

(英) E. G. 布朗著 华东师范大学化

生物化学引论

降组译

上海教育出版社

内 容 简 介

本书根据英国皇家化学学会组织编写的中学教师参考丛书中的第十七册《生物化学引论》(1971年)译出。本书对生物化学基本知识作了一个全面概括的介绍,有些章节还反映了生化领域中的新成就,可供中学教师和非生化专业的大学生参考。

E. G. Brown

An Introduction to Biochemistry

The Royal Institute of Chemistry 1st ed., 1971

生物化学引论

〔英〕E. G. 布朗 著

华东师范大学化学系翻译组译

上海教育出版社出版

(上海永福路123号)

新华书店上海发行所发行 上海崇明印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.125 字数 87,000

1982年3月第1版 1982年3月第1次印刷

印数 1—8,000 本

统一书号: 7150·2565 定价: 0.35 元

译者的话

这本小册子虽然篇幅不长，但有它的特点和优点。首先它按一般人熟悉的课题分类，简明地阐述了有关领域中的问题，便于读者把生化内容与日常生活中的知识结合起来。其次内容是简要的，但也比较深入地讨论了一些问题。例如，第五章中，在论述葡萄糖分解的全过程的基础上，着重阐明NADH和ATP的形成过程，这两种化合物有极其重要的生物功能，最后又讨论了关于氧化磷酸化的当今的两种学术观点。再如第七章中，讨论了与遗传有关的密码和复制，从而比较深入地讨论了DNA的组成和功能。读过第三章“化学进化和生命起源”使人相信复杂而繁多的生命体是生物进化的历史长河中自然而然形成的，从而有助于消除对生命起源的神秘感。再次各部分内容之间的联系也较自然，前面的内容为后面的论述提供了必要的基础知识。没有读过生物化学的同志只要有基本的化学知识，完全可以看懂。当然细心地阅读和理解是必要的，因为本书不是泛泛地叙述生物化学。因此译者认为本书可以作中学教师的参考书，也可以作一般读者了解生物化学知识的好书，甚至也有可能成为非生化专业学生的教材。从分子水平研究生物学是生物学学科发展的趋向，对整个自然科学的发展也起重要作用，许多物理学、化学工作者已经进入了生物学领域。我认为在国内普及有关生化的基础知识是必要的。这本书在这方面可能起一点作用。

在翻译过程中，在忠于原文前提下，译者把文字的通顺、

易懂放在首位，其次尽量使用原文用词。生化的专门词汇大体上按《英汉生物化学词汇》(1977年版)译出。该书中没有的，后面注有英文。人名用英文原文。

著者布朗毕业在利物浦大学生化系，后来又在该校得哲学博士，曾为伦敦大学研究员，在医学研究领域工作过，但前几年转到研究高等植物生化，着重研究 *N*-杂环化合物代谢，特别是嘌呤和嘧啶衍生物的代谢。

—译者—

1980年10月于上海

代 序

1959年英国皇家化学学会创办了发表教师专题论文的丛书。该丛书一开始就以中学教师为对象,并针对中学教师的特点,深入浅出地介绍化学专业知识,以提高中学化学教学质量。但到后来,这些书的对象和内容都远远超过中学的范围。到目前为止,该丛书出版了三十多册,有的还多次修订再版。根据我国的实际情况,我们选译了其中的氧化还原原理、硅化学及其应用、生物化学引论等等,并将陆续出版,供广大中学教师参考。参加翻译工作的有陈学民、徐新隆、龚良初、任家瑛、陈龙武、朱传征、戴环(上海教育学院)等,由顾仲钧、周乃扶、杨绍钟等最后校阅。由于时间和水平的限制,难免有不妥之处,谨请读者指正。

