

农产品贮藏加工

1-MCP 结合 MAP 处理对不同冷藏期恭城月柿 货架品质的影响

李江阔¹, 邓丙乾², 张鹏¹, 李春媛¹, 张玲¹, 李冬³

(1.国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津) 天津市农产品采后生理与贮藏保鲜重点实验室,
天津 300384; 2.大连工业大学 食品学院, 辽宁 大连 116034;
3.桂林恭城丰华园食品有限公司, 桂林 542500)

摘要: 目的 为了探究 1-MCP 结合 MAP 处理对恭城月柿不同冷藏期后脱涩果实常温货架品质的影响。
方法 采用无处理(CK)、自发气调包装(MAP)、1-甲基环丙烯(1-MCP)处理和 1-MCP 处理结合自发气调包装(1-MCP+MAP)等 4 种方式,将月柿分别在未经冷藏、冷藏 15 d 和 30 d 后进行脱涩处理,研究其货架期间柿果的色差 ΔE 、可溶性固形物含量、呼吸强度、乙烯生成速率、果肉硬度、抗坏血酸含量和抗氧化能力等指标的变化情况。**结果** 随着冷藏期的延长,柿果色差 ΔE 逐渐增加,可滴定酸(TA)含量、可溶性固形物(TSS)含量、硬度、抗坏血酸含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性和总抗氧化能力(T-AOC)活性逐渐减小,冷藏 30 d 后果实的色差 ΔE 显著($P<0.05$)增加,而抗坏血酸含量、SOD 活性显著($P<0.05$)降低,货架期缩短了 6 d。在未经冷藏货架期内,1-MCP, MAP, 1-MCP+MAP 处理方式均可延缓色差 ΔE 值变化,减少 TA 含量的流失,抑制呼吸强度和乙烯生成速率,保持果肉硬度、抗坏血酸含量、SOD 活性、T-AOC 活性,其中以 1-MCP+MAP 处理方法的效果最佳,1-MCP 处理方法次之。**结论** 1-MCP 结合 MAP 的处理方法可以使柿果维持原有色泽,减少营养物质的流失,减缓呼吸代谢,保持果肉硬度和抗氧化能力,且冷藏期越短效果越好。

关键词: 恭城月柿; 低温贮藏; 货架品质; 1-MCP; MAP

中图分类号: TS201.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)19-0001-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.19.001

Effects of 1-MCP Combined with MAP on Shelf Quality of Gongcheng Yue Persimmon after Different Cold Storage Periods

LI Jiang-kuo¹, DENG Bing-qian², ZHANG Peng¹, LI Chun-yuan¹, ZHANG Ling¹, LI Dong³

(1.Tianjin Key Laboratory of Postharvest Physiology and Storage of Agricultural Products, National Engineering
Technology Research Center for Preservation of Agricultural Products (Tianjin), Tianjin 300384, China;
2.College of Food Science, Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, China;
3.Guilin Gongcheng Fenghua Yuan Food Co., Ltd., Guilin 542500, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the effects of 1-MCP combined with MAP on shelf quality of deastringent

收稿日期: 2019-03-19

基金项目: 广西科技基地和人才专项(桂科 AD17129011); 国家重点研发计划(2018YFD0401303)

作者简介: 李江阔(1974—),男,博士后,国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)副研究员,主要研究方向为农产品安全与果蔬贮运保鲜新技术。

通信作者: 张鹏(1981—),女,博士后,国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)副研究员,主要研究方向为农产品贮藏与加工。

Gongcheng Yue persimmon under ambient temperature after different cold storage. This experiment used no treatment (CK), modified atmosphere packaging (MAP), 1-MCP treatment and 1-MCP combined with modified atmosphere packaging (1-MCP+MAP) to treat the persimmons that carried out deastringency treatment after not cold storage, different cold storage periods(15 d and 30 d), effects of different treatments on persimmon fruit chromatism aberration ΔE , total soluble solids content, respiration intensity, ethylene production rate, firmness, ascorbic acid content and antioxidant capacity indexes of persimmon fruit during shelf life after different cold storage periods were studied. Along with the lengthen of cold storage periods, fruit chromatism aberration ΔE increased gradually, and fruit TA content, TSS content, flesh firmness, ascorbic acid content, SOD activity and T-AOC activity decreased gradually. At cold storage of 30 d, fruit chromatism aberration ΔE increased significantly($P<0.05$), and ascorbic acid content, SOD activity decreased significantly($P<0.05$), shelf life cut down 6 d. During shelf life without cold storage, the treatment methods of 1-MCP, MAP, 1-MCP+MAP could postpone the change of chromatism aberration ΔE , reduce the losses of TA content, control respiration intensity and ethylene production rate, maintain flesh firmness and ascorbic acid content, SOD activity and T-AOC activity, among that 1-MCP+MAP was the best, 1-MCP was the second. The treatment method of 1-MCP combined with MAP could persimmon fruit maintain original peel color, lessen nutrient substance losses, slow down respiratory metabolism, keep flesh firmness and antioxidant capacity, and the shorter the cold storage period, the better the effect.

