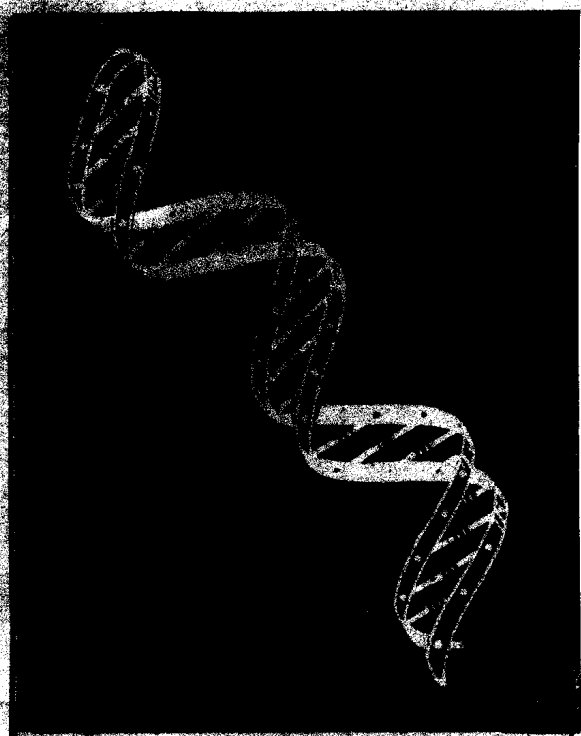


生物化学教程

张洪渊 主编

四川大学出版社



目 录 内 容 提 要

本书是根据四川大学生物系现用《生物化学》教材修改编写而成。在编写中参考了国内现行教材和专著以及国外流行的著名专著，并注意了综合大学生物系各专业教学特点。内容取舍适中，文字通俗易懂，以基础知识为主，适当反映生化领域的新进展。本书可供综合性大学、师范院校生物系各专业作教材，也可供医药院校、农林院校及大中专、夜大、职大及其他科技人员作参考。本书共分十五章，第1至7章为静态生化内容，包括糖、脂、蛋白质、核酸、酶、维生素、激素；第8至15章为动态生化内容，包括生物氧化、糖代谢、光合作用、脂代谢、氨基酸代谢、核酸代谢、蛋白质生物合成及物质代谢的调节控制等内容。每章之后附有习题。

责任编辑：陈昭麟

封面设计：李 玫

生 物 化 学 教 程

张洪渊 主编

杨守忠 刘克武

罗胜清 龚由彬

*

四川大学出版社出版发行（成都市四川大学内）

四川省新华书店发行

成都市农垦总公司印刷厂印刷

* * *

开本787×1092毫米 1/16 印张 31.375 字数 780千

1988年7月第一版 1988年7月第一次印刷

印数：0001—8000册

ISBN 7-5614-0050-0/O·10

定价：4.21元

前 言

随着我国工农业生产和科技事业的蓬勃发展，生命科学愈来愈显示出其巨大潜力而受到人们的重视。生命科学的各个分枝从宏观到微观、从定性到定量的发展，愈来愈需要生物化学和分子生物学的知识和手段。目前国内虽然已有一些有关生物化学的教材、专著和译著，但远远不能适应当前工、农、医科技发展和多层次教育事业的要求，需要国内同行从不同角度、不同层次、不同要求编写出更多、更好、适应多种需要的教材和专著。

本书是我们自1976年以来，在多年对大学本科、专科教学用生物化学讲义的基础上，经过较大的修改编写而成的，编写中力求做到：内容上“少而精”，由浅入深，循序渐进；在取舍上以基础知识为主体，适当反映本学科发展的新动向、新进展；在编写次序上既注意层次分明，又注意知识的连贯性和整体性；在语言上力求简明通顺、语气流畅。本书适用于100至120学时教学。限于编者的水平，难免存在不少缺点，甚至错误，望读者和同行批评指正。

参加本书编写的有：杨守忠编写第二、十一两章，刘克武编写第九、十两章，罗胜清编写第六章，莫由彬编写第七章，张洪渊编写其余九章，并负责全书统稿工作。在编写过程中，暨南大学任邦哲教授、北京大学李建武教授对原讲义初稿提出过宝贵意见，本校一些同志也给予了大力支持，在此一并表示谢意！

编 者

1987.2.