华东师范大学化学系翻译组

1980年10月

目 录

1. 引言.....	1
2. 一些生物学上重要的分子.....	4
脂肪(4) 糖类(6) 蛋白质(14) 核蛋白(17)	
3. 化学进化和生命起源.....	21
生物化学进化(26) 细胞(27)	
4. 酶催化.....	31
酶-底物复合物(33) 影响酶活性的因素(33) 酶的作用方式(39)	
5. 生物能学.....	48
生物学上可以利用的能量(49) 光合作用的磷酸化(52) 呼吸磷酸化(56) 氧化磷酸化的机理(63)	
6. 代谢.....	68
分解代谢(68) 合成代谢(71) 代谢的互变(77)	
7. 生化控制和整合.....	81
局部控制系统(81) 代谢的中心控制(85) 细胞核控制代谢的机理(85) 神经和激素控制(94) 外激素(99)	
8. 方法和技术.....	100
完整生物体的研究(100) 离体组织的使用(102) 微生物体系(103) 无细胞制剂(103) 亚细胞部分(104) 酶的提取和分离(105) 代谢途径的研究(107) 同位素示踪原子(109)	
9. 生物化学的未来.....	112
附录 1	117
附录 2	121
进一步阅读的建议.....	123

1. 引 言

生物化学是研究生物体的分子组成和化学活性的学科，因此要求兼通化学和生物学。虽然研究这门学科要把化学技术和化学原理用到生物学问题中去，但是化学和生物学协合*地熔合成生物化学，正如将要看得清楚的，生物化学已发展为有它自己的原理、概念和技术。

很难准确地说出生物化学开始成为独立学科的时间。从18世纪后半叶经过整个19世纪，为了了解生命过程的化学结构和化学动力学，人们作出了巨大的努力。早在1835年柏济力阿斯(Berzelius)就已将生物反应列入到他称为催化的化学变化表中去。

当时人们最感兴趣的生化变化是酒精的发酵。酒精发酵被施旺(Schwann)看作是起源于生物学的过程，他并把酵母描述成象植物一样，能把糖转化成酒精和二氧化碳。然而当时有一种旧的“生机论”，它宣称有机分子充满着神秘的生命力。李比希(Liebig)站在与这种旧理论作斗争的前列，他被施旺的“非科学”观点激怒了，在1839年针对他的观点发表了辛辣讽刺的文章。后来巴斯德(Pasteur)开始研究发酵，并阐述了好气和厌气细菌以及有这些细菌参加的发酵。这又一次遭到了李比希的攻击。李比希的观点认为发酵是由于腐败物质分子的振动引起扰乱作用的结果，而稳定分子是没有扰乱作用

*协合作用是生物学术语，意思是说，各别效应的协同作用，使总效应大于两个效应单独作用的和。

的,即认为发酵是一种物理化学现象。

在李比希死后 24 年和巴斯德死后 2 年,这一著名的争论在 1897 年终于由爱德华·布赫纳(Edouard Büchner)解决了。正如许多科学争论一样,事物的真相往往是表面上正好相反的两种观点的综合。布赫纳的工作表明,引起发酵的东西常常包含在酵母的细胞中,并能以具有功能的形式提取出来。在不含完整的细胞时也能使糖发酵成酒精。这种东西原来叫做酵素(“ferments”,德文中仍用这一词),而现在一般叫酶(“enzyme”,来自希腊语,“in yeast”),布赫纳的发现为生化研究开拓了酶催化反应的整个领域,这就是为什么今天把他的发现看作是一个突破。

在本世纪中,生物化学的进展在很大程度上要归功于发酵的早期研究和争论,也应归功于 19 世纪的其他伟大的化学家,例如舍勒(Scheele)和埃米尔·费雪(Emil Fischer)。他们在阐明许多生物学中特别重要的物质的化学性质上做了很多工作。本世纪初,哈登(Harden)和扬(Young),恩布登(Embdem)和迈耶霍夫(Meyerhof)和沃伯里(Warburg)继续研究发酵的生物化学,最终阐明葡萄糖氧化成酒精的化学途径。生物化学在当时很快地聚集起了力量,这种力量被 F. 高兰·霍普金斯(F. Gowland Hopkins)进一步加强了,他清楚地认识到“未知食物因素”的重要意义,并着手进行这方面的研究,芬克(Funk),曾脱-吉安吉衣(Szent-Györgyi)和埃尔维因(Elvehjem)等著名人物最后也参加了,结果发现了维生素及其与酶活性的关系。

自 20 世纪 40 年代起,随着马丁(Martin)和辛格(Synge)对纸上层析技术的发展和市场上供应可利用的同位素的首次出现,开始了生物化学的大量发现和快速成长的现代局面。这也

