

现代食品营养与安全

宋宏新 毛跟年 薛海燕 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

现代食品营养与安全/宋宏新,毛跟年,薛海燕编著.
北京:化学工业出版社,2007.4
ISBN 978-7-5025-9300-1

I. 现… II. 宋… III. ①食品营养②食品卫生
IV. R15

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第031577号

责任编辑:路金辉 王 丽
责任校对:蒋 宇

文字编辑:王 丽
装帧设计:潘 峰

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张16 $\frac{3}{4}$ 字数426千字 2007年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址:<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:36.00元

版权所有 违者必究

前 言

营养和安全是食品密不可分的两个重要的基本属性。近年来食品营养与安全性问题越来越引起人们的重视，普及食品营养与安全知识是提高公民科学文化素养和全民健康教育的重要任务。

民以食为天，食以安为本。食品消费者常有这样的质疑：今天的食物是否有营养，是否安全？为了保证身体良好的生长发育和健康状态，如何选择营养安全的食品？如何合理搭配各种食品？如何达到膳食的营养平衡？简单地说就是“吃什么”、“吃多少”、“怎么吃”。食品的营养与安全性问题已成为公众媒体关注的焦点，是各级政府要严肃面对、认真解决的关系到国计民生的大事。

本书将食品营养学与食品安全性有机地结合起来，以食品为中心，从生产经营监控与消费指导阐述问题，关注了食品营养与安全新的发展动向，普及与提高并重。

营养学部分（第一章至第七章）以营养生理基础与能量平衡原理为基础，将主要营养素分为蛋白质、脂类、糖类和膳食纤维、水与矿物质、维生素和非传统营养素几个主题，讨论了营养素的功能、缺乏与过剩危害、食物供应及强化，以食物成分表及其数据库为重点阐述了食物营养特点及保健食品、营养强化食品的内容，将营养与安全有机结合，将能量评价与过剩、单纯糖及甜味剂、脂肪等问题融入相应的章节。

食品安全性部分（第八章至第十一章）主要从食品安全性评价、天然有毒物质与食物过敏、食品的生物污染和化学污染四个方面阐述污染的来源、危害与控制，强化了天然毒物、食物过敏的内容。

从农场到餐桌的全程质量控制（第十二章）是生产供应营养安全食品的关键，包括原料生产（无公害食品、绿色食品和有机食品），加工（GMP、HACCP和QS）和流通领域的保障与监督管理体系。食品的标准、标签（第十三章）及相关法规的建立健全是保障安全的技术指南和法律依据。通过膳食指南与食物指导方案（第十四章）对居民进行合理营养、平衡膳食和良好生活习惯的科学指导是实现营养健康的必由之路。

本书在内容体系上体现食品营养与安全的有机结合，知识框架科学合理，内容翔实全面，尽可能参考新的文献资料、标准与法规，但限于篇幅及编者知识水平与研究领域的局限，部分内容阐述还较肤浅，实属缺憾，不足之处恳请读者多多指教。

本书由陕西科技大学宋宏新教授主编，第九章至第十一章由毛跟年教授编写，第八章由薛海燕讲师和宋宏新合编，其余章节的编写及全书统稿由宋宏新完成。

编者

2007年2月

目 录

绪论	1	二、脂类的生理功能	38
一、概述	1	三、食物中脂类的作用	39
二、营养安全食品的基本属性	1	第二节 脂类的消化、吸收及转运	40
三、食品营养学	2	一、脂蛋白的特点	40
四、食品安全性	3	二、脂类的吸收与转运	40
五、食品营养与安全的质量控制	4	第三节 重要脂类的结构特点与营养	41
六、合理营养,平衡膳食	5	一、甘油三酯与脂肪酸	41
第一章 营养生理基础与能量平衡	6	二、磷脂与固醇类	43
第一节 消化系统与食物的消化吸收	6	第四节 食用脂肪加工保藏中的营养安全 问题	45
一、食物的消化与吸收	6	一、食用油脂的加工方法与安全	45
二、重视消化道保健,提高营养水平	7	二、脂肪在高温下的热分解与聚合	46
第二节 膳食营养素参考摄入量	7	三、脂肪的氧化酸败	46
一、人体所需要的营养素	7	四、油脂污染和天然有害物质及其控制	47
二、人体营养素需要量的概念	7	第五节 脂类的供给与食物来源	48
三、中国居民膳食营养素参考摄入量	9	一、脂类的供给量	48
第三节 能量与营养平衡	12	二、脂类的食物来源	49
一、人体能量平衡及其意义	12	第四章 糖类与膳食纤维	51
二、产能营养素的能值与测定	13	第一节 糖类物质的分类与特点	51
三、人体的能量消耗	15	一、糖类物质的营养学分类	51
四、人体一日能量需要的确定	18	二、糖	51
五、人体能量供给与食物来源	19	三、寡糖	54
第二章 蛋白质与氨基酸	21	四、多糖	55
第一节 蛋白质与氨基酸的营养功能	21	第二节 膳食纤维及其生理功能	56
一、蛋白质的生理功能	21	一、膳食纤维的种类	56
二、氨基酸与必需氨基酸	22	二、膳食纤维的生理作用	58
三、肽、多肽与蛋白质的结构和功能特点	24	三、膳食纤维的供给量与食物来源	59
第二节 蛋白质的消化吸收与氮平衡	24	第三节 糖类的生理功能与食品中的甜味 物质	60
一、蛋白质的消化与吸收	24	一、糖类的消化吸收与血糖	60
二、人体氮平衡与蛋白质需要量	26	二、糖的生理功能	60
第三节 食物蛋白质的营养评价	27	三、食品的甜味及甜味剂	61
一、蛋白质的含量与营养学分类	27	第四节 糖类的供给与食物来源	65
二、蛋白质的消化率与利用率	28	一、糖类的适宜摄入量	65
三、蛋白质的化学评价	30	二、糖类的食物来源与营养特点	65
第四节 蛋白质的推荐摄入量与食物来源	32	三、糖尿病人的糖类营养	66
一、蛋白质与氨基酸的推荐摄入量	32	第五章 水与矿物质	68
二、蛋白质食物来源与营养特点	34	第一节 水	68
三、食物加工与蛋白质营养	36	一、水的功能	68
第三章 脂类	38	二、水的平衡	69
第一节 脂类的营养作用	38	三、饮用水的种类与安全	70
一、人体脂类的分布与特点	38		

