

□ 全国高等学校“十二五”农林规划教材



Food Nutriology

食品营养学

主编 周才琼

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

□ 全国高等学校“十二五”农林规划教材

食品营养学

SHIPIN YINGYANGXUE

主 编 周才琼（西南大学）

副主编 彭 景（扬州大学）

刘承初（上海海洋大学）

宋莲军（河南农业大学）

刘 娅（石河子大学）

编 者 （以姓氏拼音为序）

胡 滨（四川农业大学）

胡筱波（华中农业大学）

马 良（西南大学）

石 勇（湖北工业大学）

汤务霞（四川农业大学）

唐春红（重庆工商大学）

张 怡（福建农林大学）

主 审 陈宗道（西南大学）

糜漫天（第三军医大学）

内容简介

本教材按照教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会所审定的《食品营养学编写大纲》要求,结合学科的进展与社会发展并针对《食品质量与安全》专业的需要编写而成。本教材以“营养学基础—营养与人体健康—公共营养—不同人群的合理膳食—食物营养—食物变态反应和食物中的有毒物质”为主线,系统阐述了食品营养学的基础理论与实际应用,并结合专业特点,重点介绍了营养素过多与缺乏、各类食品的营养价值、加工贮藏对食物营养价值的影响、强化食品、保健食品、工程食品以及食品变态反应和食物中的有毒物质等。本教材力求内容丰富、简明扼要、特色突出与科学实用。书后附有“中国居民膳食营养素参考摄入量”、“常见食物营养成分表”及“食品营养强化剂使用卫生标准”。

本教材适合高等院校食品质量与安全、食品科学与工程专业使用,也可供其他相关专业学生选修使用。

图书在版编目(CIP)数据

食品营养学 / 周才琼主编. —北京: 高等教育出版社, 2011. 5

ISBN 978-7-04-031697-1


I. ①食… II. ①周… III. ①食品营养学—营养学—高等学校—教材 IV. ①TS201.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第030738号

策划编辑 潘超 责任编辑 孟丽 特约编辑 宋楠 封面设计 张楠
版式设计 王艳红 责任校对 刘莉 责任印制 张泽业

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社址	北京市西城区德外大街4号	网址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印刷	三河市春园印刷有限公司	网上订购	http://www.landrace.com
开本	787×1092 1/16		http://www.landrace.com.cn
印张	21	版次	2011年5月第1版
字数	510 000	印次	2011年5月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定价	32.80元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 31697-00



前 言

《食品营养学》教材是根据教育部“加强基础、淡化专业、拓宽知识面和重视应用”的教改精神，为食品质量与安全专业以及食品科学与工程专业学生而编写的专业基础课程教材。本教材以营养的基础知识、营养与人体健康、公共营养、不同人群的合理膳食及营养改善、食物营养以及食物变态反应和食物中的有毒物质为主线，全面系统地阐述了人体营养的生理基础，营养的基础知识、各种慢性疾病的营养问题、公共营养与营养监测、不同人群的营养、食物的营养价值，以及加工贮藏对食物营养价值的影响等营养学的基础理论和实际应用的知识和方法，并根据营养学的发展，介绍了植物源食物中的非营养素类物质、营养素过多与缺乏，强化食品、保健食品和工程食品，食物变态反应和食品中的有毒物质等内容。本教材力求内容丰富、特色突出、科学适用以及简明扼要。

本教材由西南大学、扬州大学等10所高等院校联合编写。周才琼老师编写第1章绪论以及附录；彭景老师编写第2章食物的消化与吸收以及第8章营养素缺乏与过多；张怡老师编写第3章能量与宏量营养素；胡滨老师编写第4章微量营养素；汤务霞老师编写第5章水和其他膳食成分；胡筱波老师编写第6章营养与生命周期；唐春红老师编写第7章特殊环境条件下人群的食品营养要求；石勇老师编写第9章营养与免疫和衰老；刘承初老师编写第10章各种慢性疾病的营养问题和第15章强化食品、保健食品和工程食品；宋莲军老师编写第11章公共营养和第12章营养监测；刘娅老师编写第13章各类食物的营养价值及第14章加工贮藏对食物营养价值的影响；马良老师编写第16章食物变态反应和食物中的有毒物质。全书由周才琼教授统稿。

