



引用格式:李慧敏,王玉梅,林凤,等. 结合 1-MCP 保鲜技术的脱涩处理对恭城月柿贮藏品质的影响[J]. 轻工学报,2020,35(5):16-25.

中图分类号:TS255.3 文献标识码:A

DOI:10.12187/2020.05.003

文章编号:2096-1553(2020)05-0016-10

# 结合 1-MCP 保鲜技术的 脱涩处理对恭城月柿贮藏品质的影响

## Effects of deastringent treatment combined with 1-MCP fresh preservation technology on storage quality of Gongcheng persimmon

李慧敏,王玉梅,林凤,毛瑞丰

LI Huimin, WANG Yumei, LIN Feng, MAO Ruifeng

广西大学 轻工与食品工程学院, 广西 南宁 530000

College of Light Industry and Food Engineering, Guangxi University, Nanning 530000, China

**摘要:**以处于商业成熟期的恭城月柿为研究对象,研究了3种脱涩方法(温水脱涩、乙醇脱涩和离子溶液脱涩)及其与1-MCP保鲜技术相结合对柿子贮藏保鲜品质的影响。结果表明:所有脱涩处理组的外观色泽和内在品质均有不同程度的降低,其中,温水处理组出现成熟度加快、果肉软化现象最为明显、贮藏品质降低等问题,但在短期贮藏时,可溶性单宁含量下降迅速,表现出较显著的脱涩优势,且可溶性糖(SS)含量升高,可提高柿子的食用品质;乙醇处理组出现表皮褐变、软烂等问题,不利于柿子脱涩后贮藏;离子溶液处理组的硬度保持较好,褐变程度较轻,涩味去除效率较高,1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)的损失最少,柿子品质可保持在较高水平;结合1-MCP的脱涩处理组都能延迟抗坏血酸(AA)的损失,抑制SS含量的急剧变化,降低抗氧化能力的丧失,有效延缓柿子成熟衰老的进程,保持柿子的内在品质;不同处理组的电子鼻响应雷达响应值区分明显,PCA的累计方差贡献率达91.8%,且不同处理组对挥发性成分影响明显。

**关键词:**

柿子;脱涩;1-MCP;  
贮藏品质

**Key words:**

persimmon; deastringent;  
1-methylcyclopropene;  
storage quality

收稿日期:2020-03-16

基金项目:广西重点研发计划项目(2018AB45017)

作者简介:李慧敏(1996—),女,山西省晋中市人,广西大学硕士研究生,主要研究方向为红曲米中微生物及其发酵食品的开发。

通信作者:毛瑞丰(1964—),男,广西壮族自治区桂林市人,广西大学副教授,博士,主要研究方向为传统食品的现代化改造、微生物菌种筛选。

**Abstract:** The aim of this study was to evaluate the quality characteristics of GongCheng persimmon treated by three different methods ( warm water destringency, ethanol destringency and ion solution destringency ) and to explore the effect of 1-MCP on the fresh preservation of persimmon. The results showed that the external color and internal quality of persimmon decreased in different degrees after all the treatments. Among them, in the warm water treatment group, the maturity was accelerated, pulp softening was the most obvious, and storage quality was decreased, but in the short-term storage, soluble tannin content decreased rapidly, showing a significant advantage of astringency, and soluble sugar (SS) content increased, which could increase the food quality of persimmon. In ethanol treatment group, skin Browning, soft rot and other problems occurred, which was not conducive to storage of persimmon after destringency. In the ion solution treatment group, hardness of persimmon was maintained better, Browning degree was lighter, astringency removal efficiency was higher, the loss of DPPH was the least, and the quality of persimmon could be maintained at a higher level. The treatment group combined with 1-MCP could delay the loss of ascorbic acid (AA), inhibit the rapid change of SS content, reduce the loss of antioxidant capacity, effectively delay the maturation and aging process of persimmon, and maintain the internal quality of persimmon. The response values of electronic nose response radar in different treatment groups were significantly differentiated, the cumulative variance contribution rate of PCA reached 91.8%, and different treatment groups had a significant impact on the volatile components.

## 0 引言

柿子(*Diospyros Kaki* L.f)隶属于柿树科(*Ebenaceae*)柿树属(*Diospyros*)<sup>[1]</sup>,为多年生落叶柿科植物的果实,原产于中国.柿子营养丰富,根据收获时果实的涩味程度,可分为甜柿和涩柿.甜柿通常可以直接作为新鲜水果食用,而涩柿即便到了最佳采收期,柿子中可溶性单宁的含量仍然超过涩味阈值,口尝会有强烈的收敛性涩味,因此,在鲜食或者加工之前,都必须进行脱涩处理.在长期生产实践过程中,产生了多种传统的柿子脱涩方法,主要分为三大类<sup>[2]</sup>:液体脱涩方法、气体脱涩方法和其他脱涩方法.其中,液体脱涩方法包括冷水脱涩、温水脱涩、石灰水脱涩、酒精脱涩、离子溶液脱涩等,具有操作简单、成本较低、适合小规模销售运输等优点,但容易导致柿子品质降低;气体脱涩方法包括 CO<sub>2</sub> 脱涩、N<sub>2</sub> 脱涩等,具有脱涩效率高、适合大规模生产等优点,但气体的浓度不易控制,容易造成柿子褐变,加大成本投入;其他脱涩方法包括真空脱涩、乙烯利脱涩等,因其安全性有待考证,所以目前应用尚不

广泛.