第二节 矿物质概述	71	一、食物成分表及其数据库	133
一、矿物质的分类	71	二、食品营养价值与评价	134
二、矿物质的营养特点与生理功能	72	三、营养素的相互作用	135
三、机体酸碱平衡及成酸和成碱食品	73	第八章 食品安全性评价及其原理 ...	137
第三节 常量元素	74	一、食品安全性的内涵	137
一、钙	74	二、食品中的不安全因素	137
二、磷	77	三、食品安全性评价意义与基本原理	140
三、镁、钾、钠、氯及食盐	78	四、食品中毒物的体内过程	141
第四节 微量元素	81	五、毒理学评价方法与程序	144
一、铁	81	第九章 食品中的天然有毒物质	146
二、锌	84	第一节 动物食品中的天然有毒物质及	
三、碘	85	预防	146
四、硒	87	一、动物肝脏中的毒素	146
五、铜、锰、氟	88	二、河豚毒素	146
六、其他微量元素	90	三、贝类毒素	147
第六章 维生素	92	四、组胺和斑蝥素	148
第一节 概述	92	五、其他毒素	149
一、维生素的特点与命名	92	第二节 植物类食品中的有毒成分	150
二、维生素的分类及其特性	93	一、硫代葡萄糖苷	150
三、维生素缺乏的原因与分类	94	二、氰苷	151
第二节 脂溶性维生素	95	三、红细胞凝集素	152
一、维生素 A	95	四、生物碱	152
二、维生素 D	98	第三节 食物过敏	153
三、维生素 E	100	一、食物过敏与其他食物不良反应的	
四、维生素 K	102	区别	153
第三节 水溶性维生素	103	二、食物诱发过敏的机理	153
一、维生素 B ₁	103	三、食物过敏原与引起过敏的食物	154
二、维生素 B ₂	105	四、食物过敏的症状与饮食选择预防	
三、烟酸	106	原则	155
四、维生素 B ₆	107	第十章 食品的生物污染及其控制	157
五、叶酸、维生素 B ₁₂ 、泛酸与生物素	108	第一节 概述	157
六、维生素 C(抗坏血酸)	111	一、食品生物性污染的种类与特点	157
第四节 维生素在食品加工中的变化	112	二、微生物引起的食品腐败与食源性	
第七章 非传统营养素	115	疾病	157
第一节 类维生素与功能因子	115	三、食品腐败及食源性疾病的预防控制	158
一、类维生素	115	第二节 食品的细菌性污染与细菌性食物	
二、核酸与核苷酸营养	118	中毒	161
三、活性多糖与其他活性成分	119	一、食品中细菌污染的来源与途径	161
第二节 植物化学物	121	二、细菌及其毒素对人体的危害	161
一、概述	121	三、食品中常见的污染细菌	162
二、植物化学物的生理学作用	121	四、细菌性食物中毒的预防控制	167
三、主要植物化学物的特点与作用	123	第三节 真菌及其毒素对食品的污染	167
第三节 保健食品与营养强化食品	129	一、污染来源与种类	167
一、保健食品	129	二、污染食品的常见真菌及其毒素	169
二、营养强化食品	131	三、真菌及其毒素中毒的预防	172
第四节 食物成分表与食品营养特征	133		

第四节 病毒对食品的污染	173	一、无公害食品	217
一、病毒对食品的污染与危害	173	二、绿色食品	218
二、几种食源性病毒及其预防	174	三、有机食品	219
第五节 寄生虫对食品的污染	178	第四节 食品加工过程与良好操作	
一、污染食品的常见寄生虫	179	规范(GMP)	220
二、食源性寄生虫病的预防和控制	181	一、食品加工过程的质量安全控制	
第十一章 食品的化学污染及其控制	183	与 GMP	220
第一节 农药残留对食品安全性的影响	183	二、GMP 对食品质量与安全的控制	220
一、农药与农药残留	183	第五节 危害分析关键控制点(HACCP)	
二、食品中几种主要残留农药	184	与食品安全生产	222
三、食品中残留农药的污染途径与控制	186	一、HACCP 的产生与发展	222
第二节 食品中的兽药残留与控制	187	二、HACCP 的基本内容	222
一、兽药残留的来源与原因	187	三、HACCP 对食品安全与质量的控制	223
二、食品中常见的兽药残留	188	四、HACCP 在酸奶生产中的应用	224
三、食品中兽药残留的预防控制	190	第六节 食品质量安全(QS)市场准入	
第三节 有害元素对食品的污染及预防	191	认证	225
一、食品中有害元素的来源与毒性作用		一、QS 认证简介	225
机制	191	二、QS 认证要求内容	226
二、污染食品的几种有害元素	191	三、QS 认证程序与标志	226
三、防止化学元素污染食品的措施	193	第七节 流通领域的食品质量与安全	
第四节 食品在贮藏与加工过程中形成的		管理	227
有害物质	194	一、食品贮运过程的质量安全管理	228
一、N-亚硝基化合物	194	二、食品销售环节的质量安全管理	228
二、苯并[a]芘	195	三、餐饮业的质量安全管理	230
三、杂环胺	197	四、消费者的自我保护与厨房中的食品	
第五节 食品添加剂对食品安全性的		安全性	232
影响	198	五、食品安全监督管理的部门分工与	
一、食品添加剂的分类和安全使用要求	198	协作	232
二、食品添加剂的安全性 with 限量	200	第十三章 食品标准与食品标签	234
第六节 食品包装材料和容器的安全性		第一节 食品标准	234
问题	205	一、食品标准的概念与作用	234
一、食品包装材料和容器对食品的污染	205	二、我国食品标准的分类	234
二、常用食品包装材料和容器的安全性	205	三、我国的食品标准	236
第十二章 食品生产流通全程质量安全		四、国际食品标准简介	236
控制	211	五、食品标准的制定与标准文献的检索	238
第一节 农业生产环境与食品原料的质量		第二节 食品标签	239
安全	211	一、食品标签的定义与作用	239
一、农产品质量安全概述	211	二、国外食品标签标准(法规)概况	240
二、产地环境与食品原料的营养与安全	212	三、我国食品标签通用标准的内容	240
第二节 农业生产过程控制与农产品质量		四、食品的保质期与食品标签标准的	
安全	214	实施	240
一、种植业的生产过程控制	214	第三节 食品营养标签	241
二、畜禽生产的全程控制	215	一、食品营养标签的作用	241
第三节 无公害食品、绿色食品和有机		二、国内外食品营养标签法规概况	242
食品	217	三、我国食品营养标签的基本内容与	

