

影响果蔬质量与安全的因素分析及应对策略

赵 静^{1,2}, 刘诗扬³, 徐方旭⁴, 王月华⁴, 冯叙桥^{1,4*}

- (1. 渤海大学食品科学研究所 辽宁省食品安全重点实验室, 锦州 121013;
2. 美国加州大学戴维斯分校环境毒理学系, 美国 加州 戴维斯市 95616;
3. 沈阳药科大学后勤管理处, 沈阳 110016; 4. 沈阳农业大学食品学院, 沈阳 110866)

摘 要: 近几年, 果蔬质量与安全问题越来越引起社会各界的广泛关注, 而影响果蔬质量与安全的因素有很多。本文主要针对果蔬的生产、加工、贮藏和销售过程, 分析了制约果蔬质量与安全的主要因素, 提出了解决果蔬质量与安全问题的相应策略, 并为改善果蔬质量与安全现状提出了相应的建议。

关键词: 水果; 蔬菜; 质量; 安全; 应对策略

Factors affecting quality and safety of fruits and vegetables and their coping strategies

ZHAO Jing^{1,2}, LIU Shi-Yang³, XU Fang-Xu⁴, WANG Yue-Hua⁴, FENG Xu-Qiao^{1,4*}

- (1. Food Safety Key Lab of Liaoning Province, Food Science Research Institute of Bohai University, Jinzhou 121013, China;
2. Dept. of Environmental Toxicology, University of California-Davis, Davis CA 95616, U.S.A;
3. Logistic Manage Office, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China;
3. College of Food Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

ABSTRACT: In recent years, the issue of quality and safety of fruits and vegetables has increasingly aroused more and more attention. However, there are many factors that influence the quality and safety of fruits and vegetables. This review paper analyzed the main factors affecting quality and safety in the process of cultivation, manufacture, storage and sales of fruits and vegetables. Strategies to cope with these factors have been proposed, and some suggestions to improve the current situation of quality and safety of fruits and vegetables were proposed.

KEY WORDS: fruits; vegetables; quality; safety; coping strategies

水果和蔬菜是维生素、矿物质和膳食纤维的重要来源, 是人们维持身体健康, 增进营养必不可少的主要食品, 也是民族生存的基本保证。果蔬质量是食品安全的基础环节, 直接影响到人民的健康和生命安全^[1-3]。随着社会的进步和生活水平的逐步提高,

人们对果蔬的质量和安全也提出了越来越高的要求。近几年, 频繁发生的果蔬安全事件无疑暴露出我国农产品安全监管体系存在的严重问题^[4-6]。本文综述了果蔬质量与安全现状、影响果蔬质量与安全的因素以及解决果蔬质量与安全问题的应对策略, 并为改

基金项目: 渤海大学人才引进基金项目(BHU20120301)、辽宁省科技厅重点项目(2008205001)

Fund: Supported by the Talent Introduction Fund Project of Bohai University (BHU20120301), and Key Project of Technology in Liaoning Province (2008205001)

*通讯作者: 冯叙桥, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为果蔬质量与安全控制。E-mail: feng_xq@hotmail.com

*Corresponding author: FENG Xu-Qiao, Professor, Food Science Research Institute of Bohai University, No.19, Science and Technology Road, Mstsuyama District, Jinzhou 121013, China. E-mail: feng_xq@hotmail.com

善果蔬质量与安全现状提出了一些建议,以便为更好地研究果蔬质量与安全问题提供参考。

1 果蔬质量与安全现状

果蔬产品是指新鲜水果、蔬菜及其延伸产品,包括加工品、生物制品、化学提取物等^[7]。目前,全世界的果蔬生产面积已达到 6666 万 hm^2 ,总产量达 16 亿多吨。我国果蔬产业发展迅猛,在农产品出口中占相当大的比例,截至 2011 年,我国果蔬生产面积达到 2867 万 hm^2 ,其中水果生产面积约 1000 万 hm^2 ,蔬菜播种面积为 1867 万 hm^2 ,果蔬总产量达到 7.98 亿吨,连续多年是世界最大的果蔬生产国^[8-9]。据国家农业部统计^[10],2009~2013 年我国水果样品和蔬菜样品的监测合格率都在 95% 以上(图 1),说明我国果蔬质量与安全水平总体稳定。

