



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



“十三五”江苏省高等学校重点教材

食品科学与工程专业主干课程

生物化学

(供食品及相关专业用)

主编 王 淼




在线增值
服务

BIOCHEMISTRY



中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

 普通高等教育“十一五”国家级规划教材



“十三五”江苏省高等学校重点教材
(编号: 2016-2-013)

生物化学

王 淼 主编

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学/王森主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2017. 1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
“十三五”江苏省高等学校重点教材

ISBN 978 - 7 - 5184 - 1040 - 8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 170803 号

责任编辑: 马 妍 赵梦瑶

策划编辑: 李亦兵 马 妍 责任终审: 劳国强 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 锋尚设计 责任校对: 吴大鹏 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市万龙印装有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2017 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 33.5

字 数: 770 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5184 - 1040 - 8 定价: 64.00 元

邮购电话: 010 - 65241695 传真: 65128352

发行电话: 010 - 85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

150521J1X101ZBW

生物化学是食品及相关专业最重要的专业基础课之一。自从 20 世纪 80 年代后期我国食品专业的教学体系逐步与国际接轨以来,本科院校食品专业开设的食品生物化学课程逐步被普通生物化学和食品化学两门课程替代,使学生的专业基础更加扎实。与此同时,在教学过程中一直缺乏一本合适的普通生物化学教材。以往工科专业用的生物化学教材代谢部分的内容大多偏向微生物,而对从事食品生产、开发和研究的专业技术人员来讲,他们的工作对象——食品原料几乎涉及所有生物体,特别是食品的消费者——人更是最高等的生物。在食品营养和安全备受关注的今天,作为食品工作者一定要全面打好生物化学这个重要的专业基础。为此,我们根据多年的教学体会,在《食品生物化学》(中国轻工业出版社,2009)基础上,精心编排了本教材,力求全面、系统、简明地介绍生物化学的基础理论和知识。

本教材共四篇十八章内容:第一篇导论,从生命的起源认识生命的本质;第二篇生物分子的结构与功能;第三篇生物大分子的代谢与调节;第四篇基因信息的传递。书中基本概念论述力求准确,整体上深度适中,既紧紧扣住生物化学的基本内容,又力求反映生物化学研究的新成果、新进展、新的研究手段和方法,以达到巩固基础、开拓视野、加强对学生的科学素养和能力培养的目的。

本教材由江南大学食品学院生物化学课程组的教师联合编写。他们长期在教学第一线从事生物化学教学和科研工作,是一批热爱生物化学教学、富有经验的教师。在本教材的编写过程中,他们认真工作,付出了大量的劳动。

本教材编写分工如下:第一篇导论由王森和周鹏编写;第一章和第十二章由施用晖和梁丽编写;第二章和第十一章由曹栋和蒋将编写;第三章由王森和孔祥珍编写;第四章和第十四章由王森编写;第五章由刘小鸣编写;第六章、第十五章和第十六章由吕文平编写;第七章至第十章以及第十三章由周鹏和陆乃彦编写;第十七章和第十八章由唐雪编写。全书的统稿由王森完成。

在本教材的编写过程中得到了中国轻工业出版社的鼓励和支持,在此表示由衷的感谢。

进入 21 世纪后,生命科学飞速发展,生物化学也有一些新的突破和发展。作为教材,本书受篇幅的限制,加上编者水平和经验有限,书中难免会有不当之处,敬请广大读者批评指正。

编者
2016 年 7 月

第一篇 导 论

一、生命系统的特征	3
二、细胞与生物分子	5
三、水在有机体生命过程中的角色	8

第二篇 生物分子的结构与功能

第一章 糖的化学	15
第一节 概述	15
一、糖的概念、分布及主要生物学作用	15
二、糖的分类	16
第二节 单糖及其衍生物	16
一、单糖的分子结构	16
二、单糖的理化性质	21
三、重要的单糖及单糖衍生物	25
第三节 寡糖的结构及性质	30
一、双糖	30
二、三糖和四糖	32
三、环糊精	32
四、其他低聚糖	33
第四节 多糖	35
一、多糖的分类	35
二、重要多糖的化学结构与生理功能	37
三、多糖分离、纯化及降解	49
第五节 糖复合物及生物功能	52
一、糖蛋白	52
二、蛋白聚糖	54
三、糖脂	55
第六节 功能性多糖与功能性低聚糖	56

