



普通高等教育“十二五”规划教材



生物化学

王金胜 王冬梅 吕淑霞 主编



科学出版社

www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”规划教材

生物化学

王金胜 王冬梅 吕淑霞 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书在介绍了生物化学的发展及生命的化学基础等基本概况的基础上,在分子水平从三大方面阐述了生物化学的内容:①生命的分子基础,包括蛋白质、核酸、酶、维生素与辅因子、生物膜。②生物的氧化和代谢,包括生物氧化、糖类代谢、脂类代谢、氨基酸与核苷酸代谢。③生命的遗传信息流动,包括复制、转录、反转录、翻译和代谢调节。同时,就有关应用也做了阐述。

本书既可作为农科、工科及综合类高等院校农学类和生物类各专业本科生教材,也可作为其他类专业学生教材,还可供从事生命科学的研究人员及研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/王金胜,王冬梅,吕淑霞主编. —北京:科学出版社,2007
(普通高等教育“十一五”规划教材)

ISBN 978-7-03-019219-6

I. 生… II. ①王…②王…③吕… III. 生物化学-高等学校-教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 125343 号

责任编辑:甄文全 卜 新/责任校对:张 琪

责任印制:张克忠/封面设计:科地亚盟

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>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007 年 8 月第一次印刷 印张:24 3/4

印数:1—5 000 字数:562 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<环伟>)

前 言

21 世纪是生物世纪, 生命科学的发展已经逐步地叩开了生命之门, 一大批成果已经从实验室走到了工厂、田间, 生物产业作为 21 世纪支柱产业的曙光已经展现在世人眼前。人们对生物科学的了解从神秘上升为震撼, 对生命知识的了解从无关转变为渴望。科学研究与产业的发展, 极大地促进了对生命科学人才的需求, 也拓宽了各类大专院校开办专业的思路, 纷纷开设特色的生物类专业。同时, 生命科学的发展大大促进了我国农业从传统农业向现代农业的转变, 农学类各专业人才培养的目标也从传统农业人才转向以现代生命科学知识为中心的现代农业人才。生物化学是现代生物学的基础, 是生命科学发展的支柱。因此, 奠定坚实的生物化学基础是农业科学、生命科学学生和科技工作者的共同需要。针对现代农业对农业科技人才的需要和生命科学对生命科技人才的需要, 根据农科、工科和综合院校农学类和生物类各专业人才培养计划对生物化学课程的要求, 我们编写了本书。

本书的编写体系主要参考了农学类“基础生物化学教学大纲”和生物类“生物化学教学大纲”。本书内容是根据生物化学的发展, 结合参编院校的教学实践, 在吸取国内主要院校相关专业的教学经验的基础上编写的。在编写中, 农科、工科和综合等多个院校生物化学骨干教师组成编写队伍, 集中讨论, 制定了编写大纲, 根据各人的学术专长, 分别编写有关章节。编写本书总的指导思想是, 根据各院校农学类、生物类各专业对生物化学的要求, 结合本学科的最新成就, 既要有学生必须掌握的基础知识、基本理论和基本技能, 又要尽可能地反映现代生物化学的新成果、新进展; 既要使本书的内容成为一个完整丰富的体系, 又要兼顾学科之间的相互交叉和相互渗透。目的是使学生既能掌握生物化学的基本内容, 又能开拓其思路 and 知识领域。本书可作为农科、工科及综合类高等院校农学类、生物类各专业本科生教材, 也可作为其他类专业学生教材, 还可作为从事生命科学教学、研究人员及研究生的参考书。

本书分三部分, 共十三章。第一部分为生命的分子基础, 由蛋白质、核酸化学、酶、维生素与辅因子、生物膜共五章构成; 第二部分为生物的氧化和代谢, 由生物氧化、糖类代谢、脂类代谢、蛋白质酶促降解和氨基酸代谢、核酸酶促降解和核苷酸代谢共五章构成; 第三部分为生命的遗传信息流动, 由核酸的生物合成、蛋白质的生物合成、代谢调节共三章构成。书中重要术语附有英文。为了便于学生学习, 各章开始有本章的学习要点——内容提要。

在本书编写过程中, 我们得到了山西农业大学教务处、生命科学学院和河北农业大学教务处、生命科学学院的大力支持, 在此我们深表谢意。同时, 我们向为本书做过工作的老师、朋友和同学深表谢意。