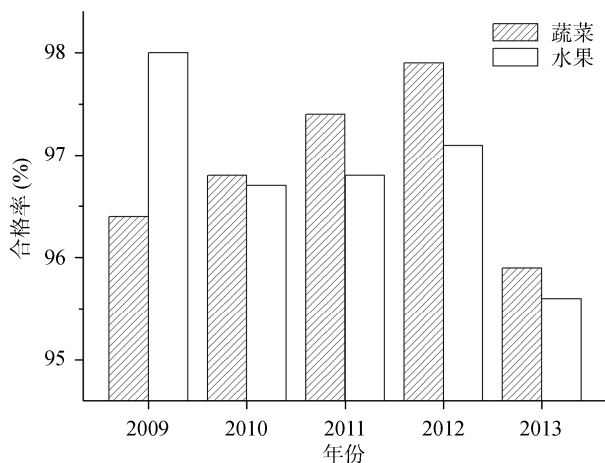


图 1 2009~2013 年我国果蔬质量安全监测合格率

Fig. 1 Qualification rate of quality and safety of fruits and vegetables of China in 2009~2013

尽管如此,我国果蔬质量与安全仍然存在一些不容忽视的问题。近几年,大气污染、土壤污染、水质污染以及农药化肥的滥用,严重影响了果蔬在生产过程中的质量安全^[11];另外,在果蔬的加工过程中,催生剂和化学剂的使用也容易造成果蔬的质量和安全性较差^[12];不仅如此,果蔬在贮藏过程中,由于贮藏方法不当或时间过长而引起果蔬变质,同样会影响果蔬的质量与安全^[13]。可见,生产到销售的每一个环节都可能影响到果蔬的质量与安全。近几年,果蔬污染事件也屡次发生,如“毒”水果、甲醛白菜、

蓝矾韭菜和硫磺姜等事件^[14],导致果蔬质量与安全问题日益突出并成为消费者普遍关注的核心问题。从这个意义上说,当前我国果蔬质量与安全面临着前所未有的挑战。

2 影响果蔬质量与安全的因素

果蔬产品从生产过程、加工过程、贮藏过程到销售过程,都有可能存在不同程度的质量安全问题。因此,分析影响果蔬质量与安全的因素对于防止和解决果蔬质量安全问题尤为重要。

2.1 生产过程

果蔬生产过程中,产地环境、农药和化肥等投入品对果蔬的质量安全影响很大,若环境受到有毒有害物质的污染或农药和化肥施用不当,都容易导致农药残留或重金属、亚硝酸盐等有害物质超标。

2.1.1 产地环境

产地环境在果蔬培育的全过程起到举足轻重的作用,直接影响果蔬的品质和质量安全。随着我国社会和经济的快速发展,工业废弃物和城市生活垃圾对果蔬生产环境的污染越来越引起人们的关注,主要表现在土壤环境、水质和大气环境三个方面(图 2)^[15-17]。

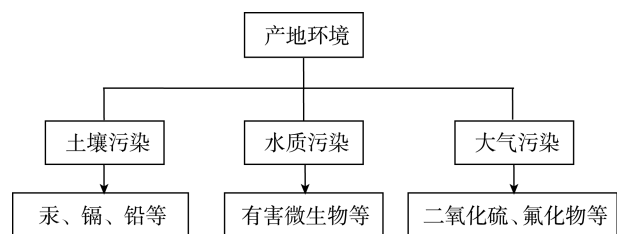


图 2 影响产地环境的三大因素

Fig. 2 Three factors affecting producing surroundings

首先,果蔬在生长过程中所需的营养和水分都是从土壤中获取的,因此土壤环境是影响果蔬质量与安全的重要因素。通过各种途径进入土壤中的污染物特别是重金属污染物(汞、镉、铅、砷、铜、锌、镍、钴、钒等),由于其自身化学、物理和生物等因素的作用很难降解,在土壤中不断积累,成为潜在的土壤环境污染物质^[18]。其次,水质对果蔬质量与安全也起着至关重要的作用,工业废水和生活污水中的有害物质大量排放到河流、湖泊、海洋和地下水,通

过植物根系吸收向地上部分和果实中转移, 直接或间接影响了果蔬的生长发育, 给果蔬的质量与安全造成了严重的影响^[19]。第三, 工业大气排放是大气污染物的主要来源之一, 大气中的污染物质, 如烟尘、硫的氧化物、氮的氧化物、有机化合物、卤化物、碳化合物等, 特别是二氧化硫、氟化物等对果蔬的质量影响也十分严重^[20]。

2.1.2 农药使用

在果蔬产品大量生产的同时, 农药残留问题也日益凸显。农药残留不仅影响果蔬的质量, 也给人们的身体健康带来了严重的危害。我国是农药生产大国, 根据全国 31 个省(自治区、直辖市)植保植检站统计预测分析, 2013 年全国农药需求总量(商品量)预计为 102.44 万吨, 折百量为 33.43 万吨, 比上年增长 4.68%^[21]。数据显示, 全国杀虫剂预计需求 12.08 万吨, 比上年减少 5.18%。其中有机磷类需求 8.63 万吨, 比上年减少 6.45%^[22]。为预防农业害虫、增加果蔬产

