



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新世纪(第二版) 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



普通高等教育“十一五”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

(新世纪第二版)

(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 (天津中医药大学)  
李 震 (山东中医药大学)  
金国琴 (上海中医药大学)  
唐炳华 (北京中医药大学)  
主 审 周梦圣 (辽宁中医药大学)



开本 850×1168 1/16 印张 21.52 字数 484千字  
2007年1月第2版 2007年1月第12次印刷  
书号 ISBN 978-7-80156-432-1 册数 2000

定价: 32.00元

网址: www.ciptem.com

如有质量问题请与本社出版部联系

发行所: 北京

社址: 北京 010 64402720

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. —2 版. —北京: 中国中医药出版社, 2007. 1  
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978 - 7 - 80156 - 435 - 1

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 (2007) 第 002888 号

(学大德园中京北) 王继峰 主 编

(学大德园中京天) 李 敏 主 编

(学大德园中京北) 中国中医药出版社出版

(学大德园中京北) 北京市朝阳区北三环东路 28 号易亨大厦 16 层

(学大德园中京北) 邮政编码: 100013

(学大德园中京北) 传真: 64405750

(学大德园中京北) 北京市松源印刷有限公司印刷 审 主

各地新华书店经销

\*

开本 850 × 1168 1/16 印张 21.25 字数 484 千字

2007 年 1 月第 2 版 2007 年 1 月第 12 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 80156 - 435 - 1 册数 5000

\*

定价: 25.00 元

网址 [www.cptcm.com](http://www.cptcm.com)

如有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

读者服务部电话 010 64065415 010 84042153

书店网址 [csln.net/qksd/](http://csln.net/qksd/)

