

普通高等教育药学专业“十一五”规划教材

# 生物化学与分子生物学

SHENGWU HUAXUE YU FENZI SHENGWUXUE

主编 张 恒

郑州大学出版社



普通高等教育药学专业“十一五”规划教材

# 生物化学与分子生物学

SHENGWU HUAXUE YU FENZI SHENGWUXUE

主编 张恒



郑州大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

生物化学与分子生物学/张恒主编. —郑州:郑州大学出版社,2007.1

(普通高等教育药学专业“十一五”规划教材)

ISBN 978-7-81106-338-7

I. 生… II. 张… III. ①生物化学-高等学校-教材②分子生物学-高等学校-教材 IV. ①Q5②Q7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 153760 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:邓世平

全国新华书店经销

新乡市凤泉印务有限公司印制

开本:787 mm × 1 092 mm

印张:35.5

字数:844 千字

版次:2007 年 1 月第 1 版

邮政编码:450052

发行电话:0371-66966070

1/16

印数:1~3100

印次:2007 年 1 月第 1 次印刷

---

书号:ISBN 978-7-81106-338-7

定价:53.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社调换。



## 总序

普通高等教育药学专业

“十一·五”规划教材

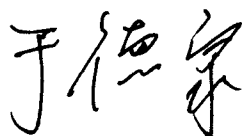
近年来,我国高等教育事业快速发展,取得了举世瞩目的成就。教育部实施了高等学校教学质量与教学改革工程,下发了《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》和《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》,提倡和鼓励学术水平高、教学经验丰富的教师,根据教学需要编写适应不同层次、不同类型院校,具有不同风格和特点的高质量教材。

当前,各类高校都相继开办了药学专业,高等院校的药学教育发展迅速,办学规模和办学层次逐年增加,市场对药专业的学生需求逐年递增,学生就业率高,形成了高等院校一个新的亮点。然而,传统的高等院校药学专业,其课程体系、教学内容与新的教学模式之间的矛盾也日益突出。为了解决这个问题,配合高等院校药专业建设的需要,更好地顺应社会发展对新一代药学人才的需求,进一步提高教学质量,加强药专业的学科建设和课程建设,加快教材改革,适应教学改革的需要,更好地发展药专业的本科教育,当是恭逢其时的事。2005年,在郑州大学出版社、郑州大学药学院的牵头组织下,部分参编院校对国内药专业的培养目标、培养模式、课程体系、教学内容和教学大纲等进行了广泛而深入的调研,分析了国内药专业相关教材的现状,此举得到了湖北、山东、安徽、陕西、江西、黑龙江、吉林、浙江、江苏、福建、河南、重庆、广西等省市、自治区三十多所院校的积极响应,也得到了国内一大批药学教育专家的支持。为了集思广益,保证高规格、高质量地出炉这套教材,紧扣当前药专业本科教学的实际,组织召开了高等院校药专业教学研讨会暨教材编写会,无论是大的环节,还是小的细节,无不经过与会专家和教授的科学规划、认真研讨和商榷,最终确定了这套普通高等教育药专

业“十一五”规划教材编写的指导思想、体例和规范。每本教材的主编,都是学术水平高、教学经验丰富的一线教师,这就保证了这套新教材的编写质量。

可以说,这套教材的出版,为促进我国药学专业本、专科教育质量的不断提高,贡献了一份绵薄之力,很好地顺应了当前高等院校药学教育迅速发展的新趋势,也必将会对我国高等院校药学专业教育产生深远而积极的影响。同时也希望使用教材的师生多提意见和建议,以便及时修订、不断完善。

中国工程院院士  
中国协和医科大学教授



2006年9月



## 作者名单

普通高等教育药学专业

“ 十 一 五 ” 规 划 教 材

主 编 张 恒

副主编 (以姓氏笔画为序)

付 蕾 孙金凤 陈季武

编 委 (以姓氏笔画为序)

