



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

BIOCHEMISTRY 生物化学

主编 董晓燕



高等教育出版社
Higher Education Press

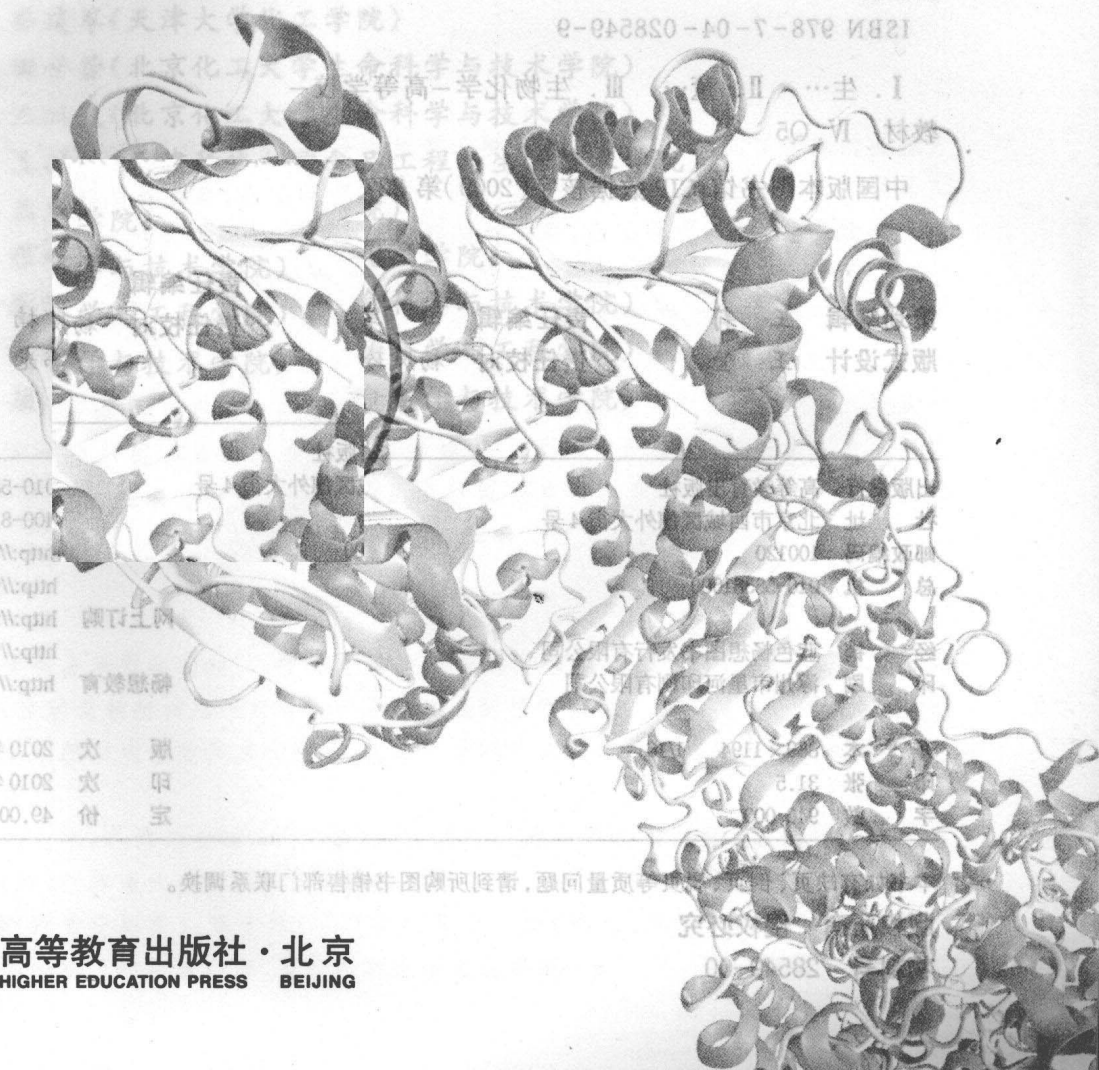
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

主要内容

生物化学

Shengwu Huaxue

主 编 董晓燕
副主编 贾长虹 李 春



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。主要以高等院校工科类相关专业的学生为对象,重点介绍了生物分子的结构、性质及其研究方法,并在论述生物分子体内代谢的基础上,进一步强调了与之相关的工程应用领域的基本知识和原理。全书包括绪论和13章的内容,第一章到第七章主要介绍了生物分子的结构、性质等静态生物化学知识;第八章到第十三章则是以物质反应与代谢为主的动态生物化学内容。考虑到一般工科专业学生没有系统的生物学基础知识,本书在第一章中适当加入了有关生命本质特征的内容,同时介绍了细胞的基本结构和功能。另外,在介绍物质代谢之前,增加了有关高等生物消化和吸收的知识,有助于学生对物质消化吸收的总体认识;在讲述DNA复制时,结合了细胞分裂过程的内容,以加深读者对DNA复制意义的理解。

为了使读者清晰把握每章的层次和脉络,本书在各章开头给出了知识网络,并在章末进行了小结。为了拓宽读者的知识面并引发其学习兴趣,在书中正文相关位置引入了“拾零”,并在每章后附以思考和练习题及课外阅读材料。书中还用黑体字标出了重点名词(中英对照),书后提供了名词索引,便于读者学习和查询。

本书知识结构由浅入深,循序渐进,条理清晰,语言简明流畅,关注生物化学与分子生物学发展的新动向,密切联系工业应用实际。适用于高等院校工科类相关专业的本科和研究生教学使用,也可供其他专业的教师、研究生和科技工作者自学参考。

燕翔董 编 主

春 李 王 王 贾 编 主 编

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/董晓燕主编. —北京:高等教育出版社,

2010.2

ISBN 978-7-04-028549-9

I. 生… II. 董… III. 生物化学—高等学校—教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 227496 号

策划编辑 王 莉
版式设计 王 莹

责任编辑 田 军
责任校对 杨凤玲

封面设计 张 楠
责任印制 陈伟光

责任绘图 尹 莉

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 涿州市星河印刷有限公司

开 本 889×1194 1/16
印 张 31.5
字 数 940 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010 年 2 月第 1 版
印 次 2010 年 2 月第 1 次印刷
定 价 49.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 28549-00