格式	243	一、中国居民平衡膳食宝塔	251
四、食品营养标签举例	245	二、平衡膳食宝塔说明	251
五、我国营养标签的实施推广	248	三、平衡膳食宝塔的应用	252
第十四章 膳食指南与食物指导方案	250	四、我国膳食指南和膳食宝塔的特点	254
第一节 中国居民膳食指南	250	第三节 培养良好的膳食营养与生活	
一、膳食指南和食物指导方案的基本		习惯	254
概念	250	一、我国居民的营养健康状况	255
二、中国居民膳食指南	250	二、养成良好的生活运动习惯	255
三、特定人群膳食指南	250	三、走出误区,普及营养健康知识	256
第二节 中国居民平衡膳食宝塔	251	参考文献	259

绪 论

民以食为天，食以安为本，食品的营养与安全是关系到国计民生、国家和社会安定的大事。营养安全的食品是提高国民体力与智力、预防与膳食相关疾病的发生、保障人民身体健康的重要物质基础，普及食品营养安全知识是提高全民科学文化素养的重要任务之一。

一、概述

随着食品生产与加工业的发展，食品市场供应不断丰富，产品琳琅满目，多数居民的食品消费正在从传统的温饱型向小康富裕型转变。人们在选择享受各类美味食品中获取营养的同时，更加关注食品的营养与安全。

食品营养与安全的警钟不断敲响。我国安徽阜阳假（毒）奶粉（只有糖、糊精和香精，而无奶中应有的蛋白质、维生素、矿物质等营养成分）、“苏丹红 1 号（为非法化学添加物）”和“孔雀石绿（为鱼类及水产品生产中禁用农药）”，肆虐全球的“禽流感”、“疯牛病”等食品安全恶性事件引起公众的广泛关注。

我国居民仍然面临营养缺乏与营养过剩的双重挑战。一方面由于膳食营养不平衡及营养过剩引发的文明病（如肥胖、糖尿病、心脑血管病等）对人们的健康构成严重威胁；另一方面部分不合理的饮食习惯造成的营养缺乏也在影响着人们的健康和生命安全。2004 年 10 月由中华人民共和国卫生部、科技部和国家统计局联合公布的《中国居民营养与健康状况》结果显示，我国居民的营养与健康状况明显改善，营养不良和营养缺乏患病率持续下降，居民的膳食结构、生活方式和疾病谱发生了较大变化，但不合理膳食营养引发的健康问题日益凸显。

“病从口入”的新内涵。对“病从口入”应从食品安全和合理营养两个方面去全面认识。一方面“病从口入”不仅表示不安全食品是传染性疾病和食物中毒的重要媒介（病原微生物、有毒有害物质、农药兽药残留及非法添加剂）；另一方面还包含着由于人类对正常食品摄入不当而引起的机体危害（营养缺乏、营养不良、营养过剩与营养不平衡）。前一种情况多为急性反应，容易引起人们的重视，也是多数人对食品安全质量产生质疑、甚至由于不明真相而产生恐慌的主要原因；而后一种情况虽然摄食的是无毒无害的安全食品，但是不合理的饮食营养搭配往往会引发多种慢性疾病，特别是许多现代文明病的主要诱因，由于慢性病往往在短期不会有明显的症状，常被人们所忽视。

据调查，我国相当数量的食品消费者对食品的营养与安全知识知之甚少，多以感官指标、价格、品牌作为选择依据。所以，加强食品营养学 and 安全性方面的基础与应用研究，建立健全相应的法规与标准，加强对食品生产、经营的监督管理，特别是普及食品营养与安全知识就显得非常重要。

二、营养安全食品的基本属性

食品最基本的属性由营养、安全和感官特性三个主要方面构成。

1. 营养特性

食品中所含营养素（包括蛋白质、脂肪、糖类、各类维生素、矿物质等）的种类和数量构成食品主要的营养特性。食品的营养价值不仅取决于食品的种类和来源，很大程度上还会

受食品加工、贮藏和烹调的影响。一般认为，食品所提供的营养素的种类及比例搭配越接近人体需要，其营养价值也就越高。食品的营养价值是相对的，没有一种天然食品的营养价值是全面的，每种食品中营养素的含量和分布都不十分平衡，有其各自特点。人类只有了解各类食品的营养特点，通过合理搭配，即混合平衡膳食，才能从食品中获取足够合理的营养，达到健康要求。

2. 安全特性

安全食品是指长期正常食用对身体不会带来危害的食品。通常把含有对人体有害成分或潜在危害因素的食品称为不安全食品。食品中可能的有害因素有：①外源污染物（包括物理、化学与生物污染），如微生物（生物病原与毒素）、农药、兽药等污染对人类健康构成很大威胁，最受人们关注；②内源性的成分主要是食品中的天然有毒有害成分，食品天然成分引起的过敏反应以及转基因和辐射等食品新技术给食品安全带来的新的挑战。食品中有害因素的种类与数量，决定了不安全食品对人体健康的危害程度。因此，食品安全性一般要求通过风险评估将食品中的有害因素控制在可接受的安全限度以内。

3. 感官特性

食品的感官特性包括食品的色、香、味、形（色泽、气味、口感、质地）等外观特征，是可以通过人的感觉，如嗅觉、触觉、味觉、视觉、听觉等识别的特征。食品的感官特征可以刺激食欲、促进消化、增加摄食乐趣，这也是食品区别于药品（及营养强化药）的重要特征，使人类在摄食营养的同时可以享受美味佳肴。

