

全国高等医药院校药学类规划教材

QUANGUO GAODENG YIYAO YUANXIAO

YAOXUELEI GUIHUA JIAOCAI

生物化学

SHENGWU HUAXUE

主编 程牛亮



中国医药科技出版社

全国高等医药院校药学类规划教材

生物化学

主 编 程牛亮

编 者 (以姓氏笔画为序)

王学敏 (第二军医大学)

付 雷 (郑州大学药学院)

张景海 (沈阳药科大学)

陈蓓蓓 (同济医科大学)

林元藻 (广东药学院)

苑惠卿 (山东大学)

胡晓年 (中国协和医科大学)

宾 文 (沈阳药科大学)

程牛亮 (山西医科大学)

解 军 (山西医科大学)

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本书是全国高等医药院校药理学类规划教材之一。全书共 14 章,包括蛋白质的化学、核酸的化学、酶、糖代谢、脂类代谢、生物氧化、氨基酸代谢、核苷酸代谢、物质代谢的联系和调节、基因信息的传递、细胞信号传导、药物的体内转运与转化、生物药物、研究药物常用的技术与方法等内容,章末附有思考题。

本书涵盖知识面全,深入浅出,图文并茂。可供高等医药院校药类专业及相关专业本科生使用,还可作为相关专业人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/程牛亮主编. —北京:中国医药科技出版社, 2007.1

全国高等医药院校药理学类规划教材

ISBN 978 - 7 - 5067 - 3586 - 5

I. 生... II. 程... III. 生物化学—医学院校—教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 158313 号

美术编辑 陈君杞

责任校对 张学军

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 010 - 62244206

网址 www.cspyp.cn www.mpsky.com.cn

规格 787 × 1092mm $\frac{1}{16}$

印张 32

字数 721 千字

印数 1—6000

版次 2007 年 1 月第 1 版

印次 2007 年 1 月第 1 次印刷

印刷 北京市后沙峪印刷厂

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5067 - 3586 - 5

定价 49.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国高等医药院校药学类规划教材编委会

名誉主任委员	吴阶平	蒋正华	卢嘉锡
名誉副主任委员	邵明立	林蕙青	
主任委员	吴晓明	(中国药科大学)	
副主任委员	吴春福	(沈阳药科大学)	
	王温正	(中国医药科技出版社)	
	黄泰康	(国家食品药品监督管理局)	
	彭师奇	(首都医科大学药学院)	
	叶德泳	(复旦大学药学院)	
	张志荣	(四川大学华西药学院)	
秘 书 长	姚文兵	(中国药科大学)	
	朱家勇	(广东药学院)	
委 员	(按姓氏笔画排列)		
	丁安伟	(南京中医药大学中药学院)	
	丁 红	(山西医科大学药学院)	
	刁国旺	(扬州大学化学化工学院)	
	马 毅	(山东轻工业学院化学工程系)	
	元英进	(天津大学化工学院)	
	王广基	(中国药科大学)	
	王月欣	(河北工业大学制药工程系)	
	王 地	(首都医科大学中医药学院)	
	王存文	(武汉工程大学)	
	王志坚	(西南师范大学生命科学学院)	
	王岳峰	(西南交通大学药学院)	
	王 玮	(河南大学药学院)	
	王恩思	(吉林大学药学院)	
	王康才	(南京农业大学园艺学院)	
	韦玉先	(桂林医学院药学院)	
	冯 怡	(上海中医药大学中药学院)	
	史录文	(北京大学医学部)	
	叶永忠	(河南农业大学农学院)	
	白 钢	(南开大学生命科学学院)	

