

Food



普通高等教育“十二五”规划教材

食品保藏原理

第二版

卢晓黎 杨瑞 主编

化学工业出版社

Food

A Series of Food Science
& Technology Textbooks

食品科技
系列

普通高等教育“十二五”规划教材

食品保藏原理

第二版

卢晓黎 杨瑞 主编



化学工业出版社

·北京·

食品保藏学是一门研究食品腐败变质原因及食品保藏方法的学科。本书在阐述食品保藏目的及意义、食品腐败变质原因的基础上,介绍了食品的罐藏、低温保藏、气调保藏、干藏、化学保藏、腌渍、发酵和烟熏、保藏新技术等内容,系统地论述了这些保藏技术的原理、方法、相关设备及加工因素对食品品质的影响。本书的编写吸取了近年来国内同类教材的优点,参考了国内外在该领域的最新应用技术和研究成果,更加贴近我国食品工业实际与教学需要。

本书可作为食品科学与工程类专业教材,也可供从事食品研发、食品生产与管理、食品安全监管等领域的科研、技术及管理人员阅读及参考,还可作为相关行业的职业培训参考用书。



图书在版编目(CIP)数据

食品保藏原理/卢晓黎,杨端主编. —北京:化学工业出版社,2014.5
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-20019-8

I. ①食… II. ①卢…②杨… III. ①食品保鲜-教材②食品贮藏-教材 IV. ①TS205

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第044892号

责任编辑:赵玉清

文字编辑:魏巍

责任校对:王素芹

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张14½ 字数355千字 2014年6月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 32.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

食品保藏学是一门研究食品腐败变质原因及食品保藏方法的学科，解释各种食品腐败变质现象，并提出合理、科学的防止措施，从而为食品的储藏加工提供理论和技术基础。食品保藏学也是食品科学技术学科的重要组成部分，是高等学校食品科学与工程类专业课程体系中不可缺少的内容。食品加工过程与食品保藏技术密不可分，对保证加工食品品质、防止食品变质、延长食品保存期起着极其重要的作用。因此，掌握、使用食品保藏方法，是加工高品质食品必不可少的保证条件。

作为食品科学与工程类专业学生，特别是从事食品加工技术研究、食品生产及管理、食品安全监管等人员，不仅需要了解食品加工的工艺流程，还必须掌握食品保藏原理及技术，熟悉食品种类与保藏方式的关联关系。只有这样，才能满足食品在保存期内的质量要求，从而保证食品的卫生与安全。本书的编写以第一版教材内容和体例为基础，吸取近年来国内同类教材的优点，参考国内外在该领域内的最新应用技术和研究成果，同时听取部分使用单位和人员的意见，对教材的内容进行了更新与完善，使其更加贴近我国食品工业实际与教学需要。本书在阐述食品保藏目的及意义、食品腐败变质原因和食品保藏基本原理的基础上，介绍了食品的罐藏、低温保藏、气调保藏、干藏、化学保藏、腌渍、发酵和烟熏、保藏新技术等内容，较为系统地论述了这些保藏方法的技术原理、相关设备及加工过程因素对食品品质的影响。作者希望通过本书，向读者传达在食品保藏学学习中各种问题是如何提出、原因在哪里、如何去解决的，力图使学生学习本课程后，有基础、有能力去应对实际工作中所遇到的食品加工与保藏问题，也希望在开阔视野、新产品开发等方面能对广大读者起到一定的帮助和指导作用。

本书第1章由卢晓黎撰稿，第2章由成都大学刘达玉撰稿，第3章由四川大学吕远平撰稿，第4章、第7章由西南民族大学陈炼红撰稿，第5章由四川理工学院袁先铃撰稿，第6章由四川大学王文贤撰稿；第8章由西南科技大学陈彦撰稿；研究生郭正旭、李纯参加了书稿编排和部分绘图工作；全书的统稿和审定工作由卢晓黎完成。对参加本书第一版编写工作的原四川大学杨瑞，四川理工学院王世宽、潘明表示衷心的感谢；对在本书中被引用的各类资料的作者，也一并深表敬意。

由于编者水平所限，书中不足之处，恳请读者及同行批评指正。

编者
2014.1

第一版

前言

食品保藏学是专门研究食品腐败变质的原因及食品保藏方法的一门学科，解释各种食品腐败变质现象，并提出合理、科学的防止措施，从而为食品的储藏加工提供理论和技术基础。本书在阐述食品保藏目的及意义、食品腐败变质原因和食品保藏基本原理的基础上，介绍了食品的罐藏、低温保藏、气调保藏、干藏、化学保藏、腌渍和烟熏、辐射保藏等方法，对这些保藏技术的原理、方法、相关设备及加工因素对食品品质的影响进行了系统的论述。作者希望通过本书，向读者传达在食品保藏过程中各种问题是如何提出的、原因在哪里、如何去解决的过程，力图使学生学习本课程后，有基础、有能力去应对实际工作中所遇到的食品加工保藏问题。也希望在开阔视野、新产品开发等方面能对广大读者起到一定的帮助和指导作用。

本书共分八章，第一章、第三章、第五章由杨瑞编写，第二章由王世宽、刘达玉、潘明编写，第四章、第七章由陈炼红编写，第六章由王文贤编写，第八章由陈彦、杨瑞编写，全书由杨瑞统稿。

本书收集了国内外专家的有关专著、论文，作者授课讲义、科研成果和工程实践，国内外知名食品企业的技术资料等；在着重阐明食品保藏的基本原理、方法的基础上，介绍了国内外在该领域内的最新应用技术和研究成果，更加贴近我国食品工业实际。本书既可作为高等院校食品类专业的教材，也可供从事食品储藏加工的专业技术人员作为参考用书。

