

1-MCP 对不同成熟度猕猴桃电特性的影响

唐燕¹, 杜光源², 张继澍^{1,*}

(1.西北农林科技大学生命学院, 陕西 杨凌 712100; 2.西北农林科技大学理学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要:以适期采收(成熟度 I, 可溶性固形物 6.2%) 和晚采收(成熟度 II, 可溶性固形物 8.8%) 的‘海沃德’猕猴桃为试材, 研究 0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理对在室温(20℃)贮藏条件下果实电特性的影响。结果表明, 在 1MHz 频率下, 成熟度 I 的果实复阻抗明显高于成熟度 II 的果实, 而且从贮藏 7d 开始, 两成熟度果实复阻抗(Z)值差异达显著水平($P < 0.05$)。在 10kHz 频率下, 成熟度 I 果实并联等效电容(C_p)值明显高于成熟度 II 的果实, 而且从贮藏 7d 开始, 两成熟度果实 C_p 值差异达显著水平($P < 0.05$)。在 0.1kHz 和 1MHz 电激励频率条件下, 随着贮藏时间的延长, 1-MCP 有抑制果实复阻抗下降的趋势; 在 10kHz 频率条件下, 1-MCP 处理果 C_p 值明显高于对照果; 但并联等效电感(L_p)和阻抗相角(θ)对成熟度和 1-MCP 处理的响应不灵敏, 不能作为区分成熟度或 1-MCP 处理的敏感电参数。

关键词: 1-MCP; 成熟度; 猕猴桃; 电特性; 敏感电参数

Influence of 1-MCP on Dielectric Properties of Kiwifruit at Different Maturities

TANG Yan¹, DU Guang-yuan², ZHANG Ji-shu^{1,*}

(1. College of Life Science, Northwest A&F University, Yangling 712100, China;

2. College of Science, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

Abstract: In this study, ‘Hayward’ kiwifruit at the appropriate harvest (maturity I, with a TSS of 6.2%) and late harvest (maturity II, with a TSS of 8.8%) was used to investigate the effect of 0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-methylcyclopropene (1-MCP) on postharvest electric properties of fruits at room temperature (20 °C). Kiwifruits at maturity I revealed a remarkable increased in impedance (Z) at the frequency of 1 MHz when compared with those at maturity II and a significant difference in Z value began appearing on storage day 7 ($P < 0.05$). The same results were observed for capacitance in the parallel equivalent circuit mode (C_p) at 10 kHz. 1-MCP inhibited the decrease of Z value in kiwifruit with prolonged storage period at 0.1 kHz or 1 MHz. 1-MCP-treated kiwifruit presented a significantly higher C_p at 10 MHz than the control. However, inductance in parallel equivalent circuit mode (L_p) and impedance phase angle (θ) had insensitive response to fruit maturity and 1-MCP, and consequently was not a measure of maturity and 1 MHz treatment or not.

Key words: 1-MCP; maturity; kiwifruits; electric properties; sensitive electrical parameters

中图分类号: S183

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)04-0238-05

1-甲基环丙烯(1-MCP)是一种乙烯受体抑制剂, 它有效地延缓多种水果果实采后的成熟衰老^[1-10]。1-MCP 在猕猴桃上的研究已有不少报道^[11-13], 而不同成熟度猕猴桃采后电特性变化及结合 1-MCP 处理对果实电参数的影响研究未见报道。本试验以不同成熟度的‘海沃德’猕猴桃为试材, 研究 0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理对室温贮藏猕猴桃 4 个电参数(复阻抗 Z 、并联等效电感 L_p 、并联等效电容 C_p 、阻抗相角 θ)的影响, 目的是了解 1-MCP 处理对不同成熟度‘海沃德’猕猴桃果实采后电特性变

化的影响, 以探讨利用电特性进行不同成熟度果实区分的可能性, 积累猕猴桃采后贮藏阶段果实电参数的变化规律, 为利用电学特性进行猕猴桃果实无损检测提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

