

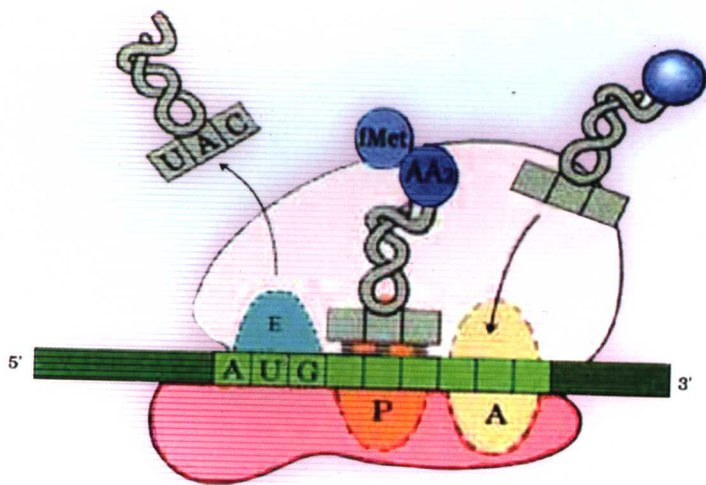


高职高专教育“十一五”规划教材

生物化学

SHENGWUHUAXUE

李京杰 邓毛程 主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

高职高专教育“十一五”规划教材

生物化学

李京杰 邓毛程 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/李京杰,邓毛程主编. —北京:中国农业大学出版社,2007.8
高职高专教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-81117-286-7

I. 生… II. ①李…②邓… III. 生物化学 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 094470 号

书 名 生物化学

作 者 李京杰 邓毛程 主编

策划编辑 陈巧莲 姚慧敏 丛晓红

责任编辑 韩元凤

封面设计 郑 川

责任校对 王晓凤 陈 莹

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100094

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2007年8月第1版 2007年8月第1次印刷

规 格 787×980 16开本 14.5印张 266千字

定 价 19.50元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主 编 李京杰 山东畜牧兽医职业学院
邓毛程 广东轻工职业技术学院

副主编 李红梅 广西农业职业技术学院
汪 伟 沈阳农业大学高等职业技术学院
刘桂芳 唐山职业技术学院
张山起 沧州职业技术学院

编 者 (按姓氏笔画排序)

王志红 山东畜牧兽医职业学院
邓毛程 广东轻工职业技术学院
刘桂芳 唐山职业技术学院
张山起 沧州职业技术学院
李红梅 广西农业职业技术学院
李京杰 山东畜牧兽医职业学院
汪 伟 沈阳农业大学高等职业技术学院
庞 坤 信阳农业高等专科学校
窦 蕾 山东畜牧兽医职业学院
谭青霜 山东畜牧兽医职业学院

主 审 张曼夫 中国农业大学

出版说明

高等职业教育作为高等教育中的一个类型,肩负着培养面向生产、建设、服务和管理第一线需要的高技能人才的使命。大力提高人才培养的质量,增强人才对于就业岗位的适应性已成为高等职业教育自身发展的迫切需要。教材作为教学和课程建设的重要支撑,对于人才培养质量的影响极为深远。随着高等农业职业教育发展和改革的不断深入,对于教材适用性的要求也越来越高。中国农业大学出版社长期致力于高等农业教育本科教材的出版,在高等农业教育领域发挥着重要的作用,积累了丰富的经验,希望充分利用自身的资源和优势,为我国高等职业教育的改革与发展做出自己的贡献。

经过深入地调研师生的需求和分析以往教材的优点和不足,在教育部高教司高职高专处和全国高职高专农林牧渔类专业教学指导委员会的关心和指导下,在各高职高专院校的大力支持下,中国农业大学出版社组织了全国50余所院校的400多名骨干教师共同编写了一批以“十一五”国家级规划教材为主体的教材。这批教材于今年3月陆续出版,共有60多个品种(畜牧兽医类33种,种植类26种,公共基础课等课程教材若干种),其中普通高等教育“十一五”国家级规划教材22种。

这批教材的组织和编写具有以下特点:

