

食品热力杀菌 理论与实践

漳州中罐协科技中心 编著

THERMAL PROCESSES FOR FOODS
PACKAGED IN SEALED CONTAINERS—
THEORY & PRACTICE

食品热力杀菌理论与实践

漳州中罐协科技中心 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品热力杀菌理论与实践/漳州中罐协科技中心编著. —北京:
中国轻工业出版社, 2014. 3
ISBN 978-7-5019-9428-1

I. ①食… II. ①漳… III. ①超高温灭菌
IV. ①TS205. 9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 196992 号

责任编辑: 李亦兵 责任终审: 张乃柬 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 王超男 责任校对: 燕 杰 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市万龙印装有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2014 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 889 × 1194 1/16 印张: 24. 75

字 数: 568 千字 插页: 12

书 号: ISBN 978-7-5019-9428-1 定价: 158. 00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

130233K1X101ZBW

本书编委会

主	任	林焜辉					
技术总	顾问	孙晓春					
主	编	杨式培					
副	主	编	施羽隆				
编	委	华懋宗	顾洪法	赵冠群	郑艺英	郑必铭	刘敬义
		李 阳	王小华	邵潍潍	邢召波	项建胜	王竟竟
		洪小云	莫永繁	陈志峰			

编写分工

第 1 章	赵冠群	华懋宗					
第 2 章	顾洪法						
第 3 章	顾洪法	赵冠群	孙晓春	杨式培	施羽隆	项建胜	李 阳
	邵潍潍	邢召波					
第 4 章、第 5 章	华懋宗						
第 6 章、第 7 章	顾洪法						
第 8 章、第 9 章	华懋宗						
第 10 章、第 11 章	顾洪法						
第 12 章、第 13 章	顾洪法	华懋宗	郑艺英	赵冠群			

序

改革开放以来,我国食品加工业快速发展,多数加工食品均需要杀菌。热力杀菌工作者对杀菌技术的理解和掌握程度,直接关系到加工食品的品质与安全。如果工艺制定者对杀菌技术一知半解,而通过传、帮、带的形式培养出来的技术工人只是一味地模仿师傅的操作,势必造成杀菌规程不科学,杀菌操作不规范,加工出来的食品品质不稳定,企业经济效益受到损害,食品安全留下隐患。不少食品加工企业由于缺乏必要的杀菌理论知识,很多本来通过合理的杀菌就可以达到所期待的保质期的食品不得不添加防腐剂来保证食品的保质期。滥用防腐剂成为我国食品工业的安全隐患之一,这与食品加工企业缺乏正确的食品热力杀菌工艺不无关系。



与此同时,食品杀菌设备制造厂家对食品热力杀菌技术的理解程度也极大地影响了杀菌设备的技术水平的发展,最终直接影响到食品的杀菌效果。换言之,无论是食品加工企业还是食品热力杀菌设备的制造企业,都必须具备基本的食品热力杀菌理论和技术。

山东诸城金鼎机械有限公司作为食品杀菌设备的专业制造企业之一,在 20 世纪公司创建初期,就多方寻找有关食品热力杀菌的技术书籍,但能系统、全面地论述杀菌理论的专业书籍无处可寻,理论联系实际指导杀菌操作的技术资料或书籍更是稀少。组织业内技术专家编撰一本理论与实践相结合、对杀菌设备制造企业和杀菌设备使用企业都有指导意义的实用性食品热力杀菌技术书籍,一直是食品热力杀菌相关的企业和技术人员梦寐以求的工作。

在中国罐头工业协会科技工作委员会的组织领导下,以漳州中罐协科技中心为主要业务依托,组织来自杀菌设备制造企业的专家和食品业界知名杀菌权威专家,经过两年多的筹备、撰写、研讨和反复修改,一本理论联系实际、重视系统性和实用性的食品热力杀菌技术书籍终于即将出版了。有幸作为本书的技术总顾问,在与业内热力杀菌专家交流过程中深感理论与实践相结合的必要性,也深感热力杀菌设备制造企业与杀菌专家共同筹划编撰实用技术书籍的重要意义。站在热力杀菌设备制造企业的立场上看,本书的编撰工作本身就是设备制造方与使用方的技术交流与合作,是上下游产业开展技术联合的重要成果。

