

生物化学(第三版)

Q5  
C342(3)  
C1

高等医药院校教材

(供药学类专业用)

# 生 物 化 学

第 三 版

**主 编 陈 琼 华**

编写人 陈琼华 (中国药科大学, 教授)  
梅美珍 (上海医科大学, 教授)  
陈建智 (沈阳药学院, 教授)  
庄庆祺 (上海医科大学, 教授)  
杨继虞 (华西医科大学, 教授)  
吴梧桐 (中国药科大学, 教授)

人 民 卫 生 出 版 社

### 第三版编写说明

本书是在1987年编写出版的第二版教材基础上经过全面修订的第三版教材。修订之前曾广泛征求使用单位的意见，因此本版内容有一定的变动。由于近年来生物化学的迅速发展，因此尽可能地反映出现代生物化学的新进展和新成就。考虑到本书是药学专业用生物化学教材，因此在阐述生物化学的基本理论、基本知识和基本技能的基础上，尽可能地反映出药学专业特点，侧重药学生物化学方面。例如有关生化药物的进展概况，分离、分析技术的原理，药物作用的生物化学机制，以及药物在体内的转运和代谢转化等内容。由于现代生物技术的迅速发展，因此本版在蛋白质、酶和核酸以及生物工程等方面有关章节占了较大的篇幅。

本版教材是根据1989年全国高等医药院校药学专业教材编审工作会议有关三版教材修订的精神和原则意见而进行修订的。力求做到少而精，理论联系实际，具有我国特色，并反映药学专业特点，和现代生物技术的新进展与新成就。

参加本版的编写人员与第二版稍有更动，编审小组成员有中国药科大学陈琼华、吴梧桐，上海医科大学梅美珍、庄庆祺，沈阳药学院陈建智和华西医科大学杨继虞，并由陈琼华担任主编。参加编写的人员所负责编写的章节均在章后加以注明。中国药科大学周慧萍在协助主编方面做了许多工作，在此表示谢意。

由于编者水平有限，加之时间匆促，教材中存在缺点和错误在所难免，恳切希望应用本教材的广大师生和读者指正。

编者

1991年4月

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
一、生物化学的概念和任务 .....	1
二、生物化学与医药卫生和工农业生产的关系 .....	1
三、生物化学的进展 .....	2
<b>第二章 蛋白质的化学</b> .....	5
<b>第一节 蛋白质是生命的物质基础</b> .....	5
一、蛋白质是构成生物体的基本成分 .....	5
二、蛋白质具有多样性的生物学功能 .....	6
<b>第二节 蛋白质的化学组成</b> .....	7
一、蛋白质的元素组成 .....	7
二、蛋白质结构的基本单位——氨基酸 .....	7
<b>第三节 蛋白质的分子结构和合成的原理</b> .....	15
一、蛋白质的一级结构 .....	16
二、蛋白质和多肽合成的基本原理 .....	21
三、蛋白质的构象 .....	24
<b>第四节 蛋白质的结构与功能</b> .....	29
一、蛋白质一级结构与功能的关系 .....	30
二、蛋白质的空间构象与功能的关系 .....	31
三、蛋白质的结构与生物进化 .....	33
<b>第五节 蛋白质的性质</b> .....	34
一、蛋白质分子的大小、形状及分子量的测定 .....	34
二、蛋白质的变性 .....	36
三、蛋白质的两性电离与等电点 .....	37
四、蛋白质的胶体性质 .....	37
五、蛋白质的沉淀反应 .....	38
六、蛋白质的颜色反应 .....	39
七、蛋白质的免疫学性质 .....	40
<b>第六节 蛋白质的分离与纯化的基本原理</b> .....	43
一、蛋白质的提取 .....	43
二、蛋白质的分离和纯化 .....	43
三、蛋白质的纯度鉴定和含量测定 .....	47
<b>第七节 蛋白质的分类</b> .....	49
一、根据分子形状分类 .....	49
二、根据组成分类 .....	49
三、根据溶解度分类 .....	49
<b>第三章 核酸的化学</b> .....	50
<b>第一节 核酸的概念和化学组成</b> .....	50
一、核酸的概念和重要性 .....	50

