响

图 2 显示,随室温贮藏时间的延长,‘秦美’猕猴桃对照果实乙烯释放速率迅速增加,在贮藏 19 d 时

达到高峰,‘海沃德’猕猴桃对照果实则在贮藏 30 d 左右时达到高峰。1-MCP 处理果实平均乙烯释放速率显著低于对照($P<0.05$)。

两个品种相比,‘海沃德’猕猴桃果实乙烯释放

速率远小于‘秦美’猕猴桃,乙烯释放速率高峰出现时间也较‘秦美’晚。由此可知,1-MCP 显著抑制了两种猕猴桃的乙烯释放,但不改变乙烯产生的变化趋势。

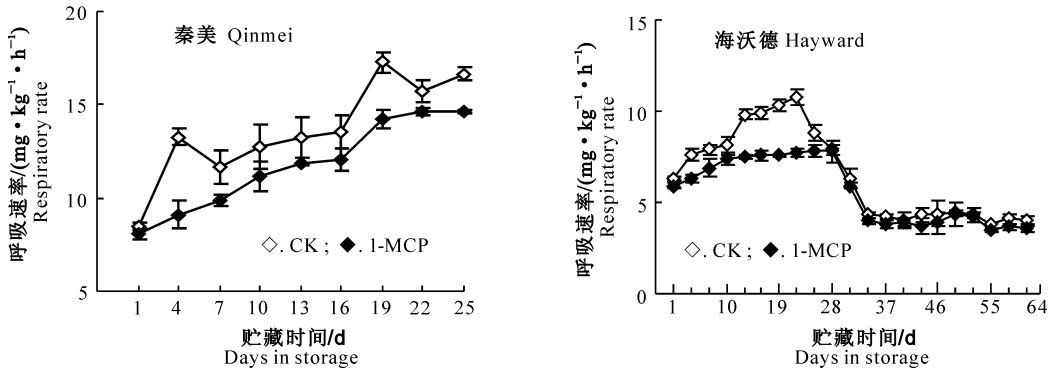


图 1 1-MCP 对室温贮藏下猕猴桃果实呼吸速率的影响
Fig.1 Effect of 1-MCP on respiratory rate of kiwifruit

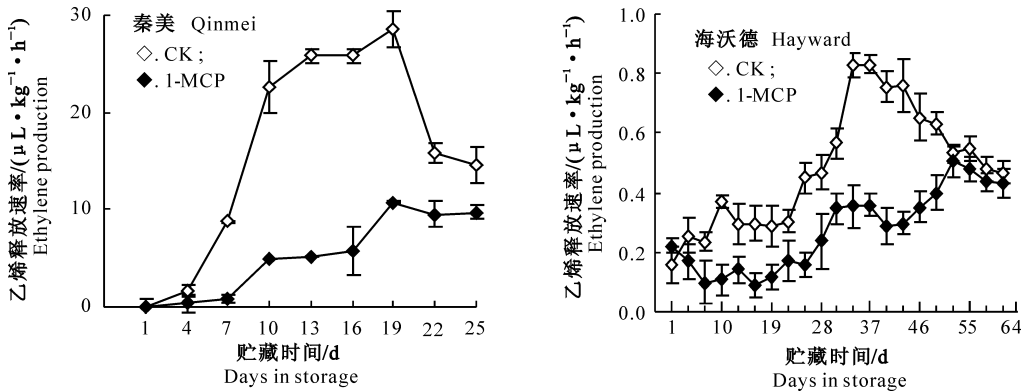


图 2 1-MCP 对室温贮藏下猕猴桃果实乙烯释放速率的影响
Fig.2 Effect of 1-MCP on C₂H₄ production of Kiwifruit

2.3 1-MCP 对室温贮藏猕猴桃果实品质的影响

图 3 显示,在室温贮藏条件下,随贮藏时间的延长,‘秦美’猕猴桃和‘海沃德’猕猴桃果实硬度和可滴定酸含量均呈下降趋势,可溶性固形物含量呈上升趋势。表明 1-MCP 处理均显著延缓了猕猴桃果实硬度和可滴定酸含量的降低($P<0.05$)。

