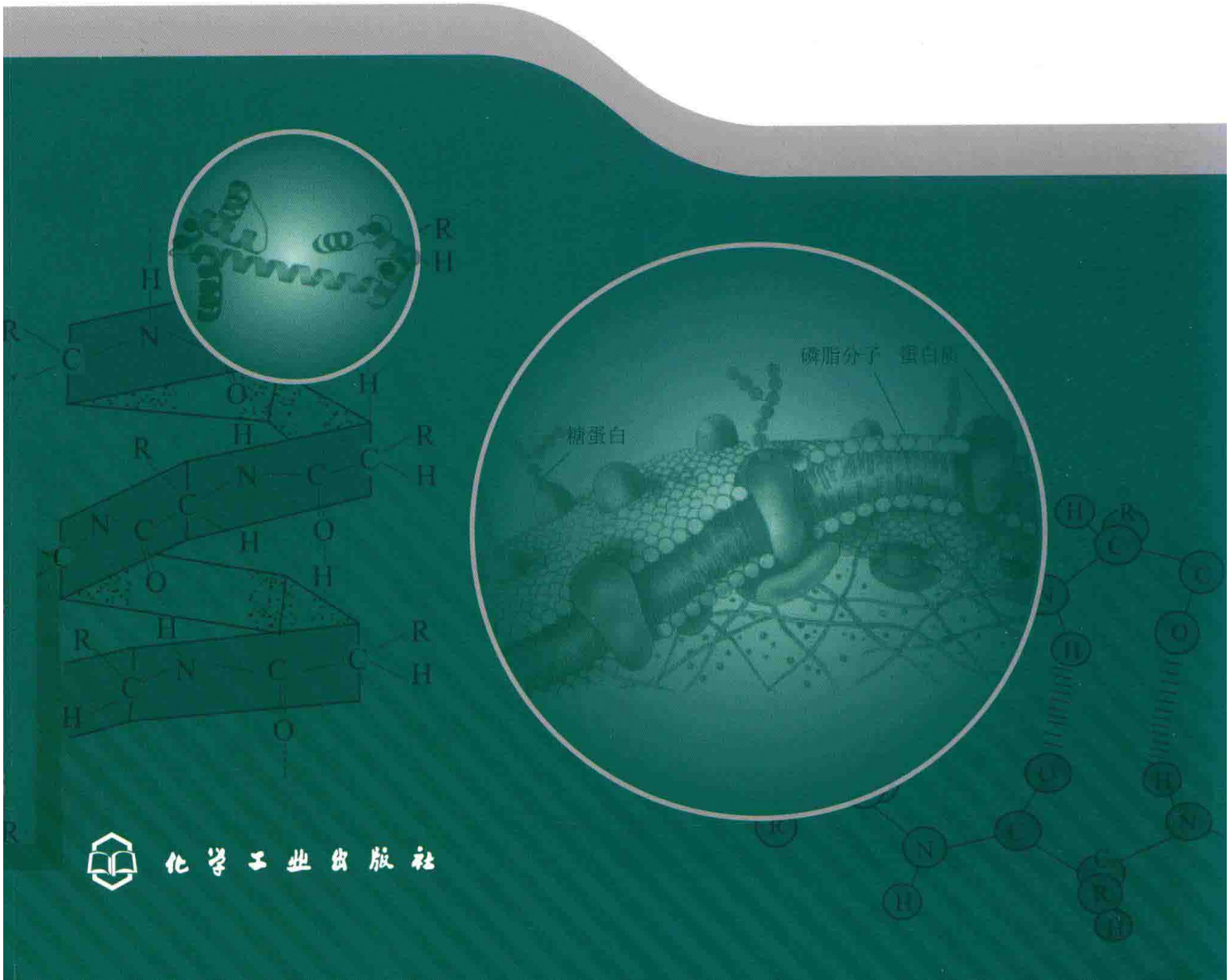
Introduction to Nutrition

营养学导论

周　明　主编



化学工业出版社

营养学导论

Introduction to Nutrition

化学工业出版社 | 教学资源网
www.cipedu.com.cn
专业教学服务支持平台

销售分类建议：食品、营养、生活、大众健康

ISBN 978-7-122-33846-4

9 787122 338464 >

定价：39.80元

Introduction to Nutrition

营养学导论

周　明　主编



化学工业出版社
·北京·

《营养学导论》主要论述了人体的蛋白质（氨基酸）、糖、脂类、能量、维生素和矿物质等的营养原理，全书共十四章，分别从营养源、消化生理、水的营养、蛋白质的营养、糖的营养、脂类的营养、食物能量、维生素的营养、矿物质的营养、营养素之间的相互关系、各类食品的营养特点、食品添加剂、食品安全、食欲与进食量的调控进行阐述。概述了各类食品的营养特点，介绍了人体对各种养分的适宜需要量以及养分缺乏和摄入过多的后果，并对营养保健的相关理论和技术作了简要阐述。