猕猴桃品种为‘海沃德’(*Actinidia deliciosa* cv ‘Hayward’), 采自陕西省杨陵区管理良好的果园。果

收稿日期: 2011-01-06

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(30471001); 西北农林科技大学博士科研启动基金项目(Z109021124)

作者简介: 唐燕(1977—), 女, 讲师, 博士, 主要从事果实采后生理和无损检测研究。E-mail: tangyanyan418@163.com

*通信作者: 张继澍(1941—), 男, 教授, 本科, 主要从事采后果实衰老机理及其调控研究。E-mail: jishu@nwsuaf.edu.cn

实分适宜采收(成熟度 I, 采摘时硬度为 $6.2\text{kg}/\text{cm}^2$, 可溶性固形物含量为 6.2%) 和晚采收(成熟度 II, 采摘时硬度为 $5.8\text{kg}/\text{cm}^2$, 可溶性固形物含量为 8.8%) 两个成熟度, 均选取大小均匀、无病害的健康果实进行试验。

1.2 仪器与设备

3532-50LCR 测试仪 日本日置电机株式会社。

1.3 果实采后处理及测定

进行以下两种处理: 1) 对照处理: 将猕猴桃果实放入聚氯乙烯袋内密封 24h; 2) 1-MCP 处理: 将猕猴桃在采摘当日进行 1-MCP 处理。将果实装入 4 个塑料果筐中, 堆放在容积为 0.24m^3 的双层塑料帐内; 称取 0.192g 1-MCP 粉末置于 25mL 烧杯中, 将烧杯放入塑料帐内, 加入 4mL 蒸馏水, 搅拌 4~6s, 立即将塑料帐密封, 室温密封 24h, 袋内 1-MCP 含量约为 $0.5\mu\text{L}/\text{L}$ 。

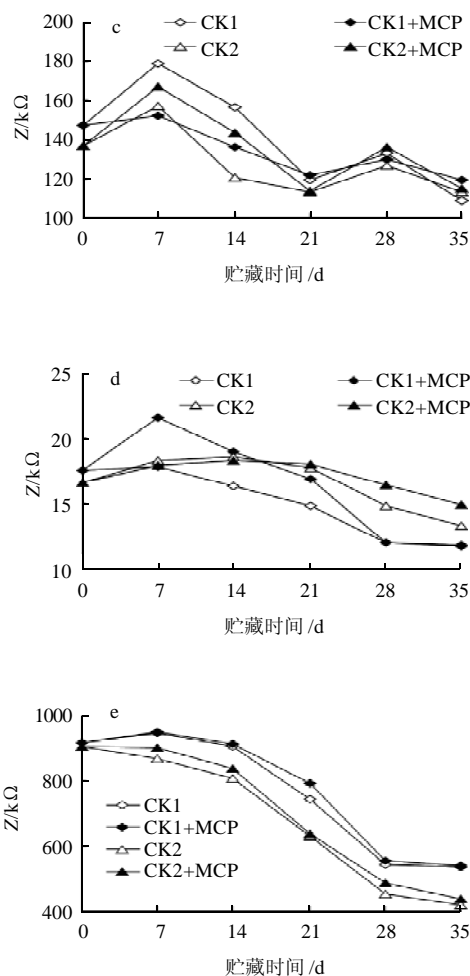
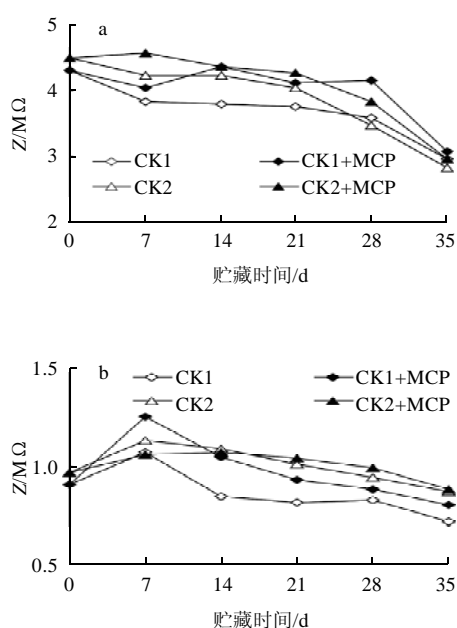
CK1 表示成熟度 I 对照, CK1 + MCP 表示成熟度 I 的 MCP 处理; CK2 表示成熟度 II 对照, CK2 + MCP 表示成熟度 II 的 MCP 处理。将对照和经 1-MCP 处理过的果实在室温(20°C) 存放, 用 3532-50LCR 测试仪每隔 7d 测定复阻抗 Z 、并联等效电感 L_p 、并联等效电容 C_p 、阻抗相角 θ , 每次测定随机选处理和对照果各 15 个果实, 每个果实重复测定 3 次。

