



“十二五”江苏省高等学校重点教材

总主编 姚天扬 孙尔康

生物化学简明教程

主 编 许 伟 邵 荣



“十二五”江苏省高等学校重点教材

编号：2013-2-051

生物化学简明教程

总主编 姚天扬 孙尔康

主 编 许 伟 邵 荣

参 编 (按姓氏笔画为序)

丁 鹤 吕林兰 齐志涛 李海莲

欧江涛 郑 清 封功能 赵云峰

薛 峰

主 审 杨荣武



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物化学简明教程 / 许伟, 邵荣主编. — 南京:
南京大学出版社, 2014. 12
高等院校化学化工教学改革规划教材
ISBN 978-7-305-14626-8

I. ①生… II. ①许… ②邵… 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 (2014) 第 310279 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮编 210093
出版人 金鑫荣

丛 书 名 高等院校化学化工教学改革规划教材
书 名 生物化学简明教程
总 主 编 姚天扬 孙尔康
主 编 许 伟 邵 荣
责任编辑 揭维光 吴 汀 编辑热线 025-83686531

照 排 江苏南大印刷厂
印 刷 常州市武进第三印刷有限公司
开 本 787×960 1/16 印张 20 字数 437 千
版 次 2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-14626-8
定 价 39.00 元

网 址: <http://www.njupco.com>
官方微博: <http://weibo.com/njupco>
官方微信号: njupress
销售咨询热线: (025)83594756

* 版权所有, 侵权必究
* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

编委会

- 总主编** 姚天扬(南京大学) 孙尔康(南京大学)
- 副总主编** (按姓氏笔画排序)
- | | |
|-------------|---------------|
| 王 杰(南京大学) | 左晓兵(常熟理工学院) |
| 石玉军(南通大学) | 许兴友(淮阴工学院) |
| 邵 荣(盐城工学院) | 周诗彪(湖南文理学院) |
| 郎建平(苏州大学) | 钟 秦(南京理工大学) |
| 赵宜江(淮阴师范学院) | 赵 鑫(苏州科技学院) |
| 姚 成(南京工业大学) | 姚开安(南京大学金陵学院) |
| 柳闽生(南京晓庄学院) | 唐亚文(南京师范大学) |
| 曹 健(盐城师范学院) | |

编 委 (按姓氏笔画排序)

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 马宏佳 | 王济奎 | 王龙胜 | 王南平 |
| 许 伟 | 朱平华 | 华万森 | 华 平 |
| 李 琳 | 李心爱 | 李巧云 | 李荣清 |
| 李玉明 | 沈玉堂 | 吴 勇 | 汪学英 |
| 陈国松 | 陈景文 | 陆 云 | 张莉莉 |
| 张 进 | 张贤珍 | 罗士治 | 周益明 |
| 赵朴素 | 赵登山 | 宣 婕 | 夏昊云 |
| 陶建清 | 缪震元 | | |

序

教材建设是高等学校教学改革的重要内容,也是衡量教学质量提高的关键指标。高校化学化工基础理论课教材在近几年教学改革中取得了丰硕成果,编写了不少有特色的教材或讲义,但就其内容而言基本上大同小异,在编写形式和介绍方法以及内容的取舍等方面不尽相同,充分体现了各校化学基础理论课的改革特色,但大多数限于本校自己使用,面不广、量不大。由于各校化学基础课教师相互交流、相互讨论、相互学习、相互取长补短的机会少,各校教材建设的特色得不到有效推广,不能实施优质资源共享;又由于近几年教学经验丰富的老师纷纷退休,年轻教师走上教学第一线,特别是江苏高校广大教师迫切希望联合编写有特色的化学化工理论课教材,同时希望在编写教材的过程中,实现教师之间相互探讨教学,既能实现优质资源共享,又能加快对年轻教师的培养。

