

中国蒿属植物化学分类的初步研究 ——精油化学成分与系统分类的相关性

李宝灵 朱亮锋 林有润 陆碧瑶

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

摘 要

分析了 171 个中国蒿属植物样品的精油化学成分, 鉴定出 305 个化合物。这些样品代表 64 个种, 其中蒿亚属 47 种, 龙蒿亚属 17 种。

分析结果表明, 这些化合物在两亚属中的分布有一定的规律性。在蒿亚属精油中主要含单萜类和倍半萜类化合物, 而在龙蒿亚属精油中主要含倍半萜类化合物和芳香族化合物。这种分布与中国蒿属植物从较原始到进化划分为 7 个组的系统分类有一定的相关性, 即蒿亚属: 蒹蒿组(单萜类化合物)→艾蒿组(单萜类化合物)→艾组(单萜类化合物)→腺毛蒿组(单萜类化合物和倍半萜类化合物)→白苞蒿组(倍半萜类化合物)。龙蒿亚属: 龙蒿组(倍半萜类化合物和芳香族化合物)→牡蒿组(倍半萜类化合物和芳香族化合物)。

关键词: 蒿属植物; 精油; 化学成分; 系统分类; 化学分类

菊科蒿属(*Artemisia* L.) 植物全世界有 380 种, 广布于北半球及非洲地区, 在中国分布也极广, 北起黑龙江南至海南岛, 西从青藏高原、新疆戈壁滩, 东至东海之滨, 舟山群岛和台湾等。全国有 186 种 44 变种, 按植物系统分类^[7, 8]划分为蒿亚属(Subgen. *Artemisia*) 和龙蒿亚属[Subgen. *Dracunculus* (Bess.) Peterm.], 其中蒿亚属又分为 5 组、50 系, 含 134 种、24 变种; 龙蒿亚属又分为 2 组、13 系, 含 52 种、20 变种。

蒿属为一年或多年生草本植物, 稀半灌木或小灌木, 生长适应性十分强。精油含量一般占 0.3—1.3%, 大多数在 0.5% 左右, 含有消炎、杀菌、杀虫、药用等多种活性成份和芳香成份。

有关我国蒿属植物精油的化学成分, 过去虽有零星报道^[1-5, 9-13], 但大多数种类尚未被研究过。为了系统研究我国蒿属植物精油的化学成分, 探讨其与该属植物组、系进化的相关性, 我们开展了这方面的研究。本课题收集了 64 个常见代表种, 其中蒿亚属 47 种, 龙蒿亚属 17 种, 共获得 171 个精油样品(采集地不同)。通过 GC/MS 分析, 共鉴定出 305

* 国家自然科学基金资助项目。参加本项工作的还有罗友娇、陈振焕、刘琳、何志诚、刘驰、夏念和、蒋林、熊星、叶华谷等。

个已知化学成分和 30 个尚未确定结构的化学成分,它们分别为单萜、倍半萜、芳香族化合物和其它类型化合物。初步研究表明,这些化合物在蒿亚属和龙蒿亚属植物内的分布有一定的规律性,并与蒿属植物系统分类中各组、系的划分存在一定的相关性。

实验部分

样品的采集: 64 种蒿属植物 171 个样品采自我国 17 个省市(区)(表 1),主要集中在西南及三北地区,横跨我国亚热带和温带大部分地区,其中包括湿润的东部森林和西北干旱地区的草原、荒漠及高寒荒漠地带。采集时间为蒿属植物花期前后,样品为全草。

油样的提取: 野外采集的样品经阴干后进行水蒸汽蒸馏,蒸馏液用乙醚提取,提取液经干燥及初步浓缩后再用旋转带分馏装置蒸去余下的乙醚。

样品的分析: 仪器为配有 Varian 3400 毛细管气相色谱仪的 Finnigan Inco 50 型 GC/MS/DS 联用仪。色谱柱为 SE-54 交联弹性石英毛细管柱,内径 0.25mm、长 30m。柱温为起始温度 50℃,保持 2min 后以 5℃/min 的速率升至 220℃,再保持 10min。载气为氮气,线速度 30cm/s,分流比 40:1,汽化室温度 240℃。质谱离子源为电子轰击源(EI),电子能量 70eV,源温 170℃。

将所获得的各组分(峰)的质谱数据通过计算机进行标准谱库检索,并补充查阅有关质谱资料^[14-17]。个别主要成分则通过柱层析分离,再进行核磁¹H 和¹³C 谱及红外、紫外吸收光谱等波谱分析,确定其结构。各组分的含量是采用总离子流色谱图峰面积归一法获得,未加校正因子。

结果与讨论

根据系统与亲缘关系研究^[6],我国蒿属植物从原始至进化类群的序列如下:

蒿属 *Artemisia* L.

I、蒿亚属 Subgen. *Artemisia*

1. 茵陈蒿组 Sect. *Absinthium* DC.
2. 艾蒿组 Sect. *Abrotanum* Bess.
3. 艾组 Sect. *Artemisia*
4. 腺毛蒿组 Sect. *Viscidipubes* Y. R. Ling
5. 白苞蒿组 Sect. *Albibractea* Y. R. Ling

II、龙蒿亚属 Subgen. *Dracunculus* (Bess.) Peterm.

6. 龙蒿组 Sect. *Dracunculus*
7. 牡蒿组 Sect. *Latilobus* Y. R. Ling

茵陈蒿组可能是蒿亚属、也是蒿属最原始的组,其头状花序大,通常为半球形,内含花 80—100 朵或更多,花序托有托毛,分布在高纬度或高海拔地区;艾蒿组为该属次原始的组,但又是最高活的组,其头状花序卵球形或球形,含花 50—80 朵,很少多于 100 朵或少于 40 朵,花序托无托毛,广布世界各地;艾组、腺毛蒿组及白苞蒿组为蒿亚属略为进化的

组,头状花序小,含花少,通常少于40朵,分布在南温带至亚热带湿润地区,其中腺毛蒿组主要分布在我国西南部省区。龙蒿亚属比蒿亚属进化,其头状花序含花少,且两性花不孕育,为单性同序类型,其中龙蒿组分布于西部、西北及北部干旱地区,而牡蒿组分布于湿润地区。

对64种171个精油样品分析表明,蒿属植物精油的主要化学成分是相当复杂的。若将分析结果按化合物类型加以归纳,则发现这些化学成分在两亚属及其各组、系、种内的分布却有一定的规律性。表2为各亚属、组、系精油样品化学成分的含量按化合物类型归纳的结果。现按蒿亚属和龙蒿亚属分别论述如下:

蒿亚属

蒿亚属5个组47种的精油化学成分主要由单萜和倍半萜类化合物组成。其中单萜类有1,8-桉叶油素、樟脑、龙脑、芳樟醇、蒿酮、 α -侧柏酮、松油醇-4、 α -松油醇、桉醇、辣薄荷酮等;倍半萜类有石竹烯、葑烯茄烯、金合欢烯、芹子烯、姜黄烯、杜松烯、姜烯、 β -桉叶醇、芹子醇、杜松脑、愈创木醇及未确定结构的含氧倍半萜等。这些化合物在亚属内各组的分布呈有规律的变化,即莳萝蒿组(Sect. *Absinthium* DC.)、艾蒿组(Sect. *Abrotanum* Bess.)和艾组(Sect. *Artemisia*)其主要成分为单萜类化合物(图1a, b);腺毛蒿组(Sect. *Viscidipubes* Y. R. Ling.)其主要成分中单萜类和倍半萜类化合物的含量大致相同,是一个过渡组(图2a, b);白苞蒿组(Sect. *Albibractea* Y. R. Ling.)其主要成分则为倍半萜类化合物(图3a, b)。

