1-OCP 作为乙烯效应抑制剂与 1-MCP 对芒果低温贮藏品质影响的比较研究

冯叙桥[1,2,3]，孙海娟[1]，徐方旭[1,3]，何晓慧[1]，程 蕾[1]

（1. 沈阳农业大学 食品学院，辽宁 沈阳 110866；2. 渤海大学 食品科学研究院，辽宁省食品安全重点实验室，辽宁 锦州 121013；3. 辽宁省食品质量与安全学会，辽宁 沈阳 110866）

摘要：以相应浓度的 1-MCP（1-methylcyclopropene，1-甲基环丙烯）处理为参照，空气处理为对照，用 1 μL/L、5 μL/L 和 50 μL/L 1-OCP（1-octylcyclopropene，1-辛基环丙烯）在室温下熏蒸处理“贵妃”芒果（*Mangifera indica* L.）果实 20 h 后，每袋 3 个果实装入 0.02 mm 厚 240 mm×190 mm PE 果蔬专用保鲜袋中低温贮藏（(4±1) ℃，RH 85%~90%），每隔 3 d 测定果实品质的变化。结果表明，50 μL/L 1-OCP 和 5 μL/L 1-MCP 处理均能有效延缓芒果果实呼吸高峰的出现，较好抑制果实硬度和可滴定酸的下降，延缓果实失重率和可溶性固形物含量的上升，同时也有效推迟果实 PPO 和 POD 活性高峰的出现以及 MDA 含量的积累。

关键词：芒果；低温贮藏；1-辛基环丙烯；1-甲基环丙烯

中图分类号：TS 255.3　**文献标志码**：A　**文章编号**：1673—1689(2013)05—0460—09

Effect of 1-Octylcyclopropene, as an Ethylene Action Inhibitor and Compared with 1-MCP, on Storage Quality of “Guifei” Mango Fruits in Cold Storage

FENG Xu-qiao[1,2,3], *SUN Hai-juan*[1], *XU Fang-xu*[1,3], *HE Xiao-hui*[1], *CHENG Lei*[1]

(1. College of Food Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China; 2. Food Science Research Institute of Bohai University, Food Safety Key Lab of Liaoning Province, Jinzhou 121013, China; 3. Liaoning Province Society of Food Quality and Safety, Shenyang 110866, China)

Abstract: Effect of 1-octylcclopropene (1-OCP) concentrations at room temperature for 20 h on the storage quality of post-harvest 'Guifei' mangoes (*Mangifera indica* L.) was investigated with comparison of the treatment with same concentrations of 1-MCP, a reported effective ethylene action inhibitor. Fruits were fumigated with 1 μL/L, 5 μL/L or 50 μL/L 1-OCP or 1-MCP and then stored at low temperature (4±1 ℃, RH85%-90%) with every 3 fruits packed in a 0.02mm thick PE bag (240 mm×190 mm) for ripening evaluation. Quality changes and relevant physiological responses were measured every 3 days during fruit storage. The results show that treatments with 50 μL/L 1-

收稿日期：2012-12-19

基金项目：国家自然科学基金项目（30972064）；辽宁省科技厅重点项目（2008205001）；沈阳农业大学高端人才引进基金项目（SYAU20090107）；渤海大学人才引进基金项目（BHU20120301）。

作者简介：冯叙桥（1961—），男，河北曲阳人，工学博士，教授，博士研究生导师，主要从事果蔬质量与安全控制研究。E-mail：feng_xq@hotmail.com

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

OCP or 5 μL/L 1-MCP significantly delayed the appearance of respiratory rate peak, fruit softening and decrease in titratable acid, postponed fruit weight-loss and increase in soluble solids content, inhibited PPO (polyphenol oxidase) and POD (peroxidase) activity and MDA accumulation.
Keywords: mango, cold storage, 1-OCP, 1-MCP

芒果(*Mangifera indica* L.)是著名的热带水果之一，其果实维生素 A 含量远高于其他水果，维生素 B_1、B_2 和维生素 C 含量也高于柑橘、菠萝等热带水果，且含有人体所必需的 Ca、P、K、Se 等多种微量元素，因此被誉为“热带果王”。然而，芒果是典型的呼吸跃变型果实，采后易发生变黄、变软等现象，不利于贮运及加工，直接影响其食用价值和商品价值[1]。芒果的贮藏保鲜，主要以物理法和化学法为主[2]，但都不能完全满足生产实际的要求。物理保鲜法中较先进的为气调贮藏，但存在投资大、设备要求高，技术上也较难控制等不足；而化学保鲜法虽然操作简单、效果较好，但是一些残留的药剂不适于可食性果蔬的处理[3-4]，因而寻求一种安全、高效的贮藏保鲜方法对芒果的采后贮藏保鲜尤为重要。