编者怀着一种为生物化学的教学工作尽心尽力的心情, 从事本书的编写。但是, 编者的水平有限, 书中定有不足之处, 恳请读者批评指正。

编 者

2007 年 4 月

目 录

前言

绪论	1
第一节 生物化学的含义	1
第二节 生物化学的发展	1
第三节 生物的化学特征	2
一、元素特征	2
二、非共价键的作用	2
三、基本的分子组成	3
四、生物大分子的组成	3
五、生物体的结构层次性	4
第四节 生物化学与其他学科的关系	4
第五节 生物化学的应用和发展前景	4

第一部分 生命的分子基础

第一章 蛋白质	9
第一节 蛋白质的组成、分类及生物学功能	9
一、蛋白质的元素组成	9
二、蛋白质的分类	9
三、蛋白质的生物功能	10
第二节 氨基酸	11
一、氨基酸的结构特点与分类	11
二、氨基酸的重要性质	15
三、氨基酸的分离分析	21
第三节 肽	22
一、肽与肽键	22
二、天然存在的活性寡肽	23
第四节 蛋白质的分子结构	24
一、蛋白质的一级结构	24
二、蛋白质的二级结构	26
三、超二级结构和结构域	30
四、蛋白质的三级结构	31
五、蛋白质的四级结构	34
六、纤维状蛋白质	36
第五节 蛋白质结构与功能的关系	38

一、蛋白质一级结构与功能的关系	38
二、蛋白质的高级结构与功能的关系	40
第六节 蛋白质的理化性质	41
一、蛋白质的两性电离及等电点	41
二、蛋白质的胶体性质	42
三、蛋白质的沉淀	43
四、蛋白质的变性	44
五、蛋白质的颜色反应	45
六、紫外吸收	45
第七节 蛋白质的分离、纯化与鉴定	45
一、蛋白质分离、纯化的一般程序	45
二、蛋白质分离纯化的一般方法	46
三、蛋白质含量的测定与纯度鉴定	48
四、蛋白质分子量的测定方法	49
第二章 核酸化学	51
第一节 核酸的种类、分布与功能	51
一、核酸的种类与分布	51
二、核酸的生物学功能	52
三、核酸的化学组成	52
四、细胞内的其他核苷酸及其衍生物	55
第二节 核酸的分子结构	56
一、多核苷酸链	56
二、DNA 的分子结构	56
三、RNA 的分子结构	66
第三节 核酸与蛋白质的复合体——核蛋白体	72
一、病毒	72
二、真核染色体	73
第四节 核酸的理化性质	75
一、核酸的一般性质	75
二、核酸的紫外吸收特性	75
三、核酸的变性和复性	76
四、分子杂交	77
五、核酸的沉降特性	78
第五节 核酸的分离纯化及含量测定	78
一、DNA 的分离纯化	78
二、RNA 的分离纯化	78
三、核酸的纯化	79
四、核酸含量的测定	79
第三章 酶	81
第一节 酶的概述	81

一、酶的概念	81
二、酶的催化特点	82
三、酶的组成	83
四、酶的底物专一性	84
五、核酶	86
第二节 酶的命名与分类	87
一、酶的命名	87
二、酶的分类	88
三、酶的标码	89
第三节 酶的作用机理	90
一、酶的活性中心	90
二、酶与底物分子的结合	91
三、影响酶催化效率的因素	93
四、酶的催化机理	97
第四节 影响酶促反应速度的因素	99
一、底物浓度对酶促反应速度的影响	99
二、酶浓度对酶促反应速度的影响	103
三、温度对酶促反应速度的影响	103
四、pH 对酶促反应速度的影响	104
五、激活剂对酶促反应速度的影响	105
六、抑制剂对酶促反应速度的影响	106
第五节 几种重要的调节酶	113
一、别构酶	113
二、同工酶	118
三、共价修饰调节酶	119
四、酶原	120
第六节 酶的分离提纯与酶活力测定	121
一、酶分离提纯的一般原则	121
二、酶活力的测定	123
第七节 酶工程与酶的应用	124
一、酶工程的概念及研究内容	124
二、抗体酶	126
三、化学人工酶	126
四、酶的应用	127
第四章 维生素与辅因子	129
第一节 维生素的概念与分类	129
一、概念	129
二、命名与分类	130
第二节 脂溶性维生素	130

