

桃贮藏技术的研究进展

贾晓昱^{1,2,3,4}, 邵丽梅⁵, 李金金⁶, 张鹏^{1,2,3,4}, 李江阔^{1,2,3,4}

(1.天津市农业科学院农产品保鲜与加工技术研究所, 天津 300384; 2.国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津), 天津 300384; 3.农业农村部农产品贮藏保鲜重点实验室, 天津 300384; 4.天津市农产品采后生理与贮藏保鲜重点实验室, 天津 300384; 5.沈阳农业大学 食品学院, 沈阳 110866; 6.鞍山师范学院高等职业技术学院, 辽宁 鞍山 114016)

摘要: **目的** 通过对桃的各种贮藏保鲜技术进行综述, 选择适合的贮藏方法, 为我国桃保鲜技术的发展提供参考和思路。**方法** 探讨桃果实采后生理变化、采后品质的影响因素, 以及在桃贮藏保鲜中所应用的物理、化学、生物等保鲜技术。**结果** 将保鲜技术应用于桃果实中, 在一定程度上提高了果实的货架期, 降低了贮藏过程中的腐败率, 拓宽了桃产业在我国的经济的发展。**结论** 桃果实在贮藏过程中易发生碰撞破损和腐败变质等, 其中温度和贮藏方式是影响桃品质的主要因素。探讨了多种保鲜技术, 其中物理保鲜技术应用最广, 但能源消耗较大, 化学保鲜技术效果明显, 但无法保障绝对的安全性, 生物保鲜技术应用较少, 尚需研究, 因此要建立一个综合有效的保鲜体系还需要进一步研究探讨。

关键词: 桃; 贮藏; 影响因素; 研究进展

中图分类号: S662.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)03-0096-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.03.012

Research Progress of Peach Storage Technology

JIA Xiao-yu^{1,2,3,4}, SHAO Li-mei⁵, LI Jin-jin⁶, ZHANG Peng^{1,2,3,4}, LI Jiang-kuo^{1,2,3,4}

(1.Institute of Agricultural Products Preservation and Processing Technology, Tianjin Academy of Agricultural Sciences, Tianjin 300384, China; 2.National Engineering and Technology Research Center for Preservation of Agricultural Products (Tianjin), Tianjin 300384, China; 3.Key Laboratory of Storage of Agricultural Products, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Tianjin 300384, China; 4.Tianjin Key Laboratory of Postharvest Physiology and Storage of Agricultural Products, Tianjin 300384, China; 5.Food Science College, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China; 6.School of Higher Vocation Technology, Anshan Normal University, Anshan 114016, China)

ABSTRACT: The work aims to provide reference and idea for the development of peach preservation technology in China by summarizing various storage and preservation technologies of peach and selecting suitable storage methods. The factors affecting the physiological changes and the quality of postharvest peach were discussed, and the physical, chemical and biological preservation technologies applied in peach storage and preservation were investigated. The application of preservation technology to peach increased the shelf life to some extent, reduced the spoilage rate in the storage process, and expanded the economic development of peach industry in China. During the storage of peach, collision, damage and spoilage are easy to occur and temperature and storage method are the main factors affecting peach quality. A variety of preservation technologies are discussed, among which physical preservation is the most widely used, but con-

收稿日期: 2021-05-31

基金项目: 天津市农业科学院青年科研人员创新研究与实验项目(2021016); 兵团重点领域科技攻关项目(2019AB024)

作者简介: 贾晓昱(1988—), 男, 博士, 助理研究员, 主要研究方向为农产品贮藏与加工。

通信作者: 李江阔(1974—), 男, 博士后, 研究员, 主要研究方向为农产品安全与果蔬贮藏保鲜新技术。

sumes a large amount of energy, chemical preservation has obvious effect, but cannot guarantee absolute safety, and biological preservation is less widely used and still needs to be studied. Therefore, how to establish a comprehensive and effective preservation system still needs to be further studied and discussed.

KEY WORDS: peach; storage; affecting factor; research progress

桃 (*Amygdalus persica* L.) 属于蔷薇科双子叶植物纲类水果, 是全球最古老、最重要、栽培面积最大的水果作物之一, 我国作为桃树的故乡, 也是世界上产桃最多的国家^[1], 桃果实种植培养历史已经超过4000年^[2-6]。桃果实汁多味甜, 皮薄可口, 且具有丰富的营养物质^[7-8]。根据测定, 在每100g桃中含糖量为7~15g, 有机酸含量为0.2~0.9g, 蛋白质含量为0.4~0.8g, 脂肪含量为0.1~0.5g, 并且还含有丰富的钾、铁、锌等矿物质营养。此外, 桃还具有促进肠胃蠕动, 补益气血, 养阴生津的功效, 这些营养物质和功效对人体健康起着很大的作用^[9]。

桃是呼吸跃变型果实, 果实从生长停止到进入衰老阶段的呼吸强度会立即增高^[10], 在快要跃变时, 乙烯在组织内部的浓度开始增加, 这时呼吸发生跃变^[11]。成熟的桃在常温下贮藏时易出现腐烂变质、受到病原菌的侵害、品质快速下降等现象^[12]; 桃通常贮藏低温和适当相对湿度(85%~95%)的环境中, 而在低温条件下虽然可以起到延长贮藏期的效果, 但会对桃果实造成一定伤害。由此可见, 早期的贮藏方法具有一定的局限性^[13], 运输时也会造成机械损伤^[14-15]。由于缺乏有效的保鲜技术, 发达国家的桃损失率为1%~5%, 而发展中国家的桃损失率高达20%~30%^[16], 因此选择适合的贮藏保鲜技术对延缓桃腐败变质、延长贮藏期、提高经济价值具有重要作用。文中拟主要介绍桃采后生理变化, 以及影响桃采后品质的因素, 进而探讨多种贮藏保鲜技术在桃果实贮藏中的应用, 为今后桃贮藏保鲜方面的研究提供参考。

