

# 水蜜桃采后生理及保鲜技术研究进展

侯玉婷, 刘青, 施威, 危春红, 洪静华

(南京信息工程大学 语言文化学院, 江苏 南京 210044)

**摘要:**水蜜桃皮薄多汁, 不耐贮运, 其在贮藏及运输过程中极易发生软化、褐变、腐烂等现象, 极大妨碍了鲜食水果的发展。研究采后水蜜桃的生理生化规律和保鲜技术是保持水蜜桃因采后新鲜品质的关键因素。现从呼吸、乙烯、褐变、内含物等生理变化以及物理、化学、生物保鲜方法等方面入手, 综述了近年来国内外水蜜桃采后生理和保鲜技术研究进展, 总结了存在的问题, 展望了今后的研究方向, 以期水蜜桃的贮藏保鲜提供理论和实践指导。

**关键词:**水蜜桃; 采后生理; 贮藏保鲜; 研究进展

**中图分类号:**S 662.109<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)17-0183-05

水蜜桃(*Prunus persica*)因肉甜汁多、香气浓郁、营养物质丰富而深受人们的青睐。我国水蜜桃因采后贮运过程中腐烂、褐变等问题给水蜜桃产业的发展带来极大困难, 现有的保鲜技术已不能完全满足水蜜桃保鲜的需要, 因此, 对采后水蜜桃生理变化和保鲜技术的研究具有重大现实意义和商业价值。

## 1 水蜜桃采后生理生化变化

### 1.1 采后呼吸作用

水蜜桃是呼吸跃变型果实, 存在后熟过程。在贮藏期间先出现 1 次乙烯释放高峰而后出现 2 次呼吸高峰, 呼吸高峰最高值可达 35~50 CO<sub>2</sub> mg · kg<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup>。第 1 次呼吸高峰过后, 果实开始软化, 第 2 次呼吸高峰过后果实逐渐褐变、腐烂。另外, 同一果实的不同部位呼吸强度有所不同, 果皮是果肉的 4 倍。水蜜桃采摘后, 呼吸作用明显加强, 失去外界养分供应, 果实中储存的有机物质逐渐被消耗, 导致果实不断衰老。水蜜桃果实呼吸强度与其组织中营养成分的消耗速率呈正相关关系, 温度是影响果实呼吸强度最重要的因素之一, 控制温度可延缓果实衰老, 延长保质期<sup>[1]</sup>。

### 1.2 乙烯作用

水蜜桃果实发生呼吸跃变前乙烯释放量迅速上升,

引起呼吸跃变<sup>[2]</sup>。贮藏期间乙烯的持续释放会破坏细胞膜的完整性, 从而使果实软化。采摘后 3~4 d 出现乙烯跃变峰, 不同品种的水蜜桃乙烯释放速率不同, 但差异不是很显著, 晚熟果实乙烯合成所需时间较长, 跃变期间产生乙烯较少, 故晚熟品种较耐贮藏。未经保鲜处理的水蜜桃果实平均乙烯释放量为 50~100 CO<sub>2</sub> mg · kg<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup>。周涛等<sup>[3]</sup>研究表明, 水蜜桃的乙烯释放量与保鲜效果之间存在一定关系, 乙烯释放量越低呼吸高峰出现越晚, 并且热处理可以推迟水蜜桃果实乙烯释放高峰的出现, 降低乙烯峰值。

### 1.3 酶的作用

酶活性的异常变化将导致水蜜桃产生褐变现象<sup>[4]</sup>。多酚氧化酶(PPO)是发生酶促褐变的关键酶, 当细胞组织被破坏后, 氧气侵入, 果实内的酚类物质氧化为醌, 醌聚合为褐色素而引起组织褐变; 果实中 PPO 越活跃、酚类物质含量越高, 则褐变过程越激烈。果实中的有机酸和维生素 C 与 PPO 活性呈正相关关系, 有机酸和维生素 C 含量的增加加速酚类物质氧化为醌, 从而加速果实褐变<sup>[5]</sup>。果胶裂解酶(PL)、果胶酯酶(PE)、多聚半乳糖醛酸酶(PG)等果胶酶受低温影响催化果胶的代谢进而造成果实软化。超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)活性在贮藏期间逐渐下降导致自由基积累进而损害机体的组织和细胞, 引起衰老效应<sup>[6]</sup>。

