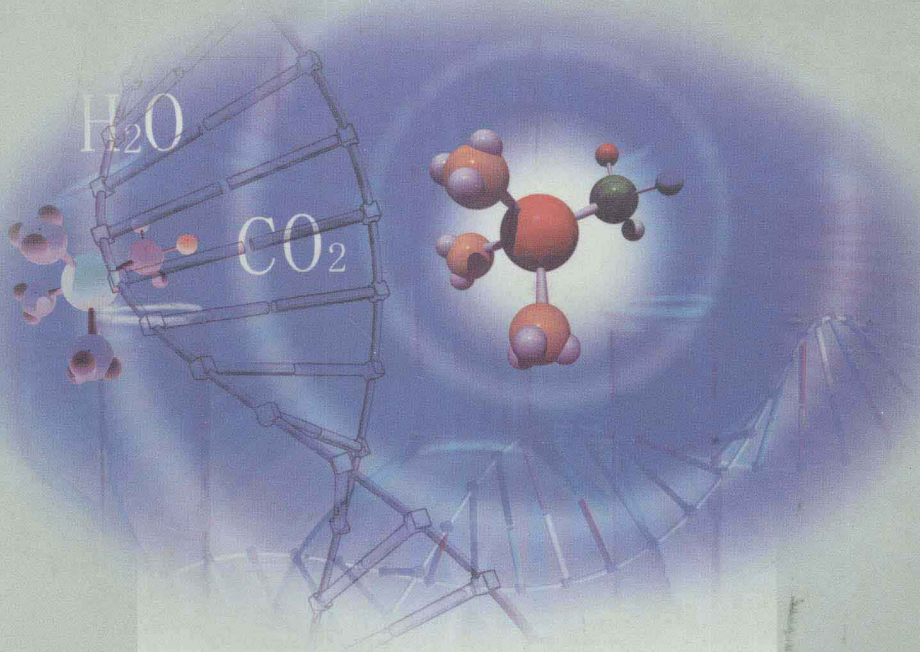




全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

生物化学

黄卓烈 朱利泉 主编



中国农业出版社

全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

生 物 化 学

黄卓烈 朱利泉 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学/黄卓烈, 朱利泉主编. —北京: 中国农业出版社, 2004.6

全国高等农业院校教材

ISBN 7-109-08964-9

I. 生... II. ①黄...②朱... 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 (2004) 第 044825 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 李国忠

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 27.75

字数: 490 千字

定价: 35.80 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

全书共 15 章。第一章到第六章是静态生物化学部分，内容包括核酸、蛋白质、酶、维生素、脂类物质的分子结构、物理性质和化学性质、生物功能的介绍，生物膜的结构与功能的讨论。第七章到第十四章是动态生物化学部分，讨论了糖、脂类、氨基酸、核苷酸、蛋白质、核酸等生物分子的生物合成与分解、代谢过程，以及各类代谢过程的自动调节机制。第十五章介绍了发展迅速的 DNA 重组技术。各章附有本章小结和思考题。书后附有生物化学名词的英汉、汉英对照，便于读者学习。

本书适合作为高等农业院校、师范院校各有关专业学生的教材。也可以作为有关院校相关专业的教师和研究生的参考书。

主 编 黄卓烈 (华南农业大学)
朱利泉 (西南农业大学)

副 主 编 邱业先 (江西农业大学 仲恺农业技术学院)

编写人员 (按姓氏笔画排序)

叶尚红 (云南农业大学)
朱利泉 (西南农业大学)
邱业先 (江西农业大学 仲恺农业技术学院)
胡家恕 (浙江大学)
黄卓烈 (华南农业大学)
谢东雄 (湛江海洋大学)

前 言

生物化学是研究生命现象的化学本质的科学。自然界中的生物千姿百态，但究其化学组成，各种生物所包含的有机化学物质是惊人的相似。生物体的主要物质有蛋白质、核酸、糖类、脂类、维生素、激素等。虽然组成各种生物体的物质基本相似，但各类物质在不同生物体的含量、分子结构等都是千差万别的。生物化学的任务不仅要揭示生物体内化学物质的种类、结构和含量，更重要的是要从分子水平上探讨这些物质与生物体的生长、发育、生殖、遗传、衰老等生命现象的关系。自从 20 世纪 30 年代以来的几十年间，生物化学已经得到飞速的发展。生物化学快速发展不仅派生出一个全新的分子生物学这个学科，而且大大地推动了细胞生物学、遗传学、生理学、临床医学、药理学等学科不断向前发展。人们早已预言，21 世纪是生命科学的世纪。作为生命科学核心学科的生物化学在 21 世纪中必将得到更加快速的发展。