二、核酸的化学组成	51
三、核苷与核苷酸	52
第二节 核酸的分子结构	56
一、DNA 的分子结构	56
二、RNA 的分子结构	62
三、核苷酸顺序的测定	66
第三节 核酸的理化性质	69
一、核酸的分子大小	69
二、核酸的粘度	70
三、核酸的紫外吸收	70
四、核酸的酸碱性质	71
五、核酸的变性与复性	71
第四节 核酸的分离与含量测定	73
一、核酸的提取、分离和纯化	73
二、核酸含量测定的原理	74
<b>第四章 酶</b>	76
第一节 酶是生物催化剂	76
一、酶的生物学意义	76
二、酶作用的专一性与诱导契合学说	77
三、酶的分类与命名	79
第二节 酶的结构与功能	81
一、酶的化学本质及其组成	81
二、酶的分子结构与功能	84
第三节 酶的催化机制	91
一、酶的催化作用与活化能	91
二、酶催化化学反应的中间产物学说	92
三、决定酶催化作用高效率的重要因素	93
第四节 酶促反应的动力学	97
一、底物浓度对酶促反应速度的影响	97
二、温度、pH、酶浓度和激活剂对酶作用的影响	101
三、抑制剂对酶作用的动力学	104
第五节 酶的分离、提纯及活性测定	113
一、酶的分离、提纯	113
二、酶的活力测定	116
第六节 寡聚酶、同工酶、诱导酶、变构酶和固定化酶	116
一、寡聚酶	116
二、同工酶	118
三、诱导酶	116
四、变构酶	119
五、固定化酶	123
第七节 酶在医药学上的应用	123

(2) 酶在疾病诊断上的应用·····	123
(3) 酶在治疗上的应用·····	124
(4) 固定化酶在医药上的应用·····	124
<b>第五章 维生素与辅酶</b> ·····	126
<b>第一节 维生素的概念与分类</b> ·····	126
一、维生素的概念和特点·····	126
二、维生素的分类·····	126
三、维生素缺乏症和过多症·····	126
<b>第二节 脂溶性维生素</b> ·····	127
一、维生素A和维生素A原·····	127
二、维生素D和维生素D原·····	129
三、维生素E·····	130
四、维生素K·····	131
五、 $\alpha$ -硫辛酸·····	132
<b>第三节 水溶性维生素</b> ·····	133
一、维生素B <sub>1</sub> 和TPP·····	133
二、维生素B <sub>2</sub> 和FMN、FAD·····	134
三、维生素PP和NAD、NADP·····	134
四、维生素B <sub>6</sub> 和磷酸吡哆醛、磷酸吡哆胺·····	135
五、泛酸和辅酶A·····	136
六、生物素和羧基生物素·····	137
七、叶酸和辅酶F·····	137
八、维生素B <sub>12</sub> 和辅酶B <sub>12</sub> ·····	137
九、维生素C·····	138
附：维生素简表·····	139
<b>第六章 激素</b> ·····	141
<b>第一节 概述</b> ·····	141
<b>第二节 主要激素的化学与生化功能</b> ·····	142
一、甲状腺素·····	142
二、甲状旁腺素·····	145
三、降钙素·····	146
四、1,25-二羟维生素D <sub>3</sub> ·····	147
五、胰岛素·····	149
六、胰高血糖素·····	150
七、肾上腺素·····	151
八、肾上腺皮质激素·····	152
九、性激素·····	154
十、脑下垂体激素·····	156
十一、下丘脑激素·····	160
十二、胃肠道激素·····	162
十三、心钠素·····	163
十四、其它活性物质·····	164

