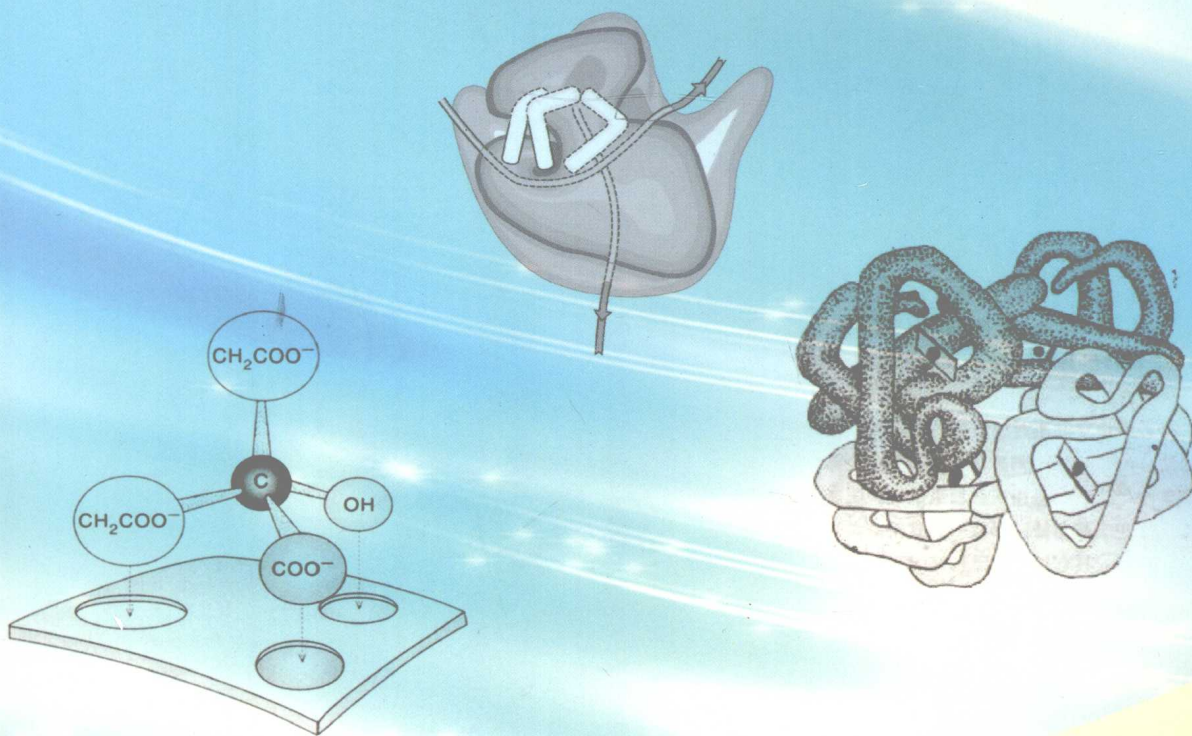




全国高等农林院校“十一五”规划教材

生物化学

刘卫群 主编



中国农业出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材

生 物 化 学

刘卫群 主编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学 / 刘卫群主编. —北京: 中国农业出版社,
2009. 2

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 109 - 13366 - 2

I. 生… II. 刘… 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 (2009) 第 009114 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 100125)
责任编辑 李国忠

北京市联华印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 25.5

字数: 610 千字

定价: 37.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 刘卫群（河南农业大学）

副主编 洪玉枝（华中农业大学）

高继国（东北农业大学）

郭红祥（河南农业大学）

编 者 （按姓氏笔画排序）

史 峰（浙江大学）

朱素娟（扬州大学）

刘卫群（河南农业大学）

杨虹琦（湖南农业大学）

杨致荣（山西农业大学）

赵亚华（华南农业大学）

洪玉枝（华中农业大学）

高继国（东北农业大学）

郭红祥（河南农业大学）

前 言

随着现代生物化学与分子生物学的迅速发展，生物化学内容涉及的范围愈来愈广，新的资料以庞大的数量快速积累，无论我们采取多有效的教学手段，都不可能在大学教育的有限学时内介绍完生物化学的所有知识，况且，随着教学改革的不断深入，为了让学生有更多时间选修其他课程，拓宽知识面，提高科学素质，各个专业基础课都在压缩学时。尽管本教材的编写人员都一直在教学一线，但在编写此教材时，还是感到了很大的压力。在确定编写大纲之时，对教材内容的取舍进行了充分、认真的讨论。

