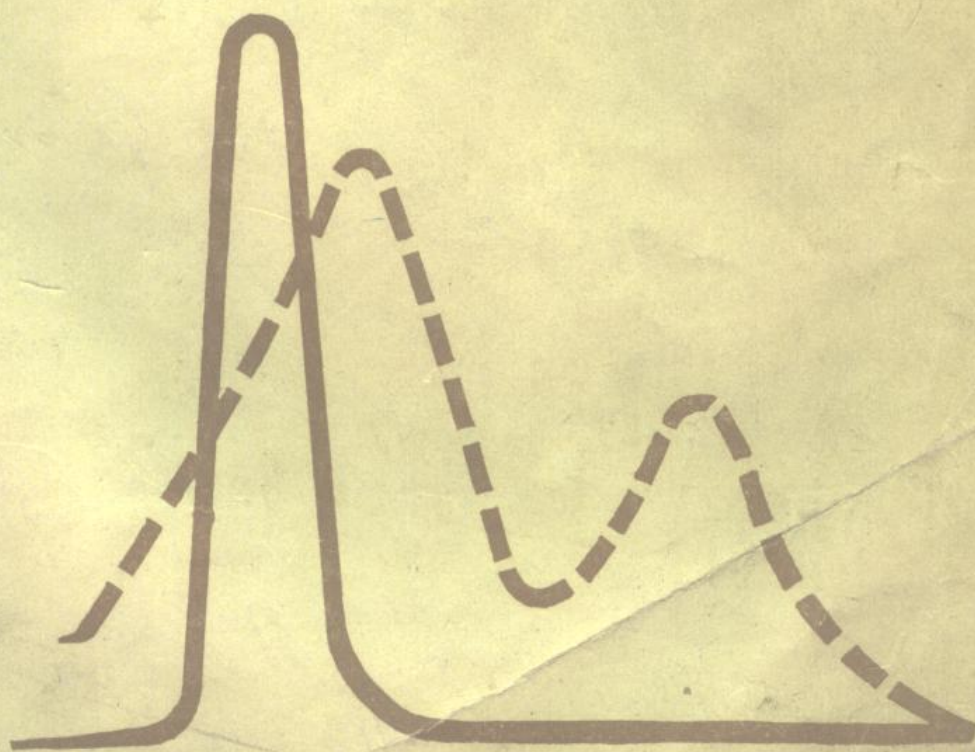


高等学校试用教材

生物化学

上册

沈同 王镜岩 赵邦悌 主编



高等教育出版社

58-173

000

高等学校试用教材

生物化学

上册

沈同 王镜岩 赵邦悌 编著
李建武 徐长法 朱圣庚 俞梅敏



高等教育出版社

内 容 提 要

本书是根据1977年10月教育部在成都召开的高等学校生物学教材会议制订的《生物化学》教材编写大纲写成的。在编写过程中吸收了北京大学生物系多年来《生物化学》教学工作的经验。全书共17章,分上、下两册出版。

上册内容包括绪论、糖、脂类、蛋白质、核酸、酶、维生素和辅酶、抗菌素、激素。下册包括代谢总论、生物氧化、糖代谢、脂类代谢、蛋白质分解及氨基酸代谢、核酸的降解与核苷酸代谢、核酸的生物合成、蛋白质的生物合成和物质代谢的相互联系和调节控制。本书力求在阐述各种生物化学物质的基本理化特性和生物化学知识的基础上,尽可能将当代生物化学的最新进展写入有关章节。每章都附有提要 and 习题,便于读者学习。

本书是综合性大学、师范院校生化专业的教材,也可供其他专业的大学生及研究生、教师和科技工作者参考。

01075/21

高等学校试用教材

生物化学

上 册

沈 同 王镜岩 赵邦梯 编著
李建武 徐长法 朱圣贻 俞梅敏

*

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

上海新华印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 25.25 字数 580,000

1980年4月第1版 1986年3月第7次印刷

印数70,101—79,800

书号 13010·0502 定价 3.65元

序

本书是根据教育部 1977 年 10 月在成都召开的高等学校生物学教材会议制订的《生物化学》教材大纲编写的。可供综合性大学、师范院校生物系生物化学专业学生的试用教材,也可供其他专业的学生及研究生、教师和科技工作者参考。

由于近几十年来生物化学的发展极其迅速,生物化学教材的篇幅也越来越大。为了在较短时间内编写出一本反映当代生物化学的面貌与水平的教材,我们组织了较多的人员参加本书的编写工作,并根据各人学术上的专长分别撰写有关章节。由于生物化学领域内各分支学科的发展速度并不是一致的,所以本书各章的篇幅大小也相差较为悬殊。本书力求在阐述各种生物化学物质的基本理化特性和生物化学知识的基础上,尽可能反映现代生物化学的新进展。蛋白质、核酸、酶等生物大分子的结构与功能在本书中占有较多的篇幅。

本书共分 17 章,分上、下两册出版。上册包括糖、脂类、蛋白质、核酸、酶、维生素与辅酶、抗菌素、激素等八章。下册包括代谢总论、生物氧化、糖代谢、脂类代谢、蛋白质分解及氨基酸代谢、核酸的降解与核苷酸代谢、核酸的生物合成、蛋白质的生物合成和物质代谢的相互联系和调节控制等九章。每章末尾都附有摘要和习题,本书所用术语的译名主要以科学出版社的《英汉生物化学词汇》为根据,重要的术语在书中第一次出现时都附有外文。各章末均列出主要参考书目。

参加本书编写的有北京大学生物系生物化学教研室沈同、王镜岩、赵邦悌、李建武、徐长法、朱圣赓、俞梅敏。全书的统一编校工作是在沈同教授领导下由王镜岩和赵邦悌二人完成的。

