

江南大学学术专著出版基金资助项目

易腐生鲜食品保鲜学 理论与实践

张摇懿摇著

中国农业出版社

序

易腐生鲜食品保鲜贮藏一直是国内外广泛研究的热门课题，也是我国各个时期食品贮藏与加工业发展的重点。国家对生鲜农产品贮藏保鲜技术的发展非常重视，“十五”期间，包括“特色果品贮藏保鲜技术及设备的研究与开发”在内的农产品深加工项目被国家科学技术部列为国家重大科技专项，本书作者江南大学农产品加工研究院副院长、博士生导师张愨教授也承担了国家“十五”农产品深加工重大科技专项软课题“农产品加工业技术创新体系与发展战略研究”（编号 2001BA701-1-1）之子课题“我国主要特色果品保鲜业发展战略研究”的研究任务。

目前，已有许多先进的保鲜理论和技术在非活体和活体两大类生鲜食品领域中得到了应用，如 气调保鲜、低温高湿保鲜、可食用膜涂膜保鲜等。针对各种物料的保鲜机理也逐步开始阐明并应用到保鲜的实践中。作为活体保鲜为主的我国生鲜食品保鲜业已开始呈现出欣欣向荣的局面。但鉴于我国各地的易腐特色食品种类繁多及研究领域的边缘性特点，建立易腐生鲜食品保鲜学系统理论体系并非易事。

多年来，本书作者张愨教授牵头联合多家企业开展易腐生鲜食品的保鲜研究和技术开发，在国内外著名刊物上发表农副产品保鲜研究论文 20 多篇，所研究的 5 个保鲜项目也通过了省部级鉴定，其核心成果达到了国际领先水平，并在 2003 年和 2004 年分别获无锡市和江苏省科技进步二等奖，取得了可喜的成果。张愨教授通过主持或联合主持“易腐烂果蔬的冰温高湿保鲜技术”、“易腐烂果蔬细胞间水结构化制备工艺及其保鲜机理”、“易腐烂果蔬超市货架期延长的气调包装保鲜技术”、“易腐烂果蔬真空冰温高湿预冷关键技术和设备开发”等国内外科技攻关和自然科学基金项目，深入地研究了几类典型易腐生鲜食品的保鲜机理和技术。本书是一本凝集了作者多年来在易腐生鲜食品保鲜

序

领域研究成果的专著。其中论及的冰温高湿保鲜、真空减压保鲜、气调保鲜、可食用膜涂膜保鲜、细胞水分结构化保鲜、智能化冷藏保鲜等先进的保鲜技术（包括保鲜包装、质量体系、配送体系）对我国生鲜食品保鲜领域的理论研究和先进技术的推广将起到非常积极的作用。

期待本书的出版将进一步丰富我国在易腐生鲜食品贮藏保鲜领域的基本理论和生产技术，同时为有关高校、研究院（所）和企业的研发人员，以及高等院校食品专业的研究生、高年级本科生提供一本具有参考价值的专著。

摇摇摇摇摇中国粮油学会副理事长 姚惠源教授
江南大学农产品加工研究院院长

前摇摇头

众所周知，易腐生鲜食品货架期短，容易造成产品损失和商品短缺。但易腐生鲜食品又是人们生活中必不可少的。如易腐烂果蔬具有含水量高、收获季节性强、收获季节温度高以及大多数品种较难保鲜等特点，但其商品价值又很高，是人们消费的热点。因此，易腐烂生鲜食品贮藏保鲜一直是国内外广泛研究的课题。从“八五”到 2015 年远景规划中，易腐生鲜食品保鲜一直是我国各个时期食品贮藏与加工业发展的重点。

近 30 年来，我国的易腐生鲜食品保鲜业在国内外贸易需求的形势下迅速发展起来，并形成了多个大市场，如以活体保鲜为主的易腐果蔬食品市场，以速冻和低温保鲜为主的易腐水产品市场，以无菌包装保鲜为主的鲜乳市场等。客观地说，我国目前易腐生鲜食品保鲜业还存在保鲜品种不多，保鲜品质不尽人意，部分保鲜技术的成本较高，在整个食品工业中所占比重太小等缺陷，各地的易腐食品保鲜技术的产业化水平还很低，易腐食品保鲜技术在食品行业中高增值的概念还有待宣传，各种易腐食品物料的保鲜机理也有待进一步阐明。在食品工业产值构成中，易腐食品保鲜业所占比例还很低，有待于进一步提高。由此出现了“生鲜食品保鲜业很重要但发展缓慢”的严峻局面。惟有拓宽传统领域的技术界限，加强学科融合，才能摆脱困境。我国各地的易腐特色食品种类繁多，如果保鲜成本合适，易腐生鲜食品保鲜业应是欣欣向荣的朝阳产业。系统开展易腐食品保鲜研究是近年来该领域很有意义的研究方向，但由于研究领域的边缘性特点，建立易腐生鲜食品保鲜学系统理论体系并非易事。这方面的书籍非常缺乏，这成为写作本书的初衷。