在本教材编写过程中，承蒙第三军医大学糜漫天教授和西南大学陈宗道教授的悉心指导，提出了许多宝贵的意见，并进行了认真的审查和修改，对保证本书质量起到了重要作用。

由于本教材涉及内容广泛，作者水平有限，书中疏漏和不当之处在所难免，不足之处请各位同仁和读者指正。

编 者

2010年12月



目 录

第1章 绪论001	第2节 其他膳食成分081
第1节 食物营养相关概念.....001	
第2节 营养学发展历史及分支.....003	第6章 营养与生命周期097
第3节 食品营养学的研究任务、内容和方法.....005	第1节 孕妇营养需要和合理膳食.....097
第4节 食品营养学与食品科学及农业科学的关系.....006	第2节 乳母营养需要和合理膳食.....101
第5节 我国食品营养相关政策法规及取得的成就.....011	第3节 婴儿营养需要和科学喂养.....103
第6节 我国城乡居民膳食营养现状及食物与营养发展目标.....012	第4节 幼儿营养需要与膳食.....109
第2章 食物的消化与吸收015	第5节 学龄前儿童营养与膳食.....112
第1节 人体消化系统.....015	第6节 学龄儿童与青少年的营养需要和合理膳食.....116
第2节 营养素的吸收.....024	第7节 老年人营养要求和膳食.....119
第3节 代谢物质的排泄.....028	
第3章 能量与宏量营养素032	第7章 特殊环境条件下人群的食品营养要求125
第1节 人体能量需要.....032	第1节 环境与机体的关系.....125
第2节 糖类.....038	第2节 高温环境条件下人群的食品营养要求.....126
第3节 脂质.....041	第3节 低温环境条件下人群的食品营养要求.....128
第4节 蛋白质与氨基酸.....048	第4节 高原缺氧环境条件下人群的营养要求.....130
第4章 微量营养素056	第5节 运动条件下人群的食品营养要求.....132
第1节 矿物质.....056	第6节 职业性接触有毒有害物质人群的营养要求.....134
第2节 维生素.....064	
第5章 水和其他膳食成分079	第8章 营养素缺乏与过多138
第1节 水.....079	第1节 营养缺乏概述.....138
	第2节 蛋白质-能量营养不良.....142

第3节 维生素缺乏病	144	第2节 粮谷类的营养特点	235
第4节 矿物质缺乏	153	第3节 豆类及坚果类的营养特点	239
第5节 营养素过量与中毒	157	第4节 蔬菜、水果类的营养特点	241
第9章 营养与免疫和衰老	160	第5节 菌藻类的营养特点	247
第1节 人体免疫系统	160	第6节 畜禽肉营养特点	247
第2节 营养和免疫的关系	162	第7节 水产品的营养特点	249
第3节 营养与衰老的关系	166	第8节 蛋类及蛋制品的营养特点	251
第4节 具有免疫调节作用和延缓衰老的食物	170	第9节 乳和乳制品的营养特点	252
第10章 各种慢性疾病的营养问题	173	第10节 调味品及其他食品的营养价值	254
第1节 营养与肥胖	173	第14章 加工贮藏对食物营养价值的	影响
第2节 营养与心血管疾病	177	第1节 食物营养价值在加工中的	变化
第3节 营养与糖尿病	187	第2节 烹调加工对食品中营养素的影响	267
第4节 营养与肿瘤	192	第3节 食品营养价值在贮藏中的变化	270
第11章 公共营养	197	第15章 强化食品、保健食品和工程	食品
第1节 概论	197	第1节 营养强化食品	273
第2节 膳食营养素参考摄入量	199	第2节 保健食品	278
第3节 膳食结构与膳食指南	201	第3节 工程食品	291
第4节 营养配餐与食谱编制	206	第16章 食物变态反应和食物中的有毒	物质
第5节 营养调查与评价	211	第1节 食物变态反应	294
第6节 改善公共营养的宏观措施	221	第2节 食物中的有毒物质	299
第12章 营养监测	224	附录1 中国居民膳食营养素参考摄入量	308
第1节 营养监测及在解决营养与保健问题中的作用	224	附录2 常见食物营养成分表	313
第2节 制定保健和发展计划的营养监测	226	附录3 食品营养强化剂使用卫生标准	GB14880—1994
第3节 规划管理和评价的营养监测	228	主要参考文献	327
第4节 及时报警和干预规划	230		
第13章 各类食物的营养价值	232		
第1节 食物营养价值的评价	232		



第 1 章

绪 论

教学目标

- 掌握食品营养学及相关概念。
- 了解营养学发展概况、食品营养学与食品科学及农业科学的关系。
- 了解我国食品营养相关政策、法规以及取得的成就。
- 了解我国居民主要营养现状。

民以食为天，人们每天必须摄取一定数量的食物来维持自己的生命与健康，保证身体的正常生长、发育和从事各项活动。营养是有机体从外界吸取需要的物质来维持生长、发育等生命活动的过程。食品最重要的功能就是营养。

第 1 节 食物营养相关概念

一、营养 (nutrition)

营养是人类从外界摄取食物满足自身生理需要的过程。根据《中国营养科学全书》定义：营养是指机体通过摄取食物，经过体内消化吸收和代谢，利用食物中对身体有益的物质作为构建机体组织器官、满足生理功能和体力活动需要的过程。

二、营养素 (nutrients)

营养素是一组参与营养过程的有机和无机物质，目前已知的营养素包括糖类（包括膳食纤维）、脂质、蛋白质、矿物质、维生素和水等，有六大类 40~45 种，并存在于食物（品）中。它们各自具有特殊的营养功能，在代谢过程中相互联系，共同参与生命活动（图 1-1）。人体获得足够的营养素是保证机体生长发育、繁殖和维持健康生活的基础。从营养学和食品科学的角度而言，应尽量减少这些营养素的破坏。

三、非营养素 (non-nutrients)

