



脱涩与1-MCP处理对柿果实生理生化特性的影响

王瑞庆¹, 韩爱华², 闻 静¹, 张 莉¹

(1. 上饶师范学院 生命科学学院, 江西上饶 334001; 2. 重庆市渝北区农产品质量安全中心, 重庆 401120)

摘 要 为了测试脱涩与1-MCP处理对柿果实室温贮藏品质的作用, 探讨1-MCP对柿果实成熟衰老影响的生理生化机制, 以‘火柿’为材料, 分别进行1-MCP、脱涩和 CO₂ + 1-MCP处理, 以未处理果实作为对照(CK), 测定各处理果实室温贮藏期间呼吸、乙烯释放速率、果实品质、保护酶活性等的变化。结果表明: 1-MCP处理推迟了 CK 和脱涩果实乙烯高峰的出现, 延缓了果实硬度下降, 有助于保持 CK 果实可溶性固形物和可滴定酸质量分数。1-MCP处理降低了果实过氧化物酶活性, 减少了丙二醛生成, 使 CK 果实和 CO₂ 脱涩果实室温贮藏期分别从 25 d 和 5 d 延长到 37 d 和 25 d。1-MCP对涩柿果实商业化保鲜有较好的应用前景。

关键词 柿; 1-MCP; 脱涩; 品质; 保护酶活性

中图分类号 S609

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2019)02-0213-06

柿(*Diospyros kaki* Thunb.) 原产于中国, 产量占世界 73% (FAO, 2016)。中国已发现的 1 000 余个品种, 主要为涩柿^[1], 需要经过脱涩处理才能商业化销售, 然而, 脱涩果实迅速软化, 因而货架期短。

柿果实成熟衰老受乙烯的调控^[1]。1-甲基环丙烯(1-MCP)是一种乙烯受体抑制剂, 美国、西班牙和瑞士等发达国家已批准在苹果、柿子、李和番茄等采后保鲜中应用^[2]。以往研究表明, 1-MCP可以延缓柿果实衰老和软化^[3-5], 缓解低温贮藏对柿果实产生的冷害^[6-7], 抑制柿子切片乙烯产生和果肉软化^[8]。然而, 目前1-MCP对脱涩后柿果实的保鲜效果和保鲜机制的系统研究欠缺。1-MCP可否延缓脱涩后柿果实的货架期, 对涩柿鲜销市场的发展有重要意义。本研究通过高浓度 CO₂ 法对‘火柿’果实脱涩, 评估脱涩后果实品质变化及1-MCP作用效果, 探讨脱涩与1-MCP处理影响柿果实衰老的生理生化机制。

1 材料与方法

1.1 材料处理

试验材料‘火柿’(*Diospyros kaki* L. Hu-

oshi)果实采于陕西乾县西北农林科技大学黄土高原果树试验站。果皮 2/3 呈黄绿色时采收, 选择无病虫害、无机械损伤的果实, 当天运回实验室。果实分成 4 组, 分别置于双层塑料帐内, 帐内容积约 0.24 m³。进行如下处理: (1) CO₂ 处理: 在帐顶部和底部各留一个通气口, 从底部口注入 CO₂ 气体, 待 CO₂ 充满后将 2 个口封紧, 测定内部 CO₂ 体积分数约 85%。(2) 1-MCP 处理: 称取 0.192 g Smartfresh[®] 粉剂 (有效成分 0.14% 1-MCP, Rohm and Haas Co. Ltd., 美国), 加入 4 mL 蒸馏水浇溶粉末, 立即密封塑料帐, 帐内 1-MCP 体积分数约为 500 nL · L⁻¹。(3) CO₂ + 1-MCP 处理: 对果实同时进行 CO₂ 和 1-MCP 处理。(4) 对照(CK): 剩余一组果实用塑料帐封住, 作为 CK。

各组果实在 20 ℃ 下密闭 24 h, 取出通风, 并装入带有 30 μm 厚度聚乙烯(PVC)薄膜内衬的果箱内, 每个处理均分装于 3 个果箱(3 个重复), 在室温(20 ± 1) ℃ 下贮藏。不同时期果实样品于 -60 ℃ 冷冻, 用于可溶性单宁、丙二醛(MDA)和保护酶活性的测定。

