

[英] P. M. 史密斯 著

植物化学分类学



科学出版社

内 容 简 介

本书对化学与植物分类学、系统学的关系,化学分类学的方法以及化学分类各特征要素的概况,都有比较全面而扼要的介绍,同时也讨论了化学特征在植物分类中的应用。

Philip M. Smith

THE CHEMOTAXONOMY OF PLANTS

Edward Arnold, 1976

植 物 化 学 分 类 学

[英] P. M. 史密斯 著

胡昌序 王蜀秀 温远影 译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1980 年 7 月第 一 版 开本 787×1092 1/32

1980 年 7 月第一次印刷 印张 10 5/8 插页: 1

印数: 0001—5,460 字数 242,000

统一书号: 13031·1225

本社书号: 1774·13—8

定 价: 1.65 元

前 言

化学分类学是科学研究的一个领域，它使不同学科的学者和研究人员发生兴趣。现代对化学证据应用于分类学研究发生兴趣的突出人物是分类学家和化学家。就某些方面来说，分类学家和化学家是十分不同类型的学者，他们之间很少有一致的哲学基础，也没有充分探讨过。然而，如果真的证实化学分类学这个交叉学科是富有充分的杂交优势活力的话，那么，化学家和分类学家相互间必须开始作更充分的了解。

在初级教科书中要求两门学科都超过它的基本水平是不适当的，或者说是是不可能的。往往一个有抱负的分类学家也许在其经历的早期阶段可能没有什么时间，也无意于基本化学。然而，他最终打算评价与他所研究的有机体有关的化学分类学证据的话，那末，他必须对化学的方法、数据的效果和限度有所了解。同样，凡是领会到他的技术和结果与分类学或演化有关联的化学家，很少有评论生物学问题的各种要求与方法的训练。

作者希望本书能使化学家和生物学家都能看到他们间互助合作的可能性。为此，化学的论据和方法以及分类学的原则都略作介绍，并作了归纳。本书还引证了大量的参考文献，便于今后向化学或分类学文献深入钻研之用。

化学分类学实例是用来说明化学分类学中的原则和问题的，并不打算全面讨论化学系统学。本书所说的化学分类学——本书的题目——是产生化学系统学的实践工作，化学系统学是化学证据和应用这些证据的分类学的统一体，在适

当的地方考虑了化学资料的演化意义。但是,作者认为,分类学与系统发育的问题即使有时有些相关,但确实是不同的。本书讨论了化学特征的作用。

虽然,过去有过好些关于化学分类学的研究性和方向性的著作,但是,往往是以多作者,多种水平编纂的论文集形式出现的(例如《植物分类学中的化学》, Bendz和 Santesson 编, 1973),我有时感到需要有一部更加入门性的、一个作者写的、比较便宜的书,尤其是对于学生来说,更为需要。过去各种评述性文章对化学分类学的初学者特别不易接受,而且,有关材料又是很分散。Alston 和 Turner 的《生化系统学》^[12]可算是一部入门书,甚至堪称起创始作用,但是,1963年以来进展迅速。化学分类学资料的多卷性百科全书,诸如 Hegnauer 的不朽的著作《植物的化学分类学》^[22]和 Gibbs 的《有花植物化学分类学》^[179],在讨论分类学的原则和问题方面却很少。它们基本上是参考书。关于化学操作的几本优秀的手册是可以利用的(如 Harborne^[209]),因此,一般来说,作者考虑没有必要在本书中包括分析方法的细节了*。

P. M. Smith

爱丁堡, 1975

* 致谢一节略。——译者注

目 次

前言.....	i
---------	---

第一部分 可能性和问题

第一章 绪论.....	1
化学在分类学和系统学中的地位	3
分子的信息	5
化学特征、分类学结构和植物界	7
系统发育的化学证据	14
化学分类学特征的相关性	15
第二章 化学分类学的起源.....	16
第三章 化学分类学研究.....	25
化学分类学研究的各阶段	28
(a) 分类学研究	28
(b) 化学技术和预试	31
(c) 各类物质的全分析	33
(d) 资料的解释和比较	34
(e) 分类学的改变	35
(f) 系统发育的解释	36

