

 NPTGJC

全国普通高等专科学校教育药学类规划教材
QUANGUO PUTONG GAODENG ZHUANKE JIAOYU YAOXUELEI GUIHUA JIAOCAI

生物化学

(第二版)

BIOCHEMISTRY

主编 史仁玖

中国医药科技出版社

BIOCHEMISTRY

全国普通高等专科学校教育药学类规划教材

生物化学

第二版

主 编◎史仁玖

中国医药科技出版社

内 容 提 要

生物化学是 21 世纪生命科学中发展最为迅速的学科之一, 为适应面向 21 世纪的教学需要本书在吸收了国内外优秀生物化学教材的特点和介绍现代生物化学最新成就的基础上, 既系统而透彻地分析了生物化学的基本原理, 又较好地反映了 20 世纪 60 年代以来生物化学的发展历史和生物化学研究的新成就。

全书共分 15 章, 全面介绍了蛋白质化学、核酸化学、酶、维生素、糖代谢、生物氧化、脂类代谢、蛋白质的分解代谢、核苷酸代谢、水和无机盐代谢、遗传信息的传递、细胞信号转导、药物在体内的代谢转化、生物药物等方面的知识。

本书可作为药学专业专科和成人专科学生的生物化学基础课教材, 也可供其他院校相关专业的师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学/史仁玖主编. —2 版. —北京: 中国医药科技出版社, 2012. 7

全国普通高等专科教育药学类规划教材

ISBN 978 - 7 - 5067 - 5441 - 5

I. ①生… II. ①史… 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 (2012) 第 069858 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](http://www.cmstp.com)

规格 787 × 1092mm¹/₁₆

印张 19¹/₂

字数 441 千字

初版 1996 年 12 月第 1 版

版次 2012 年 7 月第 2 版

印次 2012 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

印刷 三河市腾飞印务有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5067 - 5441 - 5

定价 38.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国普通高等专科学校教育药学类规划教材建设委员会

主任委员 朱家勇 (广东药学院)

副主任委员 王学春 (泰山医学院)

雷 迅 (桂林医学院)

张 宁 (天津医科大学)

许启太 (河南大学药学院)

付晓华 (湖南师范大学医学院)

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁元林 (广东医学院)

王润玲 (天津医科大学)

冯向先 (长治医学院)

刘 民 (赣南医学院)

刘 伟 (长春医学高等专科学校)

孙 莉 (桂林医学院)

吴慧丽 (浙江医学高等专科学校)

张万年 (宁夏医科大学)

李 伟 (泰山医学院)

李 钦 (河南大学药学院)

杨 明 (江西中医学院)

陈思东 (广东药学院)

周亚林 (无锡卫生高等职业技术学校)

赵 云 (三峡大学医学院)

徐国华 (江西护理职业技术学院)

梁新武 (南阳医学高等专科学校)

赖小平 (广州中医药大学)

本书编委会

主 编 史仁玖

副主编 何震宇 黄川锋 常正尧

编 者 (以姓氏笔画为序)

马 颖 (滨州医学院)

史仁玖 (泰山医学院)

刘景伟 (邢台医学高等专科学校)

何震宇 (广东药学院)

罗 辉 (井冈山大学)

黄川锋 (南阳医学高等专科学校)

常正尧 (泰山医学院)

程红娜 (漯河医学高等专科学校)

蔡连富 (廊坊卫生职业学院)

裴晋红 (长治医学院)

编写说明

PREPARATION OF NOTES

《全国普通高等专科学校教育药学类规划教材》是由原国家医药管理局科技教育司根据国家教委（1991）25号文的要求组织、规划的建国以来第一套普通高等专科学校教育药学类规划教材。本套教材是国家教委“八五”教材建设的一个组成部分。从当时高等药学专科教育的现实情况考虑，统筹规划、全面组织教材建设活动，为优化教材编审队伍、确保教材质量起到了至关重要的作用。也正因为此，这套规划教材受到了药学专科教育的大多数院校的推崇及广大师生的喜爱，多次再版印刷，其使用情况也一直作为全国高等药学专科教育教学质量评估的基本依据之一。

