



普通高等教育“十三五”规划教材
高等学校葡萄与葡萄酒工程专业教材

葡萄酒营养学

刘世松 练 武 刘 爽 主编

Wine
Nutrition



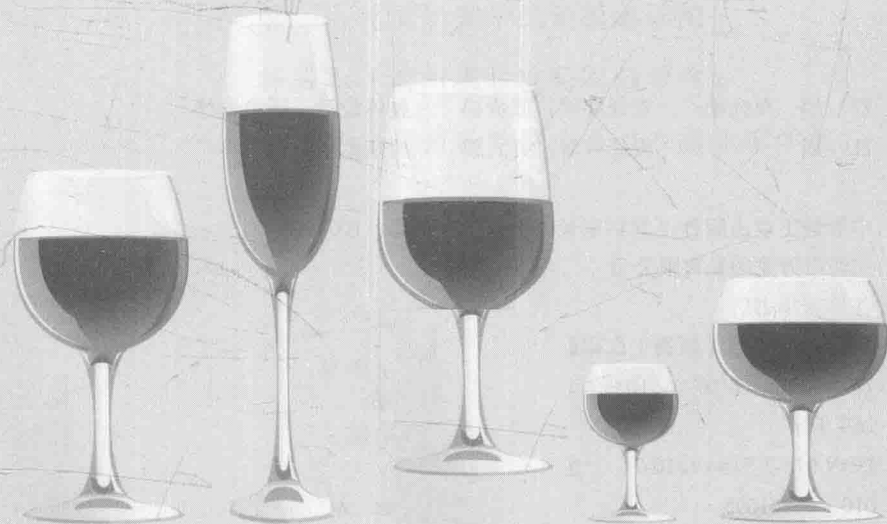
中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

普通高等教育“十三五”规划教材
高等学校葡萄与葡萄酒工程专业教材

葡萄酒营养学

刘世松 练 武 刘 爽 主 编



 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

葡萄酒营养学/刘世松, 练武, 刘爽主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2018. 2

ISBN 978 - 7 - 5184 - 1810 - 7

I. ①葡… II. ①刘… ②练… ③刘… III. ①葡萄酒—食品营养 IV. ①R151. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 322034 号

责任编辑: 江 娟 车向前 责任终审: 滕炎福 整体设计: 锋尚设计
策划编辑: 江 娟 责任校对: 吴大鹏 责任监印: 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: 三河市万龙印装有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2018 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 12. 25

字 数: 268 千字

书 号: ISBN 978-7-5184-1810-7 定价: 38.00 元

邮购电话: 010 - 65241695

发行电话: 010 - 85119835 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请与我社邮购联系调换

160983J1X101ZBW

《葡萄酒营养学》 编委会

主 编 刘世松 (滨州医学院葡萄酒学院)
练 武 (滨州医学院公共卫生与管理学院)
刘 爽 (滨州医学院葡萄酒学院)

编 委 (以姓氏笔画为序)

石塔拉 (滨州医学院公共卫生与管理学院)
李 岚 (滨州医学院葡萄酒学院)
李燕妮 (滨州医学院葡萄酒学院)
宓 伟 (滨州医学院公共卫生与管理学院)
管 蓁 (滨州医学院葡萄酒学院)
韩国民 (滨州医学院葡萄酒学院)
韩文婷 (滨州医学院公共卫生与管理学院)



前言

随着我国经济的发展，人民生活水平不断提高，人们不仅希望吃得有文化有情调，更希望知道如何吃得健康营养。葡萄酒作为国际公认的一种健康饮品，越来越受到消费者的青睐。葡萄酒的健康营养功效，也逐渐被科学家们发现和认可，科技工作者对葡萄酒及其成分促进健康的研究成果也越来越多，越来越深入。

现代营养学对食品与健康的认识已经达到了较高的理论水平，随着各类营养素和植物化学物质等功能性物质的不断发现，逐步建立起系统而又全面的现代营养学。葡萄酒营养学作为一门新兴的学科，也逐渐被各界人士所关注。葡萄酒营养学既是一个广阔的技术领域，又是一个多学科交叉的体系，它运用现代营养学知识，结合葡萄酒营养的最新研究成果和葡萄酒文化的传播推广，致力传播葡萄酒营养知识，科学指导葡萄酒消费，保证人们在享用美食美酒的同时，朝着更加健康营养的方向发展。