一、维生素 A	131
二、维生素 D	132
三、维生素 E	133
四、维生素 K	134
第三节 水溶性维生素与辅因子	135
一、维生素 B ₁ 与焦磷酸硫胺素	135
二、维生素 B ₂ 与 FAD、FMN	136
三、维生素 B ₅ 与 NAD、NADP	138
四、维生素 B ₆ 和磷酸吡哆醛	139
五、泛酸与辅酶 A	140
六、生物素	141
七、叶酸与四氢叶酸	141
八、维生素 B ₁₂	143
九、维生素 C	144
十、硫辛酸	145
第五章 生物膜	146
第一节 生物膜的组成	146
一、膜脂	147
二、膜蛋白	149
三、糖类	151
四、其他膜组分	151
第二节 生物膜的结构	152
一、生物膜结构的主要特征	152
二、生物膜的结构模型	155
第三节 生物膜的功能	157
一、信号传递	157
二、能量转换	158
三、细胞识别	158
四、物质运输	158
 第二部分 生物的氧化和代谢 	
第六章 生物氧化	167
第一节 生物氧化概述	167
一、生物氧化概念、特点与方式	167
二、生物氧化的酶类	168
三、氧化还原电位和自由能变化	169
四、高能磷酸化合物	173
第二节 呼吸链（电子传递链）	177
一、呼吸链的概念、组成及其功能	177

二、呼吸链的工作机理	181
三、呼吸链的抑制剂	181
第三节 氧化磷酸化	183
一、氧化磷酸化的概念及类型	183
二、氧化磷酸化的偶联部位与 P/O	184
三、氧化磷酸化的机理	185
四、氧化磷酸化的解偶联剂和抑制剂	189
五、有关氧化磷酸化物质的运输	190
六、能荷	192
第四节 活性氧	193
一、活性氧的种类、产生及作用	193
二、活性氧的清除	195
第七章 糖类代谢	197
第一节 生物体内的糖类	197
一、生物体内的糖类	197
二、糖类的消化与吸收	201
第二节 双糖和多糖的酶促降解	201
一、双糖的酶促降解	202
二、淀粉的酶促降解	202
三、糖原的酶促降解	203
四、纤维素的酶促降解	204
第三节 糖酵解	205
一、糖酵解的过程	205
二、丙酮酸的代谢去路	209
三、糖酵解过程的化学计量与生物学意义	210
四、糖酵解的调节	211
五、其他单糖进入糖酵解途径	213
第四节 三羧酸循环	214
一、丙酮酸的氧化脱羧	214
二、三羧酸循环的过程	216
三、丙酮酸氧化脱羧与三羧酸循环的化学计量	219
四、三羧酸循环的生物学意义	220
五、三羧酸循环的回补反应	221
六、三羧酸循环的调节	223
七、糖的有氧氧化与无氧氧化比较	223
第五节 磷酸戊糖途径	224
一、磷酸戊糖途径的代谢过程	225
二、磷酸戊糖途径的化学计量与生物学意义	227
三、磷酸戊糖途径的调节	229

第六节 糖异生作用	230
一、糖异生作用的生化过程	230
二、非糖物质进入糖异生作用	231
三、糖异生作用的生物学意义	232
四、糖异生作用的调节	233
第七节 蔗糖和多糖的生物合成	234
一、核苷酸糖的作用及其形成	234
二、蔗糖的合成	235
三、淀粉的合成	235
四、糖原的合成	237
五、纤维素的合成	238
第八章 脂类代谢	239
第一节 生物体内的脂类及其功能	239
一、生物体内的脂类	239
二、脂类的功能	241
第二节 脂肪的分解代谢	241
一、脂肪的酶促降解	241
二、甘油的降解与转化	242
三、饱和脂肪酸的氧化分解	242
四、不饱和脂肪酸的氧化分解	245
五、奇数碳原子脂肪酸的氧化	245
六、酮体	246
七、乙醛酸循环	247
八、脂肪酸分解代谢的调节	248
第三节 脂肪的合成代谢	248
一、磷酸甘油的形成	248
二、脂肪酸的生物合成	248
三、脂肪的合成	255
四、脂肪酸合成的调节	255
第四节 甘油磷脂的酶促降解与生物合成	256
一、甘油磷脂的降解	256
二、甘油磷脂的生物合成	256
第九章 蛋白质酶促降解和氨基酸代谢	259
第一节 蛋白质的酶促降解	259
一、蛋白酶	260
二、肽酶	260
三、主要降解过程和途径	261
第二节 氨基酸的酶促降解	262
一、脱氨基作用	262