1-MCP(1-methylcyclopropene，1-甲基环丙烯)是近年来发现的一种高效、无残留的乙烯效应抑制剂[5]，可与细胞膜上的乙烯受体结合，抑制乙烯受体复合物的形成，阻断乙烯所诱导的信号传导[6]。研究表明，1-MCP 能有效地抑制跃变型果实的后熟，并且在一定的浓度范围内不会对果实产生毒害作用[7-8]。目前 1-MCP 已用于延缓香蕉[9]、苹果[10]、梨[11]、猕猴桃[12]、番茄[13]等呼吸跃变型果实后熟的贮藏保鲜研究中。近年发现一些 1-MCP 的结构相似物，也有类似于 1-MCP 的作用，并被应用于抑制乙烯效应反应的研究中[14-16]。Feng 等[14]研究发现 1-ECP(1-ethylcyclopropene，1-已基环丙烯) 和 1-PCP (1-propylcycloprpene，1-丙基环丙烯) 处理均能抑制鳄梨和番茄的乙烯生物合成。Apelbaum 等[15]研究了 1-MCP 及其 8 种相似物对鳄梨乙烯反应的影响，结果表明这 8 种 1-MCP 结构相似物同样能够抑制乙烯效应。程顺昌等[16]对寒富苹果的研究结果显示，1-MCP 和 1-PentCP (1-pentylcyclopropene，1-戊基环丙烯)处理可以抑制寒富苹果的生理代谢，保持果实品质和降低膜脂伤害程度。这些研究报道都为寻求可能应用于农业生产实际的新型乙烯效应抑制剂提供了切实的依据。1-OCP 是具有 8 个碳原子支链的环丙烯类化合物，也是与 1-MCP 分子量差异较大的一种结构类似物。研究发现，1-OCP 与 1-MCP 都能够抑制鳄梨[15]、苹果[16]、番茄[17]果实贮藏期间乙烯的释放量、保持果实硬度及其他贮藏品质。而 1-OCP 作为一种新型的乙烯效应抑制剂在芒果的贮藏保鲜研究中还未见报道，且 1-OCP 对芒果的保鲜效果是否与 1-MCP 一致或者优于 1-MCP 等都值得研究。

1-MCP 处理效果与温度有关，在低温条件下，1-MCP 与受体结合减少，这可能与低温下膜上乙烯受体蛋白构象发生改变有关[18]。高温条件下 1-MCP 可能会更好地接近乙烯结合位点并与其结合[19]。但是，在低温下如果加大 1-MCP 的浓度也能够起到常温下的效果[20]。目前世界上商品化贮藏芒果的主要手段仍然是低温贮藏，低温贮藏不仅可以抑制果实的呼吸作用和乙烯的产生，而且也可以抑制病原菌的繁殖。而在室温贮藏条件下，芒果采后 6~7 d 便达到可食成熟度，且随着果实的后熟，果实逐渐发病并出现严重腐烂。因此研究 1-MCP 和 1-OCP 处理在低温贮藏条件下的保鲜效果，对提高目前最广泛采用的冷库保鲜的效率有重要意义。

本试验以“贵妃”芒果为试材，以 1-MCP 处理为对照，研究不同浓度的 1-OCP 处理对芒果果实低温贮藏期间品质变化的影响，为寻求更有效的乙烯效应抑制剂提供理论参考，并为今后芒果果实的贮藏保鲜方法提供更多可能的选择。

1 材料与方法

1.1 试剂和仪器

1-MCP 粉剂，由中国农科院果树研究所提供(质量分数为 3.4%)。1-OCP 的合成主要参照 Al Dulayymi[21-22]的方法，在沈阳农业大学食品学院实验室合成(质量分数为 30%，液体)，样品被分装成 0.5 mL 的小包装，保藏于-80 ℃超低温冰箱中备用，使用前用乙醚稀释。

CXH-3010D 红外线 CO_2 分析仪，北京市华云

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

分析仪器研究所有限公司产品;CR-21G 型离心机,日立工机株式会社产品;RE-52AA 型旋转蒸发仪,上海亚荣生化仪器厂产品;SHP-2500 型低温生化培养箱,上海精宏实验设备有限公司产品;GY-1 型硬度计,东莞市塘厦精工仪器厂产品;AP-01P 型真空泵,天津奥特塞恩斯仪器有限公司产品;UV-2000 型紫外分光光度计,上海尤尼克仪器有限公司产品;FA2004 型电子天平,上海舜宇恒平科学仪器有限公司产品;HH-4 型数显恒温水浴锅,国华电器有限公司产品。

1.2 材料与处理

试验用"贵妃"芒果,采自海南省并立即运回沈阳农业大学食品学院实验室。剔除残次、病虫害及机械损伤的果实后,挑选质量、大小、颜色均一,成熟度为八成熟的果实,并剪留 0.5 cm 的果柄为实验材料,待进一步处理。

将挑选出的果实随机分为 7 组,每组 36 个果,分别放入塑料帐(50 cm × 50 cm × 50 cm)内,并在室温条件下密闭进行以下处理。

1)1-MCP 处理:分别称取一定量的 1-MCP 溶于蒸馏水中,置于 3 个塑料帐内,使 1-MCP 的释放体积分数分别为 1,5,50 μL/L,迅速封闭塑料帐。

2)1-OCP 处理:分别取一定体积 1-OCP 的乙醚溶液滴于滤纸上,置于 3 个塑料帐内,使 1-OCP 的释放体积分数分别为 1,5,50 μL/L,迅速封闭塑料帐。

3)对照:果实不采用任何处理,密封于塑料帐内。

各处理在常温(20±1) ℃下密封 20 h 后,装入 0.02 mm 的 PE 果蔬专用保鲜袋(国家农产品保鲜工程研究中心生产)中,于低温 (4±1) ℃,RH 85%~90%条件下贮藏,定期测定相关理化指标。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 呼吸强度的测定 采用 CXH-3010D 红外线 CO_2 分析仪进行测定。