本书全面系统地介绍了现代营养学的基本理论和知识及关于葡萄酒营养成分的基本情况，汇总了葡萄酒与健康的最新研究成果，从营养学的角度将葡萄酒配餐文化与营养配餐相融合，为人们提供一个科学全面的葡萄酒文化与现代营养学的论述。全书分为八章，介绍了营养学的发展演变、历史渊源、葡萄酒营养学的概念及发展趋势；人体的消化与吸收过程；葡萄酒中水、碳水化合物、氨基酸、矿物质和维生素等营养素；对葡萄酒中的类黄酮、非类黄酮和有机酸的功能性成分进行了解析；葡萄酒与医学、酒精以及健康的研究与关系；葡萄酒的餐饮文化历史与传承；葡萄酒的合理营养与平衡膳食、葡萄酒配餐的营养评价；葡萄干、葡萄籽及其加工副产物等内容。本书注重先进性的同时更强调实用性。本书既可作为高等学校葡萄与葡萄酒工程专业

本科生、研究生系统学习葡萄酒营养学的一本教科书，也可作为从事葡萄酒科技研究和文化推广人员的工具书。

本书的编者均为滨州医学院各相关专业的老师，他们总结了自己多年的教学和科研经验，参考经典和最新的教科书及相关科技资料编写而成。本书在编写过程中由刘世松进行了统筹组织与全书审定工作；练武和刘爽对全书进行了统稿和修改工作；刘世松、练武、刘爽、石塔拉、李燕妮、菅蓁、李岚、韩国民、韩文婷、宓伟等分别承担了相关章节的撰写工作。具体编写分工如下：第一章由刘世松、刘爽、李岚执笔；第二章由石塔拉、宓伟执笔；第三章由练武执笔；第四章由韩国民、韩文婷执笔；第五章由刘爽、李岚执笔；第六章由刘世松、菅蓁执笔；第七章由练武、菅蓁执笔；第八章由李燕妮、韩国民、韩文婷执笔。

由于编者学识和水平所限，书中难免有不妥甚至错漏之处，恳请读者批评指正。

刘世松

2017年12月于山东烟台



目录

第一章 绪论	1
第一节 葡萄酒的发展历史及现状	1
第二节 营养学的发展史和基础理论	4
第三节 葡萄酒营养学的概念及发展趋势	17
第二章 人体的消化与吸收过程	21
第一节 人体消化系统的构成	21
第二节 人体的消化过程	23
第三节 人体的吸收过程	24
第三章 葡萄酒中的营养素	29
第一节 水	30
第二节 碳水化合物	31
第三节 氨基酸	38
第四节 矿物质	42
第五节 维生素	57
第四章 葡萄酒中的功能性成分	71
第一节 类黄酮类	73
第二节 非类黄酮类	79
第三节 有机酸	82
第五章 葡萄酒与健康	85
第一节 葡萄酒与医学	85



第二节 葡萄酒的健康作用	88
第三节 葡萄酒与酒精的关系	95
第六章 葡萄酒餐饮文化	105
第一节 葡萄酒餐饮文化的历史	105
第二节 当代葡萄酒餐饮文化	106
第三节 葡萄酒的科学饮用	109
第七章 葡萄酒配餐	111
第一节 合理营养与平衡膳食	111
第二节 葡萄酒配餐	130
第三节 葡萄酒配餐的营养评价	144
第八章 葡萄酒加工副产物	157
第一节 葡萄干	158
第二节 葡萄籽及其相关产品	163
第三节 葡萄籽超微粉	171
参考文献	177



第一章 绪 论

学习要点

掌握：营养素的类别和膳食营养素参考摄入量的基本概念；葡萄酒营养学的基本概念、研究任务、研究方法。

熟悉：葡萄酒的历史发展过程、现状；葡萄酒在人类生活中扮演的角色；营养素需要量及其影响因素；葡萄酒营养学的研究内容及生物学实验方法。

了解：葡萄酒营养学的发展展望。

第一节 葡萄酒的发展历史及现状

上帝赐予人类的好而有价值的东西，莫过于葡萄酒——柏拉图

在人类发展进程中，酒的文化、文明贯穿始终，伴随着人类文明的不断前行。葡萄酒也在这个过程中应运而生。葡萄酒营养的历史发展是基于葡萄酒以及葡萄酒文化的形成而出现的。在当今社会中被越来越多的人接受认可，逐渐形成其自身文化，这也正是我们介绍葡萄酒营养学的必要性所在。

