



药 学 类 高 职 高 专 系 列 教 材

SHENGWU HUAXUE YU SHENGHUA YAOPIN

生物化学 与生化药品

● 主编 陈电容



河南科学技术出版社

药学类高职高专系列教材

生物化学与生化药品

主编 陈电容



河南科学技术出版社

· 郑州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学与生化药品/陈电容主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2007. 7

(药学类高职高专系列教材)

ISBN 978 - 7 - 5349 - 3684 - 5

I. 生… II. 陈… III. ①生物化学 - 高等学校: 技术学校 - 教材②生物制品 - 药物分析 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. Q5 R917

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 097102 号

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028 65788613

网址: www.hnstp.cn

策划编辑: 范广红

责任编辑: 余飞鹏

责任校对: 王艳红

封面设计: 张 伟

版式设计: 栾亚平

印 刷: 郑州美联印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185mm × 260mm 印张: 17 字数: 393 千字

版 次: 2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 26.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系。

编写说明

近年来我国经济快速发展,急需大量的高技能专业人才。为了鼓励高技能专业人才的培养,国务院出台了《国务院关于大力发展职业教育的决定》。在政府与市场的共同推动下,高职高专层次药学专业的发展也十分迅速。现在全国已有药学类专业高职高专层次办学单位 79 个,比三年前有了大幅度的提高。职业药师的执业资格准入制度,药品生产水平的提高,医药销售企业的规范管理与策划营销,都对药学专业高职高专学生的培养提出了更高的要求。而目前市场上已有的药学类高职高专教材存在理论性过强、缺乏系统实训教材等缺憾,所以,出版一套知识新、突出职业教育特色、体现教学改革成果的教材,对推动药学专业教学改革、培养优秀实用型人才具有重要意义。

据此,河南科学技术出版社通过深入调研,认真组织全国多所开办药学专业时间较长且教改经验丰富的高职高专院校的专家,邀请药品研发和生产部门的技术人员、从事药品销售的专业人员,共同编写本套药学类高职高专系列教材。本套教材本着理论“必需、够用”为度、注重药学专业知识的有效整合、突出实践能力培训的原则进行编写,力争使其成为我国医药高职高专院校教材建设的一大亮点,并争取达到以下目标:

第一,围绕育人目标,领悟文件精神,夯实理论基础。

本套教材的编者深入学习教育部、卫生部有关药学人才的培育要求以及院校的教学文件,以国家文件精神为指导编写本套教材,保证概念正确、知识清楚、内容必需,力求语言简明、突出实用,既有利于教师更新观念、改进教法、有效主导、提高成效,又可引导学生汲取新知、增强技能、优化素质、健康成长,从而成为一套深受广大师生欢迎的实用教材。

第二,育人定位准确,课程设置合理,强化技能培训。

本套教材的编者遵循高职高专药学教育教学规律,始终围绕高技能应用型药学人才的培育目标,坚持理论“必需、够用”的同时,有效整合药学专业知识,对课程体系进行了有效融合。另外,为了加强与理论知识相配套的实践能力培训,编写了 6 种实验实训课教材,增加了有关药学设计性(由学生设计目标、内容和要求的实验实训)和综合性(学生运用本学科及相关学科综合知识进行实验实训)的实践教学内容,并按教学计划精心设计,营造高仿真药学职业环境,有的放矢地引导学生“零距离”接受药学职业岗位有关生产流程的实训,尽早具有“零适应期”就业本领,增强学生就业竞争力,从而使本套教材更具创新性和实用性。

在本套教材的编写过程中,各位编者多次开会研讨,共商编写事宜,反复协商,达成共识,进而明确了本套教材的体系规划、设计思路、编写理念、应有特色和预定目标,力争使本套教材做到起点高、立意新、注重实践、突出质量。但由于时间仓促,经验有限,并做了许多新的尝试,不足之处在所难免,恳请各位专家、同仁批评指正。

李晓阳

2007 年 6 月

前 言

本教材是《药学类高职高专系列教材》之一。编写本着“基础理论适度，技术应用能力强，拓宽知识广度，提高综合素质”的基本原则，掌握“必需为准，够用为度，实用为限”，力求体现高职高专教育的特点。

