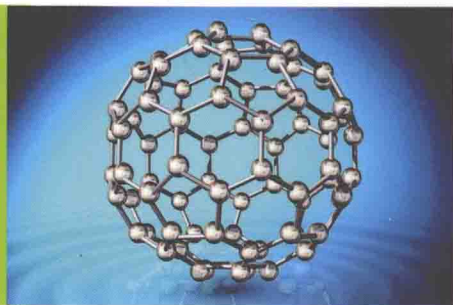
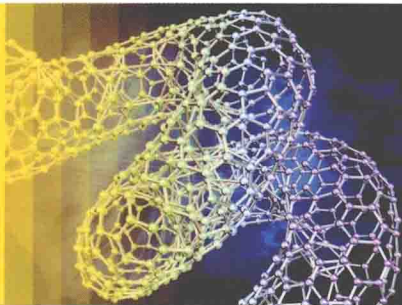
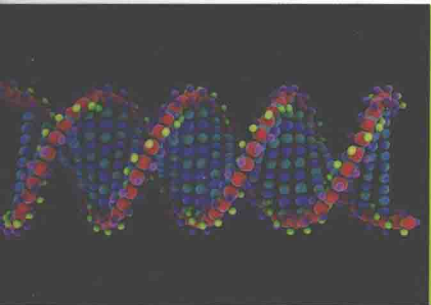




普通高等教育“十二五”规划教材

高职高专专业基础课教材系列



生物化学

肖海峻 杨新建 ◎ 主 编



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

高职高专专业基础课教材系列

生物化学

肖海峻 杨新建 主编

魏建民 主审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以能力教育为基本出发点,以应用为目的,注重实用性。内容包括两部分,第一部分为基础理论部分,主要包括认识生物化学、蛋白质、核酸及酶的组成、结构、功能、分离纯化方法、生物氧化、三大物质代谢及调控过程和遗传信息的表达与传递;第二部分为实践操作部分,主要包括蛋白质、核酸、酶及血液成分的分离、纯化、含量测定及其鉴定技术。

本书适合选作高职高专生物学及生物技术专业教材,也适合医药、食品、农林、生物制药等领域高职学生使用,对相关行业科技人员也有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/肖海峻,杨新建主编. —北京:科学出版社,2013
(普通高等教育“十二五”规划教材·高职高专专业基础课教材系列)
ISBN 978-7-03-039455-2

I. ①生… II. ①肖… ②杨… 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(2013)第 312513 号

责任编辑:张 斌 / 责任校对:刘玉靖
责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方人华平面设计部

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014 年 1 月第一次印刷 印张:19 3/4

字数:468 000

定价:39.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈铭浩〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135235 (VH04)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

本书编写人员

主 编 肖海峻 (北京农业职业学院)

杨新建 (北京农业职业学院)

副主编 庞俊兰 (北京城市学院)

李新宇 (北京吉利大学)

张福寿 (商丘职业技术学院)

武俊英 (内蒙古农业大学职业技术学院)

参 编 李凌燕 (北京农业职业学院)

宋琳琳 (河南科技学院)

魏银萍 (湖北生物科技职业学院)

张 猛 (北京协和建昊医药技术开发有限责任公司)

主 审 魏建民 (内蒙古农业大学)

前言

21 世纪是生命科学世纪,生物化学及其技能是生命科学最活跃的核心学科之一,也是生物技术及应用、生物制药、微生物技术及应用、食品科学与工程专业的学生必须学习的一门科学性、技术性、操作性很强的专业基础课,其实验技术是企业生产与检测的重要手段。

本书以能力教育为基本出发点,以应用为目的,在编写过程中力求把理论内容简化。本书内容的选择是依据生物类专业对课程的要求,结合企业工作岗位的需求,按照高职高专教育“理论必须够用、突出实践”的要求,将课程内容进行了整合,理论部分强化生物大分子的结构、功能和在机体内的代谢过程,实践技能部分依照工作岗位流程强化生物大分子的分离、纯化、含量测定及鉴定技术。在编写过程中,注重体现本学科的新知识和新技术,以使它更好地适应生物技术的快速发展,为培养面向第一生产线的高素质技能型人才打下坚实的基础。

