

# 安全保鲜新技术在果蔬上的应用

史建磊, 陈先知, 宰文珊

(温州科技职业学院, 浙江 温州 325006)

**摘要:**作为一种碱性食品,果蔬是维生素、矿物质和膳食纤维等营养物的主要来源,对均衡人体营养结构和保证身体健康发挥着重要作用。我国果蔬产量巨大,但损失惊人,故合理有效的采后贮藏保鲜是充分发挥其价值的关键。现从冰温技术、超声波和结构化水的应用等物理方法,保鲜剂、纳米材料和电生功能水的应用等化学方法,生物防治和基因工程应用等生物方法综述了果蔬保鲜新技术,旨在为减少浪费、保护环境、增加效益和相关研究提供一定参考。

**关键词:**果蔬;新材料;新技术;保鲜

**中图分类号:**S 609<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)05-0180-04

果蔬含有丰富的碳水化合物、矿物质、维生素和膳食纤维,在人们日常生活中占有重要地位。但农业生产的生物性、季节性和地区性造成了果蔬大量失水、老化和腐烂,为其贮运和销售带来了很大困难。我国果蔬种植面积和产量均居世界前列,但损失率高达 20%~30%,而发达国家通常控制在 5%以内<sup>[1]</sup>,“丰产不丰收”、“果贱伤农”的现象一直困扰着果蔬生产。目前,生产中采用的贮藏保鲜技术设备复杂、成本较高、效益偏低,不符合友好农业发展和居民健康消费需求。而采用物理、化学、生物的方法制造低温、高湿、低氧、高二氧化碳、低乙烯、无菌等环境,国内外在果蔬保鲜方面已研发试用了一些新技术、新材料和新方法,值得借鉴。

## 1 物理方法

### 1.1 冰温技术

冰温是指冰点以上至 0℃ 的未冻结区域。果蔬细胞中含有丰富的葡萄糖、氨基酸、盐类等物质,使其冰点低于纯水冰点(0℃)。冰温范围内果蔬细胞仍能保持活体状态,但呼吸代谢被大大抑制,组织衰老速率显著降低,保鲜期延长。同时,还可克服冻结食品因结晶产生的蛋白变性、组织结构损伤、液汁流失等问题。由于果蔬细胞在临界冰点会启动自身防冻机制,产生有益于消化并增加良好口感的防冻液,果蔬品质得以提高。宋秀香等<sup>[2]</sup>应用冰温技术提高了绿芦笋感官品质,保持了其硬度和色泽、减缓了维生素 C 含量降低,增强了其自身保护力,延长了贮藏期。近几年,还出现了保鲜剂-冰温贮

藏、冰膜贮藏、超冰温贮藏、气调-冰温贮藏等复合技术。林本芳等<sup>[3]</sup>研究发现,冰温结合 1-MCP 处理可延缓西兰花维生素 C 和叶绿素含量下降,抑制呼吸强度和乙烯生成率,减缓逆境伤害。

### 1.2 超声波

超声波多用于鲜切果蔬清洗,是利用其低频高能的空化效应在液体中产生瞬间高温高压,使液体中的某些细菌致死、病毒失活,从而延长果蔬保鲜期<sup>[4]</sup>。李西进等<sup>[5]</sup>研究发现用超声波处理樱桃番茄可较好地保持果实维生素 C 和可滴定酸含量,降低果实失重率和腐烂率;魏云潇等<sup>[6]</sup>发现超声波能有效降低细菌与霉菌数量,保持芦笋硬度,抑制呼吸速率,提高贮藏总酚和抗坏血酸水平。超声波消毒速度较快,对人无害,但消毒不彻底。因此,常将其与其它冷杀菌技术混用,如超声波-磁化联合杀菌、超声波-紫外线联合杀菌、超声波-巴氏杀菌等。

