

猕猴桃鲜果贮藏保鲜研究进展

张美芳, 何玲*, 张美丽, 郭宇欢
(西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 综述了近年来猕猴桃鲜果的保鲜研究技术进展。首先阐述了猕猴桃鲜果贮藏保鲜中当前主要存在低温伤害、果实腐烂和软腐问题以及物理、化学和生物保鲜技术, 然后提出猕猴桃贮藏保鲜技术的发展趋势, 为延长果实贮藏时间, 减少腐烂率提供依据。

关键词: 猕猴桃; 贮藏; 保鲜技术

Advances in Preservation Methods for Kiwifruit

ZHANG Mei-fang, HE Ling*, ZHANG Mei-li, GUO Yu-huan
(College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

Abstract: This paper describes recent advances in the development of methods for preserving kiwifruit. We elucidate the main current problems regarding kiwifruit storage such as chilling injury, decay and soft rotting and kiwifruit preservation approaches including physical, chemical and biological methods, and discuss future trends in the development of kiwifruit preservation methods, aiming at providing evidence for extending the storage life of kiwifruit and reducing the incidence of decay during storage.

Key words: kiwifruit; storage; preservation technique

中图分类号: TS255.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2014)11-0343-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201411066

猕猴桃是猕猴桃科(Actinidiaceae)猕猴桃属(*Actinidia*)的多年生落叶植物, 全世界约有猕猴桃品种66种, 而我国就有62种^[1], 据统计, 2010年, 全球猕猴桃鲜果产量达150万t, 中国约40万t, 居世界第1位^[2]。猕猴桃果实营养丰富, 具有较高的保健价值, 有“水果之王”、“VC之冠”的美称, 深受消费者喜爱。由于猕猴桃是多汁浆果, 也是典型的呼吸跃变型果实, 有明显的生理后熟过程, 采后容易变软腐烂, 因此研究猕猴桃果实采后贮藏保鲜技术较为重要。

1 贮藏过程中存在的问题

1.1 低温伤害

低温冷藏是国内外一种较为适用且可长期保存猕猴桃的贮藏方法, 但猕猴桃为冷敏型果实, 普通冷藏及不适宜低温很容易诱发冷害^[3]。冷害多在较高的温度下发生, 不容易被人发觉。猕猴桃在贮藏过程中冷害较为严重, 品种“红阳”更为突出。

猕猴桃0℃贮藏期间没有明显冷害症状, 移至20℃后熟时, 冷害症状逐渐表现出来。不同品种冷害症状不一。“红阳”贮藏50d皮下果肉组织木质化, 近果柄处最早褐变, 并伴随皮下果肉组织木质化, 随着时间的延长(90d), 果面褐变面积及果肉木质化范围逐渐扩展^[4]。“华优”贮藏60d左右出现冷害症状, 表现皮下果肉组织的木质化, 但果实表面无明显症状, 随时间延长, 果肉组织木质化加剧, 果实腐烂^[4]。“徐香”在70d左右果实表面出现凹陷, 皮下果肉组织呈水渍状斑块, 随贮藏时间延长, 果皮局部褐变, 果肉组织伴随轻微木质化^[4]。“秦美”及“亚特”的冷害症状出现在徐香之后, 秦美冷害发生后, 皮下果肉组织木质化, 并有水渍状斑块。亚特表面出现凹陷, 随贮藏时间的延长, 原先水渍状斑块褐变软烂。“海沃德”和“金香”出现冷害症状最晚, 海沃德主要表现出表面凹陷, 果中心出现水渍状斑块。金香也会出现轻微的木质化, 出库后短期症状不明显。

目前, 控制和延缓冷害发生的措施, 取得了一定效

收稿日期: 2013-08-08

基金项目: 陕西省自然科学基金项目(2013JM3014)

作者简介: 张美芳(1988—), 女, 硕士研究生, 主要从事园艺产品采后生理及贮藏保鲜研究。E-mail: zhangmeifang25@126.com

*通信作者: 何玲(1965—), 女, 副教授, 博士, 主要从事果蔬加工及园艺产品采后贮藏保鲜研究。

E-mail: heliurui@nwsuaf.edu.cn

果, 杨青珍等^[5]研究了直接降温 and 3 种逐步降温处理对猕猴桃果实冷害、品质和活性氧代谢的影响, 结果表明: 逐步降温处理能有效降低冷藏猕猴桃果实的冷害指数和冷害率, 并且保持较高的好果率和货架期品质, 其中, $10\text{ }^{\circ}\text{C}\rightarrow 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $2\text{ d}\rightarrow 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $2\text{ d}\rightarrow (0\pm 0.5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 逐步降温对冷害的控制效果更为显著。但是, 目前控制冷害发生的技术缺乏实际可操作性。为了减少猕猴桃在贮运过程中发生冷害, 除了严格调控各项环境因素外, 还要选择适宜的品种, 有针对性地为每种产品制定合理的综合贮运措施。