由于编者水平所限，不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2005. 12

1 绪论

/1

- | | | | |
|------------------------|---|-----------------------|---|
| 1.1 食品保藏的概念 | 1 | 1.4.2 酶与其他因素的控制 | 6 |
| 1.2 食品保藏与食品加工的关系 | 1 | 1.5 食品保藏的必要性 | 6 |
| 1.3 影响食品品质稳定性的因素 | 2 | 1.5.1 加工食品的质量要求 | 6 |
| 1.4 食品保藏的原理 | 4 | 1.5.2 食品保藏的必要性 | 7 |
| 1.4.1 微生物的控制 | 4 | 1.6 食品保藏技术的发展简况 | 8 |

2 食品的罐藏

/10

- | | | | |
|------------------------|----|------------------------|----|
| 2.1 罐藏容器 | 10 | 2.4.3 各种排气方法的比较 | 30 |
| 2.1.1 罐藏容器的性能和要求 | 10 | 2.4.4 软罐头的排气 | 30 |
| 2.1.2 金属罐 | 11 | 2.4.5 罐头真空度的影响因素 | 31 |
| 2.1.3 玻璃罐 | 21 | 2.5 密封 | 31 |
| 2.1.4 软罐容器 | 22 | 2.5.1 金属罐的密封 | 32 |
| 2.1.5 其他罐藏容器 | 24 | 2.5.2 玻璃罐的密封 | 34 |
| 2.2 装罐前容器的准备 | 24 | 2.5.3 软罐头的密封 | 35 |
| 2.2.1 罐藏容器的清洗和消毒 | 24 | 2.6 杀菌与冷却 | 35 |
| 2.2.2 罐盖的打印或印涂 | 25 | 2.6.1 罐头杀菌的目的和要求 | 36 |
| 2.3 装罐和预封 | 25 | 2.6.2 罐头食品中的微生物 | 36 |
| 2.3.1 装罐 | 25 | 2.6.3 影响罐头热杀菌的因素 | 37 |
| 2.3.2 预封 | 26 | 2.6.4 罐头热杀菌的工艺条件 | 43 |
| 2.4 排气 | 27 | 2.6.5 罐头热杀菌方法与装置 | 53 |
| 2.4.1 排气的目的 | 27 | 2.6.6 杀菌理论的实践应用 | 58 |
| 2.4.2 排气的方法 | 27 | | |

3 食品的低温保藏

/60

- | | | | |
|---------------------------|----|---------------------------|----|
| 3.1 低温防腐的基本原理 | 60 | 3.2.3 食品冷藏工艺 | 66 |
| 3.1.1 低温对酶活性的影响 | 60 | 3.2.4 食品在冷藏过程中的质量变化 | 68 |
| 3.1.2 低温对微生物的影响 | 61 | 3.2.5 冷藏食品的回热 | 72 |
| 3.1.3 低温对其他变质因素的影响 | 62 | 3.3 食品的冷冻保藏 | 73 |
| 3.2 食品的冷藏 | 63 | 3.3.1 冷冻食品物料的选择和前处理 | 73 |
| 3.2.1 冷藏食品物料的选择和前处理 | 63 | 3.3.2 食品的冻结 | 74 |
| 3.2.2 预冷或冷却 | 63 | | |

3.3.3 食品的冻结规律和水分冻结量	75	3.3.5 冻结对食品品质的影响	78
3.3.4 影响冻结速率的因素	76	3.3.6 速冻与缓冻	79
		3.3.7 冻制食品的储藏和解冻	84

4

食品的气调保藏

/94

4.1 概述	94	4.3.2 温度	101
4.2 气调保藏的原理	95	4.3.3 相对湿度	102
4.2.1 气调保藏常用的保护气体	95	4.4 气调保藏的方法	102
4.2.2 气调保藏常用的包装材料	95	4.4.1 气调方法	102
4.2.3 气调保藏的基本原理	96	4.4.2 气调保藏的方法	103
4.2.4 气调保藏对鲜活食品生理活动的影响	96	4.5 气调包装在食品包装中的应用	107
4.2.5 气调保藏对鲜活食品成分变化的影响	98	4.5.1 CO ₂ 在食品包装中的应用	107
4.2.6 气调保藏对微生物生长繁殖的影响	99	4.5.2 N ₂ 在食品包装中的应用	107
4.3 气调保藏的条件	99	4.5.3 复合气体在食品包装中的应用	107
4.3.1 调节气体	99	4.6 新型气调保鲜包装在食品中的应用	109

5

食品的干藏

/110

5.1 干藏原理	110	5.3.2 人工干燥	121
5.1.1 水分和微生物的关系——水分活度	110	5.4 干制对食品品质的影响	132
5.1.2 干制对微生物的影响	112	5.4.1 干制对食品物理性质的影响	132
5.1.3 干制对酶的影响	113	5.4.2 干制对食品化学性质的影响	134
5.2 食品干制的基本原理	113	5.5 合理选择食品干制工艺条件和干制方法	135
5.2.1 食品中的水分	113	5.6 干制食品的包装和储藏	135
5.2.2 食品干制过程的特性	115	5.6.1 包装前干制品的处理	135
5.2.3 干制过程中的湿热传递及其影响因素	116	5.6.2 干制品的储藏	137
5.2.4 影响干制速度的因素	120	5.7 干制品水分、干燥比和复水性	137
5.3 食品的干制方法	120	5.7.1 干制品的水分、水分蒸发量和干燥比	137
5.3.1 自然干燥	120	5.7.2 干制品的复水性和复原性	138