### 1.3 结构化水

结构化水技术是利用一些非极性分子(如某些惰性气体)在一定温度压力下,与游离水结合的技术<sup>[7]</sup>。该技术可使果蔬组织细胞间水分参与形成结构化水,使整个体系溶液黏度升高,从而减慢酶促反应和抑制水分蒸散。20 世纪 90 年代,日本东京大学用氙气制备甘蓝、花卉的结构化水,并对其保鲜工艺进行探索,获得了较满意的保鲜效果<sup>[8]</sup>。但使用高纯度氙气成本高,故往往通过惰性气体混合加压来进行保鲜,以降低成本。詹仲刚等<sup>[9]</sup>用氮气、氦气和氟气等惰性气体通过调控多酚氧化酶和过氧化物酶活性实现了黄瓜保鲜。

## 2 化学方法

### 2.1 天然保鲜剂

**2.1.1 植物源防腐剂** 天然防腐剂具有安全无毒、抗菌性强、水溶性和热稳定性好、作用范围广等特点。如海

**第一作者简介:**史建磊(1982-),男,硕士,讲师,研究方向为园艺植物生产技术。E-mail:sjlhebau@163.com.

**基金项目:**温州科技职业学院 2012 学年教学改革资助项目(kjxyjg1218)。

**收稿日期:**2013-11-22

藻酸钠、魔芋提取液、NPS 多糖、植酸、茶多酚、中草药提取物和香辛料精油等。植酸处理能降低番茄果实失重率,抑制呼吸,对保持果实硬度、增加果实可溶性固形物、维生素 C 和可滴定酸含量有较好作用<sup>[10]</sup>。苏艳玲等<sup>[11]</sup>将大蒜汁和生姜汁按 2:1 配用保鲜蔬菜取得了较好效果。甘草、高良姜提取液可不同程度提高菠菜贮藏期的感官品质,降低腐烂率,抑制呼吸强度和失重率,减缓可滴定酸、维生素 C 及叶绿素含量的降解<sup>[12]</sup>;甘草、连翘提取液可提高桃保鲜效果<sup>[13]</sup>;蒲雪梅等<sup>[14]</sup>发现生姜提取液-海藻酸钠复合涂膜可有效降低红富士苹果贮藏质量损失及硬度的下降,较好地保持可溶性固形物和可滴定酸含量,减缓果实中丙二醛积累,有效降低呼吸作用;李述刚等<sup>[15]</sup>探讨肉桂提取物对小白杏的贮藏保鲜效果,发现腐烂率、失重率、硬度、可溶性固形物、维生素 C 含量等指标均优于对照。

2.1.2 可食性保鲜膜 壳聚糖作为一种天然多糖,具有良好的吸附性、生物相容性、成膜性和很强的抗菌保鲜能力,易于生物降解<sup>[16]</sup>。水溶性壳聚糖涂膜能有效降低草莓腐烂率<sup>[17]</sup>。通过添加功能改良剂获得的改性壳聚糖,扩大了单一防腐剂的抑菌谱,提高了机械强度与抗菌活性。巯基化壳聚糖保鲜剂能减缓樱桃可溶性固形物、可滴定酸、维生素 C 含量的下降,有效延长贮藏期<sup>[18]</sup>。周刚等<sup>[19]</sup>研究发现魔芋葡甘聚糖保鲜膜可减缓麻竹笋呼吸速率,减少水分散失,降低蛋白质、还原糖分解速率;胡晓亮等<sup>[20]</sup>用 1%海藻酸钠+0.1%溶菌酶处理的樱桃番茄保鲜效果佳。适宜浓度的海藻酸钠和壳聚糖可有效抑制莲藕表皮褐变,减小失重率,显著抑制维生素 C、可溶性糖含量的降低和细胞膜透性的升高<sup>[21]</sup>;代亨燕等<sup>[22]</sup>采用壳聚糖、魔芋精粉、改性 SiO<sub>2</sub>、海藻酸钠、羧甲基纤维素钠等原料,制得鲜椒专用复合保鲜膜,保鲜效果好。蜂胶处理能有效抑制苹果失水,降低呼吸速率及乙烯释放率,延缓果肉硬度的下降和可溶性固形物、可滴定酸、维生素 C 的降解<sup>[23]</sup>;也可显著降低鲜枣的失重率和腐烂指数,维持其硬度,抑制可溶性固形物、可滴定酸和维生素 C 含量的下降及呼吸强度增大,有效延长保鲜期<sup>[24]</sup>。用蛋白质制成的保鲜膜营养价值高、口感好、透性小,是食品保鲜的理想材料,有大豆蛋白膜、小麦面筋蛋白膜、玉米醇溶蛋白膜、乳清蛋白膜等。含茶多酚的大豆分离蛋白复合涂膜液能较好的保持樱桃感官品质,降低贮藏期的腐烂率,延缓果实硬度、维生素 C 和可溶性固形物含量的下降,从而延长果实保鲜期<sup>[25]</sup>。玉米醇溶蛋白不仅能延长草莓贮藏期,还可减少其营养损耗<sup>[26]</sup>。乳清蛋白在一定程度上可减缓圣女果腐烂、失重、变软,具有一定保鲜作用<sup>[27]</sup>。

