

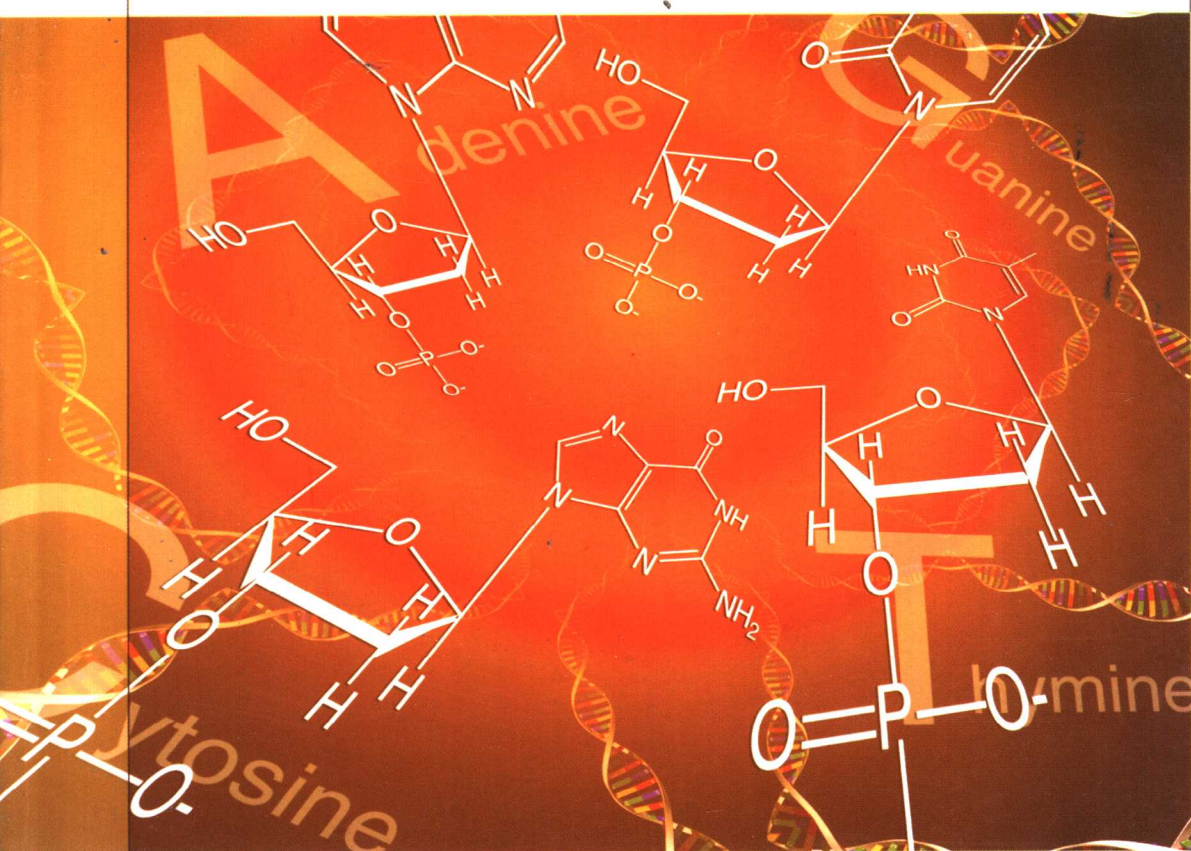


高等职业教育人才培养创新教材出版工程

高职高专生物技术类教材系列

生物化学

■ 主编 李宏高 江建军



 科学出版社
www.sciencep.com

● 高等职业教育人才培养创新教材出版工程

高职高专生物技术类教材系列

生物化学

主编 李宏高 江建军

科学出版社
北京

内 容 简 介

本书内容包括:糖类、蛋白质、酶、维生素、核酸、脂类等主要物质的结构、性质、功能以及在生物技术中的应用,物质代谢及能量代谢的一般规律。本书全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和高级应用型人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。在内容选择和编排顺序上尽可能结合专业实际需要,按照生物化学的体系和规律,力求做到简明扼要,学以致用,并吸收生物新技术,以激发学生对生物化学的学习兴趣。