本书由具有丰富教学及研究经验的教师编写,参加本书编写的有北京农业职业学院肖海峻、杨新建和李凌燕,北京城市学院的庞俊兰,北京吉利大学的李新宇,商丘职业技术学院的张福寿,内蒙古农业大学职业技术学院的武俊英,河南科技学院的宋琳琳,湖北生物科技职业学院的魏银萍。全书由肖海峻、杨新建统稿、修改。本书在编写过程中,还得到了北京协和建昊医药技术开发有限责任公司张猛技术员的大力支持。全书由内蒙古农业大学博士生导师魏建民教授主审,在此一并表示衷心感谢。在本书编写过程中,编者参阅并应用了相关书籍的资料,在此对原作者表示感谢。

由于高职教学改革步伐加快,加之编者水平有限,书中难免存在许多不足,恳请同行专家与读者批评指正。

目 录

前言

第一部分 基础理论

第一章 认识生物化学	1
本章小结	5
复习思考题	6
第二章 蛋白质化学	7
第一节 蛋白质功能及分类	7
第二节 蛋白质的组成	9
第三节 蛋白质的结构	16
第四节 蛋白质的理化性质	26
第五节 蛋白质分离纯化技术	33
本章小结	45
复习思考题	46
第三章 核酸化学	48
第一节 核酸的分类及功能	49
第二节 核酸的组成	50
第三节 核酸的结构	54
第四节 核酸的理化性质	61
第五节 核酸的分离纯化技术	64
本章小结	66
复习思考题	67
第四章 酶化学	68
第一节 概述	68
第二节 酶的结构与功能	73
第三节 酶作用的机理	80
第四节 影响酶促反应速度的因素	84
第五节 酶的应用	93

第六节 维生素与辅酶	97
第七节 酶活力测定及酶的分离纯化	107
本章小结	110
复习思考题	111
第五章 生物氧化	112
第一节 概述	112
第二节 生物氧化中二氧化碳的生成	114
第三节 线粒体生物氧化体系	115
第四节 生物氧化中能量的产生与利用	121
第五节 线粒体外的生物氧化体系	127
本章小结	128
复习思考题	129
第六章 糖代谢	130
第一节 糖的生理功能及种类	130
第二节 糖的分解代谢	134
第三节 糖的合成代谢	144
第四节 糖代谢各途径的联系	148
本章小结	149
复习思考题	150
第七章 脂类代谢	151
第一节 脂类的生理功能及分类	151
第二节 脂肪的代谢	155
第三节 类脂代谢	169
本章小结	173
复习思考题	173
第八章 蛋白质与核酸的分解代谢	175
第一节 蛋白质及氨基酸的分解代谢	175
第二节 氨基酸的生物合成	196
第三节 核酸的分解代谢	197
第四节 核苷酸的合成代谢	200
本章小结	203
复习思考题	204
第九章 核酸与蛋白质的生物合成	205
第一节 DNA 的生物合成	206
第二节 RNA 的生物合成	214
第三节 蛋白质的生物合成	219
本章小结	227
复习思考题	228

第十章 物质代谢相互关系与代谢调节	229
第一节 物质代谢的相互关系	229
第二节 物质代谢调节	231
本章小结	242
复习思考题	242

第二部分 生物化学技能部分

项目一 认识生物化学实验室	243
项目二 牛奶中酪蛋白的分离纯化及纯度测定	248
子项目一 牛奶中酪蛋白的分离纯化	248
子项目二 牛奶中酪蛋白纯度的测定	251
子项目三 酪蛋白两性性质及等电点的测定	254
项目三 核酸的分离纯化及检测	258
子项目一 利用 CTAB 法提取植物基因组 DNA	258
子项目二 植物 RNA 的提取制备	262
子项目三 紫外吸收法测定 DNA 含量	265
子项目四 琼脂糖凝胶电泳技术鉴定 DNA 纯度	266
项目四 α -淀粉酶的分离提取、活力测定及酶活性的影响因素	271
子项目一 α -淀粉酶的制备	271
子项目二 淀粉酶的分离纯化	273
子项目三 淀粉酶活力的测定	275
子项目四 淀粉酶活性的影响因素	278
项目五 血液成分分析	282
子项目一 血液样品的制备	282
子项目二 血糖的测定	285
子项目三 血清总脂的测定	288
附录	292
1 硫酸铵饱和度计算方法	292
2 常用缓冲溶液的配制	293
3 常用酸碱溶液的配制	300
4 常用酸碱指示剂的配制	300
5 离心转速和离心力的换算	301
6 实验数据和数据处理	302
主要参考文献	305