第二部分 证据来源

第四章 氨基酸分布的分类学证据.....	37
氨基酸含量上的变化	40
非蛋白质氨基酸的功能	42
氨基酸研究的分类学价值	44

第五章 酚类和甜菜拉因的证据.....	49
酚类化合物的化学结构	49
简单的酚类	51
黄酮类化合物	52
酚类内含物的变化	56
酚类化合物的功能	58
酚类化合物研究的分类学价值	60
酚类化合物与进化	64
甜菜拉因 (betalains)	67
结论	69
第六章 植物油、脂肪和蜡质的证据.....	71
发生、变化和功能	74
类脂和蜡质的分类学用途	76
第七章 碳水化合物的证据.....	83
碳水化合物结构的多样性	84
变化和功能	88
碳水化合物的系统分布	90
结论	96
第八章 生物碱的证据.....	98
生物碱的结构	103
吡啶和哌啶生物碱	103
异喹啉生物碱	104
莨菪烷类生物碱	105
喹啶类生物碱	105
生物碱的变化和功能	106
生物碱的分布与分类学	114
第九章 萜类和甾族化合物的分类学证据.....	118
萜类和甾族化合物的结构多样性	119
萜类化合物的生源和变异	125
一些萜类特征的功能意义	127

作为分类学特征的萜类和甾族化合物	132
第十章 蛋白质比较的分类学用途	142
蛋白质化学和分析	144
蛋白质变化的原由	150
蛋白质的可变性和演化	154
分类学研究中的蛋白质	159
第十一章 血清学和分类学	168
血清学原理	172
血清学的技术	173
抗原的制备	175
抗血清的制备	175
抗原和抗体的结合	176
血清学在植物分类学中的应用	181
第十二章 核苷酸的变化和植物分类学	195
核苷酸和核酸的化学和生物学	196
分析和变化	201
DNA 杂交的分类学应用	209
核苷酸证据的估价	217

第三部分 应 用

第十三章 细菌的实例	219
细胞壁方面的分类学资料	223
酶和蛋白质研究	225
血清学和细菌分类学	227
核酸研究	230
<i>Erwinia</i> 的历史	231
结论	235
第十四章 化学证据和分类学问题	237
微小变型的确认	239
化学和杂交的研究	243

化学证据、界限和等级的归属	253
种的确认	254
族和属一级的化学分类	255
科和目一级的化学证据	260
统计分类学方面的化学证据	265
化学变型的命名	267
结论	268
第十五章 大分子化合物和系统发育	270
系统发育的时间和空间	275
系统发育相互关系的化学证据	279
系统发育研究中蛋白质的顺序分析	283
系统发育树的结构	284
系统发育树所得出的结论	288
顺序分析的关联	291
第十六章 结论	297
参考文献	302

第一部分 可能性和问题

第一章 绪 论

分类学是分类工作的理论和实践,而化学分类学(chemotaxonomy)则增加了为分类学应用的化学证据的有关原则和方法。化学系统学(chemical systematics)是关于有机体多样性中化学变化方面的研究和关于它的相互关系的研究。本书不打算讨论哪一个类群植物的系统学,而是介绍和说明化学资料可能适用于分类学家的一些方法。大多数分类学家力求提出自然的分类(natural classification),那就是说,分类工作是根据尽可能多的有机体性状来加以考虑的,希望这些性状会反映出它们演化的相互关系。在分类工作中所采用的性状称为分类学特征(taxonomic characters)。分类学证据的所有来源都是在分类学特征的搜集查出来的,其中最多的是形态学、解剖学、细胞学、生态学和遗传学等领域。化学资料作为分类学特征的广泛应用标志着最近分类学证据来源认识范围的扩大,而这一范围几百年来一直在扩大。

大多数分类学家的兴趣在于他们所研究的有机体的相互关系上,也在于把它们加以分类的最好的方法上。没有发现所认识的种或其它类群的可能的亲缘关系,就很难提出一个自然的分类。化学分类学像其它有用的学科一样,会提供证据,以支持或否定由它帮助而确定的分类类群(分类单位)之间的相互关系的设想。我们在下面几章中讨论化学资料在提

