综述与专论

黄樟素植物资源的开发利用现状及前景

刘志秋 陈进 许勇
(中国科学院西双版纳热带植物园 云南勐腊 666303)

The Exploitation and Situation of Plant Resources of Safrole

Liu Zhiqiu Chen Jin Xu Yong
(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, the Chinese Academic of Sciences,
Mengla Country Yunnan Province 666303)

Abstract

The plants in which contain safrole have been reviewed, including their species, distribution, essential oil yield and safrole content of the oil from different organs of each species. According to the preliminary statistics, there are 62 species contain safrole, in which 32 species contain > 40% of safrole in the essential oils. In these 32 species, 20 species contain safrole in essential oil in their roots and /or stems, 4 species in bark, 10 in leaves, 6 in fruits (seeds), and 4 are herb species, which safrole are contained in whole herb. *Lauraceae* plants are the most important plant resources of safrole, there are 37 species of *Lauraceae* contain safrole in different parts of plant, in which there are 24 species contain high level (> 40%) of safrole in essential oil. *Cinnamomum angustifolium* B. Q. Cheng, *C. paciflorum* which contain high percentage of safrole in the essential oil of the whole tree, *C. petrophilum* N. Chao, *C. camphora* and *Piper* species which contain high percentage safrole in their leaves oil are the sustainable resource of safrole production. Especially, *Piper hispidinervium* is a promising resource which can repay in short time. Purpose of this paper reviewed is to provide a proof of exploitation and protection.

Key words: safrole plant resources

摘要

本文探讨了黄樟素植物资源的种类、分布、各部位器官精油和黄樟素含量,及其开发利用现状及前景。据统计,精油中含黄樟素的植物共有62种,其中精油含量较高(> 40%)的有32种。在这32种植物中,在根和(或)茎精油中主要成分为黄樟素的植物有20种;在皮油中的有4种;叶油中的10种;果实和种子中的6种;有4种是草本,全草精油主要成分为黄樟素。樟科植物是黄樟素的重要植物资源,共有37种樟科植物含有黄樟素,有24种樟科植物黄樟素含量较高(> 40%)。狭叶桂(*C. angustifolia* B. Q. Cheng)、少花桂(*C. paciflorum*)、等植物叶、茎、枝、皮和果的精油中,岩桂(*C. petrophilum* N. Chao)、香樟(*C. camphora*)、毛叶树胡椒(*Piper hispidinervium*)等的叶精油中黄樟素含量均较高,这些植物可作为持续发展生产黄樟素的理想资源。其中从巴西引种的毛叶树胡椒是投产最快、具有较大开发前景的黄樟素新资源。本文旨在为黄樟素植物资源的开发利用及保护提供理论依据。

关键词:黄樟素 植物资源

前言:黄樟素(Safrole)又称黄樟油素、黄樟脑。分子式为 $C_{10}H_{10}O_2$,分子量162.18,比重1.096(20℃),熔点约11℃,沸点232-234℃,折光率1.5383(20℃),无色或微黄色液体,有樟木

气味。易溶于醇,能与氯仿、醚混和,不溶于水和甘油^[1]。黄樟素是合成胡椒基丁醚(Piperonyl butoxide, PBO),洋茉莉醛(Heliotropine)^[2]、异丁香酚(iso-Eugenol)、香兰素(Vanillin)^[3,4]等系

收稿日期:2001-01-04

列产品的重要原料。胡椒基丁醚在以天然除虫菊为基础配制的杀虫剂中作为增效剂,可使杀虫剂的药效呈几倍、几十倍地增加;洋茉莉醛用途甚为广泛,常作化妆品、香水、皂用等调合时的主剂,还大量用于电镀工业和农药增效剂;香兰素用作多种香精的定香剂,广泛用于糖果、饼干、水果、酒及烟的调香,异丁香酚用作康乃馨香精的主剂及多种花香香精,皂用香精等的原料^[3]。黄樟素也曾是很多食品的添加剂,如用于饮料“Pinga com sassafra” (巴西)、“Root bee” (美国)。因其对人毒害较大,已禁止作为食品添加剂使用^[4]。黄樟素还作为香料成分广泛用于家用日化产品,如地板蜡、上光剂、肥皂、去垢剂及洗涤剂^[5]。