随着近几年来我国高等教育的重大改革，药学领域的不断进步，尤其是2010版《中华人民共和国药典》和新的《药品生产质量管理规范》（GMP）的相继颁布与实施，这套教材已不能满足现在的教学要求，亟需修订。但由于许多高等药学专科学校已经合并到其他院校，原教材建设委员会已不能履行修订计划，因此，成立了新的普通高等专科学校教育药学类教材建设委员会，组织本套教材修订工作。在修订过程中，充分考虑高等专科学校全日制教育、函授教育、成人教育、自学考试等多种办学形式的需要，在维护学科系统完整性的前提下，增加学习目标、知识链接、案例导入等模块，利于目前教育形势下教材应反映知识的系统性及教材内容与职业标准深度对接的要求。使本套教材在继承和发展原有学科体系优势的同时，又增加了自身的实用性和通用性，更符合目前教育改革的形式。

教材建设是一项长期而严谨的系统工程，它还需要接受教学实践的检验。本套教材修订出版以后，欢迎使用教材的广大院校师生提出宝贵的意见，以便日后进一步修订完善。

全国普通高等专科学校教育
药学类规划教材建设委员会
2012年5月

前言

PREFACE

生物化学是当代生物科学领域发展最为迅速的学科之一,是现代生物学和生物工程技术的重要基础。它是从分子水平研究和阐述生物体内基本物质的化学组成和生命活动中所进行的化学变化的规律及其与生理功能关系的一门科学。工业、农业、医药、食品、能源、环境科学等越来越多的研究领域也以生物化学理论为依据,以其实验技术为手段。生物化学是高等医药院校各专业普遍开设的重要专业基础课程,打好坚实的生物化学基础,使学生对该学科的基本理论与基本研究技术的原理有较全面和清晰的理解,是学生对相关专业知识的学习和研究工作的共同需要。

本教材重点介绍生物化学的基础知识和部分新进展,在注重以基础知识为主体的前提下,适当反映本学科发展的新动向、新发展。如生物药物部分,介绍了生物制药新技术。在编写上力求层次分明、连贯性与整体性相结合,简明易懂和实用。为了便于学生学习,在各章之前设置学习目标栏目,以便学生在学习时掌握该章的要点。本教材适合药学专业专科和成人专科学生学习使用,在实际教学中教学内容可根据不同学校教学要求有所侧重。本教材也可供其他院校相关专业师生参考。

全书分 15 章,全面介绍了蛋白质化学、核酸化学、酶、维生素、糖代谢、生物氧化、脂类代谢、蛋白质的分解代谢、核苷酸代谢、水和无机盐代谢、遗传信息的传递、细胞信号转导、药物在体内的代谢转化、生物药物等方面的知识。本教材是集体智慧的结晶,由 10 位教师执笔编写,经集体评阅,主编修改,专家审改,最后定稿。对专家们的无私奉献和辛勤劳动,深致谢意。

本书虽经多次修改审校,由于编者知识水平所限,疏漏、欠妥甚至错误在所难免,敬请专家、教师和学生批评指正。

编者

2011 年 12 月

目 录

CONTENTS

第一章 绪论	1
第一节 生物化学及其主要内容	1
一、生物化学定义	1
二、生物化学的研究对象和内容	1
第二节 生物化学与医药学的关系	2
一、生物化学与其他医药学课程的关系	2
二、生物化学与药学的关系	2
第三节 生物化学发展简史	3
一、叙述生物化学阶段 (18 世纪中期 ~ 19 世纪前期)	3
二、动态生物化学阶段 (19 世纪 ~ 20 世纪初期)	3
三、分子生物学时期 (20 世纪中期 ~)	4
四、我国科学家对生物化学发展的贡献	5

第一篇◎生物大分子的结构与功能

第二章 蛋白质的化学	8
第一节 蛋白质是生命的物质基础	8
一、蛋白质是构成生物体的基本成分	8
二、蛋白质具有多种生物学功能	8
三、蛋白质的营养价值与疾病关系	9
第二节 蛋白质的化学组成	10
一、蛋白质的元素组成	10
二、蛋白质的基本结构单位——氨基酸	10
三、蛋白质分子中氨基酸的连接方式	15
第三节 蛋白质的分子结构	17
一、蛋白质分子的一级结构	17
二、蛋白质分子的构象	18
三、蛋白质结构与功能的关系	24
第四节 蛋白质的理化性质	26
一、蛋白质分子的大小、形状及分子量的测定	27
二、蛋白质的两性解离与等电点	27