本书适合高等职业教育生物技术类专业学生选用。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/李宏高,江建军主编. —北京:科学出版社,2004

高等职业教育人才培养创新教材出版工程. 高职高专生物技术类教材系列
ISBN 7-03-013666-7

I. 生… II. ①李… ②江… 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(2004)第 056149 号

责任编辑:沈力匀 / 责任校对:钟 洋
责任印制:安春生 / 封面设计:李凌波

科学出版社出版
北京东城根北街16号

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年8月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2004年8月第一次印刷 印张:17 3/4

印数:1—4 000 字数:333 000

定价:25.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

《高等职业教育人才培养创新教材》 出版工程说明

一、特色与创新

随着高等教育改革的进一步深化,我国高等职业教育事业迅速发展,办学规模不断扩大,办学思路日益明确,办学形式日趋多样化,取得了显著的办学效益和社会效益。

毋庸置疑,目前已经出版的一批高等职业教育教材在主导教学方向、稳定教学秩序、提高教学质量方面起到了很好的作用。但是,有关专家也诚恳地指出,目前高等职业教育教材出版中还存在一些问题,主要是:教材建设仍然是以学校的选择为依据、以方便教师授课为标准、以理论知识为主体、以单一纸质材料为教学内容的承载方式,没有从根本上体现以应用性职业岗位需求为中心,以素质教育、创新教育为基础,以学生能力培养为本位的教育观念。

经过细致的调研,科学出版社和中国高等职业技术教育研究会共同启动了“高等职业教育人才培养创新教材出版工程”。在教材出版过程中,力求突出以下特色:

(1) 理念创新:秉承“教学改革与学科创新引路,科技进步与教材创新同步”的理念,根据新时代对高等职业教育人才的需求,策划出版一系列体现教学改革最新理念,内容领先、思路创新、突出实训、成系配套的高职高专教材。

(2) 方法创新:摒弃“借用教材、压缩内容”的滞后方法,专门开发符合高职特点的“对口教材”。在对职业岗位(群)所需的专业知识和专项能力进行科学分析的基础上,引进国外先进的课程开发方法,以确保符合职业教育的特色。

(3) 特色创新:加大实训教材的开发力度,填补空白,突出热点,积极开发紧缺专业、热门专业的教材。对于部分教材,提供“课件”、“教学资源支持库”等立体化的教学支持,方便教师教学与学生学习。对于部分专业,组织编写“双证教材”,注意将教材内容与职业资格、技能证书进行衔接。

(4) 内容创新:在教材的编写过程中,力求反映知识更新和科技发展的最新动态。将新知识、新技术、新内容、新工艺、新案例及时反映到教材中来,更能体现高职教育专业设置紧密联系生产、建设、服务、管理一线的实际要求。

二、精品与奉献

“高等职业教育人才培养创新教材出版工程”的启动,得到了教育部高等教育司高职高专处领导的认可,吸引了一批职业教育和高等教育领域的权威专家积极参与,共同打造精品教材。其实施的过程可以总结为:教育部门支持、权威专家指导、一流学校参与、学术研究推动。

国内的高等职业院校特别是北京联合大学、天津职业大学以及中国高等职业技术教育研究会的其他副会长、常务理事、理事单位等积极参加本教材出版工程,提供了先进的教学经验,在此基础上出版一大批特色教材。

在教材的编写过程中,得到了许多行业部委、行业协会的支持,对教材的推广起到促进作用。

先进的理念、科学的方法、有力的支持,必然导致精品的诞生。“高等职业教育人才培养创新教材出版工程”主要包括高职高专层次的基础课、公共课教材;各类紧缺专业、热门专业教材;实训教材、引进教材等特色教材;还包含部分应用型本科层次的教材。根据我们的规划,下列教材即将与读者见面:

