



普通高等教育“十五”国家级规划教材

新世纪 全国高等中医药院校规划教材



生物化学

供中医药类专业用

主编 王继峰

中国中医药出版社



责任编辑 杨利平

封面设计 谢璇

普通高等教育“十五”国家级规划教材 新世纪 全国高等中医药院校规划教材

中医学专业

中国医学史
医古文
中医各家学说
中医基础理论
中医诊断学
内经选读
伤寒学
金匱要略
温病学
中药学
方剂学
中医内科学
中医外科学
中医妇科学
中医儿科学
中医伤科学
针灸学
中医耳鼻咽喉科学

中医眼科学
中医急诊学
正常人体解剖学
组织学与胚胎学
生理学
病理学
药理学

● 生物化学
免疫学基础与病原生物学
诊断学基础
内科学
西医外科学

针灸推拿学专业

经络腧穴学
刺法灸法学

针灸治疗学
实验针灸学
推拿学
推拿手法学
针灸医籍选读

中药学专业

中医学基础
药用植物学
中药药理学
中药化学
中药炮制学
中药鉴定学
中药药剂学
中药制剂分析
中药制药工程原理与设备

中国中医药出版社 出版

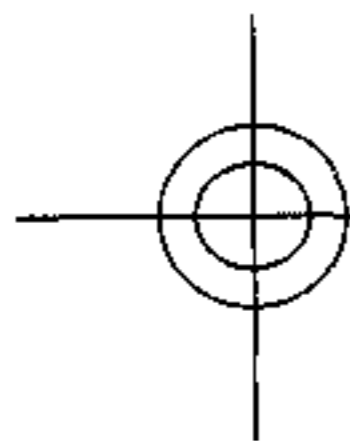
ISBN 7-80156-435-9



9 787801 564351 >

ISBN 7-80156-435-9/R·435

定价 32.00 元



普通高等教育“十五”国家级规划教材

新世纪全国高等中医药院校规划教材

生物化学

(供中医药类专业用)

主 编 王继峰 (北京中医药大学)

副主编 李德淳 (天津中医学院)

李 震 (山东中医药大学)

金国琴 (上海中医药大学)

主 审 周梦圣 (辽宁中医学院)

中国中医药出版社

·北 京·

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学/王继峰主编. —北京: 中国中医药出版社, 2003.1
普通高等教育“十五”国家级规划教材
ISBN 7-80156-435-9

I. 生… II. 王… III. 生物化学-中医学院-教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 099904 号

中国中医药出版社出版

发行者: 中国中医药出版社

(北京市朝阳区北三环东路 28 号易亨大厦 电话: 64405750 邮编: 100013)

(邮购联系电话: 84042153 64065413)

印刷者: 北京市松源印刷有限公司

经销者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 850×1168 毫米 16 开

字 数: 629 千字

印 张: 26

版 次: 2003 年 1 月第 1 版

印 次: 2005 年 1 月第 6 次印刷

册 数: 41001 - 51000

书 号: ISBN 7-80156-435-9/R.435

定 价: 32.00 元

如有质量问题, 请与出版社发行部调换。

HTTP: //WWW.CPTCM.COM

全国高等中医药专业教材建设

专家指导委员会

- 主任委员** 李振吉 (国家中医药管理局副局长)
- 副主任委员** 王永炎 (中国中医研究院名誉院长 中国工程院院士)
贺兴东 (国家中医药管理局科技教育司司长)
- 委员** (按姓氏笔画排列)
- 王绵之 (北京中医药大学 教授)
- 王明来 (国家中医药管理局科技教育司副司长)
- 王新陆 (山东中医药大学校长 教授)
- 邓铁涛 (广州中医药大学 教授)
- 石学敏 (天津中医学院教授 中国工程院院士)
- 龙致贤 (北京中医药大学 教授)
- 皮持衡 (江西中医学院 教授)
- 刘振民 (北京中医药大学 教授)
- 任继学 (长春中医学院 教授)
- 严世芸 (上海中医药大学教长 教授)
- 李任先 (广州中医药大学 教授)
- 李庆生 (云南中医学院院长 教授)
- 吴咸中 (天津中西医结合医院教授 中国工程院院士)
- 张士卿 (甘肃中医学院院长 教授)
- 肖培根 (中国医学科学院教授 中国工程院院士)
- 陈可冀 (中国中医研究院教授 中国科学院院士)
- 周仲瑛 (南京中医药大学 教授)
- 郑守曾 (北京中医药大学校长 教授)
- 胡之璧 (上海中医药大学教授 中国工程院院士)
- 项平 (南京中医药大学校长 教授)
- 施杞 (上海中医药大学 教授)
- 徐志伟 (广州中医药大学副技长 教授)

