

# 1-MCP 结合自发气调袋对百香果采后贮藏品质的影响

吉宁<sup>1</sup>, 刘仁婵<sup>1</sup>, 张妮<sup>1</sup>, 徐锦洋<sup>1</sup>, 张丽敏<sup>2</sup>, 王瑞<sup>1\*</sup>

(1. 贵阳学院 食品科学与工程学院, 贵阳 550005;

2. 贵州省科学院山地资源研究所, 贵阳 550001)

**摘要:** **目的** 为了延长百香果的贮藏期, 研究不同处理方法对百香果采后保鲜的效果。**方法** 采用“台农 1 号”百香果为实验材料, 经 1-MCP 熏蒸处理后装入膜厚为 30  $\mu\text{m}$  的 PE30 袋中, 于温度为  $(8\pm 0.3)$   $^{\circ}\text{C}$  的环境下贮藏 50 d。**结果** 贮藏到 50 d 时, 未经任何处理的果实坏果率为 45.13%, 而两者结合贮藏的坏果率仅为 19.18%, 说明结合处理在延长果实的贮藏期方面有较好效果。此外, 使用 PE30 包装能有效延缓百香果的质量下降和呼吸上升, 并延缓果实游离氨基酸和多酚含量的下降。**结论** 1-MCP 熏蒸处理结合 PE30 袋包装能有效地延长百香果的采后贮藏期, 其中 PE30 包装起主导作用。

**关键词:** 百香果; 1-MCP; 自发气调袋; 贮藏品质

中图分类号: S609<sup>+</sup>.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2023)17-0018-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.17.003

## Effect of 1-MCP Combined with Spontaneous Modified Atmosphere Bag on Postharvest Storage Quality of Passion Fruit

Ji Ning<sup>1</sup>, Liu Ren-chan<sup>1</sup>, Zhang Ni<sup>1</sup>, Xu Jin-yang<sup>1</sup>, Zhang Li-min<sup>2</sup>, Wang Rui<sup>1\*</sup>

(1. College of Food Science and Engineering, Guiyang University, Guiyang 550005, China;

2. Institute of Mountain Resources, Guizhou Academy of Sciences, Guiyang 550001, China)

**ABSTRACT:** The work aims to study the effect of different treatment methods on postharvest storage quality of passion fruit, so as to prolong the storage period of passion fruit. "Tainong No. 1" passion fruit was used as the experiment material and then subject to fumigation by 1-MCP and subsequently packed in PE30 bag with a film thickness of 30  $\mu\text{m}$ . The packed fruit was stored at  $8\pm 0.3$   $^{\circ}\text{C}$  for 50 days. On the 50<sup>th</sup> day, it was observed that the failure rate of untreated fruit was 45.13%, whereas the combined treatment resulted in a significantly lower failure rate of only 19.18%. These findings indicated that the combined treatment effectively prolonged the storage period of passion fruit. Furthermore, the utilization of PE30 packaging demonstrated its efficacy in delaying weight loss, respiration increase, as well as the decline of free amino acid and polyphenol content of the fruit. The combination of 1-MCP fumigation and PE30 packaging bag can effectively extend the postharvest storage period of passion fruit, in which PE30 packaging plays a crucial role.

**KEY WORDS:** passion fruit; 1-MCP; spontaneous modified atmosphere bag; storage quality

百香果 (Passiflora Edulia Sims) 为藤本植物, 西番莲科西番莲属<sup>[1-2]</sup>。百香果具有多种功效, 包括预

防癌症、抗氧化、保护肝肾等<sup>[3-6]</sup>, 它不仅营养丰富, 而且独特的风味深受广大消费者喜爱<sup>[7-8]</sup>。百香果在

收稿日期: 2022-12-14

基金项目: 贵州省科技计划项目(黔科中引地(2020)4018号); 贵州省 2019 年大学生创新创业训练计划重点项目(20195200359); 贵阳学院博士启动基金(GYU-KY-[2023])

我国西南地区广泛种植<sup>[9]</sup>, 贵州省百香果的种植面积正逐年增加, 目前的种植面积已排在全国第三<sup>[10]</sup>。由于贵州独特的气候和地貌, 种植的百香果采摘期主要集中在每年的 8~11 月<sup>[11-12]</sup>, 此时正值高温、高湿天气, 常常导致百香果采摘后失水、腐烂、果瓢干瘪等现象<sup>[13]</sup>, 直接影响百香果的后续销售品质, 因此, 对百香果进行采后贮藏保鲜研究有助于为百香果产业的发展奠定理论基础。

