

食品保藏加工

原理与技术

SHIPIN

BAOCANG JIAGONG YUANLI YU JISHU

刘达玉 王 卫 主编



科学出版社

食品保藏加工原理与技术

刘达玉 王 卫 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

食品保藏加工是农业产业化的重要链节,为了助推农畜产品的贮藏保鲜和精深加工产业发展、培养食品卓越工程师专门人才,根据产业需求,结合近年来国内外相关研究成果和发展动态,我们编写了本书。全书分为八章,主要包括食品低温保藏、食品罐藏、食品干藏、食品腌渍和烟熏、食品化学保藏、食品辐射保藏、食品杀菌保藏高新技术等内容。本书在贴近食品保藏加工现状的同时,引入了食品保藏加工新技术、介绍了食品保藏加工的新产品、采用了食品保藏加工的新设备;将原理与技术有机结合,强调理论联系实际,让读者在学习中研究、在研究中学习,增强理解与应用。

本书可供食品企业的工程师等技术人员参考,还可作为食品卓越工程师培养、企业技术人员培训的教材。

图书在版编目(CIP)数据

食品保藏加工原理与技术 / 刘达书主编. --北京:科学出版社, 2014.3

ISBN 978-7-03-040277-6

I. ①食… II. ①刘… III. ①食品保鲜-高等学校-教材②食品贮藏-高等学校-教材③食品加工-高等学校-教材 IV. ①TS205

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 054493 号

责任编辑:杨岭 韩铭 / 封面设计:墨创文化

责任校对:王翔 责任印制:邝志强

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

成都创新包装印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年3月第一版 开本:787*1092 1/16

2014年3月第一次印刷 印张:15.75

字数:300千字

定价:50.00元

《食品保藏加工原理与技术》编委会

主 编：刘达玉 王 卫

副主编：秦 文 唐善虎 刘清兵

参 编：白 英 邹 强 张 崧 龚华斌 李宗堂

前 言

任何食品都离不开保藏，没有食品保藏就没有食品的储备、流通和市场。食品保藏是维护食品品质、减少损失、实现全球周年均衡供应的重要措施，具有重要的经济效益和社会效益。

食品保藏加工解决农产品出路问题，是农业产业化的重要环节，并已经成为解决三农问题的关键。从市场角度来看，工业食品已经进入人们的一日三餐，市场需求快速发展，尤其在自然灾害等情况下，食品保藏加工显得更加重要。从社会角度来看，食品保藏加工是民生问题，关系到国民健康与生活水平、食品安全与和谐社会创建等热点问题。从国家战略角度来看，食品属于战略物资，绝对不能完全依靠进口，否则，随时都会被其他国家限制。所以，国家非常重视食品保藏加工，投巨资修粮食储备库、贮藏保鲜果品冷库、肉品冻库等，充分反映了食品保藏加工的重要性。

为了助推农畜产品的贮藏保鲜和精深加工产业发展，培养食品卓越工程师专门人才，我们组织了多家高等院校及相关企业的同仁，编写了《食品保藏加工原理与技术》一书，本书具有以下显著特点：①尽量满足企业技术人员及卓越工程师培养的要求，增强实用性，着力培养读者的实践创新能力。在贴近食品保藏加工现状的同时，着力介绍食品保藏加工新技术、食品保藏加工的新产品、食品保藏加工的新设备，以便读者能更好地与产业对接。将原理与技术有机结合，强调理论联系实际，让读者在学习中研究，在研究中学习，调动广大读者的学习兴趣，增强读者对食品保藏加工原理与技术的理解及应用。②结合西部地区农畜产品丰富的资源优势，以典型农畜产品保藏加工为实例，用理论来分析实例，以实例来加深理论，建立理论与实践交互式的学习模式，便于读者自学并记忆深刻，实现了保藏加工的原理与技术无缝连接，培养读者的实践创新能力。

本书编写人员有成都大学刘达玉教授、王卫教授、邹强博士、张崑博士，四川农业大学秦文教授，西南民族大学唐善虎教授，四川理工学院刘清兵教授，内蒙古农业大学白英教授，四川简阳大哥大牧业公司龚华斌总经理，成都榕珍菌业有限公司李宗堂总经理。具体分工如下：第1章由刘达玉教授编写；第2章由刘达玉教授、王卫教授、张崑博士、李宗堂总经理编写；第3章由刘达玉教授、张崑博士、龚华斌总经理编写；第4章由白英教授、刘清兵教授编写；第5章由秦文教授编写；第6章由唐善虎教授编写；第7章由刘清兵教授、白英教授编写；第8章由邹强博士编写。

