

高等学校食品专业系列教材



# 食品保藏原理

FOOD PRESERVATION THEORY

刘建学 纵 伟 / 主编

东南大学 出版社  
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

高等学校食品专业系列教材

# 食品保藏原理

主 编 刘建学 纵 伟  
编写人员 (按姓氏笔画排序)  
王向阳 刘建学 纵 伟  
李昌文 姜 松 柳艳霞  
赵光远 缪冶炼

东南大学出版社

## 内 容 提 要

本教材由全国多所院校共同参与编写,汇集了从事本课程教学与研究工作的主要力量,是集体智慧的结晶。本教材适用于高等院校食品科学与工程本科专业本科生和研究生的教学工作,也适用于食品生产和经营企业的管理人员和生产技术人员学习参考。本书共分12章,主要讲述国内外流行的食品保藏基本理论和方法,并融进了一些新的保藏理论和技术。每章内容以食品保藏的基本原理、该保藏方法对食品品质的影响、保藏技术及设备为线索,突出工程优势,加强应用基础,便于不同食品领域的读者参考和自学,是本书编写的主要特色。

### 图书在版编目(CIP)数据

食品保藏原理/刘建学,纵伟主编. —南京:东南大学出版社,2006.12

(高等学校食品专业系列教材)

ISBN 7-5641-0387-6

I. 食... II. 刘... III. ①食品保鲜—高等学校—教材 ②食品储藏—高等学校—教材 IV. TS205

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 090842 号

### 食品保藏原理

---

出版发行	东南大学出版社
出版人	江汉
责任编辑	顾金亮
地 址	南京市四牌楼2号(210096)
电 话	025-83795801(发行科)/025-83362442(传真)
经 销	江苏省新华书店
印 刷	兴化印刷有限责任公司
开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	558千字 22.25印张
版 次	2006年12月第1版 2006年12月第1次印刷
印 数	1-4000册
定 价	36.80元

---

※ 若有印装质量问题,请直接向读者服务部调换,电话:025-83792328。



刘建学，男，1964年生，工学博士，河南科技大学食品与生物工程学院副院长。1993年6月获洛阳工学院机械设计与制造专业（农产品加工及贮藏工程方向）工学硕士学位。1999年6月获江苏理工大学（现江苏大学）农产品加工与贮藏工程专业工学博士学位。现为中国农业工程学会高级会员、中国机械工程学会会员、中国包装与食品工程分会会员。河南省高校青年骨干教师，河南省教育厅学术技术带头人，河南省第二、三批博士服务团成员，孟津县科技顾问。

近年来主要从事食品科学与工程、农产品加工及贮藏工程等方面的科学研究与技术开发。先后完成省部级科研项目15项；完成横向课题10余项；获河南省科技进步一等奖1项，二等奖1项；出版著作5部，发表学术论文40余篇。



纵伟，1965年6月出生。2005年毕业于江南大学，获博士学位，现在郑州轻工业学院食品与生物工程学院工作，硕士生导师。

完成包括国家自然科学基金在内的4项省部级以上科研课题，目前主持3项在研课题。发表第一作者论文40多篇，论著3部。

# 高等学校食品专业系列教材

## 编写委员会

(以姓氏笔画为序)

- 王晓曦 河南工业大学粮油食品学院副院长、教授
- 邓泽元 南昌大学生命科学学院副院长、教授,博士生导师
- 毛多斌 郑州轻工业学院食品与生物工程学院院长、教授
- 艾志录 河南农业大学食品科学技术学院副院长、副教授
- 刘建学 河南科技大学食品与生物工程学院副院长、教授
- 张 灏 江南大学食品学院院长、教授,博士生导师
- 孟岳成 浙江工商大学食品科学与工程系主任、教授
- 陆兆新 南京农业大学食品科技学院院长、教授,博士生导师
- 陈正行 江南大学食品学院副院长、教授,博士生导师
- 陈锦权 福建农林大学食品科学学院院长、教授,博士生导师
- 杜云建 淮海工学院海洋学院副教授
- 郑铁松 南京师范大学食品科学与营养系主任、副教授
- 姜绍通 合肥工业大学生物与食品工程学院院长、教授,博士生导师
- 赵丽芹 内蒙古农业大学食品科学与工程学院副院长、教授
- 赵希荣 淮阴工学院食品系主任、副教授
- 钱建亚 扬州大学食品科学与工程学院教授
- 董 英 江苏大学食品与生物工程学院总支书记、教授,博士生导师
- 蒋爱民 华南农业大学食品学院教授,博士生导师
- 熊晓辉 南京工业大学食品科学与工程系主任、教授
- 鞠兴荣 南京财经大学食品科学与工程学院院长、教授,博士生导师

