

高等学校专业教材

# 食品化学与营养学


马 力 主 编

李明元 吴朝霞 王文君 王继伟 副主编

编 委 (按姓氏笔画为序):

马 力 王文君 王月慧 毕永贤 李明元 李林林  
吴朝霞 陈祥贵 徐 坤 姚 理 颜廷才 葛英亮

四川省重点教改项目“食品科学与工程专业人才培养模式和课程体系改革的研究与实践”系列成果教材

 中国轻工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

食品化学与营养学/马力主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2007. 9

高等学校专业教材

ISBN 978-7-5019-6072-9

I. 食… II. 马… III. ①食品化学-高等学校-教材  
②食品营养学-高等学校-教材 IV. TS201

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 111744 号

责任编辑: 白 洁

策划编辑: 白 洁 责任终审: 劳国强 封面设计: 湛 云

版式设计: 王超男 责任校对: 吴大鹏 责任监印: 胡 兵 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: 印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2007 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 31.5

字 数: 635 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6072-9/TS · 3547 定价: 50.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: [club@chlip.com.cn](mailto:club@chlip.com.cn)

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

61050J4X101ZBW

# 前 言

2000年以后,各高校相继实行弹性学制和学分制,由于方方面面的原因,专业课课时量受到严重挤缩。而食品化学、食品营养学又是食品科学与工程专业传统教学计划中的经典课程,教学内容多、和其它课程关联性强,交叉重复的地方多,在实际教学中往往因重复讲授浪费了不少课时,也不利于学生对知识和技能的掌握。西华大学承担的四川省重点教改项目“食品科学与工程专业人才培养模式和课程体系改革的研究与实践”提出了将传统教学计划中的食品化学、食品营养学整合成“食品化学与营养学”一门课程,以讲授构成食品的各种组分为主线,在介绍其组成、结构、性质的同时,介绍其营养原理;在介绍这些组分在食品加工过程中理化性质改变的同时,介绍其营养价值的变化,合理地避免了课程之间的重复与交叉。经过两年的试点,取得了良好的效果,得到了学生和同行专家的认可。本书就是在此基础上邀请了沈阳农业大学、江西农业大学、武汉工业学院等高校多年从事上述课程教学的专家共同编写而成的。

本教材编写过程中贯穿了以下几个方面的指导思想与安排:

第一,以讲授构成食品的各种组分为主线,将食品化学、食品营养学的相关内容穿插其中,保证了食品化学、食品营养学两门课程的基本概念、基本技术原理等基础知识的介绍,所有知识点不因课程整合而减少。

第二,在介绍两门课程基础知识点的过程中,着重介绍营养素在现代食品储藏加工中的理化性质和营养价值变化的应用实例。力争做到理论与实践相结合,以培养学生运用所学知识分析和解决实际问题的能力。

第三,内容上突出“新”字,尽量把学科前沿知识和新成果、新技术介绍给学生,拉近学生与现代学科发展的距离。用现代眼光对基本概念、基本理论和基本技能进行审视和更新,并以适当的方式让基础内容与学科发展前沿相接,使学生了解本学科当前发展的趋势、研究的热点以及争论的问题,有助于创新型人才的培养。

第四,编写形式上,力求通俗易懂,便于自学,有利于学生巩固知识,触类旁通,举一反三,活学活用。

本书由西华大学马力教授任主编,西华大学李明元、沈阳农业大学吴朝霞、江西农业大学王文君、哈尔滨学院王继伟任副主编,参加编写的还有西华大学陈祥贵、徐坤、李林林,武汉工业学院王月慧、姚理,沈阳农业大学的颜廷才,哈尔滨学院的毕永贤、葛英亮,全书由马力、李明元负责统稿。

