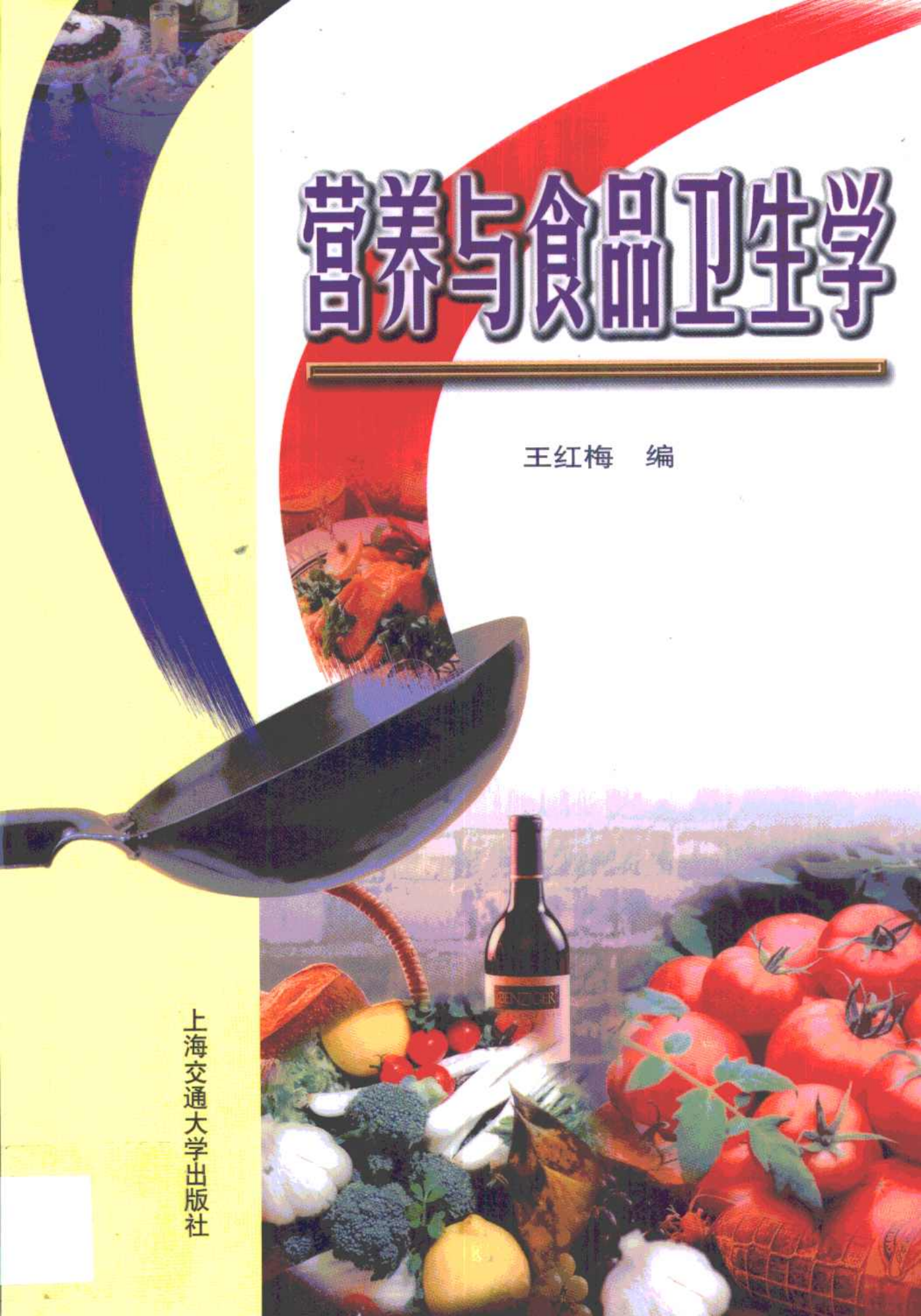


营养与食品卫生学

王红梅 编

上海交通大学出版社



R15
W33

营养与食品卫生学

王红梅 编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书分营养学和食品卫生学两篇,系统地论述了各类营养素的生理功能、合理营养及要求,食疗与药膳的选食条件,特殊人群的营养要求;食品卫生学基础知识,各类食品的营养价值及存在的主要卫生问题,食物中毒,常见食源性传染病、寄生虫病的预防和餐饮业食品生产各个环节的卫生管理。本书侧重于将营养学、食品卫生学的理论知识与餐饮业实际工作相结合。本书可作为旅游饭店管理、烹饪专业的大专教材,也可作为高级职业技术学院、职校、中专、技校培训这类专业工作人员的教材,还可作为从事饭店、餐饮行业人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

营养与食品卫生学/王红梅编. —上海:上海交通大学出版社,2000

ISBN 7-313-02323-5

I. 营… I. 王… III. ①营养卫生 ②食品卫生学
IV. R15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 13309 号

营养与食品卫生学

王红梅 编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 张天蔚

立信会计常熟市印刷联营厂印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 17 插页: 2 字数: 577 千字

2000 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月第 1 次印刷

印数: 1~4050

ISBN 7-313-02323-5/R·10 定价: 21.00 元

版权所有 侵权必究

绪 论

(一)

营养与食品卫生学是从预防医学角度研究人类营养和食物与健康关系的科学。它对增强我国人民体质、预防疾病、保护和提高人民健康水平,促进我国食品工业和饭店餐饮业的发展有重要作用。它是预防医学、食品科学和饭店餐饮业教学中的重要课程之一。这门课程实际上包含了既独立又密切联系的两门学科——即营养学(nutriology)和食品卫生学(food hygiene)。鉴于这两门学科的研究对象、研究内容、理论体系、研究方法和工作方法各不相同,因而它们是两门学科。但这两门学科的研究对象都涉及到人们的食物及饮食,所以将它们列为一门学科——营养与食品卫生学。

(二)