1.3.2 失重率的测定 以最初果实质量(m_0)与每次测定果实质量(m_1)之差占最初果实质量的百分比表示。

$$失重率=[(m_0-m_1)/m_0]\times 100\%$$

1.3.3 可溶性固形物测定 采用 WYT-1 型 (上海精密仪器仪表公司生产)手持折光仪测定。

1.3.4 硬度的测定 采用便携式果实硬度计 (FT-327,Fruit TestTM 意大利)测其中部(去皮)硬度,每个果实测 3 次,取其平均值。

1.3.5 可滴定酸含量测定 参照宁正祥[23]的方法,采用酸碱滴定法测定。

1.3.6 PPO 活性测定 PPO(polyphenol oxidase,EC 1.10.3.2,多酚氧化酶)活性测定,参照曹建康[24]邻苯二酚比色法。

1.3.7 POD 活性的测定 POD (peroxidase,EC 1.11.1.7,过氧化物酶)活性测定,参照朱广廉[25]愈创木酚比色法。

1.3.8 MDA 含量的测定 MDA(malondialdehyde,丙二醛)含量测定,参照李合生[26]硫代巴比妥酸法。

1.4 统计分析

采用 Excel 进行数据计算和作图,采用 SPSS "one-way ANOVA"进行差异显著性分析。$p<0.05$ 表示差异显著,$p<0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 1-OCP 对呼吸强度的影响及比较

芒果是典型的呼吸跃变型果实,采后有明显的呼吸跃变峰。对照果实在贮藏初期呼吸旺盛,并在贮藏第 6 天达到呼吸最大值,而不同体积分数 1-OCP 和 1-MCP 处理果实的呼吸强度均得到了不同程度抑制,呼吸高峰也得到了推迟(图 1)。5 μL/L 1-OCP 与 1 μL/L 1-MCP 处理果实在采后第 9 天达到呼吸最大值,即较未处理果实的呼吸峰值推迟了 3 d。而 1 μL/L 和 50 μL/L 1-OCP 处理的果实与 5 μL/L 和 50 μL/L 1-MCP 处理的果实的呼吸峰值均出现在第 12 天,较未处理果实的呼吸峰值延迟了 6 d。此外,至贮藏结束时,对照果实已经呈现完熟状态,其呼吸强度最低,而各处理果实仍维持较高的呼吸强度,即各处理果实的品质相对较好,亦说明低温贮藏可以减弱呼吸强度,从而延长贮藏时间。

2.2 1-OCP 对失重率的影响及比较

随着芒果贮藏期的延长,机体的代谢消耗不断增加,致使果实质量不断下降。在整个贮藏过程中,未处理果实的失重率增加较快,至贮藏末期,失重率已达 2.3%,而各处理果实的质量损失均得到了不同程度的抑制。由图 2 可知,随着贮藏时间的推进,不同体积分数 1-OCP 处理果实的失重率呈现不同程度的增加,至贮藏结束时各处理间差异不显著。相比较 1-OCP 处理果实,5 μL/L 和 50 μL/L 1-MCP 处理果实均维持较低的失重率,即在贮藏过程中,果实的质量损失较 1 μL/L 1-MCP 处理的要少,且