1-甲基环丙烯(1-MCP)是一种安全有效的乙烯激素类拮抗剂<sup>[3]</sup>,被广泛应用于果蔬采后贮藏和运输<sup>[4]</sup>.采后施用 1-MCP 可有效控制水果(苹果、桃、猕猴桃、柿子、梨、橄榄等)中乙烯的生成,进而控制水果的成熟度,起到保鲜的作用<sup>[5-7]</sup>.H. Q. Lou 等<sup>[8]</sup>研究发现,经 1-MCP 处理既可延缓柿子中乙烯的产生和呼吸作用的发生,也可显著抑制果胶甲基酯酶和聚半乳糖醛酸酶的活性.因此,1-MCP 处理法在保持柿子品质和延长其贮藏期方面具有广阔的应用前景.

脱涩处理往往会造成柿子变软、褐变、腐烂等问题,因此,保持柿子贮藏品质和加工品质的关键是脱涩、保鲜和保脆.董长林<sup>[9]</sup>通过冰温结合 1-MCP 贮藏柿子,可延缓果实的成熟衰老进程,防止果实褐变.J. L. Zhang 等<sup>[10]</sup>研究表明,冷藏中结合使用 1-MCP 和体积分数为 5% 的 CO<sub>2</sub> 是增强房山柿子耐贮藏性和减少浪费的有效方法.N. Fahimeh 等<sup>[11]</sup>研究了乳酸钙与温水处理相结合在保持柿子硬度、品质方面的作用,取得了良好的效果.目前,液体脱涩与 1-MCP 保鲜技术组合处理柿子的研究鲜见报

道. 鉴于此, 本文拟以处于商业成熟期的恭城月柿为研究对象, 将温水脱涩、乙醇脱涩、离子溶液脱涩分别与 1-MCP 保鲜技术相结合处理恭城月柿, 并在 18 °C 贮藏环境下, 研究柿子的贮藏品质变化情况, 寻求适合柿子小规模生产销售的最佳脱涩保鲜方法, 为改善由脱涩处理造成的贮藏品质下降问题, 以及延长柿子贮藏期等提供参考.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

材料: 恭城月柿, 处于商业成熟期, 硬度和大小均匀, 果重(120 ± 5) g, 取材自广西壮族自治区桂林市恭城瑶族自治县.

主要试剂: 乙醇(体积分数为 75%)、葡萄糖、NaOH、NaCl、十二水合硫酸铝钾(明矾)、红菲罗啉(BP)、H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>、钼酸钠、钨酸钠、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、浓 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、三氯乙酸、无水 CuSO<sub>4</sub>、抗坏血酸, 北京化工有限公司产; 葱酮、1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH), 源叶生物有限公司产. 以上试剂均为分析纯.

### 1.2 仪器与设备

CM-3600d 型分光测色仪, 日本柯尼卡·美能达公司产; TA-XT plus 型物性测定仪, 英国 Stable Micro 公司产; XMT-F9 型电热恒温水浴锅, 上海洪记仪器设备有限公司产; UV1800-PC 型紫外可见分光光度计, 上海美谱达仪器有限公司产; PEN3 型电子鼻, 德国 AIRSENSE 公司产; PHBJ-260 型 pH 计, 上海雷磁仪器厂产; 198 × 30 型手持折光仪, 力辰科技有限公司产.

### 1.3 样品处理

将所选择的柿子随机分为 7 组(每组 6 个平行样): 1) 对照组, 将柿子置于 18 °C 贮藏环境中, 密封容器顶部, 打开侧面通气孔; 2) 温水处理组, 将柿子在 35 °C 水浴中保藏 2 d, 而后与

对照组作相同处理; 3) 温水 + 1-MCP 处理组, 将柿子用体积分数为 0.000 05% 的 1-MCP 处理后, 在 35 °C 水浴中保藏 2 d, 而后与对照组作相同处理; 4) 离子溶液处理组<sup>[12]</sup>, 将 NaCl 与明矾按照质量比 3 : 1 混合后, 对柿子进行脱涩处理, 脱涩温度 33.7 °C, 脱涩时间 24 h, 而后与对照组作相同处理; 5) 离子溶液 + 1-MCP 处理组, 将柿子用体积分数为 0.000 05% 的 1-MCP 处理后, 按照离子溶液处理组的方法进行脱涩处理, 最后与对照组作相同处理; 6) 乙醇处理组, 将柿子置于保鲜箱中, 均匀喷洒一定量的乙醇, 而后与对照组作相同处理; 7) 乙醇 + 1-MCP 处理组, 将柿子用体积分数为 0.000 05% 的 1-MCP 处理后, 按照乙醇处理组的方法进行脱涩处理, 最后与对照组作相同处理.