精心组织参编院校和作者。本批教材的组织之初共收到全国60余所院校的600余名老师的申报材料。经过由职业院校和出版社专家组成的选题委员会审议,充分考虑到不同院校的办学特色、专业优势及地域特点,结合教师自身的学习培训背景、教学与科研经验和生产实践经历,最后择优确定了50余所院校的400多名教师作为主编和编写人员,其中教授和副教授占73%,硕士以上学历占38%。特别值得一提的是,有5%的作者是来自企业生产第一线的技术人员,这样的作者结构是编写高质量和适用性教材的有力保证。

贴近国家高职教育改革的要求。我国的高等职业教育发展历史不长,很多院校的办学模式和教学理念还在探索之中。为了更好地促进教师了解和领会教育部的教学改革精神,在编写研讨会上邀请了教育部高教司高职高专处、全国高职高专农林牧渔类专业教学指导委员会的领导作教学改革的报告,提升主编和编写人员的理念;多次邀请教育部职业教育研究所的知名专家到会,专门就课程设置和教材的体系建构作报告,使教材的编写视角高、理念新、有前瞻性。

注重反映教学改革的成果。教材应该不断创新,与时俱进。好的教材应该及时体现教学改革的成果,同时也是教育教学改革的重要推进器。本套教材在组织过程中特别注重发掘各校在产学结合、工学交替实践中具有创新性的教材素材,很多教材在围绕就业岗位需要进行知识的整合、与实际生产过程的接轨上具有创新性和非常鲜明的特色,相信对于其他院校的教学改革会有启发和借鉴意义。

瞄准就业岗位群需要,突出职业能力的培养。本批教材的编写指导思想是紧扣培养“高技能人才”的目标,以职业能力培养为本位,以实践技能培养为中心,体现就业和发展需求相结合的理念。

教材体系的构建依照职业教育的“工作过程导向”原则,打破学科的“系统性”和“完整性”。内容根据职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,采用倒推法确定,即剖析职业岗位群对专业能力和技能的需求——关键能力——关键技术——围绕技能的关键基本理论。删除假设推论,减少原理论证,尽可能多地采用生产实际中的案例剖析问题,加强与实际工作的接轨。教材反映行业中正在应用的新技术、新方法,体现实用性与先进性的结合。

创新体例,增强启发性。为了强化学习效果,在每章前面提出本章的知识目标和技能目标。每章设有小结和复习思考题。小结采用树状结构,将主要的知识点及其之间的关联直观表达出来,有利于提高学生的学习效果和效率,也方便教师课堂总结。部分内容增编阅读材料。

加强审稿,企业与行业专家相结合,严把质量关。从选题策划阶段就邀请行内专家把关,由来自企业、高职院校或中国农业大学有丰富的生产实践经验的教授审核编写大纲,并对后期书稿进行严格的审定。每一种教材都经过作者与审稿人的多次的交流和修改,从而保证内容的科学性、先进性和对于岗位的适应性。

本批教材的顺利出版,是全国50余所高职高专院校共同努力的结果;编写出版过程中所做的很多探索,为进一步进行教材研发提供了宝贵的经验。我们以此为基点,进一步加强与各校的交流合作,配合各校教学改革,在教材的推广使用、修订完善、补充扩展进程中,在提高质量和增加品种的过程中,不断拓展教材合作研发的思路,创新教材开发的模式和服务方式。让我们共同努力,携手并进,为深化高职高专教育教学改革和提高人才培养质量,培养国家需要的千百万高素质技能型专门人才,发挥积极的推动作用。

前 言

随着科学技术的发展,生物化学已成为现代生命科学的基础和前沿。说它是基础,是由于生命科学发展到分子水平,必须借助生物化学的理论和方法来探讨各种生命现象,包括生长、繁殖、遗传、变异、生殖、病理、生命起源和进化等,因此它是生命科学各学科的共同语言;说它是前沿,是因为生命科学的进一步发展要取得更大的进展或突破,在很大程度上有赖于生物化学和分子生物学研究的进展及所取得的成就。本书在编写中注重理论与实践相结合,多样性与普遍性相结合,科学性与灵活性相结合。着重介绍生物化学的基本知识和某些新进展,力求做到简明扼要、由浅入深、循序渐进、学以致用。

