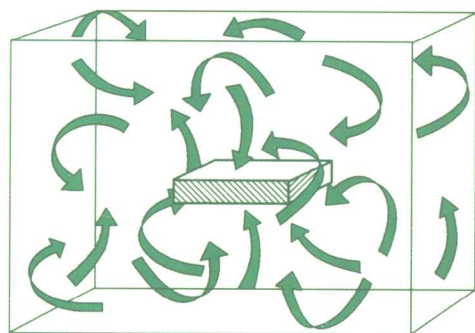


高等学校教材

食品保藏原理

杨 瑞 主编



CHEMICAL INDUSTRY PRESS



化学工业出版社
教材出版中心

高等学校教材

食品保藏原理

杨瑞 主编



化学工业出版社
教材出版中心

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

食品保藏原理/杨瑞主编. —北京: 化学工业出版社,
2006. 2
高等学校教材
ISBN 7-5025-8031-X

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 007661 号

高等学校教材
食品保藏原理

杨 瑞 主编
责任编辑: 赵玉清
责任校对: 李 林
封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 322 千字

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8031-X

定 价: 22.00 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

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

目 录

1 绪言	1
1.1 食品保藏的概念	1
1.2 食品保藏与食品加工的关系	1
1.3 影响食品品质稳定性的因素	2
1.4 食品保藏的原理	3
1.4.1 微生物的控制	3
1.4.2 酶与其他因素的控制	5
1.5 食品保藏的必要性	6
1.6 食品保藏学的发展历史和发展趋势	7
1.6.1 食品保藏学的发展历史	7
1.6.2 食品保藏技术的发展趋势和特点	8
2 食品的罐藏	11
2.1 罐藏容器	11
2.1.1 罐藏容器的性能和要求	11
2.1.2 金属罐	12
2.1.3 玻璃罐	22
2.1.4 软罐容器（高压杀菌复合塑料薄膜袋）	23
2.1.5 其他罐藏容器	24
2.2 装罐前容器的准备	24
2.3 装罐和预封	25
2.3.1 装罐	25
2.3.2 预封	26
2.4 排气	26
2.4.1 排气的目的	26
2.4.2 排气的方法	27
2.4.3 各种排气方法的比较	29
2.4.4 软罐头的排气	29
2.4.5 罐头真空度的影响因素	30
2.5 密封	30
2.5.1 金属罐的密封	31
2.5.2 玻璃罐的密封	33
2.5.3 软罐头的密封	33
2.6 杀菌与冷却	34
2.6.1 罐头杀菌的目的和要求	34
2.6.2 罐头食品中的微生物	35

2.6.3	影响罐头热杀菌的因素	36
2.6.4	罐头热杀菌的工艺条件	42
2.6.5	罐头(热)杀菌技术	51
2.6.6	杀菌理论的实践应用	54
2.7	其他除菌方法	54
2.7.1	微波加热杀菌	55
2.7.2	高压杀菌	56
2.7.3	臭氧杀菌	58
2.7.4	电阻加热杀菌	59
2.7.5	过滤除菌	60
3	食品的低温保藏	62
3.1	低温防腐的基本原理	62
3.1.1	低温对酶活性的影响	62
3.1.2	低温对微生物的影响	63
3.1.3	低温对其他的变质因素的影响	64
3.2	食品的冷藏	65
3.2.1	冷藏食品物料的选择和前处理	65
3.2.2	预冷或冷却	65
3.2.3	食品冷藏工艺	68
3.2.4	食品在冷藏过程中的质量变化	70
3.2.5	冷藏食品的回热	72
3.3	食品的冷冻保藏	74
3.3.1	冷冻食品物料的选择和前处理	74
3.3.2	食品的冻结	75
3.3.3	食品的冻结规律和水分冻结量	75
3.3.4	影响冻结速率的因素	77
3.3.5	冻结对食品品质的影响	78
3.3.6	速冻与缓冻	80
3.3.7	冻制食品的储藏和解冻	84
4	气调保藏	93
4.1	概述	93
4.2	气调保藏的原理	94
4.2.1	气调保藏的基本原理	94
4.2.2	气调保藏对鲜活食品生理活动的影响	94
4.2.3	气调保藏对食品成分变化的影响	96
4.2.4	气调保藏对微生物生长与繁殖的影响	97
4.3	气调保藏的条件	97
4.3.1	调节气体	97
4.3.2	温度	99
4.3.3	相对湿度	99