食物除含营养素外，还含有其他对人体有益的物质，称为非营养素。当今受关注的非

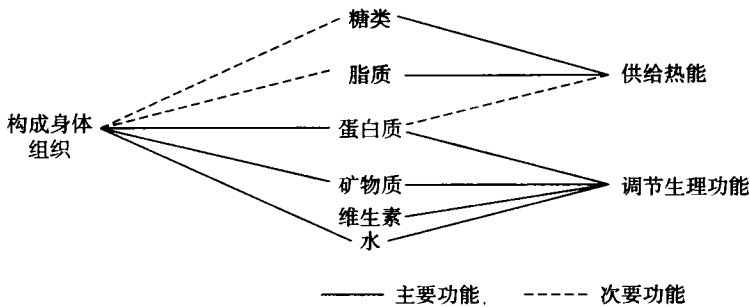


图 1-1 营养素类别及其生理功能

营养素主要指植物化学物质 (phytochemical), 如辣椒和蒜中的辣味物质、西瓜和西红柿中深红色的番茄红素等。

四、营养学 (nutriology)

营养学是研究人体营养规律及其改善措施的科学。所谓人体营养规律是指人类在一般生活条件、特殊生理条件下以及特殊环境因素条件下的营养规律。改善措施包括生物科学的措施和社会性措施, 既包括措施的依据也包括措施的效果评估。随科学研究和实际需要的不断深化, 营养学又分为公共营养学、食品营养学、运动营养学、临床营养学、特殊营养学、妇幼营养学、老年营养学及营养流行病学等。

五、食品营养学 (food nutriology)

食品营养学主要研究食品、营养与人体生长发育和健康的关系, 以及在农业生产和食品贮藏加工中提高食品营养价值的措施。

六、营养价值 (nutritive value)

营养价值通常是指在特定食品中的营养素的质和量的关系, 即食品中的营养素和能量被机体利用的程度。一般认为食品中含有一定量人体所需的营养素, 则具有一定的营养价值, 否则无营养价值。如有的饮料纯系食品添加剂和水配制而成。而对那些含较多营养素且质量较高的食品则其营养价值较高。

七、营养不良 (malnutrition)

营养不良是指一种或一种以上营养素不足或缺乏或不均衡以及过剩所带来的对健康产生的不良影响。所以, 需要精心搭配食物, 以提供充足的能量和各种营养素。

八、营养标签 (nutritive label)

营养标签是指在各种加工食品上描述其能量及常见营养素含量的标志, 或旨在让消费者知晓其食品营养价值而作的描述。营养标签由营养素的说明 (某一食品营养素含量的标准化描述) 和补充营养学信息构成。包括能量值、蛋白质、糖类、脂质总量及其他有关营养要求

的营养素，也包括国家立法要求的其他任何被认为与保持良好营养状态有关的营养素。最好用数字来表示食品中营养素的含量，并标出其所占成人每日参考营养素摄入量的百分数。

第2节 营养学发展历史及分支

一、营养学发展简史

营养学是由经过系统整理的事实组成的知识范畴，是一门既古老又充满生命力的现代学科。我们的祖先在很早就认识到饮食营养在保健和医疗中的重要作用。早在3 000多年前，我国最早的医书《黄帝内经·素问》即总结出“五谷为养，五果为助，五畜为益，五菜为充”的论述，符合现代营养科学观点的“平衡膳食”原则。又提出“谷肉果菜，食养尽之，无使过之，伤其正也”，不但说明平衡膳食需要多种多样的食物，要适量搭配、互相补益，而且概括了各类食物的营养价值及其在膳食中的比重。晋代葛洪在《肘后备急方》中首次记载用动物肝治疗维生素A缺乏引起的“雀目症”（即夜盲症），用海藻治瘰疬（甲状腺肿），用猪胰治消渴症（即糖尿病）。唐代孙思邈在其《备急千金要方》书中论述，用肝治夜盲；海藻、昆布治瘰疬；谷皮防治脚气病等。明朝李时珍在其《本草纲目》中对1 982种天然动植物原料进行了详细注释，并区分为寒、凉、温、热、有毒和无毒等性质，对指导人们进行营养选择和食疗有重要价值。

现代营养科学奠基于18世纪中叶文艺复兴产业革命开始后，是在自然科学的发展中由化学、生理学衍生出来的。K. W. Scheele和J. Priestly等人对N、O₂和CO₂的发现，Justus von Liebig建立的食物化学基础，Carl von Voit、Max Rubner和W. O. Atwater等人建立的物质代谢与能量代谢力学和测定方法，为现代营养学奠定了基本理论与方法学基础。其后则主要进入各种营养素的发现时期。1810年Wollastor发现第一种氨基酸，1838年Jan Mulder首次提出蛋白质，但营养学的绝大多数研究始于20世纪。20世纪初Atwater和Benedict发明了弹式热量计来测定食物中的热量，并用呼吸量热计测定了各种活动的热量消耗。1929年Burr证明亚油酸是人体必需脂肪酸，1935年Rose发现了人体必需的8种必需氨基酸，从20世纪初至30年代，Hopkins、Osborne、Mendel等人肯定了蛋白质在营养上的重要性。从1897年鉴定出第一种维生素，1912年Funk提出维生素一词，1920年第一次有维生素的命名，在此之前先后发现维生素A、B族维生素、维生素C和维生素D，至1947年发现维生素B₁₂后，迄今再无新维生素的报道，而各种维生素及其缺乏病主要是在20世纪中叶由Funk、McCullum、St. Gyorgi等接连发现。近代矿物质的发现应从1800年Davy发现钠、钾、钙、硫、氯和1801年Berzelius对骨中钙、磷含量分析开始，而对微量元素的大量研究则始于20世纪30年代，并陆续发现铜、锰、锌、硒、钼等多种人体必需的微量元素，在20世纪后叶认识到各种微量元素的作用。20世纪70年代由于Dudrick开创了深静脉穿刺技术，于是开始有了肠外营养。