# 总序

受编辑之托,为我等所著的高等学校食品专业系列教材作序,真是诚惶诚恐,迟迟难以下笔。苏轼《与孙子思》云:“……余空纸两幅,留与五百年后跋尾也!”此一戏语道出了作序之尴尬。回想起当时来自各地高校食品院系的学者们共同讨论系列教材时认真而热烈的场景,我就勉为其难,介绍一下我们编写这套系列教材的来龙去脉和想法。

2005年11月18—20日,经东南大学出版社和江南大学食品学院的联合组织,在江苏无锡召开了“普通高等教育‘十一五’国家级教材规划·食品专业系列教材”编写和申报研讨会,来自江南大学、南昌大学、南京农业大学、合肥工业大学、江苏大学、内蒙古农业大学、福建农林大学、河南工业大学、郑州轻工业学院、河南农业大学、河南科技大学、浙江工商大学、扬州大学、华南农业大学、南京工业大学、南京财经大学、南京师范大学、淮阴工学院、淮海工学院等19所大学食品院系的30余名学者参加了会议。在两天的会议中,学者们探讨了近几年来食品专业教育的得失,研讨了新形势下为进一步推进食品学科创新型人才培养的系列教材的编写要求、体例和分工,明确了31部教材的编写任务。时间过去不到一年,硕果满园的金秋季节在望,这31部教材中已有5部列入普通高等教育“十一五”国家级教材规划,第一部教材《食品添加剂》将正式付梓,其他多部教材也将孕育而生,在近期内陆续出版,真是欣慰之极。

古人曰:教人以道者,师也。作为教师,不仅要教会学生如何掌握知识,更重要的是要教会学生如何运用知识和创造知识。这套系列教材的编者们,少则有十多年、多则有二十年左右从事相应课程教学和本专业领域科研的经历。我们一致的想法是希望把多年实践中的感悟和积累融入到这套教材中,使本系列教材的阅读者在理解和掌握知识的同时,也能对知识的运用和创造有所领悟。

食品工业的GDP在我国国民经济中已连续几年居首位,现已接近2万亿元,食品科技进步与产业发展在国民经济发展中越来越发挥举足轻重的作用。目前全国约有200所高校办有食品专业,每年招收学生2万多人,食品专业的教育教学在一定程度上关系到我国食品工业的健康和可持续发展,编写一套反映当今科技发展现状,符合创新创业型人才培养要求的食品专业系列教材,是我们

所有编者的愿望,也是我们义不容辞的责任和义务。

愿我们的国家明天更美好,愿我们的食品工业发展更健康,愿我们在着力创建的和谐社会中享用的食品更安全。让我们所有编写和阅读本系列教材的同仁们共同为此尽绵薄之力!

张 源

2006年8月3日晚于无锡



# 前 言

食品保藏原理是大学本科食品科学与工程专业的必修学位课程,它是食品工艺及食品加工技术的理论基础,是阐述食品在贮藏、流通及销售过程中的化学特性、物理特性、生物特性的变化规律或变化趋势,说明这些变化对食品品质及其保藏性的影响,以及控制食品品质变化应采取的技术措施的一门科学。但目前能够系统地讲述食品保藏原理的著作还不多,一般是从食品工艺及其他教科书内摘选有关食品保藏的内容向学生讲授,特别是随着高等学校教育改革的深入,教学内容与方法必须跟上这一时代要求。

