

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2012.02.025

## 不同提取方法对黔产水香薷挥发性成分的影响

崔范洙<sup>1</sup>, 王道平<sup>2</sup>, 杨再昌<sup>2</sup>, 林聪明<sup>2</sup>, 马琳<sup>2</sup>, 杨小生<sup>1,2\*</sup>

(1. 贵阳中医学院, 贵阳 550001; 2. 贵州省、中科院天然产物化学重点实验室, 贵阳 550002)

**摘要:** 比较不同提取方法对黔产水香薷挥发性成分影响。采用固相微萃取法、水蒸气蒸馏法提取水香薷挥发性成分,用 GC-MS 联用仪进行测定,结合 NIST05 和 WILEY275 谱库鉴定各化合物,峰面积归一化法测定各成分相对含量。利用两种提取方法供从水香薷中鉴别出 67 个化合物。从固相微萃取法提取物中检测并鉴定了 45 个化合物,而从水蒸气蒸馏法提取物中检测并鉴定了 55 个化合物。其中挥发性相同的化合物有 33 种,两种不同提取方法得到的挥发性成分虽有差异,但主要成分变化不大。体外抗菌试验表明,水香薷挥发性成分具有抑菌作用。这些研究结果为香料植物水香薷的开发提供了科学依据。

**关键词:** 水香薷; 挥发性化学成分; 水蒸气蒸馏法; 固相微萃取法; 体外抗菌试验

中图分类号: R932 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2012)02-0269-05

## Effects of different extraction methods on volatile chemical constituents of the *Elscholtzia kachinensis* distributed in Guizhou Province

CUI Fan-Zhu<sup>1</sup>, WANG Dao-Ping<sup>2</sup>, YANG Zai-Chang<sup>2</sup>,  
LIN Cong-Ming<sup>2</sup>, MA Lin<sup>2</sup>, YANG Xiao-Sheng<sup>1,2\*</sup>

(1. *Guiyang College of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550001, China; 2. Key Laboratory of Chemistry for Natural Products of Guizhou Province and Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China*)

**Abstract:** For analyzing and comparing the difference of the volatile chemical constituents of *Elscholtzia kachinensis* distributed in Guizhou Province, different extraction methods were used, including steam distillation and solid-phase microextractions methods, gas chromatography and mass spectrometry (GC/MS) together with spectral banks (NIST05 and WILEY275) to analyze and identify constituents, and area normalization method to determine the relative content of each constituent. Sixty-seven components were identified and 33 compounds were coexisted in the two kinds of extractions. 45 compounds were found in the solid-phase microextractions, 55 compounds were observed in the steam distillation extraction. There was not remarkable difference of volatile components checked in the *E. kachinensis* between the two extraction methods. The volatile components showed antimicrobial activities *in vitro*. The results provided the scientific evidences for exploitation of spiceberry *E. kachinensis*.

**Key words:** *Elscholtzia kachinensis*; volatile chemical constituents; steam distillation; solid-phase microextractions; antimicrobial assay *in vitro*

水香薷又名湿地香薷 (*Elscholtzia kachinensis*), 广西叫猪草, 云南叫水薄荷。广泛分布于广

东、广西、贵州、四川省, 常见于海拔 1 200~2 800 m 的河边、林下、路旁阴湿地, 沟谷或水中 (张忠华等,

① 收稿日期: 2011-11-02 修回日期: 2012-01-04

基金项目: 国家自然科学基金 (30973620); 贵州省科技厅项目 (黔科合 SY 字 [2011]3004) [Supported by the National Natural Science Foundation of China (30973620); the Project of Guizhou Province Department of Science and Technology (2011-3004)]

作者简介: 崔范洙 (1985-), 男, 吉林延吉人, 硕士研究生, 研究方向为天然产物化学, (E-mail) cuifanzhu@163.com。

\* 通讯作者: 杨小生, 博士, 研究员, 从事天然药物有机化学, (E-mail) gzenp@yahoo.com.cn。

2008)。水香薷具有发汗解暑、行水散湿、温胃和中等功效,传统中医用于治疗感寒饮冷、头痛发热、恶寒无汗、胸痞腹痛、呕吐腹泻、水肿等疾病。水香薷为食药兼用品种,贵州少数民族地区把香薷用作酸汤鱼的调味料而食用。目前对水香薷的化学成分研究报告不多,白晓莉等(2011)利用水蒸气蒸馏法对云南产的水香薷的挥发油成分进行了研究。