曹洪欣 (黑龙江中医药大学校长 教授)
梁繁荣 (成都中医药大学副校长 教授)
焦树德 (中日友好医院 教授)
路志正 (中国中医研究院 教授)
颜德馨 (上海铁路医院 教授)

前 言

“新世纪全国高等中医药院校规划教材”是依据教育部《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》的精神，在教育部、国家中医药管理局规划指导下，由全国中医药高等教育学会组织、全国高等中医药院校联合编写、中国中医药出版社出版的高等中医药院校本科系列教材。

本系列教材采用了“政府指导、学会主办、院校联办、出版社协办”的运作机制。为确保教材的质量，在教育部和国家中医药管理局指导下，建立了系统完善的教材管理体制，成立了全国高等中医药专业教材建设专家指导委员会、全国高等中医药教材建设研究会，对本系列教材进行了整体规划，在主编遴选、教学大纲和教材编写大纲、教材质量等方面进行了严格的审查、审定。

本系列教材立足改革，更新观念，以新的专业目录为依据，以国家规划教材为重点，按主干教材、配套教材、改革创新教材分类，以宽基础、重实践为原则，是一套以国家规划教材为重点，门类齐全，适应培养新世纪中医药高素质、创新性人才需要的系列教材。在教材组织编写的过程中引入了竞争机制，教材主编和参编人员全国招标，按照条件严格遴选，专家指导委员会审议，择优确定，形成了一支以一线专家为主体，以老带新的高水平的教材编写队伍，并实行主编负责制，以确保教材质量。

本系列教材编写实施“精品战略”，从教材规划到教材编写、专家审稿、编辑加工、出版，都有计划、有步骤实施，层层把关，步步强化，使“精品意识”、“质量意识”贯彻全过程。每种教材的教学大纲、编写大纲、样稿、全稿，都经过专家指导委员会审定，都经历了编写会、审稿会、定稿会的反复论证，不断完善，重点提高内在质量。尤其是根据中医药教材的特点，在继承与发扬、传统与现代、理论与实践、中医与西医等方面进行了重点论证，并在继承传统精髓的基础上择优吸收现代研究成果；在写作方法上，大胆创新，使教材内容更为系统化、科学化、合理化，更便于教学，更利于学生系统掌握基本理论、基本知识和基本技能；注意体现素质教育和创新能力与实践能力的培养，为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

在出版方面，出版社全面提高“精品意识”、“质量意识”，从编辑、设计、印刷、装帧质量，在各个环节都精心组织、精心施工，力争出版高水平的精品教材，使中医药教材的出版质量上一个新台阶。

本系列教材按照中医药专业培养目标和国家中医药执业医师资格考试要求，以国家规划教材为重点，门类齐全，适合全国各高等中医药院校中医学专业、针灸推拿学专业、中药学专业本科教学使用。是国家中医执业医师资格考试、国家中医药专业技术人员职称资格考试的参考书。

本系列教材于2002年年底出版的主要为中医专业、针灸推拿专业、中药专业教材，共计46门，其中34门被教育部评选为“普通高等教育‘十五’国家规划教材”。

值得提出的是，本系列教材在审定时，专家指导委员会王永炎院士、邓铁涛教授、任继学教授、肖培根院士、胡之璧院士等专家对教材书稿进行了严格把关，提出精辟的意见，对保证教材质量起了重要作用；本套教材的编写出版，得到中国中医药出版社和全国高等中医药院校在人力、物力上的大力支持，为教材的编写出版创造了有利条件。各高等中医药院校，既是教材的使用单位，又是教材编写任务的承担单位，在本套教材建设中起到了主体作用。在此一并致谢！