与代谢、调控和信息的传递等生命过程。

2. 新陈代谢

新陈代谢是生命的基本特征之一。广义的新陈代谢是机体与外界进行物质和能量的交换过程，即物质的消化、吸收、中间代谢、废物排泄过程；狭义的新陈代谢即中间代谢，即生物大分子在细胞中的分解、合成、再分解、再合成及其能量转移规律，是在细胞中进行的化学过程，这是生物化学研究的重点内容之一。机体的各种代谢活动是由许多代谢途径构成的网络，是在一系列酶的调控下有条不紊地进行的。外界刺激通过体内神经、激素等作用于细胞，通过对酶的调节改变细胞内的物质代谢。细胞内存在的各种信号传导系统也调节机体的生长、增殖、分化、衰老等生命过程。细胞信号传导机制与网络的深入研究也是现代生物化学重要的研究领域。

3. 遗传信息的传递、表达及调控

生物体通过个体的繁衍，将其遗传信息传给后代使生命得以延续。核酸起着携带、传递遗传信息的作用；基因是遗传信息贮存与传递的载体，基因通过 DNA 的复制、转录和翻译将遗传信息传递给后代，使生命延续并多姿多彩。因此，研究核酸的核苷酸序列及其功能，以及 DNA 复制、RNA 转录和蛋白质生物合成等遗传信息传递与表达的机制、调控规律等是生物化学极为重要的内容。这将为解开生命之谜奠定坚实的基础。

4. 生物化学技术

生物化学是实验科学，生物化学的一切成果均建立在严谨的科学实验基础之上。这些技术包括生物大分子的提取、分离、纯化与检测技术，生物大分子组成成分的序列分析和体外合成技术，物质代谢与信号转导的跟踪检测技术，以及基因重组、转基因、基因剔除、基因芯片等基因研究的相关技术等。生物化学技术不是单纯的化学技术，其中融入了生物学、物理学、免疫学、微生物学、药理学等知识与技术，作为其研究手段。这些技术的发展，以及新技术、新仪器的不断涌现，促进了生物化学的发展，同时也推动了其他学科的发展。

5. 组织器官生物化学

现代生物化学，特别是医药生物化学除了上述的内容外，还要在分子水平上阐明其体内重要组织器官的生物化学特点与其功能的关系，比如血液、肝脏、脑等组织细胞的生物化学特点等。

二、生物化学的发展动态

认识生命现象，揭示生命本质，人类经历了漫长的历史过程，至今仍在不断地探索。

1. 18 世纪前的早期应用阶段

生物化学虽然是较为年轻的学科，但是人们在长期的生产实践中早就应用了生物化

学的知识。如酿酒、制醋，用曲治疗消化道疾病，用海藻（含碘）治疗瘰病（甲状腺肿），用含维生素 B₁ 的草药治疗脚气病，用猪肝（含维生素 A）治疗雀目（夜盲症）等。

2. 18~20 世纪中期的独立发展阶段

近代生物化学的研究始于 18 世纪。18 世纪的主要发现是生物体的气体交换作用和对一些有机化合物（如甘油、柠檬酸、苹果酸、乳酸和尿酸等）的揭示。19 世纪的主要贡献是对人体化学组成的认识和某些代谢过程的发现。在这一时期人类揭示了蛋白质是生命的表现形式，并成功地结晶了血红蛋白，提纯了麦芽糖酶，发现了细胞色素，从无机物合成出尿素，从肝中分离出糖原并证明它可转化为血糖等。19 世纪末，酶独立催化作用的发现打开了通向现代生物化学的大门。

20 世纪生物化学取得了快速发展，确立了现代生物化学的基本框架。1903 年德国科学家纽伯提出了“生物化学”一词，使生物化学成为一门独立的学科，促进了生物化学的发展，在随后的 50 多年里（至 20 世纪 50 年代），许多生物物质被分离纯化，许多代谢途径被阐明，例如，维生素、辅酶和激素的结构与功能，酶促反应动力学，糖代谢的各条反应途径，脂肪酸的 β -氧化分解，氨基酸的分解代谢与鸟氨酸循环、三羧酸循环，肺炎链球菌转化实验证明了 DNA 是遗传物质等均是这一时期的突出贡献。