营养(nutrition)是人体为了维持正常生理、生化和免疫功能以及生长、发育、代谢和修补组织等生命现象的需要而摄取和利用食物的综合过程。因此营养是一个动态的生理生化过程。营养学就是以这种生理生化过程及其有关因素和措施为主要研究对象的一个生物科学分支。简单地讲,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,包括普通成年人在一般生活条件下的营养规律,即基础营养学(basal nutriology),以及不同年龄、不同性别、不同生理状态、不同职业和特殊环境条件下生活和工作的营养规律,即特殊条件人群营养学(special population nutriology)。改善措施包括纯生物科学的措施,如临床营养学(clinical nutriology)和社会性措施,社会营养(social nutrition)。它们既包括措施的根据又包括措施的效益评估。

人类在漫长的生活实践中,对营养的认识逐渐由感性经验到科学认识。我国早在3000年前就有了关于食疗方面的文字论述。如《黄帝内经·素问》中记载:“五谷为养,五果为助,五畜为益,五菜为充。”这就类似于现代营养学所提倡的膳食配制原则,即谷类为主食配以动物性食品,以增进其营养价值而有益于健康,再加果品补助,蔬菜的充实,就是合理的膳食。虽然中国古代关于营养、食疗和卫生方面的著作约有50多种,但关于这些方面的论述仅仅限于经验汇总和立足于阴阳五行学说的基础上,缺乏实验技术科学的依据,以至于西方近代营养学传入中国以后,很快就成为我国近代营养学基础。但不管怎样,中国的古典营养学为现代食疗、药膳的研究推广奠定了重要的理论基础。

国外最早关于营养方面的论述是在公元前400年的希波克拉底[Hippocrates(公元前460~377)古希腊的名医,世称医学之父]提出。西方古典营养学是从地、火、水、风四大要素学说演绎而成。但在相当长时期内,对营养的认识是肤浅的。

纵观营养学的发展历史,近代、现代营养学的发展大致可分为3个阶段:

第一阶段:在18世纪中叶,欧洲经过了漫长的黑暗时代以后,从文艺复兴、产业革命开始,

主要是化学、物理学等基础学科的发展为近代营养学的发展打下了实验研究科学的理论基础。重要的科学成就有舍勒(K·W·Scheele, 1742~1786, 瑞典化学家)与普利斯特利(J·Priestly, 1733~1804, 英国化学家)等人发现了氮、氧气和二氧化碳;迈尔(Mayer, 1814~1878, 德国物理学家)关于能量守恒定律的论述;门捷列夫(Mendeleer, 1834~1907, 俄国化学家)阐述了元素周期表;拉瓦锡(Lavoisier, 1743~1794, 化学家, 近代化学奠基人之一)关于呼吸是氧化燃烧的理论;列奥弥尔(Reaumur, 1683~1757, 法国博物学家)关于消化是化学过程的论证等一系列启蒙性的生物科学成就, 将营养学引上了近代科学发展的轨道。

第二阶段: 19世纪和20世纪初期, 是发现和研究各种营养素的鼎盛时期。它是在第一阶段基础上, 充实了大量营养学实验研究资料。重要的科学成就有李比希(Liebig, 1803~1873, 德国化学家, 农业化学和营养化学奠基人之一)提出的碳、氢、氮定量测定法以及由此建立的食物组成与物质代谢的概念。

鲁布纳(Rubner, 1854-1932, 德国卫生学家, 生理学家)提出的热能代谢体表面积计算法则、等热价法则及鲁布纳生热系数和阿特沃特(Atwater, 1844~1907, 美国生理学家, 农业化学家)完成的大量人体消化吸收实验、所创制的弹式测热计和阿特沃特生热系数。这师生两代以其伟大的科学业绩而成为现代营养学的主要奠基人。经过许多科学家的艰苦努力, 使人们对营养素的认识逐渐扩大和深入, 以最初的三大营养素, 发展为对维生素和无机盐的生理作用有了认识 and 了解。还认识到能量代谢应分为基础代谢、劳动与生活负荷增大所增加的代谢、食物特殊动力作用代谢三大部分。

第三阶段: 从20世纪初开始, 营养学的发展进入了崭新的鼎盛时期。营养学也从其他学科中分离出来成为一门独立学科。在这个时期, 营养学的发展经过了3次高潮: ①20世纪初~60年代, 以发现必需氨基酸、必需脂肪酸以及各种维生素的生理功能为标志; ②60~70年代, 以发现14种人体必需微量元素的生理功能为标志; ③70~80年代, 以发现膳食纤维特殊生理功能为标志。

第二次世界大战以后, 对营养科学规律的研究从宏观转向微观、更微观的方向发展。分子生物学的理论与方法的发展, 使人们对营养科学的认识进入了亚细胞水平、分子水平, 同时营养科学工作的社会性也不断得到改善和提高。在世界卫生组织(WHO)和联合国粮食及农业组织(FAO)的努力下, 加强了营养科学工作的宏观调控。各国政府根据本国经济发展水平, 不断地运用营养学来指导食品生产和居民的膳食结构, 以便使更多的人得到实惠。

近几年来, 营养学研究的范围不断地扩展, 关于营养与疾病、营养与健康、营养与优生优育、食疗和药膳的研究正处于方兴未艾的阶段, 饮食与疾病的关系日益受到人们的重视。据研究认为, 单就肿瘤而言, 约有70%~90%的肿瘤与环境 and 生活方式有关, 而受环境影响的肿瘤中, 有30%~60%与饮食和营养有关。看来饮食性质及营养成分的变化对肿瘤的形成起着十分关键的作用, 而膳食疗法(食疗)可作为十分可行的一种途径。

随着现代科技的不断发展, 营养学也不断发展, 随着相关学科如预防医学、临床医学、食品化学、生物化学、农业科技等学科发展, 营养学必定有更光明的前景。

(三)

食品卫生学(food hygiene)是卫生学的一个分支科学, 是研究食品中存在的可能威胁人体

健康的有害因素及其预防措施,以提高食品卫生质量,保护食用者饮食安全的科学。食品卫生学的研究内容主要有关于食品中可能存在的主要有害因素的种类来源、性质作用,含量水平、监督管理以及预防措施,各类食品的主要卫生问题,食物中毒及其预防,以及食品卫生监督管理等。