本系列教材在继承的基础上进行了一定力度的改革与创新，在探索的过程中难免有不足之处，甚或错漏之处，敬请各教学单位、各位教学人员在使用中发现问题，及时提出批评指正，以便我们重印或再版时予以修改，使教材质量不断提高，更好地适应新世纪中医药人才培养需要。

全国中医药高等教育学会
全国高等中医药教材建设研究会

2002年8月

普通高等教育“十五”国家级规划教材

新世纪全国高等中医药院校规划教材

《生物化学》编委会

- 主 编 王继峰 (北京中医药大学)
- 副 主 编 (以姓氏笔画为序)
- 李德淳 (天津中医学院)
- 李 震 (山东中医药大学)
- 金国琴 (上海中医药大学)
- 主 审 周梦圣 (辽宁中医学院)
- 编 委 (以姓氏笔画为序)
- 于英君 (黑龙江中医药大学)
- 王继峰 (北京中医药大学)
- 文朝阳 (首都医科大学中医药学院)
- 冯雪梅 (成都中医药大学)
- 刘群良 (湖南中医学院)
- 任 颖 (长春中医学院)
- 郑晓珂 (河南中医学院)
- 周寿然 (江西中医学院)
- 侯建明 (河北医科大学中医学院)
- 施 红 (福建中医学院)
- 唐炳华 (北京中医药大学)
- 彭 嘉 (新疆医科大学)
- 蔡丽芬 (湖北中医学院)
- 谭宇蕙 (广州中医药大学)
- 薛慧清 (山西中医学院)
- 魏敏惠 (陕西中医学院)

编写说明

为了适应 21 世纪我国高等中医药教育改革与发展的需要,推进素质教育,培养符合新世纪中医药事业发展要求的本科人才,全国高等中医药教材建设研究会组织编写了这套《新世纪全国高等中医药院校教材》,《生物化学》是中医药专业的主干课程之一。

生物化学是一门医学基础理论课,也是生命科学的前沿学科。因此作为医药专业的学生学好生物化学知识具有重要而深远的意义。近 50 年来,已先后出版了 6 版全国高等中医药院校教材《生物化学》。这些教材在现代中医药人才培养中发挥了历史性作用。前任主编齐治家教授、赵伟康教授和周梦圣教授是我国中医药界德高望重的生物化学老前辈。他们深厚的学术造诣和严谨的治学态度为本教材的编写奠定了基础。

参加本教材编写的教师,均为教学第一线辛勤耕耘 10 年以上的教师,他们既有坚实的理论基础,又有丰富的教学实践经验,这是保证本教材质量的首要条件。在教材编写过程中曾广泛征求并吸取了有关单位的意见。内容力求做到少而精,理论联系实际。并能体现中医药专业特点,使学生在较短时间内掌握生物化学的基本理论和基础知识,为进一步学习相关西医基础课和中医药等专业课打下良好的基础。

本教材共二十章,以正常人体的生化基本代谢规律为主要内容,尽可能反映现代生物化学的新进展和新成就,增加了分子生物学的基本内容,使《生物化学》教材反映了教学大纲的要求,并能满足中医药院校教学的需要。但由于全国各中医院校课时相差较大,因此各中医院校可根据具体情况,在使用中有所侧重或增删。本书专业术语均注有英文,并汇集成双语索引附于书后,以促进学生专业英语的学习。

本书采用“章节内容个人撰写,集体讨论定稿”的编写程序,以确保从内容到形式的规范和统一。本书的全部化学结构式、化学反应式及插图是由北京中医药大学唐炳华老师与生物化学研究生李培恒同学重新设计绘制并编辑的。本书采用个人撰写,集体讨论定稿的编写程序,以确保从内容到形式的规范和统一。本教材在编写过程中始终得到中国中医药出版社的指导,使教材的质量得以保证。同时本教材在编写过程中还得到北京中医药大学各级领导及全国兄弟院校同道们