3. 20 世纪 50 年代至今的深入发展阶段

这一时期生物化学经历了基因时代—基因组时代—后基因组时代（蛋白质组学）。20 世纪 50 年代以来，生物化学空前突飞猛进地发展，并进入了分子生物学时代，这一时期的主要标志和重大突破之一是 1953 年 Watson 和 Crick 的 DNA 双螺旋结构模型的建立，为进一步阐明遗传信息的储存、传递和表达，揭开生命的奥秘奠定了结构基础。同年，Sanger 完成了胰岛素一级结构的测定。从此开始了以核酸和蛋白质的结构与功能为研究焦点的分子生物学时代，全面地推动了生命科学的发展。这一时期人们提出了遗传信息传递的中心法则，破译了遗传密码，并发现了基因传递与表达的调控；核酸和蛋白质组成的序列分析技术飞速发展。20 世纪 60~70 年代体外 DNA 重组技术建立，基因表达调控机制被发现，人工合成了牛胰岛素和酵母丙氨酸-tRNA。20 世纪 80~90 年代核酶和抗体酶被发现，产生了 PCR 技术，并启动了人类基因组计划。随着人类基因组计划完成，人类又相继完成了水稻基因组计划、家蚕基因组计划，而且在此基础上，衍化出的转基因技术、基因剔除技术及基因芯片技术等更加开阔了人们对基因研究的视野，为人类破解生命之谜奠定了坚实的基础。继之而来的后基因组计划，将在更加贴近生命本质的更深层次上探讨与发现生命活动的规律，以及重要生理与病理现象的本质。这些庞大工程的完成，必将对生命的本质、生命的进化、遗传、变异，疾病的发病机制，疾病的预防、治疗，延缓衰老和新药的开发，以及整个生命科学产生深远的影响。

4. 生物化学研究的前沿热点

生物化学与分子生物学成为 21 世纪生命科学的带头学科与支柱。生物化学目前研究的前沿热点主要有以下几个方面：蛋白质三维结构与功能关系的研究，蛋白质折叠的

研究, 基因工程和蛋白质工程研究, 蛋白质(酶)功能的研究, 核酸的结构与功能的研究, 基因信息的表达、传递、调控等机理的研究, 生物大分子的合成和组装研究, 细胞分裂和繁殖的生化进程及控制机理的研究等方面。

三、生物化学与其他学科的关系

生物化学是由化学和生物学互相渗透、相互影响而形成的一门交叉学科, 所以它与化学及有关的生物学科有着密切的联系。生物化学起初由一门独立的学科, 发展成为多学科交叉、多种研究方法并行的繁荣景象, 使得在生物化学领域不断有新发现、新理论产生。由于 X 射线衍射技术的引入, 发现了 DNA 的双螺旋结构, 生物化学的发展进入分子生物学阶段, 使得遗传的研究深入到了分子的水平, 阐明了遗传物质的本质以及遗传信息的传递规律。随后分子遗传学、分子免疫学、细胞生物学等新学科迅速发展, 从分子角度阐明了一个又一个生命的奥秘, DNA 重组技术更是为生物化学的发展提供了强有力的研究手段, 为探索生命的更多奥秘带来了无限的希望。

生物化学与化学的关系: 近代生物化学的起源依赖于有机化学对各种有机物结构的研究。进行生物体新陈代谢的研究工作, 必须具备有关生物体内有机化合物结构和性质的知识, 首先要运用化学的方法和原理将生物分子分离纯化出来, 再进一步研究其结构和性质。物理化学中热力学的原则和理论则是分析生物体内物质和能量复杂变化规律的理论基础。

生物化学与生物科学的关系: 生物化学的研究对象的是生物体, 因此生物化学与生物科学有着密切的关系。研究生命活动原理的生理学, 必然要涉及生物体内有机物代谢这一生命活动的重要内容, 而有机物代谢的途径和机制正是生物化学的核心内容之一。遗传学是研究生命过程中遗传信息的传递与变异, 所以核酸和蛋白质的结构、性质、代谢与功能, 同时是遗传学和生物化学的重要内容。这种将生物化学与遗传学相结合的交叉科学也被称为分子遗传学, 或狭义的分子生物学, 其主要研究遗传物质(核酸)的复制、转录、表达调控以及与其他生命活动的关系。