中国轻工业出版社组织专家对本书进行了审阅并为本书及其系列教材的出版做了大量

卓有成效的工作，在此表示衷心的感谢。同时也对西华大学及上述参编老师所在学校各级领导的大力支持表示谢意。

本书可作为食品科学与工程及相关本科专业的教学用书，也可供相关专业的研究生和科研、工程技术人员参考。

由于编者水平有限，加之时间仓促，缺点和错误在所难免，敬请广大读者和同行专家提出宝贵意见。

编 者

# 目 录

第一章 绪论 .....	1	二、人体能量消耗的测定方法 .....	37
第一节 食品化学 .....	1	三、能量的推荐摄入量及食物来源 .....	38
一、食品化学的任务 .....	1	第二节 食品中的主要糖类及其理化性质 .....	40
二、食品化学的起源和发展 .....	2	一、食品中的糖类 .....	40
三、食品化学与生物化学的关系 .....	3	二、单糖、低聚糖的物理性质 .....	42
第二节 食品营养学 .....	3	三、单糖、低聚糖的化学性质 .....	45
一、食品营养学的任务 .....	3	四、淀粉 .....	53
二、营养学的基本概念 .....	4	五、非淀粉多糖 .....	63
三、人体对营养的需要 .....	5	第三节 糖类的主要生理功能及功能性糖 .....	67
四、合理营养的重要性 .....	5	一、糖类的生理功能 .....	68
五、营养科学发展概况 .....	6	二、功能性低聚糖 .....	68
六、我国居民的营养状况和对策 .....	6	三、功能性多糖 .....	74
第三节 本教材的内容、教学目标和要求 .....	7	四、代谢及代谢异常 .....	78
第二章 食物的体内代谢 .....	9	第四节 加工贮存对糖类营养价值的影响 .....	79
第一节 人体消化系统 .....	9	一、丙烯酰胺 .....	79
一、消化道 .....	10	二、4-甲基咪唑 .....	80
二、消化道平滑肌的生理特性 .....	12	三、苯并[a]芘 .....	80
三、消化腺的分泌功能 .....	13	第四章 脂类 .....	82
四、消化道的神经调节 .....	13	第一节 概述 .....	82
五、消化道的内分泌功能 .....	15	第二节 命名 .....	82
第二节 消化和吸收生理 .....	16	一、脂肪酸 .....	82
一、食物的消化 .....	16	二、酰基甘油 .....	84
二、食物的吸收 .....	25	三、磷脂 .....	86
第三节 营养物质的体内运输 .....	31	第三节 分类 .....	88
一、循环系统的组成 .....	31	第四节 油脂的物理特性 .....	89
二、各种营养物质的体内运输 .....	31	一、三酰基甘油分布理论 .....	89
第三章 糖类 .....	33	二、天然脂肪中脂肪酸的位置分布 .....	90
第一节 能量概述 .....	33		
一、人体能量消耗的构成 .....	33		

三、结晶和稠度 .....	92	三、食品中酶的分离纯化与 活力测定 .....	237
四、乳状液和乳化剂 .....	102	四、酶在食品中的作用 .....	237
第五节 脂类的化学性质 .....	109	五、食品加工中的固定化酶 .....	244
一、脂解 .....	109	六、食品加工中的酶制剂 .....	248
二、脂类氧化 .....	110	七、酶在食品分析中的应用 .....	252
三、热分解 .....	134	第六章 水、矿物质和维生素 .....	256
四、油脂在油炸条件下的 化学变化 .....	138	第一节 食品中的水 .....	256
五、电离辐射对脂肪的影响 .....	139	一、水与冰的理化性质 .....	256
第六节 油脂加工化学 .....	143	二、水与溶质间的相互作用 .....	259
一、油脂精炼 .....	143	三、食品稳定性与水的关系 .....	262
二、油脂氢化 .....	144	四、水分活度与食品的稳定性的关系 .....	264
三、酯交换 .....	147	五、冰与食品的稳定性的关系 .....	268
第七节 脂类在食品风味中的 作用 .....	150	第二节 食品中的矿物质 .....	269
一、物理效应 .....	150	一、概述 .....	269
二、作为风味前体的脂类 .....	150	二、常量元素的生理作用 .....	270
第五章 蛋白质、氨基酸、酶 .....	153	三、微量元素的生理作用 .....	273
第一节 概述 .....	153	第三节 维生素 .....	282
第二节 氨基酸的物理化学性质 .....	154	一、概述 .....	282
一、氨基酸的一般性质 .....	154	二、水溶性维生素 .....	282
二、氨基酸的化学性质 .....	161	三、脂溶性维生素 .....	295
第三节 蛋白质的一般物理 化学性质 .....	164	四、食物在贮存加工过程中 维生素的变化 .....	301
一、蛋白质的结构认识 .....	164	第七章 食物中的功能成分 .....	305
二、蛋白质分子的变性 .....	165	第一节 膳食纤维 .....	305
三、蛋白质的功能性质 .....	177	一、膳食纤维的概念和组成 .....	305
第四节 非普通蛋白质的来源 .....	210	二、膳食纤维的功能 .....	305
一、植物蛋白质的分离和提纯 .....	210	三、膳食纤维的应用 .....	306
二、单细胞蛋白质 .....	211	四、膳食纤维的摄入量 .....	307
第五节 食品蛋白质在加工和 贮藏中的变化 .....	212	第二节 多酚类 .....	307
一、营养价值的变化和毒性 .....	212	一、结构与分类 .....	308
二、蛋白质功能性质的变化 .....	223	二、多酚类制品 .....	309
第六节 酶 .....	235	第三节 类胡萝卜素 .....	310
一、概述 .....	235	第四节 皂苷 .....	312
二、生物体中的酶 .....	235	一、茶皂苷 .....	312
		二、人参皂苷 .....	313
		三、大豆皂苷 .....	314

