

率以20%计算,则每亩可收茶油60斤;怒江山茶每株结果4斤,种仁出油率以30%计算,每亩可收茶油90斤;滇缅山茶每株结果10斤,种仁出油率以30%计算,每亩可收茶油150斤。这里所估算的产量都不偏高,只要稍加人工管理是不难达到的,将无疑地使山区农民增加较大的经济收入。

在我们调查的一些种类,茶油已经作为食用,另一些种类目前虽未经过毒性鉴定,不知能否食用,但作为工业用油这是可以肯定的,其中滇缅山茶还可采摘茶叶,只要通过品种的选择,改进采摘技术,茶叶质量仍然可以达到满意的;元江山茶色泽艳丽,树形美观,有一定栽培观赏价值。值得注意的是这几种茶树在当地还未受到应有的重视,当地农民收入较少,大片野生资源却任其自生自灭,乱遭砍伐破坏任其野火烧毁,这种不珍惜自然资源的不良现象应加以合理解决。

元江山区由于山高水寒,气温低,农村的肥料不足,山坡地一般只能种植萝卜、油茶、苦荞和马铃薯等,据称这些山区玉米都不能种植,当地农民只好跑到很远的半山区或坝区种植水稻、玉米,而大面积的海拔1800~2000米的山地任其丢荒。我们调查的几种茶树正好分布在这些山地的山坡和山谷间,它们是乡土树种,可以有效地、大量地利用这些荒山荒地进行种植。根据几种茶树对外界环境条件的要求和我们要求的产物看来,滇缅产茶宜种植在较潮湿或湿润的狭谷地带和溪边;怒江红山茶、小花山茶、元江山茶宜种于东、南两向的缓坡,甚至山脊均可生长得好,但由于茶树的幼苗及生长期需要较湿润的环境,可考虑与当地盛产的有用植物如云南樟,山苍子和水冬瓜树等进行间种或者与当地引种的油桐(三年桐)间种,以达到既有利用茶树的生长,又有可对油脂、茶叶、芳香油等多种产物的收获。

参 考 文 献

- [1] 中山大学学报,山茶属植物的系统研究,1981.
- [2] 云南种子植物名录,354—358,1984.
- [3] 林科院,中国油茶物种及其栽培利用,1959.

植物次生物质代谢与产物及其利用*

钟 纪 育

植物次生物质的代谢

植物次生物质代谢,是一个很大的研究领域,由于植物次级代谢的产物种类繁多,从大的方面来分类,诸如植物生物碱(alkaloids),萜类(terpenoids),甙类(glycosides),烃类(hydrocarbons),脂类(lipides),有机酸类(Organic acids),

酚类和鞣质 (phenolic and tannins), 醌类 (quinones), 内酯 (lactones), 香豆精和异香豆精 (Coumarins and isocoumarins), 色原酮衍生物 (Chromones derivatives), 木脂素类 (lignanoids), 强心甙类 (Cardiac glycosides), 苦味素 (bitter principles) 等, 每一大类之下又细分为数十至数百种小类, 每一大类次生产物又有其不同的次级代谢途径。所以, 迄今为止, 人们仅只对于一些极其重要的, 有重要经济价值的次级代谢产物的次级代谢途径作过详尽的研究, 并且取得了一大批令人瞩目的优秀成果。