收稿日期: 2018-06-28 修回日期: 2018-08-20

基金项目: 江西省自然科学基金(20171BAB204008); 国家自然科学基金(31701521)。

第一作者: 王瑞庆, 男, 博士, 副教授, 研究方向为果蔬采后生理。E-mail: w_ruiqing@163.com

通信作者: 张 莉, 女, 博士, 副教授, 研究方向为果品贮藏加工。E-mail: zhangli1979@nwsuaf.edu.cn

1.2 测定方法

每个处理取 6~10 个果实,用于品质指标测定。用硬度计(意大利 FT-327,探头直径 11 mm)测定果实赤道面对称两侧果肉硬度,取平均值作为该果实硬度。用 WYT-4 型手持折光仪测定可溶性固形物(SSC)质量分数。榨取果汁并过滤,量取 20 mL 滤汁,加入 50 mL 蒸馏水,用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 滴定至 pH 8.1(pH 计 O-RION-230A 型),折算成苹果酸,作为可滴定酸质量分数。呼吸速率参照王瑞庆等^[9]的方法进行测定。乙烯释放速率用气相色谱仪(岛津 GC-14A)测定,GDX-502 色谱柱,柱温 $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$,氢气 $0.7 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$,空气 $0.7 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$,氮气 $1.0 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$,FID 检测器,检测室温度 $110 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

在 6 个果实上切取 4 g 果肉,置于预冷的研钵中,逐步加入 25 mL 预冷的提取缓冲液(含 1% 聚乙烯吡咯烷酮)并研磨。提取液为 $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ pH 7.5 的磷酸钠缓冲液。匀浆在 $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $27\,000 \times g$ 下离心 30 min,上清液用于测定。每个处理重复 3 次。参照 Wang 等^[10]方法测定超氧化物歧化酶(SOD)活性,根据 Jiang 等^[11]的方法测定过氧化物酶(POD)活性。采用硫代巴比妥酸(TBA)比色法测定 MDA 质量摩尔浓度。采用福林-丹尼斯法测定并计算可溶性单宁质量分数。

1.3 数据处理与分析

用 SPSS 18.0 进行数据处理与差异显著性分析。不同处理间差异显著性用 LSD 法进行检验。

2 结果与分析

2.1 不同处理对柿果实脱涩效果的影响

采收时,‘火柿’果实可溶性单宁质量分数为 $0.856 \text{ g} \cdot \text{hg}^{-1}$;脱涩后, CO_2 与 $\text{CO}_2 + 1\text{-MCP}$ 处理果实可溶性单宁分别下降 90.1% ($0.085 \text{ g} \cdot \text{hg}^{-1}$)和 88.8% ($0.096 \text{ g} \cdot \text{hg}^{-1}$),两处理间差异不显著($P > 0.05$),均无明显涩感。

2.2 不同处理对柿果实呼吸速率和乙烯释放速率的影响

由图 1 可见,采收当日,‘火柿’果实呼吸速率为 $18.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。处理后 1 d,对照和 1-MCP 处理果实呼吸速率分别升高了 58.9% 和 62.2%,但二者差异不显著($P > 0.05$),之后相对平稳,没有出现明显的呼吸高峰。 CO_2 脱涩后,果实呼吸速率急剧升高,处理 1 d 后是采收时的