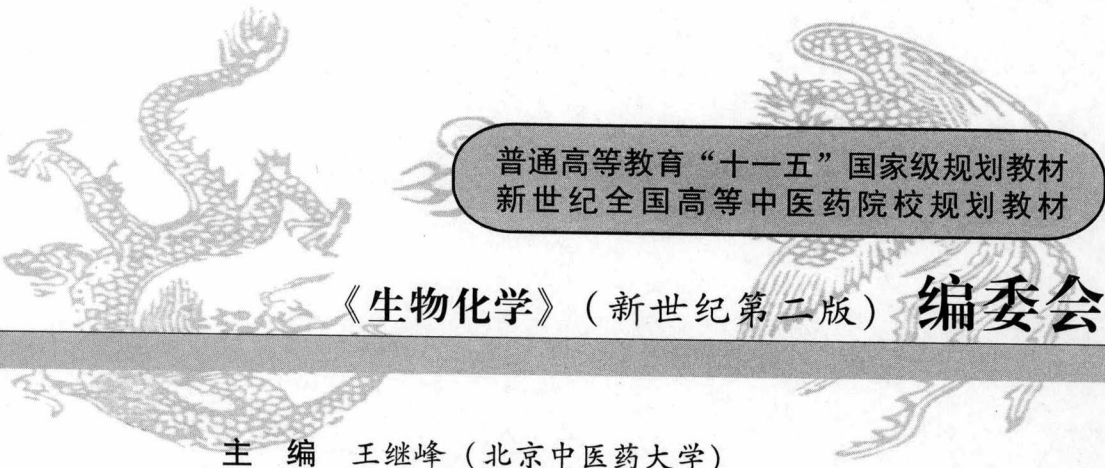
· 京 北 ·

# 全国高等中医药教材建设

## 专家指导委员会

- 名誉主任委员** 李振吉 (世界中医药学会联合会副主席兼秘书长)  
邓铁涛 (广州中医药大学 教授)
- 主任委员** 于文明 (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)  
高思华 (国家中医药管理局科技教育司司长)
- 委员** (按姓氏笔画排列)
- 马 骥 (辽宁中医药大学校长 教授)
- 王绵之 (北京中医药大学 教授)
- 王 键 (安徽中医学院院长 教授)
- 王 华 (湖北中医学院院长 教授)
- 王之虹 (长春中医药大学校长 教授)
- 王乃平 (广西中医学院院长 教授)
- 王北婴 (国家中医药管理局中医师资格认证中心主任)
- 王新陆 (山东中医药大学校长 教授)
- 尤昭玲 (湖南中医药大学校长 教授)
- 石学敏 (天津中医药大学教授 中国工程院院士)
- 尼玛次仁 (西藏藏医学院院长 教授)
- 龙致贤 (北京中医药大学 教授)
- 匡海学 (黑龙江中医药大学校长 教授)
- 任继学 (长春中医药大学 教授)
- 刘红宁 (江西中医学院院长 教授)
- 刘振民 (北京中医药大学 教授)
- 刘延祯 (甘肃中医学院院长 教授)
- 齐 昉 (首都医科大学中医药学院院长 教授)
- 严世芸 (上海中医药大学 教授)
- 杜 健 (福建中医学院院长 教授)
- 李庆生 (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)

- 李佃贵 (河北医科大学副校长 教授)
- 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)
- 张伯礼 (天津中医药大学校长 教授 中国工程院院士)
- 肖培根 (中国医学科学院研究员 中国工程院院士)
- 肖鲁伟 (浙江中医药大学校长 教授)
- 陈可冀 (中国中医科学院研究员 中国科学院院士)
- 周仲瑛 (南京中医药大学 教授)
- 周然 (山西中医学院院长 教授)
- 周铭心 (新疆医科大学副校长 教授)
- 洪净 (国家中医药管理局科技教育司副司长)
- 郑守曾 (北京中医药大学校长 教授)
- 范昕建 (成都中医药大学校长 教授)
- 胡之璧 (上海中医药大学教授 中国工程院院士)
- 贺兴东 (世界中医药学会联合会 副秘书长)
- 徐志伟 (广州中医药大学校长 教授)
- 唐俊琦 (陕西中医学院院长 教授)
- 曹洪欣 (中国中医科学院院长 教授)
- 梁光义 (贵阳中医学院院长 教授)
- 焦树德 (中日友好医院 主任医师)
- 彭勃 (河南中医学院院长 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)
- 颜德馨 (上海铁路医院 主任医师)
- 秘 书 长** 王 键 (安徽中医学院院长 教授)
- 洪 净 (国家中医药管理局科教司副司长)
- 办公室主任** 王国辰 (中国中医药出版社社长)
- 办公室副主任** 范吉平 (中国中医药出版社副社长)



普通高等教育“十一五”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》（新世纪第二版）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 震（山东中医药大学）

李德淳（天津中医药大学）

金国琴（上海中医药大学）

唐炳华（北京中医药大学）

**主 审** 周梦圣（辽宁中医药大学）

**编 委** （以姓氏笔画为序）

于英君（黑龙江中医药大学）

王和生（贵阳中医学院）

毛水龙（浙江中医药大学）

文朝阳（首都医科大学）

冯雪梅（成都中医药大学）

任 颖（长春中医药大学）

刘群良（湖南中医药大学）

李丽帆（广西中医学院）

杨 云（云南中医学院）

汪远金（安徽中医学院）

陈 彻（甘肃中医学院）

周寿然（江西中医学院）

郑晓珂（河南中医学院）

赵 健（南京中医药大学）

侯建明（河北医科大学）

施 红（福建中医学院）

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）

# 再版前言

“新世纪全国高等中医药院校规划教材”是全国唯一的行业规划教材。由“政府指导，学会主办，院校联办，出版社协办”。即：教育部、国家中医药管理局宏观指导；全国中医药高等教育学会及全国高等中医药教材建设研究会主办，具体制定编写原则、编写要求、主编遴选和组织编写等工作；全国26所高等中医药院校学科专家联合编写；中国中医药出版社协助编写管理工作和出版。目前新世纪第一版中医学、针灸推拿学和中药学三个专业46门教材，已相继出版3~4年，并在全国各高等中医药院校广泛使用，得到广大师生的好评。其中34门教材遴选为教育部“普通高等教育‘十五’国家级规划教材”，41门教材遴选为教育部“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”（有32门教材连续遴选为“十五”、“十一五”国家级规划教材）。2004年本套教材还被国家中医药管理局中医师资格认证中心指定为执业中医师、执业中医助理医师和中医药行业专业技术资格考试的指导用书；2006年国家中医、中西医结合执业医师、执业助理医师资格考试和中医药行业专业技术资格考试大纲，均依据“新世纪全国高等中医药院校规划教材”予以修改。