水蒸气蒸馏法(施钧慧等,1992)是传统的提取挥发油的方法,在挥发油的成分研究中得到了广泛的应用。固相微萃取法是近年发展起来的分析香气成分的方法,具有简单快速,选择性好,无溶剂操作等特点,可较为客观地反映微量、稳定性较差的挥发性成分,是一有效手段(赵树年等,1999;陶晨等,2011)。前者可以对挥发性成分的总量进行定性和定量,后者能较全面地定性挥发性成分分析,两者互补。用固相微萃法和水蒸气蒸馏法提取研究挥发性成分并进行比较分析研究,客观反映其挥发性成分,具有新颖性(何福景等,1995;李景恩等,2008)。本研究利用水汽蒸馏法和固相微萃取法对水香薷中挥发性成分进行提取,采用GC-MS测试分析其中的成分,并进行比较分析,旨在阐明水香薷的挥发性化学成分,了解不同提取处理后的成分变化。此外,采用纸片法和试管稀释法,对水香薷挥发油进行了体外抑菌试验,为进一步开发香料植物水香薷提供科学的依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

HP6890/HP5975C GC/MS 联用仪(美国安捷伦公司)。手动固相微萃取装置(美国 Supelco 公司),萃取纤维头为:2cm-50/30um DVB。水香薷,采于贵州省都匀市,经贵阳中医学院孙庆文副教授鉴定为唇形科水香薷(*Elsholtzia kachinensis*)。

### 1.2 挥发性成分提取

水汽蒸馏法:取水香薷全草鲜品 1 kg,用水蒸气蒸馏法提取,再由乙醚萃取,无水硫酸钠干燥后得黄色油状物,具有浓烈芳香气息,收油率为 0.55%。固相微萃取法(袁卯祉等,1990):取样品 10 g,置于 100 mL 固相微萃取仪采样瓶中,插入装有 2cm-50/30um DVB 纤维头的手动进样器,在 85 °C 左右顶空萃取 30 min 取出,快速移出萃取头并立即插入气相色谱仪进样口(温度 250 °C)中,热解析 3 min 进样。

### 1.3 气相色谱-质谱分析

色谱柱为 AB-5MS 5% Phenyl-95% DiMethyl-polysiloxane(30 m×0.25 mm×0.25 μm)弹性石英毛细管柱,柱温 45 °C(保留 2 min),以 4 °C·min<sup>-1</sup>升温至 220 °C,保持 2 min;汽化室温度为 250 °C;载气为高纯 He(99.999%);柱前压为 7.62psi,载气流量为 1.0 mL/min;不分流进样;溶剂延迟时间:1.5 min。离子源为 EI 源;离子源温度 230 °C;四极杆温度 150 °C;电子能量 70 eV;发射电流为 34.6 μA;倍增器电压 1125 V;接口温度 280 °C;质量范围为 20~450 amu。

### 1.4 定性定量分析

通过 HPMSD 化学工作站,结合 WILEY275 和 NIST2005 质谱标准图库,对化合物进行人工图谱解析,按峰面积归一化法进行计算求的各化学成分的相对质量分数。

### 1.5 体外抑菌试验

实验用菌株为:大肠杆菌(ATCC 25922)、枯草芽孢杆菌(ATCC 9372)、金黄色葡萄球菌(ATCC 6538)、铜绿假单胞菌(ATCC 27853)。环丙沙星作为阳性对照药。采用纸片法(Alam 等,2009)测定抑菌圈,纸片挥发油载药量为 5 300 mg/disc,纸片环丙沙星载药量为 0.032 mg/disc。按照试管稀释法(NCCLS,2000)确定最小抑菌浓度(MIC)。

