

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201410037

林立,岑佳乐,金华玖,等. 五种柏科植物挥发油成分的 GC-MS 分析[J]. 广西植物, 2015, 35(4):580—585

Lin L., Cen J.L., Jin H.J., et al. GC-MS analysis of essential oil from five Cupressaceae plants[J]. *Guihaia*, 2015, 35(4):580—585

## 五种柏科植物挥发油成分的 GC-MS 分析

林立\*, 岑佳乐, 金华玖, 杜永强

(宁波城市职业技术学院 宁波市园林植物开发重点实验室, 浙江 宁波 315502)

**摘要:** 柏科植物是园林绿化中常用的常绿树种,具有种数多、分布广的特点。该研究采用水蒸气蒸馏法提取 5 种柏科植物叶片中的挥发油,利用气相色谱-质谱(GC-MS)与计算机检索联用技术对其化学成分进行分析和鉴定,并用面积归一法测定各组分的相对含量。结果表明:用水蒸气蒸馏法提取柏科植物挥发油得油率较高,除偃柏外 4 种柏树的得油率都在 0.5% 以上;5 种柏科植物挥发油中共检测出了 80 种萜类物质,其中日本花柏中萜类物质最多含有 54 种,日本扁柏次之含有 51 种,柏木含有 47 种,线柏含有 42 种,偃柏则只含有 35 种;挥发油中含量较高的成分有乙酸龙脑酯、 $\alpha$ -蒎烯、3-蒎烯、D-柠檬烯、松油烯-4-醇、桉烯和萜品油烯等,一些植物还含有龙脑、 $\beta$ -月桂烯、石竹烯、 $\beta$ -紫罗兰酮和 Verticicol 等一些重要的药用成分;柏科植物挥发油具有成分及相对含量差异大、成分较简单、化合物种类以萜烯类为主的特点。研究结果可为进一步开发利用柏科植物资源提供理论依据。

**关键词:** 柏科植物;挥发油;水蒸气蒸馏法;化学成分;气相色谱-质谱(GC-MS)

**中图分类号:** Q946.8      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-3142(2015)04-0580-06

## GC-MS analysis of essential oil from five Cupressaceae plants

LIN Li\*, CEN Jia-Le, JIN Hua-Jiu, DU Yong-Qiang

(Ningbo Key Laboratory of Landscape Plant Development, Ningbo City College of Vocational Technology, Ningbo 315502, China)

**Abstract:** Cupressaceae is the only cosmopolitan family of conifers, containing nearly 150 species widely distributed all over the world, and many of which are important horticultural plants. At present, there are quite a few researches which attempt to survey diverse applications of these plants, but few researches focused on studying the essential oils of these species. In this study, the essential oils of five Cupressaceae plants (*Chamaecyparis obtusa*, *Cupressus funebris*, *Sabina chinensis* var. *sargentii*, *Chamaecyparis pisifera* cv. *Squarrosa* Ohwi and *C. pisifera*) were obtained by hydrodistillation from fresh leaves, which were furtherly analyzed by gaschromatography-mass spectrometry (GC-MS) and database retrieval. The result showed that hydrodistillation was an effective method for extraction the essential oils of these plants. Except for *Sabina chinensis* var. *sargentii*, the oil yielding rate of four other species were more than 0.5%. Totally 80 compounds were identified from these essential oils, and most of which were terpenoids. *Chamaecyparis pisifera* contained the most number of compositions, about 54 kinds, then followed by *C. obtusa*, *C. funebris* and *C. pisifera* cv. *Squarrosa* Ohwi, containing 51, 47 and 42 kinds respectively, while there was only 35 constituents in *Sabina chinensis* var. *sargentii*. The main constituents of the essential oils were bornyl acetate,  $\alpha$ -pinene, 3-carene, D-limonene, terpinen-4-ol, sabinene, terpinolene etc., and some constituents were valuable for pharmaceutical industry, such as endo-borneol,  $\beta$ -myrcene, caryophyllene,  $\beta$ -ionone and verticillol. The