龙蒿亚属

龙蒿亚属2个组17种的精油化学成分除牡蒿外主要由含氧倍半萜类化合物和芳香族化合物组成。主要成分中倍半萜类有 α -甜没药醇、 α -甜没药醇氧化物B、橙花叔醇和未确定结构的含氧倍半萜等;芳香族化合物有茵陈炔、茵陈炔酮、丁香酚、丁香酚甲醚、榄香脂素和未确定结构的含氧芳香族化合物等。这些化合物在该亚属各组中的分布也有一定的规律,即龙蒿组(Sect. *Dracunculus* Bess.)圆头蒿系(Ser. *Sphaerocephalae* Krasch.)和旱蒿系(Ser. *Psammophilae* Poljak.)其主要成分为 α -甜没药醇、 α -甜没药醇氧化物B、橙花叔醇和茵陈炔(图4a, b);柔毛蒿系(Ser. *Pubescentes* Krasch.)和猪毛蒿系(Ser. *Scopariae* Krasch.)其主要成分为茵陈炔、丁香酚、丁香酚甲醚和未确定结构的含氧倍半萜(图5a, b)。牡蒿组(Sect. *Latilobus* Y. R. Ling.)牛尾蒿系(Ser. *Subdigitatae* Krasch.)和华北米蒿系(Ser. *Giraldianae* Y. R. Ling.)其主要成分为丁香酚甲醚、榄香脂素、茵陈炔和未确定结构含氧倍半萜和含氧芳香族化合物(图6a, b)。但牡蒿系(Ser. *Japonicae* Krasch.)的主要成分则与上述各系不同,为含氧的单萜及含氧倍半萜类化合物,而芳香族化合物含量较低(图7),这是例外,其原因有待进一步研究。

上述结果表明:

一、在蒿亚属中,其精油化学成分是以含氧单萜、倍半萜烯和含氧倍半萜为主的体系,而在龙蒿亚属中,其精油化学成分已过渡到以含氧倍半萜和芳香族化合物为主的体系了。在蒿属植物系统分类中龙蒿亚属比蒿亚属进化,从化合物生缘进化顺序由简单到复杂的规律来考虑,两亚属的精油化学成分分布与两亚属之间的进化有密切的相关性。可表示如下:

蒿属 主要化学成分

I 蒿亚属

1. 茛蒿组 单萜类化合物
2. 艾蒿组 单萜类化合物
3. 艾组 单萜类化合物
4. 腺毛蒿组 单萜类和倍半萜类化合物
5. 白苞蒿组 倍半萜类化合物

II 龙蒿亚属

6. 龙蒿组 倍半萜类化合物和芳香族化合物
7. 牡蒿组 倍半萜类化合物和芳香族化合物

二、蒿亚属中,与组、系、种的进化顺序(茛蒿组→腺毛蒿组→白苞蒿组)相对应,其精油化学成分从简单的单萜类向复杂的倍半萜类(含氧单萜→含氧单萜和倍半萜→倍半萜)转化的规律是明显的。龙蒿亚属中(除牡蒿系外),与组、系、种的进化顺序(龙蒿组圆头蒿系、旱蒿系→柔毛蒿系、猪毛蒿系→牡蒿组牛尾蒿系、华北米蒿系)相对应,其精油化学成分中芳香族化合物从较简单的不含氧芳烃向较复杂的含氧芳烃(茵陈炔→丁香酚→丁香酚甲醚→榄香脂素)转化也显示一定的规律性。这些说明在亚属内,精油化学成分的分布也与属内组、系、种的进化有一定的相关性。

三、某些分布较广的种,由于采集地不同,生态环境有差异,其精油的主要化学成分也有不同。如黄花蒿大多数样品主含蒿酮,但有个别主含芳樟醇;白莲蒿大多数样品主含1,8-桉叶油素和樟脑,但有个别主含樟脑和龙脑;猪毛蒿大多数样品主含茵陈炔,个别主含丁香酚;牛尾蒿有些样品主含丁香酚甲醚,有些则主含榄香脂素或未确定结构的含氧芳香族化合物。虽然从具体成分看,它们有较大的差异,但是从这些成分的化合物类型看,又是符合化学成分分布与属内进化相关的规律的,即前两者为蒿亚属较原始的种,应主含含氧单萜类化合物,而蒿酮、芳樟醇、1,8-桉叶油素、樟脑、龙脑均属这一类化合物;后两者为龙蒿亚属较进化的种,应主含芳香族化合物,而茵陈炔、丁香酚、丁香酚甲醚、榄香脂素、未确定结构的含氧芳香族化合物也均属这一类化合物。这些结果再一次证明蒿属植物精油化学成分在属内各亚属组、系、种中的分布与属内进化的相关性。

表1 蒿属(*Artemisia* L.)植物样品一览表

Table 1 The plant samples of *Artemisia* L.

蒿亚属 Subgen. *Artemisia*

茛蒿组 Sect. *Absinthium* DC.

大花蒿系 Ser. *Sieversiana* (Kitam.) Y. R. Ling

大花蒿 *A. macrocephala* Jacq. ex Bess. (1)*

大籽蒿 *A. sieversiana* Ehrhart ex Willd. (9)

苦蒿系 Ser. *Absinthium*

冷蒿 *A. frigida* Willd. (2)

内蒙古蒿系 Ser. *Xerophytica* Y. R. Ling

内蒙古旱蒿 *A. xerophytica* Krasch. (1)

碱蒿系 Ser. *Anethifoliae* Poljak.

海州蒿 *A. fauriei* Nakai (1)

碱蒿 *A. anethifolia* Web. ex Stechm. (1)

茛蒿 *A. anethoides* Mattf. (3)

艾蒿组 Sect. *Abrotanum* Bess.

西北蒿系 Ser. *Ponticae* (Rydb.) Poljak.

阿克塞蒿 *A. aksaiensis* Y. R. Ling (1)

毛莲蒿系 Ser. *Pectinatae* Kitam.

白莲蒿 *A. sacrorum* Ledeb. (8)

毛莲蒿 *A. vestita* Wall. ex Bess. (7)

黄花蒿系 Ser. *Annuae* (Rydb.) Poljak.

黄花蒿 *A. annua* Linn. (11)

臭蒿系 Ser. *Hedinianae* Y. R. Ling

臭蒿 *A. hedinii* Ostenf. et Pauls. (2)

黄金蒿系 Ser. *Auratae* Poljak.

