

## 不同保鲜剂对红桃贮藏品质的影响

曹森<sup>1</sup>, 张鹏<sup>2</sup>, 李江阔<sup>2</sup>, 王宏<sup>1</sup>, 何贵红<sup>1</sup>, 罗冬兰<sup>1</sup>

(1. 贵阳学院, 贵阳 550005; 2. 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)

**摘要:** **目的** 探究不同处理对红桃贮藏品质的影响, 为红桃采后保鲜技术提供新途径。 **方法** 以红桃为实验材料, 研究低温 ( $5\pm 0.5$ ) °C 条件下 4 种处理方法 (CK, 对照处理; S1, 乙烯吸附剂; S2, 1-MCP; S3, 氯化钙) 对红桃生理、营养和酶指标的影响。 **结果** 通过综合比较可知, 乙烯吸附剂处理能够更好地降低果实的腐烂率, 抑制红桃呼吸强度和乙烯生成速率的上升, 延缓红桃硬度值、可溶性固形物含量和可滴定酸含量的降低, 保持红桃 SOD, CAT, APX, POD 和 PPO 的活性。 **结论** 采后用乙烯吸附剂对红桃处理的贮藏效果最好, 能够维持红桃较高的贮藏品质。

**关键词:** 红桃; 保鲜剂; 贮藏品质; 衰老生理

中图分类号: TS255.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)17-0014-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.17.003

## Effect of Different Preservatives on the Storage Quality of Red Peach

CAO Sen<sup>1</sup>, ZHANG Peng<sup>2</sup>, LI Jiang-kuo<sup>2</sup>, WANG Hong<sup>1</sup>, HE Gui-hong<sup>1</sup>, LUO Dong-lan<sup>1</sup>

(1. Guiyang University, Guiyang 550005, China; 2. Tianjin Key Laboratory of Postharvest Physiology and Storage of Agricultural Products, National Engineering and Technology Research Center for Preservation of Agricultural Products (Tianjin), Tianjin 300384, China)

**ABSTRACT:** The work aims to study the effects of different treatments on storage quality of Red Peach in order to provide new path for its postharvest storage technique. Red Peach was used as research material to study the effects of 4 treatments (CK, control treatment; S1, ethylene adsorbent; S2, 1-MCP; S3, calcium chloride) on physiological, nutritional and enzymatic indices at ( $5\pm 0.5$ ) °C. From comprehensive comparison, treatment with ethylene adsorbent could better reduce the decay rate of fruit, inhibit the increase of respiration intensity and ethylene production rate, delay the decline of hardness, soluble solids content and titratable acid content, and maintain the activities of superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), ascorbic acid peroxidase (APX), peroxidase (POD) and polyphenol oxidase (PPO) of the Red Peach. The Red Peach treated by ethylene adsorbent after postharvest has the best storage effect, which can maintain its high storage quality.

**KEY WORDS:** Red Peach; preservatives; storage quality; ageing physiology

红桃是贵州省镇远县培育出的新品种, 口感好, 甜度高, 营养丰富, 深受消费者的喜爱。由于采收红桃时, 当地气候往往是高温多雨天气, 致使红桃的呼

吸强度较大, 在贮运期间易受病原菌的侵染, 因此极大地影响了果实的商品率<sup>[1-2]</sup>。目前, 关于红桃保鲜技术的研究较少, 关于桃的保鲜技术有相关报道, 如

收稿日期: 2019-05-19

基金项目: 贵阳市财政支持贵阳学院学科与硕士点建设项目 (SH-2019)