KEY WORDS: Gongcheng Yue persimmon; cold storage; shelf quality; 1-MCP; MAP

恭城月柿又名水柿,属于涩柿品种,盛产于广西恭城县,且其规模大,年产量高达 20 万 t,具有色泽橙红、肉厚脆嫩、皮薄味甜、果大汁多等良好品质^[1]。由于恭城月柿属于呼吸跃变型果实,将采后月柿立即进行脱涩处理会出现柿果软化严重、不耐贮藏等不良后果,从而大大缩短了柿果的贮藏期,降低了商品价值。为了延长柿果的可食用期限,保证其品质,一套完善的贮藏技术对恭城月柿产业发展起到了至关重要的作用。

低温贮藏、自发气调包装(MAP)和 1-甲基环丙烯(1-MCP)是保证果蔬品质的 3 个重要手段^[2],分别通过低温抑制果实生理活动^[3]、提高环境内 CO_2 的含量^[4]和竞争乙烯受体位点^[5]等手段来实现延长果蔬贮藏期的目的,现已广泛应用于多个果蔬品种中。在磨盘柿^[6]、甜柿^[7]和牛心柿^[8]等柿品种中也有深入研究,而对恭城月柿的研究与应用却较为少见。文中以恭城月柿为实验材料,运用 MAP、1-MCP 以及 1-MCP 结合 MAP 的处理方式,研究不同冷藏时间和处理方式对脱涩柿果货架品质的影响,进而确定采后柿果的最佳冷藏期限和处理方式,为采后恭城月柿的贮藏提供参考。

1 实验

1.1 材料与试剂

以恭城月柿为实验材料,于 2018 年 11 月 19 日采自广西恭城,九成熟,果实表面 90%以上呈橙黄色,果底部分为黄绿色。

材料与试剂:聚乙烯(PE),袋厚度为 30 μm ; 1-MCP 药包,国家农产品保鲜工程技术研究中心(天

津);贮运微环境气调保鲜箱(28 cm×22 cm×13 cm),宁波国嘉农产品保鲜包装技术有限公司;超氧化物歧化酶(SOD)活性检测试剂盒,总抗氧化能力(T-AOC)检测试剂盒,北京索莱宝科技有限公司;草酸、EDTA、氢氧化钠、浓硫酸等,均为分析纯。

1.2 仪器与设备

仪器与设备:精准温控库,国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津);CM-700d 型手持色差计,日本美能达公司;PAL-1 便携式手持折光仪,日本爱宕公司;916 Ti-Touch 电位滴定仪,瑞士万通中国有限公司;CheckPoint 便携式气体测定仪,丹麦 PBI Dansensor 公司;2010 型气相色谱仪,日本岛津公司;TA.XT.Plus 物性仪,英国 Stable Micro Systems 公司;3-30K 高速冷冻离心机,德国 Sigma 公司;TU-1810 紫外分光光度计,北京普析通用仪器有限责任公司。

1.3 材料处理

对采后柿果进行筛选,将大小均一、无机械损伤的柿果进行 1 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理,记为 1-MCP;未经处理的作为对照,记为 CK。随后将柿果放入 PE 袋中,扎口封袋并装入纸盒箱内,于采收后第 3 天冷链(温度 4 $^{\circ}\text{C}$,相对湿度 80%)运输至国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津),随即将实验材料放于精准温控库(-0.5 ± 0.3) $^{\circ}\text{C}$ 内,拆箱预冷 24 h 后,进行如下处理。

1) CK 柿果装在贮运微环境气调保鲜箱内(每箱装果量为 2 kg 左右),不粘贴气调元件,记作 CK。

2) CK 柿果装在贮运微环境气调保鲜箱内(每箱装果量为 2 kg 左右),粘贴气调元件,记作 CK+MAP。

3) 1-MCP 柿果装在贮运微环境气调保鲜箱内(每箱装果量为 2 kg 左右),不粘贴气调元件,记作

1-MCP。

4) 1-MCP 柿果装在贮运微环境气调保鲜箱内(每箱装果量为 2 kg 左右), 粘贴气调元件, 记作 1-MCP+MAP。

在未经冷藏、冷藏 15 d 和 30 d 后分别取出 4 组柿果各 10 箱进行干冰脱涩处理(粘贴密闭气调元件, 在装有柿果的贮运微环境气调保鲜箱内放入(40±2)g 干冰, 然后密封(微环境内 CO₂ 体积分数达到 80%~90%)), 对照组果实脱涩 36 h, 1-MCP 处理组果实脱涩 48 h, 分别记为 DCK, DMAP, D1-MCP 和 D1-MCP+MAP, 然后取下气调元件, 置于常温下存放, 以 3 d 为测定周期, 做 3 次重复实验, 对脱涩后柿果进行定期检测, 并记录。

1.4 测定项目及方法

1) 色差 ΔE 。采用 CM-700d 型手持色差计在柿果赤道部位阴阳面各选取一点, 每次随机取 6 个果, 测定果皮的 L 、 a 和 b 值。计算 $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$, 0~0.5 为极小的差异, 0.5~1.5 为稍有差异, 1.5~3.0 可见差异, 3.0~6.0 为差异显著, 6.0~12.0 为差异极显著, 12.0 以上为不同颜色^[9]。

2) 可溶性固形物(TSS)。采用便携式手持折光仪测定。

3) 可滴定酸(TA)。采用自动电位滴定^[10]的方法。

4) 呼吸强度。采用静置法^[11]。

5) 乙烯生成速率。采用气相色谱仪程序升温法测定^[12]。

6) 果肉硬度。采用英国产 TA.XT.PLus 物性仪测定^[13], P/2 探头(2 mm), 测试速度为 2 mm/s, 测试深度为 10 mm, 果实赤道两侧取点, 每个处理组重复做 12 次实验。

