

现代食品工业技术丛书

XIANDAI SHIPIN GONGYE JISHU CONGSHU

食品杀菌和保鲜技术

杨寿清 主编



化学工业出版社

现代生物技术与医药科技出版中心

现代食品工业技术丛书

食品杀菌和保鲜技术

杨寿清 主编



化学工业出版社
现代生物技术与医药科技出版中心

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

食品杀菌和保鲜技术/杨寿清主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 3

(现代食品工业技术丛书)

ISBN 7-5025-6714-3

I. 食… II. 杨… III. ①食品卫生-杀菌-技术
②食品保鲜-技术 IV. ①TS201.6②TS205

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 014624 号

现代食品工业技术丛书

食品杀菌和保鲜技术

杨寿清 主编

责任编辑: 孟 嘉 周 旭

文字编辑: 谢蓉蓉

责任校对: 吴 静

封面设计: 潘 峰

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
现代生物技术与医药科技出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

[http:// www. cip. com. cn](http://www.cip.com.cn)

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 23 1/2 字数 385 千字

2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6714-3/TS · 253

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

“现代食品工业技术丛书”编委会

编委会主任 高福成

编委会副主任 (以姓氏汉语拼音为序)

江 波 王志伟 朱 明

编委会委员 (以姓氏汉语拼音为序)

戴 军 邓 立 高福成 江 波

刘长虹 钱 和 王志伟 邬敏辰

杨寿清 张燕萍 赵思明 朱 明

本册主编与编写人员

主 编 杨寿清

编写人员 杨寿清 李儒荀 喻亚仙

内 容 提 要

本书全面系统地阐述了食品的贮藏、保鲜、杀菌的原理和技术应用。共分三篇进行展开，第一篇根据技术人员需要掌握的程度介绍了保鲜技术的进展和技术原理，为具体的技术应用提供理论依据；第二篇以保存食品营养价值的“冷”杀菌新技术为主，详述了各种新型杀菌技术的理论知识；第三篇在前两篇的基础上，重在讲解各类具体食品的保鲜技术。

本书的特色一是理论与实践兼备，使读者在知其所以然的基础上能够举一反三、灵活应用；二是注意内容和技术的新颖性，选择符合当前“食品安全”、“营养健康”需要的技术重点展开，利于读者启发思路，技术创新。

基于上述特点，本书可供从事食品和农产品贮藏、保鲜、加工的企业、科研院所的技术人员和相关专业师生参考使用。

序

.....

食品工业是人类的生命工业，也是永恒不衰的工业。食品工业的现代化程度是反映人民生活质量及国家文明程度的重要标志。食品工业是我国国民经济的重要支柱产业，在 20 世纪最后 20 年中，食品工业对中国人民的生活水平由温饱型向小康型过渡起到了举足轻重的作用。而今，时代进入了 21 世纪，中国已加入世界贸易组织，中国的食品工业开始深深地融入世界经济，面临激烈的国际竞争和全球化所带来的发展与机遇。

我国食品工业虽然已取得了很大成绩，但是，由于种种原因，我国食品工业现代化水平还比较低，特别是与发达国家相比，差距更大，主要存在以下问题：①食品企业总体规模偏小，研究开发力量薄弱；②食品工业的初级加工比重过大，而精、深加工产品较少；③食品机械技术含量低，更新速度慢；④食品加工综合利用程度低，与国际先进水平有较大差距；⑤食品企业管理水平比较落后，产品质量差，生产率低，能耗高，市场竞争能力低。

目前，发达国家的食品工业技术水平随科学技术的发展而不断提高，除了在 20 世纪已形成的并得到广泛应用的传统技术以外，最值得关注的是 20 世纪后期逐渐形成的、迄今还在不断发展的高新技术。高新技术在食品工业中的广泛应用，对食品工业的发展起了关键的作用。从某种程度上来说，现代食品工业的发展史，就是高新技术及设备在食品工业上的应用史。用高新技术装备的食品机械，提高了生产率，降低了能源消耗，增加了产品的得率，减少了废弃物，保持了食品营养成分和风味，提高了食品品质和安全。