黑蒿 *A. palustris* Linn. (1)
 艾组 Sect. *Artemisia*
 真艾系 Ser. *Umbrosae* (Pamp.) Y. R. Ling
 宽叶山蒿 *A. stolonifera* (Maxim.) Komar. (2)
 艾蒿 *A. argyi* Lévl. et Van. (2)
 野艾蒿系 Ser. *Codonocephalae* (Pamp.) Y. R. Ling
 野艾蒿 *A. lavandulaefolia* DC. (15)
 南艾蒿 *A. verticillata* Lamotte (2)
 黄毛蒿系 Ser. *Velutinae* Y. R. Ling
 美叶蒿 *A. calophylla* Pamp. (3)
 矮蒿系 Ser. *Microcephalae* (Kitam.) Y. R. Ling
 矮蒿 *A. lancea* Van. (2)
 艾系 Ser. *Artemisia*
 北艾 *A. vulgaris* Linn. (1)
 云南蒿 *A. yunnanensis* J. F. Jeffrey ex Diels (2)
 灰苞蒿 *A. roxburghiana* Bess. (4)
 紫苞蒿 var. *purpurascens* (Jacq. ex Bess.) Hook. (2)
 白叶蒿 *A. leucophylla* C. B. Clarke (Turcz. ex Bess.) (2)
 粗茎蒿 *A. robusta* (Pamp.) Ling et Y. R. Ling (1)
 秦岭蒿 *A. qinlingensis* Ling et Y. R. Ling (1)
 叶苞蒿 *A. phyllotrys* (Hand. -Mazz.) Ling et Y. R. Ling (1)
 蒙古蒿 *A. mongolica* (Fisch. ex Bess.) Nakai (4)
 红足蒿 *A. rubripes* Nakai (2)
 五月艾 *A. indica* Willd. (3)
 魁蒿 *A. princeps* Pamp. (2)
 歧茎蒿系 Ser. *Ignariariae* (Pamp.) Y. R. Ling
 柳叶蒿 *A. integrifolia* Linn. (1)
 线叶蒿 *A. subulata* Nakai (1)
 高岭蒿 *A. brachyphylla* Kitam. (1)
 小球花蒿系 Ser. *Moorcroftianae* (Pamp.) Y. R. Ling
 小球花蒿 *A. moorcroftiana* Wall. ex DC. (2)
 阿坝蒿 *A. abaensis* Y. R. Ling et S. Y. Zhao (1)
 南方大头蒿系 Ser. *Serpentes* (Kitam.) Y. R. Ling
 西南大头蒿 *A. spectiosa* (Pamp.) Ling et Y. R. Ling (1)
 山艾 *A. Kawakamii* Hayata (1)
 萎蒿系 Ser. *Selengenses* (Pamp.) Y. R. Ling
 萎蒿 *A. selengensis* Turcz. ex Bess. (6)
 阴地蒿系 Ser. *Silvaticae* Poljak.
 阴地蒿 *A. sylvatica* Maxim. (2)
 腺毛蒿组 Sect. *Viscidipubes* Y. R. Ling

腺毛蒿系 Ser. *viscidipubescentes* Y. R. Ling
 川西腺毛蒿 *A. occidentali-sichuanensis* Y. R. Ling et S. Y. Zhao (2)
 多花蒿系 Ser. *Pleiocephalae* (Pamp.) Y. R. Ling
 暗绿蒿 *A. atrovirens* Hand. -Mazz. (1)
 中南蒿 *A. simalans* Pamp. (1)
 多花蒿 *A. myriantha* Wall. ex Bess. (5)
 白毛多花蒿 var. *pleiocephala* (Pamp.) Y. R. Ling (4)
 白苞蒿组 Sect. *Albibractea* Y. R. Ling
 白苞蒿系 Ser. *Albibracteanae* Y. R. Ling
 白苞蒿 *A. lactiflora* Wall. ex DC. (1)
 奇蒿系 Ser. *Anomala* Y. R. Ling
 奇蒿 *A. anomala* S. Moore (2)
 龙蒿亚属 Subgen. *Dracunculus* (Bess.) Peterm.
 龙蒿组 Ser. *Dracunculus* (Dracunculi) Bess.
 圆头蒿系 Ser. *Sphaerocephalae* Krasch.
 圆头蒿 *A. sphaerocephala* Krasch. (1)
 盐蒿 *A. halodendron* Turcz. ex Bess. (2)
 早蒿系 Ser. *Psammodendreae* Poljak.
 准噶尔沙蒿 *A. songarica* Schrenk (1)
 黑沙蒿 *A. ordosica* Krasch. (1)
 藏龙蒿 *A. waltonii* J. R. Drumm. ex Pamp. (1)
 江孜蒿 *A. gyangzeensis* Ling et Y. R. Ling (1)
 柔毛蒿系 Ser. *Pubescentes* Krasch.
 柔毛蒿 *A. pubescens* Ledeb. (1)
 茵陈蒿 *A. capillaris* Thunb. (1)
 猪毛蒿系 Ser. *Scopariae* Krasch.
 猪毛蒿 *A. scoparia* Waidst. et Kit. (10)
 直茎蒿 *A. edgeworthii* Balakr. (2)
 牡蒿组 Sect. *Latilobus* Y. R. Ling
 草原蒿系 Ser. *Depauperatae* Y. R. Ling
 沙蒿 *A. desertorum* Spreng. (1)
 牡蒿系 Ser. *Japonicae* Krasch. ex Poljak.
 东北牡蒿 *A. manshurica* (Komar.) Komar. (1)
 牡蒿 *A. japonica* Thunb. (6)
 西南牡蒿 *A. parviflora* Buch. -Ham. ex Roxb. (1)
 牛尾蒿系 Ser. *Subdigitatae* Krasch.
 牛尾蒿 *A. dubia* Wall. ex Bess. (6)
 无毛牛尾蒿 var. *subdigitata* (Mattf.) Y. R. Ling (3)
 华北米蒿系 Ser. *Giraldianae* Y. R. Ling
 华北米蒿 *A. giraldii* Pamp. (1)

* 括号内数字为样品数目。

The numerals in parentheses are the number of samples.

表 2 蒿属精油样品中各类化合物含量范围(%)

Table 2 The contents (%) of various compounds in the essential oil samples of *Artemisia* Linn.

subgenus	section	series	monoterpenoid		sesquiterpenoid		aromatic compound
			mono-terpene	monoter-pene oxide	sesqui-terpene	sesqui-terpene oxide	
Subgen. <i>Artemisia</i>	Sect. <i>Absinthium</i> DC.			50—90	<10	<10	<1
	Sect. <i>Abrotanum</i> Bess.			50—90	<20	<10	<1
	Sect. <i>Artemisia</i>			50—90	<20	<15	<1
	Sect. <i>Viscidipubes</i> Y. R. Ling			15—80	10—40	10—50	<1
	Sect. <i>Albibractea</i> Y. R. Ling			<20	40—80	30—50	<1
Subgen. <i>Dracunculus</i> (Bess.) Peter	Sect. <i>Dracunculus</i> Bess.	Ser. <i>Sphaerocephalae</i> Krasch. Ser. <i>Psammophilae</i> Poljak.	<20	<5	<5	10—80	50—70
		Ser. <i>Pubescentes</i> Krasch. Ser. <i>Scopariae</i> Krasch.		<30	<30	10—30	20—70
	Sect. <i>Latilobus</i> Y. R. Ling	Ser. <i>Japonicae</i> Krasch. ex Poljak		<30	<15	20—50	<5
		Ser. <i>Subdigitatae</i> Krasch. Ser. <i>Giraldianae</i> Y. R. Ling		<30	<5	5—30	30—80