本书作为高等农业院校学生的一门重要基础课教材，不仅要力求全面地介绍生物化学学科的基本理论、基本方法，又要力求介绍学科各领域的最新研究手段和研究成果。本书共分 15 章。在前面的章节中首先介绍核酸、蛋白质、糖、酶、维生素等生物分子的结构、物理性质和化学性质，以及生物膜的结构与功能等。在后面的章节中，重点讨论各类有机分子在生物体内的物质代谢过程和能量的转换，深入浅出地讨论代谢的调节机理，并以简短的篇幅介绍当前发展异常迅速的基因重组技术。使学生既掌握生物化学的重要基本理论、基本方法和技术，又了解学科的最新发展和研究的前沿。

本书第一章和第十四章由黄卓烈编写；第十五章由黄卓烈和朱利泉编写；第二章和第十二章由朱利泉编写；第三章和第十三章由

邱业先编写；第四章和第五章由胡家恕编写；第六章、第九章和第十章由叶尚红编写；第七章、第八章和第十一章由谢东雄编写；附录Ⅰ和附录Ⅱ由黄卓烈编排。各人分工写完有关章节内容后，全体编写人员交叉阅读书稿，互相提出修改意见，并由作者修改加工。主编和副主编分工再修改。最后由黄卓烈全面修改直至最后定稿。

本书在编写过程中得到华南农业大学、西南农业大学、江西农业大学、浙江大学、云南农业大学、湛江海洋大学、仲恺农业技术学院等院校的领导和同事的支持和鼓励。中国农业出版社教材出版中心的领导和编辑对编写和出版工作给予指导和帮助。在此，对以上有关单位和人员表示衷心的感谢！

生物化学学科发展异常迅速，新方法、新手段、新成果不断涌现。由于编写时间仓促，加上作者水平限制，本书难免有不妥之处，恳切希望广大同行和读者提出宝贵意见。对你们的诚恳帮助我们表示衷心感谢！

编者

2004年5月

目 录

前言

第一章 生物化学导论	1
第一节 生物学的概念和研究内容	1
一、生物学的概念	1
二、生物学的研究内容	2
第二节 生物学发展简史	4
第三节 生物分子的作用力体系	7
一、离子键	7
二、氢键	7
三、范德华力	8
四、疏水相互作用	8
五、位阻效应	8
第四节 水是生命的基本介质	8
一、水对生命的作用	9
二、水分子的结构特点	9
三、水分子的物理性质	10
四、水分子的溶剂特性	10
第五节 细胞的缓冲系统	11
一、水分子的解离	12
二、生物细胞内的缓冲系统	12
本章小结	13
思考题	14
主要参考文献	14
第二章 核酸化学	15
第一节 核苷酸	16

一、核酸分子中基本核苷酸的化学组成与命名	16
二、细胞内游离核苷酸及其衍生物	18
第二节 DNA 的分子结构	20
一、DNA 的一级结构	20
二、DNA 的二级结构	22
三、DNA 的三级结构	28
第三节 RNA 的分子结构	28
一、tRNA 的分子结构	29
二、rRNA 的分子结构	31
三、mRNA 的分子结构	32
第四节 核蛋白体	34
一、病毒	34
二、染色体	36
第五节 核酸的性质与分离纯化	37
一、核酸的一般性质	37
二、核酸的紫外吸收特性	37
三、核酸的变性、复性和分子杂交	38
四、核酸的沉降特性	39
五、核酸的分离纯化	40
本章小结	41
思考题	42
主要参考文献	42
第三章 蛋白质化学	43
第一节 蛋白质的分子组成	44
一、蛋白质的元素组成	44
二、蛋白质的基本组成单位	44
三、氨基酸	45
四、肽	57
第二节 蛋白质的分子结构	58
一、蛋白质的一级结构	59
二、蛋白质的空间结构	60
第三节 蛋白质结构与功能的关系	73
一、蛋白质一级结构与功能的关系	73

