



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

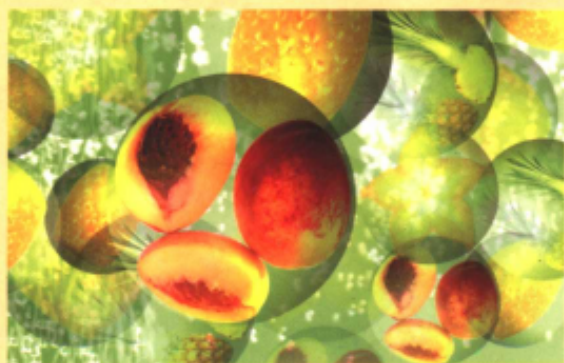
食品科学与工程概论

德力格尔桑 主编



中国农业出版社

封面设计 姜 欣



ISBN 7-109-07625-3



9 787109 076259 >

ISBN 7-109-07625-3/TS·112

定价：41.20 元

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

食品科学与工程概论

德力格尔桑 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品科学与工程概论/德力格尔桑主编. —北京: 中国农业出版社, 2002.7
全国高等农业院校教材
ISBN 7-109-07625-3

I. 食... II. 德... III. ①食品工业-基础科学-高等学校-教材②食品工程学-高等学校-教材
IV. TS201

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 017584 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 郑剑玲

北京东光印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 29.75
字数: 718 千字
定价: 41.20 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编写人员

- | | |
|-----|---------------|
| 主 编 | 德力格尔桑 |
| 副主编 | 陈宗道 李元瑞 李新华 |
| 编 者 | 陈宗道 西南农业大学 |
| | 德力格尔桑 内蒙古农业大学 |
| | 李元瑞 西北农林科技大学 |
| | 李新华 沈阳农业大学 |
| | 陆 宁 安徽农业大学 |
| | 周光宏 南京农业大学 |
| | 马长伟 中国农业大学 |
| | 杨公明 西北农林科技大学 |
| | 励建荣 杭州商学院 |
| | 史贤明 华中农业大学 |
| | 何 静 福建农业大学 |
| | 蒋福虎 山西农业大学 |
| | 章超桦 湛江海洋大学 |
| | 周才琼 西南农业大学 |
| | 熊善柏 华中农业大学 |
| | 师俊玲 西北农林科技大学 |
| | 陶雨风 内蒙古农业大学 |
| | 童华荣 西南农业大学 |
| | 吴红棉 湛江海洋大学 |
| | 张 敏 西南农业大学 |
| | 李志西 西北农林科技大学 |

	白赵霞	中国农业大学
	玛丽娜	内蒙古农业大学
	丁小雯	西南农业大学
	孟宪军	沈阳农业大学
	杜双奎	西北农林科技大学
主 审	南庆贤	中国农业大学
副主审	马俪珍	山西农业大学

前 言

食品科学与工程是研究如何将可食性原料转变为人们日常食用产品的科学。现代食品科学与工程已经发展成为一个完整的学科体系，在内容上包括分析食物及食品的基本组成，营养功能，以及研究在加工、贮藏、包装和流通等阶段的各项技术，并揭示各种因素对食品品质和食品安全性的影响。食品科学与工程学科是现代食品工业发展的基础，其技术进步又成为现代食品工业发展的强大动力。从世界范围看，无论是在发达国家，还是在发展中国家，食品工业均已成为促进国民经济发展的主要产业。在我国，食品工业已经成为十大产业之一，在满足人民物质生活需要、推动社会经济进步等方面，均具有重大意义。

如今，我国食品工业迅速发展，同时也表现出对食品科学与工程专业人才的迫切需求。近20年来，我国各类高等院校先后开设了食品科学与工程、食品科学与技术、农畜产品贮藏加工、食品工程、食品营养与卫生、食品检验等多项专业教育，加快了培养专业人才的步伐。为了帮助本专业的初学者了解食品科学与工程这门学科的基本理论和基本工艺，形成对这门学科的整体认识，以便他们主动地学习和掌握更高层次的理论和专业知识，我们组织编写了本书。本书也适合用于辅修食品科学与工程专业的大学学生的指导教材。