出和检验相互关系的设想方面可能有用。

说相互关系而不进一步限制内容,会引起模糊,这指明了化学分类学领域中的某种工作。从同一祖先衍生而来的所有植物之间的相关性,我们称之为演化相关性 (evolutionary relationship) 或系统发育相关性 (phylogenetic relationship)。植物间还存在有另一种相关性,即依据某种或某些共同的性状,不管共有的原因是什么,简单地根据所研究的性状表现出来的相似性。这种根据见到的相似性的相关性称之为表型的 (phenetic)。化学分析可能表明某几种植物种子中所贮藏的多糖非常相似。这可能意味着表型相关,但不一定是系统发育的相关。很多化学分类学工作者的兴趣在于植物演化问题。很多情况下,他们研究的目的并不在于准备用化学的证据来进行更完善的分类,而在于用他们的工作来阐明植物各分类单位的系统发育。这些不同的目的,往往没有清楚地说明白。我们对很多植物类群的起源和演化,即系统发育的知识很贫乏,所以,我们当然欢迎从现存植物的化学分析得来的任何进一步的知识,它们可以补充其它表型比较研究和少得可怜的化石记录。与比较形态学一样(它是系统发育假设的主要依据),化学家和生物化学家的证据必须极仔细地加以查对。

表型分类、系统发育分类和自然分类之间的区别在现代分类学著作中有详尽的讨论^[118,230,233]。

所以,研究一些植物分类单位的化学变异的原则、方法和结果主要用于两种不同的目的。首先,提供分类学特征以改进现有的植物分类,即严格的分类学目的;第二,增加系统发育或演化相互关系方面的知识。对化学分类学的开卷绪论,必须探索化学证据对这两方面可能的贡献和用途。

这里对化学分类学的两项目的的情况简单说几句也许是合适的。系统发育和演化往往使生物学家感兴趣。值得注意

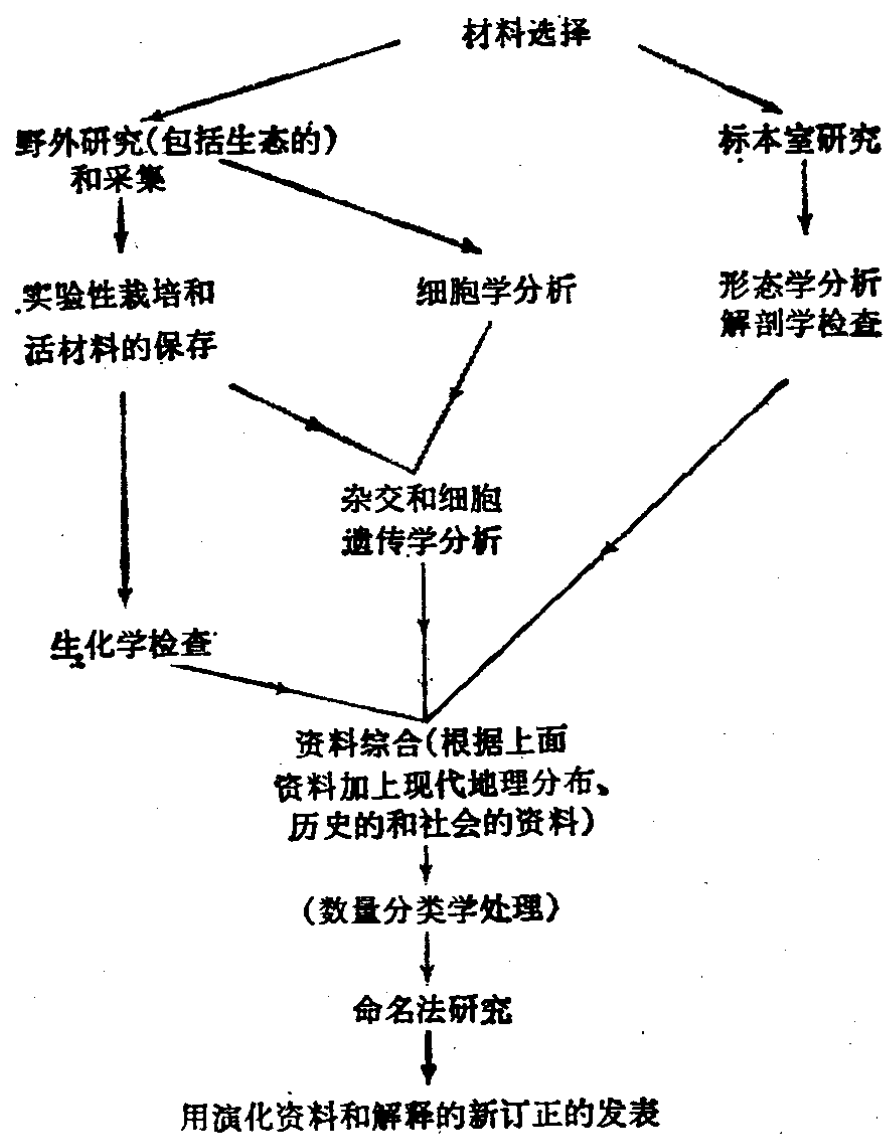
的是这一题目的魅力近来使很多化学家和生物化学家也离开了他们传统的业务。任何一个类群的系统发育知识,有助于人类对该类群中种的遗传进行控制,如果这个类群包括有栽培植物的话就尤为重要了。对植物的分类或其他任何一个对象的分类看来是我们所不能避免的人类的一种基本行为型——我们有分类的欲望。因为必须对我们环境中与我们的生存,与有效的通讯和与我们最好地利用资源有关的实体加以认识,所以,能使我们认识的分类的艺术或科学,必然是人类成功的一个基本前提。

