

安徽省高职高专护理专业规划教材



Shengwu Huaxue

生物化学

(可供高职高专卫生职业教育各专业使用)

(第2版)

◇ 杜 江 / 主编



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

安徽省高职高专护理专业规划教材

生物化学

(第2版)

(可供高职高专卫生职业教育各专业使用)

主 编 杜 江

副主编 张又良 闫 波

编 者 (按姓氏笔画为序)

闫 波(安徽医学高等专科学校)

李道远(皖西卫生职业技术学院)

杜 江(合肥职业技术学院)

陈 岩(滁州城市职业技术学院)

迟亚璠(宣城职业技术学院)

张又良(安徽人口职业学院)

胡艳妹(铜陵职业技术学院)

蔡玉华(合肥职业技术学院)



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

· 南京 ·

内 容 提 要

本书主要介绍蛋白质的结构与功能、核酸结构与功能、酶、维生素、生物氧化、糖代谢、脂质代谢、蛋白质代谢、核酸代谢和蛋白质的生物合成、水和无机盐代谢、非营养物质的代谢等。本书内容简练、实用,可操作性强。本书还增加“学与问”“知识点归纳”等内容,以便于学生复习和掌握。

本书可供高职高专卫生职业教育各专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学 / 杜江主编. — 2 版. — 南京: 东南大学出版社, 2016. 1

ISBN 978-7-5641-6325-9

I. ①生… II. ①杜… III. ①生物化学—高等职业教育—教材 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 320289 号

生物化学(第 2 版)

出版发行	东南大学出版社
出 版 人	江建中
社 址	南京市四牌楼 2 号
邮 编	210096
经 销	江苏省新华书店
印 刷	
开 本	787 mm×1 092 mm 1/16
印 张	12.75
字 数	319 千字
版 次	2016 年 1 月第 2 版 2016 年 1 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5641-6325-9
定 价	36.00 元

* 本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系,电话:025—83791830。



随着社会经济的发展和医疗卫生服务改革的不断深入,对护理人才的数量、质量和结构提出新的更高的要求。为加强五年制高职护理教学改革,提高护理教育的质量,培养具有扎实基础知识和较强实践能力的高素质、技能型护理人才,建设一套适用于五年制高职护理专业教学实际的教材,是承担高职五年制护理专业教学任务的各个院校所关心和亟待解决的问题。

在安徽省教育厅和卫生厅的大力支持下,经过该省有关医学院校的努力,由安徽省医学会医学教育学会组织的安徽省五年制高职护理专业规划教材编写工作,于2005年正式启动。全省共有10余所高校、医专、高职和中等卫生学校的多名骨干教师参加了教材的编写工作。本套教材着力反映当前护理专业最新进展的教育教学内容,优化护理专业教育的知识结构和体系,注重护理专业基础知识的学习和技能的训练,以保证为各级医疗卫生机构大量输送适应现代社会发展和健康需求的实用性护理专业人才。在编写过程中,每门课程均着力体现思想性、科学性、先进性、启发性、针对性、实用性。力求做到如下几点:一是以综合素质教育为基础,以能力培养为本位,培养学生对护理专业的爱岗敬业精神;二是适应护理专业的现状和发展趋势,在教学内容上体现先进性和前瞻性,充分反映护理领域的新知识、新技术、新方法;三是理论知识要求以“必需、够用”为原则,因而将更多的篇幅用于强化学生的护理专业技能上,围绕如何提高其实践操作能力来编写。

本套教材包括以下 30 门课程:《卫生法学》、《护理礼仪与形体训练》、《医用物理》、《医用化学》、《医用生物学》、《人体解剖学》、《组织胚胎学》、《生理学》、《病理学》、《生物化学》、《病原生物与免疫》、《药理学》、《护理心理学》、《护理学基础》、《营养与膳食》、《卫生保健》、《健康评估》、《内科护理技术》、《外科护理技术》、《妇产科护理技术》、《儿科护理技术》、《老年护理技术》、《精神科护理技术》、《急救护理技术》、《社区护理》、《康复护理技术》、《传染病护理技术》、《五官科护理技术》、《护理管理学》和《护理科研与医学文献检索》。本套教材主要供五年制护理专业使用,其中的部分职业基础课教材也可供其他相关医学专业选择使用。