本书内容共分上下两篇。上篇共 3 章，论述易腐生鲜食品保鲜系统。第一章“绪论”论述了易腐生鲜食品保鲜的历史、易腐生鲜食品保鲜概念原理及分类、易腐食品保鲜方法及技术的发展、国内外研究易腐生鲜食品保鲜的概况及其学科基础；第二章“易腐生鲜食品的质量控制”论述了易腐生鲜食品生产、

贮藏、配送过程中的质量控制；第三章“易腐生鲜食品的保鲜包装”论述了易腐生鲜食品的包装特点和方法；第四章“易腐生鲜保鲜食品的物流配送体系”论述了冷藏链、配送车辆体系、配送存放体系等关键要素；第五章“易腐生鲜食品保鲜特点和新方法”在阐述易腐生鲜食品保鲜的呼吸特点、水分蒸发特点，以及植物类产品衰老的乙烯催化特点的基础上论述了各种物理、化学和生物保鲜新方法及其技术，也介绍了易腐生鲜食品的保鲜测量新技术。下篇共猿章，论述三类易腐生鲜食品保鲜研究实例。第六章“易腐生鲜肉类保鲜研究实例”论述了生鲜牛肉和猪肉的保鲜专题研究实例；第七章“易腐食用菌类保鲜研究实例”论述了香菇、白蘑菇、平菇保鲜专题研究实例；第八章“易腐果蔬类保鲜研究实例”论述了芦笋、水蜜桃、草莓、葡萄以及其他果蔬保鲜专题研究实例。

笔者通过主持或联合主持“易腐烂果蔬的冰温高湿保鲜技术”[江苏省科委应用基础项目(月怨怨怨)、瑞典国际科学基金项目(耘怨怨怨)和江苏省人事厅留学归国人员月类项目联合资助]、“易腐烂果蔬细胞间水结构化制备工艺及其保鲜机理”[江苏省自然科学基金项目(月怨怨怨)资助]、“易腐烂果蔬超市货架期延长的气调包装保鲜技术研究及产业化”[江苏省农业攻关项目(月怨怨怨)资助]、“易腐烂果蔬真空冰温高湿预冷关键技术和设备开发”[江苏省农业攻关项目(月怨怨怨)资助]等纵向项目，较深入地研究了几类典型易腐生鲜食品的保鲜机理和技术。为了加快易腐生鲜食品保鲜技术的开发和产业化，笔者牵头与江苏省苏净集团公司、无锡市企虹制冷设备公司、张家港恒忠包装机械公司、海通食品集团公司等生鲜食品生产和设备企业合作，建立了多种“产学研”联合研发机制。本书的专题研究实例部分就是上述科研活动的成果。

本书从酝酿到出版花费了整整苑年时间，本书中研究实例的参与者有笔者指导的博士后、研究生和本科生，主要有肖功年(博士后)、安建申(博士后)、李文香(博士)、黄壮霞(硕士)、杂援杂(硕士)、张剑峰(硕士)、范柳萍(博士)、陶菲(博士)、詹仲刚(硕士)、李铁华(博士生)、周运华(硕士)、朱丹实(硕士)等，在此一并表示谢意。笔者非常感谢姚惠源教授在百忙中给本书写了“序”。最后，笔者也感谢中国农业出版社责任编辑黄宇在书稿编辑期间给予的大力协助。

前摇摇言

本书主要面向有关高校、研究院（所）和企业的研究及开发（研发）人员，也可供高等院校食品专业的研究生和高年级本科生参考。由于笔者水平有限，书中难免存在缺点乃至错误，敬请读者批评指正。

