



全国中医药行业高等教育“**十二五**”规划教材



全国高等中医药院校规划教材(第九版)

生物化学

供中西医临床医学、中医学、中药学、护理学等专业用

主编◎施红

全国百佳图书出版单位

中国中医药出版社



全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材
全国高等中医药院校规划教材(第九版)

生物化学

(供中西医临床医学、中医学、中药学、护理学等专业用)

主 审 温进坤 (河北医科大学)
主 编 施 红 (福建中医药大学)
副主编 (以姓氏笔画为序)
 王和生 (贵阳中医学院)
 田余祥 (大连医科大学)
 青献春 (山西中医学院)
 郭 平 (山东中医药大学)

中国中医药出版社
· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学/施红主编. —北京: 中国中医药出版社, 2015. 7
全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978 - 7 - 5132 - 2547 - 2

I. ①生… II. ①施… 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 (2015) 第 118481 号

中国中医药出版社出版
北京市朝阳区北三环东路 28 号易亨大厦 16 层
邮政编码 100013
传真 010 64405750
廊坊市成基包装装潢有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 29 字数 682 千字
2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月第 1 次印刷
书号 ISBN 978 - 7 - 5132 - 2547 - 2

*

定价 68.00 元
网址 www.cptcm.com

如有印装质量问题请与本社出版部调换
版权专有 侵权必究

社长热线 010 64405720
购书热线 010 64065415 010 64065413
微信服务号 zgzyycbs
书店网址 csln.net/qksd/
官方微博 <http://e.weibo.com/cptcm>
淘宝天猫网址 <http://zgzyycbs.tmall.com>

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材

全国高等中医药院校规划教材（第九版）

专家指导委员会

- 名誉主任委员 王**国强**（国家卫生和计划生育委员会副主任
国家中医药管理局局长）
邓**铁涛**（广州中医药大学教授 国医大师）
- 主任委员 王**志勇**（国家中医药管理局副局长）
- 副主任委员 王**永炎**（中国中医科学院名誉院长 教授 中国工程院院士）
张**伯礼**（中国中医科学院院长 天津中医药大学校长 教授
中国工程院院士）
洪**净**（国家中医药管理局人事教育司巡视员）
- 委 员（以姓氏笔画为序）
- 王**华**（湖北中医药大学校长 教授）
王**键**（安徽中医药大学校长 教授）
王**之虹**（长春中医药大学校长 教授）
王**国辰**（国家中医药管理局教材办公室主任
全国中医药高等教育学会教材建设研究会秘书长
中国中医药出版社社长）
王**省良**（广州中医药大学校长 教授）
车**念聪**（首都医科大学中医药学院院长 教授）
孔**祥骊**（河北中医学院院长 教授）
石**学敏**（天津中医药大学教授 中国工程院院士）
匡**海学**（黑龙江中医药大学校长 教授）
刘**振民**（全国中医药高等教育学会顾问 北京中医药大学教授）
孙**秋华**（浙江中医药大学党委书记 教授）
严**世芸**（上海中医药大学教授）
杨**柱**（贵阳中医学院院长 教授）
杨**关林**（辽宁中医药大学校长 教授）
李**大鹏**（中国工程院院士）
李**亚宁**（国家中医药管理局中医师资格认证中心）
李**玛琳**（云南中医学院院长 教授）

