

# 砂梨采后生理及贮藏技术研究

王志华, 王文辉, 丁丹丹, 王宝亮, 徐成楠

(中国农业科学院 果树研究所, 辽宁 兴城 125100)

**摘要:** 简述砂梨果实采后呼吸、乙烯等主要生理特性, 综述国内外预冷、CA 气调贮藏、冷藏及 1-MCP 保鲜剂等贮藏技术对砂梨保鲜效果的研究进展。

**关键词:** 砂梨; 生理特性; 贮藏技术

**中图分类号:** S 661.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)10-0142-04

砂梨(*Pyrus pyrifolia* Nakai)属亚洲脆肉型梨系统之一, 原产我国长江流域及日本、韩国, 目前在我国华北、长江流域及其以南地区的 10 多个省份均有栽培, 国外以日本、韩国、朝鲜等国家栽培较多。砂梨果实多为大果型, 且形状整齐, 多为圆形或扁圆形, 果皮色泽多为绿色或褐色, 果点较大, 肉质细嫩且脆而多汁, 营养丰富。目前中国主栽的砂梨品种有日本的三水(丰水, 幸水, 新水)、爱宕、新世纪和新高等, 韩国的黄金、大果水晶和新引进的圆黄梨, 国内品种绿宝石、黄冠、黄花、西子绿、翠冠和中梨一号等<sup>[1]</sup>, 其中黄冠、翠冠和中梨一号等早中熟梨品种, 栽培面积约占全国梨栽培面积的 10% 左右; 黄花梨栽培面积较大, 占我国梨栽培面积的 12%<sup>[2]</sup>。对砂梨采后贮藏特性及方法的研究仅中、日、韩三国, 因砂梨不同品种的生理生化特性差别很大, 且不同品种的呼吸跃变类型的确定在不同国家和地区尚存争议。

**第一作者简介:** 王志华(1975-), 女, 山西孟县人, 本科, 助理研究员, 现主要从事果品采后生理与贮藏保鲜技术研究工作。E-mail: wangzhihua415000@163.com。

**基金项目:** “十一·五”国家科技支撑计划资助项目(2006BAD22B04)。

**收稿日期:** 2009-05-20

## 1 砂梨果实采后以呼吸、乙烯为主的生理特性

采收后梨果实是活的生命体, 果实内部进行各种复杂的代谢活动, 呼吸强度和乙烯释放量的变化是最明显的特征。Carlos H<sup>[3]</sup> 等人报道亚洲梨的呼吸强度范围为 10~15 mL CO<sub>2</sub>/(kg·h) (20℃), 某些品种如 20 世纪(Nijisseiki)、幸水(Kousui)和新高(Nitaka)乙烯产量很少, 无呼吸跃变(成熟时无 CO<sub>2</sub> 升高); 其它品种如酥梨(Tsu Li)、鸭梨(YaLi)、长十郎(Chojuro)、“Shinsui”、菊水(Kikusui)和丰水(Housui)有呼吸跃变(成熟时 CO<sub>2</sub> 升高)。目前对于不同砂梨品种的呼吸跃变类型的确定比较复杂, 一些品种呼吸类型还存在争议。Yoo W J 等<sup>[4]</sup> 用 500 mg/L 乙烯处理的黄金梨果实在常温条件下贮藏呼吸强度和乙烯释放量没有明显的呼吸高峰, 属于非跃变型果实; 王文辉<sup>[5]</sup>、李湘利<sup>[6]</sup> 发现室温下贮藏黄金梨呼吸强度曲线呈波浪式变化, 总体呈下降趋势, 没有明显的呼吸跃变, 属于非跃变型果实; 而程和禾<sup>[7]</sup> 采用密封取气法测定常温下贮藏黄金梨的呼吸强度变化, 认为有呼吸高峰出现, 属跃变型果实。Hong S S<sup>[8]</sup> 认为圆黄梨(Wonhwang)有一定程度的呼吸跃变, 花山梨(Hwasan)和万寿梨(Mansoo)无呼吸跃变。目前, 尚无公认的判断砂梨呼吸跃变的标准, 对于呼吸强度变化不明显的品种, 判断其呼吸类型还需要考察其它生理生化

