

不同采收成熟度、不同品种的芒果果实对1-MCP处理的反应

高豪杰¹, 贾志伟¹, 李 雯¹, 李隆伟², 刘康德^{3,*}

(1.海南大学园艺园林学院, 海南 海口 570228; 2.海南大学经济与管理学院, 海南 海口 570228;

3.海南大学党委办公室, 海南 海口 570228)

摘 要: 研究不同采收成熟度(六成熟和八成熟)、不同品种(‘红贵妃’、‘台农1号’和‘金煌’)的芒果果实对1-MCP处理的反应。结果表明: 1)在同一采收成熟度下, 3个芒果品种对1-MCP处理的反应不同, 在贮藏同一时间, ‘台农’果实的贮藏品质及生理变化最快, 表现为较高的病情指数、色度 a^* 、TSS、SOD、POD和LOX活性, 以及较低的果实硬度, 其次是‘金煌’品种, ‘红贵妃’果实成熟衰老的速度最慢; 2)对于同一品种不同采收成熟度, 低成熟度的果实比高成熟度的果实具有较低的病情指数、色度 a^* 和较高的果实硬度、SOD、POD和LOX活性, 而细胞膜透性差异不显著; 3)1-MCP处理后, 完熟时六成熟‘台农’果实的含糖量略低于八成熟果实, 但TSS含量差异不大, 而‘红贵妃’和‘金煌’芒果, 八成熟果实的TSS含量明显高于六成熟果实。说明3个芒果品种中, ‘台农’果实对1-MCP处理的保鲜反应最差, ‘红贵妃’和‘金煌’果实对1-MCP处理的保鲜反应较好。

关键词: 芒果; 成熟度; 品种; 1-MCP; 反应

Response of Mango Fruits from Different Maturity Stages and Varieties to 1-MCP Treatment

GAO Hao-jie¹, JIA Zhi-wei¹, LI Wen¹, LI Long-wei², LIU Kang-de^{3,*}

(1. College of Horticulture and Landscape, Hainan University, Haikou 570228, China;

2. College of Economy and Management, Hainan University, Haikou 570228, China;

3. Office of Party Committee, Hainan University, Haikou 570228, China)

Abstract: The response of mango fruits from different maturity stages (60% and 80%) and cultivars (‘Hongguifei’, ‘Tainong 1’ and ‘Jinhuang’) to 1-MCP treatment was investigated. The results showed that: (1) for mango fruits with the same maturity the response of three mango cultivars to 1-MCP was different. ‘Tainong1’ mango fruits revealed the fastest change in storage quality and physiology with higher disease index, color a^* , TSS content, SOD, POD and LOX activities, and lower fruit firmness, followed by ‘Jinhuang’ and ‘Hongguifei’ fruits. (2) for mango fruits from different maturity stages and the same cultivar, mango fruits with lower maturity degree revealed lower disease index and color a^* , and higher fruit firmness and SOD, POD and LOX activities than mango fruits with higher maturity degree. However, the cell membrane permeability of mango fruits with both maturity degrees did not exhibit an obvious difference. (3) When mango fruits were ripened completely, no significant difference in TSS content was observed for ‘Tainong 1’ mango fruits harvested at degrees of maturity, although mango fruits with 60% maturity contained slightly smaller amounts of sugar than mango fruits with 80% maturity; as for ‘Hongguifei’ and ‘Jinhuang’ cultivars, mango fruits with 80% maturity revealed significantly higher TSS contents than mango fruits with 60% maturity. Therefore, 1-MCP treatment was effective in preserving ‘Hongguifei’ and ‘Jinhuang’ mango fruits rather than ‘Tainong 1’ mango fruits.