在室温贮藏条件下,‘秦美’猕猴桃对照果实硬度从贮藏开始就呈直线下降趋势,贮藏 2 周后,硬度下降到 1.0 kg/cm² 以下,已完全后熟。1-MCP 处理猕猴桃果实硬度在贮藏第 1 周下降较慢,到第 2 周迅速下降到 2.0 kg/cm² 以下,也近于完全成熟。‘海沃德’猕猴桃果实硬度下降趋势与‘秦美’猕猴桃有明显差异,其中对照猕猴桃果实在贮藏的第 2 周,果实硬度下降速率很慢,出现一个平台期;在贮藏的第 3 周,果实硬度迅速下降到 4.0 kg/cm² 以下,以

后又缓慢下降,到第 6 周时才下降到 2.0 kg/cm² 以下。1-MCP 虽然抑制了果实硬度下降,但抑制作用不如在‘秦美’猕猴桃果实上明显。

在室温贮藏条件下,随贮藏时间延长,对照和 1-MCP 处理‘秦美’猕猴桃果实可溶性固形物含量在前 2 周迅速增加,之后增加较慢;对照和 1-MCP 处理‘海沃德’猕猴桃果实可溶性固形物含量在前 4 周迅速增加,之后趋于稳定。

2.4 1-MCP 对室温贮藏猕猴桃果实可溶性总蛋白的影响

在室温贮藏条件下,‘秦美’猕猴桃从 7 d 后开始出现分子量约为 41 ku 的蛋白条带;对照果实在贮藏 21 d 后出现了分子量约为 19 ku 的特异条带,而 1-MCP 处理果实开始隐约出现此条带(图 4)。

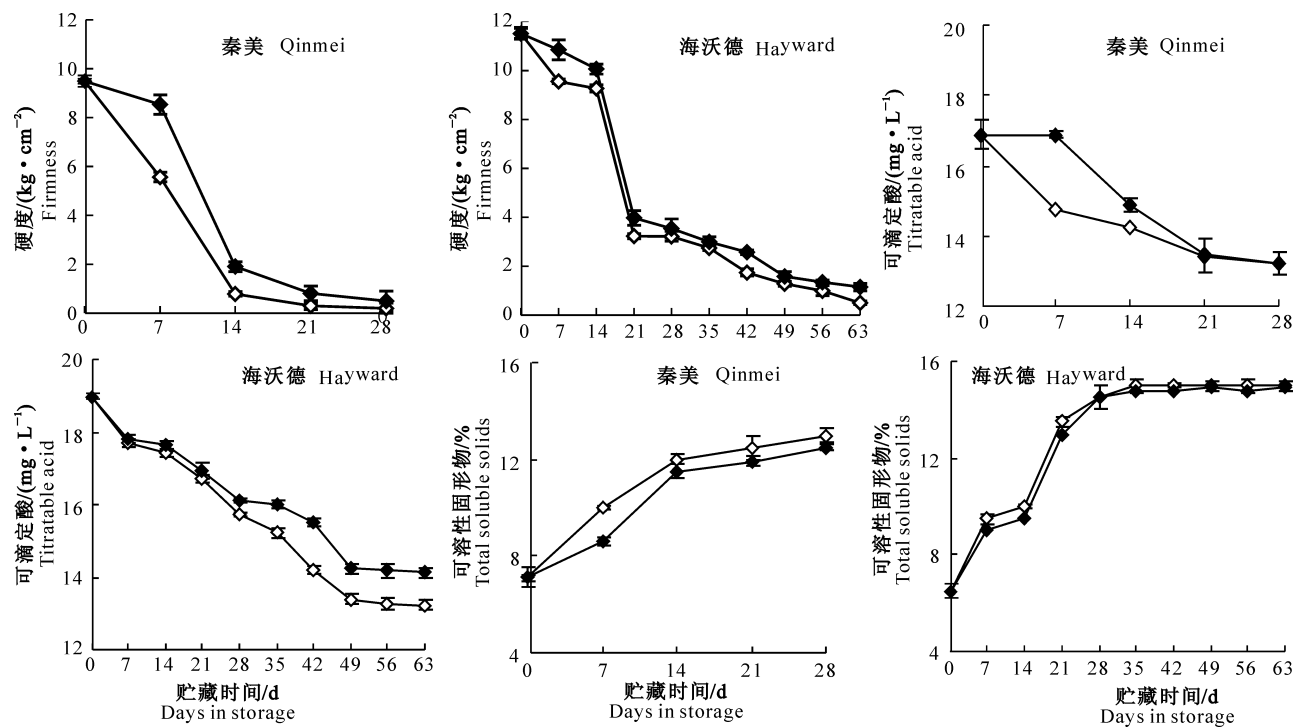


图 3 1-MCP 对室温贮藏下猕猴桃果实品质的影响
◇. CK; ◆. 1-MCP

Fig. 3 Effect of 1-MCP on firmness, titratable acid and total soluble solids of kiwifruit