作者简介: 曹森 (1988—), 男, 贵阳学院副教授, 主要研究方向为农产品贮藏与保鲜。

通信作者: 罗冬兰 (1991—), 女, 贵阳学院讲师, 主要研究方向为农产品贮藏与保鲜。

汤梅等<sup>[3]</sup>研究了鹰嘴蜜桃保鲜技术,发现乙烯吸附剂对果实的保鲜效果最好;Liguori等<sup>[4]</sup>报道1-甲基环丙烯能够更好地保持桃的贮藏品质;王石华<sup>[5]</sup>初步研究结果显示,氯化钙能够抑制丽江雪桃贮藏期腐烂率的上升。由此,文中以红桃为实验材料,通过不同处理方法(乙烯吸附剂、1-甲基环丙烯(1-MCP)及氯化钙)探究红桃贮藏期间生理品质的变化,寻找适宜的贮藏保鲜技术,从而开发出操作简单、安全健康且保鲜效果好的红桃保鲜技术,为红桃产业的健康可持续发展提供新技术。

## 1 实验

### 1.1 材料与试剂

红桃采收于镇远县新科果业有限公司基地。乙烯吸附剂(主要成分为高锰酸钾)购自南京中盛农业科技有限公司。1-甲基环丙烯购自美国陶氏益农公司。文中采用的其他试剂均为分析纯。

### 1.2 仪器与设备

主要仪器与设备:TA.XT.Plus质构仪,英国SMS公司;GC-14气相色谱仪,日本Shimadzu公司;UV-2550紫外分光光度计,日本Shimadzu公司;Check PiontII便携式残氧仪,丹麦Dansensor公司;PAL-1型迷你数显折射计,日本ATAGO公司;TGL-16A台式高速冷冻离心机,长沙平凡仪器仪表有限公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 实验处理

将采收的红桃立刻运至实验室,选择颜色基本一致、无机械损伤和无病虫害的红桃,每组120 kg,共分为4组。将其中一组红桃在常温(25±2)°C下用含量为0.5 μL/L的1-甲基环丙烯(1-MCP)对红桃进行熏蒸处理24 h。另外一组用质量分数为1%的氯化钙浸泡3 min,然后自然晾干。另外2组只放在常温下,

不进行任何处理,24 h后将红桃装入PE20保鲜膜内,并置于冷库(5±0.5)°C中,预冷后进行扎袋贮藏,将其中一组在扎袋之前放入质量分数为2%的乙烯吸附剂,另一组则不进行任何处理,设置为对照组。每隔15 d对不同处理组(对照组记为CK;乙烯吸附剂组记为S1;1-MCP组记为S2;氯化钙组记为S3)的红桃各项品质指标进行测定分析,贮藏时间为60 d。

#### 1.3.2 测定指标及方法

腐烂率的计算,以红桃表面变黑或长霉记作腐烂,红桃的腐烂率采用计数法对其进行测定,测定公式为:腐烂率=腐烂红桃数量×100%/红桃总数量。

红桃硬度采用质构仪(P/2探头,φ2 mm)对其进行穿刺测试。呼吸强度和乙烯生成速率的测定均参照张鹏等<sup>[6]</sup>的方法。可溶性固形物(TSS)含量用迷你数显折射仪对红桃进行测定。可滴定酸(TA)含量的测定参照GB/T 12456—2008的方法。果实中超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、抗坏血酸过氧化物酶(APX)、过氧化物酶(POD)和多酚氧化酶(PPO)的测定方法均参照曹建康<sup>[7]</sup>报道的方法(规定0.01 A/min=1 U)。

### 1.4 数据处理

采用SPSS 22.0对文中数据进行差异显著分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 腐烂率和硬度的变化

腐烂率能够直观地反映红桃的贮藏效果,硬度能反映果实的软化程度。由图1a可知,红桃在贮藏前15 d内,不同保鲜剂处理的果实腐烂率无显著差异( $P > 0.05$ )。在贮藏期为60 d时,CK组、S1组、S2组和S3组的果实腐烂率分别为42.36%, 13.65%, 37.85%, 26.78%。由图1b可知,经过不同处理后,红桃的硬度大小关系为CK组 > S1组 > S3组 > S2组,