目 录

绪论	(1)
第一章 糖类的化学	(4)
第一节 概述	(4)
一、糖的定义	(4)
二、糖的分类	(4)
三、糖类物质的生物学功能	(4)
第二节 单糖的化学结构	(5)
一、定义及分类	(5)
二、单糖的旋光性与开链结构	(5)
三、单糖的环状结构	(8)
四、单糖的构象	(11)
第三节 单糖的理化性质	(12)
一、单糖的物理性质	(12)
二、单糖的化学性质	(12)
第四节 寡糖	(16)
一、二糖	(17)
二、三糖	(18)
第五节 多糖	(18)
一、淀粉	(19)
二、糖原	(20)
三、纤维素	(20)
四、半纤维素	(21)
五、琼胶	(22)
六、粘多糖类	(22)
七、细菌多糖	(24)
习题	(25)
第二章 脂质化学	(26)
第一节 油脂	(26)
一、油脂的存在及其生物学意义	(26)
二、油脂的结构	(26)
三、油脂的理化性质	(28)
四、油脂的鉴定	(30)
第二节 磷酸甘油酯	(32)
一、磷酸甘油酯的组成及命名	(32)
二、磷脂酰胆碱	(33)
三、磷脂酰乙醇胺及磷脂酰丝氨酸	(33)

四、肌醇磷脂.....	(53)
五、缩醛磷脂.....	(34)
六、神经鞘磷脂.....	(34)
第三节 固醇和固醇酯.....	(35)
一、固醇.....	(35)
二、胆固醇.....	(35)
三、胆酸、胆汁酸及其衍生物.....	(35)
四、其它固醇类物质.....	(36)
第四节 其它酯类.....	(37)
一、蜡.....	(37)
二、糖脂.....	(37)
习题.....	(39)
第三章 蛋白质化学.....	(40)
第一节 蛋白质分子的组成成分.....	(40)
一、蛋白质的元素组成.....	(40)
二、蛋白质的水解.....	(40)
第二节 组成蛋白质的基本单位—氨基酸.....	(41)
一、构成蛋白质的氨基酸.....	(42)
二、非蛋白氨基酸.....	(45)
第三节 氨基酸的性质.....	(46)
一、氨基酸的光学活性和光吸收性质.....	(46)
二、氨基酸的解离和两性性质.....	(48)
三、氨基酸的化学反应.....	(50)
第四节 氨基酸的分离与测定.....	(56)
一、层析法.....	(56)
二、电泳法.....	(59)
三、氨基酸的显色反应.....	(59)
第五节 肽.....	(60)
第六节 蛋白质的分类.....	(62)
一、单纯蛋白质.....	(62)
二、结合蛋白质.....	(63)
第七节 蛋白质的一级结构.....	(64)
一、蛋白质的氨基酸组成.....	(64)
二、蛋白质分子结构中的化学键.....	(65)
三、蛋白质一级结构的测定.....	(68)
四、几种蛋白质的一级结构.....	(73)
五、多肽与蛋白质的人工合成.....	(73)
第八节 蛋白质的高级结构.....	(79)
一、蛋白质各级结构的基本概念.....	(79)
二、构型与构象.....	(79)
三、蛋白质的二级结构.....	(80)
四、蛋白质的三级结构.....	(81)

五、蛋白质的四级结构	(83)
六、蛋白质一级结构对高级结构的影响	(84)
第九节 个别蛋白质的结构与功能	(84)
一、纤维状蛋白质	(84)
二、球状蛋白	(86)
三、糖蛋白	(88)
四、脂蛋白	(89)
第十节 蛋白质的结构与功能的关系	(91)
一、同功能蛋白质中氨基酸顺序的种属差异	(91)
二、在生物进化过程中同功能蛋白质在结构上的变化	(91)
三、蛋白质结构变化引起功能变化	(92)
四、一级结构的局部断裂与蛋白质的激活	(92)
五、蛋白质的结构与功能的进化	(94)
第十一节 蛋白质的性质	(95)
一、蛋白质的两性解离和等电点	(95)
二、蛋白质分子的大小	(97)
三、蛋白质的胶体性质	(98)
四、沉淀作用	(99)
五、变性作用	(99)
六、蛋白质的颜色反应	(100)
第十二节 蛋白质的分离、纯化与鉴定	(101)
一、蛋白质分离与提纯的一般原则	(101)
二、蛋白质分离与纯化的方法	(102)
三、蛋白质产品的分析测定	(105)
习题	(106)
第四章 核酸化学	(107)
第一节 核酸的组成成分	(107)
一、糖组分	(107)
二、碱基	(107)
三、核苷	(109)
四、核苷酸	(110)
第二节 RNA的结构	(111)
一、RNA的类别及分布	(111)
二、RNA一级结构的概念	(112)
三、核酸的降解	(114)
四、RNA一级结构的研究方法	(117)
五、RNA的高级结构	(120)
第三节 DNA的结构	(123)
一、DNA的一级结构	(123)
二、DNA的二级结构	(128)
三、DNA的三级结构	(131)
第四节 核酸及核苷酸的性质	(132)