《营养学导论》适合社会各界人士阅读使用，也可作为高等院校公共选修课程的教材。

图书在版编目（CIP）数据

营养学导论/周明主编. —北京：化学工业出版社，2019.3
ISBN 978-7-122-33846-4

Ⅰ.①营… Ⅱ.①周… Ⅲ.①营养学-高等学校-教材 Ⅳ.①R151

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2019）第 024649 号

责任编辑：尤彩霞　　文字编辑：李　玥
责任校对：王　静　　装帧设计：韩　飞

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：三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm　1/16　印张 13　字数 326 千字　　2019 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888　　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：39.80 元

版权所有　违者必究

编写人员名单

主　　编　周　明　安徽农业大学

副 主 编　陆　真　安徽新华学院

汪海峰　浙 江 大 学

参编人员　（以姓氏笔画为序）

王　翀　浙江农林大学

朱军莉　浙江工商大学

任大喜　浙 江 大 学

胡忠泽　安徽科技学院

惠晓红　塔里木大学

前言 PREFACE

营养对人的身体健康至关重要，但是，未学过营养或食品专业知识的人士对营养学方面的知识一般相对有所欠缺，在当前我国重视提高全民素质的前提下，对营养学方面知识的补充和学习显得尤为重要。为了满足人们对这方面知识的需求，我们组织相关院校的专业教师合作编写了这本《营养学导论》。

《营养学导论》集文、表、图于一体，介绍了营养学基本原理、人体的营养需要参数、各类食物的营养特点、食品安全、营养保健技术和饮食不当产生的后果，并对营养学理论作了较为深入的阐述。应用大量的数据、实例和丰富的图片论述营养与健康的关系。

本书可供社会各界人士阅读使用，也可作为高等院校公共选修课程的教材。

限于编者的水平，本书可能有疏漏之处，恳请读者批评指正！

编者

2019 年 6 月

目录 CONTENTS

绪论 …… 1
一、营养与营养学 …… 1
二、营养学发展史略 …… 1
三、营养学理论与技术对人体保健的指导作用 …… 2

第一章　营养源 …… 3
第一节　营养成分 …… 3
一、营养成分概论 …… 3
二、营养成分的基本功能 …… 7
第二节　营养成分的来源 …… 7

第二章　消化生理 …… 10
第一节　消化管 …… 10
第二节　消化腺 …… 11
第三节　人体对食物的一般性消化吸收过程 …… 12
一、人体对食物的消化方式 …… 12
二、人体对食物养分的吸收方式 …… 13
三、影响食物消化率的因素 …… 13

第三章　水的营养 …… 15
第一节　水的性质和生理作用 …… 15
一、水的性质 …… 15
二、水的生理作用 …… 15
第二节　人体内水平衡的调节 …… 16
一、人体内水的来源 …… 16
二、水在人体内的含量与分布 …… 17
三、人体内水的排出途径 …… 17
四、人体内水平衡的调节机制 …… 18
第三节　人体的需水量 …… 18
一、人体的需水量及其影响因素 …… 18
二、人体缺水的后果 …… 19

第四章　蛋白质的营养 …… 20
第一节　蛋白质化学 …… 20
一、蛋白质的化学组成 …… 20
二、氨基酸 …… 20
三、非蛋白氮物质 …… 21
四、蛋白质的结构 …… 22
五、蛋白质的分类 …… 24
六、蛋白质的性质 …… 25
七、蛋白质对人体的营养作用 …… 25
八、人体对蛋白质的需要量 …… 26
九、蛋白质缺乏与过量的后果 …… 27
第二节　人体对蛋白质的消化与吸收 …… 30
一、人体对蛋白质的消化 …… 30
二、人体对蛋白质的吸收 …… 30
第三节　氨基酸和寡肽的营养 …… 31
一、氨基酸对人体的必需性 …… 31
二、氨基酸的互作性 …… 32
三、一些重要氨基酸的代谢和营养生理作用 …… 32
四、氨基酸代谢病 …… 36
五、人体对一些氨基酸的需要量 …… 37
六、理想蛋白质 …… 37
七、寡肽 …… 38
第四节　人体内蛋白质的合成及其调节 …… 38
一、人体内蛋白质的合成 …… 38
二、人体内蛋白质代谢规律及其调节 …… 39
第五节　食物蛋白质的营养价值评定 …… 40
一、蛋白质中氨基酸组成 …… 40
二、食物蛋白质的生物学价值 …… 41
三、食物蛋白质的必需氨基酸指数 …… 41

四、食物蛋白质的化学积分 …… 42
第六节 蛋白质的保健作用 …… 42

第五章 糖的营养 …… 43
第一节 糖类化合物的化学与营养生理作用 …… 43
一、糖类化合物的概念 …… 43
二、糖类化合物的性质 …… 43
三、重要的糖类化合物 …… 44
四、糖类化合物的营养生理作用 …… 47
五、膳食纤维的营养评述 …… 48
第二节 糖类化合物的代谢 …… 48
一、人体对糖类化合物的消化与吸收 …… 48
二、体内糖类化合物的基本代谢 …… 49
三、体内糖类化合物代谢的调节 …… 49
四、糖代谢病 …… 50
第三节 肥胖、糖尿病患者的营养保健措施 …… 51
一、肥胖者的营养保健措施 …… 52
二、糖尿病患者的营养保健措施 …… 52