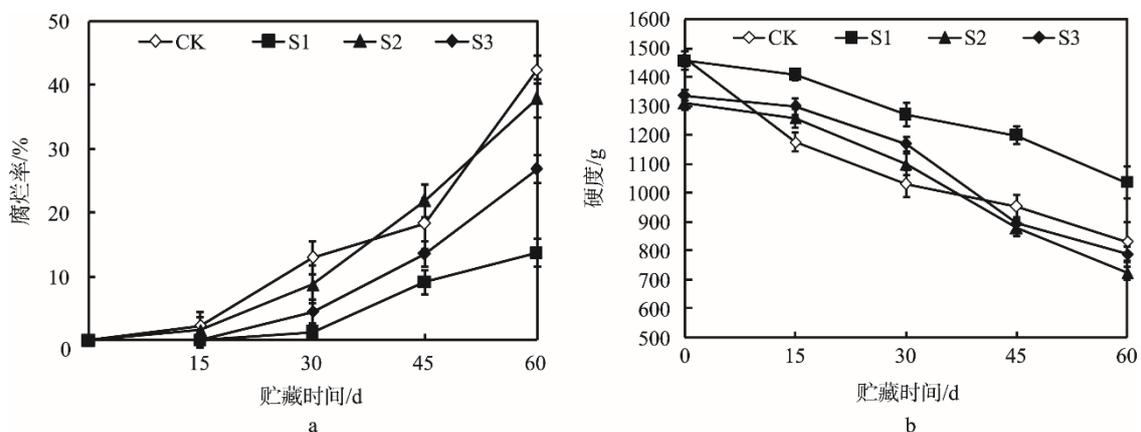


图1 不同保鲜剂作用下红桃腐烂率和硬度的变化

Fig.1 Changes of decay rate and hardness of Red Peach with different preservatives

经过处理的红桃硬度均呈现不同程度的下降。从贮藏第15天开始至贮藏第30天,CK组红桃的硬度均小于处理组,而从贮藏期45d开始至贮藏期60d,CK组果实的硬度高于S2组和S3组,但显著低于S1组( $P < 0.05$ )。从贮藏期开始至贮藏期60d时,CK组、S1组、S2组和S3组的果实硬度分别下降了43.11%,28.89%,44.78%,40.94%。由此可见,不同的处理均能够影响果实的腐烂率和硬度,其中S1组能够更好地抑制果实腐烂率的上升和延缓硬度下降。

## 2.2 呼吸强度和乙烯生成速率的变化

桃属于跃变型果实,其呼吸强度能够反映果实的成熟与衰老进程,而乙烯又是调控果实成熟与衰老的重要因子<sup>[8-9]</sup>。由图2a可知,红桃经过不同保鲜剂处理后,CK组、S1组和S3组的呼吸强度均显著低于S2组( $P < 0.05$ )。其中CK组、S2组和S1组均在贮藏期30d达到呼吸高峰,而S1组在贮藏期45d才出现呼吸最大高峰。在贮藏期60d时,不同处理组的红桃呼吸强度大小关系为S2组>CK组>S3组>S1组。由图2b可知,在贮藏期30d时,均达到峰值,其大小关系为CK组>S3组>S2组>S1组。从贮藏期45d开始至贮藏期60d,S1组红桃的乙烯生成速

率均低于其他处理组,并且不同处理间没有显著差异( $P > 0.05$ )。由此可见,S1组红桃的呼吸峰出现时间被推迟,以及果实的乙烯生成速率得到降低。

## 2.3 可溶性固形物和可滴定酸含量的变化

可溶性固形物含量和可滴定酸含量的变化均会影响果实贮藏期间的口感。由图3a可知,红桃在贮藏期15d时,CK组的可溶性固形物含量高于其他处理组。从贮藏期30d开始至贮藏期60d,CK组、S2组和S3组的果实可溶性固形物含量开始快速下降,而S1组下降得较缓慢。在贮藏期60d时,CK组、S1组、S2组和S3组的果实可溶性固形物质量分数分别为10.64%,11.57%,9.87%,11.01%。由图3b可知,在贮藏前15d内,红桃的可滴定酸含量均呈现出快速下降的趋势。从贮藏期30d开始至贮藏期60d,通过不同保鲜剂处理后,果实的可滴定酸含量均高于对照组。在贮藏期60d时,CK组、S1组、S2组和S3组的果实可滴定酸质量分数分别为0.15%,0.25%,0.18%,0.21%,并且各个处理组间均没有显著差异( $P > 0.05$ )。由此可见,S1组红桃的可溶性固形物含量和可滴定酸含量的下降速率被延缓。

