

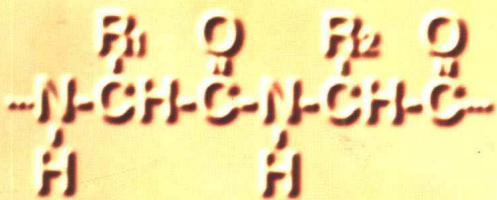
普通高等专科学校教育药学类规划教材

生物化学

(供药学专业用)

主编 赖炳森

主审 王淑如



中国医药科技出版社

普通高等专科学校教育药学类规划教材

生 物 化 学

(供药学专业用)

主 编 赖炳森

主 审 王淑如

编写人员 石渊渊 (开封医学高等专科学校)

孙连云 (解放军石家庄医学高等专科学校)

张汉源 (湖北药检高等专科学校)

薛丽珠 (解放军南京海军医学高等专科学校)

赖炳森 (解放军北京医学高等专科学校)

审稿人员 王淑如 (中国药科大学)

王起振 (沈阳药科大学)

庄庆琪 (上海医科大学)

中国医药科技出版社

登记证号:(京)075号

内 容 提 要

本教材着重介绍蛋白质、核酸、糖类、脂类等生物大分子的化学结构、性质及代谢过程,以及生物氧化、基因的遗传和表达和生物膜的知识。内容安排合理,深入浅出,实用性强,可供药学专业专科教学使用,亦可供其它医药人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/赖炳森等编. —北京:中国医药科技出版社, 1996. 11
普通高等专科学校教育药学类规划教材
ISBN 7-5067-1634-8

I. 生… II. 赖… III. 生物化学-高等学校: 专业学校-教材 IV. 05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 23479 号

中国医药科技出版社 出版

(北京文慧园北路甲 22 号)

(邮政编码 100088)

河北省昌黎县印刷厂 印刷

全国各地新华书店 经销

*

开本 787×1092mm¹/₁₆ 印张 17

字数 393 千字 印数 1—7600

1996 年 12 月第 1 版 1996 年 12 月第 1 次印刷

定价: 19.00 元

普通高等专科学校教育药学类

规划教材建设委员会名单

主任委员：杨爱菊（开封医学高等专科学校）

副主任委员：何子瑛（湖北药检高等专科学校）

赵增荣（海军医学高等专科学校）

委 员：苏怀德（国家医药管理局科技教育司）

张智德（中国医药科技出版社）

王桂生（新疆石河子医学院）

毛季琨（湖南医学高等专科学校）

陈建裕（广东药学院）

钟 淼（中国药科大学）

秘 书：张修淑（国家医药管理局科技教育司）

杨仲平（国家医药管理局培训中心）

序 言

我国药学高等专科学校教育历史悠久，建国后有了较大发展，但几十年来一直未能进行全国性的教材建设，在一定程度上影响了高等专科学校教育的质量和发展的。改革开放以来，高等专科学校教育面临更大的发展，对教材的需求也更为迫切。

国家医药管理局科教司根据国家教委的（1991）25号文，负责组织、规划药学高等专科学校教材的编审出版工作。在国家教委的指导下，在对全国药学高等专科学校教育情况调查的基础上，药学高等专科学校教材建设委员会于1993年底正式成立，并立即制订了“八五”教材编审出版规划，在全国20多所医药院校的支持下，成立了各门教材的编审专家组（共51人）和编写组（共86人），随即投入了紧张的编审、出版工作。经100多位专家组、编写组的教师和中国医药科技出版社的团结协作、共同努力，建国以来第一套高等专科学校教育药学类规划教材终于面世了。

这套教材是国家教委“八五”教材建设的一个组成部分，编写原则是紧扣高等专科学校的培养目标，适应高等专科学校改革与发展的要求，保证教材质量，反映高等专科学校的特色。同时，由于我们组织了全国设有药学高等专科学校的大多数院校和大批教师参加编审工作，既强调专家编写与审稿把关的作用，也注意发挥中、青年教师的积极性，使这套教材能在较短时间内以较高质量出版，适应了当前药学高等专科学校发展的需求。在编写过程中，也充分注意到目前高等专科学校中有全日制教育、函授教育、自学高考等多种办学形式，力求使这套教材能具有通用性，以适应不同办学形式的教学要求。