### 1.4 实验方法

**1.4.1 硬度和颜色的测定** 柿子硬度采用物性测定仪进行测定: 将测量直径为 2 mm 的探针垂直于柿子赤道面, 以 5 mm 的深度和 10 mm/min 的速度穿透柿子果肉, 结果即为去除柿子果皮后穿透柿子果肉所需的牛顿负荷<sup>[13]</sup>.

柿子颜色采用分光测色仪进行测定<sup>[14]</sup>: 在柿子赤道面选取 4 个点, 依次读取  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ . 其中,  $L^*$  值代表明亮度;  $a^*$  值代表红绿度;  $b^*$  值代表黄蓝度;  $C^*$  值代表饱和度,  $C^* = (a^* + b^*)^{1/2}$ . 同时, 计算色相角  $h = \arctan(b^*/a^*)$ .

**1.4.2 可溶性单宁含量的测定** 使用紫外可见分光光度计测定柿子的可溶性单宁含量. 以没食子酸为标准品做标准曲线, 建立回归方程, 于 765 nm 处测定样品的可溶性单宁含量. 每 24 h, 从不同脱涩处理组中随机取出 3 个柿子, 顺着柿子横切面切开, 在果核附近取果肉 2 g, 研磨破碎后加入 20 mL 去离子水, 于 4 °C 水浴条件下提取 30 min, 再于 8000 r/min 条件下离心 10 min 后, 取上清液, 定容至 50 mL, 即得样

品提取液. 取 1.0 g 样品提取液, 分别加入 5.0 mL 去离子水、1.0 mL 钨酸钠 - 钼酸钠混合溶液和 3.0 mL 饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液后混匀, 放置 2 h 显色后, 测定样品的可溶性单宁含量. 每个样品重复 3 次.

**1.4.3 pH 值和可溶性固形物含量的测定** 将柿子对切成两半, 再沿纵轴切成薄片, 放入聚乙烯袋 (10 cm × 12 cm) 中, 用手按压取汁. 使用 pH 计测定柿子汁的 pH 值, 然后采用手动折光仪测定柿子汁的总可溶性固形物含量.

**1.4.4 抗坏血酸 (AA) 含量和可溶性糖 (SS) 含量的测定** AA 含量的测定采用分光光度法<sup>[15]</sup>; SS 含量的测定采用蒽酮比色法<sup>[16]</sup>, 以标准葡萄糖溶液制作标准曲线, 结果即为每千克新鲜柿子的葡萄糖质量.

**1.4.5 DPPH 自由基清除率的测定** DPPH 自由基清除率  $c$  按照如下公式进行测定:

$$c = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100\%$$

其中,  $A_0$  表示空白样品的吸光度值,  $A_1$  表示样品的吸光度值.

**1.4.6 电子鼻检测分析** 将经不同方法处理 15 d 的 10 g 恭城月柿样品分别放入 60 mL 采样瓶中, 常温放置 30 min 后进行电子鼻检测分析. 采用顶空吸气法直接将进样针头插入采样瓶中, 测定条件为: 样品测试时间 180 s, 采样间隔 1 s, 清洗时间 120 s, 归零时间 10 s, 载气流速 300 mL/min, 进样流量 300 mL/min. 每组样品做 5 次平行, 分析比较后去掉异常值. 电子鼻传感器的性能描述见表 1.

## 1.5 统计分析

所有实验均做 3 次平行, 数据表示为 (平均值 ± 标准差). 通过方差分析 (ANOVA) 评估脱涩处理对柿子切片品质的影响, 并使用 Duncan 多范围检验比较平均值 ( $P < 0.05$ ). 使用 SPSS 统计软件进行统计分析, 采用 Origin 函数绘图软件制图.

## 2 结果与分析

### 2.1 硬度和颜色变化分析

硬度是用于评估水果成熟度最常见的物理参数之一. 在 18 °C 贮藏环境下, 不同处理方法下柿子硬度的变化如图 1 所示. 由图 1 可以看出, 随着贮藏时间的增加, 所有样品的硬度都逐渐降低. 其中, 温水处理组的软化现象最为明显, 其次是乙醇处理组, 而离子溶液处理组的硬度保持较好; 添加 1-MCP 后, 温水 + 1-MCP 处理组与乙醇 + 1-MCP 处理组的硬度保持效果基

表 1 电子鼻传感器的性能描述

Table 1 Performance description of electronic nose sensor

传感器	名称	响应特性
R1	W1S	对芳香成分物质灵敏
R2	W5S	对氮氧化物灵敏
R3	W3C	对氨水、芳香成分灵敏
R4	W6S	对 $\text{H}_2$ 有选择性
R5	W5C	对烷烃、芳香成分灵敏
R6	W1C	对甲烷灵敏
R7	W1W	对无机硫化物灵敏
R8	W2S	对乙醇灵敏
R9	W2W	对有机硫化物灵敏
R10	W3S	对烷烃灵敏

