

## 碰碰香挥发物化学成分分析

熊伟<sup>1</sup>, 金荷仙<sup>1,2</sup>, 蔡宝珍<sup>1</sup>

(1. 浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 临安 311300; 2. 《中国园林》杂志社, 北京 100835)

**摘要:** 为探明碰碰香 *Plectranthus tomentosa* 叶片挥发物的组成及其相对含量, 以长势优的成年碰碰香为研究对象, 采用顶空套袋法, 并在热脱附系统(TDS)条件下用气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)对收集气体进行分析检测。测出叶片挥发物有44种, 包括烷烃、烯烃等8类化合物, 烯烃中的萜烯类化合物有22种(相对含量为83.32%), 其中柠檬烯含量最多(相对含量为47.61%); 同时结合保留指数分析碰碰香叶片挥发物化学成分, 比单独使用GC-MS其结果更加准确可靠。图2表1参10

**关键词:** 植物学; 碰碰香; 挥发物; 保留指数; 气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)

**中图分类号:** S718.3; Q946      **文献标志码:** A      **文章编号:** 2095-0756(2011)04-0680-05

### Chemical components of *Plectranthus tomentosa* volatile matters

XIONG Wei<sup>1</sup>, JIN He-xian<sup>1,2</sup>, CAI Bao-zhen<sup>1</sup>

(1. School of Landscape and Architecture, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang China; 2. Chinese Landscape Architecture Magazine Publication, Beijing 100835, China)

**Abstract:** This study was conducted to determine the composition of volatile matter from leaves of *Plectranthus tomentosa* and the relative contribution to its aromatherapy. The dynamic headspace collection method for total dissolved solids (TDS), was used to extract volatile matter of adult *P. tomentosa* in good condition, and a gas chromatograph-mass spectrometer (GC-MS) was utilized to detect the composition of the extract. Results showed 44 kinds of volatile matter including eight types of compounds, such as alkanes and olefins. Also, 22 types of terpenoids (relative content of 83.32%) were found with Limonene having the highest level of simple carbohydrates (relative content of 47.61%). Thus, this work demonstrated that a retention index of *P. tomentosa* volatile matter from leaves could provide a complementary and convenient method for accurate analysis, which may be helpful for the further exploitation. [Ch, 2 fig. 1 tab. 10 ref.]

**Key words:** botany; *Plectranthus tomentosa*; volatile matter; retention index; gas chromatograph-mass spectrometer(GC-MS)

碰碰香 *Plectranthus tomentosa* 属于唇形科 Labiatae, 为多年生灌木状草本植物。因触碰后可散发出令人舒适的香气而享有“碰碰香”的美称; 又因其香味浓甜, 颇似苹果 *Malus pumila* 香味, 故又享有“苹果香”美誉。闻之令人神清气爽, 起到净化空气的作用, 环保特点十分突出。叶片泡茶、酒, 奇香诱人, 可以达到提神醒脑, 清热解暑, 驱避蚊虫功效。本实验在室温下采用活体动态顶空套袋-吸附采集法<sup>[1-2]</sup>与热脱附系统-气相色谱/质谱(TDS-GC/MS)联用分析技术, 是一种捕集-吸附-分析相结合的, 并对活体植株挥发物成分分析的试验技术方法, 优点是可以有效排除外界挥发物的干扰, 真实地反映植物挥发物成分及其释放量, 适合于近自然状态下植物挥发物的定性和定量分析<sup>[3]</sup>, 是一种新兴的植物香气

收稿日期: 2010-10-20; 修回日期: 2011-02-23

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD07B09)

作者简介: 熊伟, 从事植物造景、室内外植物对人体健康的影响等研究。E-mail: xxww0404@126.com。通信作者: 金荷仙, 研究员, 博士, 从事植物造景、花文化及花香对人体健康的影响研究。E-mail: zgyl-jhx@263.net