著摇摇者

目 录

序
前言

上篇 易腐生鲜食品保鲜系统总论

第一章 绪论	猿
一、易腐生鲜食品保鲜的分类、概念及保鲜的重要性	猿
(一) 食品分类及易腐生鲜食品保鲜概念	猿
(二) 易腐生鲜食品保鲜的分类	猿
(三) 易腐生鲜食品保鲜的重要性	源
(四) 保鲜手段与调控	源
二、生鲜食品保鲜的历史及发展	源
(一) 易腐生鲜食品保鲜的历史	源
(二) 我国易腐生鲜食品保鲜业的发展状况	缘
(三) 我国生鲜食品保鲜贮藏的发展趋势	远
三、我国易腐生鲜食品保鲜业存在的问题	苑
(一) 保鲜贮存容量和能力不足、技术支撑体系不够先进	苑
(二) 生鲜食品的快速发展揭示了保鲜机理和工艺研究的滞后	苑
(三) 保鲜理念和认识上有误区	愿
(四) 重视和投入程度不高	愿
(五) 保鲜技术方面的问题较多	愿
四、我国生鲜食品保鲜业的发展对策	愿
(一) 我国生鲜食品保鲜业发展的宏观对策	愿
(二) 我国生鲜食品保鲜业发展的技术层面的对策	园
第二章 易腐生鲜食品的保鲜配送体系	猿
一、生鲜食品配送体系发展趋势	猿
(一) 信息化	猿
(二) 自动化	猿
(三) 网络化	猿
(四) 智能化	源
(五) 柔性化	源
(六) 标准化和社会化	源

目 录

摇二、生鲜食品配送所需的批量存放冷库	圆
摇摇（一）配送所需的批量存放冷库的历史	圆
摇摇（二）配送所需的冷库建造	圆
摇摇（三）配送所需冷库的运输、机械化和布局	圆
摇摇（四）配送所需的短期保鲜贮藏方法	圆
摇摇（五）配送冷库堆积所需的器材	圆
摇摇（六）配送冷库所需的叉车处理设备	圆
摇摇（七）配送冷库日常管理要点	圆
摇三、生鲜食品配送所需的销售用库	圆
摇摇（一）配送所需销售用库的历史	圆
摇摇（二）配送需求的发展趋势	圆
摇摇（三）设施	圆
摇摇（四）销售用库的作业	圆
摇摇（五）销售库现状	圆
摇摇（六）发展趋势	圆
摇四、配送用车辆	圆
摇五、生鲜食品的运输	圆
摇摇（一）运输的方式和工具	圆
摇摇（二）运输注意事项	圆
第三章 易腐生鲜食品的保鲜质量保证与控制体系	圆
摇一、有关生鲜食品质量的概念	圆
摇摇（一）质量控制政策和质量控制基础	圆
摇摇（二）全面质量管理（TQM）	圆
摇摇（三）良好操作规程（GMP）	圆
摇摇（四）质量跟踪	圆
摇二、生鲜食品质量控制总体规则	圆
摇摇（一）控制规则和措施	圆
摇摇（二）生产和销售过程中的质量因素	圆
摇摇（三）商业操作涉及的质量因素	圆
摇摇（四）临界控制点危害分析（CCP）	圆
摇三、生鲜食品卫生问题	圆
摇摇（一）操作工的个人卫生	圆
摇摇（二）工厂及设施的构造应满足卫生条件	圆
摇摇（三）食品机械应满足卫生条件	圆
摇摇（四）清洁管理	圆
摇摇（五）职员培训	圆
摇四、与生鲜食品质量有关的审计	圆
摇摇（一）工厂质量审计	圆
摇摇（二）检查单	圆
摇摇（三）审计对环境的影响	圆

目 录

摇五、生鲜食品质量评价方法	源
摇摇 (一) 评价仪器	源
摇摇 (二) 感官评价	源
摇摇 (三) 重量控制方法	源
摇摇 (四) 日期标定和产品编码	源
摇摇 (五) 控制图表和测试表格	源
摇摇 (六) 有害动物控制	源
摇摇 (七) 微生物危害	源
摇六、植物生鲜产品存在危害的控制	源
摇摇 (一) 金属异物控制	源
摇摇 (二) 玻璃异物控制	源
摇摇 (三) 石子和其他固体异物控制	源
摇摇 (四) 有机异物控制	源
摇摇 (五) 化学成分污染控制	源
摇摇 (六) 微生物问题	源
第四章 易腐生鲜食品的保鲜包装	源
摇一、保鲜包装的基础知识	源
摇二、保鲜包装材料及其性能	源
摇摇 (一) 玻璃包装	源
摇摇 (二) 纸质包装	源
摇摇 (三) 塑料包装	源
摇摇 (四) 复合材料包装	源
摇摇 (五) 木、竹、麻包装	源
摇三、保鲜包装容器的规格	源
摇四、保鲜包装系统	源
摇摇 (一) 主要包装	源
摇摇 (二) 二级包装和三级包装	源
摇摇 (三) 包装生产线终端设备	源
摇摇 (四) 易腐生鲜食品包装的装箱机	源
摇摇 (五) 直立式成型—充填—封口 (VFFS) 包装系统	源
摇摇 (六) 袋成型流水线设备	源
摇五、保鲜包装材料的选择标准	源
摇摇 (一) 机器性能	源
摇摇 (二) 贮藏和输送性能	源
摇摇 (三) 可印刷性	源
摇摇 (四) 热特性	源
摇摇 (五) 材料抵抗力	源
摇摇 (六) 环境影响	源
摇摇 (七) 安全性	源