Key words: mango fruit; maturity degree; cultivar; 1-MCP; response

中图分类号: TS255.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)02-0293-05

芒果(*Mangifera indica* Linn.)是著名的热带水果之一, 享有“热带果王”的称号。芒果为呼吸跃变型果

实, 采收季节高温多湿, 完熟过程快且腐烂率高, 给贮运过程造成一定的难度, 降低了芒果的经济效益^[1-2]。品

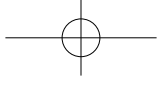
收稿日期: 2012-01-24

基金项目: 农业部热作农技推广与体系建设项目(10RZJN-32); 海南大学重点科研项目(hd09xm17);

海南省重点科技计划项目(ZDXM20100014); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(sscri201004)

作者简介: 高豪杰(1982—), 男, 硕士研究生, 研究方向为果树采后生物学。E-mail: kaifenghaojie2008@126.com

*通信作者: 刘康德(1956—), 男, 研究员, 博士, 研究方向为热带果树。E-mail: shuji@hainu.edu.cn



种和成熟度是最为重要的两大采前因素,根据不同的品种掌握好适合的采收成熟度对果实贮藏品质和成熟衰老起着至关重要的作用^[3-4]。近年来,1-MCP在水果保鲜方面的研究颇多,在许多果蔬产品上都表现出较好的保鲜作用。但1-MCP的作用效果又因品种、成熟度、使用方法等的不同而不同^[5-6]。目前,1-MCP对芒果果实贮藏品质的影响研究较多,但不同品种及不同采收成熟度的芒果果实对一定浓度1-MCP处理的反应研究相对较少。本实验研究1-MCP处理后,不同成熟度、不同品种的芒果果实其贮藏品质和采后生理的变化,对于确定适宜的采收成熟度以及1-MCP在不同芒果品种上的合理应用具有重要的指导意义。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

芒果品种为‘红贵妃’、‘台农1号’和‘金煌’,于2011年6月2日采自海南省昌江市一个管理良好的芒果种植基地,采收成熟度为六成熟(谢花后110d,果肩较尖,果粉较多,果肉偏酸)和八成熟(谢花后140d,果肩圆润,果粉较少,果肉甜酸)。带果柄5cm采收,采后立即运回实验室。挑选果实大小相近,无明显病虫害和机械损伤的果实,剪留0.5cm长果柄,先用0.1%次氯酸钠清洗,再用0.5%施保功杀菌处理,后晾干,再进行各项处理。

1-MCP由广东省果蔬保鲜重点实验室提供;磷酸氢二钠 广州化学试剂厂;L-甲硫氨酸、愈创木酚、硫代巴比妥酸、三氯乙酸、核黄素 国药集团化学试剂有限公司;磷酸二氢钠、氮蓝四唑、EDTA-Na₂、过氧化氢 西陇化工股份有限公司。

1.2 仪器与设备

UV-1900型紫外-可见分光光度计 上海亚研电子科技有限公司;飞鸽牌TGL-16G型台式高速冷冻离心机 上海安亭科学仪器厂;CM-700d型分光测色计、FHM-1型果实硬度计 日本株式会社;N-12型手持折光仪 日本Atago公司。

1.3 方法

1.3.1 处理方法

实验设置6个处理:A6为六成熟红贵妃,B6为六成熟台农,C6为六成熟金煌,A8为八成熟红贵妃,B8为八成熟台农,C8为成熟金煌。用1.0μL/L的1-MCP在25℃条件下密闭熏蒸处理24h。取出后用0.01mm厚PE保鲜袋包装,每袋9个果,轻绑袋口,在(15±0.5)℃,RH为90%的智能人工气候箱中贮藏,每过5d取样1次,3个果为1次重复,每个处理重复3次。