本教材共分八章,以生物物质的代谢为中心内容。每章前有重点内容提示,每章后有复习与思考题,以便于学生学习与教师教学。教材最后附有实验技能训练指导。为体现高职教育特色,教材在编写中尽可能突出基础性、实用性和应用性的特点。

本书主要供动物类和生物技术类专业选用。

本书各章节编写分工:教材的第一章、实训一由邓毛程编写;第二章酶的内容和实训二由张山起编写;刘桂芳编写第二章维生素与辅酶部分和实训八;李红梅编写第三章和实训四;汪伟编写第四章和实训五;谭青霜编写第五章和实训九;庞坤编写第六章和实训六;李京杰编写绪论、第七章和实训七、实训十;王志红编写第八章;窦蕾编写实训三。全书由李京杰统稿。

本书在编写过程中得到了编写学校及有关专家的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,加之成稿时间仓促,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者和同行专家多提宝贵意见。

编 者

2007年5月

目 录

| | |
|-----------------------------|-----|
| 绪论 | 1 |
| 第一章 蛋白质和核酸的化学 | 5 |
| 第一节 蛋白质的分子组成 | 6 |
| 第二节 蛋白质的分子结构 | 11 |
| 第三节 蛋白质的理化性质 | 20 |
| 第四节 核酸的组成 | 24 |
| 第五节 核酸的分子结构 | 30 |
| 第六节 核酸的理化性质 | 38 |
| 第二章 酶与维生素 | 46 |
| 第一节 酶的一般概念 | 47 |
| 第二节 酶的结构与功能的关系 | 50 |
| 第三节 酶的催化作用机理 | 54 |
| 第四节 影响酶促反应速度的因素 | 56 |
| 第五节 核酶与抗体酶 | 64 |
| 第六节 维生素与辅酶 | 67 |
| 第三章 生物氧化 | 83 |
| 第一节 生物氧化的概述 | 83 |
| 第二节 生物氧化中 CO_2 的生成 | 84 |
| 第三节 生物氧化中水的生成 | 85 |
| 第四节 生物氧化中能量的生成与利用 | 89 |
| 第四章 糖类代谢 | 98 |
| 第一节 糖代谢概况 | 98 |
| 第二节 糖分解代谢 | 100 |
| 第三节 糖异生作用 | 117 |
| 第五章 脂类代谢 | 122 |
| 第一节 概述 | 122 |

| | | |
|-----------------|--------------------------|------------|
| 第二节 | 脂肪的分解代谢····· | 126 |
| 第三节 | 脂肪的合成代谢····· | 133 |
| 第四节 | 类脂代谢····· | 137 |
| 第六章 | 氨基酸的分解代谢 ····· | 141 |
| 第一节 | 概述····· | 141 |
| 第二节 | 氨基酸的一般分解代谢····· | 143 |
| 第三节 | 个别氨基酸的代谢····· | 156 |
| 第七章 | 核酸和蛋白质的生物合成 ····· | 164 |
| 第一节 | DNA 的生物合成····· | 164 |
| 第二节 | RNA 的生物合成····· | 172 |
| 第三节 | 蛋白质的生物合成····· | 175 |
| 第四节 | 现代生物技术简介····· | 185 |
| 第八章 | 物质代谢的相互关系 ····· | 191 |
| 实验技能训练指导 | ····· | 196 |
| 实训一 | 动物组织核酸的提取与鉴定····· | 196 |
| 实训二 | 酶的特性实验····· | 199 |
| 实训三 | 琥珀酸脱氢酶的作用及其竞争性抑制的观察····· | 202 |
| 实训四 | 无蛋白血滤液的制备····· | 204 |
| 实训五 | 血糖的定量测定(福林-吴宪法)····· | 207 |
| 实训六 | 酮体的生成及测定····· | 210 |
| 实训七 | 血清蛋白醋酸纤维薄膜电泳····· | 214 |
| 实训八 | 氨基酸的纸层析····· | 216 |
| 实训九 | 血清总脂的测定····· | 219 |
| 实训十 | 水果和蔬菜中维生素 C 含量的测定····· | 221 |
| 参考文献 | ····· | 223 |

