

曹 森,王 瑞,刘 莹,等. 基于主成分分析的 1-MCP 处理对艳红桃货架期品质的影响[J].江苏农业学报,2017,33(1):197-203.
doi:10.3969/j.issn.1000-4440.2017.01.032

基于主成分分析的 1-MCP 处理对艳红桃货架期品质的影响

曹 森^{1,2}, 王 瑞^{1,2}, 刘 莹^{1,2}, 吉 宁^{1,2}, 谢国芳^{1,2}, 马立志^{1,2}, 侯 超¹, 张 同¹
(贵阳学院食品与制药工程学院/贵州省果品加工技术研究中心, 贵州 贵阳 550000)

摘要: 为寻找安全、有效的艳红桃保鲜方法,探讨了 1-甲基环丙烯(1-MCP)对采后艳红桃货架期保鲜的影响。将采后果实通过不同浓度(0 $\mu\text{L/L}$ 、0.5 $\mu\text{L/L}$ 、1.0 $\mu\text{L/L}$) 1-MCP 熏蒸 24 h 后,放置在室温(25 \pm 2) $^{\circ}\text{C}$ 条件下,每隔 3 d 测定褐变指数、色差、呼吸强度、硬度、出汁率、可溶性固形物含量、 V_c 含量和总酚含量等指标。通过各项指标分析,并结合主成分分析进行评价,以得到 1-MCP 处理的适宜浓度。结果表明,1-MCP 处理均能显著抑制果实褐变指数的升高,保持果实的硬度、可溶性固形物含量、果实颜色和出汁率,并且延缓了艳红桃 V_c 和总酚含量的下降。结合主成分分析结果,0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理对货架期艳红桃的保鲜效果较好。

关键词: 艳红桃; 1-甲基环丙烯; 货架品质; 主成分分析

中图分类号: S662.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2017)01-0197-07

Effect of 1-MCP on the Yanhong peach shelf quality based on the principle component analysis

CAO Sen^{1,2}, WANG Rui^{1,2}, LIU Ying^{1,2}, JI Ning^{1,2}, XIE Guo-fang^{1,2}, MA Li-zhi^{1,2}, HOU Chao¹, ZHANG Tong¹

(School of Food and Pharmaceutical Engineering, Guiyang College/Guizhou Engineering Research Center for Fruit Processing, Guiyang 550000, China)

Abstract: The present study aimed to explore the effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on the quality of Yanhong peach during post-harvest shelf and to search a safe and effective shelf-life method for Yanhong peach. This paper studied the quality of 'Yanhong' peach fumigated with different concentrations (0 $\mu\text{L/L}$, 0.5 $\mu\text{L/L}$, 1.0 $\mu\text{L/L}$) of 1-MCP for 24 h at room temperature (25 \pm 2) $^{\circ}\text{C}$, then tested shelf index every three days. To get the best use of the concentration of 1-MCP, the indicators were analyzed and evaluated by combining with the principle component analysis. The results showed that treatments of 1-MCP could inhibit the increase of browning index and maintain high levels of firmness, total soluble solids, skin color and juice yield of samples, and could delay the decreasing of V_c content and polyphenols. The result of principle component analysis suggested that 0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP treatment provided optimum shelf quality of Yanhong peach.

Key words: Yanhong peach; 1-methylcyclopropene; shelf quality; principle component analysis

收稿日期:2015-03-06

基金项目: 贵州省科学技术基金项目[黔科合 LH(2014)7190 号];贵州省果品加工与贮藏研究科技创新人才团队项目[黔科合人才团队(2013)4028 号];贵州省协同创新中心项目[(黔教合协同中心字 201306)];2012 年贵州省教育厅重点支持学科“食品科学与工程”建设项目[黔学位合字 ZDXK(2014)13 号]。

作者简介: 曹 森(1988-),男,辽宁营口人,硕士,助理教授,主要从事农产品贮藏与保鲜。(E-mail) cs5638myself@126.com

艳红桃属于蔷薇科,桃属,是优良的晚熟品种,贵州省贵阳市永乐乡艳红桃自 20 世纪 80 年代引进种植以来,其适应性较强,可溶性固形物 11%,最大果质量达 450 g,其由于果实味美、芳香诱人、色泽鲜丽等优点深受广大消费者的青睐,被评为贵州省级

优质农产品,在当地已经成为城市近郊果园发展的典范^[1-2]。目前,永乐乡艳红桃的种植面积约达 400 hm²,随着艳红桃产业的飞速发展,大量鲜果集中上市,销售时间短,并且艳红桃皮薄汁多,又属于呼吸跃变型果实^[3-4],采摘中容易受损,货架期间容易受病菌侵染,导致桃产生褐变、腐烂等问题,制约了艳红桃商业化的发展^[5-6]。因此延长艳红桃的货架期成为一个难题,高效、低成本贮运技术的研发、应用势在必行。

