


全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

食品工艺学概论

孟宪军 主编



 中国农业出版社

全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

食品工艺学概论

孟宪军 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品工艺学概论/孟宪军主编. —北京: 中国农业出版社, 2006. 7

全国高等农业院校教材

ISBN 7-109-09833-8

I. 食... II. 孟... III. 食品工艺学-高等学校-教材 IV. TS201.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 024042 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 朱 雷

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 21

字数: 497 千字

定价: 30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是全国高等农业院校“十五”规划教材。本书围绕各类食品加工整个过程，从食品加工原料入手，到加工副产品的综合利用，详细地介绍了食品加工保藏的基本原理、加工工艺技术操作要点和食品加工行业发展动态。每章有学习目的与要求，章后有思考题。本书是食品科学与工程专业本科生、专科生的必修课教材，也可作为研究生和从事食品生产及相关行业科研人员的参考书。

主 编 孟宪军(沈阳农业大学)
副主编 顾振新(南京农业大学)
林奇(云南农业大学)
余小林(华南农业大学)
参 编 (按姓名拼音顺序排名)
高海生(河北科技师范学院)
李凤梅(莱阳农学院)
马俪珍(山西农业大学)
孟祥晨(东北农业大学)
牛广财(黑龙江八一农垦大学)
薛桂新(延边大学)
岳喜庆(沈阳农业大学)

前 言

近年来，我国食品工业得到了迅猛发展。食品加工领域的研究深度和广度也日益增加。很多农业院校、综合大学和师范类院校都新增设了食品科学与工程、食品安全等相关专业。随着高校招生人数的扩增，很多学校的教学内容和教学体系及培养方向也相应进行了调整。因此，食品科学与工程专业很需要一部适应性强、应用面广的本科教材。本教材本着“加强基础、淡化专业、创新培养、强化能力”的指导思想，对原相关教材进行了调整和内容的充实，增补了一些新的知识内容。

本教材由中国农业出版社立项，并经全国高等农业院校教学指导委员会审定，确定为全国高等农业院校“十五”规划教材。全书共十一章，从农产品原料加工特性，到各加工单元操作的基本原理，最后到食品加工的三废处理都做了详细的阐述。

本教材着重阐明了食品加工的基本原理和基本工艺，并增添了近年来国内外该领域的最新应用技术和新的研究成果。为了便于学生学习和掌握各章节的主要内容和重点，在每章前增加了本章应掌握的重点内容，每章后给出了思考题。

本教材是食品科学与工程及相关专业各专业方向课的基础必修课，也可作为研究生及从事食品行业专业技术人员的参考书。

本教材绪论由孟宪军编写，第一章由云南农业大学林奇编写，第二章由河北科技师范学院高海生编写，第三章由黑龙江八一农垦大学牛广财编写，第四章由延边大学薛桂新编写，第五章由沈阳农业大学孟宪军编写，第六章由山西农业大学马俪珍编写，第七章由沈阳农业大学岳喜庆编写，第八章由东北农业大学孟祥晨编写，第九章由莱阳农学院李凤梅编写，第十章由华南农业大学余小林编写，第十一章由南京农业大学顾振新编写。全书由孟宪军负责统稿，孙希云、李斌为本书做了大量的编审校对工作。

在本教材的编写过程中得到了各编委的大力支持和积极配合，也得到了各参编单位有关领导的重视和支持，沈阳农业大学刘长江教授对本教材编写给予了悉心指

导和审阅。在此，谨向关心、支持和参与本教材编写和出版付出辛苦的各位老师和领导表示衷心感谢。

由于书中内容多，涉及面广，编者水平有限，因此本教材在编写过程中难免存在疏漏和错误，敬请广大同仁和读者批评指正。

编者

2006年3月于沈阳

目 录

前言

绪论	1
第一节 食品工艺学的研究内容和任务	1
第二节 食品的加工目的和要求	2
一、食品的加工目的	2
二、食品的加工要求	3
第三节 我国食品工业现状与发展趋势	5
一、食品工业现状	5
二、食品工业发展趋势	6
第一章 食品加工保藏原理	9
第一节 食品败坏及其影响因素	9
一、化学因素	9
二、生物因素	15
三、物理因素	22
第二节 食品保藏原则	25
第三节 食品保藏原理及技术方法	26
思考题一	28
第二章 食品加工原辅料	29
第一节 植物性原料	29
一、果蔬原料	29
二、粮油作物原料	35
第二节 动物性原料	38
一、肉类原料	38
二、蛋品原料	43
三、乳品原料	44
四、水产原料	46
第三节 食品加工用添加剂	50
一、食品添加剂的作用	50
二、食品添加剂使用时的注意事项	50
三、常用食品添加剂	51
思考题二	54
第三章 食品质量与安全	55
第一节 食品质量的构成因素	55