目前, 百香果采后主要采用低温环境进行贮藏<sup>[14-15]</sup>, 并采取多种处理方式, 包括涂膜<sup>[16-18]</sup>、自发气调包装<sup>[19-20]</sup>、1-甲基环丙烯(1-Methylcyclopropene, 1-MCP)熏蒸<sup>[21-22]</sup>以及保鲜剂处理<sup>[23-24]</sup>等方法。但目前的采后保鲜方式, 均存在一定的不足之处。一方面, 涂膜处理的工作量大, 大规模实施效率较低, 1-MCP 熏蒸后, 果实在贮藏过程中仍然会发生大量失水, 这一现象目前无法避免; 另一方面, 尽管自发气调包装可以在一定程度上抑制果实的衰老, 但其效果有限, 无法实现长时间贮藏; 而试剂浸泡后会增加果面的水分, 将果面水分沥干需花费大量的时间和成本。

本文在前期的研究基础上<sup>[20]</sup>, 通过文献报道的最佳保鲜方式<sup>[20-22]</sup>, 采用 1 μL/L 的 1-MCP 熏蒸后, 入库包装使用 PE30 袋, 并贮藏于 8 °C 的环境中<sup>[14-15]</sup>。探索 2 种方式结合 (1-MCP、PE30 袋) 能否提升百香果采后的贮藏时间。

## 1 实验

### 1.1 材料与仪器设备

主要材料: “台农 1 号”, 采摘时间为 2021 年 11 月 12 日上午 8 点至 11 点, 采摘地点为贵州省黔南布依族苗族自治州平塘县克度镇光明村的“贵州省山地资源研究所特色藤本植物产学研基地”。采摘后, 选择无病虫害、成熟度相似、无机械伤的果实, 运输时间在 3 h 内。使用的包装材料材质为聚乙烯, 膜厚为 30 μm、尺寸为 60 cm×60 cm、氧气渗透系数为 4 967 mL/(m<sup>2</sup>·d)、二氧化碳渗透系数为 16 267 mL/(m<sup>2</sup>·d)、透湿率为 3.69 g/(m<sup>2</sup>·d), 该材料由国家农产品保鲜工程技术研究中心提供。主要实验试剂均为分析纯, 购自国药集团化学试剂有限公司。

实验仪器: 国家农产品保鲜工程技术研究中心监制的保鲜库, 控温范围为-0.3~0.3 °C、控湿≥85%; 日本 Shimadzu 公司的分光光度计, 型号为 UV-2550; 丹麦 PBI Dansensor 公司的残氧仪, 型号为 CheckPointII; 英国 Stable Micro Systems 公司的质构仪, 型号为 TA.XT.Plus; 上海精密科学仪器有限公司的自动电位滴定仪, 型号为 ZDJ-4A; 日本 ATAGO 公司出产的数显折射计, 型号为 PAL-1。

## 1.2 方法

### 1.2.1 材料处理方法

采用厚度为 40 μm 的聚乙烯膜, 制作 4 个体积为 1 m<sup>3</sup> 的熏蒸棚, 然后将运回的百香果随机分成 4 组转入熏蒸棚内, 将 1 μL/L<sup>[21-22]</sup>的 1-MCP 迅速放入熏蒸棚后密封; 2 组熏蒸, 2 组不熏蒸, 并于 2 h 后取出。未熏蒸的 2 组果实, 一组直接放入保鲜库作为对照组 (使用字母 N 表示此组), 另一组放入 PE30 袋<sup>[20]</sup>后放入保鲜库 (使用字母 P 表示此组)。随后, 将熏蒸的果实一组直接放入保鲜库 (1-MCP 处理, 使用字母 M 表示此组), 另一组放入 PE30 袋内 (1-MCP 处理+PE30 袋包装, 使用字母 MP 表示此组), 保鲜库温度设置为 (8.0±0.3) °C<sup>[14-15]</sup>, 待全部处理均入库后, 预冷 24 h, 并将入袋的果实袋口扎紧。每组 15 袋, 每袋 (5±0.5) kg, 每 10 d 出库一次检测相关指标, 总贮藏 50 d。

### 1.2.2 指标测定方法

#### 1.2.2.1 坏果率

将果皮有腐烂、病斑的果实定义为坏果, 计算式如下:

$$B = \frac{G_1}{G_2} \times 100\%$$

式中:  $B$  为坏果率;  $G_1$  为每平行坏果数;  $G_2$  为每平行总果数。

#### 1.2.2.2 呼吸强度

每袋取出 1 kg 百香果放入密闭容器中, 2 h 后测定容器内二氧化碳含量。

#### 1.2.2.3 质量损失率

根据以下公式计算质量损失率:

$$L = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

式中:  $L$  为质量损失率;  $m_1$  为贮藏前每平行果实总质量;  $m_2$  为出库时每平行果实总质量。

#### 1.2.2.4 可溶性固形物和可滴定酸含量测定

每袋随机选取 10 个百香果的果瓢, 离心后取上清液, 测定可溶性固形物 (Total Soluble Solid, TSS) 和可滴定酸 (Titratable Acidity, TA) 的含量。