本书全体编委一再强调全书要体现理论与实践相结合,重视实用性和系统性。仅仅介绍杀菌的理论知识而不介绍杀菌设备的结构原理,必然会降低本书的实用性;仅仅讲述热分布测试和产品的热穿透测试而不详解对美低酸登记的方法与步骤,同样难以满足输美出口食品企业的需求;仅仅讲解杀菌的原理和规范操作方法及顺序而不讲解出现异常情况时的纠偏措施,更是无法帮助热力杀菌工作者有效地应对突发情况。实用、合理、科学、规范是本书编撰的基本思路,编委会的这一思路一直贯穿着全书的每个章节。

《食品热力杀菌理论与实践》一书的出版发行,填补了我国在食品热力杀菌技术领域的空白,对我国广大食品加工企业的热力杀菌技术水平的提高必将起到积极的促进作用,同时,对杀菌设备制造企业技术水平的提升和规范也将作出重要的贡献。

技术总顾问 
2013 年 9 月

前 言

钻木取火以及保留火种改变了原始人类茹毛饮血的生食习惯，熟食标志着人类文明的一大进步。在漫长的人类历史中，食品的加热与储藏一直是人类活动中不可或缺的重要活动。

1804 年，法国面包师尼古拉·阿佩尔发明了罐头，虽然能有效延长食品的储藏期，但并没能真正阐明罐头的保藏机理。直至 50 多年后，法国微生物学家路易斯·巴斯德才真正阐明了食品腐败的机理，从而奠定了食品杀菌储藏的科学基础。

随着罐头食品加工技术的应用推广，美国的科学家进一步应用数学和热力学原理对食品的热力杀菌做了大量的科学研究，形成了现有的热力杀菌数学模型，并为各国食品科技人员所采用。食品热力杀菌基础理论的研究极大地促进了杀菌设备制造技术的提高，设备制造企业不断推出了能满足各种食品杀菌需要的新设备。随着电子技术的快速发展和日益普及，自动化控制技术已经普遍应用于各种杀菌设备，从最初简单的仪表自动化控制到 PLC、PC 的应用，从早先的蒸汽杀菌（或水杀菌）等食品杀菌设备发展到目前的全自动、多功能、节能减排型的食品杀菌设备。很显然，现代食品热力杀菌技术是食品加工技术体系中十分重要的组成部分，是建立在微生物学、热力学、数学、机械物理学、现代电子控制技术等多学科基础上的实用性技术。

没有理论指导的实践活动是盲目的，而没有经过实践检验的理论知识更是纸上谈兵。本书的内容构成注重理论与实践相结合，编撰人员中既有罐头行业内知名的专家学者，他们具备多年的实际工作经验，具有扎实的理论知识；又有在食品杀菌设备的研发与制造方面的行家里手。基于理论与实践相结合的编撰原则，本书详尽阐述了食品热力杀菌的原理、杀菌方法及常见杀菌设备的基本构造和要求，对可能影响杀菌效果的诸多因素逐一进行论述；在此基础上，进一步介绍微生物热力杀菌的数学模型，包括 D 值、 Z 值、 F 值的概念和实际应用；还有专门章节介绍食品热穿透与杀菌设备热分布的测试方法，以及制订合理杀菌规程的程序，力求通过杀菌设备及食品的杀菌规程来保障科学、合理、有效的食品热力杀菌操作。

由于美国科学家在食品热力杀菌领域的研究成果已经被广泛应用，并被编入美国相关法规之中，故本书还专门编入了美国政府和机构有关食品热力杀菌方面的法规和相关的技术公报的中文译本，使科技人员在这方面有比较全面的认识。同时，考虑到中国输美食品企业的实际需要，专设一节介绍对美出口低酸/酸化罐头食品时向 FDA 注册登记的方法与步骤，增强了本书的实用性。

