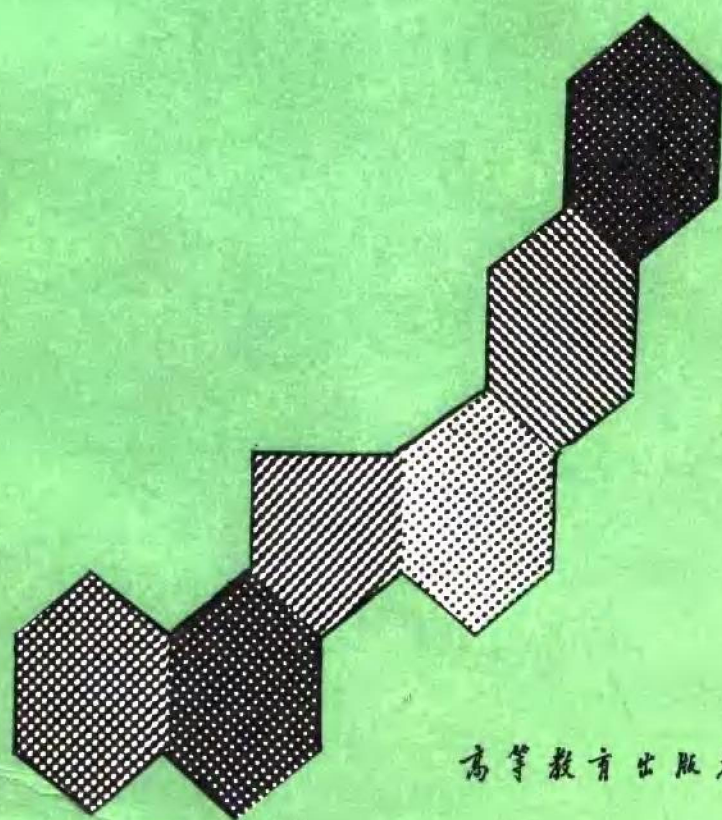


高等学校教材

# 植物化学分类学

陈孝泉 编著



高等教育出版社

## 内 容 提 要

本书内容包括植物的化学成分和化学分类两部分,编排上采用入门和专著相结合的方式,以期学习后能独立开展植物化学分类工作,比如对在形态上难以区分的植物种或杂种,可提供有用的化学分类手段。本书既是一本教材,又是一本科研专著,可作为高等院校生物系植物学专业、药物学专业、天然药物化学专业、有机化学专业、作物育种学专业以及资源考察等有关教学和科研工作者使用。

高等学校教材  
**植物化学分类学**

陈孝泉 编著

\*

高等教育出版社出版  
高等教育出版社照排中心照排  
新华书店北京发行所发行  
国防工业出版社印刷厂印装

\*

开本 850×1168 1/32 印张 15.25 字数 390 000

1990年7月第1版 1990年7月第1次印刷

印数 0001—1 960

ISBN7-04-002100-5/Q ·127

定价 3.70 元

---

## 前 言

本书系编者在四川大学生物系为分类学研究生班讲授“植物化学分类学”课时,所编印的讲义基础上加以扩充、重新编写而成。

内容分为植化成分、化学分类两部分。为便于学生掌握教材的内容,于各章节之末均附有复习题。从教学的实践表明,学完本课程后,学生除对“植物化学分类学”有较系统的了解外,并可具有一定的分析资料 and 进行科研工作的能力。

于本世纪 60 年代才诞生的“植物化学分类学”是一门新兴的边缘性学科,它是植物分类学和化学的“杂交种”具有化学研究和分类学研究的双重性质,但本书侧重在以化学为手段而以分类学为目的,既曰杂种则往往以杂种优势为特征,当然也有不育的时候。当前植物化学分类学在国外发展很快,是一个很活跃的领域。在国内亦陆续地有了植化分类方面的科研和译述报道。但结合国内实践作为一门课程系统地加以介绍,本书还是首次尝试,加之编者水平所限,缺点和错误之处在所难免,尚望读者多予指正,以利再版时修改。

在编写过程中,承四川大学生物系主任罗鹏教授、植物分类研究室方文培教授、生化教研室张田禄副教授;华西医科大学药学院王宪楷教授;成都中医学院药鉴教研室刘成冀副教授等,对有关章节均提供了宝贵的意见。四川大学植化室唐丹林、冯静、中心实验室纪大泽以及进修教师周素娣等同志,参加了实验的预试、教材的译述和抄写绘图等项工作。编者在此一并表示诚挚的谢意。