第六章 脂类的营养 …… 53
第一节 脂类的化学与营养生理作用 …… 53
一、脂的分类 …… 53
二、油脂的物理性质 …… 54
三、油脂的化学性质 …… 55
四、脂类的营养生理作用 …… 57
第二节 人体内脂类的代谢 …… 59
一、人体对脂类的消化与吸收 …… 59
二、脂类在人体内转运 …… 60
三、人体内脂类的中间代谢 …… 61
四、人体内脂类代谢的调控 …… 63
五、脂类代谢病 …… 64
第三节 必需脂肪酸 …… 66
一、脂肪酸的简写法 …… 66
二、必需脂肪酸的概念和种类 …… 67
三、必需脂肪酸的生理作用与缺乏后果 …… 67
四、共轭亚油酸 …… 68
第四节 脂类营养保健 …… 69

第七章 食物的能量 …… 70
第一节 概论 …… 70
一、能量的概念 …… 70
二、食物能量及其对人体的功用 …… 70
三、肌肉收缩的能源与合理运动的生理学基础 …… 71
四、能量代谢与物质代谢的关系 …… 72
第二节 食物能量在人体内的代谢过程 …… 72
一、总能 …… 72
二、消化能 …… 74
三、代谢能 …… 74
四、热增耗（体增热） …… 74
五、净能 …… 74

第八章 维生素的营养 …… 76
第一节 维生素概论 …… 76
一、维生素的分类及其作用方式 …… 76
二、维生素的来源与衡量单位 …… 76
三、人体的维生素缺乏与过量后果 …… 77
第二节 脂溶性维生素 …… 77
一、维生素 A …… 77
二、维生素 D …… 80
三、维生素 E …… 82
四、维生素 K …… 83
第三节 水溶性维生素 …… 84
一、维生素 B_1 …… 85
二、维生素 B_2 …… 87
三、烟酸 …… 90
四、维生素 B_6 …… 91
五、泛酸 …… 93
六、生物素 …… 94
七、叶酸 …… 95
八、维生素 B_{12} …… 97
九、胆碱 …… 99
十、维生素 C …… 100
第四节 类维生素 …… 102
一、肌醇 …… 102
二、硫辛酸 …… 103
三、泛醌 …… 104
四、吡咯喹啉醌 …… 105

五、肉碱 …… 105
六、甜菜碱 …… 106
七、谷维素 …… 106
八、日常生活中如何保障膳食中维生素的供量 …… 106

第九章　矿物质的营养 …… 108
第一节　概论 …… 108
一、矿物元素的分类 …… 108
二、必需矿物元素和非必需矿物元素的确定标准 …… 109
三、自然界中的矿物元素与人体健康的关系 …… 110
四、矿物元素在人体内的周转代谢 …… 110
五、矿物元素在人体内的分布规律 …… 111
六、矿物元素与细胞生物电 …… 111
七、矿物元素对人体的基本营养作用 …… 112
第二节　常量（大量）元素营养 …… 112
一、钙、磷的营养与保健 …… 112
二、镁的营养与保健 …… 118
三、硫的营养与保健 …… 120
四、钠、钾、氯的营养与保健 …… 121
第三节　微量元素的营养 …… 127
一、铁 …… 127
二、锌 …… 131
三、铜 …… 137
四、锰 …… 141
五、硒 …… 144
六、碘 …… 147
七、钴 …… 149
八、铬 …… 150
九、其他微量元素 …… 150
十、日常生活中如何保障膳食中矿物质的供量 …… 154

第十章　营养素之间的相互关系 …… 156
第一节　营养物质之间的相互关系 …… 156
一、有机营养物质之间的相互关系 …… 156
二、无机营养物质之间的相互关系 …… 158
三、无机营养物质与有机营养物质之间的相互关系 …… 158
第二节　能量与营养物质之间的相互关系 …… 158
一、能量与蛋白质之间的相互关系 …… 158
二、能量与维生素、矿物质之间的相互关系 …… 159
第三节　生物体的分子组装 …… 159

第十一章　各类食品的营养特点 …… 161
第一节　谷实类食品的营养特点 …… 161
一、大米 …… 161
二、小麦及面粉 …… 162
三、玉米 …… 162
四、粟 …… 162
五、其他谷实 …… 163
第二节　蛋白质类食品的营养特点 …… 163
一、豆类及豆制品 …… 163
二、肉类 …… 164
三、禽（鸟）蛋类 …… 166
第三节　叶菜类食品的营养特点 …… 167
第四节　块根块茎瓜果类食品的营养特点 …… 168
第五节　菌类食品的营养特点 …… 170
第六节　日常膳食搭配 …… 171

第十二章　食品添加剂 …… 173
第一节　概述 …… 173
一、食品添加剂的定义 …… 173
二、食品添加剂的分类 …… 173
三、食品添加剂的作用 …… 174
第二节　食品添加剂简介 …… 174
一、抗氧化剂 …… 174
二、防腐剂 …… 175
三、食品色泽调节剂 …… 177
四、食品风味添加剂 …… 178
五、食品结构改良剂 …… 181
六、其他食品添加剂 …… 185

