

雅安琼楠鲜叶挥发油成分的 GC-MS 分析^①

罗思源¹, 刘世尧¹, 卞京军¹,

白志川¹, 李育钟², 张华琦³

1. 西南大学 园艺园林学院/南方山地园艺学教育部重点实验室, 重庆 400716;

2. 四川省广安市农业局, 四川 广安 638000; 3. 重庆市万州食品药品检验所, 重庆 万州 404100

摘要: 以雅安琼楠鲜叶为试材, 采用水蒸气蒸馏法提取挥发油, 并利用气相色谱-质谱(GC-MS)联用仪对其成分进行分析鉴定, 结果从雅安琼楠鲜叶挥发油中共鉴定出 75 种组分, 占挥发油总量的 90.39%。其中, 以单萜、倍半萜、含氧单萜和含氧倍半萜类化合物为主要组成种类, 其相对含量分别占挥发油总量的 23.92%, 25.03%, 10.84%, 17.64%。

关键词: 雅安琼楠鲜叶; 水蒸气蒸馏法; 挥发油成分; 气相色谱-质谱联用仪

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2015)03-0166-07

雅安琼楠(*Beilschmiedia yaanica* N. Chao)是樟科琼楠属多年生常绿阔叶乔木, 产于雅安、重庆等地, 属四川特有种。雅安琼楠树干呈灰色, 木材呈浅红或浅褐色, 叶片具有油细胞, 枝叶有香气, 具有抗风、耐烟尘、吸收有毒气体的能力, 较能适应城市环境^[1], 可以用作城市行道树。在重庆, 雅安琼楠主要分布在北碚区缙云山国家级自然保护区内, 是重庆建设城市森林规划的重要树种之一^[2], 并被列入国家珍稀濒危保护植物^[3]。

近年来, 植物化学研究越来越受国内外学者的重视, 已报道国外学者对琼楠属多种植物鲜叶的挥发油成分进行了研究^[4-6], 发现对琼楠属植物鲜叶挥发油成分分析具有一定的研究价值, 但关于雅安琼楠鲜叶挥发油成分的研究还未见有文献报道。本研究以重庆缙云山国家级自然保护区内的雅安琼楠鲜叶为试材, 采用水蒸气蒸馏法与气相色谱-质谱(GC-MS)分析法对雅安琼楠鲜叶挥发油成分进行提取、分析、鉴定等试探研究, 旨在了解雅安琼楠鲜叶的香气特征, 为雅安琼楠鲜叶的开发利用提供理论基础数据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

樟科琼楠属雅安琼楠新鲜叶片, 2013 年 5 月 28 日采于重庆市缙云山国家级自然保护区内的青龙寨, 经西南大学白志川教授鉴定。

① 收稿日期: 2014-02-23

基金项目: 重庆市科技攻关计划项目(CSTC, 2008AC1180)。

作者简介: 罗思源(1987-), 女, 河南安阳人, 硕士研究生, 主要从事植物化学研究。

通信作者: 刘世尧, 副教授。

1.2 仪器与试剂

1.2.1 仪 器

Shimadzu 2010QP Ultra GC-MS 联用仪, GC-MS Real Time Analysis 工作站, GC-MS Postrun Analysis 分析软件, NIST2008 质谱数据库(日本岛津公司); Molgene 210a 型超纯水机(上海摩尔科学仪器有限公司); 万分之一电子天平(瑞士 Mettler Toledo 公司); 2 000 mL 智能恒温电热套(上海越众仪器设备有限公司); 2 000 mL 磨口圆底烧瓶; 挥发油提取器。