(一) 高职高专基础课、公共课教材

- (1) 基础课教材系列
- (2) 公共选修课教材系列

(二) 高职高专专业课教材

- (1) 紧缺专业教材
 - 软件类专业系列教材
 - 数控技术类专业教材
 - 汽车类专业教材
 -
- (2) 热门专业教材
 - 电子信息类专业教材
 - 交通运输类专业教材
 - 财经类专业教材
 - 旅游类专业教材
 - 生物技术类专业教材
 - 食品类专业教材
 - 精细化工类专业教材
 - 广告类专业教材
 - 艺术设计类专业教材
 -

(三) 高职高专特色教材

——高职高专院校实训教材

——国外职业教育优秀教材

.....

(四) 应用型本科教材系列

.....

欢迎广大教师、学生在使用中提出宝贵意见,以便我们改进教材出版工作、提高质量。

中国高等职业技术教育研究会

科学出版社

前 言

目前我国生物技术飞速发展,而国内尚缺一套适合高职学生使用的《生物化学》教材,为此,我们在科学出版社和全国轻工职业教育生物技术专业教学指导委员会的组织下编写了这本教材。本书可以作为高等职业教育生物技术类专业两年制和三年制专科、五年制高职教材,亦可作为成人教育的教材以及普通高等院校生物技术类专业学生、生物技术工作人员、生产人员的参考书。

本教材在内容选择和编排顺序上尽可能结合生物技术专业实际需要,按照生物化学的体系和规律,力求做到简明扼要、由浅入深、循序渐进、学以致用。每章后设置了本章小结,部分章节内容中还增加了实例分析以激发学生对生物化学的学习兴趣,同时也有助于教师进行启发教学。

本书主要内容包括:糖类、蛋白质、酶、维生素和辅酶、核酸、脂类等主要物质的结构、性质、功能以及在生物技术中的应用;物质代谢和能量代谢的一般规律。全书通过对动态生物化学变化规律的阐述以说明生物机体所需主要物质的代谢变化机理;通过对信息分子代谢的阐述,以奠定将来对生物技术的研发和新产品的开发所必需的理论基础;书中还专门设置了实验内容,使学生做到边学边练,理论联系实际。

生物化学内容十分广泛,新的理论与研究与日俱增,因此,不可能在有限的篇幅里得以全面介绍。为此,本书除注意精选内容外,力求概念清晰、准确,语言文字简练、易懂,图文并茂、形象、直观等。

全书由陕西科技大学职业技术学院李宏高和四川工商职业技术学院江建军担任主编。参加本书编写的人员如下:第2~4章、附录由陕西科技大学职业技术学院李宏高编写;绪论、第6~8章由四川工商职业技术学院江建军编写;第1章、第9章由广西职业技术学院李晓华、漯河职业技术学院李文典编写;第5章、第10章由长春职业技术学院张彤编写;第11章由陕西科技大学职业技术学院王艳编写。江建军和李宏高共同负责最后的统稿工作。

本书在编写过程中得到科学出版社沈力匀、全国轻工职业教育指导委员会主任陆寿鹏和陕西科技大学职业技术学院、四川工商职业技术学院、广西职业技术学院、长春职业技术学院等领导的大力支持,同时还引用和参考了部分编者的资料,在此,一并表示衷心感谢。由于编者学识水平有限,错误在所难免,恳请读者指正,并提出修改意见,以便进一步修改。

编 者

目 录

绪论	1
第 1 章 糖的结构与功能	6
1.1 概述	6
1.2 单糖	7
1.3 寡糖	14
1.4 多糖	15
1.5 复合糖	23
本章小结	25
思考题	25
第 2 章 蛋白质	26
2.1 概述	26
2.2 氨基酸	29
2.3 蛋白质的分子结构	44
2.4 蛋白质分子结构与功能的关系	54
2.5 蛋白质的性质	56
2.6 蛋白质的制备与测定	66
2.7 贮藏和加工对蛋白质性质的影响	69
本章小结	71
思考题	73
第 3 章 酶	74
3.1 概述	74
3.2 酶的分类和命名	76
3.3 酶的化学本质与组成	79
3.4 酶的催化特性	81
3.5 酶的结构与功能的关系	83
3.6 酶的作用机制	86
3.7 酶促反应的速度和影响反应速度的因素	90
3.8 酶活力测定	99
3.9 酶的制备及保存	103
3.10 酶的应用	105