成功地组织出版这套教材,是安徽省医学教育的一项重要成果,也是对安徽省长期从事护理专业教学的广大优秀教师的一次能力的展示。作为安徽省高职高专类医学教育规划教材编写的首次尝试,不足之处难免,希望使用这套教材的广大师生和读者能给予批评指正,也希望这套教材的编委会和编者们根据大家提出的宝贵意见,结合护理学科发展和教学的实际需要,及时组织修订,不断提高教材的质量。

卫生部科技教育司副司长 王群

2006 年 2 月 6 日

前言

本教材是在安徽省卫生厅和安徽省教育厅的关心指导下,由安徽省医学会医学教育分会组织编写的安徽省五年制护理专业高职规划教材,除可供五年一贯制高职护理专业使用以外,还可供高职临床医学、医学影像、口腔技术、生物制药、妇幼卫生等专业使用,也可作为卫生类中专护理等专业的教材或参考书。

高等职业教育是我国教育教学改革的新事物,教学改革的工作中心是教材建设。教材不仅是学生获得系统知识进行学习的主要依据,而且是教师教学的主要依据。本教材编写旨在进一步提高学生的思想道德品质、文化科学知识、审美情趣和心理素质,培养学生的创新精神、实践能力、终生学习的能力和适应社会生活的能力,促进学生的全面发展,同时为学生学习药理学、生理学等后续课程打下坚实的基础。

本教材编写的指导思想是在充分体现“思想性、科学性、先进性、启发性和适应性”的基础之上,坚持“实用为本、够用为度”的原则,强调教材“以培养目标为依据,适当淡化学科意识”,以适应医学教育和医学发展的需要。

在编写过程中注意与其他相关课程知识的衔接,考虑到学生的实际情况,增加了每部分的主要问题的学与问,同时适当增加课后复习题,以便学生对所学内容的复习和掌握。

本书按 54 学时编写,包括绪论在内全书共十二章。本书由主编杜江统稿,参加编写的有(按章节顺序排列):杜江(第 1 章、第 6 章、第 11 章),李道远(第 2 章、第 9 章)陈岩(第 3 章),闫波(第 4 章、第 8 章),迟亚璠(第 5 章、第 12 章),胡艳妹(第 7 章),蔡玉华(第 10 章)。本教材主要供五年制高职护理专业使用,相关其他医学类专业也可使用。

本教材编写过程中得到了安徽省卫生厅、安徽省教育厅、安徽医学高等专科学校、宣城职业技术学院、铜陵职业技术学院、皖西卫生职业学院、城市职业技术学院、合肥职业技术学院以及各位编者所在学校的大力支持,编者在此表示感谢!并对本书所引用参考文献的作者及编者深表谢意!鲁文胜老师帮助校对部分稿件,在此一并致谢。

由于我们水平有限,本教材难免存在不少缺点和不当之处,尤其是在教材的内容取舍及编写方法的变革方面,还衷心期望各同行专家,特别是直接使用本教材的师生、读者给予批评和指正。