1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)作为一种乙烯抑制剂,具有安全、无异味、稳定性好等优点^[7],能够阻断内源乙烯的生理效应,已在很多水果蔬菜保鲜中得到应用^[8-11],并且保鲜效果非常明显,符合现代水果保鲜的发展趋势。1-MCP 在水蜜桃^[12]、丽江雪桃^[13]、蟠桃^[14]上的保鲜已有研究,且主要集中在低温冷藏保鲜方面,均能够延长果实的贮藏期,而 1-MCP 在货架保鲜方面研究报道尚少^[15-16]。已见报道的 1-MCP 保鲜研究中,主要通过腐烂率、生理、营养指标判定保鲜效果。而食品的品质包括质感、气味、颜色、风味和营养等多方面指标,在食品的品质评价过程中,它们通常受到评价者的主观因素影响。至今,以精确的单一指标为基础的主成分分析法在食品品质评价中得到广泛使用,该方法通过多样品组分降维、建模,特征向量进行线性分类,使得评价结果更加完整和科学^[17-18]。基于此,本试验通过研究 1-MCP 对艳红桃货架品质和生理变化的影响,结合主成分分析进行评价,探讨了 1-MCP 处理艳红桃的适宜浓度,为今后艳红桃货架保鲜提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

1-甲基环丙烯(1-MCP)购自美国陶氏益农公司,其余所用试剂均为分析纯,分别购自国药集团化学试剂有限公司和天津市科密欧化学试剂有限公司。

1.2 样品及前处理

艳红桃鲜果于 2015 年 8 月 13 日采摘于贵州省贵阳市永乐乡,采摘后立即运回贵州省果品加工工程技术研究中心贮藏实验室。选择大小基本一致、无病虫害、无机械损伤和软化的果实,分为 3 组(每组 240 个果实),分别置于 3 个高阻隔膜 PE 塑料薄膜(厚度:0.04 mm,体积:1 m³)帐内,以不同浓度

1-MCP(0 μl/L、0.5 μl/L、1.0 μl/L)分别对 3 组样品进行熏蒸处理 24 h^[19],为保证帐内完全密封,熏蒸前将帐子搭好并仅留一处开口,立即将称量好的 1-MCP 放入装有蒸馏水的烧杯里,然后立即使用封口胶将开口处密封,对照(CK)只放相同质量的蒸馏水,熏蒸后分别将果实摆放在货架上,室温为(25±2)℃。每隔 2 d 对艳红桃指标进行测定,测定时随机从货架中进行取样,每个处理 3 个重复,每个重复 60 个果实。

1.3 主要仪器设备

UV-2550 紫外分光光度计(由日本 Shimadzu 生产),6600 O₂/CO₂ 顶空气体分析仪(由美国 ILLINOIS 生产),TA.XT.Plus 质构仪(由英国 SMS 公司生产),PHS-25 型数显酸度计(由上海虹益仪器仪表有限公司生产),PAL-1 型迷你数显折射计(由日本 ATAGO 生产),CR400 色差计(由日本 KONICA 生产),A11 分析用研磨机(由德国 IKA 生产)。

1.4 指标测定方法

1.4.1 果实褐变指数 果实褐变指数分级标准:0 级(果实表皮无褐变)、1 级(果实表皮有小于 1/4 发生褐变)、2 级(果实表皮有 1/4~1/2 发生褐变)、3 级(果实表皮有 1/2~3/4 发生褐变)、4 级(果皮表皮有大于 3/4 发生褐变)^[20]。计算公式为:

$$\text{果实褐变指数} = \frac{\sum(\text{果实个数} \times \text{级数})}{(\text{果实总个数} \times \text{最高级数})} \times 100\%$$

1.4.2 色差 每个处理随机取 10 个好果对果皮两对应面的正中部位进行测定。采用色差计测定 a^* 值(正值表示偏红,负值表示偏绿)。

1.4.3 呼吸强度 采用静置法经顶空分析仪进行测定,其中每个处理随机取 8 个好果,静置 3 h 后进行呼吸强度测定^[21]。

1.4.4 硬度 随机取 10 个好果实,用锋利刀片削去艳红桃相对应两面的中部约 1 cm²表皮,采用 P/2 柱头(Φ 2 mm)分别对果实两对应面进行穿刺测试,取其平均值。测试参数^[22]为:穿刺深度为 10 mm,测前速度为 3 mm/s,测试速度为 2 mm/s,测后速度为 3 mm/s。

1.4.5 出汁率 从 10 个好果中任取 20 个(每个果实取 2 个)圆柱体果肉(直径 6 mm,高 6 mm),装入垫有吸水棉的离心管中,10 000 r/min 离心 10 min,以果实离心后的质量损失率作为果实的出汁率^[23]。