绪 论

一、生物化学的概念及研究内容

生物化学是一门新兴的边缘性科学。但是,到现在它已成为最活跃、发展最迅速的学科之一。一般认为,生物化学是研究生命现象与本质的科学。是用化学、物理学、生物学的方法和原理探讨生、长、病、老、死、传代及生物体的物质组成、物质代谢及其调控、能量代谢等生命现象奥秘的学科。这一认识无疑是正确的。然而随着人们对生命现象的研究不断深入,当前生物化学研究的主要内容是构成生物的各种物质(特别是生物大分子)是怎样表现出生命活动现象的,并且与细胞生物学、分子遗传学等密切联系,研究和阐明生长、分化、遗传、变异、衰老和死亡等基本生命活动的规律。生物化学是生命科学的重要基础学科之一。

生物化学研究的主要内容包括以下几个方面:

1. 生物体的物质组成 高等生物体主要由蛋白质、核酸、糖类、脂类以及水、无机盐等组成,此外还含有一些低分子物质,如维生素、激素、氨基酸、多肽、核苷酸及一些分解产物。

2. 物质代谢 生物体与其外环境之间的物质交换过程就称为物质代谢或新陈代谢。物质代谢的基本过程主要包括三大步骤:消化、吸收→中间代谢→排泄。其中,中间代谢过程是在细胞内进行的,是最为复杂的化学变化过程,它包括合成代谢、分解代谢、物质代谢调控、能量代谢等几方面的内容。

3. 生物分子的结构与功能 根据现代生物化学及分子生物学研究还原论的观点,要想了解细胞及亚细胞的结构和功能,必先了解构成细胞及亚细胞的生物分子的结构和功能。因此,研究生物分子的结构和功能之间的关系,代表了现代生物化学与分子生物学发展的方向。

二、生物化学的发展

生物化学发展到现在只有 100 多年的历史。在许多前人工作的基础上,德国化学家李比希初创了生理化学,在他的著作中首次提出了“新陈代谢”一词。后来德国的 E. F. Hoppe-seyler 将生理化学建成一门独立科学,并于 1877 年命名为

“Biochemistry”即生物化学。生物化学的发展大致经过了三个阶段。

(一) 静态生物化学阶段

从 19 世纪中叶到 20 世纪初,这一阶段主要完成了各种生物体化学组成的分析研究,发现了生物体主要由糖、脂、蛋白质和核酸四大类有机物质组成。

(二) 动态生物化学阶段

从 20 世纪初到 20 世纪 50 年代,此阶段对各种化学物质的代谢途径有了一定的了解。1932 年,英国科学家 Krebs 建立了尿素合成的鸟氨酸循环;1937 年, Krebs 又提出了各种化学物质的中心环节——三羧酸循环的基本代谢途径;1940 年,德国科学家 Embden 和 Meyerhof 提出了糖酵解代谢途径。当然,这些问题的解决依赖于 20 世纪初人们在生物体内发现了两种重要的生物物质——酶和维生素。

(三) 现代生物化学阶段

以 1953 年 Watson 和 Crick 提出 DNA 的双螺旋结构模型为标志,这是一个划时代的贡献,从此生物化学的发展进入了分子生物学阶段。20 世纪 50 年代后期人们揭示了蛋白质生物合成途径,确定了由合成代谢与分解代谢网络组成的“中间代谢”概念。此后,对 DNA 的复制机制、RNA 的转录过程以及各种 RNA 在蛋白质合成中的作用进行了深入的研究;提出了遗传信息传递的中心法则,破译了 RNA 分子中的遗传密码等。1965 年我国采用人工方法合成了具有生物活性的胰岛素;20 世纪 70 年代重组 DNA 技术(基因工程)建立;80 年代(1981)我国又成功地合成了酵母丙氨酸 tRNA;核酶的发现补充了人们对生物催化剂的本质认识;聚合酶链式反应(PCR)技术的发明,使人们在体外能够高效率地扩增 DNA;1990 年开始实施人类基因组计划,并在此基础上,进入后基因组计划,进一步深入研究各种基因的功能与调节。

