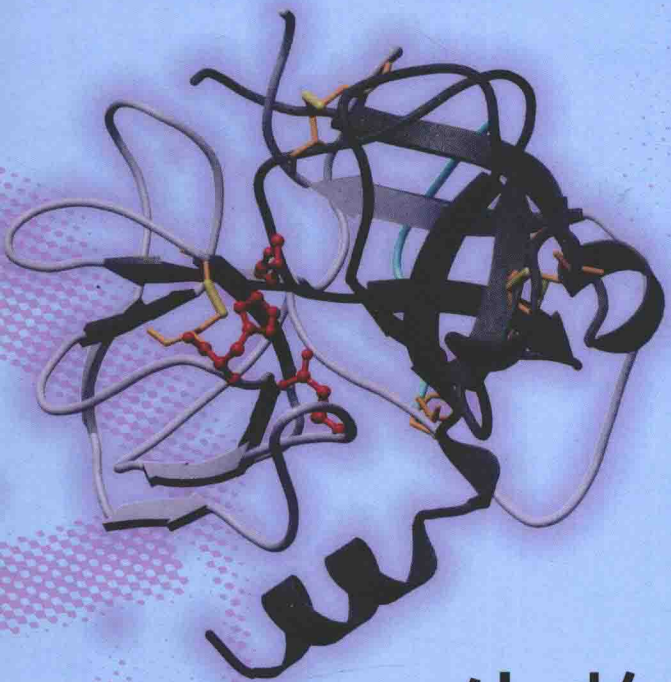




iCourse · 教材
生物技术与生物工程系列



生物化学 (第2版)

.....
Biochemistry
(2nd Edition)

主编 董晓燕

高等教育出版社



生物化学 (第2版)

Biochemistry

(2nd Edition)

主 编 董晓燕

副主编 贾长虹 李 春

编 者 (按姓氏拼音排序)

常丽新(华北理工大学生命科学学院)

财音青格乐(天津大学化工学院)

丁存宝(华北理工大学生命科学学院)

董晓燕(天津大学化工学院)

黄 鹤(天津大学化工学院)

贾长虹(华北理工大学生命科学学院)

李 春(北京理工大学生命科学与技术学院)

李炳志(天津大学化工学院)

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)

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)

余林玲(天津大学化工学院)

张 麟(天津大学化工学院)

张根林(石河子大学化学化工学院)

内容提要

本书是“高等学校生物技术与生物工程专业精品资源共享课及系列教材”建设项目成果之一。主要以高等院校相关工科类专业的学生为对象,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。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与生物化学的关联,以利于工科专业学生对生物学基础知识与生物化学知识的贯通理解。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导图;为了拓宽读者的知识面和引发其学习兴趣,在书中正文相关位置引入了“拾零”并添加了知识拓展、科技视野、科学史话及难点解析等数字课程资源;将每章小结、教学课件及课外阅读材料等以网上更多资源的形式给出。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。适用于高等院校相关工科类专业的本科和研究生教学使用,也可供教师、研究生和科技工作者自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学 / 董晓燕主编. --2版. --北京:高等教育出版社, 2015.9

iCourse 教材·生物技术与生物工程系列

ISBN 978-7-04-043728-7

I. ①生… II. ①董… 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208739号

ShengWuHuaXue

项目策划 吴雪梅 王莉 单冉东

策划编辑 王莉 高新景 责任编辑 高新景 封面设计 王凌波 责任印制 张泽业

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
印刷 三河市潮河印业有限公司
开本 889mm×1194mm 1/16
印张 27.75
字数 780千字
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>
版 次 2010年2月第1版
2015年9月第2版
印 次 2015年9月第1次印刷
定 价 49.90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 43728-00

数字课程(基础版)

生物化学

(第2版)

董晓燕 主编

登录方法:

1. 访问<http://abook.hep.com.cn/43728>, 点击页面右侧的“注册”。已注册的用户直接输入用户名和密码, 点击“进入课程”。
2. 点击页面右上方“充值”, 正确输入教材封底的明码和密码, 进行课程充值。
3. 已充值的数字课程会显示在“我的课程”列表中, 选择本课程并点击“进入课程”即可进行学习。

自充值之日起一年内为本数字课程的有效期
使用本数字课程如有任何问题
请发邮件至: lifescience@pub.hep.cn



iCourse · 教材
生物技术与生物工程系列

生物化学 (第2版)