是可以看到现代生化仪器的开端时期；人们发明了可生产为产品的光电分光光度计、放射性同位素计数器以及超离心机。可以毫不夸张地说，这些技术和仪器引起了生化研究的革命。

生物化学家的最终目标是用基本的化学和物理现象完整地阐明生物体和生命本身。应当强调指出，生物体并不是一个静态的化学结构，而是能自我保持动力学平衡态的复杂的多相体系。因此除了对生物分子的结构有兴趣外，生物化学家还必须关心在生物体进行的大量的化学反应的本质、控制和整合。

2. 一些生物学上重要的分子

从量上说,所有生物体的主要化学组成属于三类化合物,就是脂肪、糖和蛋白质。这里不能详细讨论它们的化学,但是为了更好地理解以后各章节,对这三类化合物的基本结构特征作一简要的概述。

脂肪

脂肪,生物化学家通常叫它做脂类,是一类在结构上不均一的物质,有一种共同的物理性质——易溶于非极性溶剂。因此用象氯仿这种有机溶剂提取生物组织,可以得到脂肪的混合物。根据它的结构,脂类分成以下几类。

1. 甘油三酯

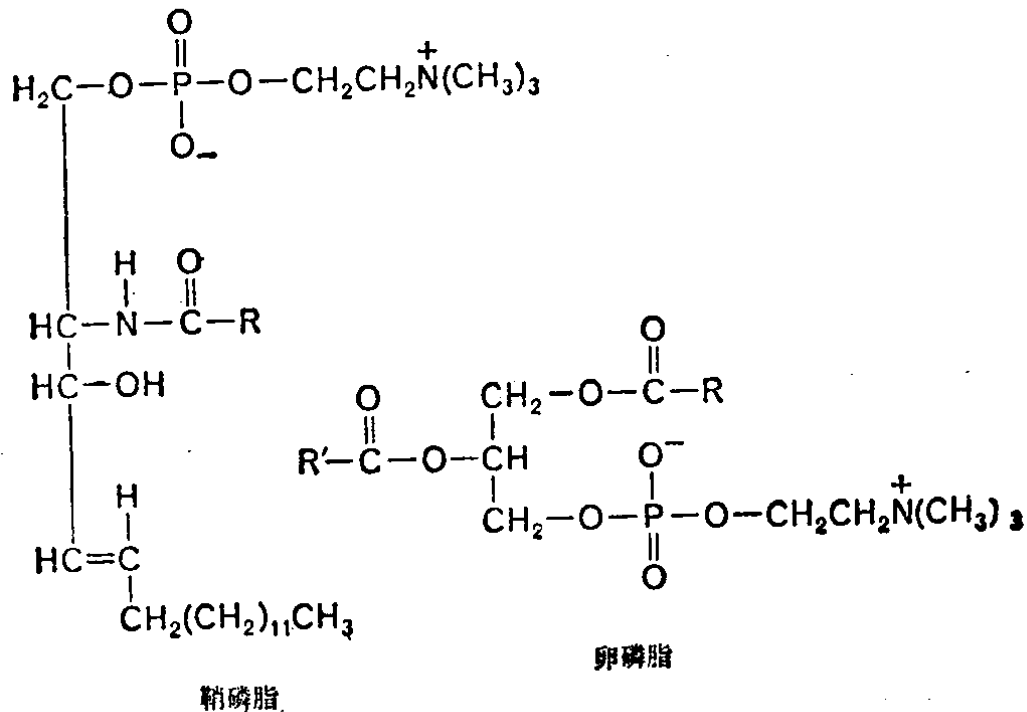
它们是甘油和高级脂肪酸的酯。甘油有三个羟基,因此它们能形成单酯、二酯和三酯,分别叫做甘油单酯、甘油二酯和甘油三酯。从量上说,甘油三酯最重要,常被称为真脂,它们是大多数脂肪组织提取物的主要成分。甘油三酯的化学性质主要由它分子中的 R 基团所决定。例如 R 不同,甘油三酯的饱和度也不同。高度不饱和的脂肪大多呈液态,如橄榄油。