4.2 倍,随后下降;1-MCP 处理显著降低了脱涩果实的呼吸速率,3 d 后呼吸速率逐渐下降(图 1)。

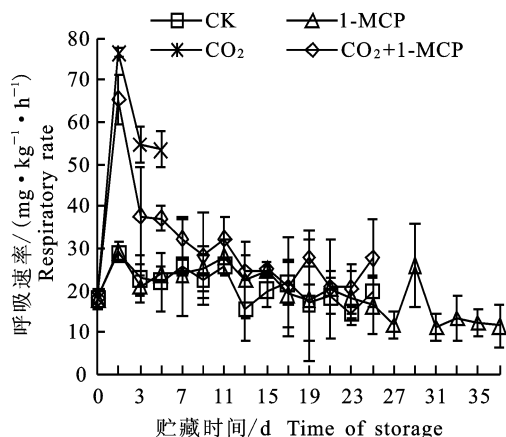


图 1 不同处理对柿果实呼吸速率的影响

Fig. 1 Effect of different treatment on fruit respiratory rate

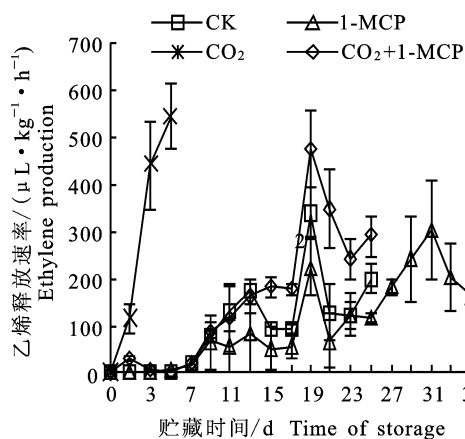


图 2 不同处理对柿果实乙烯产生的影响

Fig. 2 Effect of different treatment on ethylene production

图 2 显示,采收当日,柿果实乙烯释放速率处于较低水平($0.6 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)。随着贮藏期延长,各处理果实乙烯释放速率均显著升高($P < 0.05$)。CK 在 19 d 时乙烯释放达到高峰,为 $340 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,之后呈下降趋势;1-MCP 处理果实于 31 d 出现高峰,比对照延迟 12 d,峰值为对照的 89.1%。脱涩后,果实乙烯释放速率急剧上升,5 d 时已达 $543 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,1-MCP 处理可显著抑制脱涩果实的乙烯释放,19 d 时达到乙烯释放高峰($474 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)。

2.3 不同处理对柿果实品质的影响

图 3 显示,采收当日,果实硬度为 $9.7 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$,随着贮藏期延长,各处理果实硬度均明显下降($P < 0.05$)。CK 在贮藏末期 25 d 时,硬度下降了 89.7%,果实软化。1-MCP 处理延缓

了果实软化,硬度显著高于CK($P<0.05$)。CO₂脱涩后,果实硬度迅速下降,1-MCP处理明显延缓了脱涩果实硬度的下降,25 d时下降至 $0.4 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$,与5 d时CO₂处理果实硬度相当。

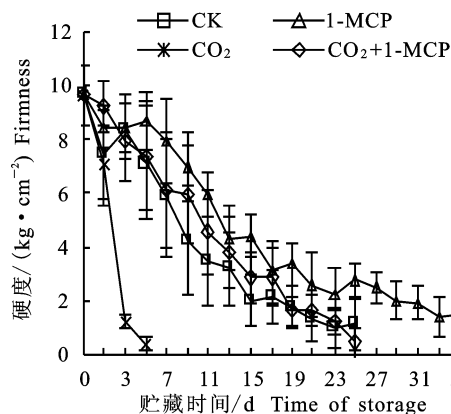


图3 不同处理对柿果实硬度的影响

Fig. 3 Effect of different treatment on fruit firmness

贮藏期间,CK和1-MCP处理果实SSC均呈明显下降趋势(图4),除15 d时1-MCP果实SSC大于CK,其余时间二者差异不显著($P>0.05$)。脱涩后,‘火柿’果实SSC质量分数从21.2%下降至15%左右,之后变化不明显($P>0.05$)。说明,1-MCP处理对脱涩后果实SSC质量分数没有显著影响($P>0.05$)。

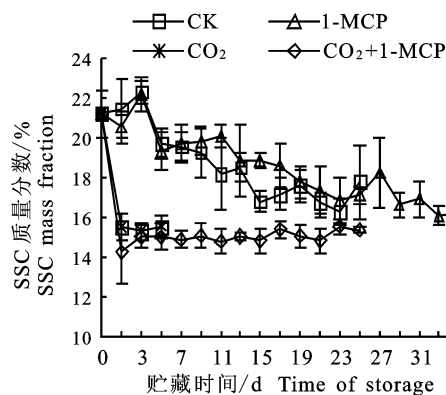


图4 不同处理对柿果实SSC的影响

Fig. 4 Effect of different treatment on fruit SSC

CK的可滴定酸在贮藏前期7 d略有上升,之后呈下降趋势,19 d后下降速度加快(图5)。1-MCP处理在贮藏前期19 d对果实可滴定酸质量分数整体没有显著影响($P>0.05$),21 d以后,处理果实可滴定酸质量分数明显高于CK。CO₂脱涩后,‘火柿’果实可滴定酸质量分数下降了57.1%,之后有少量回升;1-MCP对脱涩后‘火柿’果实可滴定酸没有显著影响,一直保持在相对较