黄樟素具有稳固的市场,当前没有合成的替代品^[6]。全世界每年需黄樟油 2000 吨^[7],且逐年增加。近年来,中国、越南、缅甸、巴西等成为黄樟素的主产国。美国、日本及意大利是黄樟素的重要市场。巴西现每年因生产洋茉莉醛和 PBO 需黄樟素约 500 吨,致使其国内所产黄樟素供不应求而从别国进口^[5]。越南每年出口黄樟素七八百吨^[5]。我国每年需 500 吨以上。历史上,黄樟油是我国重要的出口商品之一。随着资源的日益枯竭,以及需求量的增加,中国已由出口国变成进口国^[8]。现黄樟素全世界的价格为 4-6 美元^[5]。1997 年 1-5 月我国出口洋茉莉醛 221.3 吨,价值 339.63 万美元,19.2 吨异黄樟素,价值 7.30 万美元^[9]。对黄樟素及其合成产品在世界香料市场上的需求量还将不断增加。黄樟素植物资源开发利用现状及前景综述如下:

1 植物种类

据不完全统计,精油中含黄樟素的植物有 62 种(附表 1、附表 2)。本文在本园程必强教授等工作的基础上^[3],统计了全世界 32 种精油主成分为黄樟素(40%以上)及 30 种含有黄樟素的芳香植物,并对其在世界的分布,及黄樟素在植物中的分布部位进行了统计(见附表 1,2)。其主要为樟科植物,共 37 种,含量较高的(>40%)的有 24 种,其中樟属(*Cinnamomum*) 19 种,如少花桂(*C. subevenium*)、狭叶桂(*C. angustifolia*),香桂(*C. subevenium*)及柴桂(*C. tamala*),及坚叶樟(*C. chartophyllum*)、云南樟(*C. glanduliferum*)、黄樟(*C. parthenoxylum*)等;檫木属(*Sassafras*) 3 种,*Ocotea* 属 2 种。黄樟素含量较高(>40%)的植物中,还有胡椒科 3 种^[7,10],如奥勒图树胡

椒(*Piper auritum*),毛叶树胡椒(*P. hispidinervium*),帕拉树胡椒(*P. callosum*);马兜铃科 4 种,如紫背细辛(*Asarum porphyronotum*)、南川细辛(*A. nanchuanense*)、深绿细辛(*A. porphyronotum var. atrovirens*)等;此外还有一种木兰科植物八角香兰(*Michelis hedyosperma*)种子精油中主成分为黄樟素(92%)(见表 1)。黄樟素含量>40%的植物中我国国内有 27 种,新近从国外引进一种。

叶油含黄樟素的有猴樟(*Cinnamomum bodinieri*)、黄樟、八角樟(*C. ilicioides*)、少花桂、狭叶桂、岩桂(*C. petrophilum* N. Chao)、香樟(*C. camphora*)等,胡椒科的 3 种(毛叶树胡椒已引入国内),如毛叶树胡椒(*Piper hispidinervium*)、帕拉树胡椒(*P. callosum*)、奥勒图树胡椒(*P. auritum*)。

根、茎油含黄樟素的有猴樟、香樟(*C. camphora*)、坚叶樟(*C. chartophyllum*)、长柄樟(*C. longipetiolatum*)、沉水樟、黄樟、爪哇肉桂(*C. javanicum*)、岩樟、八角樟、米槁(*C. migao*)、毛叶樟(*C. mollifolium*)、少花桂、狭叶桂、天竺桂(*C. japonicum*)、卵叶桂(*C. rigidissimum*)、檫木属的 3 种(国内 1 种)、*Ocotea* 属 2 种(产南美)等的化学型。