第三节 激素作用的机理 .....	172
一、细胞膜受体 .....	172
二、细胞内受体 .....	177
<b>第七章 生物氧化</b> .....	<b>179</b>
第一节 生物氧化的概念 .....	179
一、生物氧化的意义 .....	179
二、生物能力学 .....	179
三、生物氧化的特点 .....	180
第二节 线粒体氧化体系——呼吸链 .....	180
一、呼吸链的概念和电子传递系统 .....	180
二、呼吸链主要成员的化学和作用 .....	181
三、呼吸链与药物 .....	185
第三节 生物氧化与能量代谢 .....	185
一、高能化合物和高能磷酸化合物 .....	185
二、高能磷酸化合物的形成——氧化磷酸化 .....	187
三、氧化还原电位及其与自由能的变化 .....	188
四、呼吸链的氧化还原电位 .....	189
五、呼吸链中ATP形成的部位及呼吸链抑制剂 .....	190
第四节 氧化磷酸化作用机理 .....	192
一、线粒体的结构 .....	192
二、氧化磷酸化作用机理——ATP的合成 .....	193
三、氧化磷酸化解偶联剂和抑制剂 .....	195
第五节 其他氧化酶类 .....	196
一、氧化酶和需氧脱氢酶 .....	196
二、过氧化氢酶和过氧化物酶 .....	197
三、超氧化物歧化酶 .....	197
四、微粒体氧化酶系 .....	198
<b>第八章 糖类的化学和代谢</b> .....	<b>199</b>
第一节 糖类的化学 .....	199
一、概述 .....	199
二、自然界存在的重要糖类的化学结构与生理功能 .....	199
三、粘多糖的提取、分离和精制的原理 .....	206
第二节 糖的消化与吸收 .....	207
一、糖的消化 .....	207
二、糖的吸收 .....	208
三、糖消化吸收的障碍 .....	208
第三节 糖的分解代谢 .....	208
一、糖的无氧分解 .....	209
二、糖的有氧分解 .....	216
三、磷酸戊糖通路 .....	223
第四节 糖原的合成与分解 .....	226

一、糖原的合成	226
二、糖异生作用和Cori循环	228
三、糖原分解作用	231
第五节 其他单糖的代谢	231
一、果糖的代谢	233
二、半乳糖的代谢	232
三、甘露糖的代谢	232
第六节 血糖	233
一、血糖的来源	233
二、血糖的去路	233
第七节 糖代谢的调节	234
一、糖酵解与有氧氧化的调节	234
二、糖原合成与糖原分解的调节	236
三、糖异生作用的调节	237
四、激素对糖代谢的调节作用	237
第八节 糖代谢的紊乱	239
一、先天性糖代谢异常	239
二、高血糖、糖尿病及降血糖药	240
三、低血糖症	241
<b>第九章 脂类的化学和代谢</b>	242
<b>第一节 自然界存在的重要脂类的化学</b>	242
一、脂类的化学结构	242
二、脂类的提取、分离和分析原理	242
<b>第二节 脂类在体内的分布和生理功用</b>	250
一、脂肪在体内的分布和生理功用	250
二、类脂在体内的分布和生理功用	251
<b>第三节 脂类在体内的消化和吸收</b>	251
一、脂肪在体内的消化和吸收	251
二、类脂在体内的消化和吸收	252
<b>第四节 脂类在体内的储存、动员和运输</b>	253
一、脂类在体内的储存和动员	253
二、脂类的运输和脂蛋白	254
<b>第五节 脂肪的代谢</b>	257
一、脂肪的分解代谢	257
二、脂肪的合成代谢	263
<b>第六节 类脂的代谢</b>	269
一、磷脂的代谢	269
二、胆固醇的代谢	270
<b>第七节 脂类代谢的调节及紊乱</b>	273
一、脂类代谢的调节	273
二、脂类代谢的紊乱	274