参加本书审稿工作的有:复旦大学和南京大学(主审单位),中国科技大学、南开大学、吉林大学、四川大学和厦门大学等单位的代表。他们对本书各章提出了许多宝贵的修改意见。

在本书编写过程中张庭芳同志对蛋白质、核酸、酶等章提出了修改意见。吴湘钰、茹炳根二同志对酶一章,顾孝诚、谭慎操二同志对蛋白质一章,马树义同志对核酸一章提出了修改意见。于永彬同志在照相制图上给予很大协助。

人民教育出版社安名勋同志担任本书的责任编辑,在编辑加工过程中对本书一些章节作了修改、补充,并编写了本书索引、生化名词英汉对照及常用生化名词缩写等。本书大部分插图由人民教育出版社焦东立同志描绘。

由于编者水平所限,书中肯定会有不少错误,希望读者批评指正。

编者

1980 年 8 月

目 录

<p>序.....1</p> <p>绪论.....1</p> <p>第一章 糖.....6</p> <p> 第一节 单糖.....7</p> <p> 一、单糖的结构.....7</p> <p> 二、单糖的分类.....14</p> <p> 三、单糖的物理性质与化学性质.....16</p> <p> 四、重要的单糖.....21</p> <p> 五、单糖的重要衍生物.....24</p> <p> 第二节 寡糖.....24</p> <p> 一、双糖.....25</p> <p> 二、叁糖.....26</p> <p> 第三节 多糖.....26</p> <p> 一、淀粉.....27</p> <p> 二、糖原.....29</p> <p> 三、纤维素及半纤维素.....29</p> <p> 四、其它.....30</p> <p> 第四节 结合糖.....30</p> <p> 一、粘多糖.....30</p> <p> 二、糖蛋白.....32</p> <p> 提要.....33</p> <p> 习题.....34</p> <p> 主要参考书.....34</p> <p>第二章 脂类.....36</p> <p> 第一节 三酰甘油类.....36</p> <p> 一、脂肪酸.....37</p> <p> 二、三酰甘油的类型.....40</p> <p> 三、三酰甘油的理化性质.....40</p> <p> 第二节 其它酰基甘油类.....42</p> <p> 一、烷基醚酰基甘油.....42</p> <p> 二、糖基酰基甘油.....42</p> <p> 第三节 磷酸甘油酯类.....43</p> <p> 一、磷酸甘油酯的组成.....43</p> <p> 二、磷酸甘油酯的命名.....43</p> <p> 三、主要的磷酸甘油酯.....44</p> <p> 四、磷酸甘油酯的性质.....47</p> <p> 第四节 鞘脂类.....38</p> <p> 一、碱性糖鞘脂类.....49</p>	<p> 二、中性糖鞘脂类.....50</p> <p> 三、酸性糖鞘脂类.....51</p> <p> 四、糖鞘脂类的功能.....51</p> <p> 第五节 腊.....52</p> <p> 第六节 简单脂类.....52</p> <p> 一、萜类.....52</p> <p> 二、甾类化合物(类甾醇或类固醇).....54</p> <p> 三、前列腺素.....57</p> <p> 第七节 脂蛋白类.....58</p> <p> 第八节 生物膜.....59</p> <p> 一、膜的化学成分.....60</p> <p> 二、膜的结构.....61</p> <p> 提要.....62</p> <p> 习题.....63</p> <p> 主要参考书.....63</p> <p>第三章 蛋白质.....64</p> <p> 第一节 蛋白质通论.....64</p> <p> 一、蛋白质的化学组成与分类.....64</p> <p> 二、蛋白质的分子量.....65</p> <p> 三、蛋白质的构象.....66</p> <p> 四、蛋白质功能的多样性.....68</p> <p> 五、蛋白质氨基酸顺序的遗传编码.....68</p> <p> 第二节 蛋白质的基本结构单位——氨基酸.....69</p> <p> 一、氨基酸的分类.....70</p> <p> 二、氨基酸的旋光性和光吸收.....74</p> <p> 三、氨基酸的酸碱性质.....77</p> <p> 四、氨基酸的化学反应.....82</p> <p> 五、氨基酸的分析分离.....86</p> <p> 第三节 蛋白质的一级结构.....91</p> <p> 一、肽的结构.....91</p> <p> 二、肽的物理和化学性质.....93</p> <p> 三、蛋白质分子中氨基酸顺序的测定.....94</p> <p> 四、几种蛋白质的一级结构.....100</p> <p> 五、多肽与蛋白质的人工合成.....102</p> <p> 第四节 蛋白质的三维构象.....105</p> <p> 一、构型和构象.....106</p> <p> 二、研究构象的方法.....107</p>
---	---