二、蛋白质的三维结构与功能的关系	75
第四节 蛋白质的重要理化性质	77
一、蛋白质的两性解离及等电点	77
二、蛋白质的胶体性质	78
三、蛋白质的变性	79
四、蛋白质的沉淀	80
五、蛋白质的光学特性和颜色反应	81
第五节 蛋白质分类	82
第六节 蛋白质研究技术	83
一、蛋白质的定量测定	83
二、蛋白质等电点的测定	84
三、蛋白质分子质量的测定	85
四、蛋白质的分离提纯	85
第七节 蛋白质的利用	86
一、蛋白质在食品方面的利用	86
二、蛋白质在医药方面的利用	89
三、蛋白质在饲料方面的利用	90
本章小结	90
思考题	92
主要参考文献	92
第四章 酶	93
第一节 酶的一般性质	93
一、酶是生物催化剂	93
二、酶催化的特性	93
三、酶的化学本质	94
第二节 酶的组成和结构特点	94
一、酶的组成	94
二、单体酶、寡聚酶和多酶复合物	96
第三节 酶的分类和命名	96
一、酶的分类	96
二、酶的命名	98
第四节 酶的活性中心及专一性	98
一、酶的活性中心	98

二、酶的专一性.....	100
三、酶专一性的假说	101
第五节 酶的作用机理	102
一、酶的催化作用与分子的活化能	102
二、中间产物学说	102
三、酶高效催化的因素	103
四、胰凝乳蛋白酶的作用机理.....	105
第六节 酶促反应动力学	108
一、酶浓度对酶促反应速度的影响	108
二、底物浓度对酶促反应速度的影响	108
三、pH对酶促反应速度的影响	111
四、温度对酶促反应速度的影响	112
五、激活剂对酶促反应速度的影响	112
六、抑制剂对酶促反应速度的影响	113
第七节 酶的活力测定和分离纯化	115
一、酶活力测定.....	115
二、酶的分离纯化	116
第八节 几种重要的酶	117
一、别构酶	117
二、同工酶	118
三、核酶	119
本章小结	120
思考题	121
主要参考文献	121
第五章 维生素与辅酶.....	122
第一节 维生素简介	122
第二节 重要的水溶性维生素	122
一、维生素 B ₁ 和焦磷酸硫胺素	122
二、维生素 B ₂ 和黄素辅基	124
三、泛酸和辅酶 A	125
四、维生素 PP 和辅酶 I、辅酶 II	126
五、维生素 B ₆ 及其辅酶.....	127
六、生物素	127

七、叶酸和叶酸辅酶	128
八、维生素 B ₁₂ 和 B ₁₂ 辅酶	129
九、硫辛酸	130
十、维生素 C	130
第三节 脂溶性维生素	130
一、维生素 A	130
二、维生素 D	131
三、维生素 E	131
四、维生素 K	132
本章小结	133
思考题	133
主要参考文献	133
第六章 生物膜的结构与功能	134
第一节 生物膜的化学组成	134
一、膜蛋白	134
二、膜脂	135
第二节 生物膜的分子结构及特征	136
一、膜脂的结构特点及排列	136
二、膜蛋白在膜脂中的定位	137
三、生物膜的结构模型及特征	138
第三节 生物膜的功能	139
一、物质运输	140
二、能量转换	142
三、细胞识别	143
四、信息传递	143
第四节 膜生物工程及其应用	145
一、人工膜技术与研究	145
二、膜生物工程的应用	146
本章小结	147
思考题	148
主要参考文献	148

第七章 糖类化合物代谢	149
第一节 糖类化合物	149
一、单糖	149
二、寡糖	151
三、多糖	152
第二节 糖的合成与分解	154
一、UDPG 和 ADPG 的生物合成	154
二、蔗糖的生物合成与分解	155
三、淀粉的生物合成与分解	157
四、纤维素的生物合成与分解	159
第三节 糖酵解	160
一、糖酵解的研究历史	160
二、糖酵解的生物化学过程	161
三、糖酵解过程的化学计量	165
四、糖酵解的生物功能	166
五、糖酵解途径的调节	167
六、丙酮酸的去路	168
七、其他糖类进入糖酵解的途径	169
八、葡萄糖异生作用	170
第四节 三羧酸循环	172
一、三羧酸循环的研究历史	172
二、三羧酸循环的生化过程	173
三、三羧酸循环的化学计量	177
四、三羧酸循环的生物功能	178
五、三羧酸循环的调控	179
第五节 乙醛酸循环	180
第六节 磷酸戊糖途径	181
一、磷酸戊糖途径的生化过程	182
二、磷酸戊糖途径的生理意义	186
三、磷酸戊糖途径的调节	188
本章小结	189
思考题	190
主要参考文献	190