收稿日期: 2014-12-21      修回日期: 2015-03-31

基金项目: 宁波城市职业技术学院青年专项(ZZX13034); 国家星火重大项目(2012GA701002); 宁波市园林植物开发重点实验室项目(2014A22008)。

作者简介: 林立(1985-), 男, 浙江丽水人, 硕士, 助理实验师, 主要从事生物化学与分子生物学研究, (E-mail)linli851111@126.com。

\* 通讯作者

compositions of the essential oils and their relative contents in five plants were very different, and up to 50% of the total compounds were unique compositions contained only in one or two species. The constituents present in all five plants were less than a quarter of the total compounds. The study can provide reference basis for development and utilization of germplasm resources of the family Cupressaceae.

**Key words:** Cupressaceae plants; essential oil; hydrodistillation; chemical constituents; GC-MS

挥发油是植物体内具有芳香味的小分子次生代谢物质, 主要为萜类、芳香族类、脂肪族类和含硫含氮的化合物, 存在部位随植物种类而异(Regnault, 1997; 扶巧梅, 2012)。我国有 56 科 136 属植物含挥发油, 其中含量较丰富的有松科(Pinaceae)、柏科(Cupressaceae)、樟科(Lauraceae)、楝科(Meliaceae)和木兰科(Magnoliaceae)等(隋晓恒, 2011)。许多植物的挥发油已被应用于医药、化工、香料、生物杀虫剂和保健品等产品(罗海等, 2010; 申鸽, 2012)。但相比而言, 未被研究和开发的植物数量仍然巨大, 其中不乏一些具有重要应用前景的种类。因此, 开展更多植物种类中挥发油成分的研究将对这些植物资源的有效利用提供重要的科学数据。

柏科(Cupressaceae)约有 22 属近 150 种, 绝大多数种具有浓郁芳香气味, 目前有关其挥发油的研究还较少。郝德君等(2006)从园柏(*Sabina chinensis*)、龙柏(*S. chinensis* cv. *Kaizuka*)等 3 种柏科植物的挥发油中鉴定出了 14 种成分。王淳凯等(2008)研究了地中海柏(*Cupressus sempervirens*)的化学成分, 发现其中许多成分具有抗肿瘤效果。崔艳秋等(2006)、扶巧梅等(2012)的研究表明, 一些柏科植物精油不仅含有重要的药用成分, 而且也具有抑菌、驱虫的功效。然而, 上述研究涉及的柏科植物种类较少, 并且许多挥发油成分未能被鉴定。本研究通过对华东地区一些常见柏科植物的挥发油进行成分和含量分析, 为该植物在医药、化工以及城市保健型绿化林建设等方面的利用提供参考依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料、仪器和试剂

采集日本扁柏(*Chamaecyparis obtusa*)、柏木(*Cupressus funebris*)、偃柏(*Sabina chinensis* var. *sargentii*)、线柏(*Chamaecyparis pisifera* cv. *Squarrosa*)和日本花柏(*C. pisifera*)等 5 种柏科植物叶片为材料。仪器为 7890A/5977 型 GC-MS 联用仪(美国 Agilent 公司生产)。试剂为无水

硫酸钠(AR)、乙酸乙酯(HPLC)。

### 1.2 方法

1.2.1 挥发油的提取 根据《中国药典》2005 年版一部附录 XD 挥发油测定甲法, 准确称取 500 g 切碎叶片于 1 000 mL 圆底烧瓶中进行水蒸气蒸馏, 得到具有特殊香味的黄色油状液体, 重复 2 次后混合所得液体。称取挥发油质量, 按以下公式计算收油率:

$$\text{收油率} = \frac{\text{挥发油质量}}{\text{叶片总质量}} \times 100\%$$

1.2.2 GC-MS 条件 气相色谱条件: 色谱柱为 HP-5MS 毛细石英柱(30 m × 0.25 mm × 0.25 μm); GC 自动进样器, 进样量为 1.0 μL, 分流比为 5 : 1; 氦气恒流速度为 1.2 mL/min; 进样口、连接口温度 250 °C; 柱温: 初始温度为 40 °C, 以 4 °C/min 的速度升至 140 °C, 保持 2 min, 再以 2 °C/min 的速度升到 225 °C, 保持 5 min。