## Ecological Functions of *Jerusalem artichoke*

LIU Dan-mei<sup>1,2</sup>, JIANG Ji-yu<sup>3</sup>, YANG Jun<sup>2</sup>

(1. Eastern Liaoning University, Dandong, Liaoning 118001, China; 2. Department of Biological Science and Technology, Dalian University of Technology, Dalian, Liaoning 116024 China; 3. Dalian Shenju Taro Ecological Development Co., Ltd, Dalian, Liaoning 116024 China)

**Abstract:** *Jerusalem artichoke* is an excellent livestock feed, also serves multiple ecological functions. It shows significant ecological and commercial importance for its strong stress tolerance, very high yield potential and utilization as biofuels. In this paper, the stress tolerance of *Jerusalem artichoke* against cold, drought and salt, as well as its role in biomass energy source are reviewed and prospected.

**Key words:** *Jerusalem artichoke*; Ecological functions; Stress tolerance; Energy plants

指标, 进行综合评价。由于梨果实采后贮藏方法很大程度上取决于梨果实的呼吸类型, 所以用科学的试验方法确定黄金、圆黄等砂梨品种的呼吸曲线变化至关重要。

园艺产品呼吸作用主要包括底物消耗、新物质合成和能量释放。李宝江<sup>[9]</sup>通过对 24 个苹果品种的研究表明: 呼吸和果实品质、耐贮性呈显著或极显著负相关, 且呼吸对果实品质的影响作用大于乙烯; 同时呼吸作用导致的色素和挥发性物质的合成(如西红柿中的番茄红素和香蕉中的戊酯)、叶绿素损失(如香蕉和柠檬中的叶绿素降解酶)、淀粉-糖的转化(香蕉和苹果的甜度)对于果实最佳品质的形成是必要的。

## 2 砂梨不同贮藏技术的研究进展

### 2.1 预冷

目前新鲜果蔬采用的预冷措施主要有 2 种方式: 快速机械降温和缓慢梯度降温。现已证实鸭梨贮藏寿命与温度密切相关<sup>[10-12]</sup>, 缓慢降温的预冷方式可以防止果实早期黑心病发生。闫师杰<sup>[13]</sup>也证实缓慢降温可提高早采鸭梨果实抗性, 降低呼吸、乙烯代谢, 延缓果实硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、还原糖等含量下降, 延缓 LOX、PPO 活性升高和  $H_2O_2$ 、 $O_2^{\cdot -}$  的自由基积累和脂膜过氧化, 从而抑制早采果实的褐变。杨增军<sup>[14]</sup>等发现雪花梨采用迅速降温方式, 能维持较高的果实硬度, 延缓果实组织衰老, 同时不会引起或加重果肉褐变的发生。Lim B S<sup>[15]</sup>等研究发现新高梨果实采后快速降温入库, 黑皮病发生严重; 果实两段降温( $10^{\circ}C$ 贮藏 15 d 和  $5^{\circ}C$ 贮藏 10 d)再入低温库贮藏, 明显抑制黑皮发生; 果实逐级降温( $10^{\circ}C$ 开始, 降  $1^{\circ}C/d$ )再入低温库贮藏, 果皮黑皮发生基本不发生。试验中还证实不同预冷方式对贮藏 3 个月后的新高梨果实硬度和鲜重有显著影响, 而对干物质、可溶性固形物和可滴定酸含量无影响。