一、葡萄酒的历史

（一）中国葡萄酒历史

在古代汉语中，“葡萄”也可以指“葡萄酒”。在中国早期就有关于葡萄属植物的文字记载。比如，李时珍在《本草纲目》中写道：“葡萄，《汉书》作蒲桃，可造酒，人酺饮之，则酺然而醉”。酺是聚饮的意思，酺是大醉的样子。按照其中的意思，我们可以理解为：之所以借“酺”“酺”两字为“葡萄”，是因为这种水果酿成的酒能使人饮后酺然而醉。这也说明葡萄酒在我国已经有了非常悠久的历史。同样，在不同时期中，都有关于葡萄酒的诗词歌赋记录下来，说明葡萄酒一直与人们的生活相伴。我国最早有关于葡萄的文字记载见于《诗经》。记载说明人们早在公元前 17 世纪初就采集并食用各种野葡萄了。在汉武帝时期，张骞出使西域，引进葡萄以及栽种葡萄的同时，



还招来了酿酒艺人。据《太平御览》记载，汉武帝时期，“离宫别观傍尽种葡萄”，足以见证汉武帝对此事的重视，并且葡萄的种植和葡萄酒的酿造都达到了一定的规模。魏晋及南北朝时期，葡萄酒的消费和生产又有了恢复和发展。从当时的文献以及文人名士的诗词文赋中可以看出在同一时期中葡萄酒消费的情况。唐朝的“贞观之治”及一百多年的盛唐时期，葡萄酒的发展面临着真正的发展机遇。在唐朝不设酒禁的情况下，不但帝王、大臣喜好葡萄酒，民间酿造和饮用葡萄酒的情况也十分普遍。这在当时的诗歌里都有反映。如，李欣在《古从军行》中描写了边塞军旅生活和从军征戎者的复杂感情，借用汉武帝引进葡萄的典故，反映出君主与百姓、军事扩张与经济贸易、文化交流与人民牺牲之间尖锐而错综复杂的矛盾。著名诗人李白被誉为“诗仙”“酒仙”，素有“斗酒诗百篇”的名声，更是钟爱葡萄酒，甚至在酒醉奉诏作诗时，还忘不了心爱的葡萄酒。《襄阳歌》就是李白的葡萄酒醉歌。在《襄阳歌》中写道：“鸛鷀杓，鸚鵡杯，百年三万六千日，一日须倾三百杯。遥看汉水鸭头绿，恰以蒲萄初醅醅。此江若变作春酒，垒曲便筑糟丘台。”诗人李白幻想着将一江汉水化为葡萄美酒，从诗句中可以看出，当时葡萄酒的酿造已经相当普遍。在唐代的葡萄酒诗中，最著名的莫过于王翰的《凉州词》。诗中写道：“葡萄美酒夜光杯，欲饮琵琶马上催。醉卧沙场君莫笑，古来征战几人回？”此诗也作为千古绝唱载入中国乃至世界葡萄酒文化史中。宋代陆游的《夜寒与客烧干柴取暖戏作》中也写道：“如倾潏潏蒲萄酒，似拥重重貂鼠裘。”诗中把喝葡萄酒与穿貂裘相提并论，说明葡萄酒可以给人体提供热量，同时也表明了当时葡萄酒的名贵。

葡萄及葡萄酒文化不但在史书中被记录下来，20 世纪后期，我国考古学家发掘了贾湖遗址，后经研究发现其是存在于新石器时代的。在贾湖遗址中考古学家从出土的 8000~9000 年前的陶器碎片中发现，在其内壁中附有一些残留附着物，通过与美国科学家合作进行化学分析，发现了很微量的酒石酸。而这种酒石酸只在葡萄酒中能够产生，这也证明了距今 9000 多年前的“贾湖人”已经初步掌握了用葡萄酿酒的方法。由此可见，葡萄酒已经出现在人们的生活文化中了。

（二）国外葡萄酒历史

不只是我国古代对葡萄酒有大量的记载，同样在国外对于葡萄酒的起源也有大量的历史记录。这主要体现在三个方面：圣经说、猿酒说、考古学。圣经说中共出现葡萄酒记载 366 处，葡萄汁 19 处，葡萄 251 处，葡萄园 111 处，酒榨 50 处，酒池 5 处。以上数字说明葡萄以及葡萄酒的重要性。猿酒说表明在远古时代，先人在日常生活中逐步发现成熟的果实掉落地面后，与空气中天然酵母产生作用，而产生酒气。这就是最原始的“猿酒”。考古学中发现，在不断出土的文物中，我们可以追溯葡萄酒的历史文化。比如，在濒临黑海的外高加索地区，即现在的安纳托利亚、格鲁吉亚和亚美尼亚，都发现了积存的葡萄酒遗迹。在尼罗河河谷中，考古学家发现了一种底部小圆、肚粗圆、上部径口大的盛液体的土罐陪葬品，经考证，这是古埃及人用来装葡萄酒或油的陶罐。17 世纪，文艺复兴在思想艺术方面的改革慢慢地对饮食文化产生了影响，同时让葡萄酒文化也得到了广泛传播。玻璃质地盛装酒容器的发明以及软木塞的使用，