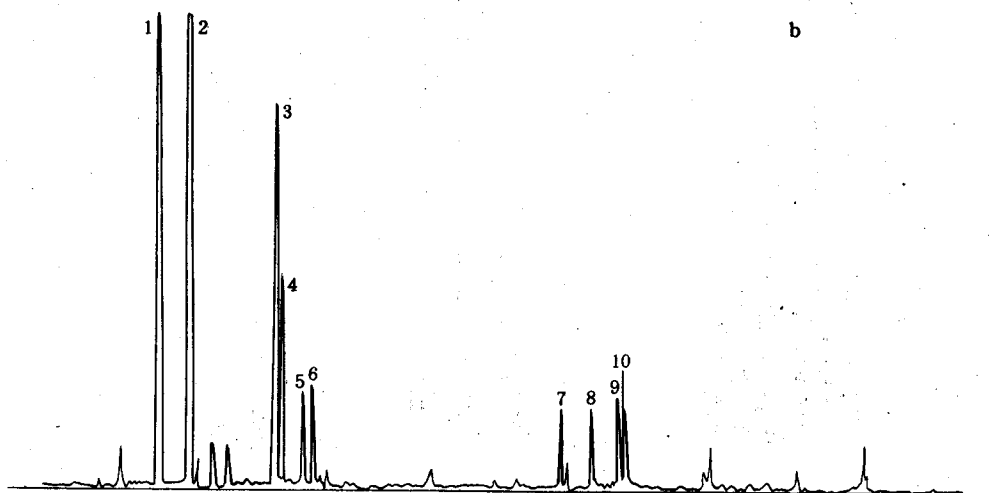
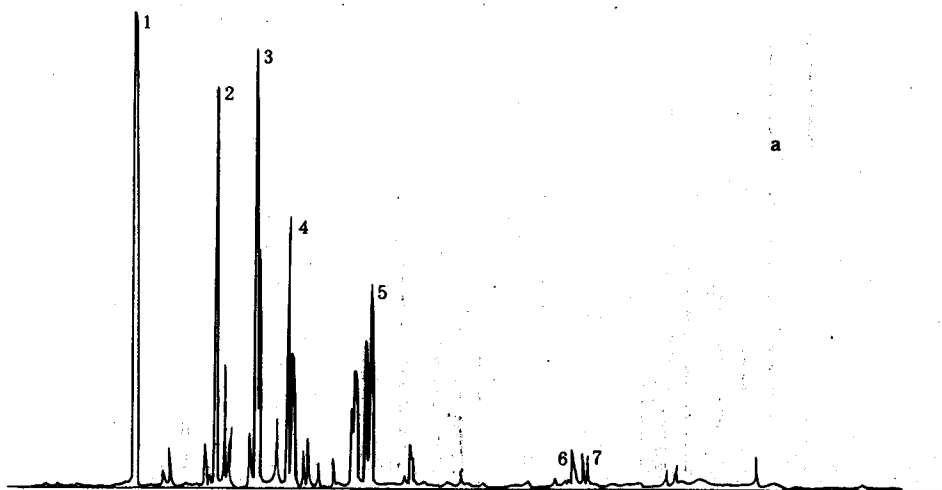


图1 蒿亚属蒹蒿组、艾蒿组和艾组代表性样品的精油色谱图

Fig. 1 Chromatogram of the essential oil in the representative sample of Sect. *Absinthium* DC., Sect. *Abrotanum* Bess. and Sect. *Artemisia* of Subgen. *Artemisia*

a. 蒹蒿 *A. anethoides* Mattf.

b. 黄花蒿 *A. annua* Linn.

1. 1,8-桉叶油素(22.39%)
1,8-cineole

1. 1,8-桉叶油素(23.11%)
1,8-cineole

6. 松油醇-4 (2.55%)
terpine-4-ol

2. α -侧柏酮(10.93%)
 α -thujone

2. 蒿酮(25.24%)
artemisia ketone

7. β -石竹烯 (1.92%)
 β -caryophyllene

3. 樟脑(11.84%)
camphor

3. 松醇(10.28%)
sabinol

8. β -金合欢烯 (Z) (2.00%)
 β -farnesene (Z)

4. 松油醇-4(6.36%)
terpine-4-ol

4. 樟脑(5.94%)
camphor

9. γ -杜松烯 (2.50%)
 γ -cadinene

5. 薄荷酮(5.98%)
piperitone

5. 龙脑(2.47%)
borneol

10. 未确定结构倍半萜烯(2.60%)
unidentified sesquiterpene

6. β -金合欢烯(Z) (0.37%)
 β -farnesene (z)

7. 雅檀蓝烯(1.02%)
eremophilene

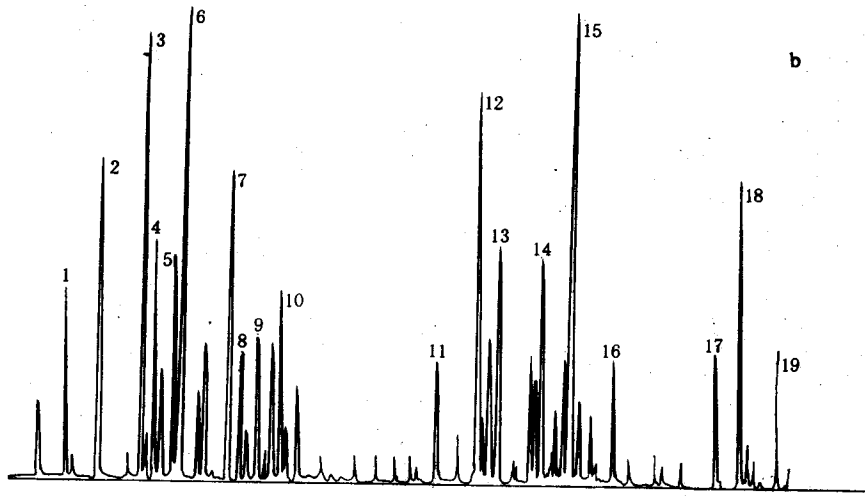
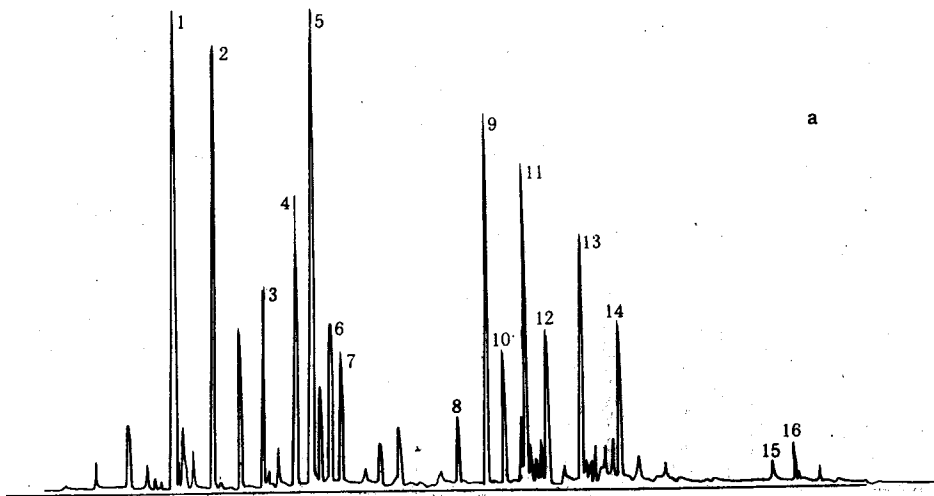


图2 蒿亚属腺毛蒿组代表性样品的精油色谱图

Fig 2 Chromatogram of the essential oil in the representative sample of Sect. Viscidipubes Y. R. Ling of Subgen.