第八章 生物氧化和能量转换	191
第一节 生物氧化概述	191
一、生物氧化的基本概念	191
二、生物氧化的特点	191
三、生物氧化中 CO_2 的生成	192
四、生物氧化中 H_2O 的生成	192
五、自由能和氧化还原电位	193
六、高能磷酸化合物	196
第二节 线粒体及其内部氧化体系	200
一、线粒体	200
二、线粒体内膜上的电子传递链	201
第三节 氧化磷酸化作用	206
一、氧化磷酸化作用的概念及类型	206
二、氧化磷酸化的偶联部位	207
三、氧化磷酸化的偶联机理	208
四、氧化磷酸化的解偶联剂和抑制剂	212
五、腺苷酸的转运	213
六、线粒体穿梭系统	213
七、能荷	215
第四节 其他末端氧化系统	215
一、多酚氧化酶系统	215
二、抗坏血酸氧化酶	216
三、黄素蛋白氧化酶	216
四、超氧化物歧化酶、过氧化氢酶和过氧化物酶	217
五、抗氰氧化酶	217
本章小结	218
思考题	219
主要参考文献	219
第九章 脂类物质的合成与分解	220
第一节 生物体内的脂类物质	220
一、脂肪酸	220
二、单纯脂类	222

三、复合脂类	223
四、异戊二烯脂	225
第二节 脂肪的合成代谢	226
一、磷酸甘油的生物合成	226
二、脂肪酸的生物合成	226
三、脂肪的生物合成	232
第三节 脂肪的分解代谢与转化	233
一、脂肪的水解	234
二、甘油的降解与转化	234
三、脂肪酸的降解与转化	234
第四节 类脂代谢	243
一、甘油磷脂的代谢	243
二、甘油糖脂的代谢	244
三、胆固醇的代谢	245
本章小结	246
思考题	247
主要参考文献	247
第十章 蛋白质的降解和氨基酸代谢	249
第一节 蛋白质的酶促降解	249
一、蛋白酶	249
二、肽酶	250
第二节 氨基酸的降解与转化	251
一、脱氨基作用	251
二、氨基酸的脱羧作用	253
三、氨基酸降解产物的进一步代谢	255
四、由氨基酸合成其他含氮化合物	258
第三节 氨和氨基酸的生物合成	259
一、生物固氮	259
二、硝酸还原作用	262
三、氨的同化	264
四、氨基酸的生物合成	265
本章小结	269
思考题	270

主要参考文献	271
第十一章 核酸的降解与核苷酸的代谢	272
第一节 核酸的降解	272
一、核酸外切酶	272
二、核酸内切酶	273
第二节 核苷酸的降解	274
一、核苷酸的降解	274
二、嘌呤碱的降解	275
三、嘧啶碱的降解	275
第三节 核苷酸的生物合成	276
一、核糖核苷酸的生物合成	277
二、脱氧核糖核苷酸的生物合成	283
三、核苷酸转变为多磷酸核苷酸	285
本章小结	286
思考题	286
主要参考文献	287
第十二章 核酸的生物合成	288
第一节 DNA 的生物合成	289
一、DNA 的自我复制	289
二、逆转录作用	298
三、DNA 的损伤、修复和突变	300
第二节 RNA 的生物合成	304
一、转录	304
二、RNA 的复制	311
三、RNA 生物合成的抑制剂	312
本章小结	313
思考题	314
主要参考文献	314
第十三章 蛋白质的生物合成	315
第一节 RNA 在蛋白质生物合成中的重要功能	315
一、mRNA 和遗传密码	315

二、tRNA	321
三、rRNA 及核糖体	322
第二节 原核生物蛋白质的合成过程	324
一、氨基酸的活化	324
二、合成起始	327
三、肽链的延伸	329
四、终止合成	332
五、蛋白质合成中 GTP 的作用	333
第三节 真核生物蛋白质的生物合成	334
一、真核生物蛋白质合成的起始	334
二、肽链的延伸与终止	336
第四节 蛋白质生物合成的调控	337
一、翻译起始的调控	337
二、稀有密码子对翻译的影响	337
三、重叠基因对翻译的影响	338
四、poly (A) 对翻译的影响	338
五、翻译的阻遏	338
六、魔斑核苷酸水平对翻译的影响	339
第五节 蛋白质合成后的加工	340
一、氨基末端和羧基末端的修饰	340
二、信号序列的切除	340
三、氨基酸残基的修饰	340
四、糖侧链的连接	341
五、异戊二烯基团的附加	341
六、辅基的附加	341
七、蛋白酶水解修饰	342
八、二硫键的形成	342
九、蛋白质合成受许多抗生素和毒素抑制	342
第六节 蛋白质合成后的运输	343
一、蛋白质的分选信号	343
二、蛋白质的运输类型	344
三、蛋白质的运输方式	345
四、蛋白质的运输过程	346
本章小结	348