4.4	气调保藏的方法	100
4.4.1	气调方法	100
4.4.2	气调保藏的方法	101
5	食品干藏	105
5.1	干藏原理	105
5.1.1	水分和微生物的关系——水分活度	105
5.1.2	干制对微生物的影响	107
5.1.3	干制对酶的影响	108
5.2	食品干制的基本原理	108
5.2.1	食品中的水分	108
5.2.2	食品干制过程的特性	109
5.2.3	干制过程中的湿热传递及其影响因素	111
5.3	食品的干制方法	114
5.3.1	自然干燥	114
5.3.2	人工干燥	114
5.4	干制对食品品质的影响	124
5.4.1	干制对食品物理性质的影响	124
5.4.2	干制对食品化学性质的影响	125
5.5	合理选择食品干制工艺条件和干制方法	126
5.6	干制食品的包装和储藏	127
5.6.1	包装前干制品的处理	127
5.6.2	干制品的储藏	128
5.7	干制品水分、干燥比和复水性	129
5.7.1	干制品的水分、水分蒸发量和干燥比	129
5.7.2	干制品的复水性和复原性	130
6	食品的化学保藏	131
6.1	概述	131
6.1.1	食品化学保藏及特点	131
6.1.2	食品化学保藏的应用	131
6.2	食品防腐剂	132
6.2.1	酸型防腐剂	132
6.2.2	酯型防腐剂	134
6.2.3	无机防腐剂	135
6.2.4	生物(天然)防腐剂	136
6.3	抗氧(化)剂	141
6.3.1	抗氧化剂	141
6.3.2	脱氧剂	149
6.4	保鲜剂	151
6.4.1	保鲜剂的作用	152
6.4.2	保鲜剂种类及其性质	152

7 食品腌渍和烟熏	154
7.1 食品腌渍保藏	154
7.1.1 食品腌渍的基本原理	154
7.1.2 食品的腌渍	158
7.2 食品的发酵保藏	163
7.2.1 发酵的概念	163
7.2.2 发酵对食品品质的影响	164
7.2.3 食品发酵的类型	165
7.2.4 食品发酵的控制	165
7.3 烟熏	168
7.3.1 烟熏的目的	168
7.3.2 熏烟的主要成分及其作用	170
7.3.3 烟熏方法	171
8 食品的辐射保藏	175
8.1 概述	175
8.1.1 食品辐射保藏的特点	175
8.1.2 食品辐射的安全性及应用前景	176
8.2 辐射的基本原理	177
8.2.1 放射性同位素及辐射	177
8.2.2 放射性衰变	178
8.2.3 辐射源	179
8.2.4 诱感放射性问题	180
8.3 食品辐射技术的化学与生物学效应	180
8.3.1 食品的辐射化学效应	181
8.3.2 食品的辐射生物学效应	182
8.4 辐射在食品保藏中的应用	183
8.4.1 食品辐射的类型	183
8.4.2 影响辐射剂量的因素	184
8.5 影响辐射效果的因素	185
8.5.1 射线的种类	185
8.5.2 微生物的状态	185
8.5.3 辐射时的温度	185
8.5.4 氧的含量	186
8.5.5 水分含量	186
8.5.6 pH 值	186
8.5.7 分段间歇辐射	187
8.5.8 食品中的化学物质	187
8.6 辐射保藏应注意的事项	188
8.7 食品的辐射	188
8.8 辐射食品的储存	189
参考文献	190

1 绪 言

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，但另一方面大自然也在不断地破坏、毁灭这些物质条件，包括我们人类本身。人类生存的整个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、植物组织自身还含有酶，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，具有特殊性。

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。人们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，制成形态、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，保藏与加工是互相包容的，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。