低水平。

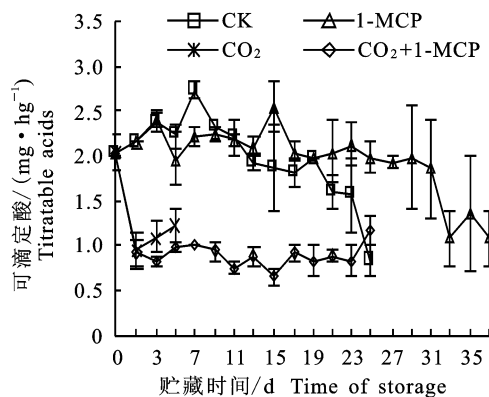


图5 不同处理对柿果实可滴定酸的影响

Fig. 5 Effect of different treatment on fruit titratable acidity

2.4 不同处理对柿果实保护酶活性的影响

由图6可见,CK和1-MCP处理果实贮藏前期17 d SOD活性相对稳定,17 d后明显升高。1-MCP对CK果实SOD活性整体影响较小。脱涩果实于处理后1 d,SOD活性迅速升高1.5倍,第5天回落。脱涩果实经1-MCP处理后,SOD活性降低,整个贮藏过程SOD活性没有出现明显的高峰。

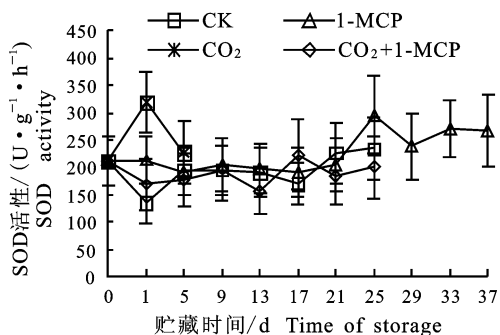


图6 不同处理对柿果实SOD活性的影响

Fig. 6 Effect of different treatment on fruit SOD activity

图7显示,采收当日,‘火柿’果实POD活性处于较低水平,随着贮藏期延长,各处理果实POD活性明显升高($P<0.05$)。CK和1-MCP处理果实POD活性5 d后快速升高,1-MCP处理明显降低了活性升高速度($P<0.05$)。脱涩后,POD活性升高速度显著加快,1-MCP显著降低了脱涩柿果实POD活性($P<0.05$),但仍大于未脱涩果实。

2.5 不同处理对柿果实MDA的影响

图8显示,室温贮藏期间,各处理果实MDA质量摩尔浓度均显著升高($P<0.05$)。CK于21 d时达到最大值($0.27 \text{ mmol} \cdot \text{g}^{-1}$),为采收时

的 4 倍。1-MCP 处理减缓了贮藏后期(9 d 以后) MDA 的升高。CO₂ 脱涩后,MDA 显著高于 CK ($P<0.05$),5 d 时 MDA 质量摩尔浓度为 CK 的 1.4 倍;1-MCP 处理显著抑制了脱涩柿果实 MDA 的升高 ($P<0.05$),5 d 时是 CO₂ 脱涩果实的 66%。