编者

1989 年于成都

# 目 录

## 前言

## 绪论 ..... (1)

一、植物化学分类学的目的和任务 ..... (1)

二、植物化学分类学的发展概况 ..... (1)

三、植物化学分类学的研究方法 ..... (5)

四、植物化学分类学在祖国社会主义建设中的作用 ..... (9)

## 第一章 植物的化学成分 ..... (10)

一、糖类 ..... (10)

二、甙类化合物 ..... (32)

三、黄酮类化合物 (flavonoids) ..... (53)

四、植物碱 ..... (76)

五、萜类化合物 (terpenes) ..... (97)

六、挥发油 ..... (112)

七、鞣质 ..... (117)

八、酶 ..... (125)

九、蛋白质 ..... (136)

十、核酸 ..... (149)

## 第二章 植化成分在植物中的分布 ..... (198)

一、黄酮类化合物在豆科中的分布 ..... (198)

(一)概述 ..... (198)

(二)豆科中黄酮类化合物的类型 ..... (199)

(三)属一级的黄酮类化合物 ..... (218)

(四)结论 ..... (237)

二、植物碱在芸香科 (Rutaceae) 中的分布 ..... (238)

(一)概述 ..... (238)

(二)芸香科中的植物碱 ..... (240)

(三)植物碱与分类的关系 ..... (257)

(四)结论 ..... (260)

三、类胡萝卜素在蔷薇属 (Rosa) 等中的分布 ..... (261)

四、裂果酸在香豌豆属 (lathyrus) 中的分布 ..... (262)

|                                                 |       |
|-------------------------------------------------|-------|
| <b>第三章 种和杂种的植化鉴定</b>                            | (266) |
| 一、引言                                            | (266) |
| 二、种的植化鉴定                                        | (266) |
| 三、杂种的植化鉴定                                       | (283) |
| 四、落叶杜鹃亚属 ( <i>Azalea</i> ) 的植化鉴定                | (285) |
| 五、蛋白质和酶在植化分类鉴定上的应用                              | (293) |
| <b>第四章 植化成分与植物的系统</b>                           | (297) |
| 一、植物碱与植物的系统                                     | (297) |
| 二、植化成分与单子叶植物的起源                                 | (326) |
| 三、人参属 ( <i>Panax</i> ) 的植化成分及其亲缘系统              | (332) |
| 四、香豆精甙类化合物与栲属 ( <i>Fraxinus</i> ) 的系统分类         | (339) |
| 五、黄酮类化合物与吊钟花属的系统分类                              | (341) |
| 六、萜类化合物与银杉属 ( <i>Cathaya</i> ) 的系统位置            | (344) |
| 七、蕨类植物中的植化成分                                    | (348) |
| 八、苔类 ( <i>Liverworts</i> ) 的芳香酯和萜类化合物           | (351) |
| 九、植化成分与藻类的进化关系                                  | (358) |
| 十、质体蓝素的氨基酸顺序与毛茛科 ( <i>Ranunculaceae</i> ) 系统的关系 | (358) |
| 十一、细胞色素 c 的氨基酸顺序与植物的系统                          | (369) |
| 十二、核酸与南瓜属 ( <i>Cucurbita</i> ) 的种间关系            | (370) |
| <b>第五章 植化分类的分科</b>                              | (374) |
| 一、毛茛科 ( <i>Ranunculaceae</i> ) 的植化分类            | (374) |
| 二、夹竹桃科 ( <i>Apocynaceae</i> ) 的植化分类             | (380) |
| 三、杜鹃花科 ( <i>Ericaceae</i> ) 的植化分类               | (390) |
| 四、榆科 ( <i>Ulmaceae</i> ) 的植化分类                  | (430) |
| 五、唇形科 ( <i>Labiatae</i> ) 的植化分类                 | (436) |
| 六、百合科 ( <i>Liliaceae</i> ) 的植化分类                | (452) |
| 七、三尖杉科 ( <i>Cephalotaxaceae</i> ) 的植化分类         | (465) |
| <b>主要参考资料</b>                                   | (482) |