3.11 固定化酶·····	113
本章小结·····	116
思考题·····	118
第4章 维生素和辅酶·····	119
4.1 概述·····	119
4.2 水溶性维生素和辅酶·····	120
4.3 其他辅酶和辅基·····	134
4.4 脂溶性维生素·····	137
本章小结·····	142
思考题·····	143
第5章 核酸·····	144
5.1 概述·····	144
5.2 核酸的组成·····	146
5.3 核酸的结构·····	151
5.4 核酸的性质·····	155
5.5 核酸研究与生物技术的关系·····	159
本章小结·····	161
思考题·····	161
第6章 代谢与生物氧化总论·····	162
6.1 新陈代谢·····	162
6.2 合成代谢·····	163
6.3 分解代谢·····	164
6.4 代谢中的能量物质·····	164
6.5 生物氧化·····	167
本章小结·····	172
思考题·····	172
第7章 糖代谢·····	174
7.1 糖酵解·····	174
7.2 葡萄糖的有氧分解——三羧酸(TCA)循环·····	179
7.3 磷酸戊糖途径·····	185
本章小结·····	188
思考题·····	188
第8章 脂类及其代谢·····	189
8.1 脂类·····	189
8.2 甘油三酯的分解代谢·····	191

8.3 甘油三酯的合成代谢	195
本章小结	200
思考题	200
第9章 氨基酸代谢	201
9.1 蛋白酶类及蛋白质的酶促降解	201
9.2 氨基酸的一般代谢	202
9.3 发酵生产谷氨酸的生物化学机理	210
9.4 糖、脂肪、蛋白质代谢的相互转化	213
本章小结	215
思考题	215
第10章 信息分子代谢	216
10.1 DNA的生物合成	216
10.2 RNA的生物合成	223
10.3 蛋白质生物合成过程	226
10.4 基因突变和DNA损伤与修复	235
10.5 基因工程	237
本章小结	241
思考题	242
第11章 实验	243
11.1 氨基酸的分离鉴定——单向纸层析法	243
11.2 甲醛滴定法测定氨基氮	245
11.3 蛋白质含量测定——微量凯氏定氮法	247
11.4 蛋白质的两性解离与等电点	250
11.5 可溶性蛋白质含量的测定	252
11.6 血清蛋白醋酸纤维薄膜电泳	254
11.7 α -淀粉酶的活力测定方法	256
11.8 酶的基本性质	258
11.9 固定化酵母细胞及蔗糖酶的检测	262
11.10 酵母RNA的提制	263
参考文献	265
附录	266
1. 常用生物化学名词的缩写	266
2. 生物化学网上资源	272

绪 论

1. 生物化学的定义

生物化学是研究生命的化学,是研究生物体的化学组成和生命过程中的化学变化与能量变化的科学。其内容包括生物体内的各种化学物质的结构和功能,以及生物体内的新陈代谢及其调控。可以说,生物化学研究的是生命现象的化学本质,一切与生命有关的化学现象都是生物化学的研究对象。

2. 生物化学的发展历史

生物化学是随着人们对生命现象的研究逐渐发展的。早在史前,人类就已经在生产、生活和医疗等方面积累了许多与生物化学有关的实践经验。我们的祖先早在公元前 22 世纪就知道用谷物酿酒;公元前 12 世纪就会制酱、制饴糖;中医很早以前就用车前子、杏仁等中草药治疗脚气病;用猪肝治疗夜盲症;用鸡内金治疗消化不良。

