

当代旅游学规划教程

旅游营养与 卫生学

LUYOU YINGYANG YU WEISHENGXUE

金声琅 / 主编



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

当代旅游学规划教程

旅游营养与 卫生学

LUYOU YINGYANG YU WEISHENGXUE

金声琅 /主 编

姜 薇
杜密英

孙克奎
邵玉振 /副主编



合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

旅游营养与卫生学/金声琅主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2017. 1
ISBN 978-7-5650-3234-9

I. ①旅… II. ①金… III. ①旅游—食品营养②旅游—食品卫生学
IV. ①R15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 013089 号

旅游营养与卫生学

金声琅 主编

责任编辑 朱移山

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2017 年 1 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2017 年 7 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	710 毫米×1000 毫米 1/16
电 话	总 编 室:0551-62903038 市场营销部:0551-62903198	印 张	19.75
网 址	www.hfutpress.com.cn	字 数	333 千字
E-mail	hfutpress@163.com	印 刷	安徽昶颀包装印务有限责任公司
		发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-3234-9

定价: 38.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

前 言

旅游业,国际上称为旅游产业,是凭借旅游资源和设施,专门或者主要从事招徕、接待游客,为其提供食、住、行、游、娱、购等六个环节服务的综合性行业。2016年被认为是中国旅游波澜壮阔的一年,“大众旅游”首次写入政府工作报告,“十三五”规划将旅游产业上升为战略性支柱产业。文创、科技等要素在旅游产业中的渗透,将改变以往的旅游消费结构,如文化娱乐、目的地生活体验方面的体验性消费,将进一步扩大。旅游业务由三部分构成:旅游业、交通客运业和以饭店为代表的住宿业,它们是旅游业的三大支柱。当下,旅游已成为老百姓的生活常态,要保证旅游品质,旅游餐饮则是基础。但由于种种原因,旅游餐饮并没有引起旅游从业者的高度重视,导致投诉层出不穷,其中旅游团队用餐尤为严重。

目前市场上同类的教材,多为预防医学、食品科学领域的教材,或者是中等职业学校以及高职高专规划教材,而针对普通高等地方性本科院校旅游类的同类教材鲜见。我们根据教育部和国家旅游局对旅游学科的规划和行业要求,编著了本部教材。以“联系实际、深化概念、注重应用、培养创新”为原则,编写力求从现代营养学和卫生学的角度阐述饮食营养与卫生安全的基本理论、基本知识和基本技能,特别是把现代营养学和卫生学的理论应用于旅游业实践中,使学生能系统地了解目前各类食品的概念、标准、要求及主要质量管理。教材还介绍了旅游团队营养配餐、《中国居民膳食指南(2016)》《中华人民共和国食品安全法》(2015年修订)等目前最新的知识,设计了相应的实验实训内容,具有较强的实用性。

教材内容涉及营养学、卫生学和管理学三大部分,共分十个项目,营养学主要介绍营养学基本原理、各类原料的营养价值、旅行团配餐及平衡膳食;卫生学主要介绍食品污染及其预防、食品的腐败变质及其预防、食物中毒及预防、常见食源性传染病和寄生虫病及其预防、各类食品的卫生要求;管理学主要介绍旅游餐饮经营的卫生与安全、现代旅游餐饮卫生管理与安全控制。与以

往的教材相比,本书更符合应用型本科旅游院校的教学需求。应用本科教育是培养适应旅游行业生产、管理、服务第一线需要的高等技术应用型人才,以培养技术应用能力为主线设计学生的知识、能力、素质结构和培养方案,以“应用”为主旨和特征构建课程和教学内容体系,重视学生的技术应用能力的培养。因此,在此次编写过程中,我们在坚持教材原有的学术规范性的基础上,加强了理论内容的概括和提炼,以理论知识的适度、够用为原则来进行理论知识部分的编写,同时也加强了实践内容在教材中的渗透和体现,以应用性为导向。但囿于写作团队的眼界、学识和能力,不足之处,还请各位专家和广大读者指正。