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

5 μL/L 1-MCP 处理的果实效果较佳。

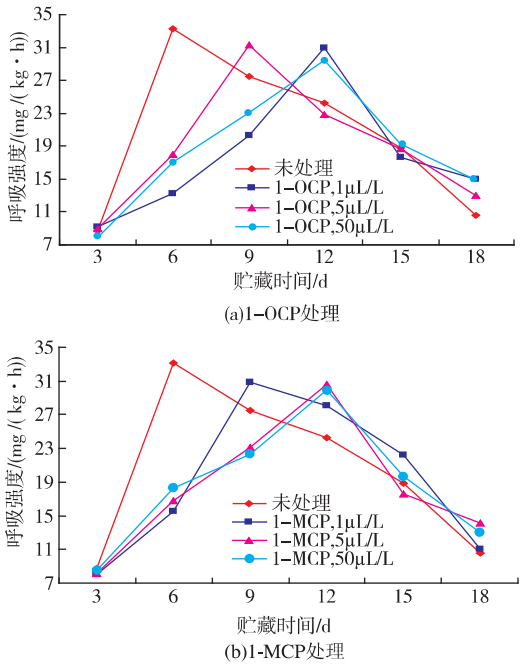


图 1　1-OCP 对芒果呼吸强度的影响

Fig. 1　Effect of treatment with 1-OCP on respiration intensity of mango fruit

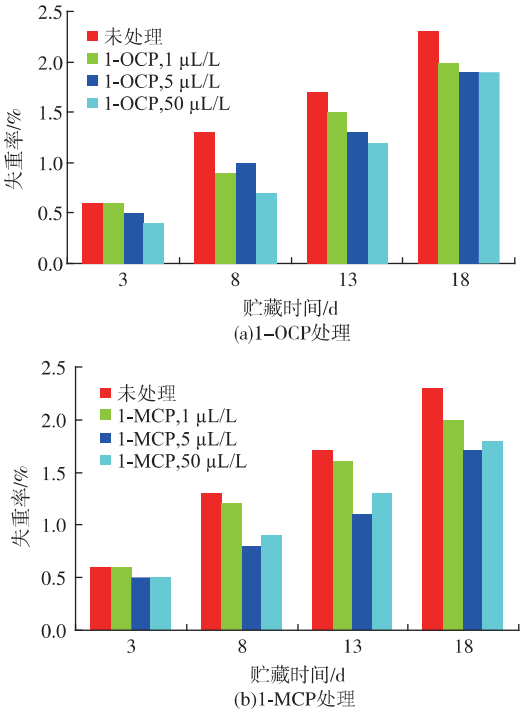


图 2　1-OCP 对芒果失重率的影响及比较

Fig. 2　Effect of treatment with 1-OCP on weight-loss rate of mango fruit

2.3　1-OCP 对果实可溶性固形物的影响及比较

可溶性固形物含量的变化直接影响着果实的口感和风味，同时也反映果实的衰老过程[27]。从图 3 可以看出，随着贮藏时间的延长，1-OCP 和 1-MCP 处理果实的可溶性固形物含量不断增加，但是均较未处理果实增加缓慢，即各处理果实的可溶性固形物含量的增加均得到了不同程度的抑制。在贮藏前期，5 μL/L 和 50 μL/L1-MCP 处理果实的可溶性固形物含量显著低于未处理果实，且至贮藏末期，1-MCP 处理果实可溶性固形物增加缓慢。在整个贮藏过程中，50 μL/L 1-OCP 处理果实的可溶性固形物始终低于其他体积分数处理的果实。

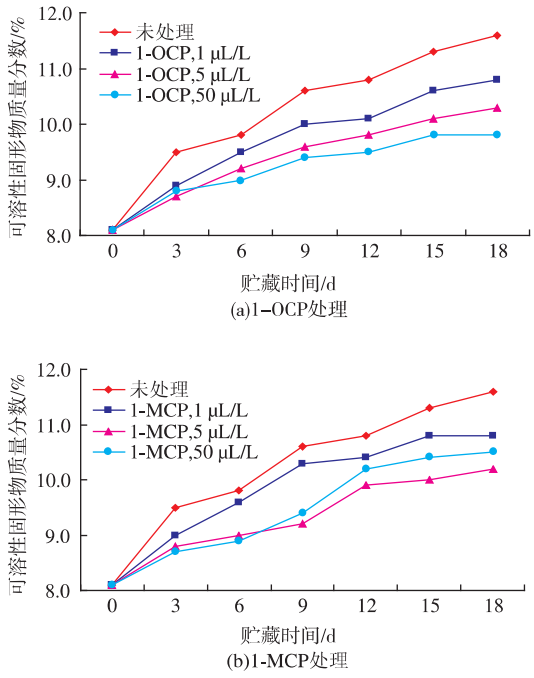


图 3　1-OCP 对芒果可溶性固形物的影响及比较

Fig. 3　Effect of treatment with 1-OCP on SSC content of mango fruit

2.4　1-OCP 对硬度的影响及比较

芒果果实的软化伴随着其衰老程度的加深而不断增加。芒果在采后贮藏过程中，由于淀粉酶的催化，淀粉被水解并转化为可溶性糖，从而引起细胞膨胀力的下降，导致了果实软化[28]。由图 4 可知，在整个贮藏过程中，对照和处理的芒果果实硬度均呈下降趋势，且对照果实硬度下降得较快，其次是 50 μL/L 1-OCP 或 1-MCP 处理的果实，而 1 μL/L 1-OCP 处理果实与 5 μL/L 1-MCP 处理果实的硬度均略高于其他处理。在贮藏末期各处理果实与对照

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

相比,均维持了较高的硬度。

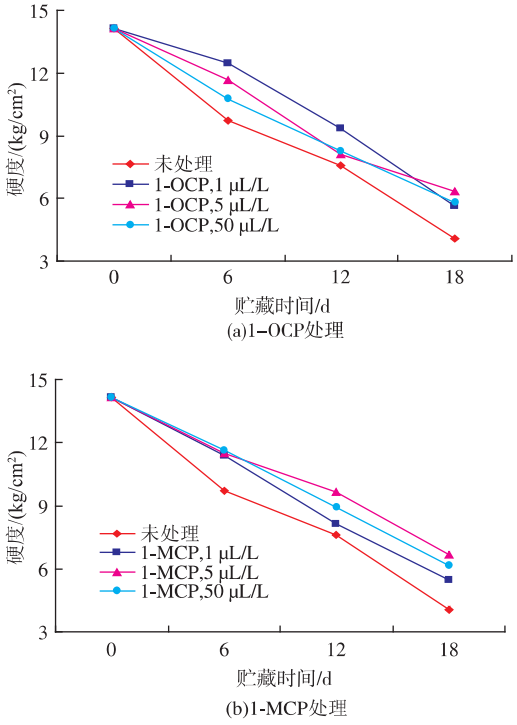


图 4 1-OCP 对芒果硬度的影响

Fig. 4 Effect of treatment with 1-OCP on firmness of mango fruit

2.5 1-OCP 对可滴定酸的影响及比较

果实可滴定酸含量变化反映了果实成熟过程中风味的变化。如图 5 所示,芒果果实可滴定酸含量在贮藏过程中总体呈下降趋势,且对照果实可滴定酸含量下降较处理果实显著($p<0.05$)。1-OCP 处理果实的可滴定酸含量下降缓慢,且在整个贮藏过程中各浓度处理间差异不明显。1-MCP 处理的果实在贮藏前期各体积分数处理间差异不明显,至贮藏后期,50 μL/L 1-MCP 处理果实的可滴定酸含量较高,即果实风味较其他处理果实为佳。

2.6 1-OCP 对 PPO 活性的影响及比较

不同体积分数 1-OCP 处理对芒果 PPO 活性的影响与 1-MCP 处理果实的变化趋势相同,即先上升后下降 (图 6)。5 μL/L 1-OCP 处理果实与 1 μL/L 1-MCP 处理果实的 PPO 活性均在第 12 天达到活性高峰,较未处理果实推迟了 3 d,而 1 μL/L 和 50 μL/L 1-OCP 处理果实的 PPO 活性高峰出现在第 15 天,与 5 μL/L 和 50 μL/L 1-MCP 处理的果实一样, 较未处理果实的 PPO 活性高峰推迟了 6 d。PPO 活性的高低与果蔬组织的褐变程度有关,但在整个贮藏过程中,50 μL/L 1-MCP 处理的果实始终维持较低的 PPO 活性,因而降低了芒果果实贮藏期间褐变的发生。