罐藏食品是对热力杀菌要求最为严格的食物，迄今为止，食品热力杀菌的基本理论正是建立在罐藏食品的热力杀菌实践基础之上的。因此本书以罐藏食品作为主要叙述对象，通过对罐藏食品热力杀菌理论与实践的学习，食品企业的技术人员可以全面掌握食品热力杀菌的科学知识，并在工作中加以应用。本书所叙述的食品热力杀菌理论知识和实际应用基本涵盖了所有食品的热力杀菌领域，是食品加工企业不可或缺的一本实用性技术书籍。

本书由漳州中罐协科技中心组织编写，自本书编委会 2011 年 3 月成立以来多次筹划，编委会主任、主编、副主编及技术总顾问等有关领导经常与编委沟通，特别是与汕头轻工机械厂、中天昊宇科技股份有限公司、上海圣懋控制设备公司、义乌易开盖实业公司、山东好是好机械股份公司等单位



领导或专家协商，与编写人员多次研讨，反复推敲编写大纲、听取各方意见，不断修改和完善目录，编写人员按分工编撰汇总成册后，编委们又结合自己的工作实践，从理论与实践相结合的各个角度，提出了许多建设性的修改意见。经审阅－修改－完善等多次反复，经编委及编撰人员的共同努力，终于完成了本书的编写工作。

由于组织工作及编撰人员精力所限，书中难免存在疏漏之处，敬请读者批评指正。

主编 

2013 年 9 月

目 录

1 绪 论	1
1.1 罐藏食品发展简史	1
1.2 罐藏食品定义和保藏原理	2
1.2.1 广义罐藏食品定义	2
1.2.2 食品保藏原理	2
1.3 食品热力杀菌的重要性	3
1.4 “商业无菌”概念	3
1.5 罐藏食品无需添加防腐剂	4
2 食品的热力杀菌方法	6
2.1 食品的杀菌方式	6
2.1.1 热力杀菌的分类	6
2.2 热力杀菌工艺规程	7
2.2.1 杀菌的排气规范	8
2.2.2 热力杀菌规程	14
2.3 食品的冷却	16
2.3.1 冷却目的	16
2.3.2 冷却方法及操作	16
2.3.3 冷却水的用量	18
2.3.4 冷却水品质及氯化的重要性	18
2.3.5 冷却水的余氯测定	20
2.3.6 冷却水余氯控制技术与装置	21
2.3.7 科学的冷却技术	21
3 食品的热力杀菌设备及装置	22
3.1 罐装食品的杀菌设备及装置	22
3.1.1 金属罐装食品的杀菌设备及装置	22
3.1.2 杀菌锅的仪表配置	29
3.1.3 杀菌锅的辅助装置	32
3.2 玻璃瓶装食品的杀菌设备及装置	35
3.2.1 安装水银温度计的测温腔	35
3.2.2 蒸汽扩散管上喷气孔的排列及方向	35
3.2.3 温度记录仪感温探头的位置	36
3.2.4 压缩空气的供给	36
3.2.5 空气搅动装置	36
3.2.6 水位指示计	36
3.2.7 排水阀	36
3.2.8 冷却水止回阀	36

3.2.9	压缩空气止回阀	36
3.2.10	杀菌过程压力控制装置	37
3.2.11	汽/水热交换器	37
3.3	软包装产品的杀菌设备及装置	38
3.3.1	软包装杀菌设备的基本要求	38
3.3.2	盛装软包装盘开孔面积	38
3.3.3	软包装载放位置与数量	38
3.3.4	软包装杀菌反压力设置原则	39
3.3.5	杀菌压缩空气输入部位	39
3.3.6	软包装产品的冷却	40
3.4	热力杀菌设备使用概述	40
3.4.1	杀菌传热介质分析	40
3.4.2	杀菌设备热分布测试的必要性	41
3.4.3	杀菌设备密封部件隐患提示	41
3.5	常用热力杀菌设备	43
3.5.1	规范的静止杀菌锅及其管路标准配置	43
3.5.2	静止式杀菌的操作	45
3.5.3	双开门卧式杀菌锅	48
3.5.4	全水静止式杀菌机	49
3.5.5	喷淋水静止式杀菌机	51
3.5.6	蒸汽回转式杀菌机	54
3.5.7	侧喷式静止杀菌机	55
3.5.8	水/汽/气混合喷射杀菌机	56
3.5.9	蒸汽和热水回转式高压杀菌机	57
3.5.10	全自动高温连续(整盘)杀菌机	58
3.5.11	无篮式杀菌设备	61
3.5.12	常压连续杀菌机	63
3.6	其他杀菌设备	65
3.6.1	水封式杀菌机	65
3.6.2	水静压杀菌机	66
3.6.3	高压蒸汽回转式杀菌机	68
3.6.4	高压淋水式连续杀菌机	69
3.6.5	无篮式杀菌设备	69
3.6.6	火焰连续杀菌设备	70
3.7	杀菌设备选型、安装和验收	71
3.7.1	杀菌设备选用原则	71
3.7.2	杀菌锅生产能力平衡	72
3.7.3	杀菌锅安装要点	73
3.7.4	杀菌锅验收要求	74
3.7.5	对不符合热分布的杀菌锅处置建议	75
3.8	杀菌设备预防性维修	76
3.8.1	增加设备用水箱	76