量而施用农药, 会导致果蔬表面残留大量没有被吸收利用的农药, 直接影响果蔬的质量安全^[23]。而残留的农药通过被污染的果蔬进入人体, 积累到一定数量时就会引起农药的急性或慢性中毒, 有害元素会引起人体细胞的癌变, 甚至导致人死亡。

2.1.3 化肥使用

我国化肥的产量和消费量一直居世界首位(表 1)^[10], 大量施用化肥会导致一系列消极后果。过量施用氮肥会使土壤中硝酸盐含量较高, 磷肥的过量施用会导致磷肥中有害杂质和重金属在土壤中不断富集, 从而污染果蔬产品^[24-25]。中华全国供销合作总社农资局副局长龙文认为: “过量使用化肥不但浪费了不可再生的煤炭、磷矿等能源和资源, 同时也加重了国内对硫、钾的对外依存度”。在 2013 年 9 月 16~17 日举行的“IFA(中国)化肥可持续发展管理论坛”^[26]上, 中国农业大学教授张福锁对《第一财经日报》评论称, 化肥等产品的施用对环境没有好处, 这

表 1 化肥(农用氮磷钾)产量及表观消费量情况
Table 1 Fertilizer (agricultural N, P and K) production and apparent consumption

时间	农用氮磷钾产量		化肥表观消费量	
	累计值(折纯 万吨)	同比增速(%)	累计值(折纯 万吨)	同比增速(%)
2012.02	1,093	15.04	1,136	19.56
2012.03	1,734	20.18	1,820	26.11
2012.04	2,346	20.95	2,446	26.14
2012.05	3,017	21.56	3,147	26.8
2012.06	3,705	20.99	3,854	25.84
2012.07	4,326	22.34	4,460	26.14
2012.08	5,065	24.86	5,133	26.54
2012.09	5,732	24.44	5,698	23.71
2012.10	6,295	22.31	6,178	20.04
2012.11	6,864	23.43	6,650	19.59
2012.12	7,432	23.31	7,125	18.22
2013.01	563	9.75	571	11.31
2013.02	1,143	4.51	1,154	5.58
2013.03	1,950	12.43	2,001	15.4
2013.04	2,646	12.78	2,730	11.59
2013.05	3,294	9.16	3,392	7.78
2013.06	4,018	8.43	4,105	6.53

注: 资料来源于中国农业信息网和《中国农业年鉴》

种生产方式是不可持续的。张福锁教授认为：“农业大量施肥导致全国农田 pH 值下降 0.5 个单位，土壤普遍酸化。酸化，首先使得果蔬生长很差。其次造成病虫害发生、重金属超标，造成食品安全问题”。

2.2 加工过程

近 10 年来，我国果蔬加工业取得了巨大的成就，成为世界上最大的果蔬产品加工国，如果蔬汁、罐头、脱水和速冻果蔬制品等^[27-28]。在果蔬加工过程中所采取的各种加工技术，如分离、干燥、发酵、清洗、杀菌等，对果蔬产品的质量与安全均存在不同程度的潜在影响(表 2)。例如，分离过程中使用的过滤介质或萃取溶剂具有毒性，从而影响果蔬产品的质量；发酵过程中形成的甲醇和杂醇油等均能影响果蔬产品的质量与安全；干燥过程中，若干燥不彻底会引起细菌或霉菌的大量繁殖，从而影响果蔬产

品的质量^[29-30]。

2.3 贮藏保鲜过程

近几年，我国果蔬贮藏保鲜技术得到了快速发展，并取得了明显的技术进步，如低温贮藏、气调贮藏、减压贮藏、辐射贮藏、化学防腐保鲜、微生物菌体及其代谢产物拮抗贮藏保鲜和基因工程保鲜技术等，但与现实的要求还有较大距离，常常造成果蔬产品质量的下降甚至腐烂(表 3)。

2.4 销售过程

由于我国目前缺乏严格的检验检测制度和监督机制，致使不合格或过期的果蔬进入市场，而这些不合格或腐烂变质的有毒有害果蔬产品会以低价或赠品的方式销售出去^[39]；另外，消费者购买了正常的果蔬后，由于贮藏方法不当或贮藏时间过长而引起

表 2 果蔬加工过程中的潜在危害因素
Table 2 Potential damage factors during processing of fruits and vegetables