1.4 数据处理

数据采用 SPSS 统计软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 猕猴桃果实复阻抗(Z)的变化



a~e. 0.1、1、10、100kHz 和 1MHz。

图 1 1-MCP 对不同成熟度猕猴桃果实复阻抗的影响

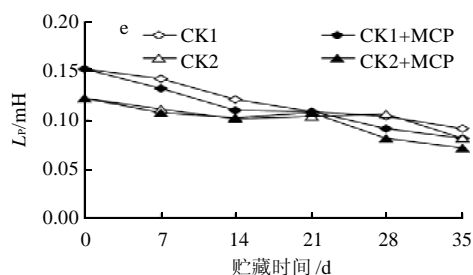
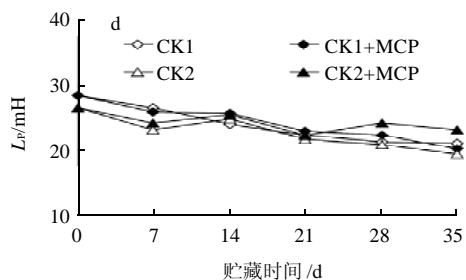
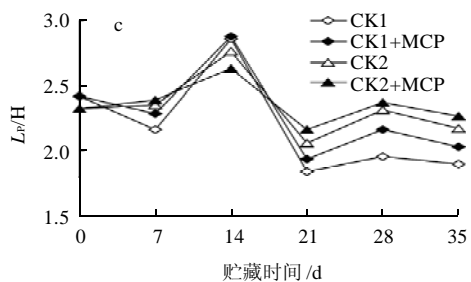
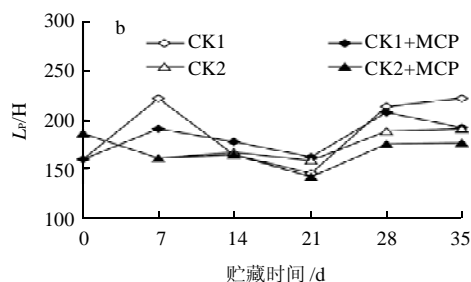
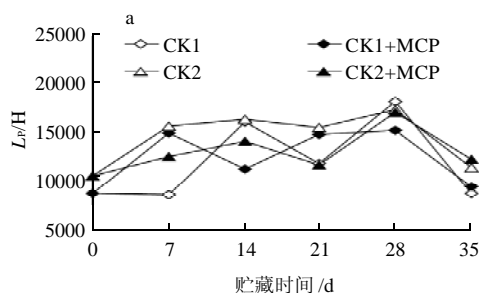
Fig.1 Effects of 1-MCP on impedance (Z) of kiwifruits of different maturity

图 1a 所示, 在 0.1kHz 频率条件下, 果实 Z 值随贮藏时间的延长总体呈现下降变化。两成熟度处理果的 Z 值都明显对应高于对照果, 但两者差异不显著($P > 0.05$)。在 1kHz 频率下, 成熟度 I 对照果、成熟度 II 对照果和成熟度 I 处理果的 Z 值随贮藏时间的延长呈相似的变化规律(图 1b), 在贮藏的第 7 天果实 Z 值有明显上升, 之后 Z 值下降, 而经 1-MCP 处理的成熟度 II 果随着贮藏时间的延长呈拱形变化; 在 10kHz 频率下, 果实的 Z 值随贮藏时间的延长都呈双峰曲线变化(图 1c), 在贮藏的第 35 天果实的 Z 值和贮藏起始时果实 Z 值相比下降显著($P < 0.05$); 在 100kHz 频率下, 成熟度 I 处理果实在贮藏的第 7、14 天和第 21 天的 Z 值明显高于对照果(图 1d), 之后差异在缩小。成熟度 II 处理果和对照果之间的差异不显著($P > 0.05$); 在 1MHz 频率下, 在贮藏