3.8.2	准备应急电源	76
3.8.3	空气净化装置	76
3.8.4	杀菌设备装置的维护	76
3.8.5	定期清除水垢	77
3.8.6	杀菌锅安全阀的校核	78
3.8.7	加氯设备及装置维护	78
4	罐藏食品杀菌基本理论	79
4.1	罐藏食品微生物学	79
4.1.1	微生物学概述	79
4.1.2	有益微生物与有害微生物	79
4.1.3	罐藏食品相关微生物	79
4.1.4	罐藏食品相关细菌的特征	81
4.1.5	微生物的生长和死亡	83
4.1.6	影响微生物生长的因子	85
4.1.7	微生物与 pH 的关系	85
4.1.8	微生物与水分活度 a_w	86
4.1.9	微生物的 D 值与 Z 值	87
4.1.10	微生物引起的罐藏食品败坏	92
4.2	食品的热力杀菌	92
4.2.1	食品中常见传热方式	92
4.2.2	影响罐头食品传热的因素	92
4.2.3	热力杀菌后的产品保存期	93
4.3	杀菌强度 F 值	93
4.3.1	杀菌强度 F 值的含义	93
4.3.2	食品杀菌强度 F_0 值	94
4.3.3	热力杀菌微生物致死率值 (LR)	94
4.3.4	致死率值与 F 值关系	100
4.3.5	杀菌的 12D 概念	100
4.3.6	热力杀菌安全 F 值	102
4.3.7	杀菌实际 F 值	102
4.3.8	低酸食品的安全 F 值	102
4.3.9	酸化食品的安全 F 值	104
4.3.10	酸性食品的安全 F 值	105
4.4	杀菌强度 F 值的测定与计算	105
4.4.1	容器内冷点温度热穿透测试	105
4.4.2	热穿透及其曲线	107
4.4.3	热穿透测试方法	107
4.4.4	影响热穿透传热参数因子	108
4.4.5	杀菌 F 值传统算法	108
4.4.6	杀菌 F 值电脑快捷算法	119
4.4.7	不同 F 值计算方法比较	120
4.4.8	片式和管式 UHT 杀菌设备产品 F 值的计算	121