6

食品的化学保藏

/140

6.1 食品化学保藏的特点及应用	140	6.2.4 生物(天然)防腐剂	145
6.1.1 食品化学保藏的特点	140	6.3 抗氧化剂与脱氧剂	151
6.1.2 食品化学保藏的应用	141	6.3.1 抗氧化剂	151
6.2 食品防腐剂	141	6.3.2 脱氧剂	159
6.2.1 酸型防腐剂	141	6.4 保鲜剂	161
6.2.2 酯型防腐剂	143	6.4.1 保鲜剂的作用	162
6.2.3 无机型防腐剂	144	6.4.2 保鲜剂种类及其性质	162

- | | | | |
|------------------------|-----|-------------------------|-----|
| 7.1 食品的腌渍保藏 | 164 | 7.2.3 食品发酵的类型 | 176 |
| 7.1.1 腌渍食品 | 164 | 7.2.4 食品发酵的控制 | 176 |
| 7.1.2 食品腌渍的基本原理 | 165 | 7.3 食品的烟熏处理 | 180 |
| 7.1.3 食品的腌渍 | 169 | 7.3.1 烟熏的目的 | 180 |
| 7.2 食品的发酵保藏 | 174 | 7.3.2 熏烟的主要成分及其作用 | 181 |
| 7.2.1 发酵的概念 | 174 | 7.3.3 烟熏方法 | 183 |
| 7.2.2 发酵对食品品质的影响 | 174 | | |

- | | | | |
|-------------------------------|-----|-------------------------------|-----|
| 8.1 辐照技术 | 187 | 8.3.2 超高压灭菌技术 | 208 |
| 8.1.1 食品辐照的特点 | 187 | 8.4 臭氧技术 | 210 |
| 8.1.2 安全性及应用前景 | 188 | 8.4.1 臭氧 | 210 |
| 8.1.3 辐照基本原理 | 190 | 8.4.2 臭氧形成与制备 | 210 |
| 8.1.4 食品辐照的化学与生物学
效应 | 194 | 8.4.3 臭氧灭菌原理 | 211 |
| 8.1.5 辐照的应用 | 197 | 8.4.4 臭氧灭菌的特点 | 211 |
| 8.1.6 影响辐照效果的因素 | 199 | 8.4.5 臭氧的毒性和腐蚀性 | 212 |
| 8.1.7 辐照处理应注意的事项 | 202 | 8.4.6 臭氧浓度 | 212 |
| 8.1.8 食品的辐照 | 203 | 8.4.7 臭氧技术在食品工业中的
应用 | 213 |
| 8.1.9 辐照食品的储存 | 203 | 8.5 电阻加热技术 | 213 |
| 8.2 微波技术 | 203 | 8.5.1 电阻加热原理 | 214 |
| 8.2.1 微波特性 | 204 | 8.5.2 适用对象与设备条件 | 214 |
| 8.2.2 微波杀菌原理 | 205 | 8.5.3 电阻加热灭菌的优势 | 215 |
| 8.2.3 微波杀菌方法 | 205 | 8.5.4 应用 | 215 |
| 8.2.4 微波杀菌特点 | 206 | 8.6 膜分离技术 | 215 |
| 8.2.5 微波技术在食品工业中的
应用 | 207 | 8.6.1 膜分离 | 215 |
| 8.3 超高压技术 | 207 | 8.6.2 膜分离工艺 | 218 |
| 8.3.1 等静压技术 | 207 | 8.6.3 膜滤的应用 | 218 |

1 绪论

随着食品科学技术的进步，农产品产量的迅速增加，食品加工业的快速发展以及人们食品消费水平的提高，食品加工企业对农产品原料的质量与安全性的要求也越来越高，消费者对农产品及各种食品卫生与质量的要求也在逐年提高，国际市场对我国出口的农产品及食品质量的要求也不断提升，这些都要求食品生产企业不但要重视食品原料的生产和食品加工，而且也必须重视食品原料及加工食品的保藏及流通。食品保藏是指采取一系列技术措施在一段时间内尽可能保留食品中天然物质成分的过程，它既包括鲜活和生鲜的储藏保鲜，也包括食品原辅料、半成品和成品食品的保藏。

1.1 食品保藏的概念

人类生活在自然界中，大自然为人类提供了赖以生存的一切物质条件。人类生存的历史就是不断地与大自然斗争的历史（如人的进化、与疾病的斗争等）。在生活中，我们无时无刻不遇到如何延长物质的使用寿命，即物质的保藏问题。例如，冬季穿的毛衣、羊毛大衣，到天气暖和后收藏时，需要用防虫剂防虫；机械设备及一些金属用具的表面需要涂上油漆或镀上防腐层，这样做不仅是为了美观，更主要的是为了防止空气中的气体成分对金属材料的腐蚀。保藏学是一个庞大的学科，食品保藏学只是这个学科中的一个分支，是一门运用微生物学、生物化学、物理学、食品工程学等的基础理论和知识，专门研究食品腐败变质的原因、食品保藏方法的原理和基本工艺，解释各种食品腐败变质现象，并提出合理、科学的防止措施，从而为食品的储藏加工提供理论基础和技术基础的学科。

人类的饮食，除水和盐外，几乎都来自动植物。从总的观点来看，植物或动物组织是碳水化合物、蛋白质和脂肪的水系统。这些物质含有大量的水分，且营养丰富，是微生物生长、繁殖的理想场所；此外，动、植物组织本身还含有酶，在食物收获、采集或宰杀之后，酶会在适当的条件下引起一系列的生化反应，会改变、分解食物中的营养成分。例如苹果、柑橘等储存久了其甜度会逐渐下降，这是因为在储存过程中苹果、柑橘中的糖分被酶分解或转化成为其他物质的缘故。因而食物的保藏不仅要防止外界微生物和空气中的气体成分对食物的损坏，同时还要防止、减缓食物本身所含酶的作用。