1.2 果实腐烂和软腐

果实采后腐烂大多由病原菌引起。果蔬在采收、贮藏和运输过程中若受到机械损伤, 病原菌很容易通过伤口侵染, 并大量生长繁殖, 导致果蔬迅速腐烂变质^[6]。猕猴桃采后贮运期间病害的报道主要有熟(软)腐病、蒂腐病(灰霉病)、青霉病等。段爱莉等^[7]利用 rDNA-ITS 方法从贮藏期猕猴桃品种“华优”、“海沃德”、“秦美”中分离出青霉菌共 19 株, 占总菌株 63.3%, 为优势致病菌。猕猴桃贮藏后期果实腐烂主要是由霉菌侵染而引起, 果实软腐病是贮藏期最常见到的侵染性病害^[8]。主要病原菌为 *Bortyris cinerea* 和 *Phomopsis* sp., 并以蒂腐和花端腐烂为主^[9-11]。目前猕猴桃病害的研究主要集中在“海沃德”、“秦美”等几个引种栽培比较早的品系, 对其他品种猕猴桃病害的研究已经迫在眉睫。猕猴桃采后病害主要通过田间管理、采后药剂处理和调节适宜的贮藏条件进行防治, 另外病害的生物防治是新的趋势。

此外, 膨大剂的连续使用, 造成果实自身营养不足, 耐藏性差; 再加上过早采收, 果实乙烯释放大以及猕猴桃本身的不耐贮性等都会造成猕猴桃贮藏期间的腐烂变质^[12]。

2 猕猴桃鲜果贮藏保鲜技术

目前, 猕猴桃的贮藏保鲜方法主要是物理贮藏和化学贮藏两种方法, 此外依托这两种方法还衍生出其他的保鲜技术。虽然各种保鲜方法侧重点不同, 但从保鲜机理上可归纳为以下方面: 1) 抑制果实的呼吸作用, 来达到延缓衰老的作用。猕猴桃是一种典型呼吸跃变型果实, 延缓其呼吸高峰的过早出现, 可以有效地延长贮藏保鲜时间。2) 控制贮藏过程中的乙烯作用。虽然猕猴桃刚采收时, 乙烯的释放能力很低, 但它对乙烯极敏感, 低浓度的乙烯都可使果肉变软。因此, 控制乙烯的作用是猕猴桃贮藏保鲜的一个关键因素。3) 降低因病菌带来的果实腐烂率。

2.1 物理方法

2.1.1 低温冷藏

低温冷藏保鲜是利用低温降低果蔬的呼吸作用, 减

少能量的耗散, 抑制微生物的生长, 延缓果蔬的腐烂速度, 达到保鲜效果。Nasiraei 等^[13]研究表明, 猕猴桃的冷藏温度一般维持在 $(0\pm 0.5)\text{ }^{\circ}\text{C}$, 保鲜期可达 6 个月左右, 好果率大于 95%。高凯等^[14]利用冷藏保鲜“秦美”猕猴桃, 保存 6 个月, 好果率超过 95%, 销售前果实硬度不低于 $4\sim 6\text{ kg/cm}^2$, 并保持其特有风味。郭丽芳等^[15]利用固相微萃取技术及 GC-MS 联用技术对常温 ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$) 和低温 ($2\text{ }^{\circ}\text{C}$) 贮藏条件下“金艳”猕猴桃果实香气成分进行分析证明, 低温延缓了醛酮类比例的下降幅度, 抑制了水杨酸甲酯等酯类的生成, 冷藏显著影响“金艳”猕猴桃的香气成分。

目前, 国内外主要采用机械冷藏的方法保鲜猕猴桃, 仅陕西省周至县 2009 年冷库已达 2 000 多座^[16]。但是我国目前缺乏完善的冷链运输及销售系统, 使得出库后的果实货架期大大缩短, 增加了冷藏损失率。因此, 猕猴桃的低温贮藏应该是在适当的、受控制的温度条件下进行。