### 1.4 内含物浓度变化

水蜜桃的营养成分主要包括维生素 C、矿物质、胡萝卜素等。贮藏过程中由于失去外界养分供应, 碳水化合物逐渐氧化分解, 淀粉的降解导致果实软化, 呼吸作用消耗了营养, 可溶性固形物、可滴定酸含量和维生素 C 含量均呈下降趋势, 加速了果实衰老。但淀粉降解为糖, 增加了可溶性固形物含量, 因而可溶性固形物含量

**第一作者简介:**侯玉婷(1990-), 女, 硕士研究生, 研究方向为水蜜桃保鲜技术。E-mail:1141951554@qq.com.

**责任作者:**施威(1976-), 男, 博士, 副教授, 硕士生导师, 现主要从事水蜜桃保鲜技术等研究工作。

**基金项目:**国家公益性行业科研专项资助项目(GYHY201306064); 国家社科基金后期资助项目(12FZW050); 江苏高校哲学社会科学研究基金资助项目(2014SJB071)。

**收稿日期:**2015-05-19

并非单一的上升或下降。刚成诚等<sup>[7]</sup>研究结果表明,水蜜桃果实经 15 d 贮藏,可溶性固形物含量比采收时下降了 46.2%,可溶性糖含量下降了 67.5%。由于可溶性糖下降的速度要快于可溶性固形物含量下降的速度,因此严重影响水蜜桃的风味。

## 2 水蜜桃采后贮藏保鲜方法

### 2.1 物理贮藏保鲜方法

2.1.1 低温保鲜 水蜜桃采摘时正值盛夏,呼吸强度随温度的升高而增强,因此,需要降低温度抑制果实上细菌的繁殖及相关酶的活性,减少呼吸消耗,从而达到保鲜果实的目的。低温贮藏时还要适当加入氧气以防其变为无氧呼吸耗氧变酸。赵心语等<sup>[8]</sup>在 1、4、7℃下对水蜜桃进行贮藏,发现适合“白花”水蜜桃的贮藏温度是 1℃,该温度对保持桃果实硬度、推迟呼吸高峰具有良好效果,可有效贮藏水蜜桃 30 d;但周慧娟等<sup>[9]</sup>研究发现 2℃是“大团蜜露”的最适贮藏温度;FERNANDEZ-TRUJILLO 等<sup>[10]</sup>研究表明 0℃下贮藏 2 周‘Sudanell’桃会出现果肉褐变。说明水蜜桃的最适贮藏温度和品种有关。冷激处理可迅速排出采后果实的田间热,达到减少营养成分散失和延缓果实软化的效果。但水蜜桃是冷敏性果实,低于 0℃贮藏会出现冷害。研究表明冷激时间适合控制在 10~30 min,时间过长影响果实风味。据王亦佳等<sup>[11]</sup>的研究可知,冷激 10 min 时水蜜桃呼吸强度和腐烂率明显降低;冷激 1 h 时呼吸强度高于对照组,腐烂率升高。这可能是冷激时间过长造成了果实冷害。低温保鲜具有最安全、效果好、可操作性强等优点,缺点是耗能大、不够低碳经济,且不适宜的温度很容易诱发软溶质水蜜桃的冷害,但对硬溶质水蜜桃几乎无影响<sup>[12]</sup>。应深入研究各品种桃果实的果肉本质和机理差异,从而得到各类品种的低温阈值,实现快捷的水蜜桃保鲜方法。

2.1.2 自发气调保鲜 自发气调包装是用保鲜膜包装水蜜桃,使果实表面的气体浓度维持在稳定的状态下,从而抑制果实的呼吸和乙烯释放,延长保质期的保鲜技术。蔡晓东等<sup>[13]</sup>的试验表明,自发气调可抑制各种酶的活性,从而抑制乙烯释放,处理组的水蜜桃在 40 d 时果肉硬度依旧保持较好。但自发气调在保持桃果实可溶性固形物含量方面无显著作用。安建申等<sup>[14]</sup>试验表明 O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 体积维持在 3%和 5%浓度下的气调保鲜效果最佳,可以较好的保持总糖含量,减少失重率。气调保鲜技术和其它保鲜技术共同使用能取得更好的保鲜效果。但要对不同品种的最佳工艺参数进行深入研究,否则难以达到保鲜效果。另外,气调保鲜还需相关技术的配套使用才能达到最佳效果,如采摘后的快速预冷、贮藏堆放技术、出入库的运输等,这也制约了该技术的进一步发展。