的热情支持，他们对本书的编写提出了许多宝贵的意见，在此一并致以衷心的感谢。

教材建设是一项长期任务，由于内容丰富、时间仓促，不足之处在所难免。敬请读者在使用过程中提出宝贵意见，以便今后再版修订。

《生物化学》编委会

2002年12月

目 录

| | |
|----------------------------------|---|
| 第一章 绪 论 | 1 |
| 第一节 生物化学发展简史 | 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分子的结构与功能 | 2 |
| 二、物质代谢及其调节 | 3 |
| 三、基因表达及其调控 | 3 |
| 第三节 生物化学与医学及中医药学的关系 | 3 |

第一篇 生物大分子的结构与功能

| | |
|------------------------------------|----|
| 第二章 糖类化学 | 5 |
| 第一节 糖的概念、分类和命名 | 5 |
| 一、糖的概念 | 5 |
| 二、糖的分类 | 6 |
| 三、糖的命名 | 6 |
| 第二节 单糖 | 6 |
| 一、单糖的结构 | 6 |
| 二、单糖的性质 | 9 |
| 第三节 寡糖 | 11 |
| 一、麦芽糖 | 11 |
| 二、蔗糖 | 11 |
| 三、乳糖 | 11 |
| 四、细胞膜上的寡聚糖链 | 12 |
| 第四节 多糖 | 12 |
| 一、同多糖 | 12 |
| 二、杂多糖 | 14 |
| 小结 | 16 |
| 第三章 脂类化学 | 17 |
| 第一节 脂肪酸与多不饱和脂肪酸的重要衍生物 | 17 |
| 一、脂肪酸 | 17 |
| 二、多不饱和脂肪酸的重要衍生物——类花生酸 | 18 |
| 第二节 脂肪 | 20 |

| | | |
|--------------------------|-------|----|
| 2 ·生物化学· | ..... |  |
| 一、脂肪的组成和结构 | ..... | 20 |
| 二、脂肪的物理性质 | ..... | 20 |
| 三、脂肪的主要化学性质 | ..... | 20 |
| 第三节 磷脂和糖脂 | ..... | 21 |
| 一、磷脂 | ..... | 21 |
| 二、糖脂 | ..... | 23 |
| 第四节 类固醇 | ..... | 24 |
| 一、胆固醇 | ..... | 25 |
| 二、胆汁酸 | ..... | 25 |
| 三、类固醇激素 | ..... | 26 |
| 小结 | ..... | 28 |
| 第四章 蛋白质化学 | ..... | 29 |
| 第一节 蛋白质的分子组成 | ..... | 29 |
| 一、氨基酸的结构 | ..... | 29 |
| 二、氨基酸的分类 | ..... | 30 |
| 三、非标准氨基酸 | ..... | 32 |
| 四、氨基酸的理化性质 | ..... | 33 |
| 五、蛋白质中的非氨基酸成分 | ..... | 34 |
| 第二节 蛋白质的分子结构 | ..... | 34 |
| 一、肽 | ..... | 35 |
| 二、蛋白质的一级结构 | ..... | 37 |
| 三、蛋白质的二级结构 | ..... | 38 |
| 四、蛋白质的三级结构 | ..... | 41 |
| 五、蛋白质的四级结构 | ..... | 41 |
| 六、维持蛋白质构象的主要作用力 | ..... | 42 |
| 第三节 蛋白质的生理功能 | ..... | 44 |
| 第四节 蛋白质结构与功能的关系 | ..... | 44 |
| 一、配体结合是蛋白质功能的化学基础 | ..... | 44 |
| 二、氧合蛋白是研究蛋白质功能的经典模型 | ..... | 45 |
| 三、血红蛋白有两种构象 | ..... | 46 |
| 四、血红蛋白还运输 H^+ 与 CO_2 | ..... | 47 |
| 第五节 蛋白质的理化性质 | ..... | 47 |
| 一、一般性质 | ..... | 47 |
| 二、大分子特性 | ..... | 48 |
| 小结 | ..... | 50 |
| 第五章 核酸化学 | ..... | 52 |
| 第一节 核酸的结构单位 | ..... | 52 |
| 一、核苷酸的组成 | ..... | 52 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| 二、核苷酸的结构 | 53 |
| 三、核苷酸的功能 | 55 |
| 第二节 核酸的分子结构 | 56 |
| 一、核酸的一级结构 | 56 |
| 二、DNA 的二级结构 | 57 |
| 三、DNA 的三级结构 | 60 |
| 四、RNA 的种类和分子结构 | 61 |
| 第三节 核酸的理化性质 | 64 |
| 一、核酸的紫外吸收 | 65 |
| 二、核酸的高分子性质及分子大小表示方式 | 65 |
| 三、变性与复性 | 65 |
| 四、核酸杂交 | 66 |
| 小结 | 67 |
| 第六章 酶 | 68 |
| 第一节 酶的分子结构 | 68 |
| 一、酶的分子组成 | 68 |
| 二、酶的活性中心 | 69 |
| 第二节 酶促反应的特点和机制 | 70 |
| 一、酶促反应的特点 | 70 |
| 二、酶促反应的机制 | 72 |
| 三、酶原与酶原的激活 | 73 |
| 四、同工酶 | 74 |
| 第三节 酶促反应动力学 | 75 |
| 一、酶浓度对酶促反应速度的影响 | 75 |
| 二、底物浓度对酶促反应速度的影响 | 75 |
| 三、温度对酶促反应速度的影响 | 77 |
| 四、pH 对酶促反应速度的影响 | 78 |
| 五、抑制剂对酶促反应速度的影响 | 79 |
| 六、激活剂对酶促反应速度的影响 | 82 |
| 第四节 酶的命名、分类和活性测定 | 82 |
| 一、酶的命名 | 82 |
| 二、酶的分类与编号 | 83 |
| 三、酶活性测定 | 84 |
| 第五节 酶与医学的关系 | 84 |
| 一、酶与某些疾病发生的关系 | 85 |
| 二、酶在疾病诊断上的应用 | 85 |
| 三、酶在疾病治疗中的应用 | 86 |
| 小结 | 87 |