2.1.2 气调贮藏

气调保鲜法是通过改变贮藏环境的气体成分, 限制果蔬的呼吸强度, 延缓其衰老变质。气调贮藏与冷藏相比, 更能降低乙烯的释放量, 从而有效的保持了果实的硬度和品质。雷玉山等^[17]对猕猴桃进行气调贮藏 210 d, 测得“秦美”猕猴桃的好果率达到 97.5%, “海沃德”猕猴桃的好果率达到 98.2%, 取得了理想的贮藏效果。近年来, 一些简易自然气调包装对猕猴桃的贮藏保鲜也起到一定的作用, 李文帅等^[18]研究证明“海沃德”在温度为 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 60% 环境下保鲜包装猕猴桃, 保鲜贮藏期可达 60 d, 有利于采后猕猴桃在非冷库、非气调库中的保鲜贮运。

气调保鲜技术具有调气速度快、管理灵活、便于出入库等特点, 但我国目前气调保鲜贮藏方法的占有率较低。新西兰猕猴桃气调贮藏量占总产量的 50% 以上, 而陕西周至猕猴桃气调贮藏量不到总产量的 5%^[16]。这主要是受到场地设备、技术、资金等条件的限制, 要大范围推广使用气调库还需要一定时间。此外, 一些品种对低氧、高二氧化碳的气体环境较为敏感, 不适合气调贮藏^[19], 这也在一定程度上限制了气调贮藏在猕猴桃保鲜上的应用和推广。

2.1.3 热处理

热处理是控制采后病害和虫害的采后处理方法, 可以延缓果蔬冷害的发生、抑制乙烯的产生, 还可抑制果蔬采后病原菌的生长繁殖。近年来研究表明, 诱导抗病性也是热处理发挥保鲜效果的重要原因。Sara 等^[20]研究 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 对猕猴桃进行热预处理 25、75 min 后鲜切猕猴桃片的理化特性及营养成分的变化, 结果表明热预处理可增加猕猴桃片的硬度。刘延娟等^[21]证明经热处理的“皖

翠”猕猴桃果实含糖量整体低于对照组, 较低温度的热处理对“皖翠”猕猴桃的低温贮藏较为有利。

热处理在一定程度上可以有效地抑制果蔬的呼吸作用, 增强果实硬度, 但目前热处理贮藏保鲜方法还不成熟, 只是作为一种辅助性的采后处理方式, 与其他贮藏保鲜技术如冷藏、化学试剂保鲜等结合使用。

2.2 化学方法

2.2.1 1-甲基环丙烯处理

1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)能够竞争结合乙烯受体, 在延缓果蔬采后衰老、提高贮藏品质上具有很好的应用前景。在多种水果上, 采后经1-MCP处理能有效延缓果实的成熟和衰老^[22-23]。Jhalegar等^[24]发现利用1-MCP处理猕猴桃, 可抑制果实的呼吸速率。张克宏等^[25]研究表明1-MCP能降低贮藏期猕猴桃的呼吸作用, 酸、VC含量、果实硬度变化较小。段眉会等^[26]实验表明1-MCP熏蒸处理果比未处理果同期出库果实商品果率高, 处理果好果率比未处理果高30%左右, 增加收入达30%以上。郭叶等^[27]以“徐香”猕猴桃为试材, 不同体积分数1-MCP处理(0、0.3、0.6、0.9、1.2 $\mu\text{L/L}$)后表明: 在冷藏条件下, 0.9 $\mu\text{L/L}$ 的1-甲基环丙烯处理可以延缓“徐香”猕猴桃VC的下降; 可较好地保持果实硬度和可滴定酸; 降低果实呼吸强度和乙烯释放速率, 并推迟两者高峰期的到来, 减缓其衰老进程。唐燕等^[28]证明1-MCP处理在相同的贮藏条件下, 晚采收的“海沃德”猕猴桃果实成熟衰老进程明显快于适期采收果实, 贮藏效果较差。

1-MCP具有无毒、低量、高效、性质稳定等优点, 目前被广泛应用于园艺产品的商业化保鲜, 特别在呼吸跃变型果蔬中的保鲜效果更为显著。使用1-MCP进行熏蒸处理技术, 具有广泛的应用前景。但证明用1-MCP处理虽然能延缓猕猴桃果实的衰老, 但远不及气调的贮藏效果^[29]。唐燕等^[28]的研究指出, 1-MCP处理对采后猕猴桃变软有一定的抑制作用, 而且1-MCP处理对于跃变期以前的果实有效, 对于进入跃变期效果很小或无效^[30]。另外, 目前我国的1-MCP大多从国外进口, 从而增加了成本。这些都限制了1-MCP在实际生产中的使用。