加工环节	潜在危害因素
原料预处理	预处理不彻底，造成沙石、残渣、农药等残留或细菌、真菌、食源性病毒、寄生虫和天然毒素的污染。
环境和设备	地面、天花板、墙壁以及设备等卫生不规范。
技术因素	护色液、酒精发酵过程中形成的甲醇和杂醇油等、辐射、紫外线、臭氧等、塑料、金属、纸板、橡胶等对果蔬产品造成污染。
人为因素	有毒食品添加剂的使用和工作人员自身带有的污染型微生物和病原菌。

表 3 果蔬贮藏保鲜方法的潜在危害^[31-38]
Table 3 Potential hazard of storage methods of fruits and vegetables^[31-38]

方法	潜在危害
低温贮藏	不同果蔬对低温的耐受度有一定范围，低于温控范围就会产生冷害，造成果蔬产品营养成分和外观品质的变化，影响果蔬的食用安全。
气调贮藏	气体成分比例的不同不仅会破坏果蔬的感官性、加速果蔬的营养物质流失、使果蔬失去原有风味，而且会促进某些厌氧性致病菌在果实上生长繁殖，威胁果蔬产品的质量安全。
减压贮藏	每种果蔬对低压贮藏保鲜的压力有一定承受限度，低于最低承受压会破坏果蔬的营养和品质。
辐射贮藏	辐射的剂量范围是影响果蔬营养和品质的重要因素，新鲜果蔬的辐射处理要选用相对低的剂量，否则会使果蔬变软并损失大量的营养成分；辐射保鲜的不合理使用会对果蔬产品产生巨大的毒性。
化学防腐保鲜	溶剂浓度若把握不好会加速果蔬的腐败和变质，而且化学防腐保鲜剂中含有很多对人体健康不利的致癌、致突变的物质。
拮抗贮藏保鲜	拮抗微生物对果蔬的诱导作用必然会改变果蔬产品的生理代谢，例如诱导产生某些抗病的次生代谢产物和防御酶类及产生结构抗性等。
基因工程保鲜	通过对某些基因进行修饰及使相关基因沉默或者改变某些基因的表达活性是否会改变果蔬本身的生理过程和品质，以及食用转基因果蔬的安全性问题是目前亟待解决的问题。

果蔬腐烂变质。而食用了腐烂变质的果蔬会严重影响人体健康,引发急性或慢性中毒或致癌等反应^[40]。

3 解决果蔬质量与安全问题的应对策略

3.1 回收利用废弃污染物

产地环境的污染源头主要是工业废弃物和城市生活垃圾的大量排放,因此,控制污染物的排放量,实现达标排放是解决产地污染的根本途径^[41-43]。另外,废弃物既是污染物,也是一种资源,所以对废弃物进行回收、分类、净化、再利用是解决产地污染,实现循环农业的重中之重。例如,利用微生物法处理含汞的废水,采用热裂解法对塑料废弃物进行降解,从废锂离子电池中回收金属等。同时,实行农业清洁生产,合理利用资源并保护产地环境,从而保证生产环节果蔬质量与安全。

3.2 推广高效、低毒农药化肥

解决化肥和农药等农业投入品的污染问题是提高果蔬质量与安全的关键^[44-46]。在生产果蔬产品的过程中,严禁违规违禁使用化肥和农药等,减少和避免初次污染和次生污染;对残留量大或毒性强的化学农药,应控制其使用范围、数量;规定施用农药与果蔬收获的主要间隔期;推广高效、低毒、低残留的广谱农药和生物农药;要做到科学施肥,合理使用氮肥和微量元素,大力发展和施用具有无污染、改良和增加土壤肥力等优点的微生物肥料。

3.3 重视加工安全,提高加工技术

加工过程中的每一个环节对果蔬产品的质量安全均存在不同程度的潜在影响^[47-48]。因此,关键控制点的确定及解决其中的安全隐患,是保证果蔬产品质量安全的关键问题^[49-50]。如加强原料收购的检验检疫、禁止使用有毒有害的包装材料、加强加工环境和设备的消毒工作均能有效控制原料和环境的污染。另外,提高加工技术和水平也是确保果蔬产品质量安全的重要手段。例如,严禁使用有毒有害的食品添加剂或工业用原料、控制食品添加剂的使用种类和范围、避免使用能带来有害物质残留或引起果蔬产品变质的技术手段等。此外,集中多学科的研发力量,研发高效、安全、卫生的加工技术和设备,进而保证果蔬产品的质量安全。