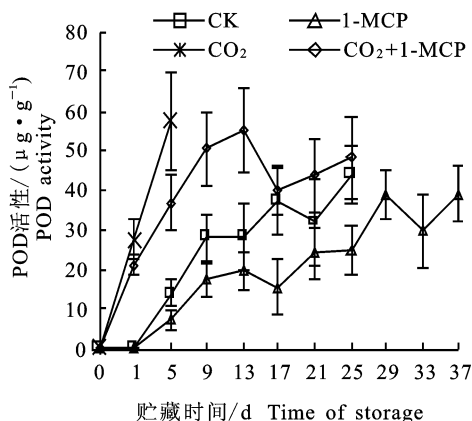


图 7 不同处理对柿果实 POD 活性的影响

Fig. 7 Effect of different treatment on fruit POD activity

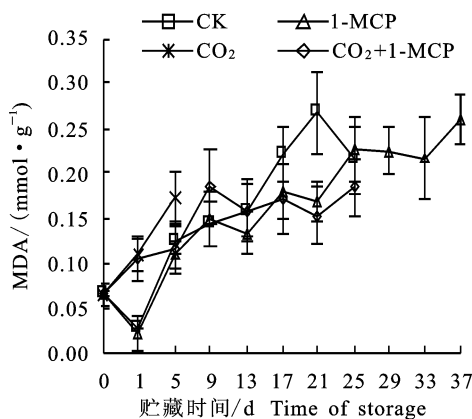


图 8 不同处理对柿果实 MDA 的影响

Fig. 8 Effect of different treatment on fruit MDA variation

3 讨论

3.1 CO₂ 脱涩效果

‘火柿’属涩柿品种,可溶性单宁大于 0.1 g·hg⁻¹则会产生涩感^[12]。涩柿在自然成熟条件下,即使软化,单宁质量分数一般也大于 0.2 g·hg⁻¹^[13],因而商业化销售前需进行脱涩处理。本试验利用常温短时 CO₂ 法(CTSD)可有效对‘火柿’脱涩,并且在 1-MCP 处理果实上同样有效,说明脱涩过程并不直接依赖于乙烯。

3.2 不同处理对呼吸速率与乙烯释放速率的影响

本试验中,CK 没有明显呼吸峰,说明‘火柿’不属于典型的跃变型果实,与在‘Costata’柿^[14]上的研究结果相同,而 Luo^[15]研究表明,‘Qiand-aowuhe’柿属于跃变型果实。不同的呼吸类型可能与柿的品种、成熟时期等差异有关。Turk^[16]对不同成熟期柿果实研究发现,采收早的柿子采后出现呼吸跃变,采收期晚的无明显呼吸峰。果实内种子成熟是产生 CO₂ 的主要原因,‘火柿’是无核品种,可能是没有明显呼吸峰的一个原因。果实脱涩后 1 d 呼吸速率迅速升高,随后下降,形成一个 CO₂ 高峰,然而这个过程是否属于呼吸跃变,基于以下几个因素还需进一步证实:(1)CK 在贮藏期间没有明显的呼吸高峰出现;(2)高体积分数 CO₂ 脱涩处理后,一部分 CO₂ 短时间会残留在果实组织内,影响测定结果^[14];(3)脱涩过程,果实无氧呼吸产生的乙醇可以分解产生 CO₂。果实脱涩后乙烯释放速率迅速加快,是由于在高体积分数 CO₂ 环境下,产生胁迫乙烯导致^[17]。1-MCP 处理果实乙烯释放速率明显降低,说明 1-MCP 对 CO₂ 产生的胁迫乙烯有缓解作用。此外,脱涩时游离单宁转化为结合态单宁过程产生的机械作用可能破坏膜系统^[13],也会促进乙烯的产生。

3.3 不同处理对品质的影响

柿果实脱涩后,迅速软化,不耐贮运,是柿子商业化经营面临的主要问题。1-MCP 处理可显著延缓‘火柿’硬度的下降,对果实脱涩后也同样有效。商业上通常果实硬度低于 1 kg·cm⁻²即认为失去商品价值,据此,‘火柿’脱涩后室温可存放 5 d,而 1-MCP 处理后可将贮藏期延长 20 d,达到 25 d。有研究认为柿子脱涩后快速软化,主要是由于单宁结构变化导致细胞膜结构变化所致^[13]。本研究中,1-MCP 处理未影响‘火柿’果实脱涩效果,但仍然延缓了果实硬度下降,因而不支持上述脱涩果实的软化机制,而支持乙烯决定柿软化进程的观点^[1]。本研究中高体积分数 CO₂ 处理后,‘火柿’脱涩并迅速软化,货架期缩短,而李自强等^[18]的研究表明,高体积分数 CO₂ 处理‘次郎甜柿’,明显抑制果实软化,延长货架期,主要与试验材料差异有关。本研究中涩柿脱涩后,引起乙烯释放加快,促进果实成熟。而高体积分数 CO₂ 处理抑制甜柿的呼吸速率和乙烯释放速率,因而延

缓了衰老,气调环境对柿有类似的效果^[19]。

果实中可溶性固形物质量分数与糖分有很强相关性,因而常用于快速评测糖分质量分数,此外还与酸和矿物质等有关。‘火柿’果实脱涩后,可溶性固形物质量分数急剧降低,此时主要并非由于糖分降低引起,而是由于脱涩后可溶性单宁质量分数下降引起的,因而涩柿品种不宜用可溶性固形物来表征果实中的糖分状况。此外,单宁对SSC还存在间接影响:当单宁酸高于一定阈值,即抑制蔗糖分解为单糖相关酶的活性^[20],通过影响单糖、多糖的质量分数与比例而影响SSC值。