2.2.2 二氧化氯(ClO_2)处理

ClO_2 是一种高效安全的果蔬保鲜剂, 杀菌能力强, ClO_2 能阻止蛋氨酸分解成乙烯, 还可以控制腐败菌的生成, 但不影响果蔬原有风味和外观品质^[31]。蔡金术等^[32]研究了 ClO_2 处理对“翠玉”猕猴桃果实耐贮性的影响, 结果表明采后使用 ClO_2 处理对猕猴桃具有较好的杀菌、抑菌效果。适宜量的 ClO_2 处理可延缓猕猴桃果实硬度下降, 抑制乙烯的释放速率, 并保持了可溶性糖、可滴定酸和VC的含量^[33]。60 mg/L 的 ClO_2 采前处理可有效清除猕猴桃果实表面菌落, 提高过氧化物酶和苯丙氨酸解氨酶

的活性^[34]。另外, ClO_2 处理对机械损伤猕猴桃具有明显的防腐保鲜效果, 可有效降低腐烂损失^[35]。 ClO_2 对真核细胞的细胞器有明显的损伤作用并与死亡率呈正相关, 但呼吸抑制可能不是细菌死亡的首要原因^[36]。

ClO_2 是一种强氧化剂, 适宜的浓度可以阻止蛋氨酸分解为乙烯, 破坏已经形成的乙烯, 对延缓猕猴桃的衰老起到一定作用, 但高浓度处理可能对猕猴桃会造成一定程度的伤害。稳定性 ClO_2 作为一种高效广谱的杀菌剂在发达国家应用较早, 但是在我国由于生产成本偏高, 环境保护法规还不健全而限制了它的广泛使用及开发^[37]。

2.2.3 臭氧处理

臭氧是近年来应用较广泛的杀菌剂, 具有速度快、易操作、无残留、无死角等特点。Hur等^[38]用光催化 TiO_2 产生臭氧处理猕猴桃, 结果表明有良好的防腐杀菌效果。曹彬彬^[39]等采用不同浓度的臭氧(10.7、42.8、171.2 mg/m^3)处理“皖翠”猕猴桃, 在冷藏($(2\pm 1)^\circ\text{C}$)条件下, 较低浓度的臭氧(10.7 mg/m^3)处理能显著抑制猕猴桃果实的呼吸强度, 降低腐烂率, 延缓丙二醛和相对电导率的上升, 超氧化物歧化酶和过氧化物酶维持较高的活性, 冷藏140 d时的好果率可达95%; 较高浓度的臭氧(171.2 mg/m^3)处理则加速猕猴桃果实呼吸高峰的出现, 贮藏中后期果实腐烂率、丙二醛含量和相对电导率快速上升, 超氧化物歧化酶和过氧化物酶活性下降, 从而加快果实的衰老进程。

臭氧处理猕猴桃虽然有一定的效果, 但是需在贮藏期间要多次处理, 成本偏高, 操作繁琐, 不同品种之间的臭氧处理浓度存在差异, 浓度越高对猕猴桃的贮藏品质和后熟生理损害越大, 并且高浓度的臭氧容易对人体造成伤害。

2.2.4 涂膜处理

可食性膜能降低 O_2 的透性使果蔬内部维持相当于气调的高 CO_2 、低 O_2 状态, 有利于减少水分损失、抑制呼吸、防止芳香成分挥发。壳聚糖因其有良好的成膜性及抗菌性, 已被广泛应用于多种果蔬的保鲜。祝美云等^[40]在壳聚糖1%、海藻酸钠0.3%、卡拉胶0.3%的条件下, 新鲜猕猴桃保鲜40 d左右, 可有效保持其营养成分减少。Olinasi等^[41]对多种水果和蔬菜进行涂膜处理, 保鲜效果明显。

涂膜处理操作方便, 成本低廉。涂膜处理, 可有效地抑制果实贮藏期水分的散失, 但处理不当, 如成膜太厚将会造成果实无氧呼吸, 使果实内部的各种生理生化作用失去平衡, 从而加剧果实的腐烂。涂膜处理在猕猴桃采后保鲜上的研究较少, 是否具有可行性, 还需进一步探讨。

