

Food Nutrition

食品营养学

徐红华 张立钢 编著

黑龙江科学技术出版社

食品营养学

徐红华 张立钢 编著

黑龙江科学技术出版社

中国·哈尔滨

图书在版编目 (C I P) 数据

食品营养学/徐红华, 张立钢编著. —哈尔滨: 黑龙江
科学技术出版社, 2007. 5
ISBN 978-7-5388-5412-1

I. 食… II. ①徐…②张… III. 食品营养学 IV. TS201. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 065623 号

责任编辑 车承棣

封面设计 洪 冰

食品营养学

SHIPIN YINGYANGXUE

徐红华 张立钢 编著

出 版 黑龙江科学技术出版社

(150001 哈尔滨市南岗区建设街 41 号)

电话 (0451) 53642106 电传 53642143 (发行部)

印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂

发 行 黑龙江科学技术出版社

开 本 787×1092 1/16

印 张 24.625

字 数 437 000

版 次 2007 年 6 月第 1 版·2007 年 6 月第 1 次印刷

印 数 1-1 000

书 号 ISBN 978-7-5388-5412-1/TS · 394

定 价 45.00 元

前 言

饮食营养与人体健康关系非常密切。营养素、食物和饮食是维持人体生命和机体生命活动代谢的最基本条件。随着社会的发展、生活水平的提高、医学科学技术日新月异,人们对于饮食营养越来越重视。食品营养学作为食品科学重要组成部分,是与很多分支学科相关的一门科学。它与生理学、生物化学、病理学、药理学、临床医学、食品科学、农业科学等都有非常密切的关系,其中生物化学是饮食和营养学科最直接的基础。营养学的研究领域主要包括人体对营养的需要,即营养学基础,各类食物的营养价值,不同人群的营养,营养与疾病,社区营养等。

在大量文献资料和近年来进行的科学研究的基础上,本书从食品角度阐述营养学的基础理论知识,生命周期营养特点,慢性病与食品营养素的关系,突出食品各成分在加工、贮藏、流通等环节中,可能发生的各种化学变化、生物化学变化所引起的营养问题。在饮食结构方面,介绍欧美、地中海等地区的饮食特点和相关膳食指导,这是其他书籍中较少做到的。此外,注重实用性,增加基础营养学中食物指导的比例,介绍不同食品对血糖的影响,不同食品油脂对心血管疾病的影响等。在编写内容上,注重前沿性,从分子水平上阐述营养素在信号转导过程、基因表达的作用,基因改良食品的安全性评估,注重介绍食品营养学的新方法、新方向。在编写形式上,力求清晰、简洁,图文并茂,有利于读者的理解和参考。

本书由徐红华、张立钢编著,第1章、第12~14章由徐红华编写(并参与了第2~5章的编写);第2,3章由徐丹鸿编写;第4,5章由刘欣编写;第6章、第8~10章由张立钢编写;第7章、第11章由陈志斌编写。全书统稿工作由徐红华、张立钢完成。同时,感谢我的研究生孙颖、高育哲、李荣华、贺殷媛等,她们在

书稿的编写、资料收集、校对工作中给我的很多帮助。在编写过程中得到黑龙江科学技术出版社的支持。本书的出版得到了华南理工大学博士后管理办公室的资助，在此表示衷心感谢！

由于编者水平有限，不足之处请批评指正，恳请广大读者阅读后多提宝贵意见。

编著者

2007年3月

目 录

1 概论	1
1.1 饮食结构与健康	1
1.2 营养与基因表达	6
1.3 营养与安全	7
1.4 其他研究热点	8
2 碳水化合物	10
2.1 食品中重要的碳水化合物	10
2.2 碳水化合物的营养功能	12
2.2.1 提供能量	12
2.2.2 构成机体的重要物质	13
2.2.3 参与营养素的代谢	13
2.2.4 解毒作用	13
2.2.5 有益肠道功能	13
2.3 膳食纤维	13
2.3.1 膳食纤维的生理功能	15
2.3.2 抗性淀粉	16
2.4 碳水化合物的消化和吸收	17
2.4.1 小肠中的消化吸收	18
2.4.2 结肠中的发酵	20
2.4.3 碳水化合物类型与消化吸收的关系	21
2.4.4 碳水化合物的分布和利用	21
2.5 碳水化合物相关膳食指导	22
2.5.1 推荐摄入量 (DRIs)	22
2.5.2 膳食纤维适宜摄入量和食物来源	23
2.5.3 缺乏与过量	25
2.5.4 膳食指导	25
2.6 健康问题	26
2.6.1 食物与血糖变化	26