<b>第十章 蛋白质的分解代谢</b> .....	277
<b>第一节 蛋白质的营养</b> .....	277
一、食物蛋白质的生理功能 .....	277
二、氮平衡 .....	277
三、蛋白质的营养价值 .....	278
<b>第二节 蛋白质的消化、吸收和腐败</b> .....	279
一、蛋白质的消化 .....	279
二、氨基酸的吸收 .....	281
三、蛋白质及其消化产物在肠中的腐败作用 .....	282
<b>第三节 氨基酸的一般代谢</b> .....	283
一、氨基酸在体内的代谢动态 .....	283
二、氨基酸的脱氨基作用 .....	284
三、氨的代谢 .....	289
四、 $\alpha$ -酮酸的代谢 .....	293
五、氨基酸的脱羧基作用 .....	293
<b>第四节 个别氨基酸的代谢</b> .....	295
一、氨基酸与“一碳基团”代谢 .....	296
二、半胱氨酸与胱氨酸的代谢 .....	300
三、苯丙氨酸与酪氨酸的代谢 .....	301
四、色氨酸的代谢 .....	303
五、肌酸的代谢 .....	304
<b>第十一章 核酸代谢与蛋白质生物合成</b> .....	306
<b>第一节 核酸的消化与吸收</b> .....	306
<b>第二节 核酸的分解代谢</b> .....	306
一、核酸的分解 .....	306
二、单核苷酸的分解 .....	307
三、嘌呤的分解 .....	307
四、嘧啶的分解 .....	308
<b>第三节 核酸的合成代谢</b> .....	309
一、核苷酸的生物合成 .....	310
二、DNA的生物合成(复制) .....	315
三、RNA的生物合成(转录) .....	322
<b>第四节 蛋白质的生物合成</b> .....	331
一、核糖核酸在蛋白质生物合成中的作用 .....	332
二、蛋白质生物合成过程 .....	335
三、蛋白质生物合成的调节 .....	342
<b>第五节 药物对核酸代谢和蛋白质生物合成的影响</b> .....	348
一、抗核酸代谢物类 .....	348
二、羟化剂类 .....	351
三、抗生素类 .....	351
<b>第六节 DNA重组与基因工程</b> .....	353

三、基因重组的基本步骤	351
四、质粒DNA分子的构建	354
五、重组DNA分子的转化	358
六、DNA重组载体的筛选与鉴定	358
第七章 DNA的损伤与修复	359
一、损伤的因素	359
二、DNA损伤(突变)的类型	360
三、DNA损伤的修复	362
四、逆转录或反向转录	364
五、分子病	365
<b>第十二章 代谢和代谢调控总论</b>	<b>366</b>
第一节 新陈代谢的概念和研究方法	366
一、物质代谢的概念	367
二、能量代谢的概念	368
三、物质代谢的研究方法	369
第二节 物质代谢的相互联系	371
一、蛋白质与糖代谢的相互联系	372
二、糖与脂类代谢的相互联系	372
三、蛋白质与脂类代谢的相互联系	372
四、核酸与糖、脂类和蛋白质代谢的相互联系	373
第三节 代谢调控总论	373
一、细胞或酶水平的调节	374
二、激素和神经系统的调节	378
第四节 代谢抑制剂和抗代谢物	379
一、代谢抑制剂	379
二、抗代谢物	380
<b>第十三章 血液</b>	<b>382</b>
第一节 血液的化学成分	382
一、血液的蛋白质	383
二、非蛋白含氮化合物	386
三、不含氮的有机化合物	386
四、无机盐	387
第二节 血红蛋白与红细胞代谢	387
一、血红蛋白的化学结构与异常血红蛋白症	387
二、血红蛋白的合成与铁代谢	389
三、血红蛋白的分解与胆色素代谢	392
四、成熟红细胞的代谢特点	394
第三节 血液中气体的运输	396
一、血液中氧和二氧化碳的运输形式	397
二、血液中氧的运输及影响因素	398
三、血液中二氧化碳的运输	400
第四节 血液凝固和纤维蛋白溶解	402