三、蛋白质分子的胶体性质	29
四、蛋白质的沉淀反应	29
五、蛋白质分子变性作用	30
六、蛋白质的紫外吸收特征及颜色反应	31
第五节 蛋白质分类	32
一、按食物蛋白质营养价值分类	32
二、按蛋白质分子形状或功能分类	32
三、按蛋白质组成分类	32
第六节 蛋白质的分离提纯及鉴定	33
一、蛋白质的提取	33
二、蛋白质分离纯化	34
三、蛋白质的分析鉴定	36
四、多肽链中氨基酸的序列分析	36
第三章 核酸的化学	38
第一节 核酸分子的化学组成	39
一、核酸的元素组成	39
二、核酸分子的基本结构单位——核苷酸	39
三、体内重要的游离核苷酸及其衍生物	41
第二节 DNA 分子的组成和结构	43
一、DNA 的分子组成	43
二、DNA 的分子结构	43
第三节 RNA 分子的组成和结构	47
一、RNA 分子的组成	47
二、RNA 分子的结构	47
第四节 核酸的理化性质	50
一、核酸的分子大小	50
二、核酸的溶解性和黏度	50
三、核酸的酸碱性质	51
四、核酸的紫外吸收	51
五、核酸的变性、复性与分子杂交	51
第五节 核酸的分离和含量测定	52
一、核酸的提取、分离和纯化	52
二、核酸含量的测定方法及其原理	54
第四章 酶	55
第一节 酶是生物催化剂	55
一、酶的生物学意义	55
二、酶催化作用的特点	56
三、酶的作用机制	58

四、酶的命名和分类	59
第二节 酶的组成与结构	60
一、酶的组成	60
二、酶的结构	61
第三节 影响酶促反应速度的因素	62
一、底物浓度的影响	62
二、酶浓度的影响	64
三、温度的影响	64
四、pH 的影响	65
五、激活剂的影响	65
六、抑制剂的影响	66
第四节 酶在体内存在的几种形式	69
一、单体酶、寡聚酶、多酶复合体	69
二、酶原	69
三、同工酶	70
四、别构酶与修饰酶	71
第五节 酶的分离、提纯及活性测定	73
一、酶的分离、提纯	73
二、酶活性测定	73
第六节 酶与医学的关系及在医药学上的应用	74
一、酶与疾病的发生	74
二、酶与疾病的诊断	74
三、酶与疾病的治疗	75
四、酶在科研上的应用	75

第五章 维生素

第一节 概述	77
一、维生素的概念	77
二、维生素缺乏症及原因	77
三、维生素的命名与分类	78
第二节 脂溶性维生素	79
一、维生素 A	79
二、维生素 D	80
三、维生素 E	81
四、维生素 K	82
第三节 水溶性维生素	82
一、维生素 B ₁	83
二、维生素 B ₂	83
三、维生素 PP	84
四、维生素 B ₆	86
五、泛酸	86

六、生物素	87
七、叶酸	88
八、维生素 B ₁₂	88
九、维生素 C	89

第二篇◎物质代谢及其调节

第六章 糖代谢	92
第一节 糖的分类及其生理功能	92
一、糖的分类	92
二、糖的生理功能	93
三、与糖类相关的药物研究	94
第二节 糖的消化吸收	94
一、糖的消化	94
二、糖的吸收	94
三、糖代谢概况	94
第三节 糖的分解代谢	95
一、糖酵解	95
二、糖的有氧氧化	99
三、磷酸戊糖途径	105
第四节 糖原的合成与分解	107
一、糖原的合成	107
二、糖原的分解	108
三、糖原合成与分解的调节	110
第五节 糖异生	112
一、糖异生途径	112
二、糖异生的调节	113
三、乳酸循环	114
四、糖异生的生理意义	114
第六节 血糖与血糖浓度的调节	115
一、血糖的来源和去路	115
二、血糖浓度的调节	115
三、血糖浓度异常与常用药物	116
第七章 生物氧化	118
第一节 概述	118
一、生物氧化的概念	118
二、生物氧化的特点	118
第二节 线粒体氧化体系	119