而高度饱和的脂肪是固体,如牛油。

2. 磷脂

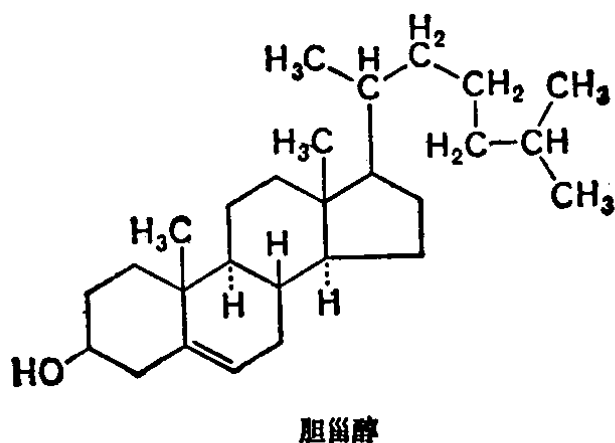
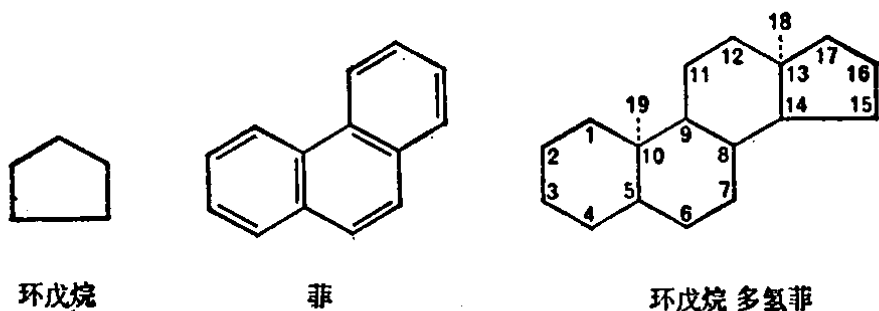
磷脂可以看作是甘油二酯剩下的自由羟基跟正磷酸酯化而生成的酯,磷酸又跟含氮碱连接。磷脂中主要一类物质是卵磷脂,其中含氮碱是胆碱($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$),而另一类叫做脑磷脂的含氮组分是乙醇胺($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$)或丝氨酸($\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$)。卵磷脂和脑磷脂是神经组织的重要成分,跟这两类磷脂共存的还有另一类叫鞘磷脂的磷脂。它跟另外两类磷脂的不同处在于它不含甘油残基。



3. 甾族化合物

这类脂类在结构上与甘油酯和磷脂都没有联系。甾族化合物是环戊烷多氢菲的衍生物,它们靠这个核上取代基的性质和位置互相区别。从自然界存在的甾族化合物的结构中可以看到一些共同特征。烃支链一般在 17 位置上,而甲基可以在 10 和 13 位置上。羟基或羰基通常在 3 位置上。含羟基的

甾族化合物叫做甾醇,例如动物甾醇——胆甾醇。



4. 烃类

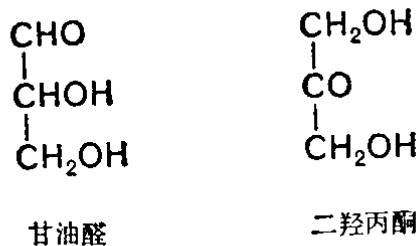
在脂类提取物中,可以发现少量的各种烃,但它们的结构形形式式,又不实用,这里不再列举。