李连达 (中国中医科学院研究员 中国工程院院士)
李金田 (甘肃中医学院院长 教授)
吴以岭 (中国工程院院士)
吴咸中 (天津中西医结合医院主任医师 中国工程院院士)
吴勉华 (南京中医药大学校长 教授)
肖培根 (中国医学科学院研究员 中国工程院院士)
陈可冀 (中国中医科学院研究员 中国科学院院士)
陈立典 (福建中医药大学校长 教授)
陈明人 (江西中医药大学校长 教授)
范永升 (浙江中医药大学校长 教授)
欧阳兵 (山东中医药大学校长 教授)
周 然 (山西中医学院院长 教授)
周永学 (陕西中医学院院长 教授)
周仲瑛 (南京中医药大学教授 国医大师)
郑玉玲 (河南中医学院院长 教授)
胡之璧 (上海中医药大学教授 中国工程院院士)
耿 直 (新疆医科大学副校长 教授)
徐安龙 (北京中医药大学校长 教授)
唐 农 (广西中医药大学校长 教授)
梁繁荣 (成都中医药大学校长 教授)
程莘农 (中国中医科学院研究员 中国工程院院士)
谢建群 (上海中医药大学常务副校长 教授)
路志正 (中国中医科学院研究员 国医大师)
廖端芳 (湖南中医药大学校长 教授)
颜德馨 (上海铁路医院主任医师 国医大师)

秘 书 长

王 键 (安徽中医药大学校长 教授)
洪 净 (国家中医药管理局人事教育司巡视员)
王国辰 (国家中医药管理局教材办公室主任
全国中医药高等教育学会教材建设研究会秘书长
中国中医药出版社社长)

办 公 室 主 任

周 杰 (国家中医药管理局人事教育司综合处处长)
林超岱 (国家中医药管理局教材办公室副主任
中国中医药出版社副社长)

李秀明 (中国中医药出版社副社长)

办 公 室 副 主 任

王淑珍 (全国中医药高等教育学会教材建设研究会副秘书长
中国中医药出版社教材编辑部主任)

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材
全国高等中医药院校规划教材(第九版)

《生物化学》编委会

- 主 审 温进坤(河北医科大学)
主 编 施 红(福建中医药大学)
副主编 (以姓氏笔画为序)
王和生(贵阳中医学院)
田余祥(大连医科大学)
青献春(山西中医学院)
郭 平(山东中医药大学)
- 编 委 (以姓氏笔画为序)
王艳杰(辽宁中医药大学)
韦玉兰(广西中医药大学)
史胜利(河南中医学院)
朱 浩(安徽中医药大学)
孙 聪(长春中医药大学)
李爱英(河北中医学院)
何迎春(湖南中医药大学)
张捷平(福建中医药大学)
郑 纺(天津中医药大学)
赵丹玉(辽宁中医药大学)
姜 颖(黑龙江中医药大学)
龚张斌(上海中医药大学)
梁 冯(湖北中医药大学)
- 学术秘书 张捷平(福建中医药大学)

前 言

“全国中医药行业高等教育‘十二五’规划教材”（以下简称：“十二五”行规教材）是为贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020）》《教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》和《中医药事业发展“十二五”规划》的精神，依据行业人才培养和需求，以及全国各高等中医药院校教育教学改革新发展，在国家中医药管理局人事教育司的主持下，由国家中医药管理局教材办公室、全国中医药高等教育学会教材建设研究会，采用“政府指导，学会主办，院校联办，出版社协办”的运作机制，在总结历版中医药行业教材的成功经验，特别是新世纪全国高等中医药院校规划教材成功经验的基础上，统一规划、统一设计、全国公开招标、专家委员会严格遴选主编、各院校专家积极参与编写的行业规划教材。鉴于由中医药行业主管部门主持编写的“全国高等中医药院校教材”（六版以前称“统编教材”），进入2000年后，已陆续出版第七版、第八版行规教材，故本套“十二五”行规教材为第九版。

本套教材坚持以育人为本，重视发挥教材在人才培养中的基础性作用，充分展现我国中医药教育、医疗、保健、科研、产业、文化等方面取得的新成就，力争成为符合教育规律和中医药人才成长规律，并具有科学性、先进性、适用性的优秀教材。