3.4 研发推广新型生物保鲜剂

研发推广绿色安全的贮藏保鲜技术是保证果蔬产品质量安全的重要措施之一^[51-52]。单一的贮藏保鲜手段不能从根本上解决问题,因此,在现有贮藏保鲜技术的基础上,研究综合技术措施的最佳优化组合才能有效解决果蔬产品的贮藏保鲜问题^[53-56]。另外,目前一些贮藏保鲜技术在某种程度上可能存在潜在危险,如低温冷害对果蔬营养和品质造成的影响还没有较好的缓解方法;减压贮藏是否会引起果蔬的某些代谢紊乱或形成有毒的代谢产物均有待进一步研究;而辐射是否会致毒、致癌、致畸及致突变,以及是否会产生果蔬的照射生理病害与营养问题也尚在研究阶段;利用基因工程手段通过对某些基因进行修饰及使相关基因沉默或者改变某些基因的表达活性是否会改变果蔬的生理过程和品质,以及食用转基因果蔬的安全性都是目前亟待解决的问题。所以,应不断研发新型生物保鲜剂,使其逐步替代纯化学保鲜剂,为果蔬产品的贮藏保鲜提供绿色安全的技术方法。

4 结 语

我国是果蔬生产和加工产业的大国,为保证果蔬产品的质量与安全,需建立果蔬安全的质量标准体系和检测检验体系等。目前,欧盟、美国等发达国家已经建立了较完善的农产品质量安全体系,而我国还处于起步阶段并有待进一步完善^[57],因此,学习和借鉴发达国家的果蔬质量标准体系,以及对果蔬产品质量和安全的控制技术尤为重要。此外,应注重造成果蔬质量与安全的生理代谢机制的深入研究,以更好的研究应对果蔬产品质量与安全的技术方法。

参考文献

- [1] Reducing risks, promoting healthy life[R]. The World Health Report, 2002.
- [2] 杜相革. 农产品安全生产[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2009: 60-82.
Du XG. Agricultural products safety production[M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2009: 60-82.
- [3] 李英丽, 宋朝辉, 王立娅, 等. 不同类型蔬菜营养成分的比较[J]. 北方园艺, 2008, (10): 64-65.
Li YL, Song CH, Wang LY, et al. Comparison of nutritional ingredient in different types of vegetables[J]. Northern Hort, 2008,