1 桃采后的生理变化

1.1 呼吸作用和乙烯变化

桃属于呼吸跃变型水果, 通常伴随着过高的呼吸作用和乙烯释放量, 桃的耐贮藏性与呼吸跃变的最高值有着千丝万缕的关系^[17], 呼吸峰值出现得越早, 意味着果实贮藏时间越短, 伴随着果实会出现软化、品质下降等现象。颜志梅等^[18]研究调查发现, 处于不同部位的桃果实中, 呼吸强度有所不同, 果皮的呼吸强度远远高于果肉的呼吸强度。乙烯的重要功能是促进果实的呼吸作用和果实的衰老等, 乙烯的产生与贮藏温度也有很大关系^[19-20]。对于这类果实而言, 控制果实的呼吸强度和乙烯释放量可以增强果实的耐贮性^[10]。研究发现, 1-甲基环丙烯(1-Methylcyclopropene,

1-MCP)可以抑制呼吸强度和乙烯释放量, 这样不会破坏桃果实的品质, 能更好地延长果实货架期^[21-22]。利用外源物质可以抑制乙烯的释放, 使果实达到良好的保鲜效果。

1.2 质地变化

硬度是体现质地变化的重要指标, 采用张绍珊^[23]的方法, 用刀片在果实的阴阳交接部分的最大直径处除去果皮后, 用硬度计在去皮处测定果实的硬度, 进而得出结论, 蟠桃的硬度随着贮藏时间的延长总体呈现下降趋势。鉴定桃果实贮藏时间长短的标准之一就是检测其硬度变化, 桃越软, 果实衰老越严重, 更容易腐烂。桃果实质地的变化与其可溶性固形物和色泽有关, 采用陈峰^[24]的方法测定桃可溶性固形物, 结果表明, 桃果实的可溶性固形物含量在保鲜过程中呈增长趋势, 但后期又开始呈下降趋势, 这是由于前期果实的后熟和后期果实成熟后衰老所引发的^[25]。除此之外, 桃的色泽变化也是重要指标之一, 桃在采摘前是浅红色或绿色, 采后随着果实的衰老软化, 桃果肉颜色加深, 逐渐变红。

1.3 酶活性变化

随着贮藏时间的延长, 桃果实中的有机物作为呼吸基质逐渐被消耗, 自由基由于动态平衡被破坏而大量积累, 导致细胞质膜系统受到损害, 引发细胞质膜上不饱和脂肪酸的活性氧自由基含量增加, 发生酶促反应^[26]。在后熟衰老过程或采后贮藏加工过程中, 果蔬的褐变与组织中的多酚氧化酶密切相关。当果实褐变时, 多酚氧化酶活性提高, 桃果实中酚类物质被氧化产生有色物质, 导致组织褐变; 桃果实中的超氧化物歧化酶、过氧化氢酶等活性下降, 损害了机体的细胞, 果实出现衰老氧化^[27]; 果胶酶中的果胶酯酶和果胶裂解酶受到温度的影响, 从而导致酶活性异常, 使得果实软化。

2 影响桃采后品质的因素

2.1 温度

温度是影响采后桃贮藏保鲜的重要因素^[18,28]。在不同的温度条件下, 桃果实释放的呼吸热量不同。常用的保鲜方法通常在较低温度下进行, 能够降低桃的呼吸强度, 并延长其贮藏期。通过大量研究显示, 温度在0℃左右的贮藏条件下效果最好, 贮藏时间可以

维持3周左右,此时乙烯的释放量达到最低^[29]。在温度较低条件下,果实易发生冷害现象,孟雪雁等^[30]在不同温度下测定了桃果实的相对电导率和呼吸作用,发现在5℃的条件下果实出现了冷害现象,对风味造成了一定影响。桃果实低温下也会出现风味变淡或丧失现象,在低温下细胞也会由于乙醇和乙醛的逐步积累而产生中毒或异味。在长时间低温贮藏的情况下,桃比较显著的冷害特征是不可逆硬化,芳香风味物质开始发生劣变。

2.2 贮藏方式

为了延长果蔬的贮藏时间,选择合适的保鲜方法必不可少,贮藏的目的是能够让消费者品尝到新鲜的果实,利用不同的贮藏方式和贮藏条件改变桃的品质,以达到贮藏的效果。影响贮藏效果的基本因素包括温度、湿度等方面,贮藏桃的适宜温度为0~3℃,相对湿度为90%~95%,气体环境中O₂和CO₂体积分数大约为2%~5%。目前贮藏桃的基本方法是冷藏,一般而言冷藏的相对湿度为90%~95%,贮藏期可达1周,如果持续贮藏,则果实风味会变淡。

2.3 化学制剂

研究表明,化学制剂也会对桃的品质造成一定的影响,这类化学制剂包括钙和1-MCP。钙处理能够推迟桃的成熟,延迟桃的腐败变质。钙制剂不仅可以提高桃的贮藏品质,还可以提高细胞合成蛋白质的能力,保护细胞膜不受损伤,进而有效地抑制果实腐败衰老。钙处理可以分为2种形式,即采前钙处理和采后钙处理。研究表明,当采前喷施质量分数为0.05%~0.2%的钙溶液后,桃果实的可溶性固形物含量呈上升趋势。1-MCP处理可以延缓果实的褪绿、转黄或转红等进程,并且能通过降解桃果实内部细胞壁来降解酶的活性,有效延缓果实的软化进程,抑制果实硬度下降。研究发现,加入1-MCP后可以抑制桃果实在贮藏期中多种挥发性物质(如醇和酯)的形成,显著抑制挥发性芳香物质的产生,有效延缓可滴定酸的下降和可溶性固形物的上升进程,从而保持桃果实的营养价值和风味。

3 国内外桃贮藏保鲜技术现状

3.1 物理方法

3.1.1 低温保鲜

低温贮藏是一种有效的果蔬贮藏方法,在温度0~10℃下可以达到延长果实贮藏期的效果。低温贮藏的原理主要是在低温状态下果实的呼吸强度下降,从而抑制酶促反应和化学反应。组织褐变是桃果受低温破坏的一种典型变化,这种变化主要与酚类的氧化有关。许多桃品种果实在贮藏1~4周内出现了冷害损