三、纤维状蛋白质的构象	108
四、球状蛋白质的三级结构	116
五、维持蛋白质构象的作用力	118
六、氨基酸顺序与三维构象的关系	119
七、寡聚蛋白质的四级结构	120
第五节 蛋白质的结构与功能	121
一、同源蛋白质中氨基酸顺序的种属差异	121
二、同种蛋白质中氨基酸顺序的个体差异	124
三、一级结构的局部断裂与蛋白质的激活	125
四、蛋白质的变性作用	128
五、蛋白质的活性中心和别构现象(或变构现象)	129
六、血红蛋白的结构与功能	129
七、蛋白质的结构与功能的进化	131
第六节 蛋白质在溶液中的性质	132
一、蛋白质的酸碱性质	132
二、蛋白质分子的大小与形状	134
三、蛋白质的胶体性质与蛋白质的沉淀	140
第七节 蛋白质的分离与提纯	141
一、蛋白质混合物的分离方法	142
二、蛋白质分离与提纯的一般原则	151
三、蛋白质的测定与纯度鉴定	152
提要	153
习题	155
主要参考书	157
第四章 核酸	158
第一节 核苷酸	159
一、核苷酸的结构	159
二、核苷酸的性质	167
三、核苷酸类物质的制备及应用	173
第二节 DNA 的结构	175
一、DNA 的碱基组成	175
二、DNA 的一级结构	175
三、DNA 的二级结构	177
四、DNA 的三级结构	179
五、真核细胞染色体 DNA 的结构	181
六、DNA 的化学合成	182
第三节 RNA 的结构	183
一、RNA 的类型	183
二、RNA 的碱基组成	184
三、RNA 的结构	185
第四节 核酸的物化性质	191
一、DNA 的分子大小	191
二、核酸的粘度	193
三、核酸的沉降特性	193

四、核酸的紫外吸收	194
五、核酸的酸碱性质	195
六、核酸的变性、复性及杂交	195
第五节 核酸与蛋白质的复合体	199
一、病毒	199
二、染色质	201
第六节 核酸酶类	203
一、核酸水解酶类的分类法	203
二、核糖核酸酶类	204
三、脱氧核糖核酸酶类	205
四、非专一性核酸酶类	206
五、其它核酸酶类	207
第七节 核酸的分离与含量测定	207
一、核酸的分离	207
二、核酸含量的化学测定法	209
第八节 核酸的生物学功能	211
一、DNA 的生物学功能	211
二、RNA 的生物学功能	216
提要	216
习题	218
主要参考书	218
第五章 酶	219
第一节 酶是生物催化剂	220
一、酶的生物学意义	220
二、酶是生物催化剂	220
三、酶的化学本质	222
第二节 酶的分类及命名	225
一、习惯命名法	225
二、国际系统命名法	226
三、国际系统分类法及编号	226
第三节 酶的分离提纯及活力测定	230
一、酶的分离提纯	230
二、酶活力的测定	231
第四节 酶促反应的动力学	232
一、底物浓度对酶反应速度的影响——米氏学说 的提出	232
二、米氏公式的导出	233
三、米氏常数的意义	235
四、米氏常数的求法	238
五、多种底物的反应	239
六、pH 对酶反应速度的影响	241
七、温度对酶反应速度的影响	242
八、酶浓度对酶反应速度的影响	243

九、激活剂对酶反应速度的影响	244
十、抑制剂对酶反应的影响	245
第五节 酶的专一性及活性中心	256
一、酶的底物专一性	256
二、酶的活性中心	262
第六节 酶的作用机理和酶原的激活	265
一、与酶的高效率有关的因素	265
二、某些酶的活性中心及其作用原理	271
三、酶原的激活	285
第七节 多酶体系和调节酶	289
一、多酶体系及其分类	289
二、多酶体系的自我调节	291
三、别构酶	293
四、共价调节酶	301
第八节 寡聚酶、同功酶及诱导酶	302
一、寡聚酶	302
二、同功酶	305
三、诱导酶	306
第九节 固定化酶	307
一、固定化酶的优点	307
二、固定化酶的制备	307
三、固定化酶的理化性质	308
四、固定化酶研究的理论意义及实践意义	308
提要	309
习题	310
主要参考书	312
第六章 维生素和辅酶	313
第一节 维生素的发现	313
第二节 硫胺素和羧化辅酶	314
第三节 核黄素和黄素辅酶	315
第四节 尼克酸、尼克酰胺和辅酶	317
第五节 泛酸和辅酶 A	319
第六节 叶酸和叶酸辅酶	321
第七节 生物素和羧基生物素	322
第八节 吡哆醇和脱羧辅酶	323
第九节 维生素 B ₁₂ 和 B ₁₂ 辅酶	323
第十节 维生素 C	325
第十一节 维生素 A	325
第十二节 维生素 D	328
第十三节 维生素 E	329
第十四节 维生素 K	330
第十五节 辅酶 Q	331

第十六节 硫辛酸	332
习题	332
主要参考书	332
第七章 抗菌素	333
第一节 抗菌素的概况	333
一、抗菌素的定义	333
二、拮抗作用与抗菌素的发现	333
三、抗菌素的抗菌性能和作用机理	334
四、新抗菌素的寻找	335
第二节 几种重要抗菌素的化学和医疗特性	336
一、青霉素	336
二、链霉素	339
三、新霉素类抗菌素	340
四、氯霉素	342
五、四环素族抗菌素	343
六、红霉素	344
七、多肽类抗菌素	344
八、创新霉素	346
九、灰黄霉素	346
十、利福霉素类抗菌素	347
第三节 抗肿瘤抗菌素的探索	347
一、自力霉素	348
二、放线菌素 K	349
三、争光霉素	349
四、光辉霉素	350
第四节 抗菌素在农业及畜牧业中的应用	351
一、抗菌素在农业中的应用	351
二、抗菌素在畜牧业中的应用	354
提要	355
习题	356
主要参考书	356
第八章 激素	357
第一节 概述	357
一、激素的分泌	357
二、激素的化学本质	357
三、激素的作用原理	357
第二节 含氮激素(一)	
一、氨基酸衍生物类激素	362
一、肾上腺髓质的激素——肾上腺素	362
二、甲状腺的激素——甲状腺激素	366
第三节 含氮激素(二)	
一、多肽及蛋白质激素	367