1.2.2 试 剂

甲醇、无水乙醇、95%乙醇、无水硫酸钠、石油醚(60~90 ℃)均为分析纯。超纯水, 载气为高纯氮气。

1.3 试验方法

1.3.1 气相色谱条件

参考任三香等人报道的方法^[7]对雅安琼楠鲜叶挥发油成分的 GC-MS 检测条件稍作改动和优化。

色谱柱为岛津 Rxt-5MS 毛细管色谱柱(30 m×0.25 mm, 0.25 μm), 进样口温度为 150 ℃。程序升温: 起始温度为 40.0 ℃, 以 6 ℃/min 的速率升至 120 ℃, 并保持 2 min; 再以 3 ℃/min 的速率升至 180 ℃, 保持 10 min; 最后以 6 ℃/min 的速率升至 260 ℃, 保持 2 min。流量控制方式为压力控制, 总压力为 43.6 kPa, 总流量为 10.0 mL/min, 柱流量为 0.92 mL/min, 线速度为 34.7 cm/s, 吹扫流量为 3.0 mL/min, 分流比为-1.0, 即根据压力调整分流流量; 传输线温度为 180 ℃, GC 分离时间为 60.67 min。

1.3.2 质谱条件

电离方式: EI 离子源, 电离能量为 73 eV; 离子源温度为 230 ℃, 接口温度为 230 ℃; 扫描质量范围(m/z)为 35~800; 检测器增益为 1.0×10^5 ; 溶剂延迟时间为 2 min; 质谱检测开始时间为 3.00 min, 结束时间为 60.00 min。

1.3.3 挥发性成分提取

供试样品挥发性成分的提取, 参照史娟的方法^[8]并稍加改进。将采来的新鲜叶片洗去表面灰尘杂质, 然后沥干水分, 裁剪成约 1 cm×1 cm 大小的碎片; 称取碎片约 300 g, 加入重蒸水 500 mL, 用水蒸气蒸馏法提取 36 h; 然后用分液漏斗分离油水混合物, 将挥发油部分用足量无水硫酸钠吸水干燥 12 h 后, 得到淡黄色油状物即为样品挥发油。

精密量取样品挥发油 201 μL, 用石油醚溶解并定容至 2.0 mL, 使用前经 0.22 μm 微孔滤膜过滤。按照 1.3.1 和 1.3.2 所述条件进样 1 μL, 进样时间为 0.5 min。通过 GC-MS Real Time Analysis 工作站采集雅安琼楠鲜叶挥发油总离子图。

1.3.4 数据处理

利用 GC-MS Postrun Analysis 分析软件和 NIST2008 质谱数据库自动检索各组分质谱数据, 按照面积归一化法计算各组分的相对含量。

2 结果与分析

2.1 挥发油成分的 GC-MS 检测结果

经 GC-MS Real Time Analysis 工作站采集, 得到雅安琼楠鲜叶挥发油成分总离子色谱图(图 1)。对每个组分的质谱图采用计算机谱库(NIST08/08S/WILEY)进行检索与分析, 通过色谱峰面积归一化法计算出各化学成分的相对百分含量。

通过 GC-MS 分析和数据处理, 参考有关文献^[4-6], 经人工核对后, 从雅安琼楠鲜叶挥发油中共鉴定出 75 种组分(表 1), 占挥发油总量的 90.39%。由表 1 可见, 雅安琼楠鲜叶挥发油成分主要由单萜、含氧单萜、倍半萜和含氧倍半萜类化合物组成。在这些化合物种类中相对含量最高的是倍半萜类化合物, 共计 18 个组

分，其相对含量占总挥发油量的 25.03%；其次为单萜类化合物，有 13 个组分，占挥发油总量的 23.92%；含氧倍半萜类化合物有 12 个组分，占挥发油总量的 17.64%；含氧单萜类化合物有 15 个组分，占挥发油总量的 10.84%；还有两种双萜类化合物(1.46%)及非萜类化合物(11.50%)。