7) 抗坏血酸含量。采用钼蓝比色法测定^[14]。

8) SOD 活性和 T-AOC 活性。均采用紫外分光光度法(见试剂盒)测定。

1.5 数据处理

所有数据均采用 Excel 2003 软件统计和绘图, 采

用 SPSS 18.0 软件对所测 3 次平均数值进行 Duncan 新复极差法分析, 检验其差异显著性。

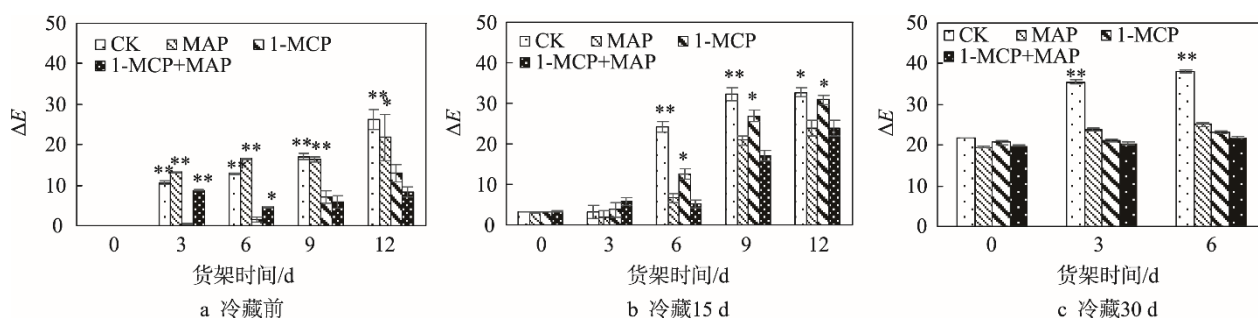
2 结果与分析

2.1 不同处理方式对冷藏后脱涩恭城月柿色差 ΔE 的影响

由图 1 可知, 在冷藏后不同货架期内, 各处理组柿果色差 ΔE 值均随着货架期的延长而呈现逐渐增加的趋势, 货架初期, 冷藏 30 d 后的柿果其色差 ΔE 极显著 ($P < 0.01$) 高于其他冷藏时间的果实, 表明随着冷藏期的延长以及货架期的增加, 柿果果皮颜色与采收相比变化逐渐增大。在未经冷藏货架 9 d 后各处理组的色差 ΔE 值增长幅度加大, 且均在第 12 d 时达到峰值, 大小顺序依次为 CK>MAP>1-MCP>1-MCP+MAP, 其中 1-MCP+MAP 处理组的果实色差 ΔE 极显著 ($P < 0.01$), 且低于 CK 组, 说明未经冷藏货架 9 d 后脱涩柿果转色速度加快, 且处理组均对柿果色泽改变具有显著的抑制作用, 其中以 1-MCP 结合 MAP 处理方式的效果最佳。冷藏 15 d 后货架期内, CK 组于货架 6 d 时呈现骤增趋势, 且极显著 ($P < 0.01$) 高于其他处理组, 而其他处理组均在货架 9 d 时呈现大幅度上升趋势, 于货架 12 d 时各处理组的色差 ΔE 值依次为 CK>1-MCP>MAP>1-MCP+MAP, 说明处理组均可延缓货架柿果的转色, 且 MAP 处理组的效果优于 1-MCP 组。冷藏 30 d 后货架期内, CK 组在货架 3 d 时急速上升, 且极显著 ($P < 0.01$) 高于其他处理组, 而其他处理组在整个货架期内差异不显著 ($P > 0.05$), 说明在冷藏 30 d 货架期内各处理组之间对柿果的色泽改变影响不明显。

2.2 不同处理方式对冷藏后脱涩恭城月柿营养物质的影响

可滴定酸含量是果实风味的决定性因素^[15]。由图 2 可知, 在冷藏后不同货架期内, 各处理组的 TA 含量均随着货架时间的延长呈现逐渐下降的趋势, 表明



注: *代表处理组间差异显著 ($P < 0.05$), **代表处理组间差异极显著 ($P < 0.01$), 下同

图 1 不同冷藏期后各处理组柿果色差 ΔE 的变化

Fig.1 Changes of chromatic aberration ΔE in persimmon of each treatment group after different cold storage periods

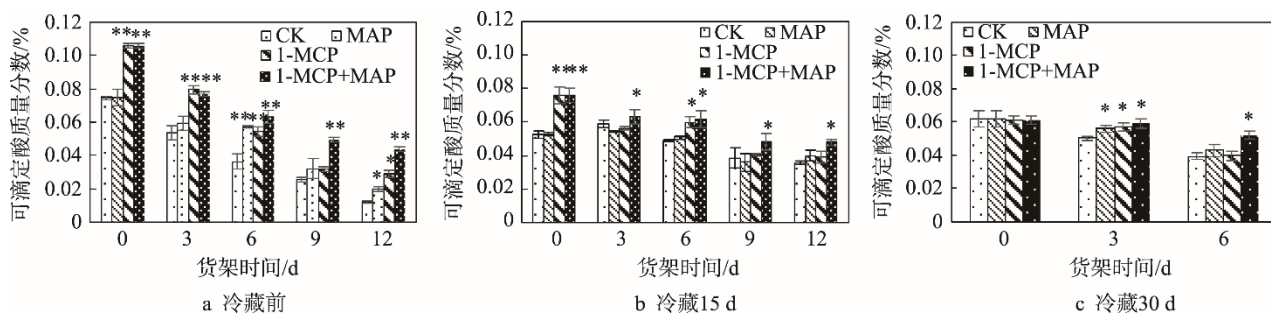


图2 不同冷藏期后各处理组柿果可滴定酸含量的变化

Fig.2 Changes of titratable acid content in persimmon of each treatment group after different cold storage periods