本套教材具有以下主要特色：

1. 坚持采用“政府指导，学会主办，院校联办，出版社协办”的运作机制

2001年，在规划全国中医药行业高等教育“十五”规划教材时，国家中医药管理局制定了“政府指导，学会主办，院校联办，出版社协办”的运作机制。经过两版教材的实践，证明该运作机制科学、合理、高效，符合新时期教育部关于高等教育教材建设的精神，是适应新形势下高水平中医药人才培养的教材建设机制，能够有效解决中医药事业人才培养日益紧迫的需求。因此，本套教材坚持采用这个运作机制。

2. 整体规划，优化结构，强化特色

“‘十二五’行规教材”，对高等中医药院校3个层次（研究生、七年制、五年制）、多个专业（全覆盖目前各中医药院校所设置专业）的必修课程进行了全面规划。在数量上较“十五”（第七版）、“十一五”（第八版）明显增加，专业门类齐全，能满足各院校教学需求。特别是在“十五”“十一五”优秀教材基础上，进一步优化教材结构，强化特色，重点建设主干基础课程、专业核心课程，增加实验实践类教材，推出部分数字化教材。

3. 公开招标，专家评议，健全主编遴选制度

本套教材坚持公开招标、公平竞争、公正遴选主编的原则。国家中医药管理局教材办公室和全国中医药高等教育学会教材建设研究会，制订了主编遴选评分标准，排除各种可能影响公正的因素。经过专家评审委员会严格评议，遴选出一批教学名师、教学一线资深教师担任主编。实行主编负责制，强化主编在教材中的责任感和使命感，为教材质量提供保证。

4. 进一步发挥高等中医药院校在教材建设中的主体作用

各高等中医药院校既是教材编写的主体，又是教材的主要使用单位。“‘十二五’行规教材”，得到各院校积极支持，教学名师、优秀学科带头人、一线优秀教师积极参加，凡被选中参编的教师都以高涨的热情、高度负责、严肃认真的态度完成了本套教材的编写任务。

5. 继续发挥教材在执业医师和职称考试中的标杆作用

我国实行中医、中西医结合执业医师资格考试认证准入制度,以及全国中医药行业职称考试制度。2004年,国家中医药管理局组织全国专家,对“十五”(第七版)中医药行业规划教材,进行了严格的审议、评估和论证,认为“十五”行业规划教材,较历届教材的质量都有显著提高,与时俱进,故决定以此作为中医、中西医结合执业医师考试和职称考试的蓝本教材。“十五”(第七版)行规教材、“十一五”(第八版)行规教材,均在2004年以后的历年上述考试中发挥了权威标杆作用。“十二五”(第九版)行业规划教材,已经并继续在行业的各种考试中发挥标杆作用。

6. 分批进行,注重质量

为保证教材质量,“十二五”行规教材采取分批启动方式。第一批于2011年4月,启动了中医学、中药学、针灸推拿学、中西医临床医学、护理学、针刀医学6个本科专业112种规划教材,于2012年陆续出版,已全面进入各院校教学中。2013年11月,启动了第二批“‘十二五’行规教材”,包括:研究生教材、中医学专业骨伤方向教材(七年制、五年制共用)、卫生事业管理类专业教材、中西医临床医学专业基础类教材、非计算机专业用计算机教材,共64种。

7. 锤炼精品,改革创新

“‘十二五’行规教材”着力提高教材质量,锤炼精品,在继承与发扬、传统与现代、理论与实践的结合上体现了中医药教材的特色;学科定位更准确,理论阐述更系统,概念表述更为规范,结构设计更为合理;教材的科学性、继承性、先进性、启发性、教学适应性较前八版有不同程度提高。同时紧密结合学科专业发展和教育教学改革,更新内容,丰富形式,不断完善,将各学科的新知识、新技术、新成果写入教材,形成“十二五”期间反映时代特点、与时俱进的教材体系,确保优质教材进课堂。为提高中医药高等教育教学质量和人才培养质量提供有力保障。同时,“十二五”行规教材还特别注重教材内容在传授知识的同时,传授获取知识和创造知识的方法。