涉及植物次级代谢途径的研究, 归属于植物生物化学之内, 而在植物生物化学领域

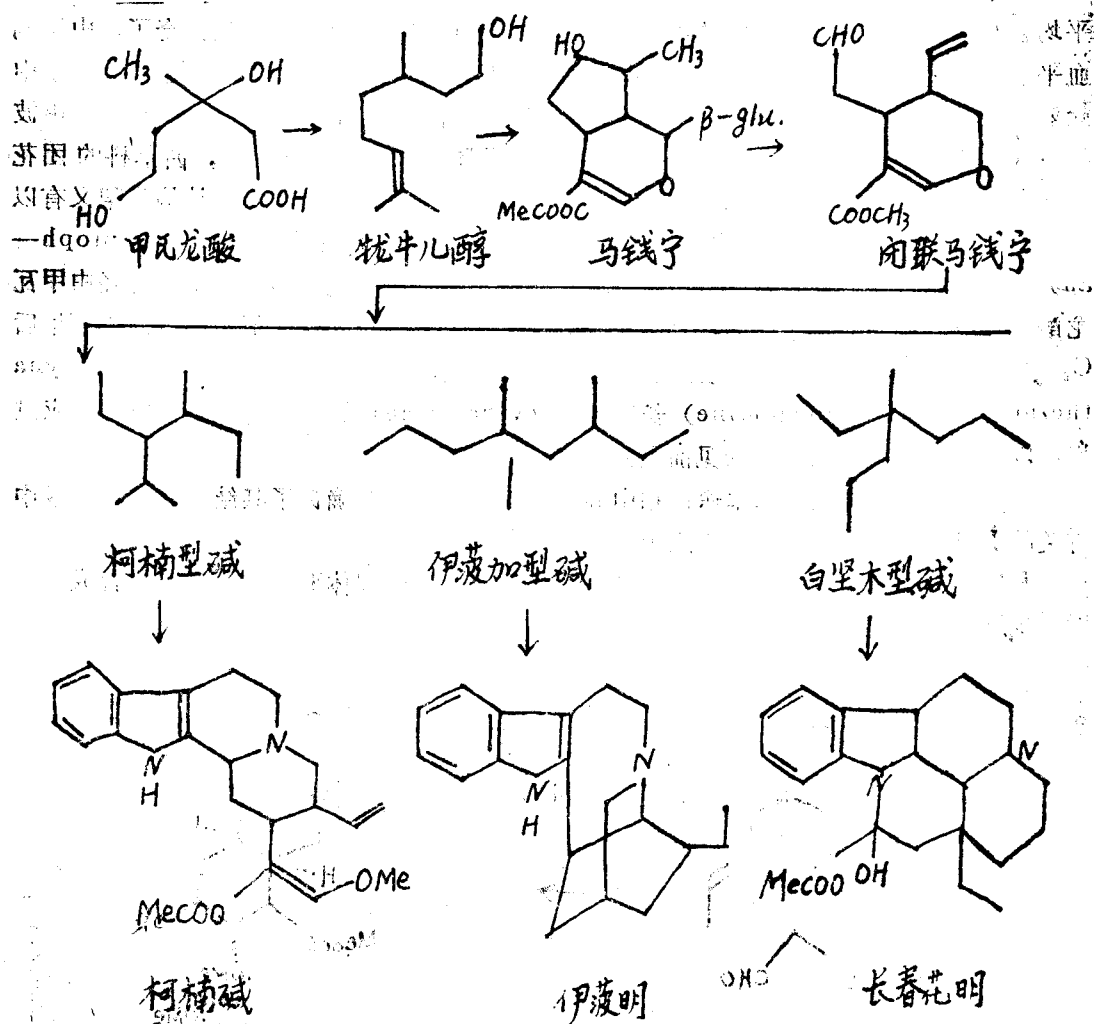


图 1. 柯楠碱, 伊波明, 长春花明生物碱的次级代谢途径

*本文应浙江林学院管康林副教授之约而写“植物生理学”中的一章, 经我所所长裴盛基副教授审阅, 特此致谢。

中，已形成了一门新兴的边缘学科即生源学 (biogenetical) 中的生源合成 (biosynthesis) 化学领域，它又与植物遗传学，植物与环境学，植物化学生态学 (Chemical ecology) 等边缘学科有密切的关系。从根本上来说，生源研究主要的是阐明有关的次生代谢产物生物合成中有关酶过程的机理。然而，目前研究某一次生代谢途径中所发生的各种中间产物的化学和结构测定还是生源研究的重要方面。而且是目前十余年间研究的一个侧重点。现在我们仅举一例，如夹竹桃科 (Apocynaceae) 植物萝芙木属 (Rauwolfia) 植物中含有众所周知的治疗高血压的有效生物碱利血平 (reserpine) 及与其有关的衍生物，它们的数十年间一直是供不应求的重要药物，仅从1973年美国所开的15亿3千2百张处方中，利血平就占有2千2百多万张，占处方总数的1.45%，每张处方平均合4.13美元，由此可见它的重要性引起人们对它深入研究就不足为奇了。由于利血平生物碱属于吲哚类生物碱 (indole alkaloids)，这类生物碱在夹竹桃科植物中除萝芙木属植物外，还有柯楠属 (Corynanthe)，白坚木属 (Aspidosperma)，伊波加属 (Iboga)，鸭脚木属 (Alstonia)，狗牙花属 (Ervatamia) 等，茜草科的团花属 (Anthoccephalus) 的植物体中都含有这类共同骨架的生物碱类，其结构骨架又有以下的重要共同特征：即由碳9或碳10 (C_9 , C_{10}) 萜类的碎片部分色氨酸 (Tryptophan) 部分环合而构成的。现在已由生源合成证明了它们的非色氨酸碎片部分是经由甲瓦龙酸 $\rightarrow$ 牻牛儿醇 $\rightarrow$ 马钱宁 $\rightarrow$ 闭联马钱宁 $\rightarrow C_{10}$ 萜或 $\rightarrow C_9$ 萜类碎片而衍生出来的，然后 C_9 或 C_{10} 萜类碎片结合上色氨酸，最后可形成以下类型的生物碱：柯楠碱 (Corynantheine)，伊波明 (ibogamine) 长春花碱 (vincamine) 等，它们生源合成的反应过程，以下列反应式所表述：(见前页)