伤,导致其组织变黄、水分减少、质地坚硬、味道释放减少^[31]。不同品种所需要的温度和时间不同,张潇方等^[32]在0℃的条件下采用不同种类的膜包装水蜜桃,测定其相对电导率和质量损失率等指标,结果表明在低温的条件下结合包装膜可以抑制相对电导率和质量损失率的升高,保持桃的风味。刚成诚等^[33]以水蜜桃为实验材料,研究采用冷激和热激的方法对果实保鲜效果的影响,结果显示这2种方式都有利于果实的保鲜,冷激可以抑制呼吸强度,而热激可以保持可溶性糖含量。邵海燕等^[34]研究不同贮藏温度对桃品质的影响,结果表明桃的贮藏适宜温度在0℃左右,可贮藏28d,在此温度下明显增加了其呼吸强度,果肉亦未出现冷害现象。低温贮藏可以保持果实的风味,延长果实的贮藏期,在国内外均有这样的研究成果并应用广泛。

3.1.2 冰温贮藏

冰温贮藏是一类将易腐败变质的果蔬置于冰温环境(0℃以下,冰点以上的温度)的保鲜方法,这种方法相较于普通冷藏而言,可以抑制可溶性固性物的分解和细胞膜系统的损伤,减少丙二醛(Malonaldehyde, MDA)的积累,从而延长果蔬的保质期,降低腐烂率。申江等^[35]将冰温贮藏与气调贮藏相结合,研究了贮藏阶段桃果实在冰温条件和不同气体组成下的品质变化,结果表明与普通冰温(-1.2℃)贮藏相比较,桃果实在O₂体积分数为3%和5%,并且结合冰温环境下的保鲜品质好于普通冰温贮藏保鲜,贮藏期间糖类和维生素C的含量都较高。孟侯等^[36]对比了贮藏温度为3~4℃,相对湿度为90%的普通冷库与贮藏温度为-0.7℃、相对湿度为90%的冰温库下桃的品质差异,研究表明,桃果实在冰温贮藏保鲜条件下的质量损失率减小,且POD活性在贮藏50d里低于普通冷库的贮藏,可见延缓了桃的衰老与腐烂。张鹏等^[37]探究了冰温贮藏对蟠桃冷藏期和冷藏后常温货架期间品质的影响,结果表明,冰温贮藏内环境的温度变化波动小于普通冷藏,能够延缓果实的腐烂与褐变进程,维持较好的营养品质,保鲜效果优于普通冷藏。

3.1.3 热处理

热处理又称热激处理,是果蔬采后处理的方法之一,可以抑制病原菌的活力和某些酶的活性,并且延长果实的货架期^[38]。同时热处理还具有安全无毒的能效,热处理后的果实在包装后环境中的氧气和二氧化碳较低^[39]。周涛等^[40]探究了热处理对桃各项生理指标的作用,如色泽、呼吸强度、脂氧合酶和色素含量的影响,结果显示,在贮藏温度为40℃条件下处理桃果实,可以抑制乙烯的释放,降低酶的活性。陆振中等^[41]为了使桃果实在较低温度下不受冷害的影响,用热处理的方法抑制桃果肉的褐变,维持了桃的品

质,但对桃果实的风味无影响。袁海娜^[42]在研究热处理对果蔬的影响中提到与单独处理相较而言,带有杀菌剂的热处理作用能够防止桃果实采后腐烂。热处理还可以同其他处理相结合,尤其与辐射处理结合可以降低病原微生物及其感染剂量。

3.1.4 气调贮藏

气调贮藏^[43]主要是利用环境中二氧化碳和氧气来调控果蔬的呼吸作用,从而延长其贮藏期^[44]。目前气调保鲜是效果较好的保鲜技术,能够延长货架期,也是比较先进的保鲜技术之一^[45]。常见的PE包装薄膜可以在低温下使桃果实存放10 d^[46]。刘颖等^[47]以锦绣黄桃为实验材料,测定了贮藏初期和终期的指标。结果表明, O_2 和 CO_2 体积分数分别为2%~3%和2%~5%时能够维持桃的品质,减少呼吸作用,达到延长保质期的作用。CANO-SALAZAR等^[48]在研究不同气调参数下桃风味的变化时发现, O_2 (2%)+ CO_2 (5%)下贮藏的桃果实风味低于 O_2 (3%)+ CO_2 (10%)和 O_2 (6%)+ CO_2 (17%)。田世平等^[49]研究了蜜桃在 O_2 (5%)+ CO_2 (10%)的气体条件下的品质,结果表明果肉未发生褐变,气调贮藏能够有效地抑制蜜桃的褐变,对果皮颜色的保存有重要意义。LI等^[50]研究了纳米ZnO+低密度聚乙烯(LDPE)包装对桃冷藏耐寒性和果胶代谢的影响,将LDPE和纳米ZnO+LDPE包装的桃在温度2℃下贮藏40 d,这2种包装都减轻了冷害的发生,其中纳米ZnO+LDPE包装抑制了果胶酯酶,增强了聚半乳糖醛酸酶和 β -半乳糖苷酶活性,导致碱溶性果胶和水溶性果胶增加,螯合性果胶减少,从而使果胶在冷害胁迫中保持了良好的品质。

3.2 化学保鲜

3.2.1 1-MCP 处理

1-MCP作为一种化学保鲜剂,目前广泛应用于桃、苹果、花卉的贮藏保鲜中^[51]。1-MCP保鲜方法能够通过延缓乙烯的合成和传导信号^[52],使果蔬的成熟和衰老变得缓慢,可以影响果实芳香物质的形成,能够更好地保存桃果实^[53],并具有操作简单大众化、安全无毒无害等作用,因而被国内外研究人员广泛应用。朱明涛和王美军^[54]研究了采用1-MCP与蜂胶相结合的形式对桃保鲜效果的影响,测定了腐烂率、失水率、可溶性固形物含量、酶活性等指标的变化,研究发现,复合处理能够降低腐烂率和失水率,保持酶的活性,能够延长桃的贮藏期。刘淑英等^[55]研究了在1-MCP的含量为0.5、1.0、1.5、2.0 $\mu\text{L/L}$ 时对桃果实品质的影响,结果发现,在1-MCP的含量为1.0、1.5、2.0 $\mu\text{L/L}$ 时可以起到缓解桃果实软化、降低果实呼吸强度等作用。李军等^[56]研究了采用1-MCP处理结合MAP包装方法时桃的贮藏品质及酶的活性,研究结