董晓燕 主编

用户名

密码

验证码

4 5 8 2

进入课程

使用说明

内容介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

生物化学(第2版)数字课程与纸质教材一体化设计, 紧密配合。数字课程涵盖知识拓展、科学史话、科技视野、难点解析、开放性讨论、本章小结、教学课件、视频资料、推荐阅读、参考文献等板块, 充分运用多种形式的媒体资源, 丰富了知识呈现形式。在提升课程教学效果的同时, 为学生学习提供思维与探索的空间。



数字课程网站

网址: <http://abook.hep.com.cn/28392>
<http://abook.edu.cn/28392>

用户名: 输入教材封底的16位明码; 密码: 刮开“增值服务”涂层, 输入16位暗码; 输入正确的验证码后, 点击“进入课程”开始学习。

高等教育出版社

<http://abook.hep.com.cn/43728>

“十二五”期间为高等教育继续深化改革、走以提高质量为核心的内涵式发展道路的关键时期。教育教学改革的核心是课程建设,课程建设水平对教学质量和人才培养质量具有重要影响。2011年10月12日教育部发布了《教育部关于国家精品开放课程建设的实施意见》(教高[2011]8号),开启了信息技术和网络技术条件下校、省、国家三级精品开放课程建设的序幕。作为国家精品开放课程展示、运行和管理平台的“爱课程(iCourse)”网站也逐渐为高校师生和社会公众认知和使用。截至目前,已有2600多门资源共享课和800多门视频公开课在“爱课程(iCourse)”网站上线。

高等教育出版社承担着“‘十二五’本科教学工程”中国国家精品开放课程建设的组织实施和平台建设运营的重要任务,在与广大高校的调研和协作中,我们了解到当前高校的教与学发生了深刻变化,也真切感受到课程和教材建设所面临的挑战和机遇。如何建设支撑学生自主学习和校际共建共享的课程和新形态教材成为现实课题,在教育部高等学校生物技术、生物工程类专业教学指导委员会的指导下,结合我社2009年以来在数字课程建设上的探索和实践,我们提出了“高等学校生物技术与生物工程专业精品资源共享课及系列教材”建设项目,项目建设得到了众多高校的积极响应和广泛参与。2013年5月以来,分别在上海、天津、沈阳、杭州、武汉、无锡、银川等地陆续召开了项目启动会议、主编会议和编写会议。2015年,项目成果“iCourse·教材:生物技术与生物工程系列”陆续出版。

本系列教材涵盖生物技术、生物工程专业15门基础课程及专业课程,在出版形式、编写理念、内容选取和体系编排上有不少独到之处,具体体现在以下几个方面:

1. 采用“纸质教材+数字课程”的出版形式。纸质教材与丰富的数字教学资源一体化设计,纸质教材内容精炼适当,并以新颖的版式设计和内容编排,方便学生学习和使用;数字课程对纸质教材内容起到巩固、补充和拓展作用,形成以纸质教材为核心,数字教学资源配合的综合知识体系。
2. 创新教学理念,引导自主学习。通过适当的教学设计,鼓励学生拓展知识面和针对某些重要问题进行深入探讨,增强其独立获取知识的意识和能力,为学生自主学习和教师创新教学方法提供支撑。
3. 强调基础与技术、工程应用之间的紧密联系,注重学生应用能力培养。在讲述理论的同时,通过数字课程对学科前沿进展和工程应用案例进行延伸,在概念引入和知识点讲授上也尽量从实际问题出发,这不仅有助于提高学生的学习兴趣,也有助于加强他们的创新意识和创新能力。
4. 教材建设与资源共享课建设紧密结合。本系列教材是对各校精品资源共享课和教学改革成果的集成和升华,通过参与院校共建共享课程资源,更可支持各级精品资源共享课的持续建设。

本系列教材以服务于生物技术、生物工程专业课程教学为核心,汇集了各高校学科专家与一线教师的智慧、经验和积累,实现了内容与形式、教学理念与教学设计、教学基本要求与个性化教学需求,以及资源共享课与教材建设的一体化设计,以期对我国生物技术与生物工程专业教学改革和人才培养产生积极影响。

建设切实满足高等教育教学需求、反映教改成果和学科发展、纸质出版与资源共享课紧密结合的新形态教材和优质教学资源,实现“校际联合共建,课程协同共享”是我们的宗旨和目标。将课程建设及教材出版紧密结