本书内容包括食品理化成分、营养素及其功能、食品品质、食品的贮藏特性，食品的腐败及其控制，食品的冷热加工技术、食品的包装原理、食品工业的环保、食品的安全性、食品行业的法律、法规以及粮食需求等食品科学与工程的基本理论和原理，同时根据原料来源分章论述了肉、乳、水产品、粮油、果蔬、糖果、饮料等典型食品的加工制造技术，为读者呈现了一个较完整的知识体系。

编写本书的过程中，我们参考了美国康奈尔大学教授 Norman N. Potter 和 Joseph H. Hotchkiss 编写的“Food Science”一书第五版，该书是目前美国各大学食品科学与技术专业普遍选用的教科书，很受读者欢迎。同时，我们还参考和收集了近些年在国内外出版的有关科技专著、科技文献等，使本书在具有系统性、综合性的同时，还反映了食品科学与工程领域中的最新进展。

来自全国12所高等院校的26位具有丰富教学经验的教授和副教授承担了本书的编写工作。担任各章撰写工作的是：第一章，陈宗道；第二章、第十七章，李新华；第三章，陆宁；第四章，周才琼；第五章，蒋福虎；第六章，杨公明；第七章，

白赵霞、马长伟；第八章，马兆瑞、李元瑞；第九章，师俊玲、李元瑞；第十章、第十一章、第十四章，德力格尔桑；第十二章，史贤明；第十三章，周光宏；第十五章，吴红棉、章超桦；第十六章，李志西、杜双奎；第十八章，孟宪军；第十九章，励建荣；第二十章，熊善柏；第二十一章，张敏、童华荣；第二十二章，玛丽娜；第二十三章，何静；第二十四章，陈宗道、丁小雯；第二十五章，陶雨风。全书由德力格尔桑教授主编，陈宗道、李元瑞、李新华三位教授担任副主编。中国农业大学南庆贤教授担任本书主审，山西农业大学马俪珍教授担任副主审。

在编写本书的过程中，我们得到了全国高等农业院校教学指导委员会食品科学与工程学科组全体委员的大力支持和精心指导，同时也得到兄弟院校同行专家的关注和支持，在此一并表示衷心感谢，

食品科学与工程是一门集物理、化学、生物学和工程学为一体的综合性、边缘性较强的科学。学科跨度大、知识和技术更新快，限于编者的水平和视野，在编写过程中难免有不足之处，欢迎读者批评指正。

编 者

2002年元月

目 录

前言

第一章 绪 论	1
第一节 食品科学与工程专业的高等教育	1
第二节 食品科学与工程的研究内容	2
第二章 食品工业	11
第一节 食品工业的范畴	11
第二节 食品工业的组成部分	12
第三节 相关产业	16
第四节 食品的国际贸易	16
第五节 食品工业对消费变化的反应	17
第三章 食品中的成分、特性与作用	20
第一节 碳水化合物	20
第二节 蛋白质	24
第三节 脂类	26
第四节 食品中的其他成分	28
第四章 食物成分与营养	40
第一节 食物的能量	40
第二节 碳水化合物、蛋白质和脂肪的 其他营养功能	42
第三节 蛋白质品质	44
第四节 营养物的生物有效性	46
第五节 维生素	46
第六节 矿物质	50
第七节 膳食纤维	53
第八节 水	53
第九节 营养物质的稳定性	54
第十节 饮食与慢性病	55