质谱条件: 离子源 EI; 电离能 70 eV; 离子源温度 230 °C; 四极杆温度 150 °C; 质量扫描范围 15 ~ 500 amu; 溶剂延迟时间为 1.0 min。通过工作站的 NIST 98 图谱库进行初步检索, 结合相关研究(郝德君等, 2006; 扶巧梅, 2012)确定化合物成分, 根据峰面积归一化法计算每种成分的相对含量。

## 2 结果与分析

### 2.1 挥发油收油率

5 种柏科植物得油率较高, 其中线柏得油率最高, 为 1.20%。柏木、日本花柏和日本扁柏得油率相当, 分别为 0.58%、0.50% 和 0.54%, 偃柏得油率最低, 为 0.22%。

### 2.2 挥发油成分分析

根据 5 种植物总离子流图鉴定了 80 种化合物(表 1), 主要为萜烯类化合物, 其中单萜类化合物 26 种, 倍半萜类化合物 39 种, 二萜类化合物 15 种, 成分检出率为 94.14%~97.64%。图 1 为柏木和日本花柏质谱图。

线柏中鉴定出了 42 种成分, 其中含量最高的是 3-萜烯(18.54%), 乙酸龙脑酯(13.51%)和 α-蒎烯

表 1 五种柏科植物挥发油的分析结果

Table 1 Analysis results of components of volatile oil from five Cupressaceae plants