新世纪规划教材第一版出版后，国家中医药管理局高度重视，先后两次组织国内有关专家对本套教材进行了全面、认真的评议。专家们的总体评价是：“本次规划教材，体现了继承与发扬、传统与现代、理论与实践的结合，学科定位准确，理论阐述系统，概念表述规范，结构设计合理，印刷装帧格调健康，风格鲜明，教材的科学性、继承性、先进性、启发性及教学适应性较之以往教材都有不同程度的提高。”同时也指出了存在的问题和不足。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也投入了大量的时间和精力，深入教学第一线，分别召开以学校为单位的座谈会17次，以学科为单位的研讨会15次，并采用函评等形式，广泛征求、收集全国各高等中医药院校有关领导、专家，尤其是一线任课教师的意见和建议，为本套教材的进一步修订提高做了大量工作，这在中医药教育和教材建设史上是前所未有的。这些工作为本套教材的修订打下了坚实的基础。

2005年10月，新世纪规划教材第二版的修订工作全面启动。修订原则是：①有错必纠。凡第一版中遗留的错误，包括错别字、使用不当的标点符号、不规范的计量单位和不规范的名词术语、未被公认的学术观点等，要求必须纠正。②精益求精。凡表述欠准确观点、表达欠畅的文字和与本科教育培养目的不相适应的内容，予以修改、精练、删除。③精编瘦身。针对课时有限，教材却越编越厚的反应，要求精简内容、精练文字、缩编瘦身。尤其是超课时较多的教材必须“忍痛割爱”。④根据学科发展需要，增加相应内容。⑤吸收更多院校的学科专家参加修订，使新二版教材更具代表性，学术覆盖面更广，能够全面反应全国高等中医药教学的水平。总之，希冀通过修订，使教材语言更加精炼、规范，内容准确，结构合理，教学适应性更强，成为本学科的精品教材。

根据以上原则，各门学科的主编和编委们以极大的热情和认真负责的态度投入到紧张的





# 修订说明

本教材是普通高等教育“十一五”国家级规划教材之一，在新世纪全国高等中医药院校规划教材《生物化学》（第一版）基础上修订而成，可供全国高等院校中医药类专业使用，也可作为其他专业的参考用书。

《生物化学》第一版于2003年1月出版，编委均为在教学一线辛勤耕耘的教师，而且在编写过程中得到了齐治家教授、赵伟康教授和周梦圣教授等老前辈的指导，其系统性、完整性、科学性和实用性得到广大师生的一致肯定，被评为普通高等教育“十五”国家级规划教材和北京市精品教材。

考虑到当前生命科学特别是医学发展很快，各院校课程体系也有不同程度的调整，有必要对第一版《生物化学》教材进行修订以进一步满足教学需要。此次在继承其结构体系的基础上从以下几个方面进行修订：

1. 完善体系，突出特色。对糖类和脂类的物理性质、类花生酸的功能和代谢等边缘内容进行压缩，补充生物氧化的阶段性、糖醛酸途径、RNA的转录后加工等内容；在每一章中都以链接的形式介绍中医药生物化学研究的相关内容，其中既有科技政策、新兴学科，也有当前热点、未来趋向。

2. 减文增图，减量增容。文字减少，图表增加，对一些图表重新编辑绘制，使其结构清晰明快，更有利于读者对内容的理解。

3. 精益求精，方便读者。重点概念以黑体字编辑，阅读时一目了然；以括号注明相关内容所在的页码，便于综合学习、深刻理解；附录增加专业术语索引，方便实用。

此次修订由全国26所高等院校的教师共同完成，并得到中国中医药出版社的指导和北京中医药大学及全国兄弟院校同道们的支持。北京中医药大学生物化学教研室的张秋菊、孙丽萍和刘连起老师倾力支持本教材的编写，在此一并致以衷心感谢。