第五节 有机硫化物 .....	317	一、L-肉碱在膳食中的	
一、异硫氰酸盐 .....	317	含量分布 .....	333
二、葱属蔬菜中的有机硫		二、L-肉碱的代谢与生物	
化合物 .....	317	合成 .....	333
第六节 茶氨酸 .....	319	三、L-肉碱的生理功能 .....	334
一、茶氨酸的分布 .....	319	四、L-肉碱在食品工业中	
二、茶氨酸的理化特性 .....	319	的应用 .....	334
三、茶氨酸在人体内的吸收		第十四节 肌醇 .....	335
和代谢 .....	320	一、肌醇的理化特性 .....	335
四、茶氨酸的生理功能 .....	320	二、肌醇的分布 .....	336
五、茶氨酸的安全性 .....	321	三、肌醇的生理功能 .....	336
第七节 植物甾醇 .....	321	四、肌醇的应用研究 .....	336
一、植物甾醇的理化性质 .....	321	第八章 食品中的其它成分 .....	338
二、食物中植物甾醇的含量 .....	321	第一节 食品中的呈色物质 .....	338
三、植物甾醇的吸收和分布 .....	322	一、食品中的天然色素 .....	338
四、植物甾醇的生理功能 .....	323	二、天然食品着色剂 .....	342
五、植物甾醇的应用 .....	323	第二节 食品中的呈味物质 .....	345
第八节 核酸 .....	324	一、概述 .....	345
一、核酸的结构 .....	324	二、味觉现象 .....	345
二、核酸的营养功能 .....	325	三、甜味和甜味物质 .....	346
三、核酸在食品工业中的应用 .....	326	四、酸味和酸味物质 .....	348
四、核酸的补充 .....	326	五、苦味和苦味物质 .....	349
第九节 二十八烷醇 .....	326	六、咸味和咸味物质 .....	350
一、二十八烷醇的理化性质		七、辣味和辣味物质 .....	350
和分布 .....	327	八、食品中的香味物质 .....	351
二、二十八烷醇的生理功能 .....	327	第三节 食品添加剂 .....	354
三、二十八烷醇的应用 .....	328	一、概述 .....	354
第十节 咖啡碱、茶碱和可可碱 .....	328	二、常见的食品添加剂 .....	354
一、咖啡碱 .....	329	第四节 食品中的有毒成分 .....	362
二、可可碱与茶碱 .....	329	一、植物性食物中的天然毒素 .....	362
第十一节 辅酶Q .....	330	二、动物性食物中的天然毒素 .....	364
一、辅酶Q <sub>10</sub> 在体内的分布 .....	331	三、微生物毒素 .....	365
二、辅酶Q <sub>10</sub> 的生理功能 .....	331	四、化学毒素 .....	366
第十二节 $\gamma$ -氨基丁酸 .....	332	第九章 各类食物的营养价值	
一、GABA在食物中的分布 .....	332	及其加工特性 .....	367
二、GABA的功能 .....	332	第一节 食品营养价值的评价 .....	367
第十三节 左旋肉碱 .....	333	一、食物营养价值 .....	367

二、食物营养价值评价参数 与平衡膳食 .....	367	特性 .....	391
三、营养素的生物利用率 .....	368	一、蛋类的营养价值 .....	391
四、酸、碱性食品 .....	368	二、蛋类的加工贮藏特性 .....	392
第二节 谷物类食品的营养价值 及加工特性 .....	368	第九节 调味品及其它 .....	392
一、谷粒的构造及营养素分布 .....	368	第十章 不同生理状况及特殊环境 条件下人群的营养与食品 .....	394
二、谷物类的营养价值特点 .....	369	第一节 孕妇的营养与食品 .....	394
三、谷物类的加工特性 .....	371	一、孕期营养生理特点 .....	394
第三节 豆类及坚果类的营养 价值及加工特性 .....	373	二、孕期的营养需要 .....	395
一、豆类种类 .....	373	三、孕妇的合理膳食 .....	398
二、豆类及豆制品的营养价值 .....	373	四、孕期营养不良对母体及 胎儿的影响 .....	399
三、坚果类的营养价值 .....	376	第二节 乳母营养 .....	400
四、豆类与坚果的加工特性 .....	377	一、泌乳生理 .....	400
第四节 蔬菜、水果的营养价值 及加工特性 .....	378	二、乳母营养需要 .....	401
一、蔬菜、水果的分类 .....	378	三、乳母的合理膳食 .....	402
二、蔬菜的营养价值 .....	378	第三节 婴幼儿营养 .....	403
三、水果的营养价值 .....	380	一、婴儿营养 .....	403
四、蔬菜和水果的加工特性 .....	381	二、幼儿营养 .....	406
第五节 食用菌的营养价值及 加工特性 .....	384	三、婴幼儿常见营养缺乏病 .....	406
一、食用菌的营养价值 .....	384	第四节 青春期营养 .....	407
二、食用菌的加工特性 .....	384	一、青春期生长发育特点 .....	407
第六节 畜、禽肉及水产品的营养 价值及加工特性 .....	385	二、青春期饮食注意事项 .....	408
一、畜肉类的营养价值 .....	385	第五节 老年营养 .....	409
二、禽肉类的营养价值 .....	386	一、老年人生理代谢特点 .....	409
三、水产品的营养价值 .....	386	二、老年人的营养需要 .....	410
四、肉类、水产品的加工特性 .....	387	三、老年人的饮食原则 .....	411
第七节 乳和乳制品的营养价值 及加工特性 .....	388	第六节 高温环境人群营养 .....	412
一、乳的营养价值 .....	389	一、高温环境下机体代谢特点 .....	412
二、乳制品的营养价值 .....	390	二、高温对消化系统的影响 .....	413
三、乳和乳制品的加工特性 .....	390	三、能量代谢的改变 .....	413
第八节 蛋类的营养价值及加工 特性 .....	391	四、高温环境下的营养需要 .....	413
一、蛋类的营养价值 .....	391	第七节 低温环境下人群的营养 .....	413
二、蛋类的加工贮藏特性 .....	392	一、低温条件下热能代谢特点 及需要 .....	414
		二、维生素和无机盐的代谢 特点及需要 .....	414