果表明,1-MCP处理结合MAP包装可以延缓果实的采后后熟和衰老进程,减小果实的采后损失。

3.2.2 NO 处理

NO具有化学性质活泼、气体分子小等特点^[57]。田雯^[58]将桃果实放入一定浓度的NO溶液中浸泡30 min,并在0℃的条件下冷藏,结果显示,用NO处理后能够明显观察到桃放置的时间更长,桃果实的品质也得到了保证。朱树华等^[59]用NO熏蒸处理桃果实后有效地延缓了桃的细胞代谢,并且延缓了果实的腐败软化,同时也降低了冷害对桃果实造成的伤害。CAI等^[60]在冷藏前采用10 $\mu\text{L/L}$ 的NO对桃进行熏蒸,结果表明,NO减轻了冷害的发生,促进了贮藏期内呼吸强度的恢复和乙烯的产生,有效地防止桃从低温向货架过渡过程中挥发性有机物的损失。同时HUANG等^[61]也研究了关于NO和贮藏温度对桃脂代谢的相互作用,将桃浸入蒸馏水和15 $\mu\text{mol/L}$ 的NO溶液中进行处理,然后分别贮藏在25℃和0℃下,研究其对桃中酶的鞘脂代谢活性和鞘脂含量的影响,结果表明,NO可以维持鞘脂代谢,缓解了采后果实对低温的反应。

3.2.3 钙制剂处理

在果实生长发育后期,若组织中持续保持较高的钙含量,可以延长果实保持较高硬度的时间,对于提高桃果实的品质具有重要作用。钙制剂在果实中的含量越高,其品质越好,在运输过程中贮藏效果越好。钙制剂对桃果实的贮藏同样具有重要作用,是植物的重要营养物质,具有保持果实采后品质、减少腐烂变质和延长保质期等作用^[62]。王雷等^[63]以肥桃为实验材料,向其喷施钙肥料,研究表明,在喷施钙制剂后,果肉、果仁和果皮均含有大量的钙^[64],肥桃中的钙含量会随着果实的生长呈下降的趋势,这样处理后可以提高果实的硬度。陈留勇等^[65]研究了不同温度下钙制剂对黄桃硬度的影响,研究表明,钙制剂可以延缓黄桃果实的后熟,保持果实的硬度。由此可见,钙制剂可以延缓黄桃果实的后熟,保持果实的硬度,钙处理可以将细胞膜的通透性降低,因而有效地抑制了细胞壁和细胞膜的解体进程。

3.3 生物保鲜技术

生物保鲜技术是一种从动植物和微生物中提取并对人体有益的保鲜剂的方法,具有抑制果蔬中腐败菌和酶活性等功效。生物保鲜剂包括动植物类、微生物类、生物酶类等^[66]。其中,动物类保鲜剂中的壳聚糖已在水果和蔬菜采后保存中广泛使用。研究水蜜桃的生理生化指标和冷害现象时发现^[38],用壳聚糖为主要涂膜材料,在0℃的保鲜条件下的研究结果表明,壳聚糖涂膜处理能够有效地降低果实的褐变腐败和果实组织伤害。JIAO等^[67]研究了采用自由基

介导的接枝法将绿原酸引入壳聚糖中形成的复合物对在 20 °C 下贮藏 8 d 桃采后品质的影响, 并且利用紫外-可见吸收光谱、傅里叶变换红外技术和核磁共振光谱技术分析了其结构特性, 结果表明, 壳聚糖接枝绿原酸配合物的抗氧化活性明显高于天然的壳聚糖。此外, 抗氧化活性随着接枝率的增加而增加, 壳聚糖接枝绿原酸配合物可以抑制桃子的质量损失率、腐烂指数和呼吸强度的增加, 且作为桃的防腐剂和可食用包衣材料具有巨大的潜力。微生物保鲜剂主要有抗菌肽、菌体次生代谢产物和微生物菌体等三大类, 这种保鲜剂通过与果蔬中的致病微生物进行拮抗或竞争作用, 从而达到保鲜效果。其中, 纳他霉素作为一种微生物防腐剂可以延长食品的保质期, 防止酵母菌和霉菌引起的变质。研究表明, 经过纳他霉素处理后能够更好地抑制猕猴桃果实的腐烂, 维持较好的硬度、Vc 含量和还原糖含量, 稳定果实中酶的活性。生物酶保鲜剂是一类应用于食品保鲜中的催化剂, 不同种类的果蔬应该选择适宜的酶, 使果蔬中不利保存的酶受到抑制, 以实现保鲜目的。目前, 生物酶保鲜剂应用最广泛的酶是葡萄糖氧化酶和溶菌酶。其中, 葡萄糖氧化酶多用于食品材料, 可以避免食品材料与气体接触过多, 以减缓食品材料霉变的速率。制作面包的原材料是高筋面粉、生鸡蛋和酵母菌等, 添加溴酸钾后可获得抗压强度和延展性, 但溴酸钾有致癌物质, 可用葡萄糖氧化酶替代溴酸钾, 提升面糊的延展性, 扩大面包的容积。