化学在分类学和系统学中的地位

化学变化的研究曾被认为是分类学和系统学领域中主要的生长点之一。现在,为什么对化学分类学如此感兴趣的理由在下一章中加以评述,这里我们为了要说明化学分类学的空间地位,必须把它与分类学家的其他活动结合起来。

图 1.1 是一张“分类学流程图”,它表明:虽然化学分类学对于分类学家来说已成为一个很大的、而且是很新的论据的宝鉴,但是,不应该认为它代替了他的传统性工作,充其量,它是新特征和新信息的一个主要来源。分类学证据的其它方面来源仍然存在,而且仍然产生新的意见和论据,它们是不能被忽视的。化学的内容,除了细菌和某些其它微生物的情况外,对于分类学的不断改进并不是必不可少的,但是是极端有帮助的和有激励作用的。细胞学和遗传学两者仍然是比较新的领域,它们对分类学有过相当大的贡献。至少化学分类学(无论最后用 *chemical taxonomy* 或 *chemotaxonomy* 那个字都可以)会对我们关于分类学和系统发育的一些概念作出同样大的冲击,这是可能的。

“全面的”分类学家，一个理想人物，在他的研究中要把下面流程图（图 1.1）中提到的所有各方面工作都有所包括。大



最后研究的结果可用于改进地区性植物志、用于植物繁殖计划、用于各类型的农业改良、用于增加演化认识，既有植物材料方面的演化认识，也有导致其起源和现今分布的自然现象演化的认识。

图 1.1 分类学的“流程图”。

多数情况下，由于时间、知识面或技术方面的缺乏，分类学家个人不可能提出所有各类证据。但他可以在有关植物类群的分类和演化关系方面的最后结论中试着综合所有各种可利用的证据。例如，很多学者在他们自己的工作领域，如细胞学或遗传学中几乎作为一个副产物而得到有价值的分类学证据。

在化学证据方面,情况往往是这样,即化学家或生物化学家得出一些化学论据,这些论据对分类学家以后考虑却是有用的。如果双方都了解对方的需要和问题的话,那就会大大有利了。

作为对分类学和演化研究都有贡献的学科,化学分类学无疑是十分重要的。化学特征提供了有效的线索来完全消除或消除一些演化相互关系上的一些疑虑,在某些情况下,解决了一些多年来悬而未决的问题。植物的化学特征往往与叶子排列、染色体数和珠被等那些熟悉的特征几乎、或完全一样容易地用于分类学上。将来,在自然分类的系统中化学特征将是基本的要素。在人为分类中,只是根据一个或少数几个特征,这些特征通常只限用于鉴定的检索表上、或用于商业上指定的几个植物类群上,其中化学特征是长期以来具有实际价值的。在鉴定伞形科的种类上,对于初学者和古人来说,用揉碎了的叶子散发出来的气味比用同类器官的植物粗形态可能是更快的指标。肉豆蔻(*Sison amomum*)的味道与汽油混同,然而,芫荽(*Coriandrum sativum*)散发出臭虫的气味。这些如果说是奇特的话,却是实际的特征。在商业上,化学特征则是茶叶和烟叶的不同品种和不同等级的味道和香气的基础。