1.2 食品保藏与食品加工的关系

随着社会物质生活水平的提高，人类获取食物后往往并不直接食用，常根据自己的饮食

习惯和爱好及其他特殊需要，利用各种动、植物原料，经过不同配制和各种加工处理，形成形态、风味、营养价值和功能性质等各不相同的品种繁多的加工品。这些经过加工制作的食物被统称为加工食品。随着社会的发展，加工食品在人类饮食生活中所占的比例越来越高，食品工业在国民经济中的地位也越来越重要。

从狭义上讲，食品保藏是为了防止食品腐败变质而采取的技术手段，因而是与食品加工相对应而存在的。但从广义上讲，保藏与加工是相互包容的，这是因为食品加工的重要目的之一是保藏食品，而为了达到保藏食品的目的，必须采用合理、科学的加工工艺和方法。

食品保藏不仅仅是针对食品的流通和储存过程，而是包括食品加工全过程。食品的保藏往往在食品加工过程的初期就开始了。例如，在加工果蔬、肉类食品时都要对原料进行去杂、清洗等减菌化处理，这样可以大大减少原料和成品的带菌量，为保证产品的品质、延长货架期打下良好的基础。食品生产中一些必要的加工处理过程可能对食品的营养成分、风味口感以及货架期等造成一定的不良影响，为了减少这些加工处理所引起的食品品质下降，一些新的加工方法在加工的同时就设法对其加以控制。例如，油炸过程由于温度高，较长时间的油炸处理对脱水产品的颜色、香味、营养成分都有很大的破坏。20世纪90年代兴起的低温真空油炸，由于是在低压下脱水，加工过程中食品物料的温度低，其脱水产品的色、香、味俱佳，营养成分损失小，深受消费者欢迎。

1.3 影响食品品质稳定性的因素

食物是人类生存所必需的物质条件，是人体生长发育、更新细胞、修补组织、调节机能必不可少的营养物质；也是产生热量，保持体温，进行体力、脑力劳动的能量来源。因此，人类的食物应当营养丰富，含有足够的蛋白质、丰富而易消化的有机物（如碳水化合物、脂肪等）、适量的维生素以及无机盐和纤维素。同时，食物必须是卫生而安全的，任何受到致病菌、食物中毒菌及有毒、有害物质污染的食物都会给人体的健康带来严重的危害。

影响食品保存稳定性的因素包括内在因素和外在因素：内在因素主要包括食品的抗病能力、食品的加工方法与有效性以及食品的包装类型和方式等；外在因素主要包括环境温度、相对湿度和气体成分等。

食品原料的抗病、抗菌能力既与原料的种类、品种有密切的关系，又与动、植物在生长期间的发育、管理等因素有关。不同种类的食品，因组织结构、化学成分和生物学特性不同，对外界微生物的抵抗能力不同，内部发生的化学变化与物理变化的速率也不同。因此，不同种类的食品在流通中质量下降速度不一样。根据食品腐败变质的难易程度可以将食品分为易腐烂食品、半易腐烂食品和储存稳定食品。易腐烂食品是指那些收获后或屠宰后很快就变质的食品（如新鲜的叶菜类和软质水果；新鲜的肉、家禽和鱼）。半易腐烂食品是指那些含有对腐烂有天然抑制物的食品，如蛋类和根菜类，或者是指那些经过某种形式的轻度保藏处理，并由此产生对环境条件和分配、销售过程中受到的损害具有更大耐受性的食品（如经巴氏杀菌的牛奶、轻度烟熏鱼和泡菜）。储藏稳定食品可被认为是在室温条件下不易腐烂的食品（如谷物和坚果）。有些食品采用适当的方式（如罐藏），或者进行加工以减少其水分含量（如无核葡萄干和发面饼干），使其在室温下保持品质稳定。

如果植物和动物在生长期发育良好，除其可食用部分的食用品质较佳外，还具有较强的抗病能力，采收或屠宰后，质量下降速度也较慢。例如，发育正常又实行无伤采收的果

品,抗病性就比发育不正常、有机械伤的果品强得多。家畜屠宰前的饲养、管理与屠宰后肌肉微生物的感染率也有关系,据研究,饲养良好、屠宰前得到适当休息的家畜,屠宰后肌肉微生物的感染率要比管理不善的家畜低得多,显然感染率低的畜肉质量下降速度比较慢。

食品加工通过改变食品的组成、结构、状态或环境条件,使食品中的微生物和酶受到抑制,各种化学反应和物理变化的速率减缓,从而减慢食品质量下降的速度。通常采用的办法有:冷加工、干制脱水、浓缩、腌渍、烟熏、气调、涂膜、辐照、杀菌密封、防腐剂处理等等。有些食品加工过程还要进行前处理,如脱水蔬菜在干制之前要经过热烫,以破坏酶的活性、减少叶绿素的变化和维生素 C 的损失。冷藏的水果出库之前要经过回热,以防止空气中的水分在水果表面凝结,减少微生物的污染。通过食品加工可以增强食品在流通过程中质量的稳定性。

表 1-1 列出了动、植物食品的有效储存期限,由表可见根菜类食品的储存期比肉类、叶菜类食品的储存期长,而脱水食品的储存期远比新鲜食品的储存期长得多。

食品包装在食品流通中起着重要作用,其最重要的作用是维护食品的质量。例如:①不透气的普通塑料袋包装可防止食品含水量的变化和灰尘、杂物对食品的污染;②脱氧、充氮或真空包装可防止食品发生氧化酸败;③气调包装可减弱包装袋内果蔬的呼吸强度;④包装水果的纸箱、木箱和泡沫包装袋可防止水果的机械损伤;⑤罐藏食品的密封包装可防止微生物的再次污染等。因此食品有一个良好的包装,就可以大大减缓食品质量的下降速度。

表 1-1 动、植物食品的有效储存期限

食 品	一般储存期限(20℃)/d	食 品	一般储存期限(20℃)/d
动物肉	2	水果干	>360
鱼类	2	叶菜	2
家禽	2	根菜	7~20
水果	7	干种子	>360