本书由全国多所院校共同参与编写,结合众多老师多年的教学实践和科研经验,借鉴国内外同类教材之长,吸收众多的最新科研成果,是集体智慧的结晶。

本教材一开始在绪论中分析了食品品质变化的热力学规律、动力学规律及其数学模型,而后介绍了食品的化学成分及其在保藏中的变化,接着总结了我国食品传统的保藏原理和技术,如食品低温保藏原理、食品气调保藏原理、食品干燥保藏原理、食品罐藏原理、食品熏藏和发酵保藏原理、食品保鲜保藏及食品包装保藏原理等,同时还介绍了近年新发展起来的一些保藏技术,如食品辐射保藏、食品高压保藏及食品化学保藏等原理和技术。思路清晰,步步深入,每章内容以食品保藏的基本原理、该保藏方法对食品品质的影响、保藏技术及工程设备为线索,突出工程优势,加强应用基础,便于学生系统地学习及不同食品领域的读者参考和自学。若这部教材能够对教学、科研工作者和广大读者起到有益帮助,将是我们的最终目的。

本书由河南科技大学刘建学、郑州轻工业学院纵伟担任主编。其中第1、5章由河南科技大学刘建学撰稿,第3、4章由南京工业大学缪冶炼撰稿,第6、8章由郑州轻工业学院纵伟、李昌文、赵光远撰稿,第2、10章由河南农业大学柳艳霞撰稿,第7、12章由江苏大学姜松撰稿,第9、11章由浙江工商大学王向阳撰稿。

在本教材的编写出版过程中得到了编者所在院校和东南大学出版社的指导、帮助和支持,在此深表谢意。由于保藏技术发展迅速,加之编者水平所限,书中若有不足乃至错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

## 目 录

<b>1 绪论</b> .....	1
1.1 课程性质 .....	1
1.2 食品品质 .....	1
1.2.1 食品的食用品质 .....	2
1.2.2 食品的附加品质 .....	2
1.3 食品品质在储藏中的变化 .....	2
1.3.1 食品新鲜度的下降 .....	2
1.3.2 褐变 .....	3
1.3.3 淀粉老化 .....	3
1.3.4 脂肪酸败 .....	3
1.3.5 维生素的降解 .....	3
1.4 食品品质变化的规律 .....	4
1.4.1 食品品质变化的热力学规律 .....	4
1.4.2 食品品质变化的动力学规律 .....	6
1.5 食品保藏方法 .....	13
1.5.1 抑制食品生命活动的保藏方法 .....	13
1.5.2 维持食品最低生命活动的保藏方法 .....	13
1.5.3 利用无菌原理的保藏方法 .....	13
1.5.4 利用生物发酵保藏的方法 .....	13
<b>2 食品化学成分和品质变化</b> .....	15
2.1 食品化学成分 .....	15
2.1.1 水分 .....	15
2.1.2 碳水化合物 .....	15
2.1.3 蛋白质 .....	16
2.1.4 脂类 .....	17
2.1.5 色素 .....	18
2.1.6 食品中的有毒成分 .....	19
2.1.7 维生素 .....	20
2.1.8 矿物质 .....	21
2.2 食品保藏中的品质劣化 .....	21
2.2.1 脂质酸败 .....	22
2.2.2 食品的褐变 .....	24
2.2.3 淀粉老化 .....	26