一、血液凝固	402
二、纤维蛋白溶解	408
三、抗凝血药、溶栓药和止血药	410
<b>第十四章 水、无机盐和酸碱平衡</b>	<b>413</b>
<b>第一节 水和无机盐的平衡</b>	<b>413</b>
一、水和无机盐的生理功用	413
二、水和无机盐在体内的含量和分布	416
三、体液间的交换	418
四、水和无机盐的平衡及其调节	419
五、水与无机盐平衡失调和纠正药物	425
<b>第二节 钙、磷代谢</b>	<b>426</b>
一、钙、磷的吸收与排泄	426
二、血浆中的钙和磷	427
三、血中钙磷浓度的调节	427
四、钙与细胞功能的关系	428
五、细胞内钙离子浓度的调节	428
<b>第三节 酸碱平衡</b>	<b>430</b>
一、体内酸碱物质的来源	430
二、体内酸碱平衡的调节	430
三、酸碱平衡的失调	435
四、纠正酸碱平衡失调的药物	436
<b>第十五章 药物在体内的转运和代谢转化</b>	<b>438</b>
<b>第一节 亚细胞结构概述</b>	<b>438</b>
一、亚细胞结构	438
二、亚细胞各部分的分离	439
<b>第二节 生物膜的基本结构</b>	<b>439</b>
一、生物膜的一般概念	439
二、生物膜的化学组成	440
三、生物膜的基本结构	440
四、脂质体	442
<b>第三节 生物膜与物质转运</b>	<b>443</b>
一、被动转运	443
二、帮助扩散	444
三、主动转运	444
四、基团转位	446
五、胞饮	447
<b>第四节 药物代谢转化的类型和酶系</b>	<b>447</b>
一、药物的体内过程	447
二、药物代谢转化概述	447
三、药物代谢转化的类型和酶系	448
<b>第五节 影响药物代谢转化的因素</b>	<b>454</b>
一、药物代谢的抑制剂	456

二、药物代谢的诱导剂	457
三、种族、个体、性别、年龄、营养、给药途径及病理情况等差异的影响	459
第六节 药物代谢转化的意义	459
一、清除外来异物	459
二、改变药物活性或毒性	460
三、对体内活性物质的灭活	460
四、对寻找新药的意义	460
五、对某些发病机制的解释	461
六、为临床合理用药提供依据	461
<b>第十六章 生化药物</b>	<b>463</b>
第一节 生化药物概述	463
一、生化药物的概念	463
二、生化药物的资源	463
第二节 生化药物的概况和进展	464
一、氨基酸、多肽和蛋白质类药物	464
二、酶和辅酶类药物	470
三、核酸及其降解物和衍生物类药物	472
四、多糖类药物	474
五、脂类药物	475
六、其它生化药物	476
第三节 生化制药工艺和技术的进展	477
一、生化制药工艺的进展	477
二、生化药物检测技术的进展	479
第四节 生化药物的研究方向	479
一、从天然存在生化活性物和生化理论寻找新药	479
二、加快现代生物技术医药产品的开发	480
三、中西医结合, 创造具有我国特点的新生化药物	480
四、大搞综合利用, 老品种新用途和药物新剂型	480
五、发展化学合成和化学修饰创制新的生化药物	480
<b>附录 常用生化名词缩写表</b>	<b>482</b>

# 第一章 绪 论

## 一、生物化学的概念和任务

生物化学顾名思义就是研究生命的化学,也就是研究生命现象的本质的一门科学。它是当代生物科学领域中发展最为迅速的学科之一。它是从分子水平来研究生物体(包括人类、动物、植物和微生物)内基本物质的化学组成和生命活动中所进行的化学变化(即代谢反应)的规律及其与生理机能的关系的一门科学。组成生物体的重要物质有蛋白质、核酸、糖类、脂类、无机盐和水分等,此外还有多种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。生物化学的任务之一就是研究这些基本物质的化学组成、结构、理化性质、生物功能以及结构与功能的关系,这些内容有人称为静态生物化学。

生物体内的各种基本物质在生命活动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,多种多样、复杂的而又有规律的化学变化。这一系列化学变化就是生物体与外界环境进行的物质交换,称为新陈代谢(简称代谢)。简而言之,代谢就是在体内进行的化学反应,它是生命的基本特征之一,是揭示生命现象的本质的关键环节,代谢一停止,生命也就随之停止。所以生物化学的另一任务就是研究代谢的规律,这些内容有人称为动态生物化学。

生物体尤其是人体具有多种生理机能,如肌肉收缩、神经冲动传导、腺体分泌、视觉和听觉等。这些生理机能都是以物质代谢为基础的,所以生物化学的又一任务是研究代谢反应与生理机能的关系,称为机能生物化学,它是了解生命现象的重要环节之一。