为此,由南京大学化学化工学院姚天扬、孙尔康两位教授牵头,以地方院校为主,自愿参加为原则,组织了南京大学、南京理工大学、苏州大学、南京师范大学、南京工业大学、南京邮电大学、南通大学、苏州科技学院、南京晓庄学院、淮阴师范学院、盐城工学院、盐城师范学院、常熟理工学院、淮海工学院、淮阴工学院、江苏第二师范学院、南京大学金陵学院、南理工泰州科技学院等18所江苏省高等院校,同时吸收了解放军第二军医大学、湖北工业大学、华东交通大学、湖南文理学院、衡阳师范学院、九江学院等6所省外院校,共计24所高等学校的化学专业、应用化学专业、化工专业基础理论课一线主讲教师,共同联合编写“高等院校化学化工教学改革规划教材”一套,该系列教材包括《无机化学(上、下册)》、《无机化学简明教程》、《有机化学(上、下册)》、《有机化学简明教程》、《分析化学》、《物理化学(上、下册)》、《物理化学简明教程》、《化工原理(上、下册)》、《化工原理简明教程》、《仪器分析》、《无机及分析化学》、《大学化学(上、下册)》、

《普通化学》、《高分子导论》、《化学与社会》、《化学教学论》、《生物化学简明教程》、《化工导论》等 18 部。

该系列教材适合于不同层次院校的化学基础理论课教学任务需求,同时适应不同教学体系改革的需求。

该系列教材体现如下几个特点:

1. 系统介绍各门基础理论课的知识点,突出重点,突出应用,删除陈旧内容,增加学科前沿内容。
2. 该系列教材将基础理论、学科前沿、学科应用有机融合,体现教材的时代性、先进性、应用性和前瞻性。
3. 教材中充分吸取各校改革特色,实现教材优质资源共享。
4. 每门教材都引入近几年相关的文献资料,特别是有关应用方面的文献资料,便于学有余力的学生自主学习。

该系列教材的编写得到了江苏省教育厅高教处、江苏省高等教育学会、相关高校化学化工系以及南京大学出版社的大力支持和帮助,在此表示感谢!

该系列教材已被评为“十二五”江苏省高等学校重点教材。

该系列教材是由高校联合编写的分层次、多元化的化学基础理论课教材,是我们工作的一项尝试。尽管经过多次讨论,在编写形式、编写大纲、内容的取舍等方面提出了统一的要求,但参编教师众多,水平不一,在教材中难免会出现一些疏漏或错误,敬请读者和专家提出批评和指正,以便我们今后修改和订正。

编委会

2014 年 5 月于南京

前 言

生物化学是研究生命的化学组成及其在生命活动中变化规律的一门学科,是生命科学领域重要的基础学科,也是化工和制药类专业本科生的专业基础课之一。通过本课程的学习,要求学生掌握组成生命体的生物大分子的组成、结构与功能,生命活动中发生的化学变化和调控规律,从而掌握生物化学的基础理论、基本知识和基本技能,为学习其他专业基础课和专业课程奠定必要的基础。

本书根据教育部化工与制药类全国教学指导委员会制定的相关专业教学的基本要求编写。在编者的专业背景和多年教学实践经验的基础上,吸收了国内外一些优秀生物化学教材的编写指导思想和具体内容进行编写。突出“适用面广,实用性强;人文色彩,简明扼要;深入浅出,易学好懂”这一指导思想,强调生物化学原理在工科专业中的实际应用,并介绍了生物化学技术的发展趋势及最新成就。通过在每一章的前面引用著名生化科学家的名言,引导学生学习热情,激发其学习兴趣,同时培养其高尚的人文情怀。为了增强学生阅读外文文献的能力,教材中的所有关键词,都采取中英文对照的形式。本教材在章节编排上与以往教材进行了较大的变动,打破以前教材前半部讲生物大分子结构与性质,后半部讲代谢的传统组织方式,将两部分内容进行有机整合,以适应目前教学的需要,能让学生在较短的学时内充分了解并掌握生物化学的总体概况,学习知识更具有系统性。在第二章补充了生物学基础知识,将高中学习的内容与大学课程更好的进行衔接。在教材内容上,强调了生物化学原理及技术工业上的应用,增加了工业应用的实例。