第五章 易腐生鲜食品的保鲜特点和新方法	150
一、易腐生鲜食品的分类保鲜特点	150
(一) 易腐生鲜食品保鲜过程的呼吸特点	150
(二) 植物类产品衰老的乙烯催化特点	150
(三) 易腐生鲜食品保鲜过程的水分蒸发特点	150
二、易腐生鲜食品的分类保鲜新方法及其技术	150
(一) 物理保鲜新方法及其技术	150
(二) 化学保鲜新方法及其技术	150
(三) 生物保鲜新方法及其技术	150
三、易腐生鲜食品保鲜测量新技术	150
(一) 温度测量	150
(二) 气体组分测量	150
(三) 湿度测量	150
(四) 保鲜物料生理参数测量	150

下篇 三类易腐生鲜食品保鲜研究实例

第六章 易腐生鲜肉类保鲜研究实例	151
一、生鲜牛肉保鲜研究实例	151
(一) 单纯气调包装保鲜生鲜牛肉研究实例	151
(二) 气调包装结合保鲜剂保鲜生鲜牛肉研究实例	151
(三) 气调包装结合真空预处理保鲜生鲜牛肉研究实例	151
二、生鲜猪肉保鲜研究实例	151
(一) 气调包装保鲜生鲜猪肉研究实例	151
(二) 乳酸预处理结合气调包装保鲜生鲜猪肉研究实例	151
(三) 高氧预处理结合气调包装保鲜生鲜猪肉研究实例	151
第七章 易腐食用菌类保鲜研究实例	151
一、香菇保鲜研究实例	151
(一) 香菇常规保鲜研究实例	151
(二) 香菇涂膜保鲜研究实例	151
(三) 香菇气调包装保鲜研究实例	151
(四) 香菇气调包装保鲜研究实例	151
(五) 香菇酸处理保鲜研究实例	151
(六) 香菇膜包装保鲜研究实例	151
(七) 香菇呼吸模型的研究实例	151
二、平菇保鲜研究实例	151
(一) 平菇盒式气调包装的初始气体组分优化研究实例	151

目 录

摇摇 (二) 平菇袋式气调包装保鲜工艺研究实例	员苑
摇摇 (三) 平菇盒式气调包装保鲜工艺研究实例	员怨
摇摇 (四) 平菇袋式气调包装保鲜基础研究实例	员圆
摇摇 (五) 平菇袋式气调包装与其他方法联合保鲜研究实例	员苑
摇摇 (六) 平菇气调包装呼吸模型研究实例	员员
摇摇三、白蘑菇保鲜研究实例	员怨
摇摇 (一) 白蘑菇护色保鲜研究实例	员怨
摇摇 (二) 白蘑菇冷藏保鲜研究实例	员猿
摇摇 (三) 白蘑菇气调包装保鲜研究实例	员缘
摇摇 (四) 白蘑菇真空预冷保鲜工艺研究实例	员愿
摇摇 (五) 白蘑菇呼吸模型研究实例	圆猿
摇摇 (六) 白蘑菇真空预冷保鲜工艺研究实例	圆源
第八章 摇摇易腐果蔬类保鲜研究实例	圆愿
摇摇一、芦笋保鲜研究实例	圆愿
摇摇 (一) 芦笋减压保鲜研究实例	圆愿
摇摇 (二) 芦笋气调包装与其他方法联合保鲜研究实例	圆猿
摇摇 (三) 芦笋惰性气体预处理保鲜研究实例	圆苑
摇摇 (四) 芦笋分阶段减压贮藏保鲜研究实例	圆员
摇摇 (五) 纳米银-孕孕涂膜预处理保鲜研究实例	圆愿
摇摇二、水蜜桃保鲜研究实例	圆苑
摇摇 (一) 水蜜桃真空预冷结合减压贮藏保鲜研究实例	圆苑
摇摇 (二) 水蜜桃真空与常压联合贮藏保鲜研究实例	圆猿
摇摇 (三) 水蜜桃气调包装保鲜研究实例	圆怨
摇摇三、草莓保鲜研究实例	圆源
摇摇 (一) 草莓保鲜气调包装中初始气体组成优化研究实例	圆源
摇摇 (二) 草莓袋式气调包装保鲜研究实例	圆愿
摇摇 (三) 草莓袋式气调包装保鲜基础研究实例	圆猿
摇摇 (四) 草莓袋式气调包装与其他方法联合保鲜研究实例	圆苑
摇摇 (五) 草莓气调包装呼吸模型及其应用研究实例	圆园
摇摇 (六) 草莓真空预冷保鲜研究实例	圆源
摇摇四、其他果蔬保鲜研究实例	圆愿
摇摇 (一) 葡萄冰温高湿保鲜研究实例	圆愿
摇摇 (二) 葡萄冰温高湿结合化学涂膜联合保鲜研究实例	圆苑
摇摇 (三) 利用数字化图像处理技术控制菊苣保鲜贮藏期间的品质研究实例	圆怨
摇摇 (四) 鲜切黄瓜联合保鲜研究实例	圆苑
摇摇 (五) 黄瓜加压惰性气体处理保鲜研究实例	猿园
摇摇 (六) 鲜切竹笋保鲜研究实例	猿园
主要参考文献	猿苑