2.1.3 辐射保鲜 辐射保鲜是一种用高能射线杀灭果实中的病原微生物或抑制果实的生理过程,从而达到保鲜效果的技术。因其具有低能耗、无污染、不破坏营养成分等优点而被广泛使用。KIM 等<sup>[15]</sup>研究表明 0.5~2.0 kGy 的伽玛射线处理水蜜桃,可以杀灭水蜜桃表面的真菌。但是,辐照射线的强度过大会使桃子软化。金宇东等<sup>[16]</sup>研究发现低于 1 kGy 的辐照处理可杀灭大肠杆菌,延长果实保质期,而超过 1 kGy 辐照处理的水蜜桃会发生褐变,大剂量的辐照处理容易伤害桃果实的细胞,透性变大,导致酶与底物的区域性间隔被打破,从而引起褐变发生。KALINOV<sup>[17]</sup>用不同剂量的伽玛射线分别处理‘Halle’和‘ELberta’桃后发现 2.5、3.0 kGy 的伽玛射线处理可延迟桃果实腐烂,但商品价值感官品质大受影响。长期或大量的辐射会降低食品中的纤维素和芳香类物质的含量,影响营养价值。因此,对辐照射线类型的选择、辐照剂量及时间的确定以及相应保鲜机理仍需进行深入研究。

2.1.4 热处理保鲜 热处理是指用高于水蜜桃成熟时的温度对果实进行的一种采后处理技术,旨在减少果实病虫害率,延缓果实衰老。其保鲜机理是利用高温杀死病原菌,抑制乙烯生成和酶的活性,调节水蜜桃采后生理生化代谢过程以达到保鲜目的。刚成诚等<sup>[18]</sup>将“凤凰”水蜜桃置于 40℃的热空气处理 24 h,发现在维持可溶性糖含量、维持细胞膜完整性等方面效果显著。此外,热空气处理还可抑制乙烯形成酶(EFE)向乙烯转化的过程,从而推迟果实软化,延长保质期。吴剑等<sup>[19]</sup>利用热激-冷藏联合保鲜技术,对水蜜桃热激处理(61.5℃,13.9 min)后,4.2℃冷藏 3 周,腐烂率、感官品质、硬度等变化较小,商品价值依旧保持完好。FERNANDEZ-TRUJILLO 等<sup>[20]</sup>研究发现,间歇式升温可适当抑制冷害的发生。ARTES 等<sup>[21]</sup>试验发现对水蜜桃实行间歇式升温可延缓果实发绵现象,但未能延缓果实软化。周慧娟等<sup>[22]</sup>对水蜜桃进行程序升温 20 d 处理,结果表明程序升温可较好的维持八成熟果实的总糖和维生素 C 含量,保持果实原有风味。热处理操作简单,成本低廉,但只可作为辅助性的采后处理方式,且不适当的热处理会对水蜜桃的品质和风味造成影响,因此,对不同水蜜桃的不同品种的热处理方法、温度和时间配合等问题是今后研究的重点。

2.1.5 减压保鲜 桃果实在贮藏过程中多种酶的活性会持续下降,减压处理可抑制丙二醛(MDA)含量上升,降低过氧化氢含量并抑制超氧阴离子的产生,保持细胞完整性,延缓果实衰老。陈文烜等<sup>[23]</sup>研究发现减压 10±5 kPa 贮藏的水蜜桃果实三磷酸腺苷含量和能荷分别是常压贮藏的 2.84 倍和 1.61 倍,从而保证了果实能量供应,延长了果实贮藏期。杨曙光等<sup>[24]</sup>研究指出,水