保留时间 $T_R$ (min)	化合物 Compound	分子式 Molecular formula	相对含量 Relative content (%)				
			线柏 <i>Chamaecyparis pisiifera</i> cv. Squarrosa	柏木 <i>Cupressus funebriis</i>	日本扁柏 <i>Chamaecyparis obtusata</i>	日本花柏 <i>C. pisiifera</i>	偃柏 <i>Sabina chinensis</i> var. <i>sargentii</i>
10.429	Tricyclene 三环烯	$C_{10}H_{16}$	0.97	0.23	—	0.22	0.80
10.752	Thujene 侧柏烯	$C_{10}H_{16}$	0.32	0.90	2.14	0.84	0.23
11.152	$\alpha$ -Pinene $\alpha$ -蒎烯	$C_{10}H_{16}$	11.20	15.48	2.76	14.57	4.29
11.403	Norbornane 降莢烯	$C_{10}H_{16}$	2.86	—	—	—	—
11.564	Camphene 茨烯	$C_{10}H_{16}$	1.12	0.29	0.58	0.29	0.84
11.853	o-Cymene 邻伞花烃	$C_{10}H_{14}$	0.68	—	—	—	—
12.776	Sabinene 桉烯	$C_{10}H_{16}$	0.24	7.83	3.83	7.06	4.34
12.821	$\beta$ -Pinene $\beta$ -蒎烯	$C_{10}H_{16}$	0.94	0.56	3.19	0.49	6.29
13.544	$\beta$ -Myrcene $\beta$ -月桂烯	$C_{10}H_{16}$	9.52	2.43	—	2.08	—
14.184	3-carene 3-萜烯	$C_{10}H_{16}$	18.54	1.19	0.24	1.04	—
14.462	$\alpha$ -Terpinene $\alpha$ -松油烯	$C_{10}H_{16}$	0.32	0.71	3.06	0.62	0.57
14.786	p-Cymene 对伞花烃	$C_{10}H_{14}$	—	—	0.69	—	—
14.973	D-Limonene D-柠檬烯	$C_{10}H_{16}$	4.76	1.99	3.59	1.71	11.77
15.127	$\alpha$ -Phellandrene $\alpha$ -水芹烯	$C_{10}H_{16}$	0.21	—	—	—	—
16.208	$\gamma$ -Terpinene $\gamma$ -松油烯	$C_{10}H_{16}$	0.75	1.28	3.65	1.10	1.78
16.987	Terpinolene 萜品油烯	$C_{10}H_{16}$	8.15	1.50	2.96	1.27	2.32
20.341	D-Camphol D-樟脑	$C_{10}H_{18}O$	0.32	—	—	—	0.67
20.624	endo-Borneol 龙脑	$C_{10}H_{18}O$	0.28	—	0.50	—	1.15
20.758	Terpinen-4-ol 松油烯-4-醇	$C_{10}H_{18}O$	0.28	0.96	3.49	1.59	1.93
21.142	$\alpha$ -Terpineol $\alpha$ -松油醇	$C_{10}H_{18}O$	1.27	—	1.13	—	—
21.787	cis-Piperitol 顺式辣薄荷醇	$C_{10}H_{18}O$	—	—	0.25	—	—
24.701	Bornyl acetate 乙酸龙脑酯	$C_{12}H_{20}O_2$	13.51	3.81	4.36	2.96	20.27
26.826	$\alpha$ -Terpineol acetate $\alpha$ -乙酸松油酯	$C_{12}H_{20}O_2$	4.74	1.60	2.95	1.21	—
27.171	$\alpha$ -Ionol $\alpha$ -紫罗兰醇	$C_{13}H_{22}O$	—	1.79	—	1.51	—
27.610	$\beta$ -Elemen $\beta$ -榄香烯	$C_{15}H_{24}$	—	0.23	0.31	0.21	—
28.112	Cedrene 柏木烯	$C_{15}H_{24}$	0.80	—	0.30	—	—
28.216	Isocaryophyllene 异丁子香烯	$C_{15}H_{24}$	0.80	—	0.94	0.25	—
28.511	Caryophyllene 石竹烯	$C_{15}H_{24}$	—	0.44	0.94	0.41	0.43
28.601	cis-Thujopsene 顺罗汉松烯	$C_{15}H_{24}$	0.36	—	3.12	—	—
28.739	$\beta$ -Ionone $\beta$ -紫罗兰酮	$C_{13}H_{20}O$	—	0.32	—	0.28	—
28.900	Elixene 甘香烯	$C_{15}H_{24}$	—	—	0.31	0.31	—
29.351	$\alpha$ -Ionone $\alpha$ -紫罗兰酮	$C_{13}H_{20}O$	—	0.24	—	0.16	—
29.579	$\alpha$ -Cubebene $\alpha$ -葎澄茄油烯	$C_{15}H_{24}$	—	6.21	3.04	5.60	0.87
29.740	Humulene 蛇麻烯	$C_{15}H_{24}$	—	0.23	—	0.20	—
30.280	(E)- $\beta$ -Farnesene (E)- $\beta$ -金合欢烯	$C_{15}H_{24}$	0.32	—	0.40	—	—
30.575	epi-Bicyclosquiphellandrene 表双环倍半水芹烯	$C_{15}H_{24}$	0.23	7.21	3.63	7.92	1.77
30.964	Chamigrene 花柏烯	$C_{15}H_{24}$	—	—	1.62	—	—
31.120	$\beta$ -Cubebene $\beta$ -葎澄茄油烯	$C_{15}H_{24}$	—	5.53	2.43	2.35	2.84
31.259	$\alpha$ -Copaene $\alpha$ -古巴烯	$C_{15}H_{24}$	—	0.59	0.30	0.40	—
31.492	$\gamma$ -Cadinene $\gamma$ -杜松烯	$C_{15}H_{24}$	—	5.71	—	4.98	1.53
31.581	$\gamma$ -Gurjunene $\gamma$ -古芸烯	$C_{15}H_{24}$	0.18	—	—	0.27	—
31.787	$\beta$ -Cadinene $\beta$ -杜松烯	$C_{15}H_{24}$	—	—	3.87	4.27	2.68
31.887	Cedrenol 柏木烯醇	$C_{15}H_{24}O$	—	—	0.31	—	—
31.976	$\gamma$ -Muurolene $\gamma$ -依兰油烯	$C_{15}H_{24}$	1.05	0.31	1.62	0.30	1.26