总之,生物化学的任务就是研究组成生物体基本物质的性质,结构与功能,以及这些物质在生命活动过程中所进行的化学变化的规律及其与生理机能的关系,从而阐明生命现象的本质,并把这些知识应用到社会实践和生产实践中去,以达到征服自然和改造自然的目的。

## 二、生物化学与医药卫生和工农业生产的关系

生物化学是20世纪初才脱离有机化学和生理学而发展成为一门独立的新型的边缘学科。有机化学是研究自然界的含碳化合物,从一开始就以生物体内有机物质为其研究对象。生理学是研究生物体各类细胞、组织、器官和系统的功能,以及机体对内外环境变化的反应。生物物理学是近年来发展起来的一门新的边缘学科,它是物理学理论和方法来研究生命活动的物质基础。例如生物体系的物理性质、生命活动过程中的物理规律,以及环境物理因素对机体的作用等研究。分子生物学是最近迅速发展的一门新兴学科,它是从分子水平,尤其是通过对生物体的主要物质基础,特别是蛋白质、核酸和酶等生物大分子的结构及其运动规律的研究,来探讨生命现象的本质。所以有机化学、生理学、生物物理学和分子生物学等与生物化学关系极为密切,尤其是后三者的关系更为密切,常不易划分清楚。

生物化学本身就是基础医学学科之一,它与其它基础医学学科有广泛而又密切的联

系。除前述生理学之外，组织化学就是已生物化学的原理和技术来研究细胞内部结构和功能的关系。在微生物学方面，微生物的代谢、免疫作用的本质和机制，病毒的化学本质和作用、微生物的遗传变异、菌种的选育等的研究也都需要生物化学的原理和技术。病理生理学就是应用生理学与生物化学的知识来探讨病因和发病机制的学科。

生物化学在预防医学和临床医学也很重要。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的糖代谢障碍，因此需要用胰岛素来治疗。其次，从血、尿及其它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、诊断和防治均有很密切的关系。

生物化学在药学方面也具有很重要的地位，例如近代药理学正着重研究药物在体内的代谢转化和代谢动力学以及药物的作用机制，并已发展成为生化药理学。近来迅速发展的分子药理学，是在分子水平上研究药物分子如何与生物大分子相互作用的机制，这些研究都需要生物化学的理论和技术。

许多药物是从生物体提取分离的天然物质，例如生化药物就是运用生物化学的研究成果，把生物体内重要的基本物质用于治疗疾病的一大类药物。生化药物近年来有了很大发展，已在临床应用的近三百多种，包括氨基酸、多肽、蛋白质、核酸及其降解物、酶与辅酶、维生素和激素、糖类、脂类、无机盐和微量元素等。

生物化学与药学的其它学科也有广泛联系，例如药物化学就是研究药物的性质、合成以及结构与药效的关系。应用生物化学的理论可为新药设计提供依据，以减少寻找新药的盲目性，从而提高寻找新药的效率。中草药学是取材于天然的生物体，其中许多是属于生化药物，所以和生物化学关系也是很密切的。近代药剂学的一个分支——生物药剂学是研究药物制剂与药物在体内的过程（包括吸收、分布、代谢转化和排泄的关系，从而阐明药物剂型因素、生物因素与疗效之间的关系。

生物化学在工农业生产实践中也起着积极的作用，尤其是近代迅速发展起来的生物工程就是以生物化学、微生物学和分子遗传学为基础而发展起来的新技术革命产物之一，所谓生物工程主要包括遗传工程（即基因工程）、酶工程、细胞工程和微生物发酵工程。微生物发酵工程就是利用微生物的代谢产物以制备化工、医药等方面产品，并且可以进一步用人工方法来改变微生物的代谢途径，使其按照人们的需要进行生产，以提高产量或生产新品种，目前利用遗传工程生产的药物有人胰岛素，人和动物生长素， $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 干扰素，白间素2(H<sub>2</sub>-2)，组织纤维蛋白溶酶原激活剂(TPA)，乙型肝炎病毒表面抗原，超氧化歧化酶(SOD)等。利用遗传工程在农作物方面可以培植新的植株，以提高产量和生产新品种。又如杀虫农药许多是根据酶的抑制剂而设计的，这些都与生物化学有密切联系。

