

高职高专系列教材

GAOZHI GAOZHUAN
XILIE JIAOCAI

基础生物化学

JICHU SHENGWU HUAXUE

朱善元 主 编
陆 辉 副主编

中国环境科学出版社

高职高专系列教材

基础生物化学

JICHU SHENGWU HUAXUE

朱善元 主 编
陆 辉 副主编

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

基础生物化学/朱善元主编. —北京: 中国环境科学出版社, 2007.3

(高职高专系列教材)

ISBN 978-7-80209-514-4

I. 基… II. 朱… III. 生物化学—高等学校: 技术学校—教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 024621 号

责任编辑 张玉海 孟亚莉
封面设计 陆 臻 陈 莹

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2007 年 3 月第一版
印 次 2007 年 3 月第一次印刷
印 数 1—3000
开 本 787×960 1/16
印 张 15.5
字 数 287 千字
定 价 25.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

高 职 高 专 系 列 教 材
编 写 委 员 会

北京农业职业学院

赵晨霞 李玉冰 王晓梅 周珍辉

江苏畜牧兽医职业技术学院

葛竹兴 刘 靖 曹 斌 高勤学 朱善元

锦州医学院畜牧兽医学院

曲祖乙 王玉田

黑龙江生物科技职业学院

王 鹏 蔡长霞 马贵民

广西农业职业技术学院

杨昌鹏

杨凌职业技术学院

马文哲

江西生物科技职业学院

徐光龙

上海农林职业技术学院

张 江

高 职 高 专 系 列 教 材

审 读 委 员 会

江苏食品职业技术学院	贡汉坤
杨凌职业技术学院	陈登文 陈淑茗
黑龙江农业经济职业学院	杜广平 张季中
苏州农业职业技术学院	潘文明 夏 红
吉林农业科技学院	孙艳梅
扬州大学兽医学院	秦爱建
复旦大学生命科学学院	黄伟达
中国农业大学实验动物中心	张 冰
中国绿色食品发展中心	张志华
国家环保总局有机食品发展中心	周泽江
江苏省兽药监察所	王苏华
江苏省农业科学院兽医研究所	戴鼎震

前 言

随着现代科技的发展,生物化学已成为生命科学中诸多学科的重要基础与支柱,它与分子生物学一起被看做是 21 世纪生命科学的带头学科,成为高等学校许多相关专业学生必修的基础课程。为了适应高职高专的教学特点,很好地解决生物化学内容多、概念复杂、教师难讲、学生难学的问题,我们根据多年的教学经验,编写了这本《基础生物化学》,在编写中力求把理论内容简化,把复杂概念细化,大量增加每章的复习题,强化对概念的理解。在内容及选材上以“必需、够用”为原则,力求内容精练、简明贴切,注重实用性和针对性,也力求保证其科学性、系统性、先进性及时效性,为培养生产第一线的技能型高级应用人才打下扎实的基础。

本书适合作为高职高专院校的生物技术、畜牧兽医、水产养殖、生物制药、食品加工等专业的学生教材,对医药化工和环境工程等学科的科技人员也有一定的参考价值。

本书由江苏畜牧兽医职业技术学院朱善元任主编,陆辉任副主编,参加编写的人员有朱丽霞、王明珠、王帅兵。由于生物化学是当今最活跃的学科之一,加之时间紧迫,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正,以便再版时修正。

编 者

二〇〇七年二月一日

目 录

绪 论	1
一、生物化学研究的主要内容	1
二、生物化学发展简史	1
三、生物化学与其他学科的关系	2
第一章 蛋白质化学	3
第一节 蛋白质的分子组成	3
一、蛋白质的元素组成	3
二、蛋白质的结构组成单位——氨基酸	3
三、肽	7
第二节 蛋白质的分子结构	8
一、蛋白质的一级结构	8
二、蛋白质的空间结构	9
三、蛋白质的结构与功能的关系	12
第三节 蛋白质的理化性质和分类	13
一、蛋白质的两性解离和等电点	13
二、蛋白质的胶体性质	13
三、蛋白质的沉淀	13
四、蛋白质的变性	14
五、加热凝固	14
六、蛋白质的颜色反应	14
七、蛋白质的分类	15
第四节 离心分离技术和分光光度法检测技术	15
一、离心分离技术	15
二、分光光度法检测技术	16
复习思考题	18