都大大增进了葡萄酒的运输和推广。18 世纪中期,勃艮第的沃尔奈和萨维尼掀起了精致葡萄酒的风尚。现如今葡萄酒酿造技术的成熟,与当时人们对于葡萄酒的推崇是密不可分的。

人们的生活与葡萄酒紧密相连,葡萄酒一直以来在人们的生活中扮演着重要的角色。其中,最早由赛木耳·布莱尔提出的“法国悖论”中指出:法国人的日常饮食中含有大量的饱和脂肪酸,不利于心肌健康,但在法国患有心脏病、心肌病的几率要低于爱尔兰。但在当时,这份报告并未引起学术界的重视。美国农业部 2002 年的统计结果显示:法国人每天比美国人多吃 32g 的脂肪,4 倍的黄油,60% 的乳酪和 3 倍的猪肉。比较两国因冠心病导致的死亡率,法国仅有 8.3/10000,而美国则高达 23/10000,近乎法国的 3 倍。研究指出,法国人日常饮食的红酒中的一些成分起到了保护心脏的作用。通过文献查阅流行病学调查研究,样本数量高达上百万人次,比对长期饮酒与不饮酒后,心血管疾病发生率以及由心脏疾病导致的死亡率。所有这些调查的结果相当一致:与不喝酒的人相比,酗酒的人群中得心血管疾病和死于心脏病的比例都大大增加;但是“适度饮酒”的死亡率不仅比酗酒的人低,比完全不喝酒的人也要低;不仅葡萄酒,白酒、啤酒也都有类似的结论,而葡萄酒尤其是红葡萄酒的效果似乎更为明显。于是,“适度饮酒有助健康”的理念逐渐被广泛关注。

二、葡萄酒的现状

据国际葡萄与葡萄酒组织统计,2016 年中国葡萄酒消费量初步统计达 172 万千升,比 2015 年增长 6.9%,增幅位居全球之首。据国家统计局对规模以上葡萄酒企业的统计,2016 年,国产葡萄酒产量达 114 万千升,较上一年减少 1%。据海关数据显示,2016 年中国进口葡萄酒总量约为 63.8 万千升,同比增长 15%。尽管进口葡萄酒来势汹汹,但从产量数据对比看,国产葡萄酒在中国市场仍占很大优势。中国已经成为世界第九大葡萄酒生产国。

葡萄酒行业领先的市场调研和咨询公司酒智(Wine Intelligence)发布了《中国葡萄酒消费者细分 2015》(Wine Intelligence China Portraits 2015)报告,其中根据中国消费者的消费习惯和他们对葡萄酒的态度,将中国葡萄酒消费者分成了 6 种不同的群体:节庆场合饮酒者(frugal occasionals)、健康饮酒者(health sippers)、社交新人(social newbies)、狂热爱好者(adventurous connoisseurs)、传统名庄爱好者(prestige-seeking traditionalists)和发展中的饮酒者(developing drinkers)(图 1-1)。

从 2012 年的研究至今,观察到中国进口葡萄酒市场的消费主力发生了转移:与三年前相比,“狂热爱好者”和“传统名庄爱好者”等“发烧级”消费者在总体消费者人口中的比例逐渐变小,而“健康饮酒者”和“节庆场合饮酒者”等饮用频率较低的群体的比重逐渐变大,新出现的“发展中饮酒者”的比例也占到了 19%。这表明葡萄酒的消费日益大众化,已成为最受欢迎的饮料之一。曾经,葡萄酒仅仅被认为是一种休闲饮品,国内很少有人能将其与美食联系起来,这也与受大众饮食文化片面性的影响有关。直到近几年,随着西餐在国内的普及,人们生活品位的不断