食品工业高新技术的主要特点是高新技术实用化、节能化、机械化和自动化。一大批高新技术，如超微粉碎、挤压膨化、微胶囊化、超临界萃取、膜分离、冷冻干燥、食品辐射、冰温保鲜、无菌包装等，在食品行业得到了推广应用，有力地促进了食品工业生产技术水平的提高和产品的更新换代。不仅可保证食品营养、安全、卫生、方便、快捷、风味多样，而且可降低生产成本，节约资源和保护环境。与传统食品工业技术相比，食品工业高新技术无疑具有巨大的优势。食品工业高新技术的发展与应用也将给我国食品工业带来新的机遇。

由于目前市场上缺乏关于现代食品工业高新技术方面较为系统和全面的专著，以江南大学（原无锡轻工大学）和华中农业大学一批从事相关专业的

中青年教师为主，编写了《现代食品工业生产技术丛书》。丛书立足于国内食品工业现状和基础，借鉴了国际食品工业中已成功应用的高新技术实例，力求简单明了地介绍现代食品工业生产中能够应用的各种高新技术。

食品工业是一个庞大的工业体系，涉及领域众多，各种高新技术应用和渗透也很广泛，难以用一套丛书囊括这一庞大工业体系的所有领域。就本丛书而言，从原料特性出发，食品加工技术可以分为粮食加工工艺、乳品加工工艺、油脂加工工艺等。这样分类对行业分析可能是有利的，但对研究加工技术无多大用处。因此，从加工单元操作进行分类，即是根据加工方式的特性进行分类可能是较好的方法。

为此，丛书按食品工业中高新技术的特性分为有下几个方面：①食品加工技术，主要包括粉碎、分散、成型、加热和低温等；②食品分离技术，主要包括膜分离、超临界萃取、分子蒸馏和冷冻干燥等；③食品杀菌技术，主要包括超高压杀菌、臭氧杀菌、静电杀菌、生物杀菌、容器杀菌等；④食品保鲜技术，主要包括辐照保鲜、冰温保鲜、气调保鲜等；⑤食品包装技术，主要包括新型包装材料、包装设备和包装工艺等；⑥食品生物技术，主要包括发酵工程、细胞工程、酶工程和基因工程等；⑦计算机技术，主要包括自动控制、软件开发、数据处理和辅助设计等。此外，为帮助读者更好地了解高新技术在食品工业中的应用，专门增加了目前食品工业中常用高新技术的典型设备与典型工艺以及现代食品工业中的分析检测技术与安全控制技术。

考虑到丛书的学科跨度大，涉及领域广，加之读者的专业各有不同，书中尽量使用了通俗易懂的语言对目前食品工业常用的高新技术进行全面的介绍。书中简化了公式和理论推导过程，深入浅出地表述高新技术理论，尽量避免将高新技术神秘化；在叙述时重点突出一些实际的操作和应用，使其成为一本真正实用的参考书。

丛书根据相关生产技术分为9个分册，分别与其相应的新技术和应用相结合而独立成为丛书的一部分。丛书每个分册各得其独立的书名，以便读者各取所需，而整套丛书则保持了内在系统性和完整性。

真诚希望本丛书能够为解决食品生产实践中的问题提供一些有益的启示。即便如此，相对于范围极为广泛的食品工业和快速发展的技术，书中的内容仍有可能无法满足读者的需求，望广大读者不吝赐教。

高福成

2005年3月

前言

我国是世界上最大的农产品生产国和消费国,2001年我国生产粮食超过4.5亿吨、蔬菜4亿吨、水果6200万吨、肉类6340万吨、禽蛋2288万吨、奶类1029万吨、水产品4375万吨。但是,这些农产品的工业深加工比例很小,粮食深加工不到20%,肉类深加工不到5%,水果深加工不到10%,蔬菜深加工不到1%。大量的粮油、水果、蔬菜、肉禽、水产均只经过粗放的处理,就进入消费市场。由于贮藏保鲜工业滞后,造成产品损失巨大。据有关部门估计,我国粮食在贮存、运输、销售过程中的损失达8%~10%(而发达国家为1%),水果损失25%~30%,蔬菜损失30%~40%(而发达国家为5%)。仅水果蔬菜的年损失价值就达750亿元。肉类、水产、禽蛋加工业,由于卫生条件不配套,缺乏必要的保鲜手段,不仅有变质损失,而且严重影响消费者健康。因此,迫切需要食品贮藏保鲜技术。

