

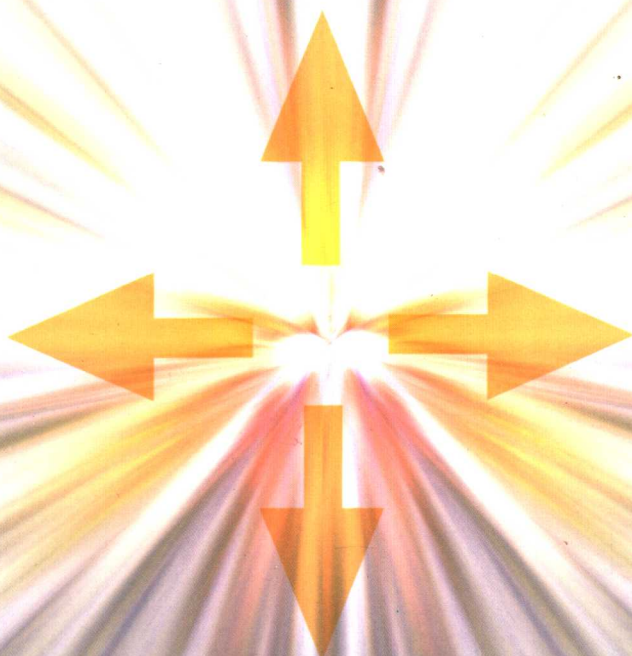
徐怀德 王云阳 主编

食品杀菌

食品杀菌技术是食品工业中的核心技术之一。本书结合生产实践系统地阐述了现代食品工程中应用的各种杀(除)菌技术的特点、原理及应用。

新技术

SHIPIN SHAJUN XIN JISHU



 科学技术文献出版社

食品杀菌新技术

主编 徐怀德 王云阳

编者 (以姓氏笔画为序)

王云阳 刘 伟 李桂峰 李志成
张存莉 罗安伟 段旭昌 徐怀德
高振鹏 梁 灵

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

图书在版编目(CIP)数据

食品杀菌新技术/徐怀德,王云阳主编.-北京:科学技术文献出版社,2005.7
ISBN 7-5023-4955-3

I. 食… II. ①徐… ②王… III. 食品卫生-灭菌-技术 IV. TS201.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 003683 号

出 版 者 科学技术文献出版社

地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038

图书编务部电话 (010)68514027,(010)68537104(传真)

图书发行部电话 (010)68514035(传真),(010)68514009

邮 购 部 电 话 (010)68515381,(010)58882952

网 址 <http://www.stdph.com>

E-mail: stdph@istic.ac.cn

策 划 编 辑 孙江莉

责 任 编 辑 孙江莉

责 任 校 对 唐 炜

责 任 出 版 王芳妮

发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销

印 刷 者 富华印刷包装有限公司

版 (印) 次 2005 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

开 本 787×1092 16 开

字 数 672 千

印 张 29.25

印 数 1~5000 册

定 价 45.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

食品杀菌技术是食品工业中的核心技术之一。本书结合生产实践系统地阐述了现代食品工程中应用的各种杀(除)菌技术的特点、原理及应用,其中包括加热杀菌、化学药物杀菌、电离辐射杀菌、紫外线、微波、超声波杀菌、过滤除菌、超高压杀菌、脉冲电场和磁场杀菌,欧姆加热杀菌、脉冲光和激光杀菌、食品加工洁净技术、食品包装与杀菌、食品加工栅栏技术等内容。本书旨在提高食品的品质和安全性,促进食品工业的科技进步。

本书可供食品科学与工程、制药工程、生物工程、生物技术、药学、生物制品领域的科技人员、生产管理人员阅读参考,以及可作为专业教材供相关专业的教师、本科生、研究生使用和阅读参考。