一、功能性多糖	56
二、功能性低聚糖	57
第二章 脂质	62
第一节 概述	62
一、脂质的分类	62
二、脂质的生理功能	62
第二节 简单脂质	63
一、三酰基甘油	63
二、脂肪酸	63
三、脂肪酸与三酰基甘油的理化性质	66
四、甾醇类化合物	68
五、蜡酯	70
第三节 复杂脂质	71
一、复杂脂质分类	71
二、磷酸甘油酯	71
三、糖基甘油二酯	74
四、鞘氨醇磷脂	74
第四节 生物膜与物质运输	75
一、生物膜的结构	75
二、生物膜结构的特点	75
三、物质的过膜运输	76
第五节 功能性脂质与人类健康	82
一、功能性脂肪酸	82
二、植物甾醇	84
三、磷脂	85
四、二十八烷醇	85
五、谷维素	85
六、角鲨烯	85
第三章 蛋白质化学	87
第一节 概述	87
一、蛋白质的定义	87
二、蛋白质的化学组成	87
三、蛋白质的分类	88
四、蛋白质的大小与相对分子质量	90
第二节 蛋白质的基本结构单位——氨基酸	90
一、蛋白质的水解	90

二、氨基酸的分类	91
三、氨基酸的性质	96
四、氨基酸的分离与分析	104
第三节 肽	108
一、肽和肽链的结构及命名	108
二、肽的解离性质	109
三、重要的天然寡肽	109
第四节 蛋白质的分子结构	110
一、蛋白质的一级结构	111
二、蛋白质的三维结构	114
第五节 蛋白质的结构与功能	130
一、蛋白质一级结构与功能的关系	130
二、蛋白质的空间构象与功能的关系	132
第六节 蛋白质的性质	136
一、蛋白质分子的大小和形状	136
二、蛋白质的胶体性质	136
三、蛋白质的两性性质和等电点	137
四、蛋白质的变性作用与复性	139
五、蛋白质的沉淀作用	141
六、蛋白质的颜色反应	143
七、蛋白质的紫外吸收性质	143
八、蛋白质的免疫学性质	143
第七节 蛋白质的分离与纯化的基本原理	144
一、蛋白质分离纯化的一般原则	144
二、蛋白质的分离与纯化	147
三、蛋白质的纯度鉴定、相对分子质量和含量测定	156
第四章 酶	163
第一节 概述	163
一、酶的基本性质	164
二、酶的化学本质及其组成	165
第二节 酶的命名和分类	171
一、习惯命名法	171
二、国际系统命名法	171
三、国际系统分类法及酶的编号	171
第三节 酶的结构与功能	174
一、酶的活性中心和必需基团	174
二、酶作用的专一性	176

三、空间结构与催化活性	177
第四节 酶的作用机制	178
一、酶能显著降低反应活化能	178
二、酶作用高效率的机制	180
第五节 酶促反应的动力学	186
一、酶反应速率	186
二、底物浓度对反应速度的影响	187
三、酶浓度对酶反应速度的影响	191
四、pH 对酶反应速度的影响	192
五、温度对酶反应速度的影响	193
六、激活剂对酶反应速度的影响	194
七、抑制剂对酶反应速度的影响	195
第六节 酶活力的调节	204
一、酶原的激活	204
二、别构酶与别构调节作用	206
三、共价修饰酶与共价修饰的调节作用	207
第七节 酶的活力测定和分离纯化	208
一、酶活力的测定	208
二、酶的分离和纯化	210
第八节 酶工程简介	213
第九节 酶与食品	214
一、酶对食品质量的影响	214
二、酶在食品加工中的应用	216
第五章 维生素与辅酶	218
第一节 概述	218
一、维生素的定义	218
二、维生素的发现	218
三、维生素的分类	219
第二节 脂溶性维生素	219
一、维生素 A	219
二、维生素 D	221
三、维生素 E	222
四、维生素 K	223
第三节 水溶性维生素及有关辅酶	224
一、维生素 B ₁ 和焦磷酸硫胺素	224
二、维生素 B ₂ 和 FMN、FAD	225
三、维生素 B ₃ (泛酸) 与 CoA	226

四、维生素 B ₅ 与辅酶I (CoI)、辅酶II (CoII)	227
五、维生素 B ₆ 与磷酸吡哆醛、磷酸吡哆胺	228
六、维生素 B ₇ (生物素)	229
七、维生素 B ₁₁ (叶酸) 与辅酶 F	230
八、维生素 B ₁₂ 及其辅酶	231
九、维生素 C (抗坏血酸)	232
十、其他“维生素”——硫辛酸	233