根据国务院对各部委的职责分工和国家教委文件要求，我们还将组织这套教材的修订、评优及配套教材（实验指导、习题集）的编写工作，竭诚欢迎广大读者对这套教材提出宝贵意见。

普通高等专科学校教育药学类
规划教材建设委员会

1995年11月

前 言

教材是在规定时间内完成教学任务所必需的重要工具，是至关重要的教学基本建设。根据国家医药管理局教材建设规划，本教材为全国高等专科药学专业的规划教材之一。其编写原则是：以培养应用型高级人才为目标，内容以必需和够用为尺度，强化应用为教学重点，为专业课程的学习和今后发展奠定扎实的理论基础。

全国高等专科药学专业教材的编写是一个系统工程，为了各门课程教材之间更好地相互联系和相互衔接，避免各课程之间出现教学内容重复，1994年7月在北京召开了教材主编会议，就各相关学科教材之间的内容交叉和衔接进行研讨，并作出明确分工。对生物化学与其它相关学科交叉内容作出如下规定：糖类化学、脂类化学和核苷酸化学归入有机化学；血液缓冲体系内容归入无机化学；糖类、脂类和蛋白质的消化吸收，激素，血液，水和酸碱物质调节等内容归入生理学；生物转化作用的内容归入药理学。在此基础上，确定了本教材的编写内容。

生物化学是药学专业中一门重要的基础理论课程。教材编写时，我们充分考虑三方面的问题。一是在基本保持生物化学体系的同时，突出药学专业的特点。教材中增加紧密联系药学专业的内容，如生物膜中的信号转换及生化药物等，使教材具有专业针对性。二是教材便于同学自学。三是教师使用得心应手。

编写教材时，我们尽可能顾及多年积累形成的生物化学教学体系，同时又能适当反映本学科的新发展和新动向。以基本理论、基本知识和基本技能为主体，适当介绍涉及药学专业的新知识。全书分14章，全面介绍了蛋白质化学，核酸化学，酶，维生素，生物氧化，糖类代谢，脂类代谢，氨基酸代谢，无机盐代谢，基因遗传和表达，生物膜结构和功能，生化药物等方面的知识。本教材是集体智慧的结晶，由6位教师执笔编写，经集体评阅，主编修改，专家审改，最后定稿。参加本教材审改的专家有3位：中国药科大学王淑如教授审改绪论，酶，糖类代谢，基因遗传和表达，生化药物等5章；沈阳药科大学王起振教授审改蛋白质化学，维生素，生物氧化，氨基酸代谢和无机盐代谢等5章；上海医科大学庄庆琪教授审改核酸化学，脂类代谢，核苷酸代谢和生物膜结构与功能等4章。对教授们的无私奉献和辛勤劳动，深致谢意。

教材编写过程中，解放军北京医学高等专科学校王映强副教授，编写了生物氧化和氨基酸代谢两章，并做了大量的教材整理工作。解放军北京医学高等

专科学校杨飞云同志负责本教材的全部绘图工作。对这些教师们的辛勤劳动表示等感谢。

教材编写是一项繁重的劳动，要编好一本教材更不是一件容易的事情。尽管我们尽了最大努力，但由于水平有限，加之时间比较仓促，肯定会有缺点和不足之处，热切希望使用本教材的教师和同学批评指正。