# 绪 论

## 一、植物化学分类学的目的和任务

植物化学分类学”是揭示物种在分子水平上所反映出来的特殊矛盾的新学科。它一方面在分子水平上提供分类学特征,以弥补形态植物分类之不足;另一方面还研究物种的系统发育在分子水平上所反映出来的规律性。植物化学分类学的任务主要有以下三方面:

1. 探索各级分类学(如门、纲、目、科、属和种等)所含化学成分的特性和生物合成的途径;
2. 探索化学成分在植物系统中的分布规律;
3. 根据植物中化合物的特征,进一步研究植物的系统发育。

就其范围来讲,在进行上述三方面的研究中,有的涉及对菌藻植物、苔藓植物、蕨类植物、裸子植物和被子植物等各大类进行研究;有的则分别在门、纲、目、科、属和种一级水平上进行研究。但目前以在科一级水平上的研究较多。

## 二、植物化学分类学的发展概况

关于植物化学分类学的发展,大致可分为三个时期。

第一个时期(17 世纪后半叶— 19 世纪末):是植物化学分类学思想的萌芽时期。

(1)1673 年, Grew (英)在其所著《植物学历史概念的建议》一书中曾指出:“每个植物间在形态上都有其异同之处,同时也有着与之相应的性质”。例如:野生的和栽培的黄瓜属植物,虽均同属,但却有其相异之处。虽然它们在利尿作用是完全一致的,但前者有强烈的致泻作用,后者则完全没有。又如伞形花科植物其性

质也是各种各样的,但在“驱风作用”这一点上,则是相同的。

(2)1699 年, Petiver(英)发表了“关于植物药用特性”的论文,他提出:“每一个形态群(如十字花科和唇形科)的每一种群内的各个种都具有相似或相同的治疗特性”。

(3)1804 年, De Candolle 写了一本小册子,题为《植物的药性、外部形态和自然分类的比较试验》,如果用现代的语言表达,可叫做“植物化学分类学原理”。至此, De Candolle 明确提出了植物化学分类的思想。

(4)1854 年, Rochleder 在他所编著的《植物化学》一书中做了这样的结论:“看来,植物的系统位置与其化学物质之间存在着一定的关系”。植物化学分类的思想得到进一步肯定。

第二时期(19 世纪末— 20 世纪 50 年代):这个时期的主要特点不仅是将第一时期所产生的关于植物化学分类学的新思想加以巩固和发展,并且开展了大量的科学研究工作,累积了丰富的资料,从而为植物化学分类学的诞生奠定了基础。

(1)1890 — 1909 年,自 De Candolle 之后,明确论述植物化学分类学原理和方法的第一个人是药剂师 Greshoff,他证明生氰化合物在大风子科(Flacourtiaceae)中的分布,主要限于 Pangieae (大风子科的一个亚科),因此,他把 Pangieae 改为 Hydrocyaniferae。

(2)1912 — 1913 年,植物分类学家和系统发育学家 Hallier 是第二个明确论述化学分类学原理和方法的人,他根据植物化学成分的特征,把罂粟科归入毛茛目;因 *Garrya* 属植物含有桃叶珊瑚甙(aucubin),又将此属并入山茱萸科。1913 年,他在第十一届国际药物科学代表大会上作了讲演,想以此来促进植物化学家对分类学问题的注意。他为后来的比较植物化学的研究明确地指出了两个方向:“描述化学分类学”和“动态化学分类学”。所谓“描述化学分类学”是指分离植物成分,并证明这些成分的结构,研究它们在植物界的分布。而“动态化学分类学”则是进行生物合成途径的比

较研究,以解决化学特性的平行起源和多样起源的问题;同时,还应探索关于新陈代谢途径所产生的植化成分方面的进化趋势,即发展和退化问题。

(3)20 世纪初, Baker 和 Smith(英)根据对 176 种桉属(*Eucalyptus*)植物的分析,发现桉属植物原始的种类有羽状的叶脉和含有较多萜烯的挥发油,比较进化的种类有中间型的叶脉和含有萜烯及桉叶素的挥发油,最进化的种类为蝶翼状的叶脉,含有水芹烯(phellandrene)辣薄荷酮(piperitone)或香叶醇乙酸酯。他们还研究了柏科 *Callitris* 属植物的分类及其挥发油,根据形态特征和它的化学成分的关系,按其化学成分将该属植物分为三组:第一组主要含柠檬烯,是右旋的;第二组也含柠檬烯,是左旋的;第三组主要是萜烯。