农产品贮藏保鲜是农产品产后增值的重要手段,是农产品能否进入国际市场的重要保证。随着全球经济一体化的到来,农产品市场越来越大,其跨越的区域越来越广,竞争也越来越激烈。要想在农产品领域立于不败之地,必须有先进可靠的贮藏保鲜技术作支撑。目前,我国农产品贮藏保鲜和加工方面的技术滞后严重影响了我国农产品的市场竞争能力,突破农产品贮藏保鲜的相关难题已成为农产品领域的紧迫问题。为此,我们根据多年从事食品贮藏保鲜研究、开发的实际经验,并查阅和收集了大量国内外食品贮藏保鲜方面的技术资料,结合我国实际情况,编写了这本《食品杀菌和保鲜技术》,帮助农民、农村基层技术人员、从事食品贮藏、运输和销售的人员掌握农产品的贮藏保鲜技术,以增加农产品的经济效益,对我国的食品贮藏保鲜事业作一点贡献。

本书共分3篇。第一篇为基础篇,主要介绍各种农产品的基本营养成分、品质劣变原因和贮藏保鲜原理,并介绍了国内外食品保鲜的最新进展和各种常用的保鲜技术。第二篇主要介绍国内外主要“冷”杀菌贮藏新技术。第三篇为实用食品贮藏保鲜技术,系统介绍各种水果、蔬菜、食用菌、肉类制品、禽蛋、水产品、食品加工品、粮食和油脂等食品的贮藏保鲜方法。本

书在内容上力求精练全面、理论联系实际，注重实用性和可操作性。目前，全面系统地介绍食品杀菌和食品保鲜的书籍并不多见，希望本书的出版，能对从事食品加工和贮藏保鲜的有关大中专院校师生、科研单位、企业的技术人员和广大消费者有所帮助，我们将感到莫大的欣慰。

本书由杨寿清主编。其中第一篇第一、二、三、五、六章和第三篇第十四章至第十九章由杨寿清编撰，第二篇第七章至第十三章由李儒荀执笔，第一篇第四章由喻亚仙完成。全书由江南大学高福成教授主审。在编写过程中，我们得到各方的大力支持和协助，杨川为本书做了大量的文字工作，朱明也为本书的顺利出版给予了很大的支持，在此深表谢意！

由于作者的实践经验和理论水平有限，加之时间仓促，收集的资料有限，难免有疏漏和不当之处，敬请广大读者不吝赐教指正，以便今后逐步补充完善。

编 者

2005 年 1 月

于无锡江南大学

目 录

第一篇 食品贮藏保鲜原理

第一章 水果蔬菜贮藏保鲜原理	1
第一节 水果和蔬菜的化学组成	1
一、水分	1
二、碳水化合物	2
三、有机酸	3
四、含氮物质	4
五、脂肪	4
六、酚类物质	5
七、糖苷类	5
八、色素	6
九、芳香物质	7
十、维生素	8
十一、矿物质	9
十二、酶	9
十三、植物激素	9
第二节 水果蔬菜采后生理	10
一、水果蔬菜的呼吸代谢生理	10
二、水果蔬菜的蒸发生理	19
三、水果蔬菜的休眠生理	22
四、水果蔬菜的后熟和衰老生理	24
五、水果蔬菜的组织结构和生理	30
六、水果蔬菜在贮藏中的生理病害	31
第三节 水果蔬菜的采后处理	39
一、预冷	39
二、涂被	42
三、化学物质处理	45