教材建设是一项长期工作。由于生物化学内容丰富、编者学识水平有限，加之生物化学发展迅速，本教材难免存在遗漏、缺憾或错误。谨请使用本教材的广大师生和科技工作者提出宝贵意见和建议，随时通过 [prc.no.1@tom.com](mailto:prc.no.1@tom.com) 与编委会联系。编委会将及时回复并深表感谢，更将在修订时充分考虑您的意见和建议。

《生物化学》编委会  
2006年12月

## 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
第一节 生物化学发展简史 .....	1
第二节 生物化学的主要内容 .....	2
一、生物体的物质组成及生物分子的结构与功能 .....	2
二、代谢及其调节 .....	2
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
<b>第二章 糖类化学</b> .....	5
第一节 单糖 .....	5
一、单糖的结构 .....	5
二、单糖的化学性质 .....	9
第二节 寡糖 .....	11
第三节 多糖 .....	13
一、同多糖 .....	13
二、杂多糖 .....	15
小结 .....	17
<b>第三章 脂类化学</b> .....	18
第一节 脂肪酸 .....	18
第二节 脂肪 .....	20
第三节 类脂 .....	21
一、磷脂 .....	21
二、糖脂 .....	23
三、类固醇 .....	24
小结 .....	27
<b>第四章 蛋白质化学</b> .....	29
第一节 蛋白质的分子组成 .....	29
一、蛋白质的元素组成 .....	29
二、氨基酸的结构 .....	29
三、氨基酸的分类 .....	30
四、氨基酸的性质 .....	32
五、蛋白质的分类 .....	33
第二节 蛋白质的分子结构 .....	34

一、肽 .....	34
二、蛋白质的一级结构 .....	36
三、蛋白质的二级结构 .....	36
四、蛋白质的三级结构 .....	39
五、蛋白质的四级结构 .....	40
六、维持蛋白质构象的化学键 .....	40
第三节 蛋白质结构与功能的关系 .....	41
一、蛋白质的一级结构与功能的关系 .....	41
二、蛋白质的构象与功能的关系 .....	42
第四节 蛋白质的理化性质 .....	43
一、一般性质 .....	43
二、大分子特性 .....	44
小结 .....	48
第五章 核酸化学 .....	49
第一节 核酸的分子组成 .....	49
第二节 核酸的分子结构 .....	52
一、核酸的一级结构 .....	52
二、DNA 的二级结构 .....	53
三、DNA 的三级结构 .....	54
四、RNA 的种类和分子结构 .....	56
第三节 核酸的理化性质 .....	58
小结 .....	61
第六章 酶 .....	62
第一节 酶的分子结构 .....	62
第二节 酶促反应的特点和机制 .....	64
一、酶促反应的特点 .....	64
二、酶促反应的机制 .....	66
三、酶原与酶原的激活 .....	66
四、同工酶 .....	67
第三节 酶促反应动力学 .....	68
一、酶浓度对酶促反应速度的影响 .....	68
二、底物浓度对酶促反应速度的影响 .....	68
三、温度对酶促反应速度的影响 .....	70
四、pH 值对酶促反应速度的影响 .....	71
五、抑制剂对酶促反应速度的影响 .....	71
六、激活剂对酶促反应速度的影响 .....	77
第四节 酶的命名、分类和活性测定 .....	77

第五节 酶与医学的关系 .....	79
小结 .....	82
<b>第七章 维生素</b> .....	<b>83</b>
第一节 水溶性维生素 .....	83
一、维生素 C .....	83
二、维生素 B <sub>1</sub> .....	84
三、维生素 B <sub>2</sub> .....	85
四、维生素 PP .....	85
五、维生素 B <sub>6</sub> .....	86
六、泛酸 .....	87
七、生物素 .....	87
八、叶酸 .....	88
九、维生素 B <sub>12</sub> .....	88
十、硫辛酸 .....	89
第二节 脂溶性维生素 .....	90
一、维生素 A .....	90
二、维生素 D .....	91
三、维生素 E .....	92
四、维生素 K .....	92
小结 .....	93
<b>第八章 生物氧化</b> .....	<b>96</b>
第一节 概述 .....	96
第二节 呼吸链 .....	98
一、呼吸链的组成 .....	98
二、呼吸链成分的排列顺序 .....	101
三、细胞液 NADH 的氧化 .....	102
第三节 生物氧化与能量代谢 .....	103
一、高能化合物的种类 .....	104
二、ATP 的合成 .....	104
三、氧化磷酸化的偶联机制 .....	105
四、氧化磷酸化的影响因素 .....	106
五、ATP 的利用 .....	107
第四节 非线粒体氧化体系 .....	107
小结 .....	109
<b>第九章 糖代谢</b> .....	<b>111</b>
第一节 糖的生理功能 .....	111
第二节 糖的消化和吸收 .....	111