生物化学是生物科学和技术发展的基础，在整个生命科学中占据着越来越显著的地位，同时又是一门边缘科学，学科间的相互渗透和相互交叉非常突出，因而，内容不仅要考虑到和其他课程间相互补充与相互加强的问题，也要求我们必须有限的学时内讲授基本概念和知识的同时，又为学生展现出一个较为全面、系统的生物化学研究概况，培养学生的微观思维能力和科学思维理念。所以在教材中对一些推动学科发展的重要内容编写得较详细，如酶学和蛋白质生物合成的内容介绍得相对详细；而考虑到糖的化学在有机化学中介绍的较多，本书侧重介绍糖蛋白等糖类衍生物；为避免与分子生物学教材内容的重复，基因表达调控一章从生物化学的角度仅介绍一些基本的概念。

本书共 14 章，包括糖类化学、脂类化学、蛋白质化学、核酸化学、酶、维生素与辅酶、生物膜、糖类代谢、生物氧化与氧化磷酸化、脂类代谢、含氮化合物代谢、核酸的生物合成、蛋白质的生物合成、代谢调节与基因表达调控，前 7 章为静态生物化学，从分子水平深入研究生物大分子化合物如蛋白质、酶和核酸的结构、性质及其功能；

后 7 章为动态生物化学，主要介绍这些生物大分子的分解与合成过程、能量的变化及调控。第一章由郭红祥和刘卫群编写，第二章由朱素娟编写，第三章由洪玉枝编写，第四章由赵亚华编写，第五章和第六章由史峰编写，第七章由杨致荣和郭红祥编写，第八章和第九章由高继国编写，第十章由杨致荣编写，第十一章由朱素娟编写，第十二章由杨虹琦编写，第十三章和第十四章由刘卫群和郭红祥编写。

本书适合作为农林院校生命科学学院各专业的教材，也可作为师范院校、植物生产类专业学生的教材。

由于编者水平有限，书中错误在所难免，希望读者批评指正。

编 者

2008 年 12 月

目 录

前言

绪论	1
一、生物化学的概念和基本内容	1
二、生物化学用统一的术语来解释生物机体的分子特征	1
三、生物化学与其他学科的关系	1
四、生物化学的学习方法	2
第一章 糖类化学	3
第一节 糖的定义及分类	3
第二节 单糖	3
一、单糖的结构与构型	3
二、单糖的物理性质	6
三、单糖的化学性质	6
第三节 寡糖与多糖	8
一、二糖	9
二、环糊精	10
三、多糖	10
第四节 糖复合物	12
一、糖脂	12
二、糖蛋白	12
三、蛋白聚糖	14
小结	14
复习思考题	15
主要参考文献	15
第二章 脂类化学	16
第一节 脂酰甘油类	16
一、脂肪酸	16
二、甘油	18