四、脱绿、脱涩和催熟	50
五、预贮、晾晒和愈伤	55
第二章 禽畜产品贮藏保鲜原理	57
第一节 肉的贮藏保鲜原理	57
一、肉产品的化学组成及性质	57
二、肉产品的物理性质	64
三、肉产品的成熟	67
四、肉产品的腐败变质	68
第二节 蛋的贮藏保鲜原理	70
一、蛋的构造	70
二、蛋的化学组成及性质	72
三、蛋的物理性质	75
四、蛋的贮藏保鲜原理	77
第三章 水产品贮藏保鲜原理	81
第一节 水产品肌肉的化学成分	81
一、水分	81
二、蛋白质	82
三、脂质	83
四、碳水化合物	84
五、维生素	85
六、浸出物	85
七、无机成分	87
第二节 水产品的腐败	87
一、蛋白质的分解	88
二、氨基酸的分解	88
三、糖的分解	89
四、脂肪的分解	89
五、其他物质的分解	90
第三节 水产品贮藏中的变化	90
一、硬度和质地的变化	90
二、蛋白质的变性	90
三、脂肪的劣化	91
四、颜色的变化	92
五、气味的变化	93

六、滋味的变化	94
第四节 水产品的保活技术	94
一、保活原理	94
二、常用保活贮运方法	94
三、无水保活贮运效果的影响因素	95
第四章 食用菌贮藏保鲜原理	96
第一节 食用菌的形态特征	96
一、食用菌的菌盖与成熟度	96
二、食用菌的菌褶和菌管	97
三、食用菌的菌柄、菌环和菌托	97
第二节 食用菌的化学组成	98
一、水分	98
二、干物质	99
第三节 食用菌的采后生理	101
一、食用菌的采后呼吸作用	102
二、食用菌的蒸发作用	103
三、食用菌的结露	105
四、食用菌的采后生理生化变化	106
第五章 食品加工品贮藏原理	108
第一节 脂质的酸败	108
一、脂质的水解	108
二、脂质的自动氧化	109
三、脂质酸败的影响因素	111
四、脂质酸败的防止措施	114
五、酸败脂质的毒性	115
第二节 食品的褐变	115
一、褐变的基质	116
二、蛋白质的褐变	117
三、羰氨反应的影响因素及其防止措施	117
四、防止褐变的物质	118
第三节 淀粉的老化	119
一、淀粉的老化机理	119
二、淀粉老化的速度及其影响因素	119
三、防止淀粉老化的措施	121

第四节	动物性食品新鲜度下降	121
第五节	微生物腐败	123
第六节	维生素降解	123
第六章	国内外新型现代保鲜技术	125
第一节	栅栏技术	125
一、	栅栏因子	125
二、	栅栏效应	127
三、	栅栏技术的应用	128
第二节	生物保鲜技术	128
一、	葡萄糖氧化酶保鲜	128
二、	利用溶菌酶保鲜	129
第三节	新含气调理保鲜技术	130
第四节	可食性包装膜	131
第五节	超高压食品贮藏	132
第六节	玻璃化转移贮藏技术	133
第七节	新型包装材料	133
第八节	其他食品贮藏保鲜新技术	134

第二篇 食品杀菌贮藏新技术

第七章	脉冲电场杀菌贮藏技术	138
一、	脉冲放电原理及分类	138
二、	脉冲放电的特征参数	140
三、	脉冲放电的杀菌机理	143
四、	脉冲放电杀菌效果的影响因素	143
五、	脉冲放电杀菌设备	145
第八章	电解杀菌贮藏技术	149
一、	电化学原理及其分类	149
二、	电解杀菌机理	150
三、	电解杀菌效果的影响因素	151
第九章	交流电杀菌贮藏技术	155
一、	交流电杀菌机理	155
二、	交流电杀菌效果的影响因素	156

三、强制通气条件下交流通电杀菌的特点·····	157
四、交流电杀菌设备·····	158
五、组合杀菌方式·····	159
第十章 超声波杀菌贮藏技术 ·····	160
一、超声波及其特性·····	160
二、超声波的杀菌机理·····	165
三、超声杀菌效果及影响因素·····	167
四、超声杀菌设备·····	170
五、超声波-静电联合杀菌·····	179
第十一章 激光杀菌贮藏技术 ·····	181
一、激光及其特性·····	181
二、激光的杀菌机理·····	186
三、激光杀菌效果及影响因素·····	188
四、激光杀菌设备·····	189
五、激光与其他技术联合杀菌·····	190
第十二章 脉冲强光杀菌贮藏技术 ·····	193
一、脉冲强光杀菌机理·····	193
二、脉冲强光杀菌效果的影响因素·····	194
三、脉冲强光杀菌装置·····	197
第十三章 磁场杀菌贮藏技术 ·····	198
一、磁场杀菌的机理·····	198
二、恒定磁场杀菌·····	201
三、脉冲磁场杀菌·····	201
四、强磁场和强电场联合杀菌·····	206
五、磁场杀菌设备的设计·····	209