本教材重点介绍生物化学的基础知识和某些新进展，在注重以基础知识为主体的前提下，适当反映本学科发展的新动向、新发展；如生化药物部分，介绍了生物制药新技术。在编写次序上力求层次分明、连贯性与整体性相结合，突出简明易懂、实用。为了便于学生学习，本教材在各章之前明确提出了“学习要点”，以使学生在预习时掌握该章的要点；在各章之后附有部分思考题。

全书共十三章，分别由浙江医药高等专科学校（陈电容、周双林、许丽丽、张立飞、范三微、彭昕、董丽辉），广西卫生管理干部学院（李继绸）等院校具有多年教学经验的生化教师修订编写。

由于编者水平有限，教材中存在缺点、错误在所难免，敬请专家、学者以及广大师生予以批评指正。

陈电容

2007 年 3 月

目 录

绪论	1
一、生物化学的含义及研究对象	1
二、生物化学与医药学的关系	2
三、生物化学的发展	2
第一章 蛋白质的化学	5
第一节 蛋白质是生命的物质基础	5
一、蛋白质是构成生物体的基本成分	6
二、蛋白质具有多种多样的生物学功能	6
第二节 蛋白质的化学组成	7
一、蛋白质的元素组成	7
二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸	7
第三节 蛋白质的分子结构	10
一、蛋白质的一级结构	10
二、蛋白质的空间结构	12
第四节 蛋白质的结构与功能的关系	18
一、蛋白质的一级结构与功能的关系	18
二、蛋白质的空间结构与功能的关系	19
第五节 蛋白质的性质	21
一、蛋白质的变性	21
二、蛋白质的两性电离与等电点	22
三、蛋白质的胶体性质	22
四、蛋白质的沉淀	23
五、蛋白质的颜色反应	24
六、蛋白质的紫外吸收性质	24
七、蛋白质的免疫学性质	24
第六节 蛋白质的分离、纯化、鉴定及含量测定	25
一、蛋白质的提取	26
二、蛋白质的分离与纯化	26
三、蛋白质的纯度鉴定和含量测定	29
第七节 蛋白质的分类	29
一、根据分子形状分类	30
二、根据组成分类	30
三、根据溶解度分类	30
第二章 核酸的化学	32
第一节 核酸分子的化学组成	33
一、核酸的元素组成	33
二、核酸的基本结构单位——核苷酸	33
三、核苷酸的衍生物	35
第二节 核酸的分子结构	37
一、DNA 的分子结构	37
二、RNA 的分子结构	41



第三节 核酸的理化性质	43	五、激活剂的影响	65
一、核酸的分子大小	43	六、抑制剂的影响	66
二、核酸的溶解度与黏度	43	第六节 酶的分离、提纯及活性测定	69
三、核酸的酸碱性质	43	一、酶的分离、提纯	69
四、核酸的紫外吸收	43	二、酶活力的测定	71
五、核酸的变性、复性和分子杂交	44	三、酶的纯度分析	71
第四节 核酸的分离与含量测定	46	第七节 重要的酶	72
一、核酸的提取、分离和纯化	46	一、同工酶	72
二、核酸含量测定的原理	48	二、诱导酶	73
第三章 酶	50	三、调节酶	73
第一节 酶是生物催化剂	51	第八节 酶在医药学上的应用	75
一、酶的生物学意义	51	一、酶在疾病诊断上的应用	75
二、酶催化作用的特点	51	二、酶在治疗上的应用	76
第二节 酶的命名与分类	53	三、固定化酶及其在医药上的应用	77
一、习惯命名法	54	第四章 生物膜的结构与功能	79
二、国际系统命名法	54	第一节 生物膜的基本结构	79
第三节 酶的结构与功能	55	一、生物膜的化学组成	79
一、酶的化学本质	55	二、生物膜的结构	81
二、酶的化学组成	55	第二节 生物膜与物质转运	82
三、酶的辅助因子	55	一、小分子物质的转运	83
四、单体酶、寡聚酶、多酶复合体	56	二、大分子物质的转运	84
五、酶的结构与功能	57	第三节 生物膜与信息传递	86
第四节 酶的作用机制	59	一、受体	86
一、酶能显著降低反应活化能	59	二、效应酶	88
二、中间复合物学说和酶作用的过渡态	60	第五章 激素	90
三、酶作用高效率的机制	60	第一节 主要激素及其理化性质	90
第五节 酶促反应动力学	62	一、激素的特性	91
一、底物浓度对酶反应速度的影响	63	二、几种主要激素	91
二、酶浓度的影响	64	第二节 激素作用机制	94
三、温度的影响与最适温度	65	一、细胞膜受体作用途径	94
四、pH 值的影响	65	二、细胞内受体作用途径	97
		第六章 糖类代谢	99
		第一节 糖的消化吸收及功能	99
		第二节 糖的分解	100
		一、糖的无氧分解	100