第十一节 膳食指南和建议	57
第五章 食品的品质因素	59
第一节 表观因素	59
第二节 质地因素	62
第三节 风味因素	65
第四节 附加质量因素	67
第五节 质量标准	67
第六节 质量控制方案	71
第六章 食品加工过程单元操作技术	74
第一节 概述	74
第二节 通用单元操作	74
第三节 几种加工新技术	87
第七章 食品的腐败及其控制	89
第一节 引起食品腐败变质的因素及其特性	90
第二节 食品贮藏的基本原理	99
第三节 食品货架期	104
第八章 食品热加工与贮藏	106
第一节 加热处理技术	106
第二节 加热处理工艺条件的选择	107
第三节 微生物的耐热性	108
第四节 食品中的热量传递	112
第五节 食品成分对微生物的保护作用	115
第六节 包装内接种试验	115
第七节 不同的温度—时间组合	116
第八节 包装前后的加热处理	116
第九章 食品低温贮藏与加工	123
第一节 冷藏和冻藏的区别	123
第二节 冷却和冷藏	125
第三节 冷冻和冻藏	136
第十章 食品的脱水和浓缩加工	151
第一节 概述	151

第二节	食品的脱水加工	152
第三节	食品浓缩加工	173
第四节	适度水分含量的食品	177
第十一章	食品的辐射、微波和欧姆热处理	181
第一节	食品的辐射处理	181
第二节	微波加热	189
第三节	欧姆热处理	193
第十二章	食品发酵及微生物应用	195
第一节	发酵	195
第二节	可食性微生物	204
第三节	基因工程在发酵中的应用	205
第十三章	肉禽蛋及其制品	207
第一节	肉与肉制品	207
第二节	禽类	217
第三节	蛋类	220
第十四章	乳及乳制品	224
第一节	概述	224
第二节	乳的基本组成	224
第三节	牛乳的采集和预处理	226
第四节	液体乳的基本加工过程	232
第五节	液体乳类产品及乳的标准化处理	237
第六节	酸奶	244
第七节	冰淇淋及相关产品	250
第八节	干酪	256
第九节	低脂肪乳制品	265
第十五章	水产食品	266
第一节	水产食品原料	266
第二节	鱼、虾、贝类可食部分的化学组成	268
第三节	海洋生物活性物质	272
第四节	天然毒素及污染物质	274
第五节	鱼、贝类的死后变化及其保鲜	276
第六节	水产品的主要加工方法	281

第七节	水产品的综合利用	287
第八节	水产品加工新技术	288
第十六章	谷物类、油料类及其制品	290
第一节	谷物类及其制品	290
第二节	豆类和油料	301
第十七章	油脂及其制品	304
第一节	脂肪的性质	304
第二节	油脂的来源	307
第三节	脂肪的功能性质	308
第四节	油脂生产和加工方法	308
第五节	油脂制成的产品	311
第六节	油脂替代品	315
第七节	油脂检验	315
第十八章	蔬菜和水果	318
第一节	蔬菜和水果的一般性质	318
第二节	蔬菜和水果中的有效成分	319
第三节	蔬菜和水果的结构特点	320
第四节	采收后的呼吸活动	323
第五节	蔬菜的收获和加工	324
第六节	水果的收获和加工	327
第十九章	饮料	331
第一节	不含酒精的碳酸饮料	331
第二节	啤酒	335
第三节	葡萄酒	339
第四节	咖啡	342
第五节	茶	348
第六节	豆乳	350
第七节	果汁饮料	356
第二十章	糖果与巧克力制品	370
第一节	糖果的定义、分类与特性	370
第二节	糖果生产主要配料	371
第三节	糖果制造原理与技术	377

第二十一章 食品包装原理	384
第一节 概述	384
第二节 食品包装材料及其容器	387
第三节 食品包装检验	398
第四节 食品包装的装潢设计	399
第五节 食品包装的防伪	400
第六节 包装的环保	401
第二十二章 食品工业废水及其处理	404
第一节 概述	404
第二节 食品工业废水特性	404
第三节 废水处理原理与分级	407
第四节 废水预处理技术	408
第五节 废水的生物处理	409
第六节 废水的深度处理	417
第二十三章 食品的安全性和危害性	421
第一节 食品安全性、毒害性和危险性	421
第二节 食品的危害	422
第三节 食品中微生物引发的疾病	425
第四节 贮藏和加工对微生物性危害的影响	426
第五节 HACCP 系统的建立原则	429
第六节 食物中的化学性危害	433
第二十四章 食品的法规和标准	438
第一节 中国的食品法规	438
第二节 国际食品法规	443
第二十五章 粮食供需态势、影响因素及对策	445
第一节 粮食安全概念及内涵	445
第二节 世界粮食安全状况、前景及其影响因素	446
第三节 中国粮食安全的态势及对策	452
参考文献	461