2.2.5 其他化学方法

Serrano等^[42]用钙、多胺和赤霉素处理果实, 以改

善采后果实的品质。Antunes等^[43]研究表明,采前和采后用钙处理猕猴桃,能显著提高其贮藏能力。钙还可激活果实固有的抗菌物质活性,降低和抑制病原菌的侵染。Poole等^[44]研究表明,贮藏前用0.14 mg/mL水杨酸的浸蘸海沃德猕猴桃可提高对灰霉菌(*B.cinerea*)的抗病性,与对照相比,可提高过氧化物酶活性。适量施钾能提高果实硬度及可溶性固形物与VC含量,降低果实含酸量,提高果实耐贮性^[45]。5 mg/L *N*-(2-氯-4-吡啶基)-*N*-苯基脲(*N*-(2-chloro-4-pyridyl)-*N*-phenylurea, CPPU)处理能较好地保持猕猴桃果实的可溶性固形物和总糖等营养指标的含量与风味,同时可较好地维持细胞壁及膜的完整性,减缓膜结构的氧化作用。而高质量浓度(20 mg/L)的CPPU处理则使果实风味劣质变差,影响商品价值^[46]。

目前,我国化学处理保鲜猕猴桃大多与冷库低温贮藏、简易气调贮藏相结合,以达到较好的保鲜效果。

2.3 生物保鲜技术

拮抗微生物能够诱导果蔬产生植物保卫素,提高果实防御酶的活性,还能增强果蔬的抗病性^[47]。目前,果实贮藏方面研究最多的生防菌是酵母菌、芽孢杆菌以及假单胞杆菌^[48]。胡欣洁等^[49]采用枯草芽孢杆菌Cy-29对数期菌悬液处理“红阳”猕猴桃,在2℃、湿度75%、5%风冷条件下贮藏,结果表明能显著延缓果实硬度下降;在贮藏前期和中期可溶性固形物含量和总糖变化显著低于对照组;整个贮藏期显著抑制可滴定酸和VC含量下降。另外,其他研究也表明将丝孢酵母菌、黏红酵母菌、毕赤酵母菌与Ca²⁺配合使用时对苹果灰霉病、青霉病、柑橘绿霉病以及桃根霉腐烂病的抑制效果明显增强,还可抑制*Rhizopus stolonifer*菌孢子的萌发和菌丝的生长^[50]。

近年来,国内外在拮抗菌防腐剂的商业化研发上取得了一定的成果,目前已经研发出40种以上的微生物拮抗菌,但只有Biosave拮抗菌株为洋葱假单胞菌和拮抗菌株美极美奇酵母两种生物保鲜剂真正应用于实际生产,市场占有率都极低^[51]。而我国迄今为止还没有类似产品上市^[52]。诱抗高效性和持久性方面的欠缺是拮抗菌生物保鲜制剂在商业应用方面屡屡受阻的主要原因^[53]。拮抗菌技术作为一种采后病害控制中的应用,在猕猴桃中的报道还比较少见,因此,探讨拮抗菌在猕猴桃贮藏保鲜上的应用很有必要。

3 猕猴桃鲜果贮藏保鲜技术发展趋势

3.1 推进猕猴桃鲜果贮藏保鲜技术多样化

目前,我国在猕猴桃贮藏的气调贮藏技术、低温贮藏技术、化学贮藏技术等研究方面都已经取得很大进展,为我国猕猴桃鲜果贮藏保鲜提供了技术上的支持。

在猕猴桃主产区,传统的贮藏保鲜方式已不能满足现代生产的需要,应引进新的技术方法,学习国外先进经验,最大程度的降低贮藏期间的损失。在猕猴桃种植较少的地区,可以结合当地的气候、经济条件进行贮藏。不同地区猕猴桃的贮藏方法必须结合当地经济发展情况与猕猴桃的品种种类、特性,因地制宜,促进贮藏的多样化发展。