分子的信息

有些什么形式的化学证据呢?它往往以静态出现,即一个特定的分类类群(taxon、复数 taxa)含有或不含有某种化学组成成分。对广泛的植物类群加以分析以后,组成成分的分布就完全了解了。最终可以弄清楚像一个属中几个种含有这种成分,而另外几个种不含有这种成分这样的事实。往往化学证据比一个特征的存在或不存在更为错综复杂些。在分析中可能包括几种和多种化学物质,化学特征可能以不同组合组成

的方式存在。一个特征以量的方式表现出来是较为少见的，即一种物质在一个类群中的含量总比另一类群更多得多。

植物中存在的所有种类的化学物质并不是都显示出对分类学家有用的信息。它们所传递的分类学信息的数量和价值并不等同。本书一部分内容讨论从各类化学物质的发生和分布所得的分类学证据的估价。

分类学家和演化学家与生物化学家不同，他们从分子如何得到合成，或它们会起什么作用的角度出发，偶然对分子发生兴趣。他们并不是本来就把它当作一个信息携带者而加以关心的。Zuckerlandl 和 Pauling^[514] 把携带信息的分子定为遗传语言 (semantide)。现在普遍地认为去氧核糖核酸 (DNA) 是遗传密码的物质基础——信息必然构成一个新的个体。这种信息在相似有机体中是相似的。因此，植物中相似的种和相似的属就有相似的信息。DNA 把一个个体的各方面详加说明，所以它是分类学信息的第一级来源，也是发育和分化的蓝图。演化学家们相信：有机体之间的相似性正常情况下是与它们承受(信息)的祖先数量相称，也与它们最近共同祖先的年龄相称的。所以，DNA 也是与系统发育有关的信息的主要来源。Zuckerlandl 和 Pauling 特称它为一级遗传语言 (primary semantide)。核糖核酸 (RNA) 是这种信息的第二级来源 [二级遗传语言 (secondary semantide)]，然而，密码传递到氨基酸顺序中给分类学家提供了蛋白质形成的第三级遗传语言 (tertiary semantide)。一个有机体合成的所有化学物质，在或多或少的程度上都反映出遗传语言分子中的信息。所以所有对分类学有用的信息在不同程度上也都与系统发育有关。

其它章节考查了不同类天然发生的物质中信息的意义。并且，以简单明了的解释来说明它在分类学和演化研究上的

价值。分类学信息并不是都很容易从大多数明显的化学资料中引出来的。近年来,分析技术大大改进,对系统学提供了许多宝贵资料,所以分类学家现在可以以极大的希望期待得到更多的禁锢在分子中的分类学和演化方面的证据。只要通过技术上和判断方法上的实质性进展,这些被禁锢的证据就会释放出来。

只有在演化学者和分类学家的目的和要求完全明确时,那么,对于技术的进一步研究和有效的分析方法的进一步采用才是最见成效的。过去,这些一直没有得到了解。第三章打算明确一下最需要的化学证据的类别,如果它们得到分类学家普遍采纳的话,还要强调一下对一些化学技术和研究所必须的、那些十分严格的要求。一旦分类学家的着眼点和问题得到技术人员充分了解时,也许就会出现用于化学分类学的“特制的”技术。它们是急切需要的。

化学特征、分类学结构和植物界

在整个植物界、化学证据究竟有多少用途呢?我们没有理由假设化学特征可能只对植物界的某部分在某种程度上有效,或假设只对于分类学等级结构中的那一级有用。可以在大多数植物类群中引证出很多化学论据对分类学上有用的实例。在最简单的有机体——细菌方面证据显得特别重要,它也曾有效地应用于从真菌到最高度分化的被子植物各种更为复杂的类群中。