1.4.6 可溶性固形物 取用于硬度测定的每个果

实的 2 个点附近果肉,用数显折射计测定可溶性固形物含量^[24]。

1.4.7 V_c 含量和总酚测定 V_c 含量测定参照钼蓝比色法^[25],总酚测定参照曹建康等^[26]的方法。

1.5 主成分分析

主成分分析中首先将 12 个样品(在货架期内每处理腐烂率小于 60%的前提下)S1(对照-货架期 0 d)、S2(对照-货架期 3 d)、S3(0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理-货架期 3 d)、S4(1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理-货架期 3 d)、S5(0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理-货架期 6 d)、S6(1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理-货架期 6 d)、S7(对照-货架期 6 d)、S8(1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理-货架期 9 d)、S9(0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理-货架期 9 d)、S10(0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理-货架期 12 d)、S11(对照-货架期 9 d)、S12(1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理-货架期 12 d)共同建模,对其各项指标(褐变指数、出汁率、呼吸强度、 a^* 值、总酚、 V_c 含量、硬度、可溶性固形物)进行主成分分析,通过样本在整个货架期得分变化来分析评价各样品品质。

1.6 数据统计分析

采用 OriginPro 8.0 软件对数据进行统计处理,采用 SPSS19.0 软件的邓肯新复极差法进行数据差异显著性分析,用主成分分析法来分析各样品间的差异。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 1-MCP 处理对艳红桃货架期保鲜效果的影响

2.1.1 1-MCP 处理对艳红桃褐变指数的影响 果实的褐变指数是通过果实表面的褐变程度来计算的,褐变程度越高,果实的褐变指数越大,当果实的褐变指数达到 1 时,仍然可以食用,但作为商品出售就会进行打折甚至下架处理,这样会影响果实的销售情况,进而影响经济效益^[27]。因此,褐变指数是具有一定经济意义的指标,它直接影响消费者对果实的感官评价,也是果蔬货架中需要控制的指标之一。由图 1 可见,随着货架期的延长,果实褐变指数呈上升趋势,在货架期 3 d 内,各处理差异不明显,从货架期 3 d 开始,对照果的褐变指数快速上升,1-MCP 处理的果实褐变指数上升缓慢,货架期 6 d 时,对照果实的褐变指数达到 35.6%,0.5 $\mu\text{L/L}$ 和 1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理果实的褐变指数分别为 16.7%和

5.6%,货架期 9 d 时,对照果实的褐变指数达到了 53.6%,而 0.5 $\mu\text{L/L}$ 和 1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理果实与对照果实比较分别降低了 38.0%和 36.6%,与对照果实均有极显著差异($P<0.01$),但两处理果实间没有显著差异($P>0.05$),当货架期 12 d 时,对照果实的褐变指数达到 96.7%,此时已经失去了商品价值,所以不再对果实进行其他指标测定,0.5 $\mu\text{L/L}$ 和 1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理果实的褐变率为 19.0%和 25.0%,差异显著($P<0.05$),说明 1-MCP 处理能够抑制果实褐变指数的上升,并且 0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理能够较好地保持果实较低的褐变指数。

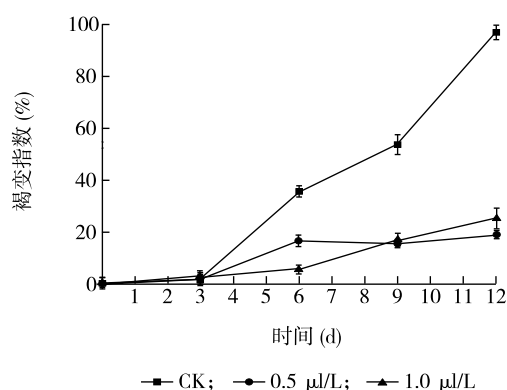
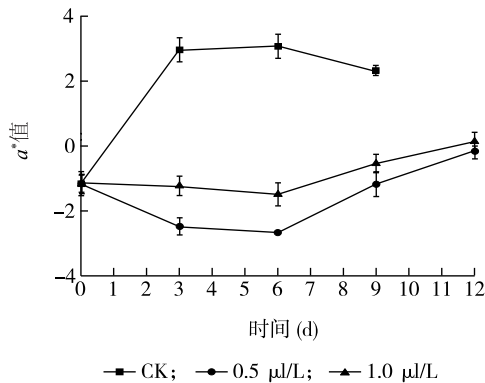