主编 赖炳森

1995年12月于北京

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 生物化学及其研究的内容	(1)
一、生物化学涵义	(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、生物化学与其它医学课程的关系	(2)
二、生物化学与药学的关系	(3)
第三节 本教材的内容和学习方法	(3)
一、本教材的内容	(3)
二、学习生物化学应注意的几个问题	(3)
第二章 蛋白质的化学	(4)
第一节 蛋白质的化学组成	(4)
一、蛋白质的元素组成	(4)
二、蛋白质的基本结构单位——氨基酸	(4)
第二节 蛋白质的分子结构	(9)
一、蛋白质的一级结构	(9)
二、蛋白质的三维结构	(10)
三、蛋白质结构与功能的关系	(15)
第三节 蛋白质的理化性质	(16)
一、蛋白质的两性解离和等电点	(16)
二、蛋白质的高分子性质	(17)
三、蛋白质的变性	(18)
四、蛋白质的沉淀	(19)
五、蛋白质的颜色反应	(20)
六、蛋白质的吸收光谱特点	(20)
七、蛋白质分子的免疫学特性	(20)
第四节 蛋白质的分类	(22)
一、单纯蛋白质	(22)
二、结合蛋白质	(22)
第五节 蛋白质的分离纯化及鉴定	(23)
一、蛋白质的提取	(23)
二、蛋白质的分离纯化	(23)
三、蛋白质的分析鉴定	(26)

第三章 核酸的化学	(27)
第一节 核酸分子的化学组成	(27)
一、核酸的元素组成	(27)
二、核酸分子的基本结构单位——核苷酸	(27)
三、核苷酸的衍生物	(30)
第二节 DNA 分子的组成和结构	(31)
一、DNA 的分子组成	(31)
二、DNA 的分子结构	(31)
第三节 RNA 分子的组成和结构	(34)
一、RNA 分子的组成	(35)
二、RNA 分子的结构	(35)
第四节 核酸的理化性质	(36)
一、核酸的分子量	(36)
二、核酸的溶解性和粘度	(37)
三、核酸的酸碱性质	(37)
四、核酸的紫外吸收	(37)
五、核酸的变性、复性和分子杂交	(37)
第五节 核酸的提取、分离和定量测定	(38)
一、核酸的提取	(38)
二、核酸含量的测定方法及其原理	(39)
第四章 酶	(41)
第一节 概述	(41)
一、酶催化作用的特点	(41)
二、酶的分子组成	(42)
三、酶的命名和分类	(43)
第二节 酶的结构特点及催化原理	(44)
一、酶的结构特点	(44)
二、酶的催化原理	(46)
第三节 影响酶促反应速度的因素	(49)
一、底物浓度的影响	(49)
二、酶浓度的影响	(52)
三、温度的影响	(52)
四、pH 的影响	(52)
五、激活剂和抑制剂	(53)
第四节 酶在体内存在的几种形式	(57)
一、单体酶、寡聚酶、多酶复合体	(57)
二、同工酶	(58)
三、别构酶与修饰酶	(59)

四、结构酶与诱导酶	(6 1)
第五节 酶在医药上的应用	(6 1)
一、酶的活性单位与比活力	(6 1)
二、酶作为工具用于医药研究和生产	(6 2)
三、酶用于疾病的诊断和治疗	(6 3)
第五章 维生素	(6 4)
第一节 概述	(6 4)
一、维生素的特点	(6 4)
二、维生素的命名与分类	(6 5)
第二节 脂溶性维生素	(6 5)
一、维生素 A	(6 5)
二、维生素 D	(6 7)
三、维生素 E	(6 8)
四、维生素 K	(6 9)
第三节 水溶性维生素	(7 0)
一、维生素 B ₁	(7 1)
二、维生素 B ₂	(7 2)
三、维生素 PP	(7 3)
四、维生素 B ₆	(7 4)
五、泛酸	(7 5)
六、叶酸	(7 6)
七、维生素 B ₁₂	(7 6)
八、生物素	(7 7)
九、维生素 C	(7 8)
第六章 糖类代谢	(8 1)
第一节 糖类及其功能	(8 1)
一、糖的概念	(8 1)
二、糖的分类	(8 1)
三、糖的生理功能	(8 4)
第二节 糖的分解代谢	(8 5)
一、糖的无氧分解	(8 5)
二、糖的有氧分解	(8 9)
三、磷酸戊糖途径	(9 5)
四、糖氧化分解的调节	(9 9)
第三节 糖原的合成和分解	(100)
一、糖原的合成	(101)
二、糖原的分解	(103)
三、糖原合成和分解的意义	(104)