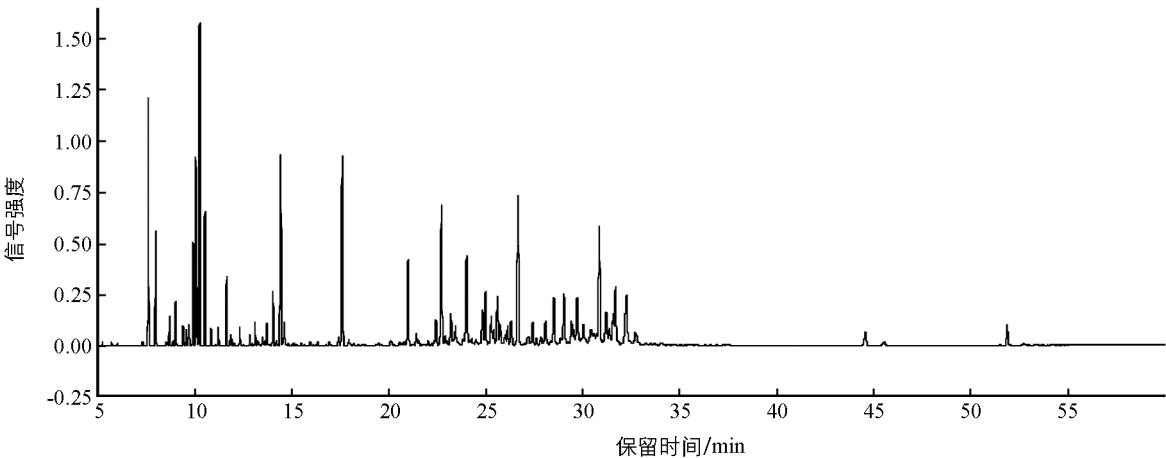


图 1 雅安琼楠鲜叶挥发油 GC-MS 总离子图

表 1 雅安琼楠鲜叶挥发油化学成分

峰号	驻留时间 /min	化 合 物	分子式	相对分 子质量	相对含量 /%
1	5.212	糠醛	C ₅ H ₄ O ₂	96	0.08
2	5.703	(Z)-3-己烯-1-醇	C ₆ H ₁₂ O	100	0.06
3	7.296	三环烯	C ₁₀ H ₁₆	136	0.07
4	7.590	1R-α-蒎烯	C ₁₀ H ₁₆	136	4.66
5	7.970	茨烯	C ₁₀ H ₁₆	136	2.19
6	8.529	2,2,6-三甲基-6-乙基四氢吡喃	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.07
7	8.585	β-水芹烯	C ₁₀ H ₁₆	136	0.05
8	8.687	L-β-蒎烯	C ₁₀ H ₁₆	136	0.55
9	8.874	6-甲基-5-庚烯-2-酮	C ₈ H ₁₄ O	126	0.10
10	8.994	β-月桂烯	C ₁₀ H ₁₆	136	0.76
11	9.384	α-水芹烯	C ₁₀ H ₁₆	136	0.37
12	9.546	3-萜烯	C ₁₀ H ₁₆	136	0.30
13	9.669	1,4-桉叶素	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.55
14	9.911	邻甲基异丙基苯	C ₁₀ H ₁₄	134	1.96
15	10.038	D-柠檬烯	C ₁₀ H ₁₆	136	3.86
16	10.118	桉树醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	1.04
17	10.238	β-反式-罗勒烯	C ₁₀ H ₁₆	136	6.83
18	10.505	β-顺式-罗勒烯	C ₁₀ H ₁₆	136	2.49
19	10.823	γ-松油烯	C ₁₀ H ₁₆	136	0.32
20	11.626	松油烯	C ₁₀ H ₁₆	136	1.47
21	11.790	1,3,3-三甲基-2-乙基-1-环己烯	C ₁₁ H ₁₈	150	0.09
22	11.861	β-芳樟醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.24
23	12.002	1-(2-甲基-1-环戊烯基)-乙醇	C ₈ H ₁₂ O	124	0.06
24	12.310	小茴香醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.37
25	12.828	1-松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.22
26	13.098	β-松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.47
27	13.225	罗勒烯醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.12
28	13.480	异龙脑	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.22
29	13.717	L-龙脑	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.52
30	14.022	(-)-4-萜品醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	1.26
31	14.198	对-聚伞花素-8-醇	C ₁₀ H ₁₄ O	150	0.12