本书的完成要感谢参与编写的全体成员，感谢四川简阳大哥大牧业公司、成都榕珍菌业有限公司从企业需求角度提出的宝贵意见。限于编者业务水平，错漏及商榷之处在所难免，敬请广大读者和同行专家批评指正，不甚感谢！

刘达玉

2014年3月于成都大学

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 食品保藏加工是农业产业化的必然需求	1
1.2 工业食品快速发展对保藏加工提出了更高要求	2
1.3 食品腐败变质的原因	3
1.3.1 微生物	3
1.3.2 酶	3
1.3.3 食品褐变	4
1.3.4 氧化作用	4
1.3.5 害虫和鼠类	4
1.4 食品腐败变质的影响因素	4
1.4.1 水分	4
1.4.2 温度	5
1.4.3 酸度	5
1.4.4 渗透压	6
1.4.5 防腐/保鲜剂	6
1.4.6 微波	6
1.4.7 辐射	6
1.4.8 氧气	7
第 2 章 食品的低温保藏	8
2.1 低温保藏的基本原理	8
2.1.1 低温对酶活性的影响	8
2.1.2 低温对微生物的影响	10
2.1.3 低温对其他变质因素的影响	11
2.2 食品的冷却	11
2.2.1 食品冷却目的	11
2.2.2 冷库的基本概况	12
2.2.3 食品的冷却方法	13
2.2.4 食品冷藏工艺条件	15
2.2.5 食品在冷藏过程中质量的变化	18
2.3 果蔬的气调冷藏	22

2.3.1	果蔬气调冷藏原理	22
2.3.2	果蔬气调冷藏的方法	27
2.3.3	蒜薹的硅窗气调保鲜应用举例	30
2.4	食品的冻结	31
2.4.1	食品在冻结时的变化	32
2.4.2	食品的冻结温度曲线	37
2.4.3	冻结速度与冰结晶的大小分布	38
2.4.4	食品冻结的冷耗量计算	40
2.4.5	食品的冻结时间计算	43
2.4.6	速冻装置的计算与设计	47
2.4.7	冻结方法与冻结装置	50
2.4.8	白条肉冷却冻结实例	55
2.4.9	速冻方便食品加工实例	58
2.4.10	速冻工业羊肉串加工实例	60
2.5	食品的冻藏与解冻	61
2.5.1	食品的冻藏工艺条件	61
2.5.2	食品在冻藏中的变化	62
2.5.3	冻制食品的解冻	65
2.6	食品的冷藏链	68
2.6.1	食品冷链原理	69
2.6.2	食品冷链的分类	70
2.6.3	食品冷链的构成	70
2.6.4	食品冷链的保持与监控	71
第3章	食品罐藏	72
3.1	罐藏容器	73
3.1.1	罐藏容器的性能要求	73
3.1.2	镀锡铁罐材料	74
3.1.3	镀锡铁罐常用涂料类别及选用	75
3.1.4	罐盖密封胶	76
3.1.5	高频电阻焊罐身接缝焊接技术	77
3.1.6	玻璃罐	78
3.1.7	软罐容器(蒸煮袋)	80
3.2	装罐前容器的准备	82
3.2.1	罐藏容器的清洗和消毒	82
3.2.2	空罐的钝化处理	84
3.3	装罐和预封	85
3.3.1	装罐	85
3.3.2	预封	86