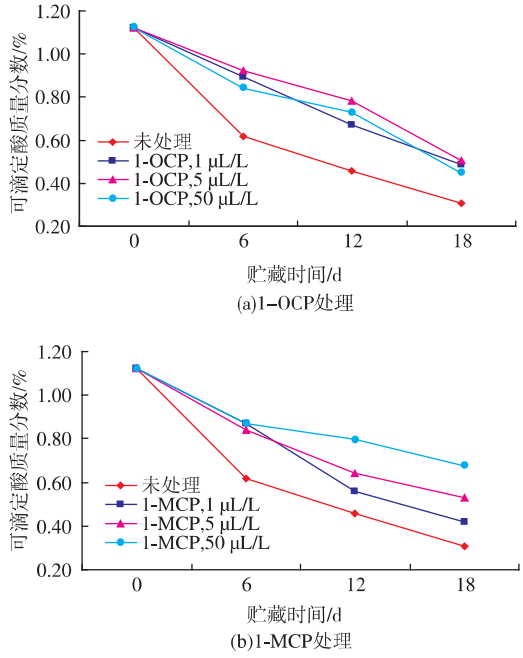


图 5 1-OCP 对芒果可滴定酸的影响及比较

Fig. 5 Effect of treatment with 1-OCP on titratable acid content of mango fruit

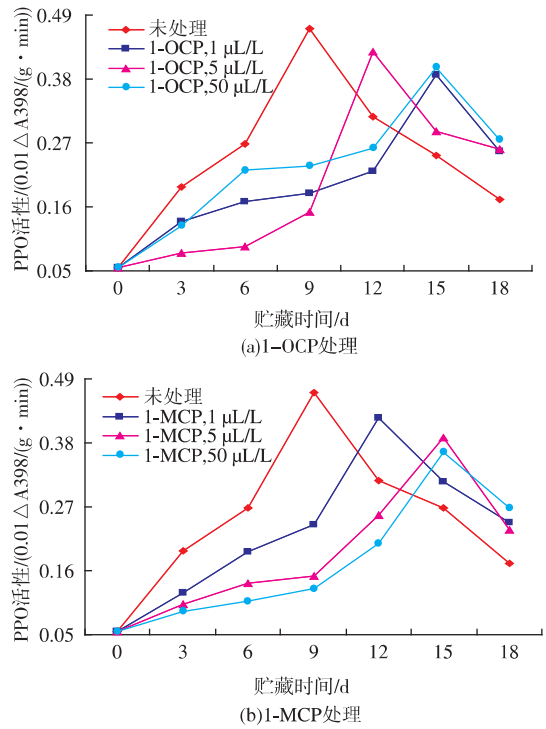


图 6 1-OCP 对芒果 PPO 活性的影响及比较

Fig.6 Effect of treatment with 1-OCP on PPO activity of mango fruit

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.7 1-OCP 对 POD 活性的影响及比较

对照和处理果实 POD 活性变化如图 7 所示，即呈现先下降后上升再下降的变化趋势。其中 5 μL/L 1-OCP 和 1 μL/L 1-MCP 处理果实与未处理果实的 POD 活性均在第 12 天达到最高，但 5 μL/L 1-OCP 和 1 μL/L 1-MCP 处理果实的活性峰值明显低于未处理果实（$p<0.05$）。而其他体积分数 1-OCP 和 1-MCP 处理果实均在第 15 天达到 POD 活性高峰，较 5 μL/L 1-OCP 和 1 μL/L 1-MCP 处理果实延迟了 3 d。POD 活性的变化常用来作为果实后熟和衰老的一种指标，且抑制该酶的活性可抑制果实的衰老过程[29]。在达到贮藏后期之前，处理果实的 POD 活性始终低于对照果实，因此可以较好地延缓芒果果实衰老的进程，从而延长了贮藏时间。

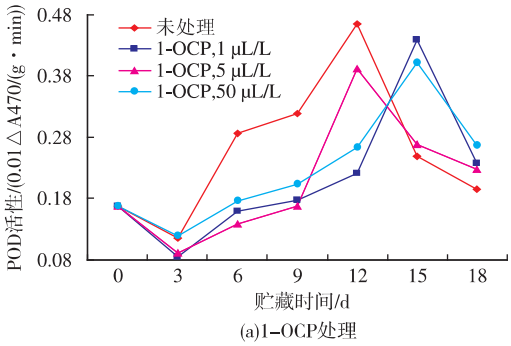


图 7 1-OCP 对芒果 POD 活性的影响及比较

Fig. 7 Effect of treatment with 1-OCP on POD activity of mango fruit

2.8 1-OCP 对 MDA 含量的影响及比较

MDA 是植物器官衰老或在逆境下受伤害其组织或器官膜脂质发生过氧化而产生的，其含量与植物衰老和逆境伤害有密切关系[30]。由图 8 可知，1-OCP 处理果实的 MDA 含量变化与 1-MCP 处理果实相似，均呈上升趋势，且均较对照果实上升得缓慢。在整个贮藏过程中，1 μL/L 1-OCP 和 1-MCP 处理果实的 MDA 含量上升较其他处理果实快。至贮藏后期，5 μL/L 1-OCP 和 1-MCP 处理果实仍然维持较低的 MDA 含量，且 5 μL/L1-OCP 较 5 μL/L 1-MCP 处理效果佳。