丁 林 王淑静 付 蕾

孙金凤 李 琛 李淑玲

张 恒 张云峰 陈季武



## 内容提要

普通高等教育药学专业

“十一·五”规划教材

全书共 18 章,主要介绍生物化学与分子生物学的基本理论,生物大分子及前体的合成、分解代谢途径以及生物能量的生成方式,遗传信息的储存、传递与表达,分子生物学技术、基因组结构及基因重组、基因组学与医药学,生物膜结构与功能、激素调控机制、代谢调控机制等。章前有学习要点,章后有复习思考题,书末附有英汉、汉英名词对照。

本书以本科学历教育为特定目标,以药学及制药工程专业为特定对象,以基本理论、知识、技能以及思想性、科学性、先进性、启发性、知识性为特定要求,力求实现教材内容的科学性、准确性和实用性。



## 前言

普通高等教育药学专业

“十一五”规划教材

生物化学是理论性与实践性并重的专业基础学科,是现代生物学和生物工程技术的重要基础。传统生物化学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机能的联系。随着科学进步发展,当今的生物化学已经进入全新的分子生物学领域,从分子水平研究生命本质为目的,以核酸和蛋白质等生物大分子的结构及其在遗传信息和细胞信息传递中的作用为研究对象,将生物化学、生物物理学、遗传学、微生物学等多种学科相互杂交、相互渗透,形成由核酸分子生物学、蛋白质分子生物学以及细胞信号转导的分子生物学为主体的现代生物化学与分子生物学。

现代药学科学步入了新的发展阶段,其特点是以化学模式为主体的药学科学迅速转向以生物学和化学相结合的新模式,生物化学与分子生物学在当代药学科学发展中起到了重要作用。当前药学及制药类专业招生规模快速壮大,各院校格局发生变化,为与此演变相适应,由郑州大学出版社组织编写《生物化学与分子生物学》,目的在于编出适合现在教学改革特点、适合现代教学方式与学习方法、给学生提供高水平知识的体例新颖的教材。

本书以本科学历教育为特定目标,以药学及制药工程专业为特定对象,以基本理论、知识、技能以及思想性、科学性、先进性、启发性、知识性为特定要求。全书力求实现教材内容的科学性、准确性、系统性和实用性,主要介绍生物化学与分子生物学的基本理论,包括生命有机体内核酸、蛋白质、酶、糖类、脂类等生物大分子的结构、性质和功能;生物大分子及前体的合成、分解代谢途径以及生物能量(ATP)的生成方式;遗传信息的储存、传递与表



达;分子生物学技术、基因组结构及基因重组、基因组学与医药学;生物膜结构与功能、激素调控机制、代谢调控机制等。

本教材由教学第一线多年从事生物化学理论与实验教学、具有丰富工作经验的教师参加编写,张恒主编。编写人员有:淮阴工学院生物技术与制药工程系张恒(绪论,第一、九、十二、十四章),郑州大学药学院付蕾(第四、十三、十七章),华东师范大学生命科学学院陈季武(第七、十五章),济宁医学院李淑玲(第五、六章),淮阴工学院生物技术与制药工程系孙金凤(第三、八、十章),哈尔滨商业大学药学院王淑静(第十六、十八章),淮阴师范学院生物系张云峰(第二、十一章),济宁医学院丁林(第五章),济宁医学院李琛(第六章)。

