

# 水杨酸雾化熏蒸对新疆小白杏采后贮藏品质的影响

魏征<sup>1</sup>, 张政<sup>2</sup>, 魏佳<sup>2</sup>, 吴斌<sup>2</sup>, 陈莉娜<sup>2</sup>, 李晨豪<sup>2</sup>, 张健<sup>2</sup>

(1. 新疆农业大学食品科学与药学学院, 新疆乌鲁木齐 830052)

(2. 新疆农业科学院农产品贮藏加工研究所, 新疆乌鲁木齐 830091)

**摘要:**以新疆轮台小白杏为研究试材,在25±1℃室温贮藏条件下,采用浓度为10、30和50 mmol/L的水杨酸(salicylic acid, SA)雾化熏蒸处理,以蒸馏水作为对照。研究SA雾化熏蒸处理方式对小白杏采后贮藏品质的影响。结果表明,与对照组相比,SA处理组能较好地保持小白杏的采后品质。其中,30 mmol/L SA雾化熏蒸处理的小白杏贮藏品质最好,可以保持较高的硬度。SA雾化熏蒸能抑制果实失重率、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、抗坏血酸(Vc)含量和细胞膜渗透性的降低。在贮藏第6 d时,30 mmol/L SA处理的小白杏的硬度为9.00 N、失重率10.20%、可溶性固形物的含量14.60%、可滴定酸含量0.73%、Vc含量7.14 mg/100 g和细胞膜渗透性为49.90%,这表明SA雾化熏蒸方式能够很好的保持小白杏的采后品质和营养成分;30 mmol/L SA处理可以显著减少小白杏腐烂率的发生,第6 d时的腐烂率仅为1.66%;SA处理能降低小白杏的呼吸强度和乙烯释放量,推迟呼吸高峰和乙烯高峰1 d后出现,峰值分别降低了16.23%和20.01%,与对照组比较具有显著性差异。雾化熏蒸保鲜技术作为一种新的处理方式可以显著提高新疆小白杏的贮藏品质。

**关键词:**水杨酸;雾化熏蒸;新疆小白杏;采后贮藏品质

文章编号:1673-9078(2020)01-113-119

DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.1.016

## Effects of Salicylic Acid Spray Fumigation on Postharvest Quality of Xinjiang Xiaobai Apricot

WEI Zheng<sup>1</sup>, ZHANG Zheng<sup>2</sup>, WEI Jia<sup>2</sup>, WU Bin<sup>2</sup>, CHEN Li-na<sup>2</sup>, LI Chen-hao<sup>2</sup>, ZHANG Jian<sup>2</sup>

(1.Xinjiang Agricultural University, College of Food Science and Pharmaceutical Science, Department of Food Science, Urumqi 830052, China)

(2.Institute of Agro-products Storage and Processing, Xinjiang Academy of Agricultural Science, Urumqi 830091, China)

**Abstract:** The Xinjiang Xiaobai apricot was taken as the tested material, which was fumigated by salicylic acid (SA) with different concentrations (10, 30 and 50 mmol/L) and distilled water (as control), then stored at room temperature (25±1℃). The effect of SA on the quality of apricot during postharvest storage was investigated. The results showed that compared with the control, the SA treatment can maintain the quality of Xiaobai apricot in different degrees. SA treatment significantly reduced the rate of weight loss, the contents of soluble solids (TSS), titratable acid (TA) and ascorbic acid (Vc), and cell membrane permeability. On the 6th day of storage, the firmness, weight loss rate, the contents of TSS, TA, Vc and cell membrane permeability were 9 N, 10.20%, 14.6%, 0.73%, 7.14 mg/100 g, and 49.90% in apricot group treated with 30 mmol/L SA treatment, respectively. The quality and nutritional components of apricot during storage were well maintained by SA fumigation treatment. The decay rate of apricot by 30 mmol/L of SA treatment was significantly reduced, which was only 1.66% on the 6th day. The respiration rate and ethylene production of the SA treated apricot were decreased as well. The peaks of respiratory and ethylene were delayed 1 day and reduced by 16.23% and 20.01% respectively, which were significantly different from the control group. In conclusion, the fumigation technology as a new treatment could significantly improve the storage quality of Xinjiang Xiaobai apricot.