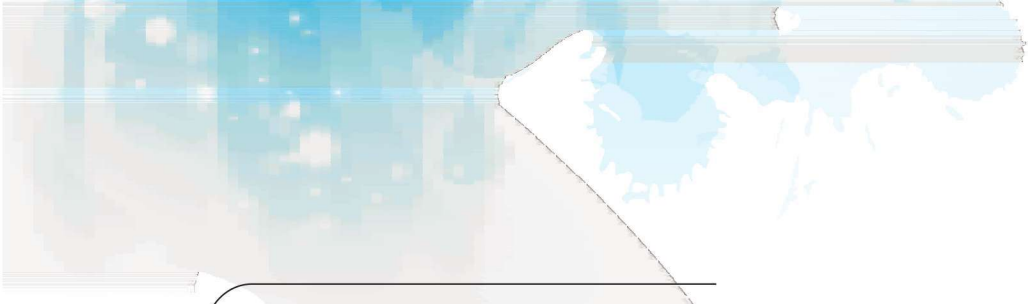
杜 江
2015 年 7 月

第1版前言

本教材是安徽省五年制高职护理专业规划教材之一,是面向 21 世纪的高职教育课程教材。因此,我们确定编写本教材的指导思想是:在现代教育思想指导下,转变教育观念,坚持以就业为导向,以能力为本位,面向社会,面向市场,为我国经济结构调整和科技进步服务,努力造就社会迫切需要的高素质技能人才。编写的原则是:以培养能够从事护理工作的应用型高素质护理人才为目标,加强理论、联系实际、突出护理、面向发展。

全书共 16 章,介绍了蛋白质、核酸及酶的结构与功能,以及维生素、糖代谢、生物氧化、脂类代谢、氨基酸代谢、核苷酸代谢、基因信息的传递与表达、分子生物学常用技术与人类基因组计划、血液的生物化学、水和无机盐代谢、酸碱平衡和肝脏的生物化学等方面的知识。

编写教材时,我们尽可能地做到既顾及生物化学学科长期积累形成的知识结构体系,同时又能突出护理专业的特点,在生物化学基础知识中渗透与之相关的护理应用性知识,以适应整体护理、程序护理的要求,及融治疗、教育、咨询为一体的复合型护理模式转变对人才的需求。编写教材时注意到知识体系的框架结构、逻辑顺序,按照人们认识事物的普遍规律和科学的思维方式、方法组织教材内容,既便于学生自学,同时也有利于教师指导学生学习,试图让学生从中领悟到分析问题的思路和方法,培养学生获取知识的能力,提高其综合素质。



本教材由 8 位教师执笔编写,他们以严谨的治学态度和高度的责任心,经多次修改和审阅,最后定稿。在编写过程中,我们得到了安徽省宿州卫校、阜阳卫校、黄山卫校、安徽省计划生育学校、铜陵职业技术学院、淮南卫校、安徽医学高等专科学校和巢湖职业技术学院的领导和老师的大力支持,对此,我们深表敬意和感谢,对其他支持和帮助过我们的同行们、朋友们也在此一并表示感谢。

由于我们的水平有限,加上时间仓促,书中难免会出现不足和错漏,敬请师生们在使用过程中及时提出意见,我们将不断地予以改正和完善。

鲁文胜

2005 年 10 月

目 录

第一章 绪 论

第二章 蛋白质的结构与功能

第一节 蛋白质的化学组成	5
第二节 蛋白质的分子结构	9
第三节 蛋白质的理化性质	14
第四节 蛋白质的功能	17

第三章 核酸结构与功能

第一节 核酸的概念与分类	21
第二节 核酸的分子组成	22
第三节 核酸的结构	27
第四节 核酸的理化性质	33

第四章 酶

第一节 概述	38
第二节 酶的化学组成和分子结构	40
第三节 体内酶的特殊存在形式及酶的调节	43
第四节 影响酶促反应速度的因素	47

第五章 维生素

第一节 概述	56
第二节 脂溶性维生素	57
第三节 水溶性维生素	61

第六章 生物氧化

第一节 概述	71
第二节 线粒体氧化体系及能量生成	72
第三节 二氧化碳的生成	77
第四节 其他氧化体系	77

第七章 糖代谢

第一节 概述	87
--------------	----

目 录

第二节 糖的分解代谢	88
第三节 糖原的合成与分解	97
第四节 糖异生作用	100
第五节 血糖	101

第八章 脂类代谢

第一节 概述	107
第二节 甘油三酯的代谢	110
第三节 磷脂的代谢	117
第四节 胆固醇代谢	118
第五节 血脂与血浆脂蛋白	120

第九章 蛋白质代谢

第一节 蛋白质的消化吸收与腐败	128
第二节 氨基酸的动态平衡	130
第三节 氨基酸的分解代谢	130
第四节 个别氨基酸的代谢	138
第五节 糖、脂肪、氨基酸在代谢上的联系	143