综上所述,“十二五”行规教材由国家中医药管理局宏观指导,全国中医药高等教育学会教材建设研究会倾力主办,全国各高等中医药院校高水平专家联合编写,中国中医药出版社积极协办,整个运作机制协调有序,环环紧扣,为整套教材质量的提高提供了保障,打造“十二五”期间全国高等中医药教育的主流教材,使其成为提高中医药高等教育教学质量和人才培养质量最权威的教材体系。

“十二五”行规教材在继承的基础上进行了改革和创新,但在探索的过程中,难免有不足之处,敬请各教学单位、教学人员及广大学生在使用中发现问题及时提出,以便在重印或再版时予以修正,使教材质量不断提升。

国家中医药管理局教材办公室
全国中医药高等教育学会教材建设研究会
中国中医药出版社

2014年12月

编写说明

本教材是为进一步满足中医药人才培养和高等中医药教学发展与改革的需要，跟上生物化学与分子生物学学科快速发展的步伐而出版的。

培养具有实践能力、创新能力以及自主学习和终生学习能力的符合社会需求的医学人才是医学教育工作者的任务，也是当前医学教育改革的重要目标。如何克服医学生在基础医学教育阶段学习茫然、主动学习意识薄弱、师生互动不足等缺陷，增强基础学科之间以及基础学科与临床学科之间的联系，提高学生主动发现问题、思考问题、解决问题的能力成为当今医学教育教学改革的重要方向。因此，编写适合高等中医药院校案例版《生物化学》教材具有重要的现实意义。

《生物化学》是一门研究生物体物质组成、结构功能、代谢途径及其在体内表达调控过程的学科，也是从生物化学和分子生物学水平认识并解决人类疾病的诊疗和预防的核心课程。本教材在注重“三基”“五性”的基础上，结合全国医师资格考试大纲、全国硕士研究生统一入学考试大纲及历年考点，从临床案例出发，通过对案例中部分中、西医临床表现尤其是生化指标的讨论，引导学生探讨其中蕴含的生物化学知识，以期增进学生对生物化学课程的学习兴趣，激发学生主动学习、自主学习的热情；帮助学生学会运用本学科的知识，解释与人类健康、疾病相关的临床实践问题，提高学生实践能力。本教材增加了水盐代谢、酸碱平衡章节，适当拓展了生物化学的新成果和新技术在中西医结合基础及临床研究中的运用，以助于开拓学生视野，提高学生创新意识，进而诠释中医药防治疾病的作用机制。本教材可供全国高等医药院校中西医临床医学、中医学、中药学、护理学等专业使用。

参与本教材编写的作者有23位，分别来自全国20余所高等医药院校具有丰富教学科研经验的专家教授。在编写过程中，自始至终得到中国中医药出版社、福建中医药大学各级领导的关心和帮助，辽宁中医药大学生化教研室孙聪教授及其学生为教材定稿会做了周到的安排，并在福建中医药大学生化教研室全体老师的协助下，完成了全书的编写工作。在此，全体编委对以上各单位、部门及个人为本教材所作的大力支持和无私奉献表示衷心感谢。

鉴于生物化学内容丰富、发展迅速，加之案例所涉及的中西医学内容广泛，而编者学识所限，本教材难免存在不到位、遗漏或错讹之处，谨请读者提出宝贵意见，以便再版时修订提高。