本书是集体智慧的结晶,黄山学院金声琅负责全书框架的设计和统稿,并完成第一、二、六、七章,姜薇负责第四、五章,孙克奎负责第九、十章,郜玉振负责第八章,桂林旅游学院杜密英负责第三章。首先,感谢本书所列参考文献的作者以及未及时列入参考文献的引文作者,他们的前期研究为本书的写作提供了思想的源泉和有益的启发。其次,感谢从多方面激发本书写作灵感的领导、老师和同事们,他们包括吉林大学生物与农业工程学院殷涌光教授、黄山学院胡善风副校长以及黄山学院旅游学院的毕民智书记、朱国兴院长和各位同事们。再次,感谢参与资料整理工作的黄山学院毕业生汤鑫磊、沈海军、毛召燕、李瑞,他们给予书稿撰写工作以很大的帮助。另外,感谢参与课程改革的黄山学院旅游学院烹饪与营养教育专业2013级至2016级的同学们,他们的实践需求为本书的写作提供了依据。最后,感谢合肥工业大学出版社的相关工作人员的大力支持。

金声琅

2017年2月27日

目 录

第一章 营养学基本原理	(1)
第一节 人体对食物的消化吸收	(1)
第二节 蛋白质	(5)
第三节 脂类	(14)
第四节 碳水化合物	(19)
第五节 能量	(23)
第六节 矿物质	(29)
第七节 维生素	(40)
第八节 水	(54)
第二章 各类食品的营养价值	(57)
第一节 食品营养价值的评价	(57)
第二节 动物性食品的营养价值	(58)
第三节 植物性食品的营养价值	(76)
第四节 其他食品的营养价值	(92)
第三章 旅行团配餐及平衡膳食	(101)
第一节 合理烹饪	(101)
第二节 平衡膳食	(116)
第三节 旅行团配餐与营养食谱编制	(143)
第四节 营养、膳食与疾病	(151)
第四章 食品污染及其预防	(161)
第一节 食品污染概述	(161)

第二节	食品的微生物污染及其预防	(164)
第三节	化学性污染及其预防	(169)
第四节	食品的放射性污染	(177)
第五节	食品添加剂卫生	(178)
第六节	环境卫生对食品卫生的影响	(181)
第七节	食品安全性评价	(182)
第五章	食品的腐败变质及其预防	(185)
第一节	食品腐败变质的原因和影响因素	(185)
第二节	食品的易腐性及烹饪原料鲜度的评价指标	(189)
第三节	食品腐败变质的预防措施	(193)
第六章	食物中毒及预防	(198)
第一节	食物中毒概述	(198)
第二节	细菌性食物中毒	(201)
第三节	有毒动、植物引起的食物中毒	(213)
第四节	化学性食物中毒	(223)
第五节	真菌毒素食物中毒	(227)
第六节	食物中毒的抢救及调查处理	(232)
第七章	常见食源性传染病和寄生虫病及其预防	(236)
第一节	传染病流行过程的基本规律	(236)
第二节	常见食源性寄生虫及其预防	(247)
第八章	各类食品的卫生要求	(253)
第一节	食品的市场准入制度	(253)
第二节	植物性食品的卫生要求	(257)
第三节	动物性食品的卫生要求	(262)
第四节	食用油脂的卫生要求	(272)

第五节 冷饮食品的卫生要求	(274)
第九章 旅游餐饮经营的卫生与安全	(277)
第一节 旅游餐饮从业人员的卫生素养	(277)
第二节 经营场所、设施、设备及工具卫生与安全	(280)
第三节 烹饪加工卫生与安全	(283)
第四节 餐饮服务卫生与安全	(290)
第十章 现代旅游餐饮卫生管理与安全控制	(295)
第一节 餐饮企业卫生管理的意义与组织	(295)
第二节 食品卫生法规与食品卫生标准	(297)
第三节 食品良好生产规范 (GMP)	(299)
第四节 危害分析与关键点控制 (HACCP)	(301)
参考文献	(308)

第一章 营养学基本原理

第一节 人体对食物的消化吸收

食物是一种复杂的物质，在其所含的营养成分中，除水、无机盐外，都是分子结构较为复杂的有机物，如糖类、脂类、蛋白质等。它们一般都是难于溶解的生物大分子，不能被有机体直接利用，必须先消化道内进行分解。结构复杂的大分子变成结构简单的小分子，才能透过消化管壁的上皮细胞进入血液、淋巴液，然后，通过血液循环、淋巴循环输送到身体各部分，供组织细胞利用。