#### 1.2.2.5 维生素 C 含量

根据 GB 5009.86—2016 中的显色法测定维生素 C ( $V_C$ ) 含量。

#### 1.2.2.7 多酚含量

参照文献<sup>[25]</sup>报道的方法测定多酚含量。

#### 1.2.2.8 可溶性蛋白和游离氨基酸含量

根据曹健康等<sup>[26]</sup>报道的方法测定可溶性蛋白 (Soluble Protein, SP) 和游离氨基酸 (Free Form Amino Acid, FFAA) 的含量

## 1.3 数据统计分析

测定结果以平均值±标准偏差表示。作图软件为

OriginLab 2018, 显著性分析软件为 SPSS 19.0,  $P < 0.05$  代表差异显著,  $P > 0.05$  代表差异不显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 百香果贮藏期间坏果率的变化

果实的坏果率可以反映其在贮藏期间的品质变化。根据图 1 可以看到各组的坏果率呈逐渐增加的趋势。与 N 组和 M 组相比, P 组的坏果率较低 ( $P < 0.05$ )。此外, 在贮藏 10 d 后, MP 组的坏果率显著低于其他组的 ( $P < 0.05$ )。因此, 可以得出结论, 1-MCP 结合 PE30 袋处理的效果优于单独处理的效果。当贮藏时间达到 50 d 时, N 组的坏果率高达 45.13%, 已经达到了无法继续销售的程度, 失去了商品价值, 但 MP 组的坏果率仅为 19.18%, 表明 1-MCP 处理能够延缓百香果的腐烂, 与之前的研究结果相似<sup>[27]</sup>。

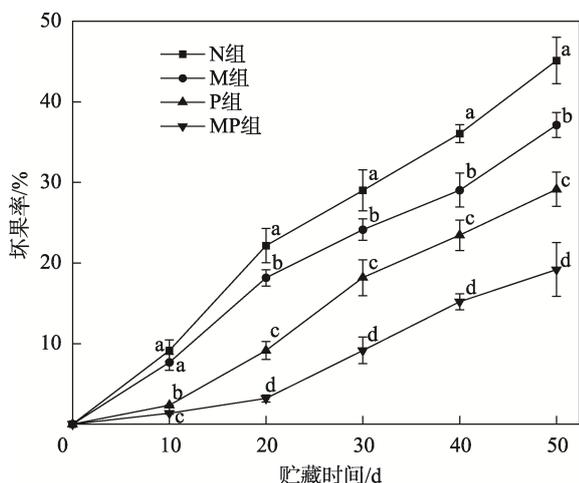


图 1 百香果贮藏期间坏果率的变化  
Fig.1 Changes in failure rate during storage of passion fruit

### 2.2 百香果贮藏期间呼吸强度的变化

呼吸强度可以间接反映各处理果实的衰老程度。根据图 2 可以看到在贮藏期前 30 d, 各组果实的呼吸强度呈逐渐增加的趋势, 但 M 组和 MP 组对果实的呼吸强度具有一定的抑制效果, 而 P 组的呼吸强度显著低于 M 组的, 因此 PE30 袋处理效果优于 1-MCP 处理效果。MP 组的呼吸强度显著低于 P 组的 ( $P < 0.05$ ), 结合处理效果更佳。在贮藏 30 d 后, 各组果实的呼吸强度开始下降, 而 P 组和 MP 组的呼吸强度明显低于 M 组和 N 组的。因此, 1-MCP 与 PE 袋均能降低百香果的呼吸高峰<sup>[20, 22]</sup>, 且两者的结合处理能加强这种效果。

### 2.3 百香果贮藏期间质量损失率的变化

质量损失率能反映果实贮藏期间呼吸和代谢作

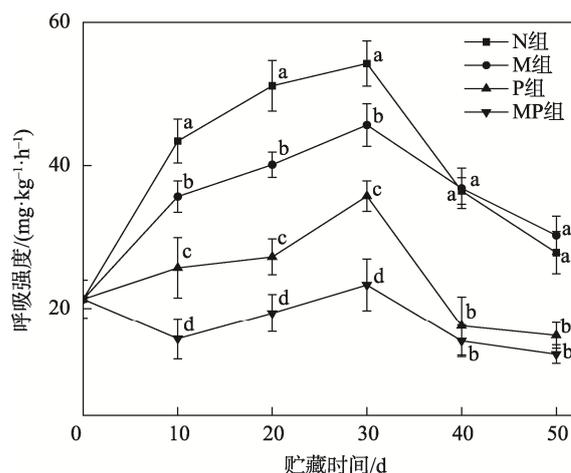


图 2 百香果贮藏期间呼吸强度的变化  
Fig.2 Changes in respiratory intensity during storage of passion fruit