皮油中含有黄樟素的有狭叶桂、少花桂、柴桂等的化学型;以及檫木。

果油中含有黄樟素的有黄樟、云南樟、少花桂、狭叶桂等的化学型及八角香兰种子精油中均含较高的黄樟素。

此外,几种马兜铃科植物全草精油中均含黄樟素。

另统计,精油中含黄樟素的 30 种植物(附表 2),因其含量较低未列出。

2 开发利用现状

历史上黄樟素主要从巴西黄樟(*Octotea preliosa*)、北美黄樟(*Sassafras officinale*)等植物的树干和树根中提取,目前,巴西、北美、中国、越南、缅甸等国产的黄樟油大多是直接采伐,而中国产的黄樟油素也主要从黄樟、沉水樟、猴樟、云南樟、坚叶樟的根部提取。对自然资源破坏严重,是一种掠夺式的开采方式。

精油主含黄樟素植物的人工栽培已开始引起人们的关注,国内已开发种植的植物资源只有黄樟、云南樟、少花桂、岩桂、香桂等。现毛叶树胡椒、

附表1 黄樟素植物种类及各部位精油及主成分比较

序号	种名	根含油(%)		茎(干、枝)		含油(%)		皮含油(%)		叶含油(%)		果(种子)含油(%)		分布
		出油	黄樟素	出油	黄樟素	出油	黄樟素	出油	黄樟素	出油	黄樟素	出油	黄樟素	
1	<i>Michelia hedyosperma</i> 八角香兰 ^[3]									0.47		11~12	92	云南、广西
2	<i>Cinnamomum bodinieri</i> 猴樟 ^[2,3,15]	2.9	68~84	1.2~1.7	84					0.46~0.6				云南、四川、湖南、湖北
3	<i>C. angustifolia</i> 狭叶桂 ^[2,3,15]	0.29	63	0.23	98	0.81	99			0.6~0.85	97~99	0.13	94~98	云南、贵州、广西、四川、越南、印度、印尼
4	<i>C. camphora</i> 香樟 ^[2,14,16]	1.52	61							1.18~1.30	93~94	1.22	77	华南、华中、华东大部分地区
5	<i>C. chartophyllum</i> 坚叶樟 ^[2,3,17]	0.5~1.5	94~96	0.27(茎基)	87					0.10				仅云南南部至东南部
6	<i>C. glanduliferum</i> 云南樟 ^[3]	0.93 1.76	56 39							0.10		2.70	80	云南、贵州、四川、西藏、印度、缅甸、马来西亚、尼泊尔
7	<i>C. ilicoides</i> 八角樟 ^[2]	0.21	82.67							0.83 1.85(干)	81.97			海南、广东、广西、越南北部
8	<i>C. japonicum</i> 天竺桂 ^[2,3,15]		46											华东地区、日本、朝鲜
9	<i>C. javanicum</i> 爪哇肉桂 ^[2]		88.4											云南东南部、越南、马来西亚、印尼
10	<i>C. longipetiolatum</i> 长柄樟 ^[2]	2.39 1.31(根皮)	86.89 61.99											仅云南滇东至滇东南
11	<i>C. miranthum</i> 沉水樟 ^[3,15]	1.52	98							0.12				广西南宁
12	<i>C. migao</i> 米蒿 ^[2]	0.62~1.08	83.59							0.74	0.43			云南东南部、广西
13	<i>C. mollifidum</i> 毛叶樟 ^[2,3,15]	0.43~0.62	34~77							1.25~1.61				云南特有种
14	<i>C. patrophilum</i> 岩桂 ^[13]	0.48		0.92(枝) 0.76(叶)						3~4	97	0.74		四川盆地
15	<i>C. pauciflorum</i> 少花桂 ^[3,18]	0.71	75	0.86	97	1.58	96			1.25~3.50	97~99	7.39 (干果皮)	94	华南地区、印尼
16	<i>C. parthenoxylon</i> 黄樟 ^[3]	1.0~1.40	94							1.25~3.50		1.93~2.76	69~80	华南大部地区、巴基斯坦、印度、马来西亚、印尼
17	<i>C. rigidissium</i> 卵叶桂 ^[3]	1.44	62							0.05				广东、广西、海南及台湾, 我园引种
18	<i>C. subavenium</i> 香桂 ^[3,12,15]					2.05				0.1~0.2	69.7			华南华中各省、印度、缅甸、马来西亚、印尼
19	<i>C. saxatile</i> 岩樟 ^[2]	1.46	94.7											云南东部及广西
20	<i>C. tamala</i> 柴桂 ^[3]					2.34	98.84			0.47	44.29			云南、尼泊尔、不丹、印度
21	<i>sassafras albidum</i> 檫木属				80~85									澳大利亚东海岸 昆士兰
22	<i>S. tzumu</i> 檫木 ^[2]	1.0	(为主分)			2.34	97			0.4~1.0	35~44			云南、贵州、华南大部
23	<i>S. Officinale</i> 北美黄樟 ^[3]	7~8 (叶)	80											北美洲
24	<i>Ocotea cymbarum</i> ^[2]			1~2	93									巴西
25	<i>Opretiosa</i> 巴西黄樟 ^[3]			0.9~1.5	90 93									巴西
26	<i>Asarum porphyronotum</i> 紫背细辛 ^[3]	0.9 (全草干)	50以上											四川