第二章 核酸化学	19
第一节 核酸的化学组成.....	19
一、概念	19
二、分类与分布	19
三、核酸的化学组成	20
第二节 核酸的分子结构.....	24
一、DNA 的一级结构	24
二、DNA 的空间结构	25
三、RNA 的类型和结构	28
第三节 核酸的理化性质.....	31
一、基本性质	31
二、核酸的变性、复性与分子杂交	32
第四节 核酸的化学检测技术.....	33
一、定磷法测定核酸含量	33
二、二苯胺法测定核酸含量	34
复习思考题.....	34
 第三章 酶化学	35
第一节 概述.....	35
一、概念	35
二、酶促反应的特点	35
第二节 酶的结构与功能.....	36
一、酶的分类	36
二、酶的活性中心	37
三、酶原与酶原激活	38
四、同工酶	39
五、变构酶	39
第三节 酶作用的基本原理.....	39
一、酶作用与分子活化能	39
二、中间产物学说	40
三、诱导契合学说	40
第四节 影响酶促反应速度的因素	40
一、底物浓度对酶促反应速度的影响	41
二、酶浓度对酶促反应速度的影响	42

三、温度对酶促反应速度的影响	42
四、pH 对酶促反应速度的影响	42
五、激活剂对酶促反应速度的影响	43
六、抑制剂对酶促反应速度的影响	43
第五节 酶的命名与分类	45
一、酶的命名	45
二、酶的分类	45
第六节 维生素与辅酶	46
一、概述	46
二、脂溶性维生素	47
三、水溶性维生素	48
第七节 蛋白质和酶的检测技术	53
一、蛋白质的检测技术	53
二、酶的检测技术	55
复习思考题	56
 第四章 生物氧化	 58
第一节 概述	58
一、生物氧化的概念	58
二、生物氧化的特点	58
三、生物氧化的方式	59
第二节 生物氧化中二氧化碳的生成	59
一、直接脱羧	59
二、氧化脱羧	59
第三节 线粒体生物氧化体系	60
一、呼吸链及其组成	60
二、线粒体内主要的呼吸链	62
三、胞液中 NADH 的氧化	63
第四节 生物氧化中能量的产生与利用	65
一、高能键与高能化合物	65
二、ATP 的生成及意义	66
三、高能磷酸键的转移、贮存和利用	68
第五节 线粒体外的生物氧化体系	70
一、需氧脱氢酶催化的生物氧化	70

二、加氧酶催化的生物氧化	71
三、过氧化氢酶和过氧化物酶催化的生物氧化	71
四、超氧化物歧酶催化的生物氧化	71
复习思考题	72
第五章 糖代谢	73
第一节 概述	73
一、重要的糖	73
二、糖的生理功能	74
第二节 糖的分解代谢	75
一、糖酵解	75
二、糖的有氧分解	78
三、磷酸戊糖途径	82
第三节 糖原的合成与分解	83
一、糖原的合成	84
二、糖原的分解	86
第四节 糖异生作用	87
一、糖异生作用的途径	87
二、糖异生作用的生理意义	88
第五节 血糖及其调节	89
一、血糖的来源和去路	89
二、血糖浓度的调节	90
第六节 生化实验样品的制备技术	90
一、血液样品	90
二、尿液样品	91
三、组织样品	91
第七节 糖类的化学检测技术	92
复习思考题	92
第六章 脂类代谢	94
第一节 概述	94
一、脂类的概念	94
二、脂类的生理功能	95
三、脂类的消化和吸收	95

四、脂肪的贮存、动员和运输	95
第二节 脂肪代谢	96
一、脂肪的分解代谢	96
二、脂肪的合成代谢	103
第三节 类脂的代谢	109
一、磷脂的代谢	109
二、胆固醇的合成代谢及转化	111
第四节 脂类的化学检测技术	114
一、脂类的化学检测	114
二、脂类的含量测定	115
三、酮体测定	115
复习思考题	115
 第七章 蛋白质的酶促降解和氨基酸代谢	117
第一节 概述	117
一、蛋白质的生理作用	117
二、氮平衡	118
三、必需氨基酸和蛋白质的生物学价值	119
第二节 蛋白质的酶促降解	119
一、蛋白质水解酶	119
二、氨基酸代谢概况	120
第三节 氨基酸的一般分解代谢	121
一、氨基酸的脱氨基作用	121
二、氨的代谢	124
三、 α -酮酸代谢	127
四、脱羧基作用	128
第四节 个别氨基酸代谢	129
一、提供一碳基团的氨基酸代谢	129
二、含硫氨基酸代谢	130
三、芳香族氨基酸的代谢转变	132
第五节 非必需氨基酸的合成代谢	134
一、由 α -酮酸氨基化生成	134
二、由氨基酸之间转变生成	134
第六节 糖、脂类和蛋白质的代谢关系	135