续表 1

峰号	驻留时间 /min	化 合 物	分子式	相对分 子质量	相对含量 /%
32	14.415	α -松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	5.00
33	14.595	γ -松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.60
34	14.816	2,6-二甲基-3,5,7-辛三烯-2-醇	C ₁₀ H ₁₆ O	152	0.03
35	15.095	α -紫罗烯	C ₁₃ H ₁₈	174	0.04
36	15.493	顺式-橙花醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.06
37	16.341	反式-橙花醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.08
38	16.927	α -柠檬醛	C ₁₀ H ₁₆ O	152	0.09
39	17.593	乙酸冰片酯	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	196	5.68
40	18.191	5,5-二甲基-1-乙基-1,3-环戊二烯	C ₉ H ₁₄	122	0.04
41	20.119	3-烯丙基-6-甲氧基苯酚	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	164	0.20
42	20.535	异长叶烯	C ₁₅ H ₂₅	204	0.07
43	20.985	古巴烯	C ₁₅ H ₂₅	204	2.65
44	21.417	(-)-姜烯	C ₁₅ H ₂₅	204	0.35
45	21.544	(-)- β -榄香烯	C ₁₅ H ₂₅	204	0.13
46	22.419	α -柏木烯	C ₁₅ H ₂₅	204	0.86
47	22.704	石竹烯	C ₁₅ H ₂₅	204	4.96
48	23.194	α -香柑油烯	C ₁₅ H ₂₅	204	0.82
49	23.431	香橙烯	C ₁₅ H ₂₅	204	0.42
50	24.004	γ -榄香烯	C ₁₅ H ₂₅	204	3.17
51	24.484	二表- α -雪松烯	C ₁₅ H ₂₅	204	0.12
52	24.835	γ -木罗烯	C ₁₅ H ₂₅	204	1.41
53	24.984	α -姜黄烯	C ₁₅ H ₂₅	202	1.72
54	25.125	β -倍半水芹烯	C ₁₅ H ₂₅	204	0.08
55	25.270	β -桉叶烯	C ₁₅ H ₂₅	204	0.97
56	25.604	绿化白千层烯	C ₁₅ H ₂₅	204	1.91
57	25.743	α -木罗烯	C ₁₅ H ₂₅	204	0.63
58	25.989	α -布藜烯	C ₁₅ H ₂₅	204	0.27
59	26.305	γ -杜松烯	C ₁₅ H ₂₅	204	0.94
60	26.656	(+)- δ -杜松烯	C ₁₅ H ₂₅	204	5.46
61	27.194	α -衣兰油烯	C ₁₅ H ₂₅	204	0.45
62	27.610	榄香醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	0.23
63	28.073	乙酸橙花酯	C ₁₇ H ₂₈ O ₂	264	1.06
64	28.513	石竹烯醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	1.71
65	29.030	石竹烯氧化物	C ₁₅ H ₂₅ O	220	2.10
66	29.519	愈创木醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	0.44
67	30.852	γ -桉叶醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	4.51
68	31.206	α -杜松醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	1.47
69	31.360	δ -杜松醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	0.55
70	31.565	β -桉叶醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	1.07
71	31.676	α -桉叶醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	2.07
72	32.259	β -没药醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	2.69
73	32.697	α -没药醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	0.35
74	44.569	异植醇	C ₂₀ H ₄₀ O	296	0.79
75	51.881	叶绿醇	C ₂₀ H ₄₀ O	296	0.67
各类化合物含量/%		单萜类化合物		23.92	
		含氧单萜类化合物及衍生物		10.84	
		倍半萜类化合物		25.03	
		含氧倍半萜类化合物及衍生物		17.64	
		双萜类化合物		1.46	
		其他类化合物		11.50	

2.2 挥发油成分分析

在雅安琼楠鲜叶挥发油成分中, 倍半萜类化合物含量最高. 在倍半萜类化合物中含量最高的是(+)- δ -杜松烯, 占挥发油总量的 5.46%; 其次是石竹烯(4.96%)、 γ -榄香烯(3.17%)、古巴烯(2.65%)、 α -姜黄烯(1.72%)和 γ -木罗烯(1.41%), 这 6 种物质的相对含量均大于 1.00%; 其他 10 种倍半萜类化合物含量在 0.07%~1.00%之间.