一、垂体激素、下丘脑激素及脑肽.....	368	四、多元调控.....	389
二、胰岛及甲状旁腺等的激素.....	374	第七节 植物激素.....	389
第四节 甾醇类激素.....	378	一、植物生长素.....	390
一、肾上腺皮质激素.....	379	二、赤霉素.....	390
二、雌性激素.....	381	三、细胞分裂素.....	390
三、雄性激素.....	383	四、脱落酸.....	391
四、两类性激素间的相互关系.....	384	五、乙烯.....	391
第五节 脂肪族激素.....	385	第八节 昆虫激素.....	392
第六节 激素分泌的调节.....	387	一、昆虫的内激素.....	392
一、上级内分泌腺对下级内分泌腺的调节, 神经 系统与内分泌的关系.....	387	二、昆虫外激素.....	392
二、负反馈作用.....	387	提要.....	393
三、酶的分步剪裁调控.....	389	习题.....	394
		主要参考书.....	395

绪 论

什么是生物化学？生物化学的研究对象是什么？生物化学作为一门自然科学是怎样发展起来的？它怎样为人类服务？以上这些问题就是我们所要讨论的主要内容。

(一)

生物化学可以认为就是生命的化学。它是研究生物机体(包括植物、微生物、动物及人体等)的化学组成和生命过程中的化学变化规律的一门科学。

生物机体含有水分、盐类和碳氢化合物。碳氢化合物包括糖类、脂类、蛋白质、核酸以及维生素、激素等等。生命过程的化学变化，就是机体的新陈代谢。生物机体的各类碳氢化合物、水和盐等跟机体的周围环境进行同化作用和异化作用。同化作用是机体的合成作用，需要能量。异化作用是机体的分解作用，释放能量。生物机体内的合成和分解是由许多互相联系的酶促反应组成的。酶促反应是由酶这类蛋白质作为生物催化剂催化进行的化学反应。

“生命是蛋白体的存在方式，这种存在方式本质上就在于这些蛋白体的化学组成部分的不断自我更新。”恩格斯又指出：“无论在什么地方，只要我们遇到生命，我们就发现生命是和某种蛋白体相联系的，而且无论在什么地方，只要我们遇到不处于解体过程中的蛋白体，我们也无例外地发现生命现象。”“我们所知道的最低级的生物，只不过是简单的蛋白质小块，可是它们已经表现了生命的一切本质的现象。”

今天我们对于蛋白质和核酸已经进行了大量的工作，证明了哪里有生命哪里就有蛋白质和核酸的物质运动。因此，照目前的认识来看，蛋白体应该包含蛋白质和核酸。病毒这类微小的寄生生物的化学组成就是核蛋白。这里需要说明一点，尽管在 1868 年已经发现了核蛋白这类物质，但是对核酸的化学和生物学意义上的了解，乃是二十世纪四十年代以后的事情。

有机生命及其发展包含着复杂的矛盾。但无论生命现象如何复杂，它们都是以体内进行着具体的物理和化学变化过程为基础的，而生命活动是一种更高级的物质运动形式，不能简单地搬用一般的物理和化学原理对它们加以机械的解释。对于这类矛盾的研究，特别是对于化分和化合这对矛盾的研究，就构成生物化学这门科学的研究内容。

(二)

生物化学作为一门自然科学，也和一切自然科学一样是人类争取自由的一种武装。人们为着要在自然界得到自由，就要用自然科学来了解自然、征服自然和改造自然，从自然里得到自由。恩格斯说，科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。人的认识，主要地依赖于物质的生产活

动,逐渐地了解自然的现象、自然的性质、自然的规律性。

我国劳动人民由于生活的需要,远在上古时代就已开始在生产、饮食及医药等方面的实践中,积累了丰富的经验,有了许多发明创造,对生物化学科学的发展作出了贡献。

早在奴隶社会时期,约在公元前十五世纪,从殷墟出土的文物青铜器、酒具看,我国已能酿酒。酿酒需用曲,《尚书》记载,“若作酒醴,尔惟曲蘖。”说的是酿酒必须用曲。在公元前十二世纪,《周礼》已有造酱的记载。《诗经》有饴的记载,饴就是麦芽糖。《左传·宣公十二年》载,公元前597年已知道麦曲(酵母)可以治疗腹疾。酵母至今仍是世界上通用的健胃药。

进入封建社会后,生物化学某些知识和技术,在医药卫生的实践中和食品工业的生产活动中又有了进一步地发展。约公元四世纪,葛洪著《肘后百一方》,记载了海藻酒疗瘰疬方。现在了解海藻含碘,可以防治甲状腺肿。公元533—544年左右,北魏贾思勰著《齐民要术》卷八中记载了我国古代劳动人民在制曲中利用曲的滤液进行酿造,表明对酶的作用已有初步的认识。而西方到公元1897年德国人布希纳(Eduard Buchner)才发现酵母菌滤液的发酵作用。公元502年左右,南朝齐、梁间陶弘景(公元452—536)著《本草经集注》,记载有730种药物的特性。公元七世纪,孙思邈(581—682)首先用猪肝治疗雀目,实际上是用含维生素甲丰富的猪肝治疗夜盲症。公元1088—1095年间,北宋沈括(1031—1095)所著《良方》卷一,记载有“秋石阴炼法”,采用皂角汁(内含皂苷[dài])沉淀,以及过滤、升华等一系列化学和物理方法从人尿中提取出相当纯净的性激素制剂——“秋石”,并应用于医疗实践,取得了良好的效果。公元1116年,北宋寇宗奭(音:shi)(生卒年代不详)的《本草衍义》卷二十中载有:“生大豆,……又可碓(wèi,磨)为腐。”表明在此之前我国劳动人民已能分离和凝固植物蛋白以制造豆腐。明代李时珍(1518—1593)长期亲自上山采药,著成《本草纲目》一书,此书共载药物1880种。公元1637年,明末宋应星的《天工开物·甘嗜》记载了甘蔗的栽培技术以及制糖设备和工艺过程,具有相当高的科学价值,其中关于用石灰澄清法处理蔗汁的工艺,至今仍为世界公认的最经济的方法。