以上生源合成反应的基本途径和中间产物均一一分离并确证了其结构，但其合成中有关的酶过程和机理尚处在研究之中。

利血平生物碱则是由一个长春花型的生物碱的一个中间体形成的，其生源合成的最后一步反应如下图所示：

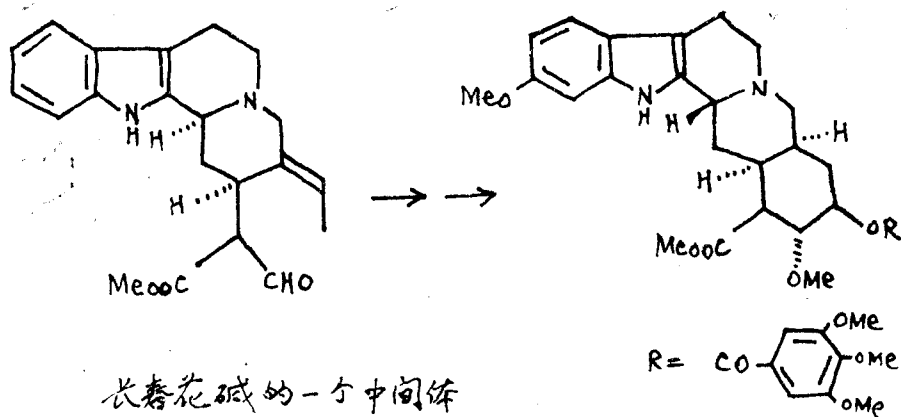
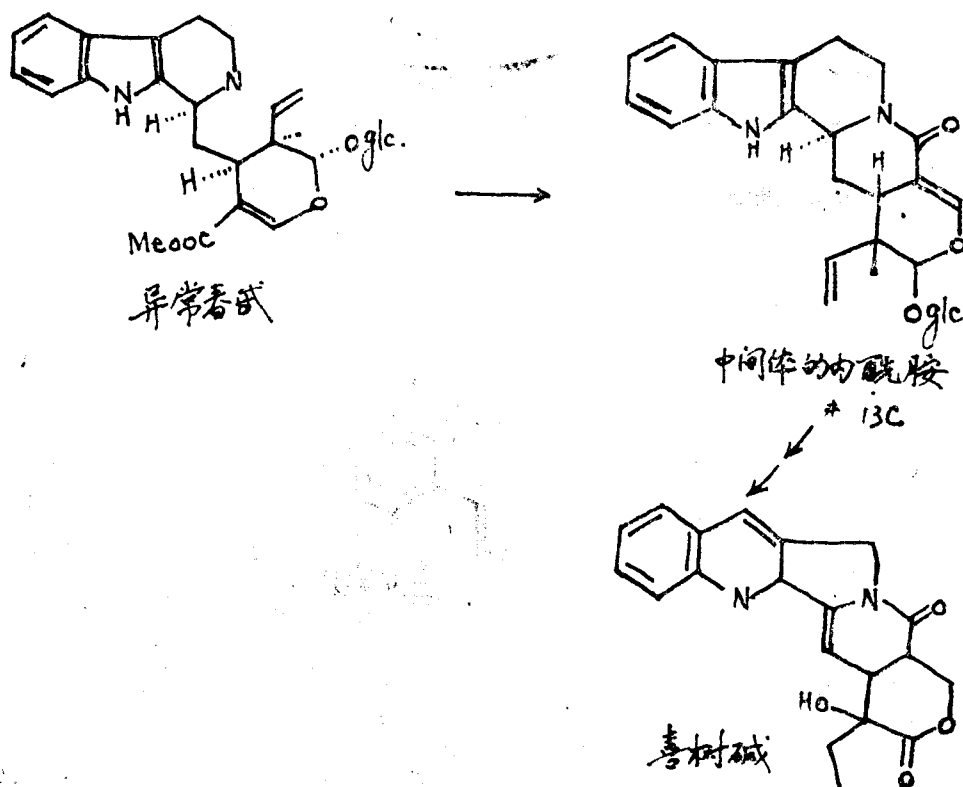