用导致的水分和物质损失情况。根据图 3。可以看到各组的质量损失率呈逐渐增加的趋势。与此同时, N 组和 M 组的质量损失率相对较高, 这表明使用 PE30 袋能够有效地降低果实的质量损失率。40 d 时, N 组与 M 组的质量损失率无差异, 说明 1-MCP 能延缓果实的质量损失率。50 d 后, N 组质量损失率几乎是 MP 组的 3 倍, 表明 1-MCP 结合 PE30 袋能加强延缓效果。1-MCP 处理能延缓果实的质量损失率, 该结果与前期研究结果<sup>[21, 27]</sup>有相似之处。

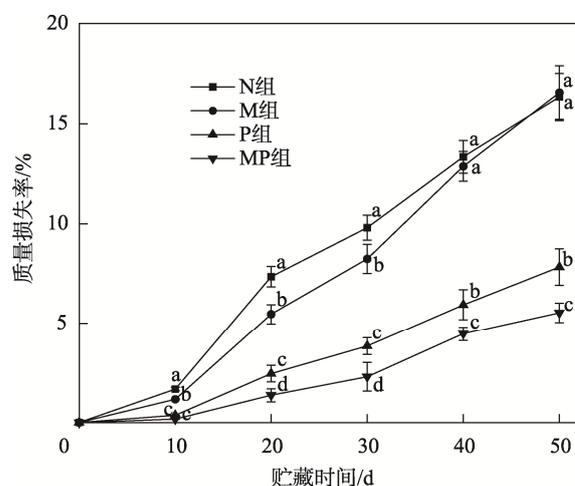


图 3 百香果贮藏期间质量损失率的变化  
Fig.3 Changes in weight loss rate during storage of passion fruit

### 2.4 百香果贮藏期间 TSS 含量的变化

TSS 能直接反映果实的贮藏口感。由图 4 可知, 随着贮藏期加长, 各组的 TSS 含量与 0 d 时的含量相比均有所下降。贮藏第 20 天, P 组的 TSS 含量显著高于 N 组的 ( $P < 0.05$ ); 贮藏第 40 天时, N 组的 TSS 处于最低水平; 贮藏第 50 天, N 组的 TSS 低于 P 组及 MP 组的。因此, 1-MCP 和 PE30 袋的处理, 无论

单独还是结合使用, 都对果实的 TSS 影响较小。然而, 在贮藏末期, 未经任何处理的 N 组的可溶性固形物含量仍然呈现较快的下降趋势。这一结果与前期研究结果<sup>[20, 27]</sup>有相似的变化趋势。

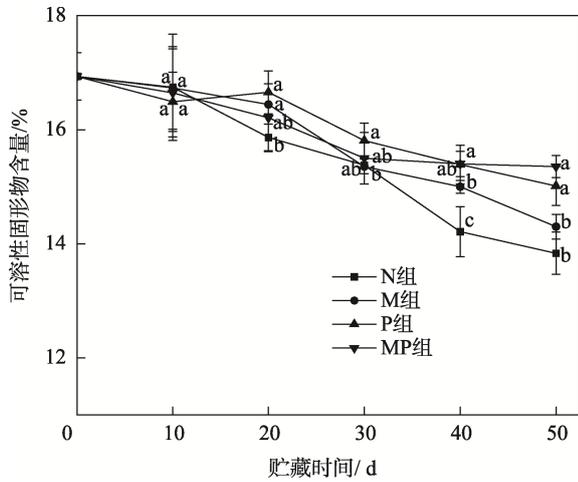


图 4 百香果贮藏期间 TSS 含量的变化  
Fig.4 Changes in TSS content during storage of passion fruit

### 2.5 百香果贮藏期间 TA 含量的变化

百香果的可滴定酸含量能够反映其独特的口感和风味。根据图 5 的结果, 可以看到除了 N 组之外, 其他处理组的 TA 下降平缓。第 10 天时, N 组 TA 含量急剧下降, 且贮藏后期都维持在较稳定水平。推测可能是由于未经处理的果实在离开藤蔓后, 迅速将 TA 消耗到一定的程度, 并建立一种代谢平衡, 使百香果果实在贮藏 10 d 以后, 机体内不再消耗可滴定酸<sup>[21]</sup>。30 d 后 M 组、P 组和 MP 组 3 组之间差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 说明 1-MCP 处理及 PE30 袋包装均能延缓 TA 含量下降, 而两者结合使用, 并没有表现出对这种效果的明显加强。

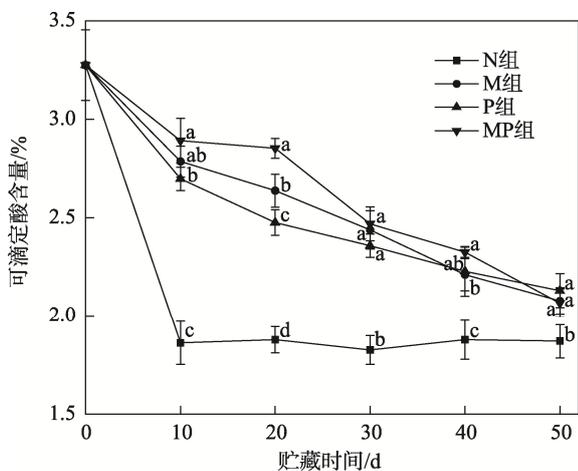


图 5 百香果贮藏期间 TA 含量的变化  
Fig.5 Changes in TA content during storage of passion fruit