第十三章　食品安全 …… 187
一、食品细菌污染及其控制 …… 187
二、食品霉菌污染与霉变及其控制 …… 188
三、食品寄生虫污染及其控制 …… 190

四、食品中农药的残留及其控制 …… 190
五、动物源性食品药物残留及其控制 …… 190
六、食品重金属污染及其控制 …… 191
七、食品添加剂的安全性 …… 191
八、食品的物理性污染 …… 192
九、食品中其他有害因子的污染 …… 192

第十四章　食欲与进食量的调控 …… 194
一、进食量的调控机理 …… 194
二、促进进食的神经-内分泌因子 …… 195
三、抑制进食的神经-内分泌因子 …… 195
四、保障身体健康的科学进食习惯 …… 196

参考文献 …… 197

绪 论

一、营养与营养学

营养是指人体摄入并转化营养物质、滋养身体、以保障身体健康和生命活动的生理过程。营养学是研究人体摄入营养物质以及被摄入的营养物质消化、吸收、中间代谢和排泄代谢尾产物等一系列的生物学过程。此外，对上述过程，采取适当的营养干预措施，以实现人体健康、生长和（或）增强其他生理活力。

营养学研究内容主要包括：①研究人体在维持身体健康和生理活动过程中所需要的各种养分。截至目前，已证明人体需要 50 种以上的养分。②研究人体对食物的摄取、消化、吸收、中间代谢和排泄代谢尾产物等过程。③研究各种养分对人体的营养作用及作用机理。④探明各种养分之间在人体内的代谢关系。⑤测定人体对各种养分的需要量与合理膳食。⑥从营养学角度，采取适当的干预措施，以实现人体健康、生长和（或）增强其他生理活力。

营养学常采用以下研究方法：①化学分析法，即对食物、血液、毛发、排泄物等的成分，采用化学法和仪器法分析。②模型动物实体试验法，包括消化试验、代谢试验、饲养试验和组织或细胞培养试验等。

二、营养学发展史略

1898 年前，“营养”作为一个科学名词，还很少出现在文献资料上。但是，对其研究可追溯到更早的历史。消化是一种化学过程。1752 年，Reaumur 用鸟类食物回吐法证明了食物消化过程的化学变化。1780 年，Spallauzaui 用鸟类、其他动物与他本人做试验，证实并发展了这种观点。1824 年，Prout 鉴定了胃液中含有游离盐酸。1833 年，Schwann 又鉴定了胃蛋白酶。从此，消化的化学与生理学研究不断地向前发展。呼吸也是一种化学过程。1783 年，法国化学家 Lavoisier 和 Laplace 用豚鼠做了一个著名的呼吸试验，证明了呼吸是一种化学过程。1789 年，Seguin 在人类中做了一个呼吸试验，结论同上。鉴于 Lavoisier 的贡献，他被誉为“营养学之父”。

1. 蛋白质的发现

1816 年，Magendie 用犬的饲养试验证明了：含氮食物是生命延续的必需物质。“蛋白质”术语由荷兰生物化学家 Jan Mulder 于 1838 年提出。“蛋白质”一词源于希腊字“Proteios”，意为“第一”（重要），故我国一些学者建议将 protein（proteios）译为“朊”，但未推广开来，现多以“蛋白质”命名。

19 世纪 50 年代，Rthamsted 通过动物饲养试验证明：不同的蛋白质，其营养价值不

同。1909年，Karl Thomas提出了蛋白质生物学价值的概念和测定方法。1946年，Block和Mitchell提出了衡量蛋白质品质的其他公式，并发展了以蛋白质中氨基酸组成为基础的化学积分法。1938年，Rose等证明了成年人需要8种必需氨基酸。

2. 脂类物质的发现

法国科学家Chevreul第一个测定了油脂中的化学成分，提出脂肪由脂肪酸与甘油组成，并分离了许多脂肪酸。初时，人们认为食物脂肪是体脂的唯一来源，但后来Boussingault于1845年在鹅与鸭中实验证明：在动物体内糖类化合物也可转化为脂肪。人们认为：脂类物质的功用是供能。但后来发现，脂类物质中还有脂溶性维生素和必需脂肪酸（亚油酸等），它们有许多其他的作用。

3. 糖类化合物的发现

1844年，Schmidt从血液中分离出葡萄糖。1849年，Fehling提出了测定葡萄糖的一种灵敏方法。1856年，Claude Bernard发现了肝糖原。从营养角度说，糖类化合物是人体的基本能源物质。

4. 矿物质的发现

1842年，Chossat发现，鸟（鸽）需要钙，以颗粒形式补充，可保证其骨骼的正常生长发育。随后，其他研究者又陆续发现了其他必需矿物元素，在130余年的时间内，共发现了20种左右的矿物元素为人体所必需。

5. 维生素的发现

1906年，Hopkins认为，除了蛋白质、糖和脂外，尚有未知养分（unknown nutrients）。1912年，Funk发现，脚气病、坏血病、癞皮病、佝偻病都是由某类物质缺乏引起的。这类物质具备有机胺性质，故Funk将这类物质命名为“vitamine”。后来又发现，也有不是有机胺物质的，故将“e”除掉，变“vitamine（生命胺）”为“vitamin（维他命）”，现多被译为“维生素”。