《生物化学》编委会

2015年3月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 生物化学的主要内容	1
一、生物分子的组成、结构与功能	1
二、物质代谢及其调节	2
三、基因信息的传递及其调控	2
第二节 生物化学的发展历程	2
一、生物化学的初期阶段	2
二、生物化学的发展阶段	2
三、分子生物学阶段	3
四、生物化学在我国的发展	3
第三节 生物化学与医学及中西医结合医学的关系	4
一、生物化学与医学的关系	4
二、生物化学与中西医结合医学的关系	4
第二章 蛋白质的结构与功能	6
第一节 蛋白质的分子组成	6
一、蛋白质的元素组成	6
二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸的分类和主要性质	7
第二节 蛋白质的分子结构	10
一、蛋白质的一级结构	11
二、蛋白质的二级结构	12
三、蛋白质的三级结构	15
四、蛋白质的四级结构	16
五、维持蛋白质结构的作用力	17
第三节 蛋白质结构与功能的关系	18
一、蛋白质的一级结构与功能的关系	18
二、蛋白质的空间构象与功能的关系	19
第四节 蛋白质的理化性质	21
一、蛋白质的紫外吸收	21
二、蛋白质的两性解离	21
三、蛋白质的沉降特性	21
四、蛋白质的胶体特性	22
五、蛋白质的变性与复性	22
六、蛋白质的呈色反应	22
第五节 蛋白质的分类	23
一、根据化学组成分类	23

二、根据分子结构分类	23
三、根据生物活性分类	23
第六节 蛋白质的分离与纯化技术	23
一、沉淀技术	23
二、电泳技术	24
三、色谱技术	25
四、其他技术	26
第三章 核酸的结构与功能	29
第一节 核酸的分子组成	29
一、核酸的元素组成	29
二、核酸的基本组成单位——核苷酸	30
第二节 核酸的分子结构	34
一、核酸的一级结构	34
二、核酸的空间结构与功能	36
第三节 核酸的理化性质	44
一、核酸的溶解度与粘度	44
二、核酸的两性解离	44
三、核酸的紫外吸收	44
四、核酸的沉降特性	45
五、核酸的变性和复性	45
第四章 维生素与微量元素	48
第一节 概述	48
一、维生素的概念	48
二、维生素的命名与分类	49
三、维生素缺乏与中毒	49
四、微量元素的概念	49
第二节 水溶性维生素	49
一、B族维生素	50
二、维生素C	56
第三节 脂溶性维生素	57
一、维生素A	57
二、维生素D	58
三、维生素E	60
四、维生素K	61
第四节 微量元素	63
一、铁	63
二、碘	63
三、铜	64
四、锌	64
五、锰	64
六、硒	65

七、氟	65
八、钼	65
九、钴	65
十、铬	66
第五章 酶	68
第一节 酶的组成与功能	68
一、酶的分子组成	68
二、酶的结构组成	70
三、酶促反应的特点与机制	71
第二节 酶促反应动力学	72
一、底物浓度对酶促反应速率的影响	72
二、酶浓度对酶促反应速率的影响	75
三、温度对酶促反应速率的影响	75
四、pH 对酶促反应速率的影响	76
五、抑制剂对酶促反应速率的影响	76
六、激活剂对酶促反应速率的影响	80
第三节 酶的调节	80
一、酶原和酶原的激活	81
二、同工酶及其临床意义	81
三、细胞内酶活性的调节	82
四、酶含量的调节	83
第四节 酶的分类、命名与活性测定	84
一、酶的分类	84
二、酶的命名	84
三、酶的活性测定	85
第五节 酶与医学的关系	86
一、酶与疾病的发生	86
二、酶与疾病的诊断	86
三、酶与疾病的治疗	86
第六章 生物氧化	90
第一节 线粒体氧化体系	91
一、呼吸链	91
二、ATP 的生成	96
三、ATP 的利用	99
第二节 细胞质中 NADH 的氧化	100
一、3-磷酸甘油穿梭	100
二、苹果酸-天冬氨酸穿梭	101
第三节 非线粒体氧化体系	102
一、微粒体氧化体系	102
二、过氧化物酶体氧化体系	102
第七章 糖代谢	106