蜜桃置于  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$  环境下贮藏, 1.5 kPa 减压处理 20 d 效果最佳, 该处理明显降低了失重率, 延缓了后熟过程, 提高了果实货架期。超低压连续减压对设备成本要求高, 适当减少在库时间可降低成本。减压保鲜具有贮藏期长、贮量大、节能经济等优点, 随着贮藏时间的延长, 果实产生的乙醛可保持果实风味、品质, 但时间过长会导致果实的低氧伤害影响口感。减压贮藏也存在建筑费用高、库内换气频繁、产品易失水萎蔫等缺点, 这也值得引起广大科技工作者的关注。

**2.1.6 紫外线处理保鲜** 外源真菌侵染果实是水蜜桃腐烂的主要原因, 紫外线可以破坏微生物的 DNA 和 RNA, 杀死果实表面的外源细菌。且低温贮藏水蜜桃会发生冷害, 利用辐照处理能抑制 MDA 含量、PPO 活性, 具有一定的抗冷害效果。陈奕兆等<sup>[25]</sup> 试验表明短波紫外线(UV-C)处理水蜜桃可推迟桃果实呼吸高峰 5 d 出现, 较好保持果实硬度, 抑制 PPO 活性。1.5  $\text{kJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$  (UV-C) 处理效果最佳, 此剂量处理的水蜜桃在 5~20 d 果实硬度显著高于对照组。崔志宽等<sup>[26]</sup> 研究表明 0.25  $\text{kJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$  (UV-C) 处理水蜜桃 3 min 结合真空包装 7 d 后可维持好果率在 80% 以上。使用 U-VC 保鲜水蜜桃效果显著, 成本低廉, 可操作性强, 但须与人畜隔离, 因此, 应配合大型冷库对果实进行批量处理, 作工厂化推广。

**2.1.7 臭氧保鲜** 臭氧保鲜机理是臭氧可以氧化有机物质, 分解乙烯气体, 减缓生命活动和营养物质在贮藏期间的转化, 诱导果实产生抗病性。臭氧自行分解后形成氧气环保健康。王新颖等<sup>[27]</sup> 比较分析了臭氧水清洗前后的桃表面微生物含量, 结果显示臭氧清洗后的水蜜桃表面细菌、真菌总数分别减少 98.7%、98.4%, 减缓了水果腐烂速率, 达到了保鲜效果。臭氧杀菌在贮藏期间要多次处理, 成本偏高, 操作繁琐。不同品种的水蜜桃采取保鲜措施时对臭氧浓度也有不同的要求, 高浓度的臭氧容易对人体造成伤害。因此在使用臭氧时要控制好臭氧浓度或采用对水蜜桃进行间断处理的方式, 从而规避其不利影响。

## 2.2 化学保鲜贮藏方法

**2.2.1 植物生长调节剂** 植物生长调节剂是对植物的生长发育有调节作用的化学物质或天然植物激素。调节剂在植物体内传导至作用部位, 抑制其生命过程的某些环节。目前应用于水果保鲜较多的是赤霉素类(gibberellic acid) GA、茉莉酸甲酯(MeJA)、氯吡脞(forchlorfenuron)等。崔志宽等<sup>[28]</sup> 研究了不同浓度赤霉素溶液对水蜜桃保鲜效果的影响, 发现赤霉素处理的水蜜桃烂果率显著降低, 其中 0.6 g/L 的赤霉素处理效果最佳。

**2.2.2 化学保鲜剂保鲜** 化学保鲜是指在果实表面涂

抹化学保鲜剂, 实现对其细胞膜进行保护, 达到延缓果实的衰老与变质的目的。化学保鲜剂具有使用方便、效果显著、低能消耗等优势, 但化学保鲜剂的滥用、残留也是需要防范的。1-MCP 是乙烯受体抑制剂, 可阻断受体与乙烯的结合, 抑制乙烯所诱导的与果实后熟相关的生理生化反应。千春录等<sup>[29]</sup> 发现不同浓度的 1-MCP 均能保鲜水蜜桃, 1  $\mu\text{L/L}$  的 1-MCP 处理效果最佳, 可保持果肉抗坏血酸盐含量, 提高了水蜜桃果实抗氧化能力, 从而较好的保持果实品质。但 1-MCP 对乙烯的抑制作用只能持续 30 h, 故 1-MCP 保鲜技术不适合长期使用。Ca 处理可减轻脂氧化作用, 减少自由基伤害。Ca<sup>2+</sup> 累积于细胞膜外表面, 稳定细胞膜功能, 抑制 PG 等细胞裂解酶到达作用位点, 保持果实硬度<sup>[10]</sup>。CaCl<sub>2</sub> 处理可补充桃果实贮藏过程中营养的流失, 延缓水果的衰老。刚成诚等<sup>[31]</sup> 研究了 CaCl<sub>2</sub>、水杨酸、GA 等对水蜜桃保鲜效果的影响, 结果表明 CaCl<sub>2</sub> 处理在保持果实硬度、维持可溶性固形物含量、降低 MDA 含量、抑制 PPO 活性等方面好过水杨酸和赤霉素处理。