图 1 1-MCP 处理对艳红桃褐变指数的影响

Fig.1 Effects of 1-MCP on browning index of Yanhong peach

2.1.2 1-MCP 处理对艳红桃 a^* 值的影响 颜色是果实重要的感官评价指标,随着艳红桃果实的成熟以及衰老,艳红桃的颜色逐渐由绿色变黄色,甚至褐色。 a^* 值为负值表示偏绿,正值表示偏红,果实的 a^* 值越小说明其颜色越绿。由图 2 可见,在货架初期,艳红桃 a^* 值仅为 -1.15,而在货架期 3 d 时,对照处理的 a^* 值快速上升到 2.98,而 1-MCP 处理的果实 a^* 值变化不大;货架期 6 d 时,0.5 $\mu\text{L/L}$ 处理的 a^* 值比对照小 5.73,比 1.0 $\mu\text{L/L}$ 处理小 1.17,并且与对照和 1.0 $\mu\text{L/L}$ 都有显著性差异($P<0.05$);货架期 9 d 时,对照果实的 a^* 值为 2.34,而在货架期结束 12 d 时,0.5 $\mu\text{L/L}$ 和 1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实 a^* 值才升高到 -0.14 和 0.15,且 1-MCP 两处理间差异不显著($P>0.05$),说明 1-MCP 可以抑制 a^* 值的上升,并且在货架期前期,0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理对果实 a^* 值的抑制更明显,但货架后期 0.5 $\mu\text{L/L}$ 和 1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 两处理对果实 a^* 值的影响差异不显著($P>0.05$)。

图2 1-MCP 处理对艳红桃 a^* 值的影响Fig.2 Effects of 1-MCP on a^* value of Yanhong peach

2.1.3 1-MCP 处理对艳红桃呼吸强度的影响 呼吸作用与果蔬品质的变化、货架寿命以及货架中的生理病变密切相关,桃货架寿命短可能的主要原因是桃属于跃变型呼吸,采后处于很高的呼吸强度,并很快出现呼吸高峰^[28]。由图 3 可见,采后艳红桃的呼吸强度达到 $4.92 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$,货架期 3 d 时,对照就出现呼吸峰,而 1-MCP 处理的艳红桃在货架期 9 d 才出现呼吸峰。在货架期 3 d 时,对照的呼吸强度分别是 $0.5 \mu\text{L/L}$ 和 $1.0 \mu\text{L/L}$ 处理的 1.87 倍、1.74 倍,差异极显著 ($P < 0.01$)。在货架期 12 d 时, $0.5 \mu\text{L/L}$ 和 $1.0 \mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的呼吸强度分别为 $4.55 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 和 $5.00 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$,但两者没有显著差异 ($P > 0.05$),因此,1-MCP 处理的艳红桃能够推迟呼吸峰的出现,并且维持较低的呼吸强度, $0.5 \mu\text{L/L}$ 和 $1.0 \mu\text{L/L}$ 处理的艳红桃在整个货架期的呼吸强度没有显著差异 ($P > 0.05$)。

2.1.4 1-MCP 处理对艳红桃硬度的影响 由于艳红桃属于脆桃,它的软硬程度直接影响果实的商品价值,当果实放置一段时间后,随着细胞壁被酶水解导致果实发生软化,软化后的果实会导致呼吸强度加快,并且加快果实的腐烂,所以货架期需要抑制艳红桃硬度的降低^[29]。由图 4 可见,随着货架期的延长,果实的硬度呈现下降的趋势,从货架期开始到货架期 3 d,对照果实的硬度从 343.79 g 快速下降到 158.63 g ,而 $0.5 \mu\text{L/L}$ 和 $1.0 \mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实硬度仅仅下降了 112.57 g 和 127.07 g ,与对照均有极显著差异 ($P < 0.01$)。货架期 9 d 时,对照果实的硬度下降到 99.54 g ,而 $0.5 \mu\text{L/L}$ 和 $1.0 \mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实在货架期 12 d 时下降到 114.10 g

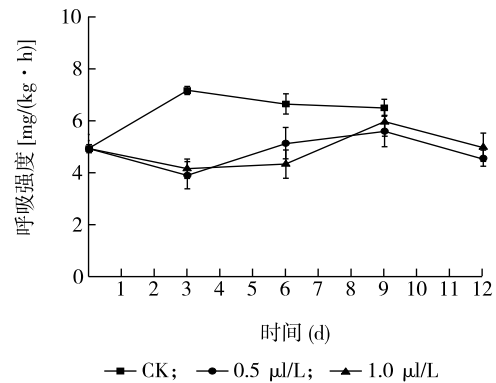


图3 1-MCP 处理对艳红桃呼吸强度的影响

Fig.3 Effects of 1-MCP on respiratory intensity of Yanhong peach

和 107.61 g ,因此,1-MCP 处理能够延缓艳红桃货架期的硬度下降,并且 $0.5 \mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理效果略好于 $1.0 \mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理。