乔延江 (北京中医药大学中药学院)
乔海灵 (郑州大学药学院)
全 易 (江苏工业学院化学工程系)
刘 文 (南开大学医学院)
刘巨源 (新乡医学院药学系)
刘永琼 (武汉工程大学)
刘红宁 (江西中医学院)
刘 羽 (武汉工程大学)
刘克辛 (大连医科大学药学院)
刘利萍 (浙江绍兴文理学院化学系)
刘志华 (湖南怀化医学高等专科学校药学系)
刘明生 (海南医学院药学系)
刘杰书 (湖北民族学院医学院)
刘 珂 (山东省天然药物工程技术研究中心)
刘俊义 (北京大学药学院)
匡海学 (黑龙江中医药大学)
印晓星 (徐州医学院药学系)
吉 民 (东南大学化学化工系)
孙秀云 (吉林化学学院制药与应用化学系)
曲有乐 (佳木斯大学药学院)
朱大岭 (哈尔滨医科大学药学院)
朱景申 (华中科技大学同济药学院)
朴虎日 (延边大学药学院)
毕开顺 (沈阳药科大学)
纪丽莲 (淮阴工学院生物工程与化学工程系)
齐香君 (陕西科技大学生命科学与工程学院)
吴 勇 (四川大学华西药学院)
吴继洲 (华中科技大学同济药学院)
吴基良 (咸宁学院)
吴清和 (广州中医药大学中药学院)
吴满平 (复旦大学药学院)
吴 翠 (徐州师范大学化学系)
张大方 (长春中医学院药学院)

张丹参 (河北北方学院基础医学部)
张树杰 (安徽技术师范学院动物科学系)
张振中 (郑州大学药学院)
张晓丹 (哈尔滨商业大学药学院)
张崇禧 (吉林农业大学中药材学院)
李元建 (中南大学药学院)
李永吉 (黑龙江中医药大学药学院)
李青山 (山西医科大学药学院)
李春来 (莆田学院药学系)
李勤耕 (重庆医科大学药学系)
杨世民 (西安交通大学药学院)
杨宝峰 (哈尔滨医科大学)
杨得坡 (中山大学药学院)
沈永嘉 (华东理工大学化学与制药学院)
肖顺汉 (泸州医学院药学院)
辛 宁 (广西中医学院药学院)
邱祖民 (南昌大学化学工程系)
陈建伟 (南京中医药大学中药学院)
周孝瑞 (浙江科技学院生化系)
林 宁 (湖北中医学院药学院)
林 强 (北京联合大学生物化学工程学院)
欧珠罗布 (西藏大学医学院)
罗向红 (沈阳药科大学)
罗焕敏 (暨南大学药学院)
郁建平 (贵州大学化生学院)
郑国华 (湖北中医学院药学院)
郑葵阳 (徐州医学院药学系)
姚日生 (合肥工业大学化工学院)
姜远英 (第二军医大学药学院)
娄红祥 (山东大学药学院)
娄建石 (天津医科大学药学院)
胡永洲 (浙江大学药学院)
胡 刚 (南京医科大学药学院)

胡先明 (武汉大学药学院)
 倪京满 (兰州医学院药学院)
 唐春光 (锦州医学院药学院)
 徐文方 (山东大学药学院)
 徐晓媛 (中国药科大学)
 柴逸峰 (第二军医大学药学院)
 殷 明 (上海交通大学药学院)
 涂自良 (郧阳医学院药系)
 秦雪梅 (山西大学化学化工学院药系)
 贾天柱 (辽宁中医学院药学院)
 郭华春 (云南农业大学农学与生物技术学院)
 郭 姣 (广东药学院)
 钱子刚 (云南中医学院中药学院)
 高允生 (泰山医学院药学院)
 崔炯谟 (延边大学医学院)
 曹德英 (河北医科大学药学院)
 梁 仁 (广东药学院)
 傅 强 (西安交通大学药学院)
 曾 苏 (浙江大学药学院)
 程牛亮 (山西医科大学)
 董小萍 (成都中医药大学药学院)
 虞心红 (华东理工大学化学与制药工程学院制
药工程系)
 裴妙荣 (山西中医学院中药系)
 谭桂山 (中南大学药学院)
 潘建春 (温州医学院药学院)
 魏运洋 (南京理工大学化工学院)

全国高等医药院校药学类规划教材编写办公室

主	任	姚文兵 (中国药科大学)
副	主	任 罗向红 (沈阳药科大学)
		郭 姣 (广东药学院)
		王应泉 (中国医药科技出版社)