### 2.2 CA 气调贮藏

气调贮藏理论 1918 年由英国科学家 Kidd F 和 West C 提出, 在低温冷藏基础上, 进一步提高贮藏环境的相对湿度, 并人为改变环境气体组分的贮藏保鲜方法, 包括自然降氧的自发贮藏 MA (Modified atmospheres storage) 和人工快速降氧的气调库贮藏 CA (Controlled atmosphere storage) 2 种方式<sup>[16]</sup>。CA 包括制冷系统、气调系统和加湿系统的运行, 将气调工艺参数(温度、气体成分、相对湿度等)严格控制在恒定范围内, 是目前世界上最先进的果蔬贮藏技术。一般地, 新鲜园艺产品 CA 贮藏气体组成为  $O_2$  低于 8%、 $CO_2$  高于 1% (Kader A J<sup>[17]</sup>)。ISO 1134 第 2 版<sup>[18]</sup>—梨冷藏国际标准中给出不同的西洋梨品种的 CA 参数, 但品种间气调参数差异很大。2002 年美国制定的《农业手册 NO. 66》<sup>[3]</sup>中指出, 相比空气贮藏, CA 贮藏能延长某些亚洲梨品种贮藏寿命约 25%, 一些品种(20 世纪)1%~3%的  $O_2$  水平或其它

品种(鸭梨)3%~5%的  $O_2$  水平有助于保持果实硬度、推迟果皮颜色变化; 当贮藏超过 1 个月时, 亚洲梨对  $CO_2$  伤害(大多品种 > 2%)敏感(采后品质保持指导, Carlos H)。李湘利<sup>[9]</sup>在黄金梨的 CA 贮藏中发现,  $0^{\circ}C+3\% \sim 5\%O_2+ \text{低于 } 1\%CO_2+RH90\% \sim 95\%$  CA 贮藏条件, 对果实硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、Vc 还原糖等品质有很好的保鲜效果, 并能显著延缓多酚、MDA 含量的积累, 降低 PPO 和 AsA-POD 的活性; 贮藏 210d 后, 果实品质良好。周炼<sup>[19]</sup>对黄梨气调贮藏进行研究, 发现  $1 \sim 4^{\circ}C+8\% \sim 11\%O_2+1\% \sim 4\%CO_2$  的气调参数为适宜的贮藏条件,  $O_2$  临界浓度为 5%。目前已经证实 CA 贮藏技术对南果梨<sup>[20]</sup>、锦香梨<sup>[21]</sup>、鸭梨<sup>[22]</sup>、莱阳茌梨<sup>[23]</sup>、新高<sup>[24]</sup>、京白梨<sup>[25]</sup>等不同系统梨的多个品种均有保鲜效果。闫根柱<sup>[26]</sup>等人初步探讨圆黄梨气调贮藏技术, 报道 CA 贮藏可抑制梨果实呼吸作用, 有利于提高果实品质, 且适宜的气体组合可延缓果实衰老, 防止果实褐变且延长贮藏期;  $5\%O_2+0\% \sim 1\%CO_2$  是长期贮藏圆黄梨的理想气体指标。