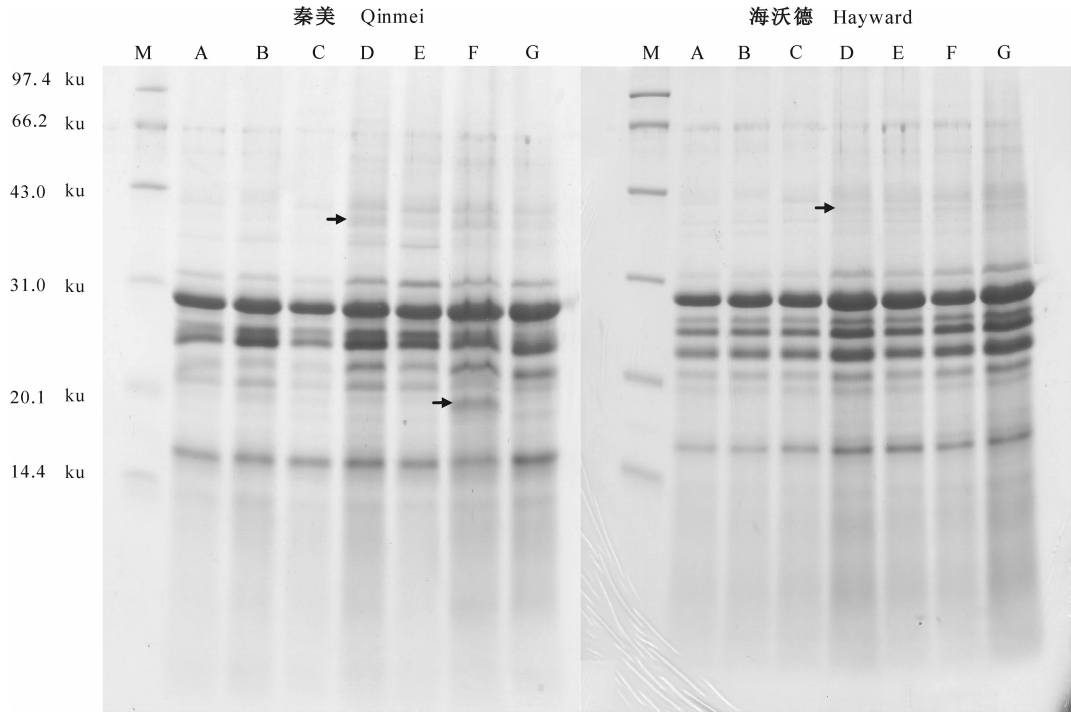


图 4 室温贮藏期间猕猴桃果肉可溶性总蛋白的 SDS-PAGE 电泳结果

M. 标准蛋白; A. 0 d; B. 7 d CK; C. 7 d 1-MCP; D. 14 d CK; E. 14 d 1-MCP; F. 21 d CK; G. 21 d 1-MCP

Fig. 4 SDS-PAGE of total protein extracted from pulp of fruit storage at room temperature

M. Marker; A. 0 d; B. 7 d CK; C. 7 d 1-MCP; D. 14 d CK; E. 14 d 1-MCP; F. 21 d CK; G. 21 d 1-MCP

在室温贮藏条件下,从贮藏 14 d 后,对照和 1-MCP 处理的‘海沃德’猕猴桃果实各蛋白条带颜色

深度和粗度均有一定程度增加,也出现了分子量约为 41 ku 的特异条带(图 4)。

3 结论与讨论

本研究结果表明,在室温贮藏期间,猕猴桃果实海沃德乙烯释放速率较低,且跃变峰出现迟,果实硬度和可滴定酸含量均下降,可溶性固形物含量增加,这与侯大光等^[14],马书尚等^[15]在猕猴桃上的报道相一致,但呼吸速率的变化趋势与侯大光等^[14]的变化趋势有差异。

1-MCP 在延缓猕猴桃果实呼吸速率和降低乙烯释放速率的同时,还抑制果实硬度、可滴定酸含量的降低和可溶性固形物含量的增加,表明果实硬度下降、可滴定酸含量减少和可溶性固性物含量增加,是与乙烯代谢密切相关的后熟过程。