18 世纪,化学家拉瓦锡通过对燃烧和呼吸的研究,发现了生物氧化作用,舍勒发现了柠檬酸、苹果酸等代谢中间物。这可以看作生物化学的萌芽。进入 19 世纪后,自然科学,特别是物理学、化学和生物学的发展,促进了生物化学的发展。此时生物化学被称为生理化学,其研究中心在德国。李比希是生理化学的奠基人,并于 1842 年提出“新陈代谢”一词。1877 年,德国医生霍佩·赛勒首次提出“生物化学”一词,并使之成为一门独立的科学。19 世纪的研究主要是对生物体内各种化学组分的分离提纯,得到了蛋白质、核酸等物质。

20 世纪后,生物化学得到了突飞猛进的发展,其研究成果之多使人们应接不暇。这种局面的出现与实验技术的进步和相关学科的帮助是分不开的。层析、电泳和超速离心机的应用使分离提纯快速而精确;结构化学和 X 射线晶体学在生物大分子的结构研究中发挥了巨大的作用;荧光分析和同位素示踪显示了代谢过程和酶促反应机制;电镜和计算机也极大地促进了生物化学的发展。1926 年分离出脲酶结晶,1953 年发现 DNA 双螺旋结构和测定胰岛素一级结构,是生物化学的重要发现。

我国的生物化学是与世界先进水平较接近的一门科学,我国著名生物化学家

吴宪(1893~1959年),堪称中国生物化学的奠基者。他在血液分析、蛋白质变性、食物营养和免疫化学等四个领域都做出了重要贡献,并培养了许多生物化学家。

1965年合成结晶牛胰岛素,1983年合成酵母丙氨酸 tRNA,是中国生物化学研究的重要成就,也是我国生物科学对世界生物科学的重大贡献。

3. 生物化学与其他科学

生物化学的研究成果表明不同的生命形式之间有着相同的化学本质。比如,所有的生命体内的蛋白质都是由完全相同的 20 种氨基酸构成的,而在核酸中编码每一个氨基酸的密码也是完全相同的。这就像全世界的人都使用同一种语言一样,表明它们来自共同的祖先。现在,所有的生物学家已经达成共识,只有从分子水平上研究生命,把生命过程当作化学反应来研究,才能发现生命的本质规律。因此,生物化学的理论和方法已经被所有生命科学采用;生物化学的知识也成为生命科学的基础。同时,其他学科的发展也提供了生物化学研究的素材和知识,促进了生物化学的发展。

20 世纪初,生命科学分科很细,各学科之间界限分明,都有各自的理论、方法和研究领域。而现在,大家有了共同语言,出现了许多交叉学科,如分子生理学、分子免疫学、分子药理学等,都以分子为研究对象;一些老的学科,如动物学、植物学等,也都会用到生化知识。在医学上,生物化学可协助肿瘤、糖尿病等代谢疾病的诊断和治疗,大脑的功能和一些疾病的化学基础已有初步结果,脑细胞的再生也因一些生长因子的发现而成为可能,神经生物学的研究也到了分子水平。在将来,生物工程的成果将大大促进医药、食品、畜牧、农业等行业的发展。而其他学科的发展也必将促进生物化学的发展。

生物化学既是由多学科共同孕育形成并发展起来的边缘学科,又是生物及医、农各学科必不可少的基础学科;既是在理论和技术方面都有很大影响的带头学科,又是涉及面很广的应用学科。无论就其在自然科学中的地位来看,还是从其在国民经济建设中的作用来看,都是十分重要的一门科学。正如 1953 年 Watson 和 Crick 提出 DNA 分子双螺旋结构模型对生物学、遗传学、医学、农学从理论到实践所产生的深刻影响那样,生物化学研究成果的意义远远超出对生命本身的认识。