Artemisia

- | | | |
|---|--|--|
| a. 川西腺毛蒿 <i>A. occidentalis-sichuanensis</i> Y. R. Ling et S. Y. Zhao | 11. β -葑澄茄烯 (6.41%)
<i>\beta</i> -cubebene | 7. 芳樟醇 (3.48%)
linalool |
| 1. 桉烯 (5.85%)
sabinene | 12. β -杜松烯 (2.09%)
<i>\beta</i> -cadinene | 8. 樟脑 (1.61%)
camphor |
| 2. 1,8-桉叶油素 (7.06%)
1,8-cineole | 13-16. 均为未确定结构的含氧
倍半萜 (9.20%)
unidentified sesquiterpene
oxide | 9. 龙脑 (1.51%)
borneol |
| 3. 芳樟醇 (4.16%)
linalool | b. 白毛多花蒿 <i>A. myriantha</i> var
<i>petiocephala</i> (Pamp.) Y. R. Ling | 10. 松油醇-4 (1.96%)
terpine-4-ol |
| 4. 樟脑 (3.84%)
camphor | 1. 2-己烯醛 (1.57%)
2-hexenal | 11. β -石竹烯 (1.18%)
<i>\beta</i> -caryophyllene |
| 5. 龙脑 (11.10%)
borneol | 2. 单萜烯 (2.68%)
monoterpene | 12. γ -芹子烯 (4.78%)
γ -selinene |
| 6. α -松油醇 (2.19%)
α -terpineol | 3. 7-辛烯醇-4 (5.03%)
7-octen-4-ol | 13. β -杜松烯 (2.50%)
<i>\beta</i> -cadinene |
| 7. 薄荷醇 (2.01%)
piperitol | 4. 辛醇-3 (2.06%)
3-octanol | 14. 愈创醇 (2.55%)
guaial |
| 8. 玟烯 ((0.75%)
copaene | 5. 间缘花烃 (2.13%)
m-cymene | 15-19. 均为未确定结构的含氧
倍半萜 (22.00%)
unidentified sesquiterpene
oxide |
| 9. β -石竹烯 (5.02%)
<i>\beta</i> -caryophyllene | 6. 1,8-桉叶油素 (6.11%)
1,8-cineole | |
| 10. β -合欢烯(Z)I (2.70%)
<i>\beta</i> -farnesene (Z) | | |

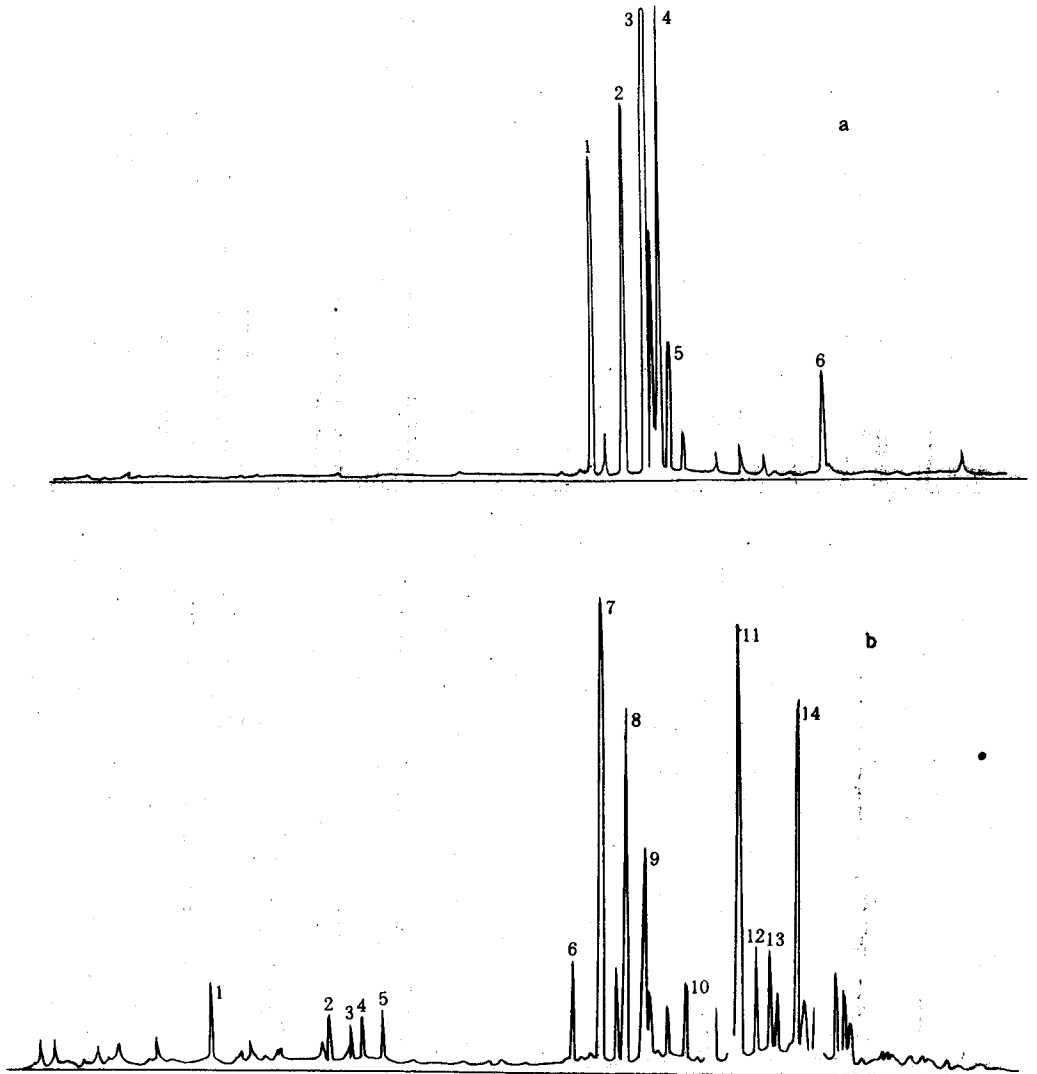


图3 蒿亚属白苞蒿组代表性样品的精油色谱图

Fig. 3 Chromatogram of the essential oil in the representative sample of Sect. *Albibractea* Y. R. Ling of Subgen. *Artemisia*

a. 白苞蒿 <i>A. lactiflora</i> Wall. ex DC.	b. 奇蒿 <i>A. anomala</i> S. Moore	
1. β -石竹烯 (9.11%) <i>β-caryophyllene</i>	1. 1,8-桉叶油素 (1.18%) 1,8-cineole	7. β -石竹烯 (16.14%) <i>β-caryophyllene</i>
2. β -金合欢烯 (Z) (12.83%) <i>β-farnesene (Z)</i>	2. 樟脑 (0.69%) camphor	8. β -金合欢烯 (Z) (7.65%) <i>β-farnesene (Z)</i>
3. α -姜黄烯 (27.56%) <i>α-curcumene</i>	3. 龙脑 (0.52%) borneol	9. α -姜黄烯 (3.22%) <i>α-curcumene</i>
4. 姜烯 (23.06%) zingiberene	4. 松油醇-4 (0.53%) terpine-4-ol	10. δ -杜松烯 (1.23%) <i>δ-cadinene</i>
5. β -金合欢烯 (E) (3.33%) <i>β-farnesene (E)</i>	5. 桃金娘烯醛 (0.83%) myrtenal	11-14. 未确定结构含氧 倍半萜 (26.76%) unidentified sesquiterpene oxide
6. 未确定结构含氧 倍半萜 (2.40%) unidentified sesquiterpene oxide	6. β -榄香烯 (1.89%) <i>β-elemene</i>	