(续表)

序号	种 名	根含油(%)		茎(干、枝)	含油(%)		皮含油(%)		叶含油(%)		果(种子)	含油(%)	分 布
		出油	黄樟素	出油	黄樟素	出油	黄樟素	出油	黄樟素	出油	黄樟素		
27	<i>A. porhyronotum</i> var. <i>atræirens</i> 深绿细辛 ^[15]	1.1 (全草干)	40 以上										四川
28	<i>A. maxim um</i> 大叶马蹄香 ^[15]	1.4	(主要成分 黄樟素)										湖北、四川
29	<i>A. nanchuanense</i> 南川细辛 ^[15]	2.1 (全草)	83.97										四川省南县
30	<i>Piper auritum</i> (奥勒图树胡椒) ^[7]								70				中美
31	<i>P. hispulinervium</i> 阿克里克树胡椒(毛叶树胡椒) ^[7,10]						3.0(干)	83~93%					巴西、巴西引入西双版纳植物园
32	<i>P. callosum</i> (光叶树胡椒) ^[7,10]						3~4 (干)	81~88					巴西

附表 2 含黄樟素的其它植物

序号	植 物 名	部 位	含精油量(%)	黄樟素含量(%)	分 布
1	<i>Cinnamomum cassia</i> 肉桂 ^[2]	皮油	1.07~2.60	含黄樟素	原产中国、云南、广西、广东、福建、台湾等省的热带、亚热带地区广为栽培
2	<i>C. tokinense</i> A. Chev 假桂皮树 ^[19]	皮油	0.47	36.69	云南东南部
3	<i>C. caudiferum</i> 尾叶樟 ^[2]	根油	3.78	36.65	云南东南部、贵州南部
4	<i>C. longepaniculatum</i> 油樟 ^[2]	叶油	1.2	(0.33%)	仅分布于四川
5	<i>C. validinerve</i> 粗脉桂 ^[2]	叶油	0.21	1.55	广西大鸣山
7	<i>C. villosulum</i> 锈毛桂 ^[2]	叶油	0.25~0.3	1.74	广西大鸣山
8	<i>C. pingbiennense</i> 屏边桂 ^[2]	叶油(干)	0.28	1.04	云南东南部、贵州南部、广西西南部
9	<i>C. iners</i> Reinw ex Bl. 大叶桂 ^[2]	叶油	0.57~0.61	0.91	云南南部、广西南部、西藏东南部、斯里兰卡、印度、缅甸、马来西亚及印尼
10	<i>C. septentrionale</i> 银木 ^[2]	叶油	1.1	0.58	四川、陕西、甘肃
11	<i>C. burmannii</i> Bl. 阴香 ^[2]	柠檬型叶油中		0.36	广东、广西、云南、福建、印度、缅甸、越南、印尼、菲律宾
12	<i>ichdia alba</i> DC. 白兰 ^[15]	叶油	0.20~0.28	含黄樟素	原产印尼爪哇,我国福建、广东、广西、云南、四川栽培
13	<i>M. champaca</i> Linn 黄兰 ^[15]	自然释放的头香		0.15	产云南南部及西南部,长江以南地区各省区均有栽培
14	<i>Lindera glauca</i> 山胡椒 ^[15]	果皮油		2.60	中国大部分地区