四、糖原合成和分解的调节	(104)
第四节 糖的异生作用	(104)
一、糖异生作用的途径	(105)
二、糖异生作用的生理意义	(107)
第五节 血糖及血糖的调节	(108)
一、血糖的来源和去路	(108)
二、激素对血糖的调节	(109)
三、糖代谢紊乱的表现	(110)
第七章 生物氧化	(112)
第一节 概述	(112)
一、线粒体氧化体系	(112)
二、非线粒体氧化体系	(113)
三、参与生物氧化的酶类	(113)
第二节 生物氧化中二氧化碳的生成	(114)
一、直接脱羧基作用	(114)
二、氧化脱羧基作用	(115)
第三节 线粒体氧化体系	(115)
一、呼吸链的组成	(115)
二、呼吸链的类型	(117)
三、呼吸链的作用	(119)
四、能量的贮存和利用	(121)
第四节 非线粒体氧化体系	(121)
一、微粒体氧化体系	(122)
二、过氧化体氧化体系	(122)
三、自由基与超氧化物歧化酶	(123)
第八章 脂类代谢	(126)
第一节 脂类的分布及生理功能	(126)
一、脂类的分布	(126)
二、人体内主要脂类	(126)
三、脂类的生理功能	(129)
第二节 三脂酰甘油代谢	(130)
一、三脂酰甘油的分解代谢	(130)
二、三脂酰甘油的合成代谢	(135)
三、三脂酰甘油代谢的调节	(140)
第三节 磷脂代谢	(140)
一、甘油磷脂的合成代谢	(140)
二、甘油磷脂的分解代谢	(142)
第四节 胆固醇代谢	(143)

一、食物中胆固醇的消化吸收	(143)
二、胆固醇的合成代谢	(144)
三、胆固醇的去路	(146)
第五节 血脂及脂类的转运	(147)
一、血脂的种类和含量	(147)
二、血脂的来源和去路	(148)
三、脂类的转运形式——血浆脂蛋白	(148)
四、常用的降血脂药物	(152)
第九章 氨基酸代谢	(154)
第一节 概述	(154)
一、体内氨基酸的动态平衡	(154)
二、蛋白质的营养价值	(155)
第二节 氨基酸的分解代谢	(155)
一、氨基酸的脱氨基作用	(156)
二、氨的代谢	(158)
三、 α -酮酸的代谢	(161)
四、氨基酸的脱羧基作用	(162)
第三节 个别氨基酸代谢	(164)
一、一碳单位代谢	(164)
二、芳香族氨基酸的代谢	(168)
三、谷胱甘肽的代谢	(170)
第十章 核苷酸代谢	(172)
第一节 嘌呤核苷酸代谢	(172)
一、合成代谢	(172)
二、分解代谢	(174)
第二节 嘧啶核苷酸代谢	(176)
一、合成代谢	(176)
二、分解代谢	(178)
第三节 核苷酸的抗代谢物	(179)
一、嘌呤和嘧啶类似物	(180)
二、叶酸类似物	(181)
三、氨基酸类似物	(181)
第十一章 基因的遗传和表达	(182)
第一节 概述	(182)
一、基因的概念	(182)
二、遗传信息传递的中心法则	(182)
三、基因遗传与表达的分子基础	(182)
第二节 DNA 的生物合成	(183)