糖类

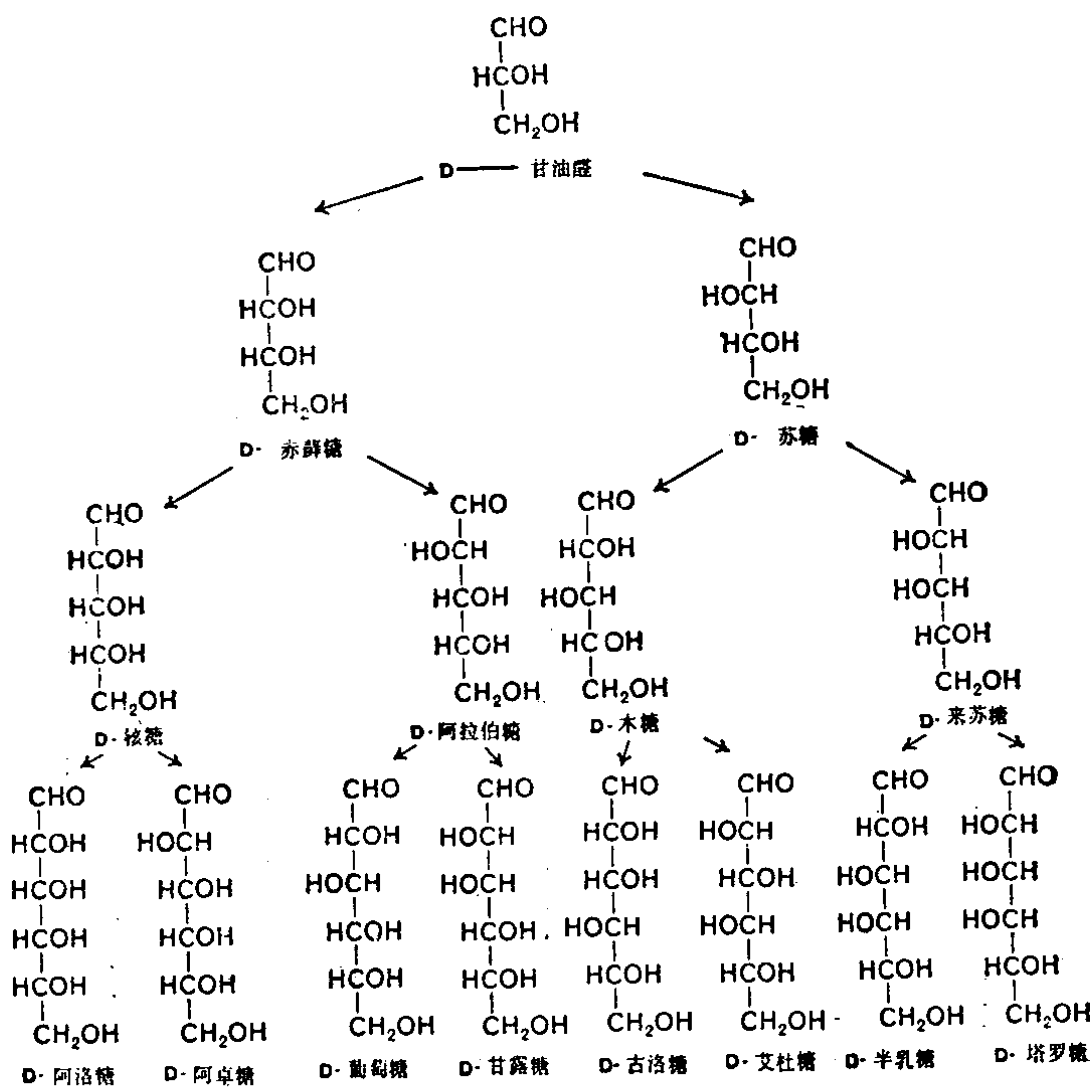
最初把符合分子式 $C_x(H_2O)_y$, 即“碳的水化合物”的物质,叫做碳水化合物。现在看来,这一定义太从形式上看,例如这样下定义将会把含氮的氨基糖和脱氧糖如 2-脱氧核糖 ($C_5H_{10}O_4$) 等类物质排除在糖类之外。属于糖类的化合物有简单糖(单糖)及其衍生物和单糖的多聚物。糖类按水解一个分子所产生单糖的分子数来分类。因此,双糖由两个单糖分子组成,三糖由三个,而多糖由多个单糖分子组成。