(4)1943 年,Weevers 认为,有些物质是经过一系列的突变而成,(如马钱子碱、金鸡纳碱等),这类物质不易重复发生,因而只限于某一狭小范围的分类群里;另一些物质是由一些普遍分布的物质经过一次突变而成,如咖啡碱来源于黄嘌呤,丁香酚(eugenol)来源于木香素。

(5)1950 — 1960 年, Mansk(加拿大)等共编辑了七卷植物碱资料(Mansk and Holmes 1950 — 1960 “The alkaloides-chemistry and Physiology” Vols. 1 — 7)对于了解植物碱在植物界的分布规律有很大帮助。

第三时期(20 世纪 50 年代末至现在),这一时期的特点是植物化学分类学经历了将近 300 年的孕育时间,终于在 60 年代诞生了。植物化学分类学的名称是在这个时期提出来的,至此,植物化学分类学的概念,原理方法和研究任务已初具规模。

在这一时期还出版了许多重要的著作,成立了相应的学术刊物,而且植化成分的大分子即生化部分如蛋白质、酶和核酸等也逐渐地开始应用于植物分类学,并有了不同程度的进展。

1962 — 1966 年, Hegnauer 著有六卷《植物化学分类学》。第



一卷为藻类、菌类、苔藓、蕨类及裸子植物类群;第二卷为单子叶植物各科;第3—6卷是双子叶各科。系分科进行阐述的,除述其化学成分外,并简述其性状、组织特征及在分类系统中的地位。

1963年,Swain编辑了《化学植物分类学》,该书较全面而深入地总结了世界各国化学分类学方面的成果,计有论文16篇,这对奠定近代的植物化学分类学(包括本教材)的编写有重要的启示和积极的推动作用。

1964年,由“国际理论和应用化学公会”(I.U.P.A.C)和“国际植物分类学协会”(I.A.P.T)联合成立了“化学分类学联合委员会”(Joint Committee on chemotaxonomy)。该委员会由25名化学家和植物学家组成,委员会还出版有“化学分类学通讯”(The chemotaxonomy newsletter),联合委员会和化学分类学通讯的目的在于帮助并促进生物学家与化学家,通过比较化学和生物化学的桥梁作用,进行更好的合作。

1967年,国际杂志《植物化学》(Phytochemistry)从本年开,每期都设有“化学分类学”一栏,专门刊登有关植物化学分类方面的文章。编者认为,经常查阅之,对了解植物化学分类的国际动态,不断更新教材,提高教学质量,是很有帮助的。

1969年,Desborough和Pelouin用酸性凝胶使茄属15个种的块茎蛋白进行电泳分离,一共产生14条区带。每一个种具有自己独特的区带,可见蛋白质型,对于区分属内分类特征具有一定的意义。

1970年,Fowden等人用七叶树属(*Aesculus*)植物的种子,从两种结构上相关的非结构蛋白质氨基酸的分布来考察该属植物的分属。分析的结果表明根据氨基酸存在的组合,可鉴定出是属于那个组的种。

1973年,Lee, D. W. 和 Fairbrother, D. E. 用区带电泳法、等电聚焦法及酶测试法分析了相邻地区的香蒲属(*Typha*)的三个种群中酶的变化。测试结果表明,每一个种群之间的酯酶同工酶的

变化很小或没有变化。

1974年, Gibbs(加拿大)著有《有花植物化学分类学》四卷, 其内容包括植物组分和科、目的化学分类两部分。

1976年, P. M. Smith著有《植物化学分类学》, 该书于1980年在我国翻译出版, 这对推动我国植物化学分类学的普及和发展有一定作用。

1978年, 国际杜鹃花协会在纽约召开, 大会上宣读了十六篇有关杜鹃花属(*Rhododendron*)分类的论文报告, 其中有五篇属化学分类。会后, 于1980年出版了一本专著“杜鹃花属的分类”。

1979年7月, 在伦敦还召开了一次化学分类学的原理和实践的讨论会。

1981年8月, 第十三届国际植物学会议在澳大利亚悉尼市召开, 宣读了十余篇关于化学分类方面的论文, 其中有五篇是属大分子化学分类方面的课题。

1984年11月, 中国首次植物化学分类学学术讨论会在苏州召开, 计有论文26篇。迄今为止植物化学分类学, 还没有一个专有的学科名词, 编者在此定为“phytochemo-taxonomy”, 以供使用时参考。