一、DNA 的复制	(183)
二、DNA 的反向转录合成	(189)
第三节 RNA 的生物合成	(190)
一、转录的概念	(190)
二、转录的条件	(190)
三、参与转录的酶类及蛋白因子	(191)
四、转录过程	(192)
五、转录后的加工修饰	(192)
第四节 蛋白质的生物合成	(194)
一、翻译的概念	(194)
二、蛋白质生物合成的条件	(194)
三、蛋白质生物合成的过程	(196)
四、蛋白质生物合成的调节	(201)
第五节 影响核酸代谢和蛋白质生物合成的药物	(203)
一、烷化剂类	(204)
二、抗生素类	(204)
三、生物碱类	(206)
第十二章 无机盐代谢	(207)
第一节 概述	(207)
一、无机盐与必需元素	(207)
二、分布与生理功能	(208)
第二节 钾、钠、氯	(211)
一、含量与分布	(211)
二、摄入与排泄	(212)
三、影响钠钾动态平衡的因素	(212)
第三节 钙、磷	(213)
一、含量与分布	(213)
二、吸收与排泄	(214)
三、生理功能	(214)
四、钙磷动态平衡的调节	(215)
第四节 镁	(216)
一、含量与分布	(216)
二、来源与排泄	(216)
三、生理功能	(216)
第五节 铁	(217)
一、含量与分布	(217)
二、来源与排泄	(217)
三、吸收与运输	(217)

四、生理功能	(218)
第六节 铜	(218)
一、含量与分布	(218)
二、来源、吸收、运输、排泄	(218)
三、生理功能	(218)
第七节 锌	(220)
一、含量与分布	(220)
二、来源与排泄	(220)
三、生理功能	(221)
第八节 锰	(221)
一、含量与分布	(221)
二、来源与排泄	(221)
三、生理功能	(221)
第九节 碘	(222)
一、含量与分布	(222)
二、来源与排泄	(222)
三、生理功能	(222)
第十节 其它微量元素	(222)
第十三章 生物膜结构和功能	(224)
第一节 生物膜基本结构	(224)
一、生物膜的化学组成	(224)
二、生物膜的结构特点	(226)
三、脂质体	(228)
第二节 生物膜与物质转运	(229)
一、小分子物质的转运	(229)
二、大分子物质的转运	(233)
第三节 生物膜与信息传递	(234)
一、受体	(235)
二、G 蛋白	(236)
三、效应酶	(237)
第十四章 生化药物	(240)
第一节 生化药物概述	(240)
一、生化药物的概念	(240)
二、生化药物的来源	(240)
三、生化制药的特点	(242)
第二节 生化药物的发展概况	(242)
一、氨基酸、多肽及蛋白质类药物	(242)
二、酶和辅酶类药物	(245)

三、核酸及其降解物和衍生物类药物	(246)
四、多糖类药物	(246)
五、脂类药物	(246)
六、维生素类药物	(247)
第三节 生化制药工艺与技术	(247)
一、生化药物材料的选取与预处理	(247)
二、生化药物的提取	(248)
三、生化药物的分离纯化	(251)
四、生化药物后处理及制剂	(251)
五、生化制药工艺流程设计	(252)
第四节 生化制药工艺技术的发展	(252)
一、现代生物工程技术的发展	(252)
二、生化药物检测技术的发展	(254)
三、生化药物的发展方向	(254)

第一章 绪 论

第一节 生物化学及其研究的内容

一、生物化学涵义

生物化学是运用化学的理论和方法研究生物体的化学组成、化学变化（物质代谢）以及其与生理功能之间联系的一门学科。因其是在分子水平上探讨生命现象本质，因此生物化学即是生命的化学。

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，研究范围涉及整个生物界。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都与人类的生产、生活等相关。本教材着重介绍人体生物化学方面的知识。

（二）生物化学研究的主要内容

生物化学是一门年轻的边缘学科，直至1903年引用生物化学（biochemistry）这一名称才成为一门独立学科。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的各个领域，成为各学科必备的基础知识。根据生物化学发展过程，生物化学内容大体可归纳为叙述生化、动态生化和机能生化三个方面。

1. 叙述生化

研究生物体的化学组成。生物体是由各种组织器官构成，组织器官又以细胞为基本单位，细胞中又包含着成千上万的基本化学分子。人体的基本化学组成包括蛋白质、核酸、脂类和糖类有机化合物，以及水、无机盐等化学成分，仅以蛋白质而论，人体蛋白质种类不下十万种，不同的蛋白质分子，有着不同结构，具有不同的功能。这些化学物质不是杂乱无章地堆在一起，而是以一定的组织形式，构成一定的能够体现各种功能的有序的生物化学结构。叙述生化的任务就是确定生物体的化学组成和含量，研究这些化学分子的结构、性质和功能。