本教材在编写过程中力求突出内容简明扼要,强调知识的应用,教材中相关的应用实例可帮助学生理解和掌握生化原理。教材概念清晰、层次分明、阐述简洁易懂,具有很强的实用性和可读性。

经过全体编者一年多的艰苦努力,从教材编写纲要的讨论、各章节材料的组织、应用实例的精心选择、图片的制作、修改及最后多次校对,都凝聚了全体编者的心血。参加编写的主要人员为盐城工学院富有多年教学经验的教师(按姓氏拼音排序):丁鹤、封功能、李海莲、吕林兰、欧江涛、齐志涛、邵荣、许伟、薛峰、赵云峰、郑清。南京大学杨荣武教授主审全书。

鉴于编者的水平和能力有限,书中的疏漏及不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正,我们将在教学及研究过程中不断修正并完善。

编 者

2014年6月

目 录

第 1 章 绪 论	1
§ 1.1 生物化学的内涵	1
1.1.1 生物化学的概念	1
1.1.2 生物化学研究的内容	2
1.1.3 生物化学的分类	3
§ 1.2 生物化学发展简史	3
1.2.1 静态生物化学时期	3
1.2.2 动态生物化学时期	5
1.2.3 分子生物化学时期	5
§ 1.3 我国在生物化学领域的成就	6
§ 1.4 为什么要学习生物化学	7
1.4.1 生物化学与其他学科的关系	7
1.4.2 生物化学的主要应用领域	9
阅读材料	10
相关链接	11
重要名词(中英文)	11
复习题	11
思考题	12
主要参考文献	12
第 2 章 生物学基础知识	13
§ 2.1 生命的起源	13
§ 2.2 生物有机体的单位——细胞	15
2.2.1 细胞的发现	15
2.2.2 细胞学说的创立	16
2.2.3 原核细胞结构与功能	17
2.2.4 真核细胞结构与功能	19

§ 2.3 生物的进化与分类	25
2.3.1 进化学说	25
2.3.2 生物的分类	27
阅读材料	31
相关链接	32
重要名词(中英文)	32
复习题	33
思考题	33
主要参考文献	33
第3章 蛋白质	34
§ 3.1 蛋白质的组成、分类及功能	34
3.1.1 蛋白质的组成	34
3.1.2 蛋白质的分类	35
3.1.3 蛋白质的功能	36
§ 3.2 蛋白质的基本单位——氨基酸	38
3.2.1 氨基酸的结构特点	38
3.2.2 氨基酸的分类	40
3.2.3 氨基酸的主要理化性质	41
§ 3.3 肽	45
3.3.1 肽键	45
3.3.2 肽的结构和命名	46
3.3.3 肽的表示方法	46
3.3.4 肽的理化性质	47
3.3.5 天然存在的重要多肽	48
§ 3.4 蛋白质的结构及其与功能的关系	50
3.4.1 维持蛋白质结构的作用力	50
3.4.2 蛋白质结构	51
3.4.3 蛋白质结构与功能的关系	57
3.4.4 蛋白质结构数据库	59
§ 3.5 蛋白质的分离纯化与表征	60
3.5.1 蛋白质的基本性质	60
3.5.2 蛋白质的分离与纯化	64

§ 3.6 多肽及蛋白质药物的现状与应用	70
3.6.1 多肽及蛋白质药物的种类	70
3.6.2 多肽和蛋白质类药物特点	72
3.6.3 多肽和蛋白质类药物研发技术与方向	72
3.6.4 多肽和蛋白质类药物传输系统的关键问题	73
阅读材料	73
相关链接	75
重要名词(中英文)	75
复习题	76
思考题	76
主要参考文献	76
第4章 酶与辅酶	77
§ 4.1 酶的定义、分类及命名	77
4.1.1 酶的定义、分类	77
4.1.2 酶的命名	79
§ 4.2 酶的化学本质和特性	80
4.2.1 酶的化学本质	80
4.2.2 酶的特性	81
4.2.3 酶的分子结构和活性中心	82
§ 4.3 酶促反应动力学	85
4.3.1 影响酶促反应速率的因素	85
4.3.2 酶的变构效应	93
§ 4.4 酶活力测定	94
4.4.1 酶活力单位	94
4.4.2 酶活力的测定方法	95
§ 4.5 酶的分离、纯化	96
4.5.1 酶的分离	96
4.5.2 酶的纯化	97
§ 4.6 固定化酶	97
4.6.1 固定化酶的制备方法	98
4.6.2 固定化酶的应用	98
§ 4.7 维生素与辅酶	99
4.7.1 维生素的概述	99