续表1

保留时间 $T_R$ (min)	化合物 Compound	分子式 Molecular formula	相对含量 Relative content (%)				
			线柏 <i>Chamaecyparis pisiifera</i> cv. <i>Squarrosa</i>	柏木 <i>Cupressus funebriis</i>	日本扁柏 <i>Chamaecyparis obtusata</i>	日本花柏 <i>C. pisiifera</i>	偃柏 <i>Sabina chinensis</i> var. <i>sargentii</i>
32.076	Naphthalene 臭樟脑	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.82	—	—	—	—
32.348	$\beta$ -Himachalene $\beta$ -雪松烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.27	—	—	—	—
32.688	$\delta$ -Cadinene $\delta$ -杜松烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	—	3.34	2.26	2.72	—
32.922	4-epi-cubedol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	—	0.44	—	2.31	1.54
33.212	Sesquisabinene 倍半香桉烯	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	0.25	—	0.75	—	—
33.445	Elemol 榄香醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	0.32	0.49	4.95	0.51	6.94
33.559	Isolodene 异喇叭烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	—	—	—	—	1.42
33.695	Nerolidol 橙花叔醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	0.30	—	—	—	—
35.185	$\gamma$ -Himachalene $\gamma$ -雪松烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	—	—	0.45	0.16	—
35.486	Cedrol 雪松醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	1.12	—	2.34	0.30	—
35.646	Hedycaryol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	—	—	1.19	—	2.56
35.892	Isoaromadendrene epoxide 异香橙烯环氧化物	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	—	0.20	—	0.19	—
36.337	Cubenol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	—	1.35	1.26	0.67	0.77
36.397	$\gamma$ -Eudesmole $\gamma$ -桉叶醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	—	—	2.91	—	2.78
36.427	$\alpha$ -Himachalene $\alpha$ -雪松烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.74	—	0.54	—	—
36.526	$\beta$ -Eudesmol $\beta$ -桉叶醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	—	—	1.55	—	—
36.686	$\alpha$ -Eudesmol $\alpha$ -桉叶醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	—	—	1.42	—	2.27
36.765	$\alpha$ -Acorenol $\alpha$ -菖蒲醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	0.82	0.39	0.97	0.20	0.77
36.932	$\beta$ -Guaiene 愈创木烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	—	—	—	0.43	—
37.282	T-CadinolT-毕橙茄醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	0.24	0.84	0.63	0.72	1.49
38.039	T-MuuroloI 木罗醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	0.21	2.41	—	1.31	2.33
48.579	Rimuen 芮木烯	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>	1.95	1.08	2.42	1.60	—
49.314	Hibaene	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>	3.37	—	—	—	—
49.824	Beyerene 贝叶烯	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>	—	3.59	—	—	0.27
49.830	Stachene	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>	—	—	4.20	4.50	—
50.142	Biformene 泪柏烯	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>	0.28	0.60	0.94	0.59	0.27
50.896	Phyllocladene 扁枝烯	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>	—	—	0.17	—	—
51.410	Cupressene 侧柏烯	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>	—	0.50	—	0.74	—
51.677	VerticilloI	C <sub>20</sub> H <sub>34</sub> O	2.23	1.19	2.22	1.71	—
52.711	Sclareol 香紫苏醇,	C <sub>20</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	—	0.48	—	0.72	—
53.779	Trachylobane 糙莢烷	C <sub>20</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	—	0.20	—	0.30	—
55.642	Abieta-8(14),9(11),12-triene	C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> O	—	1.43	—	2.07	0.87
57.851	Manool 泪柏醇	C <sub>20</sub> H <sub>34</sub> O	—	2.28	0.46	2.89	—
61.388	Pimara-7,15-dien-3-one 7,15-海松二烯-3-酮	C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> O	—	0.25	—	0.38	—
62.578	12-Methoxyabieta-8,11,13-triene	C <sub>21</sub> H <sub>32</sub> O	—	1.31	—	1.90	—
66.232	Totarol 桃柞酚	C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> O	—	2.89	—	3.07	1.68

(11.20%) 其次。相对含量大于 1% 的有茨烯 (1.12%)、 $\beta$ -月桂烯 (9.52%)、D-柠檬烯 (4.76%)、蒎品油烯 (8.15%)、 $\alpha$ -松油醇 (1.27%)、 $\alpha$ -乙酸松油酯 (4.74%)、 $\gamma$ -依兰油烯 (1.05%)、雪松醇 (1.12%)、芮木烯 (1.95%)、Hibaene (3.37%) 等 15 种。