果实贮藏期间的蒸腾和呼吸作用会导致质量损失。本试验中,‘火柿’脱涩后失重加速,主要是由于脱涩后细胞的膜系统透性增加,呼吸和蒸腾加速引起的。

3.4 不同处理对保护酶和MDA的影响

果实采后伴随活性氧的生成,对膜系统产生伤害并加速果实衰老。植物细胞在逆境下可诱导产生保护酶,后者可清除活性氧减轻对细胞的伤害。本试验中,脱涩果实SOD和POD活性迅速升高,主要由于脱涩后自由基大量产生而诱导形成的。MDA可以反映膜脂过氧化程度。果实脱涩后,MDA质量摩尔浓度升高明显加快,说明脱涩过程产生了CO₂胁迫,膜脂过氧化程度增加。1-MCP处理后明显降低了MDA质量摩尔浓度,说明其降低了胁迫和膜脂过氧化程度。

综上,高体积分数的CO₂可有效对‘火柿’脱涩,1-MCP对脱涩效果没有明显影响。1-MCP可显著延缓室温贮藏对照和脱涩‘火柿’果实硬度下降,显著抑制POD活性和MDA升高速度,延缓果实衰老,延长货架期。

参考文献 Reference:

- [1] PARK D S, TILAHUN S, HEO J Y, *et al.* Effect of 1-MCP on persimmon fruit quality and expression of ethylene response genes during ripening[J]. *Journal of the American Pomological Society*, 2017, 71(2): 103-111.
- [2] 王瑞庆, 冯建华, 魏雯雯, 等. 1-MCP处理和气调贮藏对赛买提杏冷藏效果的影响[J]. *食品科学*, 2013, 34(20): 287-290.
WANG R Q, FENG J H, WEI W W, *et al.* Effect of 1-MCP and controlled atmosphere storage on preservation of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. *saimaiti*) [J]. *Food Science*, 2013, 34(20): 287-290.
- [3] PARK D S, TILAHUN S, HEO J Y, *et al.* Quality and expression of ethylene response genes of ‘Daebong’ persimmon fruit during ripening at different temperatures[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2017, 133: 57-63.
- [4] MIN D, DONG L, SHU P, *et al.* The application of carbon dioxide and 1-methylcyclopropene to maintain fruit quality of ‘Niuxin’ persimmon during storage[J]. *Scientia Horticulturae*, 2018, 229: 201-206.
- [5] RASOULI M, KHADEMI O. Influence of storage temperature, hot water, and 1-MCP treatments on the postharvest quality of ‘Karaj’ persimmon[J]. *International Journal of Fruit Science*, 2018, 18(3): 320-337.
- [6] NOVILLO P, SALVADOR A, NAVARRO P, *et al.* Involvement of the redox system in chilling injury and its alleviation by 1-Methylcyclopropene in ‘Rojo Brillante’ persimmon[J]. *Hort Science*, 2015, 50(4): 570-576.
- [7] LI J, HAN Y, HU M, *et al.* Oxalic acid and 1-methylcyclopropene alleviate chilling injury of ‘Youhou’ sweet persimmon during cold storage[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2018, 137: 134-141.
- [8] VILAS-BOAS E V B, KADER A A. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on softening of fresh-cut kiwifruit, mango and persimmon slices[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2007, 43(2): 238-244.
- [9] 王瑞庆, 冯建华, 魏雯雯, 等. 1-MCP处理和气调包装对枸杞鲜果低温贮藏品质的影响[J]. *农业工程学报*, 2012, 28(19): 287-292.
WANG R Q, FENG J H, WEI W W, *et al.* Effect of 1-methylcyclopropene and modified atmosphere packaging on quality retention during cold-temperature storage of *Lycium barbarum* fruit[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2012, 28(19): 287-292.
- [10] WANG R, YANG Y, RUAN X, *et al.* Native non-astringent persimmons in China[J]. *Acta Horticulturae*, 2005, 685: 99.
- [11] JIANG A, TIAN S, YONG X. Effects of controlled atmospheres with high-O₂ or high-CO₂ concentrations on postharvest physiology and storability of ‘Napoleon’ sweet cherry[J]. *Acta Botanica Sinica*, 2002, 44(8): 925-930.
- [12] TAIRA S. Astringency in persimmon[J]. *Modern Methods of Plant Analysis*, 1995, 18: 97-110.
- [13] SALVADOR A, ARNAL L, BESADA C, *et al.* Physiological and structural changes during ripening and deastringency treatment of persimmon fruit cv. ‘Rojo Brillante’ [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2007, 46(2): 181-188.
- [14] AHMED D M, SOBIEH M E. Removing astringency of costata persimmon fruits by carbon dioxide and nitrogen-enriched atmospheres[J]. *American-Eurasian Agriculture & Environment Science*, 2007, 2(6): 731-740.
- [15] LUO Z. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of postharvest persimmon (*Diospyros kaki* L.) fruit[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2007, 40(2): 285-291.