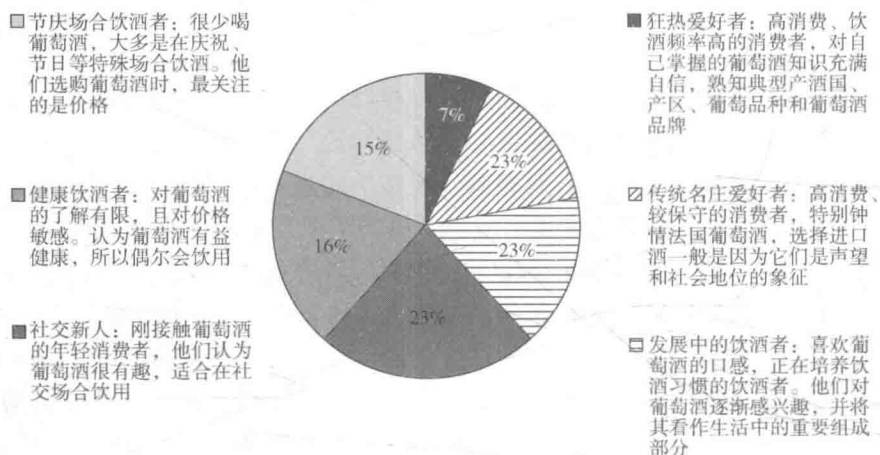


图 1-1 2015 年中国葡萄酒消费者的 6 类划分

提升，对葡萄酒的饮食文化认识也随之丰富，不仅对于葡萄酒的西餐搭配有了一定的了解，还能根据自身的本土饮食文化与葡萄酒的风味特点进行自创搭配，享受其中的美妙和乐趣。

大众除了将葡萄酒作为美好生活中的一种享受外，更追求葡萄酒的健康价值。由于葡萄酒中具有多酚、黄烷醇、类黄酮和花色苷等抗氧化活性物质，其营养保健作用在全世界食品营养界和医学界掀起了研究高潮。衰老和心血管等疾病的发生主要是因为氧化作用，在一定程度上葡萄酒作为抗氧化良品可以抗衰老和减少疾病的发生。近几年，关于葡萄酒抗氧化的研究主要集中在葡萄酒不同成分体外的抗氧化能力、抗氧化机制、葡萄酒抗氧化能力的研究方法、葡萄酒不同成分在动物体内的抗氧化能力等方面。葡萄酒营养学作为一门新兴学科被越来越多的研究者关注。因此本书作为葡萄酒营养学的教学类及科普类用书，将致力于全面而细致地介绍有关于葡萄酒营养学的知识。

第二节 营养学的发展史和基础理论

生物必须获得并利用食物，才能生存和繁殖。获得并利用食物的过程称为“营养”（nutrition）。研究营养的科学称为“营养学”（nutriology）。根据不同的研究对象，营养学可分为植物营养学、动物营养学和人类营养学（human nutrition）。通常人们所说的“营养学”是指人类营养学。

营养学是一门实用科学，营养素（营养物质）的探寻及需要量的确定就是营养学的理论开端。确定各种营养素的需要量及其在食物中的含量后，发展为实用的膳食学、食品加工学等科学。



所谓营养素 (nutrients) 是指来自食物的化学物质, 能够被机体消化吸收, 提供能量, 或构成身体组织, 或调节生理功能。此定义表示营养素在体内有三种功能:

(1) 营养素是体内能量的来源, 可用以维持体温并进行工作, 如体内的呼吸循环、消化吸收、分泌排泄及体外工作等。

(2) 营养素是构成身体组织的原料, 新组织的生长及旧组织的修补均需以营养素作为原料。

(3) 营养素有调节生理功能的作用, 使体内的化学反应得到适度的促进或抑制, 从而维持或改变各种细胞的特性及各种器官的功能。

营养素还可用以降低某些疾病的风险。营养素除必须具有上述三种功能之一以外, 还必须具有可消化及可吸收的性质。

一、营养素的发现

在发现营养素的过程中, 其最初阶段是以人们对于饮食和疾病之间关系的认识为标志, 如夜盲症、坏血病 (维生素 C 缺乏病)、脚气病 (维生素 B₁ 缺乏症)、佝偻病、糙皮病等, 每一种病都可能在一个特定的人群中流行。第二阶段是提出假说和验证, 包括通过概括观察的现象产生假说, 然后进行实验验证。

(一) 营养素的早期发现

人们对所需营养素的认识, 至今还不足 100 年。早期, 在人们生活实践中发现食用某些质量较差的食物所引起的疾病, 可以通过食用其他食物加以预防; 而另一些由于食用纯的食物或仅食用某一种或几种食物所引起的动物生长和存活问题, 也可以通过食用其他食物或其提取物后得到改善。尽管在 2400 年前希腊就有某种形式的食疗, 但他们对营养素的化学本质并不清楚, 并认为食物仅含单一的营养成分。这一观念一直持续到 19 世纪。

1740 年, 英国航海外科医生 Lind J. (1716—1794 年) 发现食用柑橘可治愈水手的坏血病; 1753 年, 他发表了现已奉为传世经典的《坏血病大全》(*Treatise on Scurvy*), 详细描述了人们过去在坏血病防治方面的努力, 并介绍了他的试验结果。