| | |
|-----------------------|-----|
| 第七章 维生素 | 89 |
| 第一节 维生素概述 | 89 |
| 一、维生素的概念和特点 | 89 |
| 二、维生素的分类与命名 | 89 |
| 三、维生素缺乏症及引起缺乏症的原因 | 90 |
| 第二节 水溶性维生素 | 90 |
| 一、维生素 C | 91 |
| 二、维生素 B ₁ | 93 |
| 三、维生素 B ₂ | 94 |
| 四、维生素 PP | 95 |
| 五、维生素 B ₆ | 96 |
| 六、泛酸 | 97 |
| 七、生物素 | 98 |
| 八、叶酸 | 98 |
| 九、维生素 B ₁₂ | 99 |
| 十、硫辛酸 | 101 |
| 第三节 脂溶性维生素 | 101 |
| 一、维生素 A | 102 |
| 二、维生素 D | 104 |
| 三、维生素 E | 106 |
| 四、维生素 K | 107 |
| 小结 | 108 |

第二篇 物质代谢及其调节

| | |
|----------------------|-----|
| 第八章 生物氧化 | 111 |
| 第一节 概述 | 111 |
| 一、生物氧化的概念与意义 | 111 |
| 二、生物氧化的特点 | 111 |
| 第二节 生物氧化的方式 | 112 |
| 一、生物氧化中二氧化碳的生成方式 | 112 |
| 二、生物氧化中物质的氧化方式 | 112 |
| 第三节 线粒体氧化体系 | 113 |
| 一、呼吸链 | 113 |
| 二、呼吸链主要成分和作用 | 113 |
| 三、呼吸链主要成分的排列顺序 | 117 |
| 四、胞液中 NADH 的氧化 | 118 |
| 第四节 生物氧化与能量代谢 | 120 |