3.4	排气	87
3.4.1	排气的目的	87
3.4.2	排气的方法	87
3.4.3	各种排气方法的比较	90
3.4.4	软罐头的排气	91
3.4.5	罐头真空度的影响因素	91
3.5	密封	92
3.5.1	金属罐的密封	93
3.5.2	玻璃罐(瓶)的密封	95
3.5.3	软罐头的密封	96
3.6	罐藏食品的杀菌与冷却	97
3.6.1	杀菌目的和要求	97
3.6.2	罐藏食品中的腐败菌	98
3.6.3	影响罐藏食品热力杀菌的因素	100
3.6.4	罐藏食品热力杀菌的工艺条件	107
3.6.5	罐藏食品热力杀菌方法与装置	117
3.6.6	杀菌理论的实践应用	122
第4章	食品干藏	124
4.1	食品干藏原理	124
4.1.1	食品中水分存在的状态与性质	125
4.1.2	水分活度	126
4.1.3	水分活度与微生物的关系	126
4.1.4	水分活度与酶活性的关系	129
4.1.5	水分活度与其他变质因素的关系	129
4.1.6	水分活度对食品成分的影响	130
4.2	食品干制的基本原理	131
4.2.1	空气干制原理	131
4.2.2	影响干燥作用的因素	132
4.3	食品干制过程中的主要变化	135
4.3.1	物理变化	135
4.3.2	食品成分的损害	137
4.3.3	组织学变化	139
4.3.4	复水性变化	139
4.3.5	体积重量和水分的变化	139
4.4	食品干制的方法	140
4.4.1	热风干燥	140
4.4.2	传导干燥	148
4.4.3	能量场作用下的干燥	150

4.4.4	冷冻干燥	154
4.4.5	太阳能干燥	156
4.4.6	真空油炸干燥	157
4.4.7	食品干制方法与工艺条件的选择	157
4.5	干制品的品质与贮藏	158
4.5.1	干制品的复水性	158
4.5.2	干制品耐藏性的影响因素	161
第5章	食品腌渍与烟熏	165
5.1	食品的腌渍保藏	165
5.1.1	食品腌渍保藏的基本原理	165
5.1.2	腌渍溶液的浓度与微生物的关系	168
5.1.3	腌渍剂在腌渍保藏中的作用	168
5.1.4	影响腌渍的因素	171
5.1.5	腌渍品的品质	174
5.1.6	食品腌渍的方法	176
5.1.7	食品腌渍保藏的应用实例	180
5.2	食品的烟熏保藏	182
5.2.1	食品烟熏保藏的基本原理	182
5.2.2	食品熏烟的方法	185
5.3.3	食品烟熏保藏的应用实例	186
第6章	食品化学保藏	188
6.1	概述	188
6.1.1	食品化学保藏的发展历史	188
6.1.2	化学保藏剂的分类与作用	189
6.2	食品防腐剂和抗氧化剂的使用问题	190
6.3	食品化学防腐剂	191
6.3.1	食品防腐剂应具备的条件	191
6.3.2	常用化学防腐剂及其作用原理	192
6.3.3	天然防腐剂	196
6.4	食品抗氧化剂	198
6.4.1	食品抗氧化剂的概念和作用原理	198
6.4.2	油脂的氧化和抗氧化剂的基本作用	199
6.4.3	防止食品褐变用的抗氧化剂	202
6.4.4	食品脱氧剂	203
6.4.5	食品保鲜剂种类及其性质	204
第7章	食品辐照保藏	206
7.1	原子能辐射的基本知识	207
7.1.1	放射性同位素	207

7.1.2	放射性强度及其单位	207
7.1.3	辐射源	208
7.2	辐射的化学效应	209
7.2.1	食品辐射的化学效应	209
7.2.2	食品辐射的生物学效应	210
7.3	食品辐照工艺及条件控制	212
7.3.1	食品辐照的应用	212
7.3.2	辐照在食品杀菌保藏中的应用	213
7.4	食品辐照场结构与安全运行	215
7.4.1	辐照场构成	215
7.4.2	辐照加工处理的操作原则	215
7.5	辐照食品的安全与行业发展	216
7.5.1	辐照食品的安全性	216
7.5.2	我国食品辐照存在的问题与发展思路	217
第8章	食品杀菌保藏新技术	219
8.1	超高温瞬时杀菌技术	219
8.1.1	超高温瞬时杀菌的原理和特点	219
8.1.2	超高温瞬时杀菌的设备	221
8.1.3	超高温瞬时杀菌的应用	225
8.2	超高压杀菌技术	226
8.2.1	超高压杀菌的原理及其特点	226
8.2.2	超高压杀菌工艺及其设备	227
8.2.3	超高压杀菌技术的应用	230
8.3	微波杀菌技术	233
8.3.1	微波杀菌的原理及其特点	233
8.3.2	微波杀菌设备	235
8.3.3	微波杀菌的应用	237
主要参考文献		239