科学技术文献出版社是国家科学技术部系统唯一一家中央级综合性科技出版机构,我们所有的努力都是为了使您增长知识和才干。

前 言

食品是供给人类营养和能量的安全生物加工制品。食品中具有丰富的营养物质,可成为微生物生长活动的良好基质,从而导致食品腐败变质。食品加工技术实质是用一定技术对食品原料进行色、香、味、形、质再调制而使其得以长期保存,以满足不同人群不同嗜好的消费需求。

食品工业是人类的生命工业,食品安全问题越来越受到世界各国的重视,并成为影响农业和食品工业竞争力的关键因素。近年来国际上发生了疯牛病、口蹄疫、李斯特菌等对食物的污染和畜禽疾病对人类的传染,多属于食品中的有害微生物污染。为免受其害,各国纷纷在食品的原料生产、产品加工、市场销售以及进出口贸易上采取了更加严格的管理措施,进一步完善了相关的法律法规和食品安全技术标准,各种加强食品安全的高新技术在食品工业生产和产品研发中得到广泛应用。特别是新型的食品杀菌技术的应用,使加工食品既保持了高品质,又起到安全杀菌的作用。

食品杀菌技术是食品工业中的核心技术之一,从某种意义上讲,食品工业的发展史就是一部食品杀菌技术的发展史。食品的杀菌就是杀灭食品自身污染的、从食品包装容器带入的、加工与调配过程中由操作人员和设备引入的、以及生产环境中存在的各种有害微生物,从而保持食品品质并达到一定保藏期的一种技术。食品杀菌费用在一些食品加工成本中占相当大比例,杀菌的经济性直接影响产品的价格和市场竞争力,杀菌工艺的好坏直接影响产品的质量和安全。

近年来我国食品加工技术有了很大进步,在杀菌技术的研究开发方面也有了长足的发展,但和发达国家比较仍显不足。进一步对食品杀菌新技术的研究开发有助于改善我国在此领域的落后状况,也是发展我国食品加工技术的迫切需要。我们编写《食品杀菌新技术》一书,旨在提高食品的品质和安全性,促进食品工业

的科技进步。

本书编写分工如下:徐怀德编写第一章绪论,李志成编写第二章加热杀菌,王云阳编写第三章化学药物杀菌、第四章电离辐射杀菌,王云阳、李桂峰、高振鹏编写第五章紫外线、微波、超声波杀菌,梁灵编写第六章过滤除菌,段旭昌编写第七章超高压杀菌、第九章欧姆加热杀菌,李桂峰编写第八章脉冲电场和磁场杀菌,李桂峰、张存莉编写第十章脉冲光和激光杀菌,徐怀德、王云阳、刘伟编写第十一章食品加工洁净技术,高振鹏编写第十二章食品包装与杀菌,罗安伟编写第十三章食品加工栅栏技术。全书由徐怀德策划、设计、统稿。

本书在查阅大量文献资料的基础上,结合生产实践,系统地阐述了现代食品工程中应用的各种杀(除)菌新技术的特点、原理及应用。此书编写中可供参考的资料不多,加上作者水平有限,因此书中的错误和不足在所难免,恳请广大读者和同行专家提出宝贵意见,在此表示感谢。