1. 单糖

这类糖是多羟基醛或多羟基酮，分别叫做醛糖和酮糖。这

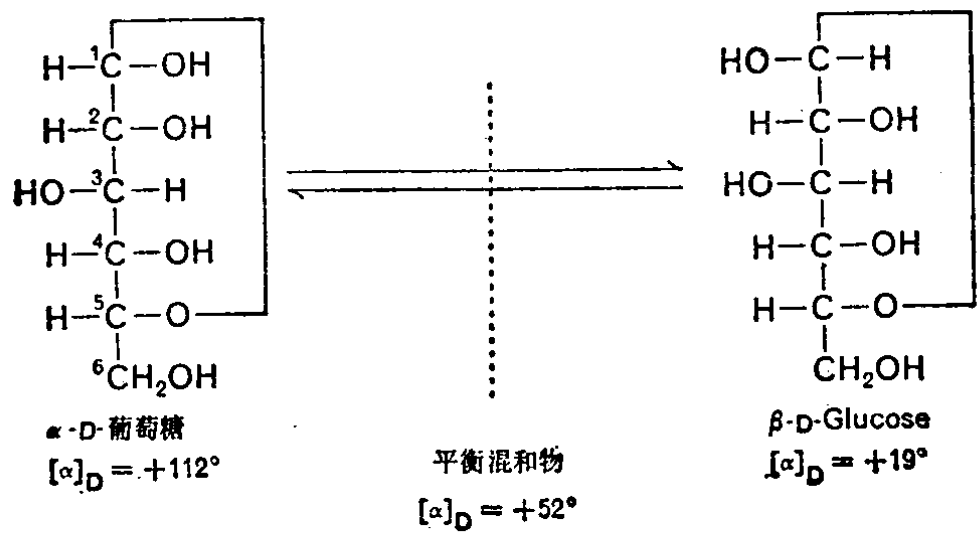


两类糖分别以甘油醛和二羟丙酮作为它们的原型，其他单糖可以认为是由插入一个或更多—CHOH—基团衍生出来的。例如，醛糖的关系表示如下：



每个单糖分子含有几个手型碳原子，因此呈现立体异构。每个糖分子式可能有的异构体数等于 2^n ，其中 n 是手型中心的数目。例如，葡萄糖有四个手型碳原子，因而是属于 $2^4 = 16$ 个异构体的系列。考察这 16 个分子模型，可以发现其中 8 个是另外 8 个的镜像。由 8 个分子组成的一个系列结构上是由 D-甘油醛衍生出来的，叫做 D-系列。自然界存在的糖大多数属于这一系列，而镜像的 L-系列在自然界中很少发现。单糖有旋光性，在溶液中能旋转偏振光的平面，或者右旋 (+)，或者左旋 (-)。因此“D-(+)-葡萄糖”是指 D-构型和使偏振光的平面向右旋的葡萄糖分子。

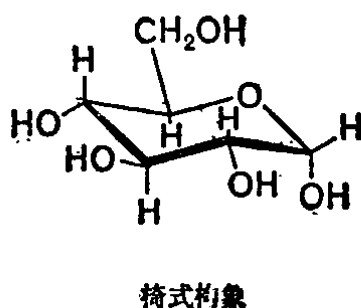
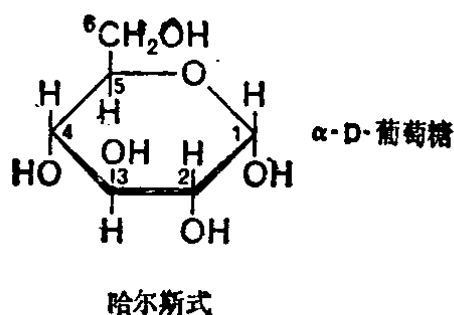
以上面所用的线型分子式代表单糖的分子结构，不适宜于表示它们的一些特征。值得注意的是它们不能表示另一个能被证实存在于单糖分子中的不对称中心。例如，D-葡萄糖刚从水中重结晶出来，在偏振仪上检查，它的旋光率是 $+112^\circ$ ，但在静置下它逐渐下降到 $+52^\circ$ 。另一方面，如果葡萄糖从吡啶中刚刚结晶出来，它的旋光率(在水中)是 $+19^\circ$ ，静置下也慢慢地变到 $+52^\circ$ 。因为化合物的旋光率正如熔点那样，通常是有关化合物的特性，旋光性的变化说明结构的变



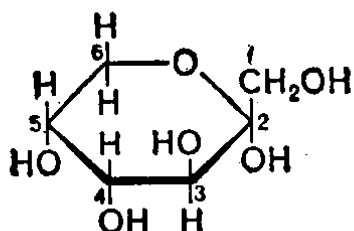
化。这一点现在可以用 D-(+)-葡萄糖的两种不同形式之间的平衡来解释；两种新的异构体， α 和 β 是由闭环时产生的第一碳原子上的新的手型中心造成的。

上面所示的环状结构给出了这一单糖空间排布的不真实图象，现在它已被哈尔斯(Haworth)式代替。在这种式中用透视法表示环的结构。把分子画成平面，环上的氧原子在远的一边，近的一边用粗线条表示，H 和 OH 画成跟环平面成 90° 。新的手型碳原子(C-1)在平面的最右边的角上。