绪 论

科学是关于自然、社会和思维的知识体系。食品科学与工程则是应用基础科学和工程原理来研究食品的物理、化学和生物化学性质及其在食品加工过程中的变化规律的学科。技术则是已认识的自然界客观规律在人们实践中的应用。食品工程是将食品科学知识在食品的贮藏、加工、包装和销售中的应用。食品科学是一个完整的学科体系，它包含了食品微生物学、食品工程学、食品化学、食品生物技术等领域，甚至还包括选择食品的心理学。食品工程学研究农产品（食物资源）转化为加工食品的过程，如将小麦加工成面粉焙烤食品等。食品加工过程是由许多化学工程和机械工程的单元操作组合完成的。事实上人们日常生活中的食物绝大多数来自于生物细胞，因此可把食物看做是生物化学过程的载体，许多生物化学家研究在加工和贮藏过程中物质的化学变化和生物化学变化。同样，营养学家也关注食品的加工和贮藏过程，希望食物通过加工和贮藏后仍能保持其原有的营养成分。政府部门的学者则致力于食品的安全卫生及法规标准等问题的研究。

第一节 食品科学与工程专业的高等教育

食品科学与工程的教育近年来有了较大的发展，目前我国已有 105 所高等院校开设了食品科学与工程专业本科教育，50 所高等院校培养硕士研究生，14 所高等院校培养博士生，但仍不能满足食品工业对人才数量和质量的要求。食品行业渴求用当代食品科技知识武装起来的技术人员和管理人员。许多现在工作于食品工业、政府部门和学术单位的技术人员曾经接受过乳制品、肉类、粮食、果蔬等生产或加工的基本教育；也有一部分技术人员是由基础科学或应用学科如化学、物理、微生物、统计、工程等转行来的。这种知识结构既有有利的一面，也有不足的一面，在食品工业和食品科技突飞猛进的商品经济时代，这种知识结构尤显捉襟见肘。因此各类技术人员都应进行食品科学基本理论的再学习。

1992 年美国食品技术学会（IFT）曾经提出过食品专业本科教育的最低限度教学计划。在我国，农业部教学指导委员会食品科学与工程学科组于 1998 年也提出了面向 21 世纪的有中国特色的食品科学与工程专业本科课程体系及课程设置方案，供各高等农业院校参照执行。该课程体系确定了本科专业的主要课程和主干课程：

1. 食品化学，研究食品的组成结构和性质，以及在食品加工、贮藏和利用时食品成分的化

学变化。前置课程为普通化学、有机化学、生物化学。

2. 食品营养与分析, 阐述食品及其组成的营养功能, 理化成分测定原理、方法和技术。同时涉及食品加工的标准和法规。前置课程为化学和食品化学。

3. 食品微生物学, 阐述与食品有关的微生物生态系统, 以及各种环境条件对食品腐败的影响, 微生物引起的理化和生物变化, 食物中微生物的测定技术、公共卫生和健康等。前置课程为普通微生物。

4. 食品生物技术, 阐述基因工程、细胞工程、微生物工程和酶工程的基本原理及其在食品生产和加工中的应用。前置课程为生物化学、普通微生物等。

5. 食品工艺学, 阐述食品原料的特性、食品贮藏的原理、加工工艺、预处理、包装、废弃物处理、工艺实践和灭菌程序等。

6. 食品工程学, 阐述食品工程的工程原理、设备和单元操作。工程原理研究物质和能量平衡、传热传质学、物料传输及食品的工业化生产过程的理论。前置课程为物理学和微积分, 化工原理。