一、相互联系	135
二、相互影响	136
第七节 氨基酸层析技术简介	137
一、分配层析法的一般原理	137
二、氨基酸层析技术	137
复习思考题	138
第八章 核酸的酶促降解及核苷酸代谢	140
第一节 核酸的降解	140
一、核酸外切酶	140
二、核酸内切酶	141
三、核苷酸的降解	141
第二节 核苷酸的分解代谢	141
一、嘌呤核苷酸的分解代谢	141
二、嘧啶核苷酸的分解代谢	143
第三节 核苷酸的合成代谢	144
一、嘌呤核苷酸的合成	144
二、嘧啶核苷酸的合成代谢	146
第四节 核酸的提取和纯化技术	148
一、核酸的提取	148
二、核酸的纯化	149
复习思考题	151
第九章 核酸与蛋白质的生物合成	153
第一节 DNA 的生物合成	153
一、DNA 的复制	153
二、DNA 的损伤和修复	158
三、RNA 指导下的 DNA 合成	159
第二节 DNA 指导下 RNA 的生物合成	159
一、DNA 的转录	159
二、RNA 的转录后加工	161
三、RNA 的复制	163
第三节 蛋白质的生物合成	163
一、蛋白质生物合成的特点	163

二、遗传密码	163
三、tRNA 的作用原理	164
四、核糖体	165
五、蛋白质的生物合成过程	166
第四节 分子生物学基本技术简介	170
一、多聚酶链式反应 (PCR) 技术	170
二、DNA 重组技术	171
复习思考题	175
第十章 物质代谢的调节	176
第一节 概述	176
一、物质代谢调节的生理意义	176
二、物质代谢调节的基本方式	176
第二节 细胞水平的代谢调节	177
一、酶的定位调节	177
二、酶的活性调节	178
三、酶的含量调节	181
第三节 激素对物质代谢的调节	182
一、激素通过细胞膜受体的调节	183
二、激素通过细胞内受体的调节	183
第四节 物质代谢的整体调节	184
复习思考题	185
第十一章 生物化学实验技术及基本技能操作	186
第一部分 生物化学实验基本技能	186
一、实验室规则及常识	186
二、实验室安全及防护知识	187
三、实验用器皿的清洗及洗涤液的配制	189
四、实验室常用仪器的使用	191
五、试剂及试剂配制与保存	195
六、实验记录与实验报告	201
第二部分 生物化学实验技能训练	203
技能训练一 蛋白质等电点的测定	203
技能训练二 双缩脲法测定蛋白质的含量	205

技能训练三	总氮量的测定——凯氏定氮法	207
技能训练四	血清蛋白醋酸纤维薄膜电泳	210
技能训练五	氨基酸的纸层析法分离	212
技能训练六	定磷法测定核酸的含量	214
技能训练七	紫外吸收法测定核酸的含量	217
技能训练八	维生素 C 的定量测定 (2,6-二氯酚靛酚滴定法)	219
技能训练九	影响酶活性的因素	221
技能训练十	血液生化样品的制备	223
技能训练十一	蒽酮比色法测定血糖的含量	226
技能训练十二	动物组织中核酸的提取与鉴定	228
技能训练十三	多聚酶链式反应 (PCR) 及琼脂糖凝胶电泳检测	231

绪 论

【知识目标】

- ❖ 掌握生物化学的概念。
- ❖ 熟悉生物化学研究的主要内容。
- ❖ 了解生物化学发展史及生物化学与其他学科的关系。

生物化学即生命的化学，是运用化学的原理、方法研究生物体的物质组成、结构与功能的关系，以及物质在生命过程中的化学变化的一门科学。它是在分子水平上来研究生命现象和生命本质，阐明生物机体各种生理过程的分子机理。