第六章 核酸化学

第一节 概述	235
一、核酸的发现与发展	235
二、核酸的分类、分布和功能	236
第二节 核酸的结构	238
一、核酸的化学组成	238
二、核酸的一级结构	241
三、DNA 的空间结构	244
四、RNA 的空间结构	248
第三节 核酸及核苷酸的性质与研究技术	251
一、一般理化性质	251
二、核酸和核苷酸的两性解离	254
三、酸的变性、复性和核酸杂交	254
四、核酸序列测定	257
五、DNA 聚合酶链式反应 (PCR)	258
六、DNA 凝胶电泳	260
七、核酸类物质在食品和医药中的应用	260

第三篇 生物大分子的代谢与调节

第七章 生物能学与代谢概述

第一节 生物能量学原理	265
一、生物能学的热力学定律	265
二、化学反应中的平衡常数与标准自由能变化	267
三、有机物氧化是细胞重要的能量来源	268
四、高能键及高能化合物	269
第二节 新陈代谢概述	273
一、生物圈的代谢循环	273
二、新陈代谢的一般概念	275
三、新陈代谢的内容	275

四、代谢的发生过程	277
五、代谢的研究方法	279
第八章 糖的分解代谢	282
第一节 淀粉的降解及其在体内的消化吸收	283
一、淀粉的降解	283
二、糖类物质在体内的消化吸收	284
第二节 糖酵解	286
一、糖酵解途径中的物质及能量变化	286
二、糖酵解途径的调节	292
三、糖酵解的生理意义	295
四、丙酮酸在无氧条件下的去路	295
第三节 三羧酸循环	296
一、糖的有氧氧化反应过程	296
二、葡萄糖有氧氧化生成的 ATP	300
三、三羧酸循环的生理意义	301
四、有氧氧化的调节及巴斯德效应	301
五、回补途径	301
第四节 磷酸戊糖途径 (HMP)	303
一、HMP 途径的生化过程	303
二、HMP 途径的生理意义	307
三、HMP 途径的调节	307
第九章 生物氧化	309
第一节 概述	309
一、生物氧化的概念	309
二、生物氧化的方式	309
三、生物氧化的特点	310
第二节 呼吸链及氧化磷酸化	311
一、线粒体的结构	311
二、呼吸链的概念及类型	312
三、底物水平磷酸化和氧化磷酸化	320
四、线粒体外 $\text{NADH} + \text{H}^+$ 的氧化	325
第十章 糖的合成及糖原的代谢	327
第一节 糖异生	327
一、糖异生的途径	327
二、糖异生作用的代谢物跨膜转运	328

三、糖异生的调节	330
四、乳酸循环	332
五、糖异生作用的生理意义	332
第二节 糖原的代谢	333
一、糖原的合成代谢	333
二、糖原的分解代谢	334
三、糖原代谢调节	334
第三节 糖代谢各途径之间的联系	337
一、糖代谢各途径之间的联系	337
二、血糖及其调节	338
第十一章 脂质代谢	340
第一节 脂肪的消化、吸收、转运和储存	340
一、食物性脂质的消化和吸收	340
二、载脂蛋白与脂质的转运	342
三、储脂的动员	344
第二节 脂肪酸代谢	345
一、甘油的代谢	345
二、脂肪酸的氧化分解	346
三、酮体的代谢	351
第三节 脂肪酸和三酰基甘油的生物合成	356
一、脂肪酸的合成部位	356
二、脂肪酸合成不是脂肪酸 β -氧化的逆过程	356
三、脂肪酸合成的碳源	356
四、脂肪酸合成的氢源	357
五、脂肪酸的生物合成途径	357
六、脂肪酸合成与分解代谢的主要区别	363
七、三酰基甘油的合成	363
第四节 磷脂的代谢	365
一、磷脂的分解代谢	365
二、磷脂的合成代谢	365
第五节 胆固醇的代谢	368
一、胆固醇的吸收	369
二、胆固醇的生物合成	369
三、胆固醇的降解和转化	369
第六节 脂代谢紊乱	371
一、脂肪酸与酮血症	371

二、甘油磷脂与脂肪肝	371
三、胆固醇与动脉粥样硬化	372
第七节 脂代谢调节	372
一、激素对脂类代谢的调节	372
二、代谢物调节脂肪酸的合成	372
第八节 脂代谢与糖代谢之间的关系	373