| | |
|-------------------------|------------|
| 一、高能化合物的种类 | 120 |
| 二、高能磷酸化合物 ATP 的形成 | 121 |
| 三、氧化磷酸化作用机理 | 122 |
| 四、影响氧化磷酸化的因素 | 124 |
| 五、ATP 的利用 | 125 |
| 第五节 非线粒体氧化体系 | 126 |
| 一、微粒体氧化体系 | 126 |
| 二、过氧化物酶体氧化体系 | 126 |
| 三、超氧化物歧化酶 | 127 |
| 小结 | 128 |
| 第九章 糖代谢 | 130 |
| 第一节 糖的生理功能 | 130 |
| 第二节 糖的消化和吸收 | 130 |
| 一、糖的消化 | 130 |
| 二、糖的吸收 | 131 |
| 第三节 血糖 | 132 |
| 一、血糖的来源和去路 | 132 |
| 二、血糖的调节 | 133 |
| 第四节 糖的氧化分解 | 134 |
| 一、糖酵解 | 135 |
| 二、糖的有氧氧化 | 139 |
| 三、磷酸戊糖途径 | 145 |
| 第五节 糖原的合成与分解和糖异生 | 146 |
| 一、糖原合成 | 147 |
| 二、糖原分解 | 148 |
| 三、糖异生 | 149 |
| 第六节 其他单糖的代谢 | 151 |
| 一、果糖代谢 | 151 |
| 二、半乳糖代谢 | 151 |
| 三、甘露糖代谢 | 152 |
| 第七节 糖代谢紊乱 | 153 |
| 一、低血糖 | 153 |
| 二、高血糖及糖尿 | 153 |
| 三、糖尿病 | 153 |
| 四、糖原累积症 | 154 |
| 五、糖耐量试验 | 154 |
| 小结 | 155 |
| 第十章 脂类代谢 | 157 |

| | | |
|--------------------|-------|-----|
| 6 ·生物化学· | ..... |  |
| 第一节 脂类的分布和生理功能 | ..... | 157 |
| 一、脂类的分布 | ..... | 157 |
| 二、脂类的生理功能 | ..... | 157 |
| 第二节 脂类的消化吸收 | ..... | 158 |
| 一、脂类的消化 | ..... | 158 |
| 二、脂类的吸收 | ..... | 158 |
| 第三节 血脂 | ..... | 159 |
| 一、血脂的组成与含量 | ..... | 159 |
| 二、血脂的来源和去路 | ..... | 159 |
| 三、血浆脂蛋白 | ..... | 160 |
| 第四节 甘油三酯的中间代谢 | ..... | 164 |
| 一、甘油三酯的分解代谢 | ..... | 164 |
| 二、甘油三酯的合成代谢 | ..... | 168 |
| 三、激素对甘油三酯代谢的调节 | ..... | 174 |
| 第五节 类脂的代谢 | ..... | 174 |
| 一、甘油磷脂的代谢 | ..... | 174 |
| 二、鞘磷脂的代谢 | ..... | 176 |
| 三、胆固醇代谢 | ..... | 177 |
| 第六节 脂类代谢紊乱 | ..... | 181 |
| 一、高脂血症 | ..... | 181 |
| 二、动脉粥样硬化 | ..... | 181 |
| 三、肥胖症 | ..... | 182 |
| 小结 | ..... | 182 |
| 第十一章 蛋白质的分解代谢 | ..... | 184 |
| 第一节 蛋白质的营养作用 | ..... | 184 |
| 一、氮平衡 | ..... | 184 |
| 二、蛋白质的生理需要量 | ..... | 185 |
| 三、蛋白质的营养价值 | ..... | 185 |
| 第二节 蛋白质的消化、吸收和腐败 | ..... | 187 |
| 一、蛋白质的消化 | ..... | 187 |
| 二、氨基酸的吸收和转运 | ..... | 188 |
| 三、蛋白质的腐败 | ..... | 188 |
| 第三节 氨基酸的一般代谢 | ..... | 190 |
| 一、氨基酸的脱氨基作用 | ..... | 190 |
| 二、氮的代谢 | ..... | 193 |
| 三、 α -酮酸的代谢 | ..... | 197 |
| 四、氨基酸的脱羧基作用 | ..... | 198 |
| 第四节 一些氨基酸的特殊代谢 | ..... | 199 |