二、糖的有氧分解	105	一、脂肪的分解代谢	141
三、磷酸戊糖途径	109	二、脂肪的合成代谢	145
第三节 糖异生作用	112	第三节 类脂的代谢	149
一、糖异生作用的途径	112	一、磷脂的代谢	149
二、乳酸循环	113	二、胆固醇的代谢	150
三、糖异生作用的生理意义	114	第四节 脂类代谢的调节及代谢 紊乱	153
四、糖异生作用的调节	114	一、脂类代谢的调节	153
第四节 糖原的合成与分解	115	二、脂类代谢的紊乱	153
一、糖原的合成作用	115	第九章 氨基酸代谢	157
二、糖原的分解	116	第一节 蛋白质的营养价值	157
三、糖原代谢的调节	117	一、食物蛋白质的生理功能	157
第五节 血糖水平的调节	118	二、氮平衡	158
一、激素对血糖的调节	118	三、蛋白质的营养价值	158
二、血糖水平异常	119	第二节 蛋白质的消化吸收与 腐败作用	160
第七章 生物氧化	121	一、蛋白质的消化	160
第一节 概述	121	二、氨基酸的吸收	160
一、生物氧化的基本概念	121	三、蛋白质的腐败	160
二、生物氧化的特点	122	第三节 氨基酸的一般代谢	161
第二节 线粒体氧化体系	123	一、氨基酸的脱氨基作用	161
一、呼吸链的主要组分	123	二、氨的代谢	165
二、呼吸链中传递体的排列 顺序	125	三、 α -酮酸的代谢	170
三、主要的呼吸链	127	第四节 个别氨基酸的代谢	171
四、生物氧化过程中 ATP 的 生成	128	一、氨基酸的脱羧作用	171
第三节 非线粒体氧化体系	133	二、一碳基团代谢	173
一、微粒体氧化体系	133	三、含硫氨基酸的代谢	176
二、过氧化物酶体氧化体系	134	四、芳香族氨基酸代谢	177
第八章 脂类代谢	136	第十章 核苷酸代谢	179
第一节 脂类的消化和吸收及其 在体内的储存和运输	137	第一节 核苷酸的分解代谢	179
一、脂肪的消化和吸收	137	一、核酸的降解	179
二、类脂的消化和吸收	137	二、核苷酸分解产物的代谢	180
三、脂类在体内的储存和 动员	138	第二节 核苷酸的合成代谢	182
四、脂类的运输和血浆脂 蛋白	138	一、嘌呤核苷酸的合成	182
第二节 脂肪代谢	140	二、嘧啶核苷酸的合成	184
		第三节 核苷酸的代谢障碍	186
		一、核苷酸代谢异常	186
		二、核苷酸的抗代谢物	187



第十一章 遗传信息的传递与表达

.....	189
第一节 概述	190
一、基因和基因组的概念	190
二、遗传信息传递的中心法则	190
第二节 DNA 的生物合成(复制)	191
一、DNA 的复制	191
二、DNA 的逆转录合成	199
第三节 RNA 的生物合成(转录)	200
一、转录的概念	200
二、转录模板	200
三、参与转录的酶类及蛋白因子	201
四、转录过程	202
五、转录后的加工和修饰	203
第四节 蛋白质的生物合成(翻译)	205
一、翻译的概念	205
二、参与蛋白质生物合成的物质	205
三、蛋白质生物合成(翻译)的过程	209
四、蛋白质生物合成的调节	213
第五节 影响蛋白质生物合成的药物	215
一、烷化剂类	215
二、抗生素类	215
三、生物碱类	216
四、蛋白质类	216
第十二章 代谢与代谢调控	218
第一节 概述	218
一、新陈代谢的含义	219
二、同化作用和异化作用	219
三、物质代谢与能量代谢	220
四、中间代谢	220