4.7.2	脂溶性维生素	100
4.7.3	水溶性维生素与辅酶	103
§ 4.8	重要的工业用酶	109
	阅读材料	110
	相关链接	112
	重要名词(中英文)	112
	复习题	112
	思考题	113
	主要参考文献	113
第5章	代谢总论	114
§ 5.1	分解代谢与合成代谢	114
5.1.1	新陈代谢	114
5.1.2	分解代谢与合成代谢	115
5.1.3	代谢的研究方法	117
§ 5.2	生物氧化和生物能学概述	118
5.2.1	生物氧化概述	118
5.2.2	生物能学概述	119
5.2.3	高能化合物	121
§ 5.3	电子传递和氧化呼吸链	125
5.3.1	呼吸链的概念	125
5.3.2	呼吸链的组成	125
5.3.3	呼吸链中各组分的排列顺序	130
§ 5.4	ATP的生成、储存和利用	131
5.4.1	氧化磷酸化的概念	131
5.4.2	氧化磷酸化的作用机制	132
5.4.3	ATP的储存与利用	138
	阅读材料	139
	相关链接	139
	重要名词(中英文)	139
	复习题	140
	思考题	140
	主要参考文献	140

第 6 章 蛋白质的降解与氨基酸代谢	141
§ 6.1 蛋白酶和蛋白质降解	142
6.1.1 蛋白酶	142
6.1.2 蛋白质的降解	142
§ 6.2 氨基酸的分解代谢	144
6.2.1 氨基酸的脱氨基作用(deamination)	144
6.2.2 氨基酸的脱羧基作用	148
6.2.3 氨的代谢(metabolism of ammonia)	149
6.2.4 α -酮酸的代谢	154
§ 6.3 氨基酸的生物合成	156
6.3.1 氨基酸合成途径的类型	156
6.3.2 氨基酸代谢与一碳单位	158
§ 6.4 利用微生物发酵生产氨基酸产品	161
6.4.1 氨基酸发酵的基本原理	161
6.4.2 氨基酸发酵的基本过程	162
6.4.3 L-谷氨酸的微生物发酵	163
6.4.4 氨基酸发酵菌株的选育方法	164
阅读材料	165
相关链接	166
重要名词(中英文)	166
复习题	166
思考题	166
主要参考文献	167
第 7 章 糖类与糖类代谢	168
§ 7.1 糖的结构与性质	168
7.1.1 单糖(monosaccharide)	169
7.1.2 寡糖(oligo-saccharide)	174
7.1.3 多糖(polysaccharide)	177
7.1.4 糖缀化合物(glycoconjugates)	183
§ 7.2 寡糖和多糖的酶促降解	184
7.2.1 二糖的酶促降解	184
7.2.2 淀粉的酶促降解	185