一、食品质量	55
二、构成食品质量的因素	55
第二节 食品标准与质量控制	56
一、食品质量标准的作用	56
二、食品质量标准制定的依据	57
三、食品标准的分类	57
四、食品标准必须规定的内容	58
五、标准的制定原则和程序	59
六、食品质量控制	60
第三节 食品安全及其主要影响因素	60
一、食品安全	60
二、影响食品安全的主要因素	61
第四节 食品安全性评价	67
一、食品安全性评价	67
二、食品安全性评价程序	67
第五节 食品安全控制体系	71
一、HACCP	71
二、ISO9000 系列标准	73
三、GMP	75
四、全面质量管理 (TQM)	76
五、HACCP、ISO9000 和 GMP 三者之间的关系	76
思考题三	77
第四章 食品干制	78
第一节 食品干制原理	78
一、食品中的水分	78
二、食品干制保藏原理	79
第二节 食品干制过程	83
一、食品的热物理性质	83
二、影响湿热传递的因素	84
三、干燥过程中食品的湿热传递	85
第三节 常用食品干制方法	89
一、对流干燥	89
二、传导干燥	93
三、辐射干燥	95
四、冷冻干燥	97
第四节 干制和干藏过程中食品品质的变化	98
一、物理变化	98
二、化学变化	100
三、组织学变化	102
第五节 干制食品的储藏与运输	102

一、干制品包装储运前的处理	102
二、干制品的包装与储运	104
第六节 中间水分食品	105
一、中间水分食品的概念	105
二、中间水分食品的技术原理	106
三、中间水分食品的特征和加工技术	107
思考题四	107
第五章 食品罐藏	108
第一节 食品罐藏的原理	109
一、高温对微生物的影响	109
二、高温对酶活性的钝化作用及酶的热变性	112
第二节 食品罐藏的基本工艺过程	114
一、罐藏原料的预处理	114
二、装罐和预封	114
三、罐头的排气	116
四、罐头的密封	120
五、罐头的杀菌和冷却	121
六、罐头食品的检验、包装和储藏	132
第三节 罐藏食品的变质	133
一、罐头食品的变质	133
二、罐头容器的腐蚀	136
第四节 罐藏新技术	139
一、新含气调理杀菌加工技术	139
二、欧姆加热	140
三、高压加工	141
四、脉冲电场技术	141
思考题五	142
第六章 食品低温保藏	143
第一节 食品低温保藏的基本原理	143
一、低温对微生物的影响	143
二、低温对酶活性的影响	144
三、低温对其他变质因素的影响	144
四、植物性食品和动物性食品低温保藏的区别	145
第二节 食品的冷却与冷藏	145
一、食品的冷却	146
二、食品的冷藏	150
三、食品在冷藏过程中的质量变化	152
第三节 食品的冻结与冻藏	155
一、冻结前对原料的预处理	155

二、食品的冻结过程	156
三、冷冻方法	162
四、冻结食品的冻藏	165
第四节 食品的解冻	167
一、解冻过程	168
二、解冻方法	168
三、食品在解冻过程中的质量变化	169
思考题六	171
第七章 食品的腌制与烟熏	172
第一节 食品腌制原理	173
一、溶液的扩散和渗透	173
二、腌制剂的防腐作用	174
三、常用食品腌制剂及作用	176
第二节 常用食品腌制方法	180
一、食品盐腌法	180
二、食品糖渍方法	182
三、食品酸渍方法	184
四、腌渍过程中有关因素的控制	184
第三节 腌制品的品质控制	186
一、腌制品色泽的形成	186
二、腌制品风味的形成	189
第四节 食品的烟熏	190
一、烟熏的目的	190
二、熏烟的主要成分及其作用	191
三、熏烟的产生	192
四、熏烟在制品上的沉积	193
五、烟熏材料的选择与预处理	194
六、烟熏方法	194
思考题七	195
第八章 食品发酵保藏	196
第一节 食品发酵保藏原理	196
一、食品发酵的概念	196
二、食品发酵的保藏原理	198
三、食品的发酶类型	199
四、发酵食品所用的微生物及发酵食品的种类	202
五、食品发酵的益生作用	204
六、影响食品发酵的因素及控制方法	207
第二节 乳酸发酵	210
一、乳酸发酵机制	210