二、脱羧基作用	265
三、氨基酸分解产物的去路	265
第三节 氨基酸的生物合成	271
一、氨的来源	271
二、氨的同化	276
三、氨基酸生物合成的概况	277
第四节 一碳单位	281
一、一碳单位的概念及生物学意义	281
二、一碳单位的种类及代谢	282
第十章 核酸酶促降解和核苷酸代谢	284
第一节 核酸酶促降解	284
一、外切核酸酶	284
二、内切核酸酶	285
第二节 核苷酸的分解代谢	287
第三节 核苷酸的合成代谢	289
一、嘌呤核苷酸的生物合成	289
二、嘧啶核苷酸的生物合成	293
三、脱氧核糖核苷酸的生物合成	294
四、核苷三磷酸及脱氧核苷三磷酸的合成	296
五、核苷酸合成的抑制剂	296
六、核苷酸辅酶的合成	297
第三部分 生命的遗传信息流动	
第十一章 核酸的生物合成	303
第一节 DNA 的生物合成	304
一、DNA 复制概述	304
二、DNA 聚合反应有关的酶及相关蛋白因子	306
三、原核细胞 DNA 的复制过程	309
四、真核细胞 DNA 复制的特点	311
五、反转录	313
六、DNA 的人工合成	314
第二节 DNA 的损伤与修复	315
一、DNA 突变	315
二、DNA 损伤与修复	315
第三节 RNA 的生物合成	319
一、概述	319
二、RNA 聚合酶	320
三、RNA 的转录过程	321
四、真核细胞转录的特点	324

五、转录过程的抑制剂	325
六、转录后加工	325
七、RNA 的编辑、再编辑	328
八、RNA 的复制	329
第四节 基因工程简介	330
一、基因工程的概念	330
二、基因工程操作技术	331
三、聚合酶链式反应	334
第十二章 蛋白质的生物合成	336
第一节 蛋白质合成体系的重要组分	336
一、mRNA 与遗传密码	336
二、tRNA 与反密码子	340
三、rRNA 与核糖体	341
四、辅助因子	343
第二节 蛋白质生物合成过程	344
一、氨基酸的活化	344
二、肽链合成的起始	345
三、肽链的延伸	347
四、肽链合成的终止与释放	348
五、多核糖体	349
六、真核细胞蛋白质的生物合成	349
第三节 蛋白质合成后的加工与运输	351
一、肽链合成后的加工与折叠	351
二、蛋白质运输的分选信号	354
三、蛋白质的分泌途径与方式	355
第十三章 代谢调节	358
第一节 物质代谢的相互关系	358
一、糖代谢与脂代谢的相互关系	358
二、糖代谢与蛋白质代谢的相互关系	359
三、脂类代谢与蛋白质代谢的相互关系	359
四、核酸代谢与糖、脂肪及蛋白质代谢的相互关系	359
第二节 代谢调节	361
一、代谢调节的不同水平	361
二、酶水平调节	361
三、辅因子的调节	373
四、细胞水平的调节	374
五、激素调节	376
主要参考文献	379

绪 论

第一节 生物化学的含义

生物化学 (biochemistry) 是研究生命现象化学本质的科学。具体讲, 生物化学是用物理的、化学的原理与技术, 从分子水平来研究生物体的化学组成、生命活动的基本规律及其调节方式, 从而阐明生命现象化学本质的一门科学。

生物化学是化学与生物学相互渗透的边缘学科, 其研究内容主要有两个方面: 一方面是研究构成生命体的物质以及对生化反应起主要作用的酶、维生素、激素等的结构、性质和功能, 这一部分内容为静态生物化学。另一方面是研究这些构成生物体的物质在生命活动过程中的合成、分解以及这些过程的能量转化、代谢调节规律, 这一部分内容为动态生物化学。根据研究对象的不同, 生物化学可分为人体生物化学、动物生物化学、植物生物化学、微生物生物化学等; 根据研究领域的不同, 可分为工业生物化学、农业生物化学、医学生物化学。如果再细分, 农业生物化学还可分为果树生物化学、昆虫生物化学、作物生物化学等, 医学生物化学还可分为肝胆生物化学、血液生物化学、肌肉生物化学等。如果只是研究各种生物共性的内容, 如四大基本物质 (糖、脂、蛋白质、核酸) 的结构、性质、功能、代谢以及代谢调节, 则为基础生物化学。