第一节 糖的化学	107
一、概述	107
二、单糖	107
三、寡糖	110
四、多糖	110
五、复合糖	113
第二节 糖的代谢概况	115
一、糖的生理功能	115
二、糖的消化	115
三、糖的吸收	115
四、糖代谢概况	116
第三节 糖的分解代谢	117
一、糖的无氧分解	117
二、糖的有氧氧化	122
三、磷酸戊糖途径	128
第四节 糖原合成与分解	131
一、糖原的合成代谢	131
二、糖原的分解代谢	132
三、糖原合成与分解的生理意义	133
四、糖原合成与分解的调节	134
第五节 糖异生	135
一、糖异生途径	135
二、糖异生的生理意义	138
三、乳酸循环	138
四、糖异生的调节	139
第六节 血糖及其调节	139
一、血糖的来源和去路	139
二、血糖的调节机制	140
三、血糖代谢紊乱	142
第八章 脂类代谢	145
第一节 脂类的化学	146
一、概述	146
二、脂肪	146
三、类脂	148
第二节 脂类的消化与吸收	153
一、脂类的消化	153
二、脂类的吸收	153
三、脂类的分布与生理功能	153
第三节 三酰甘油代谢	154
一、三酰甘油的分解代谢	154
二、三酰甘油的合成代谢	159

三、激素对三酰甘油代谢的调节	163
第四节 类脂代谢	164
一、甘油磷脂代谢	164
二、鞘磷脂代谢	166
三、胆固醇代谢	166
第五节 血脂与血浆脂蛋白代谢	169
一、血脂	169
二、血浆脂蛋白	170
第六节 血脂与血浆脂蛋白代谢紊乱	173
一、高脂血症	173
二、动脉粥样硬化	174
三、肥胖	175
第九章 氨基酸代谢	178
第一节 蛋白质的消化与吸收	179
一、蛋白质的消化	179
二、氨基酸的吸收	180
三、蛋白质的营养作用	181
四、蛋白质的腐败作用	183
第二节 氨基酸的一般代谢	185
一、氨基酸代谢概况	185
二、氨基酸的脱氨基作用	185
三、 α -酮酸的代谢	188
四、氨基酸的脱羧基作用	189
第三节 氨的代谢	190
一、氨的来源和去路	190
二、氨的转运	191
三、尿素的合成——鸟氨酸循环	192
四、高血氨与氨中毒	195
第四节 个别氨基酸的代谢	196
一、一碳单位的代谢	196
二、含硫氨基酸的代谢	198
三、芳香族氨基酸的代谢	200
四、支链氨基酸的代谢	202
第十章 核苷酸代谢	206
第一节 嘌呤核苷酸代谢	207
一、嘌呤核苷酸的合成代谢	207
二、嘌呤核苷酸的分解代谢	211
第二节 嘧啶核苷酸代谢	212
一、嘧啶核苷酸的合成代谢	212
二、嘧啶核苷酸的分解代谢	215
第三节 核苷酸抗代谢物	215

一、嘌呤核苷酸的抗代谢物	216
二、嘧啶核苷酸的抗代谢物	217
第十一章 物质代谢的联系与调节	219
第一节 物质代谢的特点和相互联系	219
一、物质代谢的特点	219
二、糖、脂、氨基酸和核苷酸代谢之间的联系和互变	220
三、糖、脂、氨基酸在能量代谢上的联系	222
第二节 细胞水平的代谢调节	223
一、细胞内酶的分布	223
二、酶活性的调节	224
三、酶含量的调节	226
第三节 激素水平的代谢调节	227
一、膜受体激素的调节	227
二、胞内受体激素的调节	227
第四节 整体水平的代谢调节	227
一、饥饿	227
二、应激	228
第十二章 DNA 的生物合成	231
第一节 概述	232
一、DNA 生物合成的概念	232
二、DNA 复制的基本规律	232
第二节 DNA 复制体系	235
一、DNA 聚合酶	236
二、参与复制的其他酶和蛋白质因子	238
第三节 DNA 复制过程	240
一、原核生物的 DNA 复制	240
二、真核生物的 DNA 生物合成与原核生物的差异	243
第四节 DNA 损伤与修复	245
一、DNA 损伤的因素	245
二、DNA 突变的类型	246
三、DNA 损伤的修复	247
第五节 逆转录	249
第十三章 RNA 的生物合成	253
第一节 概述	253
第二节 RNA 聚合酶	254
一、原核生物 RNA 聚合酶	254
二、真核生物 RNA 聚合酶	255
三、RNA 聚合酶的特点	255
第三节 转录过程	255
一、原核生物 RNA 转录	255
二、真核生物 RNA 转录的特点	258