图2 利血平生源合成途径之最后一步反应

另一个具有抗癌活性的重要生物碱：喜树碱 (Camptothecin)，得自乔木珙桐科 (Nyssaceae) 的喜树 (*Camptotheca acuminata*)，经生源合成研究揭示出它是由内酰胺的中间作用，由异常春武而来，其反应如下：



喜树碱生源合成的最后反应步骤

以上从生物碱类次生代谢产物的生源合成中选出二例作了简要介绍。

现在再举另一大类植物次级代谢产物鞣质类，简介如下：

鞣质类可分为可水解鞣质 (Hydrolyzable tannin) 和缩合型鞣质 (Condensed tannin) 两大类，通常二者呈混合物状态存在于植物体中，其产物在工业上俗称“栲胶”。可水解鞣质主要由单糖类（常见的有葡萄糖，其次也有阿拉伯糖，木糖，金缕梅糖 (D—hamamelose)，甲基糖类（如葡萄糖甲酯，没食子酸葡萄糖酯），及六元环醇（如原槲醇）酸类如奎宁酸 (guinic acid) 为核心，与没食子酸 (gallic acid)，逆没食子酸 (Ellagic acid)，或去氢六羟基联苯酚 (dehydrohexahydroxydiphenoyl, 简称DHHDP)，结合而成的多酚性甙类。

缩合型鞣质则主要由黄烷—3—醇 (flavan—3—ol) 类型的单体聚合而成的，黄烷—3—醇类单体中常见的有儿茶素 (Catechin)，表儿茶素 (epicatechin)，没食子儿茶素 (gallocatechin)，表没食子儿茶素 (epigallocatechin)，4'—O—甲基—表没食子儿茶素 (4'—O—Me—epigallocatechin)，阿夫儿茶素 (afzelechin) 等。花色

素类 (anthocyanidin) 衍生物也是常见的单体。(以上单体可统称之为黄酮类单体)。在有关酶的参与下经酶催化聚合成而形成的。黄酮类单体现已弄清, 它们都是由乙酸和莽草酸 (shikimic acid) 途径提供的亚单元形成的; 即由苯丙氨酸 (phenylalanine) 形成查尔酮 (Chalcone), 再由查尔酮形成儿茶素类及花色素类, 反应如下:

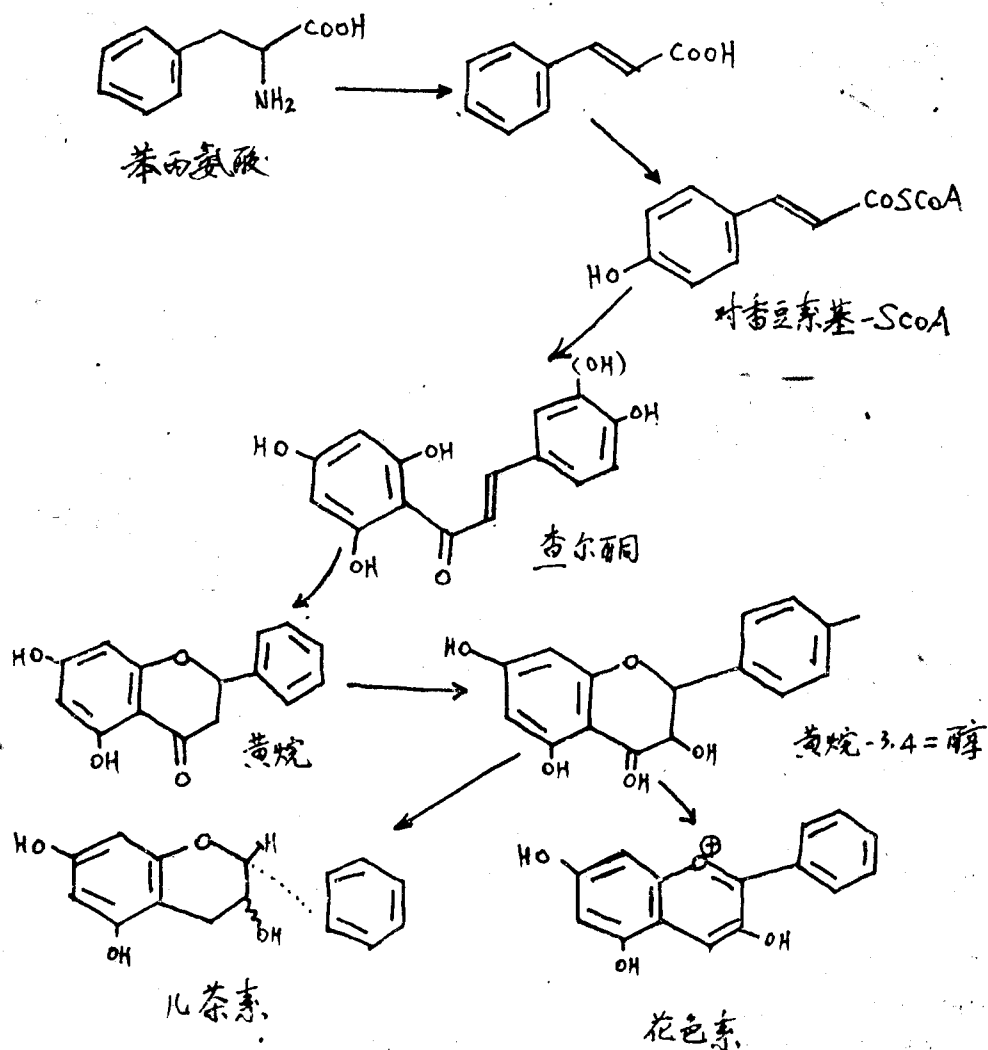
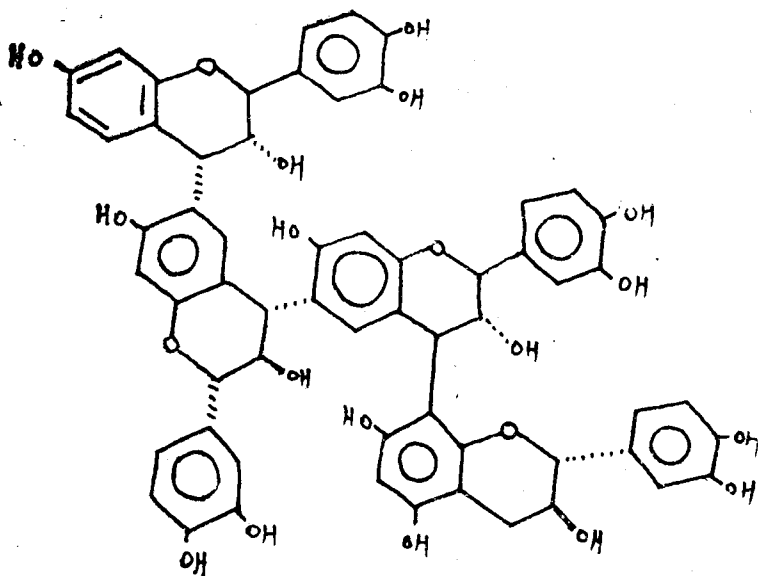


图 3 缩合鞣质单体的生源合成途径

由儿茶素缩合而形成的鞣质, 现以得自漆树科的漆树属 (*Rhus*) 中的南非漆树 (*R. lancea*) 树皮中分离及鉴定了一个最简单的四聚体为代表, 其结构如下: (见后)

其它的缩合鞣质也如上图所示, 单体聚合的程度由 2 至 15 以上。形成极大的大分子。在此不赘述, 读者可查阅专门著述。

可水解性鞣质的生源合成途径, 以鹿角漆树 (*Rhus typhina*) 中的槲鞣生物合成为例, 加以说明: 它是由苯丙氨酸代谢作用形成的, 见下图, 图中莽草酸是由葡萄糖生