1.3.2 测定指标

病情指数的测定:按照果实表面的病斑大小分级(1~4级),按照公式计算^[7]:病情指数/=%=(1×一级果数+2×二

级果数+3×三级果数+4×四级果数)×100/(总果数×最高级数);果实色泽:使用分光测色计测定,每个果实测相对的两个点,平均值为该果实的色度;果实硬度:采用果实硬度计测定,测头直径5mm,长10mm,每个果实测3个点(在果肩处去皮测定),平均值为该果实的硬度/(kg/cm²);总可溶性固形物(total soluble solid, TSS):采用手持折光仪测定;果实细胞膜透性:采用电导率仪测定^[8];超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性:采用氮蓝四唑(NBT)光还原法测定;过氧化物酶(peroxidase, POD)活性采用紫外吸收法测定^[9];酯氧合酶(lipoxygenase, LOX)活性采用分光光度法测定^[10]。

本实验于2010、2011连续两年进行,结果基本一致,本实验使用2011年的实验结果,统计分析采用Sigmaplot 10.0软件,在Excel 2003中做图。

2 结果与分析

2.1 病情指数的变化

表1 1-MCP对不同采收成熟度、不同品种芒果病情指数的影响
Table 1 Effect of 1-MCP on disease index of mango fruits from different cultivars and maturity degrees

时间/d	处理					
	A6	B6	C6	A8	B8	C8
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	3.2 ^d	5.0 ^c	13.5 ^b	6.3 ^c	7.7 ^c	19.2 ^a
10	12.8 ^c	22.1 ^a	20.2 ^b	10.9 ^c	12.8 ^c	22.7 ^a
15	16.4 ^c	21.9 ^b	21.0 ^b	21.4 ^b	25.5 ^a	24.9 ^a
20	24.0 ^b	26.8 ^b	25.7 ^b	26.6 ^b	31.8 ^a	27.2 ^b
25	25.5 ^c	33.8 ^b	26.5 ^c	28.0 ^c	38.3 ^a	31.5 ^b
30	26.0 ^b	33.7 ^a	27.1 ^b	36.3 ^a	39.2 ^a	27.8 ^b

注:同一行不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

芒果炭疽病和蒂腐病是芒果果实贮藏过程中重要的病害,病情指数是反应病害发生程度的主要指标。由表1可以看出,随着保鲜时间的延长,果实的发病率不断升高。贮藏第5天时,C8、C6的病情指数为19.2%和13.5%,极显著高于其他处理,各处理间达到极显著差异($P < 0.01$);贮藏第15天时,A6和A8(红贵妃)果实的病情指数明显低于相同成熟度的其他两个品种($P < 0.05$);贮藏第20天时,B8(台农八成熟)处理的病情指数达到31.8%,显著高于其他处理($P < 0.05$);在贮藏末期(第30天时),B8、A8的病情指数为最高,分别为39.2%和36.3%,A6的病情指数最低,为26%,各处理间差异显著($P < 0.05$)。说明同一成熟度、不同品种的芒果果实用1-MCP处理后其病害发生程度不同,红贵妃的病害发生最慢;不同成熟度的果实对1-MCP处理的反应不同,六成熟果实发病率的升高明显低于八成熟果实。

2.2 果皮颜色的变化

果皮颜色变化是反应果实成熟进程的直观指标之一。色度 a^* 表示红色或绿色值,正值为红色,负值时偏

绿,其绝对值越大则红色或黄红色越深^[11]。由图1可以看出,不同品种和成熟度的芒果果实随着贮藏时间的延长,其 a^* 不断上升。红贵妃果实(A)的 a^* 一直为最高,A6、A8处理的初始值分别为14.87和16.68,金煌(C6、C8处理) a^* 一直为最低,其初始值分别为-7.7和-9.43,台农1号(B6、B8)的 a^* 居中;在贮藏的前10d,B品种的 a^* 增幅最大,B6和B8的 a^* 增幅分别为2.91和2.69,A6和A8的 a^* 增幅分别为0.54和0.40;C6和C8的 a^* 增幅分别为0.02和1.67;在贮藏第30天时,C6和C8的 a^* 增幅为最大,分别比A6、B6、A8、B8高1.39、1.02、1.16和1.28($P<0.01$),说明贮藏前期台农果实的色泽变化(转黄)最快,贮藏后期,金煌果实的色泽变化最快。图1还可以看出,对于3个品种,八成熟果实的色泽变化速度始终高于六成熟的果实。