《生物化学》编写人员名单

主 编 董晓燕

副 主 编 贾长虹 李 春

编写人员 (按姓氏拼音排序)

财音青格乐(天津大学化工学院)

陈 光(北京化工大学生命科学与技术学院)

董晓燕(天津大学化工学院)

郭淑元(北京理工大学生命科学与技术学院)

黄 鹤(天津大学化工学院)

贾长虹(河北理工大学化工与生物技术学院)

李 春(北京理工大学生命科学与技术学院)

刘常金(天津科技大学食品工程与生物技术学院)

乔建军(天津大学化工学院)

田平芳(北京化工大学生命科学与技术学院)

王炳武(北京化工大学生命科学与技术学院)

王德培(天津科技大学食品工程与生物技术学院)

王庆昭(天津大学化工学院)

张根林(石河子大学化学化工学院)

张建丽(北京理工大学生命科学与技术学院)

郑穗平(华南理工大学生物科学与工程学院)

周 鑫(北京化工大学生命科学与技术学院)

1. 适当引入了生物学的

基于许多工科专业学生
以便学生了解生物化学与生
态生物化学中复杂的代谢途
破难点。

2. 注重理论知识与实验

在实验教学中引入传统的实验方
法和新的实验手段等内容。
工科专业的特点和后续学习的
部分延伸。

3. 以灵活的形式构建知

根据心理学认知规律,
整思路,构建知识体系,使大量繁
杂的生物化学知识系统化。例如,
利用引言中的提问,点明本章的主
要内容;通过知识网络建立本章各
个知识点的主要联系;课后的思考
和练习又将本章的主要问题加以
总结概括。此外,在本教材中还插
入了一些小资料,以解释一些与
所述内容有关的知识。

4. 充分利用网络资源

一本好的教材应当提供学科发展最新
的知识,使学生尽快接触到学科前沿
知识。但教材从编写、编辑、出版
到出版要经过较长的时间,这就使
教材内容相对滞后于不断发展的
学科知识。为解决这一问题,本教
材充分利用公开的网络资源实现
对教材内容的补充和更新,在每
一章的后面给出一些相关专业网
站的网址,为学生查找进展资料
提供方便。

全书包括绪论和十三章的内容,各章的作者如下:绪论(董晓燕)、第一章和第八章(贾长虹);第二章(郑穗平);第三章(张根林、张建丽、郭淑元);第四章(李春、张根林);第五章(王炳武、周鑫);第六章(王德培);第七章(刘常金);第九章(财音青格乐);第十章(乔建军);第十一章(陈光、田平芳);第十二章(王庆昭);第十三章(黄鹤)。全书的编辑工作由董晓燕、贾长虹和李春负责完成。

前 言

本书由王德培、李春、张根林、董晓燕、贾长虹、郑穗平、张根林、张建丽、郭淑元、李春、王炳武、周鑫、王德培、刘常金、财音青格乐、乔建军、陈光、田平芳、王庆昭、黄鹤等共同编写。本书在编写过程中参考了国内外同行公认的生物化学优秀经典教材或讲义，结合近年来有关生物化学的最新研究成果，总结了作者多年来在多个专业讲授生物化学课程的经验，突出理论与实际的结合，力争使教材的基础性与先进性结合、经典性与新颖性结合，融知识传播、能力培养和素质教育为一体。本教材具有如下特色：

1. 适当编入了生物学的基础知识

基于许多工科专业学生没有普通生物学的基础知识，在内容上，加入了细胞学的基本内容（第一章），使学生了解生物化学与生物体的关系；另加入了新陈代谢的概念、类型和特点等（第八章），有利于将动态生物化学中复杂的代谢途径进行定位理解。目的是力争使学习内容由浅入深，循序渐进，突出重点，突破难点。

2. 注重理论知识与实际相结合

在注重基础学科自身知识发展的逻辑性的前提下，不仅注意传授基础知识，同时融入了传统的实验方法和新的实验手段等内容，以激活学生思维，扩展学习范围，提高分析问题和培养创新意识。根据工科专业的特点和后续学习的需要，强调基础知识的原理和实际应用的关联，而不是盲目地、过多地向应用部分延伸。

3. 以灵活的形式构建知识体系

根据心理学认知规律，本教材注重调整知识结构和讲述方法，采用渗透式建立大框架的形式，形成完整思路，构建知识体系，使大量繁琐的生物化学知识系统化。例如，利用引言中的提问，点明本章的主要内容；通过知识网络建立本章各个知识点的主要联系；课后的思考和练习又将本章的主要问题加以总结概括。此外，在本教材中还插入了一些小资料，以解释一些与所述内容有关的知识。

4. 充分利用网络资源

一本好的教材应当提供学科发展最新的知识，使学生尽快接触到学科前沿知识。但教材从编写—修改—出版要经过较长的时间，这就使教材内容相对滞后于不断发展的学科知识。为解决这一问题，本教材充分利用公开的网络资源实现对教材内容的补充和更新，在每一章的后面给出一些相关专业网站的网址，为学生查找进展资料提供方便。

全书包括绪论和十三章的内容，各章的作者如下：绪论（董晓燕）、第一章和第八章（贾长虹）；第二章（郑穗平）；第三章（张根林、张建丽、郭淑元）；第四章（李春、张根林）；第五章（王炳武、周鑫）；第六章（王德培）；第七章（刘常金）；第九章（财音青格乐）；第十章（乔建军）；第十一章（陈光、田平芳）；第十二章（王庆昭）；第十三章（黄鹤）。全书的统稿工作由董晓燕、贾长虹和李春负责完成。

