



供药学类专业用

生物化学

□ 主编 杨红 郑晓珂

在线学习版

教学资源 ⊙ 练习测试
互动教学 ⊙ 智能学习



全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

生物化学

(供药学类专业用)

主 编 杨 红 郑晓珂

副主编 张 超 左绍远 于 杰

编 者 (以姓氏笔画为序)

于 杰 (西安交通大学医学部)

卢 群 (广东药学院)

孙丽萍 (北京中医药大学)

张春蕾 (黑龙江中医药大学佳木斯学院)

郑晓珂 (河南中医学院)

郭远华 (湖北中医药大学)

左绍远 (大理大学基础医学院)

任 历 (辽宁医学院)

杨 红 (广东药学院)

张 超 (安徽理工大学医学院)

栗学清 (长治医学院)

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本书为全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材之一。全书包括绪论和四篇十九章。第一篇生物分子的结构与功能,介绍了蛋白质、核酸的结构与功能及酶、维生素和辅酶;第二篇物质代谢与能量转换,介绍了生物氧化,糖、脂类、蛋白质、核苷酸代谢,物质代谢的联系与调节;第三篇遗传信息的传递,介绍了DNA、RNA、蛋白质的生物合成,基因重组与基因工程;第四篇专题篇,介绍了肝的生物化学,与药物作用机制、代谢转化及药物研究开发相关的生物化学技术和应用。

本教材在介绍理论知识的同时,注重引入“实例解析”,以培养学生理论联系实际的应用能力和分析、解决问题的能力;每章还有“学习导引”“知识链接”“本章小结”“思考题”等模块,以增强教材内容的指导性、可读性和趣味性。同时,为丰富教学资源,增强教学互动,更好地满足教学需要,本教材免费提供配套在线学习平台(含电子教材、教学课件、图片、视频和习题集),欢迎广大师生使用。

本书可供高等医学院校药学类专业使用,也可供普通高等院校药学类、中药学类、生物制药、海洋药学类各专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学 / 杨红, 郑晓珂主编. —北京: 中国医药科技出版社, 2016. 1

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5067-7899-2

I. ①生… II. ①杨… ②郑… III. ①生物化学-医学院校-教材 IV. ①Q5

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第000605号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲22号

邮编 100082

电话 发行: 010-62227427 邮购: 010-62236938

网址 www.cmstp.com

规格 787×1092mm $\frac{1}{16}$

印张 27 $\frac{1}{2}$

字数 622千字

版次 2016年1月第1版

印次 2016年1月第1次印刷

印刷 三河市百盛印装有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-7899-2

定价 55.00元

版权所有 盗版必究

举报电话: 010-62228771

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

出版说明

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材，是在深入贯彻教育部有关教育教学改革和我国医药卫生体制改革新精神，进一步落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要》（2010-2020年）的形势下，结合教育部的专业培养目标和全国医学院校培养应用型、创新型药学专门人才的教学实际，在教育部、国家卫生和计划生育委员会、国家食品药品监督管理总局的支持下，由中国医药科技出版社组织全国近100所高等医学院校约400位具有丰富教学经验和较高学术水平的专家教授悉心编撰而成。本套教材的编写，注重理论知识与实践应用相结合、药学与医学知识相结合，强化培养学生的实践能力和创新能力，满足行业发展的需要。

本套教材主要特点如下：

1. 强化理论与实践相结合，满足培养应用型人才需求

针对培养医药卫生行业应用型药学人才的需求，本套教材克服以往教材重理论轻实践、重化工轻医学的不足，在介绍理论知识的同时，注重引入与药品生产、质检、使用、流通等相关的“实例分析/案例解析”内容，以培养学生理论联系实际的应用能力和分析问题、解决问题的能力，并做到理论知识深入浅出、难度适宜。

2. 切合医学院校教学实际，突显教材内容的针对性和适应性

本套教材的编者分别来自全国近100所高等医学院校教学、科研、医疗一线实践经验丰富、学术水平较高的专家教授，在编写教材过程中，编者们始终坚持从全国各医学院校药学教学和人才培养需求以及药学专业就业岗位的实际要求出发，从而保证教材内容具有较强的针对性、适应性和权威性。