欧洲从十五世纪起,资本主义生产方式经过简单协作、工场手工业和大工业这三个阶段而逐渐发展起来。在资本主义兴起的时期,自然科学冲破了中世纪封建宗教的束缚而较快地发展起来。资本主义生产第一次在相当大的程度上为自然科学创造了进行研究、观察、实验的物质条件。另一方面,自然科学的巨大发展,又促进了生产力的不断发展。恩格斯在《反杜林论》中指出:“精确的自然研究只是在亚历山大里亚时期(即公元前三世纪到公元七世纪的时期)的希腊人那里才开始,而后来在中世纪由阿拉伯人继续发展下去。但是真正的自然科学只是从十五世纪下半叶才开始,从这时起它就获得了日益迅速的进展。把自然界分解为各个部分,把自然界的各种过程和事物分成一定的门类,对有机体的内部按其多种多样的解剖形态进行研究,这是最近四百年(指十五世纪末到十九世纪末)在认识自然界方面获得巨大进展的基本条件。”

生物化学是在物理学、化学、生物学和医药学有了一定发展后才出现的。十八世纪下半叶,由于药物的化学分析,第一次从植物材料和动物材料中分离出乳酸、柠檬酸、酒石酸、苹果酸、尿酸和甘油等。居住在瑞典的德国药剂师舍勒(Karl wilhem Scheele,1742—1786)在这方面做出了贡献。十八世纪末,法国的著名化学家拉瓦锡(Attoine-Laurent Lavoisier, 1724—1794)根

据氧气被发现的新事实，通过一系列定量的科学试验，“研究了整个燃素说化学，方才发现：这种新气体是一种新的化学元素；在燃烧的时候，并不是神秘的燃素从燃烧物体中分离出来，而是这种新元素与燃烧物化合。这样，他才使过去在燃素说形式上倒立着的全部化学正立过来了。”（引自马克思：《资本论》第二卷恩格斯的序言）。拉瓦锡经过科学试验，发现了有机体的呼吸和蜡烛的燃烧同样都是碳氢化合物的氧化；在氧化过程中，氧消耗了，水和二氧化碳产生了。这是化学史上一个重要发现，也是生命化学史上一个重大发现。

从十九世纪到二十世纪，发酵工业和医疗事业有了很大发展；各类科学试验，例如微生物学、生理学和化学等学科的科学试验也有了不断发展。就在这个时期，关于生物体化学组成的认识进展较快。许多氨基酸的发现是和乳酪的发酵，蚕丝、羊毛和动物角的分解等联系起来的。直到微生物营养和大白鼠饲养试验得到发展，我们才于二十世纪的三十年代认识了蛋氨酸和苏氨酸。德国的有机化学家费歇（Emil Fischer, 1852—1919）经过长期的科学试验，于1902年前后发现了缬氨酸、脯氨酸和羟脯氨酸，并于1907年成功地用化学方法联接十八个氨基酸，合成了多肽。费歇还找到糖化学的试剂——苯肼，从而对糖的结构和化学分析做出了贡献。此外，他还合成了嘌呤化合物、咖啡碱、可可碱和黄嘌呤等。

二十世纪，由于生产和科学试验的进展，有机体的主要组成物质——糖、脂肪、蛋白质、核酸等的化学结构和生理功能，已被人们所认识；并且随着科学试验的不断深入，医药、食品、发酵等工业的不断发展，人们的认识也不断深入，不断发展。关于有机体化学变化方面的进展，是跟下列许多科学试验联系在一起的，它们是乙醇发酵、肌肉收缩、光合作用、生物氧化等等。这些生命过程中的生物催化剂——酶也逐渐被深入了解。酶开始被认识时有过争论，李比希（Justus von Liebig, 1803—1873）认为酶是化学物质，而巴斯德（Louis Pasteur, 1822—1895）则认为酶的作用必须有活细胞的存在。直到二十世纪二十年代，才成功地从活细胞中提出纯酶的结晶，到二十世纪的五十年代，已经有上百个酶被提纯，得到纯结晶，这些结晶酶都证明为蛋白质。后来，一个结晶酶——牛胰核糖核酸酶的化学结构被揭露，并且得到人工合成的产品。酶的结构、功能、动力学、生物合成和生物进化等还有待深入研究，酶在医药和工业上的应用，将展现出更为广阔的远景。

由于航海、工农业和医药卫生的发展，人们对于维生素、激素和抗菌素的认识，也由不知到知，由知之甚少到知之较多。当日本海军由于食物中缺少维生素乙族中的硫胺素而大批士兵患脚气病时，人们首先想到的是细菌导致脚气病的发生。因为人们那时想到的是：疾病的发生，由于细菌等的存在，或由于毒物的存在。总之，由于多了一种东西才发生疾病的。人们还没有关于身体缺少一种微小东西而发生疾病的经验。这时，通过临床诊断治疗和大量的实验动物饲养试验，才认识了维生素。当人们已经认识维生素时，还有长期的争论，争论关于脚气病的病因问题。至于人们对于激素的认识情况稍有不同。人们先有阉鸡、阉猪、阉马的实践；另外还有对糖尿病、甲状腺肿等内分泌疾病的认识。在此基础上，再经过许多科学试验，才逐渐认识各类激素。抗菌素的发现较晚，但人们认识抗菌素，也是通过生产实践和科学试验而逐渐深化的。