一、溶解性	(132)
二、核酸及其组分的两性性质	(132)
三、紫外吸收	(136)
四、核酸的变性与复性	(137)
第五节 核酸的提取、分离和测定	(138)
一、核酸的提取	(138)
二、核酸组分的分离	(139)
三、核酸组分的分析鉴定	(140)
四、核酸及其组分含量的测定	(142)
第六节 核酸的生物学功能	(143)
一、核酸是遗传变异的物质基础	(143)
二、核酸与生物遗传信息的传递	(144)
三、核酸与疾病	(145)
习题	(145)
第五章 酶化学	(146)
第一节 酶的概念	(146)
一、酶是生物催化剂	(146)
二、酶学的发展来自实践	(146)
三、酶的催化特性	(146)
第二节 酶的化学本质及组成	(147)
一、酶的化学本质	(147)
二、酶的组成	(148)
三、酶的辅因子	(149)
第三节 酶的命名及分类	(150)
一、习惯命名法	(150)
二、国际系统命名法	(150)
三、酶的分类	(150)
四、酶的系统编号	(153)
第四节 酶的专一性	(153)
一、绝对专一性	(153)
二、相对专一性	(156)
三、立体化学专一性	(157)
第五节 酶的分子结构与其生物学活性的关系	(158)
一、酶蛋白的结构	(158)
二、酶的活性中心	(159)
三、酶的活性与高级结构的关系	(161)
四、酶原的激活	(161)
第六节 酶作用的机制	(163)
一、酶为什么能催化化学反应	(163)
二、酶催化化学反应的中间产物学说	(164)
三、决定酶作用高效率的机制	(164)
四、决定酶作用专一性的机制	(167)

第七节 酶促反应的动力学	(169)
一、米氏方程	(169)
二、米氏方程的推导	(170)
三、米氏常数 (K_m) 的意义	(171)
四、米氏常数的求法	(172)
第八节 影响酶作用的因素	(174)
一、温度对酶作用的影响	(174)
二、pH 对酶作用的影响	(174)
三、酶浓度对酶作用的影响	(176)
四、激活剂对酶作用的影响	(176)
五、抑制剂对酶作用的影响	(176)
第九节 酶活力的测定	(180)
一、酶活力及其测定	(180)
二、酶活力单位	(181)
三、酶的比活力	(182)
四、酶活性中心转换数	(182)
五、酶活力的测定方法	(182)
第十节 多酶系、寡聚酶、同工酶与固定化酶	(183)
一、多酶系	(183)
二、寡聚酶	(184)
三、同工酶	(185)
四、固定化酶	(187)
习题	(189)
第六章 维生素和辅酶	(190)
第一节 维生素的概念和类别	(190)
一、维生素的概念	(190)
二、维生素的命名及分类	(190)
第二节 水溶性维生素及辅酶	(190)
一、硫胺素和脱羧辅酶	(190)
二、核黄素和黄素辅酶	(192)
三、维生素PP和辅酶I、辅酶II	(193)
四、吡哆素 (维生素B ₆)	(194)
五、泛酸和辅酶 A	(195)
六、叶酸和叶酸辅酶	(195)
七、生物素	(196)
八、维生素B ₁₂ 和辅酶B ₁₂	(196)
九、维生素 C	(198)
第三节 脂溶性维生素	(199)
一、维生素 A	(199)
二、维生素 D	(201)
三、维生素 E	(202)
四、维生素 K	(203)