的各个阶段(图 1e), 两成熟度对照果 Z 值和处理果 Z 值之间的差异未达显著水平($P > 0.05$)。从贮藏第 7 天开始, 成熟度 II 果实对照果和处理果 Z 值都显著低于成熟 I 对照果和处理果($P < 0.05$)。

与对照果相比, 在 5 个测试频率下, 随着贮藏时间的延长, 1-MCP 处理果对电参数响应不是很灵敏, 而且总体上不改变果实电参数的变化趋势。

2.2 猕猴桃果实并联等效电感(L_p)的变化

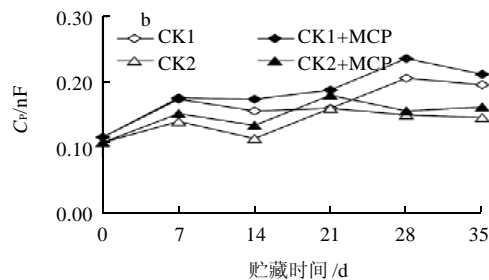
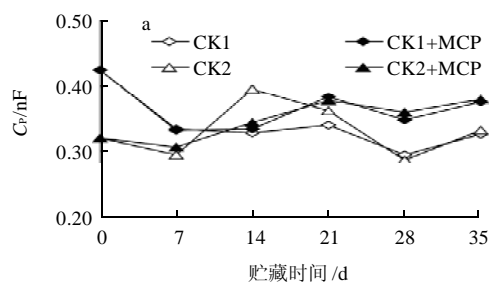


a~e. 0.1、1、10、100kHz 和 1MHz。

图 2 1-MCP 对不同成熟度猕猴桃果实并联等效电感的影响
Fig.2 Effect of 1-MCP on inductance in parallel equivalent circuit mode (L_p) of kiwifruits of different maturity

并联等效电感值在 0.1、1、10、100kHz 和 1MHz 频率之间的变幅很大, 差异达显著水平($P < 0.01$)。在 0.1kHz 频率下, 成熟度 I 对照果在贮藏第 7 天和贮藏 0d 相比变化很小(图 2a), 在贮藏第 14~35 天变幅较大, 呈齿状 M 型变化; 在 1kHz 频率下, 随着贮藏时间的延长, 同一采收期的对照和处理果 L_p 值呈相似的变化规律(图 2b); 在 10kHz 电激励频率下, 两成熟度对照果和处理果随贮藏时间的延长呈单峰曲线变化(图 2c); 在 100kHz 频率下, 随着贮藏时间的延长, 两成熟度对照果和处理果 L_p 值总体都呈现下降的变化(图 2d); 在 1MHz 频率下(图 2e), 在贮藏的第 35 天, 两成熟度对照果和处理果的 L_p 值和起始值相比下降显著($P < 0.05$)。在 5 个测试频率下, 在贮藏的各个阶段, 同一采收期的处理果和对照果之间的 L_p 值差异都不显著($P > 0.05$)。