7.2.3	糖原的酶促降解	185
7.2.4	纤维素的酶促水解	187
§ 7.3	糖的分解代谢	187
7.3.1	糖的无氧分解	187
7.3.2	糖的有氧分解	196
7.3.3	乙醛酸循环(glyoxylate cycle)	203
7.3.4	磷酸戊糖途径(pentosephosphate pathway, PPP)	205
§ 7.4	糖的合成代谢	208
7.4.1	糖原的合成	208
7.4.2	蔗糖的合成	209
7.4.3	淀粉的合成	210
7.4.4	糖异生作用(gluconeogenesis)	211
§ 7.5	利用代谢工程技术发酵生产琥珀酸	214
	阅读材料	215
	相关链接	215
	重要名词(中英文)	215
	复习题	215
	思考题	216
	主要参考文献	216
第 8 章	脂类及其代谢	217
§ 8.1	生物体内的脂类及其功能	217
8.1.1	脂类概念及分类	217
8.1.2	生物体内脂类的功能	222
8.1.3	脂肪酸的分类、命名及性质	223
§ 8.2	脂肪和脂肪酸的分解代谢	224
8.2.1	脂肪的分解代谢	224
8.2.2	脂肪酸的分解代谢	225
§ 8.3	脂类的生物合成	230
8.3.1	甘油三酰的合成代谢	230
8.3.2	磷脂的合成代谢	236
8.3.3	胆固醇的合成代谢	238
§ 8.4	脂肪酸的分离技术及应用	242
	阅读材料	243

相关链接	244
重要名词(中英文)	244
复习题	244
思考题	244
主要参考文献	244
第9章 核酸及其分解代谢	245
§ 9.1 核酸的功能和组成成分	245
9.1.1 核酸的发现和功能	245
9.1.2 核酸的化学组成	246
§ 9.2 核酸的分子结构	250
9.2.1 DNA 一级结构	250
9.2.2 DNA 的高级结构	251
9.2.3 RNA 的结构与功能	256
§ 9.3 核酸的物理化学性质	263
9.3.1 核酸的一般物理化学性质	263
9.3.2 核酸的两性性质及等电点	263
9.3.3 沉降特性	264
9.3.4 核酸的水解	265
9.3.5 紫外吸收性质	265
9.3.6 核酸的变性、复性和杂交	266
§ 9.4 核苷酸的分解	268
9.4.1 嘌呤核苷酸的分解代谢	269
9.4.2 嘧啶核苷酸的分解代谢	271
§ 9.5 核苷酸的合成	273
9.5.1 嘌呤核苷酸的合成代谢	273
9.5.2 嘧啶核苷酸的合成代谢	278
9.5.3 脱氧核糖核苷酸的生物合成	281
§ 9.6 核酸类物质的制备和应用	284
9.6.1 核酸类物质的制备途径	284
9.6.2 工业用 RNA 与 DNA 的提取与制备	284
9.6.3 核苷酸制备	285
9.6.4 外源核酸类物质的应用	287
阅读材料	289

相关链接	289
重要名词(中英文)	289
复习题	290
思考题	290
主要参考文献	291
第 10 章 物质代谢的相互关系和调控	292
§ 10.1 物质代谢的相互关系	292
10.1.1 物质代谢的共同通路	292
10.1.2 糖、脂类和蛋白质代谢的相互联系	293
10.1.3 核酸代谢与其他代谢的关系	294
§ 10.2 代谢的调节	295
10.2.1 细胞水平的调节	295
10.2.2 激素水平的调节	299
10.2.3 整体水平的调节	301
§ 10.3 利用代谢调节生产发酵产品	303
10.3.1 代谢调节发酵	303
10.3.2 柠檬酸发酵	304
阅读材料	304
相关链接	304
重要名词(中英文)	305
复习题	305
思考题	305
主要参考文献	305

名人名言

立志是一件很重要的事情。工作随着志向走，成功随着工作来，这是一定的规律。立志、工作、成功，是人类活动的三大要素。立志是事业的大门，工作是登堂入室的旅程。这旅程的尽头就有个成功在等待着，来庆祝你的努力结果。

——【法国 生物学家】巴斯德

第1章 绪论

要点提示

本章介绍了生物化学的内涵、生物化学发展简史、我国在生物化学领域的成就、生物化学与其他学科的关系及生物化学的应用和展望。重点阐述了生物化学的概念、研究内容以及与物理、化学、生命科学的关系及其在工业、农业和医学领域的应用。