**Key words:** salicylic acid; spray fumigation; Xinjiang Xiaobai apricot; postharvest storage quality

收稿日期:2019-08-08

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFD0401302);天山雪松计划项目(2017XS25)

作者简介:魏征(1989-),男,硕士研究生,研究方向:农产品贮藏与加工

通讯作者:张健(1982-),男,研究员,研究方向:农产品贮藏与加工

小白杏为新疆特色果品之一,其外表色泽鲜美,肉质酸甜多汁,含有丰富的矿物质、维生素和人体必需氨基酸,在果品市场上备受人们的喜爱<sup>[1]</sup>。新疆轮台由于其独特的地理条件,是小白杏重要的产地,鲜杏面积、产量、种类均居全国首位<sup>[2]</sup>。小白杏采后在25±1℃贮藏条件下,迅速进入呼吸高峰,属于典型的

呼吸跃变型果实。贮藏方式不当,极易出现杏果实快速衰老腐烂现象,严重影响果实的商品价值<sup>[3]</sup>。因此,研究小白杏常温贮藏保鲜技术具有一定的应用价值和市场需求。

水杨酸(salicylic acid, SA)即邻羟基苯甲酸,是植物体内普遍存在的一种小分子酚类物质,参与并影响调节植物多种生理、生化及代谢过程;能诱导植物提高抗病性,增强抗逆性,是乙烯生物合成的抑制剂,可以延缓果实的衰老<sup>[4,5]</sup>。近年来,关于SA应用于采后果蔬贮藏保鲜的研究报告不断增多,SA作为一种新型的高效、安全、无残留的廉价天然保鲜剂,广泛应用到果蔬的贮藏保鲜,适应绿色无公害农业发展需求<sup>[6-8]</sup>。然而,常见的SA保鲜方式多以浸泡和喷洒为主,处理过程繁琐,工作量大、处理量小、人工成本较高,无法在产业上规模化应用。此外,果实浸泡和喷洒时,由于果实表面张力较小,SA溶液无法在果实表面均匀吸附,易在果实表面形成液滴聚集到果实底部,导致果实腐烂加快。

雾化作为一种中医传统的处理方法,广泛应用于医疗救治中<sup>[9,10]</sup>。目前,雾化熏蒸技术在果蔬贮藏保鲜方面应用研究的报道较少。雾化熏蒸技术在保鲜果蔬方面具有浸泡和喷洒无法达到的优势,雾化熏蒸处理可降低处理成本、减少保鲜剂用量、提高处理效率、操作安全便捷、对环境友好。SA既可以与其它液体配制成植物类药剂,在果蔬采前或采后进行施用,又可以将采后的果蔬置于密闭环境中,SA溶于无水乙醇易挥发,可以通过雾化技术形成微米的液滴,用于熏蒸保鲜处理<sup>[11]</sup>。本试验采用超声雾化发生方式,SA雾化成微米级小液滴对轮台小白杏进行熏蒸处理,雾化熏蒸处理可以将SA保鲜剂液体在果实表面充分附着,液滴粒径小使果实更容易吸收,从而达到保鲜果实的效果,为新疆小白杏采后贮运保鲜技术的研究提供了新的技术方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

新疆小白杏:产自新疆轮台县,于2019年6月采摘后立即运回新疆农业科学院冷库于5℃预冷24h。筛选出成熟度大体一致,可溶性固形物含量为14.5%左右,个体均一,挑选无病虫害、无机械伤的果实进行处理。

PARI BOY SX型雾化器,德国PARI GmbH;GY-4型硬度计,艾德堡仪器有限公司;PAL-1手持数显折糖仪,上海精密科学仪器有限公司;P902型电导仪,

上海佑科仪器仪表有限公司;Agilent 7890A,安捷伦科技(中国)有限公司;GL-20G-II型高速冷冻离心机,上海安亭科学仪器厂。

### 1.2 试验方法

将小白杏随机分组,每筐小白杏重2kg,每个处理为3筐,共计12筐。将小白杏均匀置于带有风扇的30L熏蒸装置中,分别用配置好的10mmol/L、30mmol/L、50mmol/L SA保鲜剂和蒸馏水(对照)对小白杏进行雾化熏蒸20min,将处理后的小白杏放入塑料筐内,并套PVC保鲜袋,内衬吸水纸,贮藏温度25±1℃。此后,每天取样测定每个处理组相关指标的变化,每个处理重复3次。

### 1.3 指标测定

#### 1.3.1 硬度

参照张政<sup>[12]</sup>等人的方法,用直径3.50mm的探头围绕杏果实的赤道部位取三个点,用硬度计测定,重复3次,计算平均值。

#### 1.3.2 失重率

参照王英<sup>[13]</sup>等人的方法,取约500g小白杏,每天称重,重复3次。

$$\text{失重率}(\%) = \frac{\text{初始重} - \text{失水重}}{\text{初始重}} \times 100\%$$

#### 1.3.3 腐烂率

参照唐仪<sup>[14]</sup>等人的方法,每次统计取出腐烂果实,计算烂果占总果的百分比,待试验结束计算。

$$\text{腐烂率}(\%) = \frac{\text{腐烂果实数量}}{\text{果实总数量}} \times 100\%$$

#### 1.3.4 可溶性固形物

参照曹建康<sup>[15]</sup>等人的方法,可溶性固形物含量采用手持数显折糖仪PAL-1测定。

#### 1.3.5 可滴定酸含量

参照曹建康<sup>[15]</sup>等人的方法,采用酸碱中和滴定法测定。

#### 1.3.6 抗坏血酸(Vc)含量

参照曹建康<sup>[15]</sup>等人的方法,采用2,6-二氯酚靛酚溶液滴定法测定。

#### 1.3.7 呼吸强度

参照曹建康<sup>[15]</sup>等人的方法,采用碱液吸收法测定。

#### 1.3.8 乙烯释放量

参照Ma Lin<sup>[16]</sup>等人的方法,称取约500g小白杏放入密封的玻璃容器,在贮藏温度条件下静置1h,抽取1.0mL气体测定乙烯(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)含量。乙烯释放量的