### 2.3 冷藏

冷藏是现代化果品贮藏的主要形式, 不受自然条件限制, 可周年进行, 保证果品全年供应。低温冷藏可降低水果的呼吸代谢、真菌发病率和果实腐烂率, 延缓果实衰老、延长贮藏寿命, 但冷藏期间, 易发生冷害、冻害等, 因此果实的贮藏冰点很重要。ISO 1134 第 2 版<sup>[18]</sup>—梨冷藏国际标准推荐在尽量避免冷害的前提下, 梨尽可能低温保存, 一般地, 最好保持在  $-1 \sim -0.5^{\circ}C$ , 相对湿度 90%~95%。Carlos H<sup>[3]</sup>等在《采后品质保持指导手册》中指出亚洲梨最适冷藏温度为  $0^{\circ}C$ , 果实冰点温度为  $-1.5^{\circ}C$ (因可溶性固形物含量不同), RH 为 90%~95%。Lee S J<sup>[27]</sup>在研究中发现圆黄梨  $0^{\circ}C$  和  $15^{\circ}C$  贮藏的呼吸强度比常温贮藏低 3 倍; 在  $0^{\circ}C$  和  $15^{\circ}C$  条件下贮藏 20 d, 果实硬度基本无变化, 水心病(Water soaking)在  $15^{\circ}C$  不发生,  $0^{\circ}C$  水心病严重, 因此圆黄梨  $15^{\circ}C$  贮藏能获得更好的品质。RH 与亚洲梨冷藏期间的外观品质紧密相关, 在低 RH 条件下, 果实失水 5%~7%就能表现出明显的皱缩<sup>[3]</sup>。Lim B S 等<sup>[28]</sup>发现与 65%~68% RH 相比, 新高梨在 RH 83%~87%(聚乙烯膜敞口)和 93%~95%(聚乙烯膜封口)范围内, 失重率显著降低, 冷藏 7 个月后, RH 93%~95%条件下的果实发生果皮失绿、腐烂和白点损害(White color lesion), 而 RH 83%~87%条件下的果实只有轻微腐烂, 没有失绿。王亚<sup>[29]</sup>研究表明,  $4^{\circ}C$  冷藏丰水梨能明显抑制果实硬度下降、Vc 损失和还原糖含量上升; 减轻果实腐烂、推迟果实呼吸高峰; 较好抑制果实 LOX 活性、MDA 含量增加和膜透性增强, 激活果实保护酶活性; 抑制 PPO、POD 活性, 减轻果心褐变。

为了使果蔬达到更好的冷藏保鲜效果,一些冷藏前果蔬处理方法成为研究热点。现有研究表明冷藏前热处理与梨果实冷藏期间的品质和贮藏寿命相关。新高梨在0℃贮藏前采取48℃热空气处理3 h,贮藏11周后黑皮病极显著降低,总酚含量升高,PPO活性显著降低<sup>[30]</sup>。35℃热空气处理丰水梨36 h,能获得较好的贮藏品质,但如果温度过高易引起热伤害即果心褐变<sup>[29]</sup>。

#### 2.4 化学保鲜剂—1-MCP

Serek M<sup>[31]</sup>等人于1994年首次发现1-甲基环丙烯(1-methyl cyclopropene, 1-MCP)抑制乙烯合成作用,在试验中证明其可以抑制乙烯敏感型果蔬采后后熟,延缓衰老。MacLeana D D<sup>[32]</sup>等人以1 μL/L 1-MCP处理d'Anjou梨,发现仅以乙烯释放量和呼吸率而言,常温1-MCP处理可以取得与长期冷藏同样的效果。多年来的研究已经表明1-MCP对“金魁”猕猴桃<sup>[33]</sup>、杨梅<sup>[34]</sup>、巴梨<sup>[35]</sup>、苹果<sup>[36]</sup>等呼吸跃变类型果实呼吸有明显的抑制效应,并延迟呼吸高峰的出现;1-MCP对京白、五九香、锦香等软肉梨果实保鲜效果良好,强烈抑制梨果实呼吸,推迟呼吸高峰出现,明显延缓果实贮藏和货架期间硬度下降,维持果实良好的品质<sup>[37]</sup>;1-MCP处理能较好抑制丰水<sup>[38-39]</sup>、翠冠<sup>[40]</sup>等砂梨品种采后常温下呼吸强度;显著降低黄金梨果实呼吸强度,有限度降低冷藏期间果实的乙烯释放量,对黄金梨果实长期贮藏保鲜效果较为明显<sup>[5]</sup>;对于非呼吸跃变果实绿宝石<sup>[41]</sup>梨而言,1-MCP处理有限度降低果实乙烯释放量和呼吸强度,较好保持果实硬度,但对果实可溶性固形物与可滴定酸含量无影响。1-MCP处理(0.5 μL/L)可提高早采八月红梨果实内的可溶性蛋白含量,抑制游离脯氨酸积累,从而显著减轻果实褐变程度<sup>[42]</sup>。