### 2.6 百香果贮藏期间 Vc 含量的变化

Vc 含量能够反映果实在贮藏期间的品质变化。根据图 6 的结果, 可以看到在贮藏前 20 d, 各组的 Vc 含量没有显著差异 ( $P > 0.05$ )。然而, 贮藏到第 30 d 时, P 组和 MP 组的 Vc 含量均显著高于 N 组和 M 组的 ( $P < 0.05$ )。说明使用 PE30 袋包装能够更好地维持果实中的 Vc 含量。40 d 和 50 d 时, MP 组的 Vc 含量显著高于其余各组的 ( $P < 0.05$ ), 表明 1-MCP 结合 PE30 袋能有效延缓果实 Vc 含量的下降, 该结果与前期研究结果<sup>[27]</sup>相似。

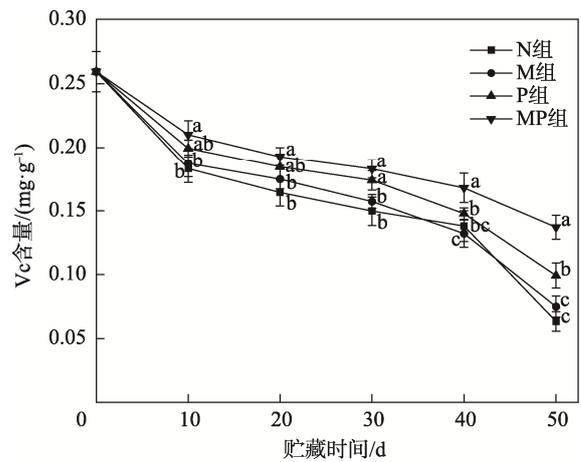


图 6 百香果贮藏期间 Vc 含量的变化  
Fig.6 Changes in Vc content during storage of passion fruit

### 2.7 百香果贮藏期间多酚含量的变化

根据图 7 的结果, 可以看到在贮藏前 10 d, 各组果实的多酚含量略微上升, 其中 N 组的上升幅度最小。然而, 经过 10 d 的贮藏后, MP 组始终保持着最高的多酚含量, 其次是 P 组。这表明使用 PE30 袋包装能够有效延缓果实多酚含量的下降。与此不同的是, N 组和 M

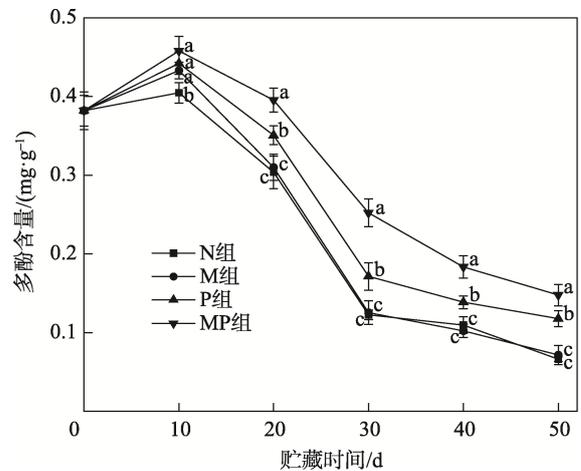


图 7 百香果贮藏期间多酚含量的变化  
Fig.7 Changes in polyphenol content during storage of passion fruit

组的变化趋势表明,仅进行 1-MCP 单独处理无法有效延缓多酚含量的下降。这一结果与前期研究结果<sup>[20]</sup>相似。

## 2.8 百香果贮藏期间 SP 含量的变化

可溶性蛋白能反映果实贮藏期间的后熟进程<sup>[28-30]</sup>。根据图 8 的结果可以看到,随着贮藏时间的增加,各组的 SP 含量均逐渐减少,在第 10 天时,各组的 SP 含量没有显著差异 ( $P > 0.05$ )。10 d 后,各组 SP 含量下降速度变缓,但 MP 组始终最高 ( $P < 0.05$ ),表明结合处理能加强延缓 SP 下降的效果。