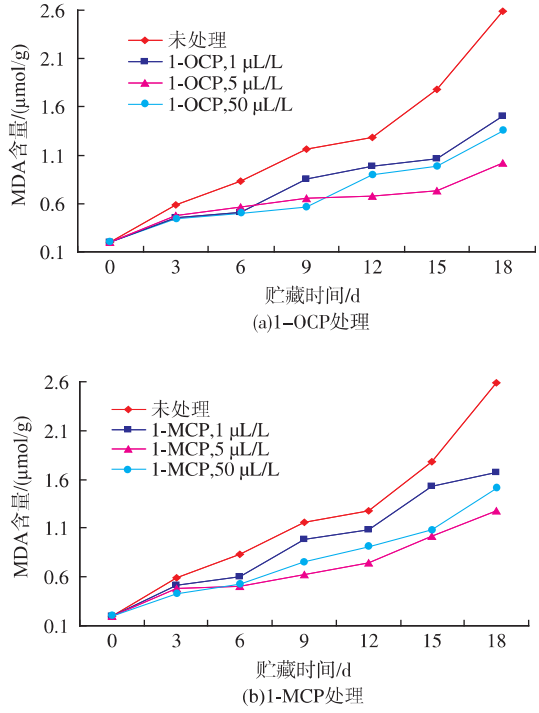


图 8 1-OCP 对芒果 MDA 含量的影响及比较

Fig. 8 Effect of treatment with 1-OCP on MDA content of mango fruit

3 讨 论

芒果是典型的呼吸跃变型果实，具有明显的呼吸跃变峰。1-MCP 和 1-OCP 是分别具有 1、8 个碳原子支链的环丙烯类乙烯效应抑制剂，能够通过抑制乙烯与受体的结合而影响乙烯效应的发挥。试验结果表明，不同浓度 1-OCP 和 1-MCP 处理均能有效延缓芒果果实呼吸高峰的出现，抑制芒果果实软化进程及贮藏期间质量的损失，从而延缓了果实的后熟衰老。同时，1-OCP 和 1-MCP 处理果实的可溶性固形物含量的增加以及可滴定酸含量的降低都得到了不同程度的抑制，因而较好地保持了芒果果实的风味。芒果果实采后生理生化的变化过程也与酶活性变化息息相关，PPO 和 POD 与植物的成熟衰老密切相关。通常认为果实衰老时，POD 活性上升，加速与衰老有关的氧化反应，而 PPO 则被认为与果

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

实采后褐变有关[23]。MDA是膜脂过氧化的重要产物，通常把MDA含量的增加看做是果实衰老的标志之一[31]。试验结果表明，1-OCP和1-MCP处理均能不同程度地抑制果实PPO(图6)和POD(图7)活性，延迟其活性峰值的出现，与此同时还抑制了与衰老有关的氧化反应及MDA含量的积累(图8)，从而延缓了芒果果实的衰老，保持了较好的贮藏效果。

冷库温度是影响果蔬贮藏保鲜的重要因素之一。通常认为低温贮藏可以抑制果蔬采后的呼吸作用和内源乙烯的释放，有利于保持果蔬生理代谢及营养物质的相对稳定[32]。相关研究结果显示，低温贮藏有利于延缓红芒6号芒果果实色泽的转变和软化后熟的进程[33]，这与对猕猴桃[34]、火龙果[35]方面的研究结果一致。本试验的贮藏((4±1) ℃，RH 85%~90%)过程中，处理果实仅在贮藏末期出现不同程度的冷害症状，这可能是由于1-MCP和1-OCP的作用浓度减弱所致。因此，在研究降低贮藏温度有利于提高芒果果实贮藏品质的同时，还应该着重于提高果实抗冷害能力方法的研究，以减少果蔬低温贮藏期间冷害的发生。

4 结 语

本实验结果显示，在冷藏条件下，不同体积分数1-MCP和1-OCP处理对芒果果实贮藏保鲜效果均较对照果实佳，且50 μL/L1-OCP和5 μL/L 1-MCP处理在保持"贵妃"芒果果实贮藏品质方面要优于其他处理体积分数，但5 μL/L 1-MCP处理比50 μL/L 1-OCP处理效果佳。这可能是由于1-OCP支链较长，作用效果不明显，因而对芒果果实贮藏品质的保持要逊色于1-MCP处理。付琳[17]等人也比较了1-MCP、1-PentCP和1-OCP处理对绿熟期番茄常温贮藏的影响，结果表明，3种乙烯效应抑制剂中，1-MCP、1-PentCP和1-OCP处理随其支链长度的增加，抑制后熟衰老的效果依次降低。此外，Feng等[14,36]比较了不同浓度的1-MCP、1-ECP和1-PCP对鳄梨和番茄的作用，结果表明抑制剂效应与其分子大小和结构有很大的关系，而且对于跃变型果实在乙烯产生之前处理才能获得较好的抑制效果。本实验结果显示，在冷藏条件下，50 μL/L 1-OCP和5 μL/L 1-MCP处理果实保持了较好的贮藏品质。然而，不同相对分子质量的1-MCP和1-OCP对芒果果实乙烯受体基因表达调控的机制，尚需做更进一步的研究。