近几十年来，随着研究的深入，对营养科学的认识也从宏观转向微观，如营养素的代谢和作用机制等，人类对营养素生理作用的认识经历了从整个机体水平向器官、组织、亚细胞结构及分子水平这样一个逐渐深入的过程。营养科学发展迅猛，涌现了许多营养学的

分支学科。

二、营养学分支

(一) 基础营养学

20世纪末,基础营养研究取得了许多新的进展,如膳食纤维的重要性逐渐被人们认识;多不饱和脂肪酸,特别是 $n-3$ 系脂肪酸如 α -亚麻酸及其在体内代谢产物二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)生理作用的逐渐揭示;叶酸、维生素 B_{12} 、维生素 B_6 与出生缺陷及心血管疾病病因关联研究已深入到分子水平;维生素C、维生素E、 β -胡萝卜素及微量元素硒、锌、铜等在体内的抗氧化作用及其机制是目前研究的热点。

(二) 公共营养学

20世纪70年代以来,在WHO/FAO努力下,提出了营养监测(nutritional surveillance)、营养政策(nutrition policy)等一些新概念,逐步形成了公共(社区)营养学或社会营养学(social nutrition),即以特定社会区域范围内各种或某种人群为对象,从宏观上研究其合理营养与膳食的理论、方法及相关制约因素。这使营养工作的宏观调控得到了有效实施,营养工作的社会性不断加强。一些国家制定并颁布了有关社会营养的法律法规,更加重视国民健康教育和如何提高国民健康水平。为指导民众合理地选择和搭配食物,很多国家制定了相应的膳食指南(dietary guideline)和营养素每日推荐摄入量(RNI或RDA)。膳食指南和RNI的内容随着营养学的发展而不断修改与调整,如在考虑营养素摄入量时,不仅考虑满足基本需要,还兼顾预防某些慢性疾病以及延缓衰老等作用之需;同时也考虑摄入安全性问题,扩充了RDA的内涵和外延,发展成了膳食营养素参考摄入量(或推荐摄入量)(dietary reference intake, DRI)。

(三) 特殊营养学

随科技的发展,人们的活动范围迅速扩大,特殊环境下的营养问题引起越来越多的关注。而特殊营养学就是现代营养学和环境医学形成的一个新的分支学科,它以环境、饮食营养与机体的关系为对象,研究特殊环境、特种作业对人体生理和代谢作用的规律和机制,饮食营养与机体对环境因素反应、适应及耐受能力的关系。并从饮食营养方面来保障特殊环境下人群的健康。特殊营养学所关注的人群包括低照度工作人员(如井下或隧道作业)、接触有毒物质作业人员(如油漆、电镀、农药及化学实验室工作人员等)、航天员、航海与潜水人员、运动员等人群。

(四) 功能性食品学

人们发现来源于植物和动物的膳食和食物成分能提供比营养学上必需的组成成分(即蛋白质、脂质、糖类、维生素和矿物质)更多的物质成分,膳食所起的作用比维持和修复机体组织以及预防营养缺乏病(如佝偻病、贫血、坏血病、癞皮病等)要大得多,并发现较少摄入蔬菜水果、全谷类食物和其他植物成分将引发慢性疾病。这促使人们重视膳食的作用,以膳食作为疾病的第一道防线和保持身体健康的主要手段,从而促进了功能性食品概念的形成。而一种食品如果有一个或多个与保持人体健康或减少疾病危险性相关的靶功能,能产生适当和良性的影响,就是功能食品。而国际生命科学学会将其定义为含有生理活性成分,除基本营养作用外,对健康有益的食品。当今受关注的生理活性成分主要指植

物化学物质,是目前营养学研究中一个活跃的领域。目前研究较多的有类胡萝卜素、生物黄酮、含硫化合物及活性多糖等。多数活性成分具有不同程度的抗氧化作用和免疫调节作用,对心血管疾病和癌症有一定的预防和辅助治疗作用。

(五) 临床营养学

临床营养学或医学营养学是营养学与医学交叉的新兴学科,是研究营养保健(食养)与营养治疗(食疗)的一门科学,是研究营养与人体健康的一门学科,尤其是研究营养与疾病预防和康复的关系。目前的临床研究结果已证明一些重要的营养物质,如维生素、矿物质、氨基酸、脂肪酸等与疾病发生关系密切,特别是维生素和微量元素的缺乏导致很多疾病的发生,如老年痴呆的发病机制与维生素B₆及叶酸的缺乏有关,碘缺乏是脑损害和神经发育迟缓的主要原因等。一些大的手术常会导致某些重要营养物质如谷氨酰胺、维生素C、锌、硒等的耗竭,而补充富含谷氨酰胺的营养物质可减少严重外伤患者并发症的发生,以及抑制炎症反应,避免过度的炎症损伤。临床营养支持及饮食疗法(dietary therapy)是经济有效的医疗方法,是疾病综合治疗方法中不可或缺的一环。