2.2.4	动物性食品新鲜度 .....	27
2.2.5	微生物对食品的作用 .....	30
2.2.6	维生素降解 .....	34
<b>3</b>	<b>食品低温保藏 .....</b>	<b>36</b>
3.1	概述 .....	36
3.1.1	低温储藏的种类和一般工艺 .....	36
3.1.2	低温储藏技术的发展 .....	36
3.2	低温储藏的基本原理 .....	37
3.2.1	温度对食品成分的影响 .....	37
3.2.2	温度对微生物的影响 .....	39
3.2.3	温度对酶活性的影响 .....	41
3.2.4	温度对果蔬呼吸和蒸腾作用的影响 .....	42
3.3	食品冷藏 .....	43
3.3.1	冷藏食品物料的选择和前处理 .....	43
3.3.2	预冷 .....	44
3.3.3	冷藏工艺和控制 .....	46
3.3.4	食品在冷藏过程中的变化 .....	49
3.4	食品冻藏 .....	50
3.4.1	食品冻结过程的基本规律 .....	50
3.4.2	冻结食品物料的前处理 .....	55
3.4.3	冻结方法和设备 .....	56
3.4.4	冻藏工艺和控制 .....	58
3.4.5	食品在冻藏过程中的变化 .....	61
3.5	低温储藏库的设计与管理 .....	65
3.5.1	低温储藏库的分类 .....	65
3.5.2	低温储藏库的组成 .....	66
3.5.3	低温储藏库的制冷工艺计算 .....	67
<b>4</b>	<b>食品的气调保藏 .....</b>	<b>73</b>
4.1	气调储藏的基本原理 .....	73
4.1.1	抑制果蔬的生理活动 .....	73
4.1.2	抑制微生物的生长繁殖 .....	75
4.2	气调储藏方法 .....	75
4.2.1	MA 储藏 .....	75
4.2.2	CA 储藏 .....	76
4.2.3	氧气、二氧化碳和温度的配合 .....	77
4.3	气调储藏设备 .....	79
4.3.1	塑料薄膜 .....	79
4.3.2	气调冷藏库 .....	80
4.4	气调储藏的特点 .....	82

<b>5 食品干燥保藏</b> .....	85
5.1 食品干燥保藏原理 .....	86
5.1.1 湿物料的状态及水分 .....	86
5.1.2 湿物料的水分活度与平衡水分 .....	87
5.1.3 解吸与吸附 .....	89
5.1.4 食品在干燥过程中的主要变化 .....	92
5.1.5 食品干燥储藏所需的最低水分 .....	98
5.1.6 评价干制品品质的指标 .....	100
5.2 食品的干制方法及设备 .....	102
5.2.1 干燥工艺的选用与确定原则 .....	102
5.2.2 接触干燥 .....	104
5.2.3 空气对流干燥 .....	106
5.2.4 真空干燥 .....	115
5.2.5 能量场作用下的干燥 .....	119
<b>6 食品的罐藏</b> .....	124
6.1 罐藏原理 .....	125
6.1.1 罐藏食品的分类 .....	125
6.1.2 罐头食品变质的原因 .....	126
6.1.3 罐头食品微生物污染的来源 .....	126
6.1.4 污染罐头食品的微生物种类 .....	126
6.1.5 食品热处理反应的基本规律 .....	128
6.1.6 加热对微生物的影响 .....	133
6.1.7 加热对酶的影响 .....	136
6.1.8 加热对食品营养成分和感官品质的影响 .....	137
6.1.9 罐头食品的传热 .....	139
6.1.10 罐头食品杀菌加热条件的推算 .....	143
6.1.11 杀菌强度的计算及确定程序 .....	145
6.1.12 罐头食品热杀菌条件的确定 .....	145
6.2 罐藏技术 .....	148
6.2.1 罐藏容器 .....	148
6.2.2 装罐 .....	148
6.2.3 预封 .....	149
6.2.4 排气 .....	149
6.2.5 罐头的密封 .....	150
6.2.6 罐头食品的杀菌和冷却 .....	152
6.2.7 罐头冷却 .....	157
6.2.8 包装 .....	158
6.2.9 罐头检验 .....	158
6.2.10 罐头食品常见质量问题及控制 .....	158