食品卫生学的发展也经历了漫长的历史过程。人类会使用火、盐,对食物进行烹调加热,标志着古典食品卫生学的建立。中国远在3000年前的周朝,不仅能控制一定卫生条件制造出酒、醋、酱等发酵食品,而且已经设置了“凌人”,专门负责掌管食品冷藏防腐。《唐律》规定了处理腐败食品的法律准则,如“脯肉有毒曾经病人,有余者速焚之,违者杖九十;若放与人食,并出卖令人病者徒一年;以故致死者,绞。”国外也有类似食品卫生要求的记载。如希波克拉底在《论饮食》一书中提及的中世纪罗马设置的专管食品卫生的“市吏”,都是一类例证。直到19世纪初,自然科学的迅速发展,给现代食品卫生学奠定了科学基础。1837年施旺(Schwann, 1810~1882,德国生理学家,细胞理论的创立者)与1863年巴斯德(pasteur, 1822~1895,法国化学家,生物学家,微生物学奠基人之一)分别提出食品腐败是微生物作用所致的论述,以及在1855~1888年沙尔门(salmon,美国细菌学家)等人发现沙门菌。这些都是现代食品卫生学早期发展的里程碑,并由此结束了长达100多年的食物中毒妥美毒学说。英、美、法、日等国是最早建立有关食品卫生法律、法规的国家。如1860年英国的《防止饮食品掺假法》、1906年美国的《食品、药品、化妆品法》、1851年法国的《取缔食品伪造法》、1947年日本的《食品卫生法》等。这些发达国家的食品卫生管理完全是法制化管理模式,有关食品卫生的法律、法规十分周密细致。如美国食品与药品管理局(FDA)1976年制订的《饮食服务卫生规范》对食品的生产场所、建筑物、生产从业人员、生产环节、生产设备及各种用具等作了详细的卫生要求和管理办法。日本有详尽的诸多卫生法规和技术规范标准,如《烹调师法》、《营养师法》等。发达国家在食品卫生方面的管理方法很值得我国借鉴和学习。

二次世界大战以后,科学技术的发展,促进了工农业生产的发展。但由于盲目生产,使环境污染一度失去控制,公害泛滥导致食品的严重污染,使人们不得不竭尽全力进行诸如食品污染因素、种类、来源的调查,性质危害的研究,含量水平的检测以及采取各种监督管理措施等。同时与该学科相关的学科如食品化学、食品微生物学、食品毒理学、食品卫生统计学以及食品生产技术的不断发展,各种分析仪器设备精密度的提高,使原先食品中检测不出的污染物也能测出来,大大丰富了食品卫生学内容,改进了方法手段,加强了监督管理。

近年来,食品卫生学的重要进展是以加强科学性、法制性和国际合作为主要特点的食品卫生监督。现代食品卫生监督管理的特点:其一是应用本学科最新理论和技术成就,不断制订和修订各项食品卫生技术规范;其二是不断完善法律法规,明确执行机构人员的职责,加强法制管理,落实各项技术规范;其三是加强国际合作,FAO、WHO各专门机构不断就世界范围的食品污染物和添加剂的评价、制订ADI值、食品规格、监督管理措施,向各国政府提出建议,其目的是保护人们健康,克服食品国际贸易障碍。

我国食品卫生工作起步较晚,基础薄弱,是在新中国成立后建立和发展起来的。建国后到70年代初,我国食品卫生工作基本是以推行道德规范为主,采取爱国卫生运动方式,以预防食物中毒和管理一般食品卫生质量为主要内容。曾先后颁布了一些政令性标准条例,如“食品卫生‘五四’制”,“屠畜肉检四部规程”等,此外还有一些爱国卫生公约性条款。到70年代中期,随着工业“三废”和食品污染因素的复杂化,防止污染,保护健康更加紧迫,促使我国食品卫生发

展到一个历史新阶段。通过研究和调查,制订出我国第一部食品卫生标准和食品企业管理办法,规定了全国统一的食品卫生检验方法,1982年颁布了《中华人民共和国食品卫生法(试行)》,1995年正式颁布了《中华人民共和国食品卫生法》(以下简称《食品卫生法》),标志着我国食品卫生管理步入了法制化轨道。

(四)

改革开放带动了我国旅游业的蓬勃发展,每年要接待数千万的境内外旅游者。这些旅游者除了游览名山大川、名胜古迹外,还要品尝当地的一些美味佳肴。饭店餐饮业义不容辞地向中外旅游者提供这类服务。一般旅游者的饮食需要包括营养、卫生、风味、快速、求知、尊重、公平等方面内容,因此在餐饮服务中,必须包含这些内容来满足旅游者的需要。

旅游饭店餐饮行业行政上隶属于上级主管部门负责,但饭店餐饮行业要生产、经销食品,又必须按《食品卫生法》的第十八条、第十九条、第二十七条、第三十三条等条款的规定承担自身卫生管理和接受卫生部门监督职责。食品生产经营企业的新建、扩建、改建工程的选址、设计和工程竣工验收必须有卫生行政部门参加,新开业单位必须先取得卫生行政部门发放的卫生许可证方可向工商行政管理部门申请登记,领取营业许可证。未取得卫生许可证的单位,不得从事食品生产经营活动。这就是我国对饭店餐饮行业实行的“双证制”的管理制度。

中国烹饪派系众多,风格迥异,被世人誉为中国传统文化的四大瑰宝之一。随着改革开放的不断深入,我国与世界各国的饮食文化交流日益频繁,使得许多烹饪工作者有机会走出国门,参加世界性烹饪大赛。中菜在烹饪技艺、感官性状方面称得上精美绝伦,无可挑剔,但某些名菜用现代营养学、食品卫生学理论来分析,不免让人感到有些美中不足。如何更完整、系统地用现代营养学、食品卫生学的理论来指导中国烹饪实践,继承和发展传统的中国烹饪,已成为烹饪工作者所面临的重要课题。

从《食品卫生法》的要求,饮食消费者的需求和我国烹饪的发展趋势来看,饭店餐饮业的从业人员(从经理到普通员工)必须了解和掌握有关营养学、食品卫生学的基本知识。良好的清洁状态和营养安全的食品是消费者的愿望,也有利于企业在激烈的市场竞争中赢得优势。从整个餐饮业服务机构来说,营养和食品卫生工作不是一个独立的环节,它的工作内容贯穿整个餐饮服务之中,是餐饮业的工作内容。