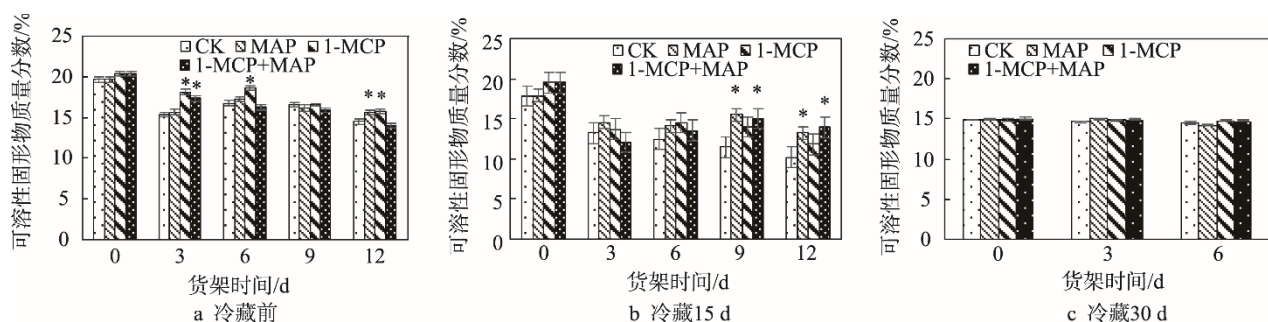


图3 不同冷藏期各处理组柿果可溶性固形物含量的变化

Fig.3 Changes of soluble solids content in persimmon of each treatment group after different cold storage periods

随着冷藏期和货架时间的延长,果实中的TA含量逐渐损耗。在未经冷藏货架期内,1-MCP+MAP处理组的TA含量极显著($P<0.01$)高于CK组,而在冷藏15 d、30 d货架期内(冷藏30 d的货架初值除外),1-MCP+MAP处理组的TA含量显著($P<0.05$)高于CK组,且高于其他处理组,说明1-MCP结合MAP的处理方式对TA含量的保持效果最佳。在未经冷藏货架期内,CK组与MAP处理组的TA含量随着货架时间的增加,差异逐渐产生变化,货架期12 d时各处理组的TA含量大小顺序依次为1-MCP+MAP>1-MCP>MAP>CK,表明处理组在维持果实TA方面优于CK组。冷藏15 d货架期12 d时各处理的TA含量大小顺序依次为1-MCP+MAP>MAP>1-MCP>CK,且MAP和1-MCP处理组间差异不显著($P>0.05$),冷藏30 d后货架期3 d时,MAP和1-MCP处理组的TA含量显著($P<0.05$)高于CK组,且MAP和1-MCP处理组间差异不显著($P>0.05$),表明在维持果实TA含量方面,MAP和1-MCP处理组的作用效果差异不显著。

由图3可以看出,在冷藏后不同货架期内,各处理组的TSS含量均随着货架时间的延长呈现整体下降趋势,且冷藏期越长,柿果的TSS含量下降得越明显,为了维持果实固有的营养成分可以尽量较少柿果的冷藏时间。在冷藏15 d货架初期时,CK组与MAP处理组果实的TSS含量均低于1-MCP和1-MCP+MAP处理组,而MAP处理组果实的TSS含量高于CK组,表明1-MCP处理能够维持柿果的TSS含量,而MAP次之;货架后期MAP、

1-MCP+MAP处理组的TSS含量显著($P<0.05$)高于CK组,货架12 d时各处理组的TSS含量由大到小的顺序依次为1-MCP+MAP>MAP>1-MCP>CK,说明在冷藏15 d货架后期,MAP在维持TSS含量方面效果优于1-MCP处理,且1-MCP+MAP处理效果最佳,而在冷藏30 d货架期间,1-MCP+MAP处理组的TSS含量仍高于其他处理组,但差异不显著($P>0.05$)。

2.3 不同处理方式对冷藏后脱涩恭城月柿生理变化的影响

呼吸强度大小基本代表着果实内部生长代谢活动的强弱^[16]。由图4可知,未经冷藏的柿果在货架期内呈现出先上升后下降的趋势,并在整个货架期内各处理组呼吸强度具有相同规律,由大到小的顺序依次为CK>MAP>1-MCP>1-MCP+MAP,说明不同处理方式均对柿果的呼吸强度有着显著的抑制作用,其中,CK组果实于货架期6 d时达到呼吸峰值(50.16 mg/(kg·h)),而其他处理组在第9天才达到呼吸峰值,分别为38.15、30.15、29.56 mg/(kg·h),说明1-MCP和MAP均可延缓呼吸高峰期,并降低呼吸强度。冷藏15 d后,货架初期CK组的呼吸强度显著($P<0.05$)高于其他处理组,随着货架时间的延长而逐渐下降,与其他处理组呼吸强度的趋势相反,间接表明冷藏15 d后货架期内CK组柿果的代谢能力下降。冷藏30 d后货架期间,1-MCP+MAP处理组的上升幅度最大,表明1-MCP结合MAP处理方式对果实代谢能力的保持效果最佳。

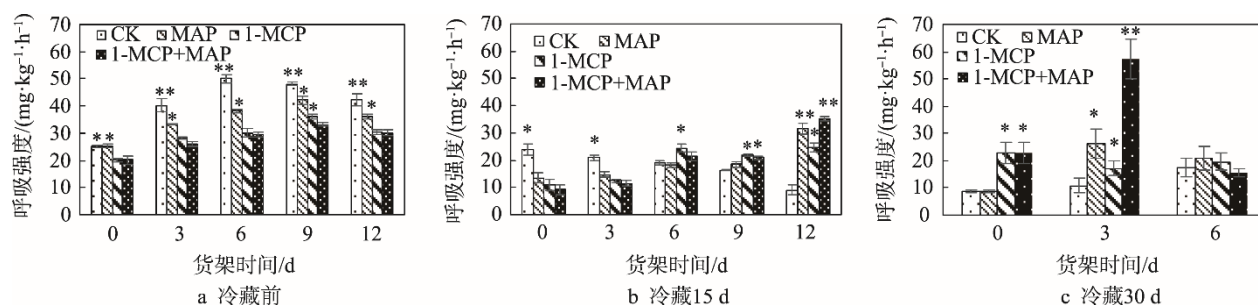


图 4 不同冷藏期后各处理组柿果呼吸强度的变化

Fig.4 Changes of respiratory intensity in persimmon of each treatment group after different cold storage periods