在 1770—1794 年, Lavoisier A. L. (1743—1794 年) 和 Laplace P. S. (1749—1827 年) 通过豚鼠和人体试验探索呼吸本质时, 发现组织中含碳化合物的氧化是机体各种生理功能的能量来源。这是食物的特定功能首次通过化学的方法得到证实的实例。Lavoisier 和他的同事还确立了有机化学的基本概念, 从而开辟了认识食物化学本质的新途径。

此后, 科学家们出于对动物性食物的兴趣, 开始检测食物成分。1816 年, Magendie F. (1783—1855 年) 第一个证实了食物中的一种有机成分——蛋白质, 蛋白质是机体所需的营养物质。Magendie 用纯碳水化合物或脂肪喂犬, 犬因大量丢失蛋白质并在几周后死亡, 而喂含有蛋白质食物的犬, 仍可以保持健康。1827 年, 伦敦的一位内科医生和科学家 Prout W. (1785—1850 年) 提出高等动物的营养需求包括三种主要食物成分, 即蛋白质、碳水化合物和脂肪。



在这以后的 20 年,人们发现几种矿物质是动物所必需的。1842 年,瑞士医生 Chossat 用实验证实吃低钙饲料的鸽子骨发育不良,单独以小麦为食喂养 10 个月后的鸽子死亡,在解剖时发现其有骨质损耗,而碳酸钙可以预防这种异常状况的发生。在以后的研究中,Chossat 还用鸡、兔、蛙、鲮鱼、蜥蜴和乌龟进行了实验。Boussingault J. B. (1802—1887 年)用平衡实验证实了猪骨骼的发育需要钙和磷,而被剥夺盐后牛的生长状况恶化;一位主要致力于农业问题的德国著名化学家 Liebig J. von (1803—1873 年)发现钠是血中主要阳离子,钾是组织中的主要阳离子。到 1850 年,至少有 6 种元素 (Ca、P、Na、K、Cl、Fe) 被确认为高等动物所必需的元素。

Liebig 根据当时的研究发现提出产能物质 (碳水化合物和脂肪) 和蛋白质加上一些矿物质构成营养完全的膳食。虽然 Liebig 的假设得到普遍的认可,但也受到了一些质疑。如, Pereira 发现只吃少数几种食物可导致坏血病;再如, Dumas J. B. A. (1880—1884 年)发现在 1870—1871 年法国巴黎被围困期间,儿童被喂养含已知各种营养素的人工调制牛乳,未能防止他们健康的恶化。然而,鉴于 Liebig 的威望较大,在 19 世纪,他的观念仍占主导地位。

1881 年 Lunin 及 1891 年 Socin 分别在多尔帕特和巴塞尔,先后用实验证实,用纯蛋白质、脂肪、碳水化合物及矿物质混合物喂养的小鼠存活期不足 32d,而加入牛乳或蛋黄喂养的小鼠,则在 60d 的实验期内保持健康。因此, Lunin 和 Socin 认为这些食物中一定还含有少量未知的生命必需物质。

1880 年,日本海军 Takaki 将军发现 30% 海员患上维生素 B₁ 缺乏症,俗称脚气病 (中国早在公元前 2600 年就曾描述过类似脚气病的症状),但此病在英国海军中并未流行,因为他们的食物中含有较高的蛋白质。在日本海员膳食中添加牛乳和肉后,脚气病的发病率明显下降。Takaki 推断脚气病是一种营养缺乏病,但被错误地认为是由于蛋白质摄入不足引起的。1890 年, Eijkman C. (1858—1930 年),一位荷兰军医注意到爪哇岛上食用精米的犯人患脚气病较多,给鸡喂饲这种米同样会产生类似脚气病的症状,而被喂饲糙米的鸡则保持健康状态。他认为淀粉在肠内的堆积有利于神经毒性物质的形成,而稻壳含有解药。Grigins 对 Eijkman 的报道进行了进一步实验研究,发现稻壳中具有保护作用的解毒物质可用水抽提。1901 年,他得出结论:脚气病是由于糙米中的必需营养物质在大米精细化处理过程中丢失而引起的。他第一次明确提出营养缺乏病的概念,然而其深刻含义当时并未得到足够重视。食物含有许多未确定的人体所需营养素这一认识的形成本花了 15 年的研究时间。

(二) 必需营养素概念的确定

进入 20 世纪后,营养学得到很大发展。美国生物化学家 Osborne T. B. 和 Mendel L. B. 发现食用脂肪、碳水化合物、矿物质和酪蛋白 (一种牛乳蛋白) 的幼鼠会正常生长;而以玉米蛋白 (玉米中提取的一种蛋白质) 作为蛋白质来源的幼鼠则不会发育生长,除非饮食中同时加入赖氨酸和色氨酸。化学分析表明,玉米蛋白缺乏这两种氨基酸,因此,这两种氨基酸被定性为“必需氨基酸”。