第十章 核酸代谢和蛋白质的生物合成

第一节 核酸的消化与吸收	147
第二节 核酸的分解代谢	148
第三节 核酸的合成代谢	150
第四节 蛋白质的生物合成	161

第十一章 水和无机盐代谢

第一节 体液	167
第二节 水平衡	170
第三节 无机盐代谢	172

第十二章 非营养物质的代谢

第一节 生物转化作用	179
第二节 几种非营养物质的生物转化过程	182

主要参考文献

第一章 绪 论

学 习 目 标

掌握生物化学的基本概念;熟悉生物化学发展的历史与现状以及其学习方法;
了解生物化学学习的基本内容以及与医学专业学习的关系。

课 前 准 备

预习全章内容,初步理解本章主要讲述的内容。

生物化学(biochemistry)也称生命化学(life chemistry)。它是一门运用化学的原理和方法从分子水平研究生命现象,阐明生命现象的化学本质,探讨其组成与结构、物质代谢与调节及其生理功能的科学。生命化学是生命科学领域重要的领头学科之一。随着研究的深入和发展,生命化学已融入了生物学、物理学、微生物学、细胞生物学、免疫学以及遗传学等知识和技术,正在逐步成为生命科学的共同语言。人们通常将生物大分子结构、功能及其代谢调控的研究称为分子生物学(molecular biology),因此,从广义角度来看,分子生物学是生命化学的重要组成部分。

学与问:生物化学的概念是什么?

一、生物化学研究的对象和主要内容

(一) 生物化学的研究对象

生物化学研究对象为一切生物有机体,包括动物、植物、微生物和人体,研究其化学组成和化学变化的规律。生物化学分为动物生物化学、植物生物化学、微生物生物化学等,而医学生物化学是以人体作为研究对象,通过其他相关生物化学的研究知识,以及临床医疗实践累积人体生物化学资料。人体由各种组织和器官构成,各组织器官又以细胞为基本组成单位。每个细胞由成千上万种化学物质组成,包括无机物、有机小分子和生物大分子等。

人体内的化学元素主要有:碳、氢、氧、氮、钙、磷、硫、镁、钾、钠、氯、铁等。此外尚有占体重 0.01% 以下的微量元素,如锌、铜、碘、硒、锰等。有机小分子包括各种有机酸、有机胺、氨基酸、核苷酸、单糖、维生素等,它们与体内物质代谢、能量代谢密切相关。

生物大分子主要指蛋白质、酶、核酸、多糖、蛋白聚糖、脂类等。它们通常是由某些基本

结构单位按一定顺序和方式连接形成的多聚体(polymer),分子量一般大于 10^4 。尽管生物大分子种类繁多、结构复杂、功能各异,但其特征之一是具有信息功能,由此也称之为生物信息分子。

对生物大分子的研究,除了要确定其基本结构外,更重要的是研究其空间结构及其功能的关系。结构是功能的基础,而功能则是结构的体现。结构与功能之间的关系研究是当今生物化学的热点之一。

学与问:生物化学主要研究生物体的哪些方面?

(二) 物质代谢及其调节

生命体的最基本特征是新陈代谢,它可分为合成和分解两个方向相反的过程。即机体在生命活动中,一方面不断地从外界环境摄取氧气和营养物质,并将其转化成自身的组成成分,以实现生长发育和组成成分的更新,同时储存能量,这称为合成代谢;另一方面,体内的组成成分不断地分解,转化成代谢终产物,并将其排出体外,同时释放能量供机体利用,这称为分解代谢。新陈代谢过程中的物质合成代谢和分解代谢总称为物质代谢,能量的释放利用和储存转化则称为能量代谢。物质代谢与能量代谢密切相关,相互依存。