单位为  $\mu\text{L}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ 。

### 1.3.9 细胞膜渗透率

参照 Ran Zhou<sup>[17]</sup>等人的方法, 用 P902 型电导仪测定。

## 1.4 数据分析与处理

用 Microsoft Excel 2013 软件进行数据统计, Origin 8.5 软件作图, SPSS 19.0 软件进行差异显著性分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏硬度的影响

硬度是衡量杏果实成熟度和贮藏品质的一项重要指标, 它直接反应了果实的耐贮性和商品率<sup>[18]</sup>。如图 1 所示, 在贮藏过程中, 小白杏果实硬度总体呈现逐渐下降的趋势。经 SA 处理的小白杏硬度显著( $p<0.05$ ) 高于对照组的杏果实的硬度, 说明 SA 处理对小白杏硬度具有较好的保持效果。贮藏末期, 10、30 和 50 mmol/L SA 处理的小白杏硬度分别是 8.60 N、9.00 N 和 6.60 N, 分别高于对照组 67.09%、68.56% 和 57.12%。随着贮藏期的延长, 30 mmol/L 的 SA 处理可以更好地延缓小白杏贮藏期的硬度下降问题。

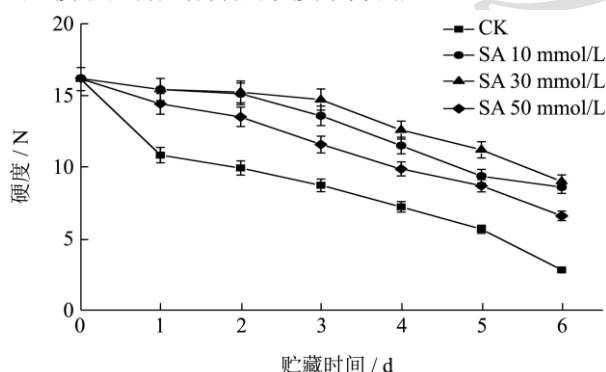


图 1 不同浓度的 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏采后硬度的影响  
Fig.1 Effect of different concentrations of salicylic acid spray fumigation on postharvest firmness of Xinjiang Xiaobai apricot

### 2.2 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏失重率的影响

失重率是衡量杏果实贮藏保鲜效果的重要指标之一, 失重率主要与其呼吸强度及果皮组织的水分散失有关<sup>[19]</sup>。如图 2 所示, 小白杏失重率总体呈现上升趋势。贮藏期前 4 d, 对照组和各组 SA 处理的失重率无显著性差异 ( $p>0.05$ ), 贮藏期 4 d 后, 与对照组相比, SA 处理组均显著抑制了小白杏失重率的上升 ( $p<0.05$ )。贮藏末期, 10、30 和 50 mmol/L SA 处理的小白杏失重率分别是 9.36%、10.20% 和 9.89%, 对

照组小白杏的失重率为 11.37%, SA 处理组之间小白杏的失重率差异不显著 ( $p>0.05$ ), 表明 SA 处理均对小白杏失重率下降起到一定的抑制作用。

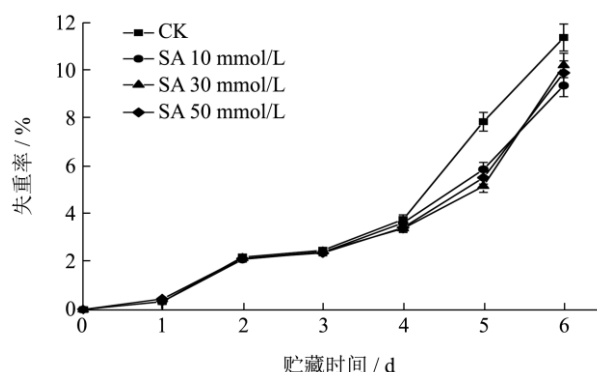


图 2 不同浓度的 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏采后失重率的影响  
Fig.2 Effect of different concentrations of salicylic acid spray fumigation on postharvest weight loss of Xinjiang Xiaobai apricot