二、乳酸发酵举例	212
第三节 酒精发酵	215
一、酒精发酵机制	215
二、酒精发酵举例	216
第四节 其他发酵	218
一、醋酸发酵机制	218
二、丙酸发酵机制	220
三、丁酸型发酵机制	220
四、醋酸发酵举例	220
思考题八	222
第九章 食品辐照	223
第一节 食品辐照原理	223
一、食品辐照物理效应	223
二、食品辐照化学效应	225
三、食品辐照生物学效应	227
第二节 食品辐照方法及应用	230
一、可采用的射线类型	230
二、辐照源	230
三、辐照剂量	231
四、辐照在食品上的应用	232
第三节 辐照对食品品质的影响	234
一、辐照对蛋白质和酶的影响	235
二、辐照对脂类的影响	237
三、辐照对糖类物质的影响	237
四、辐照对维生素的影响	239
第四节 食品辐照安全性	240
一、辐照食品放射性残留和诱导放射性	240
二、辐照食品毒理学研究	241
三、辐照食品管理法规和标准	241
思考题九	242
第十章 食品加工新技术	243
第一节 超高温杀菌	243
一、UHT 杀菌法的特点	244
二、UHT 杀菌对产品品质的影响	244
三、流动性食品的 UHT 杀菌	245
四、固液混合食品的 UHT 杀菌装置和杀菌效果	251
五、粉状食品及香辛料的 UHT 杀菌装置和杀菌效果	252
第二节 微胶囊技术	252
一、微胶囊的壁材与芯材	253

二、微胶囊化技术方法	254
三、微胶囊技术在食品加工中的应用	257
第三节 膜分离技术	258
一、膜分离技术的历史及发展	258
二、膜分离机理	258
三、食品加工中膜分离技术的特点	259
四、膜分离技术在食品加工中的应用	260
五、纳滤膜及其应用	261
第四节 超临界流体萃取技术	263
一、超临界流体的性质及超临界流体萃取的特点	263
二、超临界流体萃取在食品加工中的应用	265
三、超临界流体萃取技术的发展方向	268
第五节 超高压食品加工技术	269
一、超高压技术利用于食品加工的目的	269
二、超高压食品的特点	269
三、食品超高压处理的物理化学基础	270
四、食品超高压杀菌的原理	270
五、影响超高压杀菌的因素	273
六、食品超高压杀菌的应用实例	274
七、食品超高压处理技术展望	278
第六节 食品冷杀菌技术	278
一、脉冲放电杀菌技术	278
二、磁脉冲杀菌技术	281
三、光脉冲杀菌技术	282
四、超声波杀菌技术	283
五、臭氧杀菌技术	283
思考题十	285
第十一章 食品工业废弃物的处理与利用	286
第一节 概述	286
一、食品废弃物的分类	286
二、食品废弃物的特点	286
三、食品废弃物处理和利用的意义	287
四、食品废弃物的处理和利用	288
第二节 食品工业废弃物的来源、特性和利用途径	288
一、粮油加工固体副产物	289
二、园产加工固体废弃物	290
三、动物加工副产物	291
四、食品加工产生的废水、废气	292
第三节 食品工业废水、废气的处理与利用	293
一、食品工业废水的物理处理与化学处理	293

目 录

二、食品工业废水的生物处理	294
三、食品工业废水的处理与利用	296
四、食品发酵工业产生的废气的处理和利用	299
第四节 动植物源固体废弃物的处理与利用	301
一、畜禽废弃物中有益成分的提取和利用	301
二、水产品加工废弃物的利用	303
三、植物源固体废弃物的处理和利用	304
第五节 高新技术在食品废弃物处理与利用中的应用	313
一、生物技术的应用	313
二、超临界流体萃取技术的应用	315
三、超临界水 (SCWO) 处理和转化生物质及废弃物	316
思考题十一	317
参考文献	318

绪 论

第一节 食品工艺学的研究内容和任务

食品工艺学是采用先进的加工技术和设备并根据经济合理的原则，系统地研究食品的原材料、半成品和成品的加工工艺、原理及保藏的一门应用科学。根据这一理念，食品工艺学所要遵循的原则就是技术上先进，经济上合理。技术先进包括工艺先进和设备先进两部分。在食品加工过程中需要了解 and 掌握工艺技术参数对加工制品品质的影响，应用所学习的生物化学、食品化学、食品工程原理、微生物学等方面的知识，掌握不同加工制品的制造原理，将生产过程中食品的理化变化和工艺技术参数控制有机地联系在一起，按照生产者和消费者意愿很好地控制产品质量。设备先进包括设备自身的先进性和对工艺水平适应的程度，先进的加工设备在很大程度上决定产品的质量，它与先进生产工艺相辅相成，在研究工艺技术的同时，必须首先考虑到设备对工艺水平适应的可能性。因此需要了解 and 掌握有关单元操作过程的一般原理、食品机械设备、机电一体化等知识，以对设备的加工水平进行判断。工艺学中经济上合理的观点是生产者和研究者必须重视的一个问题。经济上的合理就是要求投入和生产之间有一个合理的比例关系。