第二节 物质代谢的相互关系 ... 221

一、蛋白质与糖代谢的相互联系	221
二、糖与脂类代谢的相互联系 ...	221
三、蛋白质与脂类代谢的相互联系	222
四、核酸与糖、脂类和蛋白质代谢的相互联系	222
第三节 代谢调控总论	223
一、细胞或酶水平的调节	224
二、激素水平的调节	230
三、整体水平的调节	230
第四节 抗代谢物和代谢抑制剂	231
一、抗代谢物	231
二、代谢抑制剂	232

第十三章 生化药物及生化制药

.....	234
第一节 生化药物概述	235
一、生化药物的概念	235
二、生化药物的来源	235
三、生化制药的特点	236
第二节 生化药物的发展概况 ...	237
一、氨基酸、多肽及蛋白质类药物	237
二、酶和辅酶类药物	239
三、核酸及其降解物和衍生物类药物	240
四、多糖类药物	240
五、脂类药物	241
六、维生素类药物	241
七、组织制剂	241
第三节 生化制药工艺与技术 ...	242
一、生化药物材料的选取与预处理	242
二、生化药物的提取	243
三、生化药物的分离与纯化 ...	245
四、生化药物后处理及制剂 ...	246



目 录

五、生化制药工艺流程设计 ...	247	三、生化药物的发展方向	251
第四节 生化制药工艺技术的		第五节 生化制药工艺实例	251
发展	247	一、诱生提取法生产白细胞介	
一、现代生物技术的发展	247	素-2	251
二、生化药物检测技术的发展		二、L-天门冬酰胺酶	253
.....	251	主要英汉名词对照	255
参考文献	260		



绪 论

系天阳学西国已学升研主，二

绪论是本书的开篇，主要介绍生物化学的研究对象、研究方法和研究意义。绪论是本书的开篇，主要介绍生物化学的研究对象、研究方法和研究意义。

学习要点

生物化学是生命科学的核心学科。本绪论扼要叙述生物化学的概念、研究的领域、方法和目的任务；阐明生物化学与药学的关系及其在医学理论、研究、制药工业等方面的重要地位，简要介绍了生物化学的发展历史。

一、生物化学的含义及研究对象

生物化学 (biochemistry) 是关于生命的化学 (chemistry of life)。它是以生物体 (包括人类、动物、植物和微生物等) 为对象，利用化学的原理和方法，研究生物体内基本物质的化学组成、结构，及在生命活动中这些物质所进行的化学变化，并从分子水平上阐明生命现象化学本质的学科。

组成生物体的基本物质有蛋白质、糖类、脂类、核酸、无机盐和水等。另外，还有含量较少而对生命活动极为重要的维生素、激素和微量元素。研究这些物质的化学组成、结构、理化性质、生物功能及结构与功能的关系，这些内容称为静态生物化学，是构成生物化学的主要内容的一个方面。

生物与非生物之间最本质的差别是生物体内的各种基本物质在生命过程中，不断地进行着互相联系、互相制约、互相对立而又统一的、多样复杂的又有规律的化学变化，其结果是生物体与外界环境进行有规律的物质交换，称为新陈代谢 (metabolism)。新陈代谢是生物体进行的一切化学变化的综合，也是生物体进行除旧更新的过程，它为生命活动提供所需的能量，是生物体生长、发育、繁殖、运动等生命活动的基础，新陈代谢若停止，生命即终止。体内的代谢途径既要适应环境的变化，又要互相协调，这样复杂的体系是通过多种调节因素来完成的，研究物质代谢的体内动态过程及其调节也是生物化学的重要研究任务，这些内容称为动态生物化学，是构成生物化学主要内容的另一个方面。