第一篇 营养学

食品(food)是指各种供人食用或者饮用的成品和原料,以及按照传统既是食品又是药品的物品,但是不包括以治疗为目的的物品。食物通常指食品经适当调味而成的供人食用的物品。人类为了维持生命与健康,保证生长发育和从事各种活动及劳动的需要,每天必须摄入一定数量的食物。这些食物中含有能被人体消化吸收,并具有供给热能,满足生长发育,调节生理功能,构成组织结构等生理作用的物质,这些物质称为营养素(nutrients)。

人体所需要的营养素约有几十种,可概括为7大类即蛋白质、脂类、碳水化合物、无机盐与微量元素、维生素、水和膳食纤维。每一种营养素在体内发挥独特的生理作用,但在代谢过程中又密切联系,共同参与推动和调节生命活动的进行。机体通过食物与外界相联系,保持着内环境的相对恒定,并完成内外环境的统一与平衡。

本篇除分别介绍各类营养素外,还讨论如何科学地选择食物、合理烹调食物、合理调配膳食以保证实现合理营养,同时还介绍不同国家膳食结构的特点,对我国过去和现阶段的膳食结构进行分析,讨论食疗与药膳的烹调和选用条件。

在本篇的部分章节中还介绍一般或特殊条件环境下人体的营养素和热能的需要。营养素的生理需要量是指能保持人体健康、达到应有发育水平和能正常完成各项体力和脑力活动的,人体所必需的热能和各种营养素的必需量,根据生理需要量确定每人每天膳食中营养素的推荐供给量(recommended dietary allowance, RDA)。营养素的供给量是对各种人群提出的保证人体营养需要的,在每天膳食中应含有的热能和营养素的适宜量。它是在生理需要量的基础上,考虑到个体差异、劳动强度、健康状况等因素,还兼顾社会条件、经济条件、消化吸收率等实际情况而提出的膳食中实际应该含有的热能和各种营养素的量,一般略高于生理需要量。



第一章 营养学基础

第一节 蛋白质

蛋白质(protein)是构成一切细胞和组织结构的重要成分。维持复杂的生命活动,需要各种具有独特功能的蛋白质互相配合才能完成。人体含有 10 万种以上不同结构的蛋白质,表现出千差万别的功能活动。蛋白质是生命存在的形式,是生命的物质基础,也是所有生命现象中起着决定性作用的物质。

一、蛋白质的组成及其一般性质

蛋白质是一种复杂的高分子有机化合物,其基本组成元素是碳、氢、氧和氮,有的还含有硫、磷、铁、铜和碘等元素。各种元素的含量都有一定的范围,其中氮元素是蛋白质所特有的。各种蛋白质的含氮量平均为 16%,根据测得的氮量乘以 6.25,即可计算出某种食物中蛋白质含量。

蛋白质属于高分子物质,不能透过半透膜,应用此原理可分析提纯蛋白质。蛋白质含有羧基和氨基,是一个两性分子,且有酸性和碱性,可成为缓冲体系。在水溶液中蛋白质易与水分形成乳胶悬浮液。蛋白质经物理或化学方法处理,可发生变性与凝固。变性的蛋白质易被蛋白酶消化,并失去生物活性。豆腐、奶酪、松花蛋等食品就是利用蛋白质变性原理制成的。采用高温或酒精杀菌使细菌细胞中的蛋白质变性凝固,失去活力,从而达到消灭菌目的。此外,用酶或酸、碱水解蛋白质,可变成 α -氨基酸。酱油、酱、发酵性豆制品就是利用酶水解蛋白质制成的。

二、必需氨基酸

氨基酸(amino acid)是蛋白质的基本组成单位。人体蛋白质由 20 种 α -氨基酸按不同组合构成,现已确定 8 种氨基酸在成人体内不能合成或合成速度不能满足机体的需要,必须从膳食中补充。这些氨基酸称为必需氨基酸(essential amino acid, EAA),即亮氨酸(leucine)、异亮氨酸(isoleucine)、赖氨酸(lysine)、蛋氨酸(methionine)、苯丙氨酸(phenylalanine)、苏氨酸(threonine)、色氨酸(tryptophane)和缬氨酸(valine)。此外,组氨酸(histidine)对婴幼儿也是必需氨基酸。至于胱氨酸(cystine)与酪氨酸(tyrosine)可分别由蛋氨酸与苯丙氨酸转化而来。膳食中胱氨酸与酪氨酸充裕时可以节省 30%蛋氨酸和 50%苯丙氨酸,故也有称胱氨酸和酪氨酸为半必需氨基酸。所以考虑食物的必需氨基酸组成时,将芳香族氨基酸的苯丙氨酸和酪氨酸与含硫氨基酸的蛋氨酸和胱氨酸分别合并计算。

除了上述必需氨基酸外,人体内能利用其他氮源合成,无须由食物供给的氨基酸,称非必需氨基酸(nonessential amino acid),它包括甘氨酸(glycine)、丙氨酸(alanine)、丝氨酸(serine)、半胱氨酸(cysteine)、天门冬氨酸(aspartic acid)、谷氨酸(glutamic acid)、酪氨酸(tyrosine)、脯氨酸(proline)、精氨酸(arginine)、门冬酰胺(asparagine)、谷氨酰胺(glutamine)共 11 种。

在合成人体蛋白质时,必需氨基酸与非必需氨基酸具有同等重要的生理作用,缺一不可。膳食蛋白质经分解为氨基酸后被机体吸收,再在人体内合成组织蛋白质及活性物质。故摄入蛋白质不仅要求必需氨基酸的种类齐全,数量充足,而且必需氨基酸之间的相互比例应尽量符合人体氨基酸模式(必需氨基酸的理想模式或建议模式)。表 1-1 是 FAO/WHO 联合专家委员会于 1973 年和 1985 年分别提出的人体必需氨基酸需要量估计和蛋白质氨基酸组成模式。

表 1-1 人体每日必需氨基酸需要量估计及蛋白质氨基酸需要量模式

氨基酸	需要量 mg/(kg·d) ^a				氨基酸模式 ^b mg/g	比值 ^c
	3~4 月龄 婴儿	2 岁幼儿	10~12 岁	成人		
组氨酸	28	?	?	8-12		
异亮氨酸	70	31	30	10	40	4.0
亮氨酸	161	73	45	14(40) ^d	70	7.0
赖氨酸	103	64	60	12(35) ^e	55	5.5
蛋氨酸+胱氨酸	58	27	27	13	35	3.5
苯丙氨酸+酪氨酸	125	69	27	14	60	6.0
苏氨酸	87	37	35	7(15) ^f	40	4.0
色氨酸	17	12.5	4	3.5	10	1.0
缬氨酸	93	38	33	10(16) ^g	50	5.0
总计(组氨酸不计)	714	352	261	84	360	