1900 年,英国生物化学家 Hopkins 与同事 Cole S. W. 一起分离提纯了色氨酸,并通



过在玉米蛋白饲料中添加色氨酸可明显延长小鼠存活时间的实验，证明了色氨酸是一种必需氨基酸。1910年，Hopkins 在其《在正常膳食中附加因子重要性的饲养实验》一文中指出，即使含有碳水化合物、脂肪、蛋白质和矿物质的人工合成饲料也不能使动物正常生长，但只要加入少量鲜牛乳就能使动物生长良好。Hopkins 猜想饮食中其他未知的微量化学成分也可能是维持机体正常功能所必需的。于是，他对此问题进行了“人工合成饮食”实验。1912年，Hopkins 提出了维生素学说：在使用合成饲料喂养动物时，酵母汁、肉汁中含有一种维持动物生长和代谢所需的微量有机物。Hopkins 因发现维生素是机体不可缺少的物质而成为1929年诺贝尔生理学或医学奖的两位获奖者之一，其实验方法则为后来必需营养素研究树立了典范。

1911年，波兰化学家 Casimir Funk 发现糙米中能够防治脚气病的物质（维生素 B₁）是一种胺（一类含氮化合物），因此 Funk 提议将这种化合物称为 *vitamine*，意为“vital amine”（生死攸关的胺），以强调它的重要性。然而随后的研究发现，许多其他的维生素并不含有“胺”结构，但是由于 Funk 的提议已被广泛接受，*vitamine* 这一名称没有废弃，而仅仅将 *amine* 的最后一个“e”去掉，成为了“vitamin”（维生素，音译为“维他命”）。

1913年，在有关纯化食物导致营养障碍的研究中，McCollum 和 Davis 发现，喂饲乳糖作为部分糖源的大鼠如在饲料中添加黄油脂肪，则大鼠生长良好；如将黄油换成猪油和橄榄油，则生长不良，于是他们得出结论，黄油中含有生长所需的必需成分。同时，Osborne 和 Mendel 也发现，添加牛乳脂质可以使生长不良的大鼠得到恢复，他们提出牛乳脂质中含有未确定的生命必需物质。McCollum 和 Davis 从黄油脂质中抽提取出这一物质，称此物质为脂溶性物质 A。他们将这一物质添加到精米中，鸡的生长不良状况没有得到改变；但如添加麦芽水提取物或水煮鸡蛋，则类似脚气病的症状可得到改善。所以，他们得出结论，喂饲纯食物的动物要维持正常生长需两类未确定的物质，即脂溶性物质 A 和水溶性物质 B（即 Grijns 提出的抗脚气病因子）。到1915年，6种矿物质、4种氨基酸和3种维生素（即维生素 A、维生素 B 和抗坏血症因子）被证实为必需营养素。

食物中存在多种与生长、健康、存活相关的有机物这一观点逐渐被广泛接受。1918年，为促进公众健康，英国、美国开始强调食物品种多样化的重要性。营养素按必需性进行分类，始于氨基酸。1920年，Mendel 称体内不能合成的氨基酸为必需（*indispensable*）氨基酸；而体内可以合成、食物中缺少也无关紧要的氨基酸称为非必需（*nonessential*）氨基酸。

随着食物和饲料中其他未知营养素的不断发现，出于科学性和规范的要求，制订一个标准以确定这些发现的真实性就显得十分必要。起初，一种营养成分是否为必需营养素的标准比较模糊，后来有了明确的内容：

- (1) 该物质是生长、健康和存活所必需。
- (2) 该物质在食物中缺乏或比例不当可造成特异性缺乏病，最后死亡。
- (3) 缺乏所引起的生长不良或缺乏病只有该营养素或其前体物质可以预防。



(4) 该物质摄入量与生长状况和缺乏症密切相关。

(5) 该物质体内不能合成，但是一生中某些重要功能所需要的。

1950 年，证实有 35 种营养素符合这些标准。如今已确认的人体必需营养素有 40 余种：蛋白质中的 9 种必需氨基酸；脂肪中的 2 种必需脂肪酸；1 种糖类（也称碳水化合物）；7 种常量元素；8 种微量元素；14 种维生素；加上水，共 42 种。这 42 种中的任何一种都不能缺乏，否则将会出现相关的营养缺乏病（表 1-1）。