4. 生物化学主要内容及我国近期发展重点

生物化学从大的方面可分为两大主要部分:静态生物化学和动态生物化学。

静态生物化学研究生物体的化学组成、结构。特别是生物分子及其组合体的化学与三维结构的研究,以及结构与功能之间的关系。

动态生物化学主要研究生物体内各种物质的化学变化和能量变化的规律。特别是生物体与外界的物质交换过程,生物体内的物质代谢与能量代谢,生物遗传的

分子基础与代谢调节等。

以上两大部分是相互联系的,并且是通过生物化学理论与实验技术的结合推动生物技术发展的。

对生物工程来说,可以从下述几个方面认识生物化学的基础性和实用性。

生物工程包括发酵工程、细胞工程、酶工程和基因工程四大板块。这些板块之间既有独立性又有联系,但它们都是建立在生物化学的基础上的。

(1) 生物化学是发酵工程必不可少的基础。发酵工程是用工程手段大规模培养微生物,利用其代谢活动积累发酵产品,进而进行分离提取的工业生产。工程设备和微生物菌种是构成发酵工程技术的基本要素。微生物代谢和代谢产物的分离提取是发酵工程的基本生产过程。因此,学习生物化学,研究微生物的代谢规律及生理特点,了解积累发酵产品的最佳条件及产品的理化性质和分离纯化方法,才能成功地指导发酵生产。不同微生物,同样是利用淀粉质原料进行发酵,为什么酒精酵母产生酒精,乳酸细菌产生乳酸,黑曲霉又产生了柠檬酸?在有氮源供应的前提下,为什么有的微生物代谢糖质原料能产生并积累谷氨酸,而另一些微生物代谢烃类也能积累谷氨酸?诸如这类问题,都需要通过对其生物化学的研究,解释现象,阐明代谢规律。更重要的是,还要利用这些代谢规律,设计超常积累产品的技术措施。

(2) 生物化学是细胞工程的重要基础。细胞工程就是利用细胞的全能性,采用组织与细胞培养技术对动物、植物进行修饰,为人类提供优良品种、产品和保存珍贵物种。细胞工程主要包括体细胞融合、核移植、细胞器摄取和染色体片段的重组等。而这些修饰、重组的基础就是生物化学。

(3) 生物化学更是酶工程和基因工程的基础。酶工程就是利用酶催化的作用,在一定的生物反应器中,将相应的原料转化成所需要的产品。它是酶学理论与化工技术相结合而形成的一种新技术。基因工程的核心技术是 DNA 的重组技术,也就是基因克隆技术。重组,顾名思义,就是重新组合,即利用供体生物的遗传物质,或人工合成的基因,经过体外或离体的限制酶切割后与适当的载体连接起来形成重组 DNA 分子,然后在将重组 DNA 分子导入到受体细胞或受体生物构建转基因生物,该种生物就可以按人类事先设计好的蓝图表现出另外一种生物的某种性状。20 世纪 70 年代以来,以酶工程技术、DNA 重组技术为代表的分子水平上的生物化学成就,正在使生物工程产业工程发生令人振奋的根本性变革。

显而易见,生物工程与生物化学的关系是多么密切。不研究生物化学就不能推动生物技术进步。

生物化学现在研究前沿内容有以下几种:

(1) 蛋白质三维结构与功能关系的研究:重点在于完整、精确、动态地测定蛋白质在溶液和晶体状态下的三维结构,并分析与其功能的关系。

(2) 蛋白质折叠的研究:主要包括生物体内新生肽链的折叠和体外变性蛋白的重折叠,以及以氨基酸序列知识为基础的蛋白质构象预测。

(3) 多肽工程和蛋白质工程:主要包括通过有控制的基因修饰和基因合成,对现有蛋白质和多肽加以定向改造,同时设计并最终生产比自然界已有的性能更加优良、更加符合人类需要的蛋白质和多肽。

(4) 核酸的结构与功能研究:包括 tRNA 结构与功能、核糖体的结构与功能、DNA 的复制、RNA 的翻译、酶活性 RNA 的结构与功能、snRNA 的结构与功能研究。对反义核酸及酶活性 RNA 的应用研究。