2.6.2 乳糖不耐症	28
2.6.3 碳水化合物和肥胖	28
3 脂类	30
3.1 脂类的分类及功能	31
3.1.1 甘油三酯	32
3.1.2 必需脂肪酸	34
3.1.3 共轭亚油酸	35
3.1.4 n-3 多不饱和脂肪酸	36
3.1.5 磷脂	38
3.1.6 固醇类	39
3.2 脂类的消化、吸收和运转	40
3.2.1 脂类的消化	40
3.2.2 脂类的吸收	41
3.2.3 脂肪的中间代谢	42
3.3 胆固醇	43
3.3.1 胆固醇的来源	43
3.3.2 胆固醇的代谢	44
3.4 脂蛋白	45
3.5 膳食脂肪对心血管疾病的影响	47
3.5.1 血清脂质、脂蛋白与动脉粥样硬化	47
3.5.2 脂肪酸与心血管疾病的关系	48
3.6 脂类的食物指导	49
3.6.1 膳食脂肪的营养评价	49
3.6.2 n-3 与 n-6 脂肪酸的比例	51
3.7 脂肪的摄取与食物来源	52
3.7.1 DRIs 推荐摄入量	52
3.7.2 脂肪的食物来源	53
4 蛋白质	55
4.1 氨基酸和肽	55
4.1.1 氨基酸	55
4.1.2 生物活性肽	57
4.2 必需氨基酸和半必需氨基酸	58
4.2.1 必需氨基酸	58

4.2.2 半必需氨基酸	58
4.3 氨基酸模式和限制氨基酸	59
4.3.1 氨基酸模式	59
4.3.2 限制氨基酸	59
4.4 蛋白质的分类	60
4.4.1 根据分子对称性分类	60
4.4.2 根据溶解性与结构分类	61
4.4.3 根据蛋白质功能分类	61
4.5 蛋白质的功能	62
4.5.1 支持机体生长和更新	62
4.5.2 调节生理机能	63
4.5.3 赋予食品重要的质量性状	64
4.6 蛋白质的消化吸收	65
4.6.1 蛋白质的消化	65
4.6.2 蛋白质的吸收与利用	66
4.6.3 餐后蛋白氮的体内分布	67
4.7 食物蛋白质营养价值的评价	70
4.7.1 蛋白质的含量	70
4.7.2 蛋白质的消化利用率	70
4.7.3 蛋白质的互补	74
4.8 蛋白质需要量与食物指导	75
4.8.1 必需氨基酸的需要量	75
4.8.2 蛋白质的需要量	76
4.8.3 蛋白质营养不良及营养状况评价	77
4.8.4 食物指导	77
5 维生素	81
5.1 概述	81
5.1.1 维生素的分类	83
5.1.2 维生素的缺乏	83
5.2 脂溶性维生素	84
5.2.1 维生素 A	84
5.2.2 维生素 D	90
5.2.3 维生素 E	95

5.2.4 维生素 K	99
5.3 水溶性维生素	102
5.3.1 维生素 B ₁	102
5.3.2 维生素 B ₂	105
5.3.3 维生素 PP	107
5.3.4 维生素 B ₆	109
5.3.5 叶酸	110
5.3.6 泛酸	111
5.3.7 生物素	112
5.3.8 维生素 B ₁₂	113
5.3.9 维生素 C	114
5.4 DRIs 推荐量及膳食指导	116
6 水和矿物质	121
6.1 水	121
6.1.1 水分在人体内的分布	121
6.1.2 水的生理功能	122
6.1.3 汗液和尿液	123
6.1.4 人体内水分的平衡	124
6.1.5 水的需要量与来源	124
6.1.6 缺水、脱水和中毒	125
6.2 常量元素	126
6.2.1 钙	126
6.2.2 磷	131
6.2.3 镁	133
6.2.4 钠	137
6.2.5 钾	138
6.2.6 氯和硫	140
6.3 微量元素	141
6.3.1 碘	141
6.3.2 铁	143
6.3.3 锌	146
6.3.4 硒	149
6.3.5 铬	151