三、三脂酰甘油的类型	18
四、三脂酰甘油的性质	19
第二节 磷脂类	21
一、甘油磷脂	22
二、鞘氨醇磷脂	24
第三节 萜和类固醇	24
一、萜类	24
二、类固醇	25
第四节 结合脂类	26
一、糖脂	26
二、脂蛋白	28
小结	28
复习思考题	29
主要参考文献	29
第三章 蛋白质化学	30
第一节 蛋白质的生物学功能	30
第二节 蛋白质的化学组成	31
一、蛋白质的元素组成	31
二、氨基酸	31
三、氨基酸的重要理化性质	36
四、肽	41
第三节 蛋白质的分子结构	43
一、蛋白质的一级结构	43
二、蛋白质的二级结构	45
三、纤维状蛋白质的结构	48
四、蛋白质的超二级结构与结构域	50
五、蛋白质的三级结构	51
六、蛋白质的四级结构	53
第四节 蛋白质分子结构与功能的关系	54
一、蛋白质一级结构与功能的关系	54
二、空间结构与功能的关系	56
第五节 蛋白质的重要性质	57
一、蛋白质的紫外吸收光谱特征	57
二、蛋白质的酸碱性及等电点	57
三、蛋白质的胶体性质	59
四、蛋白质的变性与复性	59

五、蛋白质的沉淀作用	60
六、蛋白质的显色反应	61
第六节 蛋白质的研究方法	62
一、蛋白质含量的测定	62
二、蛋白质的分离、纯化与鉴定	62
三、蛋白质相对分子质量的测定	65
四、蛋白质分子结构的研究	66
第七节 蛋白质的分类	67
一、根据蛋白质分子的形状分类	67
二、根据蛋白质的组成分类	67
三、根据蛋白质的功能分类	69
小结	69
复习思考题	70
主要参考文献	71
第四章 核酸化学	72
第一节 细胞内的遗传物质	72
一、DNA 是主要的遗传物质	72
二、RNA 也是遗传物质	72
第二节 核酸的化学组成与一级结构	72
一、核酸的化学组成	72
二、核酸的一级结构	75
第三节 DNA 的空间结构	77
一、DNA 的二级结构	77
二、DNA 的高级结构	82
第四节 RNA 的空间结构	91
一、RNA 的概述	91
二、mRNA	92
三、tRNA	93
四、rRNA	94
五、核内小 RNA	96
六、核仁小分子 RNA	96
七、非编码的 mRNA	97
第五节 核酸的理化性质	97
一、核酸的化学水解	97
二、核酸的紫外吸收性质	97
三、核酸的变性、复性与分子杂交	98

小结	100
复习思考题	102
主要参考文献	102
第五章 酶	103
第一节 酶的概念及其化学本质	103
第二节 酶的作用特点	103
一、高的催化效率	104
二、酶作用的高度专一性	104
三、酶促反应的温和性与对反应条件的高度敏感性	104
四、催化活性可被调节控制	105
第三节 酶的分类与命名	105
一、酶的化学组成与分类	105
二、国际系统分类法	107
三、酶的命名	108
第四节 酶的作用机理	109
一、酶的催化作用与分子活化能	109
二、中间产物学说	109
三、酶的活性部位	110
四、诱导契合学说	115
五、使酶具有高催化效率的因素	116
六、酶催化反应机制实例	121
第五节 酶活力及其测定	124
一、酶活力及其测定	124
二、酶催化效率的表示单位	125
第六节 影响酶促反应速度的因素	125
一、底物浓度对酶促反应速度的影响	126
二、酶浓度对酶促反应速度的影响	133
三、pH 对酶促反应速度的影响	133
四、温度对酶促反应速度的影响	134
五、激活剂对酶促反应速度的影响	135
六、抑制剂对酶促反应速度的影响	135
第七节 调节酶	143
一、变构酶	144
二、同工酶	146
三、共价修饰调节酶	147
第八节 酶工程简介	149