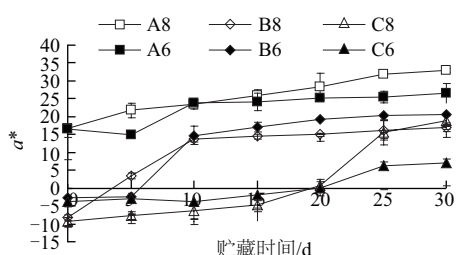


图1 1-MCP对不同采收成熟度、不同品种芒果果实色泽 a^* 的影响
Fig.1 Effect of 1-MCP on color a^* value of mango fruits from different cultivars and maturity degrees

2.3 果实硬度的变化

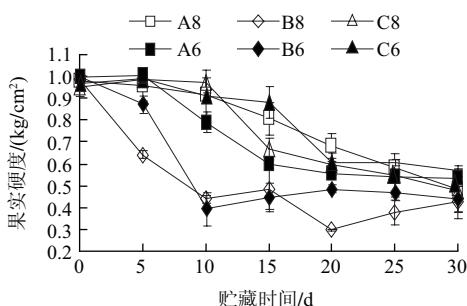


图2 1-MCP对不同采收成熟度、不同品种芒果果实硬度的影响
Fig.2 Effect of 1-MCP on fruit firmness of mango fruits from different cultivars and maturity degrees

硬度是表示果实软化程度的重要指标之一。从图2可以得出,随着贮藏时间的延长,芒果果实的硬度不断下降。在3个品种中,台农1号(B6和B8)硬度下降速度明显快于其他品种,金煌(C6、C8处理)品种的硬度下降最慢,红贵妃(A6、A8处理)下降速度居中,在第5天时,六成熟和八成熟台农果实的硬度极显著低于其他处理($P<0.01$)。在整个贮藏期内,六成熟金煌和八成熟红贵妃的果实硬度始终维持最高水平。说明1-MCP对控制台农1号果实软化的效应最差,六成熟金煌果实和八成熟红贵妃果实对1-MCP控制软化的反应较好,软化速度最慢。

2.4 果实的TSS的变化

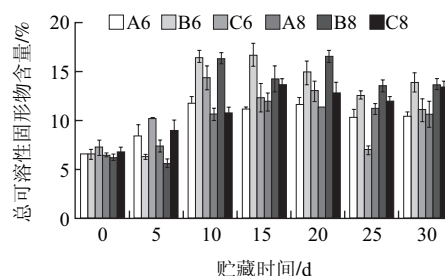


图3 1-MCP对不同采收成熟度、不同品种芒果果实TSS含量的影响
Fig.3 Effect of 1-MCP on TSS contents of mango fruits from different cultivars and maturity degrees

由图3可以看出,随着贮藏时间的延长,芒果果实的含糖量总体呈现先上升再下降的趋势。在同一1-MCP条件下,台农1号(B6和B8)果实含糖量在第10天达到高峰,峰值分别为16.5%和16.1%,红贵妃果实(A6和A8)TSS达到高峰的时间分别是第20天和第15天,峰值分别为11.9%和12.0%,金煌果实(C6和C8)TSS达到高峰的时间分别是第10、15天,峰值分别为14.9%和13.9%,说明低成熟度的果实含糖量的变化速度较高成熟度果实的要慢,高峰出现的时间较晚,但是在达到果实完熟时,高成熟度和低成熟度果实的含糖量差异不显著($P>0.05$);3个品种中,台农果实的含糖量变化最快,其次是金煌果实,而红贵妃果实的含糖量变化速度最慢。表明在控制果实品质变化方面,台农果实对1-MCP的反应最差,1-MCP控制台农糖分变化的效果最不明显。