编写说明

经教育部和全国高等医学教育学会批准，全国高等医学教育学会药学教育研究会于2004年4月正式成立，全国高等医药院校药学类规划教材编委会归属于药学教育研究会。为适应我国高等医药教育的改革和发展、满足市场竞争和医药管理体制对药学教育的要求，教材编委会组织编写了“全国高等医药院校药学类规划教材”。

本系列教材是在充分向各医药院校调研、总结归纳当前药学教育迫切需要补充一些教学内容的基础上提出编写宗旨的。本系列教材的编写宗旨是：药学特色鲜明、具有前瞻性、能体现现代医药科技水平的高质量的药学教材。也希望通过教材的编写帮助各院校培养和推出一批优秀的中青年业务骨干，促进药学院校之间的校际间的业务交流。

参加本系列教材的编写单位有：中国药科大学、沈阳药科大学、北京大学药学院、广东药学院、四川大学华西药学院、山西医科大学、华中科技大学同济药学院、复旦大学药学院、西安交通大学药学院、山东大学药学院、浙江大学药学院、北京中医药大学等几十所药学院校。

教材的编写尚存在一些不足，请各院校师生提出指正。

全国高等医药院校药学类
规划教材编写办公室

2004年4月16日

前 言

生物化学是一门重要的医学基础课，它不仅与多门学科有着广泛的联系，而且发展迅速，新知识、新技术不断涌现，尤其是分子生物学领域则发展更快。生物化学内容的深度和广度均在逐年加大，然而医学生的学时有限，这就需要更新教材内容。为适应我国高等药学教育改革与发展的需要，培养符合我国卫生事业发展的药学人才，我们根据教育部对教育改革、教材更新提出的要求，组织编写了这本全国高等医药院校药学类规划教材，供药学、临床医学、口腔医学、预防医学、医学影像、护理学等专业的本科生使用，也可作为国家执业医师资格考试、自学考试及研究生入学考试的学习用书。

本教材力图突出内容的先进性、科学性和实用性，充分考虑学生的接受能力，并力求做到深入浅出。全书 14 章。包括蛋白质的化学、核酸的化学、酶、糖代谢、脂类代谢、生物氧化、氨基酸代谢、核苷酸代谢、物质代谢的联系和调节、基因信息的传递、细胞信号传导、药物的体内转运与转化、生物药物、研究药物常用的技术与方法等内容，章末附有思考题。

该书主要特点是密切结合医药类专业学生的学习和今后工作、升学需要，所设章节涵盖的知识面较全；既注重基本知识和基本理论的传授，又适当地更新及增添新内容；并将抽象或繁杂的内容辅以简明的图表，每章文末附有复习思考题，以利于学习掌握主要内容；书中语言力求精练易懂，不加大篇幅。

本书在编写过程中，虽经多次修改审校，仍可能由于编者学识水平及条件所限，存在疏漏、欠妥甚至错误之处，敬请同行专家、学生和读者予以批评指正。

编 者

2006 年 10 月

目录

绪论	(1)
第一节 生物化学的发展简史	(1)
第二节 生物化学研究的主要内容	(2)
一、生物体的物质组成及生物大分子的结构与功能	(2)
二、物质代谢及其调节	(3)
三、生物信息的传递与调控	(3)
第三节 生物化学与药学的关系	(3)
第一章 蛋白质的化学	(5)
第一节 蛋白质的分子组成	(5)
一、蛋白质的元素组成	(5)
二、蛋白质的分类	(6)
三、蛋白质的基本组成单位——氨基酸	(7)
四、肽键与肽	(12)
第二节 蛋白质的分子结构	(15)
一、蛋白质的一级结构	(16)
二、蛋白质的空间结构	(17)
第三节 蛋白质结构与功能的关系	(25)
一、蛋白质一级结构与功能的关系	(25)
二、蛋白质空间结构与功能的关系	(27)
第四节 蛋白质的性质	(31)
一、蛋白质的两性解离	(31)
二、蛋白质的胶体性质	(32)
三、蛋白质的沉淀反应	(32)
四、蛋白质的紫外吸收	(32)
五、蛋白质的呈色反应	(32)
六、蛋白质的变性作用	(33)
七、蛋白质的免疫学性质	(34)
第五节 蛋白质和多肽合成的基本原理	(34)
一、化学合成法	(34)
二、生物技术合成法	(37)