## 2 结果与分析

利用气相色谱-质谱分别对水蒸气蒸馏法、固相微萃取法提取的贵州产水香薷挥发性成分进行分析测试(总离子流图见图 1 和图 2,化学成分分析结果见表 1)。固相微萃取法得到的水香薷挥发性成分 45 种,主要成分为 1-辛烯-3-醇(4.09%)、3-辛酮(5.36%)、D-柠檬烯(6.71%)、桉油精(4.62%)、枯酸(3.74%)、1-辛烯-3-乙酸酯(6.44%)、D-香芹酮(12.65%)、四甲基-1,4-苯醌(10.29%)、α-古芸烯(11.18%)、δ-葑澄茄烯(5.09%)。水蒸气蒸馏法得到的水香薷挥发性成分中鉴定出 55 种,主要成分为 1-辛烯-3-醇(2.90%)、D-柠檬烯(3.48%)、桉油精(9.27%)、枯酸(16.66%)、1-辛烯-3-乙酸酯(15.82%)、D-香芹酮(6.97%)、四甲基-1,4-苯醌(3.38%)、石竹烯氧化物(4.93%)。

表 2 表明,水香薷挥发性成分具有抑菌作用,对金黄色葡萄球菌和枯草芽孢杆菌的抑菌作用基本接

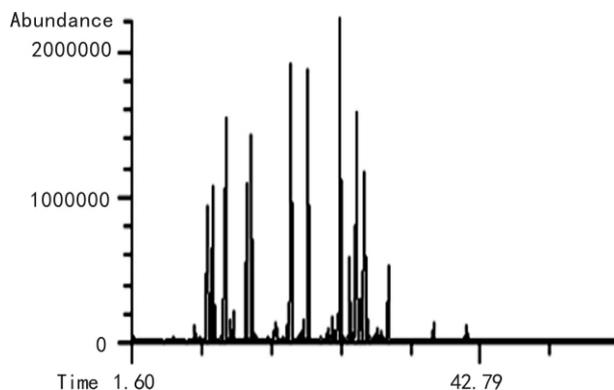


图 1 固相微萃取总离子流色谱图  
Fig. 1 Total ion chromatogram of the  
*Solid phase microextraction*

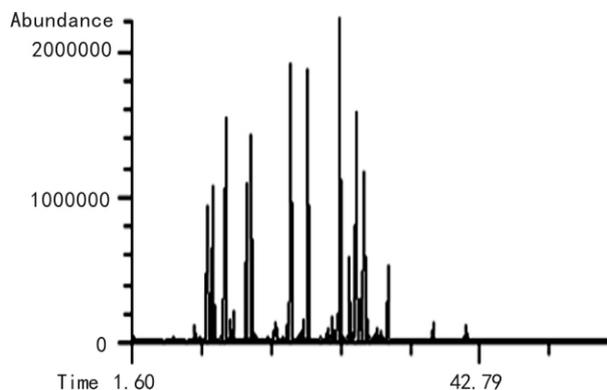


图 2 水蒸气蒸馏总离子流色谱图  
Fig. 2 Total ion chromatogram of  
the steam distillation

表 1 水香薷不同萃取法挥发性化学成分

Table 1 Volatile chemical constituents of the  
*E. kachinensis* extracted by steam distillation and HS-SPME