本书编写过程中参阅了大量同行专家新的科研成果和资料,均注明出处,每章后均附录了参考文献,但疏漏或误解之处仍恐难免,在此除表示衷心感谢,还敬请批评指正。

本书可供从事食品科学与工程、制药工程、生物工程、生物技术、药学、生物制品领域的科技人员、生产管理人员参考,也可供相关专业大专院校教师、本科生、研究生参考。

徐怀德 王云阳

于西北农林科技大学

食品科学与工程学院

2004年5月18日

目 录

第一章 绪论	(1)
一、食品保存杀菌历史	(1)
二、食品杀菌相关名词	(5)
三、常见食品杀菌新技术简介	(10)
四、食品杀菌与食品安全	(16)
第二章 加热杀菌	(19)
第一节 加热杀菌原理	(19)
一、微生物的耐热性	(19)
二、影响微生物耐热性的因素	(29)
三、食品加热杀菌效果的影响因素	(37)
四、加热处理对食品成分的影响	(38)
第二节 加热杀菌条件确定	(43)
一、杀菌值的确定	(44)
二、杀菌条件的推算	(45)
第三节 加热杀菌方法及装置	(52)
一、加热杀菌方法	(52)
二、食品加热杀菌装置	(58)
第四节 加热杀菌在食品工业中的应用	(69)
一、常见食品的低温加热杀菌	(69)
二、常见食品的高温加热杀菌	(72)
三、食品超高温瞬时杀菌	(76)
第三章 化学药物杀菌	(78)
第一节 化学药物杀菌机理	(79)
一、化学药物杀菌机理	(79)
二、影响药物杀菌作用的因素	(83)
第二节 卤素系杀菌剂	(86)

一、卤素系杀菌剂基本理论·····	(86)
二、常用卤素系杀菌剂·····	(89)
三、卤素系杀菌剂的应用示例·····	(97)
第三节 氧化剂类杀菌剂·····	(102)
一、过氧化氢·····	(102)
二、过氧乙酸·····	(104)
三、臭氧·····	(106)
第四节 表面活性剂杀菌剂·····	(118)
一、阳离子型表面活性剂·····	(118)
二、两性型表面活性剂·····	(120)
三、阴离子型表面活性剂·····	(120)
第五节 杂环类气体杀菌剂·····	(121)
一、环氧乙烷·····	(121)
二、环氧丙烷·····	(123)
三、其他·····	(124)
第六节 醇类消毒剂·····	(124)
一、乙醇·····	(125)
二、异丙醇·····	(126)
第七节 食品防腐剂·····	(126)
一、苯甲酸·····	(127)
二、苯甲酸钠·····	(127)
三、山梨酸·····	(128)
四、山梨酸钾·····	(129)
五、对羟基苯甲酸酯·····	(130)
六、丙酸·····	(130)
七、二氧化硫·····	(131)
第八节 天然食品杀菌防腐剂·····	(132)
一、乳酸链球菌素·····	(132)
二、溶菌酶·····	(134)
三、抗菌肽·····	(137)
四、鱼精蛋白·····	(140)
五、中草药及其提取物·····	(144)
六、天然食用香辛料植物及其提取物·····	(147)
第四章 电离辐射杀菌·····	(153)
第一节 电离辐射的原理·····	(155)
一、电离辐射的种类·····	(155)

二、电离辐射杀菌基本概念	(156)
三、电离辐射原理	(157)
四、辐照的物理学效应、化学效应	(160)
第二节 辐射杀菌原理	(162)
一、电离辐射灭菌原理	(162)
二、微生物对电离辐射的响应	(163)
三、影响微生物辐射敏感性的因素	(167)
第三节 食品辐射杀菌的安全性	(170)
一、辐射对食品成分的影响	(170)
二、辐射食品的安全性	(175)
第四节 放射线杀菌的应用	(178)
一、辐射装置	(179)
二、高照射剂量	(180)
三、中剂量辐照	(182)
四、低剂量照射	(182)
五、应用举例	(183)
六、电离辐射食品杀菌的特点	(189)
第五章 紫外线、微波、超声波杀菌	(192)
第一节 紫外线杀菌	(192)
一、紫外线的性质及杀菌作用	(192)
二、紫外线杀菌机理	(194)
三、紫外线损伤的修复	(195)
四、影响紫外线消毒效果的因素	(195)
五、紫外线消毒灭菌的应用	(198)
六、紫外线消毒注意事项	(204)
第二节 微波杀菌	(205)
一、微波的特点	(206)
二、微波杀菌机理	(209)
三、微波的杀菌作用及其影响因素	(210)
四、微波消毒的应用	(213)
五、微波杀菌的安全性	(215)
第三节 超声波杀菌	(218)
一、超声波	(218)
二、超声波杀菌机理	(220)
三、超声波的杀菌作用	(222)
四、超声波的应用	(225)