三、营养学理论与技术对人体保健的指导作用

营养与人体生长发育有着密切的关系。在适宜的营养条件下，目标基因可顺利地表达，从而实现人体正常的生长发育。

营养是人体健康的基本保证，健康是人们生活和工作的基本条件。人体营养不良时，会发病甚至死亡。各种营养缺乏症就是很好的例证：缺乏蛋白质后，肝脏、肌肉蛋白质大量损失，血红蛋白、血浆白蛋白减少，发生贫血；缺乏维生素A后，会出现夜盲症、干眼症等；缺乏维生素K后，会导致血凝时间延长、皮下渗血和贫血等；儿童缺乏钙或维生素D后，易患佝偻病；成年人缺乏钙或维生素D后，易发生骨软症或骨疏松症；人体缺乏维生素B_1、烟酸、维生素C后，分别易发生脚气病、癞皮病和坏血病等特征性症状；孕妇缺乏叶酸后，其胎儿易发生神经管畸形；缺乏铁的主要症状是小细胞性低色素性贫血；缺乏锌后，味觉能力与食欲下降，食量减少，易发生皮炎；缺乏硒后，肝细胞变性和坏死；缺乏碘后的典型症状是甲状腺肿大。此外，人体营养不良时，抗体合成障碍，免疫机能下降，因而抗病力下降。

另外，营养过剩也会产生不良后果。例如，人体对蛋白质、核酸类等含氮食物摄入过多，可能发生痛风病。人体摄入过量的糖、脂后，不仅会出现肥胖症，而且可能诱发多种心血管疾病与代谢疾病，如高血糖、高脂血症、高血压症等。

因此，人们每天的膳食中养分种类要齐全，养分含量要适宜且比例恰当。合理营养，保障身体健康。

（周　明）

第一章

营养源

人为了维持身体健康和生理活动，就需要摄入某些物质，这里的某些物质就是营养源，习称食物（食品）。食品是外形（形式），其中的营养物质（养分）才是实质（本质）。营养物质在人体内既起原料作用，又有信号功能。

第一节　营养成分

食物中含有蛋白质、糖类化合物（习称碳水化合物）、脂类物质、维生素、矿物质和水等成分，以及蕴存于有机物质中的能量。

一、营养成分概论

营养成分包括蛋白质（氨基酸）、糖类化合物（简称糖）、脂类物质（简称脂）、维生素、矿物质和水等成分，以及蕴存于有机物质中的能量。

1. 蛋白质

蛋白质（protein）主要由碳、氢、氧、氮四种化学元素组成（表 1-1），部分蛋白质还含有硫、磷、铁、铜、锌、硒、碘等元素。用凯氏（Kjeldahl）微量定氮法测定的总蛋白质中除真蛋白质（true protein）外，尚含有非蛋白质含氮物质（non protein nitrogen）。

表 1-1　组成蛋白质的化学元素　　单位：%

化学元素	碳	氢	氧	氮	硫	磷	铁
含　量	50.0～55.0	6.0～7.3	19.0～24.0	15.0～18.0	0～4.0	0～1.5	0～0.4

蛋白质（真蛋白质）中含氮量较稳定，平均约为 16%（变动范围一般为 15.0%～18.0%）。这意味着，食品中 1g 氮的存在，就表明其中约含有 6.25(100/16)g 的蛋白质。通常，将 6.25 称为蛋白质的换算系数。

粗蛋白质包括真蛋白质和非蛋白氮物质。真蛋白质由多种氨基酸以肽键连接方式构成。组成（真）蛋白质的氨基酸（amino acid，AA）有 20 种，包括甘氨酸、丝氨酸、苏氨酸、酪氨酸、半胱氨酸、天冬氨酸、谷氨酸、天冬酰胺、谷氨酰胺、精氨酸、赖氨酸、组氨酸、丙氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸、脯氨酸、苯丙氨酸、色氨酸和蛋氨酸。上述氨基酸的氨基和羧基皆连接于 α-碳原子上，故名 α-氨基酸。除甘氨酸外，其余氨基酸的 α-碳原子都

是不对称碳原子，具有光学异构现象。大多数氨基酸属L系，即L-α-氨基酸。但也有很少的D系氨基酸，主要存在于某些抗生素和生物碱中。自然界中，还有一些氨基酸如牛磺酸、瓜氨酸、硒氨酸、含羞草氨酸等，属于非蛋白质氨基酸。

非蛋白氮物质是指其分子结构中不含有肽键的一类含氮化合物。这类物质主要有：硝酸盐、铵盐、尿素、二缩脲、氨基酸、含氮脂（如卵磷脂、脑磷脂、磷脂酰丝氨酸、脂氨酸等）、生物碱（如茄碱、蓖麻碱、颠茄碱、尼古丁、可卡因、吗啡、马钱子碱、毒芹碱等）、嘌呤（如腺嘌呤、鸟嘌呤等）、嘧啶（如胸腺嘧啶、胞嘧啶、尿嘧啶等）、胺类（如精胺、精脒、酪胺、色胺、腐胺、尸胺、组胺、半胱胺、乙胺、三聚氰胺等）、B族维生素等。幼嫩的植物（如叶菜类等）中非蛋白氮物质含量较多。