6.3	软罐头生产 .....	159
6.3.1	概述 .....	159
6.3.2	软罐头主要特点 .....	160
6.3.3	软罐头的包装材料 .....	160
6.3.4	软罐头生产工艺流程 .....	162
<b>7</b>	<b>食品的辐照保藏 .....</b>	<b>164</b>
7.1	食品辐照的意义及其特点 .....	164
7.2	食品辐照的基本原理 .....	165
7.2.1	放射性同位素与辐射 .....	165
7.2.2	辐照量单位与剂量测量 .....	166
7.2.3	食品辐照的物理学效应 .....	169
7.2.4	食品辐照的化学效应 .....	170
7.2.5	食品辐照的生物学效应 .....	177
7.3	食品辐照工艺及设备 .....	180
7.3.1	食品辐照的应用 .....	180
7.3.2	食品辐照工艺 .....	181
7.3.3	影响食品辐照效果的因素 .....	185
7.3.4	食品辐照装置 .....	186
7.4	食品辐照的安全性与法规 .....	190
7.4.1	辐照食品的安全性 .....	190
7.4.2	辐照食品的管理法规 .....	191
7.4.3	主要国家食品辐照准则 .....	192
7.4.4	我国辐照食品的发展现状 .....	194
<b>8</b>	<b>食品超高压保藏 .....</b>	<b>196</b>
8.1	超高压保藏技术的概念和特点 .....	196
8.1.1	超高压保藏技术的基本原理 .....	196
8.1.2	超高压杀菌的原理 .....	197
8.1.3	超高压对食品中酶的影响 .....	198
8.1.4	超高压技术处理食品的特点 .....	198
8.2	超高压对微生物的影响 .....	199
8.2.1	微生物超高压杀菌动力学曲线的形状 .....	199
8.2.2	微生物的耐压性 .....	200
8.2.3	影响超高压杀菌的主要因素 .....	204
8.3	超高压对食品成分与品质的影响 .....	205
8.3.1	超高压对食品基本成分的影响 .....	205
8.3.2	超高压对具体食品品质的影响 .....	207
8.4	超高压保藏技术 .....	210
8.4.1	食品超高压的杀菌工艺 .....	210
8.4.2	高压速冻和不冻冷藏 .....	212

8.5	超高压食品的包装设计 .....	214
8.6	食品高压保藏设备 .....	214
8.6.1	超高压处理设备的特点和要求 .....	215
8.6.2	超高压处理设备的种类 .....	215
8.6.3	超高压处理装置 .....	219
9	<b>食品的腌渍与发酵保藏</b> .....	222
9.1	食品的腌制保藏原理 .....	223
9.1.1	盐渍加工中的防腐原理 .....	223
9.1.2	腌渍技术的主要影响因素 .....	226
9.1.3	食品发酵储藏的原理 .....	228
9.1.4	影响食品发酵的主要因素 .....	231
9.1.5	糖渍加工中的防腐原理 .....	233
9.2	食品腌渍对食品品质的影响 .....	238
9.2.1	食盐腌渍对食品品质的影响 .....	238
9.2.2	发酵对食品品质的影响 .....	243
9.2.3	糖渍对食品品质的影响 .....	243
9.2.4	改善腌渍品品质的方法 .....	244
9.3	食品腌渍技术 .....	245
9.3.1	食盐腌制过程中有关因素的控制 .....	245
9.3.2	食品腌制方法 .....	247
9.3.3	食品发酵技术 .....	250
9.3.4	糖渍技术 .....	252
9.4	食品腌渍装置与设备 .....	256
9.4.1	腌菜设备 .....	256
9.4.2	糖渍设备 .....	257
10	<b>食品的熏藏</b> .....	258
10.1	食品熏藏的原理 .....	258
10.1.1	食品烟熏的目的及作用 .....	258
10.1.2	熏烟产生的条件 .....	260
10.1.3	熏烟的浓度和程度 .....	261
10.1.4	烟熏过程 .....	261
10.1.5	烟熏材料 .....	261
10.2	熏烟成分及其对食品品质的影响 .....	262
10.2.1	酚类 .....	262
10.2.2	醇类 .....	263
10.2.3	有机酸类 .....	263
10.2.4	羰基化合物 .....	263
10.2.5	烃类 .....	263
10.2.6	气体物质 .....	263