近 20 年来,几乎每年的诺贝尔医学和生理学奖以及一些诺贝尔化学奖都授予从事生物化学和分子生物学的科学家。这个事实本身充分说明生物化学和分子生物学在生命科学中的重要地位和作用。

需要说明的是,以上生物化学发展的三个阶段并不是截然分开的,但它反映了人们对生命活动认识的深化过程。

三、生物化学与其他学科的关系

生物化学是介乎生物学与化学的一门边缘科学,它与生物科学的许多分支学科均有密切关系。

生物化学与生理学是特别密切的姊妹学科。例如,动物生理学是研究动物生命活动原理的一门科学。动物的生命活动包括许多方面,其中有机物代谢是重要的方面,这本身也属于生物化学的内容。因此,在动物生理学的教科书中也包括部分生物化学内容。

生物化学与遗传学也有密切关系,现已知核酸是一切生物遗传信息载体,而遗传信息的表达则是通过核酸所携带的遗传信息翻译为蛋白质而实现的。因此,核酸和蛋白质的结构、代谢与功能是生物化学与遗传学的共同内容。

生物化学也与微生物学有关,目前所积累的生物化学知识有相当部分是用微生物为研究材料获得的,如大肠杆菌是被生物化学广泛应用的材料。

生物化学与分类学也有关系,由于蛋白质在进化上是较少变化的,因此,近代利用某些蛋白质结构的研究,可以作为分类的依据。此外,农业科学、生物技术、食品科学、医药卫生及生态环境等科学,都需要生物化学的基础。

四、生物化学的主要应用

21世纪是以信息科学和生命科学为前沿科学的时代。生物化学在生命科学中居于基础地位,也是畜牧、兽医、农学、林学和食品科学等专业必修的基础课。生物化学在生产生活中的应用主要体现在医疗、农业和食品行业等方面。在医学上,人们根据疾病的发病机理以及病原体与人体在代谢和调控上的差异,设计或筛选出各种高效低毒的药物,比如最早的抗生素——磺胺类药物就是竞争性抑制使细菌不能合成叶酸从而死亡。依据免疫学知识人们设计研制出各种疫苗,使人类从传染病中得以幸免。艾滋病疫苗的研制工作也在不断取得进步。通过生物技术改良农作物以提高产量和质量的技术已得到广泛的应用。利用生物技术以获得高产优质的畜禽产品和提高畜禽的抗病能力。生物技术不仅能加快畜禽的繁殖和生长速度,而且能改良畜禽的品质。生物技术可以培育抗病的畜禽品种,减少饲养业的风险。

现代生命科学技术还可以大大加快人类的进化历程并改变某些物种,从而影响到整个自然界的发展历程。科技的每一小步前进都会带来社会的深刻变化,正如网络的出现促成了虚拟社区的形成,而这虚拟的世界却又实实在在地影响着人们的现实生活。总的来说,科技的进步给人类带来的更多是利益,生命科学领域中的工作者们正在努力实现使生命更完美的目标。没有疾病的困扰,胎儿在发育之前已对其缺陷基因进行了彻底的修复;不必杀生,人工合成的蛋白质取代了动物肉类;200岁被定为青年,衰老的器官被人工合成的新器官所移植……这就是生命科

学的未来,一个健康、繁荣和幸福的生命世界!

五、生物化学的学习方法

生物化学与数学、物理和化学不同,它还没有进入定量科学的阶段,还处在定性科学阶段,不可能像物理、数学那样通过公式、定理推出一个准确的结论。所以生物化学的学习还是以概念为主,当然也有规律和规则,学习时,应该以记忆为主,在记忆的基础上可以在一定限度内进行推理。

生物化学的另一个特点是没有绝对,到目前为止,所有的结论都在被一些例外打破,这也许是生物多样性的一个方面,但也有一些一般规则。所以学习时既要记住一般规则,也要注意个别例外。

像其他学科一样,学习时,应该前后左右联系。前后就是在学了后面的内容后要返回到前面进行比较、分析,才能将整个内容贯穿一体;左右联系就是要把生物化学与其他学科,如动物学、植物学、细胞学、遗传学、微生物学以及化学、物理学等进行联系,使生物化学与整个生物学融为一体。