第六节 蛋白质的分离纯化	(38)
一、蛋白质的提取	(38)
二、蛋白质的分离与纯化	(41)
三、蛋白质的含量与分子量测定	(49)
四、蛋白质的鉴定	(51)
第二章 核酸的化学	(55)
第一节 核酸的分子组成	(55)
一、碱基	(56)
二、戊糖	(58)
三、核苷	(58)
四、核苷酸	(58)
五、核苷酸的生物学功能	(59)
第二节 DNA 的分子结构与功能	(62)
一、DNA 的一级结构	(62)
二、DNA 的二级结构	(64)
三、DNA 的三级结构	(68)
四、染色质与染色体	(70)
第三节 RNA 的分子结构与功能	(71)
一、mRNA 的结构与功能	(72)
二、tRNA 的结构与功能	(73)
三、rRNA 的结构与功能	(74)
四、其他 RNA 的结构与功能	(76)
第四节 核酸的理化性质	(79)
一、核酸的一般理化性质	(80)
二、核酸的紫外吸收性质	(81)
三、核酸分子的变性、复性与杂交	(82)
第五节 核酸的序列分析	(85)
一、化学裂解法	(85)
二、DNA 链末端终止自动法	(85)
三、DNA 自动测序	(87)
四、其他 DNA 测序方法	(87)
第六节 核酸的分离纯化	(87)
一、核酸的提取	(87)
二、DNA 的分离纯化	(88)
三、RNA 的分离纯化	(89)
四、核酸的含量测定	(90)
第三章 酶	(92)
第一节 酶促反应及其特点	(92)

一、酶促反应的概念	(92)
二、酶促反应的特点	(92)
第二节 酶的结构与功能	(94)
一、酶的分子组成 (维生素与辅酶)	(94)
二、酶的活性中心	(96)
三、酶原与酶原激活	(99)
四、同工酶	(100)
第三节 酶促反应动力学	(101)
一、底物浓度对酶促反应速度的影响	(101)
二、酶浓度对酶促反应速度的影响	(105)
三、温度对酶促反应速度的影响	(105)
四、pH 对酶促反应速度的影响	(106)
五、抑制剂对酶促反应速度的影响	(107)
六、激活剂对酶促反应速度的影响	(113)
第四节 酶的作用机制	(114)
一、活化能	(114)
二、酶 - 底物复合物的形成与诱导契合学说	(115)
三、趋近效应和定向效应	(116)
四、张力作用	(117)
五、酸碱催化作用	(117)
六、共价催化作用	(118)
第五节 酶的命名与分类	(119)
一、酶的命名	(119)
二、酶的分类	(120)
第六节 酶的分离纯化与活性测定	(121)
一、酶的分离纯化	(121)
二、活性的测定	(123)
第七节 酶在医学方面的应用	(126)
一、酶与疾病的发生	(126)
二、酶与疾病的诊断	(126)
三、酶与疾病的治疗	(128)
四、酶的其他应用	(129)
第四章 糖代谢	(136)
第一节 糖的化学	(136)
一、糖的分类	(136)
二、重要多糖的化学结构与生理功能	(139)
三、多糖的提取	(146)
四、多糖的纯化	(147)