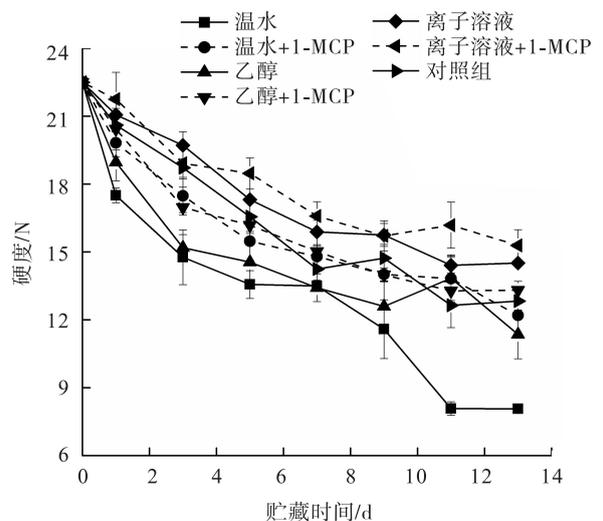


图 1 不同处理方法下柿子硬度的变化

Fig. 1 Changes of persimmon hardness under different treatment methods

本相当,而离子溶液+1-MCP处理组的硬度保持最好.果实的硬度主要与纤维素、半纤维素、果胶、淀粉含量、果实表皮结构有关,温水处理可增加酶活力,加快水解速度,而乙醇处理可明显破坏表皮结构,造成柿子软化.1-MCP在保持柿子硬度方面效果显著,这可能是因为其能减缓糖代谢、酶促反应速度和呼吸速率,控制水分散失<sup>[17]</sup>.

$L^*$ 值可用于评估果蔬的褐变程度, $L^*$ 值越低表示褐变越严重.在18℃贮藏环境下,不同处理方法下柿子颜色的变化如图2所示.由图2a)可以看出,所有处理组的 $L^*$ 值均随贮藏时间的增加而降低,其中,乙醇处理组的 $L^*$ 值下降率显著高于其他处理组,而经离子溶液处理的柿子褐变程度较轻,保鲜效果较好;结合了1-MCP保鲜处理的脱涩柿子,与对应的处理组相比,具有较高的 $L^*$ 值.

$a^*$ 值是判断水果成熟度的有效指标, $a^*$ 值越低表示成熟度越低,即水果衰老越缓慢.由图2b)可以看出,所有处理组的 $a^*$ 值均随贮藏时间的增加而急剧增加,其中,温水处理组和乙醇处理组柿子的 $a^*$ 值明显高于离子溶液处理组,而结合了1-MCP保鲜处理的脱涩柿子,与对应的处理组相比,具有较低的 $a^*$ 值,表明1-MCP保鲜处理可有效延缓柿子的衰老.

在贮藏期间,各处理组柿子的 $b^*$ 、 $C^*$ 、 $h$ 值均无显著变化.贮藏7d后,温水和乙醇处理组柿子的表面均出现褐斑,色差结果不准确,故未列出.

## 2.2 可溶性单宁含量变化分析

可溶性单宁是柿子涩味的主要来源,它是柿子中含量最多的一种多酚类化合物.在18℃贮藏环境下,不同处理方法下柿子中可溶性单宁含量的变化如图3所示.由图3可以看出,未添加1-MCP时,3种脱涩处理方法均能大大降低柿子中的可溶性单宁含量.温水处理前期,可

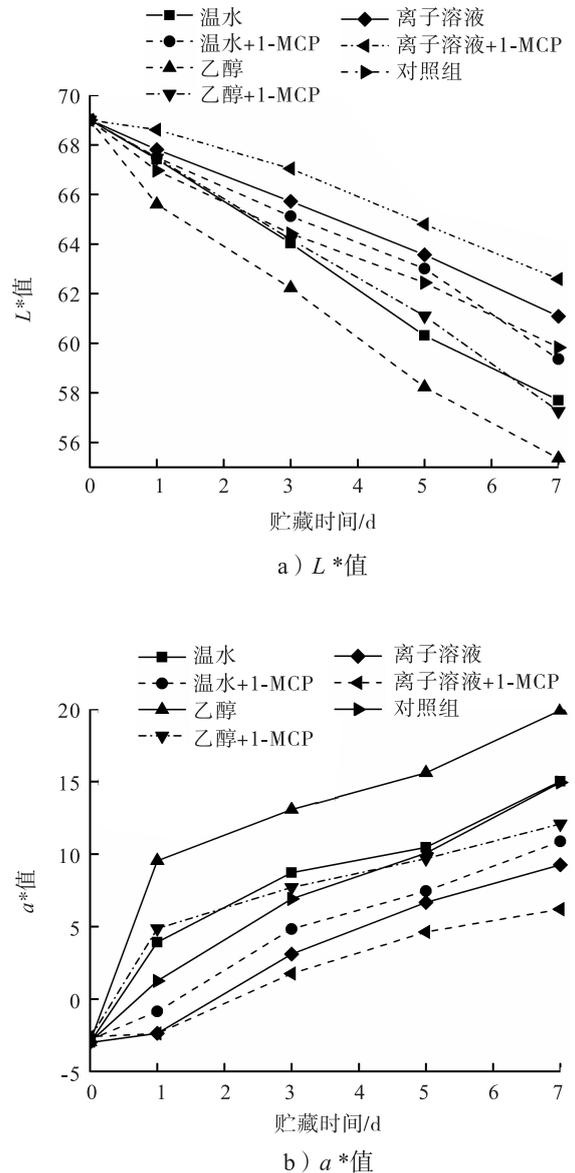


图2 不同处理方法下柿子颜色的变化

Fig. 2 Changes of persimmon color under different treatment methods

溶性单宁含量迅速下降,而后与其他处理组保持一致的变化趋势.这可能是因为温水处理可加快柿子软化,而在柿子软化过程中,原果胶可分解成可溶性果胶和果胶酸,二者可直接与可溶性单宁结合生成不溶性单宁,从而减少柿子的涩味;另一方面,当水温在40℃左右时,柿子中的丙酮酸脱羧酶(PDC)和乙醇脱氢酶(ADH)活性最高,因而生成的乙醛含量最多,大大缩短了脱涩所需的时间,所以在前期贮藏