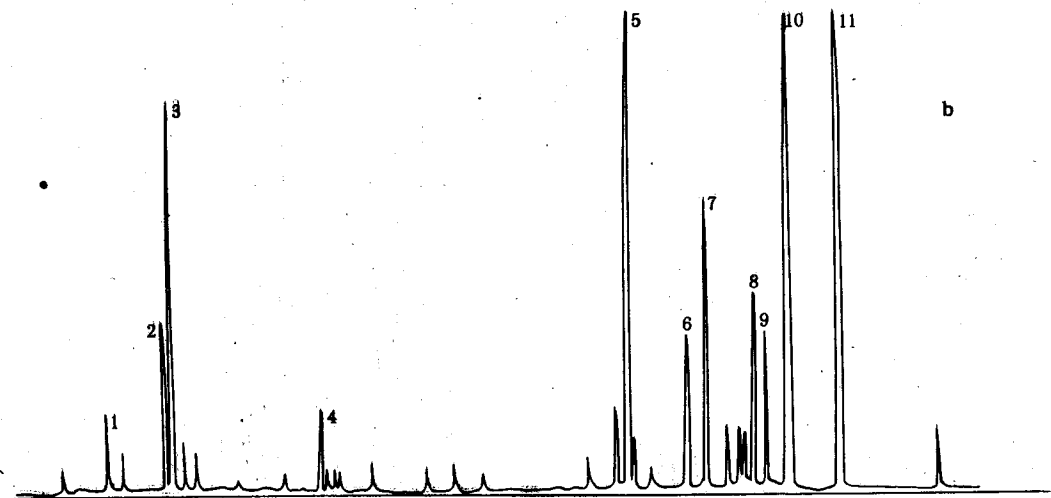
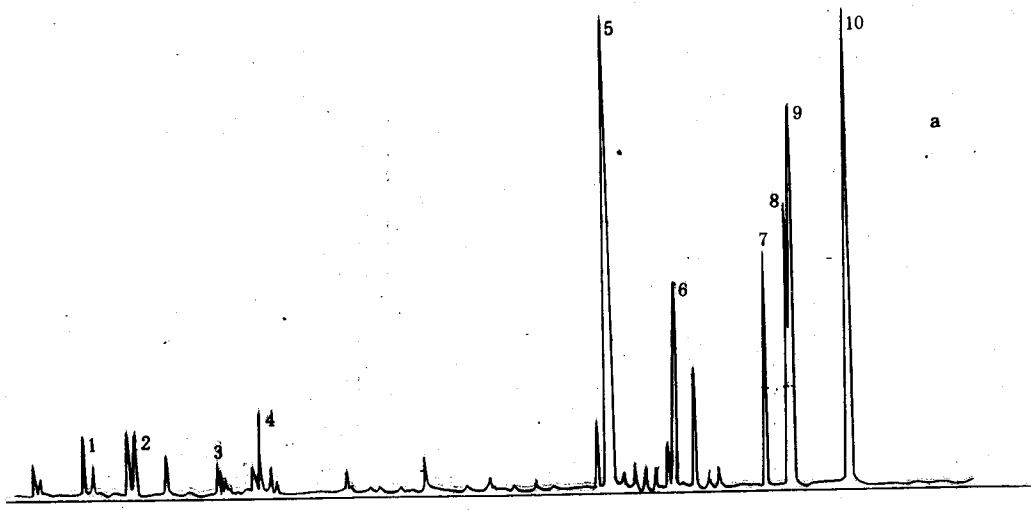


图4 龙蒿亚属龙蒿组圆头蒿系和旱蒿系代表性样品的精油色谱图

Fig. 4 Chromatogram of the essential oil in the representative sample of Ser. *Sphaerocephalae* Krasch. and Ser. *Psammophilae* Pojak. of Sect. *Dracunculus* of Subgen. *Dracunculus* (Bess.) Peterm.

- | | | |
|---|---|---|
| a. 盐蒿 <i>A. halodendron</i> Turcz. ex Bess. | 7. α -甜没药醇氧化物 B (6.59%)
α -bisabolol oxide B | 5. 茵陈炔 (12.98%)
capillene |
| 1. β -水芹烯 (1.64%)
β -phellandrene | 8. α -甜没药醇 (7.28%)
α -bisabolol | 6. 橙花叔醇 (2.54%)
nerolidol |
| 2. 顺式氧化芳樟醇 (呋喃型) (0.99%)
cis-linalool oxide (furan type) | 9,10. 均为未确定结构含氧倍半萜 (27.72%)
unidentified sesquiterpene oxide | 8. 脱氢母菊酯 (4.04%)
dehydro-matricaria ester |
| 3. 樟脑 (0.55%)
camphor | b. 黑沙蒿 <i>A. ordosica</i> Krasch. | 9. α -甜没药醇氧化物 B (3.20%)
α -bisabolol oxide B |
| 4. 松油醇-4 (2.30%)
terpine-4-ol | 1. β -蒎烯 (1.38%)
β -pinene | 10. α -甜没药醇 (24.59%)
α -bisabolol |
| 5. 茵陈炔 (28.02%)
capillene | 2. 柠檬烯 (3.40%)
limonene | 7,11. 均为未确定结构含氧倍半萜 (21.10%)
unidentified sesquiterpene oxide |
| 6. 橙花叔醇 (5.28%)
nerolidol | 3. β -罗勒烯 (E) (6.26%)
β -ocimene (E) | |
| | 4. 松油醇-4 (1.17%)
terpine-4-ol | |