生物化学与微生物学的关系: 目前积累的许多生物化学知识, 有相当部分是以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实验材料。而生物化学的理论又是研究微生物形态、分类和生理过程的理论基础。在研究微生物的代谢、生理活动病毒的本质以及免疫的化学程序、抗体的生成机制等方面, 都要应用生物化学的理论和

技术。

生物化学与细胞生物学的关系: 细胞生物学研究生物细胞的形态、组成、结构和功能, 研究过程中必须探索组成细胞的各种化学物质的性质及其变化, 故细胞生物学研究离不开生物化学的知识和理论。

四、生物化学的应用和发展前景

1. 生化知识的应用

随着对生命活动分子机制的逐步了解, 人们对各种生理和病理过程的认识不断深

化,并将这些知识用于医疗保健和工农业生产。

在医学上,人们根据疾病的发展机理以及病原体与人体在代谢上和调控上的差异,设计或筛选出各种高效低毒的药物;按照生长发育的不同需要,配制合理的饮食。

在工业生产尤其是发酵工业和制药工业中,人们根据某种产物的代谢规律,特别是它的代谢调节规律,通道控制反应条件,或用遗传手段改造生物,突破其限制步骤的调控,大量生产所需要的生物产品如抗生素、维生素 C 和许多氨基酸、蛋白质产品。

在农业上,根据对养殖动物和种植农作物代谢过程的深刻认识,制定合理的饲养和栽培措施;根据家禽、家畜、农作物与病原菌、害虫、杂草在代谢和调控上的差异,设计各种动物药、农药和除草剂;农产品、畜产品、水产品的贮藏、保鲜、深加工也广泛地利用有关的生化知识。

2. 生化技术的应用

生化分析已经成为现代工农业生产和医药实践中常规的检测手段。利用生化分析检验产品质量,监测生产过程,指导工艺流程的改造;利用生化分析进行品种鉴定,促进良种选育;利用生化分析进行临床诊断、疾病跟踪、指导治疗和新药开发等。生化分离纯化技术和生物合成技术不仅极大地推动着生物制药业的深入发展,也促进近代生物化学、分子生物学和生物工程的发展,而且必将给许多传统的生产领域带来一场深刻的变革。

3. 生化产品的广泛应用

蛋白酶制剂被用作助消化和溶血栓的药物,还用于皮革脱毛和洗涤剂的添加剂;淀粉酶和葡萄糖异构酶用以生产高果糖糖浆;纤维素酶用作饲料添加剂。各种疫苗、血液制品、激素、维生素、氨基酸、核苷酸、抗生素和抗代谢药物等已经广泛用于医疗实践。此外,许多食品添加剂、营养补剂和某些饲料添加剂也是生化制品。一些酶制剂已在工农业产品的加工和改造、工艺流程的革新和三废治理中得到广泛应用。

五、学习生物化学的方法

生物化学内容十分丰富,发展非常迅速,在生命科学中的地位极其重要,因而成为各相关专业必修的基础课程。学习生物化学时,要根据本学科的特点,联系有机化学与生物学的知识,全面了解教材内容,以生物大分子的结构、性质、代谢及生物功能为重点,在理解的基础上加强记忆,在记忆的过程中加深理解,掌握生物化学的基本理论和生物化学基本实验技术,培养和提高分析问题和解决问题的能力。



生物化学是研究生物体的化学组成和化学变化的科学,以生物体为研究对象,利用生物化学技术研究其化学组成、分子结构及其与功能的关系、新

陈代谢、遗传信息的传递、表达及调控以及组织器的生物化学、生物化学的发展动态经历了早期应用阶段、独立发展阶段和深入发展三个阶段，目前，生物化学研究热点集中在蛋白质三维结构子功能关系、基因信息的表达、传递、调控等机理研究以及生物大分子的合成和组装研究等方面。随着人们对生命活动分子机制的逐步了解，生物化学已广泛应用于工业、农业、医药及食品行业。