第八节 职业性接触有毒、有害物质人群的营养 .....	414	作用 .....	438
一、铅作业人员的营养 .....	414	第二节 食品营养强化的基本原则 .....	441
二、苯作业人员的营养 .....	415	第三节 食品营养强化技术 .....	442
第十一章 营养与健康 .....	417	一、强化方法 .....	443
第一节 营养与免疫功能 .....	417	二、营养强化剂的保护 .....	444
一、蛋白质与免疫功能 .....	417	第四节 营养强化食品的种类和生产 .....	445
二、脂类与免疫功能 .....	418	一、强化谷物食品 .....	445
三、维生素、微量元素与免疫功能 .....	418	二、强化米 .....	446
第二节 营养与心血管疾病 .....	420	三、强化面粉和面包 .....	448
一、营养与高脂血症 .....	420	四、强化副食品 .....	449
二、营养与冠心病 .....	422	五、强化婴幼儿食品和儿童食品 .....	450
三、营养与高血压 .....	424	六、强化大豆儿童食品 .....	453
第三节 营养与肿瘤 .....	426	七、强化豆奶 .....	453
一、肿瘤及病因 .....	426	八、强化军粮 .....	454
二、营养与肿瘤 .....	426	九、混合型强化食品 .....	454
三、肿瘤患者的饮食控制 .....	428	十、其它强化食品 .....	454
第四节 营养与糖尿病 .....	428	第五节 保健食品 .....	455
一、糖尿病概述 .....	428	一、保健食品的概念及分类 .....	455
二、营养与糖尿病 .....	430	二、保健食品发展的历史背景及原因 .....	459
三、糖尿病患者的饮食控制 .....	430	三、国内外保健食品发展概况及发展方向 .....	460
第五节 营养与肥胖 .....	431	第十三章 合理营养与膳食指南 .....	463
一、肥胖概述 .....	431	第一节 合理营养与平衡膳食 .....	463
二、肥胖症患者的饮食控制 .....	432	一、合理营养 .....	463
第六节 营养缺乏性疾病 .....	433	二、平衡膳食与膳食结构 .....	464
一、营养与蛋白质-能量营养不良 .....	433	三、合理的膳食调配 .....	468
二、营养与骨质疏松症 .....	434	四、合理烹调 .....	469
三、营养与营养性贫血 .....	435	五、膳食制度 .....	470
第十二章 食品的营养强化与保健食品 .....	437	六、饮食习惯 .....	471
第一节 强化食品概述 .....	437	第二节 膳食营养素参考摄入量 .....	472
一、食品营养强化与食品强化剂 .....	437	一、膳食营养素供给量 (RDAs) .....	472
二、食品营养强化发展简况 .....	437	二、膳食营养素日参考摄入量 .....	473
三、食品营养强化的意义和			

第三节 中国居民膳食指南与	措施 .....	480
平衡膳食宝塔 .....	一、营养调查 .....	480
一、中国居民膳食指南 .....	二、营养监测 .....	486
二、中国居民膳食平衡宝塔 .....	三、改善社区营养的宏观措施 .....	490
第四节 营养调查、营养监测、	<b>参考文献</b> .....	493
改善社区营养的宏观		

# 第一章 绪 论

食品化学 (Food Chemistry) 的主要任务是研究食品的组成、性质以及食品在贮藏、加工和包装过程中可能发生的物理和化学变化。食品营养学 (Food nutrition) 主要研究各种营养素的组成、性质以及在食品贮藏、加工和包装过程中可能发生的营养价值的变化,还包括这些变化与人体生长发育和健康的关系。食品化学与食品营养学是两门独立的学科,本书既不是两门学科的简化合并,也无改变学科分类和削弱各自重要性之意图,只是从有利于教学的角度,将两门学科的知识整合在一起,使学生在在学习各种食品组分的同时,掌握其营养价值;在学习食品加工过程中各组分理化变化的同时,掌握这些变化对营养价值的影响,从而使两门学科的知识有机地融合在一起,为后续课程的学习奠定坚实的基础。

## 第一节 食品化学

### 一、食品化学的任务

食品化学是从化学角度和分子水平上研究食品的化学组成、结构、理化性质、营养和安全性质以及它们在生产、加工、贮存、运输和销售过程中的变化及其对食品品质和食品安全性的影响的科学,它与生物化学、微生物学和工程学共同构成食品科学的四大支柱学科;是为改善食品品质、科学调整膳食结构、改进食品包装,加强食品质量控制和提高食品原料加工和综合利用水平奠定理论基础的学科。其任务是研究食品营养成分化学,食品色、香、味化学,食品工艺化学,食品物理化学和食品有害成分化学等方面基础理论以及在食品工业中的应用。食品化学的具体内容包括:食品成分(水分、蛋白质、脂类、糖类、无机质、维生素等)的化学;食品的色、香、味;食品和酶的作用;食品保藏;食品物化性质和质地;植物性食品(谷类、薯类、豆科植物、蔬菜和水果)的化学;动物性食品(乳和乳制品、肉禽蛋、鱼贝类)的化学;发酵性食品(乳酪、酸乳、酒类、味精等)的化学;食品添加剂的化学;食品包装材料的化学及其与食品的关系等。