2.3 猕猴桃果实并联等效电容(C_p)的变化



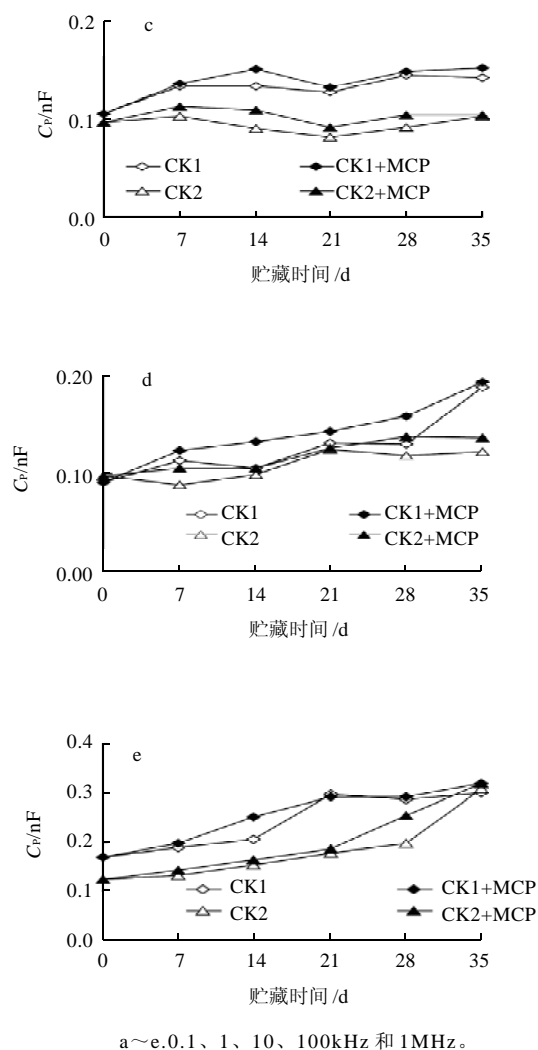


图3 1-MCP对不同成熟度猕猴桃果实 C_p 的影响

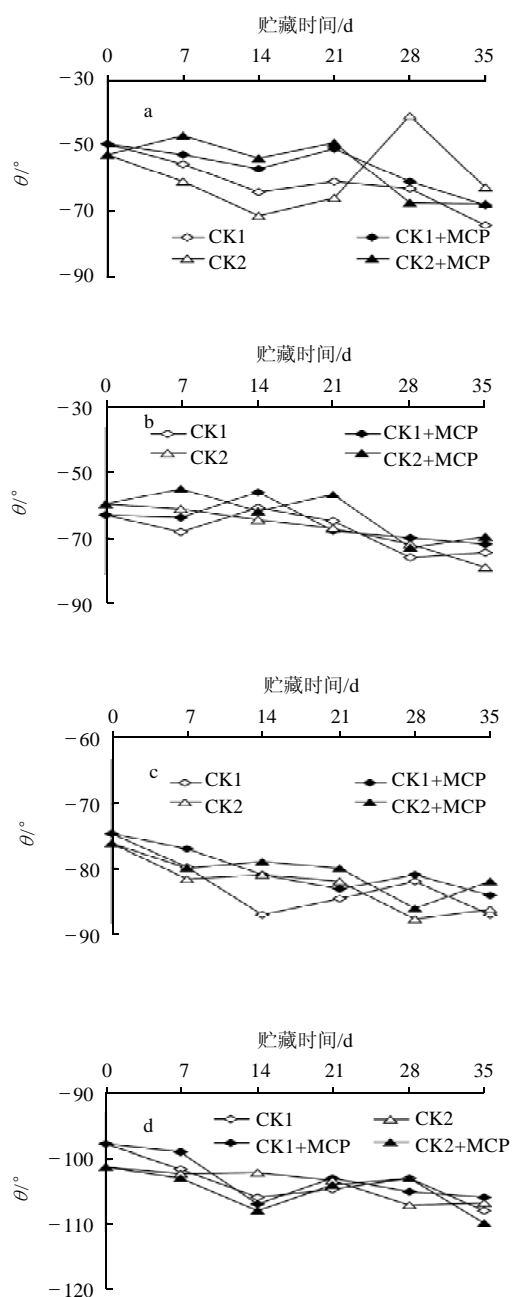
Fig.3 Effect of 1-MCP on capacitance in parallel equivalent circuit mode (C_p) of kiwifruits of different maturity