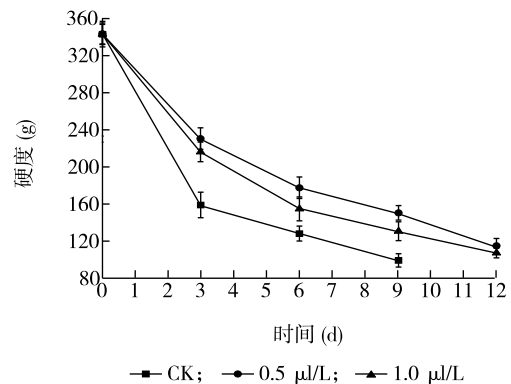


图4 1-MCP 处理对艳红桃硬度的影响

Fig.4 Effects of 1-MCP on firmness of Yanhong peach

2.1.5 1-MCP 处理对艳红桃出汁率的影响 出汁率直接影响人们对艳红桃的食用口感。由图 5 可见,随着艳红桃货架期的延长,艳红桃的出汁率逐渐变大,在货架初期,艳红桃的出汁率仅为 15.31% ,而到货架期 3 d 时,对照艳红桃的出汁率快速升高到 28.24% ,而 1-MCP 处理的艳红桃出汁率变化不大,货架期 9 d 时,对照艳红桃的出汁率比 $0.5 \mu\text{L/L}$ 和 $1.0 \mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理的果实分别高 4.7 个百分点和 5.1 个百分点,1-MCP 处理的出汁率与对照均有显著差异 ($P < 0.05$),但 1-MCP 两处理间没有显著差异 ($P > 0.05$)。当货架期 12 d 时,1-MCP 两处理间也没有显著差异 ($P > 0.05$)。说明 1-MCP 处理可以延缓果实出汁率的上升。

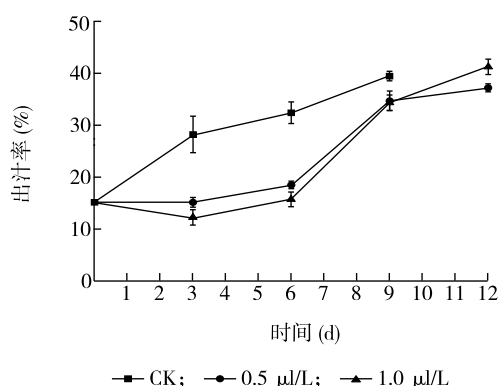


图5 1-MCP 对艳红桃出汁率的影响

Fig.5 Effects of 1-MCP on juice yield of Yanhong peach

2.1.6 1-MCP 处理对艳红桃可溶性固形物含量的影响 可溶性固形物(TSS)含量是判断果蔬采收时间和货架寿命的关键指标之一。它包括糖酸(主要是可溶性糖)等可溶性物质,也是果蔬营养变质的关键指标。由图 6 可见,从货架期开始到货架期结束,各个处理的可溶性固形物含量总体来说变化不是很大,货架期 9 d 时,对照果实的可溶性固形物含量为 10.78%,而 0.5 μL/L 和 1.0 μL/L 1-MCP 处理果实的可溶性固形物含量分别为 12.80% 和 11.79%,各个处理间差异显著 ($P < 0.05$)。在货架期(12 d)结束时,0.5 μL/L 和 1.0 μL/L 处理果实的可溶性固形物分别为 11.89% 和 11.57%,说明 1-MCP 处理可以延缓艳红桃货架后期可溶性固形物的下降,并且 0.5 μL/L 1-MCP 处理效果较好。

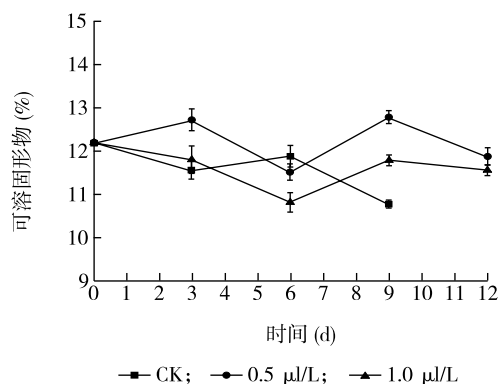
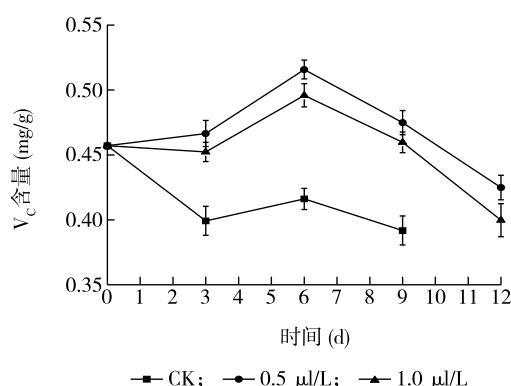