4.4.9	热灌装产品 F 值的计算	122
4.4.10	测定罐藏食品 F 值测试案例	122
4.5	杀菌设备的热分布	129
4.5.1	杀菌设备热分布意义	129
4.5.2	热分布测试的国内外有关规程	129
4.5.3	热分布的测试方法	130
4.5.4	热分布数据评估	130
4.5.5	热分布数据数理统计分析	131
4.5.6	热分布测试案例	133
4.5.7	解决热分布不均匀的思路	145
4.6	热分布与热穿透测试规程	145
4.6.1	《杀菌设备热分布测试规程》	145
4.6.2	《罐藏食品热穿透测试规程》	145
5	美国罐藏食品热力杀菌相关法规和资料	146
5.1	关于罐藏食品的美国联邦法规	146
5.1.1	美国联邦法规 21CFR 第 108 部分——应急许可管理条例	146
5.1.2	美国联邦法规 21CFR 第 110 部分——良好作业规范条例	146
5.1.3	美国联邦法规 21CFR 第 113 部分——低酸性罐头食品条例（热力杀菌部分）	146
5.1.4	美国联邦法规 21CFR 第 114 部分——酸化罐藏食品条例	146
5.2	美国罐头协会的相关公报	146
5.2.1	金属罐装低酸性食品的热力杀菌（26-L 公报）	146
5.2.2	玻璃瓶装低酸性食品的热力杀菌（30-L 公报）	147
5.3	美国食品与药物管理局（FDA）对低酸性与酸化罐藏食品的分类	147
5.3.1	pH 的含义	147
5.3.2	pH 的测定方法	147
5.3.3	水分活度 a_w 的重要性	147
5.3.4	水分活度 a_w 的测定方法	149
5.3.5	水分活度 a_w 与 pH 双制约因素的单一有效性	149
5.3.6	食品酸化意义及方法	150
5.3.7	罐藏食品属性分类规则	151
5.4	对美出口低酸、酸化罐藏食品向 FDA 注册登记方法与步骤	152
5.4.1	企业“反恐”（Food Facility Registration）注册登记	152
5.4.2	罐藏食品企业（FCE 号）注册登记	152
5.4.3	杀菌资料文档备案登记（SID - FDA2541a 表）	153
5.4.4	热灌装 PET 瓶装饮料申报登记方法	153
5.4.5	无菌灌装食品申报登记方法	154
5.4.6	网上注册登记方法	154
6	热力杀菌车间管理	172
6.1	杀菌记录管理	172
6.1.1	杀菌记录要求	172
6.1.2	杀菌记录的内容	172
6.1.3	杀菌记录的检查与审核	172

6.1.4	记录的保存	173
6.2	杀菌现场管理	173
6.2.1	杀菌现场管理要点	173
6.2.2	现场检查内容	174
6.2.3	“变色材料”在杀菌中的应用	175
6.3	杀菌人员管理	175
6.3.1	杀菌操作人员资质要求	175
6.3.2	杀菌操作人员岗位职责	175
7	热力杀菌质量管理	176
7.1	突发事件对策	176
7.1.1	突发事件现象	176
7.1.2	突发事件应对措施	176
7.1.3	突发事件产品的处置	177
7.2	常见质量问题分析	177
7.2.1	包装容器外观变形	177
7.2.2	容器外观变形原因	177
7.2.3	容器外观变形分析	177
7.2.4	容器外观变形预防	178
7.3	杀菌偏差	178
7.3.1	杀菌偏差定义	178
7.3.2	杀菌偏差的内容	178
7.3.3	杀菌偏差原因分析	179
7.3.4	杀菌偏差的处理	179
7.3.5	杀菌偏差的评审	180
7.4	杀菌偏差纠正方法	180
7.4.1	排气过程中的偏差和纠正方法	180
7.4.2	对流型产品杀菌温度偏差纠正方法	180
7.4.3	对流型产品杀菌时间偏差纠正方法	181
7.4.4	传导型产品杀菌温度偏差纠正方法	181
7.4.5	传导型产品杀菌时间偏差纠正方法	181
7.4.6	咨询胜任的热力杀菌权威机构	181
7.4.7	杀菌温度跌落“SN”的纠偏表	181
7.4.8	热力杀菌纠偏实验	182
7.5	杀菌偏差存档及纠偏人员	193
7.5.1	热力杀菌权威机构和人士	193
7.5.2	公司内的纠偏组织(PDC)	193
7.5.3	纠偏方法/人员/记录/资料存档	194
8	罐藏食品杀菌新技术	195
8.1	节能的排气方法	195
8.1.1	热水排气原理	195
8.1.2	热水排气实际应用	196
8.1.3	热水排气节能效果	197