在 0.1kHz 频率下, 成熟度 I 对照果和处理果 C_p 值随贮藏时间的延长呈现相同的变化趋势(图 3a)。从贮藏 0~14d 果实 C_p 值明显有所下降。在贮藏的各个阶段, 两成熟度对照果和处理果之间的 C_p 差异都不显著($P > 0.05$)。

在 1kHz 频率下, 两成熟度果实的对照果和处理果的 C_p 值随贮藏时间的延长呈现总体上升的变化(图 3b)。在贮藏 14~35d 内, 成熟度 I 处理果的 C_p 值高于成熟度 I 对照果, 在贮藏的第 7~35 天, 成熟度 II 处理果的 C_p 值明显高于成熟度 II 对照果, 但差异未达到显著水平($P > 0.05$); 在 10kHz 频率下, 成熟度 I 处理果和成熟度 II 处理果 C_p 值在贮藏的各个阶段都对应稍高于成熟度 II 对照果(图 3c), 但差异未达到显著水平($P > 0.05$)。从贮藏第 7 天开始, 成熟度 II 果实对照果和处理果都显著

低于成熟 I 对照果和处理果($P < 0.05$); 在 100kHz 电激励频率下, 两成熟度果实无论是对照果还是处理果的 C_p 值随贮藏时间的延长呈现总体上升的变化(图 3d)。两成熟度处理果的 C_p 值在贮藏的各阶段都高于相应的对照果, 但差异未达到显著水平($P > 0.05$); 在 1MHz 电激励频率下, 两成熟度处理果的 C_p 值在贮藏的各阶段都略高于对应的对照果(图 3e), 但差异未达到显著水平($P > 0.05$)。在室温贮藏的 0~21d, 成熟度 I 果实显著高于成熟度 II 果实($P < 0.05$), 之后差异在缩小。

2.4 猕猴桃果实阻抗相角(θ)的变化



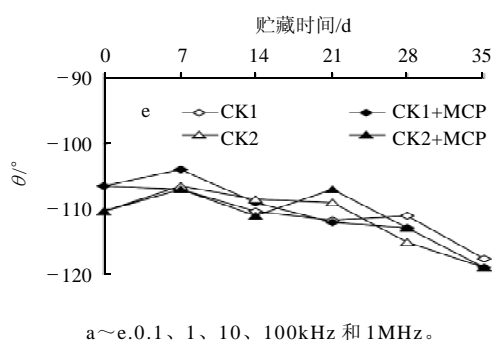


图4 1-MCP对不同成熟度猕猴桃实阻抗相角的影响

Fig.4 Effect of 1-MCP on impedance phase angle (θ) of kiwifruits of different maturity

在0.1kHz频率下,成熟度I对照果和处理果的 θ 值随贮藏时间的延长呈现相同的变化(图4a),从贮藏0~14d果实的 θ 值呈现明显下降变化,在贮藏第21天呈上升变化,之后又呈下降变化。

在1kHz电激励频率下,成熟度I处理果的 θ 值除了在贮藏第21天时小于对应对照果(图4b),在其他贮藏阶段都高于对照果。成熟度II处理果实的 θ 值在采后贮藏阶段都高于对应对照果;在10kHz电激励频率下,成熟度I对照果和处理果的 θ 值在贮藏的0~21d呈明显的下降变化,在贮藏28d有所上升之后呈下降变化。两成熟度处理果实 θ 值在贮藏的各阶段都稍高于对照果(图4c),但差异未达到显著水平($P > 0.05$);在100kHz和1MHz频率下,无论是对照还是处理果,在贮藏的35d和起始 θ 值相比都有明显的下降。