注: a. 据 FAO/WHO 1985 年建议; b. 据 FAO/WHO 1973 年建议; c. 以色氨酸为 1 进行比较; d. Meguid 等 1986; e. Meredith 等 1986; f. Zhao 等 1986; g. 同 d. d. e. f. g 均采用 ¹³C 示踪研究结果,据此认为以往必需氨基酸需要量估计偏低,这是值得注意的。

若一种蛋白质或膳食中混合蛋白质的必需氨基酸的含量达到或接近模式的数值,则按照蛋白质生理需要量进食,所有氨基酸均能够被充分利用。鸡蛋和人奶的氨基酸构成很接近人体需要量,在实验中常以它们的氨基酸构成代替人体对氨基酸需要量的构成,故将这类蛋白质称为参考蛋白质(reference protein)。当某种蛋白质中的一种或几种必需氨基酸缺乏或不定时,则使合成组织蛋白质受到限制,这一种或几种氨基酸称为限制氨基酸(limiting amino acid),可按缺乏严重程度依次为第一、第二和第三限制氨基酸等。必需氨基酸数量间的平衡是相对的,蛋白质中某种氨基酸过量,也会干扰其他一些氨基酸的利用,从而降低食物蛋白质的营养价值。

按照各种食物蛋白质必需氨基酸结构与参考蛋白质氨基酸模式相比较进行营养分类,可以把蛋白质分为完全蛋白质、半完全蛋白质和不完全蛋白质。

1. 完全蛋白质

完全蛋白质是一类必需氨基酸种类齐全,数量充足,相互之间比例适当的蛋白质,又称优质蛋白质,其氨基酸模式接近人体所需氨基酸模式。如果用这类蛋白质作为惟一蛋白质来源时,不但能维持成人的健康,并能促进儿童生长发育。乳、蛋、肉、鱼及大豆等食物中的蛋白质皆属完全蛋白质。

2. 半完全蛋白质

半完全蛋白质是一类必需氨基酸种类齐全,但相互比例不适当的蛋白质,其氨基酸模式与人体所需氨基酸模式差别较大,若以此作为惟一蛋白质来源,则只能维持生命,不能促进生长发育。谷类的醇溶蛋白、谷蛋白和小麦的麦胶蛋白就属于半完全蛋白质。

3. 不完全蛋白质

不完全蛋白质是一类必需氨基酸种类不齐全的蛋白质,若以此作为惟一蛋白质来源,则既不能维持生命,也不能促进生长发育。玉米的胶原蛋白、动物结缔组织和肉皮中的胶原蛋白、豌豆的豆球蛋白等都属于不完全蛋白质。

三、氮平衡与蛋白质的需要量

成人内含蛋白质质量约占体重的16%~19%,每天约有3%的蛋白质参与代谢更新,其中大部分用于合成新的组织蛋白质,只有一小部分分解成为尿素及其他代谢产物排出体外。通常以氮平衡来测试人体蛋白质需要量和评价人体蛋白质营养状况。在一定时间内(24h),若摄入与排出的氮量相一致,就表示机体处于氮平衡状态。氮平衡表示为:

$$I=U+F+S$$

式中I表示摄入氮,U表示尿氮,F表示粪氮,S表示通过皮肤及其他途径排出的氮。

人体内没有单独的蛋白质储留,故成年人只要维持氮平衡即可。婴幼儿、青少年、孕妇、乳母以及恢复期病人,由于体内需要用蛋白质合成新组织以及酶和激素,才能满足生理需要,因此,要求氮摄入量大于排出量,才能维持正氮平衡。反之,当长期饥饿或患慢性消耗性疾病时,蛋白质摄入量减少,体内蛋白质合成减少,而蛋白质的分解加剧、消耗增加,氮的排出量超过摄入量,就会出现负氮平衡。在人体完全不摄入蛋白质的情况下,人体内组织蛋白质依然分解。经实验证明,膳食中完全不含蛋白质时,60kg体重成年男子每日仍然从体内排出约3.2g氮,相当于20g蛋白质。这种氮排出是机体不可避免的消耗氮,称为必要的氮损失(obligatory nitrogen losses, ONL)。因此为维持成年人的氮平衡,每日至少应从膳食中补充3.2g氮(即20g蛋白质),才能维持生命和健康。

四、蛋白质的生理功能与蛋白质营养不良

蛋白质是人体重要的组成部分,蛋白质直接合成新组织,以促进生长。根据对婴儿期和成年期之间蛋白质需要量的估计,生命第一年,人体蛋白质含量大约从占体重的11%增加到15%,体重增加约7kg。机体组织更新和创伤的愈合也需要以蛋白质作为原料供给。成年人维持氮平衡时,体内脏器与组织细胞内的蛋白质,在进行分解代谢的同时,仍进行蛋白质的合成代谢,以维持组织更新。烧伤、出血、手术病人伤口的修复也需要供给蛋白质。

蛋白质参与体内重要生理功能的调节,生命活动的催化剂——酶的化学本质就是蛋白质。运送氧气和二氧化碳的血红蛋白(一种含铁的蛋白质)、保护机体防御传染病侵袭的抗体(免疫球蛋白)以及人体的很多激素如胰岛素、生长激素等均由蛋白质构成。此外,体内酸碱平衡的维持,水分在体内的正常分布,遗传信息的传递,许多重要物质的运输都与蛋白质有关。

当碳水化合物和脂肪供给能量不足或蛋白质摄入过多时,体内蛋白质的分解代谢加强。蛋白质也是一种供能物质,每1g蛋白质在人体内氧化分解可以产生16.7kJ热能,人体每日所需热能的10%~14%由蛋白质供给。

蛋白质营养不良是指体内蛋白质合成速度不足以补偿其损失或分解的速度,出现负氮平衡,若持续下去,就会出现蛋白质营养不良的症状。

蛋白质营养不良的原因主要有以下几种:

(1) 膳食中蛋白质和热能供给不足。合成人体蛋白质需要各种必需氨基酸和非必需氨基

酸,且按比例同时存在于食物中。如果膳食中所含热能不足,膳食中一部分蛋白质分解产生的氨基酸转变为葡萄糖,以供给热能,从而造成人体蛋白质的缺乏;如果热能供给充裕,就能促进蛋白质合成酶、激素、人体组织蛋白质等有生理作用的物质。食物中蛋白质缺乏常伴有热能的不足,多发生于灾荒或战争时期。有时由于贫困、精神失常、偏食以及用高碳水化合物食物不合理地喂养婴幼儿,也可造成蛋白质营养不良。

(2) 机体消化吸收不良。某些胃肠道疾病,影响食物的摄入及蛋白质的消化和吸收。如食道癌、胃贲门和胃幽门痉挛或阻塞、胃癌等可造成摄食困难,胃液或胰液缺乏使蛋白质消化不良、吸收减少;其他如慢性痢疾、肠结核、脂肪痢、溃疡性结肠炎等肠道疾病,不但食欲减少,消化不良,而且肠蠕动加速,阻碍氨基酸吸收,造成蛋白质缺乏。

(3) 体内合成障碍。各种组织都有合成具有本身特征的蛋白质的能力,但肝脏在蛋白质合成上占首要地位。如果患有肝硬化、肝癌、肝炎等肝脏疾病,那么肝脏合成蛋白质的能力就会降低,患者往往出现负氮平衡及低蛋白血症,成为腹水和浮肿的原因之一。

(4) 分解过甚,损失过多。患各种传染病,创伤或手术、甲状腺机能亢进等,能够加速组织蛋白质的分解、破坏,造成负氮平衡。许多慢性消耗性疾病如肺结核、恶性肿瘤等,可因组织蛋白质分解过甚而导致恶病质(cachexia)。慢性肾炎等肾脏疾病也可导致从尿中丢失大量蛋白质。

(5) 人体需要量相对增加。孕妇、乳母及恢复期病人对蛋白质的需要量高于一般人,并且要求供给较多的优质蛋白质。若蛋白质供给不足,则使胎儿、婴幼儿及恢复期病人产生蛋白质缺乏症和其他营养素缺乏症。

当摄入蛋白质不足时,蛋白质更新越快的组织越易受到影响,肠粘膜及分泌消化液的腺体首先受到影响,结果引起消化不良,导致腹泻,引起人体失水、失盐,这是蛋白质营养不良的早期表现;继后,肝脏受到影响,表现为脂肪浸润,不能合成血浆蛋白,从而使血浆蛋白含量下降,尤其是白蛋白含量下降,最后导致水肿;进一步发展则骨骼肌不能维持正常结构,肌肉萎缩以及红细胞和血红蛋白缺乏而导致贫血。结缔组织,中枢神经系统受影响较小,但对处于旺盛生长期的婴幼儿,若蛋白质严重缺乏,可以引起智力障碍。

长期蛋白质摄入不足,首先出现负氮平衡,组织蛋白破坏。幼儿及青少年表现为生长发育迟缓、消瘦、体重过轻、毛发干枯易脱落、甚至智力发育障碍;成人则易出现疲倦、体重减轻、贫血、血浆白蛋白降低,甚至可出现营养性水肿;妇女可出现月经障碍、乳汁分泌减少。此外,也可见各种酶活性下降,免疫功能及应激能力降低、伤口不易愈合、生殖功能障碍等。

严重蛋白质营养不良,临床上可以出现恶性营养不良症(kwashiorkor),或称加西卡病。蛋白质和热能同时严重缺乏,可以出现干瘦型营养不良症(marasmus)。这种情况多发生在某些发展中国家,特别是1岁以下的儿童。

五、蛋白质的消化与吸收

膳食中蛋白质的消化过程,首先由胃液中的胃蛋白酶作用开始,然后是胰液和肠液中的蛋白酶,其中胰蛋白酶最为重要。胰腺分泌胰蛋白酶的多少受到肠道内容物中膳食蛋白质数量的调控,胰蛋白酶不断地与其底物蛋白质结合,直到蛋白质完全消化完毕。当肠道中已有游离胰蛋白酶存在时,该游离的胰蛋白酶就会对胰腺的分泌细胞发出信息,并控制胰蛋白酶前体物质——胰蛋白酶原的合成。

肠道中的蛋白质除来自于膳食外,有一些来自于内源性蛋白质,包括肠粘膜脱落的上皮细胞和各种消化酶。一般情况下,每日约有 70g 内源性蛋白质被消化吸收,并参加体内蛋白质的合成。

蛋白质在肠道中的最终消化产物,主要是游离氨基酸,并被小肠粘膜上皮细胞所吸收,同时还有少量小分子肽类被吸收(主要是由两分子氨基酸组成的二肽)。小肠粘膜的刷状缘中含有二肽酶,可将进入粘膜的肽类水解成为游离氨基酸。游离氨基酸能透过粘膜细胞进入门静脉。大部分膳食中的蛋白质在小肠上部被消化为游离氨基酸,并被吸收;而来自脱落粘膜上皮细胞的内源性蛋白质,能对消化酶抵抗较长的时间,这是由于它未经胃酸处理,而且细胞结构对蛋白质具有一定的保护作用,所以要到小肠下部才能被充分消化吸收。

氨基酸的吸收,主要是通过小肠细胞膜上的 4 种载体来分别转运中性、酸性、碱性和亚氨基酸。当氨基酸到达粘膜上皮细胞外表面时,即与载体结合,并透过细胞膜,到达细胞膜内表面,接着氨基酸与载体分离并进入细胞,然后,载体又回到细胞膜外面进行另一次氨基酸转运。氨基酸与载体的结合和分离都需要特异性的酶来催化,转运过程中还需要消耗能量,能量来源于三磷酸腺苷(ATP),此种转运过程属于主动转运。

六、蛋白质的营养质量评价

衡量膳食蛋白质质量的优劣,通常是通过测定蛋白质营养价值的方法来反映,主要是以人体摄入蛋白质后的效果,即其生物利用率(bio availability)为依据。质量高的蛋白质,生物利用率也高,容易被人体消化、吸收和利用。此外,还要结合食物中蛋白质的含量、消化、吸收的情况加以综合评价。常用的蛋白质营养质量评价指标包括以下几方面内容:

1. 食物中蛋白质的含量

食物中蛋白质含量的多少,固然不能决定该食物蛋白质营养质量的优劣,但评价食物蛋白质营养质量时,应以该食物蛋白质的含量为基础。如果某种食物蛋白质生物利用率较高,但在食物中含量很低,那么这种食物蛋白质的食用价值不高,马铃薯的蛋白质就是如此。表 1-2 是常见食物蛋白质的含量。

表 1-2 食物中蛋白质含量(g/100g)

品 种	含 量	品 种	含 量	品 种	含 量
瘦牛肉	20.3	大豆	36.3	籼米	7.6~9.1
瘦羊肉	17.3	绿豆	23.8	粳米	6.2~7.9
瘦猪肉	15.7	红小豆	21.7	糯米	6.7
肥瘦猪肉	9.5	蚕豆(带皮)	28.2	富强粉	9.4
猪肝	21.3	豌豆(干)	24.6	精白粉	7.2
猪心	19.1	豆腐(北)	7.4	标准粉	9.9
猪肾	15.5	豆腐(南)	4.7	面条	7.4
鸡	21.5	油豆腐	24.6	挂面	9.6
鸭	16.5	豆腐干	19.2	大麦米	10.5
小黄鱼	16.7	千张(百页)	35.8	小米	9.7
带鱼	18.1	腐竹	50.5	玉米	8.5
鸡蛋	14.7	油皮	44.8	大白菜	1.1

(续表)

品 种	含 量	品 种	含 量	品 种	含 量
牛奶	3.3	花生仁(生)	26.2	小白菜	2.1
鱼松	59.9	核桃	15.4	冬瓜	0.4
虾皮	24.5~39.3	杏仁	24.9	西瓜	0.3
对虾	20.6	芝麻酱	20.0	苹果	0.4
青虾	16.4	豆瓣酱	10.7	鸭梨	0.1
河蟹	14.0	豆豉	19.5~31.2	马铃薯	2.3
蛤蜊	10.8	粉皮	0.02~0.1	豌豆(鲜)	7.2

2. 蛋白质消化率

蛋白质消化率主要反映蛋白质在机体内消化酶作用下被分解的程度。公式为：

$$\text{蛋白质消化率(\%)} = \frac{\text{氮吸收量}}{\text{摄入氮量}} = \frac{\text{食入氮} - (\text{粪氮} - \text{粪代谢氮})}{\text{食物氮}} \times 100$$

粪氮绝大部分来自未消化吸收的食物氮,也包括消化道脱落的肠粘膜细胞和肠道微生物及由肠粘膜分泌的消化液氮,这部分总称为粪代谢氮。粪代谢氮是在人体进食足够热量,但完全不摄入蛋白质情况下在粪便中所测得的。如果不计粪代谢氮,所得结果为表观消化率(apparent digestibility),反之称真消化率。由于表观消化率比真消化率值更低,对蛋白质消化吸收作了较低的估计,具有更大的安全性,且表观消化率测定方法更简便,故一般多测定其表观消化率。

有许多因素可以影响食物中蛋白质消化率。一般植物性食品中蛋白质,由于被纤维素所包裹,与消化酶接触程度较差,因此,其蛋白质的消化率通常比动物性食物蛋白质消化率低。但植物性食品经过加工烹调,其纤维素可被软化或去除,则植物性食品蛋白质消化率亦可适当提高。例如大豆整粒食用时,其蛋白质消化率仅为60%;制成豆浆或豆腐,其消化率可增加至90%以上。植物性食品,特别是生大豆类中存有抗胰蛋白酶因子等物质,可使蛋白质消化率降低,但加热可以破坏其抗胰蛋白酶因子。

按一般常用方法烹调食物时,蛋白质消化率奶类为97%~98%,肉类为92%~94%,蛋类为98%,米饭为82%,面包为79%,玉米面窝窝头为66%。

3. 食物蛋白质必需氨基酸含量及比值

食物蛋白质必需氨基酸含量及比值越接近人体需要模式,就越容易被人体所利用,该蛋白质营养质量亦更理想。测定方法有2种:

(1) 直接比较法。将食物蛋白质必需氨基酸含量及比值与人体必需氨基酸需要模式进行比较见表1-3。

表 1-3 几种食物蛋白质必需氨基酸含量及比值

必需氨基酸	人体氨基酸模式		全鸡蛋蛋白质		牛奶蛋白质		牛肉蛋白质		大豆蛋白质		面粉蛋白质		大米蛋白质	
	mg/g	比值	mg/g	比值	mg/g	比值	mg/g	比值	mg/g	比值	mg/g	比值	mg/g	比值
异亮氨酸	40	4.0	54	3.2	47	3.4	53	4.4	60	4.3	42	3.8	52	4.0
亮氨酸	70	7.0	86	5.1	95	6.8	82	6.8	80	5.7	71	6.4	82	6.3
赖氨酸	55	5.5	70	4.1	78	5.6	87	7.2	68	4.9	20	1.8	32	2.3

(续表)

必需氨基酸	人体氨基酸模式		全鸡蛋蛋白质		牛奶蛋白质		牛肉蛋白质		大豆蛋白质		面粉蛋白质		大米蛋白质	
	mg/g	比值	mg/g	比值	mg/g	比值	mg/g	比值	mg/g	比值	mg/g	比值	mg/g	比值
蛋氨酸+胱氨酸	35	3.5	57	3.4	33	2.4	38	3.2	17	1.2	31	2.8	30	2.3
苯丙氨酸+酪氨酸	60	6.0	93	5.5	102	7.3	75	6.2	53	3.2	79	7.2	50	3.8
苏氨酸	40	4.5	47	2.8	44	3.1	43	3.6	39	2.8	28	2.5	38	2.9
色氨酸	10	1.0	17	1.0	14	1.0	12	1.0	14	1.0	11	1.0	13	1.0
缬氨酸	50	5.0	66	3.9	64	4.6	55	4.6	53	3.2	42	3.8	62	4.8
总计(mg/g)	360		490		477		445		384		324		359	