在 13 种单萜类化合物中, 含量最高的是 β -反式-罗勒烯, 占挥发油总量的 6.83%; 其次为 1R-a-蒎烯(4.66%)、D-柠檬烯(3.86%)、 β -顺式-罗勒烯(2.49%)、茨烯(2.19%)和松油烯(1.47%), 这 6 种化合物的含量均大于 1.00%; 另外 7 种单萜类化合物含量在 0.05%~1.00%之间.

在 12 种含氧倍半萜类物质中, γ -桉叶醇的相对含量最高, 占 4.51%; 含量大于 2.00%的有 β -没药醇(2.69%)、石竹烯氧化物(2.10%)和 α -桉叶醇(2.07%)3 种; 石竹烯醇(1.71%)、 α -杜松醇(1.47%)、 β -桉叶醇(1.07%)3 种物质含量在 1.00%~2.00%之间; 其余 5 种化合物含量在 0.23%~1.00%之间.

在 15 种含氧单萜类化合物中, α -松油醇的含量最高, 占 5.00%; 其次是(-)-4-萜品醇(1.26%)和桉树醇(1.04%); 其余 12 种含氧萜类物质含量在 0.06%~1.00%之间.

另外, 在挥发油成分中还有 15 种非萜类化合物, 包括 2 种脂类化合物乙酸冰片酯(5.68%)和乙酸橙花酯(1.06%), 此外还有邻甲基异丙基苯(1.96%)、绿化白千层烯(1.91%), 以上 4 种成分的含量均大于 1.00%; 其余 11 种非萜类化合物含量在 0.03%~1.00%之间.

3 讨 论

3.1 琼楠属鲜叶挥发性成分含量

雅安琼楠鲜叶挥发油主要化学成分特征是含有丰富的单萜、倍半萜、含氧单萜和含氧倍半萜类化合物, 其中, β -桉叶烯、 α -桉叶醇、 α -没药醇等多种化学物质首次在琼楠属植物中发现. 文献[9]采用水蒸气蒸馏法从 5 种琼楠属植物中提取鲜叶挥发油成分并对其进行了 GC-MS 分析, 结果显示, *B. alloiophylla* 主要成分为大根香叶烯 D(18.9%)、顺式- β -罗勒烯(18.8%)、反式- β -罗勒烯(9.3%)、 α -蒎烯(11.8%)、双环大牛儿烯(9.1%); *B. brenesii* 以大根香叶烯 D(19.3%)、 β -石竹烯(13.4%)、 α -(王古)(王巴)烯(9.0%)、 α -葎草烯(8.1%)、 δ -杜松烯(5.8%)、2-十一烷酮(12.8%)、反式-2-己烯醛(8.8%)、2-十三烷酮(3.8%)等 8 种物质为主要成分; 在 *B. costaricensis* 中 α -红没药醇(72.1%)含量最高且占大部分比例; *B. tilaranensis* 主要含有大根香叶烯 D(54.9%)、 β -石竹烯(14.8%)、 δ -杜松烯(5.1%)等 3 种物质; 而 *Beilschmiedia species* “chancho blanco”则以 β -石竹烯(16.6%)、双环大牛儿烯(14.1%)、 α -蒎烯(12.1%)3 种物质为主要成分. 5 种琼楠属植物鲜叶挥发油主要成分为萜类化合物, 但组分含量有很大差异. 这些被检测出的成分中仅有 5 种物质为这 5 种琼楠属所共有, 即 α -(王古)(王巴)烯、 β -石竹烯、 γ -杜松烯、 α -葎草烯、大根香叶烯 D, 在雅安琼楠中检测到前 3 种物质. 琼楠属植物鲜叶挥发油除了萜类化合物, 还含有种类丰富的非萜类化合物, 雅安琼楠鲜叶挥发油含 15 种非萜类化合物组分, 相对含量 11.50%; 在琼楠属其他植物鲜叶挥发油中也检测出多种非萜类化合物, 如 KITIGAWA I 等人从印度尼西亚的 *B. madang* 中分离得到双苄基异喹啉生物碱^[4], 在 *B. miersii* 叶中发现杜鹃黄素-葡萄糖苷酸等黄酮类化合物^[5], 从 *B. miersii* 叶精油中已经得到苯丙细辛醚^[6], 在 *B. brenesii* 叶精油中发现 2-十一烷酮、2-十三烷酮、反式-2-己烯醛等羟基化合物^[9].