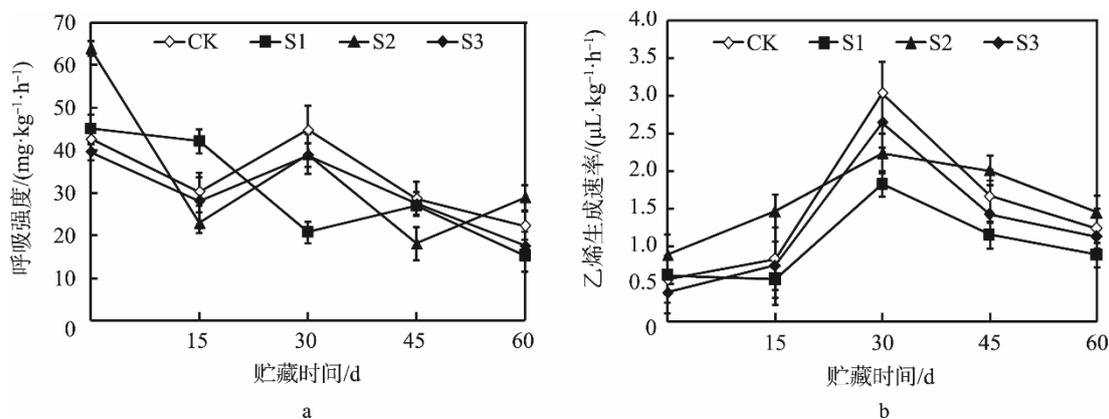


图2 不同保鲜剂作用下红桃的呼吸强度和乙烯生成速率的变化

Fig.2 Changes of respiration intensity and ethylene production rate of Red Peach with different preservatives

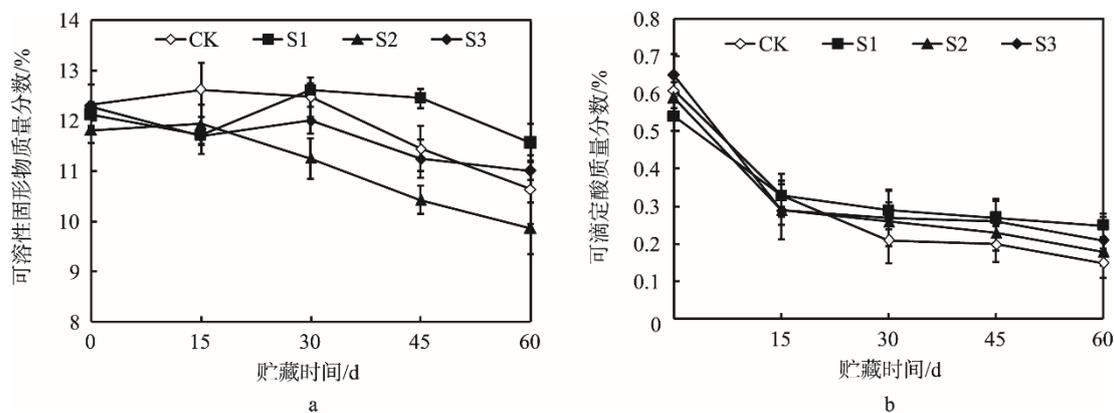


图3 不同保鲜剂作用下红桃可溶性固形物含量和可滴定酸含量的变化

Fig.3 Changes of total soluble solids content and titratable acid content of Red Peach with different preservatives