### 2.3 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏腐烂率的影响

杏果实腐烂率是判断贮藏效果的一项主要指标。如图 3 所示, 对照组小白杏在第 2 d 开始腐烂长霉, 第 4 d 腐烂率迅速上升至 34.92%; 10 mmol/L 和 50 mmol/L SA 的处理在第 4 d 开始发生腐烂现象, 30 mmol/L SA 的处理在第 6 d 时才出现腐烂长霉的果实。贮藏末期, 10、30 和 50 mmol/L SA 处理的小白杏腐烂率分别为 3.26%、1.66% 和 3.72%, 而对照组的腐烂率则高达 39.81%, 失去食用价值。该结果表明, SA 处理可以较好的维持小白杏的品质, 减少腐烂的发生。其中, 30 mmol/L SA 效果最为显著 ( $p<0.05$ )。

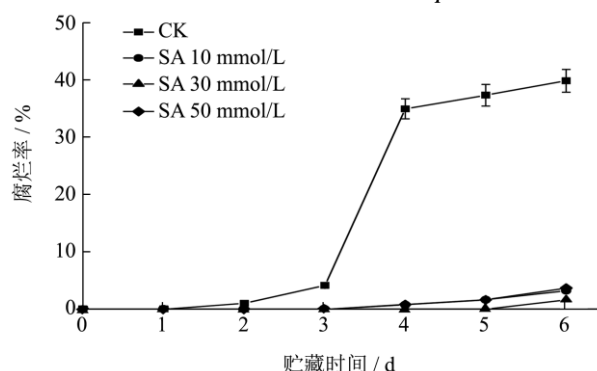


图 3 不同浓度的 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏采后腐烂率的影响  
Fig.3 Effect of different concentrations of salicylic acid spray fumigation on postharvest decay rate of Xinjiang Xiaobai apricot

### 2.4 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏可溶性固形物含量的影响

可溶性固形物 (TSS) 含量也是评价杏果实品质的另外一个重要指标。如图 4 所示, 小白杏在贮藏过程中, TSS 含量有相近的变化规律, 总体呈现先上升后下降的趋势。在贮藏期第 3 d 出现高峰, 10、30 和 50 mmol/L SA 处理的小白杏 TSS 含量分别为 16.40%、17.10% 和 16.70%, 对照组的 TSS 含量为 17.90%, SA 处理小白杏 TSS 含量低于对照组。在贮藏期第 3 d 后, 对照组 TSS 含量出现急剧下降趋势。贮藏末期, 10、30 和 50 mmol/L SA 处理的小白杏的 TSS 含量分别是 13.90%、14.60% 和 14.10%, 对照组的 TSS 含量为 13.10%。这可能是由于在贮藏前期小白杏中的大分子碳水化合物可降解为可溶性的糖类导致其 TSS 含量增加; 在贮藏后期呼吸作用开始以小分子糖类作为代谢底物使其 TSS 含量呈下降趋势<sup>[20]</sup>。这一结果表明, SA 处理组均可延缓小白杏 TSS 含量的降低, 较好的保持小白杏风味, 30 mmol/L SA 处理效果最佳。

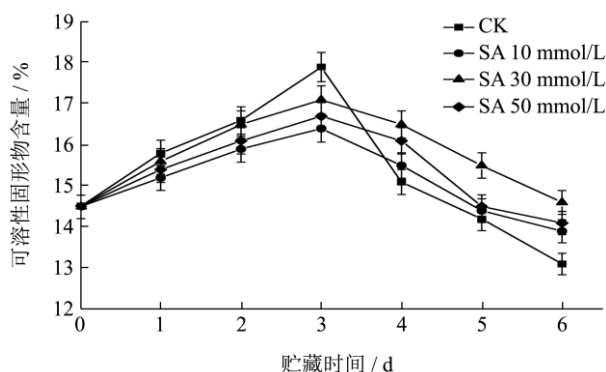


图 4 不同浓度的 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏采后可溶性固形物含量的影响

Fig.4 Effect of different concentrations of salicylic acid spray fumigation on postharvest soluble solids content of Xinjiang Xiaobai apricot

## 2.5 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏可滴定酸含量的影响

酸度是杏果风味中必不可少的品质之一。如图 5 所示, 在整个贮藏期间, 小白杏的可滴定酸含量整体呈下降趋势。SA 处理组的可滴定酸含量下降速率小于对照组, 说明处理组的可滴定酸含量的下降被 SA 有效抑制。贮藏末期, 对照组的可滴定酸含量为 0.61%, 10、30 和 50 mmol/L SA 处理的小白杏的可滴定酸含量分别为 0.64%、0.73% 和 0.71%。这一结果表明, SA 处理组均可较好地保持小白杏的可滴定酸含量, 其中 30 mmol/L 和 50 mmol/L SA 处理组对贮藏期间小白杏的可滴定酸含量的保持效果较为显著 ( $p < 0.05$ )。