从上述可见生物化学与医药卫生和工农业生产实践有密切联系，因此近代生物化学学科又产生多种分支学科，如药物生化、医学生化、工业生化和农业生化等。

### 三、生物化学的进展

生物化学是在20世纪初才成为一门独立的新学科，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。

我国劳动人民，远在古代即因生活需要，在生产、医疗和营养等方面的实践中积累

了许多有关生物化学的丰富经验，并有许多发明创造，对生物化学的发展做出了许多贡献。我国劳动人民在四千多年前（夏禹时代）就已发明用粮食酿酒，酿酒用的酒曲即为曲或媒（即现代的“酶”）。在商周时期（公元前12世纪）已知制造酱、醋和饴的技术。酒、酱、醋、饴都是属于发酵酿造业，是利用生物体内的酶所催化的化学反应产物。

在医药方面，春秋战国时期（公元前6世纪）已知用曲治疗消化道疾病，至今仍沿用，如“神曲”等。在晋朝（公元4世纪）时，已知用海藻（含碘）治疗瘰病（甲状腺肿）。而在欧洲直到公元1170年始用海藻治疗甲状腺肿。唐朝初年（公元7世纪）孙思邈已知脚气病为食米区一种流行病，并用含维生素B<sub>1</sub>丰富的中草药如车前、防风、大豆、米皮等进行治疗。另外，他也首先用含维生素A丰富的猪肝治疗雀目（夜盲症）。公元10世纪起，我国就用动物的各种脏器治疗疾病，尤其是明朝我国伟大科学家李时珍（公元16世纪）编著《本草纲目》一书，共载一千八百余种，其中有关动物药（包括代谢产物和分泌物）的记载就有四百多种。

从上述，可见我国古代劳动人民对于生物化学即有很大贡献。只是由于长期的封建统治和保守落后思想束缚了我国生产力和科学技术的发展，生物化学也不例外。

在欧洲直至18世纪中叶，法国拉瓦锡（Lavoisier）阐明了机体呼吸的化学本质。这是生命化学史上的一个重大发现。19世纪初期魏勒（Wöhler）用人工方法从无机物氰酸铵合成尿素，是有机物可以人工合成的创始人。19世纪中叶巴斯德认为发酵是由于活细胞所含活体酶的作用，他虽然对发酵有重大贡献，但错误地认为酶的作用必须有活细胞的存在。后来布克奈（Buchner）等证明了无细胞的酵母提取液也具有发酵作用，为近代酶学的研究奠定了基础。20世纪初期弗歇（Fischer）成功地人工合成了十八个氨基酸组成的多肽。此后，（20世纪上半世纪）生物化学发展很快，糖类、脂类、蛋白质、核酸、酶、维生素、激素和代谢等各个领域都取得了很大进展。

从20世纪50年代以来，生物化学有了突飞猛进的发展。生物科学的研究已从过去的整体、组织器官和细胞等宏观水平进入现在的亚细胞和分子等微观水平，即所谓分子生物学。许多生命现象的本质可以在分子水平得到阐明，成为人类改造自然和征服自然的有利武器之一。分子生物学主要是通过对蛋白质、酶和核酸等生物大分子的结构和运动规律来探讨生命现象的本质。其核心内容包括三大方面，即生物大分子的合成，结构测定和结构与功能的关系；遗传的分子基础；以及生物膜的结构与功能等。分子生物学的发展对工农业生产实践起了重要作用。前述生物工程就是分子生物学在医药卫生和工农业生产实践中的应用。此外，分子生物学的发展已渗透到医药各个分支学科中而出现了分子病理学和分子药理学等新兴学科。所谓分子病理学是研究由于蛋白质、酶和核酸等生物大分子的缺陷所引起的疾病。分子药理学是研究药物分子与生物大分子的相互作用，如药物的理化性质、化学结构与药理作用的关系，药物受体，药物与受体的相互作用，以及药物作用的分子生物学机制等。