在研究中也发现一定浓度的1-MCP+LDPE袋(Low density polyethylene)处理不能延长20世纪(Nijisseiki)梨(0℃)的贮藏寿命,反而增加贮藏袋中的乙烯水平<sup>[43]</sup>,但采用乙烯吸收剂+LDPE袋处理,却可以获得更好的商业品质,显著降低果心褐变的发生率;1-MCP处理可能提高黄金梨果实对CO<sub>2</sub>的敏感性,贮藏期间果实出现CO<sub>2</sub>伤害<sup>[5]</sup>。可见1-MCP作为新型保鲜剂并不能对所有水果达到一劳永逸的保鲜效果,甚至有相反的作用,目前此方面的机理尚待进一步研究。只有借助严谨的试验方法分别确定每一个梨品种果实的1-MCP贮藏特性,才能为其商业应用提供理论支持,从而保证1-MCP保鲜剂更安全可靠地应用。

#### 3 果蔬贮藏技术的发展方向

目前,国内外果蔬保鲜手段主要有物理和化学两大类,都是对影响果蔬保鲜品质的三大要素进行调控:控制呼吸作用来延缓衰老进程;控制腐败菌繁殖来控制微生物;调节环境相对湿度和细胞间水分结构

化,控制细胞内部水分蒸发<sup>[44]</sup>。比较先进的贮藏保鲜技术主要有:辐照及静电保鲜(臭氧、短波紫外线照射保鲜),空气压力控制保鲜(减压、高压、差压和真空预冷保鲜技术),温湿度和气体特殊控制保鲜(临界低温高湿、变动气调、细胞间水结构和细胞膨压调控),新型材料保鲜开发,多功能可食性涂被保鲜剂,生物保鲜技术(微生物拮抗菌)和基因工程技术保鲜等<sup>[45]</sup>。这些先进的贮藏保鲜技术表明果蔬贮藏朝向高新科技的纵向发展,提高果蔬贮藏的科技含量,但有些技术正处于研究阶段,且每一项技术需要复杂的设备开发及管理程序,离大规模的成熟商业应用尚有距离。此外每项保鲜技术的安全性评价尚待研究。我国果蔬产量大,传统的产地简易保鲜仍有研究价值,如何改进简易贮藏方法,使之更有效发挥作用亦是研究方向。

总之,综合运用多种贮藏保鲜技术,将栅栏技术(Hurdle Technology)观念引入到果蔬贮藏保鲜中,探索贮藏过程中多环节多方法的综合技术。

#### 参考文献

- [1] 郁荣庭. 梨新品种特性及商品果生产技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [2] 赵彩平, 张绍铃, 徐国华. 世界与中国的梨生产、贸易及流通现状[J]. 柑桔与亚热带果树信息, 2005, 21(2): 5-7.
- [3] Crisosto C H. Asian Pears Postharvest Quality Maintenance Guidelines[M]. Agricultural Handbook Number, 2002.
- [4] Yoo W J. Changes in Respiration Rates, Cell Wall Components and Their Activities during the Ripening of 'Whang Keumbae' Pear Fruit[J]. Kor Soc Hort Sci, 2002, 43(1): 43-46.
- [5] 王文辉. 黄金梨黑心病形成机理及防控技术研究[D]. 北京: 中国农业科学院硕士学位论文, 2006.
- [6] 李湘利. 黄金梨采后生理及贮藏技术研究[D]. 保定: 河北农业大学硕士学位论文, 2005.
- [7] 程和禾. 黄金梨果实生长发育及贮藏生理特性研究[D]. 保定: 河北农业大学硕士学位论文, 2004.
- [8] Hong S S. Influence of Picking Stage and Storage Type on the Fruit Respiration Change and Panel Test in 'Wonhwang', 'Hwasan', and 'Mansoo' Pear. Kor J Hort Sci Technol, 2004, 22(1): 55-62.
- [9] 李宝江. 苹果呼吸强度和乙烯释放量对果实品质的影响[C]//韩振海. 北京: 中国科学技术协会第二届青年学术年会, 1995.
- [10] 中国科学院北京植物研究所. 鸭梨黑心病的研究I: 温度对黑心病的影响[J]. 植物学报, 1974, 16(2): 140-143.
- [11] 周宏伟. 入库降温速率对鸭梨贮藏生理的影响[J]. 果树科学, 1992, 9(1): 36-38.
- [12] 王纯, 朱江. 防止鸭梨黑心病[J]. 食品科学, 1981(10): 39-43.
- [13] 闫树杰. 鸭梨采后果实褐变的影响因素及发生机理的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [14] 杨增军, 丁立孝, 王成荣, 等. 采后迅速降温对雪花梨贮藏品质的影响[J]. 莱阳农学院学报, 1996, 13(3): 161-163.
- [15] Lim B S, Kim J K. Gradual Postharvest Cooling Reduces Blackening Disorder in 'Nittaka' Pear (Pyrus pyridolia) Fruits[J]. Kor Soc Hort Sci, 2005, 46(5): 311-316.
- [16] 刘颖, 郭志敏, 李云飞, 等. 果蔬气调贮藏国内外研究进展[J]. 食