本教材就是从一般生物入手, 研究生物共性的化学, 即属于基础生物化学。

第二节 生物化学的发展

从古代开始, 人们早已广泛应用生物制品, 并积累了不少关于生物化学的知识。例如, 我国古代劳动人民已广泛应用并发展了酿酒、制醋和生产饴糖等技术。到 18 世纪, 由于“活力论”的影响, 使生物化学的发展停滞不前。18 世纪中叶, Lavoisier (1775 年) 证实了呼吸过程是一个氧化过程; Priestley (1776 年) 发现了光合作用; 19 世纪初, Wöhler 用人工方法由氰酸铵合成尿素, 实现了在一定条件下无机物与有机物之间的转化。这些有力的证据彻底否定了“活力论”。

19 世纪末 20 世纪初, 生物化学发展成为一门独立的新兴学科。

20 世纪 30 年代以后, 生物化学有了迅速的发展, 主要代谢途径相继被阐明, 许多著名的生物化学家如 Warburg、Keilin、Emden、Meyerhof、Krebs、Hill、Lipmann 等为此做出了重要的贡献。50 年代以后, 生物化学已成为生物学科的中心和前沿领域。年轻的科学家 Watson 和 Crick 于 1953 年首次提出了 DNA 双螺旋结构模型, 这成为生命科学发展史上的一个里程碑, 开创了生物科学的新纪元。

当前, 生物化学取得了一系列可喜的成果。特别是人类基因组计划的实施, 加速了人类认识生命的步伐, 使 21 世纪成为世人公认的生物世纪。

在我国, 生物化学也得到了突飞猛进的发展, 许多生物化学工作者在血液生化、免疫化学、酶的作用机理、蛋白质变性理论、血红蛋白变异、植物肌动蛋白结构、生物膜

结构与功能等方面做出了突出贡献,取得了具有国际水平的研究成果。我国科学家1965年完成了牛胰岛素的全合成,1972年用X射线衍射法测定了猪胰岛素的空间结构,1981年底完成了丙氨酸 tRNA 的人工全合成。特别是我国作为唯一的发展中国家参加了人类基因组计划,并出色地完成了1%的任务。我国还完成了水稻基因组的分析、多种转基因动植物的培育……这些为我国在生命科学的许多重要领域赢得了领先的地位。

第三节 生物的化学特征

一、元素特征

虽然自然界存在有90余种元素,但是出现在生物体中的只有30余种,其中16种元素在生物体中普遍存在,它们是C、H、O、N、S、P、Mn、Fe、Co、Cu、Na、Mg、Cl、K、Ca、Zn。这些元素的相对原子质量都比较小。

(1) H、O、N、C。这4种元素占生物体干重的99%以上,它们分别拥有1、2、3、4个价电子,可以形成稳定的共价键。H可以形成一个共价键,生物体中最常见的是碳氢化合物。在生化反应中H经常参与加氢和脱氢的氧化还原反应,通过这些过程,生物体发生合成、分解、放能、需能反应。H的解离形式是 H^+ ,它的浓度决定了生物体的pH。O可以形成两个共价键,它经常以极性基团存在(如 $-OH$ 、 $-COOH$),也是有机物最终氧化的形式—— CO_2 的主要成分;O是第三个强有力的电子受体(另外两个是F、N),因此其他有机物向氧的电子传递可以产生能量,这个过程就是生物获得能量的主要方式——呼吸作用。N常见的是形成3个共价键,它经常以极性基团的形式存在(如 $-NH_2$),有机分子正是N的掺入而形成了性质各异、功能繁多的各种生物分子。生物体细胞干重的一半是碳元素,它可以形成稳定的4个共价键,C与O、N可形成单键和双键,C与C可形成单键、双键、三键,并且可连续连接,C为四面体结构,C—C单键可以自由旋转,正因为如此,C可形成线形、支链、环状、长链、短链等各种构象、结构的碳骨架;碳骨架加上官能团就赋予了分子特殊的化学性质。这种以碳氢结构为基础,以官能团为特征的有机分子结构,构成了组成生物体的千变万化的有机分子。