第三节	血糖	113
一、	血糖的来源和去路	113
二、	血糖的调节机制	114
第四节	糖的分解代谢	115
一、	糖酵解途径	116
二、	糖的有氧氧化途径	119
三、	磷酸戊糖途径	124
四、	糖醛酸途径	126
第五节	糖原代谢和糖异生	126
一、	糖原合成	126
二、	糖原分解	127
三、	糖异生	129
第六节	其他单糖的代谢	130
第七节	糖代谢紊乱	131
小结		134
<b>第十章</b>	<b>脂类代谢</b>	136
第一节	脂类的分布和生理功能	136
第二节	脂类的消化和吸收	136
第三节	血脂	137
一、	血脂的组成和含量	138
二、	血脂的来源和去路	138
三、	血浆脂蛋白	138
第四节	甘油三酯的中间代谢	142
一、	甘油三酯的分解代谢	142
二、	甘油三酯的合成代谢	147
三、	激素对甘油三酯代谢的调节	150
第五节	类脂代谢	151
一、	甘油磷脂代谢	151
二、	鞘磷脂代谢	153
三、	胆固醇代谢	153
第六节	脂类代谢紊乱	156
小结		158
<b>第十一章</b>	<b>蛋白质的分解代谢</b>	160
第一节	蛋白质的营养作用	160
第二节	蛋白质的消化、吸收和腐败	162
一、	蛋白质的消化	162
二、	氨基酸的吸收和转运	164

三、蛋白质的腐败 .....	164
第三节 氨基酸的一般代谢 .....	165
一、氨基酸代谢库 .....	165
二、氨基酸脱氨基 .....	166
三、 $\text{NH}_3$ 的代谢 .....	168
四、 $\alpha$ -酮酸的代谢 .....	172
五、氨基酸脱羧基 .....	173
第四节 氨基酸的特殊代谢 .....	175
一、一碳单位代谢 .....	175
二、含硫氨基酸代谢 .....	176
三、芳香族氨基酸代谢 .....	178
四、支链氨基酸代谢 .....	181
第五节 激素对蛋白质代谢的调节 .....	181
小结 .....	182
第十二章 核苷酸代谢 .....	184
第一节 核苷酸合成代谢 .....	184
第二节 核苷酸分解代谢 .....	188
第三节 核苷酸抗代谢物 .....	189
小结 .....	191
第十三章 代谢调节 .....	192
第一节 物质代谢的相互联系 .....	192
一、能量代谢的相互协作关系 .....	192
二、糖与脂类的转化 .....	192
三、糖与氨基酸的转化 .....	193
四、氨基酸与脂类的转化 .....	194
五、糖类、脂类和蛋白质与核苷酸代谢的联系 .....	194
第二节 细胞水平的代谢调节 .....	194
一、代谢途径的区域化分布 .....	194
二、代谢途径的关键酶 .....	195
三、酶的结构调节 .....	196
四、酶的数量调节 .....	198
第三节 激素水平的代谢调节 .....	199
一、激素是一种信号物质 .....	199
二、激素通过细胞膜受体的调节作用 .....	199
三、激素通过细胞内受体的调节作用 .....	203
第四节 整体调节 .....	204
小结 .....	205