由图 5 所示, 未经冷藏柿果的乙烯生成速率呈现先上升后下降的趋势, 并于货架期 9 d 时达到峰值, 由大到小依次为 CK>MAP>1-MCP>1-MCP+MAP, 其中 1-MCP 处理组、1-MCP+MAP 处理组的乙烯生成速率显著 ($P<0.05$) 或极显著 ($P<0.01$) 低于 CK 组, 而在货架期 3 d、9 d 时 MAP 组和 CK 组呈显著 ($P<0.05$) 差异, 说明不同处理方式均对柿果的乙烯生成速率具有抑制作用, 且以 1-MCP+MAP 方式最佳。冷藏 15 d 后的柿果在脱涩完全后乙烯生成速率达到了一个相对较高的值, 说明该阶段内的柿果正处于熟化的重要阶段, 与呼吸强度变化趋势达成一致。此外, 其在货架期内呈下降趋势, 其中 CK 组的下降速度最快, 1-MCP 组次之, MAP 处理组最慢。冷藏 30 d 后货架期内, CK 组呈现逐渐下降的趋势, 而其他处理组则先上升后下降, 并于货架期结束时由大到

小依次为 MAP>1-MCP+MAP>1-MCP>CK, 表明 MAP 对冷藏柿果的乙烯生成速率具有一定的延缓作用, 但对货架期柿果无抑制作用。

2.4 不同处理方式对冷藏后脱涩恭城月柿果肉硬度的影响

由图 6 可知, 在冷藏后不同货架期内, 各处理组的果肉硬度均随着货架时间的延长而下降, 且不同冷藏期下 1-MCP、1-MCP+MAP 处理组的果肉硬度均显著 ($P<0.05$) 或极显著 ($P<0.01$) 高于 CK 组、MAP 组, 说明 1-MCP 处理能够显著地维持柿果的硬度, 从而保护柿果果肉组织的完整性。此外, 未经冷藏和冷藏 15 d 后的货架期内, CK 组、MAP 组的果肉硬度并无显著性差异 ($P>0.05$), 而冷藏 15 d 和 30 d 后的 1-MCP 处理组、1-MCP+MAP 处理组在货架期

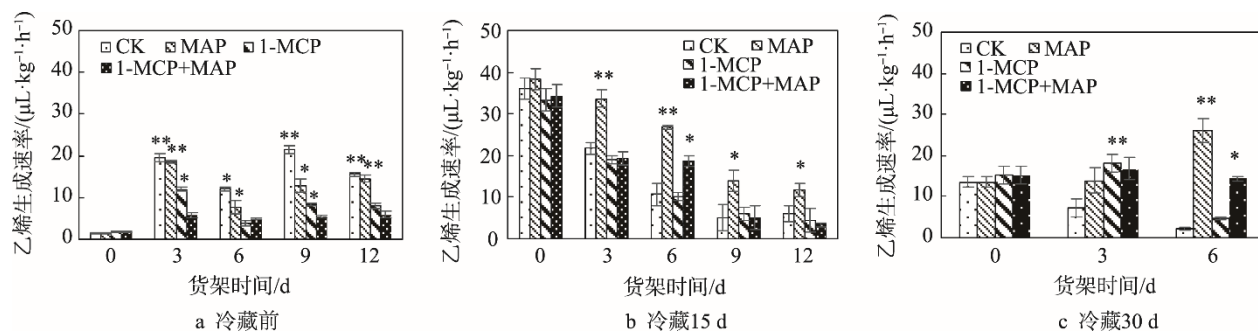


图 5 不同冷藏期后各处理组柿果乙烯生成速率的变化

Fig.5 Changes of ethylene production rate in persimmon of each treatment group after different cold storage periods

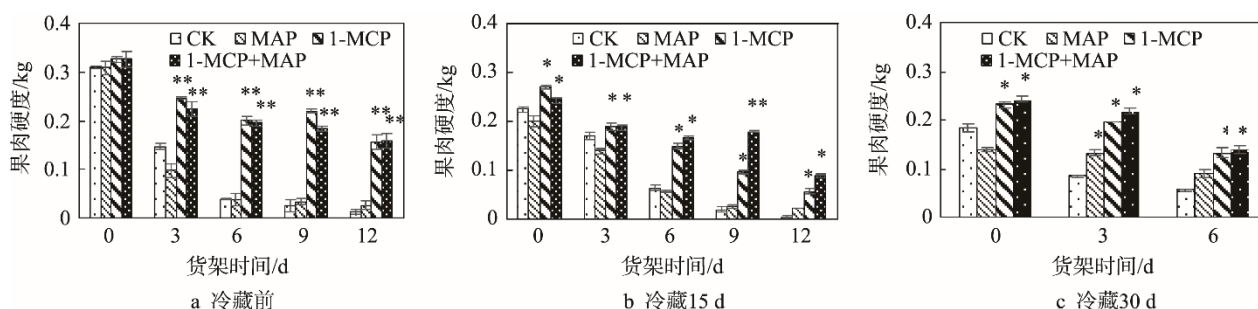


图 6 不同冷藏期后各处理组柿果果肉硬度的变化

Fig.6 Changes of flesh firmness in persimmon fruit of treatment group after different cold storage periods