生物体尤其是人体具有各种生理功能，如肌收缩、神经传导、腺体分泌、视觉和听



觉等, 这些生理功能都是以物质代谢为基础的。研究代谢反应与生理功能的关系也是了解生命现象规律的重要环节之一, 称为功能生物化学。

从研究对象分类, 生物化学可分为动物生物化学、植物生物化学等。如果研究对象不限于动物或植物, 而是一般生物, 则称普通生物化学。但随着生物化学的发展, 它所包括的领域不断扩大。考虑到学科分化, 它又可分为无机生物化学、有机生物化学、生理生物化学、临床生物化学等。

二、生物化学与医药学的关系

生物化学是一门边缘学科, 它的内容已渗透到生物学科和各个领域。生化与医药的关系十分密切, 与临床医学、基础医学、预防医学、药学及其各基础学科有广泛联系, 是医学、药学等专业的一门重要专业基础学科, 并有重要的实践意义。

从医学方面来讲, 代谢过程的异常必将表现为疾病, 例如糖尿病就是由于胰岛素缺乏而引起糖代谢障碍, 可用胰岛素治疗。此外, 从血、尿及其他体液的分析来了解人体物质代谢情况, 有助于疾病的诊断。所以, 生物化学与疾病的病因、发病机制、诊断和治疗有极为密切的关系。

从药学方面来讲, 近代药理学主要研究药物作用的分子机制, 以及药物在体内的代谢转化和代谢动力学。因此, 其研究理论与技术手段与生物化学密切相关, 并已形成一个重要学科分支——生化药理学。分子药理学是在分子水平上研究药物分子与生物大分子相互作用的机制, 因此生物化学与分子生物学是其理论核心基础, 从生物化学的角度阐明药理作用, 有助于设计有效的药物。

生物化学在制药工业生产实践中也起着重要作用。以生物化学、微生物学和分子生物学为基础发展起来的生物工程制药工业, 已经成为制药工业的一个新门类。生物工程主要包括基因工程、酶工程、细胞工程与发酵工程, 它们已成为医药工业的新增长点。愈来愈多的重组药物, 如人胰岛素, 人生长素, α 、 β 、 γ 干扰素, 白细胞介素 2 (IL-2), 促红细胞生成素 (EPO), 组织纤溶酶原激活剂 (tPA) 和乙肝疫苗等均已在临床广泛使用。新的蛋白质工程药物种类正在日益增加, 应用生物工程技术改造传统制药工业, 也取得巨大突破; 生物工程技术在制药工业中的广泛应用, 将使传统制药工艺发生深刻变革。

微生物的新陈代谢活动是发酵工业的基础。乙醇是酵母菌的代谢产物。氨基酸、酶、抗生素, 也都可以通过微生物发酵生产。发酵产物的提炼和分离也必须依赖生物化学知识。此外, 研究微生物代谢过程对于选育高产优质的菌株具有指导意义, 例如研究微生物合成赖氨酸、甲硫氨酸等代谢过程, 指导了高产赖氨酸菌株的选育工作。可见, 生物化学在这些学科中处于中心地位, 由于各学科研究已深入到分子水平, 使各学科已有界限被打破, 生物化学已渗透到各种学科之中, 甚至成为它们的“共同语言”。

三、生物化学的发展

生物化学是于 20 世纪初形成的一门新型学科, 和其他自然科学一样, 它的发生和



发展都是由生产实践和科学试验所决定的，目前已成为自然科学中发展最快、最引起人们重视的学科之一。在其发展过程中有两个重要突破，其一是对酶的化学本质及其催化作用理论的发展，另一个是核酸及其结构与功能研究的突破。