在本书的编撰过程中,得到了高等教育出版社王莉编辑和各位编者的大力支持和全力协作,在此深表感谢;同时感谢天津大学及化工学院对本书出版的支持和帮助;感谢天津大学化工学院生物化工系硕士研究生都文婕、韩广杰、李云辉和河北理工大学化工与生物技术学院的本科生曾卉颖、张丽和王县等同学,他们对本书稿进行了认真的阅读,并提出了宝贵的意见;另外,天津大学化工学院生物化工系的刘夫锋老师也对书稿的部分内容进行了审阅并协助完成了部分工作;北京化工大学生命科学与技术学院的王雅琴副教授在书稿的筹备阶段,也对本书第十一章的内容给予了指导和建议,在此一并表示谢意。最后,感谢全体编著人员的家属对作者工作的支持。

由于作者知识和经验有限,加之时间较短,书中错误和不足之处在所难免,敬请读者给予批评指正。

董晓燕

2009年春于北洋园

出

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

合

目 录

绪论

- 一、生物化学的涵义 2
- 二、生物化学的研究意义 2
- 拾零 “基因靶向”技术 3
- 拾零 奇幻联想法 4
- 三、生物化学的发展 5
- 拾零 重组 DNA 之父 5
- 拾零 “克隆羊”多莉 6
- 拾零 邹承鲁 7
- 四、如何学好生物化学 7

第一章 生物化学与生物体

- 第一节 生物体的物质组成 11
 - 一、生物体的元素组成及其作用 11
 - 二、构成生物体的分子 12
 - 拾零 细胞组分的分析方法 15
- 第二节 生物体的基本结构及功能 16
 - 一、细胞的基本结构及各部分功能 17
 - 拾零 细胞形态结构的观察 23
 - 二、细胞分裂 23
 - 拾零 流式细胞仪 26
 - 三、生物体与生物化学的关系 26

第二章 糖化学

- 第一节 概述 30
 - 一、定义与组成 30
 - 二、分类 30
 - 三、功能 31
 - 拾零 糖生物学 32
 - 拾零 能源甘蔗与燃料乙醇 32
- 第二节 单糖 33
 - 一、单糖的结构、构型与构象 33
 - 拾零 糖结构研究的开拓人 33
 - 二、自然界存在的重要单糖及其衍生物 41

录

- 三、单糖的重要物理化学性质 43
- 第三节 寡糖 47
 - 一、定义 47
 - 二、功能 47
 - 三、结构和性质 48
 - 四、自然界存在的重要寡糖 48
- 第四节 多糖 50
 - 一、概述 50
 - 二、淀粉与糖原 52
 - 三、纤维素与半纤维素 55
 - 拾零 生物制浆 56
 - 四、壳多糖与脱乙酰壳多糖 56
 - 五、黏多糖(糖胺聚糖) 57
 - 六、糖缀合物 57
- 第五节 糖的分析和分离 59
 - 一、寡糖的分析分离 60
 - 拾零 糖芯片 62
 - 二、多糖的分析分离 62
- 第三章 蛋白质化学 65
 - 第一节 蛋白质的概念、分类和功能 66
 - 一、蛋白质的概念 66
 - 二、蛋白质的分类 66
 - 三、蛋白质的功能 67
 - 拾零 蛋白质的研究简史 69
 - 第二节 蛋白质的分子组成 69
 - 一、组成蛋白质分子的基本单位——氨基酸 69
 - 拾零 氨基酸与心脑血管病 74
 - 二、肽键与肽 85
 - 拾零 多肽与 SARS 病毒 89
 - 第三节 蛋白质分子的结构 89
 - 一、蛋白质的构象和维持构象的作用力 89
 - 二、蛋白质的一级结构 91

三、蛋白质的三维构象	91	拾零 抗体酶的发现	139
四、蛋白质结构与功能的关系	97	第二节 酶的命名和分类	139
第四节 蛋白质结构的测定与多肽的 人工合成	100	一、酶的命名	139
一、一级结构的研究方法	100	二、酶的分类	140
二、研究蛋白质构象的方法	105	第三节 酶的结构与功能	142
三、肽的人工合成	107	一、酶的活性部位	143
拾零 蛋白质结构分析方法赢得 诺贝尔化学奖	109	二、酶活性的调节控制和调节酶	144
第五节 蛋白质的理化性质	109	三、酶分子的修饰与改造	147
一、蛋白质的胶体性质	109	拾零 酶分子的体外定向进化	149
二、蛋白质的酸碱性质	109	拾零 模拟酶	150
三、蛋白质的沉淀反应	110	第四节 酶的作用机理	150
四、蛋白质的变性和复性	112	一、酶的催化作用与分子 活化能	150
拾零 吴宪与第一个蛋白质变性 理论	114	二、与酶的高效率有关的因素	151
拾零 蛋白质折叠与“构象病”	114	三、与酶的专一性有关的假设	154
五、蛋白质的颜色反应	114	第五节 酶促反应动力学	155
第六节 氨基酸及蛋白质的分析和 分离	115	一、化学动力学	155
一、氨基酸的分析分离	115	二、影响酶促反应速率的因素	155
二、蛋白质的分离和纯化	118	第六节 酶的活力测定和分离纯化	164
三、蛋白质的定量检测	124	一、酶活力的测定	164
四、蛋白质的纯度分析	126	二、酶的分离纯化	166
第七节 蛋白质组学的理论与进展 概要	127	第七节 酶的应用及其固定化	168
一、蛋白质组学的基本概念	127	一、酶在食品工业中的应用	168
二、蛋白质组学的研究方法	128	二、酶在医药工业中的应用	170
拾零 “人类蛋白质组计划” 简介	130	三、酶在能源、化工和轻工业 中的应用	171
第八节 蛋白质的生物信息学简介	131	四、酶的固定化应用	173
一、蛋白质生物信息学的内容	131	拾零 交联酶	175
二、生物信息学的网上资源	131	拾零 辅酶的固定化	176
第四章 酶化学	134	第五章 核酸化学	178
第一节 酶的概述	135	第一节 核酸的概念、分类和功能	179
一、酶和一般催化剂的比较	135	一、核酸的发现	179
二、酶作为生物催化剂的特性	135	二、核酸组分的研究	179
拾零 非水介质中的酶促反应	137	三、核酸生理功能的发现	180
三、酶的化学本质	138	四、核酸的概念和分类	180
		拾零 肽核酸	181
		第二节 核酸的组成及分子结构	181
		一、戊糖	182