近三十多年来，生物化学有突飞猛进的发展。这首先是由于生产斗争的迫切要求，例如，病

毒的控制、癌症的控制、环境污染的控制、微生物的发酵、粮食的增产(包括优良品种的培育、光合效能的提高、病虫害的防治等等),它们都要求生物化学提供解决的途径,因而推动生物化学的发展。另一方面,生物化学作为一门自然科学基础学科,进行科学试验,创造和应用新仪器、新技术、新方法和深入的理论研究,从而得到不断发展。没有生物化学作为基础学科本身的发展,就不可能有科学储备,为生产提供新的解决途径和发展途径。五十年代以来,从阐明脱氧核糖核酸(DNA)分子具有双螺旋结构,推动了遗传的分子研究。生物化学作为生命的化学,更深入到一个新的发展领域——分子生物学;从蛋白质、酶和核酸这类生物大分子的水平上研究生命现象,特别是生物膜的结构功能。遗传变异的分子基础、包括遗传工程的研究。分子生物学成为生命科学领域里的一个带头学科,成为向生命世界争取自由的更为有利的武器。

生物化学发生和发展的历史说明了生产活动是人的认识发展的基本来源,也说明了科学试验的重要作用。人类社会的生产活动是一步又一步地由低级向高级发展,因此人们对生命世界的认识也是一步又一步地由低级向高级发展。即由浅入深,由片面到更多的方面。自然界是辩证地发展的,生物化学的发展史在一定程度上反映了辩证地发展的生命世界。

(三)

中华民族是一个具有悠久历史和优秀文化的民族,中国是世界文明发达最早的国家之一。但随着封建社会日益腐朽没落,我国社会生产力和科学技术的发展就受到越来越严重的束缚,甚至把一些重大科学成就视为异端,限制其发展。在封建社会的后期,特别是鸦片战争之后,帝国主义列强的野蛮侵略,使我国沦为半封建半殖民地。因而,我国科学技术的发展更加缓慢,曾经在世界上长期处于领先地位的我国古代科学技术,到了近代反而落在许多国家的后面。

生物化学在我国发展成为一门独立科学是比较晚的。二十世纪二十年代后期,我国生物化学家在血液分析方面,创立了血滤液的制备及血糖的测定等方法,在蛋白质的研究中提出了蛋白质变性的学说,在免疫化学上,首先使用了定量分析方法研究抗原-抗体反应的机理。在全国解放以后,我国生物化学在理论研究和实验技术方面都有了巨大的发展。我国科学工作者在优越的社会主义制度和党的正确领导下,发挥了社会主义大协作精神,自力更生,艰苦奋斗,奋发图强,在短短的时期里,作出了优异的成绩。一个突出的例子就是人工合成蛋白质首先在我国获得成功。1965年我国科学工作者用化学方法,成功地完成了人工合成具有生物学活性的蛋白质——结晶牛胰岛素。我国科学工作者还使用X光衍射方法成功地测定猪胰岛素分子的空间结构,分辨率达1.8埃。1979年12月27日成功地用人工方法合成了有41个核苷酸组成的酵母丙氨酸转运核糖核酸半分子,为天然核糖核酸的人工合成打开了一条通路。这一成果的取得,是我国人工合成核糖核酸方面的一个重大突破,它标志着我国在这方面的的工作达到了国际先进水平。

我国生物化学方面的成就充分说明,虽然我国近代生物化学科学技术的发展历史很短,然而发展速度却是很快的。只是由于林彪、“四人帮”对科学技术和教育事业的严重干扰破坏,使我国同世界先进科学技术水平已经缩小的差距,再一次扩大了。生物化学对于我们国家的现代农业、

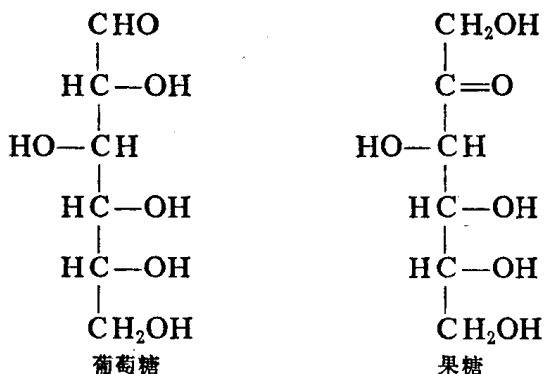
现代工业、现代国防和现代科学技术的许多方面都有着直接或间接的关系。为了在较短的时间内使我国生物化学科学技术工作赶上和超过世界先进水平,我国广大科技人员,必须努力学习马克思主义和毛泽东思想,认真领会和贯彻周恩来同志关于加强基础理论科学研究的指示,正确认识工农业,医药卫生等方面的实践经验与科学实验、技术工作与理论研究、普及与提高等方面的辩证关系,使我们的科学文化事业,真正成为人民的事业。为在本世纪内实现我国的“四个现代化”作出应有的贡献。

(沈 同)

第一章 糖

糖是自然界存在的一大类有机化合物。它是由绿色植物经光合作用形成的。这类物质主要是由碳、氢和氧三种元素所组成，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，刚好与水分子中氢氧原子数的比例相同，过去误认为此类物质是碳与水的化合物，故有“碳水化合物”（“Carbohydrate”）之称。但实际上有些糖，如鼠李糖 ($C_6H_{12}O_5$) 和脱氧核糖 ($C_5H_{10}O_4$) 等，它们分子中氢、氧原子数之比并不是 2:1。而一些非糖物质，如甲醛 (CH_2O)、乳酸 ($C_3H_6O_3$)、乙酸 ($C_2H_4O_2$) 等，它们分子中氢、氧原子数之比都是 2:1。所以，称糖为“碳水化合物”并不恰当。只是沿用已久，现在已成为人们对糖的习惯称呼了。