在欧洲，17、18 世纪工业的发达，对生物化学的发展起了推动作用。18 世纪中叶，法国化学家拉瓦锡 (A. L. Lavoisier) 阐明了机体呼吸的化学本质；19 世纪初，魏勒 (F. Wohler) 用人工方法从无机物氰酸铵合成尿素，是人工合成有机物的创始人；1877 年，霍佩-赛勒 (Hoppoe Seyler) 建立了生理化学学科，首次提出 “Biochemie” 这个词；1897 年，布克奈 (Buchner) 等证明了无细胞的酵母提取液也具有发酵作用，可以使糖生成乙醇和二氧化碳，为近代酶学的发展奠定了基础；20 世纪初，弗歇 (Fischer) 阐明了酶对底物的作用，提出 “锁钥学说” 来解释酶作用的专一性；1926 年，艾贝尔 (Abel) 获得了牛胰岛素结晶，他们对蛋白质的结构与功能的研究做出了许多贡献。瓦博 (Warburg) 由于对细胞呼吸研究做出了出色的贡献而获得了诺贝尔奖；1937 年，Krebs 创立了三羧酸循环理论，从而奠定了物质代谢研究的理论基础。更具有里程碑意义的是 J. D. Watson 和 F. H. Crick 于 1953 年提出 DNA 双螺旋结构模型，随后证明了遗传的中心法则 (the central dogma)，为揭示遗传规律奠定了基础，是生物化学进入分子生物学时期的重要标志，开创了分子生物学的新纪元。1973 年，美国人 Cohen 建立了体外重组 DNA 的方法，标志着生物工程的诞生。1981 年，西克 (T. Cech) 发现了四膜虫 rRNA 的自我拼接，从而打破了一切酶都是蛋白质的传统概念。1985 年，聚合酶链式反应 (PCR) 首次以文字形式出现。1990 年，生命科学领域的头号工程即人类基因组研究计划正式启动，这一计划的实施无疑将从根本上阐明生命活动的遗传学基础，并为基因诊断、基因治疗及基因工程药物的开发创造了前提，人类也将步入创造生物新品种、新物种和改写人类自己的 DNA 结构的新时代。1992 年，发现蛋白激酶，从而探明蛋白质磷酸化的真谛。

20 世纪 20 年代以来，中国生物化学家在营养学、临床生化、蛋白质变性学说和免疫化学的抗原-抗体分析与免疫反应机制等方面的研究都做出了有益的贡献。1965 年我国在世界上首先用人工方法合成有生物活性的结晶牛胰岛素；1971 年，又完成了用 X 射线衍射方法测定牛胰岛素的分子空间结构，分辨率达 0.18 nm。1979 年，我国用人工方法合成酵母丙氨酸转运核糖核酸。20 世纪末，启动的人类基因组计划 (human genome project) 是人类生命科学中又一伟大创举。人类基因组计划是描述人类基因组和其他模式生物基因组特征，包括基因组图谱绘制和测序，发展基因组学技术等的一个国际性研究项目。近年来，我国的基因工程、蛋白质工程、新基因的克隆与功能、疾病相关基因的定位克隆以及功能研究均取得了重要的成果，特别要指出的是，人类基因组序列草图的完成也有我国科学家的一份贡献。

当今生命科学研究的特征是对分子、细胞、组织、器官乃至整体水平的多方位综合研究。生命活动是核酸、蛋白质等大分子的运动，以研究大分子的结构、功能为对象的结构生物学已成为生命科学的基础学科之一。对蛋白质的研究已从翻译、加工过程的作用机制这一极转到蛋白质降解机制的另一极；由于细胞和分子生物学的推动，发育生物学已成为生命活动最基础的问题。因此，发育进程的细胞增殖、功能分化及组织和器官



的形成等生化过程,已成为现代生物化学的研究热点;而细胞凋亡及其形态结构的不断调整又是生物化学研究的另一热点;神经生化可能是现代生化发展的最大热门,因为神经系统不仅是生命活动的中枢,而且与学习、记忆、语言等生命活动直接相关,可能是生命活动中最复杂最精细的内容,其问题的最终解决或许仍依赖于人类基因组工程和蛋白质工程以及各种新技术的出现。现代生物化学研究进展的另一个特点是基础与应用的结合。医药学和农学等的发展不断地向生物化学和分子生物学提出问题和挑战,随着基因工程、蛋白质工程、细胞工程和胚胎工程的发展,人类在战胜各种传染病、冠心病、艾滋病、肿瘤以及计划生育和抗衰老等方面,一定会取得更为有效的手段。当前生物化学的基础研究成果到实现产业化的距离已大大缩短,如某些细胞因子从基因的发现到生物工程产品的开发,只需要1~2年时间,这就有力地证明生物化学基础研究与现代药学科学的发展具有密切的关系和巨大的应用潜力。