4 结语

桃果实作为人们普遍熟知的水果之一, 国内外学者对其贮藏保鲜技术也有所研究。在贮藏运输过程中, 桃果实极易发生机械碰撞损伤和腐败变质等情况, 不利于桃果实产业经济发展, 因此采用适当的贮藏保鲜方法对延长桃果实贮藏具有重要意义。果蔬的保鲜效果与贮藏技术同样影响着果实的品质, 可以根据桃果实品种、成熟度、保鲜环境的不同, 选择最适宜的贮藏方法, 从而达到最优的保鲜效果。桃果实的保鲜方法可以分为物理保鲜、化学保鲜和生物保鲜等三大类。其中, 物理保鲜中的低温保鲜和化学保鲜中的 1-MCP 处理在桃果实贮藏保鲜中应用得较多, 保鲜效果比较明显。虽然这些贮藏方法对于桃果实有一定的作用, 但还是存在很多不足和弊端, 如低温保鲜会导致桃果实出现冷害反应, 受低温破坏的桃果实表现出各种生化和生理功能障碍, 这些功能失调会对与香气相关的挥发物、可溶性糖和有机酸的积累造成可逆的效应和改变, 扰乱最终的异常成熟, 导致贮藏质量降低; 1-MCP 处理效果明显, 成本较低, 但是如果过度使用, 容易导致果实的软化和风味的丧失; 气调保鲜虽然安全无毒, 可防止氧化变色, 但是投入成

本较高。由于生物保鲜技术的操作烦琐, 成本较高, 在果蔬保鲜中应用较少, 因此还需要进一步完善生物保鲜技术。综上所述, 单一的保鲜技术已经不能满足当下的保鲜要求, 而 1-MCP 处理作为贮藏保鲜的主流方向之一, 在未来的实验中可进一步研究 1-MCP 的最适浓度, 并与其他保鲜技术相结合, 如保鲜剂、臭氧、低温或光催化处理等, 尤其低温贮藏能较好地保持桃风味, 与 1-MCP 结合后可弥补其不足; 也可以人为调节贮藏环境中的 O_2 、 CO_2 和 N_2 的比例, 这样能够在较长时间内保持桃的质地、色泽、口感、营养等, 进而在桃果实贮藏中发挥更好的效果。未来将着重建立一套完整综合的保鲜技术, 降低成本, 并扩大应用。

参考文献:

- [1] 贾云云, 王越辉, 白瑞霞, 等. 光照对桃果实内在品质的影响研究进展[J]. 江西农业学报, 2020, 32(12): 30-36.
JIA Yun-yun, WANG Yue-hui, BAI Rui-xia, et al. Research Progress in Effects of Sun Light on Internal Quality of Peach Fruit[J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2020, 32(12): 30-36.
- [2] 王玉霞, 李延菊, 张福兴, 等. 桃采后贮藏保鲜技术研究进展[J]. 烟台果树, 2019(4): 1-4.
WANG Yu-xia, LI Yan-ju, ZHANG Fu-xing, et al. Research Progress of Postharvest Storage and Fresh-Keeping Teaching of Peach[J]. Yantai Fruits, 2019(4): 1-4.
- [3] 普红梅, 李雪瑞, 杨芳, 等. 不同采后处理对云南油桃和水蜜桃的贮藏保鲜效果对比[J]. 现代食品科技, 2020, 36(3): 120-126.
PU Hong-mei, LI Xue-rui, YANG Fang, et al. Comparison of Fresh-Keeping Effects of Different Post-Harvest Treatments on Yunnan Nectarine and Honey Peach[J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(3): 120-126.
- [4] 王海宏, 周慧娟, 乔勇进, 等. 桃贮藏保鲜技术研究现状与发展趋势[J]. 保鲜与加工, 2009, 9(2): 10-14.
WANG Hai-hong, ZHOU Hui-juan, QIAO Yong-jin, et al. Development Trend and Research Situation on Storage Techniques of Peach Fruits[J]. Storage & Process, 2009, 9(2): 10-14.
- [5] 魏好程. 桃果实采后贮藏保鲜及其品质控制的研究[D]. 海口: 华南热带农业大学, 2005: 5-15.
WEI Hao-cheng. Study on the Post Harvest Storage & Fresh and Quality Control of Peach (cv.Okubao)[D]. Haikou: South China University of Tropical Agriculture, 2005: 5-15.
- [6] 和岳, 王明力. 桃果实贮藏保鲜技术的发展现状[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(11): 181-183.
HE Yue, WANG Ming-li. Developing Status of Peach