二、碱基	182	和辅酶 I、辅酶 II	218
三、核苷	184	五、维生素 B ₆ 和磷酸吡哆醛、 磷酸吡哆胺	219
四、核苷酸	186	六、维生素 B ₇ (生物素)	220
五、核酸	189	七、维生素 B ₁₁ (叶酸) 和 四氢叶酸	220
第三节 DNA 的结构	191	八、维生素 B ₁₂ 和 B ₁₂ 辅酶	221
一、DNA 的一级结构	192	九、维生素 C	223
二、DNA 的二级结构	192	十、硫辛酸	224
拾零 生命为何偏爱螺旋?	198	第三节 脂溶性维生素	225
三、DNA 的三级结构	198	一、维生素 A	225
四、DNA 与基因组	199	二、维生素 D	226
第四节 RNA 的结构	199	三、维生素 E	228
一、RNA 的一级结构	199	四、维生素 K	229
二、RNA 的高级结构	201	拾零 关于维生素的工业化 生产	231
三、其他 RNA	203	第四节 激素化学概述	231
拾零 RNA 干扰的发现	203	一、激素的一般概念	231
第五节 核酸的理化性质和核酸的 分离、分析	204	二、激素的分类	232
一、核酸的理化性质	204	第五节 主要的脊椎动物激素	232
二、核酸的分离	205	一、下丘脑激素	232
三、核酸的分析	206	二、垂体激素	233
四、核酸序列的研究方法	207	三、甲状腺激素	235
第六节 核酸的应用研究	209	四、胰腺激素	237
一、人类基因组计划	209	五、肾上腺激素	238
二、分子杂交	210	六、性激素	239
三、小 RNA 和微小 RNA	210	七、前列腺素	240
四、反义 RNA	211	拾零 胰岛素失控可以导致糖 尿病	241
第六章 维生素和激素化学	213	第六节 激素的作用机理和调节 机制	241
第一节 维生素概述	214	一、激素作用的特点	241
一、维生素的概念及其重要性	214	二、激素与受体的相互作用	242
二、维生素的命名和分类	214	三、含氮激素的作用机理	242
拾零 维生素发现与研究历程	214	四、固醇类激素的作用机理	246
第二节 重要的水溶性维生素	215	五、激素体系的反馈调节	247
一、维生素 B ₁ 和焦磷酸硫胺素	215	第七节 昆虫激素和植物激素	247
二、维生素 B ₂ 和黄素单核苷酸、 黄素腺嘌呤二核苷酸	216	一、昆虫激素	247
三、维生素 B ₃ (泛酸) 与 辅酶 A	217	二、植物激素	248
四、维生素 B ₅ (烟酸、烟酰胺)	217		

第七章 脂质和生物膜	250
第一节 脂质的概述	251
一、脂质的概念	251
二、脂质的分类	251
三、脂质的功能	251
第二节 脂质的结构和性质	252
一、脂酰甘油类	252
拾零 人造黄油	254
拾零 肥皂	256
二、磷脂	258
三、萜类和类固醇类	260
四、糖脂和脂蛋白类	263
拾零 饮食与心血管疾病	265
五、蜡	265
第三节 生物膜	265
一、生物膜的化学组成	265
二、生物膜的结构	269
三、生物膜的特征与功能	270
拾零 生物膜的奥秘	273
第八章 代谢总论	275
第一节 生物体的新陈代谢	276
一、新陈代谢的概念	276
二、新陈代谢的类型	276
三、新陈代谢的场所	277
四、新陈代谢的特点	278
五、新陈代谢的阶段	280
六、新陈代谢的研究方法	281
拾零 系统生物学与代谢组学	282
第二节 生物能学	282
一、生物体内的能量	282
二、生物能与生物化学反应的 关系	283
三、能量代谢与高能化合物	288
拾零 ATP 与生物发光	289
第三节 生物氧化	291
一、生物氧化的概述	291
二、线粒体的结构——线粒体内膜 上的 5 个复合体	294

三、线粒体的功能——通过呼吸链 产生 ATP	300
四、氧化磷酸化	303
拾零 世界上最小的分子涡轮 发电机	308
第九章 糖代谢	314
第一节 糖类的降解、吸收和转运	315
一、多糖和寡糖的降解	315
二、糖类的吸收、转运和贮存	318
第二节 糖类的分解代谢	320
一、糖的无氧氧化	320
拾零 糖酵解途径的发现和阐明	320
拾零 乳酸发酵与鳄鱼的行为	326
二、糖的有氧氧化	329
拾零 三羧酸循环的发现	329
三、三羧酸循环中间产物的 回补途径	335
四、糖类的其他代谢途径	337
拾零 Cori 夫妇及糖代谢	340
第三节 糖类的合成代谢	340
一、光合作用	340
二、多糖和寡糖的生物合成	342
三、葡萄糖的生物合成——糖异 生作用(由非糖物质合成葡 萄糖)	343
第四节 糖代谢的调节	345
一、糖酵解作用的调节	345
二、糖异生作用的调节	346
三、三羧酸循环的调节	346
第五节 糖代谢的应用	348
一、糖代谢调节发酵的机理 概述	348
二、厌氧发酵	348
三、好氧发酵	348
四、糖代谢应用的展望	349
第十章 脂质代谢	352
第一节 脂质的降解、吸收和转运	353
一、脂质的降解和吸收	353
二、脂质的转运和贮存	354