间, 1-MCP+MAP 处理组的果肉硬度适中, 高于 1-MCP 处理组, 表明 1-MCP+MAP 处理方式在维持柿果硬度方面效果最佳。

2.5 不同处理方式对冷藏后脱涩恭城月柿抗坏血酸含量和抗氧化能力的影响

由图 7 可知, 与未经冷藏柿果的初值相比较, 随着冷藏期的延长, 脱涩后柿果的抗坏血酸含量逐渐下降, 尤其冷藏 30 d 后柿果的抗坏血酸含量下降极为显著 ($P<0.01$), 而冷藏 15 d 后柿果的抗坏血酸含量下降幅度较小, 说明冷藏期保持在 15 d 内较佳。此外, 冷藏期不同的柿果在货架期内均呈现出逐渐下降趋势, 且未经冷藏和冷藏 15 d 后各处理组的抗坏血酸含量从大到小的顺序依次为 1-MCP+MAP>1-MCP>MAP>CK, 货架期 3~9 d 时 1-MCP+MAP 处理组显著 ($P<0.05$) 高于 CK 组, 说明 1-MCP+MAP 处理方式保持货架期柿果抗氧化物质含量的效果最佳。

超氧化物歧化酶 (SOD) 可提供有力的活性氧防护, 是机体防御体系的重要组成部分^[17]。由图 8 可知, 未经冷藏柿果的 SOD 活性随着货架期的延长而下降, 且下降幅度逐渐加大, 在货架期结束时由大到小的顺序依次为 1-MCP+MAP>1-MCP>MAP>CK, 1-MCP 处理组、1-MCP+MAP 处理组的 SOD 活性均显著 ($P<0.05$) 或极显著 ($P<0.01$) 高于 CK 组, 说明不同处理方式均对超氧化物歧化酶活性具有保持作用, 并具有更好的自由基清除能力。随着冷藏期的延长, 酶活力展现出降低的趋势, 且在冷藏 30 d 时表现更为突出, 该趋势与抗坏血酸物质的变化规律相似, 表明随着冷藏时间的延长, 柿果的抗氧化能力逐渐下降。

总抗氧化能力 (T-AOC) 大小能够反映出机体内自由基清除能力的强弱, 是果蔬整体防御能力大小的表征参数^[18]。由图 9 所知, 随着冷藏期的不断延长, 货架期柿果的最高 T-AOC 值不断地降低, 以 CK 组

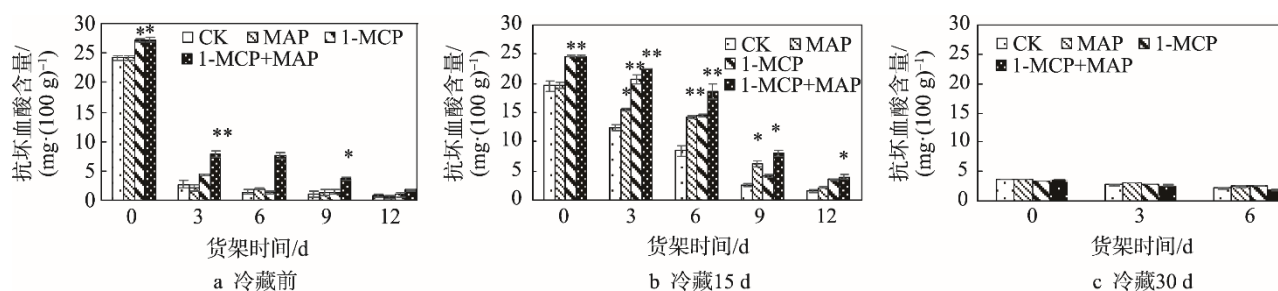


图 7 不同冷藏期后各处理组柿果抗坏血酸含量的变化

Fig.7 Changes of ascorbic acid content in persimmon of each treatment group after different cold storage periods

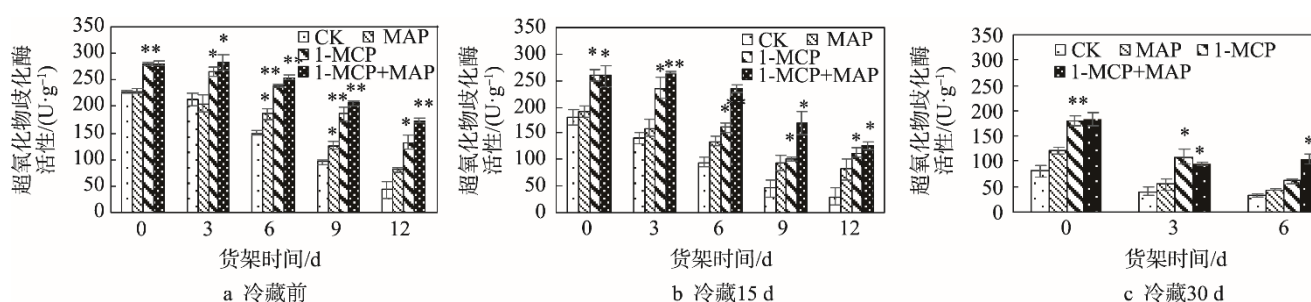


图 8 不同冷藏期后各处理组柿果 SOD 活性的变化

Fig.8 Changes of SOD activity in persimmon of each treatment group after different cold storage periods