‘秦美’和‘海沃德’猕猴桃果实在室温贮藏的第 2 周出现了分子量为 41 ku 的蛋白条带,与多聚半乳糖醛酸酶(PG)的多肽分子量相近。王贵禧等^[16]认为,PG 是猕猴桃软化的阶段性专一性酶,在果实软化的第 2 阶段起作用。本研究结果发现,1-MCP 对 41 ku 的条带没有明显影响。这可能是由于 1-MCP 并不影响 PG 的表达。

室温贮藏 21 d 时,对照‘秦美’果实出现了 19 ku 的蛋白,1-MCP 处理隐约出现此条带,说明 1-MCP 对此蛋白的产生有抑制作用,此蛋白条带可能与乙烯有关;‘海沃德’果实未出现此条带,这可能是由于‘秦美’室温贮藏 21 d 时果实硬度已下降至 0.6 kg/cm²,而‘海沃德’猕猴桃对照果实硬度仍保持在 3.23 kg/cm²。‘海沃德’果实是否在贮藏后期出现此条带,有待进一步深入研究。

[参考文献]

[1] 马书尚,周媛玥. 秦美猕猴桃自发气调贮藏技术研究初报[J]. 中国果树,1994(3):22-23.
Ma S S,Zhou Y Y. Preliminary study on modified atmosphere storage of ‘Qinmei’ kiwifruit [J]. Chinese Fruit,1994(3):22-23. (in Chinese)

[2] Rupasinghe H P V,Murr D P. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scalds development in ‘McIntosh’ and ‘Delicious’ apples [J]. J Horti Sci Biotech,2000,75(3):271-276.

[3] Athanasios K,Evangelos S. Effect of 1-MCP prestorage treatment on ethylene and CO₂ production and quality of ‘Hayward’ kiwifruit during shelf-life after short medium and long term cold storage [J]. Postharvest Biol Technol,2007,46:174-180.

[4] 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.

[5] 马书尚,唐燕,武春林,等. 1-甲基环丙烯和温度对桃和油桃贮藏品质的影响 [J]. 园艺学报,2003,30(5):525-529.
Ma S S,Tang Y,Wu C L,et al. Effect of 1-MCP and storage temperatures on respiration,ethylene production and fruit quality of Peach and Nectarine [J]. Acta Horticulture Sinica,2003,30(5):525-529. (in Chinese)

[6] Ahmad S,Khan,Zora S. 1-MCP regulates ethylene biosynthesis fruit softening during ripening of ‘Tegan Blue’ plum [J]. Postharvest Biol Technol,2007,43:298-306.

[7] Brady C J. Nucleic acid and protein synthesis[C]//Noode L D, Leopold A C. Senescence and aging in pant. New York: Academic Press,1998:55-79.

[8] Halevy A H,Mayak S. Senescence and posthavest physiology of cut flowers [J]. Part 2 Hort Rew,1981,59-143.

[9] Lay-Yee M,Dellapenna D,Ross G S. Changes in mRNA and protein during ripening in apple fruit [J]. Plant Physiol,1990,94:850-853.

[10] Dominguez-Puigjaner E,Vendrell M,Ludevid M D. Differential protein accumulation in banana fruit during ripening [J]. Plant Physiol,1992,98:157-162.

[11] Biggs M S,Hamrriman R W,Handa A K. Changes in gene expression during tomato fruit ripening [J]. Plant Physiol,1986,81:395-403.

[12] 高俊凤. 植物生理学研究技术 [M]. 西安:世界图书出版公司,2000:121-122.
Gao J F. Research technology on plant physiology [M]. Xi’an: World Book Publishing Company,2000:121-122. (in Chinese)

[13] 陈毓荃. 生物化学研究技术 [M]. 北京:中国农业出版社,1993:198-200.
Chen Y Q. Research technology on biological chemistry [M]. Beijing:China Agriculture Press,1993:198-200. (in Chinese)

[14] 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)

[15] 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)

[16] 王贵禧,韩雅珊,于梁. 猕猴桃软化过程中阶段性专一酶活性变化的研究 [J]. 植物学报,1995,37(3):198-203.
Wang G X,Han Y S,Yu L. Study on the activities of stage specific enzyme during softening of kiwifruit [J]. Acta Botanica Sinica,1995,37(3):198-203. (in Chinese)