温度是影响流通过程中食品稳定性的最重要因素,它不仅影响食品中发生的化学变化和酶促反应,还影响着与食品质量关系密切的微生物生长、繁殖过程,影响着食品水分的变化及其他物理变化过程。通常,温度升高,微生物的繁殖速率加快,其他质量指标变化速率也都加快,导致食品质量下降速度加快。因此,食品在流通中保持低温状态是食品保鲜最常用的方法。

食品储藏环境的相对湿度也对食品质量变化速率有影响,这是因为它直接影响食品的水分含量和水分活度。水分在食品中既是构成食品质量的要素,也是影响食品稳定性的重要因素。各种食品都有一定合理的含水量,或高或过低对食品的质量及其稳定性都是不利的,它不仅会影响食品成分、风味口感和外观形态,而且还会影响微生物的生长和繁殖。含水量充足、水分活度高的新鲜食品应在相对湿度较大的环境中储存,以防止水分散失;含水量少、水分活度低的干燥食品则应在相对湿度低的环境中储存,以防止吸附水分。

在气体成分中,氧气对食品质量变化有重要影响。空气中的氧会使食品的许多成分发生氧化反应,导致食品的变质。例如,食品中脂肪的氧化酸败、果蔬中酚类物质的酶促褐变、蛋白质还原性基团和某些维生素(如维生素 C、维生素 A、维生素 E 等)的氧化。氧气的浓度越低,上述氧化反应的速率就越慢,对食品质量的影响也就越小。为了减慢或避免食品成分的氧化作用,在食品流通中常常采用脱氧包装、充氮包装、真空包装或在包装中使用脱氧剂等方法,有的则在食品中添加抗氧化剂。

1.4 食品保藏的原理

导致食物腐败变质的主要原因是微生物的生长、食物中所含酶的作用、化学反应以及降解和脱水。食物的变质在收获、集中或屠宰后就开始了。有些变质伴随着产生有毒因子，有些变质则使食品基本营养价值遭受损失。有毒物质的产生直接导致食物丧失可食性，如不慎误食会给人体的健康带来危害，严重时其后果不堪设想。而有毒物质的产生多是由于微生物代谢所致，因此食物保藏首先关心的问题是微生物引起的腐败变质。

1.4.1 微生物的控制

食品的种类繁多，根据原料的不同可以将食品分为果蔬制品、粮油制品、肉食制品、乳制品等。按照食品加工处理的方法可将食品分为冷藏和冷冻食品、罐藏食品、脱水干制食品、腌渍食品、烟熏食品和辐照食品等。按照食品的易腐败程度又可将食品分为容易腐烂食品、半易腐烂食品和储存稳定食品。虽然食品的种类不同，腐败变质情况也各异，但是如何对微生物的活动进行控制以保证成品的质量，却是整个食品行业在储藏加工直至流通和销售过程中必然会遇到的重要问题。正由于此，食品保藏技术才得以在长期的生产实践中不断改进和创新，并随着科学技术的发展，不断取得新的成就和进展。

1.4.1.1 减少微生物的污染

清洁是阻止食物腐败最重要的措施之一。食物的微生物性变质，涉及数以十亿计的细胞繁殖和生长。只要能采取措施，减少微生物的数量，则可延长产品寿命。微生物的初始菌落越多，食物受侵袭得越快。在处理食物时，采取良好的卫生措施能有效减少腐败的发生。

1.4.1.2 缩短收获（屠宰）与消费（或获得适当保藏）的时间间隔

时间是另一个重要的因素，腐败性微生物的生长是时间、温度和环境的函数（表 1-2），因此减少食品从收获（屠宰）到消费（或获得适当保藏）的时间间隔，是控制食物腐败的另一个重要措施。

表 1-2 不同温度、卫生条件下牛奶中细菌菌落数与时间的关系

保持时间/h 每毫升中的细菌数 / 个 保持温度/°C	0	24	48
	使用清洁的奶牛和无菌器皿(20个样平均)		
4	4295	4132	4566
15	4295	1587388	33011111
使用脏奶牛和未消毒器皿(30个样平均)			
4	136533	281646	538775
15	136533	24673571	639884615

1.4.1.3 利用有生命物质的天然免疫能力抑制微生物的侵害

任何有生命的生物体都具有天然免疫能力，能抑制微生物的侵害。采收后的新鲜果蔬仍进行着呼吸和代谢等生命活动，但因脱离植株，不再有养料供应，其生物化学反应只能向分解方向进行，从而导致果蔬内储藏物质被逐渐消耗，果蔬慢慢衰老枯萎，组织结构随之迅速

瓦解或解体，不易久藏。生命活动越旺盛，这种分解就越迅速。

根据有生命活动的食品（主要是新鲜果蔬）的这一特性，可以采取维持食品最低的生命活动，既保持它的天然免疫力以抑制微生物的侵害，同时又减缓分解反应，以延长食品的保存期。基于这一原理通常采用如下的措施和方法。

(1) 利用低温抑制果蔬呼吸与酶的活动。

(2) 适当流通空气，及时排除果蔬呼吸产物，使果蔬成熟速率减慢。

(3) 调节果蔬储存环境中的气体成分，使 CO_2 含量增加， O_2 含量减少，必要时还可以用 N_2 作填充剂，使果蔬呼吸强度大大降低。

(4) 用真空泵抽出储藏库内的空气，在真空条件下，果蔬内的乙烯迅速向外扩散（乙烯有诱导果蔬成熟的作用），同时储存库内的 O_2 也大大减少，使果蔬的呼吸和成熟过程得到明显的抑制，这种方法称为减压保鲜法。