合,采用“纸质教材+数字课程”的出版形式,是一种行之有效的方法和创新,得到了高校师生的高度认可。尽管我们在出版本系列教材的工作中力求尽善尽美,但难免存在不足和遗憾,恳请广大专家、教师和学生提出宝贵意见与建议。

高等教育出版社

2015年6月

第2版前言

生物技术的迅猛发展,催生了全国工科院校广泛开设生物类相关专业及课程。生物化学作为主干课程,已成为工科院校与生物类相关专业课程体系中不可或缺的课程。由于工科类相关专业对生物化学知识要求掌握的范围与一般理科专业相差较大,据此2010年出版了适用于工科院校的《生物化学》教材。教材出版至今,因其内容简洁,框架清晰,可读性强,得到了相关院校的广泛关注和肯定,并获得教育部2011年“普通高等教育精品教材”,2014年被教育部高等学校生物技术、生物工程专业教学指导委员会列为首批“高等学校生物技术与生物工程专业精品资源共享课及系列教材”建设项目。

本书第2版保留了第1版的大部分内容,同时基于“精品资源共享课及系列教材”建设的要求,对某些章节进行了合并和删减,并增加了丰富的网络数字资源。主要修订工作集中在以下五个方面。

1. 对原书的绪论、第一章进行合并和删减

基于目前许多院校已经面向全校或生物技术、生物工程相关专业开设了“普通生物学”或“生命科学导论”等课程,本书将第1版的第一章“生物体与生物化学”知识以更加简练和概括的形式给出,与绪论合并成第一章,这样有利于学生对所学知识形成体系,认识生物化学与生物体的关系。

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,提高分析问题能力和培养创新意识。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,本书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;通过知识导图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,在本书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. 以数字课程资源的形式,引入丰富的课外阅读资料

除保留书中原有的部分“拾零”外,正文相关处还引入了“科学史话”、“知识拓展”、“科技视野”和“难点解析”4个模块的网络数字资源;将原书中的章小结以填空的形式移入数字课程,便于读者自测掌握知识的情况。同时数字课程还加入了开放性讨论、教学课件、视频资料、推荐阅读和参考文献。

5. 增添生物技术近年热点研究内容的介绍

本书部分章节加入了一些最新进展内容,有利于学生了解前沿知识,提高学习兴趣;原书第三章的第七、八节合并,除介绍蛋白质组学的知识外,还简介生物信息学,增加蛋白质分子模拟的基础内容。在第十三章中将原书的第五节内容更新为“代谢调控的应用——合成生物学”。

全书包括十三章的内容,各章的作者如下:第一章,贾长虹、董晓燕;第二章,常丽新;第三章,李春、张根林、张麟;第四章,张根林;第五章,王炳武、丁存宝;第六章,王德培、余林玲;第七章,刘常金;第八章,贾

长虹、丁存宝；第九章，财音青格乐；第十章，乔建军；第十一章，丁存宝；第十二章，张麟；第十三章，黄鹤、李炳志。全书的统稿工作由董晓燕、贾长虹负责完成。

在第2版即将出版之际，作者首先感谢广大读者给予原书的肯定；同时感谢教育部给予的奖励和资助；感谢天津大学及化工学院的支持和资助；另外，在本书的整个修订过程中，得到了高等教育出版社王莉编辑、高新景编辑和各位编者的大力支持和全力协作，在此深表感谢；最后感谢全体编者家属对作者们工作的支持。