食品工艺学的研究对象是研究原料的加工特性、加工过程中化学成分的变化及成品的品质分析。因此在加工食品之前必须弄清加工原料的特点、所含的主要成分以及加工过程中主要成分的变化。因而，需要生产者掌握食品化学、食品营养学、食品原料学等方面的知识。只有准确掌握原料的加工特性，才能正确制定工艺技术路线并保证产品的品质。

食品工艺学所研究的内容是食品加工过程中的各个单元操作的具体内容和方法。具体地说食品在加工过程中，每个环节如何操作，确定何种加工技术工艺以及食品在加工中的基本原理是食品工艺学研究的主要内容。不同的技术工艺所生产的产品质量有较大差异，不但反映出加工制品的生产技术水平高低，而且直接影响到产品的质量。

食品工艺学的主要任务可以归纳为以下 6 个方面。

- (1) 研究充分利用现有食品资源和开辟食品新资源的途径。
- (2) 探索食品生产、流通和销售过程中食品腐败变质的原因及其控制方法。
- (3) 改进食品包装，提高食品的保藏质量，以便于运输、储存和消费。
- (4) 研究食品生产的安全性和规范化生产管理。
- (5) 研究食品生产的方法及科学的生产工艺。
- (6) 研究并提出食品工厂的综合利用和废弃物处理方案。

食品工艺学涉及的内容广泛而复杂，诸如食品化学、食品微生物学、食品工程原理、食品原料学、食品工艺学各论、食品法规和条例、食品质量管理、食品加工废弃物的处理等，食品科学与工程专业 的学生在学习本课程之前已经学习了其中的部分课程，在这之后还会陆续学习其他相关的课程。

第二节 食品的加工目的和要求

一、食品的加工目的

人类所食用的食品几乎全部来源于动物和植物体的加工制品（除水、盐等）。动植物体由于自身结构组成的成分复杂，既是人体营养需求的成分又是微生物生长活动的良好基质。所以食品的腐败变质常常是因为酶和微生物活动引起的。为了保证食品的品质和延长食品保质期，如何控制酶和微生物活动是食品加工的一个主要目的。食品加工的第二个目的是改进食品的品质和风味。第三个目的是延长食品的保藏期。

食品保藏从狭义上讲，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，必须采用合理的、科学的加工工艺和加工方法。

按照食品保藏的原理可将现有的食品保藏方法大致分为下述4类。

1. 维持食品最低生命活动的保藏方法 此法主要用于新鲜水果、蔬菜等食品原料的保藏。任何有生命的生物体都具有天然的免疫性，以抵御外界微生物的入侵。采收后的新鲜果蔬仍然进行着生命活动，但因脱离植株，不再有养料的供应，故其组织内的各种化学反应只能向分解方向进行，不再合成。因此，生命活动越旺盛，果蔬内储存物质的分解速度就越快，储存量急剧减少，组织结构也就随之而迅速瓦解或解体，不易久藏。若在低温（0~5℃）下储藏，就能抑制果蔬的呼吸作用和酶的活力，并延缓储存物质的分解，若保持恒湿条件，就能减少果蔬水分的蒸发；若使空气适当流通并及时排除果蔬的呼吸产物，就可降低果蔬的成熟速度。因此，通过控制果蔬储存环境的温度、相对湿度及气体组成等，就可以使水果、蔬菜的新陈代谢活动维持在最低的水平上，能在较长时间内保持它的天然免疫性，抵御微生物的入侵，延缓腐败变质，从而延长它们的保存期。另外，如果果蔬有损伤，也应及时剔除，以免相互感染，加速腐败变质。在实际生产中，这类保藏方法主要包括冷藏法、气调法等。