8.1.4	全自动热水排气设计	197
8.1.5	热水排气杀菌锅热分布测试	197
8.2	伺服反压力冷却	197
8.2.1	传统冷却方法的局限性	197
8.2.2	伺服反压冷却的必然性	198
8.2.3	影响容器内压力的因素	198
8.2.4	杀菌容器内部压力计算	199
8.2.5	伺服反压冷却原理	199
8.3	冷却水热能回收技术	199
8.3.1	冷却水简单回收使用(节水型)	199
8.3.2	冷却水热能综合回收利用	200
8.3.3	冷却水回收水净化氯化处理	201
8.3.4	水的反曲点氯化	202
8.4	智能型热力杀菌数字自控系统	203
8.4.1	《智能型热力杀菌数字自控系统》研制背景	203
8.4.2	《智能型热力杀菌数字自控系统》功能	203
8.5	无线实时温度压力测试技术	204
9	罐藏食品杀菌规程制定	206
9.1	热力杀菌规程使用现状	206
9.1.1	“拷贝”法	206
9.1.2	经验估算法	206
9.1.3	计算法	206
9.1.4	用查LR表估算法	206
9.1.5	“专家师傅”法	206
9.2	热力杀菌规程科学制定	206
9.2.1	科学制定杀菌规程原则	207
9.2.2	科学制定杀菌规程程序	207
9.2.3	经典的对象菌接种试验	209
9.2.4	杀菌规程制定的资料存档	210
10	微波杀菌	211
10.1	微波杀菌原理	211
10.2	微波杀菌的工艺特点	212
10.3	微波杀菌装置	213
10.4	影响微波杀菌的因素	214
10.5	微波杀菌的适用范围	214
10.6	微波杀菌前景	214
11	其他杀菌方法	216
11.1	欧姆杀菌	216
11.2	超高压杀菌	216
11.3	辐照杀菌	216
11.4	脉冲电场杀菌(PEF)	216
11.5	高压二氧化碳(CO ₂)杀菌	217

11.6	脉冲磁场杀菌	217
11.7	紫外线杀菌	217
11.8	生物杀菌	217
12	食品热力杀菌的废次品	218
12.1	食品热力杀菌后涨罐（瓶/袋）性质分类	218
12.1.1	细菌性涨罐（瓶/袋）	218
12.1.2	物理性涨罐（瓶/袋）	218
12.1.3	化学性涨罐（瓶/袋）	218
12.2	细菌性涨罐（瓶/袋）败坏分析	218
12.2.1	杀菌前败坏	218
12.2.2	热力杀菌不充分败坏	219
12.2.3	杀菌后二次污染败坏	219
12.2.4	杀菌后嗜热菌生长败坏	219
12.3	食品涨罐（瓶/袋）预防	220
12.3.1	严格生产每个环节	220
12.3.2	检查热力杀菌规程	220
12.3.3	检查容器密封和杀菌操作	220
12.4	涨罐（瓶/袋）食品处置	220
12.4.1	物理性涨罐（瓶/袋）食品处置	220
12.4.2	化学性涨罐（瓶/袋）食品废弃	220
12.4.3	细菌性涨罐（瓶/袋）特性鉴别	221
12.4.4	个别因素涨罐（瓶/袋）产品处置	221
12.4.5	高涨罐（瓶/袋）率产品处置	221
12.4.6	低涨罐（瓶/袋）率产品处置	221
12.4.7	涨罐（瓶/袋）产品废弃方法	221
13	附录	222
13.1	美国联邦法规 21CFR 第 108 部分 应急许可证管理	222
13.2	美国联邦法规 21CFR 第 110 部分 食品生产、包装或存放过程中 现行良好生产作业规范（GMP）	229
13.3	美国联邦法规 21CFR 第 113 部分 低酸性罐头	237
13.4	美国联邦法规 21CFR 第 114 部分 酸化的罐头食品	256
13.5	金属罐装低酸性食品的热力杀菌（26—L 公报 第 13 版 美国 NFPA）	261
13.6	玻璃瓶装低酸性食品的热力杀菌（30—L 公报 第 6 版 美国 NFPA）	335
13.7	食品热力杀菌设备热分布测试规程（第 CNCA/T-01-2013 公报 中国 CCFIA）	354
13.8	罐藏食品热穿透测试规程（第 CNCA/T-02-2013 公报 中国 CCFIA）	360
13.9	甲乙丙食品厂蒸汽杀菌操作日报表	369
13.10	甲乙丙食品厂蒸汽杀菌操作（手记型）应急用日报表	370
13.11	甲乙丙食品厂水杀菌操作记录表	371
13.12	“汽杀”杀菌设备及附属设施调查表	372
13.13	“水杀”杀菌设备（全水/淋水式）及附属设施调查表	373
13.14	不同海拔高度杀菌温度与杀菌锅表压对应表	374
13.15	饱和蒸汽温度密度压力对照表	375