第一章 摇绪摇摇论

一、易腐生鲜食品保鲜的分类、概念及保鲜的重要性

(一) 食品分类及易腐生鲜食品保鲜概念

目前，国内外有关食品专家根据食品来源及其加工程度把食品分成农业食品和工业食品两大系列。农业食品主要是由大农业（包括农、林、牧、副、渔等）生产、经简单处理的天然无污染食品，主要分为植物性、动物性和矿物性食品三大类。其中来源于动植物性的农业食品又称为生鲜食品。而工业食品即指各种农业食品原料通过机械、物理、化学、生物工程的加工变性处理，由大食品工业（包括常规食品工业、饮料工业、发酵工业、酿酒工业、农产品保藏工业等）生产所得的食品。

根据在一定贮藏期内腐烂率的高低，生鲜食品可分为易腐烂和耐贮藏两大类。其中易腐烂品种占~~原~~以上，此类不耐贮藏的生鲜食品通常被称为易腐生鲜食品。生鲜食品保鲜特指动植物性农业食品在产后（包括农产品收获后、水产品捕捞后、畜牧产品宰杀后、乳产品分泌后、蛋产品脱离母体后等）贮藏中保持其活体组织特有的新鲜特性。显然，易腐生鲜食品保鲜具有非常重要的意义。不管是动植物性食品本身的消费，还是作为工业食品的原料，一般均需一段时间的保鲜贮运。

值得一提的是，生鲜食品保鲜与食品加工后保藏是截然不同的两个概念。显然，从技术层面上说，前者比后者的难度更大，对产品的增值效果也更明显。

(二) 易腐生鲜食品保鲜的分类

从保鲜采用的原理来看，易腐生鲜食品保鲜可分为物理、化学和生物保鲜三大类。物理保鲜指通过调节环境温度、压力、气体组成等物理参数使物料组织处于一种较佳鲜活状态的保鲜手段。从保鲜采用的温度来看，易腐生鲜食品物理保鲜又分为常温保鲜和低温保鲜两类。目前较先进的物理保鲜技术有临界冻结点低温保鲜、气调保鲜、减压保鲜、辐照保鲜、超高压保鲜等。有争议的物理保鲜技术是速冻技术。认同者认为大多数良好速冻的农业食品在解冻后仍有新鲜原料的组织结构，而反对者则认为速冻是一种加工手段，速冻贮藏中物料组织并不处于一种鲜活状态。由于笔者赞同后一种观点，在本书中将不涉及速冻技术的内容。化学保鲜指采用各种化学添加剂对物料进行涂布或喷淋，使物料组织处于一种抗菌状态的保鲜手段。化学保鲜一般需与物理保鲜联用才能发挥较大作用。目前较先进的化学保鲜技术有纳米保鲜、可食用膜保鲜等。生物保鲜指采用各种生物技术对物料进行产前或产后处理，使物料组织处于一种较佳鲜活状态的保鲜手段。目前较先进的生物保鲜有转基因生物保鲜、酶反应或微生物反应生物保鲜等。转基因生物保鲜主要通过抑制植物产品采后乙烯生物合成或转入耐贮藏基因来达到保鲜的目的；而酶反应或微生物反应生

物保鲜主要利用某些有益酶或微生物在特定环境条件下生长发育，来抑制其他有害微生物的繁殖，达到易腐生鲜食品保鲜的目的。

从保鲜贮藏期来看，易腐生鲜食品保鲜技术又可分为短期、中期和长期保鲜三大类。从经济角度出发，中期保鲜的反季节增值效果格外引起人们的注意。从保鲜原料来看，易腐生鲜食品保鲜也可分为果蔬类、花卉类、肉禽类、蛋类、乳类、水产类、粮食类等保鲜。从保鲜采用的场所来看，易腐生鲜食品保鲜又可分为普通冷藏库保鲜、气调库保鲜、减压库保鲜、自然冰库保鲜、通风库保鲜等。