摘自:中国医学百科全书.营养与食品卫生学,1988:9

从表中可以看出几种动物性蛋白质必需氨基酸总量均高于模式含量,其氨基酸比值亦接近模式。其中,全鸡蛋蛋白质更为理想,大豆、面粉、大米的赖氨酸无论绝对比值和相对比值均较模式为低,若以其中任何一种作为蛋白质唯一来源供人食用,其利用率均不及动物性蛋白质。

(2) 氨基酸评分(amino acid score, AAS),亦可称化学评分(chemical score,CS)。公式为:

$$\text{氨基酸评分} = \frac{\text{被测蛋白质每克氮(或蛋白质)中氨基酸(mg)}}{\text{在理想模式中每克氮(或蛋白质)中氨基酸(mg)}}$$

一种蛋白质的氨基酸评分越接近100,表示其含量越接近人体的需要。从理论上来说,评定一种食物蛋白质营养价值时,应当根据其8种必需氨基酸的构成比例计算氨基酸评分,再作出全面综合评定。事实上,目前一般只测定食物中比较容易缺乏的氨基酸,特别是赖氨酸、含硫氨基酸、苏氨酸和色氨酸,由氨基酸评分来确定某一种食物蛋白质的限制氨基酸。表1-4是几种常见食物蛋白质的化学评分。

表 1-4 几种常见食物中蛋白质的化学评分

品 种	化学评分	品 种	化学评分	品 种	化学评分
全蛋	100	芝麻	50	小米	63
人奶	100	花生	65	大米	67
牛奶	95	棉子	81	全麦	53
大豆	74	玉米	49		

摘自:武汉医学院主编,营养与食品卫生学,1981:11

4. 食物蛋白质的生物利用率

食物蛋白质质量的优劣,主要以其在体内被消化吸收后的利用程度(即其生物利用率)来衡量。测定食物蛋白质生物利用率的方法很多,具体有以下几种:

(1) 蛋白质生物学价值(biological value, BV,简称生物价)用以表示食物蛋白质吸收后被机体储留的程度。生物学价值越大,表示该食物蛋白质生物利用率越高。公式为:

$$\text{蛋白质生物学价值} = \frac{\text{氮储留量}}{\text{氮吸收量}} \times 100$$

$$\text{氮吸收量} = \text{食物氮} - (\text{粪氮} - \text{粪代谢氮})$$

$$\text{氮储留量} = \text{氮吸收量} - (\text{尿氮} - \text{尿内源氮})$$

尿内源氮为机体不摄入蛋白质时尿中所含的氮,主要来源于组织分解。粪代谢氮及尿内源氮在实验开始第一阶段,进食无氮膳食期间测定。表 1-5 为几种常用食物蛋白质的生物价。

表 1-5 几种常见食物蛋白质的生物价

品 种	生物价	品 种	生物价	品 种	生物价	品 种	生物价
鸡蛋	94	牛心	74	大米	77	马铃薯	67
蛋清	83	小牛肉	62	小麦	67	红薯	72
牛奶	85	猪肉	74	大麦	64	花生	59
牛肝	77	虾	77	面粉	52	大豆(生)	57
牛肾	77	鱼	76	玉米	60	大豆(热)	64
牛肉	76			绿豆	58	芝麻	71

(2) 蛋白质净利用率(net protein utilization, NPU)系将蛋白质生物学价值与消化率结合起来评价蛋白质质量的方法。公式为:

$$\text{蛋白质净利用率(\%)} = \text{生物价} \times \text{消化率} = \frac{\text{氮储留量}}{\text{氮吸收量}} \times \frac{\text{氮吸收量}}{\text{摄入氮量}} \times 100 = \frac{\text{氮储留量}}{\text{摄入氮量}} \times 100$$

(3) 蛋白质功效比值(protein efficiency ratio, PER)系测定生长发育中的幼小动物摄入 1g 蛋白质所增加的体重克数来表示蛋白质被机体利用的程度。一般用雄性断乳大鼠,以含 10% 蛋白质饲料喂饲 28d,然后计算相当于 1g 蛋白质所增加体重的克数。公式为:

$$\text{蛋白质功效比值} = \frac{\text{动物增加体重(g)}}{\text{摄入蛋白质(g)}}$$

本法的缺点是 PER 值不与受试蛋白质的营养价值成正比。例如,蛋白质功效比值为 1.5,但其营养价值并不相当于功效比值 3.0 的蛋白质的 50%。由于这一指标简便实用,所以被许多国家所采用。

(4) 相对蛋白质价值(relative protein value,RPV)系将几种待测蛋白质,以不同水平喂饲正在生长发育的动物(常为大鼠),将其生长速度与蛋白质剂量作回归曲线,求出曲线斜率。利用率越高,斜率就越大。一般以乳白蛋白的斜率为 100 作为参考标准,可求出各种蛋白质的相对蛋白质价值。公式为:

$$\text{相对蛋白质价值(\%)} = \frac{\text{某蛋白质测得的回归斜率}}{\text{乳白蛋白测得的回归斜率}} \times 100$$

七、蛋白质的互补作用

两种或两种以上食物蛋白质混合食用时,其中所含有的必需氨基酸就可相互配合,取长补短,使必需氨基酸比值更接近人体需要的氨基酸模式,从而提高了混合蛋白质的生物价,这种作用称为蛋白质的互补作用。蛋白质的互补作用,其实是必需氨基酸之间的互补,也是提高食物蛋白质营养价值的一个重要途径。从表 1-6 可以看出,玉米中赖氨酸含量低,但与含赖氨酸较高的大豆、小米混合食用,蛋白质的生物价值可由 60 提高到 73。同样将玉米、小麦、大豆混合食用,蛋白质的生物价值也会提高。日常生活中也有许多类似例子,如杂合面、糯米绿豆粥、金银卷子、豆沙包、芝麻酱拌豆腐等。至于用面筋、腐竹、香干、豌豆、笋片、木耳、香菇等共同烹调而成的素什锦,更是集植物蛋白之大成。若在植物性食物的基础上再添加少量动物性食物,蛋白质的生物价值还会提高,如小麦、小米、大豆、牛肉按适当比例混用,其蛋白质生物价值可提高到 89。由此可见,动植物性食物混合食用比单纯植物性食物混合食用,其蛋白质生物价值