第一章 蛋白质和核酸的化学



知识目标

- 了解蛋白质的元素组成及其分解产物,氨基酸的构型、分类方法。
- 了解蛋白质各级结构与其功能的关系。
- 了解核酸分类及其生物学功能、多磷酸核苷酸和环化核苷酸的特点及功能。
- 了解 DNA 的超螺旋结构特点及功能、RNA 的空间结构特点及功能。
- 掌握氨基酸的结构通式、肽键、多肽链的书写与命名。
- 掌握核苷酸的形成方式及表示方法、多磷酸核苷酸的表示方法。
- 掌握核酸的物质组成、RNA 和 DNA 物质组成的区别。
- 掌握蛋白质一级结构及蛋白质空间结构的特点。
- 掌握核酸的一级结构特点、DNA 的双螺旋结构模型要点及碱基配对规律。
- 掌握氨基酸、蛋白质与核酸的主要理化性质。
- 理解氨基酸、蛋白质与核酸的主要理化性质的应用。

19 世纪中叶,荷兰化学家 G. Mulder 从动植物体中提取出一种共有的物质,并认为这种物质在有机界中是最重要的。根据瑞典化学家的建议,G. Mulder 将这种物质命名为蛋白质(protein)。蛋白质是生物体内一类生物大分子,普遍存在于一切生物体中,其种类繁多,结构复杂,并且有特定的生物功能,是表达生物性状的一类主要物质。

1868年,瑞士生物学家 F. Miescher 首次从外科手术绷带上脓细胞的细胞核中分离出一种白色微酸性有机物,称为核素,后来证明是核蛋白。1889年 R. Altman 从动植物细胞中分离出不含蛋白质的核素,称为核酸。核酸是重要的生物大分子,自从 1944 年 O. T. Avery 等通过肺炎双球菌转化实验证明了生物遗传物质是 DNA 以来,大量的研究已经证实,核酸是遗传变异的物质基础,在蛋白质生物合成中起到十分重要的作用。

第一节 蛋白质的分子组成

根据蛋白质来源可分为动物性蛋白、植物性蛋白和微生物蛋白。在生物体细胞内,蛋白质是含量最高的组分,酶、抗体、多肽激素、运输分子乃至细胞的自身骨架都由蛋白质构成,蛋白质占生物体干重的 45%~50%。蛋白质在生物体内具有多种重要功能:①是生物体内催化剂(酶)的主要成分;②是细胞和组织的主要结构成分;③具有贮存氨基酸的功能;④某些蛋白质具有运输养分的功能;⑤某些蛋白质参与细胞的运动;⑥某些蛋白质具有激素调节新陈代谢的功能;⑦高等动物的免疫反应通过蛋白质来实现;⑧某些蛋白质在激素调节作用中起到接受和传递信息的作用;⑨某些蛋白质调节或控制细胞生长、分化和遗传信息的表达。

蛋白质是高分子含氮化合物,在不同生物体内的含量差别很大。蛋白质的最终水解产物是氨基酸,经化学组成的分析,蛋白质是天然氨基酸通过肽键(酰胺键)连接而成的多肽链,已发现的氨基酸很多,但组成蛋白质分子的主要氨基酸只有 20 种,这 20 种氨基酸又称为编码氨基酸。

一、蛋白质的元素组成

根据蛋白质元素分析,发现蛋白质主要由碳、氢、氧、氮和硫等元素组成,有些蛋白质还含有其他一些元素,如磷、铁、铜、碘和钼等。这些元素在蛋白质中的含量如表 1-1 所示。

表 1-1 蛋白质中主要元素的含量

%

| 元素 | 含量 | 元素 | 含量 |
|----|----|----|-----|
| 碳 | 50 | 氮 | 16 |
| 氢 | 7 | 硫 | 0~3 |
| 氧 | 23 | 其他 | 微量 |