2.5 果实的细胞膜透性的变化

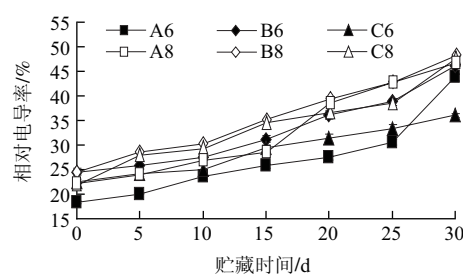


图4 1-MCP对不同采收成熟度、不同品种芒果果实细胞膜透性的影响
Fig.4 Effect of 1-MCP on cell membrane permeability of mango fruits from different cultivars and maturity degrees

图4表明,随着贮藏时间的延长,芒果果皮的细胞膜透性呈现不断上升的趋势。红贵妃果实,不论是低成熟度(A6)还是高成熟度(A8处理)其细胞膜透性上升的速度都为最慢,在贮藏的同一时间,其细胞膜透性都显著低于其他处理($P<0.05$);对于低成熟度果实,台农1号果实(B6)的相对电导率在整个贮藏期内都极显著的高于其他处理($P<0.01$),而在高成熟度的果实中,台农1号果实(B8)和金煌芒果(C8)的细胞膜透性差异不显著($P>0.05$)。说明在同样1-MCP处理条件下,红贵妃果实细胞成熟衰老的速度最慢,台农1号果实细胞成熟衰老的速度最快;

而且同一品种的低成熟度和高成熟度果实的细胞膜透性之间无显著差异($P>0.05$)。

2.6 果实成熟衰老相关酶的变化

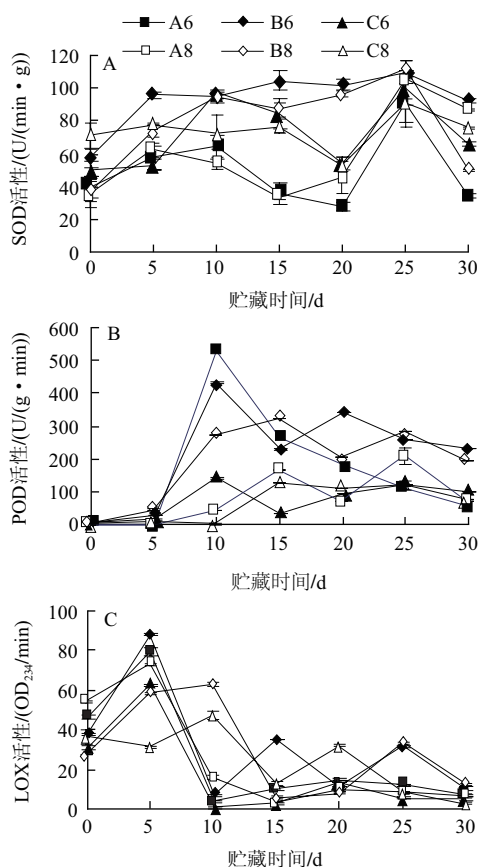


图5 1-MCP对不同采收成熟度、不同品种芒果果实SOD(A)、POD(B)和LOX(C)活性的影响

Fig.5 Effect of 1-MCP on SOD (A), POD (B) and LOX (C) activities of mango fruits from different cultivars and maturity degrees

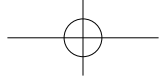
由图5A可以看出, 采后芒果果实SOD活性变化呈现由低到高再下降的峰型变化趋势。不论是低成熟度还是高成熟度果实, 台农1号(B6、B8处理)的SOD活性水平都为最高, 而红贵妃(A6、A8处理)的SOD活性水平都为最低, 在贮藏的第20天时, B6分别比A6和C6高74.3U/g和48.5U/g, B8分别比A8和C8高47.0U/g和39.6U/g, 各处理间差异极显著($P<0.01$)。在同一品种下, 六成熟的果实SOD活性高于八成熟的果实。