- (10): 64–65.
- [4] Scott PM. Methods for analysis of ochratoxin A[J]. *Mycotoxins Food Safe*, 2002, 117–134.
- [5] Cocci E, Rocculi P, Romani S, *et al.* Changes in nutritional properties of minimally processed apples during storage[J]. *Postharvest Biol Technol*, 2006, 39: 265–271.
- [6] 王文生. “十二五”期间我国果蔬冷链物流面临的机遇与挑战[J]. *保鲜与加工*, 2011, 11(3): 1–5.
Wang WS. Opportunities and Challenges the Fruit and Vegetable Cold-chain Logistics Faces during the Twelfth Five-year Plan in China[J]. *Storage and Process*, 2011, 11(3): 1–5.
- [7] 单杨. 中国果品加工业现状及发展趋势[J]. *北京工商大学学报(自然科学版)*, 2012, 30(3): 1–12.
Shan Y. Present States and Developing Trend of Fruits Processing Industry in China[J]. *J Beijing Technol Bus Univ (Natural Science Edition)*, 2012, 30(3): 1–12.
- [8] 徐娟娣, 刘东红, 舒杰, 等. 果蔬农产品的质量安全及风险控制浅析[J]. *中国食物与营养*, 2011, 17(10): 11–15.
Xu JD, Liu DH, Shu J, *et al.* Quality Safety and Risk Control of Vegetables, Fruits and Other Agricultural Products[J]. *Food Nutr in China*, 2011, 17(10): 11–15.
- [9] 单杨. 中国果蔬加工业现状及功能特性研究[J]. *农业工程技术(农产品加工业)*, 2010, (6): 6–8.
Shan Y. Present States and Features of Fruit and Vegetable Processing Industry in China [J]. *Agric Eng Technol (Agric Prod Proces Ind)*, 2010, (6): 6–8.
- [10] 傅玉祥, 梁书升. 《中国农业年鉴》[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009–2013.
Fu YX, Liang SS. 《China Agriculture Yearbook》[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2009–2013.
- [11] 农业部. 2001年农业发展报告[R]. 北京: 中国农业出版社. Ministry of Agriculture. Agricultural Development Report of 2001[R]. Beijing: China Agriculture Press.
- [12] 姚卫蓉, 钱和. 食品安全指南[M]. 北京: 中国轻工出版社, 2005: 121–136.
Yao WR, Qian H. Guide of Food Safety [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2005: 121–136.
- [13] 赵同刚, 阚学贵. 我国食品安全控制与管理[C]. 北京: 国家食物与营养咨询委员会, 2001: 102–124.
Zhao TG, Kan XG. Food Safety Control and Management in China[C]. Beijing: National food and nutrition consultant committee, 2001: 102–124.
- [14] Conway WS, Leverentz B and Saftner RA. Survival and growth of *Listeria monocytogenes* on fresh-cut apple slices and its interaction with *Glomerella cingulata* and *Penicillium expansum*[J]. *Plant Dis*, 2000, 84: 177–181.
- [15] 窦艳芬, 陈通, 刘琳. 基于农业生产环节的农产品质量安全问题的思考[J]. *天津农学院学报*, 2009, 16(1): 52–55.
Dou YF, Chen T, Liu L. Study on Problems of Quality Safety of Agro-products Based on Agricultural Production Processes [J]. *J Tianjin Agric Univ*, 2009, 16(1): 52–55.
- [16] Dea S, Brecht JK, Nunes MCN and Baldwin EA. Quality of fresh-cut kent mango slices prepared from hot water or non-hot water-treated fruit[J]. *Postharvest Biol Technol*, 2010, 56: 171–180.
- [17] 何满庭, 吕辉红. 湖南省农产品产地环境和质量安全探讨[J]. *农业现代化研究*, 2004, 25(2): 154–156.
He MT, Lv HH. On Produce-place Environment and Quality Security of Agricultural Products in Hunan Province[J]. *Res Agric Modern*, 2004, 25(2): 154–156.
- [18] 田丽梅, 贾兰英, 韩建华, 等. 天津市土壤重金属污染现状与综合治理对策[J]. *天津农林科技*, 2006, 192(4): 32–34.
Tian LM, Jia LY, Han JH, *et al.* Present States of Comprehensive Control of Soil Heavy Metal Pollution and Countermeasures in Tianjin[J]. *J Tianjin Agric For*, 2006, 192(4): 32–34.
- [19] 师荣光, 刘凤枝, 赵玉杰, 等. 中国城市再生水安全回用农业的对策研究[J]. *中国农业科学*, 2008, 41(8): 2355–2361.
Shi RG, Liu FZ, Zhao YJ, *et al.* Research on Safe Utilization of Reclaimed Municipal Wastewater in Agriculture in China [J]. *Sci Agric Sinica*, 2008, 41(8): 2355–2361.
- [20] Dong X, Wrolstad R, Sugar D. Extending shelf life of fresh cut pears[J]. *J Food Sci*, 2000, 65: 181–186.
- [21] 刘传德, 周先学, 王志新, 等. 我国蔬菜水果农药残留检测技术发展动向和质量安全控制对策[J]. *北方园艺*, 2010, (11): 210–213.
Liu CD, Zhou XX, Wang ZX, *et al.* Pesticide Residues in Vegetables and Fruits of Chinaps Technology Development Trends and the Quality and Safety Control Strategies[J]. *Northern Hort*, 2010, (11): 210–213.
- [22] 韩禹. 蔬菜中农药残留污染的原因分析及对策[J]. *吉林蔬菜*, 2010, (5): 101–102.
Han Y. Analysis and countermeasures of pesticide residues in vegetables pollution[J]. *J Jilin Veg*, 2010, (5): 101–102.
- [23] 鲁丽. 粮食、果蔬中的农药残留对人体健康的影响[J]. *改革与开放*, 2011, (12): 137.
Lu L. Effects of Pesticide Residues in Fruits and Vegetables on human health[J]. *Reform Open*, 2011, (12): 137.
- [24] 陈维信, 吴振先, 苏美霞. 热带亚热带果蔬贮藏保鲜现状及发展趋势[J]. *保鲜与加工*, 2003, 3(5): 1–3.
Chen WX, Wu ZX, Su MX. Present States and Development Trend of Stored and Fresh of tropics and subtropics fruits and vegetables[J]. *Storage and Process*, 2003, 3(5): 1–3.