(六) 分子营养学

分子生物学的迅猛发展和取得的巨大成就给予其他学科巨大的推动力。分子营养学就是在此背景下产生的一门新兴边缘学科,它主要研究营养素与细胞内外各种生物大分子之间的相互作用,包括营养素与营养素之间、营养素与基因之间以及基因与基因之间的相互作用,从分子水平上深入揭示营养物质在体内的确切代谢机制并用分子生物学技术评价营养需要量和食物营养价值等,是营养学的研究前沿和未来发展方向。目前,有关DNA序列的信息已常规用于诊断和从营养学上纠正明显的先天性代谢缺陷(如苯丙酮尿症)。营养因素可通过改变涉及细胞内代谢等过程的关键酶或蛋白质的浓度,以及影响有机体特定组织的基因表达,可抑制与疾病有关基因的表达,或是促使人体能增进对良好健康有关的基因表达,增强机体对环境的适应性。

第3节 食品营养学的研究任务、内容和方法

一、研究任务

食品营养学是营养学的一门分支学科,是研究食物组成成分及营养价值的科学,是研究食品营养与人体健康的一门科学,也是研究食品营养与食品贮藏和食品加工关系的科学。其主要任务是研究食品营养与健康的关系,在全面理解人体对能量和营养素的正常需要及不同人群食品的营养要求基础上,掌握各类食品的营养价值,并学会对食品营养价值的综合评定方法,能将评定结果应用于食物生产、食物新资源开发等方面,使我国食品工业在不断发展的同时提供具有高营养价值的食物原料、加工产品和一些新型食品,为调整我国居民的膳食结构、改善营养状况和健康水平服务。

食品加工与营养学之间的关系日益密切,并越来越受到人们的重视,对于从事食品科学或食品加工的人来说,必须考虑食品加工和食品保藏对营养素的影响,尽量减少食品加工、食品保藏等过程中营养素的损失,并进一步改善食品的营养价值等问题。

二、研究内容

(1) 营养学基础知识主要讨论人体对能量和营养素的正常需要、营养素在人体内的代谢与生理功能、营养素过多与缺乏的相关问题以及营养素的食物来源与其他来源等。

(2) 研究各类食物的营养价值及加工贮藏对食物营养价值的影响。以食物为主要对象,研究食物的种类与性质、营养成分与其他组成,也包括食物变态反应和食物中的有毒物质。

(3) 研究不同生理状况下人群的营养要求与合理膳食,包括孕妇、乳母、婴幼儿、学龄儿童、青少年以及老人的营养要求与合理膳食。研究适应人们的物质文化生活和饮食文化,经过政府的策划与干预,并尽可能采取适应个体和人群的食物结构,做到平衡膳食,以保证合理的营养。这部分体现在社区营养调配,包括营养监测、营养调查、膳食营养素参考摄入量的制定与应用、膳食结构与膳食指南、食谱编制以及改善社区营养的宏观措施等。

(4) 研究特殊环境条件下人群的食品营养要求,包括高温环境、低温环境、缺氧环境、运动条件及职业性接触有毒有害物质人群的营养要求。

(5) 研究食物特定或新的功能成分与健康的关系,包括营养与免疫、衰老和各种慢性疾病的营养问题,包括强化食品、保健食品和工程食品中营养学的考虑。

三、研究方法

研究和解决食品营养学的理论和实际问题的方法有:食品分析技术和生物学实验方法、营养调查方法、生物化学、食品化学和食品微生物学方法、食品毒理学方法以及新营养食品设计研究方法等。

第4节 食品营养学与食品科学及农业科学的关系

食品营养学是农业科学、食品科学和营养科学有机结合的一门边缘学科,与人们的生活息息相关。高效农业提供食品生产的充足原料,食品加工是农业生产的继续和延伸,而人们通过加工的食品获取所需的各种营养素,所以,农业-食物-营养是一个不可分割的整体,它直接影响国民的营养水平和健康状况。

食品营养学与食品科学、农业科学的关系见图1-2。

一、农业生产和农业科学的营养学考虑

随着我国人民生活水平的提高,人们对农产品的需求出现新的趋势,已从农业生产只追求产量的温饱阶段到提高饮食结构中肉、蛋、奶消费比例的小康阶段,或全面建设小康社会阶段,不仅要求“吃得饱”、“吃得好”,更加追求“吃得科学”,特别关注食物对人体营养、安全和生态的要求。我国经济发展已经由“生产-消费-食物营养”阶段转入“食物营养-消费-生产”阶段。营养来自食物,食物产自农业,食物和营养是农业生产和研究所需解决的核心问题之一。农业的发展,农业生产结构的调整,也必然以满足居民营养和食物消费为核心,应与人民对食物及营养需求的改变相适应。