不同琼楠属植物鲜叶挥发油成分的组成含量差异较大, 一方面与植物本身的差异有关, 如种下分类阶元、产地、发育阶段、采集部位等的不同; 另一方面与分析仪器及操作人员的关系也较大, 如气味富集方法、色谱柱性质、程序升温方法、检测器灵敏度、谱峰再解析方法等. 雅安琼楠鲜叶挥发油中倍半萜类化合物相对含量最高, 它与单萜、含氧单萜和含氧倍半萜类化合物作为重要的香气物质, 共同构成了雅安琼楠鲜叶中特有的香气.

3.2 雅安琼楠鲜叶挥发油成分利用

萜类化合物是自然界中广泛存在的一类植物化学物,也是中草药中一类比较重要的化合物,同时它们还是一类重要的天然香料,是化妆品和食品工业不可缺少的原料.单萜类化合物是雅安琼楠鲜叶的主要组成物质之一,多数已鉴定出的物质具有生物活性或香气.D-柠檬烯具有抗肿瘤、抗菌、祛痰、止咳功效与溶解胆结石等药理作用,同时 D-柠檬烯具有类似柠檬的香味也使其在食品添加剂中和香料工业中被广泛应用^[10]. β -蒎烯是一种广泛用于香料工业的天然植物化学物^[11],因其具有抑菌功效而常常被添加到一些植物精油中^[12].在倍半萜类物质中,古巴烯具有消炎止痛的作用^[14];石竹烯氧化物具有镇痛、清热解毒、利尿消肿等功效,可治疗皮肤霉菌病^[14]; β -榄香烯对防治肿瘤有确切疗效,其制剂已用于肺癌、食管癌、鼻咽癌等恶性肿瘤的临床治疗^[15-17]; β -桉叶醇则具有镇静、抗肿瘤作用^[17];石竹烯具有丁香香气,是一种贵重的天然香料,用于香料和食用香精中^[18].倍半萜类物质中的 α -松油醇、1,4-桉叶素、桉树醇、小茴香醇在医疗和香料行业有着广泛的应用前景^[13].非萜类化合物乙酸冰片酯具有镇静、祛痰、抗感染、止泻等药理作用^[21],并带有森林的新鲜香味,是肥皂、化妆品及室内消毒杀菌剂的香味组分^[22].双萜含氧化合物中的叶绿醇和异植醇是生产维生素 K、维生素 E 等的基本原料^[19-20].

随着生活品质的不断提高,植物化学物对人们生活的影响日益显著,其研究动态和成果也越来越受到人们的关注.植物挥发油如今已经深入应用在食品、医疗、美容、健康等多方面,其应用的宽度和广度必将随着相关研究的深入继续扩展.本文对雅安琼楠鲜叶挥发油成分的分析,为其日后的开发利用提供了理论基础数据,具有重要的参考价值.

参考文献:

- [1] 冯义龙,田 中.重庆樟科植物资源及其在园林中的应用 [J]. 园林科技, 2009(1): 1-4.
- [2] 易吉林,秦 琴,张 帆,等.重庆市主城区城市森林建设树种规划初探 [J]. 园林科技, 2011(3): 18-21.
- [3] 韩晨震.重庆自然保护区及生物多样性保护调查研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2001.
- [4] KITIGAWA I, MINAGAWA K, ZHANG R S, et al. Dehatrine, an Antimalarial Bisbenzylisoquinoline Alkaloid from the Indonesian Medicinal Plant *Beilschmiedia Madang*, Isolated as a Mixture of Two Rotational Isomers [J]. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 1993, 41(5): 997-999.
- [5] HARBORNE J B, MÉNDEZ J. Flavonoids of *Beilschmiedia miersii* [J]. Phytochemistry, 1969(8): 763-764.
- [6] KUMAMOTO J, SCORA R W. The Structure of Sarisan, an Isomer of Myristicin, Isolated from the Leaf oil of *Beilschmiedia miersii* [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1970, 18(3): 544-545.
- [7] 任三香,王发松,陆慧宁.山胡椒叶挥发油的 GC-MS 分析 [J]. 分析测试学报. 2005, 24(增刊): 101-102.
- [8] 史 娟. 香樟叶中精油的提取 [J]. 江苏调味副食品, 2011, 28(2): 16-19.
- [9] SETZERA W N, HABER W A. Leaf Essential Oil Composition of Five Species of *Beilschmiedia* from Monteverde, Costa Rica [J]. Natral Product Communcations, 2007, 1(2): 79-83.
- [10] 丁亚明. 柠檬烯的应用及橙皮中柠檬烯的实验室提取 [J]. 职业技术, 2007(16): 64.
- [11] 陆 铁,庄 俊. β -蒎烯在合成香料中的应用 [J]. 香料与香精, 1984(1): 1-7.
- [12] 黄儒珠,檀东飞,张建清,等. 3 种南洋杉科植物叶精油的化学成分 [J]. 林业科学, 2008, 44(12): 99-104.
- [13] 朴英花,朴惠顺.倍半萜类化合物生物活性研究进展 [J]. 职业与健康, 2012, 28(18): 2291-2293.
- [14] 赫 宇. 广西石南藤挥发油化学成分的研究 [J]. 医药前沿, 2012, 2(7): 60-61.
- [15] 杨 骅,王仙平,郁琳琳,等. 榄香烯抗癌作用与诱发肿瘤细胞凋亡 [J]. 中华肿瘤杂志, 1996, 18(3): 169-172.
- [16] 李 明. 榄香烯乳治疗恶性胸腔积液的临床观察 [J]. 河南中医学院学报, 2008, 23(6): 58.
- [17] 阎克里,朱秀卿,赵 丽. 高效液相色谱法测定白术挥发油中苍术酮 β -桉叶醇、榄香烯的含量 [J]. 中国药物与临床, 2010, 10(7): 751-753.
- [18] 李铁纯,侯冬岩,刁全平,等. 固相微萃取法与水蒸气蒸馏法提取白胡椒挥发油成分的比较 [J]. 鞍山师范学院学报, 2011, 13(4): 43-46.

[19] 孙熊鸣, 丁在富. 维生素 K-1 合成中主要原料植物醇质量对产品的影响 [J]. 安徽化工, 1985(2): 33—34.

[20] 俞一烽. 维生素 E 新工艺的研究 [J]. 化工管理, 2013(4): 150.

[21] 李晓光, 叶富强, 徐鸿华. 砂仁挥发油中乙酸龙脑酯的药理作用研究 [J]. 华西药学杂志, 2001, 16(5): 356—358.

[22] 陈慧宗, 杨义文, 刘永根, 等. 纳米稀土复合超强酸 $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2\text{-La}_2\text{O}_3$ 催化合成乙酸冰片酯及其动力学初探 [J]. 化学世界, 2005(8): 492—494, 497.

GC-MS Analysis of the Components of Volatile Oils from the Fresh Leaves of *Beilschmiedia yaanica*

LUO Si-yuan¹, LIU Shi-yao¹, BIAN Jing-jun¹,

BAI Zhi-chuan

¹, LI Yu-zhong², ZHANG Hua-qi³

1. School of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University / Key Laboratory of Horticulture Science for Southern Mountainous Regions, Ministry of Education, Chongqing 400716, China;
2. Sichuan Province Guang'an Agriculture Bureau, Guang'an Sichuan 638000, China;
3. Wanzhou Institute for Food and Drug Control, Wanzhou Chongqing 404100, China

Abstract: Volatile oils were extracted from the fresh leaves of *Beilschmiedia yaanica* by steam distillation, and their chemical components were identified and analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). A total of 75 components were identified from the volatile oils, which accounted for 90.39% of the total. Monoterpene, sesquiterpene, oxygenated monoterpene and oxygen sesquiterpenoids were the main components, and their relative content being 23.92%, 25.03%, 10.84% and 17.64%, respectively.

Key words: fresh leaf of *Beilschmiedia yaanica*; steam distillation; components of the volatile oil; GC-MS

责任编辑 潘春燕