第1章 绪 论

食品保藏是为防止食品腐败变质,延长食用期限及长期保存所采取的技术措施。保藏在概念上包括储藏和贮藏(storage),储藏强调储存,贮藏则强调保鲜,如粮食储藏、果蔬贮藏。以保藏为主要目的的加工归结为食品保藏(preservation)加工,以加工产品为主要目的则为食品加工(processing)。但有些时候,食品加工与保藏不易区分,甚至可以相互转化,如早先的腌腊制品加工是为了保藏目的,但现在已经成为特色肉品加工目的。对于食品生产来说,食品加工与保藏是密不可分的,如罐藏食品,杀菌工序是典型保藏目的,但其前期加工调味等则不属保藏目的。任何食品离不开保藏,没有食品保藏就没有食品的储备、流通、市场。食品保藏既是独立的一类加工技术,又是各类加工食品必不可少的保藏技术。从广义来说,食品加工在概念上包括食品保藏加工,一般农畜产品食物原料初级加工多为保藏性加工,如食品冷加工、干制、杀菌为食品保藏范畴,而酿造加工、油脂加工、焙烤加工则纯属于食品(精深)加工范畴。也正因为如此,一些专业书籍的主体内容均为食品保藏加工理论,如《食品保藏原理》与《食品加工原理》,但后者在精深加工技术原理上明显增加。

1.1 食品保藏加工是农业产业化的必然需求

国以民为本,民以食为天。粮食既是关系国计民生和国家经济安全的重要战略物资,也是人民群众最基本的生活资料。粮食安全与社会的和谐、政治的稳定、经济的持续发展息息相关。完善粮食应急储备体系,确保粮食市场供应,最大限度地减少紧急状态时期的粮食安全风险,是政府的职责,也是粮食安全保障体系的重要组成部分。菜篮子工程关系到民生根本,关系到国民生活水平、食品安全、和谐社会创建。加强蔬菜贮藏保鲜技术的研究与应用,稳定蔬菜价格,在保障城市居民的消费需求的同时,促进农民的持续增收,避免“蒜你狠”等现象的再度发生,以免菜贵伤民。近年来,全国出现蔬菜价跌滞销现象,似乎一夜之间,菜价行情出现了逆转,全国大部分地区的菜价都出现了下跌,出现了农民卖菜难、经销商赔钱的情况,给蔬菜市场和农民带来很大的冲击。因此加强食品贮藏保鲜,淡季再售出,可增加菜农收入,有助于避免菜贱伤农的情况,解决均衡上市的问题。

食品保藏是维护食品品质,减少损失,实现全球周年均衡供应的重要措施,具有重要的经济效益和社会效益。食物原料主要来源于农产品,农产品初级加工主要为保藏性加工,多年来,由农户和专业合作组织自行完成的比重超过农产品产量的一半,由于设

施简陋、方法原始、工艺落后,导致农产品产后损失严重,品质下降。我国目前粮食产后损失率在8%~12%,每年因此损失的粮食超过250亿千克;蔬菜每年损失率更是超过20%,其中,叶菜类损失率超过30%,初步估计,每年我国只有60%~70%的蔬菜能得到有效利用,折合经济损失3000亿元以上,相当于1亿多亩*耕地的投入和产出被浪费掉。

2010年,规模以上农产品加工业产值突破10万亿元,规模以上企业从业人员达2500多万人,吸纳农村劳动力1500万人以上,农民直接增收2800亿元。在我国,长期以来对农产品比较重视产前和产中的栽培,而忽视了产后贮藏保鲜,造成前功尽弃,损失惨重,在相当程度上抵消了我们为增产付出的努力,这不仅严重侵蚀农业增效、农民增收的基础,也给农产品的有效供给和安全带来较大的压力和隐患。在许多发达国家,农产品的产后损失率在1.7%~5%,而在我国高达20%~30%,粮食平均损失也有14.8%。故降低农产品食物原料腐烂损失,提高农业资源的利用,增加农产品附加值,成为农业现代化的一项紧迫的任务。

1.2 工业食品快速发展对保藏加工提出了更高要求

当今世界,如何保证所有社会成员及时、充分地获得营养丰富、安全卫生的食品,已成为重要的社会保障性问题。因此,食品生产与保障状况是衡量一个国家经济与社会发展水平的主要标志之一。在我国全面建设小康社会的过程中,居民食品消费与市场需求将出现以下六大变化。