纸质教材与数字课程的一体化设计与编写，是本书第一次尝试，期待广大读者给予批评指正。

董晓燕

2014年冬于天津大学

目 录

第一章 绪论	1	二、淀粉与糖原	42
第一节 生物化学的概述	2	三、纤维素与半纤维素	43
一、生物化学的定义	2	四、壳多糖与脱乙酰壳多糖	45
二、生物化学的研究内容	2	五、黏多糖(糖胺聚糖)	46
三、生物化学的研究意义	3	六、糖缀合物	46
四、生物化学的发展	4	第五节 糖的分离与分析	47
拾零 人工遗传物质	5	一、寡糖的分离与分析	47
拾零 绿色荧光蛋白的特点和应用	6	拾零 糖芯片	47
五、如何学好生物化学	7	二、多糖的分离与分析	48
第二节 生物化学与生物体	9	第三章 蛋白质化学	50
一、生物体的物质组成	9	第一节 蛋白质的概念、分类与功能	51
二、生物体的基本结构及功能	11	一、蛋白质的概念	51
三、细胞分裂	16	二、蛋白质的分类	51
第二章 糖化学	19	三、蛋白质的功能	53
第一节 概述	20	第二节 蛋白质的分子组成	54
一、定义与组成	20	一、组成蛋白质分子的基本单位——氨基酸	55
二、分类	20	拾零 氨基酸与心脑血管病	59
三、功能	21	二、肽键与肽	70
拾零 能源甘蔗与燃料乙醇	22	第三节 蛋白质分子的结构	73
第二节 单糖	22	一、蛋白质的构象和维持构象的作用力	73
一、单糖的结构、构型与构象	23	二、蛋白质的一级结构	75
二、自然界存在的重要单糖及其衍生物	31	三、蛋白质的三维构象	75
三、单糖的重要物理化学性质	33	四、蛋白质结构与功能的关系	80
第三节 寡糖	36	第四节 蛋白质结构的测定与多肽的人工合成	83
一、定义	36	一、一级结构的研究方法	83
二、功能	36	二、蛋白质构象的研究方法	89
三、结构与性质	37	三、肽的人工合成	90
四、自然界存在的重要寡糖	37	第五节 蛋白质的物理化学性质	92
第四节 多糖	39	一、蛋白质的胶体性质	92
一、概述	39	二、蛋白质的酸碱性质	92

三、蛋白质的沉淀反应	93	三、酶在能源、化工和轻工业中的应用	151
四、蛋白质的变性和复性	94	四、酶的固定化应用	153
拾零 蛋白质折叠与“构象病”	96		
五、蛋白质的颜色反应	96	第五章 核酸化学	157
第六节 蛋白质及氨基酸的分离与分析	97	第一节 核酸的概述	158
一、蛋白质分离纯化的一般过程	97	一、核酸的研究史	158
二、蛋白质与氨基酸的常用纯化方法	99	二、核酸的概念和分类	159
三、蛋白质的定量检测	105	三、核酸的组成和结构	159
四、蛋白质的纯度分析	107	第二节 DNA 的结构	169
第七节 蛋白质组学与生物信息学简介	108	一、DNA 的一级结构	170
一、蛋白质组学	108	二、DNA 的二级结构	170
拾零 “人类蛋白质组计划”简介	109	拾零 生命为何偏爱螺旋?	173
二、蛋白质生物信息学	110	三、DNA 的三级结构	173
三、蛋白质的分子模拟	110	四、DNA 与基因组	174
第四章 酶化学	113	第三节 RNA 的结构	174
第一节 酶的概述	114	一、RNA 的一级结构	174
一、酶和一般催化剂的比较	114	二、RNA 的高级结构	176
二、酶作为生物催化剂的特性	115	三、其他 RNA	177
三、酶的化学本质	117	拾零 RNA 干扰的发现	178
拾零 抗体酶的发现	118	第四节 核酸的理化性质和核酸的分离、 分析	179
第二节 酶的命名与分类	118	一、核酸的理化性质	179
一、酶的命名	118	二、核酸的分离	180
二、酶的分类	119	三、核酸的分析	181
第三节 酶的结构与功能	122	四、核酸序列的研究方法	182
一、酶的活性部位	122	第五节 核酸的应用研究	184
二、酶活性的调节控制和调节酶	123	一、人类基因组计划	184
三、酶分子的修饰与改造	126	二、分子杂交	185
拾零 模拟酶	129	三、小 RNA 和微 RNA	185
第四节 酶的作用机理	129	四、反义 RNA	186
一、酶的催化作用与分子活化能	129	五、DNA 水凝胶	186
二、与酶的高效率有关的因素	131		
三、与酶的专一性有关的假设	133	第六章 维生素和激素化学	188
第五节 酶促反应动力学	134	第一节 维生素概述	189
一、化学动力学	134	一、维生素的概念及其重要性	189
二、影响酶促反应速率的因素	135	二、维生素的命名和分类	189
第六节 酶的活力测定与分离纯化	144	第二节 重要的水溶性维生素	190
一、酶活力的测定	144	一、维生素 B ₁ 和焦磷酸硫胺素	190
二、酶的分离纯化	145	二、维生素 B ₂ 和黄素单核苷酸、黄素腺 嘌呤二核苷酸	191
第七节 酶的应用及其固定化	148	三、维生素 B ₃ (泛酸) 和辅酶 A	192
一、酶在食品工业中的应用	148	四、维生素 B ₅ (烟酸、烟酰胺) 和辅酶 I、	
二、酶在医药工业中的应用	149		