- Fresh-Keeping Technology in China[J]. *Guizhou Agricultural Sciences*, 2011, 39(11): 181-183.
- [7] 吕小华, 陈长宝, 尚鹏鹏, 等. 一氧化氮和冷胁迫对桃果实细胞膜脂过氧化的影响[J]. *保鲜与加工*, 2019, 19(2): 8-15.
- LYU Xiao-hua, CHEN Chang-bao, SHANG Peng-peng, et al. Effect of Exogenous NO and Cold Stress on Membrane Lipid Peroxidation in 'Feicheng' Peach Fruit[J]. *Storage and Process*, 2019, 19(2): 8-15.
- [8] XIE Rang-jin, LI Xiong-wei, CHAI Ming-liang, et al. Evaluation of the Genetic Diversity of Asian Peach Accessions Using a Selected Set of SSR Markers[J]. *Scientia Horticulturae*, 2010, 125(4): 622-629.
- [9] 俞琴. 真空注入对黄桃品质的影响[D]. 上海: 上海交通大学, 2007: 6-20.
- YU Qin. The Effect of Vacuum Impregnation Treatment on the Quality of Yellow Peaches[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2007: 6-20.
- [10] RAI D R, PAUL S. Transient State In-Pack Respiration Rates of Mushroom under Modified Atmosphere Packaging Based on Enzyme Kinetics[J]. *Biosystems Engineering*, 2007, 98(3): 319-326.
- [11] 皮钰珍, 马岩松, 王善广, 等. 桃采后及贮藏生理研究进展[J]. *果树学报*, 2001, 18(1): 53-56.
- PI Yu-zhen, MA Yan-song, WANG Shan-guang, et al. Advances of Research on Peach Postharvest and Storage Physiology[J]. *Journal of Fruit Science*, 2001, 18(1): 53-56.
- [12] HAYAMA H, TATSUKI M, ITO A, et al. Ethylene and Fruit Softening in the Stony Hard Mutation in Peach[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2006, 41(1): 16-21.
- [13] 韩晴, 曹珂, 朱更瑞, 等. 桃肉质及粘离核性状形成及其相关基因的表达分析[J]. *华北农学报*, 2019, 34(3): 52-58.
- HAN Qing, CAO Ke, ZHU Geng-rui, et al. Formation of Flesh Texture and Adhesion and Expression Analysis of Related Genes in Peach Fruit[J]. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2019, 34(3): 52-58.
- [14] AHMADI E, GHASSEMZADEH H R, SADEGHI M, et al. The Effect of Impact and Fruit Properties on the Bruising of Peach[J]. *Journal of Food Engineering*, 2010, 97(1): 110-117.
- [15] LI Zhi-guo, YANG Hong-ling, LI Ping-ping, et al. Fruit Biomechanics Based on Anatomy: A Review[J]. *International Agrophysics*, 2013, 27(1): 97-106.
- [16] JIANG Jin-yong, GONG Liang, DONG Qing-feng, et al. Characterization of PLA-P3, 4HB Active Film Incorporated with Essential Oil: Application in Peach Preservation[J]. *Food Chemistry*, 2020, 313: 126134.
- [17] 万春燕, 李桂凤. 1-甲基环丙烯和水杨酸在储藏中对肥城桃品质的影响[J]. *食品科学*, 2007, 28(10): 523-525.
- WAN Chun-yan, LI Gui-feng. Effects of 1-MCP and SA on Quality of Feicheng-Peaches during Storage[J]. *Food Science*, 2007, 28(10): 523-525.
- [18] 颜志梅, 盛宝龙, 赵江涛, 等. 影响桃贮藏保鲜的因素及其综合保鲜技术[J]. *江苏农业科学*, 2002, 30(6): 76-78.
- YAN Zhi-mei, SHENG Bao-long, ZHAO Jiang-tao, et al. Factors Affecting Storage and Preservation of Peach and Its Comprehensive Preservation Technology[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2002, 30(6): 76-78.
- [19] MANGANARIS G A, VASILAKAKIS M, DIAMANTIDIS G, et al. Cell Wall Physicochemical Aspects of Peach Fruit Related to Internal Breakdown Symptoms[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2006, 39(1): 69-74.
- [20] 张潇方. 甜樱桃采后全程冷链保鲜技术研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2017: 20-28.
- ZHANG Xiao-fang. Study on Whole Cold-Chain and Preservation Technology of Postharvest Sweet Cherry[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2017: 20-28.
- [21] 姜航, 张斌斌, 宋志忠, 等. 1-MCP 和低温处理对采后桃 endo-PG 家族基因表达的影响[J]. *果树学报*, 2018, 35(5): 521-530.
- JIANG Hang, ZHANG Bin-bin, SONG Zhi-zhong, et al. Effects of 1-MCP and Low Temperature Treatments on the Expression of Endo-PG Family Genes in Peach during Post Harvest Storage[J]. *Journal of Fruit Science*, 2018, 35(5): 521-530.
- [22] SISLER E C, SEREK M. Inhibitors of Ethylene Responses in Plants at the Receptor Level: Recent Developments[J]. *Physiologia Plantarum*, 1997, 100(3): 577-582.
- [23] 张绍珊. 茶叶提取物对采后桃果防腐保鲜效果研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010: 11-20.
- ZHANG Shao-shan. Study of Preservative and Fresh-Keeping Effects of Tea Extracts on Postharvest Peaches[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2010: 11-20.
- [24] 陈峰. 不同保鲜剂及其复配对水蜜桃保鲜效果研究[D]. 重庆: 西南大学, 2010: 20-24.
- CHEN Feng. Study on the Effect of Different Fresh-Keeping Agents and Compound Preservative on Storage of Juicy Peach[D]. Chongqing: Southwest University, 2010: 20-24.
- [25] 周慧娟. 水蜜桃采后生理及贮藏保鲜技术研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2009: 74-95.
- ZHOU Hui-juan. Studies on Postharvest Physiology and Storage Technology of Honey Peach Fruits[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2009: 74-95.
- [26] 刘晨霞, 乔勇进, 王晓, 等. 桃果采后生理与贮藏保鲜技术研究进展[J]. *江苏农业科学*, 2018, 46(17): 18-23.
- LIU Chen-xia, QIAO Yong-jin, WANG Xiao, et al. Research Progress of Post-Harvest Physiology and