(5) 给果蔬涂上一层可使果蔬的 O_2 吸收下降、水分损失减少，而 CO_2 却几乎全部排出的保鲜膜，这种方法称为涂膜保鲜。

(6) 利用高压负静电场所产生的负氧离子可达到保鲜果蔬的目的，其原理是负氧离子可以使果蔬进行代谢过程的酶钝化，从而降低果蔬的呼吸强度，减少果蔬乙烯的生成，这种方法称为电子保鲜。

(7) 采用低剂量的辐射能改变水果体内乙烯的产生，从而影响其生理活动，也可以影响新鲜蔬菜的代谢反应，改变其呼吸率，防止老化，如土豆、洋葱、大蒜等经辐射后可抑制其发芽。

1.4.1.4 抑制微生物的生长繁殖

微生物像植物一样，对营养和环境有一定的要求。特定食物的腐败，常与某种类型的食物和微生物有关。在微生物导致食物腐败过程中重要的影响因素有水分含量、温度、 O_2 浓度、可利用的营养素、被微生物污染的程度和生长抑制剂。通常控制了这些因素中的一种或多种，则可控制微生物导致的腐败。但这些控制措施一旦消失，微生物的活动迅即恢复，而食品仍会迅速腐败变质，因此，这些都是暂时性的保藏措施。抑制微生物生长的方法主要用于已失去生命力的食品的保藏，常通过以下几个方面来实现。

(1) 水分的控制 水分是微生物生长活动必需的物质，但只有游离水分（即有效水分）才能够被细菌、酶和化学反应所利用。降低食品中的游离水分目前已成为重要的食品保藏方法，在生产中有着广泛的应用。降低食品中游离水分的方法主要有：①干制、冷冻和浓缩；②通过化学修饰或物理修饰，使食品中原来隐蔽的亲水基团裸露出来，以增加对水分子的约束；③添加亲水性物质（降水分活性剂），这样的物质有盐（氯化钠、乳酸钠等）、糖（果糖、葡萄糖等）和多元醇（甘油、丙二醇、山梨醇等）。

(2) 抑制剂的利用 即在食品中添加一些对微生物生长和繁殖有抑制作用的化学防腐剂来延缓食品的腐败变质。熏烟中因含有许多微生物抑制成分，而在烟熏的过程中食品也蒸发了部分水分，所以，烟熏食品的品质稳定性在很大程度上是通过低水分和微生物抑制剂获得的。

(3) 氧的控制 多数导致食品腐败变质的微生物都是好氧菌，采用改变气体组成的方法，降低氧分压，一方面可以限制好氧微生物的生长，另一方面可以减少营养成分的氧化损失，如食品生产及保藏中的脱气（罐头、饮料）、充氮、真空包装等均是基于这一原理。

1.4.1.5 除去食品中的微生物

利用加热、微波、辐射、高压、臭氧、电阻加热杀菌和过滤除菌等方法使食品中微生物数降至长期储藏所允许的最低限度，并维持这种状态，达到在常温下长期储藏食品的目的。用此方法保藏食品的技术关键是食品要采用密封包装，防止杀菌后的微生物二次污染。

1.4.1.6 利用微生物发酵抑制有害微生物的生长和繁殖

培养某些有益微生物，进行发酵活动，借助发酵过程中产生的酒精、乳酸、醋酸等防腐物质的作用，建立起能抑制腐败菌生长活动的新条件，以延续食品腐败变质的保藏措施。例如，将蔬菜、牛奶等原料制作成发酵蔬菜、酸牛奶等产品，即是利用乳酸发酵所产生的乳酸抑制腐败菌的生长。当然，发酵食品中的益生菌也会给食品赋予利于健康的功能效果。

1.4.2 酶与其他因素的控制

食品中存在的酶对食品的质量有较大的影响。影响食品质量的常见酶有氧化酶（如多酚氧化酶、抗坏血酸氧化酶、过氧化物酶、脂肪氧化酶）和水解酶（如果胶酶）等。合理控制和利用这些酶，是食品储藏加工中进行各种处理的基础。控制酶的常用方法有：①加热处理；②控制pH值；③控制水分活度。这些控制往往与微生物的控制是同时实现的，例如降低食品水分和物料温度可以抑制微生物的生长和繁殖，同时也可以延缓酶的作用及其他化学对食品质量的影响。降低食品所处环境的氧含量可以抑制好氧微生物的生长和繁殖，同时也减慢了氧化反应的速率。加热、辐射、高压、微波、臭氧处理可以杀灭微生物，也可使酶失活。添加化学防腐剂抑制微生物生长的过程实质上就是通过对酶的抑制和破坏来实现的。

至于其他因素可以根据其引起食品变质的原因和机理，采取相应的工艺措施，以达到食品长期保藏的目的。

实质上，各种食品保藏的方法都是创造一种控制有害因素的条件，而食品加工则在寻求食品最佳的保藏方法中逐步完善。

1.5 食品保藏的必要性

1.5.1 加工食品的质量要求

经加工、保藏的食品种类虽然很多，若作为商品应符合下述要求。

(1) 感官品质 包括外观、质构与风味。

① 外观即为色泽和形态。食品不仅应当保持应有的色泽和形态，还应具有整齐美观、便于携带拿取、色泽悦目等特点。食品的外观对消费者的选购有很大的影响，生产过程中必须力求保持或改善食品原有色泽，并赋予相应的完整形态。

② 质构是指食品的内部组织结构，包括硬度、黏性、韧性、弹性、酥脆度、稠度等指标。食品质构的好坏直接影响到食品入口后消费者的感受，进而影响了消费者的接受程度。不同消费者对食品质构的喜好有所不同，通常食品的质构都是针对特定的食品消费者而定的。