一、氧化呼吸链的主要成分	119
二、呼吸链中传递体的排列顺序	121
三、主要的氧化呼吸链	122
四、氧化磷酸化	123
五、ATP 的利用和储存	125
第三节 非线粒体氧化体系	127
一、微粒体加单氧酶系	127
二、超氧化物歧化酶	127
三、过氧化物酶体中的氧化酶类	128
第八章 脂类代谢	129
第一节 概述	129
一、脂类的主要生理功能	129
二、脂类的分布与含量	130
三、脂类的消化吸收	131
第二节 甘油三酯代谢	131
一、甘油三酯的分解代谢	131
二、酮体的生成和利用	136
三、甘油三酯的合成代谢	138
四、多不饱和脂肪酸衍生物	142
第三节 磷脂代谢	143
一、磷脂的结构与分类	143
二、甘油磷脂的代谢	144
第四节 胆固醇代谢	147
一、胆固醇的合成代谢	147
二、胆固醇的酯化	149
三、胆固醇的转化与排泄	149
第五节 血脂与血浆脂蛋白	150
一、血脂	150
二、血浆脂蛋白	150
三、载脂蛋白	152
四、血浆脂蛋白代谢	152
五、血浆脂蛋白代谢异常及降血脂药物	155
第九章 蛋白质的分解代谢	158
第一节 蛋白质的营养	158
一、营养素的概念	158
二、蛋白质的生理功能	158
三、氮平衡	158
四、蛋白质的营养价值	159

第二节 氨基酸的一般代谢	160
一、体内氨基酸的代谢概况	160
二、氨基酸的脱氨基作用	161
三、氨的代谢	165
四、 α -酮酸的代谢	170
第三节 个别氨基酸代谢	170
一、氨基酸的脱羧作用	170
二、一碳单位代谢	172
三、含硫氨基酸的代谢	175
四、芳香族氨基酸的代谢	178
第十章 核苷酸代谢	181
第一节 嘌呤核苷酸代谢	182
一、合成代谢	182
二、分解代谢	184
第二节 嘧啶核苷酸代谢	185
一、合成代谢	185
二、分解代谢	187
第三节 核苷酸的抗代谢物	188
一、嘌呤和嘧啶类似物	188
二、叶酸类似物	188
三、氨基酸类似物	189
第十一章 水和无机盐代谢	190
第一节 体液	190
一、体液的含量与分布	190
二、体液电解质组成和特点	191
三、体液的交换	192
第二节 水平衡	193
一、水的生理功能	193
二、水的来源和去路	193
第三节 电解质平衡	195
一、电解质的主要生理功能	195
二、钠、氯代谢	196
三、钾的代谢	196
第四节 水和电解质平衡调节	197

一、神经系统的调节	197
二、抗利尿激素的调节	198
三、醛固酮的调节	198
四、水、电解质代谢紊乱	199
第五节 钙、磷代谢和镁代谢	200
一、体内钙、磷的含量,分布及生理功能	200
二、钙、磷的吸收与排泄	201
三、血钙与血磷	202
四、骨的代谢	204
五、钙、磷代谢的调节	205
六、镁代谢	206
第六节 微量元素代谢	207
一、铁	208
二、锌	209
三、铜	209
四、硒	210
五、锰	211
六、碘	211
七、氟	212
八、钴、钼、钒、铬	212

第三篇◎生物信息的传递与转导

第十二章 遗传信息的传递	216
第一节 基因及中心法则	216
一、遗传信息传递的中心法则	216
二、基因、基因组、基因组学的概念	217
三、基因遗传与表达的分子基础	217
第二节 DNA 的生物合成	218
一、DNA 的复制	218
二、DNA 的逆转录合成和其他复制方式	224
三、DNA 损伤与修复	225
第三节 RNA 的生物合成	228
一、转录的模板	228
二、RNA 聚合酶	229
三、启动子	230