第一章 蛋白质的化学

第一节 蛋白质是生命的物质基础

蛋白质是构成生物体的最基本物质之一，其含量丰富、种类繁多，不同的蛋白质具有不同的生物学功能。所有的蛋白质都含有碳、氢、氧、氮，其中氮的含量比较恒定，平均为16%。天然蛋白质主要由20种L- α -氨基酸组成，根据R基团的性质分为非电离极性氨基酸、非极性氨基酸、酸性氨基酸和碱性氨基酸四类。氨基酸通过肽键连接成多肽链，多肽链中氨基酸的排列顺序称为蛋白质的一级结构，维持一级结构的化学键是肽键。肽单位上六个原子位于同一个平面，称为肽键平面。多肽链经盘曲、折叠形成二级、三级和四级空间结构，维持空间结构的化学键是氢键、盐键、疏水键和二硫键等次级键。蛋白质结构与生物活性有密切关系。蛋白质分子的次级键断裂，空间结构被破坏发生变性时，生物活性丧失。蛋白质是两性电解质，带电状态取决于溶液的pH值。稳定蛋白质胶体溶液的因素有水化层和同性电荷，破坏稳定因素，蛋白质发生沉淀。蛋白质与茚三酮试剂、双缩脲试剂和酚试剂呈颜色反应，常用于蛋白质定性和定量分析。利用各种蛋白质的溶解度、相对分子质量大小、电离性质不同的特点分离和纯化蛋白质。采用层析法、电泳法、免疫法对蛋白质的纯度进行鉴定。

学习要点

蛋白质是构成生物体的最基本物质之一，其含量丰富、种类繁多，不同的蛋白质具有不同的生物学功能。所有的蛋白质都含有碳、氢、氧、氮，其中氮的含量比较恒定，平均为16%。天然蛋白质主要由20种L- α -氨基酸组成，根据R基团的性质分为非电离极性氨基酸、非极性氨基酸、酸性氨基酸和碱性氨基酸四类。氨基酸通过肽键连接成多肽链，多肽链中氨基酸的排列顺序称为蛋白质的一级结构，维持一级结构的化学键是肽键。肽单位上六个原子位于同一个平面，称为肽键平面。多肽链经盘曲、折叠形成二级、三级和四级空间结构，维持空间结构的化学键是氢键、盐键、疏水键和二硫键等次级键。蛋白质结构与生物活性有密切关系。蛋白质分子的次级键断裂，空间结构被破坏发生变性时，生物活性丧失。蛋白质是两性电解质，带电状态取决于溶液的pH值。稳定蛋白质胶体溶液的因素有水化层和同性电荷，破坏稳定因素，蛋白质发生沉淀。蛋白质与茚三酮试剂、双缩脲试剂和酚试剂呈颜色反应，常用于蛋白质定性和定量分析。利用各种蛋白质的溶解度、相对分子质量大小、电离性质不同的特点分离和纯化蛋白质。采用层析法、电泳法、免疫法对蛋白质的纯度进行鉴定。

第一节 蛋白质是生命的物质基础

蛋白质（protein）是由氨基酸组成的一类生物大分子，它与核酸是生命活动过程中最重要的物质基础。蛋白质在生命活动中的重要性，主要表现在两个方面。



一、蛋白质是构成生物体的基本成分

蛋白质是构成生物体的最基本物质之一,无论动物、植物或微生物,都毫无例外地以蛋白质为主要组成成分。蛋白质不仅是构成一切细胞和组织的重要组成成分,而且也是生物体内含量最丰富的高分子有机化合物。人体内蛋白质含量约占人体干重的45%,细菌中蛋白质含量为50%~80%,干酵母含蛋白质46.6%,病毒中除含少量核酸外,其余几乎都是蛋白质,黄豆含蛋白质达40%,黑豆含蛋白质接近50%。