第六章 过滤除菌	(231)
第一节 过滤除菌原理	(231)
第二节 过滤器的种类	(234)
一、积层式过滤器	(234)
二、筛分式过滤器(膜过滤器)	(237)
三、板框式压滤机	(240)
四、真空过滤机	(241)
第三节 空气过滤除菌	(241)
一、空气过滤除菌流程	(241)
二、空气过滤除菌设备	(244)
三、空气过滤除菌的注意事项	(252)
第四节 液体过滤除菌	(253)
一、微滤	(254)
二、超滤	(256)
三、纳滤	(258)
四、反渗透	(259)
五、滤菌器的应用	(259)
第五节 过滤除菌的应用举例	(260)
一、酱油、食醋过滤除菌	(260)
二、啤酒过滤除菌	(263)
三、鲜奶的微滤除菌	(264)
第七章 超高压杀菌	(266)
第一节 超高压杀菌原理	(266)
一、超高压杀菌原理	(266)
二、超高压对微生物致死的机制	(270)
第二节 影响超高压杀菌的因素	(273)
一、压力的大小和加压时间	(274)
二、加压的方式	(274)
三、温度对超高压杀菌的影响	(275)
四、pH对超高压杀菌的影响	(277)
五、微生物的种类和特性对超高压杀菌的影响	(277)
六、微生物生长阶段对超高压杀菌的影响	(277)
七、食品成分对超高压杀菌的影响	(278)
八、水分活度对超高压杀菌的影响	(279)
第三节 超高压技术在食品保藏中的应用	(279)

一、超高压对食品中营养成分的影响	(279)
二、超高压杀菌的应用示例	(280)
第四节 超高压处理设备	(284)
一、超高压处理装置及分类	(284)
二、超高压装置简介	(285)
三、高压处理生产操作简介	(286)
第八章 脉冲电场和磁场杀菌	(288)
第一节 脉冲电场杀菌	(288)
一、脉冲电场杀菌装置组成	(288)
二、脉冲电场杀菌原理	(293)
三、脉冲杀菌的生物学效应	(295)
四、影响脉冲电场杀菌的因素	(297)
五、脉冲电场杀菌应用	(303)
第二节 脉冲磁场杀菌	(305)
一、脉冲磁场杀菌原理	(306)
二、脉冲磁场杀菌技术	(308)
三、脉冲磁场杀菌应用	(311)
第三节 电解杀菌和交流电杀菌	(313)
一、电解杀菌	(313)
二、交流电杀菌	(314)
第九章 欧姆加热杀菌	(317)
第一节 欧姆加热技术原理	(317)
一、欧姆加热基本原理	(317)
二、影响欧姆加热因素	(319)
第二节 欧姆加热过程的模拟	(323)
第三节 欧姆加热杀菌装置和工艺操作	(325)
一、欧姆加热杀菌装置	(325)
二、欧姆加热杀菌工艺操作	(326)
三、欧姆加热杀菌应用	(326)
第四节 欧姆加热杀菌产品品质	(327)
第十章 脉冲光和激光杀菌	(332)
第一节 脉冲光杀菌	(332)
一、脉冲光杀菌的基本原理	(332)
二、脉冲光杀菌设备	(333)