（三）易腐生鲜食品保鲜的重要性

易腐生鲜食品保鲜的重要性体现在各类保鲜目标的实现。减少易腐生鲜食品品质和量两方面的损失应是首要目标。以果蔬为例，最近十几年来，我国果蔬生产发展很快，据 1995 年统计，我国蔬菜年产量逾 1 亿吨，水果年产量逾 2000 万吨，其中秋季水果产量逾 1000 万吨，并且以每年 15% 的速度递增。农业部命名的 100 多个优质果蔬生产基地，有 70% 的产品需要外销，但按现有运输能力，只能满足 10% ~ 20%。一些大型易腐果蔬生产基地产品的保鲜问题仍未得到很好解决，南方地区尤为严重。由于保鲜不当腐烂损失高达 20% 以上，因此有专家估计，开发并应用适合的果蔬保鲜技术产生的价值相当于 1000 万吨 ~ 2000 万吨果蔬的生产。

除了减少损失率的目标，近年来还有市场因素，即反季节增值现象。以一些季节性很强的易腐果蔬品种为例，采用贮量 1000 吨的带搁架保鲜库，保鲜成本为 1000 ~ 1500 元/吨·年（包括电费、人工费、设备折旧费等），对反季节增值明显的极易腐烂的水蜜桃、巨峰葡萄、杨梅等品种保鲜 1 ~ 2 个月，保鲜成本才 1000 ~ 1500 元/吨，以每千克增值 1 元计算，一年保鲜 1000 吨易腐烂水果 1 ~ 2 个月即可获得 1000 万元以上的附加收入，再加上另外 10 个月内保鲜各种果蔬，每年获利应在 1000 万元以上。因此，易腐生鲜食品的反季节增值是目前投资者最感兴趣的。要实现反季节增值，需要采用各种有效的中长期保鲜技术。

（四）保鲜手段与调控

各种保鲜手段的侧重点不同，但都是通过对保鲜品质起关键作用的三大要素进行调控。首先是控制其衰老进程，一般通过呼吸作用或催熟作用的控制来实现；其次控制微生物，主要通过对腐败菌的控制来实现；第三为控制内部水分蒸发，主要通过环境相对湿度的控制和细胞间水分的结构化来实现。其中国际上较先进的保鲜新技术有临界低温高湿保鲜、细胞间水结构化气调保鲜、臭氧气调保鲜、低剂量辐射预处理保鲜、高压保鲜、基因工程保鲜、细胞膨压调控保鲜、涂膜保鲜、其他气调保鲜等。

二、生鲜食品保鲜的历史及发展

（一）易腐生鲜食品保鲜的历史

我国是世界上许多易腐农产品的原产地之一，也是易腐生鲜农产品贮存保鲜技术开发

利用最早的国家之一。近年来在陕西省咸阳市郊区出土的文物中，发现了秦代宫廷的深井贮藏设备。应该指出，我国历史上的易腐生鲜食品保鲜首先是从水果保鲜开始的。北魏《齐民要术》已记载了不少水果贮藏技术；《隋书·五行志》中有“文帝好食柑，蜀人摘黄柑，以蜡封其献之，香气不散”的记载，表明隋朝以前我国已出现了涂蜡保鲜技术。许多传统贮存果蔬的方法历经千年而不衰，至今仍在民间广泛应用。近几十年来，随着改革开放的不断深入，易腐生鲜食品在人们生活中的地位提升和生产的逐步发展，使得易腐生鲜食品保鲜正成为现代农业食品产后技术的一个重要组成部分，并受到社会的重视和国家的大力扶持。一个具有中国特色的易腐生鲜食品保鲜体系已初具规模，为进一步发展生产、保障市场供给发挥着积极作用。