在5个测试频率下,在贮藏的各个阶段,同一采收期的处理果和对照果之间的 L_p 值差异都不显著($P > 0.05$)。

3 讨论与结论

王玲^[14]研究发现,嘎拉苹果经1-MCP处理后,在0.1kHz电激励频率下,随着室温贮藏时间的不断延长,复阻抗(Z)、电抗(X)、并联等效电感(L_p)的减小被抑制,并联等效电容(C_p)的增加被延缓;认为可能的原因是成熟度高的果实内细胞膜破坏更严重,被细胞膜区隔的内外电解质之间的流动性增强,导致导电性增强,表现为 Z 减小。1-MCP可能通过延缓了果实的后熟软化过程,在一定程度上减缓了细胞膜的破坏,抑制了相对电导率的上升,从而导致 Z 的减小、导电性的增加受到抑制。本实验在0.1kHz频率下,1-MCP有抑制 Z 下降的趋势,和王玲^[14]的结论相似,但差异不显著($P > 0.05$), L_p 和 C_p 在0.1kHz频率下并不像嘎拉苹果上呈规律性变化。本实验所测试的5个频率下,和同一采收期的对照相比,1-MCP处理并没有引起电参数发生显著的变化。

郭文川等^[15]对不同成熟度西红柿果实的电特性研究

发现:随着成熟度的提高,西红柿的相对介电常数增大,等效阻抗减小。本实验的结果发现在1MHz电激励下,成熟度低的猕猴桃果实复阻抗明显较高,这和郭文川等^[15]在西红柿上的结论相似。另外,还发现在1MHz下,1-MCP处理有抑制采后果实 Z 值下降的效果。Nelson等^[16]在0.2~20GHz的频率范围内研究不同成熟阶段下3个不同品种桃子的介电参数时发现:在200MHz频率下的介电常数与10GHz频率下的介电损耗因子随成熟度的增加而逐渐增大,可应用于判别桃子的成熟度。本实验研究表明,从贮藏7d开始,在特征频率1MHz下可以根据 Z 值差异对成熟I和成熟度II的果实加以区分;在特征频率10kHz下,1-MCP处理有抑制采后果实 C_p 值下降的效果。而且在此频率下,不同成熟度的果实之间 C_p 值差异显著,因而能用 C_p 区分对照果和处理果。

参考文献:

- [1] PORAT R B, WEISS L, COHEN A, et al. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest of 'Shamouti' orange[J]. Postharvest Biol Technol, 1999, 15(2): 155-163.
- [2] RUPPASINGHE 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] 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] 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(6): 174-180.
- [5] AHMAD S, KHAN, ZORA S. 1-MCP regulates ethylene biosynthesis fruit softening during ripening of 'Tegan Blue' plum[J]. Postharvest Biol Technol, 2007, 43(2): 298-306.
- [6] 胡芳, 马书尚, 张继澍, 等. 1-甲基环丙烯对'富有'甜柿采后主要生理指标及细胞超微结构的影响[J]. 园艺学报, 2009, 36(4): 487-492.
- [7] 朱玉涵, 胡芳, 马书尚, 等. 1-甲基环丙烯处理对苹果贮藏中可溶性蛋白的影响[J]. 园艺学报, 2008, 35(1): 113-118.
- [8] 龚新明, 冯云霄, 关军锋, 等. 1-MCP对冬枣常温贮藏生理和品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2009(3): 38-40.
- [9] 龚新明, 关军锋, 张继澍. 黄冠梨采后1-MCP和CaCl₂处理对品质和果皮褐斑发生的影响[J]. 园艺学报, 2010, 37(3): 375-382.
- [10] 田长平, 王延玲, 刘遵春, 等. 1-MCP和NO处理对黄金梨主要贮藏品质指标及脂肪酸代谢酶活性的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(14): 2962-2972.
- [11] 樊秀彩, 张继澍. 1-甲基环丙烯对采后猕猴桃果实胜利效应的影响[J]. 园艺学报, 2001, 28(5): 399-402.
- [12] 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.
- [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]. 西北植物学报, 2005, 25(2): 256-261.
- [14] 王玲. '嘎拉'苹果果实采后电学特性生理特性关系的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2009.
- [15] 郭文川, 朱新华, 周闯鹏, 等. 西红柿成熟度与电特性关系的无损检测研究[J]. 农业现代化研究, 2002, 23(6): 458-460.
- [16] NELSON S O, FORBUS W R, LAWRENCE K C. Assessment of microwave permittivity for sensing peach maturity[J]. Transaction of the ASAE, 1995, 38(2): 579-585.