根据研究对象的不同，可分为动物生物化学、植物生物化学和微生物生物化学，若研究对象涉及整个生物界，则称为普通生物化学。

一、生物化学研究的主要内容

- 生物机体的物质组成、结构、性质及生物学功能，主要包括糖类、脂类、蛋白质、核酸、酶、维生素、激素、抗生素等物质。
- 新陈代谢及其调控。
- 生物体基因的表达及其调控。

二、生物化学发展简史

(1) 叙述生化阶段

从 18 世纪中叶至 20 世纪初是叙述生物化学的阶段。这一阶段主要是研究生物体的物质组成、结构、性质和含量等。本阶段的主要贡献有：① 对脂类、糖类及氨基酸的性质进行了较为系统的研究；② 发现了核酸；③ 化学合成了简单的多肽；④ 在酵母发酵

过程中发现了酶，并认识了酶的化学本质。

(2) 动态生化阶段

20 世纪上半叶是动态生物化学阶段。这一阶段主要研究物质代谢与相关调节。本阶段的主要贡献有：发现了必需氨基酸、必需脂肪酸及多种维生素、多种激素，获得了酶晶体，基本确定了糖酵解、三羧酸循环、脂肪酸 β -氧化、尿素合成途径。

(3) 机能生化阶段

20 世纪下半叶至今，是机能生物化学阶段。这一阶段主要研究生物大分子结构和生理功能之间的关系。本阶段的主要贡献有：① 完成胰岛素的氨基酸序列分析；② DNA 双螺旋结构模型的提出；③ 初步确立了遗传信息传递的中心法则，破译了 RNA 分子中的遗传密码等；④ 建立了重组 DNA 技术、转基因技术、基因剔除技术、基因芯片技术、聚合酶链式反应技术；⑤ 发现了核酶；⑥ 启动了人类基因组计划并完成了人类基因组草图等。

三、生物化学与其他学科的关系

(1) 生物化学与药学

生物化学与药学关系密切，在药物的研究、开发、生产、质量控制、流通监测各环节中，总是与生物化学的相关理论与技术紧密联系。如利用细菌来生产胰岛素、生长素、干扰素等重要药物，利用生物化学的手段可以不断研制具有高效性、长效性的新药，或者改造现有药物的疗效，降低毒副作用。

(2) 生物化学与医学

生物化学是医学的基础。许多疾病的发病机制、诊断和治疗均需利用生物化学的理论和技術。临床上的生化诊断在今天已成为一种不可缺少的诊断方法。

(3) 生物化学与其他科学

把重组 DNA 技术与基因组学、生物信息学相结合，为许多重要的生物分子的设计和创造奠定了基础，这些分子应用到农业、食品、化工、轻工、环境和能源等领域，产生了惊人的经济效益，已形成了一个以基因组学为基础的生命科学工业。

总之，现代生物科学的进展，离不开生物化学，所以当前不仅学习生命科学和农、医等相关学科的学生需要学习生物化学，而且学习化学、物理学等自然科学的学生也要对生物化学有所了解。

第一章 蛋白质化学

【知识目标】

- ❖ 掌握蛋白质分子组成的特点，氨基酸的理化性质，蛋白质的分子结构，蛋白质的理化性质。
- ❖ 熟悉蛋白质的主要生物学功能，氨基酸的结构特点，蛋白质结构与功能的关系。
- ❖ 了解蛋白质的分类。

【能力目标】

- ❖ 离心分离技术，分光光度法检测技术。

第一节 蛋白质的分子组成

一、蛋白质的元素组成

构成蛋白质的基本元素有碳、氢、氧、氮和硫。有些蛋白质含有磷，有些蛋白质还含有铁、铜、锌、锰、钼、钴、锗及硒等微量元素，个别蛋白质含有碘。

各种蛋白质分子中含氮量相对恒定，平均为 16%。可用定氮法测定蛋白质的含量。

样品中蛋白质含量 = 每克样品中的含氮量 $\times 6.25$

二、蛋白质的结构组成单位——氨基酸

(一) 蛋白质的水解

1. 酸水解

常用 4 mol/L 硫酸或 6 mol/L 盐酸，回流煮沸 20 h 左右可使蛋白质完全水解。优点是