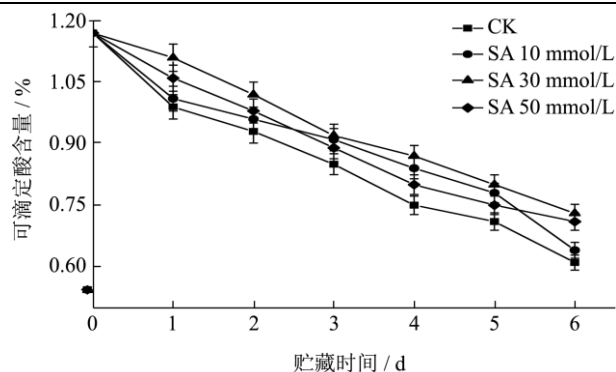


图 5 不同浓度的 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏采后可滴定酸含量的影响

Fig.5 Effect of different concentrations of salicylic acid spray fumigation on postharvest titratable acid content of Xinjiang Xiaobai apricot

## 2.6 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏 Vc 含量的影响

抗坏血酸是评价果蔬贮藏品质及保鲜程度的重要指标之一。如图 6 所示, 小白杏在贮藏过程中, Vc 含量总体呈现下降的趋势。贮藏到第 3 d 时, Vc 含量急剧下降, 10、30 和 50 mmol/L SA 处理的小白杏 Vc 含量分别为 11.98、13.70、12.77 mg/100 g, 对照组的 Vc 含量为 8.89 mg/100 g。SA 处理组均显著 ( $p < 0.05$ ) 延缓小白杏 Vc 含量的下降。贮藏末期, SA 处理组对小白杏 Vc 含量影响不显著 ( $p > 0.05$ ), 但均比对照组效果显著。以上结果表明, 30 mmol/L SA 的处理效果最好, 能够较好的维持小白杏的新鲜度。

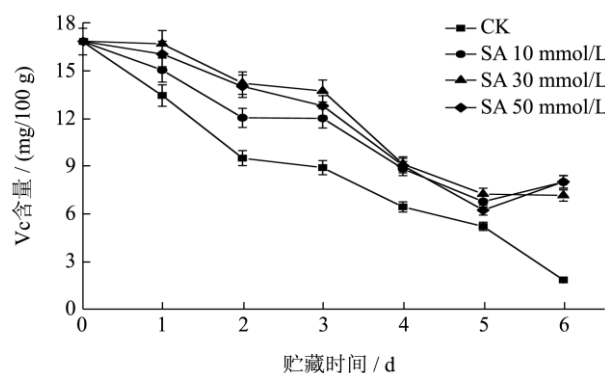


图 6 不同浓度的 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏采后 Vc 的影响

Fig.6 Effect of different concentrations of salicylic acid spray fumigation on postharvest Vc content of Xinjiang Xiaobai apricot

## 2.7 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏呼吸强度的影响

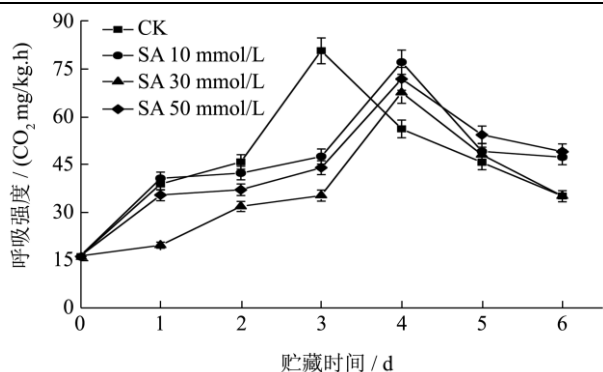


图7 不同浓度的SA雾化熏蒸对新疆小白杏采后呼吸强度的影响

Fig.7 Effect of different concentrations of salicylic acid spray fumigation on postharvest respiratory intensity of Xinjiang Xiaobai apricot

小白杏属于呼吸跃变型果实，呼吸强度是反映果实的食用品质和贮藏特性的一项关键指标<sup>[21]</sup>。如图7所示，对照组和SA处理组变化趋势大体相似，呈先升高后下降的趋势，每组处理均有呼吸高峰。对照组小白杏的呼吸高峰在第3d出现，SA处理组的小白杏呼吸高峰在第4d出现，这种现象表示SA处理组能阻碍氧气进入杏果，推迟呼吸高峰的出现，降低小白杏贮藏期内的能量消耗。10、30和50 mmol/L SA处理的呼吸峰值分别为77.44 mg/(kg·h)、67.82 mg/(kg·h)和72.16 mg/(kg·h)，对照组峰值为80.96 mg/(kg·h)。这一结果表明，SA处理组均有降低小白杏呼吸强度的作用，可延缓小白杏的衰老。30 mmol/L SA处理延缓效果最为显著 ( $p < 0.05$ )。