食品保藏不仅针对食品的流通和储存过程，而是包括整个食品加工全过程。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、风味口感以及其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年代开始兴起的低温真空油炸，由于是在低压下脱水，加工过程中品温低，其脱水产品色、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、有足够而易消化的有机物（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因素。

食品的抗病能力既与食品的种类、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，内部所发生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）。储存稳定食品可被认为是在室温条件下不腐烂的食品（如谷物和坚果）。有些食品采用适当的方法（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），而使其在室温下保持稳定。

如果植物和动物在生长期发育良好，除其食用品质较佳外，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就比较慢。

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慢，从而减慢食品质量下降的速度。通常采用的方法有：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中的稳定性。

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的生长、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，一切变化速率也都加快，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，过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 和维生素 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、也是温度和环境的函数（表 1-2），因此，减少食品从收获到消费（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

保持温度/°C	保持时间		
	0h	24h	48h
	每毫升中的细菌数/个		
	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，我们可以采取措施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 CO₂ 含量增加，O₂ 含量减少，必要时还可以用 N₂ 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 O₂ 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) 采用涂膜保鲜。给果蔬涂上一层可使果蔬的 O₂ 吸收下降、水分损失减少，而 CO₂ 却几乎全部排出的保鲜膜。英国塞姆培生物工艺公司研究出了一种水果保鲜剂，可以使香蕉、葡萄、梨等水果的储藏寿命延长一倍。此保鲜剂是一种复杂的烃类混合物，使用时只要将保鲜剂溶于水中，然后用这种溶液浸泡水果，水果表面即被覆盖一层保鲜膜。保鲜剂的作用就像是给水果施了麻醉药，使水果处于休眠状态。该保鲜剂完全由可食用的天然食品成分组成，每个水果仅需 1mg 保鲜剂。

(6) 采用电子保鲜。利用高压静电场所产生的负氧离子可达到保鲜果蔬的目的。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。

(7) 采用低剂量的辐射。适量辐射能改变水果体内乙烯的生产，从而影响其生理活动，可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、大蒜等辐射后可抑制发芽。

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、O₂ 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菌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。

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，降低食品水分和品温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应对食品质量的影响。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、高压处理、微波处理、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

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、新鲜食用也必需考虑采取低温储藏、避免阳光照射、通风透气等保鲜措施。

即使是在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，影响产品品质；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，食品中毒事件时有发生。例如，2001年8月，北京市一所新办中学发生学生食物中毒事件，300多名初一新生刚刚入学就出现高烧、腹泻等症状而住院治疗。经过对该校食堂设备、餐具及食物的采样化验，确定学生们得的是细菌性痢疾，而导致该病的罪魁祸首则是食堂供应的凉拌黄瓜丝中含有的宋内氏痢疾杆菌。同年9月，吉林省11所中小学校的1159名中小学生饮用不洁豆奶中毒，当地两大医院爆满，数百学生紧急住院。由此可见，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，消费者用于食品消费支出的比重（恩格尔系数）下降，但对食品消费的主观选择性加强，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，随着人们的生活水平的提高，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。随着人类社会的发展，人们有时为了争夺某种利益，群体之间会爆发战争，战时生产各种动、植物食物的人力缺乏，且生产过程随时会受到战争的骚扰，需要在平时进行战略储备。行军打仗、外出旅游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。

世界人口的增长速率远远超过农产品产量的增长速率，这就要求食品工业充分利用各种食用资源和原料，采用各种发达的工业技术，生产出更多的色、香、味、质均好且保质期长的食品。目前，发达国家在充分利用食物资源和原料方面做得较好，但不发达国和发展中国家由于经济、管理和技术力量的限制则存在着食物资源和原料的惊人浪费。例如，我国果蔬在品种上、在产量上都居世界首位，但采后水果损耗约 20%~25%，蔬菜损耗约 30%，也居世界首位（发达国家损耗一般在 5%左右），损耗量高达上亿吨，约价值 750 亿元人民币，每年腐烂损耗的果蔬几乎可满足两亿人口的基本营养需要。如果我们能有效地避免食物资源的浪费，无疑对人类是一大贡献。