生物体内的物质代谢主要包括糖、脂类、蛋白质和核酸代谢,其本质是一系列复杂的化学反应过程,这些反应过程绝大部分是由酶催化的。在神经、激素等全身性调节因素的作用下,酶的活性或含量的变化对物质代谢的调节起着重要作用。目前对生物体内的主要物质代谢途径虽已基本清楚,但仍有许多的问题有待探讨,如物质代谢有序性调节的分子机制尚需进一步阐明;细胞信息传递的机制及网络也是近代生物化学研究的课题。

(三) 基因信息的传递及其调控

在生物体内,每一次细胞分裂增殖都包含着细胞核内遗传物质的复制与遗传信息的传递。遗传信息的传递涉及遗传、变异、生长、分化等诸多生命过程。个体的遗传信息以基因为单位,贮存于DNA分子中。研究DNA的复制、RNA转录、蛋白质生物合成等基因信息传递过程的机制及基因表达时调控的规律,是生物化学的又一主要内容。

随着人类基因组计划(human genome project, HGP)的最终完成,包含3万~4万个基因的人类染色体核苷酸序列将全部测定出来。在利用分子生物学技术深入探讨各种疾病发病机制的过程中,从基因水平深入理解疾病的发病机制,将为研究这些疾病的发生、发展、诊断、治疗以及预后提供新的手段。

二、生命化学发展简史

生命化学的研究始于18世纪中叶,由于药物的化学分析,第一次从动植物材料中分离出乳酸、柠檬酸、酒石酸、苹果酸、尿酸和甘油等,居住在瑞典的德国药剂师舍勒(K. W. Scheele)在这方面做出了贡献。1785年,法国著名化学家拉瓦锡(A. L. Lavoisier)阐明了呼吸过程的本质及其与氧化作用的关系。

18世纪中叶至20世纪初是生命化学发展的初期阶段,主要研究生物体的化学组成,其中主要对脂类、糖类及氨基酸的性质进行了较为系统的研究;发现了核酸;化学合成了简单的多肽;在酵母发酵过程研究中发现了酶,并认识了酶的基本特性。

1903年,纽堡(Neuberg)提出了“生物化学”名称,使生物化学从生理学中分离出来成为一门独立的科学,从此,生物化学进入了蓬勃发展阶段。在营养学方面,发现了人类必需氨基酸、必需脂肪酸及多种维生素;在内分泌方面,发现了多种激素;在酶学方面,酶结晶获得

成功;在物质代谢方面,对生物体内主要物质的代谢途径已基本确定,包括糖代谢的酶促反应过程、脂肪酸 β -氧化、尿素合成途径等。

1953年,沃森(J. D. Watson)和克里克(F. H. Crick)提出了DNA双螺旋结构模型,以此为重要标志,生命化学的发展进入了分子生物学时代。到20世纪60年代中后期,克里克等已初步确立了遗传信息传递的中心法则,并破译了RNA分子中的遗传密码等。这些成果深化了人们对核酸和蛋白质的关系及其在生命活动中的认识。70年代,重组DNA技术的建立不仅促进了对基因表达调控的研究,而且使人们主动改造生物体成为可能。由此,相继获得了多种基因工程产品,大大推进了医药工业和农业发展。80年代,核酶(ribozyme)的发现补充了人们对生物催化剂本质的认识。聚合酶链反应(PCR)技术的发明,更使人们在体外高效扩增DNA成为可能。

1990年,美国带头启动了人类基因组计划(HGP),到2001年2月,包括中国在内的6个国家的科学家共同协作完成人类基因组草图,为人类破解生命之谜奠定了坚实的基础,为人类的健康和疾病研究带来根本性的变革。目前,生物化学又发展到蛋白质组学(proteomics)研究阶段。蛋白质组学研究蛋白质的定位、结构和功能、相互作用以及特定时空的蛋白质表达谱等,确定人类蛋白质结构与功能将比测定人类基因组序列更具挑战性。

学与问:生物化学发展史上有哪些重要事件?