食品化学研究的任务和作用可概括为:①通过食品分析,研究天然食品、配方食品和加工食品的组成和特性以及是否掺杂和污染,以确定食品产品是否符合食品卫生要求和是否达到营养和感官标准。②结合食品加工中食品成分的化学变化的研究,开发食品保藏方法,减少食物损失浪费,延长贮存期,保持其营养成分如维生素含量及色、香、味等感官品质,防止或延缓食品变质和哈败。③为改进食品质量和开发新型食品提供依据,如建立合理营养配方食品,添加某些成分制取强化食品,开发植物蛋白以及高温瞬时杀菌技术,采用无菌包装和挤压膨化等可以保留较多营养成分和保证优良感官质量的新工艺。④对食品质量进行监督和管理,提供质量信息,为消费者提供食品化学知识,指导消费。

## 二、食品化学的起源和发展

食品化学起源于18世纪后期。瑞典药学家C. W. 舍勒于1780年首先分离出乳酸，并研究了它的性质；1784年他又由乳酸氧化而制出半乳糖二酸；1785年，他从柠檬汁和醋栗中分离出柠檬酸，从苹果中分离出苹果酸，并测定了20种水果中的柠檬酸、苹果酸和酒石酸；进而，他还从动植物体中分离出多种新化合物。这些被认为是农业化学和食品化学的开端。其后，法国化学家T. de. 索叙尔于1804年研究了植物呼吸过程中氧与二氧化碳的变化，精确分析出酒精中的元素。另一位法国化学家M. E. 谢弗勒尔逐步建立起能分析有机体中氧、氯、氮、硫、磷、硅、铝、镁等近20种元素的方法，并研究了动物体中脂肪的组成，发现了重要的饱和脂肪酸——硬脂酸和不饱和脂肪酸——油酸。1847年，德国科学家J. von 李比希发表了第一本食品化学专著《食品化学的研究》，标志着食品化学已初步形成自身体系。此后，100多年的进展使食品化学成为一门从化学的角度研究食品，并将所得知识系统化而形成的学科。现代食品化学的发展方向主要集中在以下几个方面：

第一，高新技术在食品工业中的应用。生物技术主要包括基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程等新技术。生物技术在食品工业中的应用越来越广泛，不仅可以提供新的食品资源、食品添加剂和保健食品的功能性配料，而且还可以用于食品加工、生产特殊风味的美味食品、食品包装、食品质量检测、食品工业污水处理等，在整个食品工业全过程中都能发挥巨大作用，几乎是无所不及，无所不包；膜分离技术是一项新型高效分离技术，具有在常温下操作、营养成分损失少、设备简单、操作方便、无相变、不产生化学变化、选择性强、分离效率高和节省能源等优点。按照膜孔径的大小，膜分离技术可以进一步细分为微滤、超滤、纳滤、反渗透技术等。目前，膜技术在食品工业中的应用主要有过滤、浓缩、除菌和分离提取功能食品的功能配料等。该项技术已经广泛用于食品工业。超临界流体萃取技术是利用压力和温度对超临界流体溶解能力的影响来分离和提取所需要的物质的一项新技术。在超临界条件下，使超临界流体与待分离的物质充分接触，该流体就能有选择地将极性大小不同、沸点高低不同以及相对分子质量大小不同的成分，依次先后萃取出来。超临界的CO<sub>2</sub>常被用作萃取剂。超临界流体萃取技术工艺流程简单、萃取温度低，对营养成分破坏极少，目前已经在食品工业中得到广泛应用。

第二，新型食品包装材料的研究。以贝类提取物壳聚糖为主要原料制成壳聚糖可食性包装膜，这种包装膜将壳聚糖与月桂酸结合在一起，生成均匀的可食薄膜。用该包装膜包装去皮的水果和水果片，有良好的保鲜作用。大豆蛋白质可食性包装膜既能阻止氧气进入，又能保持水分，还能确保食品原味。豆渣为原料的可食性包装纸适合快餐面调味料的包装需要，热水一泡便能溶化，而且具有营养价值。

第三，现有食品材料功能的改良。利用物理、化学或酶法处理，在淀粉分子上引入新的官能团或改变淀粉分子大小和淀粉颗粒性质，从而改变淀粉的天然特性（如糊化温度、热黏度及其稳定性、冻融稳定性、凝胶力、成膜性、透明性等），使其更适用于一定应用的要求。这种经过二次加工、改变性质的淀粉统称为变性淀粉。淀粉变性的目的，一是为了适应各种工业应用的要求。如高温技术（罐头杀菌）要求淀粉高温下黏度稳定性好，冷冻食品要求淀粉冻融稳定性好，果冻食品要求透明性好、成膜性好等。二是为了开辟淀

粉的新用途，扩大应用范围。如纺织上使用淀粉，羟乙基淀粉、羟丙基淀粉代替血浆，高交联淀粉代替外科手套用滑石粉等。

第四，食物成分的生理功能研究。食物成分生理功能的研究是永无止境的话题，如最新科学研究证明，维生素 E 能有效地清除自由基，可延长细胞寿命，从而延缓机体衰老；还能维护脂质结构，可恢复皮肤弹性、减少皱纹。所以，维生素 E 作为抗氧化和抗衰老的食品强化剂已被广泛应用。