### 2.4 红桃 SOD 活性和 CAT 活性的变化

超氧化物歧化酶 (SOD) 和过氧化氢酶 (CAT) 是果蔬体内重要的抗氧化酶。SOD 能够降低自由基对果蔬体内的毒害作用;CAT 可以通过维持体内氧代谢平衡来推迟果蔬的成熟与衰老<sup>[10-11]</sup>。由图 4a 可知,在贮藏期 30 d 时, SOD 活性均出现峰值。在贮藏期 60 d 时,CK 组、S1 组、S2 组和 S3 组的果实 SOD 活性分别为 3812.31, 4024.18, 3905.43, 3931.18 U/g, 但不同处理组间均没有显著差异 ( $P > 0.05$ )。由图 4b 可以看出,通过不同的处理后红桃的 CAT 活性均高于对照组,原因可能是红桃受逆境胁迫所致,在贮藏期 30 d 内,不同处理组间均没有显著差异 ( $P > 0.05$ ),从贮藏期 45 d 开始至贮藏期 60 d,对照组果实的 CAT 活性均显著低于 S1 组和 S2 组 ( $P < 0.05$ ),但与 S3 组没有显著差异 ( $P > 0.05$ )。由此可见,不同的处理均影响红桃 SOD 活性和 CAT 活性,其中 S1 组能够更好地抑制 SOD 活性和 CAT 活性的下降。

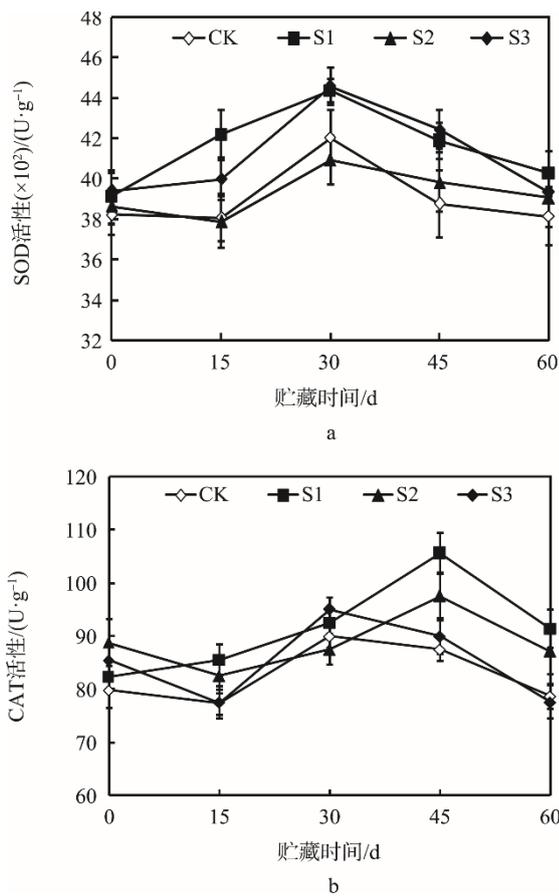


图 4 不同保鲜剂作用下红桃的 SOD 活性和 CAT 活性的变化

Fig.4 Changes of SOD activity and CAT activity of Red Peach with different preservatives

### 2.5 APX, POD 和 PPO 活性的变化

抗坏血酸过氧化物酶 (APX)、过氧化物酶 (POD)

和过氧化氢酶 (PPO) 也是果蔬重要的抗氧化酶。APX 可以通过氧化 (抗坏血酸) ASC 生成脱氢抗坏血酸,从而清除体内的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; POD 可以将果蔬体内的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 分解成对细胞没有伤害的 O<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O; PPO 会在果蔬受到逆境时,通过加快上升来保护果蔬组织<sup>[12-13]</sup>。从图 5a 可知,在贮藏期 15 d 内,不同处理间果实 APX 活性的变化缓慢,从贮藏期 15 d 开始,不同处理组的红桃 APX 活性均呈现不同程度的下降趋势,从贮藏期 30 d 开始至贮藏期 60 d 内,处理组的红桃 APX