我国对生物化学的发展也做出了重大贡献。早在公元前21世纪,我国人民已能用“曲”作“媒”(即酶)催化谷类淀粉发酵酿酒。公元前12世纪,已能制酱、制饴,还能将酒发酵成醋,这些都是近代发酵工业的先驱。公元前2世纪,已能提取豆类蛋白质制豆腐,这是人类从豆类提取并凝固蛋白质的开端。公元4世纪,万洪(晋朝)用含碘丰富的海藻治疗地方性甲状腺肿。公元7世纪,孙思邈用含维生素B₁的车前子、防风、杏仁、大豆、槟榔等治疗脚气病。1965年,我国生物化学工作者首先采用人工方法合成了具有生物活性的胰岛素。1981年又成功地合成了酵母丙氨酸-tRNA。近年来,我国在基因工程、蛋白质工程、人类基因组计划以及基因的克隆与功能研究等方面均取得了重大成果,我国生物化学正在迅速地向国际先进水平看齐。

学与问:我国对生物化学发展有哪些突出贡献?

三、生命化学与医学

生命化学是一门必修的基础医学课程,它的理论和技术已渗透到其他基础医学和临床医学的各个领域,被用以解决医学各门学科中存在的问题。

(一) 生命化学与基础医学的关系

从分子水平阐明疾病发生的机制、药物作用的机制及其在体内的代谢过程等都必须以生命化学知识为基础。生命化学实验技术,如蛋白质和核酸分离、纯化、分析等技术也已广泛应用于组织学、免疫学、药理学等学科的研究之中。随着新知识的不断涌现、学科间的相互渗透,逐步出现了一批交叉学科,如分子免疫学、分子病理学、分子药理学、分子遗传学、生物工程学等。生命化学与其他医学基础学科的关系正变得越来越密切。

(二) 生命化学与临床医学的关系

随着现代医学的发展,临床医学正越来越多地借助生命化学的理论和技术诊断、治疗和预防疾病。例如:近年来,由于生命化学和分子生物学的迅速发展,大大加深了人们对恶性肿瘤、遗传性疾病、代谢异常疾病、心血管疾病、神经系统疾病、免疫缺陷性疾病等重大疾病

本质的认识,并出现了新的诊断方法。相信随着生命化学和分子生物学的进一步发展,基因诊断和基因治疗在临床上的应用将会获得新的突破。

(三) 生命化学与护理学的关系

随着生物医学模式向社会—心理—生物医学模式的转变,护理模式也正由疾病护理转变为整体护理和程序护理,护理工作由单纯被动执行医嘱的治疗型转变为治疗、教育和咨询的复合型,这就为护理教育改革提出新的要求。新型护理人才应具备的护理基本操作技术、对常见病和多发病病情及用药反应的观察、对急危重症病人进行应急处理和配合抢救、健康评估、进行健康教育和卫生保健指导等能力,无不与生命化学知识和技术紧密相关。因此学习生命化学基本知识,了解生命化学常用实验技术,对 21 世纪的护理人才非常必要。

学与问:生物化学与医学主要有哪些联系?

四、生物化学的学习方法

生物化学是在分子水平上研究生命活动规律的一门边缘学科,其内容相当广泛,在学习本课程时,将涉及化学、生物学、生理学等许多学科的基本知识。学习时应遵照循序渐进的原则,在学好相应学科基本知识的基础上再学习本课程。在学习方法上,首先要把生物体看成是体内无数的生物化学变化和生理活动融合成的统一的整体,物质代谢过程虽然错综复杂、多种多样,但却又相互制约、彼此联系。体内的生化活动过程既要与内环境的变化和生理需要相适应,又要与外界环境相统一。因此,在学习过程中,不应机械地、静止地、孤立地对待每一个问题,必须注意它们之间的相互关系及发展变化,要理解和运用所学知识,深入掌握代谢过程的条件、意义以及与其他物质代谢之间的联系。由于生物化学是一门迅速发展的学科,对现有的结论与认识还在不断地发展、提高或纠正,新的认识与概念会不断出现。总之,生物化学所阐述的一切现象都发生在活的生物体内,因此,我们必须以辩证的、发展的观点来学习和研究生物化学。

学与问:我们该如何学习生物化学?