前几年，有不法分子将三聚氰胺［$C_3N_3(NH_2)_3$，含氮量达66.7%］加到牛奶等食品中，对食用者造成严重的伤害（如产生肾结石等）。

2. 糖类化合物

一些人将这类物质称为“碳水化合物”，这是不科学的。从化学组成上看，糖类化合物（saccharides）是指含多羟基醛或多羟基酮以及经水解能产生多羟基醛或多羟基酮的一类化合物。

根据化学组成，一般可将糖类化合物分为单糖、寡糖、多糖以及相关的其他化合物。

（1）单糖　根据其碳原子数量，可将单糖（monosaccharide）分为三碳糖（如3-磷酸甘油醛、磷酸二羟基丙酮）、四碳糖（如赤藓糖、苏阿糖）、戊糖（如核糖、木糖和阿拉伯糖等）、己糖（如葡萄糖、果糖、半乳糖、甘露糖等）、庚糖（景天庚酮糖等）和衍生糖（如2-脱氧核糖、鼠李糖、葡糖胺、甘露醇、肌醇、葡糖醛酸、半乳糖醛酸等）。

（2）寡糖　能被水解成几个（一般指2～6个或2～10个）单糖分子的糖就被称为寡糖（oligosaccharide），二糖（蔗糖、麦芽糖和乳糖）是其主要代表。蔗糖（sucrose）由1分子葡萄糖和1分子果糖脱水缩合而成，甘蔗和甜菜等植物富含蔗糖。麦芽糖（maltose）由2分子葡萄糖构成，是淀粉降解而生成的中间产物。乳糖（lactose）由1分子半乳糖和1分子葡萄糖脱水缩合而成。植物不含乳糖，仅乳腺中能合成乳糖。

另外还有其他寡糖，如纤维二糖（cellobiose，纤维素降解的中间产物）、棉籽三糖（raffinose，由半乳糖、葡萄糖和果糖脱水缩合而成的三糖，在棉籽中含量约为8%）和水苏四糖（stachyose，由葡萄糖、果糖和2分子半乳糖构成的四糖，主要存在于水苏的根中）等。

（3）多糖　多糖（polysaccharide）　由多个（一般指10个以上）分子单糖缩合而成。水解时仅产生一种单糖的多糖被称为纯多糖，主要有淀粉（多个α-葡萄糖分子缩合而成）、糖原（也由许多α-葡萄糖分子缩合而成）、纤维素（由许多β-葡萄糖分子以β-1,4-糖苷键连成的直链多糖）、木聚糖（多个木糖分子的聚合物）、半乳聚糖（多个半乳糖分子的聚合物）、甘露聚糖（多个甘露糖分子的聚合物）、菊糖（inulin，多个果糖分子的聚合物）等。水解时产生两种或两种以上单糖或还有其他构成单位（如氨基酸等）的多糖则被叫作杂多糖，如半纤维素、阿拉伯树胶、果胶、黏多糖、透明质酸等。

半纤维素（hemicellulose）存在于植物的木质化部分，由己糖（葡萄糖、果糖、甘露糖、半乳糖）和戊糖（阿拉伯糖、木糖、鼠李糖、糖醛酸）构成。果胶（pectine）是由甲基-D-半乳糖醛酸构成的聚合物，存于植物细胞壁中，也存在于水果中。它可被水浸出而

成胶状物。消化酶不能将之降解，但微生物能将之降解。黏多糖（mucopolysaccharide）是 *N*-乙酰氨基糖、糖醛酸的聚合物。各种腺体分泌的润滑黏液多富含黏多糖。透明质酸（hyaluronate）是葡萄糖醛酸、*N*-乙酰氨基糖的聚合物。透明质酸具有高度黏性，在组织粘连、关节润滑、减轻或消除身体因受到强烈振动而影响正常功能方面起着重要的作用。

几丁质（chitin）又名甲壳素、壳多糖，是 *N*-乙酰氨基糖、碳酸钙的聚合物，为一些无脊椎动物如虾、蟹等外骨骼的主要成分。虾、蟹在不断蜕壳和再生壳的过程中生长，甲壳素的分解产物 2-氨基葡萄糖对于虾、蟹壳的形成具有重要作用。

（4）相关化合物　木质素（lignin）本身不是糖，但与糖紧密相连。木质素可使植物细胞具有化学和生物抗性以及机械强度。木质素为集合名词，是一组紧密相关的化合物的总称。木质素分子由许多苯丙醇衍生物（如松柏醇、芥子醇、对香豆醇等）构成，具有复杂的基团交互连接的结构。木质素构成植物纤维的物理性外壳，使消化酶难以进入细胞，因而细胞内容物难以被消化。老熟的植物富含木质素，因而其消化率极低。

按食品成分常规分析方案，可将糖类化合物分为膳食纤维（dietary fibre，DF）或粗纤维（crude fibre，CF）和无氮浸出物（nitrogen-free extract，NFE）。膳食纤维由纤维素、半纤维素、木质素等组成。无氮浸出物就是除去膳食纤维的糖类化合物，包括单糖、寡糖和部分多糖（如淀粉等）。维生素 C 也归属为无氮浸出物。