15	<i>Lisea cubeba</i> 山鸡椒 ^[15]	鲜果	3~4	0.90	华东、华南、中南、西南
16	<i>Asarum ddayayi</i> Franch 牛蹄细辛 ^[15]	全草精油	1.4	15.03	四川、云南东北部
17	<i>A. crispulatum</i> 络边细辛 ^[15]	全草	1.0	29.78	四川南川县
18	<i>A. forbesii</i> Maxim. 杜衡 ^[15]	全草(干)精油	2.6	含黄樟素	华中地区
19	<i>A. caudigerum</i> var. <i>cardiophyllum</i> 花叶尾花细辛 ^[15]	全草(干)	0.4	含黄樟素	西南三省
20	<i>A. heteropoides</i> Fr. Schmidt Var. <i>mandshuricum</i> (maxim.) Kitag. 辽细辛 ^[15]	全草(干)	2.5	含黄樟素	我国东北各省
21	<i>A. himalaicum</i> 单叶细辛 ^[15]	全草精油	0.4	0.77	湖北、西南、西北大部
22	<i>A. sieboldii</i> 细辛 ^[15]	全草	1.8~2.2	含黄樟素	华东、华南、西南各省
23	<i>A. magnificum</i> var. <i>dinghushanense</i> 鼎湖细辛 ^[15]	全草(干)	1.2	含黄樟素	广东鼎湖山
24	<i>A. caudigerellum</i> 短尾细辛 ^[15]	全草(干)		含黄樟素	湖北、西南三省

(续表)

序号	植物名	部位	含精油量 (%)	黄樟素含量 (%)	分布
25	<i>A. renicordatum</i> 肾心细辛 ^[15]	全草	0.4	含黄樟素	安徽
26	<i>A. agittarioides</i> 山慈菇 ^[15]	全草	0.2	2.56	广西
27	<i>A. sieboldii</i> var. <i>seoulense</i> 汉城细辛 ^[15]	全草(干)	1.0	含黄樟素	吉林、辽宁
28	<i>Myristica fragrans</i> 肉豆蔻 肉豆蔻科 ^[15]	种子油	5.15	含黄樟素	原产马鲁古群岛, 云南、广东、台湾引种
29	<i>Cananga odorata</i> 卡南加 ^[20]	花		含黄樟素	原产马六甲、菲律宾主产地在印尼、福建、广东、云南有栽培
30	<i>Kadsura coccinea</i> 黑老虎, 五味子科 ^[15]	根、茎精油	0.2	含黄樟素	西南、华南、湖南、江西

少花桂、岩桂等可持续生产的新资源植物的开发利用^[5, 11], 以及众多资源的发现, 如狭叶桂、毛叶树胡椒等, 为黄樟素资源的开发带来了新的前景。这些植物的开发现状及前景如下。

黄樟, 为我国云南较早利用枝叶生产樟脑或樟油的原植物, 其根可提取黄樟素, 云南省西双版纳勐海已有上百年的栽培历史, 是主要的种植地和产区, 计有 1200 多公顷, 30 余万株黄樟树。现已在云南、贵州等省发展种植 1870~ 2000 公顷, 但黄樟的种植其主要目的并非为生产黄樟素, 因为用黄樟生产黄樟素是一种非持续利用的生产方式, 其种植的主要目的是用枝叶来生产樟脑。