三、脉冲光杀菌的生物学效应	(334)
四、脉冲光杀菌技术的应用	(335)
五、脉冲光技术对食品成分的影响	(338)
第二节 激光杀菌	(340)
一、激光杀菌原理	(340)
二、激光杀菌技术	(342)
三、激光技术的应用	(345)
第十一章 食品加工洁净技术	(348)
第一节 食品加工洁净厂房	(349)
一、食品加工的污染源	(349)
二、食品 GMP 对食品加工环境的清洁要求	(351)
三、食品加工洁净厂房	(352)
第二节 食品加工用水的洁净技术	(376)
第三节 食品生产中的洗涤和消毒	(378)
一、清洗的原理	(379)
二、洗涤剂的种类及选用	(380)
三、洗涤方法	(381)
四、食品生产经营场所的洗涤和消毒	(382)
第四节 食品从业人员卫生控制	(384)
一、从业人员的健康教育	(384)
二、皮肤清洁与消毒	(384)
三、服装和卫生习惯	(387)
第五节 CIP 清洗	(388)
一、CIP 的定义和特点	(388)
二、CIP 清洗剂及消毒剂	(389)
三、CIP 清洗原理及影响洗涤效果的因素	(391)
四、CIP 装置	(393)
五、CIP 运行过程及清洗程序	(397)
六、CIP 操作注意事项	(399)
七、对 CIP 清洗洁净度的评估	(400)
第十二章 食品包装与杀菌	(402)
第一节 食品包装的重要性	(402)
一、食品包装的目的	(402)
二、包装食品存储过程中的微生物变化	(403)
第二节 食品包装材料	(404)

一、食品软包装材料	(404)
二、金属、玻璃、陶瓷包装材料	(409)
三、活性抗菌包装	(412)
第三节 包装材料的杀菌方法	(415)
一、软包装材料的杀菌	(415)
二、玻璃、金属容器的杀菌	(416)
第四节 食品无菌包装技术	(419)
一、无菌包装的基本概念和基本原理	(421)
二、食品的灭菌技术	(422)
三、包装容器(或材料)的灭菌技术	(422)
四、食品无菌包装系统	(423)
五、无菌包装的特点	(435)
 第十三章 食品加工栅栏技术	 (437)
第一节 栅栏技术与食品防腐	(437)
一、栅栏技术及栅栏效应	(437)
二、栅栏技术与食品防腐	(439)
第二节 栅栏技术在食品工业中的应用	(442)
一、栅栏技术在国外食品工业中的应用	(442)
二、栅栏技术在我国食品工业中的应用	(444)
三、栅栏技术与食品新产品开发	(452)

第一章 绪 论

一、食品保存杀菌历史

食品(物)收集时期包括人类起源的 10 万多年前到 8000 多年以前,据推测,在这段时期,人类是食肉的,其后期是以植物作为食物,也正是在这个时期,首次开始食用熟的食物。

食品的产生起源于 8000 至 10000 年以前。推测在这段时间的早期,出现了食品腐败和食物中毒问题。随着制作食物的出现,由于食物以及不合适的保存方法引起食物迅速腐败所造成的疾病传播问题也就出现了。食品制作约起源于公元前 6000 年。大约在公元前 500 年,陶器的制作方法从亚洲传到了西欧。亚洲第一个煮壶要追溯到大约公元前 8000 年以前。谷物的烹调、酿造和食品的保藏技艺就是从这一时期开始的或得到促进,并有了新的发展。最早酿造啤酒的证据可以追踪到古巴比伦时代,即远在公元前 7000 年。大约公元前 3000 年,苏美尔人被认为是最早进行规模化饲养家畜和制作乳品的人,并首先制出了黄油。众所周知的盐渍肉、鱼、脂肪,也都与杀菌有关。早在公元前 3000 年,埃及人就食用牛奶、黄油和奶酪;公元前 3000 至 1200 年,犹太人用死海中获得的盐来保存各种食物;中国和希腊人的食物中就有盐腌鱼。据说是希腊人把这种方法传给了罗马人,罗马人的食物就包括盐腌肉。木乃伊的制作和食物的保存技术是相关的,并对其他生产发展起着影响。现已知道,早在公元前 3500 年就有了葡萄酒的酿造。中国人和古巴比伦人早在公元前 1500 年就制作和食用发酵香肠。