用常规分析方法，膳食纤维含量的测定值偏低。鉴于此，Van Soest（1976）提出了中性洗涤纤维（neutral detergent fiber，NDF）、酸性洗涤纤维（acid detergent fiber，ADF）、酸性洗涤木质素（acid detergent lignin，ADL）测定指标。其分析方案能将膳食纤维中的纤维素、半纤维素、木质素分离出来。各组分的组成关系如下：

中性洗涤纤维＝酸性洗涤纤维＋半纤维素

酸性洗涤纤维＝酸性洗涤木质素＋纤维素

酸性洗涤木质素＝木质素＋灰分

近几年来，一些学者还提出了非淀粉多糖（non-starch polysaccharide，NSP）的概念。NSP 主要由纤维素、半纤维素、果胶、β-葡聚糖、阿拉伯木聚糖、甘露聚糖、葡糖甘露聚糖等组成，包括不溶性 NSP（如纤维素等）和可溶性 NSP（如 β-葡聚糖、阿拉伯木聚糖等）。

3. 脂类物质

不溶于水，而溶于乙醚、氯仿、乙醇、苯等普通有机溶剂的一类化合物被称为脂类物质（lipids）。在食品常规分析中，用乙醚作溶剂（抽提剂），因此常将这类物质称为（乙）醚浸出物（ether extract，EE）。由于溶解在乙醚中的物质并非单纯脂肪，而尚含非脂肪物质（如色素、固醇类物质、树脂、蜡质、脂溶性维生素等），故又将这些浸出物称为粗脂肪（crude fat）。对脂类物质的分类方法很多，这里不作叙述。在营养学上，一般将粗脂肪分成两类，即（真）脂肪（fats，三酰甘油类）和类脂质。

（1）（真）脂肪　指 1 个甘油分子和 3 个脂肪酸分子脱水缩合而成的化合物，故曾称为甘油三酯（triglyceride），但这一名称在化学上不够明确，国际命名委员会建议不要再使用这一名称，而使用三酯酰甘油（triacylglycerol）。

植物油脂中的脂肪酸主要是不饱和性脂肪酸，熔点低，故植物油在常温下呈液态。动物脂肪中的脂肪酸多为饱和性脂肪酸，熔点高，故动物脂在常温下呈现固态。表 1-2 列举了构成脂肪的一些常见脂肪酸。

表 1-2　构成脂肪的常见脂肪酸

脂肪酸种类	分子式	熔点/℃	脂肪酸种类	分子式	熔点/℃
(1)饱和脂肪酸			硬脂酸	$C_{17}H_{35}COOH$	69.7
丁酸	C_3H_7COOH	−7.9	花生酸	$C_{19}H_{39}COOH$	76.3
己酸	$C_5H_{11}COOH$	−3.2	(2)不饱和脂肪酸		
辛酸	$C_7H_{15}COOH$	16.3	棕榈油酸	$C_{15}H_{29}COOH$	0
癸酸	$C_9H_{19}COOH$	31.2	油酸	$C_{17}H_{33}COOH$	13
月桂酸	$C_{11}H_{23}COOH$	43.9	亚油酸	$C_{17}H_{31}COOH$	−5
豆蔻酸	$C_{13}H_{27}COOH$	54.1	亚麻酸	$C_{17}H_{29}COOH$	−14.5
棕榈酸(软脂酸)	$C_{15}H_{31}COOH$	62.7	花生烯酸	$C_{19}H_{31}COOH$	−49.5

(2) 类脂质　这类化合物的种类较多，常见的有以下几种。

① 糖脂 (glycolipid)：在植物中，甘油分子中的两个羟基被脂肪酸酯化，另一个羟基连着一个糖基，故称为糖脂。在人和动物中，糖脂中的醇基不是甘油，而是鞘氨醇。在人体内，糖脂主要存在于脑和神经纤维中。

② 磷脂 (phospholipids)：脑、心、肝、肾、神经组织和禽蛋中磷脂含量较多。例如，神经轴的髓鞘质含磷脂量达 55%。在植物中，豆实中磷脂（如大豆中磷脂）含量也较多。磷脂主要包括卵磷脂 (lecithin)、脑磷脂 (cephaline)、丝氨酸磷脂 (serine phosphoglycerides)、肌醇磷脂 (inositol phosphoglyceride)、磷脂酰甘油 (phosphatidyl glycerol)、心磷脂 (cardiolipin) 和缩醛磷脂 (plasmalogen) 等。

a. 卵磷脂（磷脂酰胆碱)：为白色蜡样物质，极易吸附水，其中不饱和性脂肪酸很快被氧化。各种组织都含有相当多的卵磷脂。其组分胆碱的碱性很强。胆碱在甲基转换过程中起着供甲基的作用；乙酰胆碱为神经递质。卵磷脂有调控代谢、预防脂肪肝等作用。

b. 脑磷脂（磷脂酰乙醇胺)：在动、植物中含量都较多，与血凝有关。

c. 磷脂酰丝氨酸（丝氨酸磷脂)：源于血小板和损伤组织，可激活损伤组织表面的凝血酶原。磷脂酰丝氨酸与卵磷脂、脑磷脂可相互转化。

③ 蜡质 (waxe)：蜡为简单脂类，由 1 个脂肪酸分子同 1 个分子长碳链的一元醇构成，在常温下为固体。天然蜡质通常是由许多不同的酯组成的混合物，如蜂蜡至少由 5 种不同的酯组成。毛发表面蜡质层由于疏水作用而防止毛发湿透。蜡质不易水解，无营养价值。