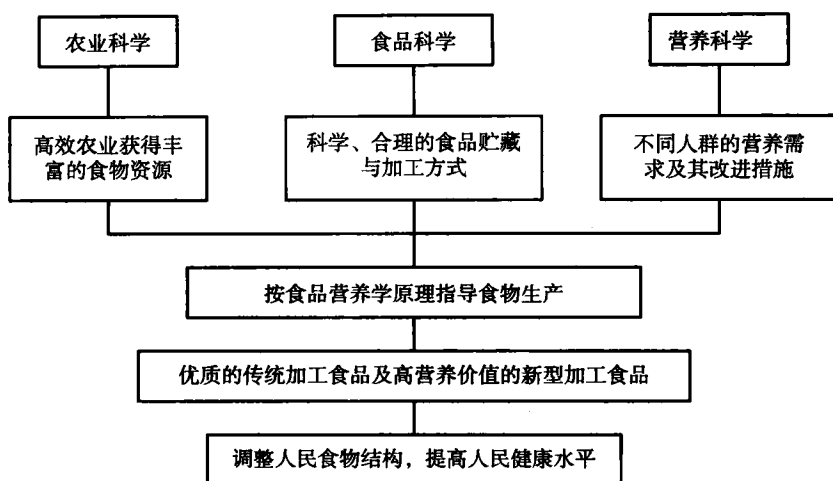


图 1-2 营养科学与食品科学、农业科学关系示意图

图片来源：王光慈. 食品营养学. 北京：中国农业出版社，2001.

在农业生产和农业科学中以食物生产满足人体健康和生理功能对各种营养素的需求为主要目标，提出“营养素农业”，即在发展农业中，要重视研究开发和提高农产品的营养品质，农业生产方式和农业科学也从增产型转向优质营养型。采取的措施包括通过育种、栽培、养殖等途径，提高农产品的投入产出特性，这包括两个主要方面，一是采用适当的种植和养殖技术提高农作物和畜禽水产品的产量和质量（提高营养素含量），二是选育高产优质的动植物品种。在提高营养素含量方面，已育出许多高蛋白质含量和高赖氨酸含量的水稻、小麦和玉米品种，高瘦肉率的生猪和高产奶的奶牛等，如美国新培育出的奥帕克-2 玉米的赖氨酸比普通玉米高 70%，色氨酸含量则高 1 倍以上；芥酸含量低于 3% 的低芥酸菜子的选育则避免了长期食用高芥酸菜油对机体的危害，目前低芥酸菜子油中的油酸含量平均 61%，仅次于橄榄油 75% 的含量。在农业生产中，已通过作物生长关键时期施用专用营养液与平衡栽培技术（施肥、灌溉和温度、光照、二氧化碳浓度等因素达到平衡，避免过多施用氮磷肥、激素和农药）等生产高微量元素、高维生素且产量较高的稻米等。其他大力发展的还有富含生物色素如类胡萝卜素类、叶绿素类、黄酮类及花色素类等的食品，其中，黑色食品是生物色素的最重要的载体，如黑米、紫米、紫甘蓝等。

二、生物工程技术营养学及安全的考虑

生物工程技术也被称为重组 DNA 技术（rDNA）或基因工程，允许对多种来源的基因材料进行目标操作，其中被人们广泛消费的重组 DNA 食品（转基因食品）主要为农作物产品，围绕重组 DNA 在食物应用的讨论集中在其投入产出特性上，而产出特性中赋予终端消费者价值的重要方面就是营养学的考虑，包括生物可利用性，包含了基因操作影响到的食物的数量、质量及食物单一营养素方面的内容。因此，在应用重组 DNA 技术的食物中，应考虑到宏量营养素和微量营养素两方面，如提高蛋白质的营养、改善脂肪酸组成、优化营养素组成和减少抗营养因子等。同时，这些摄入的食物必须没有有害效应，还要考虑这些

重组 DNA 食物的潜在致敏性。

(一) 生物工程技术营养学的考虑

1. 宏量营养素

人们的营养状况最终取决于农业动物摄入的或人类直接摄入的植物。长久以来,人们一直致力于改善人类摄入食物的数量和质量,确保食物质量最佳、供应充足,来提供充足的能量和微量营养素。对于人类或家畜,蛋白质、糖类和脂质是宏量营养素和能量的主要组成成分,利用重组 DNA 技术改善产出特性,如改善宏量营养素中的营养素质量已经存在,但很少有技术被商业化。赖氨酸和甲硫氨酸是常见植物源食物的限制氨基酸,据报道,已将成功将有 19% 甲硫氨酸含量的巴西坚果 2S 白蛋白转入油菜子和大豆中表达;油料作物有高含量油酸表达的转基因大豆,高硬脂酸大豆和菜子油,可被加工成不需氢化的油制品,而不含反式脂肪酸。在修饰糖类方面的营养学考虑包括直链淀粉和支链淀粉的比例、淀粉分支程度和链的长度等(表 1-1)。

2. 微量营养素

微量营养素是食物中以少量形式存在的有机和无机化合物,虽不提供能量,但是维持健康所需要的,包括维生素、矿物质和植物次生物质(或生理活性物质)。目前被认为是必需的微量营养素包括 13 种维生素和 17 种矿物质。营养素密集的食物包括胚芽中 β -胡萝卜素高水平表达的基因工程大米(金大米)、高类胡萝卜素菜子油、高 β -胡萝卜素和 / 或番茄红素的番茄,以及高 β -胡萝卜素的胡萝卜(表 1-1)。