一、人体消化系统的组成

消化系统由消化道和消化腺组成。消化道是一条长约9m、粗细不等的弯曲管道，包括口腔、咽、食道、胃、小肠、大肠和肛门。消化腺分为两类：一类是位于消化道外的大消化腺，有唾液腺、肝脏和胰腺，它们通过导管开口于消化道；另一类是分布于消化道壁内的小腺体，有胃腺、肠腺等，它们数量甚多，都直接开口于消化道。消化腺能分泌消化食物的消化液。

二、食物的消化

食物进入消化道，在消化酶的作用下，被分解成小分子的过程，称为食物的消化。食物经过分解后透过消化管壁进入血液和淋巴液的过程称为吸收。最后，不能消化的食物残渣、水和代谢终产物被排出体外，这一过程称为排泄。食物的消化、吸收、排泄是食物满足人体生长发育、热能的需要，构成机体组织，调节体内各种生理机能不可缺少的三个重要过程。

食物在消化道内的消化，主要有两种方式：一种是靠口腔的咀嚼和消化管

的蠕动，把大块食物磨碎并与消化液混匀，称为机械性消化；另一种是靠消化液中的消化酶和其他成分（如胃酸）分解食物，称为化学性消化。

（一）食物在口腔内的消化

食物的消化始于口腔，咀嚼可把食物咬碎并同唾液混合成食团，唾液淀粉酶使食团中的淀粉分解成糊精，部分可继续分解成麦芽糖。一般食物在口腔中停留的时间很短，只有 15 ~ 20s，所以淀粉的分解量甚少。为充分发挥唾液淀粉酶的作用，进食时以细嚼慢咽为宜。细嚼米饭或馒头时之所以感觉微甜，是因为部分淀粉已经变成麦芽糖。因为唾液中无分解蛋白质和脂肪的酶，所以含蛋白质和脂肪的食物在口腔中主要是机械性消化。

（二）食物在胃内的消化

食糜经过食管到达胃里，胃的收缩和蠕动，进一步揉搓食糜并使其和胃液充分混合。经过初步消化后，再逐步输送至十二指肠。胃的入口是食管与胃相连处，称为贲门；胃的出口是胃与十二指肠相连处，称为幽门。

胃黏膜有许多胃腺，它分泌的胃液主要成分是盐酸、胃蛋白酶和黏液，还有少量胃脂肪酶，每人每天分泌胃液 1.5 ~ 2.5L。胃酸（盐酸）提供胃蛋白酶所需的酸性环境，使食物中蛋白质变性易于分解；胃酸能杀死食物中的细菌；胃酸还能促进胆汁、胰液和肠液的分泌，并有利于小肠吸收钙和铁。胃蛋白酶能使蛋白质分解成蛋白胨和蛋白肽。胃液中的黏液不仅有润滑作用，使食物易于通过，而且还能保护胃黏膜不受损伤。少量的胃脂肪酶，分解脂肪的量不超过脂肪总量的 10%。

（三）食物在小肠内的消化

小肠是消化与吸收的主要场所，小肠有三种形式的运动：一是紧张性收缩，使食糜在小肠内的混合和作用加快；二是分节运动，小肠节律性的分段收缩，把食物分割成许多节段，反复切割，使食糜与消化液充分混合；三是蠕动，将食糜向大肠方向推动。小肠的运动同时促使小肠绒毛吸收营养素。小肠内腔表面有许多突起的绒毛，它们担负着吸收营养素的作用，每根绒毛中都有毛细血管和毛细淋巴管。绒毛壁、毛细血管和毛细淋巴管的管壁部只有一层上皮细胞，壁很薄，有利于营养成分的吸收。肠腺开口于相邻的两个小肠绒毛之间，它分泌的肠液进入肠腔。来自胃的酸性食糜一旦被推送进十二指肠，便刺激胰液、胆汁和肠液的分泌。小肠液中有许多消化酶，主要有肠脂肪酶、淀粉酶、麦芽糖酶、蔗糖酶、乳糖酶、糜蛋白酶和肠肽酶。脂肪被胆汁中的胆汁酸