2. 抑制变质因素的活动达到食品保藏目的的方法 食品中的微生物和酶等主要变质因素在某些物理和化学因素（如低温、高渗透压、防腐剂等）的作用下，会受到不同程度的抑制，从而使食品的品质在一段时间内得以保持。但是，这些因素的作用一旦消失，微生物和酶的活动迅即恢复，食品仍会迅速腐败变质。属于这类保藏方法的有：冷冻保藏、干制保藏、腌制、糖渍、熏制、使用化学品保藏及采用改性气体包装保藏等。

3. 运用发酵原理的食品保藏方法 这是一类通过培养有益微生物进行发酵活动，建立起能抑制腐败菌生长活动的新条件，以延缓食品腐败变质的保藏措施。其原理是利用乳酸菌发酵、醋酸发酵和酒精发酵的主要产物—有机酸（有时还包括细菌素）和乙醇等来抑制腐败微生物的生长繁殖，从而保持食品的品质。例如，腌制果蔬时常用浓度为3%~7%的盐液，就是为了抑制腐败菌的生长而只让乳酸菌生长，进行乳酸发酵，当乳酸的浓度达到0.6%~0.8%时，就足以抑制腐败菌和酶的活动。泡菜和酸黄瓜就是采用这类方法保藏的食品。

4. 利用无菌原理的保藏方法 指利用加热、微波、辐照、过滤等方法，将食品中的腐败微

生物数量减少到无害的程度或全部杀灭，并长期维持这种状况，从而长期保持食品的方法。罐藏、辐照保藏及无菌包装技术等均属于这类方法。

食品还可以按照其加工处理的方法和原料种类的不同进行分类，按照食品加工处理的方法可将食品分为低温保藏（包括冷藏和冷冻）食品、罐藏食品、干藏食品、腌渍食品（盐或糖腌，酱、醋或酒渍等）、烟熏食品和辐照食品等。而果蔬制品、粮油制品、肉禽制品、乳制品等则是根据原料的不同进行分类的。焙烤制品、糖果制品和调味制品等不仅根据原料的不同进行分类，而且其加工处理方法也各有特点。随着科学技术的发展和人民生活水平的提高，又相继出现了许多新的食品类型，如方便食品、婴儿食品、模拟（或仿生）食品、功能食品和宇航食品等。

二、食品的加工要求

食品的种类虽然很多，但作为商品的食品必须符合下述 6 项要求。

1. 安全性 这是食品最重要的属性，是当今世界食品生产与消费中最受关注的问题。近年来，随着大众媒体对国外疯牛病、二噁英、苏丹红等事件的宣传报道以及国内大量食品安全事故的曝光，我国广大消费者的食品安全意识显著提高。即使在当今科学技术高度发达、被认为是世界上食品供给最安全的国家——美国，也不断面对食品安全的挑战，并将其列为美国 21 世纪食品领域 10 大研究方向之首。在我国，由于饮食卫生和安全问题造成的食物中毒事故时有发生，给人民生命财产与健康带来了很大危害。因此，加强食品生产、加工和流通环节的安全防护与监督控制，保证向消费者提供安全、卫生的食品是所有食品生产者首先必须牢记的原则。

任何食品如果受到致病菌、毒菌、有害金属和真菌毒素等的污染，或用量超标的添加剂，就会给消费者的健康带来严重的危害甚至危及消费者的生命安全。正因为如此，所有食品生产部门必须严格遵守政府和卫生部门的有关规定，采取积极措施，严格控制和消除各种污染源，保证食品生产卫生安全，以保障消费者的健康。

2. 营养和易消化性 这是人们对食品的最基本要求。自然状态下的食物原料有时会含有某些有害的或者有毒的成分，这时应该对这些成分进行鉴定并研究其性质和作用方式，以便采取适当的加工处理方法将它们去除，保证食品的营养功能。另外，现在的消费者在选购食品时越来越注重食品的营养性能，根据其各项营养指标是否符合自身的需要决定购买与否。许多国家尤其是美国已明确要求将食品的各种营养成分标注在包装纸上，以供消费者选择。

改变食品中营养素的含量，尤其是降低食品的热量或提高维生素和矿物质的含量是消费者对食品的营养功能提出的新要求。例如，用阿斯巴甜或糖精取代蔗糖可在保证甜度的情况下降低饮料的热值；利用与脂肪具有类似性质但代谢方式不同的物质来替代食品中的脂肪，也可以达到降低食品热值的目的。现在在食品中添加人体所必需的维生素和矿物质也已成为一种比较普遍的做法。但是应该注意这些添加的成分必须均匀地分散于产品中，而且性能稳定，同时不得影响食品的风味和外观。

易消化性是指食品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。食品加工过程中的去粗存精不仅是为提高食品的营养价值，而且也是提高食品易消化性