## 2.3 生物保鲜贮藏方法

生物保鲜技术是采用微生物或抗菌素类物质, 通过喷洒或浸渍果品, 以降低果品采后腐烂率的保鲜方法。生物保鲜技术具有高效、安全、天然、无毒副残留等优点。并能更大程度地保留水果原有的风味营养、外观。

**2.3.1 微生物拮抗保鲜** 微生物拮抗保鲜主要有菌体次生代谢保鲜、生物酶保鲜、微生物菌体保鲜等, 具有无味、无毒优点。拮抗菌的保鲜机理是微生物产生抗菌物质, 具有拮抗作用的微生物可以抑制或杀死水果中的有害微生物, 或与有害微生物竞争水果中的糖类等营养物质, 阻止储存期间水果维生素 C、糖含量和 SOD 活性的下降从而达到防腐保鲜的目的<sup>[32]</sup>。酵母菌可在干燥的果实表面迅速利用营养成分繁殖生存, 酵母菌不产生抑菌物质, 安全环保。使用酵母菌保鲜水蜜桃, 可少用甚至代替抑菌剂, 是一项极具应用前景的生物技术。李阳等<sup>[33]</sup> 研究表明, 丝孢酵母菌液可保鲜水蜜桃 6 d 左右, 其中 5% 的丝孢酵母菌液保鲜效果最好, 该浓度的菌液在保持水蜜桃硬度、降低 PPO 活性、抑制可溶性固形物生成、维持细胞膜的完整性等方面优势显著。壳聚糖(CTS)具有成膜性, 涂抹到果实上形成致密的薄膜, 隔绝果实与外界的气体交流, 并能形成低 O<sub>2</sub> 高 CO<sub>2</sub> 浓度环境, 降低果实的呼吸强度。同时 CTS 可抑制某些病原菌的生长, 原因可能是 CTS 阻碍了病原菌孢子的形成和生长。聚乙烯吡咯烷酮(PVP)可抑制果实表面与乙烯生成相关酶的活性<sup>[34]</sup>。陈奕兆等<sup>[35]</sup> 用不同浓度的 PVP 和 CTS 分别在不同温度下保鲜水蜜桃, 结果显示  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$  下 1% CTS 涂膜保鲜效果最好, 该浓度下保鲜的水蜜桃果



肉硬度、呼吸强度、内含物含量等变化较小。陈奕兆等<sup>[36]</sup>试验证明,2%壳寡糖(COS)可减轻水蜜桃果实软化现象,减少可溶性固形物损失,同时限制PPO活性,降低由低温造成的褐变现象。在实际运用中,可采取不同方法来提高拮抗菌的保鲜效果。如,1)结合其它处理,如与低温、热处理配合使用;2)多种拮抗菌共同使用;3)加入辅助剂,如乳酸链球菌、CaCl<sub>2</sub>、CTS等,可增强拮抗菌的拮抗效果。但拮抗菌对生理环境要求较高,只有在适宜的温度、湿度条件下才能发挥拮抗作用,在一定程度上增加了该技术的推广难度<sup>[37]</sup>。