乳化,并且受胰脂肪酶催化、水解,进而被肠黏膜脂肪酶分解成脂肪酸和甘油。胰脂肪酶作用于油相和水相的界面,因此,脂肪的消化作用在很大程度上取决于胆汁对脂肪乳化的程度。淀粉被胰淀粉酶催化水解成麦芽糖,随后被麦芽糖酶分解成葡萄糖。蔗糖被蔗糖酶水解为葡萄糖和果糖。乳糖被乳糖酶水解为葡萄糖和半乳糖。蛋白质受胰蛋白酶和肠肽酶的催化,分解成蛋白胨、蛋白胨和多肽,多肽由肠黏膜肽酶催化水解成氨基酸。

(四) 食物在大肠内的消化

大肠所分泌的碱性黏稠液中,几乎不含消化酶,但是小肠液中的酶随着食糜一起进入了大肠,所以在大肠内,食物的消化作用仍在继续进行,不过这种消化作用极为微弱。在大肠内,食物残渣中的一部分水和少量的无机盐以及由大肠中的微生物合成的维生素(维生素 B_6 、K等)被吸收,最终形成粪便,通过直肠由肛门排出。

三、营养素的吸收

食物经过消化,高分子的营养物质大多已变成低分子的营养成分。例如,糖类分解成葡萄糖,蛋白质分解成氨基酸,脂肪分解成脂肪酸和甘油,维生素和无机盐则在消化过程中从食物中游离出来,上述这些低分子物质能透过肠壁被人体吸收。

食物在消化道内吸收量的多少,在很大程度上取决于肠道的表面积。小肠不仅长(5~7m),而且黏膜上有凸起的绒毛结构(图1-1),这就大大增加了消化和吸收的面积(可达 $200m^2$ 以上)。胃和大肠的吸收面积远不及小肠,虽然胃和大肠内壁有许多皱褶,但缺少绒毛结构。因此,食糜在小肠中的推进速度非常慢,可长达3~8小时。这些都为食物能在小肠内被充分吸收创造了条件。

(一) 糖类的吸收

单糖是糖类被肠道吸收的主要形式。肠道中主要的单糖有葡萄糖、果糖和半乳糖。各种单糖的吸收速度不一。如果把葡萄糖的吸收速度记为100,那么果糖的吸收速度是70,半乳糖的吸收速度是110。双糖一般不被吸收。

吸收后的单糖进入毛细血管,经门静脉入肝脏,以肝糖原的形式贮存。大量摄取淀粉时,肝糖原剧增,餐后1小时血糖即增加,2~3小时后,又恢复为正常水平(100mg/100ml)。

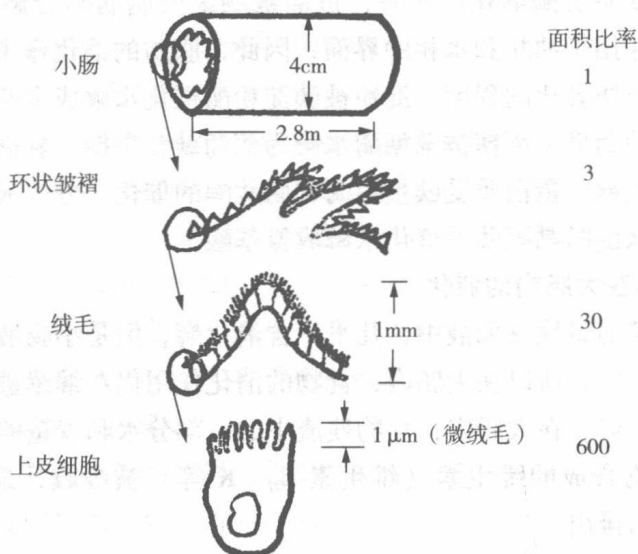


图 1-1 小肠的构造与吸收表面积

(二) 蛋白质的吸收

氨基酸是蛋白质被吸收的主要形式。氨基酸在小肠内被吸收后，从毛细血管经门静脉进入肝脏，其中一部分被合成为组织蛋白质；一部分合成为含氮的有机物，如嘌呤、肌酸等；还有一部分氨基酸继续分解成低分子的物质，如粪素、尿素、氨等。