一是随着生活水平的提高,城乡居民消费将由生存需要逐步扩展到享受需要、发展需要,从而由过去单纯满足“饱腹”来“养活”自己的观念转向营养、保健与美食的享受。

二是随着居民收入的增长,恩格尔系数逐步下降,预计到2015~2020年城、乡居民的这一系数将由2002年的37%和47%分别降至30%和35%以下。食品消费将由单纯追求数量转向追求质量,特别是对工业制成品、半成品的需求将大幅度增长,从而为食品工业提供更广阔的市场。目前我国加工食品占居民饮食消费的比重不断增加,2013年全国食品总产值将有可能达到10万亿元的规模。

三是随着生活方式的变化与生活节奏的加快,居民特别是妇女用于家中做饭的时间日益缩短,在外就餐的消费支出不断提高,从而有力推动餐饮业的发展与加工食品市场的拓展。2002年,全国餐饮业销售收入为5092亿元,1998年以来以年平均15%的速度在增长。2013年,在“八项规定”的背景下,全国餐饮业销售收入为25392亿元,同比也增长了9%,呈现出餐饮业与食品工业比翼齐飞的态势。

四是随着农民经济状况的改善,农村在加工食品中的地位与作用将不断加大,具有更大的发展潜力。目前食品消费很多为非工业加工食品,从发达国家和我国沿海地区看,农民销售农产品、再从市场上购买加工食品的物流态势是一必然趋向。充分认识到这一

* 1亩≈666.7 m²。

潜在的市场，并及早抓好食品工业基地建设的布局。

五是随着国际经济交流与贸易往来的扩大，加工食品的进出口额将继续增长，不仅提高了经济效益，而且为引进先进设备和管理经验、实现国际食品资源共享创造了有利条件。近年来，全国食品工业出口额大幅增加，其中有些产品已在国际贸易中占有领先地位，这种有利格局应当巩固和扩大。

六是随着素质教育和公众营养事业的开展，以中小學生为主体的专项营养干预计划已在国内外扩大实施。据不完全统计，实行学校供餐计划的国家约有 47 个，开展学生奶计划的国家共 62 个。以美国为例，从 20 世纪 30 年代起就实施学校供餐计划，至今包括午餐、早餐、牛奶等 6 项计划，每日供应中小學生人数达 3500 万人以上。再如日本，从 1947 年起坚持全面推行学生午餐，共有 1250 万中小學生受益。不仅显著改善了学生的营养与健康，提高了人才素质，而且有力拉动了内需，促进了食品工业与农业的发展。

根据以上所述，不论过去、现在和未来，食品工业不仅是关系到国计民生的基础产业、朝阳产业，而且已成为国民经济中的一大支柱产业，在实现全面小康目标、带动经济与社会发展中将发挥更大的作用，并拥有巨大的市场潜力，迫切需要食品保藏加工新技术。

1.3 食品腐败变质的原因

1.3.1 微生物

自然界微生物分布极其广泛，几乎无处不在，而且生命力强，生长繁殖速度快。食品中的水分和营养物质是微生物生长繁殖的良好基质，如果保藏不当，食品易被微生物污染，进而导致腐败变质。引起食品变质腐败的微生物种类很多，主要有细菌、酵母菌和霉菌三大类。我们把引起食品腐败的微生物称作腐败微生物。

1.3.2 酶

酶是生物体内的一种特殊的蛋白质，具有高度的催化活性。绝大多数食品来源于生物，尤其是鲜活食品和生鲜食品，在其体内存在着具有催化活性的多种酶类，因此食品在加工和贮藏过程中，由于酶的作用，特别是由于氧化酶类、水解酶类的催化会发生多种多样的酶促反应，造成食品色、香、味和质地的变化。植物性食品，主要是新鲜果蔬，在采摘以后，虽然不再继续生长，但仍具有呼吸作用，能抵抗微生物的入侵，直到体内养分逐渐消耗，抗病能力减弱；或由于呼吸作用加强，放出热量增加，使温度升高，微生物趁虚而入，使其彻底腐烂。

1.3.3 食品褐变

由于果蔬中多酚氧化酶的作用,在有氧条件下,邻位的酚氧化为醌,醌很快聚合成褐色素而引起果蔬组织褐变,严重影响果蔬商品价值,导致经济损失,其中受机械损伤的果蔬尤为严重。非酶褐变主要是羰氨反应引起的褐变,焦糖化反应引起的褐变以及抗坏血酸氧化引起的褐变等,这些褐变常常由于加热及长期贮藏而发生,非酶褐变导致肉品、果蔬发生黑变,严重影响果蔬商品价值。羰氨反应是动物性食品长期贮存后发生褐变的主要原因。抗坏血酸褐变常引起酸性果汁,如富含抗坏血酸的柑橘汁、柠檬汁,在贮藏过程中色泽变暗,降低商品价值。