2.1.3 吸附型保鲜剂 在调控乙烯合成和催熟方面,主要利用乙烯作用抑制剂,如 Ag<sup>+</sup>、硫代硫酸银(STS)、1-甲基环丙烯(1-MCP),2,5-降冰片二烯等,与受体相结

合,从而抑制衰老<sup>[1]</sup>。Baldwin 等<sup>[28]</sup>用 1-MCP 处理食用成熟度的番茄,可延长货架期 4~5 d;李俊俊等<sup>[29]</sup>研究表明 1-MCP 能显著抑制香蕉、芒果和番木瓜果实病害发生和果皮细胞膜透性的上升,推迟果实硬度下降和色泽的转变,保持品质;梁丽雅等<sup>[30]</sup>发现 1-MCP 能明显抑制中华寿桃呼吸强度和乙烯释放量,保持果实硬度,减缓可溶性固形物和可滴定酸含量的下降,从而延长贮藏期;另外,李富军等<sup>[31]</sup>发现乙烯合成抑制剂氨基乙氧基乙烯甘氨酸(AVG)可抑制 ACC 合成酶的活性以减少果实乙烯释放,还能抑制纤维素酶活、延缓果实硬度的下降。

2.1.4 其它保鲜剂 乳酸链球菌素可显著降低枇杷和杨梅果实的失重率、总酸含量、腐烂率,延缓相对电导率的上升,有利于保持品质<sup>[32-33]</sup>。Zhou 等<sup>[34]</sup>研究表明纳他霉素壳聚糖复合涂膜用于葡萄保鲜,呼吸强度、质量损失率、腐烂率、落粒率、果粒硬度均好于对照,维生素 C 和可滴定酸含量下降缓慢。纳他霉素复合涂膜也能降低草莓果实水分散失,延缓可溶性固形物、维生素 C 和可滴定酸含量的下降<sup>[35]</sup>。溶菌酶能显著降低梨果实失重率、烂果率和呼吸强度,有效维持内在品质,一定程度上抑制了膜透性和丙二醛含量的增加<sup>[36]</sup>。

## 2.2 纳米材料

纳米材料具有抗菌杀毒、低透氧和透湿率、阻隔二氧化碳、吸收紫外线、自洁功效及力学性能等优良特性<sup>[37]</sup>。将纳米无机抗菌材料通过特殊工艺添加到保鲜剂中,可起到长效杀菌、延长保鲜的目的。银离子毒性小,抗菌能力强,且在人体内难以积累,目前已商品化的纳米无机抗菌剂大多是银系抗菌剂,在果蔬保鲜中应用较多的还有纳米 TiO<sub>2</sub>、纳米 SiO<sub>x</sub>、纳米 CaCO<sub>3</sub>、纳米 ZnO 等。Long 等<sup>[38]</sup>证明纳米 TiO<sub>2</sub> 对贮存的南丰蜜桔具有良好的抗菌效果;袁志等<sup>[39]</sup>优化壳聚糖纳米 SiO<sub>2</sub> 复合膜透 CO<sub>2</sub> 性,并用于草莓保鲜,取得了较好效果;杨文建等<sup>[40]</sup>研究表明添加纳米粒子的包装材料能够较好地抑制双孢蘑菇失水萎蔫和褐变,保持贮藏前的洁白色。