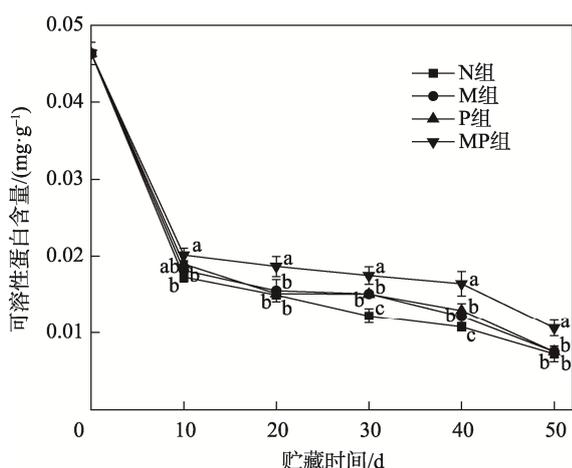


图 8 百香果贮藏期间 SP 含量的变化  
Fig.8 Changes in SP content during storage of passion fruit

## 2.9 百香果贮藏期间 FFAA 含量的变化

百香果中丰富的游离氨基酸<sup>[31]</sup>能体现果实贮藏期间品质和风味的变化<sup>[32]</sup>。根据图 9 的结果可以看到,各组的 FFAA 含量呈逐渐下降的趋势。10 d 时, N 组的含量低于 MP 组的; 20~40 d 时, MP 组的 FFAA 均高于其余各组的。由此表明,结合处理的效果好于单独处理的效果。文中的结果与前人的研究结果<sup>[20]</sup>具有相似性。

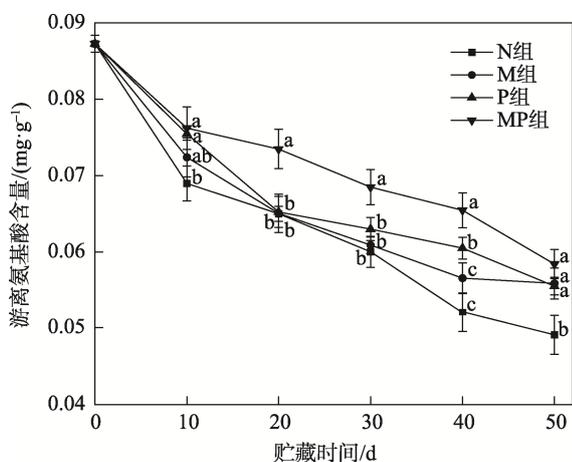


图 9 百香果贮藏期间 FFAA 含量的变化  
Fig.9 Changes in FFAA content during storage of passion fruit

## 3 结语

采后百香果由于失水而导致果皮褶皱和果瓢的生理特性发生变化。因此,本研究使用 PE30 袋结合 1-MCP 对采后百香果进行处理,能抑制果实贮藏期间的呼吸高峰,并保持果实的原有风味。通过联合处理后的百香果,贮藏早期多酚含量增加, V<sub>C</sub> 含量能保持较高水平,能够增强果实在贮藏期间的抗逆性和抗病性,从而延缓果实的衰老过程;游离氨基酸和可滴定酸含量下降速度的减缓,能最大程度维持其原有风味。通过对比坏果率、呼吸强度、质量损失率、TSS 和 TA 等生理指标发现,无论是单独使用 1-MCP 处理,还是 PE30 袋单独包装,均能在贮藏期间有效保持果实品质。若同时使用 1-MCP 结合 PE30 袋包装,其保鲜效果将得到加强。

### 参考文献:

- [1] 陈媚, 刘迪发, 徐丽, 等. 西番莲研究进展[J]. 中国南方果树, 2020, 49(6): 182-190.  
CHEN Mei, LIU Di-fa, XU Li, et al. Research Progress of Passion Fruit[J]. South China Fruits, 2020, 49(6): 182-190.
- [2] 罗振宇, 陈晓婷, 李雨函, 等. 采后黄金百香果失水规律及其与品质劣变的关系[J]. 食品工业科技, 2023, 44(1): 369-377.  
LUO Zhen-yu, CHEN Xiao-ting, LI Yu-han, et al. Post-harvest Water Loss Pattern of Golden Passion Fruit and Its Relationship with Quality Deterioration[J]. Science and Technology of Food Industry, 2023, 44(1): 369-377.
- [3] KIDO L A, HAHM E R, KIM S H, et al. Prevention of Prostate Cancer in Transgenic Adenocarcinoma of the Mouse Prostate Mice by Yellow Passion Fruit Extract and Antiproliferative Effects of Its Bioactive Compound Piceatannol[J]. Journal of Cancer Prevention, 2020, 25(2): 87-99.
- [4] VUOLO M M, LIMA G C, BATISTA Â G, et al. Passion Fruit Peel Intake Decreases Inflammatory Response and Reverts Lipid Peroxidation and Adiposity in Diet-Induced Obese Rats[J]. Nutrition Research (New York, N Y), 2020, 76: 106-117.
- [5] REIS L, FACCO E, SALVADOR M, et al. Antioxidant Potential and Physicochemical Characterization of Yellow, Purple and Orange Passion Fruit[J]. Journal of Food Science and Technology -Mysore-, 2018, 55(4): 2679-2691.
- [6] NERDY N, RITARWAN K. Hepatoprotective Activity and Nephroprotective Activity of Peel Extract from