习题	(204)
第七章 激素化学	(205)
第一节 激素的概念和分类	(205)
一、激素的一般概念	(205)
二、动物激素的一般介绍	(205)
三、激素的类别	(206)
第二节 含氮激素	(206)
一、氨基酸衍生物激素	(206)
二、多肽及蛋白质激素	(208)
第三节 类固醇激素	(214)
一、肾上腺皮质激素	(214)
二、性激素	(215)
第四节 前列腺素	(217)
一、分泌部位及化学结构	(217)
二、生理功能	(217)
第五节 昆虫激素	(213)
一、昆虫激素的类别	(219)
二、在农业生产上的应用	(220)
第六节 植物激素	(220)
一、生长素	(221)
二、赤霉素	(221)
三、细胞激动素	(222)
四、脱落酸	(222)
五、乙烯	(222)
习题	(223)
第八章 生物氧化	(224)
第一节 生物氧化的方式、特点和酶类	(224)
一、生物氧化中二氧化碳生成的方式	(224)
二、生物氧化中物质氧化的方式	(225)
三、生物氧化的特点	(226)
四、参与生物氧化的酶类	(226)
第二节 线粒体氧化体系	(229)
一、呼吸链的概念	(229)
二、呼吸链的组成成分	(229)
三、呼吸链中各组分的排列顺序	(232)
第三节 非线粒体氧化体系	(234)
一、微粒体氧化体系	(234)
二、过氧化体氧化体系	(236)
三、植物细胞中的生物氧化体系	(238)
第四节 生物氧化过程中能量的转移和利用	(239)
一、氧化还原电位及自由能变化	(239)
二、线粒体膜结构特点	(241)

三、高能磷酸键的生成机制	(244)
四、氧化磷酸化的机制	(246)
五、线粒体外的氧化磷酸化	(247)
六、高能磷酸键的储存和转移利用	(249)
七、氧化磷酸化解偶联作用和抑制作用	(251)
习题	(251)
第九章 糖代谢(一)——糖的分解与糖原合成	(253)
第一节 概述	(253)
一、多糖及寡糖的降解	(254)
二、糖的吸收和运转	(255)
三、糖的中间代谢概况	(256)
第二节 糖的无氧分解	(257)
一、糖分解代谢的共同阶段	(257)
二、酵解作用	(261)
三、发酵	(263)
四、糖无氧分解的生理意义	(263)
五、糖无氧分解的实践意义	(264)
第三节 糖的需氧分解	(265)
一、糖的有氧氧化的反应历程(三羧酸循环)	(265)
二、糖需氧分解的生理意义	(272)
三、磷酸己糖旁路	(274)
四、糖分解代谢各途径的相互关系	(278)
五、乙醛酸循环	(278)
第四节 其它单糖的分解代谢	(279)
一、乳糖及半乳糖	(279)
二、甘露糖	(280)
三、果糖	(280)
第五节 糖原的合成代谢	(281)
一、糖原生成作用	(281)
二、糖异生作用	(283)
习题	(285)
第十章 糖代谢(二)——光合作用	(286)
第一节 概述	(286)
一、光合作用的概念	(286)
二、叶绿体及光合色素	(287)
三、光合作用的一般过程	(289)
第二节 光合作用中的能量转化	(290)
一、光合作用的两类反应	(290)
二、反应中心及光合单位的概念	(290)
三、叶绿体的光反应	(290)
四、光合磷酸化	(292)
第三节 光合作用的碳素途径	(294)

一、卡尔文 (Calvin) 循环	(294)
二、C ₄ 双羧酸CO ₂ 固定途径	(299)
三、光呼吸与乙醇酸途径	(302)
第四节 蔗糖及淀粉的合成	(305)
一、蔗糖的合成	(305)
二、淀粉的合成	(307)
习题	(308)
第十一章 脂质代谢	(309)
第一节 脂肪的消化、吸收、储存和动用	(309)
一、脂类的消化	(309)
二、脂肪的吸收	(310)
三、血脂	(311)
第二节 脂肪的分解代谢	(312)
一、甘油的分解与合成代谢	(312)
二、脂肪酸的分解代谢	(312)
三、酮体代谢	(317)
第三节 脂肪的合成代谢	(320)
一、 α -磷酸甘油的生成	(320)
二、脂肪酸的合成代谢	(321)
三、三酰甘油的合成	(327)
第四节 磷脂代谢	(328)
一、磷脂的分解代谢	(328)
二、磷脂的合成代谢	(330)
第五节 胆固醇代谢	(332)
一、胆固醇的合成代谢	(332)
二、胆固醇的转化	(334)
习题	(337)
第十二章 蛋白质和氨基酸的代谢	(338)
第一节 蛋白质的营养作用	(338)
一、氮平衡	(338)
二、必需氨基酸与非必需氨基酸	(338)
第二节 蛋白质的消化、吸收、腐败和生理解毒作用	(339)
一、蛋白质的消化	(339)
二、氨基酸的吸收及代谢概况	(340)
三、蛋白质的腐败作用	(341)
四、生理解毒作用	(341)
第三节 氨基酸代谢的共同途径	(342)
一、氨基酸的脱氨基作用	(343)
二、氨基酸的脱羧基作用	(346)
第四节 氨基酸分解代谢产物的去路	(347)
一、氨的代谢	(347)