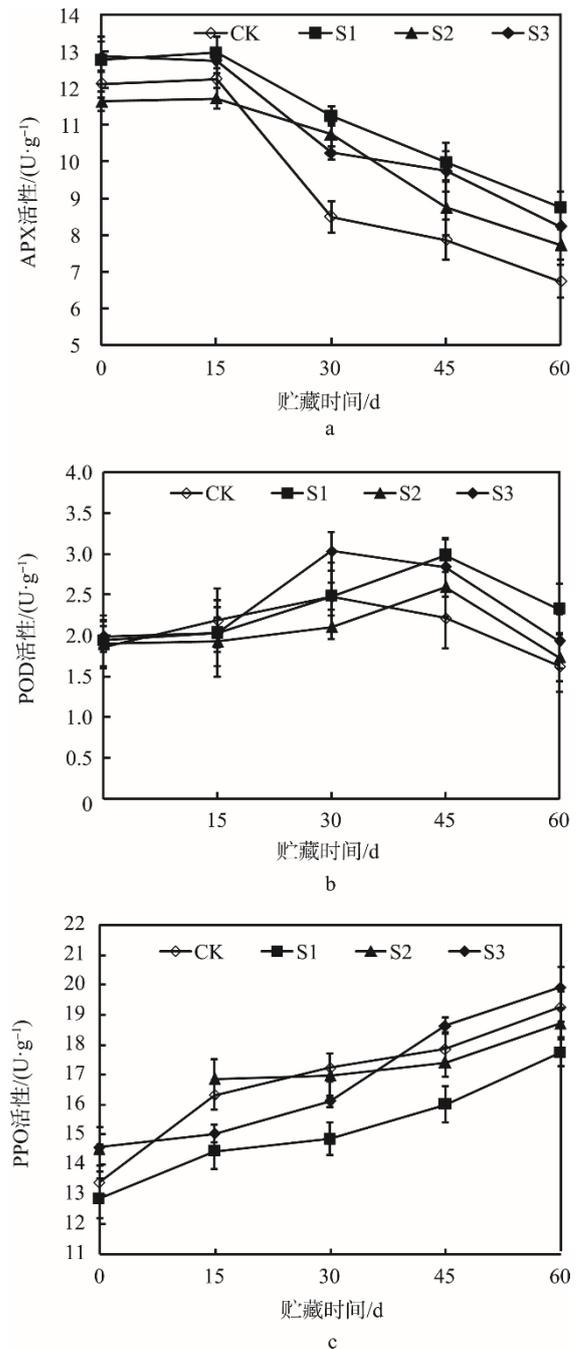


图 5 不同保鲜剂作用下红桃 APX, POD 和 PPO 活性的变化

Fig.5 Changes of APX activity, POD activity and PPO activity of Red Peach with different preservatives

活性均高于CK组,在贮藏期60 d时,S1组、S2组和S3组的红桃APX活性分别是CK组的1.30倍、1.15倍和1.22倍,并且S1组与对照组有显著差异( $P < 0.05$ ),但与S2和S3均没有显著差异( $P > 0.05$ )。由图5b可知,不同处理组的红桃POD活性呈现先上升后下降的趋势,从贮藏期开始至贮藏期15 d内,不同处理组没有显著差异。在贮藏期45 d时,不同处理组红桃的POD活性大小关系为S1组>S3组>S2组>CK组。在贮藏期60 d时,CK组、S1组、S2组和S3组的果实POD活性分别为1.62, 2.32, 1.73, 1.93 U/g。由图5c可知,不同处理组红桃PPO活性呈现上升趋势,从贮藏期开始至贮藏期60 d, S1组红桃的PPO活性均小于其他处理组。其中,从贮藏期45 d开始至贮藏期60 d内,不同处理组红桃的PPO活性大小关系为S3组>CK组>S2组>S1组,说明S3组加快了红桃贮藏后期PPO活性的上升,而S1组红桃的PPO活性显著低于其他处理组( $P < 0.05$ )。由此可见,S1组能够更好地保持红桃的APX活性、POD活性和PPO活性。