蛋白质元素组成的一个特点是蛋白质的平均含氮量为 16%,实验室中凯氏定氮法利用这一特点进行测定蛋白质含量,即生物样品中蛋白质的含量可计算如下:

$$\text{蛋白质含量} = \text{样品含氮量} \times 6.25$$

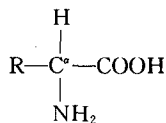
式中 6.25 为蛋白质系数或蛋白质因数,即 16% 的倒数。

二、蛋白质的基本结构单位——氨基酸

蛋白质是一类含氮的生物大分子,其分子质量一般在 $10 \sim 10^3$ ku。蛋白质可通过酸、碱或蛋白酶催化彻底水解成为各种氨基酸。经研究证明,作为蛋白质基本单位的常见氨基酸有 20 种,不同种类的蛋白质所含氨基酸的种类和数目不同。

(一)氨基酸的结构与构型

氨基酸是含有氨基的羧酸,即羧酸中 α -碳原子上一个氢原子被氨基取代而生成的化合物。在常见的 20 种氨基酸中,除了脯氨酸为亚氨基酸外,其余均为 α -氨基酸,其结构通式如右,R 表示化学基团,常处于蛋白质链状分子的侧链上,故又称为侧链基团。由氨基酸通式可见,各种 α -氨基酸在结构上的差异在于 R 基的化学结构不同。



(二)氨基酸的分类

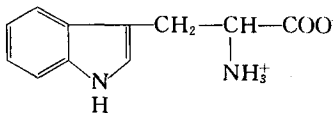
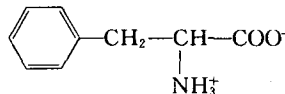
对于组成蛋白质的 20 种常见氨基酸,分类方法主要有 3 种。

1. 根据酸碱性质分类 可分为酸性氨基酸、碱性氨基酸和中性氨基酸。酸性氨基酸含有一个氨基和两个羧基,包括 2 种,即谷氨酸和天冬氨酸。碱性氨基酸含有一个羧基、两个以上的氨基或亚氨基,包括 3 种,即精氨酸、赖氨酸和组氨酸。中性氨基酸含有一个氨基和一个羧基,包括 15 种氨基酸,其中有两种是酸性氨基酸产生的酰胺。

2. 根据 R 基的化学结构分类 可分为芳香族氨基酸、杂环氨基酸、杂环亚氨基酸和脂肪族氨基酸。芳香族氨基酸的 R 基含有芳香环,包括 3 种,即苯丙氨酸、酪氨酸和色氨酸。杂环氨基酸的 R 基含有咪唑基,有 1 种,即组氨酸。杂环亚氨基酸的 R 基取代了氨基的一个氢而形成一个杂环,没有自由氨基,只含有一个亚氨基,有 1 种,即脯氨酸。脂肪族氨基酸的 R 基为脂肪链,共有 15 种,与中性氨基酸的 15 种不完全一致。

3. 根据 R 基的极性分类 在组成蛋白质的 20 种常见氨基酸中,按 R 基的极性分类可分为非极性的氨基酸、极性不带电荷的氨基酸、极性带正电荷的氨基酸和极性带负电荷的氨基酸,如表 1-2 所示。为了表达蛋白质或多肽结构的需要,氨基酸的名称通常使用三字母或单字母的简写符号表示。

表 1-2 常见氨基酸的名称、符号、极性分类与结构

| 极性分类 | 结构式 | 名称 | 符号 | 相对分子质量 |
|-------------|--|-----------------------|------------|--------|
| R 基为非极性的氨基酸 | $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | 丙氨酸 alanine | Ala (A) | 89 |
| | $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}^+ - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \quad \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad / \\ \text{CH}_2 \end{array}$ | 脯氨酸 proline | Pro (P) | 115 |
| | $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | 缬氨酸 valine | Val (V) | 117 |
| | $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | 亮氨酸 leucine | Leu (L) | 131 |
| | $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | 异亮氨酸 isoleucine | Ile (I) | 131 |
| |  | 色氨酸 tryptophane | Trp (W) | 204 |
| | $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH} - \text{COO}^- \\ \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{S} - \text{CH}_3 \end{array}$ | 甲硫氨酸 methionine | Met (M) | 149 |
| |  | 苯丙氨酸 phenylalanine | Phe (F) | 165 |