二、 α -酮酸的代谢	(351)
第五节 个别氨基酸的代谢	(352)
一、一碳基团代谢	(352)
二、含硫氨基酸的代谢	(355)
三、芳香族氨基酸的代谢	(360)
第六节 植物和微生物的特殊氮代谢	(364)
一、硝酸盐与亚硝酸盐的利用	(365)
二、固氮作用	(365)
习题	(366)
第十三章 核酸代谢	(367)
第一节 核苷酸的代谢	(367)
一、核苷酸的分解代谢	(367)
二、核苷酸的合成代谢	(369)
三、脱氧核糖核苷酸的合成	(375)
第二节 DNA的生物合成	(376)
一、参与DNA复制的酶及蛋白因子	(376)
二、半保留复制	(380)
三、DNA不连续合成	(381)
四、DNA的复制过程	(382)
五、原核生物与真核生物DNA的复制特点	(383)
六、RNA指导的DNA合成	(386)
七、DNA的辐射损伤及修复	(386)
第三节 RNA的生物合成	(388)
一、催化RNA合成的酶	(388)
二、RNA的合成过程(转录机制)	(392)
三、mRNA、rRNA和tRNA的合成(修饰加工)	(395)
习题	(397)
第十四章 蛋白质的生物合成	(398)
第一节 遗传信息的表达方式	(398)
一、核酸是遗传信息载体	(398)
二、遗传信息由DNA传递给RNA	(398)
三、中心法则	(398)
第二节 遗传密码	(399)
一、三联体密码的确立	(399)
二、一个三联体代表某一个氨基酸(密码破译)的证明	(400)
三、密码子的重要性质	(402)
第三节 蛋白质合成机制	(403)
一、梗概	(403)
二、蛋白质合成的方向	(404)
三、氨基酸的活化与氨酰基tRNA合成酶	(404)
四、密码子的识别	(406)
五、摆动性假说	(406)

六、起译密码子和甲酰甲硫氨酰tRNA的作用	(407)
七、蛋白质合成的步骤	(408)
八、多聚核糖体	(412)
九、肽链合成后的加工处理	(413)
第四节 突变的分子基础	(413)
一、突变原因	(414)
二、突变类型	(414)
三、抗菌素作用和蛋白质合成的关系	(416)
第五节 遗传信息传递的调节机制	(417)
一、原核生物转录的调控——操纵子学说	(417)
二、真核生物基因表达的调控	(419)
三、翻译水平的调节	(420)
习题	(421)
第十五章 物质代谢的调节控制	(422)
第一节 代谢调节的类型	(422)
一、神经系统对代谢的调节作用	(422)
二、激素对代谢的调节作用	(423)
三、细胞水平的调节作用	(423)
第二节 激素对物质代谢调节的作用机制	(425)
一、多肽激素的作用机制	(425)
二、类固醇激素的作用机制	(427)
第三节 细胞水平的反馈调节机制	(428)
一、反馈抑制的几种方式	(428)
二、反馈调节的机制	(431)
第四节 细胞水平的诱导与阻遏调节机制	(433)
一、构成酶与适应酶	(433)
二、诱导机制	(433)
三、阻遏机制	(435)
第五节 糖代谢与脂代谢的调节	(437)
一、糖酵解的调节	(438)
二、三羧酸循环的调节	(438)
三、糖原的合成与分解的调节	(439)
四、脂肪酸合成的调节	(440)
第六节 代谢调节与微生物发酵	(441)
一、降低最终产物的浓度	(441)
二、抗代谢产物类似物变异株的应用	(443)
三、细胞膜通透性的调节	(444)
习题	(446)
常用生化名词缩写	(447)
生化名词英汉对照	(456)
主要参考资料	(488)