## 2.8 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏乙烯释放量的影响

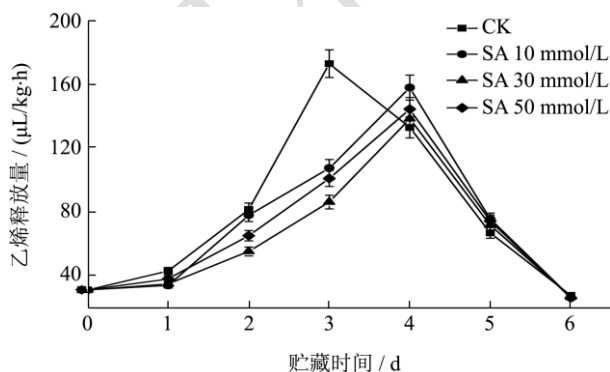


图8 不同浓度的SA雾化熏蒸对新疆小白杏采后乙烯释放量的影响

Fig.8 Effect of different concentrations of salicylic acid spray fumigation on postharvest ethylene release of Xinjiang Xiaobai apricot

乙烯是导致果实衰老的主要原因之一<sup>[22]</sup>。如图8所示，乙烯释放量整体呈先升高后下降趋势。对照组小白杏的乙烯合成速率在第3d达到最高峰，峰值为172.9 μL/(kg·h)；10、30和50 mmol/L SA处理在第4d到达高峰，峰值分别为157.9 μL/(kg·h)、138.3 μL/(kg·h)和144.4 μL/(kg·h)。说明SA处理对小白杏乙烯释放量具有一定的抑制作用，能有效抑制乙烯释放量上升及释放高峰升高，其中30 mmol/L SA处理抑制效果最为显著 ( $p < 0.05$ )。

## 2.9 SA 雾化熏蒸对新疆小白杏细胞膜渗透性的影响

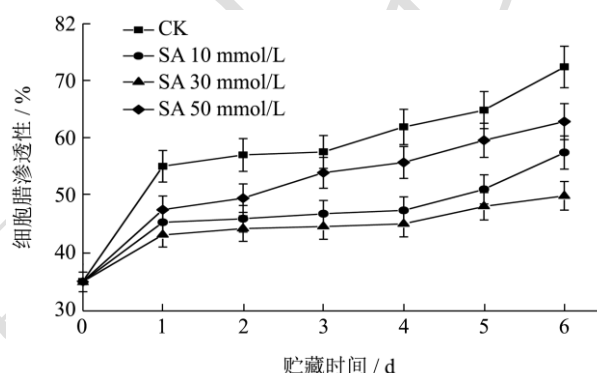


图9 不同浓度的SA雾化熏蒸对新疆小白杏采后细胞膜渗透率的影响

Fig.9 Effect of different concentrations of salicylic acid spray fumigation on postharvest cell membrane permeability of Xinjiang Xiaobai apricot

细胞膜可以维持细胞内环境的相对稳定，使各种生化反应能够有序运行，细胞膜渗透性在一定程度上能反映细胞膜受到损伤和果蔬组织的衰老<sup>[23]</sup>。如图9所示，小白杏在贮藏期间，细胞膜渗透性随着贮藏时间延长呈上升趋势。贮藏末期，对照组小白杏的细胞膜透性为72.41%，10、30和50 mmol/L SA处理的小白杏细胞膜透性分别为57.67%、49.90%和62.87%。结果表明，SA处理组均可以显著降低小白杏贮藏期细胞膜渗透性 ( $p < 0.05$ )，其中30 mmol/L SA处理效果最佳，可减少细胞膜被破坏度，延缓小白杏的衰老。

以上数据分析表明，小白杏采后经SA雾化熏蒸处理，可抑制呼吸强度和乙烯释放量的产生。有效地降低小白杏呼吸和乙烯的高峰并推迟其峰值出现时间，延缓小白杏的成熟衰老。随着贮藏时间的增加，小白杏采后细胞膜渗透性持续升高，SA雾化熏蒸处理可以抑制小白杏细胞膜渗透性地增长，保持细胞膜的完整性。适宜浓度的SA处理，能保持较高的硬度，抑制失重率、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、Vc

含量的下降,降低果实腐烂的发生,延缓果实转色,起到较好的保鲜作用。王军节等<sup>[24]</sup>研究发现 4 mmol/L 的 SA 处理可通过延缓成熟和衰老进程来维持果肉脆嫩的质地。王云香等<sup>[25]</sup>研究发现 50 μmol/L 的 SA 处理西葫芦可以延缓西葫芦果实的衰老进程,保持西葫芦的采后贮藏品质。付云云等<sup>[26]</sup>研究发现 15 mmol/L 的 SA 处理对仔姜的保鲜具体很好的效果,可以有效地防止其腐烂,延长货架期。Babalar M 等<sup>[27]</sup>研究发现 2 mmol/L 的 SA 处理有效地减少了果实中乙烯的产生和真菌的腐烂,并保持了草莓的整体质量。Sabzi A 等<sup>[28]</sup>研究发现 2 mmol/L 的 SA 提高了切花玫瑰的品质和寿命。以上均证实了 SA 具有较好的保鲜效果,这与本试验研究结果基本一致。但现阶段的 SA 保鲜方式多以喷洒或浸泡为主,如喷洒不当,易造成果实接触面不均匀;浸泡则易造成果实底部腐烂,使果实失去食用价值。本试验采用雾化熏蒸技术,既节约了 SA 的用量,又能使保鲜剂颗粒度雾化熏蒸至微米级,使果实更容易吸收,提高了新疆小白杏的贮藏品质,让保鲜果品方式变得更加便利,为果蔬贮藏提供了生产和理论指导。