（二）我国易腐生鲜食品保鲜业的发展状况

新中国成立后我国易腐生鲜食品保鲜业的发展可分为三个阶段。

第一阶段：从20世纪50年代中期到1978年。随着人们消费水平的提高，为了做到全年都有鲜果上市，果品行业的有关专家开始应用低温保鲜法来解决苹果、柑橘、梨长期贮存的难题，于1958年在北京建成投产了我国第一座水果专用机械冷库，标志着我国保鲜设施和技术的进步。之后，又相继在上海、哈尔滨、常州、无锡、合肥、青岛、广州、成都等地建设了一批水果冷库。除了水果和粮食，一些蔬菜、水产品的保鲜也引起了人们的重视。我国蔬菜市场的品种结构在各地有很大不同。南方一年四季都可进行露地生产，保鲜贮藏品种主要为上市集中的特色菜；而北方地区冬、春（头年的12月至翌年1~2月）寒冷，不能露地生产鲜菜，目前为保障北方人民对鲜菜的需求，有所谓“三足鼎立”的解决方案之说，即温室（大棚）菜、南菜北运及就地贮藏保鲜。在1978年以前，北方贮藏蔬菜主要用土法（如冰窖），贮藏品种主要为马铃薯、白菜、萝卜、胡萝卜、洋葱等大路菜。由于土法温度难以控制，风险大，常造成严重损失。1978年以后，冷库（或恒温库）逐渐用于贮藏蔬菜，使蔬菜贮藏进入一个新的阶段，贮藏数量、品种都增加了，丰富了市场供应。从贮藏方式来看，这一时期我国贮藏易腐生鲜食品主要采用三种方式：一是普通贮藏，依靠自然通风调节贮存环境的温度和湿度；二是低温贮藏，利用冰冷或机械制冷来保持贮藏环境的适宜低温；三是采用气调等较高技术层次的贮藏方式。

第二阶段：从1978年至1992年。这个时期的特点是新型保鲜技术的大量采用及保鲜物料范围的进一步拓宽。这个阶段易腐生鲜食品行业空前繁荣，随之而来的是对产后技术，特别是产后保鲜技术的迫切需求。20世纪80年代以来，国家集资建设了1000万以上的各种大中型果品保鲜库（包括冷藏和通风库），近年来粮食系统也投巨资建造了大量的粮食通风库。其间，引进、利用了大量的先进技术和先进设施，使食品贮藏保鲜技术从过去偏重表面、枝节、零散的研究和应用，开始深入到产前产后结合、生产流通贯穿的较为全面的系统研究和应用。大量风靡一时的实用保鲜新技术，如塑料薄膜单果包装、硅窗大帐贮藏、新型防腐剂的筛选使用、中草药防腐剂、药物保鲜膜及空气电离子保鲜、辐射保藏，已开始被人们认识并熟练应用。在这个时期，相继引进或研制出一些先进技术设备。如大型鲜果气调库（大连、北京、青岛）、香蕉催熟机（天津）、柑橘通风库（浙江）、挑选分级设备和新型保鲜药剂（广东、湖南）、大型冰温保鲜库（河北）等。低温

保鲜方面的国际交流更是日趋活跃、频繁。在贮存能力这个“硬件”方面也有了相当的发展。以果蔬贮藏为例，全国各种贮藏手段的贮量已达 1000 万吨，其中全国商业系统拥用机械冷库、通风库、窑洞等果蔬贮藏面积达 1000 万吨，贮藏能力近 1000 万吨。全国各大中城市和主产区、重点集散地基本配备了果品专用仓储设施和贮藏保鲜专业人员。粮食系统保鲜品种日益增多。鲜乳、鲜蛋、生鲜肉禽已成为保鲜的新对象。

冷藏量是衡量低温贮藏保鲜能力和技术状态的指标之一。我国的易腐生鲜食品保鲜冷库，主要分布在商业、外贸、农业等几个部门。其中商业部门占的比重较大，约占 70%。这些保鲜冷库约有 10% 建在城市或商品集散地，有 90% 建在产地县。城市的保鲜冷库因受征地限制，多为楼库，一般高 10m~15m，单库容量在 1000~2000 吨不等；产地县的保鲜冷库多为单层库，库高 5~8m，单库容量大多为 1000~2000 吨。建筑上都属现场浇筑的钢筋混凝土结构，10m 以上采用氨制冷系统。近几年，北京等地先后引进了大型气调库设备，贮存能力在 10 万吨左右。为了发挥现有保鲜冷库的作用，提高经济效益，商业部制订了一批国家标准、行业标准。这些标准的制定和发布，标志着我国生鲜食品贮藏业向规范化、标准化的方向发展。

第三阶段：从 1949 年至今。进入 21 世纪，特别是加入了 WTO，我国的易腐生鲜食品保鲜业发展迅速。保鲜冷库条块分割的状况得到了彻底的改变。我国易腐生鲜食品保鲜业实现了“两个结合”：一是社会贮藏与专业贮藏相结合，即分散贮藏与集中贮藏相结合；二是产地贮藏与销区贮藏相结合，以产地为主。在仓库布局上，根据我国地域辽阔、气候差异较大的特点，实行了因地制宜，分区施政。在北方苹果、梨产区，主要以低温（-5℃）贮藏为主；在南方柑橘产区，则以通风库贮藏为主。北方的山东、河北一带，气温较高，中熟品种多，主要以机械冷藏为发展重点；辽东半岛气候适宜，晚熟品种较多，则充分利用自然冷源贮藏；山西、陕西及河南则大力开发利用黄土高原窑洞资源优势，发展了窑洞贮藏。