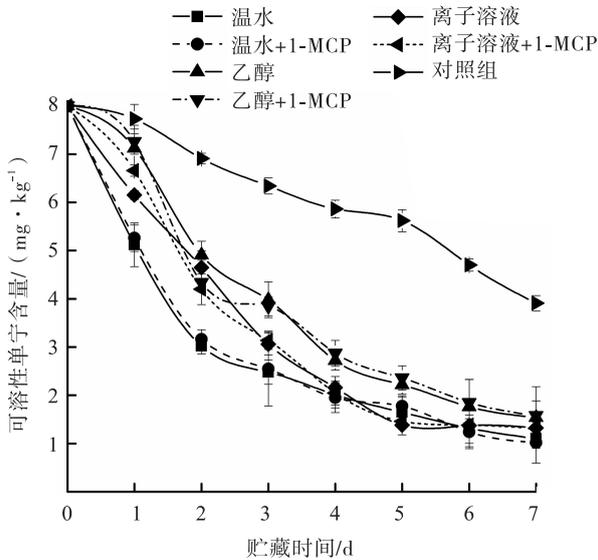


图3 不同处理方法下柿子中可溶性单宁含量的变化

Fig. 3 Changes of soluble tannin content in persimmon under different treatment methods

过程中,温水处理表现出较显著的脱涩优势.使用离子溶液脱涩时,可溶性单宁与金属离子结合生成不溶性盐类,使可溶性单宁变为不溶性沉淀,从而减少了柿子涩味.而乙醇脱涩主要是利用乙醇渗入柿子果肉细胞内,在 ADH 的作用下,乙醇转变为乙醛,促使可溶性单宁转变为不溶性单宁.3种脱涩方法均可以将柿子的涩味降到阈值以下,当需要短期食用时,推荐选用温水脱涩.而结合了 1-MCP 保鲜处理的脱涩柿子与对应的处理组相比并无显著区别,表明 1-MCP 的添加对降低柿子中可溶性单宁含量无明显作用.

### 2.3 pH 值和可溶性固形物含量变化分析

在 18 °C 贮藏环境下,不同处理组的 pH 值未显示出明显差异,初始 pH 值均约为 5.5.

在 18 °C 贮藏环境下,不同处理方法下柿子中可溶性固形物含量的变化如图 4 所示.由图 4 可以看出,除温水处理组和温水 + 1-MCP 处理组外,其他处理组的可溶性固形物含量随着贮藏时间的增加,均保持在 14% 左右,非常接

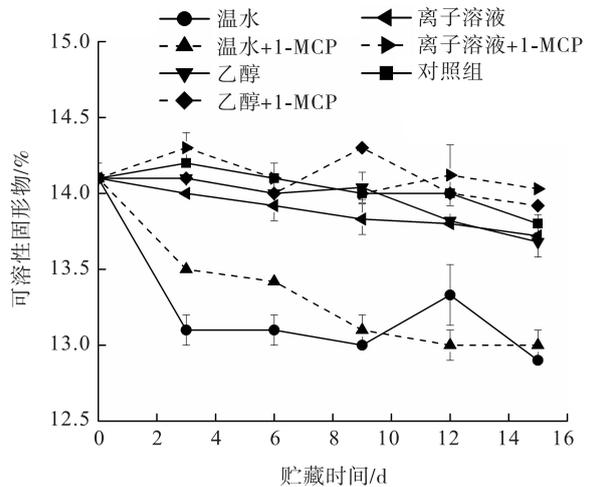


图4 不同处理方法下柿子中可溶性固形物含量的变化

Fig. 4 Changes of soluble solids content in persimmon under different treatment methods

近收获时的水平.当柿子经过温水脱涩处理后,可溶性固形物含量可降至 13% 左右.这可能是因为随着脱涩时温度的升高,柿子呼吸作用加强,消耗的糖分增多,从而导致可溶性固形物含量减少.这与钟需霖等<sup>[18]</sup>的研究结果一致.离子溶液处理是在水环境条件下进行的,柿子会进行无氧呼吸,造成可溶性固形物缓慢减少的趋势,但未产生明显差异( $P < 0.05$ ),表明结合了 1-MCP 保鲜处理的脱涩方法对柿子可溶性固形物含量的影响不明显.