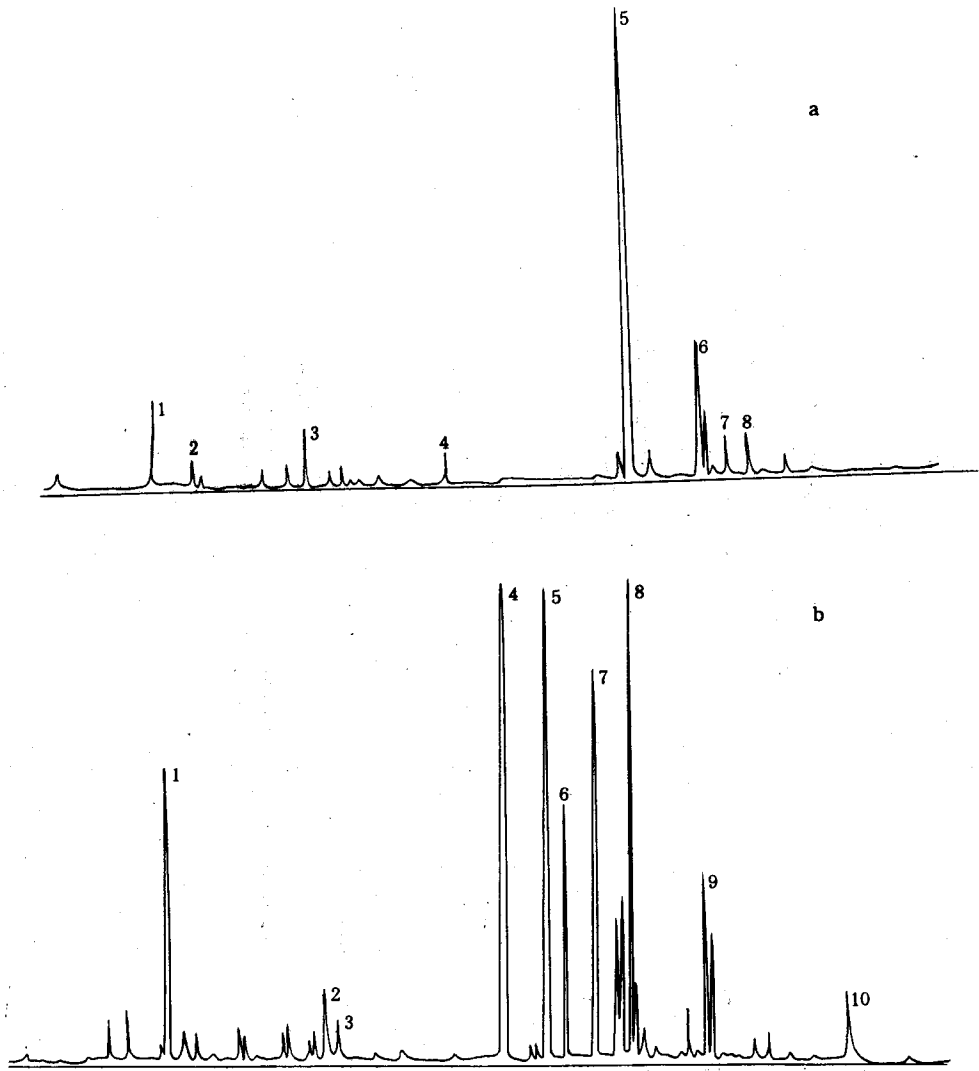


图 5 龙蒿亚属龙蒿组柔毛蒿系及猪毛蒿系代表性样品的精油色谱图

Fig 5 Chromatogram of the essential oil in the representative sample of Ser. Pubescentes Krasch. and Ser. Scopariae Krasch. of Sect. Dracunculus of Subgen. Dracunculus (Bess.) Peterm.

a. 柔毛蒿 *A. pubescens* Ledeb.

- 1,3. 均为单萜烯
monoterpene
2. 1,8-桉叶油素 (1.04%)
1,8-cineole
4. 乙酸龙脑酯 (1.15%)
bornyl acetate
5. 茵陈炔 (53.31%)
capillene
- 6,7. 为未确定结构含氧
倍半萜 (10.26%)
unidentified sesquiterpene oxide
8. 茵陈炔酮 (2.17%)
capillone

b. 猪毛蒿 *A. scoparia* Waldst. et
Kit.

1. 1,8-桉叶油素 (4.59%)
1,8-cineole
2. 松油醇-4 (1.07%)
terpine-4-ol
3. α -松油醇 (0.75%)
 α -terpineol
4. 丁香酚 (26.50%)
eugenol
5. 丁香酚甲醚 (11.47%)
methyl eugenol
6. β -石竹烯 (4.24%)
 β -caryophyllene
7. β -金合欢烯 (Z) (6.06%)
 β -farnesene (Z)
8. 茵陈炔 (11.63%)
capillene
9. 未确定结构含氧
倍半萜 (3.39%)
unidentified sesquiterpene oxide
10. 2,2-二甲基丙酸
丁香酚酯 (1.16%)
eugenyl 2,2-dimethyl-propanoate

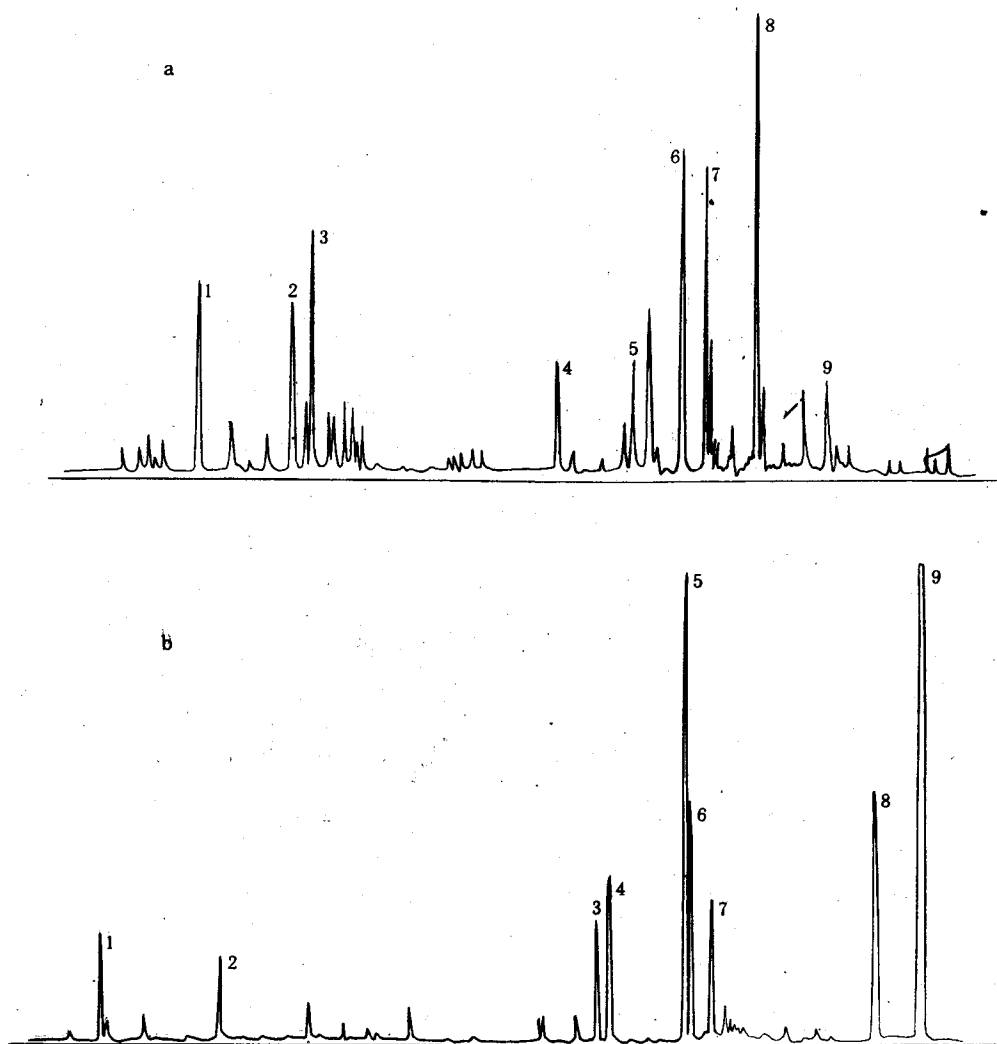


图 6 龙蒿亚属牡蒿组牛尾蒿系和华北米蒿系代表性样品的精油色谱图

Fig 6 Chromatogram of the essential oil in the representative sample of Ser. Subdigitatae Krasch. and Ser. Giraldianae Y. R. Ling of Sect. Latilobus Y. R. Ling of Subgen. *Dracunculus* (Bess.) Peterm.

- | | | |
|--|--|--|
| a. 无毛牛尾蒿 <i>A. dubia</i> var. <i>subdigitata</i> (Mattf.) Y. R. Ling | 6. 榄香脂素 (5.94%)
elemicin | 3. α -姜黄烯 (2.52%)
α -curcumene |
| 1. 1,8-桉叶油素 (3.64%)
1,8-cineole | 7,9. 为未确定结构含氧
倍半萜 (9.39%)
unidentified sesquiterpene oxide | 4. 茵陈炔 (3.61%)
capillene |
| 2. 未确定结构含氧
单萜 (2.88%)
unidentified monoterpene oxide | 8. 榄香脂素异构体 (22.15%)
elemicin isomer | 5,6,7. 为未确定结构
含氧倍半萜 (23.90%)
unidentified sesquiterpene oxide |
| 3. 樟脑 (4.79%)
camphor | b. 牛尾蒿 <i>A. dubia</i> Wall. ex Bess. | 8,9. 为未确定结构含
氧芳香族化合物 (48.59%)
unidentified oxygen aromatic
compound |
| 4. 丁香酚甲醚 (1.96%)
methyl eugenol | 1. 6-甲基-5-庚烯-2-
酮 (1.68%)
6-methyl-5-hepten-2-one | |
| 5. 茵陈炔 (2.51%)
capillene | 2. 芳樟醇 (1.57%)
linalool | |