第十四章 核酸的生物合成 .....	207
第一节 DNA 的生物合成 .....	208
一、DNA 的复制合成 .....	208
二、端粒 DNA 的合成 .....	213
三、DNA 的逆转录合成 .....	214
四、DNA 的损伤与修复 .....	215
第二节 RNA 的生物合成 .....	218
一、参与转录的主要物质 .....	218
二、转录过程 .....	220
小结 .....	224
第十五章 蛋白质的生物合成 .....	225
第一节 参与蛋白质生物合成的主要物质 .....	225
一、mRNA 是指导蛋白质合成的直接模板 .....	225
二、tRNA 既是氨基酸的转运工具又是读码器 .....	227
三、核糖体是合成蛋白质的机器 .....	227
第二节 蛋白质的合成过程 .....	229
一、翻译起始 .....	229
二、翻译延长 .....	230
三、翻译终止 .....	231
第三节 蛋白质的翻译后修饰 .....	232
一、一级结构的修饰 .....	232
二、高级结构的修饰 .....	232
三、靶向转运 .....	232
第四节 蛋白质生物合成的抑制剂 .....	234
小结 .....	235
第十六章 基因表达调控 .....	236
第一节 概述 .....	236
一、基因表达的特异性 .....	236
二、基因表达调控的方式 .....	236
三、基因表达调控的生物学意义 .....	237
四、基因表达的多级调控 .....	238
第二节 原核生物的基因表达调控 .....	238
一、原核生物基因表达调控的特点 .....	238
二、原核生物基因转录调控的基本要素 .....	239
三、乳糖操纵子 .....	239
四、色氨酸操纵子 .....	241
第三节 真核生物的基因表达调控 .....	242

185	一、真核生物基因组的结构特征	243
185	二、真核生物基因表达调控的特点	243
185	三、DNA 水平的调控	244
185	四、转录水平的调控	245
185	小结	247
	<b>第十七章 重组 DNA 技术</b>	249
188	第一节 重组 DNA 技术的主要工具	249
190	一、限制酶	249
190	二、载体	250
192	第二节 重组 DNA 技术的基本原理	252
192	第三节 重组 DNA 技术的应用	254
192	小结	256
	<b>第十八章 基因诊断和基因治疗</b>	257
189	第一节 基因诊断	257
101	一、基因诊断的特点	257
101	二、基因诊断常用的技术方法	258
111	三、基因诊断的临床应用	260
	第二节 基因治疗	261
	一、基因治疗的总体策略	261
	二、基因治疗的基本程序	262
	三、基因治疗的现状与展望	262
	小结	263
	<b>第十九章 肝胆生化</b>	265
	第一节 肝脏的形态结构与化学组成	265
	第二节 肝脏在物质代谢中的作用	265
	第三节 胆汁酸代谢	267
	第四节 胆色素代谢	269
	第五节 肝脏的生物转化作用	273
	一、生物转化反应的主要类型	274
	二、生物转化的特点	276
	三、影响生物转化的因素	277
	第六节 肝功能检查的意义	277
	小结	279
	<b>第二十章 水盐代谢和酸碱平衡</b>	280
	第一节 水和无机盐的生理功能	280
	一、水的生理功能	280
	二、无机盐的生理功能	280



第二节	体液的含量和分布	281
一、	人体水的含量和分布	281
二、	体液电解质的含量和分布特点	282
第三节	体液平衡及其调节	283
一、	水代谢	283
二、	无机盐代谢	285
三、	体液平衡的调节	289
第四节	水盐代谢紊乱	290
一、	水、钠代谢紊乱	290
二、	钾代谢紊乱	292
第五节	酸碱平衡	292
一、	体内酸性物质和碱性物质的来源	293
二、	酸碱平衡的调节	293
三、	酸碱平衡失调	298
小结		301
附录一	专业术语索引	302
附录二	主要参考书目	315
	遗传学	第二卷
	细胞生物学	第一卷
	细胞生物学	第二卷
	细胞生物学	第三卷
	细胞生物学	第四卷
	细胞生物学	第五卷
	细胞生物学	第六卷
	细胞生物学	第七卷
	细胞生物学	第八卷
	细胞生物学	第九卷
	细胞生物学	第十卷
	细胞生物学	第十一卷
	细胞生物学	第十二卷
	细胞生物学	第十三卷
	细胞生物学	第十四卷
	细胞生物学	第十五卷
	细胞生物学	第十六卷
	细胞生物学	第十七卷
	细胞生物学	第十八卷
	细胞生物学	第十九卷
	细胞生物学	第二十卷