**2.3.2 天然提取物保鲜** 天然提取物是从天然物质中提取的生物活性物质,该物质能抑制水蜜桃表面微生物活性和酶的活力,降低水蜜桃生理活动强度<sup>[38]</sup>。麝香草酚(thymol)熏蒸可抑制水蜜桃果实分离出来的褐腐病菌(*Monilinia fructicola*)。许丽等<sup>[39]</sup>研究发现500 mg/L的熏蒸处理可抑制桃果病害的病原菌菌丝的生长从而延缓果实腐烂,提高好果率。普鲁兰多糖是一种由出芽短梗霉发酵所产生的胞外水溶性粘质多糖,具有良好的成膜性,使用后对果实的外观与风味影响较小。崔志宽等<sup>[40]</sup>用不同浓度(1%、2%、3%)的普鲁兰多糖涂膜喷洒水蜜桃,结果表明2%的普鲁兰多糖处理效果最为显著,好果率为81%,同时在降低失重率、呼吸强度、保持可溶性固形物含量等方面效果。生姜浸提液中的紫苏醛、橙花醛等及姜辣素具有抑菌和抗氧化作用,抑制果实表面可导致果实腐烂的真菌群落的生长,降低呼吸代谢作用,从而延长保质期。此种保鲜技术成本低、易操作,无污染,无食用安全隐患,适合在无工厂化生产条件的果农中推广<sup>[41]</sup>。王亦佳等<sup>[42]</sup>试验发现不同浓度的姜汁分别在不同的时间组合里都能有效的保鲜水蜜桃,姜汁与水比例1:30 g/mL、浸果1 h此组合保鲜效果最好,该组腐烂率最低,硬度保持较好。

#### 2.4 其它保鲜方法

除上述方法外,用于水蜜桃贮藏保鲜的方法还有很多,例如蚕茧保鲜剂、超声波保鲜、竹炭包装保鲜等。另外在实际应用中,往往采用多种方法的结合,例如超声波与姜汁浸泡液的组合,自发气调和甲基环丙烯的结合,可根据具体情况采用适宜的保鲜储藏方式。

### 3 结论与展望

近年来,国内外虽然研发出了数种水蜜桃保鲜技术,但一些保鲜技术的机理尚未研究透彻,研究方法较为单一等问题依然制约着水蜜桃产业的发展。今后的研究工作将从以下几个方面展开。

#### 3.1 研发保鲜设备设施

政府加大科研投入,研发高尖端的保鲜设备,能够更快的实现果品保鲜工厂化处理,带动整个果品保鲜产业的发展。

#### 3.2 开发推广综合保鲜技术

单一的保鲜技术已不能完全满足水蜜桃跨地域销售的技术要求,保鲜技术已由单一原理研究向复合研究发展,即综合型保鲜包装技术。未来水蜜桃的保鲜技术将会朝着多种技术结合、安全、天然、高效的方向发展。

#### 3.3 研发天然保鲜剂

传统的化学合成保鲜剂虽有较好的保鲜防腐效果,但对人体却有一定的不利影响。姜汁、thymol生物保鲜剂绿色环保,越来越多地引起人们的重视,生物保鲜技术是今后研发的重点。

#### 3.4 研究果实衰老机制

深入开展与水蜜桃衰老相关的激素调节机制研究,从分子生物学、细胞学角度研究水蜜桃果实细胞衰老机理,从基因水平上认识由多条代谢途径共同调控所引起的水蜜桃果实衰老机制,运用反义RNA技术抑制与水蜜桃果实成熟相关基因的表达,改良基因,提高耐贮性。

#### 3.5 选育耐贮、抗病新品种

从根源上促进问题的解决。加强水蜜桃新品种引进,推进良种化进程,组织有关单位从国外引进水蜜桃新品种,加强水果苗木基地建设,健全水果良种繁育体系。

#### 3.6 采用机械式采摘水果

低成本、高效率、智能化的机械采摘可降低水果损伤率,且机械采摘可降低劳动强度、提高经济效益,符合可持续发展战略。

#### 3.7 建立多元的农业产业化体系和组织

把采前栽培和病虫害的防治及采后处理相结合,实行“冷链”流通,最大程度地提高水果的贮藏性。研究并掌握国内外水果市场动向,走产、贮、销一体化的道路,促进水果产业链的长足发展,进一步向配套化、自动化及标准化发展。