第二节 脂质的分解代谢	355
一、脂肪的分解代谢	355
二、磷脂的分解代谢	360
三、胆固醇的转变	361
拾零 胆固醇的功能	362
第三节 脂质的合成代谢	362
拾零 过量摄入脂肪可导致肥胖	362
一、脂肪酸的合成代谢	362
拾零 不饱和脂肪酸的功能和营养 价值	366
二、三酰甘油的合成	366
三、磷脂的合成	367
四、胆固醇的合成	368
第四节 脂质代谢的调节	369
一、激素对脂肪代谢的调节	369
二、脂肪酸代谢的调节	370
三、胆固醇代谢的调节	370
第五节 脂质代谢的应用	371
一、脂质代谢在食品工业中的 应用	371
二、脂肪酸的发酵	371
三、生物柴油的制备	371
拾零 生物柴油的应用和前景	371
第十一章 核酸代谢	373
第一节 核酸降解和核苷酸代谢	374
一、核酸和核苷酸的分解代谢	374
拾零 嘌呤代谢分解异常与痛风症 和自毁容貌症	376
二、核苷酸的合成代谢	378
第二节 DNA 的生物合成	385
一、DNA 的复制	385
拾零 真核生物的端粒和端粒酶	394
二、DNA 的损伤与修复	394
三、逆转录	394
拾零 逆转录酶的发现	395
第三节 RNA 的生物合成	397
一、催化 RNA 合成的模板和酶	397
二、转录过程	400

三、转录后修饰加工	405
拾零 潜移默化 父子登科	407
拾零 脱氧核酶	409
四、RNA 的复制	409
第四节 核酸代谢的调节	410
一、核苷酸生物合成的调节	410
二、原核生物基因的转录调控	410
三、真核生物基因的转录调控	413
四、转录调控的其他机制	414
拾零 RNA 干扰: 诺贝尔奖背后 的故事	417
拾零 核糖开关——细胞代谢的 精细调控机制	417
第十二章 蛋白质代谢	420
第一节 蛋白质的降解、吸收和转运	421
一、蛋白质的降解	421
拾零 溶酶体与疾病	422
拾零 死亡标签——泛素	423
二、蛋白质的吸收和转运	424
第二节 氨基酸的分解	424
一、氨基酸的分解作用	425
二、尿素的形成	431
拾零 尿素循环的发现	431
三、氨基酸碳骨架的氧化途径	433
四、由氨基酸衍生的其他重要 物质	436
第三节 氨基酸的合成	437
一、氨基酸合成的共同途径	437
二、个别氨基酸的合成	437
第四节 蛋白质的合成	443
一、遗传密码	443
拾零 基因密码的破译	444
二、蛋白质合成的分子基础	445
三、蛋白质的合成——翻译	447
四、蛋白质的运输及翻译后修饰	451
拾零 信号肽的发现	453
第五节 蛋白质代谢的调节	455
一、鸟氨酸循环的调节	455

第七章	二、氨基酸生物合成的调节	455
第十三章	代谢调节综述	460
拾零	长期营养不良的人为什么 会全身浮肿?	462
拾零	“有氧运动”和“无氧运动” 中能量代谢的途径有哪些 不同?	462
第一节	酶的调节	462
一、	通过控制酶的生物合成调节 代谢	462
二、	通过控制酶活性调节代谢	463
三、	代谢的单向性和多酶系统对代谢 的调节	465
四、	酶的隔离分布与集中存在 对代谢的调节	465
拾零	恶性肿瘤晚期病人为什么 极度消瘦?	465
第二节	细胞水平调节	466
三、	生物膜的转运蛋白	470
拾零	细胞膜上的通道蛋白	473
第八章	代谢总论	475
第一节	生物膜转运蛋白	476
一、	新陈代谢和细胞色素	476
二、	新陈代谢和细胞色素	476
三、	新陈代谢和细胞色素	477
四、	新陈代谢和细胞色素	478
五、	新陈代谢和细胞色素	480
六、	新陈代谢和细胞色素	481
七、	新陈代谢和细胞色素	482
八、	新陈代谢和细胞色素	483
九、	新陈代谢和细胞色素	484
十、	新陈代谢和细胞色素	485
十一、	新陈代谢和细胞色素	486
十二、	新陈代谢和细胞色素	487
十三、	新陈代谢和细胞色素	488
十四、	新陈代谢和细胞色素	489
十五、	新陈代谢和细胞色素	490
十六、	新陈代谢和细胞色素	491
十七、	新陈代谢和细胞色素	492
十八、	新陈代谢和细胞色素	493
十九、	新陈代谢和细胞色素	494
二十、	新陈代谢和细胞色素	495

一、	细胞膜结构对代谢的调节	466
二、	蛋白质定位对于代谢的调节	466
第三节	激素水平调节	467
一、	激素通过对酶活性的影响调节 代谢	467
二、	激素通过对酶合成的诱导作用 调节代谢	469
第四节	神经水平调节	469
一、	神经调节的作用	469
二、	神经调节的方式	470
第五节	代谢调节理论在实践中 的应用	470
一、	反义核酸的应用	470
二、	发酵过程代谢的控制	471
三、	次级代谢产物的利用	471
参考文献		474
索引		476
四、	糖类的其他代谢途径	337
五、	脂类的代谢	340
六、	氨基酸的代谢	340
七、	核苷酸的代谢	340
八、	维生素的代谢	340
九、	矿物质的代谢	340
十、	水与电解质的代谢	340
十一、	氧气的代谢	340
十二、	二氧化碳的代谢	340
十三、	氮的代谢	340
十四、	硫的代谢	340
十五、	磷的代谢	340
十六、	钾的代谢	340
十七、	钠的代谢	340
十八、	钙的代谢	340
十九、	镁的代谢	340
二十、	铁的代谢	340
二十一、	铜的代谢	340
二十二、	锌的代谢	340
二十三、	硒的代谢	340
二十四、	碘的代谢	340
二十五、	氟的代谢	340
二十六、	氯的代谢	340
二十七、	溴的代谢	340
二十八、	砷的代谢	340
二十九、	汞的代谢	340
三十、	铅的代谢	340
三十一、	镉的代谢	340
三十二、	铊的代谢	340
三十三、	钡的代谢	340
三十四、	铷的代谢	340
三十五、	铯的代谢	340
三十六、	锶的代谢	340
三十七、	钇的代谢	340
三十八、	锆的代谢	340
三十九、	铈的代谢	340
四十、	镧的代谢	340
四十一、	铈的代谢	340
四十二、	镧的代谢	340
四十三、	铈的代谢	340
四十四、	镧的代谢	340
四十五、	铈的代谢	340
四十六、	镧的代谢	340
四十七、	铈的代谢	340
四十八、	镧的代谢	340
四十九、	铈的代谢	340
五十、	镧的代谢	340