图6 1-MCP 处理对艳红桃可溶性固形物的影响

Fig.6 Effects of 1-MCP on TSS of Yanhong peach

2.1.7 1-MCP 处理对艳红桃 V_c 含量的影响 维生素 C 是普遍存在于植物组织内的一种己糖醛酸,有

还原型和脱氢型 2 种。 V_c 的含量可以作为评价贮藏期间果蔬品质的关键指标之一。由图 7 可见,从货架期开始,对照果实的 V_c 含量快速下降,货架 9 d 时,对照果实的 V_c 含量仅为 0.391 8 mg/g,而 0.5 μL/L 和 1.0 μL/L 1-MCP 处理果实的 V_c 含量为 0.474 9 mg/g 和 0.459 7 mg/g,并且各个处理间有显著差异 ($P < 0.05$),货架期 12 d 时,0.5 μL/L 1-MCP 处理果实 V_c 含量比 1.0 μL/L 1-MCP 处理果实的高 5.93%,并且两处理间有显著差异 ($P < 0.05$)。说明 1-MCP 可以延缓果实货架期 V_c 含量的下降,并且 0.5 μL/L 1-MCP 处理的效果较好。

图7 1-MCP 处理对艳红桃 V_c 含量的影响Fig.7 Effects of 1-MCP on V_c content of Yanhong peach

2.1.8 1-MCP 处理对艳红桃总酚含量的影响 总酚含量是果蔬货架期的重要指标之一,随着果实的成熟以及衰老,酚类物质的含量不断下降,酚类物质是引起果实褐变的主要因素,酚类物质的变化趋势也间接反映了果实褐变的程度^[30]。由图 8 可见,随着货架期的延长,总酚含量总体来说呈现下降趋势,从货架期开始到货架期 3 d 时,对照果实的总酚含量下降很快,而由 1-MCP 处理的果实总酚含量下降缓慢,在货架 9 d 时,对照果实的总酚含量仅为 0.053 3 mg/g,而由 0.5 μL/L 和 1.0 μL/L 1-MCP 处理的果实总酚含量分别达到 0.062 3 mg/g、0.058 8 mg/g,并且各个处理间均有显著差异 ($P < 0.05$),货架期 12 d 时,0.5 μL/L 1-MCP 处理的果实总酚含量比 1.0 μL/L 处理的高 6.13%,并且两处理间有显著差异 ($P < 0.05$)。说明 1-MCP 可以抑制果实总酚含量的下降,并且 0.5 μL/L 1-MCP 处理能够更好地保持果实的总酚含量。

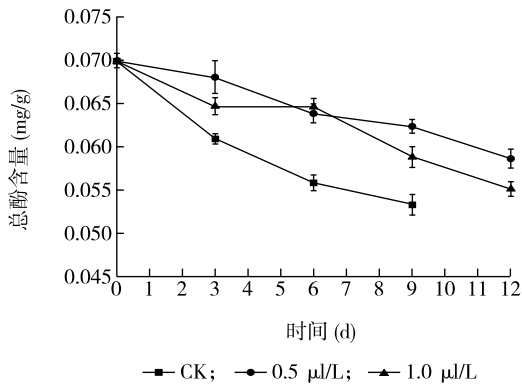


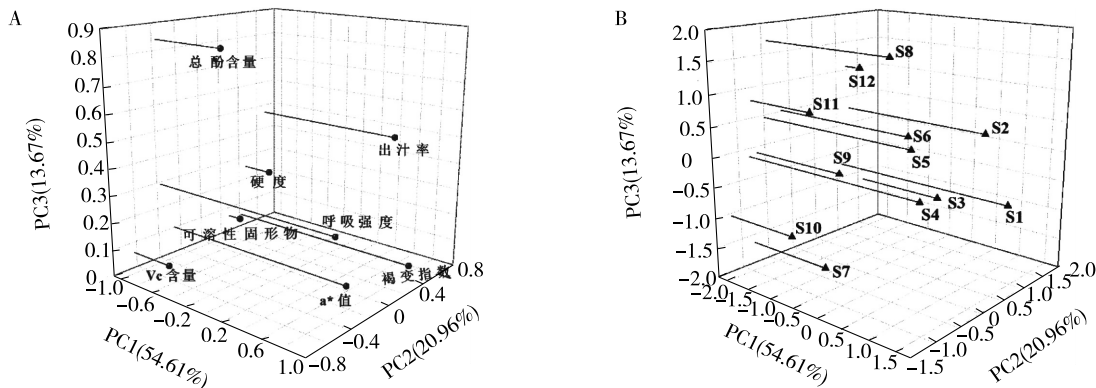
图8 1-MCP处理对艳红桃总酚含量的影响

Fig.8 Effects of 1-MCP on polyphenol of Yanhong peach

2.2 主成分分析

主成分分析中首先将12个样品的8个指标值(褐变指数、出汁率、呼吸强度、 a^* 值、总酚含量、 V_c 含量、硬度、可溶性固形物含量)进行降维处理,决定第1主成分大小的主要是褐变指数、出汁率、总酚含量、 a^* 值、硬度,贡献率为54.61%;决定第2主成分大小的主要是呼吸强度、 V_c 含量,贡献率为20.96%;决定第3主成分大小的主要是可溶性固形物含量,贡献率为13.67%,3个主成分的贡献率89.23%,说明前3个主成分可以较好地反应整体