限于编者水平,书中难免有错误和不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2006年7月



# 目录

普通高等教育药学专业

“十一·五”规划教材

绪论 .....	1
一、生物化学与分子生物学的主要研究内容 .....	1
二、生化制药与现代药学研究 .....	2
三、生物化学与分子生物学的发展 .....	3
四、生物化学与分子生物学的地位和作用 .....	5
五、生物化学及分子生物学与生产实践的关系 .....	6
六、学习方法 .....	7
<b>第一章 糖化学及生物学 .....</b>	<b>8</b>
第一节 概述 .....	8
第二节 单糖的结构及性质 .....	9
一、单糖的结构 .....	9
二、单糖的性质 .....	12
第三节 二糖的结构及性质 .....	14
第四节 多糖的结构及性质 .....	16
一、同多糖 .....	17
二、杂多糖 .....	18
第五节 糖生物学 .....	19
一、糖生物学研究的特点 .....	19
二、糖蛋白 .....	20
三、蛋白聚糖 .....	23
四、寡聚糖链与人类健康 .....	24
五、糖类在医药中的应用 .....	25
<b>第二章 脂类化学 .....</b>	<b>27</b>
第一节 概述 .....	27
一、脂质的定义 .....	27

## 2 生物化学与分子生物学

二、脂质的分类	27
三、脂质的生物学作用	28
第二节 脂肪酸	29
一、概述	29
二、天然脂肪酸的结构特点	30
三、必需多不饱和脂肪酸	31
第三节 三酰甘油	31
一、结构与类型	32
二、性质	33
第四节 磷脂	34
一、甘油磷脂	34
二、鞘氨醇磷脂	38
第五节 固醇	38
一、固醇的核心结构	38
二、胆固醇	39
三、胆固醇的衍生物	40
第三章 蛋白质化学	42
第一节 蛋白质的功能、组成及分类	42
一、蛋白质的功能	42
二、蛋白质的组成、分类及结构特点	43
第二节 氨基酸	45
一、蛋白质的水解	46
二、氨基酸的通式	47
三、氨基酸的分类	48
四、氨基酸的性质	53
五、氨基酸的分析	64
六、氨基酸的制备和用途	66
第三节 蛋白质的结构	68
一、蛋白质结构的研究方法	68
二、蛋白质的一级结构	68
三、蛋白质的二级结构	72
四、蛋白质的三级结构和四级结构	79
五、蛋白质分子中的重要化学键	82
六、纤维状蛋白和球状蛋白	83
七、蛋白质结构和功能的关系	90
第四节 蛋白质的性质	92
一、蛋白质的两性解离与等电点	92
二、蛋白质分子的大小与分子量测定	94

三、蛋白质的胶体性质与蛋白质的沉淀	96
四、蛋白质的变性与复性	98
第五节 蛋白质的抽提、分离、纯化和鉴定	99
一、蛋白质分离纯化的一般过程	99
二、蛋白质分离纯化的方法	100
三、蛋白质的含量测定与纯度鉴定	103
<b>第四章 核酸化学</b>	105
第一节 核酸的种类、分布和化学组成	105
一、核酸的种类和分布	105
二、核酸的化学组成	106
第二节 核酸的分子结构	112
一、核酸的一级结构	112
二、DNA 的二级结构	114
三、DNA 的三级结构	118
四、DNA 的功能	119
五、RNA 的空间结构与功能	120
第三节 核酸的性质	125
一、一般物理性质	125
二、核酸的紫外吸收	125
三、核酸的变性、复性和分子杂交	126
第四节 核酸的分离、纯化和鉴定	129
一、核酸分离纯化的一般原则	129
二、核酸分离纯化的主要步骤和方法	130
三、核酸纯度鉴定	131
<b>第五章 维生素与辅酶</b>	133
第一节 水溶性维生素	133
一、维生素 B <sub>1</sub>	133
二、维生素 B <sub>2</sub>	134
三、维生素 PP	135
四、维生素 B <sub>6</sub>	136
五、泛酸	136
六、生物素	137
七、叶酸	138
八、维生素 B <sub>12</sub>	139
九、维生素 C	139
十、硫辛酸	140
第二节 脂溶性维生素	141
一、维生素 A	141