第十二章 蛋白质的降解与氨基酸的代谢

第一节 蛋白质的降解	376
一、食物蛋白质的消化和氨基酸的吸收	377
二、内源蛋白质的降解	379
三、氨基酸代谢库	381
第二节 氨基酸的一般代谢	381
一、体内蛋白质的转换与更新	381
二、氨基酸的脱氨基作用	381
三、氨的代谢	385
四、 α -酮酸的代谢	392
第三节 由氨基酸衍生的其他重要物质	394
一、氨基酸与一碳单位	394
二、氨基酸与生物活性物质	395
第四节 氨基酸的合成代谢	397
一、氨基酸生物合成的碳源	397
二、氨基酸生物合成的共同途径	398
三、氨基酸合成代谢的调节	399
第五节 氨基酸代谢缺陷与疾病	399
一、苯丙氨酸代谢缺陷与疾病的关系	399
二、酪氨酸代谢缺陷与疾病的关系	400

第十三章 核酸的降解和核苷酸代谢

第一节 核酸的降解	402
一、磷酸二酯酶及其分类	403
二、磷酸单酯酶	405
第二节 核苷酸的分解代谢	405
一、嘌呤核苷酸的分解代谢	405
二、嘧啶核苷酸的分解代谢	408
第三节 核苷酸的合成代谢	410
一、嘌呤核苷酸的合成	410

二、嘧啶核苷酸的合成	414
三、嘌呤核苷酸与嘧啶核苷酸生物合成的比较	418
四、核苷二磷酸、三磷酸的生成	419
五、脱氧核糖核苷酸的合成	419

第十四章 物质代谢的联系与代谢调节综述

第一节 代谢的整体性和器官的代谢特征	422
一、小肠	423
二、肝脏	423
三、骨骼肌	425
四、心肌	427
五、脂肪组织	427
六、脑	428
七、肾脏	429
八、血液	429
第二节 细胞代谢的调节网络	431
一、物质代谢的相互联系	431
二、生物体代谢特点	436
第三节 代谢调节	438
一、细胞水平的代谢调节	438
二、激素对代谢的调节	445
三、整体调节	450

第四篇 基因信息的传递

第十五章 DNA 的生物合成

第一节 DNA 的复制	455
一、DNA 半保留复制的理论	455
二、参与 DNA 复制的酶	456
三、复制的起始点和方式	459
四、复制过程	461
五、真核生物 DNA 复制的特点	465
第二节 DNA 的损伤 (突变) 与修复	465
一、引起 DNA 损伤的因素	465
二、DNA 损伤的类型	467
三、细胞的 DNA 修复系统	467
第三节 依赖 RNA 的 DNA 合成 (反向转录)	469
一、反转录酶的性质	469

二、反转录过程	469
第四节 DNA 的重组	470
一、同源重组的机制及重组模型	471
二、转化中的重组	474
三、同源双链 DNA 分子之间的交换	476
四、同源重组的酶和蛋白质	478
第十六章 RNA 的生物合成	482
第一节 依赖 DNA 的 RNA 合成 (转录)	482
一、RNA 聚合酶 (又称转录酶)	482
二、转录过程 (以原核生物为例)	483
三、转录后的加工	485
第二节 病毒 RNA 的复制	488
第十七章 蛋白质的生物合成	490
第一节 遗传密码	490
一、遗传密码及其破译	490
二、遗传密码的特点	491
第二节 核糖体	492
一、核糖体的组成与结构	492
二、核糖体的功能	493
第三节 蛋白质合成的过程	494
一、蛋白质合成前的准备	494
二、肽链的合成过程	495
三、肽链合成的终止	498
四、多核糖体的结构	498
第四节 肽链合成后的加工	499
一、新生多肽链的折叠	499
二、蛋白质的修饰	499
第十八章 基因表达的调控	501
第一节 概述	501
一、基因表达的有关概念	501
二、基因表达的特异性	502
三、基因表达的方式	502
第二节 基因表达调控的基本原理	503
一、基因表达调控的多层次和复杂性	503
二、基因转录激活调节的基本因素	503

第三节 原核生物的基因表达调节	506
一、原核生物基因转录调节	506
二、翻译水平调节	511
三、真核生物的基因表达调节	512
参考文献	519

Part

1

第一篇
导 论