§ 1.1 生物化学的内涵

21世纪是生命科学的时代，而生物化学既是生命科学的基础，也是前沿，它的发展直接影响到生命科学的进展，人类在研究生命的起源、进化、生长发育、疾病等与生命有关的现象，及与生命生存相关的环境、土壤、气候等因素时都离不开对生物化学的应用。近20年来，在生物化学及相关领域作出贡献而获得诺贝尔奖的科学家，占了生理学或医学奖的一半以上及化学奖的三分之一以上。由此可见，生物化学在科学领域中占有重要地位。

1.1.1 生物化学的概念

生物化学(biochemistry)即生命的化学，是运用物理、化学和生物学的理论和方法研究生物体的化学组成、化学变化及其与生命活动关系的科学。因此，生物化学也被称为是研究生命现象化学本质的科学。生命科学是自然科学中最为复杂，和生命活动关系最为密切的科学，而生物化学是生命科学的基础，不论是在传统学科(生理学、遗传学、医学、药学、农学、食品科学、微生物学等)，还是在新兴学科(基因组学、蛋白质组学、分子生物学等)都具有举足轻重的地位。

1.1.2 生物化学研究的内容

生物化学是以生物体(包含动物、植物、微生物和人类)为研究对象,通过研究了解生物体的物质组成、结构和功能,以及在不同的体内、外环境中,这些物质的代谢和能量交换的化学变化过程。因此,生物化学研究的内容主要包括以下几个方面:

1. 生物体的化学组成

地球上的生物体种类繁多,但组成生物体的有机化合物相似,均由 C、H、O、N、P、S 等元素以及少数其他元素组成,这些元素组合构成生物体的水分、无机盐离子和各种有机化合物。其中最重要的有机物是蛋白质、核酸、糖类和脂类。这四大类物质不仅是构成生物体主要的结构材料,还是各种生命活动主要的物质基础,由于这些有机化合物的相对分子质量很大,因此称为生物大分子(biomacromolecules)。此外,生物体内还含有可溶性糖、有机酸、维生素、激素、生物碱、天然肽类以及无机离子等。上述这些物质在不同生物体内的种类和含量有所不同。一般认为,核酸和蛋白质是生物体中最重要的生物大分子。核酸是生物信息的携带者和传递者,它通过控制蛋白质的生物合成决定细胞的类型和功能,蛋白质是细胞结构的主要组成成分,也是细胞功能的主要体现者;以蛋白质为主要成分的酶是催化生物化学反应的催化剂;生物膜系统在细胞分化、物质运输、能量转换及信息传递等方面起着极其重要的作用;糖类和脂类则是细胞主要的能源和碳源。

对以上这些物质的化学组成、结构、性质和功能开展研究,称为静态生物化学。

2. 生物体的代谢和调控

新陈代谢(metabolism)是生命现象最显著的特征,是生命活动的物质基础和推动力,生物体的所有生命现象,都建立在新陈代谢的基础之上,因此对生物体内新陈代谢的研究是生物化学重要的研究内容。新陈代谢即生物体从外界环境摄取营养物质和能量,通过体内的一系列化学变化合成自身的组成物质,即同化作用(assimilation)。同时,生物体内的化学组成物质经过一系列的化学变化可分解为不能利用的废物和热量排出体外,即异化作用(dissimilation),通过同化和异化作用,实现了生物体组成物质的不断自我更新。生物体的新陈代谢过程始终伴随着物质代谢和能量代谢。

新陈代谢是通过大量的生物化学反应来实现的,这些反应在体内酶的催化下,都有其各自的分解和合成途径,在生物体内严密精巧的调节控制系统的调控下,各个途径之间互不干扰,互相配合,协同制约,互相转化,有条不紊地进行。新陈代谢的这种高度精密的调控系统,对生物体正常的生理功能十分重要,因而是生物化学和相关学科竞相研究的热门课题。

研究构成生物体的化学物质在生命活动过程中的分解代谢与合成代谢、相互转化与制约,以及它们在这些代谢过程中的能量转化和调控,称为动态生物化学。