绪 论

我们所在的地球充满着无数的生物，从最简单的病毒、类病毒到菌藻树草，从鱼虫鸟兽到最复杂的人类，处处都可以发现它们的踪迹，觉察到生命的活动。地球上现有生物形形色色，千姿百态。不同的生物，其形态、生理特征和对环境的适应能力各不相同，但是一切生物都具有生命，都经历着生长、发育、衰老、死亡的变化，都具有繁殖后代的能力。所有生命科学都要研究这些生物的基本特征，生物化学也不例外。

一、生物化学的涵义及其研究对象

生物化学是生物学的一个分支，它是一门运用化学的理论和方法来研究生命现象、阐明生命现象化学本质的学科。

生物化学研究的对象是生物机体，包括病毒、微生物、动植物和人体。研究生物机体的化学及其变化规律，主要包括下列三个方面的问题：

1. 构成生物机体的物质基础 即组成生物机体的物质的化学组成、结构和性质，以及它们在体内的分布。

2. 生命物质在生物机体中的运动规律 即生命物质在体内的化学变化，以及各种生命物质在变化中的相互关系，这就是生物的基本生命特征——新陈代谢（包括物质代谢和能量代谢）。

3. 生命物质的结构、功能与生命现象的关系 即在生命活动过程中，各种生命物质的作用、运动规律和相互关系，以及由这些生命物质所构成的器官、组织、细胞、亚细胞在生命活动中的功能。

按照上述三个方面的问题可将生物化学分为有机生物化学（静态生化）、代谢生物化学（动态生化）和功能生物化学（机能生化）。这是从研究方便的角度进行的人为划分，在学习生物化学时应注意这三个方面的有机联系，才能了解基本生命现象的全貌。

二、生物化学的主要任务和研究内容

生物化学是研究生命的科学。它的主要任务是深入了解组成生物体的物质以及由生物体所产生的物质的化学组成、结构、性质、功能；研究这些物质在体内的化学变化，即新陈代谢过程。构成生物体的元素很多，主要有C、H、O、N、P、S、Cl、Mg、K、Na等，这些元素的含量约占整个生物机体体重的99.9%。其它还有Fe、Cu、Zn、Ca、Mo、Mn、Co、Si、I、Al等，这些元素一般在生物机体中含量很少，称为微量元素。

上述这些元素在生物机体内构成水、盐类及碳氢化合物。碳氢化合物主要包括以下几类：

1. 由氨基酸组成的蛋白质和多肽；
2. 由含氮杂环化合物构成的核苷酸、核酸、叶绿素、血红素、细胞色素以及某些生物碱；
3. 糖类及其衍生物；
4. 脂类及其衍生物；

5. 维生素、激素及其它有机小分子。

这些碳氢化合物在生物机体的细胞内一般不是以单纯化合物的形式存在，而是相互作用彼此结合，组成与生理功能相适应的高分子。例如，蛋白质可与其它几类化合物相结合，构成核蛋白、脂蛋白、糖蛋白、金属色蛋白等，它们具有不同的生物功能。目前认为蛋白质和核酸在生物体内占有十分重要的地位。生物化学的任务就是要通过对这些生物大分子进行深入细致的结构分析，以说明这些物质的结构与其生物功能之间的关系；同时研究生物体的这些物质在酶的催化下合成或分解的过程，以及物质的运转和能量转移的过程；在此基础上阐明各种生命现象，如生长、发育、运动、适应、遗传、变异的分子活动规律，并应用这些规律为工业、农业和医学实践服务。

生物化学是一门比较年轻的学科，它作为一门独立的学科还不过是本世纪的事情。在短短的六、七十年间它的发展是非常迅速的。生物化学之所以发展如此迅速不仅是由于生命科学发展本身的要求，而且首先是由于生物化学是一门与生产实践密切相关的学科。它的发展对于促进工农业生产、医药卫生和国防事业有着密切的关系。例如，它能为发酵工业、医药工业、食品工业、农产品加工和高产优质品种的培育、临床诊断以及对肿瘤、免疫、分子病、遗传病、病毒病、代谢病等许多重大实际问题的研究提供理论基础。