第四节 真核生物 RNA 转录后加工	261
一、mRNA 前体的加工	261
二、tRNA 前体的加工	264
三、rRNA 前体的加工	264
第五节 RNA 复制	265
第十四章 蛋白质的生物合成	268
第一节 蛋白质生物合成的反应体系	268
一、mRNA——蛋白质合成的直接模板	269
二、tRNA——运载氨基酸和作为蛋白质合成的适配器	270
三、核糖体——蛋白质合成的场所	271
四、参与蛋白质合成的相关酶类和蛋白因子	272
第二节 蛋白质的生物合成过程	274
一、原核生物的蛋白质合成过程	274
二、真核生物与原核生物蛋白质合成的比较	278
第三节 翻译后的加工修饰与靶向转运	279
一、翻译后的加工修饰	279
二、蛋白质的靶向转运	282
第四节 蛋白质生物合成的抑制剂	286
一、抗生素对蛋白质合成的抑制作用	286
二、干扰素对蛋白质合成的抑制作用	286
三、毒素对蛋白质合成的抑制作用	287
第十五章 基因表达调控	290
第一节 概述	290
一、基因表达的概念、特点与基本方式	291
二、基因表达调控的概念及生物学意义	292
三、基因表达调控的基本原理	293
第二节 原核生物的基因表达调控	295
一、原核生物基因表达及其调控的特点	295
二、原核生物基因表达的转录水平调控	296
三、原核生物基因表达的翻译水平调控	301
第三节 真核生物的基因表达调控	302
一、真核生物基因表达及其调控的特点	303
二、真核生物基因表达在染色质水平的调控	304
三、真核生物基因表达的转录水平调控	306
四、真核生物基因表达的转录后调控	309
五、真核生物基因表达的翻译水平调控	310
六、翻译后修饰与靶向转运水平的调控	310
第十六章 细胞信号转导	313
第一节 细胞信号转导概述	313
一、细胞信号分子	313
二、细胞通讯方式	314

三、胞内信号转导物质	314
四、信号转导通路的基本规律	314
第二节 细胞信号分子	315
一、细胞间信号分子	315
二、细胞内信号转导分子	316
第三节 受体	317
一、膜受体	317
二、胞内受体	319
三、受体的作用特点及调节	319
第四节 细胞信号转导通路	320
一、离子通道型受体介导的信号转导通路	320
二、G 蛋白偶联型受体介导的信号转导通路	320
三、酶偶联型受体介导的信号转导通路	326
四、胞内受体介导的信号转导通路	334
第五节 信号转导通路的异常与疾病	335
一、信号转导异常主要发生在受体和细胞内信号转导分子两个层次	335
二、细胞信号转导分子是重要的药物作用靶位	337
第六节 癌基因产物与细胞信号转导	337
一、病毒癌基因	337
二、原癌基因	338
三、抑癌基因	339
第十七章 分子生物学常用技术的原理及应用	343
第一节 聚合酶链反应	343
一、基本原理	344
二、反应体系	345
三、几种重要的 PCR 衍生技术	346
四、PCR 技术的应用	347
第二节 重组 DNA 技术	348
一、主要工具	348
二、DNA 重组技术的基本过程	350
三、DNA 重组技术在医学上应用	353
第三节 印迹与杂交技术	354
一、印迹技术	354
二、探针技术	354
三、常用印迹与杂交方法	355
四、印迹与杂交技术的应用	356
第四节 DNA 测序技术	356
一、第一代 DNA 测序技术	356
二、第二代 DNA 测序技术	358
三、第三代 DNA 测序技术	359
第五节 组学与医学	359