## 2.3 电生功能水

电生功能水也称电解离子水,是经特殊电解处理得到的强酸性或碱性水,制取方便、成本低廉,具有极强的杀菌作用,且适用范围广,杀菌效果明显优于臭氧、次氯酸钠等传统杀菌剂,且在空气中可还原为水,对环境和人畜无害,无残留,可生产绿色或有机食品。碱性水是健康饮用水,酸性水可广泛用于食品原料和器械的杀菌及农作物防治<sup>[1]</sup>。酸性水处理后的草莓果实呼吸强度明显受抑,营养成分消耗减少,微生物数量明显减少,大大降低了果实腐烂率、延长了保鲜期<sup>[41]</sup>。郝建雄等<sup>[42]</sup>研究发现酸性水或酸性水加氯化钙处理后,果实硬度明显高于对照,番茄中多聚半乳糖醛酸酶活性和呼吸强度被显著抑制,失重率降低。

### 3 生物方法

#### 3.1 生物防治

生物保鲜主要是利用生物防治和基因工程技术,如抗性诱导、抑制乙烯合成、控制细胞壁降解酶等。生物防治不存在环境污染、药物残留和抗药性等问题。保鲜机理是利用拮抗微生物产生的抗菌物质(如抗生素、溶菌酶、过氧化氢和有机酸等)竞争性地抑制有害微生物,同时诱导果蔬产生植保素、木质素和胍胍体等以提高其自身抗性。如过氧化氢处理可明显延缓伽师瓜硬度下降,降低呼吸、乙烯高峰和贮藏过程中的水分损失,减缓可溶性固形物及维生素 C 的消耗<sup>[43]</sup>;复配有机酸保鲜剂 OAA-7 可在一定程度上抑制番茄腐烂、保持果实硬度、防止维生素 C 氧化和还原糖损失<sup>[44]</sup>;微生物菌体及其代谢产物具有显著的抗菌活性和良好保鲜效果,将病原菌的非致病菌株喷布到果蔬上,可降低病害发生、减少损失;索娜等<sup>[45]</sup>发现源自草莓果实的拮抗酵母菌可引起葡萄果实的应激反应,诱导 POD、PAL 及 APX 等的活性,从而产生抗性。

#### 3.2 基因工程

基因工程保鲜技术,主要是通过减少果蔬生理成熟期内源乙烯的生成、控制细胞壁降解酶活,以及延缓果蔬后期成熟中的软化来达到保鲜目的。与乙烯合成相关的酶基因主要包括 ACC 合成酶(ACS)基因、ACC 氧化酶(ACO)基因和 ACC 脱氨酶(ACCD)基因。ACS 是乙烯形成的关键酶,ACO 和 ACS 基因协同表达影响乙烯的形成,ACCD 可将 ACC 降解。Chen 等<sup>[46]</sup>研究表明 RNAi 结构的导入大大抑制了内源 ACO 基因的表达,从而导致乙烯的生成大大降低。秦文<sup>[1]</sup>研究认为,果实软化与细胞壁降解酶的活性,尤其是多聚半乳糖醛酸酶(PG)、果胶酯酶(PE)和纤维素酶的活性密切相关<sup>[1]</sup>。脂氧合酶(LOX)广泛存在于高等植物中,细胞膜脂组分中的亚油酸和亚麻酸是其主要反应底物,故可能与果蔬成熟衰老过程中的膜功能丧失有关。何全光等<sup>[47]</sup>推测 LOX 和 ACO、ACS 协同调控香蕉乙烯的产生及跃变峰的形成,进而调控果实成熟。利用 DNA 重组和操作技术修饰遗传信息,或用反义 RNA 技术抑制相关基因的表达,可达到推迟果蔬成熟衰老、延长贮藏保鲜的目的;熊爱生等<sup>[48]</sup>将 ACS 和 ACO 反义 RNA 融合基因导入番茄,发现果实乙烯释放量显著下降、贮存期延长。同时,诱导植物自身产生一系列防御反应使其抗性增强,包括几丁质酶、 $\beta$ -1,3-葡聚糖酶和苯丙氨酸解氨酶(PAL)及过氧化物酶(POD)的合成与活化。