3.2 开发天然保鲜剂

诸多保鲜技术大多夹杂一些化学试剂,化学试剂的经常使用会导致病菌产生抗药性而降低防病效果,并且大量的化学试剂残留给人们的健康带来巨大隐患。开发天然保鲜剂贮藏保鲜技术,是解决当今猕猴桃贮藏的重要途径。利用天然提取物作为保鲜剂在其他园艺产品的采后贮藏保鲜上已有报道,例如陈丽凤等^[54]研究表明银杏叶、当归、党参(野生)、藏茵陈4种药用植物提取物对金黄色葡萄球菌有抑菌活性。曾令达等^[55]利用17种植物提取物对荔枝霜疫霉菌进行抑菌实验,结果显示丁香、黄连、细辛提取物处理7 d抑菌率达100%。张亮等^[56]采用芦柑皮、艾蒿等提取物对茶炭疽病菌的抑菌效果表明在1.5 mg/mL质量浓度下,各提取物对茶炭疽病菌菌丝均有抑制作用,其中芦柑皮96 h的抑制率达到93.32%,但天然提取物在猕猴桃鲜果保鲜上的应用较少。研究天然提取物在猕猴桃采后贮藏保鲜上的应用成为一个新的热点。

3.3 大力发展气调贮藏保鲜技术

气调贮藏是世界公认的一种先进贮藏方法。国外猕猴桃的气调贮藏已经发展成为一种趋势,而我国的应用技术还不完善,应对主产区现有的简易气调库进行技改整合,引进先进的管理技术,延长猕猴桃的保鲜期,实现春节前后上市。在猕猴桃主产区,应大力发展气调贮藏保鲜技术,并引进推广国际先进的真空气调贮藏设备,充分延长猕猴桃鲜果的供应期。

3.4 建立猕猴桃信息库,逐步完善贮藏保鲜系统

建立一个包含猕猴桃采前生产地调查、采后及时收购、产品分级包装、适宜条件贮藏、果脯果酱等深加工食品的研发、流通和销售在内的全国信息集成系统。另外,研究人员应及时了解、研究并掌握国内外猕猴桃市场动向,确保果农的最大经济效益,走产、贮、销一体化的道路,促进猕猴桃产业链的长足发展,创造更大的社会效益和经济效益。

总之,猕猴桃贮藏保鲜只有综合运用多种贮藏保鲜技术,建立更加完善的从采摘入库到运输、销售的冷链保鲜系统,才能更好地控制发病率,减少损失,延长贮运保鲜时间,降低成本,进一步向配套化、自动化及标准化发展。

参考文献:

- [1] 黄宏文, 龚俊杰, 王圣梅, 等. 猕猴桃属(*Actinidia*)植物的遗传多样性[J]. 生物多样性, 2000, 8(1): 1-12.
- [2] 兰霞, 贺立静, 贺立红, 等. 猕猴桃果实采后保鲜技术[J]. 北方园艺, 2010(14): 172-173.
- [3] SONG L L, GAO H Y, CHEN H J. 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.
- [4] 王玉萍, 饶景萍, 杨青真, 等. 猕猴桃3个品种果实耐冷性差异研究[J]. 园艺学报, 2013, 40(2): 341-349.
- [5] 杨青珍, 饶景萍, 王玉萍. ‘徐香’猕猴桃采收后逐步降温处理对果实冷害、品质和活性氧代谢的影响[J]. 园艺学报, 2013, 40(4): 651-662.
- [6] SHARMA R R, SINGH D, SINGH R. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: a review[J]. Biological Control, 2009, 50(3): 205-221.
- [7] 段爱莉, 雷玉山, 孙翔宇, 等. 猕猴桃果实贮藏期主要真菌病害的 rDNA-ITS 鉴定及序列分析[J]. 中国农业科学, 2013, 46(4): 810-818.
- [8] 汤荣丽, 王志彬. 陕西省猕猴桃生产影响因素分析[J]. 华中农业大学学报, 2011(4): 15-19.
- [9] MANNING M A, PAK H A, BERESFORD R M. Non-fungicidal control of botrytis storage rot in new zealand kiwifruit through pre-and postharvest crop management[J]. Postharvest Pathology, 2010, 21(2): 183-196.
- [10] MICHAELIDES T J, MORGAN D P, LUO Yong. Epidemiological assessments and postharvest disease incidence[J]. Postharvest Pathology, 2010, 21(2): 69-88.
- [11] DROBY S, LICHTER A. Post-harvest Botrytis infection: etiology, development and management[M]//ELAD Y, WILLIAMSON B, TUDZYNSKI P. Botrytis: biology, pathology and control. Springer Netherlands, 2007: 349-367.
- [12] 姚春潮, 刘占德, 龙周侠. 采收期对“徐香”猕猴桃果实品质的影响[J]. 北方园艺, 2013(8): 36-38.
- [13] NASIRAEI L R, DOKHANI S, SHAHEDI M, et al. Effect of packaging and storage on the physicochemical characteristics of two kiwi fruit cultivars[J]. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 2006, 9(4): 223-237.
- [14] 高凯. 猕猴桃冷藏保鲜技术[J]. 保鲜与加工, 2010(6): 23.
- [15] 郭丽芳, 王慧, 马三梅, 等. 冷藏对“金艳”猕猴桃香气成分的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(10): 304-309.
- [16] 赵利军, 燕党平, 段周会, 等. 猕猴桃贮藏保鲜存在的问题及其对策[J]. 西北园艺, 2011(8): 10-11.
- [17] 雷玉山, 刘运松, 杨晓宇. 猕猴桃大帐气调贮藏保鲜技术研究[J]. 陕西农业科学, 2005(3): 46-48.
- [18] 李文帅, 郭彦峰, 侯秦瑞. 自然气调包装对采后猕猴桃保鲜效果和品质的影响[J]. 包装工程, 2011, 32(7): 14-19.
- [19] 杨德兴, 杜玉宽, MATTEA P, 等. 猕猴桃的低乙烯气调贮藏保鲜研究[J]. 中国果菜, 1999(3): 13-14.
- [20] SARA B C, ANA S, LUCIA C, et al. Influence of moderate heat pre-treatments on physical and chemical characteristics of kiwifruit slices[J]. European Food Research and Technology, 2008, 226(4): 641-651.
- [21] 刘延娟, 董明, 王强, 等. 热处理对“皖翠”猕猴桃贮藏生理及品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(16): 8636-8638.
- [22] ATHANASIOS K, EVANGELOS S. Effect of 1-MCP prestorage treatment on ethylene and CO₂ production and quality of ‘Hayward’ kiwifruit during shelf-life after short medium and long term cold storage[J]. Postharvest Biological and Technology, 2007, 46(2): 174-180.
- [23] KHAN A S, SINGH Z. 1-MCP regulates ethylene biosynthesis and fruit softening during ripening of ‘Tegan Blue’ plum[J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 43(3): 298-306.
- [24] JHALEGAR M J, SHARMA R R, Pal, R K, et al. Analysis of physiological and biochemical changes in kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Allison) after the postharvest treatment with 1-methylcyclopropene[J]. Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology, 2011, 20(2): 205-210.
- [25] 张克宏, 杜俊娟. 1-MCP对猕猴桃包装贮藏生理的影响研究[J]. 食品科学, 2007, 28(11): 575-579.
- [26] 段周会, 朱建斌, 张晓群. 1-MCP在猕猴桃贮藏保鲜中的应用[J]. 陕西农业科学, 2008(6): 211-212.
- [27] 郭叶, 王亚萍, 费学谦, 等. 1-甲基环丙烯处理对“徐香”猕猴桃储藏保鲜效果的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2013, 30(3): 364-371.