③ 风味包括食品的气味和味道，气味有香气、臭味、水果味、腥味等，味道有酸、甜、苦、辣、咸、麻、鲜以及各种味道的复合味道等。消费者对食品风味的需求有很强的地域

性，保持食品的特定风味是食品生产者必须关注和解决的问题。

(2) 营养与利用率 食品是人类为满足人体营养需求的最重要的营养源，食品的营养价值通常是指在食品中的营养素种类及其质和量的关系。通常认为食品中含有一定量的人体所需的营养素，则具有一定的营养价值，否则即无营养价值。一种食品的最终营养价值不仅取决于营养素全面和均衡，而且还体现在食品原料的获得、加工、储藏和生产全过程中的稳定性和保持率，以及营养成分是否以一种能在人体代谢中被利用的形式存在，即营养成分的生物利用率。食品只有被消化吸收，才有可能成为人体的营养素。

(3) 安全性 食品安全性是指食品必须是无毒、无害、无副作用的，应当防止食品污染和有害因素对人体健康的危害以及造成的危险性，不会因食用食品而导致食源性疾病的发生或中毒和产生任何危害作用；此外，食品安全性还应包括因食用方法不当而引起危险的其他方面。导致食品不安全的因素有微生物、化学、物理等方面，可以通过食品卫生学意义的指标来反映。微生物指标主要有细菌总数、致病菌、霉菌等；化学污染指标有重金属如铅、砷、汞等，农药残留和药物残留如抗生素类和激素类药物等；物理性因素包括食品在生产加工过程中吸附、吸收外来的放射性核素，或混入食品的杂质超标，或食品外形引起食用危险等安全问题。此外，还有其他不安全因素如疯牛病、禽流感、假冒伪劣食品、食品添加剂的不合理使用以及对转基因食品存在的疑虑等。我国于2009年颁布了《中华人民共和国食品安全法》，为食品安全领域问题提供了法律保证。

(4) 方便性 食品作为日常快速消费品而言，应具有方便实用性，应便于食用、携带、运输和保藏。食品通过加工就可以提供方便性，如液体食物的浓缩、干燥就可节省包装，为运输和储藏提供了方便。伴随着食品科技的发展，食品在包装容器以及外包装上的发展，如易拉罐、易拉盖、易开包装袋等，则反映了食用方便性这一特点；冷冻食品、微波食品、配餐食品等的出现则为家庭用餐消费者大大提供了方便。食品的方便性会直接影响到消费者对该食品接受程度，这一特性与保藏性是食品工业化产品与餐饮食品的区别所在。

(5) 保藏性 为保证市场流通的需要，食品必须具有一定的保藏性。食品的品质降低到不能被消费者接受的程度所需要的时间被定义为食品货架寿命或货架期，货架寿命就是商品仍可销售的时间，又可称为保藏期或保存期。在保藏期内食品应该保持应有的品质或加工时的质量。食品的货架寿命取决于加工方法、包装材料和储藏条件等许多因素，长短可依据需要而定，原则是应有利于食品储藏、运输、销售和消费。食品货架寿命是商业化食品所必备和要求的。

1.5.2 食品保藏的必要性

食品保藏的必要性可从以下若干方面进行阐述，其目的都是为了满足食品的感官品质、营养与利用率、安全性、方便性与保藏性。

人类食物主要来源于农副产品、畜牧产品、水产品，这些生物体脱离植株或被屠宰之后就不能再从外界获得物质来合成自身的成分，虽然合成已告结束，但是分解并没有停止。例如，水果、蔬菜和鲜蛋等鲜活食品的呼吸作用及其他生理活动仍在进行，体内的营养成分不断地被消耗；畜、禽、鱼肉等生鲜食品虽然不像蔬菜、水果那样进行呼吸，但体内的酶仍然在活动，一系列生化反应在持续不断地进行，较为稳定的大分子有机物逐渐降解为稳定性较差的小分子物质。食品内部各种各样的化学变化和物理变化都以不同的速率在进行着，引起蛋白质变性、淀粉老化、脂肪酸败、维生素氧化、色素分解，有的变化还产生有毒物质等有

害作用。新鲜食品的水分散失或干燥食品吸附水分也会导致食品质量的下降。这些新鲜食物营养丰富，含有大量水分，是微生物生长和繁殖的良好培养基，当其他环境条件适宜时，微生物就会迅速生长和繁殖，把食品中的大分子物质降解为小分子物质，引起食品腐败、霉变和“发酵”等各种劣变现象，从而使食品的质量急速下降。总之，食品在流通中质量呈逐渐下降的趋势，与其他产品相比，食品更容易腐败变质。

有些食物的品质稳定性很差，如草莓、樱桃等，如不及时采取保鲜措施，可能早晨采摘到下午就不新鲜了。因此，对于这类易腐烂食品即使是就地销售、新鲜食用也必须考虑采取低温储藏、避免阳光照射、通风透气等保鲜措施。

食品加工过程中也容易发生食物变质。例如，在罐头食品加工过程中，中间过程的原料堆积时间过长、温度控制不当，可能会造成微生物大量生长和繁殖、酶促反应迅速，从而影响杀菌效果及产品品质；富含脂肪的食品在加工过程中，如需高温处理，在高温处理过程中容易发生脂肪氧化，导致食品风味和营养性发生变化，为防止脂肪氧化，一般采用真空条件下的高温处理；水果去皮后如不及时进行护色处理，很容易发生氧化变色。食品在加工后同样可能发生腐败变质，如饮料、糕点等，在销售和储存过程中如储存条件控制不好，则会发生变质现象。近年来，由于食用变质食品而导致的食品安全事件屡见不鲜，因此，控制食品污染，对保护食用者的健康具有重要意义。