- [25] 赵明, 刘秀萍. 蔬菜质量安全可追溯制度的建设与实践[J]. 中国蔬菜, 2007, (7): 1-3.
Zhao M, Liu XP. Construction and Practice of Traceability System of Vegetable Quality and Safety[J]. China Veg, 2007, (7): 1-3.
- [26] IFA(中国)化肥可持续发展管理论坛[C]. 北京: 中国石油和化学工业联合会, 2013.
IFA(China)Sustainable Development of Chemical Fertilizer Management BBS[C]. Beijing: China Petroleum and Chemical Industry Federation, 2013.
- [27] 夏延斌, 钱和. 食品加工中的安全控制[M]. 北京: 中国轻工出版社, 2005, 81-90.
Xia YB, Qian H. Safety Control in Food Processing[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2005, 81-90.
- [28] 孙好勤, 张慧坚, 方佳, 等. 中国热带农业科技发展现状、问题及对策研究[J]. 中国农学通报, 2010, (14): 339-344.
Sun HQ, Zhang HJ, Fang J, *et al.* The Developing Status, Problem and Countermeasure Investigation of Science and Technology of Chinese Tropical Agricultural Industry[J]. Chin Agric Sci Bull, 2010, (14): 339-344.
- [29] Redmond EC, Griffith CJ. Consumer food handling in the home: a review of food safety studies[J]. J Food Prot, 2003, 66(1): 824-826.
- [30] 许志辉, 胡云娟, 倪华, 等. 影响农产品质量安全的因素及对策[J]. 现代农业科技, 2009, (20): 347-351.
Xu ZH, Hu YJ, Ni H, *et al.* Factors affecting quality and safety of agricultural products and their coping strategies[J]. Mod Agric Sci Technol, 2009, (20): 347-351.
- [31] 拓俊绒, 闵德安, 杜新源. 富士系苹果低温气调贮藏研究[J]. 北方果树, 2005, (5): 13-15.
Tuo JR, Min DA, Du XY. Studies about Air Control Storage at Low Temperature of "Fuji" Apple[J]. Northern Fruits, 2005, (5): 13-15.
- [32] 李勇祁, 张青, 徐世琼. 荔枝的气调贮藏和充气包装贮藏的研究[J]. 制冷, 2000, 19(1): 7-11.
Li YQ, Zhang Q, Xu SQ. Study on the Conservation of Litchi Under the Condition of CA and the Conservation of Modified Atmosphere Packaged Litchi by Experiment [J]. Refrigeration, 2000, 19(1): 7-11.
- [33] 刘运生. 减压贮藏-21世纪保鲜技术的主体和支柱[J]. 河北供销与科技, 1998, (7): 40-42.
Liu YS. The body of the reduced pressure storage-the 21st century, the preservation technology and support [J]. Hebei Supply Technol, 1998, (7): 40-42.
- [34] 刘倍毓, 邓利玲, 胡小芳, 等. 冰温技术在果蔬贮藏保鲜中的应用研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2011, (12): 109-112.
Liu BY, Deng LL, Hu XF, *et al.* Advances of Controlled Freezing Point Technology Applied on the Storage of Fruits and Vegetables [J]. Food Ferment Ind, 2011, (12): 109-112.
- [35] 李昆仑, 张昆明, 张平, 等. 冰温技术在果蔬贮藏保鲜中的应用[J]. 天津农业科学, 2011, 17(4): 117-120.
Li KL, Zhang KM, Zhang P, *et al.* Application of Controlled Freezing Point Technology in Fruit and Vegetables Storage[J]. Tianjin Agric Sci, 2011, 17(4): 117-120.
- [36] Singh RB. Environmental consequences of agricultural development: a case study from the Green Revolution state of Haryana, India, Agriculture[J]. Ecosystems Environ, 2000, 82(1): 97-103.
- [37] 赵朝辉, 李里特. "绿化9号"水蜜桃的冰温贮藏[J]. 中国农业大学学报, 1999, 4(2): 77-81.
Zhao ZH, Li LT. Storage of "GreenNo.9" Peaches at Controlled Freezing Point[J]. J China Agric Univ, 1999, 4(2): 77-81.
- [38] 毕金峰. 果蔬低温高压膨化干燥关键技术研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2005.
Bi JF. Key Techniques of Fruit and Vegetable Cold High Pressure Puffing Drying[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2005.
- [39] 陈锡文. 发展绿色产业势在必行[R]. 北京: 首届中国绿色产业可持续发展高层论坛, 2001.
Chen XW. Imperative to Develop Green Industry[R]. Beijing: The first China green industry sustainable development top BBS, 2001.
- [40] 李玉浸. 集约化农业的环境问题与对策[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
Li YJ. Problems and Countermeasures of Intensive Agricultural Environmental[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2001.
- [41] Macdonald RW, Barrie LA, Bidleman TF. Contaminants in the Canadian Arctic: 5 years of progress in understanding sources, occurrence and pathways[J]. The Sci Total Environ, 2000, 254(2): 93-234.
- [42] 王频. 残膜污染治理的对策和措施[J]. 农业工程学报, 1998, 14(3): 185-188.
Wang P. Measures to Reduce the Pollution of Residual of Mulching Plastic Film in Farmland[J]. Trans CSAE, 1998, 14(3): 185-188.
- [43] 严昌荣, 梅旭荣, 何文清, 等. 农用地膜残留污染的现状与防治[J]. 农业工程学报, 2006, 22(11): 269-272.
Yan CR, Mei XR, He WQ, *et al.* Present Situation and Prevention of the Agricultural Plastic Film Residue Pollution[J]. Trans CSAE, 2006, 22(11): 269-272.
- [44] 侯博, 阳检, 吴林海, 等. 农药残留对农产品安全的影响及农户对农药残留的认知与影响因素的文献综述[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(4): 2098-2101.