### 3 讨论

乙烯吸附剂在果蔬贮藏过程中能够氧化果蔬微环境中的外源乙烯,从而抑制内源乙烯的生成,达到降低果蔬实的呼吸强度,使果实保持更好的贮藏品质<sup>[14]</sup>。1-甲基环丙烯(1-MCP)通过抑制乙烯与受体的结合,抑制果蔬的成熟与衰老<sup>[15]</sup>。氯化钙处理是果蔬保鲜的有效方法,它可以抑制果蔬的呼吸强度,降低乙烯的生成速率,保持果蔬质地较好,抑制果蔬贮藏品质的下降<sup>[16]</sup>。文中通过比较不同处理(乙烯吸附剂、1-MCP、氯化钙)对红桃贮藏品质的作用效果,研究表明不同处理均能够降低果实的腐烂率;乙烯吸附剂(S1)和氯化钙(S2)处理能够降低红桃的呼吸强度和乙烯生成速率,而1-MCP(S3)处理在红桃贮藏期45~60 d对果实呼吸强度和乙烯生成速率的抑制效果不如CK处理组;乙烯吸附剂(S1)能够更好地抑制红桃贮藏期可溶性固形物含量和可滴定酸含量的降低,而1-MCP处理对维持红桃可溶性固形物含量的效果较差。果蔬在贮藏期间体内活性氧的有效清除机制主要分为非酶促系统和酶促系统等2类,而酶促系统包括SOD, CAT, APX, POD和PPO相关氧化酶类,它们在活性氧清除的过程中起到关键作用<sup>[17]</sup>。文中研究还表明,不同处理均影响红桃贮藏期间的酶活性,其中采用乙烯吸附剂处理方法能够更好地保持红桃的酶活性。

### 4 结语

文中为了确定适宜保鲜剂对红桃贮藏效果的有效性,研究了不同处理方法对红桃贮藏品质的影响。

结果表明,乙烯吸附剂能够更好地降低果实的腐烂率,抑制红桃硬度、可溶性固形物含量和可滴定酸含量的下降,推迟红桃呼吸强度和乙烯生成速率的上升,保持红桃SOD, CAT, APX, POD和PPO的活性,从而推迟红桃的成熟与衰老,维持红桃更好的贮藏品质。由此可见,采后的红桃用乙烯吸附剂来处理对红桃的保鲜效果最好,能够更好地保持红桃的贮藏品质,并且红桃在贮藏期60 d时的腐烂率仅为13.65%。

### 参考文献:

- [1] MANGANARIS G, VASILAKAKIS M, DIAMANANTIDIS G, et al. Cell Wall Physicochemical Aspects of Peach Fruit Related to Internal Breakdown Symptoms[J]. *Postharvest Biology & Technology*, 2006, 39(1): 69—74.
- [2] HAYAMA H, TATSUKI M, ITO A, et al. Ethylene and Fruit Softening in the Stony Hard Mutation in Peach[J]. *Postharvest Biology & Technology*, 2006, 41(1): 16—21.
- [3] 汤梅, 罗洁莹, 张浣悠, 等. 不同保鲜处理对鹰嘴蜜桃贮藏品质的影响[J]. *现代食品科技*, 2018, 34(3): 167—172.  
TANG Mei, LUO Jie-Ying, ZHANG Huan-You, et al. Effects of Different Preservation Treatments on Storage Quality of Chick[J]. *Modern Food Science and Technology*, 2018, 34(3): 167—172.
- [4] LIGUORI G, WEKSLER A, ZUTAHY Y, et al. Effect of 1-methylcyclopropene on Ripening of Melting Flesh Peaches and Nectarines[J]. *Postharvest Biology & Technology*, 2004, 31(3): 263—268.
- [5] 王石华. 不同保鲜剂对丽江雪桃贮藏保鲜的效应分析[J]. *北方园艺*, 2013(15): 141—144.  
WANG Shi-Hua. Effect Analysis of Different Preservation on Storage of Lijiang Snow Peach (*Prunus persica* L) Northern Horticulture, 2013(15): 141—144.
- [6] 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): 180—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): 180—187.
- [7] 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: 2013: 33—150.  
CAO Jian-kang, JIANG Wei-bo, ZHAO Yu-mei. Experiment Guidance of Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruit and Vegetables[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2013: 33—150.