### 参考文献

- [1] 王玉良,邵海燕,陈文焯,等.水蜜桃采后保鲜研究进展[J].浙江农业科学,2011(1):84-88.
- [2] 潘永贵,谢江辉.现代果蔬采后生理[M].北京:化学工业出版社,2009.
- [3] 周涛,许时婴,王璋,等.热激处理及贮藏温度对水蜜桃果实生理生化变化的影响[J].中国南方果树,2003(2):39-44.
- [4] LURIE S,CRISOSTO C H.Chilling injury in peach and nectarine [J].Post-harvest Biology and Technology,2005,37(3):195-208.
- [5] 李明娟,游向荣,文仁德,等.葡萄果实采后生理及贮藏保鲜方法研究进展[J].北方园艺,2013(20):173-178.
- [6] 张晓宇,王春生,赵桂芳,等.桃果实采后生理研究及贮藏保鲜技术应用进展[J].中国农学通报,2008(5):117-120.
- [7] 刚成诚,李建龙,王亦佳,等.真空包装与生姜浸提液对水蜜桃采后生理与贮藏品质的影响[J].沈阳农业大学学报,2014(1):37-41.
- [8] 赵心语,李阳,李建龙,等.不同低温处理对张家港凤凰水蜜桃贮藏效果的对比研究[J].天津农业科学,2014(10):19-24.
- [9] 周慧娟,乔勇进,王海宏,等.低温对“大团蜜露”水蜜桃保鲜效果的

影响[J]. 制冷学报, 2009(5): 41-44.

[10] FERNANDEZ-TRUJILLO J P, MARTINEZ J A, ARTES F. Effect of cold storage on physiology and quality of Sudanell peach [J]. Food Science and Technology International/Cienciay Tecnologia de Alimentos internacional, 1998, 4(4): 245-255.

[11] 王亦佳, 刚成诚, 陈奕兆, 等. 不同冷激处理对凤凰水蜜桃保鲜效果的研究[J]. 天津农业科学, 2012(3): 33-38.

[12] SONG L L, GAO H Y, CHEN H J, et al. Effects of short-term anoxic treatment on antioxidant ability and membrane integrity of postharvest kiwifruit during storage [J]. Food Chemistry, 2009, 114(4): 1216-1221.

[13] 蔡晓东, 潘一山, 王金强, 等. 自发气调贮藏对水蜜桃采后生理及相关酶活性的影响[J]. 漳州师范学院学报(自然科学版), 2006(2): 70-73.

[14] 安建申, 张慙, 陆起瑞, 等. 不同厚度薄膜气调包装对水蜜桃贮藏品质的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2005(3): 76-79.

[15] KIM K, KIM M, KIM H, et al. Inactivation of contaminated fungi and antioxidant effects of peach (*Prunus persica* L. Batsch cv. *Dangeumdo*) by 0.5-2.0 kGy gammairradiation [J]. Radiation Physics and Chemistry, 2010, 79(4): 495-501.

[16] 金字东, 汪昌保, 单国尧, 等. 辐照处理对水蜜桃感官品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2014(7): 271-273.

[17] KALINOV V. Respiration intensity of  $\gamma$ -irradiated peaches during storage[J]. Khranitel'no-promishlenna Nauka, 1985(6): 15-21.

[18] 刚成诚, 李建龙, 王亦佳, 等. 利用不同物理方法处理水蜜桃保鲜效果的对比研究[J]. 江苏农业科学, 2012(2): 204-207.

[19] 吴剑, 任芳, 褚伟雄. 热激-冷藏联合处理对水蜜桃保鲜品质的影响[J]. 食品与机械, 2014(5): 176-179, 183.

[20] FERNANDEZ-TRUJILLO J P, ARTES F. Keeping quality of cold stored peaches using intermittent warming[J]. Food Research International, 1997, 30(6): 441-450.

[21] ARTES F, FERNANDEZ-TRUJILLO J P, CANO A. Juice characteristic related to woolliness and ripening during postharvest storage of peaches [J]. European Food Research and Technology, 1999, 208(4): 282-288.

[22] 周慧娟, 乔勇进, 张绍铃, 等. 程序升温对不同成熟度水蜜桃保鲜效果的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2010(2): 227-232.

[23] 陈文烜, 宋丽丽, 廖小军. 减压贮藏技术对水蜜桃采后能量代谢的影响[J]. 农业机械学报, 2014(10): 226-230.

[24] 杨曙光, 钱骅, 陈斌, 等. 减压处理对水蜜桃保鲜效果的影响[J]. 食品工业科技, 2015(5): 321-324.