10.3	食品的熏制技术 .....	264
10.3.1	冷熏法 .....	264
10.3.2	温熏法 .....	264
10.3.3	热熏法 .....	264
10.3.4	电熏法 .....	264
10.3.5	液熏法 .....	265
10.4	食品熏制装置 .....	266
10.4.1	烟熏炉的选择 .....	266
10.4.2	直接发烟式烟熏 .....	267
10.4.3	间接发烟式烟熏 .....	268
10.4.4	隧道式连续烟熏装置 .....	270
10.5	熏制食品 .....	270
10.5.1	熏鱼 .....	270
10.5.2	食用槟榔 .....	271
10.5.3	熏制圆火腿 .....	272
10.5.4	熏枣 .....	272
10.5.5	熏制食品的危害性 .....	273
<b>11</b>	<b>食品化学保藏</b> .....	<b>274</b>
11.1	食品化学保藏的原理 .....	275
11.1.1	防腐剂的作用机理 .....	275
11.1.2	食品抗氧化剂和脱氧剂的作用机理 .....	277
11.1.3	保鲜剂作用原理 .....	278
11.2	食品化学保藏技术 .....	279
11.2.1	化学防腐保藏 .....	279
11.2.2	抗氧化保藏 .....	290
11.2.3	食品化学保鲜 .....	295
11.3	化学保藏对食品的影响 .....	297
11.3.1	苯甲酸及其钠盐 .....	297
11.3.2	对羟基苯甲酸酯 .....	297
11.3.3	山梨酸及其钾盐 .....	297
11.3.4	硝酸盐和亚硝酸盐 .....	298
11.3.5	食用香料 .....	302
<b>12</b>	<b>食品包装与保藏</b> .....	<b>305</b>
12.1	食品包装及其功能 .....	305
12.1.1	食品包装及其分类 .....	305
12.1.2	包装的功能 .....	305
12.2	食品包装材料及容器 .....	307
12.2.1	玻璃与陶瓷容器 .....	307
12.2.2	金属包装材料及容器 .....	307

12.2.3	纸、纸板及纸包装 .....	309
12.2.4	塑料包装材料及容器 .....	312
12.3	食品的包装技术 .....	321
12.3.1	环境条件对食品品质的影响 .....	321
12.3.2	食品的防氧包装 .....	323
12.3.3	食品的防湿包装 .....	325
12.3.4	食品的隔光包装 .....	328
12.3.5	食品的无菌包装 .....	329
12.3.6	食品包装对其他环境因素的防护及活性包装 .....	333
<b>参考文献</b>	.....	335



# 1 绪 论

## 本章要点

主要介绍食品在保藏过程中其基本成分的变化,阐述了食品品质的概念、食品品质变化的热力学规律、动力学规律以及温度对食品品质变化速度的影响,分析了营养物质在保藏过程中发生损失的影响因素,营养素损失的动力学规律。最后简述了食品保藏方法的分类及不同保藏原理下相应保藏方法的特点。

## 1.1 课程性质

食品保藏原理是研究食品贮存、并防止变质的基本理论或理论根据,它回答了为什么食品会变质,在特定条件下、通过一定的技术进行控制就不会变质的问题。本课程内容涉及食品保藏的原理及相应技术、工艺及参数以及相关设备。通过本课程的学习,应掌握目前最常用的食品保藏理论和方法,如维持最低生命活动的保藏方法,冷藏、冻藏、罐藏、干藏、烟熏、腌制、辐射等保藏理论和方法,同时了解有关食品保藏及其保藏技术的最新理论和发展动向。任何食品离不开保藏,没有食品保藏就没有食品的流通、就没有市场,食品保藏是维护食品品质,减少损失,实现经年均衡供应的重要措施,具有重要的经济效益和社会效益。它既是食品工艺课程的必备基础,又是一门独立的技术课程,是食品科学和工程专业的必修课。

## 1.2 食品品质

食品品质是指食品的食用性能及特征符合有关标准的规定和满足消费者要求的程度。“食品的食用性能”是指食品的营养价值、感官性状和卫生安全性;“食品的特性”是指不同食品的品质特点,这两个部分是食品品质的主要内容;“有关标准的规定”是指由有关权威部门发布的对食品品质的要求或食品品质主要标准的内容,即食品的质量标准;“满足消费者要求的程度”主要是指消费者在生理上、心理上和经济上对食品要求的满足程度,其中包括卫生安全的需要,营养保健的需要,客观享受的需要,物美价廉的需要以及审美和其他方面的特殊需要等。不同消费者对食品品质的要求并不相同,为了适应广大消费者的不同需要,食品的种类和品种也在不断地增加。

依此定义,食品的食用性能和品质特性“符合标准”和“满足要求”的程度越高,食品的品质