- [8] ORTIZ A, GRAELL J, LUISA L, et al. Volatile Ester-synthesis Capacity in 'Tardibelle' Peach Fruit in Response to Controlled Atmosphere and 1-MCP Treatment[J]. *Food Chemistry*, 2010, 123(3): 698—704.
- [9] JIN Peng, SHANG Hai-tao, CHEN Jing-jing, et al. Effect of 1-methylcyclopropene on Chilling Injury and Quality of Peach Fruit during Cold Storage[J]. *Journal of Food Science*, 2011, 76(8): 485—491.
- [10] 江晶晶, 陈洁, 周雅涵, 等. 高 CO<sub>2</sub> 短时处理对茎瘤芥采后衰老的影响[J]. *包装工程*, 2015, 36(9): 42—47.  
JIANG Jing-jing, CHEN Jie, ZHOU Ya-han, et al. Effects of Short-term High CO<sub>2</sub> Treatment on Senescence of Postharvest Tumorous Stem Mustard[J]. *Packaging Engineering*, 2015, 36(9): 42—47.
- [11] 姬亚茹, 周福慧, 姜爱丽, 等. 乙醇熏蒸处理对采后蓝莓果实品质的影响[J]. *包装工程*, 2018, 39(13): 85—92.  
JI Ya-ru, ZHOU Fu-hui, JIANG Ai-li, et al. Effects of Ethanol Fumigation Treatments on the Quality of Postharvest Blueberry Fruits[J]. *Packaging Engineering*, 2018, 39(13): 85—92.
- [12] 赵蕾, 胡文忠, 刘文玲, 等. NO 处理对鲜切胡萝卜生理生化变化的影响[J]. *食品与发酵工业*, 2018, 44(1): 151—157.  
ZHAO Lei, HU Wen-zhong, LIU Wen-ling, et al. Effects of Nitric Oxide on Physiological and Biochemical Changes of Fresh-cut Carrot[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2018, 44(1): 151—157.
- [13] 章宁瑛, 郜海燕, 陈杭君. 臭氧处理对蓝莓贮藏品质及抗氧化酶活性的影响[J]. *中国食品学报*, 2017, 17(8): 170—176.  
ZHANG Ning-ying, GAO Hai-yan, CHEN Hang-jun. Effect of Ozone Treatment on Storage Quality and Antioxidant Enzyme Activities of Blueberries [J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2017, 17(8): 170—176.
- [14] 马超, 曹森, 龙晓波, 等. 基于主成分分析法对不同处理蓝莓鲜果模拟运输及货架品质的评价[J]. *食品科技*, 2018, 43(1): 30—37.  
MA Chao, CAO Sen, LONG Xiao-bo, et al. Evaluation on Simulative Transportation and Shelf Quality of Blueberries by Different Treatment Based on Principal Component Analysis[J]. *Food Science and Technology*, 2015, 36(6): 113—119.
- [15] 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.
- [16] 茅林春, 吴涛, 方雪花. 氯化钙和热处理对鲜切南瓜的保鲜作用[J]. *中国食品学报*, 2007, 7(1): 115—119.  
MAO Lin-chun, WU Tao, FANG Xue-hua. Effects of Calcium Chloride and Heat Treatment on Fresh-keeping of Fresh-cut Pumpkin[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2007, 7(1): 115—119.
- [17] 詹丽娟, 庞凌云, 胡金强. 壳聚糖涂膜对南湖菱果实贮藏生理及品质的影响[J]. *食品科学*, 2012, 33(16): 308—313.  
ZHAN Li-juan, PANG Ling-yun, HU Jin-qiang. Effect of Chitosan Coating on Physiology and Quality of Water Caltrop (*Trapa acornis* Nakano) Fruits during Storage[J]. *Food Science*, 2012, 33(16): 308—313.