### 4 结语

果蔬采后失去光合同化供给和水分、矿质等无机营养的吸收,但仍不断进行着呼吸消耗和水分散失。贮藏期的异化作用不仅造成果蔬碳水化合物、有机酸等营养

物的大量消耗,使品质裂变;而且释放的呼吸热和蒸散失水造成了高温高湿的贮藏环境,特别易于微生物繁殖和侵染。同时,无氧呼吸还会产生乙醇、乙醛、乳酸等代谢产物,中间物的积累会毒害果蔬细胞。因此,需要采取有效措施控制果蔬异化进程,达到保鲜目的。

综上所述,冰温、超声波、结构化水、电解离子水、保鲜剂、纳米材料、生物防治等均对果蔬保鲜具有重要作用,且安全无毒、生态高效,应基于果蔬种类和生产实际进行推广。

随着社会发展和技术进步,一些保鲜新材料、新技术和新方法不断被开发和应用。但同时也存在一些问题,诸如作用机理、有效成分有的还不是很清楚,提取纯化工艺不是很成熟,鉴定评价体系不是很完善,市场化推广应用还不够普遍等,需要继续深入研究,尤其是基于果蔬生理生化特性的复配保鲜研究。为提高保鲜效果、延长保鲜时间、降低成本、提高综合效益,果蔬保鲜正在由单一技术向复合技术发展,研究各种保鲜技术的综合应用已成为趋势,研究开发低成本、高效益、节能、环保的贮藏保鲜技术是当务之急。此外,果蔬保鲜是一个涉及采前、采中和采后的多方位综合体,是一个包括栽培技术管理、商品化处理和贮运流通销售的系统工程。隐藏培育优良果蔬品种,将天然提取物、合成新材料与物理调控、基因工程技术等有机结合对果蔬保鲜具有重要价值,同时对果蔬产业的发展也具有重要的经济意义和社会意义。

#### 参考文献

- [1] 秦文. 园艺产品贮藏加工学[M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [2] 宋秀香, 鲁晓翔, 陈绍慧, 等. 冰温贮藏对绿芦笋品质及酶活性的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(11): 325-329.
- [3] 林本芳, 鲁晓翔, 李江阔, 等. 冰温结合 1-MCP 贮藏对西兰花品质及生理的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(12): 304-311.
- [4] 王静, 韩涛, 李丽萍. 超声波的生物效应及其在食品工业中的应用[J]. 北京农学院学报, 2006, 21(1): 67-75.
- [5] 李西进, 于军香. 超声波处理对樱桃番茄贮藏品质的影响[J]. 北方园艺, 2010(24): 186-188.
- [6] 魏云潇, 何良兴, 徐庭巧. 超声波对芦笋贮藏品质和抗氧化能力的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(7): 336-339.
- [7] Tanaka H, Nakanishi K. Hydrophobic hydration of inert gases: Thermodynamic properties, inherent structures, and normal-mode analysis[J]. Journal of Chemical Physics, 1991, 95(5): 3719-3727.
- [8] 励建荣, 朱丹实. 果蔬保鲜新技术研究进展[J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(4): 337-343.
- [9] 詹仲刚, 张魁. 惰性气体对黄瓜酶活和呼吸强度的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2005, 24(3): 16-18.
- [10] 任邦来, 赵波. 植酸对番茄保鲜效果的影响[J]. 中国食物与营养, 2012, 18(6): 32-35.
- [11] 苏艳玲, 巫东堂, 刘夏薇. 大蒜和生姜复配液对蔬菜保鲜效果的影响[J]. 北方园艺, 2013(11): 122-127.
- [12] 孙树杰, 韩晓洁, 李文香, 等. 甘草、高良姜及其复合提取液对菠菜保鲜效果的研究[J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(5): 537-542.
- [13] 孙元军, 迟瑞华, 李文香, 等. 甘草、连翘提取液及其复合液对桃果实



保鲜效果的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(12): 1307-1313.