- Storage Techniques of Peach[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2018, 46(17): 18-23.
- [27] 施杨, 危春红, 陈志杰, 等. 枸杞鲜果采后生理及保鲜技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2016, 16(3): 102-106.
- SHI Yang, WEI Chun-hong, CHEN Zhi-jie, et al. Research Progress on Postharvest Physiology and Storage Technology of Fresh Fruit of Lycium Barbarum L[J]. Storage and Process, 2016, 16(3): 102-106.
- [28] 崔志宽. 不同物理化学处理对凤凰水蜜桃保鲜效果研究[D]. 南京: 南京大学, 2014: 75-80.
- CUI Zhi-kuan. Study on the Fresh-Keeping Effect of Different Physical and Chemical Treatments on Fenghuang Honey Peach[D]. Nanjing: Nanjing University, 2014: 75-80.
- [29] 魏好程, 汤凤霞, 陈发河. 采后桃果实风味物质研究进展[J]. 福建农业学报, 2010, 25(3): 281-285.
- WEI Hao-cheng, TANG Feng-xia, CHEN Fa-he. Advances in Research on Peach Volatile Flavoring Compounds[J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2010, 25(3): 281-285.
- [30] 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, 2001, 21(3): 268-270.
- MENG Xue-yan, CEN Tao. Relationship between Physiological Variations and Chilling Injury in Peach at Low-Temperature[J]. Journal of Shanxi Agricultural University, 2001, 21(3): 268-270.
- [31] ZHOU Dan-dan, SUN Ye, LI Meng-yu, et al. Postharvest Hot Air and UV-C Treatments Enhance Aroma-Related Volatiles by Simulating the Lipxygenase Pathway in Peaches during Cold Storage[J]. Food Chemistry, 2019, 292: 294-303.
- [32] 张潇方, 刘升, 王达, 等. 不同薄膜包装对水蜜桃冷藏品质的影响[J]. 包装工程, 2016, 37(17): 91-95.
- ZHANG Xiao-fang, LIU Sheng, WANG Da, et al. Effect of Different Film Packaging on the Quality of Juicy Peach at Cold Storage[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(17): 91-95.
- [33] 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, 40(2): 204-207.
- GANG Cheng-cheng, LI Jian-long, WANG Yi-jia, et al. Comparison of Fresh-Keeping Effects of Different Physical Methods on Treating Honey Peach[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2012, 40(2): 204-207.
- [34] 郜海燕, 杨海龙, 陈杭君, 等. 生鲜果蔬物流及包装技术与展望[J]. 食品与生物技术学报, 2020, 39(8): 1-9.
- GAO Hai-yan, YANG Hai-long, CHEN Hang-jun, et al. Progress and Prospect of Logistics and Preservation Technology on Fresh Fruit and Vegetables[J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2020, 39(8): 1-9.
- [35] 申江, 刘丽, 宋烨, 等. 冰温气调贮藏对平谷大桃品质影响的实验研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(5): 330-332.
- SHEN Jiang, LIU Li, SONG Ye, et al. Experiment on Influence of Ice-Temperature Controlled Atmosphere Storage on Pinggu Peach Quality[J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(5): 330-332.
- [36] 孟侯, 刘斌, 许茹楠, 等. 冰温贮藏对蜜桃品质评价研究[J]. 冷藏技术, 2020, 43(1): 15-19.
- MENG Yu, LIU Bin, XU Ru-nan, et al. Study on Evaluation of Peaches Quality by Ice-Temperature Storage[J]. Journal of Refrigeration Technology, 2020, 43(1): 15-19.
- [37] 张鹏, 李欣悦, 薛友林, 等. 精准温控技术对蟠桃冷藏和常温货架品质的影响[J]. 包装工程, 2021, 42(15): 19-29.
- ZHANG Peng, LI Xin-yue, XUE You-lin, et al. Effect of Precise Temperature Control Technology on Cold Storage and Shelf Quality of Flat Peach at Room Temperature[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(15): 19-29.
- [38] WANG Jin-hua, YOU Yan-li, CHEN Wen-xuan, et al. Optimal Hypobaric Treatment Delays Ripening of Honey Peach Fruit via Increasing Endogenous Energy Status and Enhancing Antioxidant Defence Systems during Storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2015, 101: 1-9.
- [39] HONG S I, LEE H H, KIM D. Effects of Hot Water Treatment on the Storage Stability of Satsuma Mandarin as a Postharvest Decay Control[J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 43(2): 271-279.
- [40] 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, 32(2): 39-44.
- ZHOU Tao, XU Shi-ying, WANG Zhang, et al. Effects of Hot Treatment and Storage Temperature on Physiological and Biochemical Changes in Peach Fruits[J]. South China Fruits, 2003, 32(2): 39-44.
- [41] 陆振中, 徐莉, 王庆国. 热空气处理对中华寿桃贮藏品质的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(1): 375-379.
- LU Zhen-zhong, XU Li, WANG Qing-guo. Effect of Hot Air Treatment on Postharvest Quality of Zhonghuashou Peach[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010, 26(1): 375-379.
- [42] 袁海娜. 国内外果蔬热处理保鲜技术研究进展[J]. 粮油加工与食品机械, 2002(10): 30-32.
- YUAN Hai-na. Research Progress on Heat Treatment Technology of Fruit and Vegetables at the Home and Abroad[J]. Machinery for Cereals, Oil and Food Processing, 2002(10): 30-32.
- [43] HUSSAIN P R, MEENA R S, DAR M A, et al. Studies on Enhancing the Keeping Quality of Peach (Prunus Persica Bausch) Cv Elberta by Gamma-Irradiation[J]. Radiation Physics and Chemistry, 2008, 77(4): 473-481.
- [44] 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, 24(3): 76-79.
- AN Jian-shen, ZHANG Min, LU Qi-rui, et al. Effect of Different Thickness Films on the Quality of Modified Atmosphere Packaging Honey Peaches during the Storage[J]. Journal of Wuxi University of Light Industry, 2005, 24(3): 76-79.
- [45] 梁洁玉, 朱丹实, 冯叙桥, 等. 果蔬气调贮藏保鲜技术研究现状与展望[J]. 食品安全质量检测学报, 2013, 4(6): 1617-1625.
- LIANG Jie-yu, ZHU Dan-shi, FENG Xu-qiao, et al. Status and Prospects on Modified Atmosphere Storage Technology of Fruits and Vegetables[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2013, 4(6): 1617-1625.
- [46] AKBUDAK B, ERIS A. Physical and Chemical Changes in Peaches and Nectarines during the Modified Atmosphere Storage[J]. Food Control, 2004, 15(4): 307-313.
- [47] 刘颖, 邬志敏, 李云飞, 等. 锦绣黄桃快速降氧气调贮藏实验研究[J]. 上海交通大学学报, 2007, 41(3): 432-436.
- LIU Ying, WU Zhi-min, LI Yun-fei, et al. Experimental Study on the Controlled Atmosphere Storage for "Jin-xiu" Yellow Peaches[J]. Journal of Shanghai Jiao Tong University, 2007, 41(3): 432-436.
- [48] CANO-SALAZAR J, LÓPEZ M L, ECHEVERRÍA G. Relationships between the Instrumental and Sensory Characteristics of Four Peach and Nectarine Cultivars Stored under Air and CA Atmospheres[J]. Postharvest Biology and Technology, 2013, 75: 58-67.
- [49] 田世平, 徐勇, 姜爱丽, 等. 冬雪蜜桃在气调冷藏期间品质及相关酶活性的变化[J]. 中国农业科学, 2001, 34(6): 656-661.
- TIAN Shi-ping, XU Yong, JIANG Ai-li, et al. Changes in Enzymatic Activity and Quality Attributes of Dongxue Peaches in Response to Controlled Atmosphere Conditions[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2001, 34(6): 656-661.
- [50] LI Dong, LI Li, LUO Zi-sheng, et al. Effect of Nano-ZnO-Packaging on Chilling Tolerance and Pectin Metabolism of Peaches during Cold Storage[J]. Scientia Horticulturae, 2017, 225: 128-133.
- [51] 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.
- QIAN Chun-lu, MI Hong-bo, HE Zhi-ping, et al. Effect of 1-MCP on Cold Storage Quality and Redox State of Postharvest Peach Fruits[J]. Food Science, 2013, 34(12): 322-326.
- [52] DAL CIN V, RIZZINI F M, BOTTON A, et al. The Ethylene Biosynthetic and Signal Transduction Pathways are Differently Affected by 1-MCP in Apple and Peach Fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2006, 42(2): 125-133.
- [53] CAI Hong-fang, AN Xiu-juan, HAN Shuai, et al. Effect of 1-MCP on the Production of Volatiles and Biosynthesis-Related Gene Expression in Peach Fruit during Cold Storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2018, 141: 50-57.
- [54] 朱明涛, 王美军. 1-MCP 和蜂胶对水蜜桃贮藏保鲜效果的影响[J]. 包装工程, 2020, 41(11): 33-39.
- ZHU Ming-tao, WANG Mei-jun. Effects of 1-MCP and Propolis on the Preservation Results of Honey Peaches[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(11): 33-39.
- [55] 刘淑英, 李桂霞, 张冬梅, 等. 低温贮藏下不同 1-MCP 浓度对桃生理特性的影响[J]. 食品科技, 2016, 41(2): 38-41.
- LIU Shu-ying, LI Gui-xia, ZHANG Dong-mei, et al. Effect of Different Concentration of 1-MCP on the Peach Physiology Character during Cold Storage[J]. Food Science and Technology, 2016, 41(2): 38-41.
- [56] 李军, 林韧安, 林建红, 等. 1-MCP 处理结合 MAP 包装对‘湖景蜜露’桃贮藏品质及能量代谢的影响[J]. 浙江林业科技, 2017, 37(4): 24-32.
- LI Jun, LIN Ren-an, LIN Jian-hong, et al. Effects of 1-Methylcyclopropene Treatment Combined with Modified Atmosphere Package on Quality and Energy Metabolism of Cold Stored Amygdalus ca 'Hujingmilu' Fruit[J]. Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology, 2017, 37(4): 24-32.
- [57] WINK D A, HINES H B, CHENG R Y S, et al. Nitric Oxide and Redox Mechanisms in the Immune Response[J]. Journal of Leukocyte Biology, 2011, 89(6): 873-891.
- [58] 田雯. NO 对冷藏桃果实品质相关的线粒体及其 DNA 聚合酶表达的调控作用[D]. 石河子: 石河子大学, 2020: 12-23.
- TIAN Wen. Regulation on Mitochondrial and Expression of Its DNA Polymerase Related to Fruit ty by Nitric Oxide in Peach Fruit during Cold Storage[D]. Shihezi: Shihezi University, 2020: 12-23.
- [59] 朱树华, 刘孟臣, 周杰. 一氧化氮熏蒸对采后肥城桃果实细胞壁代谢的影响[J]. 中国农业科学, 2006, 39(9): 1878-1884.
- ZHU Shu-hua, LIU Meng-chen, ZHOU Jie. Effects of Fumigation with Nitric Oxide on Cell Wall Metabolisms of Postharvest Feicheng Peaches[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2006, 39(9): 1878-1884.
- [60] CAI Hong-fang, HAN Shuai, YU Ming-liang, et al. Exogenous Nitric Oxide Fumigation Promoted the Emission of Volatile Organic Compounds in Peach Fruit during Shelf Life after Long-Term Cold Storage[J]. Food Research International, 2020, 133: 109135.
- [61] HUANG Dan-dan, TIAN Wen, FENG Jian-rong, et al. Interaction between Nitric Oxide and Storage Temperature on Sphingolipid Metabolism of Postharvest Peach Fruit[J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2020, 151: 60-68.