辅酶 II	192	拾零 肥皂	227
五、维生素 B ₆ 和磷酸吡哆醛、磷酸吡哆胺	193	二、磷脂	229
六、维生素 B ₇ (生物素)	194	三、萜类和类固醇类	231
七、维生素 B ₁₁ (叶酸) 和四氢叶酸	194	四、糖脂和脂蛋白类	233
八、维生素 B ₁₂ 和 B ₁₂ 辅酶	195	五、蜡	236
九、维生素 C	197	第三节 生物膜	236
十、硫辛酸	197	一、生物膜的化学组成	236
第三节 脂溶性维生素	198	二、生物膜的结构	239
一、维生素 A	198	三、生物膜的特征与功能	240
二、维生素 D	199		
三、维生素 E	200	第八章 代谢总论	246
四、维生素 K	201	第一节 生物体的新陈代谢	247
第四节 激素化学概述	203	一、新陈代谢的概述	247
一、激素的一般概念	203	二、新陈代谢的特点	251
二、激素的分类	203	三、新陈代谢的研究方法	252
第五节 主要的脊椎动物激素	204	拾零 系统生物学与代谢组学	253
一、下丘脑激素	204	第二节 生物能学	253
二、垂体激素	205	一、生物体内的能量	253
三、甲状腺激素	207	二、生物能与生物化学反应的关系	255
四、胰腺激素	208	三、能量代谢与高能化合物	259
五、肾上腺激素	209	第三节 生物氧化	262
六、性激素	210	一、生物氧化的概述	262
七、前列腺素	211	二、线粒体的结构——线粒体内膜上的 5 个 复合体	265
拾零 胰岛素失控可以导致糖尿病	212	三、线粒体的功能——通过呼吸链 产生 ATP	271
第六节 激素的作用机理和调节机制	213	四、氧化磷酸化	273
一、激素作用的特点	213	拾零 世界上最小的分子涡轮发动机	278
二、激素与受体的相互作用	213		
三、含氮激素的作用机理	214	第九章 糖代谢	280
四、固醇类激素的作用机理	216	第一节 糖类的降解、吸收和转运	281
五、激素体系的反馈调节	217	一、多糖和寡糖的降解	281
第七节 昆虫激素和植物激素	218	二、糖类的吸收、转运和贮存	285
一、昆虫激素	218	第二节 糖类的分解代谢	285
二、植物激素	218	一、糖的无氧氧化	285
第七章 脂质和生物膜	221	拾零 乳酸发酵与鳄鱼的行为	291
第一节 脂质的概述	222	二、糖的有氧氧化	294
一、脂质的概念	222	三、三羧酸循环中间产物的回补途径	299
二、脂质的分类	222	四、糖类的其他代谢途径	301
三、脂质的功能	222	拾零 Cori 夫妇及糖代谢	304
第二节 脂质的结构和性质	223	第三节 糖类的合成代谢	305
一、脂酰甘油类	223	一、光合作用	305
拾零 人造黄油	226		