采后芒果果实POD活性变化呈现由低到高再下降的峰型变化趋势, 对于六成熟果实, 3个品种都在第10天达到活性高峰, 且在整个贮藏期内, 红贵妃果实的POD为最高, 金煌果实为最低, 台农果实居中, 3个品种间差异极显著($P<0.01$); 对于八成熟果实, 在整个贮藏期内, 台农果实的POD活性都远远高于其他处理, 金煌果实的POD一直维持在最低水平, 3个品种间差异极显著($P<0.01$)。在同一品种下, 六成熟的果实POD活性高峰显著高于八成熟的果实($P<0.05$)。

LOX是启动果实膜脂过氧化反应的关键酶。由图5C可以看出, 采后芒果果实LOX活性呈现先升高再下降的变化趋势。3个品种的六成熟果实都于采后第5天达到POD活性高峰, 而且金煌果实的LOX活性值最低, 处理间差异显著($P<0.05$); 八成熟果实, 红贵妃、台农和金煌果实达到LOX活性峰值的时间分别是第5天、第10天和第10天, 在贮藏前期红贵妃果实的LOX活性最高, 在贮藏后期台农和金煌果实的LOX活性较高($P<0.05$); 同一品种下六成熟的果实LOX活性高峰值略高于八成熟的果实。

3 讨论与结论

品种和采收成熟度是维持果实营养物质和延长贮藏时间的重要因素。许多研究表明, 果实采收过早, 其后熟时营养品质和风味品质较差, 而采收成熟度过高, 在果实成熟衰老和软化进程加快, 不耐贮藏^[12]。国内外大量研究表明, 1-MCP在跃变型果实上具有非常显著的保鲜效果^[13-14]。但已有不少研究表明, 1-MCP的作用效果会因品种、成熟度及使用方法不同而异^[15-16]。芒果是著名的热带水果, 也是典型的呼吸跃变型果实, 采后极易软化、后熟和腐烂。邵远志等^[17]、Wang Baogang等^[18]的研究表明, 1-MCP对于红贵妃芒果具有显著的保鲜效果。目前国内外还未见有关不同品种及不同采收成熟度方面的报道。本研究结果表明, 在同一成熟度条件下, 3个品种对于1-MCP处理的反应不同, 红贵妃芒果具有较低的病情指数和细胞膜透性, 具有较高的果实硬度, 1-MCP对于红贵妃芒果的保鲜效果最明显, 其次是金煌品种, 而台农1号品种的反应最差, 保鲜效果最不明显, 推测主要与3个品种的果实结构、果肉质地上有密切关系。对于同一品种的不同采收成熟度, 低成熟度(六成熟度)果实的贮藏品质、病害发生及生理变化较高成熟度(八成熟)果实的慢, 表现在高成熟度果实具有较高的病情指数和色度值, 果实软化速度较快, Elizabeth等^[19]在番茄果实上、Bhutia等^[20]在人心果果实上都有类似的报道。在果实品质方面, 六成熟台农果实和八成熟果实完熟时其TSS含量差异不大, 而红贵妃和金煌芒果, 完熟时八成熟果实的TSS含量明显高于六成熟果实。果肉组织的酶活性可以间接反映果实成熟衰老的程度, 本研究表明, 芒果果实在贮藏过程中, 六成熟果实的SOD、POD和LOX活性都高于八成熟度的果实, 这可能与果实发育不完全, 保护组织结构不完备有关。本实验表明, 八成熟采收的‘金煌’和‘红贵妃’芒果, 在25℃条件下用1.0μL/L的1-MCP处理20h, 可以在15℃贮藏30d, 果实风味品质和外观无不良变化; 而‘台农’果实, 六成熟采收后经1-MCP处理可以保鲜30d, 但八成熟‘台农’用1-MCP处理后在15℃条件下只能保鲜20d。3个品种、两种采收成熟度的芒果果实用