“食品科学与工程”课程是食品科学与工程专业的专业课, 它综合了食品化学、食品微生物学、食品工程、营养学、感官鉴评、统计学等课程的基本原理部分。各校在讲授“食品科学与工程”时应根据自身特点有所侧重。各校在开设上述主干课程和主要课程的同时, 还应开设一些有关的必修课和选修课, 如计算机应用、食品法规、感官鉴评、毒理学、食品物理化学、食品工程进展、质量控制、废弃物处理等。

第二节 食品科学与工程的研究内容

有些人认为食品科学应该涵盖食物资源的生产、经营、工艺、配送、零售、消费的全过程, 而另一些人则认为食品科学仅指食品的理化性质及其有关的工艺和安全卫生。后者表现出很大的局限性, 没有认识到雨量、土壤类型、土壤肥力、作物品种、采收方法、屠宰方法等因子都会对食品原料的性质有着极大的影响。严格而言, 甚至文化、宗教、心理态度等因素也会对一个产品的使用产生影响。

一、提高人民的营养和健康水平是食品科学与工程的首要任务

在我国, 居民的膳食结构已经从温饱型向小康型转变(表 1-1、表 1-2)。但是据估计, 世界上大约还有 20 亿人口仍然食不果腹, 每天约有 4 万人因得不到足够的食物、蛋白质或其他营养素而丧失生命。许多食品科学家致力于研究价廉的营养丰富而口感适宜的食物, 儿童营养不良会导致恶性营养障碍症(kwashiorkor), 儿童蛋白质-热能缺乏会导致消瘦症(marasmus)。固然, 奶粉等能供应所需的蛋白质和热能, 但对发展中国家的贫困人群而言仍价格昂贵。因此, 发展中国家的食品科学家只能把习惯上不被食用的杂鱼制备成“鱼粉”, 作为易消化的便宜的蛋白质源, 或者用玉米、高粱、大豆、棉籽分离蛋白等混合制成有较高蛋白质含量(28%)的食品。中、南美洲贫穷国家也利用当地生产的低价值食物资源开发出营养较全面的食品。印度也利用花生蛋

表 1-1 中国居民食物与营养结构的变化

项 目	1978 年	1984 年	2000 年
粮 食 (kg)	163.50	216.20	183.20
食物植物油 (kg)	1.63	4.70	9.00
食 糖 (kg)	2.49	4.88	6.00
蔬 菜 (kg)	140.00	143.00	120.00
水 果 (kg)	6.60	9.30	18.00
肉 类 (kg)	8.18	15.60	24.00
蛋 类 (kg)	1.67	3.91	12.00
鱼 类 (kg)	3.30	4.36	9.00
奶 类 (kg)	1.00	2.38	9.00
热 量 (kJ)	7 602.87	11 111.24	10 780.50
蛋白质 (g)	45.20	66.60	72.70
脂 肪 (g)	27.80	51.40	71.60

表 1-2 1998 年我国城乡居民畜产品的消费情况

种 类	人均消费		城镇消费				农村消费		全国消费总 量(万 t)
	全国 (kg)	农村 (kg)	城镇 (kg)	城乡之比	总量 (万 t)	比重 (%)	总量 (万 t)	比重 (%)	
肉 类	33.73	26.83	49.81	1.9:1	1 889.9	44.9	2 320.0	55.1	4 209.8
猪 肉	22.54	19.04	30.72	1.6:1	1 165.6	41.4	1 647.6	58.6	2 813.2
牛羊肉	4.73	2.96	8.86	3.0:1	336.2	56.9	254.2	43.1	590.4
家 禽	6.45	4.83	10.24	2.1:1	388.5	48.3	416.5	51.7	805.0
禽 蛋	9.68	7.04	15.84	2.3:1	601.0	49.7	607.2	50.3	1 208.2
奶 类	6.31	3.04	13.96	4.6:1	529.7	67.3	257.9	32.7	787.6
鱼 类	8.79	5.65	16.10	2.8:1	610.9	55.7	486.2	44.3	1 097.1