（三）我国生鲜食品保鲜贮藏的发展趋势

经过近 50 年的努力，我国已初步形成了一个具有中国特色的多品种、多区域、多层次的生鲜食品生产流通体系。在今后一个时期内，我国生鲜食品贮藏的根本任务是：消除生鲜食品生产和消费的时间差（一季生产，全年消费）和空间差（一地生产，全国消费）；迎接加入 WTO 带来的国际市场各种洋产品的竞争；尽量减缓旺季市场价格波动对生产的不利影响。

为完成上述任务，必须强化产后技术环节，大力发展预处理、贮存保鲜和冷藏运输设施。具体如下：

第一，注意保持保鲜能力与生产发展的宏观比例。与蓬勃发展的生产势头比，全国已有的仓贮保有率仍然偏低。对此，国家有关部门应对农业基础设施的重要性有足够的认识，否则，当生鲜食品产量达到一定量时，中间环节不通，就将使全局出现问题。

第二，多渠道、多层次发展保鲜贮藏设施。调动中央与地方、商业与农业、企业与农民的积极性，引导社会资金来投资建设设施，尽快增强贮藏能力。

第三，综合治理，系统规划。保鲜贮藏是手段，目的是保持产品质量。因此，要从采

前、采中、采后多方面下手，应把重点放在采后预处理、机械分级、产地贮存、合理包装、适宜运输、冷藏气调等几个关键环节。运用全面质量管理的观点、方法，为市场提供优质的保鲜产品。

第四，积极推广新技术。开展新技术的研究和推广工作，特别要注意扭转那种“重实践轻科研，重科研轻推广，重布置轻管理，重进度轻水平”的倾向，缩短项目报告与实际成果转化成为生产力的进程时间。

第五，生鲜食品的保鲜研究应从以下几方面进行：着重从产后生理活性角度研究，这种趋势是从细胞与分子水平上阐明农产品成熟与衰败的机理，研究逐渐从单一的保鲜机理向复合保鲜机理发展；从保护生态环境角度，开发对环境友好的保鲜系统；多学科结合和产前、产中及产后一体化来解决保鲜难题。

三、我国易腐生鲜食品保鲜业存在的问题

虽然国家对农产品贮藏业的发展非常重视，从“六五”到“十五”，生鲜食品保鲜贮藏领域内的有关课题不断被列为国家和各级政府的科技攻关项目，但实事求是地讲，我国生鲜食品保鲜贮藏的技术水平和应用程度与发达国家相比还有相当差距，具体表现在五个方面。

（一）保鲜贮存容量和能力不足、技术支撑体系不够先进

长期以来，我国重视采前栽培、病虫害的防治，却忽视采后管理。产地的基础设施和技术缺乏，不能很好地解决生鲜食品分选、分级、清洗、预冷、冷藏运输等问题，致使生鲜食品在产后流通过程中损失相当严重。以果蔬为例，采后的腐烂损耗几乎可以满足圆亿人口的基本营养需求。另一方面，我国生鲜食品产品缺少规格化、标准化管理，且品种结构不合理，早、中、晚熟品种比例不当。而国外的生鲜食品保鲜行业具有组织化、标准化、自动化、配套化等特点。

近年来，我国各类生鲜食品的连年丰收引发了保鲜贮藏不当与保鲜库容量严重不足等问题。例如，全国鲜果贮藏能力只占其产量的 $\frac{1}{10}$ ，能长期贮存的机械冷库仅占 $\frac{1}{10}$ ，远远不能满足市场需要。而国外发达国家在生鲜食品保鲜上大量使用的气调保鲜系统、冷链配送系统、质量安全保证体系、先进包装系统在我国尚属研发阶段。目前，我国生鲜食品各产地预冷基本属于自然式，效果很不理想；筐、篓仍是果品行业的主要包装设备；药物处理缺乏统一标准；大多数冷库没有实现叉车、托盘作业，多靠人背肩扛。

（二）生鲜食品的快速发展揭示了保鲜机理和工艺研究的滞后

我国在最近 $\frac{1}{10}$ 年内实现了肉、禽、蛋、奶、果蔬、谷物等产量和品种的飞跃性发展，为相应新品种的保鲜提出了新的课题。

研究方面存在的主要问题有：研究易贮藏品种的多，研究易腐烂品种的少，结果是在农业产业化过程中最急需解决的问题解决不了；针对某种易腐烂的原料，研究单一保鲜原理得多，多种保鲜复合原理研究得少，往往出现采用哪种先进技术都无能为力的现象；侧