肉类、乳类、蛋类、禽类、鱼类等动物蛋白质几乎能被完全水解，97%以上可被人体消化吸收。有些植物蛋白质由于纤维素的包裹及其他因素，较难被消化吸收，吸收率比动物蛋白质低。

(三) 脂肪的吸收

脂肪的吸收主要在十二指肠下部和空肠上部，多以甘油和脂肪酸的形式被吸收。由于甘油溶于水，故易经血液吸收，而脂肪酸不溶于水，吸收过程就比较复杂。

长链脂肪酸及甘油被吸收后，大部分在肠黏膜细胞的内质网上重新合成甘油三酯，小部分脂肪酸则能转化成胆固醇。它们被吸收入肠绒毛的淋巴管中，再运送到身体的其他部位。其中部分甘油三酯和长链脂肪酸与胆盐聚合成微粒，这种微粒带有极性，通过小肠绒毛表面的水层，进入肠黏膜细胞。留下的胆汁酸又可在回肠下部重被吸收入肝脏，重新组成胆汁酸盐微粒，反复利用。

在人体内合成的甘油三酯还可以结合成脂蛋白、卵磷脂、胆固醇，进行运转构成机体组织。另外，脂溶性维生素还可以随乳糜微粒很快被吸收。

（四）无机盐的吸收

可溶性无机盐被吸收后，主要经血液进入体内；难溶性无机盐的吸收较差，机体往往借助于特殊运转机理吸收各种离子。血液与肠内容物之间存在着各种离子交换，所交换的离子种类和数量，取决于供给量、需要量、肠内和人体组织内的酸碱度和渗透压，以及食物中的有机酸等因素。在消化过程中，无机盐从食物中游离出来，是食物中离子能被充分吸收的先决条件。

（五）维生素的吸收

维生素的吸收取决于它的溶解性。一般水溶性维生素容易被吸收，脂溶性维生素必须溶解于脂肪中，才能被机体吸收。此外，一些维生素，如维生素A、胡萝卜素、维生素K等，还需要胆汁参与其吸收过程。

第二节 蛋白质

一、蛋白质的组成和分类

（一）蛋白质的组成

蛋白质主要由碳、氢、氧、氮四种化学元素组成，多数蛋白质还含有硫和磷，有些蛋白质还含有铁、铜、锰、锌等矿物质。蛋白质内四种主要化学元素的含量为：碳15%~55%，氢67%、氧21%~23.5%、氮15%~18.6%。人体内只有蛋白质含有氮元素，其他营养素不含氮。因此，氮成为测量体内蛋白质存在数量的标志。一般来说，蛋白质的平均含氮量为16%，即人体内每6.25g蛋白质含1g氮，所以只要测定出体内含氮量，就可以计算出蛋白质的量。

（二）蛋白质的分类

根据蛋白质所含氨基酸种类、数量和比例的不同，把蛋白质分成以下三类：

1. 完全蛋白质

这类蛋白质中所含的必需氨基酸的种类齐全、数量充足，比例适合人体的

需要。因此,这类蛋白质能维持身体健康并能促进人体生长发育,如瘦肉、蛋、奶、禽、鱼、大豆类所含的蛋白质。

2. 半完全蛋白质

这类蛋白质中所含的必需氨基酸的种类齐全,但有的种类数量偏少,相互间的比例不符合人体需要。如果作为蛋白质的唯一来源,则只能维持生命,不能促进人体的正常发育和健康,如米、麦、土豆、花生和干果中的蛋白质。

3. 不完全蛋白质

这类蛋白质所含的必需氨基酸的种类不全。如用它们作为膳食中的唯一蛋白质来源时,身体将日见消瘦,严重者可导致死亡,如玉米、豌豆中的蛋白质缺色氨酸和赖氨酸,肉皮、蹄筋和鱼翅中的蛋白质缺色氨酸和蛋氨酸。