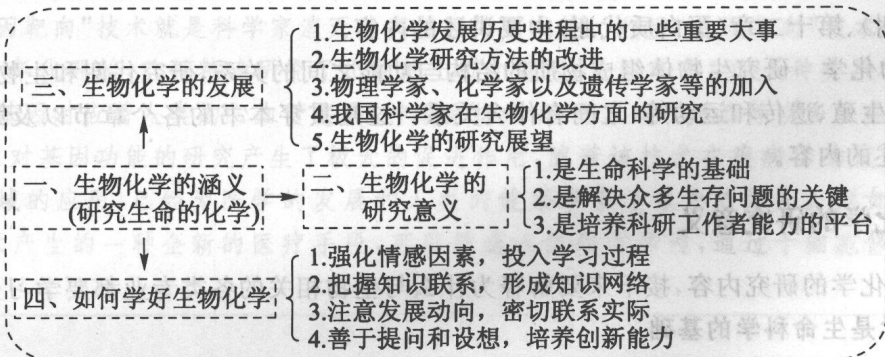
绪论

打开本书,你一定最想知道这本书讲什么(What)?为什么要学(Why)?怎样学更有效率(How)?

生命丰富多彩,奥妙无穷。人类因为具有生命,充满了对生命本质探索的渴望、对健康体魄的追求、对丰富物质资源的憧憬以及对舒适生活环境的向往。

生物化学是研究生命现象的化学本质及其变化规律的一门科学,学好它将会为生命现象和生命本质的解析奠定坚实的基础。

【本章知识网络】



一、生物化学的涵义

人类是地球上最高等的生物。我们每天从环境中摄取各种营养物质,这些物质在体内发生着复杂的变化,最终以代谢废物的形式排出体外。那么人为什么需要这些物质?它们在生物体内发生着怎样的化学变化?这就是生物化学的研究范畴。

1. 生物化学的定义

生物化学(biochemistry)就是生命的化学。它是以生物体为研究对象,利用物理、化学或生物学的原理和方法,了解生物体的物质组成、结构以及物质和能量在体内的化学变化过程;同时研究这些化学变化与生物的生理机能和外界环境的关系,从分子水平探讨和揭示生命的奥秘。

2. 生物化学的研究内容

生物化学传承着生物学最基本的结构与功能相互适应的观点,主要从三个方面讲述生命现象的化学本质和变化规律。

① 静态生物化学 研究内容包括:生物体是由哪些物质组成的?它们的结构和性质如何?这是本书的第二章(糖化学)、第三章(蛋白质化学)、第四章(酶化学)、第五章(核酸化学)、第六章(维生素和激素化学)和第七章(脂质和生物膜)中要讲述的内容。

② 动态生物化学 研究内容包括:生物体的组成物质在体内发生怎样的变化?其变化过程如何?该过程中能量又会发生怎样的转变?这是本书第八章(代谢总论)、第九章(糖代谢)、第十章(脂质代谢)、第十一章(核酸代谢)、第十二章(蛋白质代谢)中要讲述的内容。

③ 功能生物化学 研究生物体组成物质的结构与功能之间的关系,研究代谢和生物功能与复杂的生命现象(如生长、生殖、遗传和运动等)之间有什么关系。这是贯穿本书的各个章节以及第十三章(代谢调控综述)中要讲述的内容。

二、生物化学的研究意义

明确了生物化学的研究内容,接下来要解释为什么与生物相关的各类专业都要学习生物化学。

1. 生物化学是生命科学的基础

生物学的研究是从器官水平、组织水平、细胞水平直到分子水平等微观方向上不断发展的。当研究进入到分子和原子领域后,就需要依托先进的生物化学(以及相关的物理学)理论和技术,实现对生命现象中最前沿问题的探讨。

例如,蛋白质是构成生物体的重要大分子,它在催化生物体的化学反应、实现物质的跨膜转运、调节生物体的新陈代谢、参与机体的免疫活动等方面均起到重要作用。在对蛋白质深入分析研究的过程中,利用生物化学方法和一些其他手段,首先将其提取、分离和纯化,再利用核磁共振(nuclear magnetic resonance, NMR),荧光光谱(fluorescence spectroscopy, FS),圆二色性(circular dichroism, CD)等技术分析蛋白质分子的结构,从而进一步研究其功能。这样,就可以对各种生命现象,包括生长发育和繁殖、遗传和变异、生理和病理、生命起源和生物进化等进行深入的探讨。

2. 生物化学是解决众多生存问题的关键

众所周知,人类社会的发展在带给人们丰富物质和精神享受的同时,也带来了危机,向全人类提出挑战。人口恶性膨胀、疾病危害、粮食不足、资源和能源短缺、环境污染等已经成为制约人类生存与发展的一系列重大问题,而生物化学研究的不断发展为解决这些问题提供了关键的技术和方法。

(1) 为疑难疾病的诊治服务

2000年6月26日,科学家们成功地排列出人体全部基因组顺序的工作草图,并于2003年4月14日完成全部基因组测序,发现人体全部基因由31亿个化学符号拼合成人体DNA。该计划完成以后,将为人类了解自身,研究生命的本质,为诊断和治疗遗传疾病打下坚实的基础。当疾病发生时,首先了解到底是