### 3 结论

本试验结果表明,10、30 和 50 mmol/L SA 雾化熏蒸处理组均能保持较高的硬度,抑制失重率、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、Vc 含量和细胞膜渗透性的降低,减少小白杏腐烂的发生,可以较好地抑制小白杏的呼吸强度和乙烯释放量。30 mmol/L SA 雾化熏蒸处理比 10 mmol/L 和 50 mmol/L SA 处理整体效果更好,表明此浓度更适宜小白杏雾化熏蒸,SA 处理能有效延缓轮台小白杏果实采后品质劣变和衰老进程,能较好地保持果实采后品质和营养成分。雾化熏蒸保鲜技术可以作为一种新型处理技术应用于果蔬采后贮运保鲜中。

### 参考文献

- [1] 罗岩,李蓓.1-MCP 结合低温贮藏对杏果实采后软化及相关酶活的影响[J].保鲜与加工,2018,18(3):43-48  
LUO Yan, LI Bei. Effects of 1-MCP combined with low temperature storage on postharvest softening and related enzyme activity of apricot fruits [J]. Preservation and Processing, 2018, 18(3): 43-48
- [2] 崔宽波,范新光,杨忠强,等.近冰点贮藏对小白杏采后品质和抗氧化能力的影响[J].食品科学,2019,40(3):238-244  
CUI Kuan-bo, FAN Xin-guang, YANG Zhong-qiang, et al. Improved postharvest quality and antioxidant capacity of apricot (*Prunus armeniaca* L.) during storage at near freezing temperature [J]. Food Science, 2019, 40(3): 238-244
- [3] 白国荣,郭敏瑞,卢娣,等.冰温贮藏对新疆吊干杏保鲜效果的影响[J].食品科学,2019,40(13):260-266  
BAI Guo-rong, GUO Min-rui, LU Di, et al. Improved postharvest quality of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Diaogan) during storage at near-freezing temperature [J]. Food Science, 2019, 40(13): 260-266
- [4] 高雪,陈荣紫.水杨酸(SA)处理结合低温保鲜杨梅的研究[J].北方园艺,2018,6:102-105  
GAO Xue, CHEN Rong-zi. Preservation of *Myrica rubra* fruit by salicylic acid treatment and low temperature storage. [J]. Northern Horticulture, 2018, 6: 102-105
- [5] Park S W, Kaimoyo E, Kumar D, et al. Methyl salicylate is a critical mobile signal for plant systemic acquired resistance [J]. Science, 2007, 318(5847): 113-116
- [6] 徐聪.水杨酸对果蔬采后贮藏保鲜和系统获得性抗性的影响[J].食品工业科技,2011,32(9):450-453  
XU Cong, Effect of salicylic acid on fresh storage and systemic acquired resistance of postharvest fruits and vegetables. science and technology of food industry [J]. Science and Technology of Food Industry, 2011, 32(9): 450-453
- [7] Supapvanich S, Promyoo S. Hot water incorporated with salicylic acid dips maintaining physicochemical quality of 'Holland' papaya fruit stored at room temperature [J]. Emi-rathes Journal of Food and Agriculture, 2017, 29(1): 18-24
- [8] Cao S F, Hu Z C, Zheng Y H, et al. Synergistic effect of heat treatment and salicylic acid on alleviating internal browning in cold-stored peach fruit [J]. Postharvest Biology and Technology, 2010, 58(2): 93-97
- [9] 张鸿凯,王晓燕,邓汝松.戊二醛雾化熏蒸法对医疗器械的灭菌效果观察[J].公共卫生与预防医学,2015,26(3):107-109  
ZHANG Hong-kai, WANG Xiao-yan, DENG Shu-song. Observation on sterilization effect of glutaraldehyde atomization fumigation method on medical instruments [J]. Journal of Public Health and Preventive Medicine, 2015, 26(3): 107-109
- [10] 王振萍,黄文华,王平.过氧乙酸超声雾化熏蒸对临床单位终末消毒的研究[J].护理学杂志,2010,25(13):51-52  
WANG Zhen-ping, HUANG Wen-hua, WANG Ping. Terminal disinfection of bed units by peroxyacetic acid fumigation using an ultrasonic nebulizer [J]. Journal of Nursing Science, 2010, 25(13): 51-52