食品的多数内在特性，如影响人体生理健康和人身安全的主要营养学 and 安全性因素，只能通过仪器设备检测才能发现；有些食品感官特性多通过定性描述就很清楚，而多数决定食品营养与安全特性的指标则需要定量描述。

4. 食品的营养与安全不可分割

在食品的各种质量特性中，食品的营养与安全是最重要的。

食品的营养是人们选择消费食品的主要目的与出发点，而食品的安全性是实现食品营养的基础与保证，食品的营养与安全二者不可分割。人类在长期的生存竞争中，不断地从环境中选择营养安全的食品，现代社会的工业化为食品安全性引入了许多新的挑战，同时随着社会经济的发展，人们的生活方式正在发生着变化，营养不平衡的问题更加突出，食品营养与安全的问题更应从营养、安全和身心健康多方面综合考虑。这也是本书将食品营养与安全两个密不可分的重要属性有机结合讨论的原因所在。

三、食品营养学

营养学（Nutriology）是研究人体营养过程、需要和来源，营养与人体健康关系以及改善措施的科学。

1. 营养与营养素

人们经常使用的“营养”一词常包含着不同的意义。

营养（Nutrition）是指人体摄取、消化、吸收和利用食品中的营养物质以维持机体的生长发育、组织更新和良好健康（脑力与体力）等正常生理状态的总过程，即人体摄取并实现营养的过程。

营养素（Nutrients）是指具有营养功能的物质。传统营养素包括水、碳水化合物、脂类、蛋白质、维生素、矿物质六大类，共计40多种（8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，糖类和水）。现代营养学还将膳食纤维（不可消化性多糖和木质素类纤维状物质）列为第七营养素。近年来食物中许多对人体健康有益的微量

物质，特别是植物性食物中的微量化学物质（植物化学物 Phytochemicals）成为新的研究热点，还有核酸与核苷酸、类维生素等，这些物质虽不是传统的营养素，但对人体正常生理过程有重要的调节与保健作用，已成为研发新一代营养保健食品的重要方向。

营养学以满足人体的各种生理需要为基础。人体正常生理过程的营养必须能满足能量供给、组织构建与更新及生理调节三方面的基本需要。人体需要不同种类的营养素，且要满足一定的摄入量要求，各种营养素还必须合理搭配。

2. 食品营养学

食品营养学是以人体营养为基础，重点研究食品生产加工与贮运供应过程中的营养问题的科学。通过研究各种食品及其原料的营养特点和营养评价、合理的配方调配、科学强化（营养强化），从而指导食品的生产经营过程，实现对食品中营养素的有效保护，生产加工出更易于消化吸收的食品。食品营养学的研究在营养平衡原则下为居民提供食品的消费指导，对食品的生产经营具有重要的指导意义。

营养价值通常是指食品中所含的营养素满足机体需要的程度，主要取决于食品中所含营养素的种类是否齐全、量的多少及其相互之间的比例是否合适。在评价某食品或某营养素价值时，营养素的质与量是同等重要的。但是，食物的营养价值是相对的，不可能有一种食物能在营养素的质和量上满足人体生理的全部需要。

四、食品安全性

食品安全（Food Safety）研究的是食品中可能存在的有害因素的种类、数量和性质，它们对食品的污染程度和对人体健康的影响，以及这些因素的来源、发生发展和控制规律，是食品生产加工、贮运流通和选购消费采取相应安全预防和控制措施的重要依据。

1. 食品安全性的概念

1996年世界卫生组织（WHO）将食品安全性解释为“对食品按其原定用途进行制作和食用时不会使消费者受害，保证食用安全”。食品安全性强调的是食品中不应含有可能损害或威胁人体健康的物质或因素。食品卫生则被解释为“确保食品安全性和适用性在食物链的所有阶段必须采取的一切条件和措施”，可见前者是目标，后者是达到目标的措施。

目前人们一般提到的食品安全问题包含食品安全性和对食品的安全感两个方面。前者是客观的，可以科学测定和评价；后者往往由心理因素决定，许多消费者对食品安全的担忧或忽视来自对食品安全性的模糊认识。

2. 影响食品安全的因素

决定食品安全性的因素有多种，根据其来源可分为内源性（天然）成分和外源性（污染物）成分，根据其性质特点又可分为生物因素、化学因素和物理因素三大类。在食品危害中，食物中毒是最普遍、最主要的危害，而食物中毒中细菌造成的中毒事故占绝大多数（98.5%），化学物质和自然毒素分别只占0.7%和0.8%。

（1）食品中的天然有毒有害成分及食物过敏 植物性食品中含有毒蛋白、蛋白抑制剂、生物碱、氰苷等，动物体内也可能存在着天然毒素、腺体激素等，必须经过科学合理的加工处理才可食用。所谓的纯天然、野生并不是食品安全的保证，野生毒蘑菇、河豚毒素致命的事件屡见不鲜。食物过敏又称食物变态反应，是食物中的正常成分引起机体免疫系统的异常反应，儿童多为敏感人群。

（2）生物污染因素 包括微生物（病毒、细菌、真菌）、寄生虫、虫卵和昆虫以及生物毒素等，其中以各种病原微生物对人类的威胁最大，一些非致病的微生物可引起食品腐败变质，使其失去食用及商品价值。营养丰富的食品可为微生物滋生蔓延提供条件，灭菌保藏加

工可有效地控制病原生物，但已产生的耐热毒素却不能去除，因此防止病原生物污染是保障食品安全的重中之重。

(3) 化学污染 包括食品原料生产过程中的农药兽药残留、加工保藏使用的添加剂和包装材料等，食品中所含物质在加工保藏中发生不利的反应亦能产生一些有毒物质，而环境中的化学污染物质会在食品生产链的每个环节污染食品。我国滥用与非法使用农兽药与添加剂的问题比较突出。

(4) 食品新技术与新型食品可能引发新的食品安全性问题 转基因技术为人类创造了全新的食品原料，但同时又引发了广泛的安全性争论；利用现代的电离辐射技术加工的辐照食品使人们普遍关心辐照及放射性污染的问题；保健食品、营养强化食品的营养价值与调节保健作用有特定的针对性及适宜人群，但随意或盲目食用可能会带来不良后果。