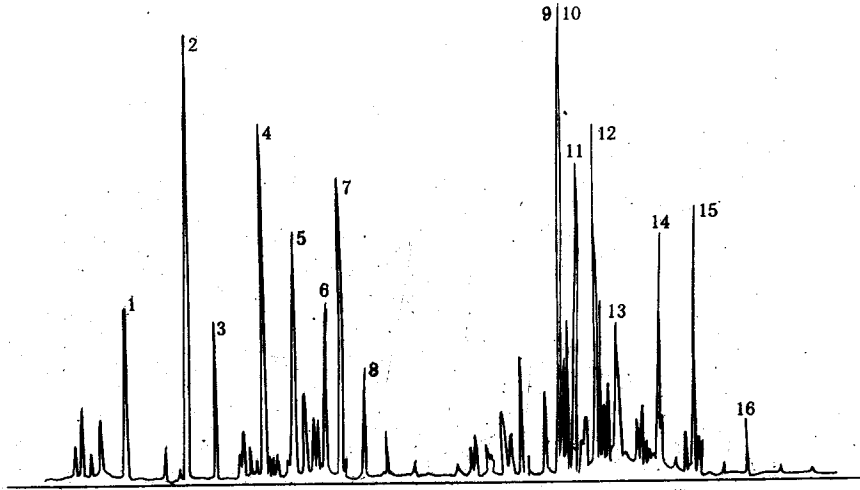


图7 龙蒿亚属牡蒿组牡蒿系牡蒿的精油色谱图

Fig 7 Chromatogram of the essential oil in *A. japonica* Thunb. of Ser. Japonicae Krasch. of Sect. Latilobus Y. R. Ling of Subgen. *Dracunculus* (Bess.) Peterm.

- | | |
|---|--|
| 1. 8-氧二环[5.1.0]辛烷 (1.25%)
8-oxabicyclo [5.1.0] octane | 2. 9-氧二环[6.1.0]壬烷 (3.80%)
9-oxabicyclo [6.1.0] nonane |
| 3. 1,8-桉叶油素 (1.73%)
1,8-cineole | 4. 芳樟醇 (3.23%)
linalool |
| 5. 樟脑 (2.40%)
camphor | 6. α -松油醇 (1.76%)
α -terpineol |
| 7. 3,4,5-三甲基-2-环戊烯酮 (3.42%)
3,4,5-trimethyl-2-cyclopentenone | |
| 8. 2-乙炔基-2,5-二甲基-4-己烯醇 (1.14%)
2-ethenyl-2,5-dimethyl-4-hexenol | |
| 9-11, 13-16. 均为未确定结构的含氧倍半萜 (29.00%)
unidentified sesquiterpene oxide | |
| 12. 榄香脂素 (4.73%)
elemicin | |

参 考 文 献

- [1] 方洪钜、胡秋、马姬平、孙学威、徐成俊、曾宪仪、张庆顺、周迎新, 挥发油成分的研究 IV 白花蒿挥发油化学成分的研究。中草药 1984, 15(3): 3—5。
- [2] 刘波、姜蒿精油化学成分 GC/MS 研究。中国有机质谱学会议第五次会议论文集, 1989, D-9, 吉林。
- [3] 刘国平、刘成德、方洪钜、胡秋、程光荣、续大义、曹淑兰、张庆云、李念平, 蛸蒿挥发油的化学成分研究。植物学报, 1985, 27(1): 110—112。
- [4] 刘国声、艾叶挥发油成分的研究。中草药, 1990, 21(9): 392—393。
- [5] 朱亮锋、陆碧瑶、罗友娇、林有润, 艾蒿和蕪艾精油化学成份的研究。云南植物研究, 1985, 7(4): 443—445。
- [6] 林有润, 论蒿属的演化系统兼论蒿属与邻近属的亲缘关系。植物研究, 1982, 2(2): 1—60。
- [7] 林有润, 中国蒿属志—中国蒿属的系统分类、分布及主要经济用途。植物研究, 1988, 8(4): 1—61。
- [8] 林有润, 中国植物志。科学出版社, 1991, 76(2)。
- [9] 师治贤、袁希召, 毛细管气相色谱法研究牛尾蒿精油化学成分。植物学报, 1982, 24(2): 159—163。
- [10] 师治贤、张金霞、顾文华、袁希召, 蒙古蒿精油化学成分的研究 I。化学学报, 1983, 41(8): 734—738。
- [11] 钟裕荣、崔淑莲, 青蒿挥发油化学成分的研究。中药通报, 1983, (6): 31—32。
- [12] 胡世林、杨莲菊、潘炯光、徐植灵, 十二种蒿属药用植物挥发油组分比较。中草药, 1985, 16(2): 32—34。
- [13] 颜世芬、梁冰、赵文元、欧庆瑜, 两种沙蒿精油 GC/MS 分析。中国有机质谱学会议第五次会议论文集, 1989, D-11, 吉林。

- [14] Heller S. R. , G. W. A. Milne, EPA/NIH Mass Spectral Data Base, U. S. Government printing office, Washington, 1978, vol. 1—3.
- [15] Heller S. R. , G. W. A. , Milne. EPA/NIH Mass Spectral Data Base, U. S. Government printing office, Washington, 1980, Supplement 1.
- [16] Swigar A. A. , R. M. Silverstien, Monoterpenes. Aldrich Chemical Company, Inc. , Wisconsin, 1981.
- [17] Yoshiro Masada, Analysis of Essential Oil by Gas Chromatography and Mass Spectrometry, Hirokawa Publishing Company, Inc. , Tokyo, 1975.

STUDY ON THE CHEMOTAXONOMY OF *ARTEMISIA* L. (COMPOSITAE) IN CHINA

—The Correlation of Chemical Constitution of the Essential Oil with the Plant Classification

Li Baoling, Zhu Liangfeng, Lin Yourun and Lu Biyao

(South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650)

Abstract

The chemical constituents of 17 essential oil samples of *Artemisia* L. in China were analysed and 305 compounds were identified. In the samples analysed, 64 species were included and 47 of which were from the sections of Subgen. *Artemisia* and the rest were from the sections of Subgen. *Dracunculus* (Bess.) Peterm.

According to the analyses, there is a regularity for the distribution of these compounds in above two subgenera.

The major constituents of the essential oils from Subgen. *Artemisia* are monoterpenoids and sesquiterpenoids, while that from Subgen. *Dracunculus* (Bess.) Peterm. are sesquiterpenoids and aromatic compounds. It means that the distribution of chemical constituents is correlated with the classification of *Artemisia* L., in which the species from more primitive to advanced can be divided into 7 sections as follows.

Subgen. *Artemisia*; Sect. Absinthium DC. (monoterpenoids) → Sect. Abrotanum Bess. (monoterpenoids) → Sect. Artemisia (monoterpenoids) → Sect. Viscidipubes Y. R. Ling (monoterpenoids and sesquiterpenoids) → Sect. Albibractea Y. R. Ling (sesquiterpenoids).

Subgen. *Dracunculus* (Bess.) Peterm.; Sect. Dracunculus Bess. (sesquiterpenoids and aromatic compounds) → Sect. Latilobus Y. R. Ling (sesquiterpenoids and aromatic compounds).

Key words: *Artemisia* L.; Essential oils; Chemical constitution; Plant classification; Chemotaxonomy