一、化学酶工程	150
二、生物酶工程	152
三、酶工程与相邻学科交叉发展产生的新内容	153
小结	155
复习思考题	156
主要参考文献	156
第六章 维生素与辅酶	157
第一节 维生素概论	157
一、维生素代谢特点	157
二、维生素的命名和分类	157
三、维生素缺乏的原因	157
第二节 水溶性维生素与辅酶的关系	158
一、维生素 C	158
二、维生素 B ₁	159
三、维生素 B ₂	160
四、维生素 PP	161
五、维生素 B ₆	163
六、泛酸	163
七、生物素	164
八、叶酸	165
九、维生素 B ₁₂	165
十、 α 硫辛酸	166
第三节 脂溶性维生素	167
一、维生素 A	167
二、维生素 D	168
三、维生素 E	169
四、维生素 K	169
小结	170
复习思考题	171
主要参考文献	171
第七章 生物膜	172
第一节 生物膜的组成	172
一、膜脂	173
二、膜蛋白	175
三、糖类	176

四、其他膜组分	176
第二节 生物膜的结构	176
一、生物膜的结构特征	176
二、生物膜的结构模型	178
第三节 生物膜的功能	180
一、物质运输	180
二、能量传递	183
三、信息传递	183
四、识别功能	183
第四节 膜表面受体介导的信号转导	183
一、G 蛋白偶联受体介导的信号转导	184
二、离子通道受体介导的信号转导	187
三、酶偶联受体介导的信号转导	188
小结	190
复习思考题	191
主要参考文献	191
第八章 糖类代谢	192
第一节 代谢概论	192
第二节 糖的生物合成与降解	193
一、双糖的生物合成与降解	193
二、淀粉的酶促降解	195
三、纤维素的酶促降解	196
四、淀粉与糖原的生物合成	197
五、纤维素的生物合成	199
第三节 糖酵解	199
一、糖酵解的过程	200
二、糖酵解产生的 ATP 与生物学意义	206
三、丙酮酸的去路	208
四、糖酵解的调控	210
第四节 三羧酸循环	211
一、三羧酸循环途径的发现	211
二、丙酮酸的氧化脱羧	212
三、三羧酸循环的反应过程	213
四、三羧酸循环的能量计算	218
五、三羧酸循环的生物学意义	218
六、草酰乙酸的回补反应	219

七、三羧酸循环的调控	220
第五节 磷酸戊糖途径	221
一、磷酸戊糖途径的过程	222
二、磷酸戊糖途径的化学计量	224
三、磷酸戊糖途径的生物学意义	225
四、磷酸戊糖途径的调控	226
第六节 糖的异生	226
一、丙酮酸生成磷酸烯醇式丙酮酸	227
二、1,6-二磷酸果糖生成 6-磷酸果糖	228
三、6-磷酸葡萄糖生成葡萄糖	229
小结	229
复习思考题	230
主要参考文献	230
第九章 生物氧化与氧化磷酸化	231
第一节 生物氧化概述	231
一、生物氧化的概念、特点和方式	231
二、氧化还原电位及自由能	233
三、高能磷酸化合物	235
第二节 电子传递链	237
一、电子传递链的组成及其功能	237
二、电子传递链及其传递体的排列顺序	240
三、电子传递体复合物的组成	242
四、电子传递抑制剂	243
第三节 氧化磷酸化作用	244
一、ATP 合成的途径	244
二、氧化磷酸化的细胞结构基础	245
三、氧化磷酸化的偶联部位和 P/O 比	247
四、氧化磷酸化的作用机理	249
五、氧化磷酸化的解偶联剂和抑制剂	250
六、线粒体的穿梭系统	253
七、能荷	254
第四节 其他末端氧化酶系统	255
一、多酚氧化酶系统	256
二、抗坏血酸氧化酶系统	256
三、细胞色素 P ₄₅₀ 系统	257
四、超氧化物歧化酶、过氧化氢酶和过氧化物酶系统	257