一般物理因素除了辐照与放射性污染，还有带压容器的爆裂、物理掺杂物等。

营养不平衡与营养缺乏既属于营养问题也是安全性问题，就其涉及人群之多和范围之广而言，已居于发达国家食品安全性问题中的首位。即使食品供应充足，如不注意饮食平衡，同样会给人类健康带来损害。

对影响食品安全性的有害因素需要进行单项及综合风险评估。为保障食品的安全性，对食品中可能含有的有害因子最终以限量（不得超出）值作出规定，国外大多都以强制性标准规定，我国食品的国家标准中安全（卫生）指标也应强制执行。

各类不同食品由于其成分组成、状态特点及生产加工工艺流程不同，所面临的安全问题是不同的，应采取针对性的控制措施。

五、食品营养与安全的质量控制

营养安全的食品必须在食品营养学和食品安全性的科学指导下，从食品原料的生产、加工到销售全程实行安全质量控制，包括良好的生产环境、精良的生产经营设备（施）（特别是先进的卫生设备和分析检测仪器）、高素质健康的从业人员、健全的相关标准与法规、政府管理部门的严格依法监管等。

1. 食品生产经营全过程质量控制

(1) 生鲜食品与食品原料的农业种植养殖业必须把握好三个环节：一是产地环境的有效监管，包括水、土、气质量及外源污染物的监控与治理；二是农用化学品的有效监管，重点是控制高毒高残留农用化学品（农药、兽药）的使用；三是生产过程的有效控制，主要是规范农事操作行为，按照科学的生产技术规程组织农业生产，如无公害食品、绿色食品和有机食品种植/养殖规范（标准）。

(2) 食品加工生产企业要保证原材料的营养卫生与安全，建立良好的生产操作规范（GMP），推广“危害分析与关键控制点（HACCP）”体系，按规范使用食品添加剂，我国现在通过食品质量安全（QS）认证来规范市场准入制度，从源头杜绝生产和销售假冒伪劣食品。

(3) 食品流通包括运输贮藏、市场分销及餐饮零售，这一环节是我国食品安全中最薄弱的。流通领域的主要任务是保持食品营养、防止污染与腐败变质。控制措施主要包括硬件环境与设施（卫生保障）、从业人员的健康及食品安全培训、规范操作、严格的监督管理等。在我国，提高食品经营企业和从业人员的诚信与守法意识，杜绝假冒伪劣食品进入流通领域最为关键。

食品的营养与安全质量控制和管理体系重点强调对整个生产过程的系统化和可追溯性控制，以预防性卫生监督为主，防患于未然，最终产品的检验仅是辅助或验证的手段。

2. 标准法规的健全与监督管理

为保证食品的营养与安全，必须建立健全食品产品安全标准体系和检验检测体系，完善生产经营领域的安全卫生技术要求与规章，严格执法，增强食品生产经营与执法人员的食品营养安全质量意识和法制观念。

食品标准是对食品及其生产经营过程中的各种相关因素所作的技术性规定，可分为基础标准、产品标准、方法标准和管理标准四大类。食品标准是食品生产经营和国家有关部门监督管理的重要依据。食品的产品标准，应注意感官、营养和安全（卫生）指标的统一。

应加强食品标准的国际化，提高我国食品标准的整体水平，使其能适应食品进出口贸易的需要，破解食品出口贸易的技术壁垒（TBT），保证国内消费者食用进口食品的安全。

食品标准则规范了食品的内涵，包装与标签是食品走向市场的外表，食品标签强制标示食品真实的技术质量（营养与安全）与生产信息，是保障全程监督管理必不可少的重要环节。食品营养标签（包含更多的营养信息）在正确引导食品消费、规范生产经营行为、对消费者进行营养学知识的宣传普及方面都具有重要的意义。

六、合理营养，平衡膳食

随着我国经济文化的发展，居民的营养安全现状得到了明显改善，但是与发达国家相比居民的营养安全知识还普遍比较贫乏，甚至还存在许多误区。要真正解决食品的营养安全问题，就必需加强对公民的营养与健康教育，充分认识我国食品营养与安全现状，宣传普及膳食营养素参考摄入量（Dietary Reference Intakes, DRIs），膳食指南（Dietary Guidelines）和食物指导方案（Food Guidance System）。

食品营养与安全是食品的本质特性，具有内在的辩证统一关系，互不独立不可分离，不可偏废。必须将食品营养与安全一并考虑，食品的营养与安全必须动员全社会参与，不断提高公众的营养健康知识水平，强化食品质量与安全意识，生产经营者、监督管理执法者及消费者共同努力，加强从农场到餐桌的食品生产经营全过程的科学指导与监督管理，倡导平衡膳食与健康的生活方式，为全面改善和提高国民的营养与健康共同努力。

第一章 营养生理基础与能量平衡

第一节 消化系统与食品的消化吸收

食物中的营养元素，除水、游离态的维生素和矿物质可直接吸收外，其他如糖类、脂肪、蛋白质等大分子，必须在消化系统中借助消化液中所含有的酶催化水解成小分子（消化过程），这些小分子透过消化道黏膜进入血液循环，运送至不同的组织器官，进入相应细胞内（吸收过程）才能被利用，从而实现营养过程，可见消化吸收是营养过程的一个重要环节。

食物的消化、吸收和食物残渣的排泄过程是在消化系统中完成的，食物在消化道内的消化过程主要可分为两大类：①机械性（物理）消化，主要通过消化道蠕动等产生；②化学消化，消化道分泌产生的酶等化学物质对食物的分解。

消化系统由消化道和与其紧密相关的消化腺共同组成。根据位置、形态和功能的不同，消化道可分为口腔、咽、食道、胃、小肠、大肠、直肠和肛门，全长10~16m。消化腺是分泌消化液的器官，主要有唾液腺、胃腺、胰、肝和小肠腺等。