- Three Varieties of the Passion Fruit (*Passiflora Sp.*) in the Albino Rat[J]. Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences, 2019, 7(4): 536-542.
- [7] 罗文珊, 吴佩佩, 谭强, 等. 百香果深加工技术研究进展[J]. 农产品加工, 2018(7): 69-74.  
LUO Wen-shan, WU Pei-pei, TAN Qiang, et al. Research Progress on Deep Processing Technology of Passion Fruit[J]. Farm Products Processing, 2018(7): 69-74.
- [8] PORTO-FIGUEIRA P, FREITAS A, CRUZ C J, et al. Profiling of Passion Fruit Volatiles: An Effective Tool to Discriminate between Species and Varieties[J]. Food Research International, 2015, 77: 408-418.
- [9] 霍丹群, 蒋兰, 马璐璐, 等. 百香果功能研究及其开发进展[J]. 食品工业科技, 2012, 33(19): 391-395.  
HUO Dan-qun, JIANG Lan, MA Lu-lu, et al. Function of Passiflor and Its Comprehensive Processing Utility[J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(19): 391-395.
- [10] 林海波, 靳志飞, 杨喜翠, 等. 贵州百香果产业发展现状及对策建议[J]. 耕作与栽培, 2020, 40(6): 77-78.  
LIN Hai-bo, JIN Zhi-fei, YANG Xi-cui, et al. The Current Situation and Countermeasures of the Development of *Passiflora Edulia Sims* Industry in Guizhou[J]. Tillage and Cultivation, 2020, 40(6): 77-78.
- [11] 李仕品, 陈楠, 韩秀梅, 等. 贵州山地百香果栽培技术[J]. 农技服务, 2019, 36(8): 50-52.  
LI Shi-pin, CHEN Nan, HAN Xiu-mei, et al. Cultivation Techniques of Passion Fruit in Guizhou Mountainous Area[J]. Agricultural Technology Service, 2019, 36(8): 50-52.
- [12] 吕思思, 龙秀琴, 赵卫权, 等. 贵州省百香果种植适宜性评价[J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(2): 120-126.  
LYU Si-si, LONG Xiu-qin, ZHAO Wei-quan, et al. planting-Suitability Assessment of Passionfruit in Guizhou Province[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2021, 42(2): 120-126.
- [13] 乔沛, 殷菲彤, 李静, 等. 百香果采后贮藏保鲜研究进展[J]. 保鲜与加工, 2020, 20(4): 220-225.  
QIAO Pei, YIN Fei-long, LI Jing, et al. Advances on Postharvest Storage and Preservation of Passion Fruit[J]. Storage and Process, 2020, 20(4): 220-225.
- [14] 巴良杰, 张丽敏, 蔡国俊, 等. 低温对西番莲采后贮藏品质的影响[J]. 包装工程, 2021, 42(15): 49-55.  
BA Liang-jie, ZHANG Li-min, CAI Guo-jun, et al. Effects of Low-Temperature on Storage Quality of Passion Fruit[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(15): 49-55.
- [15] 寸待泽, 杜玉霞, 李丹萍, 等. 贮藏温度对成熟百香果贮藏品质的影响[J]. 中国农学通报, 2022, 38(24): 38-44.  
CUN Dai-ze, DU Yu-xia, LI Dan-ping, et al. Storage Temperature of Mature Passion Fruit: Effect on Storage Quality[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2022, 38(24): 38-44.
- [16] 帅良, 杨玉霞, 廖玲燕, 等. 海藻酸钠涂膜对百香果贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(13): 332-334.  
SHUAI Liang, YANG Yu-xia, LIAO Ling-yan, et al. Effects of Sodium Alginate Film on Quality of Post-harvest Storage in Passion Fruit[J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(13): 332-334.
- [17] 余森艳, 卢珍兰, 邓雅诗, 等. 复合涂膜对百香果常温贮藏品质的影响[J]. 食品科技, 2021, 46(2): 33-38.  
YU Sen-yan, LU Zhen-lan, DENG Ya-shi, et al. Effect of Compound Coating on Storage Quality of Passion Fruit at Room Temperature[J]. Food Science and Technology, 2021, 46(2): 33-38.
- [18] 李结瑶, 罗文翰, 肖更生, 等. 丁香/香茅精油复合涂膜对百香果采后保鲜的研究[J]. 食品与发酵工业, 2023, 49(4): 59-67.  
LI Jie-yao, LUO Wen-han, XIAO Geng-sheng, et al. Study on Postharvest Preservation of Passion Fruit with Clove/Citronella Essential Oil Composite Coating[J]. Food and Fermentation Industries, 2023, 49(4): 59-67.
- [19] 陈美花, 熊拯, 庞庭才. 气调包装对百香果贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(20): 287-292.  
CHEN Mei-hua, XIONG Zheng, PANG Ting-cai. Effects of Modified Atmosphere Packaging on Quality of Passion Fruit during Storage[J]. Food Science, 2016, 37(20): 287-292.
- [20] 吉宁, 张丽敏, 彭熙, 等. 低温下不同自发气调袋对百香果贮藏品质的影响[J]. 包装工程, 2021, 42(23): 54-63.  
JI Ning, ZHANG Li-min, PENG Xi, et al. Effects of Different Spontaneous Modified Atmosphere Package Bags on Storage Quality of Passion Fruit at Low Temperature[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(23): 54-63.
- [21] 帅良, 廖玲燕, 罗焘, 等. 1-MCP 处理对百香果贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技, 2018, 39(15): 281-284.  
SHUAI Liang, LIAO Ling-yan, LUO Tao, et al. Effect of 1-MCP Treatment on Storage Quality of Passion Fruit[J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(15): 281-284.
- [22] 滕峥, 杨翠凤, 甘善萍, 等. 1-MCP 对采后西番莲贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技, 2018, 39(15): 281-284.