- [16] TURK R. The cold storage of persimmons (*Diospyros kaki* cv. fuyo) harvested at different maturities and the effect of different CO₂ applications on fruit ripening[J]. *Physiological Basis of Postharvest Technologies*, 1992, 343: 190-194.
- [17] HARIMA S, NAKANO R, YAMAUCHI S, *et al.* Extending shelf-life of astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit by 1-MCP[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2003, 29(3): 319-324.
- [18] 李自强, 胡云峰, 崔瀚元, 等. 高 CO₂ 处理对不同成熟度甜柿的常温货架期影响[J]. 中国农学通报, 2014, 30(21): 301-305.
- LI Z Q, HU Y F, CUI H Y, *et al.* Effect of high carbon dioxide treatment on shelf life of different maturity sweet persimmon storage under room temperature[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2014, 30(21): 301-305.
- [19] 张 鹏, 李天元, 李江阔, 等. 微环境气体调控对精准相温贮藏期间柿果保鲜效果的影响[J]. 中国食品学报, 2018, 18(3): 179-187.
- ZHANG P, LI T Y, LI J K, *et al.* Effect of microenvironment gas controlled on fresh-keeping effect of persimmon fruits during accurate phase temperature storage [J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2018, 18(3): 179-187.
- [20] CHEN J L, NI H X, SUN J R, *et al.* Effects of major secondary chemicals of wheat plants on enzyme activity in *Sitobion avenae* [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2003, 46(2): 144-149.

Effects of Deastringency and 1-MCP Treatment on Physio-biochemical Characteristics of Persimmon Fruits

WANG Ruiqing¹, HAN Aihua², WEN Jing¹ and ZHANG Li¹

(1. College of Life Science, Shangrao Normal University, Shangrao Jiangxi 334001, China;

2. Agricultural Products Quality and Safety Center of Yubei District, Chongqing 401120, China)

Abstract The effect of deastringent and 1-MCP treatment on the storage quality of persimmon fruit at room temperature were tested, and the physiological and biochemical mechanism of the effect of 1-MCP on the ripening and aging of persimmon fruit was discussed. Persimmon variety of ‘Huoshi’ were treated with 1-MCP, CO₂ and CO₂ + 1-MCP, and untreated fruits were used as control, the respiratory rate, ethylene release rate, fruit quality, protective enzyme activity were determined during fruit storage at room temperature. The results showed the ethylene peak was delayed, and the decrease of firmness, SSC, titratable acid were slowed down by 1-MCP treatment for CK and deastringed fruits. 1-MCP reduced the peroxidase activity and MDA mass molality. The shelf-life were extended from 25 days and 5 days to 37 days and 25 days for control and CO₂ deastringent fruits, respectively.

Key words Persimmon; 1-MCP; Deastringency; Quality; Protective enzyme activity

Received 2018-06-28

Returned 2018-08-20

Foundation item Natural Science Foundation of Jiangxi (No. 20171BAB204008); National Natural Science Foundation of China (No. 31701521).

First author WANG Ruiqing, male, Ph. D, associate professor. Research area: postharvest physiology. E-mail: w_ruiqing@163.com

Corresponding author ZHANG Li, female, Ph. D, associate professor. Research area: fruit storage and processing. E-mail: zhangli1979@nwsuaf.edu.cn

(责任编辑: 潘学燕 Responsible editor: PAN Xueyan)