(2) S和P。S在生物体的主要形式是硫氢基,它们可以通过氧化形成二硫键,这种键是稳定蛋白质构象的主要作用力之一,也可以和羧基形成硫酯键。P在生物体中主要是以磷酸基团的形式存在,最多的是形成磷酸酯键。因为形成硫酯键、磷酸酯键需要比较高的能量,当这些键打开时就可以释放出比较高的能量,所以一些含S、P的分子(如ATP、脂酰CoA等)是很好的能量载体。

(3) 单原子离子。如 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cl^- 等。这类离子的功能比较多。有的没有专一性,可起到维持渗透压平衡、形成跨膜离子梯度、大分子的表面电荷等作用,如 Na^+ 、 K^+ 。有的可通过接受和释放电子而起到传递电子的作用,如 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 。有的具有细胞信号分子的作用,如 Ca^{2+} 。

二、非共价键的作用

在生物体除了我们熟知的分子中连接原子的共价键之外,还有十分重要的四种非共

价键。

(1) 离子键。这是由两个相反电荷通过静电引力形成的,如蛋白质中的羧基与氨基。离子键在维持生物大分子的结构、大分子与配基的结合等方面有着很重要的作用。

(2) 氢键。这是由电负性大的原子(O、N、F)与结合其上的氢原子通过静电引力形成的。这种键的作用力很小,但是在生物大分子中存在众多的氢键,使得这种键在维持大分子的结构以及大分子与其配基的结合专一性上具有重要的位置。

(3) 疏水作用力。这是在水环境中疏水基团为避开极性的水分子而产生的聚集力,而不是一种键。它的形成是因为水的溶解性质,而不是疏水基团之间的作用力。当疏水基团存在于水溶液中时,水分子在其表面必须整齐排列,致使体系的熵值减小,分子处于不稳定状态。只有疏水基团相互聚集,尽量减少与水的接触面,这样体系的熵值才增大,分子处于比较稳定的状态。这种疏水作用力是稳定蛋白质、核酸、生物膜等大分子及其聚集体的重要作用力。

(4) 范德华引力。这是化学基团之间小范围的作用力,比其他作用力都弱得多,但是由于它们广泛存在,所以对生物结构的稳定性有很大的贡献。

三、基本的分子组成

虽然生物体是由多种分子组成,但其基本的分子组成是水和30种前体分子。

(1) 水。水是生物体内含量最高、存在最广泛的物质。由于它特有的性质使得水非常适合于生物系统,所以水有“生命之源”的美称。

水的第一个特性是其极性。由于水的分子结构,决定了它是弱极性分子。所以水是很好的极性溶剂,可以溶解电解质与极性物质,有利于生物反应的进行。当两性分子存在于水中时,水的溶解特性使它们自动排列为有序的结构,如组成生物膜的极性脂,需要排列为脂双层结构,蛋白质分子则形成外表亲水内部疏水的结构,从而保证了生物大分子和多聚体有序的结构进而发挥特有的功能。

水的第二个特性是其氢键。由于水由H和O形成,所以水分子间可以形成氢键。正是由于这些氢键的存在,使得水比其他液体具有高蒸发热和高热容,从而有利于生物体内的温度恒定。

(2) 前体分子。我们分析生物大分子的结构可以发现,它们主要是由30余种小前体分子构成的,所以这些小前体分子也称为生物分子的“字母”。前体分子可以分为四类:

20种L-氨基酸。这是蛋白质的基本单位。

5种含氮碱基、2种嘌呤与3种嘧啶。它们与磷酸核糖或脱氧磷酸核糖结合就形成DNA、RNA的基本单位——核苷酸。

2种糖。第一种是D-葡萄糖,这是作物光合作用的产物,也是生物代谢的重要中间产物。第二种是D-核糖,它是核苷酸的基本组成成分。

软脂酸、甘油和胆碱。它们一起组成了磷脂分子,是生物膜的重要组成成分。

四、生物大分子的组成

许多生物其干重的90%以上是由生物大分子构成的,而生物大分子是由一类或少数几类前体分子以重复结构相互连接在一起所形成的多聚体。生物体中有三种主要的生

物大分子,蛋白质是由氨基酸通过肽键连接的大分子,它是生物功能最主要的执行者;核酸是核苷酸通过磷酸二酯键连接的大分子,这个多聚体的核苷酸排列顺序编码遗传信息,从而指导生物体的生长、发育、繁殖、代谢等;多糖是单糖通过糖苷键连接的大分子,它们的功能主要是动植物中贮存能量(淀粉、糖原),植物中作为结构成分(纤维素)。

生物大分子具有两个特性。首先,一种大分子只有一种或少数几种单体间的连接键,如蛋白质中只有肽键,核酸中只有磷酸二酯键。所以大分子的合成是简单的,其过程只是由一个或少数几个酶催化,将所需的单体按顺序连接而已。其次,大分子中单体间连接键的形成需要消除水,而这些键分解时需要加水即水解,这些键的形成需要能量,键的水解释放能量。但是如果缺乏催化剂,这些反应并不以满意的速度进行。所以生物大分子在动力学上有稳定性,而在热力学上稳定性较差。

五、生物体的结构层次性

如前所述,生物元素组成生物分子,生物前体分子组成生物大分子。生物大分子则进一步形成复合体,生物大分子和复合体再组成亚细胞结构和细胞器,进而形成细胞。细胞则可继续形成组织、器官、系统,最后形成多细胞的生物体。在高层次的结构中,生物大分子间的结合是非共价的。所以,这些结构可以实行自我装配。

第四节 生物化学与其他学科的关系

生物化学是用物理的、化学的原理和方法研究生物体的化学现象,所以生物化学与化学特别是分析化学、有机化学以及物理化学有着密切的关系。

生物化学的研究对象是生物体,属于生物学科的一个分支,它和生物学科的其他分支也有联系。生理学主要研究生物体各类细胞、组织和器官的功能,以及生物体对内外环境变化的反应。它必然要涉及生物体内有机物的代谢,而有机物的代谢途径和机理正是生物化学的核心内容之一。细胞生物学研究生物细胞的形态、成分、结构和功能,包括研究组成细胞的各种化学物质的性质及其变化,而生物化学所研究的生物分子都是定位于细胞的某一部位而发挥作用的。核酸和蛋白质的结构、生物合成与调控是分子生物学研究的重要内容,也是生物化学必须讨论的重大课题,所以分子生物学和生物化学是关系最密切的姊妹学科。

第五节 生物化学的应用和发展前景

生物化学向其他学科的渗透越来越明显,它几乎渗透到了一切生命科学的领域,绝大多数生物学问题都需要从生化角度利用生化方法才可能得到较深入的了解。可以说,生物化学的原理与技术是研究现代生物科学的重要手段之一。

生物化学的原理和技术在生产实践中也得到了广泛的应用。如食品、发酵、制药及皮革工业和预防、治疗医学等都与生物化学有着密切的关系。

在20世纪80年代形成了生物工程或生物高技术的崭新领域,包括基因工程、蛋白质工程和酶工程;以及细胞培养、组织培养等技术,用于改造物种和生产对人类有用的产物。以生物化学的理论和技术为基础的生物工程具有广阔的前景。首先,利用生物工

程的方法和技术可以改造物种，培育高品质的转基因植物。其次，人们利用植物建造“植物工厂”，生产对人类有用的特殊生物化学物质。利用生物工程来生产新型的药物和疫苗，对于治疗疾病、维护人类健康有着重要的意义。生物化学理论还可以与工业技术领域学科相结合，在材料工业，污水和废物处理方面发挥作用。目前已产生了生物化学和电子学的边缘学科——分子生物电子学，研究生物芯片和生物传感器，对电子计算机制造、疾病防治和生物模拟都有重要的推动作用。因此，生物工程产业的崛起将会极大地改变社会产业结构和人们的劳动生产方式。

由于各学科的互相渗透，产生了许多新兴学科，如分子生物学、分子遗传学、细胞生物学、结构生物学等。生物化学是这些新兴学科的理论基础，而这些学科的发展又为生物化学提供了新的理论和研究手段。学科间相互推动，为阐明生命现象的分子机理开辟了广阔的前景。