1.6 食品保藏学的发展历史和发展趋势

1.6.1 食品保藏学的发展历史

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，人们学会了种植、饲养和捕捞等新的获取食物的方法。人们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，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 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。最初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之下的冷冻技术。

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，Roger 首次报道了高压能杀死细菌，1899 年，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。

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。

1.6.2 食品保藏技术的发展趋势和特点

1.6.2.1 保藏技术的综合应用 食品种类虽然很多，若作为商品应符合下述要求。

(1) 外观 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，还必须具有整齐美观的特点。食品的外观对消费者的选购有很大的影响。为此，生产过程中必须力求保持或改善食品原有色泽，并赋予完整的形态。

(2) 风味 风味即为食品的香气和口感。食品中的香气系挥发性物质，在食品热加工过程中极易挥发而使食品失去香气，因而保持食品的香气就成为食品生产者面临的重要课题。

(3) 营养和易消化性 这是人们对食品最重要的要求。现在有些国家要求将食品营养成分标明在商标纸上，以供消费者选择。易消化性是指食品能被人体消化吸收的程度。食品只有被消化吸收以后，才有可能成为人体的营养素。人们已经知道必须对食品进行一些必要的加工处理，但食物原料经过加工，其中的营养成分总要损失一部分。因此，在食品加工中必须减少原料中营养成分的无谓损耗。

(4) 卫生 and 安全性 任何食品如受到致病菌、导致食物中毒菌、有害金属和霉菌毒素等的污染，或含有残留农药以及禁用添加剂、用量超过规定的添加剂时，就会给人体的健康带来严重的危害。食品生产部门必须严格遵守政府和卫生部门的规定，积极采取措施，加以严格控制，保证生产卫生安全的食品，保障人民的身体健康。

(5) 方便性 近年来，国内外食品工业在发展启封简易和食用方便的食品方面，已取得显著的进展，得到了消费者的赞赏。

(6) 耐储藏性 这是在大规模食品生产中必须注意的问题。因为一般来说食品容易腐败，食品生产者对它的耐储藏性应该有所保证，否则就难以维持城市食品常年供应和地区间的交流。出口产品如果不耐运输储藏，发生变质事故，更有益于外贸信誉，影响国际贸易。

根据上述要求，食品保藏不仅要考虑耐储藏性、卫生 and 安全性，同时还应考虑保藏技术对食品风味、外观、营养的影响。因此，食品保藏技术发展到今天，为了提高食品的耐藏性和品质质量，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，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，目前普遍采用气调储藏与低温保藏、化学保藏等保藏技术相结合的方法来使果蔬的储藏保质期得以延长，使所保藏的果蔬在风味、口感和营养成分方面都能很好地维持原来新鲜的状态。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包装或充氮包装。

1.6.2.2 食品保藏技术发展不平衡 食品保藏技术的发展是不平衡的。它表现在不同食品保藏技术之间的发展不平衡及同种保藏技术中不同技术手段之间的发展不平衡。例如，罐藏技术在相当长的一段时间内曾占据食品保藏技术的主导地位，但随着人们生活水平的逐渐提高，食品保鲜技术的开发和广泛应用，罐头食品在色、香、味等方面的缺陷以及相对较高的成本，使罐头工业的发展陷入困境。与此相反，食品低温保鲜技术由于能较好地保持食品的颜色、香、味及营养价值，并能提供丰富多彩的冷冻食品而逐渐占据了食品工业的主导地位。目前，全世界的冷冻食品正以年平均 20% 的增长速率持续发展，预计未来的 10 年内，冷冻食品的销售量将占全部食品销售量的 60% 以上。另外，在同种保藏方法的不同技术手段之间也存在明显的发展不平衡状况，如罐藏法中金属罐和玻璃罐应用技术的发展缓慢，而塑料

罐、软罐头及无菌灌装技术等发展迅速，潜力巨大。又如干藏法中普通热风干燥技术的发展处于相对停滞状态，而喷雾干燥和冷冻干燥技术的发展却非常迅速。总之，只有那些能适应现代化生产需要，能为人类提供高质量食品，并且具有合理生产成本的食品保藏技术才能获得较快发展。