1.3.4 氧化作用

当食品中含有较多的不饱和脂肪酸及维生素等不饱和化合物,且在贮藏、加工及运输等过程中又经常与空气接触时,氧化作用将成为食品变质的重要因素。在因氧化作用引起的食品变质现象中,油脂的氧化和维生素、色素的氧化是特别重要的。上述变质现象会导致食品的色泽、风味变差,营养价值下降及生理活性丧失,甚至会生成有害物质。

1.3.5 害虫和鼠类

害虫和鼠类对于食品保藏有很大的危害性,它们不仅是食品保藏损耗加大的直接原因,而且它们排泄的粪便、分泌物、遗弃的皮壳和尸体等还会污染食品,甚至传染疾病,因而使食品的卫生质量受损,严重者甚至丧失商品价值,造成巨大的经济损失,暂且归并为食品的腐败变质。

1.4 食品腐败变质的影响因素

能够影响微生物生命活动、酶的活性、生化反应的因素,就能直接影响食品腐败变质速度,这些因素大多对食品腐败变质速度的影响具有一致性。

1.4.1 水分

水分是微生物生命活动的必要条件,细胞内所进行的各种生物化学反应,包括食品中酶所催化的各种化学反应,均以水为溶媒。在缺水的环境中,微生物的新陈代谢发生障碍,甚至死亡。各类微生物生长繁殖所要求的水分含量不同,因此,食品中的水分含量决定了生长微生物的种类。一般来说,含水分较多的食品,细菌容易繁殖;含水分少的食品,霉菌和酵母菌则容易繁殖。一般食品水分降到30%以下时,微生物生命活动受到抑制,当食品水分下降到12%左右时,微生物就生长困难,这就是半干食品、干藏食

品的水分控制依据。

食品中水分以游离水和结合水两种形式存在。微生物在食品上生长繁殖，能利用的水是游离水，因而微生物在食品中的生长繁殖所需水不是取决于含水量的高低，而是取决于水分活度(A_w)。因为一部分水是与蛋白质、碳水化合物及一些可溶性物质，如氨基酸、糖、盐等结合，这种结合水对微生物是无用的。因而通常使用水分活度来表示食品中可被微生物利用的水更具有准确性。水分活度(A_w)是指食品在密闭容器内的水蒸气压(P)与纯水蒸气压(P_0)之比，即 $A_w = P/P_0$ 。纯水的 $A_w = 1$ ；无水食品的 $A_w = 0$ ，由此可见，食品的 A_w 值为 0~1。一般半干食品 A_w 值在 0.75 以下，食品就具有一定的保藏特性，当食品 A_w 值降到 0.65~0.70 时，食品就可以长期干藏。新鲜的食品原料，例如鱼、肉、水果、蔬菜等含有较多的水分， A_w 值一般在 0.98~0.99，适合多数微生物的生长，如果不及时加以处理，很容易发生腐败变质。在实际中，为了方便也常用含水量百分率来表示干藏食品的含水量，并以此作为保藏性能的一项质量指标。

1.4.2 温度

温度是影响微生物生长与存活的最重要的因素之一。它对微生物的影响表现在两方面：一方面随着温度的上升，细胞中的生物化学反应速率和生长速率加快。在一般情况下，温度每升高 10°C ，生化反应速率增加一倍。另一方面，机体的重要组成如蛋白质、核酸等对温度都较敏感，随着温度的增高而可能遭受不可逆的破坏。因此，只有在一定范围内，机体的代谢活动与生长繁殖才随着温度的上升而增加，当温度上升到一定程度，开始对机体产生不利影响，如再继续升高，则细胞功能急剧下降以至死亡。各种微生物都有其生长繁殖的最低温度、最适温度、最高温度和致死温度。由于微生物生命活动实质就是酶参与的，温度对酶的活性的影响与微生物具有一致性。

因此，在食品保藏中，可以利用高温(如 121°C 、 100°C)来杀灭微生物，由此就形成了热力杀菌技术、食品的罐藏技术、果蔬的热烫护色技术。通过降低温度来抑制微生物、酶的活动，由此就形成了食品的冷冻(如 0°C 、 -18°C)保藏技术。目前，食品罐藏、食品冷冻保藏与食品干藏一起，构成了食品的主要保藏手段。