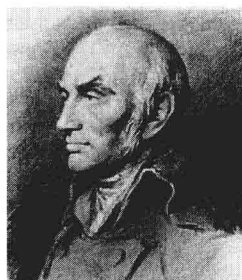
13.16	不同水温密度和热焓值表	377
13.17	摄氏温度与华氏温度近似整数对照表	380
13.18	压力单位换算表	381
13.19	容器/罐型公制和英制标示法换算对照表	382
13.20	常用中国与美国罐型对照表	383
参考文献		384

1 绪 论

1.1 罐藏食品发展简史

食品保藏的方法很多，在人类历史长河中，很早就利用干制、腌制、盐渍、糖渍、醋渍等手段去保存食品，但无论是在保藏时间、还是在食品色香味等方面，每一种方法仍有它的局限性。一直到后来有了良好的容器密封和合适的热力杀菌，食品保藏才真正开启了新的篇章。

19 世纪初叶，欧洲战场硝烟弥漫，部队官兵因为受到食品储藏方法的制约，常常发生偏食，造成营养不良，导致坏血病频发，直接影响了部队的战斗力。为此，法国拿破仑悬赏 12000 法郎，征集食品保藏的新方法。法国面包师尼古拉·阿佩尔（Nicholas Appert）经过努力，不断地试验，终于找到了一种保藏食品的新方法，并于 1804 年发表了论文，同时获取了 12000 法郎奖金。所以欧洲人称赞他是“把春、夏、秋装进瓶内的发明者”。当时阿佩尔所采用的方法其实非常简单：他将加工烹制的食品，装入广口玻璃瓶中，塞上软木塞（预先留有孔），然后在蒸锅里蒸 30~60min，以赶出瓶内的空气；蒸完后趁热迅速用蜡封住软木塞和瓶口，以防止外界空气再进入瓶中，食品也就可以较长时间得以保藏。其实这就是最早的罐藏食品，尼古拉·阿佩尔因此得到了被后人称之为“罐头之父”的美誉。由于当时科学水平的限制，人们错误地认为空气是造成食品腐败变质的主要原因，只要把空气赶走了，食品就可以保藏了。然而当时的“罐头”有时能较长期保藏，有时也发生了变坏腐败，只好用延长蒸煮的时间去改善困境，但未能真正解决问题。



尼古拉·阿佩尔
(1749—1841 年)

直到阿佩尔的发明问世近 60 年之后，1861 年，法国伟大的科学家、现代微生物学的奠基人——路易斯·巴斯德（Louis Pasteur）才真正阐明了微生物是导致食品腐败变质的根本原因，从此奠定了食品保藏原理的基础。



路易斯·巴斯德
(1822—1895 年)

早年为了使食品能长期保藏，主要采用了两个手段，一个是将食品密封在容器中，另一个就是放在蒸锅里蒸，放在蒸锅里“蒸”就是最早的食品热力杀菌。但早期的热力杀菌温度（即蒸的温度）一般都是 100℃ 或以下的温度，这种在现代杀菌分类上属于低温度的杀菌可以使有些食品中的微生物被杀死，食品得以保存；而当有些食品中的微生物的芽孢不能被杀死时，食品就不能保存。后来罐藏食品之父阿佩尔的侄子莱蒙德·萨瓦里尔成功发明了蒸汽杀菌机，使杀菌机的温度超过了 100℃，食品保藏的方法由此前进了一步。1874 年美国马里兰州的 A. K. Shriver 发明了实用的高压杀菌锅后，热力杀菌进入了科学发展时代。从此食品保藏技术日趋成熟，包装容器从玻璃瓶装发展到了金属罐装，因为罐头当时均用焊锡来密封，故称作听装食品（Tinned foods），后来又被规范性地称为罐藏食品（Canned foods）。罐藏食品在美国南北战争中起了很大的粮食补给作用。战争使罐藏食品工业得以迅猛发展，同时自然而然地发展为家家户户都消费的民用食品，美国在罐藏食品制造和基本理论方面也很快成了世界的引领者。