[25] 陈奕兆, 刚成诚, 王亦佳, 等. UV-C 处理对水蜜桃果实冷害及贮藏品

质的影响[J]. 中国南方果树, 2013(1): 16-21.

[26] 崔志宽, 李阳, 李建龙, 等. UV-C 预处理加真空包装组合处理对凤凰水蜜桃保鲜效果的影响[J]. 天津农业科学, 2013(3): 22-27.

[27] 王新颖, 江志伟, 方龙音, 等. 氯化物与臭氧水果保鲜方法及杀菌效果探究[J]. 食品工业, 2014(3): 1-4.

[28] 崔志宽, 李阳, 李建龙, 等. 赤霉素处理对凤凰水蜜桃保鲜效果的研究[J]. 天津农业科学, 2014(4): 37-41.

[29] 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(12): 322-326.

[30] 敖日嘎, 张海英, 韩涛, 等. 桃果实采后水杨酸和钙处理对保护性酶活性及活性氧的影响[C]//品牌与现代高效果业. 北京: 全国果树学术研讨会, 2006: 190-193.

[31] 刚成诚, 李建龙, 王亦佳, 等. 利用不同化学方法处理水蜜桃保鲜效果的对比研究[J]. 食品科学, 2012(6): 269-273.

[32] 王林, 胡云, 胡秋辉. 食品的微生物保鲜技术[J]. 食品科学, 2005, 26(2): 242-244.

[33] 李阳, 崔志宽, 李建龙, 等. 丝孢酵母处理对凤凰水蜜桃采后生理与贮藏品质的影响[J]. 天津农业科学, 2013(3): 16-21.

[34] 王若兰, 李伟, 刘国琴. 新型果蔬保鲜剂应用效果的研究[J]. 食品科学, 1995(5): 60-64.

[35] 陈奕兆, 刚成诚, 王亦佳, 等. 不同温度条件下 PVP、CTS 涂膜对水蜜桃采后保鲜效果比较[J]. 江苏农业科学, 2012(5): 213-216.

[36] 陈奕兆, 王亦佳, 刚成诚, 等. 壳寡糖(COS)涂膜对冷藏水蜜桃的保鲜效果[J]. 食品与发酵工业, 2012(4): 208-211.

[37] 胡中海, 李杰, 马亚琴, 等. 哈密瓜贮藏保鲜技术的研究进展[J]. 食品工业科技, 2014(6): 396-400.

[38] ROBYA M H H, MOHAMED A S, KHALE A H S, et al. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) and chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) [J]. Crops Prod, 2013, 44(2): 437-445.

[39] 许丽, 尹京苑, 姚良辉, 等. 麝香草酚处理对水蜜桃采后保鲜的影响[J]. 食品与发酵工业, 2011(2): 218-223.

[40] 崔志宽, 李阳, 李卉, 等. 常温下普鲁兰多糖涂膜处理对凤凰水蜜桃保鲜效果研究[J]. 天津农业科学, 2013(4): 6-10.

[41] 严赞开. 生姜提取物的抑菌试验[J]. 中国食品添加剂, 2005(1): 74-76.

[42] 王亦佳, 刚成诚, 陈奕兆, 等. 姜汁处理对凤凰水蜜桃保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2013(2): 246-250.

## Research Progress on Postharvest Physiology and Preservation Technology of Honey Peaches

HOU Yuting, LIU Qing, SHI Wei, WEI Chunhong, HONG Jinghua

(School of Language and Culture, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing, Jiangsu 210044)

**Abstract:** Honey peach is thin skinned, succulent and has poor storage characteristics. Soften, browning and rot happened frequently during storage process, and led to great difficulties for development of table honey peach. Research on regularity of physiological changes and refreshing technology was important for the good quality of postharvest honey peach. The research progress on honey peach postharvest physiology and storage method in recent years were mentioned, the physiological variation including respiration, ethylene, browning, inclusion and fresh-keeping storage methods including physical, chemical and biological methods, unsolved problems were pointed, and the feasible research directions were prospected, which may provide a subservient references for storage of honey peach in the future.

**Keywords:** honey peach; postharvest physiology; storage; research progress