3. 紧跟学科发展、适应行业规范要求，具有先进性和行业特色

教材内容既紧跟学科发展，及时吸收新知识，又体现国家药品标准 [《中国药典》(2015年版)]、药品管理相关法律法规及行业规范和2015年版《国家执业药师资格考试》(《大纲》、《指南》)的要求，同时做到专业课程教材内容与就业岗位的知识与能力要求相对接，满足药学教育教学适应医药卫生事业发展要求。

4. 创新编写模式，提升学习能力

在遵循“三基、五性、三特定”教材建设规律的基础上，在必设“实例分析/案例解析”

模块的同时，还引入“学习导引”“知识链接”“知识拓展”“练习题”（“思考题”）等编写模块，以增强教材内容的指导性、可读性和趣味性，培养学生学习的自觉性和主动性，提升学生学习能力。

5. 搭建在线学习平台，丰富教学资源、促进信息化教学

本套教材在编写出版纸质教材的同时，均免费为师生搭建与纸质教材相配套的“爱慕课”在线学习平台（含数字教材、教学课件、图片、视频、动画及练习题等），使教学资源更加丰富和多样化、立体化，更好地满足在线教学信息发布、师生答疑互动及学生在线测试等教学需求，提升教学管理水平，促进学生自主学习，为提高教育教学水平和质量提供支撑。

本套教材共计 29 门理论课程的主干教材和 9 门配套的实验指导教材，将于 2016 年 1 月由中国医药科技出版社出版发行。主要供全国普通高等医学院校药学类专业教学使用，也可供医药行业从业人员学习参考。

编写出版本套高质量的教材，得到了全国知名药学专家的精心指导，以及各有关院校领导和编者的大力支持，在此一并表示衷心感谢。希望本套教材的出版，将会受到广大师生的欢迎，对促进我国普通高等医学院校药学类专业教育教学改革和药学类专业人才培养作出积极贡献。希望广大师生在教学中积极使用本套教材，并提出宝贵意见，以便修订完善，共同打造精品教材。

中国医药科技出版社
2016 年 1 月

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

书 目

序号	教材名称	主编	ISBN
1	高等数学	艾国平 李宗学	978-7-5067-7894-7
2	物理学	章新友 白翠珍	978-7-5067-7902-9
3	物理化学	高 静 马丽英	978-7-5067-7903-6
4	无机化学	刘 君 张爱平	978-7-5067-7904-3
5	分析化学	高金波 吴 红	978-7-5067-7905-0
6	仪器分析	吕玉光	978-7-5067-7890-9
7	有机化学	赵正保 项光亚	978-7-5067-7906-7
8	人体解剖生理学	李富德 梅仁彪	978-7-5067-7895-4
9	微生物学与免疫学	张雄鹰	978-7-5067-7897-8
10	临床医学概论	高明奇 尹忠诚	978-7-5067-7898-5
11	生物化学	杨 红 郑晓珂	978-7-5067-7899-2
12	药理学	魏敏杰 周 红	978-7-5067-7900-5
13	临床药物治疗学	曹 霞 陈美娟	978-7-5067-7901-2
14	临床药理学	印晓星 张庆柱	978-7-5067-7889-3
15	药物毒理学	宋丽华	978-7-5067-7891-6
16	天然药物化学	阮汉利 张 宇	978-7-5067-7908-1
17	药物化学	孟繁浩 李柱来	978-7-5067-7907-4
18	药物分析	张振秋 马 宁	978-7-5067-7896-1
19	药用植物学	董诚明 王丽红	978-7-5067-7860-2
20	生药学	张东方 税丕先	978-7-5067-7861-9
21	药剂学	孟胜男 胡容峰	978-7-5067-7881-7
22	生物药剂学与药物动力学	张淑秋 王建新	978-7-5067-7882-4
23	药物制剂设备	王 沛	978-7-5067-7893-0
24	中医学概要	周 晔 张金莲	978-7-5067-7883-1
25	药事管理学	田 侃 吕雄文	978-7-5067-7884-8
26	药物设计学	姜凤超	978-7-5067-7885-5
27	生物技术制药	冯美卿	978-7-5067-7886-2
28	波谱解析技术的应用	冯卫生	978-7-5067-7887-9
29	药学服务实务	许杜娟	978-7-5067-7888-6