复习思考题

1. 什么是生物化学？生物化学研究的主要内容是什么？
2. 简述生物化学的应用及发展前景。

第二章

蛋白质化学

知识目标	1. 熟悉氨基酸结构特点、蛋白质分子组成特点及蛋白质的分子结构。 2. 掌握蛋白质的主要生物学功能及蛋白质结构与功能的关系。 3. 掌握蛋白质分离纯化的原理。
能力目标	1. 学会离心机、分光光度计的使用。 2. 学会蛋白质分离纯化技术的操作要点。
课前思考题	1. 什么是等电点？如何利用等电点分离纯化蛋白质？ 2. 常见的氨基酸有多少种？ 3. 为什么说蛋白质是生命现象的体现者？

蛋白质是生物细胞中含量最丰富、功能最多的生物大分子，也是生物体的基本组成成分之一。体内大约 10 万种蛋白质，如酶、抗体、多肽激素、凝血因子、转运蛋白等都是蛋白质。各种蛋白质均有其特定的结构和功能。在物质代谢、肌肉收缩、机体防御、血液凝固、细胞信息传递、个体生长发育、组织修复等方面，蛋白质发挥着其他任何物质均不可替代的作用，因此蛋白质是生命活动的物质基础。

第一节

蛋白质功能及分类

一、蛋白质功能

蛋白质是原生质的主要成分，任何生物都含有蛋白质。自然界中最小、最简单的生物是病毒，它是由蛋白质和核酸组成的。没有蛋白质也就没有生命。自然界的生物多种多样，因而蛋白质的种类和功能也十分繁多。概括起来，蛋白质主要有以下功能。

（一）催化功能

生物体内的酶都是由蛋白质构成的，它们是有机体新陈代谢的催化剂。没有酶，生

物体内的各种化学反应就无法正常进行。例如，没有淀粉酶，淀粉就不能被分解利用。

（二）结构功能

蛋白质可以作为生物体的结构成分。在高等动物里，胶原是主要的细胞外结构蛋白，参与结缔组织和骨骼作为身体的支架，占蛋白总量的 1/4。细胞里的片层结构，如细胞膜、线粒体、叶绿体和内质网等都是由不溶性蛋白与脂类组成的。动物的毛发和指甲都是由角蛋白构成的。

（三）运输功能

脊椎动物红细胞中的血红蛋白和无脊椎动物体内的血蓝蛋白在呼吸过程中起着运输氧气的作用。血液中的载脂蛋白可运输脂肪，转铁蛋白可转运铁。一些脂溶性激素的运输也需要蛋白，如甲状腺素要与甲状腺素结合球蛋白结合才能在血液中运输。

（四）贮存功能

某些蛋白质的作用是贮存氨基酸作为生物体的养料和胚胎或幼儿生长发育的原料。此类蛋白质包括蛋类中的卵清蛋白、奶类中的酪蛋白和小麦种子中的麦醇溶蛋白等。肝脏中的铁蛋白可将血液中多余的铁储存起来，供缺铁时使用。

（五）运动功能

肌肉中的肌球蛋白和肌动蛋白是运动系统的必要成分，它们构象的改变引起肌肉的收缩，带动机体运动。细菌中的鞭毛蛋白有类似的作用，它的收缩引起鞭毛的摆动，从而使细菌在水中游动。

（六）防御功能

高等动物的免疫反应是机体的一种防御机能，它主要也是通过蛋白质（抗体）来实现的。凝血与纤溶系统的蛋白因子、溶菌酶、干扰素等，也担负着防御和保护功能。

（七）调节功能

某些激素、一切激素受体和许多其他调节因子都是蛋白质。

（八）信息传递功能

生物体内的信息传递过程也离不开蛋白质。例如，视觉信息的传递要有视紫红质参与，感受味道需要味觉蛋白。视杆细胞中的视紫红质，只需 1 个光子即可被激发，产生视觉。

（九）遗传调控功能

遗传信息的储存和表达都与蛋白质有关。DNA 在储存时是缠绕在蛋白质（组蛋白）上的。有些蛋白质，如阻遏蛋白，与特定基因的表达有关。 β -半乳糖苷酶基因的表达受到一种阻遏蛋白的抑制，当需要合成 β -半乳糖苷酶时经过去阻遏作用才能表达。