二、多糖和寡糖的生物合成	305	一、DNA 的复制	346
三、葡萄糖的生物合成——糖异生作用	306	二、DNA 的损伤与修复	354
第四节 糖代谢的调节	308	三、反转录	355
一、糖酵解作用的调节	308	第三节 RNA 的生物合成	356
二、糖异生作用的调节	309	一、催化 RNA 合成的模板和酶	357
三、三羧酸循环的调节	309	二、转录过程	360
第五节 糖代谢的应用	310	三、转录后修饰加工	365
一、糖代谢调节发酵的机理概述	311	拾零 潜移默化 父子登科	367
二、厌氧发酵	311	四、RNA 的复制	368
三、好氧发酵	311	第四节 核酸代谢的调节	369
四、糖代谢应用的展望	312	一、核苷酸生物合成的调节	369
第十章 脂质代谢	314	二、原核生物基因的转录调控	369
第一节 脂质的降解、吸收和转运	315	三、真核生物基因的转录调控	372
一、脂质的降解和吸收	315	四、转录调控的其他机制	373
二、脂质的转运和贮存	317	第十二章 蛋白质代谢	377
第二节 脂质的分解代谢	317	第一节 蛋白质的降解、吸收和转运	378
一、脂肪的分解代谢	318	一、蛋白质的降解	378
二、磷脂的分解代谢	322	拾零 死亡标签——泛素	379
三、胆固醇的转变	323	二、蛋白质的吸收和转运	380
第三节 脂质的合成代谢	323	第二节 氨基酸的分解	381
一、脂肪酸的合成代谢	323	一、氨基酸的分解作用	381
二、三酰甘油的合成	328	二、尿素的形成	387
三、磷脂的合成	328	三、氨基酸碳骨架的氧化途径	389
四、胆固醇的合成	330	第三节 氨基酸的合成	392
第四节 脂质代谢的调节	331	一、氨基酸合成的共同途径	392
一、激素对脂肪代谢的调节	331	二、氨基酸合成的具体途径	393
二、脂肪酸代谢的调节	331	第四节 蛋白质的合成	395
三、胆固醇代谢的调节	332	一、遗传密码	396
第五节 脂质代谢的应用	332	二、蛋白质合成的分子基础	397
一、脂质代谢在食品工业中的应用	332	三、蛋白质的合成——翻译	399
二、脂肪酸的发酵	332	四、蛋白质的运输及翻译后修饰	403
三、生物柴油的制备	332	拾零 信号肽的发现	405
拾零 生物柴油的应用和前景	333	第五节 蛋白质代谢的调节	407
第十一章 核酸代谢	334	一、鸟氨酸循环的调节	407
第一节 核酸降解和核苷酸代谢	335	二、氨基酸生物合成的调节	407
一、核酸和核苷酸的分解代谢	335	第十三章 代谢调节综述	411
拾零 嘌呤代谢分解异常与痛风症和自毁 容貌症	337	拾零 长期营养不良的人为什么会全身 浮肿?	413
二、核苷酸的合成代谢	339	第一节 酶的调节	413
第二节 DNA 的生物合成	345	一、通过控制酶的生物合成调节代谢	414

二、通过控制酶活性调节代谢	414	二、激素通过对酶合成的诱导作用调节	
三、代谢的单向性和多酶系统对代谢的		代谢	420
调节	416	第四节 神经水平调节	421
四、酶的隔离分布与集中存在对代谢的		一、神经调节的作用	421
调节	416	二、神经调节的方式	421
拾零 恶性肿瘤晚期病人为什么极度消瘦? ...	417	第五节 代谢调控的应用——合成生物学	422
第二节 细胞水平调节	417	一、合成生物学的主要研究内容	422
一、细胞膜结构对代谢的调节	417	二、合成生物学的研究思路	423
二、蛋白质定位对代谢的调节	417		
第三节 激素水平调节	418	索引	426
一、激素通过对酶活性的影响调节代谢	418		



第一章

绪 论

- 生物化学的概述

生物化学的定义；生物化学的研究内容；生物化学的研究意义；生物化学的发展；如何学好生物化学

- 生物化学与生物体

生物体的物质组成；生物体的基本结构及功能；细胞分裂

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）？

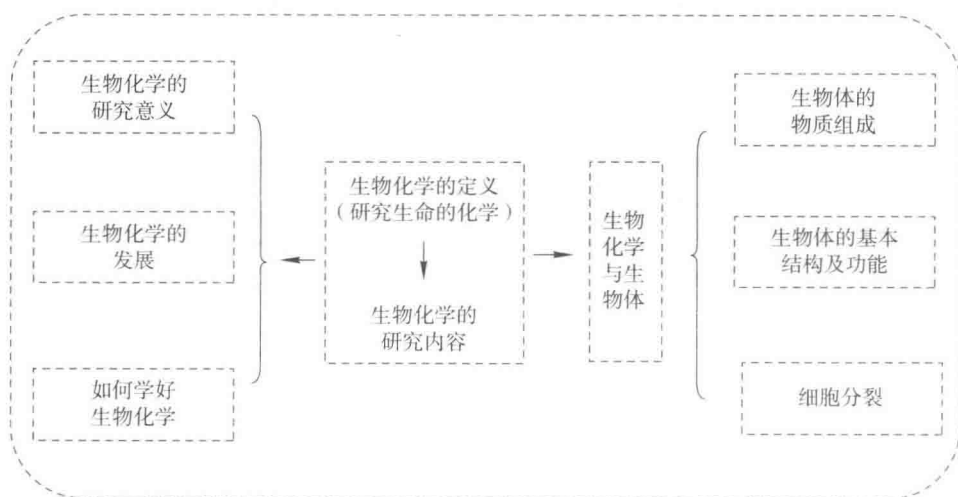
生命丰富多彩，奥妙无穷。人类因为具有生命，充满了对生命本质探索的渴望、对健康体魄的追求、对丰富物质资源的憧憬，以及对舒适生活环境的向往。这些关于生物体的知识都与生物化学密切相关。