## 4 生物化学与分子生物学

二、维生素 D .....	142
三、维生素 E .....	143
四、维生素 K .....	144
<b>第六章 酶化学 .....</b>	<b>147</b>
<b>第一节 酶的概念、分类和命名 .....</b>	<b>147</b>
一、酶的概念 .....	147
二、酶的分类 .....	148
三、酶的命名 .....	148
<b>第二节 酶的化学本质和结构 .....</b>	<b>149</b>
一、酶的分子组成 .....	150
二、酶的活性中心 .....	151
<b>第三节 酶作用特性 .....</b>	<b>152</b>
一、反应条件温和 .....	152
二、极高的催化效率 .....	152
三、高度的特异性 .....	153
四、酶促反应的可调节性 .....	154
<b>第四节 酶反应速度及影响因素 .....</b>	<b>154</b>
一、酶浓度的影响 .....	154
二、底物浓度的影响——米氏方程 .....	155
三、温度的影响 .....	157
四、pH 值的影响 .....	158
五、抑制剂的影响 .....	159
六、激活剂的影响 .....	162
<b>第五节 酶作用机制 .....</b>	<b>163</b>
一、诱导契合学说 .....	163
二、酶促反应的机制 .....	163
<b>第六节 酶活力的测定及酶的分离与纯化 .....</b>	<b>163</b>
<b>第七节 酶的调节 .....</b>	<b>164</b>
一、酶活性的调节 .....	164
二、酶含量的调节 .....	166
三、同工酶 .....	166
<b>第七章 激素化学 .....</b>	<b>169</b>
<b>第一节 激素的概念与分类 .....</b>	<b>169</b>
一、激素的一般概念 .....	169
二、激素的分类 .....	171
<b>第二节 激素的作用机制 .....</b>	<b>171</b>
一、受体及其特点 .....	171
二、激素的作用机制 .....	172

第三节 常见激素的结构和功能	181
一、重要的动物激素	181
二、昆虫激素	195
三、植物激素	196
<b>第八章 生物膜</b>	199
第一节 生物膜的概念	199
第二节 生物膜的化学组成	200
一、膜脂	201
二、膜蛋白	204
三、糖类	206
第三节 生物膜的结构	207
一、生物膜中膜组分之间的作用力	207
二、生物膜结构的主要特征	207
三、生物膜的结构模型	210
第四节 生物膜的功能	211
一、物质交换功能	212
二、细胞膜的保护功能	218
三、信息传递	218
四、能量转换	218
五、免疫功能	219
六、运动功能	219
<b>第九章 糖代谢</b>	220
第一节 代谢的基本概念及特点	220
第二节 糖的酶促降解	221
一、淀粉和糖原酶促降解	221
二、纤维素酶促降解	223
三、二糖酶促降解	224
第三节 糖的无氧分解	224
一、葡萄糖无氧分解过程	224
二、葡萄糖分解成丙酮酸(糖酵解途径)	225
三、丙酮酸去路	229
四、无氧分解小结	230
第四节 糖的有氧分解	231
一、糖有氧分解途径	231
二、三羧酸循环有关酶及调控	233
三、三羧酸循环调控	236
四、三羧酸循环小结	236
五、三羧酸循环的生理意义	238

## 6 生物化学与分子生物学

第五节 磷酸戊糖途径	239
一、磷酸戊糖途径的化学过程	240
二、磷酸戊糖途径有关酶及调控	240
三、磷酸戊糖途径小结	243
四、磷酸戊糖途径的生理意义	244
第六节 乙醛酸循环	245
第七节 糖异生作用	246
一、糖异生作用途径	246
二、糖异生作用关键步骤及相关酶	247
三、糖异生作用与糖酵解关系	249
四、糖异生作用小结	249
五、糖异生的生理意义	249
第八节 糖原合成	250
一、糖原的合成代谢	251
二、糖原的分解代谢	252
三、糖原合成与分解的调节	252
第九节 血糖及其调节	254
一、血糖的来源和去路	254
二、血糖水平的调节	254
第十节 光合作用简介	255
一、光合作用的场所	255
二、光合作用的原料	256
三、光合作用的产物	256
四、光合作用的能源	256
五、光合作用的光反应和暗反应	256
<b>第十章 生物氧化</b>	<b>259</b>
第一节 生物氧化的基本概念、特点	259
一、生物氧化的基本概念	259
二、生物氧化的化学本质和特点	260
第二节 生物氧化中二氧化碳的产生	261
一、单纯 $\alpha$ -脱羧	261
二、 $\alpha$ -氧化脱羧	262
三、单纯 $\beta$ -脱羧	262
四、 $\beta$ -氧化脱羧	262
第三节 生物氧化中水的产生	263
一、电子传递链(呼吸链)的组成及顺序	264
二、电子传递的抑制剂	273
第四节 能量的产生及利用	273