参考文献：

[1] 张振文，黄绵佳. 芒果采后生理及贮藏技术研究进展[J]. 热带农业科学，2003，23(2)：53-59.
ZHANG Zhen-wen, HUANG Mian-jia. Research progress on postharvest physiology and storage of mango fruits[J]. **Chinese Journal of Tropical Agriculture**, 2003, 23(2): 53-59. (in Chinese)

[2] 葛霞，田世龙，黄铮，等. 纳米果蜡与1-甲基环丙烯复合处理对"台农"芒果保鲜效果的影响[J]. 食品工业科技，2011，3(7)：363-367.
GE Xia, TIAN Shi-long, HUANG Zheng, et al. Effect of nana-fruit wax coating with 1-methylcyclopropene on keeping fresh of mango fruits[J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2011, 3(7): 363-367. (in Chinese)

[3] 李学文，王静，逄焕明，等. 1-MCP处理MA贮藏对采后香梨贮藏品质的影响[J]. 新疆农业科学，2009，46(3)：605-609.
LI Xue-wen, WANG Jing, PANG Huan-ming, et al. Effect of 1-MCP and MA storage on postharvest quality of fragrant pear fruit [J]. **Xinjiang Agricultural Sciences**, 2009, 46(3): 605-609. (in Chinese)

[4] 霍峰岩，夏宁，韦保耀，等. 黄芩提取物对芒果贮藏保鲜的研究[J]. 食品工业科技，2009，30(12)：342-349.
HUO Feng-yan, XIA Ning, WEI Bao-yao, et al. Study on scutellaria baicalensis georgi extract on the storage and preservation of mango fruit[J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2009, 30(12): 342-349. (in Chinese)

[5] Sisler E C, Serek M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent development [J]. **Physiol Plant**, 1997, 100: 577-582.

[6] Jiang Y M, Joyce D C, Macnish A J. Response of banana fruit to treatment with 1-methylcyclopropene[J]. **Plant Grow Regul**,

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1999，28：77-82.

[7] Serek M，Sisler E C. Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants[J]. **Amer Soc Hort Sci**，1994，119(6)：1230-1233.

[8] Porat R，Weiss B，Cohen L，et al. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest quality of 'Shamouti' oranges [J]. **Postharvest Biol Technol**，1999，15：155-163.

[9] **张明晶，姜微波**. 1-MCP **乙烯受体阻断剂对香蕉果实采后生理和品质的影响**[J]. **农业工程学报**，2006，22(9)：270-272.
ZHANG Ming-jing，JIANG Wei-bo. Effects of 1-MCP on the postharvest physiology and quality of banana fruits [J]. **Transactions of the CSAE**，2006，22(9)：270-272. (in Chinese)

[10] Fan X，Mattheis J. Impact of 1-methylcyclopropene and methyl jasmonate on apple volatile production[J]. **Agric. Food Chem**，1999，47：2847-2853.

[11] Gamrasni D，Ben-Arie R，Goldway M. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) application to Spadona pears at different stages of ripening to maximize fruit quality after storage[J]. **Postharvest Biol. Technol**，2010，58：104-112.

[12] **李腾飞，黄森，张继澍**. 1-MCP **处理对'亚特'猕猴桃果实采后生理和贮藏品质的影响**[J]. **北方园艺**，2011(6)：185-187.
LI Teng-fei，HUANG Sen，ZHANG Ji-shu. Post-physiology and storage quality of kiwifruit 'Yate' affected by 1-MCP[J]. **Northern Horticulture**，2011(6)：185-187. (In Chinese)

[13] SU H，Gubler W D. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on reducing postharvest decay in tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.)[J]. **Postharvest Biol Technol**，2012，64：133-137.

[14] Feng X，Apelbaum A，Sisler E C，et al. Control of ethylene activity in various plant systems by structural analogues of 1-methylcyclopropene[J]. **Plant Grow Regul**，2004，42：29-38.

[15] Apelbaum A，Sisler E C，Feng X，et al. Assessment of the potency of 1-substituted cyclopropenes to counteract ethylene-induced processes in plant[J]. **Plant Grow Regul**，2008，36(55)：101-113.

[16] **程顺昌，冷俊颖，任小林，等**. **不同环丙烯类乙烯抑制剂对苹果常温贮藏保鲜效果的影响**[J]. **农业工程学报**，2012，28(6)：269-273.
CHENG Shun-chang，LENG Jun-ying，REN Xiao-lin，et al. Effect of different 1-substituted cyclopropenes as ethylene inhibitors on postharvest physiology of apple stored at ambient temperature[J]. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**，2012，28(6)：269-273. (in Chinese)

[17] **付琳，程顺昌，魏宝东，等**. 1-MCP **及其结构相似物处理对番茄采后贮藏效果的影响**[J]. **食品与发酵工业**，2012，38(1)：195-198.
FU Lin，CHENG Shun-chang，WEI Bao-dong，et al. Effects of 1-MCP and its structural analogues treatment on post-harvest storage of tomato[J]. **Food and Fermentation Industries**，2012，38(1)：195-198. (in Chinese)

[18] Sisler E C，Serek M. Inhibitor of ethylene response in plants at the receptor level recentent development[J]. **Physiol Plant**，1997，100：577-582.

[19] **陈明，陈金印**. 1-**甲基环丙烯在果品贮藏保鲜上的应用**[J]. **食品发酵与工业**，2004，30(3)：132-136.
CHEN Ming，CHEN Jin-yin. Application of 1-MCP for storage and preservation of fruits [J]. **Food and Fermentation Industries**，2004，30(3)：132-136. (in Chinese)

[20] Macnish A J，Joyce D C，Hofman P J，et al. 1-methylcyclopropene treatment efficacy in preventing ethylene perception in banana fruit and grevillea and waxflower flowers[J]. **Aus J Expl Agric**，2000，40：471-481.