1.0 μ l/L 的1-MCP处理后果实能够正常后熟, 色泽和风味没有明显的影响。建议‘金煌’和‘红贵妃’芒果可以适当晚采, 而‘台农’芒果则可以适当早采。

参考文献:

- [1] 杨薇, 谭自力. 芒果贮藏保鲜技术的研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(4): 310-312.
- [2] 蒋依辉, 易干军, 孟祥春, 等. 钙处理结合壳聚糖涂膜对芒果贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2009, 30(22): 369-372.
- [3] GUERRA M, CASQUERO P A. Effect of harvest date on cold storage and postharvest quality of plum cv. green gage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 47(3): 325-332.
- [4] 林建城, 林河通, 黄志明, 等. 福建省5个主栽品种枇杷果实品质比较及其与果实耐贮运的关系[J]. 食品科学, 2008, 29(6): 433-437.
- [5] ZORAN S, RADMILA T, YAACOV P, et al. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on postharvest storage quality in green bell pepper fruit[J]. Food Bioprocess Technol, 2012, 5(7): 2758-2767.
- [6] MAHAJAN B V C, SINGH K, DHILLON W S. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on storage life and quality of pear fruits[J]. J Food Sci Technol, 2010, 47(3): 351-354.
- [7] 郑小林, 田世平. 气调贮藏下草酸处理对杧果果实成熟和腐烂的影响[J]. 果树学报, 2005, 22(4): 351-355.
- [8] JIANG Weibo, SHENG Qiang, ZHOU Xiangjuan, et al. Regulation of coriander senescence by 1-methylcyclopropene and ethylene[J]. Postharvest Biol Technol, 2002, 26(3): 339-345.
- [9] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 167-168; 172-173; 282-283.
- [10] 曹建康, 姜微波, 赵淑梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007: 105-107.
- [11] IGLESIAS I, GRAELL G E. Differences in fruit color development anthocyanin content, yield and quality of seven ‘delicious’ apple strains[J]. Fruit Varieties Journal, 1999, 53(3): 133-145.
- [12] HE Zhigang, LIN XIAOZI, LI Weixin, et al. Effects of harvest maturity on quality and storability of loquat fruit[J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2004, 16(4): 34-38.
- [13] JIANG Yueming, JOYCE D C, MACNISH A J. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags[J]. Postharvest Biology and Technology, 1999, 16(2): 187-193.
- [14] MIR N A, CURELL E, KHAN N, et al. Harvest maturity, storage temperature and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of Red chief delicious apples[J]. American Society and Horticulture Science, 2001, 126(5): 618-624.
- [15] SEREK M, SISLER E C, REID M S. Novel gaseous inhibitor of ethylene binding prevents ethylene effects in potted flowering plant[J]. Amer Soc Hort Sci, 1994, 119(6): 1230-1233.
- [16] KHAN A S, SINGH Z. 1-MCP regulates ethylene biosynthesis and fruit softening during ripening of ‘Tegan Blue’ plum[J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 43: 298-306.
- [17] 邵远志, 张哲, 李庚虎, 等. 成熟度和后熟处理对红贵妃芒果贮藏品质和生理的影响[J]. 保鲜与加工, 2010, 10(3): 18-22.
- [18] WANG Baogang, WANG Jianhui, FENG Xiaoyuan, et al. Effects of 1-MCP and exogenous ethylene on fruit ripening and antioxidants in stored mango[J]. Plant Growth Regulation, 2009, 57(2): 185-192.
- [19] ELIZABETH B, ANNE P, JAN N, et al. Effect of 1-methylcyclopropene on tomato flavour components, shelf life and decay as influenced by harvest maturity and storage temperature[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2011, 91(6): 969-980.
- [20] BHUTIA W, PAL P K, SEN S, et al. Response of different maturity stages of sapota (*Manilkara achras* Mill.) cv. Kallipatti to in-package ethylene absorbent[J]. Journal of Food Science and Technology, 2011, 48(6): 763-768.