注：29 门主干教材均配套有中国医药科技出版社“爱慕课”在线学习平台。

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材 配套教材书目

序号	教材名称	主编	ISBN
1	物理化学实验指导	高 静 马丽英	978-7-5067-8006-3
2	分析化学实验指导	高金波 吴 红	978-7-5067-7933-3
3	生物化学实验指导	杨 红	978-7-5067-7929-6
4	药理学实验指导	周 红 魏敏杰	978-7-5067-7931-9
5	药物化学实验指导	李柱来 孟繁浩	978-7-5067-7928-9
6	药物分析实验指导	张振秋 马 宁	978-7-5067-7927-2
7	仪器分析实验指导	余邦良	978-7-5067-7932-6
8	生药学实验指导	张东方 税丕先	978-7-5067-7930-2
9	药剂学实验指导	孟胜男 胡容峰	978-7-5067-7934-0

前言

PREFACE

根据全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材编写总体要求，本教材以培养从事药品生产、检验、经营与管理及药学服务等的应用型人才为目标；以注重理论知识与实践应用相结合，强化学生职业技能和创新能力培养为指导思想；突出内容的先进性和科学性，注重基本理论、基本知识、基本技能的阐述，对抽象和复杂的内容辅以简明的图表说明，图文并茂，内容精选，利于学生学习和掌握，同时还强化了教材的指导性和应用性，密切结合医药类专业学生的升学和工作需要，注重理论知识的延伸和扩展，以提高学生的知识应用能力和实践技能。此外，为了增强教与学的互动性和教材的可读性，每章都列出了“学习导引”“实例解析”“本章小结”“思考题”等，并配有在线学习平台，力求做到学习目标明确，教学资源丰富，内容难易适中，利于学生课外学习。

本教材内容包括绪论和四篇十九章，第一篇包括第一章至第四章，主要介绍生物分子的结构、性质和功能，以及生物分子的制备、检测及其药物应用；第二篇包括第五章至第十章，主要介绍体内的物质代谢、能量代谢及其联系与调节；第三篇包括第十一章至第十四章，主要介绍遗传信息的复制、转录和翻译的过程及其调控、基因重组技术的原理与应用；第四篇包括第十五章至第十九章，主要介绍细胞信号转导、药物的代谢转化、生物药物及常用生化技术的原理及应用等。

本教材由10所院校参与编写，广东药学院杨红教授编写绪论和第一章，河南中医学院郑晓珂教授编写第五章和第十七章，安徽理工大学医学院张超教授编写第三章和第十八章，大理大学基础医学院左绍远教授编写第六章和第十六章，西安交通大学医学部于杰副教授编写第四章和第七章，北京中医药大学孙丽萍副教授编写第十一章和第十二章，湖北中医药大学郭远华副教授编写第八章，黑龙江中医药大学佳木斯学院张春蕾副教授编写第十章和第十五章，辽宁医学院任历副教授编写第二章和第十三章，长治医学院栗学清讲师编写第九章和第十四章，广东药学院卢群教授编写第十九章。主编负责了全书的统稿和审稿。

本书在编写过程中，得到了各编委及所在院校的大力支持，得到了大理大学基础医学院熊伟老师的帮助，在此表示衷心感谢。

本书可供高等医学院校药学类专业使用，也可供普通高等院校药学类、中药学类、生物制药、海洋药学类各专业使用。

由于编者水平有限，本教材难免存在缺点和不足之处，恳请同行专家、使用本教材的广大师生及其他读者批评指正。

编者

2015年10月

绪论	1
一、生物化学的概念及研究内容	1
二、生物化学的发展简史	2
三、生物化学的发展趋势	3
四、生物化学与医药学	3

第一篇 生物分子的结构与功能

第一章 蛋白质的结构与功能	6
第一节 蛋白质的分子组成	6
一、蛋白质的元素组成	6
二、氨基酸的结构与性质	7
第二节 蛋白质的分子结构	11
一、蛋白质的一级结构	11
二、蛋白质的二级结构	14
三、蛋白质的三级结构	18
四、蛋白质的四级结构	20
第三节 蛋白质结构与功能的关系	21
一、蛋白质一级结构与功能的关系	21
二、蛋白质空间构象与功能的关系	24
第四节 蛋白质的理化性质及其分离纯化	26
一、蛋白质的理化性质	26
二、蛋白质的分离和纯化	29
三、蛋白质的含量测定与纯度鉴定	35
四、蛋白质的序列分析与结构测定	37