柏木鉴定出 47 种成分, 含量最高的是  $\alpha$ -蒎烯 (15.48%), 桉烯 (7.83%) 其次, 其余相对含量较高

的有表双环倍半水芹烯 (7.21%)、 $\beta$ -萜澄茄油烯 (5.53%)、 $\gamma$ -杜松烯等 (5.71%), 相对含量在 1% 以上的共有 24 种。

日本扁柏中鉴定出 51 种成分, 各成分含量较为一致, 在 0.17%~4.95% 之间, 有 30 种成分相对含量在 1% 以上。

日本花柏中鉴定了 54 种成分, 含量最高的是  $\alpha$ -

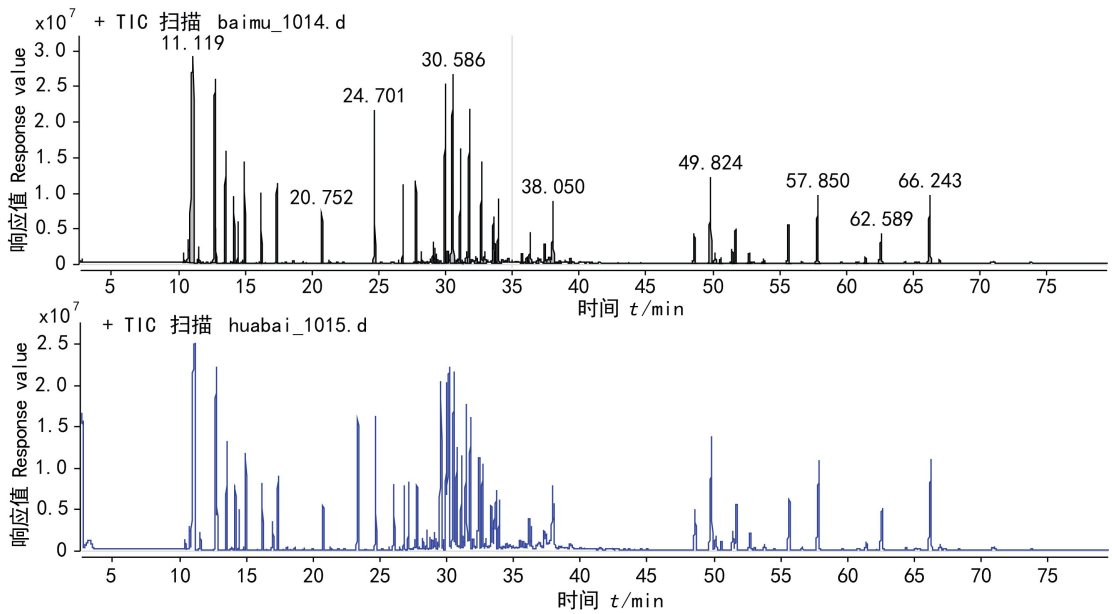


图 1 柏木和日本花柏挥发油的总离子色谱图 上图:柏木;下图:日本花柏

Fig. 1 GC-MS of the essential oil Above, *Cupressu funebris*; Below, *Chamacyparis*.

表 2 5 种柏科植物叶挥发油中萜的类型和相对含量

Table 2 Type and relative content of terpenoids of leaf volatile oil from five Cupressaceae plants

物种 Species	单萜类 Monoterpenes		倍半萜类 Sesquiterpenes		二萜类 Diterpenes	
	数目 Number	相对含量 (%) Relative content	数目 Number	相对含量 (%) Relative content	数目 Number	相对含量 (%) Relative content
线柏 <i>Chamacyparis pisiifera</i> cv. <i>Squarrosa</i>	21	80.98	17	8.83	4	7.83
柏木 <i>Cupressu funebris</i>	16	42.55	19	36.09	12	15.80
日本扁柏 <i>Chamacyparis obtusa</i>	17	39.37	28	44.36	6	10.41
日本花柏 <i>C. pisiifera</i>	16	38.56	26	37.43	12	20.47
偃柏 <i>Sabina chinensis</i> var. <i>sargentu</i>	14	57.25	17	34.25	4	3.09