云南樟, 别名樟树、樟脑树、臭樟、香叶树等。是除黄樟外用根生产黄樟素主要原植物之一, 由于采收方法的不合理, 野生资源已面临枯竭。云、贵、川等省有种植, 但未大规模发展生产, 远供不应求。

香桂, 种植主要是用皮油生产甲基丁香酚, 且栽培面积不大, 虽有报道香桂化学型叶油含黄樟素^[12], 但对黄樟素的生产贡献不大。

少花桂, 别名香叶桂、香叶子树、三条筋、三股筋等, 分布在我国四川、云南、贵州、湖南湖北、广西、广东等省区, 印度也有。西双版纳植物园引种的少花桂 3~ 4 年树高 1.73~ 2.32m, 年均生长约 0.58m。月均气温低于 19℃, 植株停长。是我国利用枝叶生产黄樟素的主要原植物之一, 四川已发展少花桂 3000 亩^[2], 叶精油品质优良, 含黄樟素 95~ 99%。根、茎、叶精油黄樟素含量均较高。四川、贵州等省计划发展种植少花桂几万亩, 但由于少花桂生长缓慢、生物量少, 规模发展受到阻碍。

岩桂, 原产于四川盆地的南部石灰岩山地, 现在四川盆地南部、长江河谷及其边缘山地有营造的岩桂经济林, 岩桂油是四川的出口商品之一^[13]。

狭叶桂, 别名狭叶阴香、细香桂、小三条筋等,

小乔木或灌木, 高达 3~ 4 米, 分布于我国湖北西部、四川东部、贵州西南部、广西、云南东南及南部。越南、印度至印度尼西亚也有。狭叶桂喜温暖湿润气候。西双版纳热带植物园引种的狭叶桂, 四年生树高 2.85m, 离地 50cm 处树干粗 5.81cm, 年平均长高 0.7m。狭叶桂根、茎、皮、叶、果等都具有浓郁的黄樟素香气。鲜皮出油为 0.81%, 鲜叶为 0.54%, 鲜侧根为 0.29%, 鲜枝为 0.23%, 鲜果为 0.13%。狭叶桂皮、果、枝、叶、木材等的精油主成分都为黄樟素, 而且含量很高(97~ 99%)。一般种植 3~ 4 年后可投入生产。具有萌发力强的特征, 当年采收后, 使其萌发新枝, 历时 1~ 2 年或 2~ 3 年后又可采收加工。现还未大面积投入生产。

毛叶树胡椒^[14], 胡椒科 (*Piperaceae*) 胡椒属 (*Piper*), 别名为巴西树胡椒、阿克里克树胡椒、树胡椒等, 学名为 (*Piper hispidinervium*), 原产南美洲。常绿, 丛生状灌木, 枝叶芳香。高 4~ 4.2m。多分枝, 分枝级数 3~ 4; 可用种子繁殖, 也可用枝条扦插, 2 个月生插条苗高 18cm, 萌枝茎粗为 0.87cm, 9 个月生苗高 210cm, 茎粗为 3.36cm, 冠幅为 134×144cm 共 4 级分枝, 分枝数为 112 个。毛叶树胡椒根系发达, 生长快, 萌发力较强, 根颈至截干处可萌生大小枝 3~ 10 条, 粗壮者长成新植株, 呈丛生状。9 个月生树从 50cm 处截干采收, 所获生物量为 1340g, 鲜枝叶净重 540g。鲜叶出油为 1.06~ 1.20%, 干叶出油为 3.41~ 4.07%, 干茎出油为 0.16%。在原产地未经选育的品系中含黄樟素达 85%, 经选育的植株黄樟素的含量可达 93%。在扦插后第二年便可投产。已在西双版纳热带植物园引种成功。它具有较强的适应性。毛叶树胡椒的以上特性有利于资源的再生和持续利用。云南省计划在思茅地区及勐腊发展一定面积。

此外,据报道,广西产的香樟叶精油中也含有较高的黄樟素^[14]。

3 结语

综上所述:

1、黄樟素具有稳固的市场,当前没有合成的替代品^[6],且黄樟素的需求在不断增长。开发黄樟素资源具有很好的前景。

2、我国有丰富的黄樟素植物物种资源种类,尤其是樟科植物,因不合理开发或植物资源分布地域狭窄,使很多植物资源处于受威胁的现状,如,毛叶樟、天竺桂、沉水樟等为国家渐危和濒危的樟树种^[2]。同样在20世纪60年代,巴西成为全世界黄樟素的主要出口国,但很快就因资源枯竭而产量下降;因生产黄樟素,导致黄樟素植物资源巴西黄樟列入濒危植物名单^[5]。开发新的替代资源成为必要。

3、狭叶桂、少花桂、岩桂、香樟等植物叶油富含黄樟素,是可进行持续利用的植物资源。但其产量低,投产较慢。

4、毛叶树胡椒是现有黄樟素植物资源中,开发投产最快,并可持续生产的新资源,适合热带地区发展。

参考文献

- 1 中国医药公司上海化学试剂供应站,试剂手册,上海:上海科学技术出版社,1985,1074
- 2 程必强,喻学俭,丁靖培等. 中国樟属植物资源及其芳香成分. 昆明:云南科技出版社,1997
- 3 程必强,许勇,曾凤仙等. 滇南樟属植物资源的开发利用[热带植物研究论文报告集],昆明:云南大学出版社,1994,38~45

- 4 陈煜强,刘幼君编著. 香料产品开发与应用,上海:上海科学技术出版社,1994
- 5 Sergio F. R. Rocha, Lin Chau Ming. 1999. Piper hispidinerum: Asustainable source of safrole. pp: 417-481. In: J. Janick (ed), Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press Alexandria, VA
- 6 《中国香料植物栽培与加工》编写组,中国香料植物栽培与加工,北京:轻工业出版社,1985,246~250
- 7 Maia J G, Goeldi M P E, Green C L, Milchard M J. New sources of natural safrole. Perfumer & Flavorist, 1993, 18(2): 19~22
- 8 四川省日用化学工业研究所. 97年1-7月我国香料进出口情况,四川日化,1997,(5):23
- 9 四川省日用化工业研究所. 四川日化,1997,(4):34
- 10 Maia J G, Goeldi M P E, Green, C L, Milchard, M. J. 李宏译. 香料香精化妆品,1993,(3):51~33
- 11 程必强,许勇,曾凤仙等. 狭叶阴香的引种及其精油化学成分的研究,云南植物研究,1992,14(1):105~110
- 12 林正奎,华映芬. 香桂叶精油成分的研究,植物学报,1980,22(3):252~256
- 13 《中国香料植物栽培与加工》编写组,中国香料植物栽培与加工,北京:轻工业出版社,1985,246~250
- 14 程必强,马信祥,许勇. 黄樟素资源毛叶树胡椒的初步研究,香料香精化妆品,1998,(2):11~13,32
- 15 朱亮锋,陆碧瑶,李毓敬等. 芳香植物及其化学成分,海南:海南人民出版社,1988
- 16 石皖阳,何伟,文光裕. 精油成分及类型划分,植物学报,1988,22(3):252~256
- 17 程必强,许勇,喻学俭等. 黄樟树新资源—坚叶樟的初步研究,香料香精化妆品,1988,(4):2~4
- 18 程必强,许勇,喻学俭等. 西双版纳引种的少花桂及其精油成分,香料香精化妆品,1991,(2):1~5
- 19 程必强,许勇,喻学俭等. 滇东南的樟属植物资源,云南热带亚热带香料植物,昆明:云南大学出版社,1995,5~9
- 20 《天然香料手册》编委会. 天然香料手册,北京:轻工业出版社,1989,143
- 21 孙凌峰,汪洪武,汤敏燕. 黄樟素的天然来源及其在合成香料中的利用,香料香精化妆品,1998,(2):14~17,36