四、转录基本过程	231
五、转录后的加工和修饰	233
六、RNA 指导的 RNA 合成	236
第四节 蛋白质的生物合成	237
一、蛋白质生物合成的条件	237
二、蛋白质生物合成的过程	240
三、蛋白质生物合成的转运	242
四、蛋白质的降解	243
第五节 药物对遗传信息传递过程的影响	243
一、烷化剂类	244
二、抗生素类	244
三、生物碱类	245
第六节 基因表达调控	245
一、原核生物基因表达调控	246
二、真核生物基因表达调控	247
第七节 重组 DNA 技术	251
一、重组 DNA 技术的产生	251
二、重组 DNA 技术的基本原理	252
三、重组 DNA 技术与医学、药学的关系	257
第十三章 细胞信号转导	258
第一节 细胞通讯与信号转导的基本特征	258
一、细胞通讯方式	258
二、信号转导的基本特征	259
第二节 信号分子与受体	260
一、信号分子	260
二、受体	261
三、第二信使	262
四、GTP 结合蛋白	262
五、信号转导过程中的蛋白质磷酸化	262
六、信号转导系统的其他组分	263
第三节 主要信号转导途径	263
一、膜受体介导的信号转导途径	263
二、胞内受体介导的信号转导途径	269
第四节 信号转导异常与疾病	270
一、G 蛋白异常与疾病	270
二、受体异常与疾病	270

第四篇◎药物生物化学

▶第十四章 药物在体内的代谢转化	274
第一节 药物代谢转化的类型和酶系	274
一、药物的体内过程	274
二、药物代谢转化概述	275
三、药物代谢转化的类型和酶系	275
第二节 影响药物代谢转化的因素	281
一、药物相互作用	281
二、其他因素对药物代谢的影响	283
第三节 药物代谢转化的意义及研究价值	283
一、清除外来异物	283
二、改变药物的活性或毒性	283
三、阐明某些药物不良反应发生的原因	284
四、为临床合理用药提供依据	284
五、对新药设计、研发的意义	284
▶第十五章 生物药物	286
第一节 生物药物概述	286
一、生物药物的概念	286
二、生物药物的发展	286
三、生物药物的特点	287
第二节 生物药物的分类与研究进展	288
一、生物药物的分类	288
二、生物药物的研究进展	290
第三节 生物技术药物	290
一、生物技术药物的特点	290
二、生物技术药物的主要种类	291
三、生物技术药物的制备方法	291
四、生物技术药物的研究发展趋势	292

第一章 绪 论

学习目标

1. 掌握生物化学的定义；生物化学的研究对象和内容。
2. 熟悉生物化学与其他医药学课程的关系。
3. 了解生物化学与药学的关系；生物化学发展简史。

第一节 生物化学及其主要研究内容

一、生物化学定义

生物化学（biochemistry）是生命的化学，是一门在分子水平上探讨生命现象本质的科学，它主要应用化学原理和方法来探讨生命的奥秘和本质，着眼于搞清组成生物体物质的分子结构和功能、维持生命活动的各种化学变化及其生理功能的联系。

二、生物化学的研究对象和内容

（一）研究对象

生物化学研究的对象是生物有机体，研究范围涉及整个生物界，包括病毒、微生物、动物、植物和人体。根据研究对象的不同，生物化学可分为微生物生化、植物生化、动物生化和人体生化等。各种生物化学的内容既有密切的联系又有区别，都与人类的生产、生活等相关。

（二）生物化学主要研究内容

生物化学是于 20 世纪初形成的一门新型交叉学科，直至 1903 年才引用生物化学这一名称，成为一门独立学科。随着科学技术的进步，生物化学已有长足的发展，生物化学内容已渗透到生物学科各个领域，成为各学科必备的基础知识。

生物化学研究内容主要有以下几方面：①构成生物体的物质基础包括组成生物体的物质的化学组成、结构、性质、功能及体内分布，称为有机生物化学（或静态生物化学）；②生命物质在生物体中的化学变化及运动规律，各种生命物质在变化中的相互关系即新陈代谢以及代谢过程中能量的转换，称为代谢生物化学（或动态生物化学）；③生命物质的结构、功能、代谢与生命现象的关系，称为功能生物化学（或机能生物化学）；④生物信息的传递及其物质代谢的调控，包括生物体内各种物质代谢的调节控制及遗传基因信息的传递和调控，称为信息生物化学。