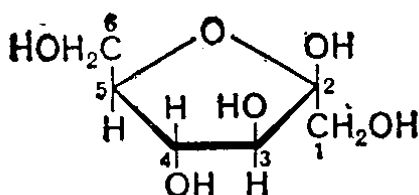
实际上， α -D-葡萄糖的吡喃糖环不是平面六角形(如果是平面六角形，就会跟碳原子价角不一致)，而是弯曲成“椅式”构象。但是除了在环的构象跟讨论的机理有关系的场合，通常糖还是用比较简单的哈尔斯式表示。



在形成环结构时，不是所有的单糖都生成六边的吡喃环。有些形成跟呋喃有关的五员呋喃糖环，而另一些则根据优势条件生成两种糖环中的一种。例如，果糖分子在溶液中几乎完全以吡喃糖形式存在，但是跟另一种糖结合时，如在蔗糖中(见下面)，它就呈现呋喃糖形式。

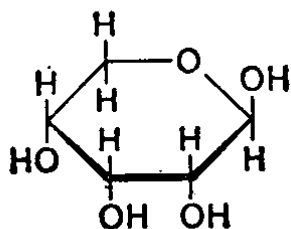


α -D-吡喃果糖

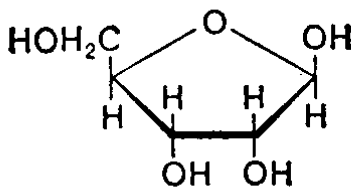


β -D-呋喃果糖

葡萄糖和果糖广泛存在于生物体内。它们都是己糖或六碳糖。含五个碳原子的糖(戊糖)分布也很广。分布最广的两种戊糖是木糖和核糖。同样,根据糖是游离的或结合的,戊糖的存在形式可以是吡喃糖或者是呋喃糖。丁糖(四碳糖)和丙糖(三碳糖)也存在于自然界中,但不及戊糖和己糖普遍。



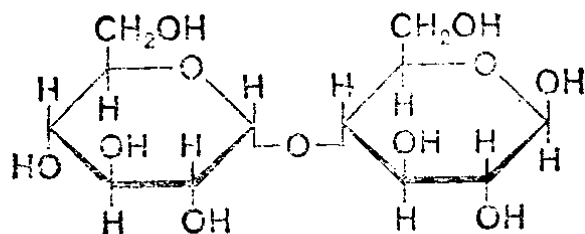
β -D-吡喃核糖



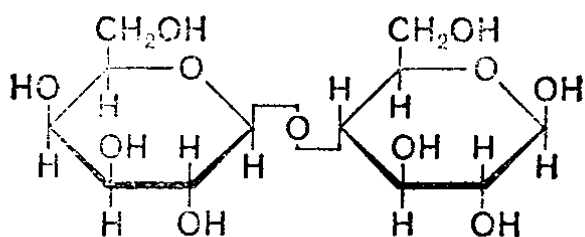
β -D-呋喃核糖

2. 双糖

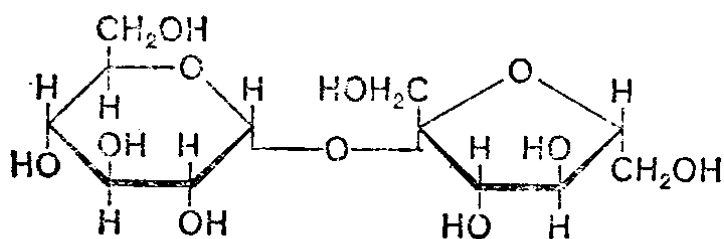
双糖分子的两个糖组分可以是相同的,如麦芽糖由两个葡萄糖单位组成;也可以是不同的,如乳糖包含一分子葡萄糖和一分子半乳糖。应当注意,乳糖中的葡萄糖残基是由 α -D-葡萄糖衍生出来的 α -单位(用C-1位置上的羟基位于环平面的下面表示),而半乳糖残基是由 β -D-半乳糖衍生出来的 β -单位。



麦芽糖



乳糖



蔗糖

蔗糖(甘蔗糖)是双糖,水解时产生等份葡萄糖和果糖。在蔗糖分子中,一分子 α -D-葡萄糖与一分子 β -D-果糖连接,后者是呋喃糖形式。

3. 三糖

植物中发现的三种三糖是棉子糖(来自棉花、甜菜和酵母)、松三糖(来自酸橙树的蜜露)和龙胆三糖(来自龙胆根)。