五、植物抗氰氧化酶系统	258
小结	259
复习思考题	260
主要参考文献	260
第十章 脂类代谢	261
第一节 脂肪的降解	261
一、脂肪的酶促降解	261
二、甘油的降解与转化	262
三、脂肪酸的氧化分解	262
第二节 乙醛酸循环	269
一、乙醛酸循环的概况	270
二、乙醛酸循环的过程	270
三、脂肪酸转化成糖的过程	271
四、乙醛酸循环的生物学意义	271
第三节 脂肪的生物合成	272
一、3-磷酸甘油的生物合成	272
二、脂肪酸的生物合成	272
三、三脂酰甘油的生物合成	279
小结	279
复习思考题	280
主要参考文献	280
第十一章 含氮化合物代谢	281
第一节 蛋白质的分解代谢	281
一、蛋白质的消化吸收	281
二、蛋白酶	281
三、肽酶	282
第二节 氨基酸的分解与转化	283
一、氨基酸的代谢概况	283
二、氨基酸的脱氨基作用	284
三、氨基酸的脱羧基作用	287
四、氨基酸分解产物的去向	288
第三节 氮源与氨基酸的生物合成	291
一、氮素循环	291
二、生物固氮	292
三、硝酸还原作用	292

四、氨的同化	292
五、氨基酸的生物合成	294
第四节 核酸的分解代谢	299
一、核酸外切酶	299
二、核酸内切酶	299
三、限制性核酸内切酶	299
第五节 核苷酸的分解代谢	300
一、核苷的分解	300
二、嘌呤的分解	300
三、嘧啶的分解	302
第六节 核苷酸的合成代谢	302
一、嘌呤核苷酸的合成	302
二、嘧啶核苷酸的合成	305
三、脱氧核糖核苷酸的合成	306
小结	308
复习思考题	308
主要参考文献	308
第十二章 核酸的生物合成	310
第一节 中心法则	310
第二节 DNA 的生物合成	310
一、原核生物 DNA 的复制	310
二、真核生物 DNA 的复制过程	319
三、端粒与端粒酶	319
四、逆转录和逆转录酶	320
第三节 DNA 损伤与修复	321
一、DNA 损伤与突变	321
二、DNA 损伤修复机制	322
第四节 RNA 的生物合成	327
一、转录	327
二、RNA 的复制	333
第五节 RNA 的转录后加工	333
一、mRNA 的转录后加工	333
二、tRNA 的转录后加工	335
三、rRNA 的转录后加工	336
四、核酶	337
小结	338

复习思考题	339
主要参考文献	339
第十三章 蛋白质的生物合成	340
第一节 蛋白质生物合成体系的主要成分	340
一、蛋白质合成的模板——mRNA	340
二、蛋白质合成中氨基酸的运载工具——tRNA	344
三、蛋白质生物合成的场所——核糖体	345
四、氨酰 tRNA 合成酶	347
第二节 蛋白质生物合成的过程	349
一、蛋白质生物合成的起始	349
二、蛋白质生物合成的延伸	354
三、蛋白质多肽链合成的终止和释放	356
四、蛋白质合成所需的能量	356
五、多核糖体	357
六、有些短肽不是由核糖体合成的	357
第三节 蛋白质生物合成后的加工处理	358
一、蛋白质多肽链的折叠	358
二、蛋白质的修饰	360
三、蛋白质生物合成受许多抗生素和毒素的抑制	361
第四节 蛋白质的定位	362
一、蛋白质的分选	362
二、蛋白质的共翻译转运	363
三、蛋白质翻译后的转运	364
第五节 蛋白质的降解	365
一、蛋白质的非特异性降解	365
二、蛋白质的特异性降解	365
小结	367
复习思考题	368
主要参考文献	368
第十四章 代谢调节与基因表达调控	369
第一节 物质代谢的相互联系	369
一、糖代谢途径是其他物质代谢途径的枢纽	369
二、平衡反应和非平衡反应	370
三、恒态和代谢调节	370
四、细胞结构对代谢途径的分隔调节	371

第二节 酶活性的调节.....	372
一、能荷对酶活性的调节	372
二、酶原激活	373
三、酶的共价修饰	373
四、反馈调节	373
第三节 酶含量的调节.....	376
一、原核生物基因表达调节	377
二、真核生物基因表达调控	382
小结	387
复习思考题	388
主要参考文献	388