[14] 蒲雪梅, 何玲, 张美芳, 等. 生姜提取液-海藻酸钠涂膜对红富士苹果的保鲜效果[J]. 西北农业学报, 2013, 22(5): 62-67.

[15] 李述刚, 于军, 黄英, 等. 1-MCP/肉桂/OHAA 复合保鲜剂对小白杏贮藏效果研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(11): 334-337.

[16] 许牡丹, 刘红梅, 曾令军. 马铃薯淀粉-壳聚糖复合膜对冬枣的保鲜研究[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(3): 170-172.

[17] Duan J Y, Wu R Y, Strik B C, et al. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011, 59(1): 71-79.

[18] 李玉峰, 黄大明, 安响. 改性壳聚糖在樱桃保鲜剂中的应用研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(14): 8240-8241, 8316.

[19] 周刚, 王静, 谈德寅, 等. 魔芋葡甘聚糖涂膜处理对麻竹笋采后贮藏效果的研究[J]. 长江蔬菜, 2012(4): 74-77.

[20] 胡晓亮, 周国燕, 王春霞, 等. 海藻酸钠和溶菌酶复合涂膜对樱桃番茄贮藏的保鲜效果[J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(10): 192-197.

[21] 刘晓静, 黄爱政, 康云艳, 等. 海藻酸钠和壳聚糖对莲藕贮藏效果及品质的影响[J]. 中国蔬菜, 2013(8): 61-65.

[22] 代亨燕, 刘春梅, 谭书明. 可食性鲜椒专用保鲜膜特性及其抗菌效果初探[J]. 中国调味品, 2009, 34(7): 61-64.

[23] 任艳, 任小林, 王胜男. 蜂胶对粉红女士苹果的保鲜效应[J]. 果树学报, 2010, 27(2): 289-292.

[24] 郭东起, 王群霞, 侯旭杰. 蜂胶涂膜对圆脐鲜枣贮藏保鲜效应[J]. 食品科技, 2012, 37(4): 26-30.

[25] 刘开华, 张宇航, 邢淑婕. 含茶多酚的大豆分离蛋白涂膜对甜樱桃保鲜效果的影响[J]. 茶叶科学, 2013, 33(1): 67-73.

[26] 张平, 武略. 玉米醇溶蛋白在草莓贮藏保鲜中的应用[J]. 保鲜与加工, 2005, 5(4): 35-37.

[27] 阳晖, 雍凯. 乳清蛋白可食性膜对圣女果贮藏品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(1): 258-260.

[28] Baldwin E, Plotto A, Narciso J, et al. Effect of 1-methylcyclopropene on tomato flavour components, shelf life and decay as influenced by harvest maturity and storage temperature[J]. Science of Food and Agriculture, 2011, 91(6): 969-980.

[29] 李俊俊, 李文文, 邵远志, 等. 1-MCP 对香蕉、芒果和番木瓜果实贮藏品质影响的比较研究[J]. 食品科技, 2013, 38(5): 46-51.

[30] 梁丽雅, 王娜, 马照春, 等. 1-MCP 结合降温处理对中华寿桃采后生理及品质的影响[J]. 食品与机械, 2013, 29(1): 195-198.

[31] 李富军, 张新华, 王相友. AVG 对肥城桃采收品质和采后乙烯合成的影响[J]. 农业机械学报, 2006, 37(2): 76-79.

的影响[J]. 农业机械学报, 2006, 37(2): 76-79.

[32] 张素琴, 周建俭. 乳酸链球菌素在白玉枇杷保鲜中的应用[J]. 江苏农业科学, 2010(5): 401-402.

[33] 周建俭. 乳酸链球菌素在杨梅保鲜中的应用[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(10): 238-240.