一、名称解释

生物化学

二、简答题

1. 简述生物化学发展的几个主要历史阶段。
2. 简述生物化学与临床医学类专业的关系。

(杜 江)

第二章 蛋白质的结构与功能

学习目标

掌握蛋白质的元素组成、蛋白质的基本单位、蛋白质的分子结构、蛋白质的理化性质；理解蛋白质分子结构中肽键、多肽链、一级结构、空间结构的概念以及蛋白质分子结构与功能的关系，理解蛋白质的生物学功能；了解食物蛋白质的营养作用。

课前准备

预习全章内容，初步理解蛋白质的元素组成和蛋白质的基本单位，氨基酸和蛋白质的分类，蛋白质的一级结构和空间结构，蛋白质的理化性质。

第一节 蛋白质的化学组成

一、蛋白质的元素组成

蛋白质是普遍存在于生物界的有机物大分子，分子量大而且结构复杂。蛋白质分子主要由 C、H、O、N、S 五种元素组成，有些蛋白质分子中还含有少量 Fe、Zn、Mn、I 等元素。

蛋白质分子中氮含量相对恒定，占其总量的 13%~19%，平均含 N 量为 16%，即 100 g 蛋白质中平均含氮 16 g，故 1 g 氮相当于 6.25 g 蛋白质($100/16=6.25$)。在实际工作中常通过检测样品中的含氮量，来推算样品中蛋白质的含量。测定公式如下：

$$\text{每百克生物样品中蛋白质含量} = \text{含氮量(g)} / \text{样品(g)} \times 6.25 \times 100$$

学与问：组成蛋白质的基本元素有哪些？

二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸

氨基酸是蛋白质的基本组成单位。虽然在自然界中存在着 300 多种氨基酸，但构成蛋白质的氨基酸仅有 20 种，在蛋白质生物合成时它们受遗传信息控制。这 20 种氨基酸不存在种属和个体差异，是整个生物界中蛋白质的通用氨基酸。

(一) 氨基酸的结构

氨基酸以羧酸为母体命名,中心有个 C 原子。中心 C 原子连接四个基团,分别是氨基(—NH₂)、羧基(—COOH)、氢原子(H)、侧链基团(R),中心 C 原子称为 α-碳原子,故称氨基酸(脯氨酸为 α-亚氨基酸)。20 种氨基酸的结构不同之处为 R-侧链,其余部分结构相同,故可用结构通式表示(图 2-1)。

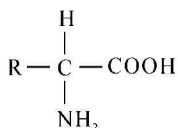
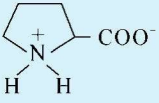


图 2-1 氨基酸的结构通式

(二) 氨基酸的分类

对氨基酸进行分类的目的主要是为了便于蛋白质结构、性质和功能的学习和研究。根据氨基酸 R 侧链的理化性质不同将氨基酸分为四类:非极性疏水性氨基酸、极性中性氨基酸、碱性氨基酸、酸性氨基酸(表 2-1)。

表 2-1 氨基酸的结构与分类

名称	英文缩写	结构式	等电点
非极性疏水性氨基酸			
甘氨酸 Glycine	Gly	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$	5.97
丙氨酸 Alanine	Ala	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$	6.02
缬氨酸 * Valine	Val	$\begin{array}{c} (\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$	5.97
亮氨酸 * Leucine	Leu	$\begin{array}{c} (\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$	5.98
异亮氨酸 * Isoleucine	Ile	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}-\text{CHCOO}^- \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad ^+\text{NH}_3 \end{array}$	6.02
苯丙氨酸 * Phenylalanine	Phe	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$	5.48
脯氨酸 Proline	Pro		6.30
极性中性氨基酸			
蛋氨酸	Met	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{SCH}_2\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$	5.75