二、蛋白质的生理功能

(一) 构成人体,更新和修补组织

被吸收进入人体的氨基酸,通过血液循环到达身体的各个组织,构成人体各部分器官中的蛋白质,如皮肤、肌肉、内脏、体液、毛发、指甲等。

人体中的蛋白质处在不断合成与分解的动态变化过程中,更新和修补是反复进行的。例如,肠黏膜和肝脏蛋白质的半衰期是10天,肌纤维蛋白质的半衰期是50~60天。成年人体内的蛋白质约占体重的18%,蛋白质的总更新量每日约为400克。更新中的蛋白质释放出的氨基酸,又大部分用于合成新的蛋白质分子,只有一小部分进一步分解成代谢产物(如尿素)被排出体外。

(二) 调节生理机能

(1) 维持体液平衡。正常人的血浆与组织间的水不停地交换,保持着动态平衡。如果血中蛋白质浓度降低,血浆中渗透压亦随之降低,则血浆中的水分随血液进入组织间隙增多,引起水肿。

(2) 维持机体的酸碱平衡。血浆蛋白、血红蛋白及盐类,能够调节人体的酸碱度。

(3) 促进人体各种生理作用。人体内所有的合成和分解代谢,均依赖于酶和激素的作用,胃蛋白酶、胰岛素都是蛋白质构成的,甲状腺素、肾上腺素都是氨基酸的衍生物。

(4) 增强人体的抵抗力。抗体是一种蛋白质,如流行性感、麻疹、病

病毒性肝炎、伤寒、白喉和百日咳的抗体形成，都与蛋白质有关。

(5) 解毒作用。高蛋白膳食可以保护肝脏，增强肝脏对化学毒物的抵抗力。

(三) 供给热能

每克蛋白质在体内可产生 16.72kJ (4kcal) 热能。机体内旧的或已被破坏的组织细胞中的蛋白质发生分解，或大量进食蛋白质时，多余氨基酸分解，都会释放出热能。

三、氮平衡

在正常情况下，人在成年之后体内蛋白质含量稳定不变。虽然通过蛋白质的不断分解与合成，细胞组织在不断地更新，但蛋白质的总量却维持动态平衡。一般认为，人体内的全部蛋白质每天约有 3% 进行更新。由于氨基酸是组成蛋白质的基本单位，所以蛋白质在人体内首先被分解成氨基酸，然后大部分又重新合成蛋白质，其中只有一小部分分解成尿素以及其他代谢产物排出体外。这种氮排出是人体不可避免的消耗损失，称为必要的氮损失。因此，为维持成年人的正常生命活动，每天必须从膳食中补充蛋白质，才能维持人体内蛋白质总量的动态平衡。如果人体摄入氮和排出氮的量相等，就称为氮平衡。氮平衡状态可用下式来表示：

$$\text{摄入氮} = \text{尿氮} + \text{粪氮} + \text{其他氮损失 (通过皮肤及其他途径排出氮)}$$
$$\text{氮平衡} = \text{摄入氮} - (\text{尿氮} + \text{粪氮} + \text{其他氮损失})$$

对于正在生长发育的婴幼儿和青少年，为了满足新增组织细胞合成的需要，有一部分蛋白质将在体内储留，即蛋白质的摄入量大于排出量，摄入氮量大于排出氮量，称为正氮平衡；在某些疾病状态下，可能由于大量组织细胞破坏分解，人体排出氮量大于摄入氮量，称为负氮平衡。

人体每天必须摄入一定量的蛋白质以维持氮平衡。如果摄入蛋白质过少，会产生蛋白质缺乏症；如果每天摄入的蛋白质过多，体内氮含量也会过多，就会造成蛋白质中毒症。因此，大量摄入蛋白质对身体是有害的，过量摄取蛋白质会导致钙排泄量增大。

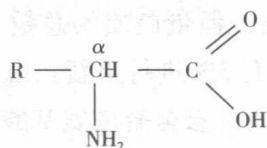
四、氨基酸和必需氨基酸

1. 氨基酸

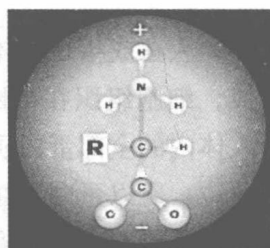
氨基酸 (amino acid) 是组成蛋白质的基本单位, 氨基酸分子通式及结构如图 1-2 所示。