哪个基因出了问题,然后对其进行基因治疗。基因疗法对大多数疾病都有潜在的治疗能力,或能影响其疗效。因为几乎所有疾病都是部分或全部起源于一种或多种非正常的基因,一种基因的缺损有可能导致4000多种疾病。

2007年度诺贝尔生理学或医学奖授予美国科学家 M. R. Capecchi, O. Smithies, 英国科学家 M. J. Evans, 因为他们在“涉及胚胎干细胞和哺乳动物 DNA 重组方面有一系列突破性发现”, 并由此提出了一种称为“基因打靶”的强有力技术。利用该项技术, 科学家们可以搜索某一基因(如致病基因), 并准确地对它们进行各种操作(如使致病基因失活), 从而起到研究基因功能、治疗疾病等作用。

2007年新春伊始, 韩国京畿道利川 Mgen 研究所诞生了10头特殊的小猪。这些小猪是该研究所克隆的、携带人类组织相容性白细胞抗原基因(HLA-G)的猪妈妈产下的后代。有了这种基因, 就可以产生能分泌人类胰岛素的胰岛细胞, 能为糖尿病患者提供无免疫排斥反应的胰岛素分泌细胞, 提高先天性糖尿病患者的胰岛素分泌量, 达到治疗糖尿病的目的。因此这些小猪成为给韩国生物产业带来希望的新年“福猪”。

拾零 “基因靶向”技术

细胞中的脱氧核糖核酸(DNA)能够与外源性 DNA 的同源序列发生重组, 根据这一性质, 可以定向改造生物的某一基因, 该技术即为“基因靶向”。打个形象的比喻, 科学家就像战场上的狙击手, 准确无误地消灭致病基因是他们的重要任务, 而武器上的瞄准镜是狙击手的最好帮手, “基因靶向”技术就是科学家消灭致病基因的瞄准镜。利用“基因靶向”技术, 科学家们从20世纪80年代开始, 已经精确研究了小鼠的上万个基因, 并培育了500多种变异小鼠。这些小鼠的变异基因对应着人类的心血管疾病、神经系统疾病、糖尿病和癌症等众多疑难杂症。“基因靶向”技术对基因功能的研究产生了极大的促进作用, 随着该技术在疾病动物模型建立、基因治疗等领域的应用, 已经为医学的发展和人类的健康带来了很大的好处。例如, 通过“基因靶向”技术产生的一种全新的医疗手段, 可以筛选人体病变基因, 通过干细胞修复受损组织或器官。

(2) 为解决粮食不足、能源及资源危机服务

截至2005年6月, 世界人口已经接近65亿, 专家预测, 到2025年全球人口将达80亿(新增的15亿主要集中在发展中国家), 这样粮食消耗必然激增。增加粮食产量, 不可能寄希望于耕地面积的无限扩大。利用基本的生物化学原理, 选育高产高效的转基因作物, 是实现这一目标的有效措施, 将能缓解人口增长与粮食匮乏的矛盾。例如, 目前全球大规模商业化种植的转基因作物中, 占主导地位的是大豆、玉米、棉花、油菜等。但由于世界各国对转基因技术的谨慎态度, 作为世界最主要粮食作物的水稻, 其转基因品种和种植面积仍然很少。研究表明, 如果转基因水稻得以大面积推广, 将使我国水稻年产量增长2%~10%, 农药使用量、农民劳动量显著减少。如果我国的转基因水稻和转基因棉花一起上市, 到2010年, 预测将会使我国消费者获得价值42亿元的实惠。但这有待于进一步利用高科技现代化技术进行新产品的开发。

煤炭和石油等化石燃料属于不可再生资源, 在世界范围内已告严重短缺。生物乙醇作为生物新能源的一种重要形式, 在世界许多国家受到了高度的重视。2004年4月, 加拿大著名的生物技术公司Iogen, 利用一些微生物, 以稻草和木屑等纤维类物质为原料, 制备纤维素乙醇, 成为工业生物技术的一个新里程碑。据估计, 生物乙醇可以减少约80%的温室气体排放量。来自美国能源部(department of energy, DOE)的一份研究报告中预计, 2010年全球生物乙醇的使用量有望达到40亿加仑, 到2020年这一数量有望超过95亿加仑(1加仑=4.546 dm³)。

可见, 生物化学知识为解决人类众多生存问题提供了有力帮助。

3. 生物化学是培养科研工作者能力的平台

虽然生物化学中大量的基础知识使得该门学科显得内容繁杂,枯燥乏味。但如果能够深入挖掘知识的内在联系、开阔思路、寻找生物化学知识与现实生活的关系,不仅会使知识变得容易掌握,还会使该门课程成为能力培养的平台。

(1) 培养记忆能力

在生物化学的学习中,必须牢记许多概念和定义才能领会和贯通其他的相关知识。如在蛋白质化学的学习中,必须将有关氨基酸的知识牢固记忆,才能进一步了解蛋白质的性质、提取和分离,进而为学习蛋白质代谢等内容提供坚实的基础。

对于大量和枯燥的有关氨基酸的内容,初学者可能感到困难。这里推荐尝试用“奇幻联想法”进行基础知识的记忆。“奇幻联想法”是对识记材料人为地制造一些奇特的形象和谐音,使材料变得生动有趣,使学习者印象深刻。例如,20种氨基酸的名称、三字母简称、一字母简称等在记忆过程中就有60项记忆内容。但我们如果用奇幻联想法记忆,就会简单很多。下面主要利用拼音和英文单词,列举部分例子:

工人们三次(Three)去苏州(苏氨酸, Thr, T),学习关于连续的(Serial)丝怎样织成丝绸(丝氨酸, Ser, S),并通过对丝绸染色技术的研究,试着(Try)给乌鸦(W, 拼音声母)上色(色氨酸, Try, W)。