学习指南

1. 重点：生物化学的概念、主要研究内容、研究方法；本书内容基本框架的建立；树立学好本门课程信心；建立生物化学与生物体之间的联系。

2. 难点：形成对生物化学研究内容和本书所讲授内容的整体认识。

知识导图



第一节 生物化学的概述

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。

一、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。

二、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？其过程如何？该过程中能量又发生怎样的转变？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）之间的关系。这是贯穿本书的各个章节以及第十三章

(代谢调节综述) 中要讲述的内容。

三、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

生物学的研究从器官水平、组织水平、细胞水平直到分子水平, 向微观方向不断发展。当研究进入到分子和原子领域后, 需要依托先进的生物化学(以及相关学科知识)的理论和技術, 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, 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, 首先将蛋白质提取、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。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日科学家们成功地绘制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而成。该计划完成以后, 将为人类了解自身, 研究生命本质, 为诊断和治疗遗传疾病打下坚实的基础。例如, 当疾病发生时, 首先了解哪个基因出了问题, 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。许多疾病都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4 000多种疾病。

2007年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。

2012 诺贝尔生理学或医学奖授予 John B. Gurdon 与山中伸弥, 以奖励他们发现成熟分化细胞可转化为多能干细胞。他们开创性的发现彻底颠覆了我们关于细胞生长分化的传统观念。

(2) 为解决粮食不足、资源危机服务

截至2013年, 世界人口已经超过70亿, 专家预测, 到2025年全球人口可能超过80亿(新增的人口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, 利用目前广泛研究和应用的转基因技术, 全球大规模商业化种植大豆、玉米、棉花、油菜等。由于各国对转基因技术的谨慎态度, 作为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。但是, 目前对转基因食品的安全性还存在一些争议。

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

科技视野 1-1

基因打靶技术的原理和应用

科技视野 1-2

多能干细胞应用的最新成果

科学史话 1-1

袁隆平及杂交水稻

知识拓展 1-1

转基因食品的原理和安全性

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。来自美国能源部的一份研究报告中预计,到 2020 年全球生物乙醇的使用量有望超过 95 亿加仑(1 加仑 = 3.785 升)。2014 年,全球最大的生物乙醇燃料转化加工基地在哈尔滨市呼兰区正式奠基开工。

3. 生物化学是培养科研工作能力的平台

生物化学中大量的基础知识使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

学习生物化学知识,必须牢记许多概念才能领会和贯通其他的相关内容。如在学习蛋白质化学时,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、提取和分离的方法,进而为学习蛋白质代谢等内容奠定坚实的基础。

对于大量和枯燥的有关氨基酸知识,初学者会感到困难。这里推荐尝试“奇幻联想法”进行记忆。

(2) 培养思维能力

思维是思索与判断的过程,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,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 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O$,认识该反应式与体外燃烧葡萄糖基本一致,但中间过程复杂得多;然后针对上式提出问题:各种反应物分别发生哪些化学变化?反应场所在哪里?各种生成物通过哪些步骤、在哪里形成?接下来理解和学习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;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 制备酵母无细胞提取物,试图用于治疗疾病。为保证该提取物无毒无害,他们用蔗糖代替酚进行防腐,得到了惊人的结果:酵母汁迅速将蔗糖发酵产生乙醇,这一发现证实了“发酵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。

四、生物化学的发展

自 1833 年, A. Payen 首次发现淀粉酶后,生物化学才为人所知。但此前大量与生命科学有关的研究和成果为生物化学的理论奠定了坚实基础。

1. 生物化学发展历史进程中的一些重要事件

1783 年, A. Lavoisier 和 P. S. Laplace 发表了关于“动物热”理论,通过定量燃烧和呼吸实验,彻底推翻了“燃烧说”,为生命过程中氧化理论奠定了基础。

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

知识拓展 1-2
奇幻联想法的应用和
实例