五、蛋白质合成的基本原理与方法	41
第五节 蛋白质的分类与生物学功能	44
一、蛋白质的分类	44
二、蛋白质的生物学功能	45
第六节 多肽与蛋白质类药物	46
第二章 核酸的结构与功能	49
第一节 核酸的分子组成及一级结构	49
一、核苷酸的组成与结构	50
二、核酸的一级结构	53
第二节 核酸的空间结构与功能	55
一、DNA 的空间结构与功能	55
二、RNA 的结构与功能	60
第三节 核酸的理化性质及其应用	64
一、核酸的一般理化性质	64
二、DNA 的变性及应用	65
第四节 核酸的提取与含量测定	67
一、核酸的提取与纯化	67
二、核酸含量的测定	68
第五节 核 酶	68
一、核酶的分类与结构	69
二、核酶的应用	70
第六节 核苷与核苷酸类药物	70
一、核苷类药物	71
二、核酸类药物	72
第三章 酶	74
第一节 酶的概念与特点	75
一、酶的概念	75
二、酶促反应特点	75
三、酶的分类与命名	76
第二节 酶的分子组成及结构与功能	77
一、酶的分子组成	77
二、酶的结构与功能	78

三、酶原及其激活	79
四、同工酶	81
第三节 酶的作用机制	82
一、降低反应活化能	82
二、形成中间复合物	82
三、多元催化作用	83
第四节 酶促反应动力学	83
一、底物浓度对酶促反应的影响	84
二、酶浓度对酶促反应的影响	86
三、温度对酶促反应的影响	86
四、pH 对酶促反应的影响	86
五、激活剂对酶促反应的影响	87
六、抑制剂对酶促反应的影响	87
第五节 酶的调节	90
一、酶活性的调节	90
二、酶含量的调节	92
第六节 酶的分离纯化与活性测定	92
一、酶的分离纯化	93
二、酶活性的测定	94
第七节 酶在医药学中的应用	95
一、酶与疾病的发生	95
二、酶与疾病的诊断	95
三、酶与疾病的治疗	95
四、核酶与抗体酶	96
第四章 维生素与辅酶	100
第一节 概述	100
第二节 脂溶性维生素	101
一、维生素 A	101
二、维生素 D	102
三、维生素 E	104
四、维生素 K	105
第三节 水溶性维生素	106
一、维生素 B ₁	106
二、维生素 B ₂	107

三、维生素 PP	108
四、泛酸	109
五、维生素 B ₆	110
六、生物素	111
七、叶酸	111
八、维生素 B ₁₂	112
九、维生素 C	113
十、 α -硫辛酸	115
第四节 维生素和复合维生素药物	115
一、维生素药物	115
二、复合维生素药物	116

第二篇 物质代谢与能量转换

第五章 生物氧化	120
第一节 概述	120
一、生物氧化的基本概念	120
二、生物氧化的特点	121
三、CO ₂ 的生成方式	121
四、代谢物氧化方式	122
第二节 线粒体氧化体系	122
一、呼吸链	122
二、生物氧化与能量代谢	126
三、ATP 的生成与利用	130
四、影响氧化磷酸化的因素	131
第三节 细胞质 NADH 的转运及氧化	133
一、甘油-3-磷酸穿梭	133
二、苹果酸-天冬氨酸穿梭	134
第四节 非线粒体氧化体系	135
一、细胞色素 P450	135
二、过氧化氢酶和过氧化物酶	135
三、超氧化物歧化酶	136
第六章 糖代谢	138
第一节 概述	138

一、糖的结构与分类	138
二、糖的主要生理功能	139
第二节 糖的消化吸收与糖代谢概况	139
一、糖的消化吸收	139
二、糖代谢概况	140
第三节 糖的分解代谢	140
一、糖的无氧氧化	140
二、糖的有氧氧化	145
三、戊糖磷酸途径	153
第四节 糖原合成与分解	155
一、糖原合成	155
二、糖原分解	156
三、糖原合成与分解的调节	157
第五节 糖异生作用	159
一、糖异生途径	159
二、乳酸循环	160
三、糖异生的调节及生理意义	161
第六节 血糖及其调节	162
一、血糖的来源和去路	162
二、血糖水平的调节	162
三、糖代谢异常	163
第七章 脂类代谢	166
第一节 概述	166
一、脂类的结构	166
二、脂类的主要生理功能	172
第二节 脂类的消化吸收	174
一、脂肪的消化	174
二、脂类的吸收	175
第三节 脂肪的分解代谢	175
一、脂肪的动员	175
二、甘油的氧化分解	176
三、脂肪酸的氧化分解	176
四、酮体的生成与利用	179
第四节 脂肪的合成代谢	182