④ 类固醇 (sterol)：这类物质包括在生物学上重要的化合物，如固醇、胆汁酸、肾上腺皮质激素和性激素等。它们具有一个共同的基本化学结构，即菲核和环戊烷相连接。其间的差别是：双键数量和侧链不同。

a. 固醇：这类化合物在侧链上有 8～10 个碳原子，且在第 3 位碳原子上有一个醇基。它们可被分成光固醇（来源于植物)、霉菌固醇和动物固醇。胆固醇属于动物固醇，动物固醇是合成固醇类化合物的原料。7-脱氢胆固醇是维生素 D_3 的前体。麦角固醇属于光固醇，是维生素 D_2 的前体。

b. 胆汁酸：其结构为菲戊烷核，第 17 位碳原子上有一个 5 个碳原子的边链，边链末端羧基同甘氨酸或牛磺酸形成酰胺键。胆汁酸在小肠中起着重要作用，即能乳化脂肪和激活脂肪消化酶。

c. 固醇类激素：包括雌性激素（雌二醇等)、雄性激素（睾酮) 和孕酮，以及醛固酮等。

⑤ 萜类 (terpenoid)：由许多连接在一起的异戊二烯单位组成，形成链状结构或环状结构。异戊二烯是一种五碳化合物。维生素 A、维生素 E、维生素 K 都属萜类化合物。

能量（energy）蕴存于有机营养物质（主要是蛋白质、糖和脂类物质）的化学键中，这些物质降解后才释放出能量。在三大有机营养物质中，脂肪中能量最多，每千克脂肪中的能量一般都在36MJ以上。每千克蛋白质中的能量一般为20MJ左右；每千克糖类化合物中的能量大多在16MJ以上。

4. 维生素

一般认为，维生素（vitamin）是一类有机物质，对人体起着重要作用，微量就能满足需要；这类物质在人体内不作为结构物质和能源物质，而是起着特殊作用；人体一旦缺乏一种或多种维生素，就会发病，甚至死亡。从目前来说，已经认定的维生素种类有14种，即维生素A、维生素D、维生素E、维生素K、维生素B_1、维生素B_2、维生素B_6、维生素PP、泛酸、生物素、叶酸、维生素B_{12}、胆碱和维生素C。

另外，还有一些物质如α-硫辛酸、“维生素U”（抗溃疡因子）、“维生素P”、“维生素B_{15}”、泛醌等，虽还未被认定为维生素，但它们对人体起着积极的作用。

5. 矿物质

因最初源于矿物而得名，它们主要以化合物的形式存在。矿物质（mineral）包括钙（Ca）、磷（P）、钾（K）、钠（Na）、镁（Mg）、氯（Cl）、硫（S）、铁（Fe）、锌（Zn）、锰（Mn）、铜（Cu）、钴（Co）、碘（I）、硒（Se）、钼（Mo）、硅（Si）、铬（Cr）、氟（F）、砷（As）、锶（Sr）、锡（Sn）、硼（B）、锂（Li）、矾（V）等物质成分。

6. 水

由于水（water）在自然界分布广，因此有些人未将水看作是营养物质。其实，水是所有生物（包括人、动物、植物和微生物）的极其重要的营养物质。

对实验动物的饲养试验证明，除上述营养成分外，尚有未知营养因子，主要源于鱼汁（鱼汁因子）、发酵物（发酵物因子）、草汁（草汁因子）等。

二、营养成分的基本功能

食物中有6大类营养物质，即蛋白质、糖、脂、维生素、矿物质和水。它们在人体内发挥各种各样的作用，功能很多。经综合归纳，这些营养物质在人体内有三项基本作用：①作为人体的结构成分，水、蛋白质、糖、脂和矿物质都是人体的“建筑材料”。②提供能量，糖、脂和蛋白质可氧化供能，为人体生理活动之所需。③作为活性物质的成分或组分，例如：蛋白质是载体、受体、抗体、酶、含氮激素和神经递质等的成分；B族维生素是辅酶的成分；矿物质是酶、激素和载体等的组分或激活因子。当然，营养物质在人体内还有许多其他方面的作用。

第二节　营养成分的来源

营养成分来源于植物源性食品、动物源性食品、微生物源性食品和矿物质等。

植物源性食品是人类最主要的营养源。植物源性食品主要包括谷物类、豆实类、叶菜类和瓜果类以及植物油等。大米、面粉、玉米、大麦、高粱、粟等谷物类食品富含淀粉等糖类化合物，含量一般都在70%以上。豆实类主要有大豆、蚕豆、绿豆、豌豆、扁豆、赤豆、黑豆等。大豆中蛋白质含量为33%～38%，脂肪含量约为18%。另外，可用大豆作为原料制成各种豆制品。常用蔬菜包括大白菜、小白菜、包菜、油菜、菊花菜、金针菜、韭菜、芹