序号 No.	保留时间 Retention time	化合物名称 Components	分子式 Molecular Formula	分子量 Molecular mass	相对含量 Relative content (%)	
					水蒸气蒸馏法 Steam distillation	固相微萃取法 SPME
1	5.16	3-Hexen-1-ol, [Z]-叶醇	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	100	3.12	—
2	7.73	Benzaldehyde 苯甲醛	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O	106	0.24	—
3	10.53	$\alpha$ -pinene $\alpha$ -蒎烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	—	0.31
4	8.12	Sabinene 桉烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.31	3.13
5	8.21	$\beta$ -pinene $\beta$ -蒎烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.36	0.57
6	8.38	1 octen 3ol 1-辛烯-3-醇	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	128	2.90	4.09
7	8.52	3-Octanone 3-辛酮	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	128	2.36	5.38
8	8.63	$\beta$ -Myrcene $\beta$ -月桂烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.17	0.44
9	8.77	3-Octanol 3-辛醇	C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> O	120	0.63	0.83
10	9.56	Benzene, 1-methyl-4[1-methylethyl]-1-甲基-4[1-甲基乙基]苯	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	134	0.14	—
11	12.40	para cymene $\beta$ -聚伞花烃	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	134	—	0.37
12	9.71	D-Limonene D-柠檬烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	3.48	6.71
13	9.81	Eucalyptol 桉油精	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	9.27	4.62
14	10.24	Trans- $\beta$ -ocimene 反式- $\beta$ -罗勒烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.25	0.49
15	10.55	$\gamma$ -Terpinene $\gamma$ -萜品烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.24	0.68
16	10.73	Ethanone, 1-phenyl-苯乙酮	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O	120	0.80	—
17	10.91	Ethane, hexachloro- 六氯乙烷	C <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub>	234	0.51	—
18	11.74	Benzenemethanol, 4[1-methylethyl]- 枯酸	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	150	16.66	3.74
19	11.82	Linalool 芳樟醇	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	0.68	0.43
20	12.22	1-Octen-3-yl acetate 1-辛烯-3-乙酸酯	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	158	15.82	6.44
21	12.46	3-Octanyl acetate 乙酸-3-辛酯	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	172	0.22	—
22	12.99	2-hexanoylfuran 2-己酰基呋喃	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	166	0.27	—
23	13.67	Borneol 龙脑	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	0.73	—
24	13.98	Terpinene-4-ol 萜品烯醇-4-醇	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	0.31	—
25	14.38	$\alpha$ -terpineol $\alpha$ -萜品烯醇	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	1.37	0.43
26	14.47	Neodihydrocarveol 新二氢香芹醇	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	0.32	—
27	15.45	Thymyl methyl ether 百里香酚甲醚	C <sub>11</sub> H <sub>16</sub> O	164	0.28	1.18
28	15.59	Carvacrol methyl ether 香芹芥酚甲醚	C <sub>11</sub> H <sub>16</sub> O	164	1.48	—
29	15.92	d-carvone D-香芹酮	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	150	6.97	12.65
30	18.49	$\alpha$ -terpinene $\beta$ -小茴香醇	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	—	0.43
31	18.82	Cuminal 枯醛	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	148	—	0.30

续表 1

序号 No.	保留时间 Retention time	化合物名称 Components	分子式 Molecular Formula	分子量 Molecular mass	相对含量 Relative content (%)	
					水蒸气蒸馏法 Steam distillation	固相微萃取法 SPME
32	17.01	Endobornyl acetate 乙酸龙脑酯	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	196	1.06	0.54
33	17.48	Tetramethyl-1,4-benzoquinone 四甲基-1,4-苯醌	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	164	3.38	10.29
34	19.31	Tetrahydro naphthyl methyl carbamate 四氢萘基 甲基氨基甲酸	C <sub>12</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>2</sub>	205	0.12	—
35	19.43	$\alpha$ -copaene $\alpha$ -玷巴烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.42	0.52
36	25.91	decyl acetate 乙酯癸酯	C <sub>14</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>	200	—	0.71
37	25.34	$\beta$ -elemene $\beta$ -榄烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	—	0.28
38	19.54	Diepi- $\alpha$ -cedreni 二表- $\alpha$ -雪松烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.11	—
39	19.84	(+)-aromadendrene (+)-香橙烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.42	—
40	20.38	$\alpha$ -cedrene $\alpha$ -雪松烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.69	0.51
41	20.59	trans-caryophyllene 反式-石竹烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	2.99	0.65
42	21.28	$\alpha$ -gurjunene $\alpha$ -古芸烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.13	11.18
43	21.42	$\alpha$ -humulene $\alpha$ -葎草烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	1.21	0.29
44	21.57	Aromadendrene 香橙烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.39	—
45	21.67	$\alpha$ -cubebene $\alpha$ -葎澄茄烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.37	0.65
46	22.00	Widdrene 羽毛柏烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	1.08	0.77
47	22.10	Ar-curcumene 芳姜黄烯	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	202	1.65	—
48	22.39	$\alpha$ -bergamotene $\alpha$ -香柠檬烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.58	—
49	28.15	germacrene d 吉马烯 D	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	—	0.29
50	22.58	Dihydro- $\beta$ -agarofuran 二氢 $\beta$ 吉马烯	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	0.39	4.74
51	22.70	[E, Z]- $\alpha$ -farnesene [E, E]- $\alpha$ -金合欢烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.67	2.22
52	28.95	Farnesene 金合欢烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	—	1.46
53	22.81	$\alpha$ -longipinene $\alpha$ -长蒎烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	1.72	0.56
54	23.11	$\delta$ -cadinene $\delta$ -葎澄茄烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	1.54	5.09
55	29.35	$\beta$ -patchoulene $\beta$ -广藜香萜烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	—	0.73
56	28.55	Zingiberene $\gamma$ -葎澄茄烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	—	0.28
57	24.04	Nerolidol 橙花醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	1.35	0.71
58	24.59	Caryophyllene oxide 石竹烯氧化物	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	4.93	1.17
59	25.03	Lauryl acetate 十二烷基乙酸	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	228	0.36	0.34
60	37.27	Octadecyl acetate 十八烷基乙酸酯	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub>	312	—	0.31
61	25.84	t. Cadinol T-毕澄茄醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	0.37	—
62	26.15	t-muurolol t-依兰醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	0.49	—
63	29.44	Isoaromadendrene epoxide 异香橙烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.90	—
64	30.47	Diepi $\alpha$ -cedrene epoxide 二表- $\alpha$ -雪松烯环氧化物	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.31	—
65	32.35	Neoclovene oxide 新丁香三环烯氧化物	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.29	—
66	32.57	(E, E, E)-3, 7, 11, 15-Tetramethylhexadeca-1, 3, 6, 10, 14-pentaene(E, E, E)-3, 7, 11, 15-四甲基十 六烷-1, 3, 6, 10, 14-五烯	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>	272	0.80	2.05
67	35.26	Phytol 叶绿醇	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O	296	0.40	—