缩合鞣质中最简单的一个代表四聚儿茶素的结构

源合成所产生的，由它再产生鞣酸。这一过程已证明了，但其中一些中间步骤的酶的作用机理还有待进一步研究确定。

现用反应图式表示如下：

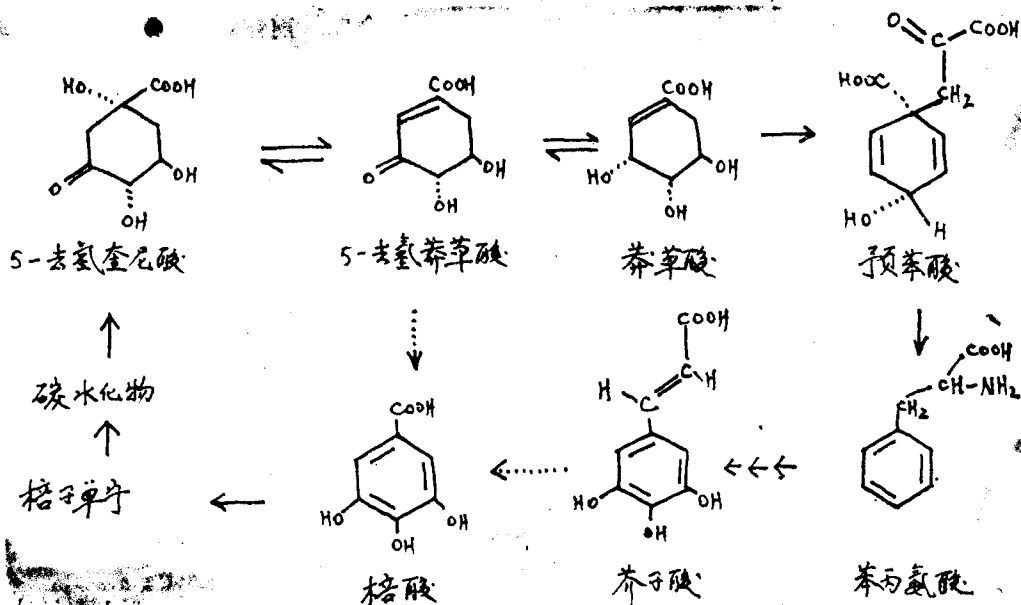
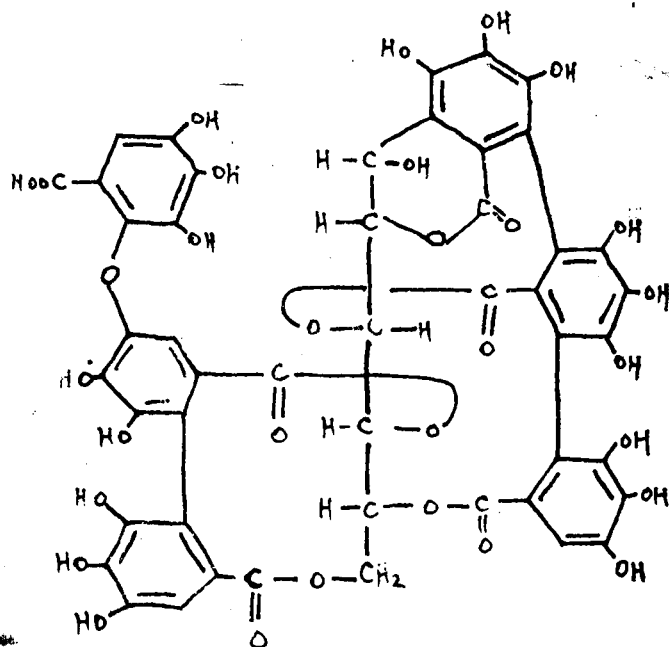


图4 鞣酸的生源合成途径

由鞣酸与葡萄糖缩合而产生的鞣质，以从欧洲栗 (*Castanea sativa*) 的栗梳中分离和鉴定了的一个最简单化合物栗梳宁酸 (Castavalonic acid) 为其代表，其化学结构如下：