随着人们生活水平和受教育程度的不断提高，消费者对食品消费的主观选择性也大大加强，对食品质量要求更高，不仅要求吃饱、吃好，更需要吃得营养与健康，吃得安全。

世界各地的气候与土壤条件各异，所生长食物资源的种类不尽相同，人们希望能够食用到世界上其他地区的新颖、不曾食用过或不常食用的食品，因此需要延长食物的保存期，以防食物在运输过程中发生腐败变质。同时，自然气候条件并不总是风调雨顺、适合植物生长的，在植物生长过程中如遇干旱、水灾或冰雹等自然灾害，就会出现歉收、粮食短缺的情况，这时就需要调用丰收年份储藏的粮食作为补充。植物性食物往往具有季节性，动物性食物屠宰后往往一次食用不完，这都需要将剩余的食物保藏起来，以便在今后相当长的一段时间里可以食用。食物保藏也是战略储备的需要。军队行军训练，外出旅游观光等均需要方便快捷的即食食品，如何延长即食食品的保质期也是食品保藏学所必须解决的问题。

世界人口的增长速度远远超过农产品产量的增长速度，这就要求食品工业充分利用各种食物资源和原料，降低储藏和加工过程的损耗，减少浪费，采用各种先进工业技术，生产出更多的色、香、味、质均好，保质期长的食品。

1.6 食品保藏技术的发展简况

人类最初主要是通过采集和狩猎来获取食物的。随着人口的增多，自然环境的变迁，食物资源逐渐紧张，人类学会了种植、饲养和捕捞等新的获取食物的方法。人类意识到需要对获取的食物原料进行各种及时的加工处理，这样才能便于保藏和食用，以应不时之需。

据确切记载，公元前 3000 年到公元前 1200 年间，犹太人经常用从死海里取来的盐保藏各种食物。在同时代中国人和希腊人也学会了用盐腌鱼的方法。这些事实可以看成是腌制保藏技术的开端。大约在公元前 1000 年，古罗马人学会了用天然冰雪来保藏龙虾等食物，同时还出现了烟熏保藏肉类的技术。这说明低温保藏和烟熏保藏技术已具雏形。《圣经》中记载了人们利用日光将枣、无花果、杏及葡萄晒成干果进行保藏的事情，我国古书中也常出现

“焙”字，这些情况表明干藏技术已开始进入人们的日常生活。《北山酒经》中记载了瓶装酒加药密封煮沸后保藏的方法，可以看作是罐藏技术的萌芽。食品加工的一些最早形式是干制食品，食品利用太阳能将产品中的水蒸发掉，得到一种稳定和安全的干制品。最早用热空气干燥食品于1795年出现在法国。冷却或冷冻食品的历史也可追溯到很早以前。最迟是利用自然界中存在的冰来延长食品的保藏期。1842年注册了鱼的商业化冷冻专利。20世纪20年代，Birdseye研制了使食品温度降低到冰点以下的冷冻技术。

利用高温生产安全食品可追溯到18世纪90年代的法国。拿破仑·波拿巴给科学家提供了一笔资金，为法国军队研制可保藏的食品。这些资金促使法国人尼古拉·阿培尔(Nicolas Appert)发明了食品的商业化杀菌技术。1809年，尼古拉·阿培尔将食品加热后放入玻璃瓶中加木塞塞住瓶口，并于沸水中煮一段时间后取出，趁热将塞子塞紧，再用蜡密封瓶口，制造出了真正的罐藏食品，成为现代食品保藏技术的开端。从此，各种现代食品保藏技术不断问世。在19世纪60年代，路易斯·巴斯德(Louis Pasteur)在研究啤酒和葡萄酒时发明了巴氏消毒法；1883年前后出现了食品冷冻技术；1885年罗杰(Roger)首次报道了高压能杀死细菌，1899年海特(Hite)首次将高压技术应用于保存牛奶；1908年出现了化学品保藏技术；1918年出现了气调冷藏技术；1943年出现了食品辐照保藏技术、冻干食品生产技术等。

进入20世纪50年代，气调保鲜技术开始应用于苹果的商业保藏保鲜，随后扩大到多种水果和蔬菜的保鲜。目前，气调保藏已推广应用到粮食、鲜肉、禽蛋及许多加工食品的保藏和流通中的保鲜。20世纪80年代以后，随着生物技术的发展，以基因工程技术为核心的生物保鲜技术成为食品保藏技术研究的新领域。应用基因工程技术改变果实的成熟和保藏特性，延长保鲜期，已在番茄上取得了成功并在生产上应用。基于栅栏效应(hurdle effect)的栅栏技术(hurdle technology)也在食品保藏实践中得到广泛应用。为了更大限度保持食品的天然色、香、味、形和一些生理活性成分，满足现代人的生活要求，一些现代食品保藏高新技术如超高压杀菌、高压脉冲电场杀菌、脉冲磁场杀菌和微波杀菌等冷杀菌保鲜技术应运而生，在食品保藏上显示出了广阔的发展前景。

为了提高食品的保藏性和品质质量，食品保藏技术常常并不是单独控制影响食品品质稳定性的某一因素或采用某一单独的单元操作，而是考虑保藏技术的综合应用，同时控制影响食品品质稳定性的多个因素。例如，在果蔬的保鲜过程中，常采用低温下的气调保藏和化学保藏等相结合的方法来延长果蔬的储藏期，使保藏后的果蔬仍能维持原来新鲜状态时的风味、口感和营养成分。又如，将干制品储藏于冷库中，其储藏期比将其储藏于室温下更长，在相同的储存期内其风味和外观更好、营养成分的损失更少；对于易氧化的干制品还常常采用真空或充氮包装方式。

现代食品保藏技术与古代食品保藏技术存在本质的区别，现代食品保藏技术是在阐明各种保藏技术所依据的基本原理的基础上，采用人工可控制的技术手段来进行的。因而可以不受时间、气候、地域等因素的限制，能够大规模、高质量、高效率地实施。