五、多糖理化性质的测定	(147)
第二节 糖的消化吸收	(149)
一、糖的消化	(149)
二、糖的吸收	(149)
第三节 糖的分解代谢	(150)
一、糖的有氧氧化	(150)
二、糖的无氧氧化	(154)
三、磷酸戊糖途径	(156)
第四节 糖原的合成和分解	(159)
一、糖原合成	(159)
二、糖原分解	(160)
三、糖原合成和分解的调节	(161)
第五节 糖异生作用	(163)
一、糖异生途径	(163)
二、糖异生的生理意义	(165)
三、葡萄糖分解和葡糖异生的调节	(165)
第六节 血糖及其调节	(167)
一、血糖的来源和去路	(167)
二、血糖水平的调节	(168)
三、糖代谢紊乱	(169)
第五章 脂类代谢	(170)
第一节 脂类的化学	(170)
一、脂肪酸	(170)
二、脂肪	(171)
三、磷脂	(172)
四、糖脂	(173)
五、固醇类	(175)
第二节 脂类的提取分离与分析	(176)
一、脂类的提取和分离	(176)
二、脂类的分析原理	(177)
第三节 脂类在体内的分布与生理功能	(178)
一、脂类在体内的分布	(178)
二、脂类的生理功能	(178)
第四节 脂类的消化与吸收	(179)
一、脂类的消化	(179)
二、脂类的吸收	(179)
第五节 血脂与血浆脂蛋白	(179)
一、血脂的组成与含量	(179)

二、血浆脂蛋白的分类与组成	(180)
三、血浆脂蛋白的结构	(181)
四、载脂蛋白	(182)
五、血浆脂蛋白的代谢	(182)
第六节 甘油三酯的代谢	(184)
一、甘油三酯的合成代谢	(184)
二、甘油三酯的分解代谢	(189)
第七节 磷脂的代谢	(195)
一、甘油磷脂的代谢	(195)
二、鞘磷脂的代谢	(196)
三、脂肪肝	(198)
第八节 胆固醇代谢	(199)
一、外源性胆固醇的来源	(199)
二、胆固醇的生物合成	(200)
三、胆固醇的转化与排泄	(203)
第六章 生物氧化	(204)
第一节 概述	(204)
一、生物氧化的概念	(204)
二、生物氧化的特点	(204)
三、生物氧化的意义	(205)
第二节 线粒体氧化体系	(206)
一、呼吸链	(206)
二、呼吸链主要成分和作用	(206)
三、NADH 呼吸链	(211)
四、FAD 呼吸链	(211)
五、电子传递抑制剂	(212)
第三节 氧化磷酸化	(212)
一、高能磷酸化合物	(212)
二、ATP 的生成	(214)
三、呼吸链中 ATP 形成部位	(215)
第四节 氧化磷酸化的作用机制	(218)
一、线粒体结构	(218)
二、氧化磷酸化的作用机制	(220)
三、氧化磷酸化的解偶联作用和抑制作用	(222)
第七章 氨基酸代谢	(224)
第一节 蛋白质的营养作用	(224)
一、蛋白质的生理功能	(224)
二、蛋白质的需要量	(225)

三、蛋白质的营养价值	(225)
第二节 蛋白质的消化、吸收和腐败	(227)
一、蛋白质的消化	(227)
二、氨基酸的吸收	(229)
三、蛋白质在肠中的腐败作用	(231)
第三节 氨基酸的一般代谢	(233)
一、氨基酸的代谢概况	(233)
二、氨基酸的脱氨基作用	(234)
三、 α -酮酸的代谢	(239)
第四节 氨的代谢	(240)
一、体内氨的来源	(241)
二、体内氨的转运	(242)
三、尿素的生成	(243)
四、高血氨症与氨中毒	(249)
第五节 个别氨基酸的代谢	(249)
一、氨基酸的脱羧基作用	(249)
二、一碳单位的代谢	(252)
三、含硫氨基酸的代谢	(255)
四、芳香族氨基酸的代谢	(260)
五、支链氨基酸的代谢	(262)
第八章 核苷酸代谢	(264)
第一节 嘌呤核苷酸代谢	(264)
一、嘌呤核苷酸的合成代谢	(265)
二、嘌呤核苷酸的分解代谢	(270)
第二节 嘧啶核苷酸代谢	(272)
一、嘧啶核苷酸的合成代谢	(272)
二、嘧啶核苷酸的分解代谢	(276)
第三节 脱氧核糖核苷酸的合成	(277)
一、核糖核苷酸还原	(277)
二、脱氧胸腺嘧啶核苷酸的生物合成	(278)
第九章 物质代谢的联系与调节	(280)
第一节 物质代谢的相互联系	(280)
一、能量代谢方面的相互联系	(280)
二、糖类、脂类、氨基酸代谢之间的相互联系	(281)
第二节 代谢调节	(284)
一、细胞水平的代谢调节	(284)
二、激素水平的代谢调节	(295)
三、整体水平的代谢调节	(297)