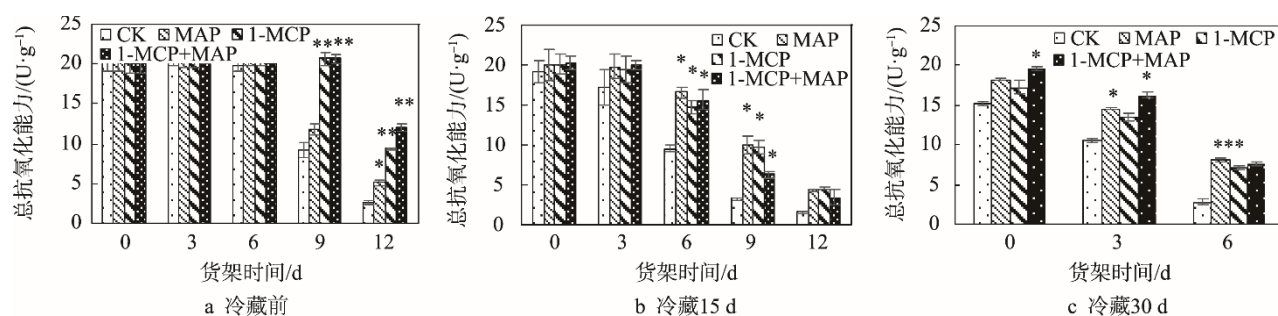


图 9 不同冷藏期后各处理组柿果 T-AOC 活性的变化

Fig.9 Changes of T-AOC activity in persimmon of each treatment group after different cold storage periods

为例, 冷藏 30 d 时 T-AOC 为 15.12 U/g, 而未经冷藏和冷藏 15 d 后 T-AOC 分别为 20.22, 19.12 U/g, 说明冷藏期的长短对柿果的抗氧化能力具有关键性影响。此外, 可以发现经过不同冷藏时间后的月柿在货架期内均呈现出逐渐下降的趋势, 其中 CK 组下降速度明显大于其他处理组, 说明不同处理方式均对柿果的总抗氧化能力起到了保持作用。从未经冷藏柿果的变化趋势可以看出, 各处理对抗氧化能力的保持效果从大到小依次为 1-MCP+MAP>1-MCP>MAP>CK, 且随着货架期的延长其差异性越显著; 随着冷藏期的延长, 货架期内各处理组之间的差距逐渐减小。综上所述, 有效的处理方法对保持柿果的抗氧化能力起到了积极作用, 而 1-MCP 结合 MAP 处理方法的效果最佳, 但随着冷藏期的延长, 其效果也在逐渐减弱。

3 讨论

随着电商销售模式的兴起, 集贮运销为一体的贮运微环境气调保鲜箱受到广泛关注, 张鹏等^[7]运用贮运微环境气调保鲜箱开展了阳丰甜柿和磨盘柿保鲜研究表明, 1-MCP 结合 MAP 处理均能有效保持柿果实的硬度, 降低果实的呼吸强度和乙烯生成速率, 抑制半乳糖醛酸酶、纤维素酶、多酚氧化酶活性的升高。在柿果保鲜和脱涩的研究中往往是脱节的, 文中在采用 1-MCP 结合 MAP 处理对柿果保鲜的基础上, 在冷藏期后进行脱涩处理, 探讨了冷藏不同时间后脱涩柿果常温货架品质的变化。研究结果表明, 与冷藏 30 d 后货架期的柿果相比较, 未经冷藏和冷藏 15 d 后柿果的 TA、TSS、硬度、抗坏血酸、SOD 和 T-AOC 值均保持着较高的水平, 且货架期延长了 6 d, 说明冷藏期的延长会降低柿果的营养物质、硬度及抗氧化能力, 缩短货架期, 从而降低了柿果的商品价值; 冷藏 15 d 后柿果的乙烯生成速率显著高于其他冷藏组果实, 表明冷藏 15 d 后柿果生理代谢旺盛, 同期对照果实的硬度快速下降, 果实发生软化, 而 1-MCP 结合 MAP 处理果实货架 9 d 时果实硬度维持较高水平, 有效减缓果实硬度的下降, 这为采后柿果冷藏期时长的选择提供了数据支持。

千春录^[18]等对比分析了 1-MCP, MAP, 1-MCP 结合 MAP 的处理方式对常温货架期间中华猕猴桃的品质影响, 结果表明, 1-MCP 和 MAP 处理均能抑制猕猴桃果实的呼吸跃变, 降低猕猴桃果实的可溶性固形物含量、质量损失率、电导率, 保持了猕猴桃果实的品质, 减缓了叶绿素、类胡萝卜素、花青素等的降解速率, 其中 1-MCP 处理效果优于自发气调处理, 而 1-MCP 结合 MAP 的处理方式对猕猴桃果实品质和色素的保持效果最好。文中对不同处理方式在恭城月柿中的研究结果表明, 除 TSS 之外, MAP, 1-MCP 和 1-MCP+MAP 等 3 种处理方式对货架期内柿果的各项品质指标均起到了显著影响, 其中以 1-MCP 结合

MAP 方式最佳, 并且未经冷藏货架期内的效果最为显著, 但随着冷藏时间的延长, MAP 对色差 ΔE 、果肉硬度和抗坏血酸等指标的影响效果逐渐减弱, 从而使 MAP 处理组柿果的品质逐渐下降, 并低于 1-MCP 处理组、1-MCP+MAP 处理组, 并且 1-MCP 处理、1-MCP+MAP 处理对柿果的硬度具有显著的保持效果, 说明 1-MCP 处理对冷藏后柿果的货架品质的影响优于 MAP 处理, 而 1-MCP 结合 MAP 处理后的保鲜效果最好, 具有增效作用。

4 结语

随着冷藏期的延长, 柿果的色差逐渐增加, TA、TSS、抗坏血酸、果肉硬度、SOD 和 T-AOC 逐渐减少, 冷藏 30 d 后表现更为显著。货架期间, MAP、1-MCP、1-MCP+MAP 均可以延缓柿果色差的改变, 减少 TA 和抗坏血酸物质流失, 延缓呼吸高峰, 保持果肉硬度, 抑制 SOD 活性和 T-AOC 活性的下降, 从而提升柿果的货架品质。此外, 随着冷藏期的延长, MAP 处理对柿果品质的影响效果逐渐减弱, 并低于 1-MCP 处理组, 且以 1-MCP 结合 MAP 的处理方式效果最佳。