(5) 蛋白质功能的研究:包括酶促作用,受体识别,分子间专一性结合的机理,信息通过受体本身或通过分子间的作用而传递的机理。20 世纪 80 年代以来,酶学中具有突破性进展的是酶活性 RNA 和抗体酶的发现。酶结构与功能的研究中有效的方法是蛋白质工程和一些物理技术,如荧光淬灭、核磁共振等,已经可以描绘出酶蛋白的立体构象。固定化酶和生物传感器的研究已经产生了巨大的效益。酶学研究包括三个部分:基础酶学,即酶的结构与功能、动力学、酶分子设计等;应用酶学,即疾病的诊断、治疗、物质测定及酶在工农业等的应用;酶工程,即固相载体、固定化技术、酶传感器等。

(6) 基因信息的表达、传递、调控等的机理研究:基因表达调控的分子机理,即核酸-蛋白质的相互作用,转录、翻译和后加工过程中顺式元件和反式因子的作用等。

(7) 基因工程的研究:包括基础研究(如基因表达调控、工程化宿主、翻译后加工、肽链折叠等)和关键技术(如基因体外操作和基因转移技术、包涵体后处理、肽链再折叠、高密度培养技术等)研究。生物分子的合成和组装。包括膜脂与膜蛋白的相互作用,膜蛋白之间的相互作用,物质跨膜传送,跨膜信息传递和脂质体功能等研究。

细胞分裂和繁殖的生化进程及控制机理。细胞及组织的生长、分化、衰老的分子基础。

5. 学习生物化学应注意的几个问题

(1) 建立起以生物功能为轴线的思维体系。因为生物化学的理论体系是以生物功能为轴线建立起来的,不同于无机化学以元素周期系为基础的理论体系;也不同于有机化学以官能团为基础的理论体系。生物化学分为静态(结构)和动态(代谢)两大部分,两部分之间是互相联系的。结构是代谢的基础,而在学习结构时,往往也涉及一些代谢的知识。学完代谢之后,如果再复习一下结构的知识,会有更深刻的理解。从静态生物化学到动态生物化学都贯穿着生物功能这根轴线。静态生物化学中有些生物化学物质的概念就与有机化学的不同。关于分子结构与生物功

能的关系更是生物化学重点讨论的内容。例如酶是蛋白质,却又从蛋白质化学中独立出来,以突出研究其结构、功能和作用机理。至于各种物质在细胞中的代谢变化,都有其特定的生物功能。学习研究反应过程和代谢变化规律,要理解正常代谢与生命现象的关系,还要理解正常或非正常代谢与发酵生产的关系。

(2) 注意学习技巧,生物化学内容虽有静态和动态之分,但编排次序并没有固定的格式,无论怎样编排,前后内容都是平等的,但又互相联系,互相依存。前面的内容常常需要学到后面才能深入理解,学习后面的内容又离不开前面的知识。因此,学习方法上需要前挂后联,温故知新。生物化学有许多需要记忆的知识,也有许多需要理解的知识,既需要记忆,又不能完全死记硬背。应该将书上的思考题尽量做做,以加深对书本内容的理解。生物化学内容很多,平时就应将常用的知识记牢。根据经验,随学随消化,则越学越容易,否则,越学困难越大。经常复习,总结归纳,是很重要的方法。复习时要由纲到目,先粗后细,否则,会觉得内容多,零乱无序,没有系统。

(3) 要充分利用实验课的机会加深对生物化学理论知识的理解,学习实验研究方法,提高分析问题、解决问题和动手的能力。

第 1 章

糖的结构与功能

1.1 概 述

糖类是生物界最重要的有机化合物之一,也是与生物工业关系最为密切的一类化合物,它广泛分布于动物、植物、微生物中。糖类含量在植物体中最为丰富,一般占植物体干重的 80% 左右。在微生物中,占菌体干重的 10%~30%。在人和动物体中含量较少,占人和动物体干重的 2% 以下,但也有个别组织含糖丰富,例如,肝脏贮存糖原占到组织湿重的 5%,人奶中乳糖浓度为 5%~7%。核糖和脱氧核糖则存在于一切生物的活细胞中。