一、食物的消化与吸收

1. 食物消化

食物进入消化器官后，物理（机械）性的消化主要由牙齿的咀嚼、舌的搅拌及胃肠的蠕动等过程来实现，而由一系列消化酶催化的化学消化则是消化的主要方面。消化过程参与的酶与消化液种类多，可发生于消化道的多个部位，消化酶有胃蛋白酶、胰蛋白酶、胰脂肪酶、肠脂肪酶、唾液淀粉酶、胰淀粉酶、蔗糖酶、麦芽糖酶等。

食物中的纤维素、琼脂、海藻胶、半纤维素及果胶等是由 β -葡萄糖1,4糖苷键相连的多糖，由于体内没有 β -葡萄糖1,4糖苷键水解酶，所以不能消化这类高聚糖化合物。大豆中含有棉子糖和水苏糖，它们分别是二分子的半乳糖和一分子的葡萄糖组成的三糖以及二分子半乳糖、一分子葡萄糖和一分子果糖相结合的四糖，人体内也没有这两种糖的分解酶，所以它们也不能被消化。这些不被消化的物质对维持肠道共生的微生物（益生菌）的平衡有意义，不消化多糖对维持大肠的充盈状态，维持正常的排泄功能具有重要作用。

由于体内没有 β -葡萄糖1,4糖苷键水解酶，所以不能消化这类高聚糖化合物。大豆中含有棉子糖和水苏糖，它们分别是二分子的半乳糖和一分子的葡萄糖组成的三糖以及二分子半乳糖、一分子葡萄糖和一分子果糖相结合的四糖，人体内也没有这两种糖的分解酶，所以它们也不能被消化。这些不被消化的物质对维持肠道共生的微生物（益生菌）的平衡有意义，不消化多糖对维持大肠的充盈状态，维持正常的排泄功能具有重要作用。

2. 营养物质的吸收

食物经过消化，将大分子物质变成小分子物质，其中多糖分解成单糖，蛋白质分解成氨基酸，脂肪分解成脂肪酸、单酰甘油酯等，维生素与矿物质则在消化过程中从食物的细胞中释放出来，通过消化道管壁吸收进入血液循环，这些过程称为吸收。吸收的方式取决于营养素的化学性质。

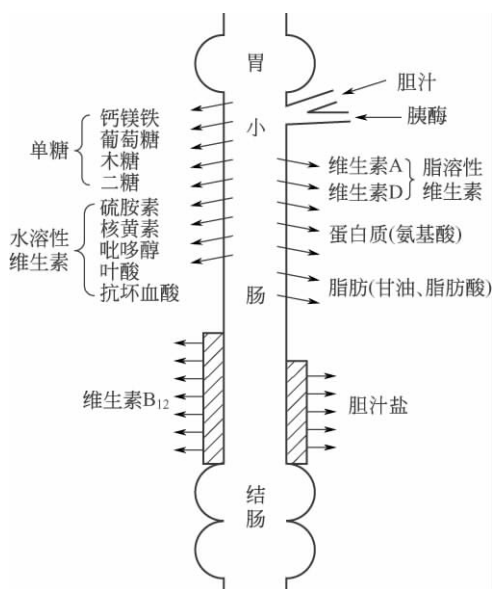


图 1-1 小肠中各种营养素的吸收位置

食物进入胃之前没有吸收，胃只能吸收少量的水分和酒精等，大肠主要吸收在小肠没被完全吸收的水分和电解质，而营养物质的吸收主要在小肠进行，详见图 1-1。

当营养成分被消化吸收后，需把它们立即运送到需要或贮藏它们的组织。淋巴和血液是吸收营养物质的主要运输介质。在肠道的膜内有淋巴毛细管网状组织。胆固醇、水、长链脂肪和某些蛋白质被淋巴系统最终传送到静脉系统。大部分小分子营养物质被吸收进入血液循环后，与血液中蛋白质分子结合，再运送到各组织细胞。

3. 加工处理对食品消化吸收性能的影响

食品加工的目的在于改善感观性状，使其更容易消化吸收，同时还具有除去有害因子，杀灭病原微生物，增加食品安全性的作用。食品的加工制备方法对食品的可消化性有很大的关系。许多技术手段如崩解（切割、磨细、打浆、均质）、提取、加热、冷藏、腌制、后熟、消化、乳化等都可以改善食品的可消化性，从而提高其中营养素的吸收率。熟食比生食更好，除了可以杀菌这一卫生上的原因外，也有改善风味和提高营养质量的作用。经过烹饪后，淀粉粒的外膜崩解糊化，肉类的结缔组织软化，蛋的蛋白质变性凝固，这些变化都有利于消化酶对它们的作用。例如，大豆、棉子等子实中的蛋白质，经过提取以后制成加工蛋白质食品，其营养利用率就会比直接食用提高许多。但油煎、干烤、晒制等处置却由于脱水硬化、淀粉老化、营养素的破坏等原因，常使食品的营养价值有所降低。

二、重视消化道保健，提高营养水平

为了使营养素能最大限度地被机体吸收和利用，必须重视消化道的保健，培养良好的生活习惯和饮食习惯是关键。要力求做到：进食要细嚼慢咽，三餐应定时定量，排便要定时。

第二节 膳食营养素参考摄入量

一、人体所需要的营养素

人体正常生理过程需要各种不同种类的营养素，每种营养素还要满足一定的摄入量要求并合理搭配。确定营养素的需要量，提出参考摄入量，可指导人们营养合理化，提高营养与健康水平，同时对指导食物的宏观生产与供应计划有重要意义。居民膳食营养素参考摄入量作为膳食指导，通俗地讲就是解决吃什么、吃多少。

人体要生存，除维持基本的结构与组成外，还要进行各种新陈代谢，维持正常生理功能，机体运动和工作必需消耗能量。能产生能量的营养素主要指糖类、脂肪和蛋白质。

人体正常生理过程所需要营养素，必须能满足人体能量供给、组织构建与更新以及生理调节三方面的基本需要。到目已知人体必需的营养素至少有 40 种以上，一般将其分成蛋白质（必需氨基酸 9 种）、糖类、脂肪、水、矿物质和维生素等六大类。