地衣的鉴定(不是分类)大大地借助于简单的显微化学试验和结晶反应的应用。地衣形成了复杂的有机分子(“地衣物质”),简单地采用诸如氢氧化钾和次氯酸钙这样的试剂,它们就有颜色反应。发现某些地衣种的群体内部颜色反应的某种

变化,由此也产生一些分类学的问题^[109,139,197]。

就细菌来说,由化学提供的分类学特征长期以来都为分类所必需。这些原始有机体的结构性状太少了,乃至用电子显微镜观察也是这样,所以它们的化学特性对确定种、属和更高的等级方面提供了很多证据,看一下 Bergey 的令人难离的《细菌鉴定手册》(Manual of Determinative Bacteriology)一书,它提供了生化证据,对细菌分类学有价值的不尽的例子。举例来说,固氮菌族(tribe Nitrobacteriaceae)大部分是根据其种类有从氨到亚硝酸盐或从亚硝酸盐到硝酸盐的氧化作用中得到能量的能力来确定的。这个族的一些属一部分是通过它们能进行这种氧化作用的速率来确定的。

细菌中化学特征的重要性是充分肯定了的,即使如此,化学分类学的更加新的概念和技术正在起着重大作用以改进分类法。化学合成的某些特征传统上作为某些属的界限的根据,现在知道它是受单个基因所决定的,因此作为分类学的特征和作为系统发育关系上的证据就不足为奇了。一个例子就是酵解乳糖的能力、长期来被当作 *Coliform bacteria* 的属的特征。

细菌分类学上进一步的问题就是传统采用的很多化学特征并没有与结构特征密切关联起来。Campbell 和 Postgate^[84]以硫酸盐还原细菌 *Desulphoribrio* 和 *Desulphotomaculum* 为例讨论了这样的问题。两者都在无氧呼吸中把硫酸盐作为电子的末端受体,但是它们在细胞结构标准上相互之间显出并不相关。它们的形态畸变和运动行为也是不同的,也许这是生化行为上趋同的一个例子。

这种困难最终应该通过像 Stanier^[449]所作的那种研究来解决。这里把细菌类群作最恰当的分类方面最有价值的生化特征是为多个基因控制的高度复杂的代谢过程。Stanier 通过

把不同的细菌采用诸如羟基苯酸一类芳香族化合物作为呼吸基质来进行工作的。*Pseudomonas* 属中,第一组种通过捷径把对-羟基苯酸盐转化为丙酮酸盐,第二组种通过较多步骤的途径把它转化为琥珀酸盐和乙酰-辅酶 A。这样区分开的两个类群表示在图 1.2 中。它们在色氨酸的代谢方式上也有不同。Stanier 指出:这种区分仅仅是根据有机体整个代谢的一个片段,而这一点就可以充分说明 *Pseudomonas* 这个大属在生化学上是十分异源的。也许,当做完更多的工作之后,根据生化特征要把这个属分裂成几个小属。

高等植物分类学方面,结构和行为的复杂性提供了很多为自然分类所依据的证据。已经确认的一些类群往往看来有可能是从一个共同祖先产生的。特征和变异之多说明研究高等植物的植物分类学家(不像从事细菌的工作者那样)只是在最近不久才开始系统地研究化学变异,虽然,对这种变异的认识已逾千年之久。

高等植物分类学上应用化学方法的例子之一就是关于茶的工作^[406]。茶树通常分类定为茶 (*Cameltia sinensis*)。在这个种内,通常主要包括两类茶,茶 (China tea) 和普洱茶 (Assam tea), 分别定作亚种 *sinensis* 和 *assamica*。这两种茶在叶子和枝条形态上有所不同。在印度,茶树栽培由上述两种茶以及它们两者的杂种所组成,一起构成一个大的种类混杂的 (intergrading) 种群。也有一些与其它不大出名的茶树种杂交的有疑问的杂种。由于过去和现代的杂交,对茶树分类单位的确认和界限应用形态比较的标准技术几乎完全无效。野生茶树由于偶然与栽培类型杂交也可能增加混乱。显然需要某种进一步形式的分类学证据。由于茶是一种重要的商品因此做到尽可能清楚地分类是不可缺少的,在世界茶叶市场上必须根据类型、品质和产地定出它们的商品价值。