成分分析方法。目前,该技术仅在梅花 *Prunus mume*, 珍珠梅 *Siberia kirilowii*, 地被菊 *Dendranthema × grandiflorum* 等植物的香气成分分析中有应用<sup>[4-6]</sup>,同时结合保留指数对碰碰香叶片挥发物化学成分进行定性,增加了准确性<sup>[7]</sup>,为碰碰香的开发和利用奠定基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

选取浙江农林大学温室内成年活体中健康并无病虫或无缺刻的碰碰香叶片为收集对象。

### 1.2 气味物质的捕集

1.2.1 采集方法 采用动态顶空套袋采集法(图 1)。具体操作步骤如下:①用塑料袋套住碰碰香植株,连接过滤管,并保证密闭处不漏气,然后立刻将袋内的空气放掉。②袋内的空气放完后,连接吸附管,保证连接处不漏气,然后用泵泵入通过活性炭和 GDX-101 过滤后的净化空气,并密闭系统。③待密闭 30 min 后,如图 1 所示开始循环采气。本试验中材料挥发性有机物的采集,流量为  $100 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ,采样的时间为 30 min。采样时选择晴朗无风的天气。

1.2.2 采样所用的装置及其质量保证采样气路 循环采样要求有较好的气密性,管路尽量不形成干扰物质,因此选用硅胶管作为连接管路。采样袋采用的是美国 Reynolds Metals 公司生产的 Reynolds Oven bag。该产品材质稳定、耐高温,可保证不释放挥发性气体,袋子的大小为  $482 \text{ mm} \times 596 \text{ mm}$ 。采样所用的吸附管和吸附剂为 TenaxGR,能高效地吸附/解吸低分子量有机物,适用于挥发性有机成分的富集与分析。采样管选用 Chrompack 公司的产品,长 16 cm,内径 3 mm,平均每根采样管装 0.200 0 g 左右的 Tenax-GR。采样前将装有吸附剂的吸附管放在热脱附器上,在  $275 \text{ }^\circ\text{C}$  条件下,通氮气老化 2 h,首次用于装柱的吸附剂,应按说明用溶剂清洗并通氮气吹干后再老化。气泵及流量计采用的是 QC-1 型大气采样仪,转子流量计使用前经皂膜流量计校正。

该方法优点为:在自然状态下,采集材料的挥发成分可以通过循环吸附达到挥发性成分累积富集;材质稳定的采集袋、高质量的吸附管和吸附剂保证了挥发性成分的有效采集、吸附与解吸,热脱附方法保证了挥发性成分的准确分析。

### 1.3 挥发物成分鉴定

1.3.1 实验仪器 所采用的热脱附系统(TDS)的装置是德国 GERSTEL 公司生产的 TD3 型,GC(7890A)/MS(5975C)均为美国 Agilent 公司生产。

1.3.2 香气成分分析方法 TDS 工作条件:系统载气压力为 20 kPa,进样口温度为  $250 \text{ }^\circ\text{C}$ ,脱附温度为  $250 \text{ }^\circ\text{C}$  (10 min),冷阱温度为  $-100 \text{ }^\circ\text{C}$  (保持 3 min),冷阱进样时温度骤然升温至  $260 \text{ }^\circ\text{C}$ 。气相色谱(GC)工作条件:色谱柱为  $30 \text{ m} \times 250 \text{ } \mu\text{m} \times 0.25 \text{ } \mu\text{m}$  的 HP-5MS 柱;程序升温:初始温度为  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ ,保持 4 min 后以  $6 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$  的速率升至  $250 \text{ }^\circ\text{C}$ ,保持 3 min 后以  $10 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$  的速率升至  $270 \text{ }^\circ\text{C}$ ,保持 5 min。质谱(MS)的工作条件:电离方式为 EI,电子能量为 70 eV;原子质量范围为 28~450;接口温度为  $280 \text{ }^\circ\text{C}$ ;离子源温为  $230 \text{ }^\circ\text{C}$ ;四级杆温度为  $150 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