### 2.4 AA 含量和 SS 含量变化分析

AA 含量会随着柿子生长而减少,是评估柿子成熟快慢的有效指标之一.在 18 °C 贮藏环境下,不同处理方法下柿子中 AA 含量的变化如图 5 所示.由图 5 可以看出,所有处理组的 AA 含量均随贮藏时间的增加呈下降趋势.由于 AA 含量受温度的影响很大,所以在贮藏前期,温水处理组的 AA 含量降低速率很快,贮藏第 13 d 时,其 AA 含量明显低于对照组.与未经保鲜处理的柿子相比,结合了 1-MCP 处理的柿子可延迟 AA 的损失.

SS 是水果中碳水化合物的重要来源,成熟

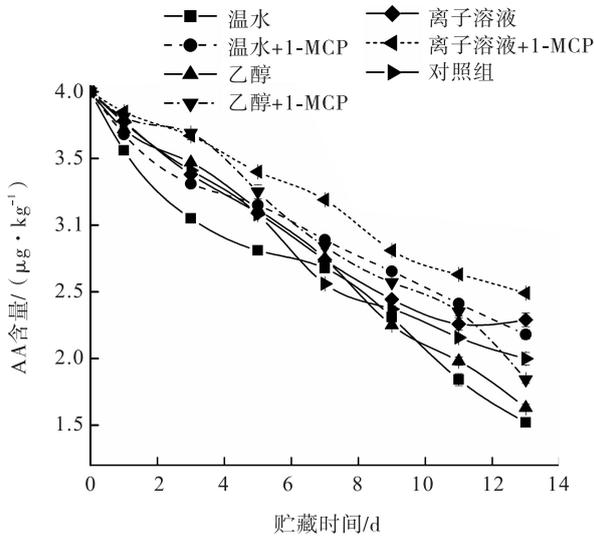


图5 不同处理方法下柿子中AA含量的变化  
Fig.5 Changes of ascorbic acid content in persimmon under different treatment methods

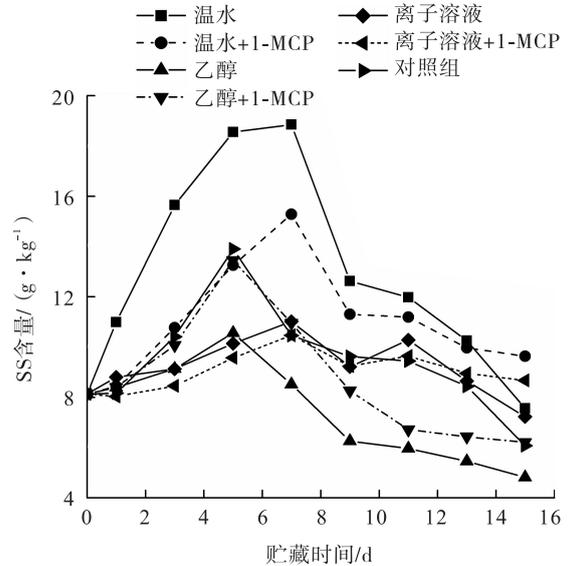


图6 不同处理方法下柿子中SS含量的变化  
Fig.6 Changes of soluble sugar content in persimmon under different treatment methods

果实果肉中的SS主要包括果糖、葡萄糖和蔗糖.在果实贮藏过程中,蔗糖含量显著增加,而葡萄糖和果糖含量相对保持稳定<sup>[19-20]</sup>.因此,蔗糖酶活性、呼吸作用、表皮结构状态等是影响柿子SS含量变化的主要因素.在18℃贮藏环境下,不同处理方法下柿子中SS含量的变化如图6所示.由图6可以看出,所有处理组的SS含量均呈先升高后降低的趋势,其中,温水处理组在0~8d的贮藏过程中SS含量急剧增加,这可能是因为温水处理可以增加酶活力和呼吸强度,从而增加SS含量.添加1-MCP的处理组均抑制了SS含量的急剧上升和下降,这可能是因为1-MCP具有抑制呼吸强度、乙烯释放量和糖代谢的作用,可控制柿子前期SS的生成和后期SS的损失.

### 2.5 DPPH 自由基清除率变化分析

在18℃贮藏环境下,不同处理方法下柿子中DPPH自由基清除率的变化如图7所示.由图7可以看出,所有处理组的DPPH自由基清除率均随贮藏时间的增加呈下降的趋势,其中,离子溶液脱涩处理中DPPH自由基清除率的降

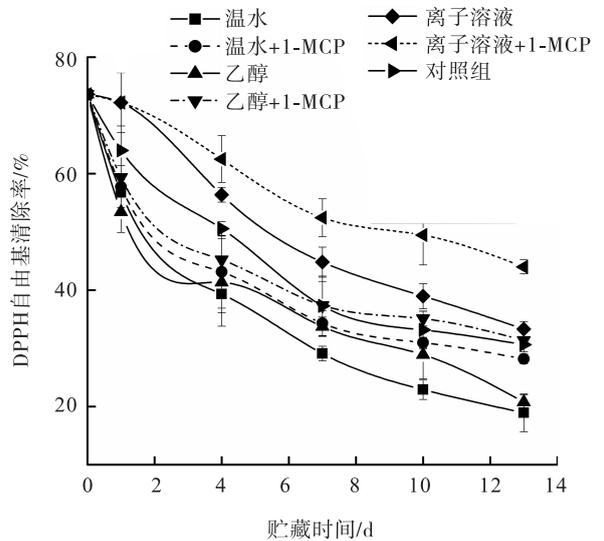


图7 不同处理方法下柿子中DPPH 自由基清除率的变化

Fig.7 Changes of DPPH radical scavenging rate in persimmon under different treatment methods

低幅度较小,温水脱涩、乙醇脱涩处理中DPPH自由基清除率的降低幅度较大.结合1-MCP处理可以有效降低抗氧化能力的丧失,其中,离子溶液+1-MCP处理组的效果最好.