除以上公认的六大类营养素外，现在还把膳食纤维作为人类的第七营养素。近年还研究发现，许多植物性食物中含有的微量化学物质（植物化学物），对维持人体正常生理功能具有重要的作用。这些营养素都可通过合理摄取食物来满足，而对人体一刻都不能缺少的氧气，通过呼吸作用从空气中取得，一般不在营养学中讨论。

二、人体营养素需要量的概念

1. 营养素需要量

营养素需要量（Nutritional Requirement）又称生理需要量，是制定膳食营养素参考摄入量（Dietary Reference Intakes, DRIs）的基础。确定营养素需要量的原则依据主要有动

物实验研究、人体代谢研究、人群观察研究和随机性临床实验研究。

个体对某种营养素的需要量是机体为维持“适宜营养状况”，并处于继续维持其良好的健康状态在一定时期内必须平均每天吸收该营养素的最低量。鉴于“维持良好的健康状态”可有不同的标准，FAO/WHO 联合专家委员会提出三个不同水平的需要量：

① 基本需要量，达到这种需要量是机体能够正常生长和繁育，但机体组织内很少或没有此种营养素贮备，所以如果短期内膳食供给不足就可能造成缺乏；

② 贮备需要量，为维持组织中贮存一定水平该营养素的需要量；

③ 预防明显的临床缺乏症的需要量，这是一个比基本需要量更底水平的需要。

生理需要量受年龄、性别、生理特点、劳动状况等多种因素的影响，即使在一个个体特征很一致的人群内，由于个体生理的差异，需要量也各不相同，但是当样本量足够大时，机体对这个营养素需要量为正态分布的，取其统计平均值其实就是估计平均需要量。

2. 估计平均需要量

估计平均需要量 (Estimated Average Requirement, EAR) 是指某一特定性别、年龄及生理状况的群体对某营养素需要量的平均值。营养素摄入量达到 EAR 的水平时可以满足人群中 50% 个体的营养需要，但不能满足另外半数个体的需要。根据某一年龄、性别组中摄入量低于 EAR 个体的百分比可以评估群体中摄入不足的发生率，评价其营养素摄入情况是否适宜。针对个体，可以检查其摄入不足的可能性，如某个体的摄入量低于 EAR 两个标准差，可以断定不能达到该个体需要量。EAR 是计划和制定推荐摄入量的基础。

3. 推荐摄入量

推荐摄入量 (Recommended Nutrients Intake, RNI) 相当于传统使用的推荐供给量 (Recommended Dietary Allowances, RDA)，是指可以满足某一特定性别、年龄及生理状况群体中绝大多数个体 (97%~98%) 的需要量的摄入水平。

RNI 是个体适宜营养素摄入水平的参考值也是健康个体膳食摄入营养素的目标个体对某营养素的摄入量。长期处于 RNI 水平，可以满足机体对该营养素的需要，维持组织中有适当的营养素贮备，可以达到预防营养缺乏症发生，保持健康。

RNI 是以 EAR 为基础制订的。如果已知 EAR 的标准差 (SD)，则 $RNI = EAR + 2SD$ 。如果资料不够充分不能计算 SD 时，可设 EAR 的变异系数为 10%，则 $RNI = 1.2 \times EAR$ 。

RNI 是根据某一特定人群中体重在正常范围内的个体的需要量设定的。对个别身高、体重超过此参考范围较多的个体，可能需要按每千克体重的需要量调整其 RNI。

4. 适宜摄入量

适宜摄入量 (Adequate Intake, AI) 是指通过观察或实验获得的健康人群某种营养素的摄入量。例如纯母乳喂养的足月产健康婴儿，从出生到 4~6 个月，他们的营养素全部来自母乳，故母乳中的营养素含量就是婴儿的 AI。在个体需要量的研究资料不足不能计算 EAR，因而不能求得 RNI 时，可设定 AI 来代替 RNI。AI 和 RNI 的相似之处是两者都能满足目标人群中几乎所有个体的需要，其区别在于 AI 的准确性远不如 RNI，AI 有一个较大的变动范围。

AI 主要用作个体营养素摄入目标，同时也用作限制过多摄入的标准。当健康个体摄入量达到 AI 时，出现营养缺乏的危险性很小，如果长期摄入超过 AI 值时，则可能产生毒副作用。

5. 可耐受最高摄入量

可耐受最高摄入量 (Tolerable Upper Intake Level, UL) 是平均每日摄入营养素的最

高限量。这个量几乎对所有个体健康都无任何毒副作用和危险。当摄入量超过 UL 而进一步增加时, 损害健康的危险性随之增大。UL 并不是一个建议的摄入水平。“可耐受”指这一剂量在生物学上大体是可以耐受的, 但并不表示可能是有益的。

鉴于营养素强化食品和膳食补充剂的日渐发展, 需要制定 ULs 来指导安全消费。如果某营养素的毒副作用与摄入总量有关, 则该营养素的 UL 依据食物、饮水及补充剂提供的总量而定。如毒副作用仅与强化食物和补充剂有关, 则 UL 依据这些来源而不是总摄入量来制定。对许多营养素来说还没有足够的资料来制定其 UL, 所以未定 UL 并不意味着过多摄入没有潜在的危害。未能观察到的无毒副反应水平 (No Observed Adverse Effect Level, NO-AEL) 和最低毒副反应水平 (Lowest Observed Adverse Effect Level, LOAEL) 是取得 UL 的基本依据。

膳食营养素参考摄入量 (DRIs) 的各种指标的相互关系见图 1-2。

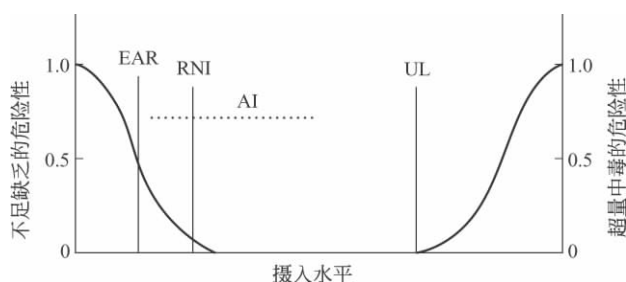


图 1-2 DRI 各种指标的相互关系

三、中国居民膳食营养素参考摄入量

中国居民膳食营养素参考摄入量 (Dietary Reference Intakes, DRIs) 是在营养素推荐供给量 (Recommended Dietary Allowances, RDAs) 的基础上发展起来的一组每日平均膳食营养素摄入量的参考值。它综合了国内外营养学与多个相关学科的最新研究成果, 考虑到预防营养缺乏病和有利于慢性病预防的双重需要。同时针对营养补充剂逐渐增多的实际, 对各种营养素制定出一系列参考值。膳食营养素参考摄入量 (DRIs) 包括四项基本内容: ① 平均需要量 (EAR); ② 推荐摄入量 (RNI); ③ 适宜摄入量 (AI); ④ 可耐受最高摄入量 (UL)。