1.1.1 碳水化合物的概念

糖类是含多羟基的醛或酮类化合物,由碳氢氧三种元素组成的,其分子式通常以 $C_n(H_2O)_n$ 表示。由于一些糖分子中氢和氧原子数之比往往是 2:1,与水相同,过去认为此类物质是碳与水的化合物,所以称为“碳水化合物”。实际上这一名称并不确切,如脱氧核糖、鼠李糖等糖类不符合通式,而甲醛、乙酸等虽符合这个通式但并不是糖。只是“碳水化合物”沿用已久,一些书仍采用。我国将此类化合物统称为糖,而在英语中只将具有甜味的单糖和简单的寡糖称为糖。

糖类化合物包括单糖、单糖的聚合物及衍生物。单糖分子都是带有多个羟基的醛类或酮类,因此,糖类化合物的化学概念为:单糖是多羟醛或多羟酮及它们的环状半缩醛或衍生物。多糖则是由单糖缩合的多聚物。

糖类化合物的生物学作用主要有:

- (1) 作为生物能源。
- (2) 作为其他物质如蛋白质、核酸、脂类等生物合成的碳源。
- (3) 作为生物体的结构物质。如纤维素是植物茎秆等支撑组织的结构成分,甲壳质是虾、蟹等动物硬壳组织的结构成分。
- (4) 糖蛋白、糖脂等具有细胞识别、免疫活性等多种生理活性功能。

1.1.2 糖的种类

根据分子的构成,糖可分为单糖、寡糖、多糖、结合糖和衍生糖。

(1) 单糖。单糖是不能水解为更小分子的糖。葡萄糖、果糖都是常见单糖。根据羰基在分子中的位置,单糖可分为醛糖和酮糖。根据碳原子数目,可分为丙糖、丁糖、戊糖、己糖和庚糖。

(2) 寡糖。寡糖由2~6个单糖分子构成,其中以双糖最普遍。寡糖和单糖都可溶于水,多数有甜味。

(3) 多糖。多糖由多个单糖聚合而成,又可分为同聚多糖和杂聚多糖。同聚多糖由同一种单糖构成,杂聚多糖由两种以上单糖构成。

(4) 结合糖。糖链与蛋白质或脂类物质构成的复合分子称为结合糖。其中的糖链一般是杂聚寡糖或杂聚多糖。如糖蛋白、糖脂、蛋白聚糖等。

(5) 衍生糖。由单糖衍生而来,如糖胺、糖醛酸等。

1.2 单 糖

单糖是不能再水解成更小分子的多羟基醛或多羟基酮。如葡萄糖、果糖等。但单糖可以被进一步降解为其他物质,在体内最后通过生物氧化,生成二氧化碳和水并放出生物能量(ATP)和热。

1.2.1 葡萄糖分子的开链结构及构型

1. 单糖直链结构与 D/L 标记

单糖含有多羟基(—OH)、醛(—CHO)或酮(—CO),最简单的单糖是二羟丙酮、甘油醛。分子中有不对称碳原子,它们有立体异构现象。含不对称碳原子的化合物有一个重要的物理性质,即能够使透过其水溶液的平面偏振光的振动平面发生偏转,即所谓旋光性。一种化合物的 D-型与 L-型异构体的旋光方向不同,因此又称其为旋光异构体。能使偏振光平面发生顺时针方向偏转者,称为右旋,用“+”号表示;发生逆时针方向偏转者,称为左旋,用“-”号表示。旋光性与 D-构型或 L-构型没有必然联系,例如 D-葡萄糖是右旋糖(+),D-果糖则为左旋糖(-)。但是,同一种化合物的 D-型和 L-型异构体旋光方向相反,比旋光度(见单糖的性质)相同。当其 D-型和 L-型等量混合时,旋光互相抵消,这种现象称为外消旋。外消旋产品用 DL-表示。自然界中的糖几乎都是 D-构型结构。

在有机物中以甘油醛为标准参照物。在费歇尔(Fischer)投影式中,将编号最