第五，食品污染物化学与食品安全。食品在生产、加工、贮存、流通和消费过程中，都有可能受到有毒有害化学品的污染，进而造成食品安全问题。食品污染是指食品在生产（包括农作物种植和动物饲养、兽医治疗）、加工、包装和贮运过程中非故意加入食品中的物质，包括环境污染和生产加工过程中产生的有害物质（如霉菌毒素）。其中由于化学有机污染物的慢性长期摄入造成的潜在食源性危害已成为人们关注的焦点，包括农药残留、兽药残留、霉菌毒素、食品加工过程中形成的某些致癌和致突变物（如亚硝胺等）以及工业污染物，如人们所熟知的二噁英等。

### 三、食品化学与生物化学的关系

食品化学与化学、生物化学、生理学、植物学、动物学和分子生物学有着密切的联系。食品化学家主要依靠上面这些科学有效地研究和控制人类食物来源的各种生物资源。了解这些生物物质固有的性质，掌握研究它们的方法是食品化学家和生物化学家共同的兴趣。然而食品化学有它自己的特点与内容，即食品化学中一些重要的反应基本上与生物化学中所叙述的侧重点有所不同，后者主要着重于生活机体内的代谢过程，而前者则更关心的是非生命机体或组织中的分解过程，所以，食品化学和生物化学的研究对象是不同的。食品化学家有着不同于生物化学家的特殊兴趣，即他们要着重考虑植物的采后生理（贮藏）、动物宰后的肌肉等的生理变化以及在不同外界条件下食品中营养成分的变化和食品中各种化学成分的检测方法，例如食品化学家要关心新鲜水果和蔬菜在贮运和销售时，它们现存生命过程的适宜条件，如用低温、包装来维持果蔬的新鲜度，使之具有较长的货架期。还应关心在贮藏过程中如何控制不利于果蔬生命过程的条件，以及为了保存食品而进行的热加工、冷冻、浓缩、脱水、辐射和化学防腐剂的添加等。食品化学家还应注意破损的食品组织（面粉、水果和蔬菜汁）的化学变化和一些较重要的生物流体，如哺乳动物的乳汁（牛乳）等。总之，食品化学家虽然和生物化学家有很多共同的研究内容，但也有其特殊的兴趣，前者往往是对人类的生活和食品工业具有更重要的实际意义。

## 第二节 食品营养学

### 一、食品营养学的任务

营养学（Nutrition）是研究食物与人体健康的一门学科，除了研究如何使人类在最经济的条件下取得最合理的营养素之外，主要包括以下内容：营养学基础知识（讨论人体对能量和营养素的正常需要），不同生理状态下和特殊环境下人群的营养和膳食问题，营养与疾病防治，提高人们营养水平的途径，在食品加工贮藏和新食品开发中的营养问题。

营养学有很多分支学科，主要的有基础营养学、医学营养学和食品营养学。

基础营养学（人类营养学，human nutrition）：主要研究各种营养素以及人体在不同生理状态和特殊环境条件下的营养过程及对营养素的需要。

医学营养学（临床营养学，clinical nutrition）：主要研究营养与疾病的关系，人体在病理条件下对营养素的需要及满足这种需要的措施。

食品营养学：食品是加工后的食物（Food product），食品营养学是营养学的重要分支学科，食品营养学是以人类营养学为基础，除了研究各种食品原材料的营养素组成外，重点研究食品原材料的合理搭配以及在加工、贮藏等过程中最大限度保留其营养价值，避免营养素损失的科学。

## 二、营养学的基本概念

营养（nutrition）：指人体摄取食物后，在体内消化和吸收、利用其中的营养素，以维持生长发育、组织更新和处于健康状态的总过程。

营养素（nutrients）：指具有营养功能的物质，包括蛋白质、脂类、糖类、维生素、矿物质、水等6大类。现研究表明，人体至少需要40多种营养素，其中包括9种必需氨基酸、2种必需脂肪酸、14种维生素、6种大量元素、8种微量元素、1种糖类（葡萄糖）和水。有一些营养素人体可能需要，但尚未确定。有一些营养物质如牛磺酸、肉碱在婴幼儿体内不能合成。此外，还有一些非营养物质，如膳食纤维，虽不作为营养素，但却是人体所必需的。

营养价值（nutritional value）：指食物中营养素及能量满足人体需要的程度。

营养不良（malnutrition）：指由于一种或一种以上营养素的缺乏或过剩所造成的机体健康异常或疾病状态。

健康（Health）：根据世界卫生组织（WHO）的定义，健康是生理、心理及社会适应三方面全部良好的一种状况，而不仅仅是没有疾病或虚弱。全世界一致公认的健康标志有13个方面：生气勃勃，性格开朗、充满活力，正常的身高体重，光滑润泽的头发，坚固并带淡红色的指甲，粉红的舌头，食欲旺盛，正常的体温脉搏和呼吸率，健康的皮肤，正常的大小便，不易得病，明亮的眼睛及粉红的结膜，健康的牙龈与口腔黏膜。