- 藏品质和生理的影响[J]. 中国南方果树, 2018, 47(4): 77-80.
- TENG Zheng, YANG Cui-feng, GAN Shan-ping, et al. Effects of 1-MCP on Storage Quality and Physiology of Postharvest Passion Fruit[J]. South China Fruits, 2018, 47(4): 77-80.
- [23] 李涵, 杨雪莲, 贾凯杰, 等. 褪黑素处理对百香果采后贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技, 2021, 42(20): 294-300.
- LI Han, YANG Xue-lian, JIA Kai-jie, et al. Effect of Melatonin Treatment on Storage Quality of Passion Fruit after Harvest[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(20): 294-300.
- [24] 杨雪莲, 李涵, 李斌奇, 等. 水杨酸处理对采后百香果品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2021, 47(17): 206-212.
- YANG Xue-lian, LI Han, LI Bin-qi, et al. Effect of Salicylic Acid Treatment on Quality of Postharvest Passion Fruit[J]. Food and Fermentation Industries, 2021, 47(17): 206-212.
- [25] MOYER R A, HUMMER K E, FINN C E, et al. Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity in Diverse Small Fruits: Vaccinium, Rubus, and Ribes[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50(3): 519-525.
- [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.
- CAO Jian-kang, JIANG Wei-bo, ZHAO Yu-mei. Guidance on Postharvest Physiological and Biochemical Experiments of Fruits and Vegetables[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2007.
- [27] 罗冬兰, 曹森, 瞿光凡, 等. 采前褪黑素和 1-MCP 处理对百香果采后贮藏品质的影响[J]. 中国果树, 2023(2): 42-47.
- LUO Dong-lan, CAO Sen, QU Guang-fan, et al. Effects of Pre-Harvest Melatonin and 1-MCP Treatment on Postharvest Storage Quality of Passion Fruit[J]. China Fruits, 2023(2): 42-47.
- [28] CASAJÚS V, REYES JARA A, GERGOFF G, et al. The Time of the Day to Harvest Affects the Degreening, Antioxidant Compounds, and Protein Content during Postharvest Storage of Broccoli[J]. Journal of Food Biochemistry, 2019, 43(7): 12904.
- [29] MATA MARTINEZ C, MAGPANTAY J, HERTOOG M, et al. Expression and Protein Levels of Ethylene Receptors, CTRs and EIN<sub>2</sub> during Tomato Fruit Ripening as Affected by 1-MCP[J]. Postharvest Biology and Technology, 2021, 179(80): 111573.
- [30] 刘文静, 潘葳, 吴建鸿. 5种百香果品系间氨基酸组成比较及评价分析[J]. 食品工业科技, 2019, 40(24): 237-241.
- LIU Wen-jing, PAN Wei, WU Jian-hong. Comparative Analysis and Evaluation of Amino Acids Composition among Five Passion Fruit Varieties[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(24): 237-241.
- [31] LI Dong, WANG Di, FANG Yi-da, et al. Involvement of Energy Metabolism and Amino Acid Metabolism in Quality Attributes of Postharvest Pleurotus Eryngii Treated with a Novel Phase Change Material[J]. Postharvest Biology and Technology, 2021: 111427.
- [32] 王博, 李霖昕, 李经纬, 等. 采后苯并噻重氮处理对‘玉金香’甜瓜氨基酸代谢酯类香气物质及其代谢机理的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(17): 212-220.
- WANG Bo, LI Ji-xin, LI Jing-wei, et al. Effect of Postharvest Benzothiadiazole Treatment on Aroma Esters Derived from Amino Acid Metabolism and Metabolic Mechanism in ‘Yujinxiang’ Melon[J]. Food Science, 2018, 39(17): 212-220.

责任编辑: 曾钰婵