注：“—”表示该物质未被检出。 Note: “—” means that the compound is not found.

近,而对 2 种革兰氏阴性菌的作用稍弱。

### 3 结论与讨论

利用水蒸气蒸馏法和顶空固相微萃取法提取贵州产水香薷中的挥发性成分,对比结果显示,两种提取方法显示的挥发性成分相似度高。1-辛烯-3-醇、D-柠檬烯、桉油精、桔酸、1-辛烯-3-乙酸酯、D-香芹

酮、四甲基-1,4-苯醌等七种化合物为香薷挥发性成分的主要成分。另外,不同地域产的水香薷,其挥发性成分差异较大。水香薷是贵州少数民族广泛使用的香料调料,民间有一定量的栽培,极具开发价值。

#### 3.1 不同萃取方法对挥发性成分的影响

从图 1 和图 2 看,固相微萃取法提取水香薷挥发性主要成分较为集中,而水蒸气蒸馏法得到的挥发性主要成分相对分散。从鉴定出的挥发性成分

看,挥发性相同的化合物有 33 种,10 种主要成分中相同的有 7 种。说明水蒸气蒸馏法虽然对水香薷中不稳定成分有一定影响,但影响不到主要成分。

### 3.2 不同地方产水香薷挥发性成分比较

与白晓莉等(2011)报道数据相比较,云南产的水香薷挥发性主要成分包括油酸乙酯(24.22%)、乙酸丁香酚酯(11.71%)、邻苯二甲酸丁基酯 2-乙基己基酯(11.43%)、十六酸乙酯(8.66%)、邻苯二甲酸二丁酯(5.51%)等。与本文所得的数据差异较大。

表 2 水香薷挥发性成分的体外抑菌作用

Table 2 The antimicrobial activity of volatile chemical constituents of the *E. kachinensis* in vitro

供试菌株 Tested strains	抑菌圈直径 (mm) Diameter of zone of inhibition	最小抑菌浓度(MIC) ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) Minimal inhibitory concentration
金黄色葡萄球菌(ATCC 6538)	9/20*	640/0.3
枯草芽孢杆菌(ATCC 9372)	10/22	320/0.2
大肠杆菌(ATCC 25922)	7/18	1300/0.64
铜绿假单胞菌(ATCC 27853)	6/14	1300/4.2

注: 9/20\*, 斜杠前的数值 9 为水香薷的对应值, 斜杠后的数值 20 为环丙沙星的对值。

Note: 9/20\*, the number before the slash 9 is *Elscholtzia kachinensis*'s response value, the number after the slash 20 is ciprofloxacin's response value.