表 1-1 已批准和正在开发的针对营养的产出特性改良试验

产 品	修 饰	期望的益处
油		
高油酸含量的豆油	转基因大豆	
植物来源的固醇	植物中转入提高固醇产量的基因	减少饱和脂肪 ^① 成分有助于维持健康的胆固醇水平
高硬脂酸大豆和菜子油	植物中转入提高硬脂酸产量的基因	人造黄油和起酥油,更健康的油脂
富含蛋白质 / 氨基酸		
转乳铁蛋白的大米	人乳铁蛋白质基因	富含乳铁蛋白
高赖氨酸大米	高赖氨酸含量蛋白(LPR)基因 四棱豆高赖氨酸蛋白基因	富含赖氨酸
维生素 A 和类胡萝卜素		
金大米	转基因大米,胚乳中表达 β -胡萝卜素	增加维生素 A 摄入(300 g 大米达到维生素 A 摄入量的 10%)
高类胡萝卜素菜子油	转基因油菜子,表达类胡萝卜素	增加类胡萝卜素的摄入
富含微量元素		

续表

产 品	修 饰	期望的益处
富铁大米	大豆、菜豆或豌豆铁蛋白基因	富含铁元素
改善品质或减少致敏性		
改善直链淀粉/支链淀粉比的大米	可溶性淀粉合成酶(SSS)基因和淀粉分支酶(SBE)的基因	优化直链淀粉/支链淀粉比
小麦致敏性的减少	硫氧还原蛋白表达,以减少小麦蛋白中的二硫键	改善烘烤品性并减少致敏性

① 批准上市。

资料来源: B. A. 鲍曼, R. M. 拉塞尔. 现代营养学. 8版. 荫士安, 汪之璋, 译. 北京: 化学工业出版社, 2004.

(二) 生物工程技术食品的安全考虑

抗营养因子、毒素和致敏成分在食物中天然存在。将其原已存在的水平增加或导入原先并不存在的食品, 是生物工程食品主要的安全考虑。对于食品基因操作最常提及的关注热点就是转基因食物中毒素和致敏成分引入或增加会带来不可预测的风险。例如, 食物过敏以食物中的物质(通常为天然蛋白质)引起的异常免疫反应为特征, 因此基因修饰食物潜在的致敏性评估也集中于修饰蛋白质, 但由于不同人群对致敏原的反应不同, 因此在作物进行基因修饰以改善食物营养成分时, 必须考虑目标人群。

三、食品加工和贮藏工程的营养学考虑

当前, 我国经济正处于全面建设小康社会的进程之中, 随着我国食品消费结构变化加快, 食品制成品的需求迅速上升, 当今食品消费已经由对量的追求转向对质的追求, 向安全性、营养性、功能性、方便性食品方向发展。

(一) 现代食品加工、贮藏高新技术应用的营养学考虑

食品工业是农业的延伸, 主要是利用农畜水产等原料, 加工制造可直接食用或饮用的产品为主的工业部门。各种加工技术对食品营养素均有不同的影响, 一方面通过淀粉的糊化、蛋白质的变性使之更容易消化吸收, 提高营养价值; 另一方面热烫及加热杀菌等又会导致水溶性维生素和热敏性维生素的损失等。但随着食品工业的快速发展, 一些有减轻对食品营养素不良影响作用的现代食品加工高新技术不断应用到食品加工中, 包括超高温杀菌技术、超低温粉碎技术、挤压膨化技术和超高压加工技术等。

超高温杀菌技术是指将流体或半流体在 2.8 s 内加热到 135~150℃, 然后迅速冷却到 30~40℃。由于微生物对高温的敏感性远大于大多数食品营养素, 故超高温杀菌能在极短时间内有效杀死微生物, 且对食品营养素及质量影响不大, 几乎可完全保持食品原有的营养素。目前这种杀菌技术已广泛用于牛乳、果汁及多种饮料等产品的生产过程。

超低温粉碎技术是将食品在 -80~-160℃的超低温状态下, 瞬时粉碎成微米级超微细粉的技术, 由于将材料冷却冻结到脆点以下, 在处理过程中原料处在低温状态和惰性介质中, 有效抑制了芳香成分的挥发和物质的氧化变质, 最大限度保持了食品的营养素及生理

活性物质。主要应用于果蔬、花粉、参茸、龟鳖、乌鸡等保健食品加工中。

挤压膨化技术是按设计的目标将调配均匀的食品原料由螺旋挤压机来完成输送、混合、加热、质构重组、熟制、杀菌、成型等多加工单元，从而取代食品加工的传统生产方法。属于高温高压短时加工过程，物料受热时间短，营养素损失少，杀菌效果好，因此膨化食品具有较长的货架期。该技术现已广泛用于豆类、薯类、谷物类原料及其派生物等的加工。

真空技术包括真空冷冻干燥、真空充气包装和真空喷雾干燥等，因为隔绝氧气有利于保持食品的营养素。

微波技术是采用电磁波透入食品物料内，通过物料分子之间的摩擦、碰撞加剧而在瞬间获得热量而升温，所需加热时间短，食品中的营养素不会受到太大破坏，因此能够很好地保持食品的营养素。

食品超高压加工技术是利用帕斯卡定律，通过介质，以压力作为能量因子，将放在专门密闭容器内的食品，在常温或较低温度下，以液压作为压力传递介质对食品进行加压处理的一种技术，这种加工方法可在保持产品的质地、风味和营养价值的同时完成抑菌过程。

食品辐照技术是利用辐射源放出穿透性很强的 γ 线来辐照食品，不仅节省能源，保持食品的营养成分，还可深入食品内部进行杀菌，对方便面调料尤为有效。食品辐照的基本原理是利用射线对食品和农产品的辐照生物学和辐照化学效应，杀灭食品中的微生物。