2. 动态生化

研究生物体内的物质代谢。生物与非生物之间最本质的差别是生物不断地进行新陈代谢。新陈代谢是生物体所进行的一切化学变化的综合，也是生物体进行除旧更新的过程，是生物体生长、发育、繁殖、运动等生命活动的基础，新陈代谢若停止，生命活动也就随之停止。新陈代谢包含物质代谢和能量代谢，物质代谢与能量代谢又是互相密切联系的。营

养物质在生物细胞中进行的新陈代谢,通常称为物质代谢或中间代谢。物质代谢可分为合成代谢、分解代谢及物质间互相转换。合成代谢一般是指小分子合成较大分子,即利用吸收的外源营养物质与体内原有物质混合一起,合成生物体的自身结构物质和具有生物活性的物质,使生物体得以生长、发育、繁殖、修补、更新,以保持机体的健康。合成代谢过程是需要能量的代谢,也是生物体内贮存能量的过程。分解代谢是生物体组成成分的分解作用,即由复杂的大分子降解为简单分子和代谢产物的过程。营养物质分解伴随着能量释放,释放的能量供生物体生命活动的需要。分解的代谢产物则排泄体外交回外环境。合成代谢和分解代谢与需能代谢和产能代谢之间是互相依存、互为条件的。通过合成代谢生物体不断摄取外界环境中的营养物质转化为自身的结构成分,而分解代谢又将自身的结构成分不断分解,将其代谢物排出体外,这样,生物体与外周环境不断进行物质交换,达到除旧更新的目的。体重 60kg 的人,在一生中,通过物质代谢与外界环境交换的物质,水约有 60000kg,糖类 10000kg,蛋白质 1600kg,脂类 1000kg。

3. 机能生化

研究化学分子的结构与功能、代谢与功能的关系。生物学的研究任务是揭示生命的奥秘,这就需要研究生物体内化学分子结构与生物活性之间、各种物质代谢变化与复杂的生命现象之间的关系。组成生物体的各种化学分子都具有其特殊功能,功能与结构是密切相关的,分子的结构是功能的基础,如 DNA 的遗传特性与 DNA 结构密切相关;酶的催化功能,各种蛋白质的生物学功能都与其分子结构密不可分。生物化学技术进步,使得在研究蛋白质,核酸和酶分子方面从提纯、制成结晶发展到确定其化学组成、序列、三维结构,进而发展到人工模拟、人工合成、活性测定和晶体结构分析,使生命本质研究进入新的发展时期。另外,各种化学分子代谢途径之间,各代谢途径与生理功能之间都具有复杂的规律,存在着精密、细致、完善的调控机制。代谢调节机制任何环节失调,均表现为代谢异常即病态。这些也属于机能生化的研究内容。

第二节 生物化学与医药学的关系

生物化学理论和技术已渗透到生物学科各个领域,对医药卫生和临床实践都具有重要意义。

一、生物化学与其它医学课程的关系

生物化学是从有机化学和生理学基础上发展起来的,三者关系十分密切。叙述生化研究多依附于有机化学,研究生物分子的化学结构、性质,成为有机化学和生物化学的共同课题。动态生化研究与生理学的发展密切相关,在分子水平研究化学分子的结构、功能及其生命本质,是生理学与生物化学的共同目标。

生物化学与其它基础医学课程也是密不可分的。生物学、组织学、生理学、微生物学、免疫学、药理学等学科的研究已深入到分子水平,这样生物化学的内容已是所有生物学科的必需知识。生物学科领域中,核酸的生物化学是遗传学的中心内容;免疫学大量采用生化原理和生化技术;微生物学研究也毫无例外应用生化知识和技术。生物化学也是临床医