### 三、植物化学分类学的研究方法

原理: 各种各样的植物所表现出形形色色的形态特征, 是进行经典分类学的基础。从植物的系统发育来讲, 其形态(型)特征是由基因(型)控制的, 是长期自然选择的结果, 是无数个体发育以螺旋式上升的总和, 个体形态的建成反映了系统发育, 而形态的建成显然有化学的原因。所以, 从本质上来看, 用化学方法来研究植物的个体和系统发育, 有着重要的参考价值。

前曾提及 De Candolle 写的题为《植物的药性、外部形态和自然分类的比较试验》的论述, 其结论是: “植物的形态特征、系统位置与化学物质之间存在着一定的关系”。

准则和研究对象:

(1)在植物的化学成分中普遍产生的或几乎普遍产生的化合物,从分类学上来说,它的意义显然不大。例如,纤维素,木质素和叶绿素等化合物在植物化学成分上是重要的,但是它的分类学意义仅限于较高的分类单位,而且区别这些单位有更明显而简单的方法。因此,它们在分类学上的意义不大。

(2)在植物的化学成分中,其分布独特或者是十分稀少的化合物,在分类学上的意义也不很大,纵有一些价值(如对种的鉴定等),也是有局限性的。

(3)在植物分类学上具有意义的化合物,是那些有限分布的化合物。例如,简单黄酮是广泛分布的,异黄酮却只在少数几个科的植物中发现。因此,它具有重要的分类价值,即借助它可以把几个科区分出来。所以说有限分布的化合物较之上述 1,2 类物质有更大的分类价值。

根据植物分类的准则,这就给我们明确了所要研究的对象:

(1)用植物化学方法来研究分类,其对象主要是植物代谢的次生成分中有限分布的一些化合物。所谓次生成分是指一般在基本代谢中积累起来,而无明显作用的,贮存在活细胞或者象树脂管这类组织中的一类物质,常被称为“植物代谢的副产物”。有的被认为是:“植物代谢的废物”,其实它们也有一定的功能。次生成分属于植物体内的低分子类的化合物,有时积累的量较大。

(2)关于植化成分生物合成途径的探索。在利用植物某种成分作分类特征时,不能简单地用存在与不存在作为它们相关或不相关的准则。因为分类学上应用的化学特征相同性的标准与一般化合物相同性的标准不同。也就是说两个化合物结构相同,如果它们的生物合成途径不同,就应把它们看作是生物学上有区别。因为它们的合成途径不同,反映了受基因控制的酶机制的不同。

(3)用生物化学的方法来研究植物分类,其对象主要是一些大

分子化合物，如蛋白质、酶和核酸等。最近进展较快，例如某些类型的蛋白质证明比其它类型更适合于分类学和系统学的研究。蛋白质分子中比较可变的部位，看来对于分类学和系统学更为重要，因为它们的差异反映了突变型的变化。但较之低分子的次生植化成分来讲，则只能说有了一些开始，而更多的还是一些展望。

植物化学分类学主要采用的是植物化学和生物化学的研究方法，其目的在于为植物分类提供化学方面的资料。近二、三十年来，由于新技术新仪器的应用，使化学结构的测定一般在较短时间内就可以得到解决了。下面介绍一些常用的层析法和光谱法。

### (一) 层 析 法

① 纸层析：系用层析纸点上所要分离的化合物，在一定的溶液下展开，使它的组成成分分布在各特定的位置，并用显色剂显色后进行观察测量。这种方法在测定一些水溶性的植化成分（如糖和氨基酸等）时多采用。

② 薄层层析：薄层层析实际上只是纸层析的演变。此方目前用得较多，主要是因为它可以用除纤维素（层析纸）以外的一系列吸附剂。方法是把吸附剂放在一块干净的玻璃板上，散成一薄层，于是这块板就如同层析纸一样，经过滴样、展开、显色就可得到不同的点子，显示它们不同的组成成分。

③ 旋转薄层层析：一般的柱层析主要是利用重力，而旋转薄层层析则是从圆盘中心放入样品，利用旋转的离心力把样品分成一些同心圆来达到分离的目的。

④ 气相层析：此法多用于对植物挥发性成分的研究，它的好处是如果所采用的是气相色谱仪，则它不但可以定性，而且还可以定量。挥发性物质是在外面包有硅粉的内柱里，于一定条件下进行分离。在它的记录仪上表现出一系列的峰，峰的高度与它们的成分含量有关。