微胶囊技术是将固态、液态或气态微细核心物质，包埋在半透性或密闭性微胶囊内的技术，它能有效地保持食品的色、香、味、营养成分及生理活性，防止某些不稳定的食品成分挥发和氧化变质。目前主要用于生产粉末油脂、粉末酒类、微胶囊化饮料、人造鱼子酱等。

膜分离技术主要为电渗析、精滤、超滤和反渗透，是在常温下以膜两侧的压力差或电位差为动力对溶质和溶剂进行分离、浓缩、纯化等的操作过程，是一种常温下无相变、无化学变化的高效节能的新技术，广泛应用于食品加工的各个领域，包括从蛋清中回收蛋白质、果汁的浓缩和澄清及饮用水的制备等，其在脱盐、饮用水净化等领域已取得了成功。在果汁的澄清工艺中，若利用分子或微细离子的大小不同原理使用超滤澄清法，过程无化学变化，与传统的化学澄清方法相比，能较好地保持食品中的营养素。

（二）营养强化食品、保健食品和工程食品开发中营养学的考虑

1. 营养强化食品

食物营养价值的高低不仅取决于营养素的含量，还取决于各营养素之间的适当比例。为弥补天然食物某些成分的不足，或在贮存及加工过程中造成的营养素损失，或满足特定人群的需要，特别加入一种或几种辅助营养素的食品，称为营养强化食品，如强化碘和锌的食盐、强化铁的酱油、婴儿强化食品、强化维生素的胚芽米和早餐谷物食品等营养强化食品已成为食品开发的主流。

2. 保健（功能）食品

随食品工业的迅速发展和人们消费水平的提高，一方面，不合理饮食引发一些疾病发生，特别是心血管疾病、肥胖症、糖尿病等现代文明病发病率的上升。另一方面，由于收入水平的提高，生活的改善，健康人群也开始关注饮食保健。于是，具有“食疗”作用的保健食品便成为现代生活消费的新潮流，成为现代营养学重要的分支学科。已开发的保

健(功能)食品主要有富含膳食纤维类保健食品如全麦面点、带果皮的饮料及膳食纤维补充剂等,功能性油脂类如月见草油、小麦胚芽油、米糠油、深海鱼油及大豆卵磷脂等,乳酸菌保健食品如酸奶、干酪和活性菌,保健食品如三株口服液、百林双歧、乳酶生、促菌生和双歧口服液等。

3. 工程食品

工程食品也叫人造营养食品,是采用现代食品分离提纯技术从天然食物原料中获取有用的营养成分,再以这些营养成分为基础,按照不同营养需要和配方,适当添加一些其他的营养素如氨基酸、维生素、无机盐和膳食纤维等,将这些营养物质进行调配,再用一定的工程技术制成具有一定形状、结构和性能的新型食品。目前已开发的工程食品有以人造海蜇丝、模拟蟹钳、模拟蟹肉、模拟虾为代表的海洋仿生食品以及无胆固醇的植物性仿生香肠、仿生牛肉干等。

第5节 我国食品营养相关政策法规及取得的成就

一、我国历史上的食物与营养政策

自新中国成立以来,国家为保证全民的食物供给,在不同的历史时期作了许多具体规定。在20世纪50年代相继作出了《关于实行粮食的计划收购与计划供应的决议》,通过了《关于实行粮食的计划收购和计划供应的命令》及《粮食市场管理办法》,发出《关于加紧整顿粮食统销工作的指示》,发布了《农村粮食统购统销暂行办法》和《市镇粮食定量供应暂行办法》等。这些政策和法规的实施,稳定了粮食市场,保证了城乡居民的粮食供应和营养改善的基本需要。从20世纪50年代至80年代初,在中国食物短缺的情况下,粮食是保障居民营养需要的主要来源,70%以上的总能量、60%以上的蛋白质及大量其他营养素均来自粮食。据1982年的营养调查,全国人均能量摄入10.4 MJ(2 484 kcal),蛋白质66.8 g,其中来自粮食的比例分别为79%和66.6%。随着中国农业和国民经济的迅速发展,到90年代,实施40多年的粮食统购统销制度已完成其历史任务。国家又制定了一系列适应新时期人民群众健康需要的食物与营养相关政策和法规。

二、近年制定的有关食物与营养的综合性政策和法规

1992年,罗马召开的全球性部长级营养会议通过了《世界营养宣言》和《世界营养行动计划》,包括中国在内的159个国家承诺尽一切努力在2000年以前消除饥饿和营养不良。为实现这一目标,改善我国居民的营养状况,在国务院主持下,联合七部委参与起草并于1993年总理办公会议通过了《九十年代中国食物结构改革与发展纲要》,这是新中国成立以来较为完善的食物与营养发展纲要,这对指导20世纪90年代以来我国农业、卫生、食品加工等与食物生产相关部门和行业的发展、改善食物发展宏观环境和提高居民食物消费水平和营养水平发挥了积极的指导作用。国务院于1997年发布《中国营养改善行动计划》,将营养目标纳入国家政策和法规的轨道,以加强有关营养与食品卫生工作的法制建设。此外,于1995年10月全国人民代表大会常务委员会审议通过了已试行10年的《中华人民共