### 2.6 电子鼻检测结果分析

不同处理方法下柿子的电子鼻响应雷达图

如图 8 所示. 由图 8 可以看出,不同处理组的响应值区分明显,其中,乙醇处理组挥发性成分显著上升,这可能是因为部分乙醇脱涩柿子有腐败的现象,经过 1-MCP 处理后,这种现象明显缓和.

主成分分析(PCA)是采取降维的方法找出贡献率最大的最主要的因子,利用 PCA 空间分布图可以最大程度地体现样品间的差异. 不同处理方法下柿子的 PCA 空间分布如图 9 所示. 由图 9 可以看出,PC1 和 PC2 的累计方差贡献率达 91.8%,表明 2 个主成分已经能够很好地反映样品的整体信息;不同处理组分布在不同

区域,表明不同处理组对挥发性成分影响明显. 其中,温水处理组与乙醇处理组的组内差异比较明显,表明经温水处理后,柿子的风味品质不稳定;结合 1-MCP 处理后,样品间的排布更加密集,表明此保鲜处理能够很好地保持样品的风味.

### 3 结论

本文以处于商业成熟期的恭城月柿为研究对象,研究了分别经过温水脱涩、乙醇脱涩和离子溶液脱涩处理后柿子贮藏品质的变化,并考察结合 1-MCP 处理对脱涩后柿子保鲜的作用

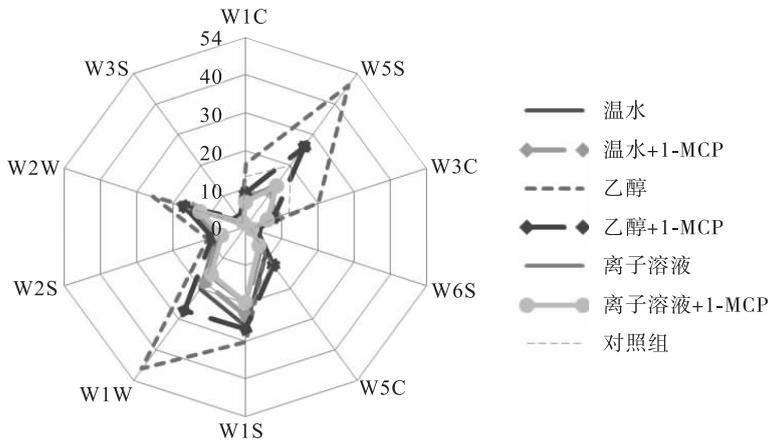


图 8 不同处理方法下柿子的电子鼻响应雷达图

Fig. 8 Radar image of electronic nose response of persimmon under different treatment methods

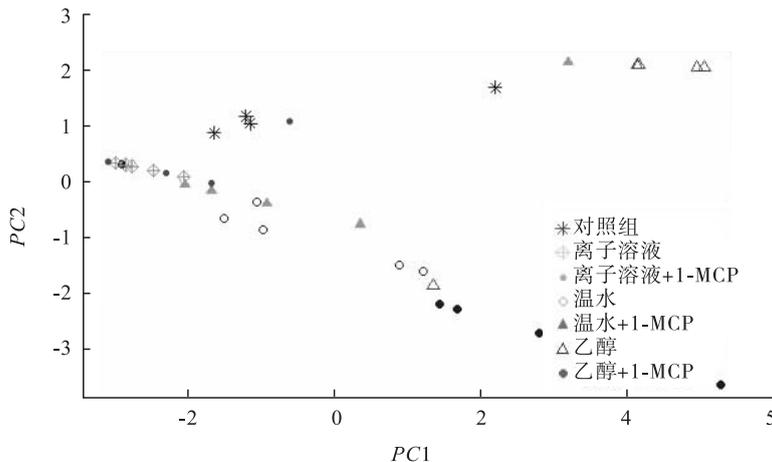


图 9 不同处理方法下柿子的 PCA 空间分布图( $PC1 = 70.5%$ ,  $PC2 = 21.3%$ )

Fig. 9 Principal component analysis spatial distribution map of persimmon under different treatment methods( $PC1 = 70.5%$ ,  $PC2 = 21.3%$ )

效果. 结果表明:温水脱涩具有脱涩快速、前期可增加口感、操作简单等优点,但应注意的是柿子在水中长时间浸泡后,会使果实加快软化,不适合长期贮藏,可作为即食或即用加工的首选方式;乙醇脱涩方法处理柿子会影响果实的外观,降低商品价值,不推荐采用此方法;采用NaCl和明矾的离子溶液脱涩方法较适合于去除柿子涩味,且可以很好地保持柿子品质,适合长时间贮运销售;1-MCP保鲜处理可以减轻柿子在贮藏过程中的变质,主要表现在控制颜色、硬度变化,减缓SS、AA、DPPH的损失等方面.