[21] Al Dulayymi J R，Baird M S，Simpson M J，et al. Structure based interference with insect behaviour-cyclopropenes analogues of pheromones containing Z-Alkenes[J]. **Tetrahedron Lett**，1996，52：12509-12520.

[22] Al Dulayymi A R，Al Dulayymi J R，Baird M S，et al. Simple four and five carbon cyclopropane and cyclopropene synthetic intermediates[J]. **Russ J Org Chem**，1997，33：798-816.

[23] **宁正详**. **食品成分分析手册**[M]. **北京中国轻工业出版社**，1998.

[24] **曹建康，姜微波**. **果蔬采后生理生化实验指导**[M]. **北京：中国轻工业出版社**，2007：101-105.

[25] **朱广廉，钟海文**. **植物生理学实验**[M]. **北京：北京大学出版社**，1990：37-39.

[26] **李合生**. **植物生理生化实验原理和技术**[M]. **北京：高等教育出版社**，2005：164-167.

[27] Li J，Fan L，Ding S，et al. Nutritional composition of five cultivars of Chinese jujube[J]. **Food Chem**，2007，103(2)：454-460.

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[28] 罗云波,蔡同一. 园艺产品贮藏加工学:贮藏篇[M]. 北京:中国农业大学出版社,2001:44-45.

[29] Zheng X, Ye L, Jiang T, et al. Limiting the deterioration of mango fruit during storage at room temperature by oxalate treatment [J]. **Food Chem**, 2012, 130: 279-285.

[30] 薛长森,孙伟. 1-MCP 处理对水蜜桃保鲜效果的影响[J]. 食品工业,2011(6):39-41.
XUE Chang-sen, SUN Wei. Effect of 1-MCP treatment on fresh-keeping of hoeny peach[J]. **Food Industry**, 2011(6): 39-41. (in Chinese)

[31] Kobiler I, Shalom Y, Roth I, et al. Effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on the incidence of side and stem end rots in mango fruits[J]. **Postharvest Biol Technol**, 2001, 23: 23-32.

[32] 王艳颖,胡文忠,刘程惠,等. 低温贮藏引起果蔬冷害的研究进展[J]. 食品科技,2010,35(1):72-80.
WANG Yan-ying, HU Wen-zhong, LIU Cheng-hui, et al. Progress of research on chilling injury of fruit and vegetable during low temperature storage[J]. **Food Science and Technology**, 2010, 35(1): 72-80. (in Chinese)

[33] 弓德强,马蔚红,王松标,等. 低温冷藏对芒果品质及膜脂过氧化的影响[J]. 中国农学通报,2008,24(3):401-404.
GONG De-qiang, MA Wei-hong, WANG Song-biao, et al. Effects of low temperature on quality and membrane-lipid peroxidation in mango fruit[J]. **Chinese Agricultural Science Bulletin**, 2008, 24(3): 401-404. (in Chinese)

[34] 孙令强,李召虎,王倩,等. 1-MCP 对低温贮藏猕猴桃果实的品质及生理特性的影响[J]. 西南农业学报,2007,20(1):35-39.
SUN Ling-qiang, LI Zhao-hu, WANG Qian, et al. Quality effect of 1-methylcyclopropene on Kiwifruit stored under low temperature and its physiological property[J]. **Southwest China Journal of Agricultural Sciences**, 2007, 20(1): 35-39. (in Chinese)

[35] 王彬,郑伟,何绪晓,等. 1-MCP 对火龙果低温贮藏期品质的影响[J]. 食品研究与开发,2012,33(7):180-184.
WANG Bin, ZHEN Wei, HE Xu-xiao, et al. Effect of 1-MCP on quality of pitaya fruits under cold storage[J]. **Food Research and Development**, 2012, 33(7): 180-184. (In Chinese)

[36] Feng X, Apelbaum A, Sisler E C, et al. Control of ethylene responses in avacado fruit with 1-methylcyclopropene[J]. **Postharvest Biol Technol**, 2000, 20: 143-150.

会　议　信　息

会议名称(中文): 中国农业工程学会 2013 年学术年会(CSAE 2013)
所属学科: 农林基础,作物学及林木育种、生物学,植物营养学,农林植物保护学
开始日期: 2013-08-18　　结束日期: 2013-08-20
所在城市: 江苏省　镇江市　　具体地点: 江苏大学
主办单位: 中国农业工程学会　　承办单位: 江苏大学
摘要截稿日期: 2013-05-15
联系人: 张晓彤　　联系电话: 010-65929450
传真: 010-65929450　E-MAIL: hqcsae@agri.gov.cn
通讯地址: 北京市朝阳区麦子店街 41 号 中国农业工程学会
邮政编码: 100125　会议网站: http://www.csae.org.cn/news_look.asp?typecode=0601&Id=2229
会议将围绕以下 7 个专题征集论文与组织会议交流研讨:
1. 农业机械化与现代农业装备
2. 农业水土工程科技创新与节水高效农业发展
3. 设施农业转型发展与生物环境工程
4. 农业电气化与信息化(A:农村智能配电网技术;B:农业农村信息化技术)
5. 农产品贮藏加工与生产安全工程
6. 生物能源利用与美丽家园建设
7. 创新良田工程科技 重构现代农业基础

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net