第三篇 食品贮藏保鲜方法

第十四章 水果贮藏保鲜方法 ·····	215
第一节 仁果类水果的贮藏保鲜·····	215
一、苹果·····	215
二、梨·····	217

三、山楂·····	219
第二节 核果类水果的贮藏保鲜·····	221
一、桃·····	221
二、李·····	222
三、杏·····	223
四、樱桃·····	224
五、橄榄·····	225
六、梅·····	226
第三节 浆果类水果的贮藏保鲜·····	227
一、葡萄·····	227
二、猕猴桃·····	228
三、柿·····	230
第四节 柑橘类水果的贮藏保鲜·····	232
一、柑橘的种类及特点·····	232
二、柑橘贮藏特性·····	232
三、柑橘主要贮藏病害·····	233
四、柑橘的贮藏工艺·····	235
五、柑橘的贮藏方法·····	236
第五节 热带和亚热带水果的贮藏保鲜·····	238
一、荔枝·····	238
二、龙眼·····	243
三、芒果·····	246
四、香蕉·····	249
五、枇杷·····	252
六、菠萝·····	254
七、杨桃·····	255
八、番石榴·····	256
九、番荔枝·····	256
十、人心果·····	257
十一、西番莲·····	258
十二、台湾青枣·····	259
十三、番木瓜·····	259
十四、油梨·····	260
十五、奈李·····	262
十六、黄皮·····	263
第六节 瓜果的贮藏保鲜·····	263

一、西瓜·····	263
二、哈密瓜·····	266
第七节 其他类水果的贮藏保鲜·····	267
一、草莓·····	267
二、大枣·····	268
三、石榴·····	270
四、杨梅·····	272
五、板栗·····	272
六、核桃·····	275
七、榛子·····	276
八、甘蔗·····	276
九、无花果·····	276

第十五章 蔬菜贮藏保鲜方法····· 277

第一节 叶菜类蔬菜的贮藏保鲜·····	277
一、大白菜·····	277
二、菠菜·····	278
三、芹菜·····	279
四、韭菜·····	280
五、茺荽·····	280
六、结球甘蓝·····	281
七、莴苣·····	282
第二节 豆菜类蔬菜的贮藏保鲜·····	282
一、菜豆·····	282
二、豌豆·····	283
三、豇豆·····	283
四、蚕豆·····	284
五、毛豆·····	284
六、扁豆·····	284
第三节 根菜类蔬菜的保鲜技术·····	284
一、萝卜·····	284
二、胡萝卜·····	286
三、牛蒡·····	286
四、辣根·····	287
五、马铃薯·····	287
六、山药·····	288

七、芋头·····	289
八、姜·····	289
九、洋葱·····	290
十、大蒜·····	291
十一、甘薯·····	292
第四节 水生类蔬菜的贮藏保鲜·····	292
一、莲藕·····	292
二、菱角·····	293
三、芡实·····	294
四、荸荠·····	294
五、慈菇·····	295
六、茭白·····	296
七、水芹·····	297
八、莼菜·····	297
第五节 茄果类蔬菜的贮藏保鲜·····	297
一、番茄·····	297
二、茄子·····	298
三、辣椒·····	299
四、甜椒·····	300
第六节 瓜菜类蔬菜的贮藏保鲜·····	301
一、黄瓜·····	301
二、南瓜·····	302
三、苦瓜·····	303
四、丝瓜·····	303
五、冬瓜·····	303
六、佛手瓜·····	304
七、瓠瓜·····	304
八、香瓜·····	305
第七节 多年生蔬菜的贮藏保鲜·····	306
一、竹笋·····	306
二、芦笋·····	306
三、百合·····	307
四、香椿·····	308
第八节 其他类蔬菜的贮藏保鲜·····	308
一、蒜薹·····	308
二、花椰菜·····	310