本文着重研究了在小规模销售运输时的柿子脱涩保鲜方法,而对于柿子在低温贮藏时的生理变化,以及从采摘到保鲜全过程的不断探索与优化是今后的研究重点.另外,在寻求最佳脱涩保鲜技术的同时,也应该积极改变我国柿子生产销售规模小的问题,以适应当前销售渠道增多、市场需求增大、品质要求更严格等新形势.

#### 参考文献:

- [1] 夏学超,朱传合. 柿子酒渣中色素提取工艺的优化[J]. 中国酿造,2019,38(12):158.
- [2] CHUNG H S, KIM H S, LEE Y G, et al. Effect of destringency treatment of intact persimmon fruits on the quality of fresh-cut persimmons [J]. Food Chemistry, 2015, 166(1):192.
- [3] LUO Z S. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of postharvest persimmon (*Diospyros kaki* L.) fruit [J]. LWT-Food Science and Technology, 2007, 40(2):308.
- [4] BUBBA M D, GIORDANI E, PIPPUCCI L, et al. Changes in tannins, ascorbic acid and sugar content in astringent persimmons during on-tree growth and ripening and in response to different postharvest treatments [J]. Journal of Food Composition & Analysis, 2009, 22(7/8):668.
- [5] LV (LYU) J Y, ZHANG M Y, BAI L, et al. Effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the expression of genes involved in the chlorophyll degradation pathway of apple fruit during storage [J]. Food Chemistry, 2020, 5(5):308.
- [6] DU M J, JIA X Y, LI J K, et al. Regulation effects of 1-MCP combined with flow microcirculation of sterilizing medium on peach shelf quality [J]. Scientia Horticulturae, 2019, 27(1):260.
- [7] RINAIDI R, AMODIO M L, COLELLI G. Influence of maturity stage on the effectiveness of 1-MCP treatment of 'Hayward' kiwifruits during storage [J]. Acta Horticulturae, 2012, 934(934):304.
- [8] LOU H Q, HU Y, ZHANG L Y, et al. Nondestructive evaluation of the changes of total flavonoid, total phenols, ABTS and DPPH radical scavenging activities, and sugars during mulberry (*Morus alba* L.) fruits development by chlorophyll fluorescence and RGB intensity values [J]. LWT-Food Science and Technology, 2012, 47(1):19.
- [9] 董长林. 磨盘柿脱涩及防褐变控制技术的研究 [D]. 大连:大连工业大学, 2016.
- [10] ZHANG J L, LU J W, MANTRI N, et al. An effective combination storage technology to prolong storability, preserve high nutrients and antioxidant ability of astringent persimmon [J]. Scientia Horticulturae, 2018, 241:304.
- [11] FAHIMEH N, VALI R, FARHANG R, et al. Effect of calcium lactate in combination with hot water treatment on the nutritional quality of persimmon fruit during cold storage [J]. Scientia Horticulturae, 2018, 15(5):233.
- [12] 王辉,王丽,句荣辉,等. BBD响应面法优化食盐、明矾溶液对柿子脱涩工艺的研究 [J]. 食品工业科技, 2016, 37(9):262.
- [14] TESSMER M A, BESADA C, HERNANDO I,

- et al. Microstructural changes while persimmon fruits mature and ripen: Comparison between astringent and non-astringent cultivars[J]. *Post-harvest Biology and Technology*, 2016, 120(10):52.
- [15] 徐赛,杨慧,陈岩,等.采收时间对不同保鲜环境荔枝耐贮藏能力的影响[J].*食品科技*, 2018,43(8):36.
- [16] JIA H F, CHAI Y M, LI C L, et al. Abscisic acid plays an important role in the regulation of strawberry fruit ripening[J]. *Plant Physiology*, 2011,157(1):188.
- [17] 朱明涛,王美军.1-MCP和蜂胶对水蜜桃贮藏保鲜效果的影响[J].*包装工程*, 2020, 41(11):33.
- [18] 钟霏霖,乔荣,王天文.温度对夏秋草莓可溶性固形物含量的影响[J].*贵州农业科学*, 2006(S1):53.
- [19] GONG H J, FULLERTON C, BILLING D, et al. Retardation of ‘Hayward’ kiwifruit tissue zone softening during storage by 1-methylcyclopropane[J]. *Scientia Horticulturae*, 2020, 3(1):259.
- [20] CANDIR E E, OZDEMIR A E, KAPLANKIRAN M, et al. Physico-chemical changes during growth of persimmon fruits in the East Mediterranean climate region[J]. *Entia Horticulturae*, 2009, 121(1):42.

## 本刊数字网络传播声明

本刊已许可中国知网,万方数据资源系统,维普网,国家科技学术期刊开放平台,博视网,超星,中国科技论文在线,中教数据库,EBSCOhost,CA,Ulrichs,FSTA等在其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文.其相关著作权使用费与本刊稿酬一并支付.作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意我刊上述声明.