[34] Zhou H L, Liu M Y, Ren X L, et al. Antisepsis and fresh-keeping effects of natamycin coating compounds treatment on Red Global grape[J]. Agricultural Science and Technology, 2012, 13(9): 2012-2016, 2036.

[35] 段丹萍, 乔勇进, 鲁莉莎, 等. 纳他霉素壳聚糖复合涂膜对草莓保鲜的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2010, 36(2): 237-241.

[36] 韩艳丽, 张绍铃, 吴俊, 等. 溶菌酶对丰水梨果实贮藏保鲜效果的影响[J]. 果树学报, 2008, 25(4): 537-541.

[37] 梁宏宇, 胡迪, 肖红梅. 纳米技术在果蔬贮藏保鲜中的应用[J]. 保鲜与加工, 2008, 8(5): 51-54.

[38] Long X Y, Liu Y Y, Yu D H, et al. Antibacterial effect of nano-scale TiO<sub>2</sub> on parasitic bacterium of Nanfeng citrus in storage period[J]. Agricultural Science and Technology, 2010, 11(6): 4-6, 14.

[39] 袁志, 王明力, 李霞. 纳米 SiO<sub>2</sub> 壳聚糖复合膜保鲜草莓的研究[J]. 现代食品科技, 2011, 27(1): 11-15.

[40] 杨文建, 单楠, 杨芹, 等. 纳米包装材料延长双孢蘑菇贮藏品质的作用[J]. 中国农业科学, 2012, 45(24): 5065-5072.

[41] 肖卫华, 李里特, 李再贵, 等. 电生功能水对草莓的保鲜试验研究[J]. 食品科学, 2003(5): 152-155.

[42] 郝建雄, 李里特, 肖卫华. 电生功能水对番茄的保鲜[J]. 食品科技, 2006(2): 100-102.

[43] 郭殿卿, 冯作山, 吴婧婧, 等. 采后过氧化氢处理对伽师瓜贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(22): 324-327.

[44] 钟业俊, 刘成梅, 刘伟, 等. 复配有机酸保鲜剂 OAA-7 在番茄保鲜中的应用研究[J]. 食品科技, 2010, 35(2): 32-39.

[45] 索娜, 周海莲, 王雪强, 等. 常温条件下拮抗酵母菌对葡萄果实的抗性诱导研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(22): 346-350.

[46] Chen Y H, Ou Y B, Li H X, et al. Cloning of ACO gene and inhibition of ethylene evolution in tomatoes with RNA interference [J]. Journal of Agricultural Biotechnology, 2007, 15(3): 464-468.

[47] 何全光, 邝健飞, 陈建业, 等. 脂氧合酶在香蕉果实成熟过程中的作用[J]. 中国农业科学, 2011, 44(1): 118-124.

[48] 熊爱生, 姚泉洪, 李贤, 等. ACC 氧化酶和 ACC 合成酶反义 RNA 融合基因导入番茄和乙烯合成的抑制[J]. 实验生物学报, 2003, 36(6): 428-434.

## Application of New Technology on Safe Preservation of Fruits and Vegetables

SHI Jian-lei, CHEN Xian-zhi, ZAI Wen-shan

(Wenzhou Technology Vocational College, Wenzhou, Zhejiang 325006)

**Abstract:** As a basic food, fruits and vegetables are the main source of vitamins, minerals, dietary fiber and other nutrients, and play an important role in balanced human nutrition structure and healthy body. There is a large yield but surprising loss for fruits and vegetables in China, so the reasonable and effective post-harvest storage and preservation is the key to make full use of its value. The new technology for preservation of fruits and vegetables were summarized in this paper, in order to provide a reference for reducing waste, protecting the environment, increasing efficiency and related research, from physical methods such as ice temperature technology, ultrasonic and structured water application, chemical methods such as antistaling agent, nano materials and electrolyzed functional water application, biological methods such as biological control and the application of genetic engineering. It could provide the reference at reducing waste, protecting environment, increasing efficiency.

**Key words:** fruits and vegetables; new materials; new technology; fresh-keeping