糖类物质是含多羟基的醛类或多羟基的酮类化合物。例如常见的葡萄糖 (glucose) 和果糖 (fructose) 的链状结构式是：



由上述结构式可见，葡萄糖含有一个醛基，六个碳原子，叫己醛糖；而果糖则含有一个酮基，六个碳原子，叫己酮糖。

糖类物质以它们水解的情况分类，凡不能被水解成更小分子的糖为单糖。单糖又可根据糖分子含碳原子数多少分类，在自然界分布广、意义大的是五碳糖和六碳糖，它们分别叫做戊糖和己糖。核糖 (ribose)、脱氧核糖 (deoxyribose) 属戊糖，葡萄糖、果糖和半乳糖 (galactose) 为己糖。凡能水解成少数 (2—6 个) 单糖分子的为寡糖，其中以双糖存在最为广泛，蔗糖 (sucrose)、麦芽糖 (maltose) 和乳糖 (lactose) 是其重要代表。单糖和寡糖能溶于水，多有甜味。凡能水解为多个单糖分子的糖为多糖，其中以淀粉 (starch)、糖元 (glycogen)、纤维素 (cellulose) 等最为重要。

糖是生物界中分布极广，含量较多的一类有机物质，几乎所有的动物、植物、微生物体内都含有它。其中以存在于植物界最多，约占其干重的 80%。生物细胞内、血液里也有葡萄糖或由葡萄糖等单糖物质组成的多糖 (如肝糖元、肌糖元) 存在。人和动物的器官组织中含糖量不超过体内干重的 2%。微生物体含糖量约占菌体干重的 10—30%，它们或以糖或与蛋白质、脂类结合成复合糖存在。

糖类物质的主要生物学作用是通过氧化而放出大量的能量，以满足生命活动的需要，淀粉、

糖元是重要生物能源;它也能转化为生命必需的其它物质,如蛋白质和脂类物质。纤维素是植物结构糖。

第一节 单 糖

一、单糖的结构

单糖的种类虽然很多,但在结构及性质上均有共同之处,因此,可以葡萄糖为例来阐述单糖的结构。

葡萄糖

葡萄糖是最常见的单糖之一,又是许多寡糖及多糖的组成成分。它可以游离存在于水果、谷类、蔬菜和血液中,也可以结合形式存在于麦芽糖、蔗糖、淀粉、纤维素、糖元及其它葡萄糖衍生物中。

(一) 葡萄糖的化学组成和链状结构

分析纯净的葡萄糖,其成分是碳、氢和氧,三者所占的比例是

$$\text{C: } 40\%, \quad \text{H: } 6.7\%, \quad \text{O: } 53.3\%$$

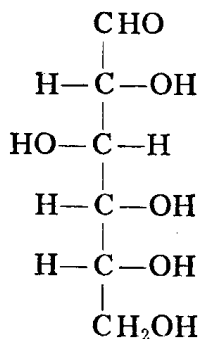
根据三者的比例,可知其实验式为 $(\text{CH}_2\text{O})_6$ 。用冰点降低法和沸点升高法测出其分子量为180,从而断定葡萄糖分子式为:



搞清了葡萄糖的化学组成和分子式,就需要进一步了解各元素之间是按什么方式结合的?即其结构式是什么?大量科学实验为解决这个问题提供了根据。

1. 葡萄糖能和费林(Fehling)试剂或其它醛试剂反应,这证明葡萄糖分子含有醛基。
2. 葡萄糖能和乙酸酐结合,并产生具有五个乙酰基的衍生物,这证明葡萄糖分子含有五个羟基。
3. 葡萄糖经钠汞齐作用,被还原成一种具有六个羟基的山梨醇,而山梨醇是由六个碳原子构成的直链醇,这证明了葡萄糖的六个碳原子是连成一条直链的。

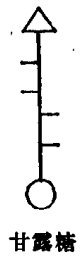
由此可知葡萄糖的链状结构式是:



上述结构式可以简化,用“┆”表示碳链及不对称碳原子羟基的位置,“△”表示醛基“—CHO”,“—”表示羟基“—OH”,“○”表示第一醇基,则葡萄糖结构可简化为:



与葡萄糖同属己醛糖的甘露糖和半乳糖结构分别为:



对比起来, 葡萄糖、甘露糖(mannose)和半乳糖都含六个碳原子, 五个—OH 和一个—CHO。但它们分子中基团的排列有所不同, 因而它们彼此也就不同。分子中基团排列差异涉及“不对称碳原子”这一概念。