## (二) 光谱法

① 紫外吸收光谱: 紫外吸收光谱常用的波长范围是 200 — 400nm, 在此范围内一般只有不饱和键(生色团)的化合物才能表现出吸收峰, 所以只有具不饱和结构的化合物才能产生紫外吸收光谱。紫外吸收光谱与分子中电子跃迁有关, 由于分子结构的不同, 电子跃迁所吸收的能量就有差异。因而, 不同的化合物可以表现出不同的紫外吸收光谱。

一个化合物的紫外吸收情况, 可以用它的吸收曲线完全描绘出来, 但一般只报道其独特的吸收峰的波长、位置和摩尔消光系数。如  $\lambda_{\text{EtoH max}} 268 \text{ nm}, \epsilon 1700$ ,  $\epsilon$  摩尔消光系数  $\lambda$  (波长) 表示该物质在乙醇溶液中, 268nm 处有最大吸收峰, 这吸收峰的消光系数为 1700, 对已知物质有时只报道其吸收峰的位置即可。

紫外吸收光谱在分析化合物的结构上十分有用, 但必须指出, 紫外吸收光谱主要是反映化合物中所含共轭系统的情况, 在推断分子的顺式与反式, 酮式与醇式以及邻位、间位与对位苯的衍生物, 也就说在判定分子的骨架结构方面作用很大, 而基本母核相同的化合物, 可产生相同或近似的紫外吸收光谱; 相同物质的紫外吸收光谱则应完全一致。但是, 具有相同紫外吸收光谱的化合物, 其结构不一定相同, 仅仅只凭紫外吸收光谱, 一般是不能肯定未知物的结构的, 必须与其它方法配合才行。

② 红外吸收光谱: 红外线是指波长为 0.76 — 350 $\mu$  区域的波谱, 一般多用 2 — 15 $\mu$  段, 各种有机化合物分子中的功能团和化学键都具有特有的吸收峰, 因此, 可根据有机物的红外吸收光谱来判断某种功能团和化学键的存在。红外光谱比紫外光谱复杂, 一个化合物的谱有时有几十个吸收峰, 特别是 2 — 7 $\mu$  区的吸收峰是这样, 从这个区域的吸收峰往往能正确地推测某种结构的存在。例如: 2.8 — 30 $\mu$  左右的吸收峰是 OH 或 N — H; 3.2 — 3.5 $\mu$  为 C — H; 4.5 左右为三键(C  $\equiv$  C; C  $\equiv$  N)的特征吸收峰; 5.5 — 6.1 $\mu$  的吸收峰由于各种羰基的存在, 根据吸收峰的正确位置

还能推测它是羧基、酯基、酮基、醛基或酰基中的羰基。

由于篇幅所限，本书将这部分内容略去。另用实验讲义形式补充解决。

#### 四、植物化学分类学在祖国社会主义建设中的作用

植物化学分类学是一门较新的学科，它是由于社会的生产实践推动下产生和发展起来的。例如，近代药物制作和某些轻工业生产的迅速发展，迫切需要从植物中寻找新的药物和工业原料，因此，促进了科学工作者用近代科学技术大量地分析植物的化学成分，积累了丰富的化学资料，从而也就为植物化学分类学的产生和发展打下了基础。同时由于植物化学分类学的理论形成和发展，反过来又指导着社会的生产实践活动。例如亲缘关系相近的植物类群具有相似的化学成分等。这样就可以迅速扩大原料来源，促进药物生产和某些轻工业的发展，为“四化”建设作出贡献。

#### 复 习 题

- (1) 什么叫“植物化学分类学”？它的主要任务是什么？
- (2) 简述“植物化学分类学”的发展概况。你能举出那些近代的“植物化学分类学”方面的著作？著者是谁？
- (3) “植物化学分类学”常用的研究手段有那些？试比较一下各自的特点。
- (4) 为什么说“植物化学分类学”的产生和发展是与社会生产实践密切相关？
- (5) “植物化学分类学”的研究准则和对象是什么？在当前何者仍是主要的对象？

# 第一章 植物的化学成分

## 一、糖 类

糖在植物界分布很广,是植物细胞与组织的重要养料和支持物质,所以也是植物体中最常见的一类植物的化学成分。糖的形式多种多样,但对植化分类有一定用处的主要是单糖类。现分别介绍如下:

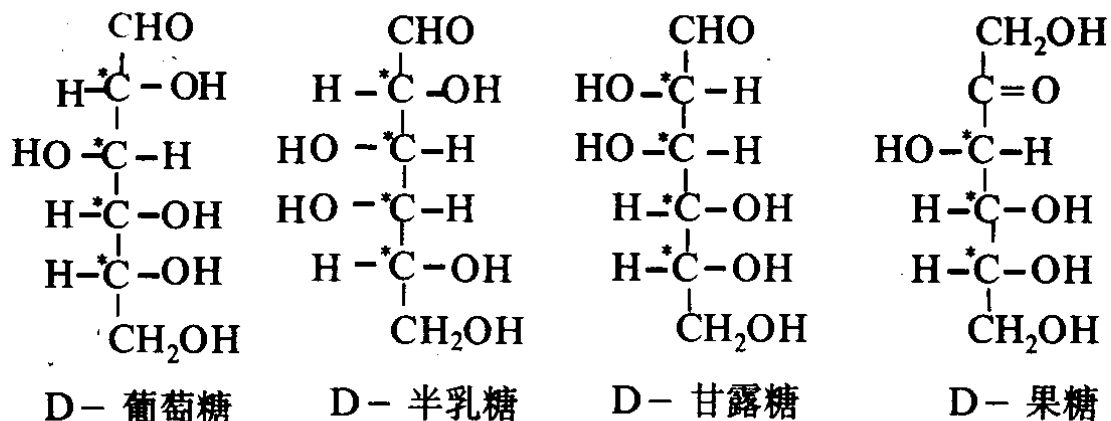
### (一) 糖 的 类 型

糖类若按结合的单糖基个数来分类,可分为单糖、低聚糖和多聚糖。单糖是糖类的最小单位。低聚糖含单糖基 2—9 个,多聚糖含单糖基在 10 个以上,有多至数千个者。单糖和低聚糖分子量明确不变,多聚糖分子量常随来源不同而不同。

#### 1. 单糖(monosacharides)

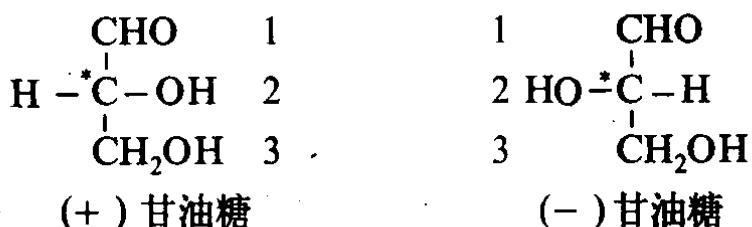
一种化合物具有一个自由的醛基或酮基以及有两个以上的羟基者即称为单糖。植体中单糖的种类较多,可以看作是甘油糖的衍生物,有的是游离状态,有的是结合状态。单糖是甙类的组成成分,故与植化分类有关,需要了解。

常见的单糖如己糖( $C_6H_{12}O_6$ )为白色晶体,易溶于水,也可溶于稀乙醇或吡啶,但难溶于亲脂性有机溶剂。



以上诸结构式可以看出它们都含有六个碳原子，五个羟基及一个醛基(果糖除外)。它们的区别在于分子中“基”的排列不同。所有不同的排列都是基于糖含有不对称碳原子。所谓不对称碳原子即指一个碳原子与四个不同的原子或“基”结合。例如葡萄糖的第二个碳原子所结合的是CHO, H, OH 及HO — C — H。上述结

构式中凡是有※符号的都是不对称碳原子。



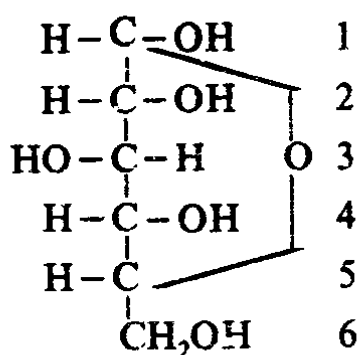
从甘油糖可看出它们具有同样的分子构造，只是分子内不对称碳原子所结合的原子或“基”在空间位置上有差异，称为立体异构物。此二异构物彼此是镜像，不能重合，它们在等分子浓度的溶液中表现相等而方向相反的旋光性。平常多以(-)表示左旋性，而以(+)表示右旋性。凡是与(+)甘油糖 2,3 两个碳原子结构相同的叫作 D-型，与(-)甘油糖的 2,3 两个碳原子的结构相同的则叫作 L-型。或者按 Fischer 的表示法，即单糖最后第二个碳原子上羟基向右的为 D-型，向左的为 L-型。D-型和 L型并不能说明该化合物实际的偏振光平面的旋转，如果要指出它的偏光旋转方向就要写成 D-(+)-甘油糖，L-(-)-甘油糖。