中国营养学会 2000 年发布的中国居民膳食营养素参考摄入量将主要数据集中简化为五个表:

- ① 能量和蛋白质的推荐摄入量 (RNIs) 及脂肪供能比 (见表 1-1)。
- ② 常量和微量元素的推荐摄入量 (RNIs) 及适宜摄入量 (AIs) (见表 1-2)。
- ③ 脂溶性和水溶性维生素的推荐摄入量 (RNIs) 及适宜摄入量 (AIs) (见表 1-3)。
- ④ 某些微量元素的耐受最高摄入量 (ULs) (见表 1-4)。
- ⑤ 蛋白质及某些微量营养素的估计平均需要量 (EARs) (见表 1-5)。

营养素推荐供给量 (Recommended Dietary Allowances, RDA) 目前仍有国家使用, RDA 是由各国行政当局或营养权威团体根据营养科学的发展并结合各自情况提出的对社会各人群一日膳食中应含有的能量和各种营养素种类、数量的建议。RDA 的制定基础是首先估计某一性别、年龄组中有代表性的健康个体对营养素的平均生理需要量, 然后考虑人群的安全率而制定。所谓安全率是包括人群中个体差、应激等特殊情况下需要量的波动、食物的消化率、烹调损失以及各种食物因素和营养素之间相互影响等, 并且还兼顾社会条件和经济条件等实际问题而提出的。制定 RDA 的目标是预防营养缺乏病等营养不足的危险, 因而膳食营养供给量略高于营养生理需要量, 但一般不主张再增高。

表 1-1 中国居民每日能量和蛋白质的 RNI 及脂肪供能比

年龄/岁	能量 [#]		蛋白质				脂肪占 能量百 分比/%
	RNI/MJ		RNI/kcal		RNI/g		
	男	女	男	女	男	女	
0~	0.4MJ/kg		95kcal/kg*		1.5~3g/(kg·d)		45~50
0.5~							35~40
1~	4.60	4.40	1100	1050	35	35	
2~	5.02	4.81	1200	1150	40	40	30~35
3~	5.64	5.43	1350	1300	45	45	
4~	6.06	5.83	1450	1400	50	50	
5~	6.70	6.27	1600	1500	55	55	
6~	7.10	6.67	1700	1600	55	55	
7~	7.53	7.10	1800	1700	60	60	25~30
8~	7.94	7.53	1900	1800	65	65	
9~	8.36	7.94	2000	1900	65	65	
10~	8.80	8.36	2100	2000	70	65	
11~	10.04	9.20	2400	2200	75	75	
14~	12.00	9.62	2900	2400	85	80	25~30
18~							20~30
体力活动 PAL▲							
轻	10.03	8.80	2400	2100	75	65	
中	11.29	9.62	2700	2300	80	70	
重	13.38	11.30	3200	2700	90	80	
孕妇	+0.84		+200		+5, +15, +20		
乳母	+2.09		+500		+20		
50~							20~30
体力活动 PAL▲							
轻	9.62	8.00	2300	1900			
中	10.87	8.36	2600	2000			
重	13.00	9.20	3100	2200			
60~					75	65	20~30
体力活动 PAL▲							
轻	7.94	7.53	1900	1800			
中	9.20	8.36	2200	2000			
70~					75	65	20~30
体力活动 PAL▲							
轻	7.94	7.10	1900	1700			
中	8.80	8.00	2100	1900			
80~	7.74	7.10	1900	1700	75	65	20~30

注：# 各年龄组能量的 RNI 与其 EAR 相同。

* 为 AI，非母乳喂养应增加 20%。PAL▲，体力活动水平。

+（凡表中数字缺如之处表示未制定该参考值）。

表 1-2 中国居民每日常量和微量元素的 RNI 或 AIs

年龄/岁	钙 Ca	磷 P	钾 K	钠 Na	镁 Mg	铁 Fe	碘 I	锌 Zn	硒 Se	铜 Cu	氟 F	铬 Cr	锰 Mn	钼 Mo
	AI/mg	AI/mg	AI/mg	AI/mg	AI/mg	AI/mg	RNI/μg	RNI/mg	RNI/g	AI/mg	AI/μg	AI/μg	AI/mg	AI/μg
0~	300	150	500	200	30	0.3	50	1.5	15(AD)	0.4	0.1	10		
0.5~	400	300	700	500	70	10	50	8.0	20(AI)	0.6	0.4	15		
1~	600	450	1000	650	100	12	50	9.0	20	0.8	0.6	20		15
4~	800	500	1500	900	150	12	90	12.0	25	1.0	0.8	30		20
7~	800	700	1500	1000	250	12	90	13.5	35	1.2	1.0	30		30
						男 女		男 女						
11~	1000	1000	1500	1200	350	16 18	120	18.0 15.0	45	1.8	1.2	40		50
14~	1000	1000	2000	1800	350	20 25	150	19.0 15.5	50	2.0	1.4	40		50
18~	800	700	2000	2200	350	15 20	150	15.0 11.5	50	2.0	1.5	50	3.5	60
50~	1000	700	2000	2200	350	15	150	11.5	50	2.0	1.5	50	3.5	60
孕妇														
早期	800	700	2500	2200	400	15	200	11.5	50					
中期	1000	700	2500	2200	400	25	200	16.5	50					
晚期	1200	700	2500	2200	400	35	200	16.5	50					
乳母	1200	700	2500	2200	400	25	200	21.5	65					

注：凡表中缺数字之处均表示未制定该参考值。