白、玉米淀粉糖浆、水牛奶等加工成富有营养的食品。

食品对人体健康的重要性表现在三个方面，营养功能、感官风味功能和生理调节功能。生理调节功能是指食品中某些成分的保护机体、调节生物节律、增强免疫的能力和预防疾病促进康复的能力。1996年3月我国卫生部颁发了保健食品管理办法，1997年我国国家技术监督局发布了保健(功能)食品通用标准(GB16740-1997)，至1988年6月卫生部批准的保健食品共计1424种，其中国产1287种，进口137种，按其功能分为调节血脂、调节免疫、抗氧化、延缓衰老、抗疲劳、耐缺氧、抑制肿瘤、调节血糖、减肥、改善睡眠、改善记忆、抗突变、促进生长发育、抗辐射、改善胃肠功能、改善营养贫血、调节血压等。食品功能化学研究的深入发展必然进入分子营养学的水平。分子营养学是应用分子生物学的理论和方法，在分子水平上研究营养学和基因表达之间的关系的学科。分子营养学的研究将根本改变营养流行病学、肿瘤学的面貌。人类将能掌握自己的遗传命运，通过合理营养来控制 and 延迟遗传疾病，医生将用基因药物和基因疗法来治疗疾病。

二、食品科学与工程是新食品开发的理论基础

食品科学与工程源自于和服务于食品工业。食品科学研究的进步是我国食品工业迅猛发展的

动力之一。在我国食品工业是国民经济的重要组成部分，它的发展直接关系到农业生产、人民生活、民族素质、经济发展和社会进步。在我国，食品工业受到国家政府的高度重视和支持，把它视为朝阳产业。江泽民同志（1991）曾经题词“努力发展食品工业，满足人民生活需要”。改革开放以来，我国食品工业获得了迅猛的发展。1996年我国第三次工业普查结果表明，食品工业总产值在全国工业部门总产值所占比重首次上升到第一位，1999年全国食品工业完成工业总产值7 828亿元，实现利税总额1 278亿元，实现海关出口总额125亿美元。食品工业总产值的增长速度连续几年比全国工业总产值增长速率高出2个百分点（表1-3）。

表 1-3 九五规划期间我国食品工业的发展情况

项 目	1996	1997	1998	1999	2000年
食品工业总产值(亿元)	5 146	5 842	5 517	6 020	预计6 622
食品工业总产值占全国工业总产值之比(%)	10.1	10.3	9.6	—	—
食品工业总产值年增长速率(%)	14.5	13.5	—	9.12	—

注：以1990年不变价格计算。

改革开放以来我国食品工业已经成为门类齐全、技术不断进步、产品日益丰富、运销网络通畅的生产经营体系，在满足人民生活需要和为经济建设积累资金方面做出了重大的贡献。我国主要食品的产量和人均占有量有了较大幅度的提高。粮食总产量24 500亿kg，人均占有量400kg，食用植物油超过1 000万t，肉类总产量达5 900万t，居世界第一位，酒类2 700万t，其中啤酒1 860万t，居世界第二，软饮料1 065万t，乳制品52万t，味精52万t，世界第一（表1-4、1-5）。

表 1-4 我国农业主要产品产量居世界的位次

项 目	1949	1957	1978	1980	1985	1990	1995	1998
谷 物		3	2	1	2	1	1	1
肉 类	3	2	3	3	2	1	1	1
棉 花	4	2	2	2	2	2	1	1
花 生	2	2	2	2	1	1	1	1
油菜籽	2	2	2	2	1	1	1	1
水 果			10	10	8	4	1	1

表 1-5 1998年我国主要食物资源占世界的份额

食物资源	中国产量(万t)	世界产量(万t)	占世界份额(%)
谷 物	45 625	205 437	22.2
肉 类	5 724	21 620	26.5
水产品	3 907	9 463	41.2

数据来源：联合国粮农组织数据库《中国统计年鉴》1999年。

科学家已经创造了成千上万种食品，甚至有供太空工作的宇航员们吃的食品，宇航员在装有脱水食物的小袋中注入少量水，揉搓片刻，即可用细管食用。在宇宙航行的条件下，空间和重量