参考文献:

- [1] 农训学. “中华名果”——恭城月柿[J]. 农村实用技术与信息, 2004(2): 24—25.
NONG Xun-xue. "Chinese Famous Fruit"——Gongcheng Yue Persimmon[J]. Rural Practical Technology and Information, 2004(2): 24—25.
- [2] 覃慧. ‘恭城月柿’CO₂脱涩及保鲜剂 1-MCP 应用技术研究[D]. 南宁: 广西大学, 2017.
QIN Hui. Study on the Application Technology of 'Gongcheng Yue Persimmon' CO₂ Deodorization and Preservative 1-MCP[D]. Nanning: Guangxi University, 2017.
- [3] STEFANO B, MAARTEN H, ROBERTA T, et al. Metabolic Responses to Low Temperature of Three Peach Fruit Cultivars Differently Sensitive to Cold Storage[J]. Frontiers in Plant Science, 2018, 9: 706.
- [4] LEE L, ARUL J, LENCKI R, et al. A Review on Modified Atmosphere Packaging and Preservation of Fresh Fruits and Vegetables: Physiological Basis and Practical Aspects—Part I[J]. Packaging Technology & Science, 2010, 8(6): 315—331.
- [5] BINDER B M, BLEECKER A B. A Model Ethylene Receptor Function and 1-Methylcyclopropene Action[J]. Acta Horticulturae, 2003, 628: 177—187.
- [6] 李江阔, 梁冰, 张鹏, 等. 冰温结合低温驯化对磨盘柿软化生理的影响[J]. 北方园艺, 2014(3): 123—126.
LI Jiang-kuo, LIANG Bing, ZHANG Peng, et al. Effect of Cold Acclimation Combined with Ice-temperature

- Storage on Several Softening Physiology of Mopan Persimmon[J]. Northern Horticulture, 2014(3): 123—126.
- [7] 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 Peng, LI Tian-yuan, LI Jiang-kuo, 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.
- [8] 辛甜甜. 牛心柿脱涩及贮藏保鲜研究[D]. 淄博: 山东理工大学, 2012.
- XIN Tian-tian. Study on De-astringent and Cold-storage of Diospyros kaki var. 'Niuxin'[D]. Zi Bo: Shandong University of Technology, 2012.
- [9] 刘浩学. CIE 均匀颜色空间与色差公式的应用[J]. 北京印刷学院学报, 2003, 11(3): 3—8.
- LIU Hao-xue. Application of CIE Uniform Color Space and Color Difference Formula. [J] Journal of Beijing Institute of Graphic Communication, 2003, 11(3): 3—8.
- [10] 李文生, 冯晓元, 王宝刚, 等. 应用自动电位滴定仪测定水果中的可滴定酸[J]. 食品科学, 2009, 30(4): 247—249.
- LI Wen-sheng, FENG Xiao-yuan, WANG Bao-gang, et al. Determination of Titratable Acid in Fruits by Automatic Potentiometric Titrator[J]. Food Science, 2009, 30(4): 247—249.
- [11] 曹建康. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2017: 48—49.
- CAO Jian-kang. Physiological and Biochemical Experiments of Postharvest Fruits and Vegetables[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2007: 48—49.
- [12] 刘会超, 韩振海, 许雪峰. 外源钙对苹果果实乙烯生成的影响[J]. 园艺学报, 2002, 29(3): 258—260.
- LIU Hui-chao, HAN Zhen-hai, XU Xue-feng. The Effect of Exogenous Calcium on Ethylene Production of Apple Fruit[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2002, 29(3): 258—260.
- [13] 郑巧林. 柿果真空包装脱涩和保鲜技术的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2001.
- ZHENG Qiao-lin. Study on the Technology of Degumming and Preservation of Persimmon Fruit Vacuum Packaging[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2001.
- [14] 李军. 钼蓝比色法测定还原型维生素 C[J]. 食品科学, 2000, 21(8): 42—45.
- LI Jun. Determination of Reduced Vitamin C by Molybdenum Blue Colorimetric Method[J]. Food Science, 2000, 21(8): 42—45.
- [15] 徐辉艳, 孙晓东, 张佩君, 等. 红枣汁中总酚含量的福林法测定[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(3): 126—128.
- XU Hui-yan, SUN Xiao-dong, ZHANG Pei-jun, et al. Determination of Total Phenol Content in Jujube Juice by Folin Method[J]. Food Research and Development, 2009, 30(3): 126—128.
- [16] BECKER B R, FRICKE B A. Transpiration and Respiration of Fruits and Vegetables[J]. Science Et Technique Du Froid, 2014.
- [17] 马旭俊, 朱大海. 植物超氧化物歧化酶(SOD)的研究进展[J]. 遗传, 2003, 25(2): 225—231.
- MA Xu-jun, ZHU Da-hai. Functional Roles of the Plant Superoxide Dismutase[J]. Hereditas, 2003, 25(2): 225—231.
- [18] 千春录, 林晨, 殷健东, 等. 1-MCP 和自发气调对猕猴桃果实贮藏品质和色素的影响[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(13): 189—192.
- QIAN Chun-lu, LIN Chen, YIN Jian-dong, et al. Effects of 1-MCP and Modified Atmosphere on Storage Quality and Pigment of Kiwifruit[J]. Jiangsu Agricultural Science, 2018, 46(13): 189—192.