表 1-1

人体必需营养素

氨基酸	脂肪酸	碳水化合物	常量元素	微量元素	维生素	水
异亮氨酸	亚油酸		钾	碘	维生素 A	
亮氨酸	α -亚麻酸		钠	硒	维生素 D	
赖氨酸			钙	铜	维生素 E	
蛋氨酸			镁	钼	维生素 K	
苯丙氨酸			硫	铬	维生素 B ₁	
苏氨酸			磷	钴	维生素 B ₂	
色氨酸			氯	铁	维生素 B ₆	
缬氨酸				锌	维生素 B ₃	
组氨酸					维生素 B ₅	
					维生素 B ₉	
					维生素 B ₁₂	
					生物素	
					胆碱	
					维生素 C	

这些营养素可概括为五大类，即蛋白质、脂类、碳水化合物、矿物质和维生素。加上水就是六大类。五或六大类营养素根据需要量或体内含量的多少，又可分为“宏量营养素”和“微量营养素”。宏量营养素是指需要量和体内含量相对较多的物质，如蛋白质、脂类和碳水化合物；微量营养素是指需要量和体内含量相对比较少，如矿物质和维生素。在矿物质中包括需要量和体内含量相对较多的“常量元素”和需要量和体内含量相对较少的“微量元素”。人类对能量和营养素的需求始终是营养学研究的重要内容，其中包括适宜的能量摄入，必需营养素的种类和数量，乃至相互间的比例，即所谓合理营养需要，至今仍然是营养学不断探索的课题。

（三）条件必需营养素

Snyderman 发现，许多氨基酸代谢酶在胎儿宫内发育后期才能形成，所以早产儿需从食物中获取半胱氨酸和酪氨酸，以保证氮储留量及维持血浆氨基酸水平，因此，



半胱氨酸和酪氨酸是早产儿的必需氨基酸。Rudman 及其同事随后提出了“条件必需营养素”这一概念，特指那些对正常成人来说不是必须从食物中获取，但对由于各种原因导致其体内不能合成到适当量的对特定人群来说必须由食物供给的营养素。这一概念最初仅指完全胃肠外营养的患者所需要的营养素，现已扩展到生长发育不全、病理状态或有遗传缺陷等人群所需的营养素。Rudman 和 Feller 提出了条件必需营养素的 3 个标准：

- (1) 营养素的血浆水平低于正常值。
- (2) 出现与该营养素相关的功能异常。
- (3) 补充该营养素可纠正上述表现。

二、 营养素需要量及膳食营养素参考摄入量

(一) 营养素需要量

1. 营养素需要量的定义

个体对某种营养素的需要量是指机体为维持适宜的营养状况在一定时期内平均每日必须获得的该营养素的最低量。个体对某种营养素的需要量随年龄、性别、生理特点、劳动状况等多种因素的变化而不同。即使在个体特征一致的群体内，由于个体生理机能的差异，需要量也各不相同。适宜的营养状况是指机体处于良好的健康状态并且能够维持这种状态。这里所说的获得的营养素量可能是指由食物中摄入的营养素量，也可能是指营养素实际吸收的营养素量。有些营养素吸收率很高，膳食中供给该营养素的量与机体的吸收量相当接近，因此在实际工作中没有必要区别膳食供给量和机体的吸收量，即可以用摄入量来代表吸收量。而有的营养素吸收率很低，就必须把需要量和摄入量分别进行讨论。所以，不同营养素的“需要量”含义有所不同，这在具体营养素的讨论中将给予说明。

2. 不同水平的营养素需要量

因对“良好的健康状态”可以有不同的认定标准，所以为维持健康对某种营养素的需要量也可有不同的水平。为此，联合国粮食及农业组织（Food and Agriculture Organization, FAO）和世界卫生组织（World Health Organization, WHO）联合专家委员会提出三个不同水平的营养素需要量：预防明显临床缺乏病的需要量；满足某些与临床疾病现象有关或无关的代谢过程的需要；维持组织中有一定储存的需要。所以在讨论需要量时应明确是何种水平的需要量。

(1) 基本需要量 (basal requirement) 是指为预防临床可察知的功能损害所需要的营养素量。满足这种需要，机体能够正常生长和繁育，临床上不会出现缺乏病的显著症状，但该种营养素在组织内储备很少或没有，故短期内膳食供给不足即可造成缺乏。

(2) 储备需要量 (normative requirement) 是指维持组织中储存一定水平的该营养素的需要量。这种储备可在必要时用来满足机体的基本需要，从而避免造成临床上可察知的功能损害。虽然一般认为保持营养素在体内适当的储存可满足机体在某些特