品与发酵工业, 2006(4): 98-101.

- [ 17] Kader A A. Controlled Atmosphere Storage M. Agricultural Handbook Number 2002, 66.
- [ 18] International Organization for Standardization[ S] . ISO 1134: 1993(E). Pears-Cold storage. Switzerland; 1993-10-15.
- [ 19] 周炼, 王日葵, 韩爱华. 黄花梨 CA 贮藏中气体成分对果实呼吸和发病率的影响[ J] . 西南大学学报(自然科学版), 2007, 29(8): 72-75.
- [ 20] 冯晓元, 王和福, 田勇 等. 南果梨气调贮藏研究初报[ J] . 辽宁农业科学, 1995(1): 42-45.
- [ 21] 孙希生, 王文辉, 李志强, 等. 锦香梨气调贮藏实验[ J] . 中国果树, 2000(4): 15-17.
- [ 22] 陈昆松, 于梁, 周山涛. 鸭梨果实气调贮藏过程 CO<sub>2</sub> 伤害机理初探[ J] . 中国农业科学, 1991, 24(5): 83-88.
- [ 23] 鞠志国, 朱广廉, 曹宗巽. 气调贮藏条件下 CO<sub>2</sub> 对莱阳茌梨果肉褐变的影响[ J] . 园艺学报, 1988, 15(4): 229-232.
- [ 24] Chong H S. Changes in Physicochemical and Organoleptic Qualities of 'Nikitak' Pears during Controlled Atmosphere Storage[ J] . Korean J Food Sci Technol, 2003, 35(5): 865-870.
- [ 25] 王文生, 周山涛, 于梁. 京白梨冷藏及气调贮藏的研究[ J] . 制冷学报, 1997(1): 26-29.
- [ 26] 闫根柱, 王春生, 张晓宇, 等. 圆黄梨气调贮藏研究初报[ J] . 保鲜与加工, 2006(6): 24-26.
- [ 27] Lee S J. Changes of Fruit Quality by Storage Temperature for Marketing during Off-season in 'Wonhwang' Pear[ J] . Kor Soc Hort Sci, 2002, 43(6): 716-720.
- [ 28] Lim B S. High Relative Humidity under Pallet Coverage Maintain 'Nikitak' Pear Fruit (*P. pyrifolia* Nakai) Quality during Low Temperature Storage [ J] . Kor Soc Hort Sci 2005, 23(2): 135-139.
- [ 29] 王亚. 丰水梨果实发育及贮藏期的品质变化研究[ D] . 南京: 南京农业大学, 2006.
- [ 30] Kang H K et al. Effect of Prestorage Heat Treatment on Changes of Phenolic Compound contents and Incidence of Skin Blackening in 'Nikitak' Pear Fruits during Cold Storage[ J] . Kor Soc Hort Sci, 2003, 44(2): 197-200.
- [ 31] Serek M, Sisler E C, Reid M S. Novel gaseous ethylene binding

- inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants[ J] . J. of the Ameri. Soc Hort Sci., 1994, 119(6): 1230-1233.
- [ 32] MacLeana D D, Murra D P. Inhibition of PAL, CHS, and ERS1 in 'Red d' Anjou' Pear (*Pyrus communis* L.) by 1-MCP[ J] . Postharvest Biology and Technology, 2007.
- [ 33] 陈金印, 陈明, 甘霖. 1-MCP 处理对冷藏 金魁 猕猴桃果实采后生理和品质的影响[ J] . 江西农业大学学报, 2005, 27(1): 3-7.
- [ 34] 茅林春, 方雪花, 庞华卿. 1-MCP 对杨梅果实采后生理和品质的影响[ J] . 中国农业科学, 2004, 37(10): 1532-1536.
- [ 35] Trincherio G D, Sozzi G O, Covatta F, et al. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene extends postharvest life of "Bartlett" pears[ J] . Postharvest Biology and Technology, 2004, 193-204.
- [ 36] 孙希生, 王文辉, 李志强, 等. 1-MCP 处理对红星苹果保鲜效果的影响[ C] // 中国园艺学会第九届学术年会论文集. 北京: 中国科学技术出版社, 2001: 51-56.
- [ 37] 王文辉, 孙希生, 李志强, 等. 1-MCP 对软肉梨采后生理的影响[ C] // 雷建军. 园艺学进展(第五辑). 广州: 广州出版社, 2002: 783-790.
- [ 38] 王文辉, 孙希生, 王志华, 等. 黄金、丰水梨贮藏保鲜研究初报[ J] . 中国果树, 2003(6): 12-14.
- [ 39] 颜志梅, 简经, 盛宝龙. 1-MCP 处理对梨常温贮藏效果的影响[ J] . 江苏农业学报, 2004, 20(3): 189-193.
- [ 40] 颜志梅, 盛宝龙, 简经, 等. 翠冠梨不同采收期对贮藏性的影响[ J] . 江苏农业科学, 2005(1): 100-101.
- [ 41] 王志华, 王文辉, 佟伟, 等. 1-MCP 处理对绿宝石梨保鲜效果的研究[ J] . 保鲜与加工, 2007(6): 9-12.
- [ 42] 乔东. 1-甲基环丙烯(1-MCP)对梨果实褐变的影响及果实褐变机理的研究[ D] . 北京: 中国农业大学, 2006.
- [ 43] Szczepanik M J. Effect of polyethylene bags, ethylene absorbent and 1-methylcyclopropene on storage Japanese pears[ J] . Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 2005, 80(2): 162-166.
- [ 44] 张魁, 范柳萍. 国内外果蔬保鲜技术发展状况及趋势分析[ J] . 保鲜与加工, 2004(12): 27-29.
- [ 45] 张平. 国内外农产品保鲜新技术研究动态与发展趋势[ OL] . 中国保鲜网, 2007-11[ 2008-3-2] . Http://www.luda.com.cn.

## Postharvest Physiology and Storage Technologies on Sand Pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai)

WANG Zhi-hua, WANG Wen-hui, DING Dan-dan, WANG Bao-liang, XU Cheng-nan

(Pomology Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Science, Xingcheng, Liaoning 125100, China)

**Abstract:** The qualities of postharvest physiology such as respiration rates and ethylene production in Sand pear fruit was reviewed. The effects of precooling controlled atmosphere storage, cold storage and the application of 1-methylcyclopropene on the fresh-keeping of Sand pear were summarized.

**Key words:** Sand Pear; Physical qualities; Storage technologies