生物化学是生物学的重要基础。一切生命现象的深入阐明，归根到底必须从生物体内进行化学变化或从生物体内物质的结构与功能的关系上来解释。当前，生命科学的各个分支都已逐步深入分子水平，即使象分类学、胚胎学等经典的生物学科也已深入到分子水平。对于物种的分类，组织器官的变化都必须在分子水平上加以阐明，因而生物化学已成为生物学与医学的重要基础。

近年发展起来的分子生物学是生物化学、生物物理学、微生物学等多学科互相渗透、综合发展的结果，它是在分子水平上研究生命现象的物质基础的科学。分子生物学研究的主要课题是：遗传和变异的分子基础、蛋白质与核酸的结构与功能、酶作用的分子机制、关于生命起源、细胞分化、光合作用、代谢调控、肌肉收缩、神经兴奋、能量转换等重大生物学问题的分子机制，以及亚细胞水平的生物膜研究等。这些重大理论问题和实际问题也正是当前和今后生物化学研究所面临的任务。

三、 生物化学的发展

生物化学和其它自然科学一样，它的发生和发展都是由生产实践和科学试验所决定的，随着生产和科学的需要而向前推进。

早期生物化学发展的动力来源于医药和发酵工业的兴起。由于我国历史悠久，在这方面贡献尤多。早在4000多年前（夏禹时代）我国劳动人民已发明用粮酿酒，酿酒所用的酒母称曲，又称媒，与现在的“酶”通用。周朝已掌握制酱和制醋技术，当时制成的酱种类多，有“百酱”之称。商朝已能制饴，饴是米经过麦芽的作用而制成的麦芽糖酱，而且当时已知饴比米更易为人吸收利用。酿酒、造醋、制酱、制饴迄今都是发酵酿造工业的一部分，是利用生物体的特殊催化剂——酶作用的结果。

在医药方面，春秋战国时代，已知用曲增进消化能力，用于治疗肠胃病。东周时庄子记载有“瘕病”，即甲状腺肿，因为海藻含碘可防治此病，与现代的科学疗法几乎相同。对缺乏维生素B₁的脚气病，唐朝初年的孙思邈已有详细的研究，知道脚气病是因缺乏某些营养而得的，是一种食米区的病，并已知用含B₁丰富的中药如车前子、杏仁、防风、大豆等来治疗脚气

病。另外，对缺乏维生素A引起的夜盲症，已知用含维生素A丰富的猪肝来治疗。

由上可见，我国古代劳动人民在实践中积累了丰富的生物化学知识。

欧洲十七、十八世纪工业的发达对生物化学这门学科也起了很大的推动作用，使近代生物化学的发展取得了不少的成就。例如，德国药剂师谢利（Karl Scheele）对动物和植物化学组成的研究奠定了生物化学的基础；法国化学家拉瓦锡（A.L.Lavoisier）证明，呼吸作用是吸进的氧被消耗，同时产生二氧化碳和热能；更为突出的是魏勒（F.Wöhler）于1828年在实验室里用氰酸铵合成尿素，即在实验室条件下，用无机物转变成了生物体产生的有机物（这一实验的成功，使当时盛行的关于生命起源的“活力论”彻底破产）；1869年米歇尔（F.Miescher）发现核酸等等，这一系列的工作和发现，奠定了生物化学的基础。

生物化学为一门独立的学科，它的发展大体上可分为三个阶段。本世纪以前，主要是对生物机体的组成物质的性质、成分以及含量的研究，属于叙述性的，称为静态生物化学；本世纪初到本世纪中叶，由于对酶、激素和维生素等活性物质的研究，发现它们在体内代谢中发挥着重要作用，于是生物化学由静态转为动态，侧重于研究体内有机物质的结构和代谢变化，这个阶段为动态生物化学发展时期；从五十年代以后，生物化学进入了以生物高分子的结构与功能为核心的分子生物学时期，这个阶段可称为功能生物化学发展的阶段。这后一阶段的发展是由于人们对生命现象和本质有了深入认识并懂得了体内物质代谢变化主要在细胞内进行，各种生物大分子严密地组织于细胞内，才使得代谢有条不紊。细胞只是生物体的基本结构单位和基本功能单位，但不是生物机体组织结构的唯一形式，因为在高等生物中，由细胞再构成组织和器官。因此，研究生物分子、亚细胞、细胞、组织和器官的结构与功能的关系，即从一个完整的生物机体的角度来研究其体内的化学及其化学变化，就是今天的生物化学的任务。