6.3.6 铜	152
6.3.7 锰	154
6.3.8 钼	155
6.3.9 钴	156
7 能量代谢与能量平衡	159
7.1 能量代谢的概述	159
7.1.1 能量的概念	159
7.1.2 三磷酸腺苷、氧与能量代谢	160
7.2 人体的能量消耗	161
7.2.1 基础代谢	162
7.2.2 运动生热作用	164
7.2.3 食物的生热效应	165
7.2.4 兼性生热作用	166
7.3 能量消耗的测定方法	166
7.4 能量需求与供给	168
7.4.1 能量的需要量与参考摄入量	168
7.4.2 普通人日能量需要量	170
7.4.3 能量的供给与食物来源	172
7.5 能量平衡的调节机制	172
7.6 能量失衡的不利影响	174
8 分子营养学	176
8.1 分子营养学研究基础	176
8.1.1 分子生物学发展历史	176
8.1.2 分子生物学的研究内容	179
8.1.3 分子生物学展望	181
8.2 营养研究的过去、现在和未来	184
8.2.1 20 世纪的营养学研究	184
8.2.2 测定营养素需要	185
8.2.3 营养学的实验室研究	187
8.2.4 实验室工具	187
8.3 分子营养学主要研究内容	194
8.3.1 细胞营养的动态平衡、增殖和凋亡	194
8.3.2 营养和凋亡	198

8.3.3 营养和免疫功能	200
8.3.4 食物过敏的分子机理	202
8.3.5 基因改造食品的安全性评价	204
9 生命周期与营养	210
9.1 孕妇的营养	210
9.1.1 孕妇的合理饮食	210
9.1.2 胎儿发育的监测与营养的获取	211
9.2 产妇的营养	212
9.2.1 产妇的身体恢复	212
9.2.2 泌乳需要的能量和营养成分	214
9.2.3 产妇的合理饮食	214
9.2.4 婴儿生长与营养成分摄取	215
9.3 青少年健康饮食	216
9.3.1 青少年生理特点	216
9.3.2 营养需要、生活习惯与身体健康	216
9.4 饮食与衰老	218
9.4.1 衰老模式	218
9.4.2 衰老的原因与表现	218
9.4.3 饮食与衰老	220
10 饮食结构与健康	222
10.1 膳食结构的类型与合理模式	222
10.1.1 膳食结构类型	222
10.1.2 地区饮食习惯差异	223
10.1.3 宏量营养素配比模式	231
10.2 膳食指南	232
10.2.1 现代饮食中存在的问题	232
10.2.2 膳食指南与比较	232
10.2.3 平衡膳食宝塔与应用	236
10.3 膳食摄入量评价	239
10.3.1 评价方法	239
10.3.2 营养配餐	254
11 营养与慢性疾病	260
11.1 营养与免疫	260

11.1.1 营养对免疫的重要性	260
11.1.2 营养不良对免疫的不利后果	260
11.1.3 各类营养素与免疫调节	262
11.2 营养与肥胖	264
11.2.1 肥胖的界定与评价	264
11.2.2 肥胖的分类	265
11.2.3 导致肥胖的诱因	266
11.2.4 肥胖对健康的危害	267
11.2.5 营养调控与减肥	269
11.3 营养与动脉粥样硬化	273
11.3.1 动脉粥样硬化的形成与表现	274
11.3.2 动脉粥样硬化与相关疾病的关系	275
11.3.3 膳食营养对动脉粥样硬化的影响	276
11.3.4 膳食调整与动脉粥样硬化的预防	279
11.4 营养与高血压	280
11.4.1 高血压的分类	281
11.4.2 产生高血压的可能影响因素	281
11.4.3 血压的作用与高血压的形成	282
11.4.4 膳食因素在调节血压中的作用	283
11.5 营养与糖尿病	286
11.5.1 糖尿病的分型	286
11.5.2 糖尿病导致的相关危害	288
11.5.3 糖尿病与营养治疗	289
11.6 营养与骨质疏松症	293
11.6.1 骨质疏松症分型与判定标准	294
11.6.2 影响骨质疏松的因素	294
11.6.3 膳食营养与骨质疏松的预防	297
11.7 营养与癌症	298
11.7.1 癌症发生的原因	299
11.7.2 膳食中的致癌物质	299
11.7.3 膳食营养的抑癌与促癌作用	300
11.7.4 预防癌症总的建议	302
12 食品加工对营养成分的影响	304