1.6.2.3 提供高质量食品的保藏技术发展迅速 食品保藏技术的所有进展都具有一个类似或共同的起因，即既要获得或维护产品的安全性，又要保持食品良好的风味、外观和营养价值。随着人们生活水平和受教育程度的不断提高，在关注食品安全的前提下，越来越重视食品的风味口感和营养性的消费趋势已经形成。由于这个因素的推动，近几十年来食品加工保藏技术发展迅速。

在食品干制技术方面，由于真空（冷冻）干燥等干燥技术具有干燥快，干燥过程中食品温度低，对食品的色泽、风味、营养成分和功能性成分破坏少等优点，近年来得到了飞速的发展。冷冻干燥目前可广泛用于加工畜禽水产制品、水果蔬菜制品、调味品、咖啡、蛋白及生物制品等。冻干食品在发达国家已有相当高的普及程度。在日本，消费市场的脱水类食品中，冻干产品已占49%的份额；在美国，有50%生产咖啡和茶的工厂采用冻干方法生产，全美方便食品中冻干食品占40%~50%；在欧洲各国，冻干咖啡占全部速溶咖啡的40%~70%。国际上冻干食品的生产已向自动化工业化方向发展，生产规模越来越大。

在低温保藏方面，品质更好的速冻产品越来越受到人们的欢迎。速冻食品早在1928年就已在美国出现，但生产发展十分缓慢。直到1945年美国才成立了速冻食品生产者协会。1960年以后，国际上速冻食品工艺与设备不断发展改进。近年来，世界速冻食品的生产 and 消费方兴未艾，成为当今世界发展最快的食品工业，平均每年以20%~30%的速率增长，超过任何一种食品。在国外为了更好地保持冻制品的品质，冻藏温度亦由-18~-20℃趋向更低的-30℃。

在无菌保藏方面，由于非热杀菌过程中食品温度不高，既有利于保持食品中功能成分的生理活性，又有利于保持色、香、味及营养成分，近年来对新的非热杀菌技术的研究愈来愈多，并有一些已投入应用。世界各国都已将一些非热杀菌技术的应用列为21世纪重点研究和开发的食品新技术之一。非热杀菌技术主要包括物理杀菌和化学杀菌。由于非热物理杀菌直接采用物理手段进行杀菌，不需要向食品中加入化学物质，克服了化学试剂与微生物细胞内物质作用生成的产物对人体的不良影响，避免了食品中残留的化学试剂对人体的负面作用；同时更好地保持食品的自然风味，甚至改善食品的质构（如超高压杀菌用于肉类和水产品类，提高了肉制品的嫩度和风味），非热物理杀菌更加受到人们的青睐。非热物理杀菌技术主要有辐射杀菌、紫外线杀菌、超高压杀菌、高压脉冲电场杀菌、微波杀菌、感应电子杀菌、磁力杀菌、脉冲强光杀菌、超声波杀菌。

消费者对各种食品新鲜度的要求越来越高。新鲜的水果、蔬菜和肉、禽、水产类等易腐食品在流通过程中的主要问题是品质容易下降和货架期不长。为了延长其保质期，人们常把相对多余的食品，用罐藏、干制、发酵、低温保藏及加化学防腐剂等各种传统的方法保存起来。但许多传统的方法能耗大，处理后的食品在风味、质地甚至整个特征方面出现了变化，食用起来不令人满意。添加化学试剂固然可以较完整地保留新鲜产品的特征，但往往不为消费者所接受，而且允许使用化学剂的种类越来越少。目前，研究者更多地将精力放在天然防腐剂的开发和应用研究上，这些防腐物质的安全性相对较高，更能为消费者所接受。气调保鲜技术作为一种正在发展中的新技术，与传统方法相比，此技术在对新鲜果蔬、肉类、水产品 and 焙烤制品等产品的保鲜和满足市场上日益增长的对此类新鲜产品需求方面有着极大的潜在竞争优势。