数据^[31]。图9A为艳红桃主成分因子系数的3D投影图,说明了褐变指数、出汁率、呼吸强度、 a^* 值在PC1的正坐标具有较高的载荷,总酚含量、 V_c 含量、硬度、可溶性固形物含量在负坐标有较高的载荷,可见,PC1将感官指标和生理指标较好的区分开来。而图9B为艳红桃主成分样本得分的3D投影图,说明了PC1还较好地把握货架期前期(3 d、6 d)和货架期后期(9 d、12 d)的样本区分开来,各个处理的货架期3 d、6 d的样本都在正坐标处,而货架期9 d、12 d的样本在PC1负坐标处,并且综合3个主成分可区分对照、0.5 μ l/L 1-MCP和1.0 μ l/L 1-MCP处理的得分差异,由0.5 μ l/L 1-MCP处理的样本得分在3个主成分坐标轴的零点附近,并且货架期末期S10(货架期12 d)与货架初期S1(货架期0 d)得分差异小,而对照样品则远离零点,对照S11(货架期9 d)得分与S1(货架期0 d)得分差异最大。与对照比较,0.5 μ l/L 1-MCP处理的货架期果实品质保持最好,即整个货架期各个样本指标变化幅度从小到大依次为0.5 μ l/L 1-MCP处理、1.0 μ l/L 1-MCP处理、对照,说明0.5 μ l/L 1-MCP处理的艳红桃在整个货架期得分变化不是很大,保持了较好的货架品质,因此通过主成分分析,说明了0.5 μ l/L 1-MCP处理对货架期艳红桃的保鲜效果较好。



PC1、PC2和PC3分别为第1、第2和第3主成分;S1:初始值0 d;S2:对照-货架期3 d;S3:0.5 μ l/L 1-MCP处理-货架期3 d;S4:1.0 μ l/L 1-MCP处理-货架期3 d;S5:0.5 μ l/L 1-MCP处理-货架期6 d;S6:1.0 μ l/L 1-MCP处理-货架期6 d;S7:对照-货架期6 d;S8:1.0 μ l/L 1-MCP处理-货架期9 d;S9:0.5 μ l/L 1-MCP处理-货架期9 d;S10:0.5 μ l/L 1-MCP处理-货架期12 d;S11:对照-货架期9 d;S12:1.0 μ l/L 1-MCP处理-货架期12 d。

图9 1-MCP处理对艳红桃主成分因子系数(A)和样本得分(B)的影响

Fig.9 Effects of 1-MCP on PCA loadings(A) and scores(B) of Yanhong peach

3 结论

1-MCP能够延缓艳红桃褐变指数的升高,抑制其硬度、 V_c 和总酚含量的下降,且维持较好的出汁

率、可溶性固形物含量和果实颜色,推迟了呼吸峰的出现。0.5 μ l/L 1-MCP处理果实的褐变指数、可溶性固形物含量、 V_c 含量和总酚含量在货架期后期与1.0 μ l/L处理比较,均有显著差异($P < 0.05$),而其

a^* 值、硬度、出汁率和呼吸强度均略好于 1.0 $\mu\text{L/L}$ 处理,但差异不显著($P>0.05$)。结合主成分分析结果,得出 0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理对货架期艳红桃的保鲜效果较好。

参考文献:

- [1] 熊元,朱明,甘顺,等. 贵阳地区优质艳红桃规范化栽培技术[J]. 贵州农业科学, 2008, 36(3): 47-48.
- [2] 曾朝辉. 不同氮磷钾肥配比对艳红桃产量及品质的影响[J]. 贵州农业科学, 2006, 34(S1): 48-49.
- [3] 孟雪雁,岑涛. 桃低温贮藏中生理变化与冷害发生的关系[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2001, 21(3): 268-270.
- [4] ZHU H, XIA R, ZHAO B, et al. Unique expression, processing regulation, and regulatory network of peach (*Prunus persica*) miRNAs[J]. Bmc Plant Biology, 2012, 12(1): 1-18.
- [5] ZIEDAN E H E, FARRAG E S H. Fumigation of peach fruits with essential oils to control postharvest decay[J]. Research Journal of Agriculture & Biological Sciences, 2008, 4: 512-519.
- [6] YU Q, CHEN Q, CHEN Z, et al. Activating defense responses and reducing postharvest blue mold decay caused by penicillium expansum in peach fruit by yeast saccharide[J]. Postharvest Biology & Technology, 2012, 74(6): 100-107.
- [7] HUERTA-OCAMPO J Á, OSUNA-CASTRO J A, LINO-LÓPEZ G J, et al. Proteomic analysis of differentially accumulated proteins during ripening and in response to 1-MCP in papaya fruit[J]. Journal of Proteomics, 2012, 75(7): 2160-2169.
- [8] EKMAN J H, CLAYTON M, BIASI W V, et al. Interactions between 1-MCP concentration, treatment interval and storage time for 'Bartlett' pears[J]. Postharvest Biology and Technology, 2004, 31(2): 127-136.
- [9] KHAN A S, SINGH Z. 1-MCP application suppresses ethylene biosynthesis and retards fruit softening during cold storage of 'Tegan Blue' Japanese plum[J]. Plant Science, 2009, 176(4): 539-544.
- [10] MAHAJAN B V C, SING K, DHILLON W S. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on storage life and quality of pear fruits[J]. Journal of Food Science and Technology, 2010, 47(3): 351-354.
- [11] 千春录,侯顺超,刘笑,等. 1-MCP 对灾实梗低温贮藏品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(6): 1419-1423.
- [12] 千春录,米红波,何志平,等. 1-MCP 对水蜜桃冷藏品质和氧化还原水平的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(12): 322-326.
- [13] 陶冬冰,吴荣书,蔡秀丹. 1-MCP 处理对丽江雪桃低温贮藏防褐保鲜效果的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2008, 39(1): 114-117.
- [14] 肖丽梅,钟梅,吴斌,等. 1-甲基环丙烯和二氧化氯对新疆蟠桃保鲜效果的研究[J]. 食品科学, 2009, 30(12): 276-280.
- [15] EMADPOUR M, GHAREYAZIE B, KALAJ Y R, et al. Effect of the potassium permanganate coated zeolite nanoparticles on the quality characteristic and shelf life of peach and nectarine[J]. International Journal of Agricultural Technology, 2015, 11(6): 1411-1422.
- [16] ATTRI B L, KRISHNA H, DAS B, et al. Effect of salicylic acid and calcium on the shelf-life of peach cultivars[J]. Indian Journal of Horticulture, 2014, 71(1): 92-98.
- [17] 段亮亮,田兰兰,郭玉蓉,等. 采用主成分分析法对六个苹果品种果实香气分析及分类[J]. 食品工业科技, 2012, 33(3): 85-88.
- [18] 岳田利,彭帮柱,袁亚宏,等. 基于主成分分析法的苹果酒香气质量评价模型的构建[J]. 农业工程学报, 2007, 23(6): 223-227.
- [19] 王小会. 1-MCP 对美国 8 号苹果保鲜效应的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2007.
- [20] 李仲群,李喜宏,刘丽杰,等. 久保桃贮藏期褐变抑制的研究[J]. 食品工业科技, 2010, 31(5): 331-333.
- [21] DHARINI S, LISE K. Fruit quality and physiological responses of litchi cultivar McLean's Red to 1-methylcyclopropene pre-treatment and controlled atmosphere storage conditions[J]. LWT-Food Science and Technology, 2010, 43(6): 942-948.
- [22] 贾艳萍,刘畅,李江阔,等. 常温不同时期 1-MCP 处理对富士苹果质地的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(23): 319-322.
- [23] 祝美云,党建磊,梁丽松,等. 低温条件下不同品种桃果实的耐藏性差异研究[J]. 食品科学, 2012(8): 289-295.
- [24] 周慧娟,乔勇进,张绍铃,等. 不同成熟度大团蜜露水蜜桃货架期间品质与代谢差异性研究[J]. 果树学报, 2010, 27(2): 244-250.
- [25] REKHA C, POORNIMA G, MANASA M, et al. Ascorbic acid, total phenol content and antioxidant activity of fresh juices of four ripe and unripe citrus fruits[J]. Chemical Science Transactions, 2012, 1(2): 303-310.
- [26] 曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2007.
- [27] 邵晓亮. 不同贮藏条件对蟠桃采后生理及贮藏效果影响的研究[D]. 石河子:石河子大学, 2010.
- [28] 程杰山,沈火林,孙秀波,等. 果实成熟软化过程中主要相关酶作用的研究进展[J]. 北方园艺, 2008(1): 49-52.
- [29] 宋淑亚. 核桃鲜果采后生理与耐贮性研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2012.
- [30] 赵云峰,林河通,林艺芬,等. 热处理延缓采后龙眼果实果皮褐变及其与酚类物质代谢的关系[J]. 现代食品科技, 2014, 5(5): 218-224.
- [31] 孟永宏,张英,王晓培,等. 基于主成分分析法的美八苹果品质综合评价体系构建[J]. 食品工业科技, 2015(9): 296-300.

(责任编辑:陈海霞)