多个不同氨基酸组成肽 (peptide), 含 10 个及以上氨基酸的称多肽 (polypeptide); 含 10 个以下氨基酸的称寡肽 (oligopeptide); 含 3 个或 2 个氨基酸的分别称为三肽 (tripeptide) 或二肽 (dipeptide)。

构成人体蛋白质的氨基酸有 20 种。



氨基酸分子通式



氨基酸结构

图 1-2 氨基酸分子通式及结构

2. 必需氨基酸

必需氨基酸 (essential amino acid, 简称 EAA) 是人体不能合成或合成速度不能满足机体需要, 必须从食物中直接获得的氨基酸。

必需氨基酸共 9 种: 异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸、缬氨酸、组氨酸 (婴儿)。

半胱氨酸和酪氨酸在体内分别由蛋氨酸和苯丙氨酸转变而来, 因此, 被称为半必需氨基酸 (semi-essential amino acid)。

其他 9 种氨基酸可由人体自身合成以满足需要, 故称为非必需氨基酸 (non-essential amino acid), 包括丙氨酸、精氨酸、天门冬氨酸、天门冬酰胺、谷氨酸、谷氨酰胺、甘氨酸、脯氨酸、丝氨酸。

3. 氨基酸模式

氨基酸模式 (amino acid pattern) 是指某种蛋白质中各种必需氨基酸的构成比例。

计算方法: 以该种蛋白质中的色氨酸含量为 1, 分别计算出其他必需氨基

酸的相应比值。不同食物蛋白质和人体蛋白质氨基酸模式见表 1-1。

表 1-1 几种食物和人体蛋白质氨基酸模式

氨基酸	人体	全鸡蛋	牛奶	牛肉	大豆	面粉	大米
异亮氨酸	4.4	3.2	3.4	4.4	4.3	3.8	4.0
亮氨酸	7.0	5.1	6.8	6.8	5.7	6.4	6.3
赖氨酸	5.5	4.1	5.6	7.2	4.9	1.8	2.3
蛋氨酸+半胱氨酸	3.5	3.4	2.4	3.2	1.2	2.8	2.3
苯丙氨酸+酪氨酸	6.0	5.5	7.3	6.2	3.2	7.2	3.8
苏氨酸	4.5	2.8	3.1	3.6	2.8	2.5	2.9
缬氨酸	5.0	3.9	4.6	4.6	3.2	3.6	4.8
色氨酸	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

当食物蛋白质的氨基酸模式越接近人体蛋白质的氨基酸模式时，必需氨基酸被机体利用的程度也越高，则食物蛋白质的营养价值越高。这样的蛋白质有鸡蛋、奶、肉、鱼等动物性蛋白质和大豆蛋白质，被称为优质蛋白质。其中氨基酸模式与人体蛋白质氨基酸模式最接近的某种蛋白质常被作为参考蛋白（reference protein），通常为鸡蛋蛋白质。

食物蛋白质中一种或几种必需氨基酸含量相对较低，会导致其他必需氨基酸在体内不能被充分利用，造成食物蛋白质营养价值降低，这些含量较低的氨基酸称限制氨基酸（limiting amino acid，简称 LAA）。其中含量最低的称第一限制氨基酸。植物性蛋白质中的限制性氨基酸多为赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、色氨酸。限制氨基酸的模型如图 1-3 所示。

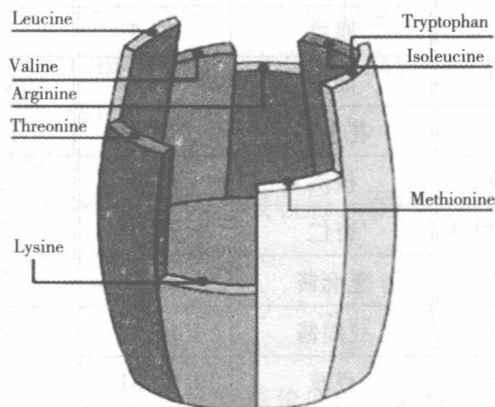


图 1-3 桶板模型