在这一时期出现的另一种保存食物的方法是使用橄榄油和芝麻油。Seneca 指出,在大约 1000 多年以前,罗马人在保存除牛肉以外其他肉食方面的技术非常领先,并使用雪来包裹虾和其他易腐烂的东西。据推测,正如奶酪和葡萄酒的制作一样,熏肉的制作作为一种贮藏方式是在这一阶段出现的。人们在这一时期是否就明白这些新发现的保存技术的本质,是否认识到食物在传播疾病中的作用和食用感染后所带来的危害,现在不得而知。

在耶稣基督诞生和公元 1000 年期间,对食物中毒和食物腐败方面的认识几乎没有什么明显的进展。中世纪时,麦角中毒(由一种生长在黑麦和其他谷物中的真菌麦角菌引起)造成了许多人死亡,仅在公元 943 年法国由于麦角中毒就有造成 40000 多人死亡的记录,当时并不知道这种中毒是由一种真菌所引起。1276 年在奥格斯堡颁布了一道屠宰和检查的强制性命令。虽然到 13 世纪人们意识到肉食的质量特性,但是毫无疑问还没有认识到肉的质量与微生物之间会产生必然的因果关系。修道士 A. Kircher 可能是第一个指出腐败食品中微生物的作用的人。早在 1658 年, A. Kircher 在研究腐烂的尸体、腐败的肉和牛奶以及其他物质时发现了当时他称之为“虫”的物体。然而,由于 A. Kircher 的描述不够严谨,他的观察结果并没有被广泛地

接受。L. Spallanzani 于 1765 年指出:将煮沸的牛肉汤放置 1h 后就会腐败,而煮沸后封闭保存的牛肉汤则不会变质。L. Spallanzani 用他的实验反驳了生命会自然产生的学说。但是,当时他并不能使他的支持者确信他的理论,因为他们认为 L. Spallanzani 的实验结果是由于煮沸赶走了与生命自发产生至关重要的 O_2 所导致。1837 年 Schwann 将经过加热管的空气通入加热过的浸液中后,仍然可以保持浸液的无菌状态。虽然 A. Kircher 和 L. Spallanzani 提出了通过加热可以保存食物的观点,但是他们都没有把其发现进行相关的应用研究。D. Papin 和 G. Leibniz 在 18 世纪也提出过类似加热可以保存食物的观点。

真正的罐藏始于 1795 年,当时法国政府为找到实用的食物保存方法,提供了 1.2 万法郎的奖金进行悬赏。1809 年,巴黎的糖果制造商 Francois Appert 使用玻璃瓶成功地保存了肉类物质,其方法就是把玻璃瓶放入煮沸的水中保持不同的时间。这一发现于 1810 年公诸于世,Appert 为此也获得了专利。由于 Appert 不是专门进行研究的科学家,因此没有意识到自己的发现所具有的深远意义,也不知道其中的原因。当然,众所周知,这就是现在使用的罐藏方法的开始。这一发现比 L. Pasteur 阐明法国葡萄酒酸败是由于微生物作用的结果要早 50 年。L. Pasteur 的发现又重新发现了细菌。早在 1683 年,荷兰人 A. Leeuwenhoek 通过显微镜已经观察到了细菌,并且对细菌进行了描述。但是,Appert 不可能认识到这一点,因为 Appert 并不是科学家。即使是在法国也没有出现 A. Leeuwenhoek 那样的观察报告。

第一个意识并发现食品中微生物的存在及其作用的人是 L. Pasteur。他在 1837 年指出:牛奶变酸是由微生物所造成的。大约在 1860 年,L. Pasteur 首先用加热的方法杀灭了葡萄酒和啤酒中令人讨厌的微生物,这一过程就是目前所说的 Pasteur 灭菌法。

有关食品杀菌具有重要意义的事件:

1659 年 Kircher 证实了牛乳中含有细菌。

1680 年 Leeuwenhoek 首先发现了酵母细胞。

1765 年 意大利的阿陪·斯巴拉则尼开始了玻璃罐头热保存方法的研究。

1782 年 瑞典化学家开始使用罐藏的醋。

1810 年 法国 Appert 的罐藏食品技术获得专利。Peter Durand 获得英国专利,该技术是“使用玻璃、陶器、锡或其他金属材料、合适的材料保存食物”,Hall、Gamble 和 Donkin 从 Appert 处获得此专利。

1813 年 Donkin、Hall 和 Gamble 对罐藏食品采用后续工艺保温技术。认为使用 SO_2 作为肉的防腐剂是从这个时候开始。

1821 年 美国开始制造金属罐装食品。

1825 年 T. Kensett 和 E. Daggett 的马口铁罐藏食品技术获得美国专利。

1827 年 英国伦敦已开始用次氯酸盐对环境进行消毒。

1841 年 LA. Fastier 由于使用盐水浴提高了水的沸点。

1840 年 首次将鱼和水果制成罐头。

1843 年 I. Winslow 首次使用蒸汽杀菌。

1845 年 S. Elliott 将罐藏技术传播到澳大利亚。

1853 年 R. Chevallier-Appert 因食品的高压灭菌获得专利。

1854年 Pasteur 研究葡萄酒的难题,在 1867—1868 年间采用加热去除不良微生物的方法进入工业化实践。

1876年 Tyndall 发现腐败物质中的细菌总是可以从空气、物质或容器中检测到。

1880年 在德国开始对乳品进行巴斯德杀菌。

1882年 Krukowisch 首次提出臭氧对腐败细菌具有毁灭性作用。

1888年 Miquel 首先研究嗜热细菌。

1888年 Gaertner 首先从导致 57 人食物中毒的肉食中分离出肠炎沙门氏菌。

1890年 在美国对牛乳采用工业化巴斯德杀菌工艺。

1891年 纽约市健康委员会签署了要求对牛奶进行巴斯德杀菌的命令。

1895年 伦琴发现 X 射线以后,次年就发现了这种奇妙的射线还有灭菌的作用。

1897年 Engler 和 Pickoff 将甲酚溶解于肥皂液中配制出另一类消毒剂——来苏儿。

1894年 T.Denys 首次将葡萄球菌与食物中毒联系起来。

1895年 Russell 首次对罐藏食品进行细菌学研究。

1902年 “嗜冷菌”这一概念被 Schmidt-Nielsen 用在处于 0℃ 条件下生长的微生物。

1903年 发现紫外线对空气中的微生物具有杀灭作用。

1908年 美国官方批准苯甲酸钠作为某些食品的防腐剂。

1909年 在德国科隆臭氧被用于肉类冷藏,这是已知臭氧作为食品保鲜剂的最早实例。

1917年 法国开发了回转式高温高压杀菌装置。

1920年 Bigelow 和 Esty 发表了关于芽孢在 100℃ 下的耐热性的系统研究, Bigelow、Bohart、Richardson 和 Ball 提出计算热处理的“一般方法”。

1922年 Esty 和 Meyer 提出肉毒梭状芽孢杆菌的芽孢在磷酸缓冲溶液中的 Z 值为 18F。

1922年 Zsigmondy 和 Buchmann 获得了膜滤器的专利,对过滤细菌有效。

1924年 气态臭氧开始用于食品业。

1929年 使用高能辐射处理食品的专利在法国签署。

1929年 美国的 B.E. Proctor 首次采用离子辐射保存汉堡肉。

1937年 L. Bier 和 Hazen 鉴定出 E 型肉毒梭状芽孢杆菌。

1939年 Kaess 和 Kimei 研究了 CO₂ 空气中和臭氧空气中的蛋类冷藏。0℃ 80%~90% RH, 蛋类持续置于 2.5 mg/m³ 臭氧 6 个月以上,不产生细菌或霉菌。但 RH 增高时,冷藏的鸡蛋上发现了青霉菌。