1.4.3 酸度

食品中的 pH 对微生物的生命活动影响很大，主要原因有以下几方面：引起细胞膜电荷的变化，从而影响微生物对营养物质的吸收；影响代谢过程中酶的活性。每种微生物都有其最适 pH 和一定的 pH 范围。在最适范围内酶活性最高，如果其他条件适合，微生物的生长速率也最高。大多数细菌、藻类和原生动物的最适 pH 为 6.5~7.5，在 pH4~10 也可以生长；放线菌一般在微碱性(pH7.5~8)最适合；酵母菌、霉菌则适合于 pH5~6 的酸性环境，但生存范围在 pH1.5~10。因此，在食品发酵过程中生成乳酸或添加食用酸($\text{pH} \leq 4.6$)来酸化食品均有利于保藏，近年来流行的泡凤爪等酸渍食品就属于这类。酸化对食品罐藏和食品冷藏等保藏方法有很好的协同作用，尤其直接影响罐藏食

品杀菌温度的选择。由于酸化对微生物、酶抑制不彻底，一般不宜作为独立的保藏手段。

1.4.4 渗透压

对一般微生物来说，它们的细胞若置于高渗溶液中，水将通过细胞膜从低浓度的细胞内进入细胞周围的溶液中，造成细胞脱水而引起质壁分离，使细胞不能生长甚至死亡。相反，若将微生物置于低渗溶液或水中，外环境中的水将从溶液进入细胞内引起细胞膨胀，甚至使细胞破裂。由于一般微生物不能耐受高渗透压，所以食品保藏常用高浓度的盐或糖保存食物，如盐渍蔬菜或蜜饯等，这就是食品的腌渍保藏。

1.4.5 防腐/保鲜剂

食品防腐剂能抑制微生物活动，防止食品腐败变质，从而延长食品的保质期。食品保鲜剂具有杀菌、抑制酶活性的作用，常用于新鲜果蔬的贮藏保鲜。由于食品防腐保鲜剂使用方便、价格较低，为一些企业所热衷。目前广泛使用的防腐剂有苯甲酸、苯甲酸钠、山梨酸、山梨酸钾、丙酸钙等，形成了食品化学保藏方法。随着食品安全水平的提高，食品防腐剂向天然生物防腐剂发展，近年来，在生物防腐保鲜剂的研究、生产、应用方面都取得了一定的进展，乳酸链球菌素就是生物防腐剂的典型代表。食品防腐保鲜剂的应用一般作为协同保藏手段，不宜作为独立的保藏方法。

1.4.6 微波

微波是频率为 300 MHz~300 GHz 的电磁波。微波与物料直接相互作用，将超高频电磁波转化为热能。微波会影响微生物膜断面的电位分布，影响细胞膜周围电子和离子浓度，从而改变细胞膜的通透性能，使其不能正常新陈代谢，甚至死亡。从生化角度来看，微生物正常生长和繁殖的核酸和脱氧核糖核酸是由若干氢键紧密连接而成的大分子，微波导致氢键松弛、断裂和重组，从而诱发遗传基因或染色体畸变，甚至断裂。微波杀菌正是利用电磁场热效应和生物效应起到对微生物的杀灭作用。目前微波杀菌器已经商业化，常用于一些半干食品的杀菌。同时，利用微波的热效应，目前已经形成热风与微波联合的节能干燥方式。

1.4.7 辐射

辐射能具有显著的低能高效特点，这种微小辐射能量会引起生物体一系列复杂变化，可导致生物体发育受到抑制和破坏，甚至死亡。食品辐射保藏使用最多的是⁶⁰Co所产生的 γ 射线，在剂量足够时，可以对食品及其他加工产品进行杀菌、杀虫、抑制发芽、延迟后熟等处理，借以延长食品保藏期。目前辐照保藏的食品种类还不是十分普遍，主要应用于香辛料杀菌，抑制马铃薯、洋葱发芽，干制品杀菌杀虫等。

1.4.8 氧气

氧气能促进需氧的腐败微生物的生长，也会促进新鲜果蔬呼吸作用和食品氧化反应的发生。若能减少食品与氧气的接触，就能提高食品的保藏效果。目前，广泛使用的真空包装、充氮包装、气调贮藏就是基于这个原理，属于有效的协同保藏手段。