亚健康（Subhealth）：是指健康的透支状态，即身体确有种种不适，表现为易疲劳，体力、适应力和应变力衰退，但又没有发现器质性病变的状态。可能的原因有：过度疲劳造成的脑力、体力透支，人体的自然衰老，各种急、慢性疾病，人体生物周期中的低潮时期。

膳食营养素参考摄入量（DRIs, dietary reference intakes）：指一组每日平均膳食营养素摄入量的参考值，包括4项内容指标（见图1-1）。

① 平均需要量（EAR, estimated average requirements）：指满足某一特定性别、年龄及生理状况群体中50%个体需要量的摄入水平。

② 推荐摄入量（RNI, recommended nutrient intakes）：指满足某一特定性别、年龄及生理状况群体中97%~98%个体需要量的摄入水平。如果需求量呈正态分布时，则 $RNI = EAR + 2SD$ （标准差），如果EAR的变量不足以计算SD时，可假设 $1SD = 10\% EAR$ ，则 $RNI = 1.2EAR$ 。

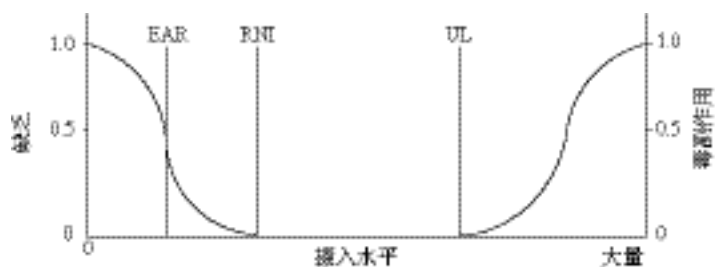


图 1-1 膳食营养素参考摄入量示意图

③ 适宜摄入量 (AI, adequate intakes): 指通过观察或实验获得的健康人群对某种营养素的摄入量。AI > EAR, AI > RNI, AI < UL。

④ 可耐受最高摄入量 (UL, tolerable upper intake levels): 指某一生理阶段和性别人群, 几乎对所有个体健康都无任何副作用和危险的平均每日营养素最高摄入量。确定可耐受最高摄入量的目的是为了限制膳食和来自强化食物及膳食补充剂的某一营养素的总摄入量, 以防止该营养素引起的不良作用。

### 三、人体对营养的需要

人们对于食物有其共同的也是最基本的营养要求, 即供给能量、维持体温, 并满足生理活动和从事生活劳动的需要; 构成细胞组织、供给生长发育和自我更新所需要的材料, 并为制造体液、激素、免疫抗体等创造条件; 保护器官机能、调节代谢反应, 使机体各部分工作能协调地正常运行。营养素类别及其生理功能见图 1-2。



图 1-2 营养素类别及其生理功能

——主要功能    - - - - -次要功能

### 四、合理营养的重要性

营养失衡、过度或不足都会给健康带来不同程度的危害, 如饮食无度、营养过剩可导致肥胖病、糖尿病、胆石症、高血压及其它心血管疾病, 还可成为某些肿瘤和多种疾病的诱因, 严重影响健康。而营养缺乏所产生的影响更为复杂、严重而深刻, 涉及优生优育、劳动能力、免疫功能、预期寿命等各个方面。营养状况可决定人体的机能状态, 关系到脑力、体力和劳动能力、竞技状态和运动成绩。营养不良使机体免疫功能低下, 易感疾病, 且病程迁延。

合理营养就是在卫生的前提下，合理地选择食物和配合食物，合理地贮存、加工和烹调食物，使食物中的营养素的种类、数量及比例都能适应人们的生理、生活和劳动的实际需要。其核心是营养素要“全面、平衡、适度”。

## 五、营养科学发展概况

基础营养：近 10 余年来，基础营养研究又取得了许多新进展，如膳食纤维的生理作用，多不饱和脂肪酸特别是  $\omega-3$  系列的  $\alpha$ -亚麻酸、EPA 及 DHA 的生理作用被逐渐揭示；叶酸、维生素 B<sub>12</sub>、维生素 B<sub>6</sub> 与出生缺陷及心血管疾病病因关联的研究已深入到分子水平；维生素 E、维生素 C、 $\beta$ -胡萝卜素及微量元素硒、锌和铜等在体内的抗氧化作用及其机制已成为当前研究的热点。

公共营养：在 WHO、FAO 的努力下加强了营养工作的宏观调控作用，提出了一些新概念，如营养监测、营养政策等，逐步形成了公共营养学或社会营养学，更加重视如何使大众得到实惠。世界各国制定了膳食指南和营养素每日推荐供给量，在此基础上又提出了适宜摄入量和可耐受最高摄入量。并号召各国政府保障食品供应，控制营养缺乏病，加强宣传教育，并制定国家营养改善行动计划。

营养与健康：营养与健康的关系已成为现代营养学的一项重要内容。越来越多的研究表明，一些慢性病如心脑血管疾病、糖尿病等与膳食营养关系密切，膳食因素是这些疾病的重要成因，也是预防和治疗这些疾病的重要手段。所以，WHO 强调在社区中用改善膳食和适当体力活动为主的干预措施来防治多种慢性病。