单糖在溶液中不是完全如上所述的为直链式，而大部分是成环状的结构，含六环的叫吡喃糖，含五环的呋喃糖。

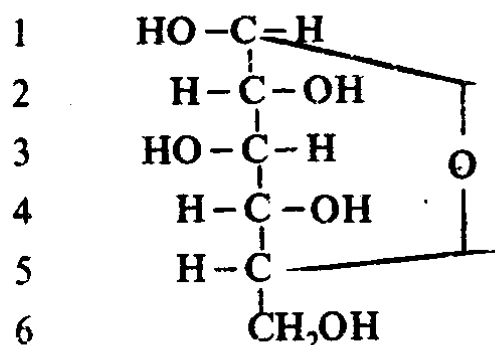
单糖成了环式，则第 1 碳原子变成了不对称碳原子，因此又多了两种结构，第 1,2 碳原子上的羟基在一方的称为 α 式，第 1,2 碳原子上的羟基不在一方的称为 β 式，二者的区别如下图所示。

为了简便环式的结构平常还可写成环面，其羟基分别在环面的上下方，如下所示。

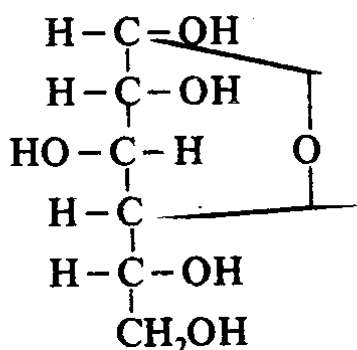




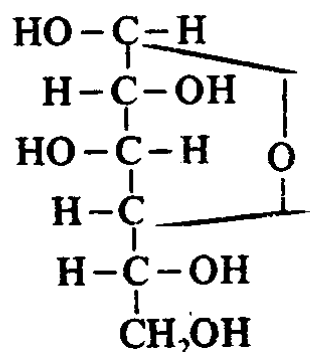
$\alpha$ -D-吡喃葡萄糖



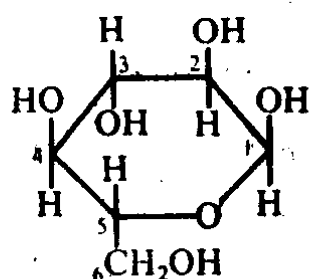
$\beta$ -D-吡喃葡萄糖



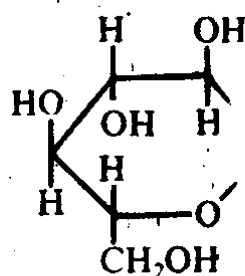
$\alpha$ -D-呋喃葡萄糖



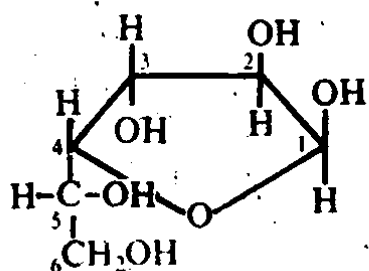
$\beta$ -D-呋喃葡萄糖



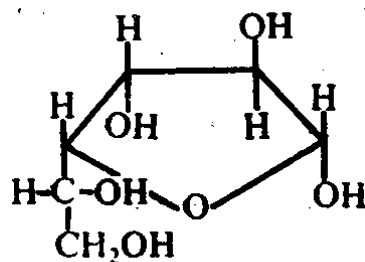
$\alpha$ -D-吡喃葡萄糖



$\beta$ -D-吡喃葡萄糖



$\alpha$ -D-呋喃葡萄糖



$\beta$ -D-呋喃葡萄糖

酮糖也有环式结构,例如  $\alpha$ -D-呋喃果糖及  $\beta$ -D-呋喃果糖等。此外,呋喃的五环几乎是在一个平面,但是吡喃糖的六环则不可能在同一平面,还应该有构象结构式,按吡喃糖的六环可有八