(十) 其他功能

某些生物能合成有毒的蛋白质，用以攻击或自卫。如某些植物在被昆虫咬过以后会产生一种毒蛋白——白喉毒素，可抑制生物蛋白质合成。

二、蛋白质分类

(一) 按分子形状分类

1. 球状蛋白

外形近似球体，多溶于水，大都具有活性，如酶、转运蛋白、蛋白激素、抗体等。球状蛋白的长度与直径之比一般小于 10。

2. 纤维状蛋白

外形细长，分子量大，大都是结构蛋白，如胶原蛋白、弹性蛋白、角蛋白等。纤维蛋白按溶解性可分为可溶性纤维蛋白与不溶性纤维蛋白。前者如血液中的纤维蛋白原、肌肉中的肌球蛋白等，后者如胶原蛋白、弹性蛋白、角蛋白等结构蛋白。

(二) 按分子组成分类

1. 简单蛋白

简单蛋白完全由氨基酸组成，不含非蛋白成分，如血清蛋白等。根据溶解性的不同，可将简单蛋白分为以下 7 类：清蛋白、球蛋白、组蛋白、精蛋白、谷蛋白、醇溶蛋白和硬蛋白。

2. 结合蛋白

结合蛋白由蛋白质和非蛋白成分组成，后者称为辅基。根据辅基的不同，可将结合蛋白分为以下 7 类：核蛋白、脂蛋白、糖蛋白、磷蛋白、血红素蛋白、黄素蛋白和金属蛋白。

第二节 蛋白质的组成

一、蛋白质的元素组成

自然界中，蛋白质种类繁多，但其元素组成都很接近。元素分析表明，构成蛋白质的基本元素有碳、氢、氧和氮 4 种，有些蛋白质还含有硫、磷和一些金属元素。蛋白质平均含碳 50%、氢 7%、氧 23%和氮 16%。其中氮的含量较为恒定，而且在糖和脂类中不含氮，所以常通过测量样品中氮的含量来测定蛋白质含量。如常用的凯氏定氮法是蛋白质定量的经典方法之一。

样品中蛋白质含量 = 样品中的氮含量 $\times 6.25$

二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸

(一) 蛋白质的水解

氨基酸是蛋白质的基本结构单位，这个发现是从蛋白质的水解得到的。蛋白质的水解主要有三种方法。

1. 酸水解

用 6mol/L HCl 或 4mol/L H₂SO₄，105℃回流 20h 即可完全水解蛋白质。酸水解不引起氨基酸的消旋，但色氨酸完全被破坏，丝氨酸和苏氨酸部分破坏，天冬酰胺和谷氨酰胺的酰胺基被水解。如样品含有杂质，在酸水解过程中常产生腐黑质，使水解液变黑。用 3mol/L 对甲苯磺酸代替盐酸，得到色氨酸较多，可像丝氨酸和苏氨酸一样用外推法求其含量。

2. 碱水解

用 5mol/L NaOH，水解 10~20h 可将蛋白质水解完全。碱水解使氨基酸消旋，许多氨基酸被破坏，但色氨酸不被破坏。常用于测定色氨酸含量。可加入淀粉以防止氧化。

3. 酶水解

酶水解既不破坏氨基酸，也不引起消旋。但酶水解时间长，反应不完全。一般用于部分水解，若要完全水解，需要用多种酶协同作用。

(二) 氨基酸的结构特点

自然界中的氨基酸有 300 余种，而参与机体蛋白质组成的仅有 20 种。如表 1.2.1 所示。这些氨基酸称为基本氨基酸或标准氨基酸，这些氨基酸的数量、排列顺序的变化会形成无数种蛋白质。这 20 种氨基酸结构不同，但有以下共同特点。

表 1.2.1 常见氨基酸的名称、结构及分类

分类	氨基酸名称	三字母符号	单字母符号	中文简称	R 基化学结构	等电点
非极性氨基酸	丙氨酸	Ala	A	丙	H ₃ C—	6.02
	缬氨酸	Val	V	缬	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	5.97
	亮氨酸	Leu	I	亮	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	5.98
	异亮氨酸	Ile	I	异亮	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	6.02
	苯丙氨酸	Phe	F	苯丙		5.48