### 3.3 水香薷挥发性成分的体外抑菌作用

很多植物挥发油具有抗菌作用,水香薷挥发性成分也显示出具有广谱抗菌作用,由于成分复杂,很难了解到究竟是哪些成分发挥抗菌效果。几百年来,贵州省榕江县当地侗族人民保持了食用生鲜香薷的习惯,认为能预防肠道感染,本试验为水香薷的民间用法提供了科学依据。

致谢 贵州省、中科院天然产物化学重点实验室对样品进行气相色谱-质谱联用分析。

### 参考文献:

- 赵树年,等. 1999. 萜类化合物大全[M]. 云南科技出版社:145-465
- 施钧慧,汪聪慧. 1992. 香料质谱图集[M]. 北京:中国质谱学会
- Bai XL(白晓莉),Zheng Lin(郑琳),Liu YY(刘煜宇),et al. 2011. *Elscholtzia kachinensis* prain as flavor and the analysis of volatile composition(水香薷香料的制备及挥发性成分分析)[J]. *Chin Food Add(中国食品添加剂)*,3:144-146
- He FZ(何福江),Shi XF(石晓峰). 1995. Studies on volatile components of *Elscholtzia kachinensis* (香薷挥发油化学成分的研究)[J] *Chin J Pharm Anal(药物分析)*,5
- Li JE(李景恩),Nie SP(聂少平),Yang MY(杨美艳). 2008. Determination of polysaccharides in *Elscholtzia kachinensis* (香薷中多糖含量的测定)[J]. *Food Sci(食品科学)*,29(9):487-490
- Tao C(陶晨),Wang DP(王道平),Yang XS(杨小生),et al. 2011. Solid phase microextraction gas chromatography mass spectrometry method for the determination of 8 kinds of apple aroma components (固相微萃取气相色谱质谱法对 8 种苹果香气成分的测定)[J]. *J Gansu Agric Univ(甘肃农业大学学报)*,46(1):122-126
- Tao C(陶晨),Luo YN(罗亚男),Yang XS(杨小生),et al. 2011. Analysis of chemical component of volatile oil of *Gaultheria yunnanensis* root in Guizhou(黔产透骨香根挥发油化学成分分析)[J]. *J Anhui Agric Sci(安徽农业科学)*,39(1):114-117
- Yuan MZ(袁卯祉),Mao ZX(毛志先). 1990. Chemical constituents of *Elscholtzia kachinensis* (水香薷的化学成分)[J]. *Chin Trad Patent Med(中成药)*,12(10):31-32
- Zhang ZH(张忠华),Yin JZ(殷建忠). 2008. Pharmacological effect and research progress of development and application of *Lamiaceae elsholtzia* phyto-chemical constituents(唇形科香薷属植物化学成分药理作用及开发应用研究进展)[J]. *Yunnan J Trad Chin Med(云南中医中药)*,29(8):48-50
- Alam MT,Karim MM,Khan SN. 2009. Antibacterial activity of different organic extracts of *Achyranthes aspera* and *Cassia alata*[J]. *J Sci Res*,1(2):393-398

(上接第 242 页 Continue from page 242)

(五种石斛兰的胚培养及其快速繁殖研究)[J]. *Acta Hort Sin(园艺学报)*,25(1):75-80

Zhan ZG(詹忠根),Xu C(徐程),Zhang M(张铭). 2004. Study on isolation and culture of mesophyll protoplasts of *Dendrobium officinale*(铁皮石斛叶肉原生质体的分离与培养研究)[J]. *J Zhejiang Univ(浙江大学学报)*,31(2):193-196

Zhang ZG(张治国),Wang L(王黎),Liu H(刘骅),et al. 1993. Studies on culture medium for protocorm differentiation in *Dendrobium*(铁皮石斛原球茎分化适宜培养基研究)[J]. *China J*

*Chin Mat Med(中国中药杂志)*,18(1):16-19

Zhao TB(赵天榜),Chen ZK(陈占宽). 1994. Study on *Dendrobium* tissue culture and planting techniques(石斛组织培养与栽培技术的研究)[J]. *Acta Agric Univ Henan(河南农业大学学报)*,28(2):128-133

Zhou JH(周俊辉),Zhong XF(钟雪锋),Cai DW(蔡丁稳). 2005. Study of tissue culture and rapid propagation in *Dendrobium candidum*(铁皮石斛的组织培养与快速繁殖研究)[J]. *J Zhongkai Univ Agric Tech(仲恺农业技术学院学报)*,18(1):23-26