- [28] 唐燕, 杜光源, 马书尚, 等. 1-MCP对室温贮藏下不同成熟度猕猴桃的生理效应[J]. 西北植物学报, 2010, 30(3): 564-568.
- [29] 唐燕, 马书尚, 杜光源. 1-甲基环丙烯对猕猴桃贮藏品质的影响[J]. 陕西农业科学, 2006(5): 35-39.
- [30] 孙希生, 王文辉, 王志华, 等. 1-MCP对苹果采后生理的影响[J]. 保鲜与加工, 2002, 2(4): 3-7.
- [31] DU J, HAN Y, LINTON R H. Efficacy of chlorine dioxide gas in reducing *Escherichia coli* O157: H7 on apple surfaces[J]. Food Microbiology, 2003, 20(5): 583-591.
- [32] 蔡金术, 王中炎, 曾斌. 贮藏期猕猴桃果实的品质变化[J]. 落叶果树, 2007, 39(5): 13-15.
- [33] 牛瑞雪, 惠伟, 李彩香, 等. 二氧化氯对“秦美”猕猴桃保鲜及贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技, 2009, 30(1): 289-292.
- [34] 田红炎, 祝庆刚, 饶景萍. 采前二氧化氯处理对“海沃德”猕猴桃的防腐保鲜效果[J]. 植物生理学报, 2011, 47(12): 1167-1172.
- [35] 田红炎, 饶景萍. 二氧化氯处理对机械损伤猕猴桃果实的防腐保鲜效果[J]. 食品科学, 2012, 33(18): 298-302.
- [36] 韦明肯, 李长秀, 赖洁玲. 呼吸抑制在二氧化氯杀菌中的作用[J]. 微生物学报, 2011, 51(9): 1278-1284.
- [37] 李江阔, 张鹏, 张平. 二氧化氯在水果保鲜中的应用研究进展[J]. 食品工业科技, 2011, 32(9): 439-442.
- [38] HUR J S, OH S O, LIM K M, et al. Novel effects of TiO₂ photocatalytic ozonation on control of postharvest fungal spoilage of kiwifruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2005, 35(1): 109-113.
- [39] 曹彬彬, 董明, 赵晓佳, 等. 不同浓度臭氧对皖翠猕猴桃冷藏过程中品质和生理的影响[J]. 保鲜与加工, 2012, 12(2): 5-8.
- [40] 祝美云, 党建磊. 壳聚糖复合膜涂膜保鲜猕猴桃的研究[J]. 果树学报, 2010, 27(6): 1006-1009.
- [41] OLINASI G I, BARBOSA-CÁNOVAS G. Edible Films and coatings for fruits and vegetables[M]//HUBER K C, EMBUSCADO M E. Edible films and coatings for food applications. New York: Springer, 2009: 211-244.
- [42] SERRANO M, MARTÍNEZ-ROMERO D, ZUZUNAGA M, et al. Calcium, polyamine and gibberellin treatments to improve postharvest fruit quality[M]//RAMDANE D S, MOHAN J. Production practices and quality assessment of food crops. Netherlands: Springer, 2004: 55-68.
- [43] ANTUNES M D C, PANAGOPOULOS T, RODRIGUES S, et al. The effect of pre-and postharvest calcium applications on ‘Hayward’ kiwifruit storage ability[J]. Acta horticulture, 2005, 682(2): 909-916.
- [44] POOLE P R, MCLEOD L C, WHITMORE K J, et al. Periharvest control of *Botrytis cinerea* rots in stored kiwifruit[J]. Acta Hort, 1998, 464: 71-76.
- [45] 王仁才, 夏利红, 熊兴耀, 等. 钾对猕猴桃果实品质与贮藏的影响[J]. 果树学报, 2006, 23(2): 200-204.
- [46] 郭叶, 王亚萍, 费学谦, 等. 不同浓度CPPU处理对“徐香”猕猴桃贮藏生理和品质的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(20): 324-329.
- [47] 罗杨, 明建, 曾凯芳. 拮抗微生物诱导采后果蔬抗病性的机制[J]. 食品科学, 2010, 31(9): 297-300.
- [48] 耿鹏, 杨柳, 郝卫宁, 等. 拮抗酵母菌控制果蔬采后病害的研究进展[J]. 北方园艺, 2010(20): 220-225.
- [49] 胡欣洁, 秦文, 刘云, 等. 枯草芽孢杆菌Cy-29 菌悬液处理对红阳猕猴桃贮藏期品质的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(16): 322-325.
- [50] 田世平, 范青, 徐勇. 丝孢酵母与钙和杀菌剂配合对苹果采后病害的抑制效果[J]. 植物学报, 2001, 43(5): 501-505.
- [51] BLACHINSKY D, ANTONOV J, BERCOVITZ A, et al. Commercial applications of shemer for the control of pre- and postharvest diseases[J]. Iobc Wpr Bulletin, 2007, 30: 75-78.
- [52] 韦莹莹, 毛淑波, 屠康. 果蔬采后病害生物防治的研究进展[J]. 南京农业大学学报, 2012, 35(5): 183-189.
- [53] DROBY S, WISNIEWSKI M, MACARISIN D, et al. Twenty years of postharvest biocontrol research: is it time for a new paradigm[J]. Postharvest Biology and Technology, 2009, 52(2): 137-145.
- [54] 陈丽凤, 陈婷, 房志家, 等. 四种药用植物提取物抑菌保鲜活性的研究[J]. 食品科技, 2012, 37(8): 259-263.
- [55] 曾令达, 张荣, 蔡福, 等. 17种植物提取物对荔枝霜疫霉病的抑制作用[J]. 广东农业科学, 2012(12): 89-92.
- [56] 张亮, 袁争, 朱蔚, 等. 4种植物提取物对茶炭疽病菌的体外抑制作用[J]. 植物保护, 2012, 38(4): 137-140.