- [11] 任俊洁,赵喜亭.水杨酸类物质在果实贮藏保鲜上的研究进展[J].保鲜与加工,2018,18(1):125-128,133  
REN Jun-jie, ZHAO Xi-ting. Research progress of fruit storage with salicylic acids [J]. Preservation and Processing, 2018, 18(1): 125-128, 133
- [12] 张政,王倩,吴斌,等.一氧化氮间歇熏蒸对木纳格葡萄贮藏品质的影响[J].食品科技,2016,8:28-33  
ZHANG Zheng, WANG Qian, WU Bin, et al. Effect of nitric oxide intermittent fumigation on quality of 'Munage' table grapes during storage [J]. Food Science and Technology, 2016, 8: 28-33
- [13] 王英,朱璇,董远德,等.运输过程中不同包装方式对杏贮藏品质的影响[J].农业工程,2013,3(4):61-63,66  
WANG Ying, ZHU Xuan, DONG Yuan-de, et al. Effect of different packing on storage quality of apricot in transportation [J]. Agricultural Engineering, 2013, 3(4): 61-63, 66
- [14] 唐怡,杨红,李文婷,等.1-MCP 对木纳格葡萄的保鲜效果[J].食品工业科技,2018,39(5):301-306  
TANG Yi, YANG Hong, LI Wen-ting, et al. The preservation effect of 1-MCP on Munage grape fruit [J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(5): 301-306
- [15] 曹建康.果蔬采后生理生化实验指导[M].中国轻工业出版社,2013  
CAO Jian-kang. Experimental Guidance on Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2013
- [16] Ma L, Cao J, Xu L, et al. Effects of 1-methylcyclopropene in combination with chitosan oligosaccharides on post-harvest quality of aprium fruits [J]. Scientia Horticulturae, 2014, 179: 301-305
- [17] Ran Zhou, Yunfei Li, Liping Yan, et al. Effect of edible coatings on enzymes, cell-membrane integrity, and cell-wall constituents in relation to brittleness and firmness of Huanghua pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai, cv. Huanghua) during storage [J]. Food Chemistry, 2010, 124: 569-575
- [18] 班兆军,张晶琳,刘海东,等.1-MCP 结合硅窗 MAP 对新疆毛杏贮藏品质的影响[J].保鲜与加工,2018,18(3):1-7,14  
BAN Zhao-jun, ZHANG Jing-lin, LIU Hai-dong, et al. Effects of 1-MCP and MAP with silicone rubber film window on storage quality of Xinjiang apricot [J]. Storage and Process, 2018, 18(3): 1-7, 14
- [19] 马琳,张雄峰,许丽敏,等.不同贮藏温度对杏梅贮藏品质的影响[J].食品工业科技,2015,36(21):337-340  
MA Lin, ZHANG Xiong-feng, XU Li-min, et al. Effects of storage temperature on post-harvest quality of *Prunus armeniaca* L fruit during storage [J]. Science and Technology of Food Industry, 2015, 36(21): 337-340
- [20] 郭科燕,左宝莉,贾盼盼,等.水杨酸处理对杏果实贮藏品质的影响[J].食品工业科技,2012,33(15):335-337  
GUO Ke-yan, ZUO Bao-li, JIA Pan-pan. Advances in the study of the effect of salicylic acid treatment on storage quality of apricot fruits [J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(15): 335-337
- [21] 朱赛赛,张敏.温度激化处理对采后果蔬贮藏品质影响的研究进展[J].食品科学,2016,37(5):230-238  
ZHU Sai-sai, ZHANG Min. Advances in the study of the effect of temperature shock treatments on storage quality of postharvest fruits and vegetables [J]. Food Science, 2016, 37(5): 230-238
- [22] Bureau S, Renard C M G C, Reich M, et al. Change in anthocyanin concentrations in red apricot fruits during ripening [J]. LWT-Food Science and Technology, 2009, 42(1): 372-377
- [23] Wu B, Guo Q, Wang G X, et al. Effects of different postharvest treatments on the physiology and quality of 'Xiaobai' apricots at room temperature [J]. Journal of Food Science and Technology, 2015, 52(4): 2247-2255
- [24] 王军节,毕阳,范存斐,等.采后水杨酸处理对早酥梨果实色泽和质地的影响[J].现代食品科技,2010,26(10):1047-1051  
WANG Jun-jie, BI Yang, FAN Cun-fei, et al. Effect of postharvest salicylic acid treatment on color and texture of pear fruit [J]. Modern Food Science and Technology, 2010, 26(10): 1047-1051
- [25] 王云香,顾思彤,左进华,等.水杨酸处理对西葫芦采后品质和抗氧化能力的影响[J].食品工业科技,2018,39(19):286-290,308  
WANG Yun-xiang, GU Si-tong, ZUO Jin-hua, et al. Effect of salicylic acid treatment on postharvest quality and antioxidant capacity of summer squash [J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(19): 286-290, 308
- [26] 付云云,蒋成,闫小倩,等.水杨酸处理对仔姜保鲜效果的影响[J].食品与机械,2019,35(4):157-162  
FU Yun-yun, JIANG Cheng, YAN Xiao-qian, et al. Effect of salicylic acid treatment on fresh-keeping of baby gingers [J]. Food and Machinery, 2019, 35(4): 157-162

(下转第 168 页)