12.1 碳水化合物在加工储存中的营养问题	305
12.1.1 碳水化合物在食品加工中的化学变化	305
12.1.2 美拉德反应对食品营养价值的影响	307
12.1.3 美拉德反应产物的新功能特性	308
12.2 脂类在食品加工、保藏中的营养问题	312
12.2.1 脂类在食品加工中的化学变化	313
12.2.2 氧化产物的吸收与代谢	314
12.2.3 脂类氧化对食品营养价值的影响	315
12.2.4 氧化油脂对酶活性的影响	316
12.2.5 氧化油脂对组织器官的影响	317
12.2.6 脂类氧化和降解产物的生物学作用	319
12.3 食品加工对蛋白质、氨基酸生物利用率的影响	320
12.3.1 氨基酸	321
12.3.2 蛋白质交联	321
12.3.3 抗营养因子	322
12.3.4 其他	323
12.4 食品加工对维生素营养价值的影响	324
12.4.1 成熟度与部位分布	324
12.4.2 储存过程中的变化	325
12.4.3 加工过程中的损失	326
12.5 加工手段与营养损失	326
12.5.1 蛋白质和氨基酸	326
12.5.2 碳水化合物	327
12.5.3 油脂	329
12.5.4 维生素	331
12.5.5 矿物质	332
13 抗氧化营养素	334
13.1 自由基毒性	334
13.2 机体的抗氧化防御作用	335
13.3 氧化应激	336
13.4 维生素 E 的抗氧化作用	337
13.4.1 动物研究	337
13.4.2 心血管疾病	338

13.4.3 突变和致癌	339
13.4.4 免疫功能与神经系统疾病	340
13.4.5 其他疾病	340
13.5 维生素 C 的抗氧化作用	341
13.6 类胡萝卜素的抗氧化作用	342
13.6.1 抗氧化性	343
13.6.2 突变和致癌	343
13.6.3 心血管疾病	345
13.6.4 其他疾病	345
13.7 硒	346
13.8 类黄酮和酚酸	348
14 营养与安全	353
14.1 植物性食物中存在的天然有毒物质	355
14.1.1 非蛋白氨基酸	356
14.1.2 龙葵素	358
14.1.3 硝酸盐和亚硝酸盐	358
14.2 水产品中的生物毒素	360
14.2.1 河豚毒素	360
14.2.2 腹泻性贝类毒素	361
14.3 微生物毒素	364
14.3.1 霉菌毒素	364
14.3.2 细菌性毒素	366
14.4 食品储存加工中产生的有毒物质	366
14.4.1 反式脂肪酸	366
14.4.2 生物胺	370
14.4.3 辐照食品的安全性	371
参考文献	375

1 概论

1.1 饮食结构与健康

从长远看饮食的选择对人体的健康会产生深远的影响,据统计人一生平均消耗 50t 食物,食物的种类、质量和数量与健康关系密切,食品的选择影响健康、生活质量甚至寿命。从数量上讲,全球有 30 亿人存在蛋白质-热能的营养不良问题,同时,其他营养素的缺乏也很严重,维生素 A 缺乏是导致儿童失明的主要原因,全球有 1 900 万人缺乏,其中 1 400 万是学龄前儿童;维生素 B₁ 和维生素 B₂ 的缺乏主要存在于亚洲和非洲地区;碘缺乏主要存在于丘陵和盐碱地带,中非、巴西和喜马拉雅山脉地区的人们有 90% 以上因缺碘出现甲状腺肿,在这些地区,碘缺乏还会造成胎儿和婴儿智力低下。从食品的种类和质量上讲,经过近半个世纪的研究,一些疾病(肥胖、老年病、骨质疏松、高血压、冠心病和癌症等)与不合理的饮食有关,科学的饮食可以延缓和预防这些疾病的发生。

近二十年来,饮食与健康的关系,已经大大影响着人们的消费模式。最近一项对欧盟 15 国 14 331 人的调查发现,9% 的人把“吃的健康”作为选择食品的首要考虑因素,32% 的人认为健康与选择食品有关系。就美国而言,已开始增加了谷物、禽类、水果、蔬菜和低脂牛奶的食入量,减少了红肉,特别是牛肉的摄入量(见表 1-1)。然而,传统文化也影响着美国人对食物的选择,美国人喜欢干酪、冰淇淋和快餐食品,并且,很难减少糖的食入量,也很难增加海洋食物的消费量,宏量营养素中脂肪的摄入量普遍偏高,饱和脂肪酸及胆固醇的摄取水平居高不下(见表 1-2),致使心血管疾病和癌症成为近几年来美国人主要的死亡原因。心血管疾病已成为致死和致残的主要原因,图 1-1 列举了 1900~2002 年美国因心脏病的死亡人数。1991 年美国男女的死亡中 43% 是由心血管疾病引起的,据估计,每 5 个美国人中有 1 人在其生命过程中,受到心血管疾病的影响。普遍认为导致心血管疾病的危险因素包括:吸烟、高胆固醇血症、高血压、肥胖及糖尿病。适宜的饮食对于预防心血管疾病有积极作用,盐和其他电解质、饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸、反式脂肪酸、胆固醇、总脂肪和碳水化合物的摄取水平都会对心血管疾病产生影响,这在后面章节会有介绍。大量摄入富含抗氧化剂的食物,尤其是水