栗梳宁酸

如上所述，植物次生代谢产物种类繁多，每一大类又细分为若干小类，有些小类有着共同的生源合成途径，以某些共同的单体作为生源合成的前体。经过这样的去粗取精的仔细分类，生源合成途径就可以归纳出一些较明显的共同规律，有关这方面的知识已形成系统，称为生源合成，读者可查阅专门著述。

应当指出的是初级代谢 (primary metabolism) 是指生物生存和发展所必要的化合物的代谢，它和次级代谢 (Secondary metabolism) 之间的界线，越来越多的证据表明是相当模糊不清的，有很多不引人注目的氨基酸类已经可以肯定是次级代谢产物，而有很多甾醇 (Steroids)，在很多生物中起着必要的结构上的作用，因而被认为是初生代谢产物。此外，这两种类型的代谢作用是互相联系的，因为初级代谢提供很多小分子，它们是所有重要的次级代谢途径的原料。

最后，特别值得注意的是，很多所谓“次生产物”事实上可能是植物中重要控制代谢的物质。

植物次生代谢产物的利用

植物次生代谢产物种类繁多，其中有很多种类已经形成了专门的工业生产领域，如植物挥发油类，以松柏科植物的分泌树脂为原料就形成了与之相关的香料工业，药物合成，农药工业，制皂，化妆品生产等等。与生物碱类次生代谢产物相适应的形成了专门的医药工业，早已列入了专门的学科领域进行着专门的研究。

现以生物碱类为例，简单的加以说明。在乔、灌木植物种类中栽培某些树木，专门

用来作为制药工业原料的例子是很多的,众所周知的金鸡纳树(*Cinchona ledgeriana*, *C. succirubra* 等), 其树皮主要含金鸡纳碱类, 如奎宁(Quinine), 奎尼丁(Quinidine), 金鸡纳碱(Cinchonine), 金鸡宁丁(Cinchonidine)等抗疟疾的特效生物碱。有的金鸡纳树种, 树皮含金鸡纳类生物碱总量可以达到树皮重量的7—8%, 最高的甚至可达13%, 生产这类抗疟药, 迄今已有150年的历史了, 现在仍然在继续生产之中。

乔木萝芙木(*Rauvolfia vomifolia*) 在非洲国家大面积种植, 主要的也是利用它的树皮和根皮用来生产利血平等镇静和降压药物。

三尖杉(*Cephalotaxus fortunei* 及 *C. harringtonia* var *sinensis*, *C. wilsoniana*) 的许多种, 它们的树皮和根皮, 种子, 都用来生产抗癌药物三尖杉酯碱(Cephalotaxine), 三尖杉碱(Cephalotaxine)及其衍生物等。喜树的树皮也是用来生产抗癌药物喜树碱的, 这些在制药工业中已是众所周知的, 不必评述。

下面我们稍详细的介绍另一大类次生代谢产物鞣质。世界上含鞣质(也称单宁)的植物有600多种, 其中含量较高的(12%以上)的有300多种, 已用作工业栲胶原料的约50多种, 绝大多数是乔木。栲胶早在15~16世纪时就用来鞣制皮革(鞣质因此而得名)一直沿用至今, 在1976年时, 栲胶的世界需要量是49.6万吨, 发展至今, 由于其应用前景越来越宽广, 年需要量在不断上升。栲胶如今已发展成专门的工业领域, 它的用途已扩大到以下领域: 用在石油工业, 地质钻探业中的钻井泥浆处理剂, 年耗量约3~4万吨。在水泥, 陶瓷、耐火材料中用来降低水份, 节省燃料; 在室外用胶合板, 碎料板, 耐水瓦楞纸, 细木工板, 层积木, 乐器, 橡胶纺织制品, 石棉、活性炭等范围内用来作为胶粘剂。在锅炉用水中用作水处理剂。在采矿工业中, 用于铁、铜、锡、铅、锌、锰, 及半导体原料锗, 萤石等多种矿石的浮选剂, 核能燃料铀等的萃取, 浮选分离剂; 工业废水, 污水的絮凝, 脱色吸附, 及脱除汽油中有机硫(硫醇); 脱除废气中无机硫(主要是 H_2S); 分离废塑料及其中的木屑, 纤维、纸和稻草的分类剂、在建筑, 隧道, 采矿, 钻井等施工中用来固定土, 砂; 封隔地下水的化学薄浆剂。用于建筑材料, 绝缘、防火的添加剂; 石膏板的加强剂; 用于油墨, 墨水成分, 及合成纤维染色剂; 在食品, 饮料, 牙膏等中用的食用色素; 用于香肠、鱼、肉等的防腐保鲜剂; 直接用于药剂的如烫伤的收敛性药, 用作维生素P的制剂; 医用牙膏, 微型胶囊, 避孕药; 农业上又有用来作马铃薯病毒感染的杀菌剂, 果树的杀虫剂, 松树, 胡萝卜、洋葱等的种子发芽促进剂, 及用来防治植物缺铁性的萎黄病用的制剂—铁螯合剂; 在树脂工业中又常用以制造单宁—甲醛胶, 黑荆单宁清漆, 防火胶合板, 制造蕊膜用的液态自硬性混合物; 木工, 刨花板的胶合剂; 木工酚醛胶的加速凝固剂, 用于瓦楞纸上的荆树单宁—淀粉胶; 深井钻探, 钻泥浆的添加剂, 半导体锗的废物回收剂; 铁路防蚀涂料剂, 用于保护船舰钢板不受腐蚀, 用于金属清洁剂, 用于锌, 锌板金属的表面处理剂。铅蓄电池阴极放电的糊膏。及合成橡胶的填充剂等等。而且今后的应用范围还会随着研究工作的深入而不断扩大。