蒎烯(14.57%), 表双环倍半水芹烯(7.92%) 其次, 含量 1% 以上的共 26 种。

偃柏中乙酸龙脑酯含量达 20.27%, 其余依次是 D-柠檬烯(11.77%)、榄香醇(6.94%)、 $\beta$ -蒎烯(6.29%)、 $\alpha$ -蒎烯(4.29%)、桉烯(4.34%)、 $\gamma$ -桉叶醇(2.78%) 等, 35 种成分中有 23 种在 1% 以上。

### 2.3 柏科植物挥发油成分比较

5 种柏科植物挥发油成分差异很大, 80 种成分中有 40 种为单个(15 种)或 2 个植物(25 种)所含的特有成分, 占总成分的 50%, 5 种植物都含有的成分仅占 21.25%。各成分在不同植物中的相对含量也有很大差别。 $\alpha$ -蒎烯在线柏、柏木和日本花柏中相对含量都在 10% 以上, 但在日本扁柏和偃柏中相对含量则为 2.76 和 4.29%。乙酸龙脑酯是偃柏中相对含量最高的(20.27%), 线柏中相对含量为 13.51%, 但在柏木、扁柏和日本花柏中, 相对含量仅

为 3.81%、4.36% 和 2.96%, 表明柏科不同植物挥发油的组成具有较大差异。

### 3 讨论与结论

本研究结果显示, 5 种柏科植物的挥发油具有化合物种类和相对含量差异大、成分比较简单、化合物种类以萜烯类为主的特点。鉴定的 80 种化合物中包含了多种药用成分, 如龙脑, 具有去翳明目, 消肿止痛, 提神名目等作用; 月桂烯、柠檬烯具有良好的祛痰、镇咳效果; 石竹烯有平喘的功效, 对老年慢性气管炎疗效显著(刘恩乾等, 2014);  $\beta$ -紫罗兰酮可作为合成维生素 A 的原料; Verticiol 是一种与贝母碱结构极其相似的物质, 对呼吸道疾病有特殊效果, 其中也含有一些抑菌成分, 如乙酸龙脑酯, 杀菌效果明显(崔艳秋等, 2006)。因此, 柏科植物不仅具有重

要的药用开发价值,其抑菌效果可用于研制生物杀菌剂和杀虫剂,适合于学校、幼儿园、医院等特殊场所的绿化。

本研究测定了 5 种柏科植物的挥发油成分,为该科植物的进一步开发利用提供了基础理论依据,相关挥发油的功能和药效作用有待进一步深入研究。

## 参考文献:

- Cui YQ(崔艳秋), Nan P(南蓬), Lin MH(林满红), *et al.* 2006. Main volatile components in the leaves of *Sabina chinensis* L. Ant. and *Sabina chinensis* L. Ant. cv. Kazuca and their effects on Bacteria (园柏和龙柏主要挥发物及其抑菌和杀菌作用)[J]. *J Environ Health* (环境与健康杂志), **23**(1): 632—65
- Fu QM(扶巧梅). 2007. Bioactivity of essential oils derived from five Cupressaceae plants against two species of Blood-feeding Mosquitoes (五种柏科植物精油对蚊虫的生物活性)[D]. Changsha(长沙): Central South University of Forestry and Technology(中南林业科技大学):1—40
- Hao DJ(郝德君), Zhang YH(张永慧), Dai HG(戴华国), *et al.* 2006. Analysis of volatile constituents in leaves of three Cypress species by GAS Chromatography/Mass Spectrometry (气相色谱/质谱法分析柏树叶挥发油的化学成分)[J]. *Chin J*
- Wu DL(吴东丽), Shangguan TL(上官铁梁), Zhang JT(张金屯), *et al.* 2005. Quantitative classification and ordination of wetland vegetations in the reaches of the Hutuo River (滹沱河流域湿地植被的数量分类和排序)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报), **25**(4): 648—654
- Yin K(尹轶), Cui SH(崔胜辉), Zhao QJ(赵千钧), *et al.* 2009. Understory diversity prediction of urban forest based on the redundancy analysis (RDA) (基于冗余分析的城市森林林下层植物多样性预测)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **29**(11): 6 085—6 094
- Zhang B(张斌), Zhang JT(张金屯), Suriguga(苏日古嘎), *et al.* 2009. A comparison of co-inertia analysis and canonical correspondence analysis in plant community ordination (协惯量分析与典范对应分析在植物群落排序中的应用比较)[J]. *Chin J Plant Ecol*(植物生态学报), **33**(5): 842—851
- Zhang JT(张金屯). 2011. Quantitative Ecology (数量生态学)[M]. 2nd Ed(第二版). Beijing(北京): Science Press(科学出版社)
- Zhang QD(张钦弟), Zhang JT(张金屯), Suriguga(苏日古嘎), *et al.* 2011. Self-organizing feature map classification and ordi-