二、蛋白质具有多种多样的生物学功能

生物体内的蛋白质不仅含量丰富,而且种类繁多,据估计一个大肠杆菌就有3 000余种蛋白质。人体蛋白质种类更多,有10万种以上。整个生物界有100多亿种蛋白质。这些不同的蛋白质,各具有不同的生物学功能,在生命活动过程中起着重要的作用:

1. 生物催化作用 生命的基本特征是物质代谢,物质代谢的全部生化反应几乎都是在酶的催化和控制下进行的,而多数酶的化学本质是蛋白质。

2. 代谢调节作用 激素作为“信使”,把调节正常生命活动的信息送到各个细胞,以保证机体正常生命活动;许多酶是在激素的调节下开始和停止催化作用,而大部分激素是蛋白质。

3. 免疫保护作用 机体对外来异物物质(病毒、细菌及异物蛋白)的识别和结合使之失活的免疫作用是通过抗体来完成的,而抗体则是一类特异的球蛋白——免疫球蛋白。

4. 转运和储存作用 体内许多小分子物质或离子的转运和储存也是由蛋白质来完成的。如血红蛋白运输氧和二氧化碳;血浆运铁蛋白运输铁,并在肝脏形成铁蛋白复合合物而储存;不溶性的脂类物质与血浆蛋白结合成脂蛋白而运输;许多药物吸收后常与血浆蛋白结合而转运。

5. 运动与支持作用 运动是靠肌肉收缩来实现的,而肌肉收缩是肌球蛋白和肌动蛋白相对滑动的结果。骨骼和纤维组织构成了人体结构的支架,起到支持重量和承受机械拉力的作用,骨骼和纤维组织是由胶原蛋白组成的。

6. 生长、繁殖、遗传和变异作用 生物的生长、繁殖、遗传和变异等都与核蛋白有关,而核蛋白是由核酸与蛋白质组成的结合蛋白。另外,遗传信息多以蛋白质的形式表达出来。组蛋白和阻遏蛋白通过调节某种蛋白基因的表达来控制机体的生长、发育和分化。

7. 生物膜的功能和受体 生物膜的基本成分是蛋白质和脂类,它与生物体内物质的转运有密切关系,也是能量转换的重要场所。受体也是蛋白质,它具有识别和传递信息的作用。如细胞膜上的蛋白类激素受体、细胞内的类固醇激素受体,以及一些药物受体。

总之,蛋白质的生物学功能是极其广泛的,近年研究表明,蛋白质在高等动物的记忆和识别功能方面,也起着十分重要的作用。



第二节 蛋白质的化学组成

一、蛋白质的元素组成

元素分析结果表明,蛋白质主要含碳(50%~55%)、氢(6%~8%)、氧(19%~24%)、氮(13%~19%)。除此之外,有的蛋白质含少量硫、磷、碘、铁、铜、锰和锌等元素。

所有蛋白质都含氮,而且蛋白质含氮量十分接近且恒定,平均为16%,即100 g蛋白质中含16 g氮,而每克氮相当于6.25 g蛋白质。由于动植物组织中含氮物以蛋白质为主,因此,只要测得样品中氮的含量,就可以按下列公式计算得样品中蛋白质的含量。

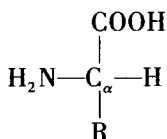
$$\text{蛋白质的含量} = \text{样品中含氮量} \times 6.25$$

二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸

蛋白质经酸、碱或蛋白质水解酶作用后,其水解的最终产物都是氨基酸,因此,氨基酸是蛋白质的基本组成单位。

(一) 氨基酸的结构特点

组成天然蛋白质的氨基酸主要有20种,这20种氨基酸都具有特异的遗传密码,故称为编码氨基酸。它们化学结构可用下列通式表示:



由通式分析,各种氨基酸在结构上有如下共同特点:

- (1) 组成蛋白质的氨基酸为 α -氨基酸,脯氨酸为 α -亚氨基酸。
- (2) 不同 α -氨基酸的R侧链不同,它对蛋白质的空间结构和理化性质有重要的影响。

(3) 除甘氨酸外,其他氨基酸的 α -碳原子都是不对称碳原子(手性碳原子),故它们具有旋光异构现象,存在D-型和L-型两种异构体。组成天然蛋白质的氨基酸为L-型,故称为L- α -氨基酸。