- Hou B, Yang J, Wu LH, *et al.* Effect of Pesticide Residues on Food Safety and Farmer's Perception of Pesticide Residues and Influence Factors of the Literature Review[J]. *Anhui Agric Sci*, 2010, 38(4): 2098–2101.
- [45] 李淑恒. 农药合理使用 5 要点[J]. *种业导刊*, 2010, (10): 50.
Li SH. Five Points of Pesticide Reasonable Use [J]. *Seed Industry Guide*, 2010, (10): 50.
- [46] 刘同祯. 生物农药的应用技术[J]. *现代农业科技*, 2011, (20): 194.
Liu TZ. Biological Pesticide Application Technology[J]. *Mod Agric Sci Technol*, 2011, (20): 194.
- [47] 王勇, 李恒, 马超. 我国果蔬加工技术现状及产业发展对策[J]. *农产品加工*, 2010, (10): 64–68.
Wang Y, Li H, Ma C. Present Situation and Industry Development Countermeasure of Fruit and Vegetable Processing Technology in China[J]. *Agrotechny*, 2010, (10): 64–68.
- [48] 杨丽. 果蔬产品及加工标准体系研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2004.
Yang L. Fruit and Vegetable Products and Processing Standard System Research[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2004.
- [49] 杜亚光. 荔枝酿酒深加工取得突破性进展[J]. *中国热带农业*, 2007, (1): 27.
Du YG. Breakthrough of Deep Processing of Litchi Wine[J]. *China Trop Agric*, 2007, (1): 27.
- [50] 苏敏. 美国 FDA 网站首次链接我国果蔬汁生产企业名单[N]. *中国青年报*, 2004-02-09.
Su M. FDA website links to our country fruit and vegetable juice production enterprises list for the first time[N]. *China Youth News*, 2004-02-09.
- [51] 李共国, 马子骏. 杨梅冰温贮藏保鲜研究[J]. *食品工业科技*, 2004, 25(3): 130–131.
Li GG, Ma ZJ. Research of Waxberry Fresh-keeping[J]. *Sci Technol Food Ind*, 2004, 25(3): 130–131.
- [52] 生物冰点保鲜技术破解桃贮存世界难题桃保鲜保质可达 3 个月[N]. *中国食品报*, 2011-11-20.
Biological freezing preservation technical storage world difficult problem fresh peach peach quality up to 3 months[N]. *China Food Newspaper*, 2011-11-20.
- [53] 郇延军, 陶谦, 王海鸥, 等. 巨峰葡萄的冰温高湿保鲜及出库[J]. *无锡轻工业大学学报*, 2000, 19(1): 26–30.
Xun YJ, Tao Q, Wang HO, *et al.* High humidity Preservation of Ice Temperature and Outbound of Kyoho Grape[J]. *J Wuxi Univ Light Ind*, 2000, 19(1): 26–30.
- [54] 张培玉. 农产品质量安全现状及对策[J]. *现代农业科技*, 2011, (21): 339–340.
Zhang PY. Present Situation and Countermeasures of Quality and Safety of Agricultural Products[J]. *Mod Agric Sci Technol*, 2011, (21): 339–340.
- [55] 闫国民. 我国农产品质量安全现状及对策[J]. *现代农业科技*, 2011, (21): 341.
Yang GM. Present Situation and Countermeasures of Quality and Safety of Agricultural Products in China[J]. *Mod Agric Sci Technol*, 2011, (21): 341.
- [56] 张雁冰, 艾国民, 刘宏民, 等. 植物源农药的研制及其开发现状[J]. *河南农业科学*, 2005, (05): 30–32.
Zhang YB, Ai GM, Liu HM, *et al.* Development and Status of Botanical Pesticide[J]. *Henan Agric Sci*, 2005, (05): 30–32.
- [57] 许俊丽, 吕晓男, 邓勋飞. 我国农产品质量安全现状分析[J]. *贵州农业科学*, 2009, 37(5): 192–196.
Xu JL, Lv XN, Deng XF. Sstatus Analysis of Quality and Safety of Agricultural Products in China[J]. *Guizhou Agric Sci*, 2009, 37(5): 192–196.

(责任编辑: 赵静)

作者简介



赵静, 女, 博士, 研究员, 主要研究方向为环境毒理学。
E-mail: jjzhao@ucdavis.edu



冯叙桥, 博士, 教授, 主要研究方向为果蔬质量与安全控制。
E-mail: feng_xq@hotmail.com