*Chromatogr* (色谱), **24**(2): 185—187

- Liu EQ(刘恩乾), Zhang ZR(张枝润), Deng YY(邓媛元), *et al.* 2014. Chemical constituents of essential oil from *Dendranthema lijiangensis* by GC-MS (雪菊挥发性成分的 GC-MS 分析)[J]. *Guihaia* (广西植物), **34**(5): 706—709
- Luo H(罗海), Li YF(李玉峰), Liu Y(刘瑶). 2010. Extraction of Curcuma by super critical carbon dioxide (超临界 CO<sub>2</sub> 流体萃取法提取姜黄素的研究)[J]. *Mod Food Sci & Technol* (现代食品科技), **26**(4): 400—405
- Regnault RC. 1997. The potential of botanical essential oils for insect pest control[J]. *Integr Pest Manag Rev*, **2**(1): 25—34
- Shen G(申鹤). 2012. Fumigating efficacy of 11 kinds of plant essential oil and their mixture against culex pipiens quinquefasciatus (十一种植物精油及其混剂对致倦库蚊的熏蒸活性研究)[D]. Changsha(长沙): Central South University of Forestry and Technology(中南林业科技大学):1—10
- Sui XH(隋晓恒). 2011. The common technological research of CO<sub>2</sub>-supercritical fluid extracting volatile components of rhizoma herbs (CO<sub>2</sub> 超临界流体萃取法根茎类药材中挥发性成分的共性技术研究)[D]. Changchun(长春): Changchun University of Chinese Medicine(长春中医药大学):1—20
- Wang CK(王淳凯), Qu WJ(瞿伟菁), Sun W(孙伟), *et al.* 2008. The antioxidation antitumour activity and chemical characterization of essential oil from *Cupressus sempervirens* L (地中海柏挥发油抗氧化、抑肿瘤及其化学表征)[J]. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), **20**: 223—228

(上接第 545 页 Continue from page 545)

nation of *Larix Principis-rupprechtii* forest in Pangquangou Nature Reserve (庞泉沟自然保护区华北落叶松林的自组织特征映射网络分类与排序)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **31**(11): 2 990—2 998

- Zhao MF(赵鸣飞), Liu QR(刘全儒), Kang MY(康慕谊), *et al.* 2010. Distribution pattern of plant communities along the riparian zone of the mainstream of Dongjiang River (东江干流河岸带植物群落类型分布格局研究)[J]. *J Nat Resour* (自然资源学报), **25**(9), 1 547—1 556
- Zhang YX(张育新), Ma KM(马克明), Qi J(祁建), *et al.* 2009. Size structure and spatial pattern of *Quercus liaotungensis* population along elevation gradient in Dongling Mountain, Beijing (北京东灵山海拔梯度上辽东栎种群结构和空间分布)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **6**(6): 2 789—2 796
- Zhu QG(朱强根), Zhu AN(朱安宁), Zhang JB(张佳宝), *et al.* 2009. Effect of conservation tillage on soil fauna in wheat field of Huang-huai-hai Plain (黄淮海平原小麦保护性耕作对土壤动物总量和多样性的影响)[J]. *J Agro-Environ Sci*(农业环境科学学报), **28**(8): 1 766—1 772