现在, 国际上对鞣质类物质的研究极为重视; 美国有三所大学, 四个专门协会, 英国有三所大学二个学会, 西德有四所大学和一个研究所, 土耳其有一所大学和一个研究

所, 法国有皮革技术中心, 意大利有一所大学和研究所, 希腊有二个学会, 日本有一所大学三个研究所, 罗马尼亚, 南斯拉夫, 南非、东非、阿根廷, 印度等都有有关的大学和研究所专门从事单宁类的研究和利用; 上述各国也都出版了专门论述单宁类的研究和利用的期刊和出版物。在我国也有三所有关学院及研究所从事与单宁类有关的研究工作。

顺便指出, 植物次生物质的利用使有限的植物资源得到综合利用, 可以扩大植物资源的经济效益和社会效益, 也是我国极为重视的研究课题。

292226 美登木的茎段离体培养^{*}

程治英 王锦亮 马晓青

美登木 (*Maytenus hookeri*) 是分布在云南南部及西南部热带河谷和山地的一种野生植物。由于它含有美登素类大环化合物, 具有较高的抗癌活性, 受到国内外的重视。近凡年由于大量采集, 使有限的野生资源日趋减少。为扩大药源, 本所进行了有性和无性繁殖、栽培试验。种子繁殖因空壳率高而使萌发率降低 (17.9%); 无性繁殖生根慢 (要50—90天) 且受时间限制 (3—5月适合), 本试验主要在于探索美登木离体茎段培养形成试管植株所需的主要条件, 直接利用组织培养的手段建立无性繁殖系, 为保存、发展和利用野生药用植物资源提供新的、不受时间限制的快速繁殖技术。

材 料 和 方 法

材料采用本地野生美登木未完全木质化茎段去叶用95%酒精浸泡5秒钟, 再用0.1%升汞消毒10分钟, 经无菌水冲洗干净后切成1cm长, 切段接种在MS琼脂培养基上, 诱导丛芽产生附加KT、BA、2, 4-D、IAA和NAA, 而根据需要配合使用。诱导生根降低MS无机盐浓度为1/8MS, 降低蔗糖浓度为2%, 附加生长素 (NAA和IAA), 培养基PH5.8, 15磅/吋²灭菌20分钟。室温 (22±6℃) 静置培养。光照2000lux, 每天照光10小时。

试 验 结 果 与 讨 论

1、愈伤组织诱导及丛芽分化

1) 不同激素组合对茎段愈伤组织诱导和丛芽分化的影响

外植体接种在附加不同激素组合的MS培养基上, 一般3—27天在茎段切口处及表皮组织进行脱分化生长出白色愈伤组织, 后来逐渐变为淡绿色, 同时接种17—20天后从腋芽的基部分化出丛芽, 这些过程明显地受激素种类和浓度的影响 (表一)。从表一可

^{*}蒙桂英 刘道华 赵存芳参加了部分试验工作, 夏聚康摄制照片