(二) 葡萄糖的构型

不对称碳原子是连接四个不同原子或基团的碳原子。用 C* 表示(图 1-1)。

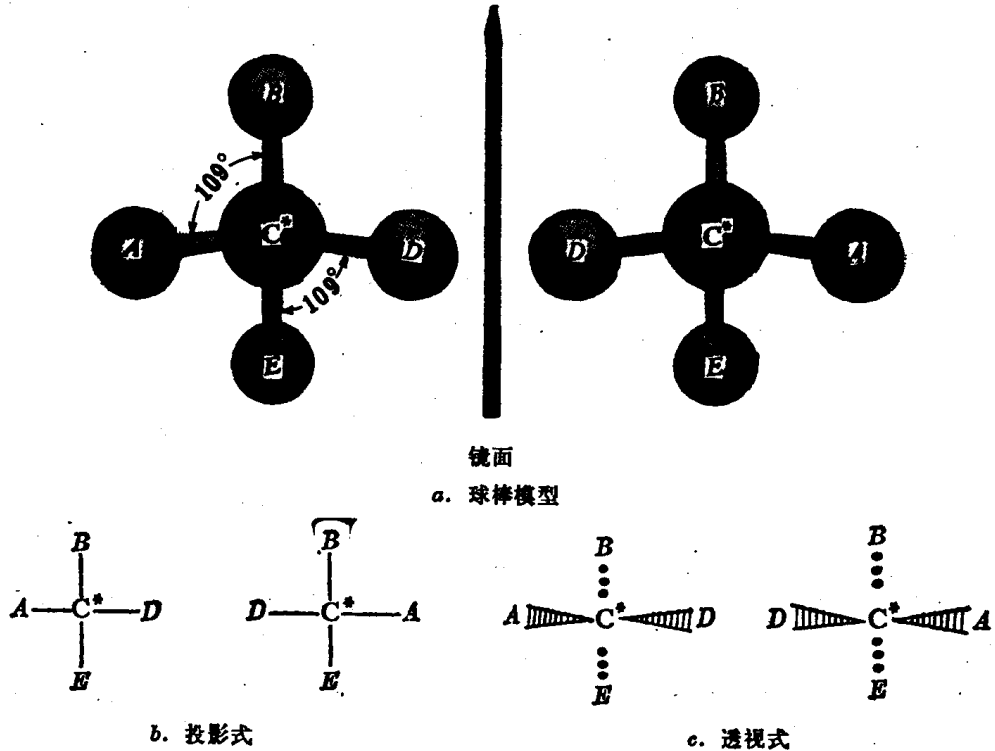


图 1-1 不对称碳原子

连接到 C* 原子上的四个不同原子和基团投影到一个平面上。水平键被视为在垂直放置的

纸平面之前，而垂直键则在纸面之后。这种相互关系在透视式中可看得更清楚。其中虚线指延伸在纸平面之后的键，而楔形键处于纸平面之前。

现以具有一个不对称碳原子、最简单的单糖——甘油醛为例：

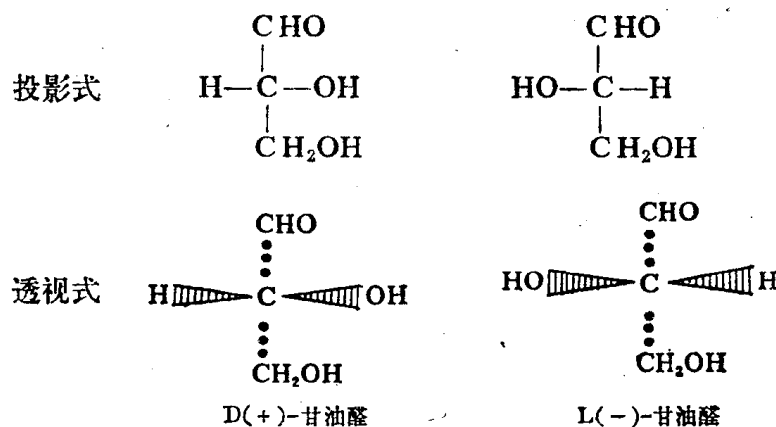


图 1-2 甘油醛结构

图 1-1 是以不同方式表示两类彼此类似但并不等同的物质的结构图象。只要将它们重叠起来即可证明它们并非等同，而是互为镜象，不能叠合。这两类化合物称为一对“对映体”，也叫旋光异构体。其构型，一个为 D 型，一个为 L 型。这种现象叫旋光异构现象。它是由化合物内部结构中的不对称因素引起的。

当光波通过尼克棱镜(nicol prism)时，由于棱镜的结构通过的只是沿某一平面振动的光波其它都被遮断，这种光称为“平面偏振光”。当平面偏振光通过旋光异构物溶液时，则偏振面会向右(顺时针方向)或向左(反时针方向)旋转。这种能使偏振光振动面旋转的物质叫旋光性物质。使偏振光振动面右旋的叫右旋光性物质，而使偏振光振动面左旋的物质叫左旋光性物质。

旋光度是旋光性物质的一种物理性质。它和其它物理性质一样，在一定的条件下是一个常数。为了能使各种旋光性物质的旋光度为一常数，必须把影响旋光度的因素，如温度、浓度、光的波长、旋光管的长度等加以固定。旋光度的表示法常用比旋光度(或称旋光率) $[\alpha]_D^t$ 。

$$[\alpha]_D^t = \frac{\alpha_D^t \times 100}{L \times C}$$

式中： L 是管的长度，以分米表示； C 代表浓度，即在 100ml 溶液中所含溶质的克数； α_D^t 是在钠光灯(D线， $\lambda: 5896\text{\AA}$ 与 5890\AA)为光源，温度为 t ，管长为 L ，浓度为 C 时所测得的旋光度。在比旋光度数值前面加“+”号表示右旋，加“-”号表示左旋。

构型的涵义是指静态有机分子中基团在空间的取向。一个碳原子和四个不同的基团相连时，只可能有两种不同的空间排列，这两种不同的空间排列叫不同的构型。单糖的构型是以甘油醛为标准进行比较而确定的(图 1-2)。甘油醛有一个不对称碳原子，可以有一对对映体。假定右旋的甘油醛为 D 型，即其投影式中—OH 基写在不对称碳原子右边的叫做 D 型；左旋的甘油醛则为 L 型，即其投影式中—OH 写在不对称碳原子左边的叫 L 型。葡萄糖和果糖的空间构型