营养与基因表达：营养因素与遗传基因的相互作用是营养学研究的一个新热点。从理论上讲，每一种人类主要慢性疾病都有其特异的易感基因。人体内特异性疾病基因的存在对于决定个体对某种疾病的易感性有重要作用。从疾病预防的策略考虑，是要防止疾病基因得到表达，其次是通过较长期的努力来减少人群中疾病特异性基因的存在。

食物中的活性成分：是目前营养学研究较活跃的领域。目前研究较多的有：茶多酚、茶色素、类胡萝卜素、活性多糖、异黄酮等。但这方面的研究往往难以划清食品和药品的界限。

营养与食品工业：随着现代食品高新技术的发展，加工手段的不断更新，许多新工艺、新方法对营养素的影响成为食品营养学研究的重点。此外，环境污染物、包装迁移物、添加剂等对食品营养价值的影响也成为研究热点。

## 六、我国居民的营养状况和对策

总体上看，我国居民的营养素摄入量基本是够的，但是从营养结构上看，很不均衡，尤其是优质蛋白、维生素 E、铁和钙以及微量元素比较缺乏。全世界人均摄入的蛋白质中优质蛋白占 35%，我国平均优质蛋白占 26%，农村优质蛋白只占 17.2%。第三次全国营养普查表明，我国农村 6 岁儿童平均身高 110cm，比城市同龄儿童低 3cm，16 岁少年平均身高 158cm，比城市同龄少年低 6cm，一个重要原因就是优质蛋白和一些重要营养元素缺乏。

著名营养学专家、国家食品与营养咨询委员会主任卢良恕院士等写报告给国务院，建

议人们多吃豆类、牛奶，这就是“大豆行动计划”和“奶业振兴计划”。目前，全世界每人每年消费牛奶 95kg，中国仅 12kg。1949 年，日本战败后提出“学生奶计划”，50 年后，身高一直偏低的日本民族其 20 岁青年平均身高反而比中国人高 1.9cm，验证了“一杯牛奶振兴一个民族”的提法。

我国目前营养不平衡问题比较严重，城市儿童的胖墩现象，高血压、高血脂和糖尿病人增多等现象非常值得研究。有学者指出，目前我国的膳食结构中存在的突出问题是，动物性食物及脂肪摄入量迅速增加，谷类食物摄入下降，而动物性脂肪摄入过多会引起肥胖，与肥胖相关的慢性病有很多，并开始威胁着人们的健康。据统计，10 年来我国 18 岁以上的居民因肥胖引起的高血压患病率上升了 31%。

按照中国营养学会推荐的“膳食营养宝塔”的建议，每人每天应吃 100 ~ 200g 水果和 400 ~ 500g 蔬菜。而我国居民水果和蔬菜的日消费量远远低于这一标准。

据调查，我国居民的“口味”虽有所淡化，1992 年我国居民每日平均食盐摄入量降为 12g，但仍为世界卫生组织建议值（每人每日食盐用量不超过 6g 为宜）的两倍。食盐所含的钠和氯在膳食中都是必需的，但摄入过量的钠是高血压病的主要危险因素。

我国政府对宏观营养工作非常重视，国务院分别于 1993 年和 1997 年批准颁布实施《90 年代中国食物结构改革与发展纲要》和《中国营养改善行动计划（1996—2000 年）》。2001 年又批准颁布实施《中国食物与营养发展纲要（2001—2010 年）》，1992 年完成全国第三次营养调查工作，1993 年成立了“国家食物与营养咨询委员会”，1996 年正式启动“大豆行动计划”，1997 年中国营养学会修改制订了《中国居民膳食指南》，2000 年在全国开始分步实施《学生饮用奶计划》。但是，我国在公众营养的管理和教育，尤其是公共营养的教育和普及方面相当滞后，日本每 300 人有一个营养师，我国 13 亿人才有 3000 名营养师，因此，这方面的工作任重而道远。

### 第三节 本教材的内容、教学目标和要求

本书主要是为食品科学与工程、食品安全专业学生编写的。鉴于食品专业学生的知识背景和教学目的，我们以介绍营养素为主的食品组分为主线，围绕食品营养成分介绍食品营养组分的结构、理化特性、对人体的营养作用、加工贮藏过程中的变化以及这些变化对人体营养的影响，主要安排了食物的消化与吸收、糖类、脂肪和其它脂类、蛋白质、矿物质和水、维生素、重要功能因子、食品中的其它成分、各类食物的营养价值及其加工特性、不同人群食品的营养要求、食物与健康、食品的营养素强化以及营养调查与监测等内容。

本教材的特色在于将食品化学与食品营养学两门学科的知识点整合在一起，避免了两门课程在食品化学（营养）成分结构、理化特性等上的大量重复，使学生在学习各种食品组分的同时，掌握其营养价值；在学习食品加工过程中各组分理化变化的同时，掌握这些变化对营养价值的影响，从而使两门学科的知识有机地融合在一起，为后续课程的学习奠定坚实的基础。

食品化学营养学是食品科学与工程、食品安全专业的一门重要专业基础课。通过教学，学生应首先全面理解和掌握食品组成成分的特性及其在贮藏、加工过程中的理化变化