- [62] 朱明涛, 余俊, 高瑞汝, 等. 桃果实不同成熟期总酚含量的变化及其抗氧化活性[J]. 北方园艺, 2017(5): 31-34.
ZHU Ming-tao, YU Jun, GAO Rui-ru, et al. Changes of Total Phenolic Content and Antioxidant Capacity under Different Mature Periods of Peach Fruits[J]. Northern Horticulture, 2017(5): 31-34.
- [63] 王雷, 李玲, 陈修德, 等. 喷施钙对肥城桃果活性钙含量及其在亚细胞分布的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(4): 1102-1110.
WANG Lei, LI Ling, CHEN Xiu-de, et al. Effect of Foliar Ca Spraying on Calcium Dynamics, Fractions and Subcellular Distribution of Pulp Cells of Feicheng Peach[J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizer, 2016, 22(4): 1102-1110.
- [64] MANGANARIS G A, VASILAKAKIS M, DIAMANTIDIS G, et al. The Effect of Postharvest Calcium Application on Tissue Calcium Concentration, Quality Attributes, Incidence of Flesh Browning and Cell Wall Physicochemical Aspects of Peach Fruits[J]. Food Chemistry, 2007, 100(4): 1385-1392.
- [65] 陈留勇, 孔秋莲, 孟宪军, 等. 浸钙处理对黄桃后熟软化的影响[J]. 食品科技, 2003, 28(7): 22-24.
CHEN Liu-yong, KONG Qiu-lian, MENG Xian-jun, et al. Effect of Calcium Treatment on Ripening and Softening of Peach[J]. Food Science and Technology, 2003, 28(7): 22-24.
- [66] 梁志宏, 刘刚, 王俊宇, 等. 羧甲基壳聚糖涂膜对大久保桃保鲜及货架品质的影响[J]. 食品工业科技, 2015, 36(3): 353-356.
LIANG Zhi-hong, LIU Gang, WANG Jun-yu, et al. Effect of N, O- Carboxymethyl Chitosan Coating on Storage and Shelf-Life Quality of Okubo Peach[J]. Science and Technology of Food Industry, 2015, 36(3): 353-356.
- [67] JIAO Wen-xiao, SHU Chang, LI Xiang-xin, et al. Preparation of a Chitosan-Chlorogenic Acid Conjugate and Its Application as Edible Coating in Postharvest Preservation of Peach Fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2019, 154: 129-136.