果、蔬菜和全麦，可以降低其发病率，其中类胡萝卜素和维生素 E 的作用最为明显。

表 1-1 美国每年主要种类食品的消耗量（来自于 Putnam 和 Allshouse, 1997; Putnam et al. 2002 以及美国农业部经济研究部门的未发行的表格, (2000/8/30) 单位/kg

食品种类	1980 (年)	1985 (年)	1990 (年)	1995 (年)	1999 (年)
肉类 ^a	83.2	84.5	81.7	86.8	91.5
牛肉	34.7	35.9	30.7	30.5	31.3
猪肉	25.8	23.4	22.4	23.7	24.4
鸡肉	21.5	23.8	27.5	31.7	35.1
其他肉类 ^b	1.3	1.5	1.1	1.0	0.9
鱼	5.6	6.8	6.8	6.8	6.9
蛋	15.8	14.9	13.7	13.7	14.9
奶酪	7.9	10.2	11.2	12.4	12.5
液体奶 (纯的)	101.3	97.8	94.8	89.3	85.9
全脂	64.3	54.3	39.8	32.9	31.3
2%的脂肪	24.8	31.1	35.6	31.9	29.3
少量的游离脂肪	12.2	12.4	19.4	24.4	25.3
蔬菜和水果	169.6	282.0	293.6	311.1	326.2
新鲜蔬菜	67.7	70.8	75.4	78.7	87.1
新鲜水果	47.5	50.2	52.8	57.2	60.1
加工过的蔬菜	84.9	91.6	99.9	105.0	103.9
加工后的水果	69.4	69.4	65.4	70.2	75.0
面粉和谷物	65.6	70.9	82.6	87.3	91.6
糖类	37.9	28.4	29.9	29.7	30.8
油脂	27.4	30.6	29.6	30.3	30.1

^a 肉类是市场上零售的肉，而不是剔骨肉和修整过的肉。

^b 其他肉包括小牛肉和小羊肉。

表 1-2 1994~1996 年间美国成人摄入的宏量营养素分配统计表

营养	测试对象摄入量分布百分率/%					平均
	10	25	50	75	90	
男性						
总脂肪/g	43.2	60.2	83.8	114.5	146.0	91.8
饱和脂肪/g	13.3	19.4	27.9	38.8	50.9	31.0
胆固醇/mg	121.4	181.6	283.2	423.2	594.8	329.7
纤维/g	8.0	11.6	16.2	22.9	29.8	18.1
女性						
总脂肪/g	27.2	39.7	55.7	73.9	94.6	59.2
饱和脂肪/g	8.4	12.3	18.1	25.0	32.6	19.7
胆固醇/mg	71.6	113.2	176.5	272.9	389.3	209.6
纤维/g	5.9	8.6	12.4	16.9	22.3	13.5

测试人数：男性 4882 人；女性 4714 人。

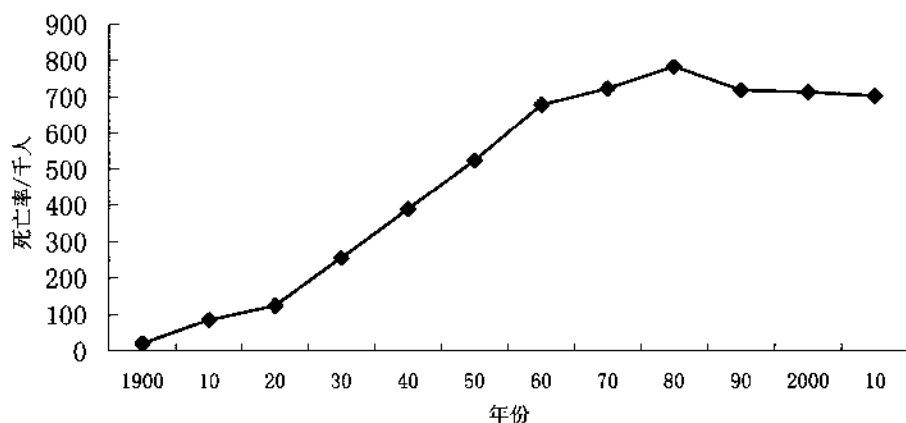


图 1-1 美国 1900-2002 年因心脏病的死亡人数

糖尿病是由多种病因和致病机构成的一组疾病，其特征是血糖浓度升高；胰岛素缺乏或其作用下降；葡萄糖、脂质和蛋白质代谢异常；伴有急性或慢性并发症。在世界各地许多人群中，糖尿病的患病率日益增加，估计美国现约有 1 600 万以上的糖尿病病人，占总人口的 6%。改变饮食、运动和生活方式习惯可以预防