一、氧化磷酸化作用 .....	274
二、氧化磷酸化偶联机制 .....	276
三、ATP 的合成 .....	278
四、氧化磷酸化的解偶联 .....	281
五、线粒体外 NADH 的氧化 .....	283
第五节 高能键及高能化合物 .....	285
一、高能化合物的类型 .....	285
二、ATP 在能量转换中的作用 .....	286
<b>第十一章 脂代谢 .....</b>	<b>288</b>
第一节 脂类消化、吸收、贮存和动员 .....	288
一、脂肪消化 .....	288
二、脂类吸收与转运 .....	289
三、脂类贮存与动员 .....	289
第二节 脂肪分解代谢 .....	290
一、甘油的分解 .....	290
二、脂肪酸的分解 .....	290
三、酮体的生成及利用 .....	296
第三节 脂肪的合成代谢 .....	299
一、3-磷酸甘油的合成 .....	299
二、脂肪酸的合成 .....	299
三、三酰甘油的合成 .....	305
第四节 磷脂的代谢 .....	305
一、磷脂的生物合成 .....	305
二、磷脂的分解 .....	310
第五节 胆固醇的代谢 .....	310
一、胆固醇的消化吸收 .....	310
二、胆固醇的合成 .....	311
三、胆固醇的转化与排泄 .....	313
第六节 血浆脂蛋白的代谢 .....	315
一、血脂 .....	315
二、血浆脂蛋白 .....	315
<b>第十二章 蛋白质酶促降解及氨基酸代谢 .....</b>	<b>319</b>
第一节 蛋白质酶促降解 .....	320
第二节 氨基酸共同分解代谢 .....	321
一、氨基酸的脱氨基作用 .....	322
二、脱羧基作用 .....	326
三、 $\alpha$ -酮酸代谢去路 .....	327
四、氨代谢途径 .....	328



第三节 氨基酸共同合成代谢	332
一、还原氨基化作用	332
二、转氨基作用	333
三、氨基酸互相转化	333
第四节 个别氨基酸代谢	333
一、含硫氨基酸代谢	333
二、芳香族氨基酸代谢	336
三、支链氨基酸代谢	338
<b>第十三章 核酸代谢</b>	<b>339</b>
第一节 核酸分解代谢	339
一、外源核酸的消化与吸收	340
二、碱基的分解代谢	342
第二节 核苷酸的生物合成	345
一、嘌呤核苷酸的生物合成	345
二、嘧啶核苷酸的生物合成	349
三、脱氧核糖核苷酸的生物合成	352
四、核苷酸的抗代谢物	354
第三节 DNA 的生物合成	356
一、中心法则	356
二、DNA 复制的一般规律	357
三、DNA 复制的基本过程	361
四、参与复制的酶和蛋白质	362
五、原核生物的 DNA 复制	368
六、真核生物的 DNA 复制	371
七、DNA 的损伤与修复	373
八、逆转录	377
第四节 RNA 的生物合成	379
一、转录的一般规律	379
二、转录的过程	384
三、RNA 转录后加工与修饰	387
四、RNA 的复制	393
<b>第十四章 蛋白质生物合成</b>	<b>395</b>
第一节 蛋白质生物合成的一般原理	395
第二节 遗传密码	397
第三节 核糖体	398
第四节 蛋白质合成过程	399
一、氨基酸活化与转移	400
二、肽链合成的起始	401