我国是世界文明发达最早国家之一，中华民族是一个具有悠久历史和优秀文化的民族。前已述及我国古代劳动人民对生物化学的发展即有很大贡献，但是由于长期受到封建统治和束缚，以及后来帝国主义的侵略，使我国沦为半封建、半殖民地国家，因而使曾经在世界上长期处于领先地位的我国科学技术到了近代反而落后于发达国家之后，我国生物化学的发展也就是一个例子。我国近代生物化学的发展虽然也有几十年的历史，

但进展较晚也较慢。在20世纪20年代以来,我国生物化学家在营养学、临床生化的血液分析,蛋白质的变性学说和免疫化学的抗原-抗体反应的定量分析和机制等方面也做出了一定的贡献,解放后我国生物化学和其他学科一样,在基础理论、实验技术及医药卫生和工农业生产实践等方面都在短短的时期内取得了优异成绩。尤其是1965年,我国在世界上首先用人工方法合成具有生物活性的结晶牛胰岛素;接着在1971年又完成用X光衍射方法测定牛胰岛素的分子空间结构,分辨率达1.8埃;1979年又成功地用人工方法合成酵母丙氨酸转运核糖核酸。近年来在生物工程方面也取得了丰硕成果。这些成果的取得,标志了我国生物化学工作者在某些领域的工作已达到了国际先进水平。

总之,我国近代生物化学科学技术水平的发展历史很短,然而发展速度还是很快的,虽然与国外先进水平比较还有些差距,但差距已经不大了,我们必须继续大力加强生物化学科学技术的研究,为赶超世界先进水平,实现我国四个现代化作出应有的贡献。

(陈琼华)

## 第二章 蛋白质的化学

### 第一节 蛋白质是生命的物质基础

生命是以物质为基础构成的一种特殊形式。现代生物化学与分子生物学的研究与实践表明，蛋白质和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，主要表现在两方面：

#### 一、蛋白质是构成生物体的基本成份

蛋白质在生物界的存在具有普遍性，无论是简单的低等生物，还是复杂的高等生物，如病毒、细菌、植物和动物等，都毫无例外的含有蛋白质。蛋白质不仅是构成一切细胞和组织的重要组成成份，而且也是生物体内含量较多的高分子有机化合物。人体内蛋白质含量约占人体总固体量的45%，肌肉、内脏和血液等都以蛋白质为主要成份；微生物中蛋白质含量亦高，细菌中一般含50~80%，干酵母含46.6%，病毒中除少量核酸外，其余几乎皆为蛋白质；高等植物细胞原生质和种子中也含有较多的蛋白质，如黄豆几达40%。

表 2-1 人体部份组织器官中蛋白质含量(蛋白质的克数/100克干组织)

器官或组织	蛋白质含量	器官或组织	蛋白质含量
液体组织	85	心脏	60
脾脏	84	肝脏	57
肺脏	82	胰脏	47
横纹肌	80	脑神经	45
肾脏	72	骨骼	28
消化道	63	脂肪组织	14

#### 二、蛋白质具有多样性的生物学功能

自然界蛋白质的种类繁多，据估计，最简单的单细胞生物如大肠杆菌有3 000种不同的蛋白质；比细菌复杂得多的人体有10万种以上不同的蛋白质；而整个生物界蛋白质的种类数约为 $10^{10}$ 数量级。这些不同结构的蛋白质，各具不同的生物学功能，它们与不同生物的生命活动有极为密切的关系；许多重要的生命现象和生理活动往往都是通过蛋白质来实现的。举例如下：

1. 生物催化作用 生命的基本特征是物质代谢，而物质代谢的全部生化反应几乎都需要酶作为生物催化剂。已知有2 000种以上的酶，它们的化学本质毫无例外地都是蛋白质。正是这些酶类决定了生物代谢的类型，从而才有可能表现出各种生命现象。

2. 代谢调节作用 生物体存在着精细而有效的物质代谢调节机构，以维持正常的生命活动。参与代谢调节的许多激素是属于蛋白质或多肽类物质，如胰岛素、生长激素、