第十章 基因信息的传递	(299)
第一节 概述.....	(299)
第二节 DNA 的生物合成	(300)
一、半保留复制.....	(300)
二、参与复制的酶类及蛋白质因子.....	(301)
三、DNA 生物合成过程	(306)
四、DNA 损伤与修复	(308)
五、逆转录.....	(313)
第三节 RNA 的生物合成	(314)
一、转录的模板和酶.....	(315)
二、转录过程.....	(319)
三、RNA 的转录后加工修饰	(326)
第四节 蛋白质的生物合成.....	(333)
一、蛋白质生物合成体系.....	(333)
二、蛋白质生物合成过程.....	(340)
三、蛋白质合成后的加工和修饰.....	(346)
四、蛋白质生物合成的干扰和抑制.....	(350)
第五节 基因表达的调控.....	(353)
一、原核基因表达调控.....	(354)
二、真核基因表达调控.....	(360)
第十一章 细胞信号传导	(371)
第一节 细胞通讯的方式.....	(371)
一、细胞间隙连接.....	(372)
二、膜表面分子接触通讯.....	(372)
三、化学信号通讯.....	(372)
第二节 信息分子、受体与效应分子.....	(373)
一、信息分子.....	(373)
二、受体的概念.....	(375)
三、受体的结构及功能.....	(375)
四、受体与信息分子的结合特点.....	(379)
五、细胞内信使作用的主要靶分子.....	(380)
第三节 主要的细胞信号转导途径.....	(387)
一、膜受体介导的信号转导途径.....	(388)
二、胞内受体介导的信号转导途径.....	(397)
第十二章 药物的体内转运与转化	(398)
第一节 概述.....	(398)
一、药物的转运与转化.....	(398)
二、动物细胞结构.....	(399)

三、生物膜结构·····	(400)
第二节 药物在体内的转运·····	(402)
一、生物膜与药物的转运·····	(402)
二、药物的吸收及影响吸收因素·····	(404)
三、药物的分布、排泄及其影响因素·····	(409)
第三节 药物的体内代谢转化·····	(410)
一、药物代谢转化酶·····	(411)
二、第Ⅰ相生物转化·····	(414)
三、第Ⅱ相生物转化·····	(417)
四、影响药物代谢转化的因素·····	(421)
第四节 药物生物转化的意义·····	(424)
一、设计更有效的药物·····	(424)
二、先导化合物的优化·····	(424)
三、在药物制剂中的作用·····	(425)
四、对新药研究的指导作用·····	(425)
第十三章 生物药物·····	(427)
第一节 概述·····	(427)
一、生物药物的概念·····	(427)
二、生物药物的发展·····	(428)
三、生物药物的特点·····	(428)
第二节 生物药物的来源与分类·····	(429)
一、生物药物的来源·····	(429)
二、生物药物的分类·····	(443)
第三节 生物技术药物的发展趋势·····	(444)
一、人类基因组与新药研究·····	(444)
二、基因工程抗体与核酸疫苗的研制·····	(445)
三、反义核酸药物·····	(446)
第十四章 研究药物常用的技术与方法·····	(449)
第一节 药物设计的生化基础·····	(449)
一、生物大分子的结构模拟与药物设计·····	(449)
二、受体与药物设计·····	(450)
三、酶与药物设计·····	(454)
四、药物代谢转化与前体药物设计·····	(455)
第二节 基因工程基本原理·····	(456)
一、限制性核酸内切酶·····	(457)
二、基因载体·····	(458)
三、基因工程技术基本步骤·····	(459)
第三节 新药筛选的生化方法·····	(465)