一、脂肪酸的合成	182
二、甘油-3-磷酸的合成	185
三、脂肪的生物合成	186
第五节 甘油磷脂代谢	187
一、甘油磷脂的合成代谢	187
二、甘油磷脂的分解代谢	189
第六节 胆固醇代谢	190
一、胆固醇的合成	190
二、胆固醇的转化	193
第七节 血浆脂蛋白代谢	193
一、血脂	193
二、血浆脂蛋白及其代谢	194
三、血浆脂蛋白代谢异常及降血脂药物	198
第八章 蛋白质分解代谢	203
第一节 概述	203
一、蛋白质的生理功能	203
二、氮平衡	204
三、蛋白质的营养价值	204
四、蛋白质的需要量	205
五、蛋白质的互补作用	205
第二节 蛋白质的消化吸收与腐败	205
一、蛋白质的消化	206
二、肽和氨基酸的吸收	208
三、蛋白质的腐败作用	209
第三节 蛋白质的降解	210
一、蛋白质的降解速率	210
二、蛋白质的降解途径	211
第四节 氨基酸的一般代谢	213
一、氨基酸代谢库	213
二、氨基酸的脱氨基作用	213
三、氨的代谢	217
四、 α -酮酸的代谢	223
第五节 个别氨基酸的代谢	224
一、氨基酸的脱羧基作用	224

二、一碳单位代谢	226
三、含硫氨基酸代谢	229
四、芳香族氨基酸代谢	232
五、支链氨基酸代谢	233
第九章 核苷酸代谢	238
第一节 核酸的消化与吸收	238
第二节 核苷酸的分解代谢	239
一、嘌呤碱基的分解代谢	239
二、嘧啶碱基的分解代谢	241
第三节 核苷酸的合成代谢	242
一、嘌呤核苷酸的合成代谢	242
二、嘧啶核苷酸的合成代谢	245
三、脱氧核糖核苷酸的合成	246
第四节 核苷酸抗代谢物	248
一、碱基和核苷类似物	248
二、氨基酸类似物	249
三、叶酸类似物	249
第十章 物质代谢的联系与调节	252
第一节 概述	252
一、物质代谢的特点	252
二、物质代谢的研究方法	253
第二节 物质代谢的相互关系	254
一、蛋白质与糖代谢的相互联系	254
二、糖与脂类代谢的相互联系	254
三、蛋白质与脂类代谢的相互联系	254
四、核苷酸与糖、脂类和蛋白质代谢的相互联系	255
第三节 物质代谢的调节	255
一、细胞水平的调节	256
二、激素水平的调节	257
三、整体水平的调节	258

第三篇 遗传信息的传递

第十一章 DNA 生物合成	262
第一节 DNA 复制的基本特征	262
一、DNA 的半保留复制	262
二、从复制起点双向复制	262
三、DNA 的半不连续复制	264
第二节 参与 DNA 复制的物质	265
一、模板和底物	265
二、DNA 聚合酶	265
三、参与 DNA 解链的酶类	266
四、引物与引物酶	267
五、DNA 连接酶	267
第三节 DNA 的复制过程	268
一、原核生物 DNA 的复制过程	268
二、真核生物 DNA 的复制过程	270
第四节 逆转录	272
一、逆转录酶	272
二、逆转录过程	273
第五节 DNA 损伤与修复	273
一、DNA 损伤	273
二、DNA 损伤的修复	276
第十二章 RNA 生物合成	281
第一节 RNA 转录的模板和酶	281
一、转录的模板	281
二、RNA 聚合酶	282
第二节 RNA 的转录过程	284
一、原核生物 RNA 转录过程	284
二、真核生物 RNA 转录过程	287
第三节 真核生物的转录后加工	289
一、mRNA 的转录后加工	289
二、tRNA 的转录后加工	291