在之后 100 多年间,世界罐藏食品工业更得到了迅猛发展。罐藏食品市场已包含鱼/海产品、水果、肉制品、即食谷物、甜点、蔬菜、面点、饮料等多品种,几乎是无所不包。以美国为例,它一年要消费 300 多万吨的罐藏食品,按美国《Datamonitor 手册》数据,2013 年美国市场容量将要达到 3580500t,市场价值将达到 140.89 亿美元。

我国的罐藏食品工业起源于 20 世纪初,但发展极为缓慢,直到 1949 年全国罐头年产量还不足 500t。新中国建立之后,我国的罐头工业经历了抗美援朝、对苏(联)贸易、对西方贸易等重要时期,无论是年产量、出口量,还是品种上都得到快速发展,为国防、外贸和人民生活做出了很大贡献。进入 21 世纪,我国的罐头工业更是迎来了新的发展阶段,2001 年中国加入了世界贸易组织(WTO),国际贸易环境得到改善,当年我国罐头出口量突破 100 万吨,2006 年又突破 200 万吨,2012 年已达到 296 万吨。近年来,罐藏食品也已从过去以外销为主逐步演变为内外销同步发展。同时,罐藏食品的含义也得到了延伸,按照美国 FDA 注册登记的规定,凡将食品包装在密封容器里并经热力杀菌的食品就要列入罐藏食品管理范围内。所以,现代罐藏食品的含义广泛,它已不再是过去人们惯称的狭义的“铁听罐头”了。

1.2 罐藏食品定义和保藏原理

1.2.1 广义罐藏食品定义

金属罐装的、玻璃瓶装的、瓷质材料装的、塑料罐/瓶装的、塑料袋装的、金属与塑料复合材料袋/罐/盒装的、刚性和半刚性材料组合容器装的,经密封又经过热力杀菌的食品统称为罐藏食品。这里需要指出:在生产过程中,有先密封后杀菌的食品,也有先杀菌后密封(无菌灌装或洁净灌装)的食品,按照美国 FDA 注册规则,都要列在罐藏食品的范围内。我国目前尚未有这方面定义性的法规,但国家出入境检验检疫局基本上是采用美国的分类规则定义和监管罐藏食品的。

美国对罐藏食品的热力杀菌作了深入研究,并建立了国际公认的数学模型。可以说在食品杀菌领域中,罐藏食品的热力杀菌的理论与实践被研究得最深入和最透彻,其理论应用于实践已有了 100 多年的历史,证明了罐藏食品是安全的,也是富有营养的,热力杀菌理论是科学和正确的,适用于工业化大生产。热力杀菌理论的精髓是以食品中微生物致死率的概念引伸出要将食品加热处理达到合适和安全的热力杀菌强度概念,以确保食品安全。实践证明,这个安全杀菌强度概念适用于所有的食品,所以本书所介绍的热力杀菌内容包含了能长期保藏食品之广义的罐藏食品热力杀菌范畴。

1.2.2 食品保藏原理

罐藏食品是一种科学的保藏方法,它将各种食品密封在容器中,经加热处理,杀灭或抑制了绝大部分微生物,同时又阻止了外界微生物的再次侵入,从而在常温下达到商业无菌状态(详见 1.4),并得以较长时间保藏食品。

一般食品生产过程主要由预处理(如清洗、去皮、挖核、去骨、切块、修整等)、预煮、调味、加汤汁或调味液,装入容器中,最后经排气(或抽真空)、密封、杀菌和冷却等工序组成。其中预处理和调味加工会因原料及成品而异,但密封、杀菌是必不可少的工序。因此,最关键的密封、杀菌为罐藏食品生产最重要和最基本的工序。

随着社会经济的发展与科学技术的进步,罐藏食品的原理及应用在不断地演化和延伸,并赋予它新的形式、新的内容。世界各地的罐藏食品工业涌现出许多新技术、新设备、新包装材料,因此罐藏食品的含义不断扩展。目前,市场上除了金属罐和玻璃瓶包装的传统罐头食品以外,还有琳琅