1940年 到美国的 80% 鸡蛋冷藏库都装备了臭氧发生器,用以灭霉延长鸡蛋的贮藏期。

1940年 美国开始了软罐头食品的研究。

1940年前后 Fleming, Nyrop, Brown 等人已研究证实高频电磁波对微生物具有致死作用。

1945年 McClung 首次证实食物中毒中产气荚膜梭状芽孢杆菌的病原机理。

1947年 德国开放了加压热水循环回转式全自动高温高压杀菌装置。

1950年 D 值概念进入使用。

1955年 山梨酸通过批准作为食品防腐剂。

1956年 法国首创超高温杀菌技术。

1960年 Moller 和 Seheibel 鉴定出 F 型肉毒梭状芽孢杆菌。首次报道黄曲霉产生黄曲霉毒素。

1960年 Dessel 等人用 2450 MHz 的微波证明在相同的灭菌效果下,微波技术所需时间仅为传统加热时间的 $1/9 \sim 1/2$ 。

1962年 Kiss 和 Michl 从铃蟾 (*Bombina variegata*) 皮肤分泌物中发现具有抗菌且溶血作用的肽类。

1967年 第一台工业化辐射食品设备进行设计构思,并在美国完成设计。

1970年 联合国粮农组织 (FAO)、国际原子能机构 (IAEA)、世界卫生组织 (WHO) 的专家在日内瓦会议上确立食品辐照领域的国际计划 (The International Project in the Field of Food Irradiation 简称 IFIP), 成立辐照食品联合委员会。

1971年 在美国的马里兰州首次暴发食品传播的副溶血弧菌引起的胃肠炎。

1976年 栅栏技术是由德国 Kulmbach 肉类研究联合中心的 Leistner (研究中心微生物和毒理学研究所所长) 和 Robel 在长期研究的基础上率先提出的。

1976年 联合国粮农组织、世界卫生组织等国际组织根据大量国际研究资料,明确提出食品辐照过程实际上是一种物理过程。

1980年 10月27日至11月3日 辐照食品联合委员会举行的第四届专门委员会认为“用 10 kGy 以下的平均剂量照射任何食品,在毒理学、营养学及微生物学上都丝毫不存在问题,而且,今后无需再对经低于此剂量照射的各种食品进行毒性试验。”

1981年 在美国暴发了食物传播的李斯特菌。

1984年 由原国家商检局首先制定了类似 GMP 的卫生法规《出口食品厂、库最低卫生要求》,对出口食品生产企业提出了强制性的卫生规范。

1985年4月 英国发现可疑疯牛病病例。

1987年12月至1988年2月 上海甲型肝炎暴发性流行事件,30万市民染上肝炎。

1988年 在美国,乳酸链球菌肽被列为“一般公认安全”(GRAS)。

1990年 美国对海鲜食品强制性实施 HACCP 体系。

1990年4月 高压食品首先在日本诞生。

1991年 日本明治屋食品公司生产出世界上第一种高压果酱食品。

20世纪90年代初 美国圣地亚哥纯脉冲技术研究所利用瞬时、高强度的脉冲光能量杀灭暴露在食品和包装材料表面的包括细菌、霉菌、孢子、病毒、原生质、休眠孢子等在内的各类微生物以及食品中的内源酶。

1991年以来,在英国、日本、法国和美国已将欧姆加热杀菌技术及设备应用于低酸或高酸性含颗粒食品的加工。

1996年5~8月 大肠杆菌 O157 流行事件(日本),44个地区,7万例,死亡12人。

1996年3月20日 英国政府正式承认疯牛病可传染给人,潜伏期5~15年。焚烧400万头牛,直接损失60亿美元,间接损失300亿美元。

1998年 我国颁布了《中国保健食品良好生产规范》,并将其列入国家标准 (GB 17405—