生物化学作为一门边缘学科，它的发展不仅与生命科学的其它学科紧密相关，而且依赖于物理、化学、数学等学科的理论和技术的发展。现代生物化学和分子生物学的一些重要突破，都是借助于物理、化学的现代技术（如X射线衍射、核磁共振、各类光谱等）；因此，生物化学的进一步发展也强烈地依赖于这些学科的基础理论和技术的发展。

当前，在新技术革命中崛起的“生物工程学”（Biotechnology）是分子生物学、生物化学、微生物学、遗传学等生命科学发展的必然产物。这些学科发展的新成就与当前工、农、医实践的紧密结合，开创了一个新的经济技术革命的崭新局面。生物工程学的发展，使人们有可能超越生物种间、属间或更远亲缘关系的屏障而进行远缘杂交，定向改造和建立新的生物品种或新的生物机能，使其生命科学在更大效益、更高层次的水平上为人类服务。生物工程，特别是基因工程、酶工程等的发展速度在很大程度上取决于生物化学的理论和技术的发展速度。因此，为迎接新技术革命的到来，大力促进生物工程的发展，也是生物化学责无旁贷的任务。

第一章 糖类的化学

第一节 概述

一、糖的定义

糖类是由碳、氢、氧三种元素组成的有机化合物，它们可由实验式 $C_n(H_2O)_m$ 来表示。由此式可以看出，式中所含氢和氧之比往往是 2 : 1，与水的组成比例相同，故过去将糖类物质称为“碳水化合物”（carbohydrate）。这种按照所含元素比例来给糖类物质下定义是不恰当的，因为第一，甲醛（ $H \cdot CHO$ ）、醋酸（ $CH_3 \cdot COOH$ ）、乳酸（ $CH_3 \cdot CHOH \cdot COOH$ ）等物质，从其理化性质看，它们显然不属于糖类，但其氢和氧之比也是 2 : 1；第二，按其理化性质，某些应属于糖类的物质，如鼠李糖（ $C_6H_{12}O_6$ ）、脱氧核糖（ $C_5H_{10}O_4$ ）等，其氢与氧之比又不是 2 : 1，故“碳水化合物”一词用于糖类是不确切的。

从化学结构的观点出发，现在对糖类物质作如下定义：

糖类物质是一类多元醇的醛衍生物或酮衍生物，或者称为多羟醛或多羟酮的聚合物。实际上糖类包括多羟醛、多羟酮、它们的缩聚物及其衍生物。

二、糖的分类

糖类物质是一大类物质的总称。根据其能否水解和水解后的产物，将糖类分为下列几类：

1. 单糖 是糖类物质中最简单的一种，它不能再被水解为更简单的物质。根据所含碳链的长短，单糖又分为丙糖（含三个碳原子）、丁糖（含四个碳原子）、戊糖（含五个碳原子）和己糖（含六个碳原子）等。常见的单糖有：

戊糖：阿拉伯糖（arabinose）、核糖（ribose）、脱氧核糖（deoxyribose）。

己糖：葡萄糖（glucose）、果糖（fructose）、半乳糖（galactose）。

2. 寡糖 由二至六个单糖分子缩合而成。其中最重要的是二糖，二糖可以看作是由两个分子单糖缩合失水而成的糖，因此它们在水解时可生成两分子单糖。常见的二糖有蔗糖（sucrose）、麦芽糖（maltose）和乳糖（lactose）。

3. 多糖 多糖是由许多单糖分子缩合、失水而成，加水分解后又生成许多分子单糖。若构成多糖的单糖分子都相同就称同聚多糖。由几种不同的单糖构成的多糖则称杂多糖。常见的多糖有淀粉（starch）、糖原（glycogen）、纤维素（cellulose）、琼脂（agar）、果胶（pectin）等。

三、糖类物质的生物功能

糖类物质在自然界中分布广泛，特别是大量存在于植物体中，以干物质计可达80%以上。如谷类和薯类的淀粉，木材、稻草、棉花、麻类中的纤维素和半纤维素，甘蔗、甜菜中的蔗糖，水果中的葡萄糖等都是存在于植物中的糖类。

糖类是生物获取能量的主要来源，是某些生物，特别是植物支撑组织的重要物质。

某些糖类物质在机体内有着特殊的生理功能，尤其是糖与其它物质构成的结合糖类。如