拾零 奇幻联想法

脑科学的研究表明,人的大脑分为左右两个半球,左半部分是所谓的逻辑半球;右半部分为形象半球,左右脑的协调使用,将比两个半球单独使用的效率高几倍甚至更多。同时脑科学家们非常重视大脑的“边缘系统”在学习中的作用,因为这里是人的情感中心,而大脑中处理记忆存储的部分与此密切相连。

奇幻联想法是在脑科学研究的基础上形成的一种有效的记忆和理解知识的方法,它使识记材料形象生动,充分利用了右脑的功能;同时这些形象的材料可以产生快乐的学习情绪,也就充分发挥了“边缘系统”的作用。该方法人为地制造识记材料的奇象和谐音,产生联想,以便帮助人们记忆。其主要特点是奇幻,即在制造奇象和谐音的联想时,尽可能使之荒诞强烈、新颖独特、鲜明生动,即便是违背逻辑、超脱现实也可以,这样更能给记忆者留下深刻的印象。进行奇幻联想之后,在大脑中就会产生奇象,它们是大脑对感知过的事物加工夸大,或缩小变换、扭曲丑化,或虚构奇形怪相的改造和修饰后,在脑海里产生的一种鲜明可见、生动强烈、印象深刻的形象,这些形象非常有利于记忆。

(2) 培养思维能力

思维是思索与判断的过程。它主要包括分析、综合、比较、抽象、概括和具体化等。

例如通过对葡萄糖有氧分解知识的学习,即可很好地锻炼分析和综合能力。先明确整体的代谢反应过程,即 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O$, 可见该反应式与体外燃烧葡萄糖是基本一致的,但中间过程要复杂得多;然后针对上式提出问题:各种反应物反应场所在何处?各发生哪些变化?各种生成物通过哪些步骤、在哪里形成?接下来对与葡萄糖有氧分解相关的四个基本过程①糖酵解,②丙酮酸脱羧,③三羧酸循环,④电子传递链进行深入理解;最后回到总反应式,总结开始提出的几个问题。

(3) 培养创新能力

创新能力是人们革旧布新、创造新事物、形成新理论的能力。糖酵解途径的阐明,可以成为培养创新能力的恰当素材。1896年 H. Buchner 和 E. Buchner 制备酵母的无细胞提取物,以便有可能用于治疗疾病,为了保证该提取物的无毒无害,他们用蔗糖代替酚进行防腐,结果得到了惊人的结果:酵母汁迅速将蔗

糖发酵产生酒精,这一发现证实了“发酵的作用可以在活细胞之外进行”,推翻了1860年L. Pasteur所断言“发酵作用绝对离不开活细胞”的观点。该实例告诉我们,要敢于创新,敢于向权威的观点挑战,这样才会有新的突破,进而推动科学的发展。

三、生物化学的发展

自1833年,A. Payen发现了第一种酶即淀粉酶后,生物化学才为人所知。但在此之前,大量的与生命科学有关的研究和成果为生物化学理论的提出奠定了坚实的基础。

1. 生物化学发展历史进程中的一些重要大事

1783年,A. Lavoisier 和 P. S. Laplace 发表了关于“动物热”的理论,通过定量的燃烧试验和呼吸试验,彻底推翻了“燃烧说”,为生命过程中氧化理论的提出奠定了基础;

1828年,F. Wöhler 以无机化合物氰化铵合成了有机化合物尿素;

1833年,A. Payen 从麦芽的水抽提物中用乙醇沉淀得到第一个酶——淀粉酶;

1869年,F. Miescher 发现了遗传物质核酸(见第五章核酸化学第一节);

1896年,Buchner 兄弟发现了无细胞体系中的发酵作用(见第九章糖代谢第二节);

1926年,O. H. Warburg 发现了呼吸作用的关键酶——细胞色素氧化酶;

1929年,G. Embden, O. Meyerhof 和 J. Parnas 解释了糖酵解的作用机理(见第九章糖代谢第二节);

1937年,H. A. Krebs 解释了柠檬酸循环的过程(见第九章糖代谢第二节);

1953年,J. D. Watson 和 F. Crick 提出了DNA的三维结构模型(见第五章核酸化学第三节);

1961年,F. Jacob 和 J. L. Monod 提出了基因调控的操纵子学说(见第十一章核酸代谢第四节);

1970年,H. Smith 发现了限制性核酸内切酶(见第十一章核酸代谢第一节);

1973年,S. Cohen 和 P. Boyer 建立了DNA重组技术;

1985年,建立了聚合酶链(式)反应(PCR)技术;

1996年,I. Wilmut 完成了首例克隆动物——绵羊“多莉”;

2000年,完成人类基因组工作框架图(见第五章核酸化学第六节);

2001年,人类在干细胞研究方面取得了重大突破;

2005年,人类X染色体基因测序完成,发现微小RNA(miRNA)对基因表达的调节作用(见第十一章核酸代谢第三节)。

拾零 重组DNA之父

1972年11月,在夏威夷举办的关于细菌质粒会议上,P. Boyer谈到的研究成果是使用限制性内切酶将DNA进行特定的切割;而S. Cohen则谈到了他分离的质粒,该质粒上具有抗生素的基因,并可以整合到大肠杆菌体内实现基因的表达。会后,他们一拍即合,决定进行合作研究。不久,他们利用P. Boyer的限制性内切酶EcoRI,对S. Cohen提纯的两种大肠杆菌质粒进行特异性切割、连接,使二者形成了一个重组质粒,然后将重组质粒转移到大肠杆菌体内,实现了重组质粒基因的表达,这项研究成果于1973年11月发表。第二年,他们又将接入非洲爪蟾基因的质粒整合到宿主菌中,实现了亲缘关系较远的物种之间的基因转移。受该技术成果的启示,1976年,28岁的R. Swanson投资与P. Boyer成立了Genentech公司,并在次年成功地在大肠杆菌中表达人类生长激素抑制素。接下来的几年里,Genentech公司又生产出了人胰岛素、生长素、干扰素,使人们看到了基因工程强大的生命力和广泛的应用价值,S. Cohen和P. Boyer也被称为重组DNA之父。