1.3.3 数据分析 采用气质联用仪计算机的 NIST2008 谱库,对相对丰度、保留时间和基峰 3 个参数进行直观比较,结合保留指数,对各挥发物成分进行定性;用色谱峰面积归一法计算其组分的相对含量。

## 2 结果和分析

### 2.1 挥发物的主要成分和强度

分析鉴定结果发现:碰碰香挥发物主要为 44 种化合物组成的混合物,具体见图 2 和表 1。由表 1

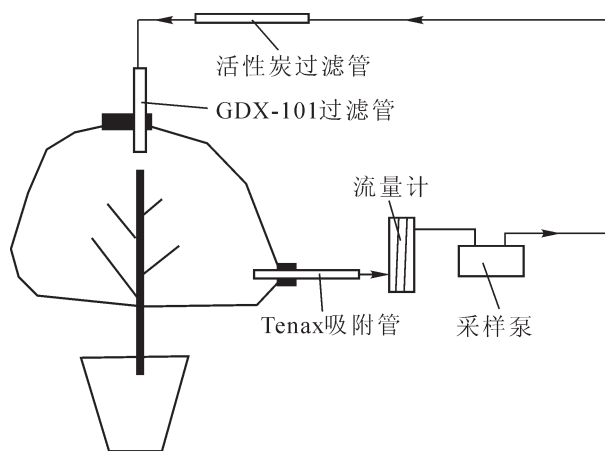


图 1 挥发物成分采集装置

Figure 1 Schematic diagram of volatiles collection

中可见：碰碰香挥发物成分由烷烃、烯烃、醇、酮、醛、酸、脂、芳香烃等8类化合物组成。进一步分析，在这些成分中，有烷烃5种，烯烃24种，烯烃中萜烯类物质有22种，醇6种，酮2种，醛1种，酸1种，酯3种，芳香烃2种；在挥发物相对含量方面，烷烃6.38%，烯烃84.16%，烯烃中萜烯类物质占82.82%，其中柠檬烯占47.61%；醇2.24%，酮2.14%，醛0.27%，酸0.14%，酯3.19%，芳香烃0.99%，以萜烯类化合物相对含量高；其中萜烯类化合物及其含氧衍生物有33种，相对含量达到90.09%。很明显，碰碰香挥发物的主要组分是萜烯类化合物及其含氧衍生物，柠檬烯化合物是单一物质成分最多的。

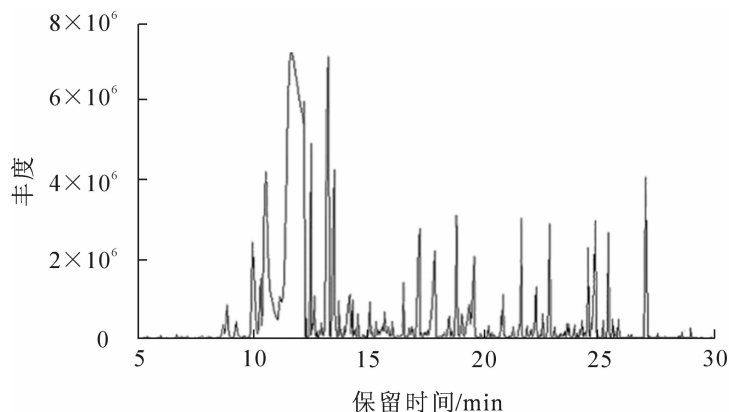


图2 挥发物成分总离子流图

Figure 2 TIC chromatograph of chemical components

### 3 结论与讨论

本实验采用动态顶空套袋采集法和TDS-GC/MS联用等技术进行挥发物成分采集与分析，具有真实、准确、可靠等优点，是分析自然状态下材料挥发物成分的有效方法。挥发物定性分析时结合保留指数，

表1 挥发物的化学成分和MC相对含量

Table 1 Volatiles and its MC relative content

峰号	保留时间 <i>t</i> /min	化合物	分子式	分子量	保留指数	匹配度/%	相对含量/%
1	8.684	侧柏烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	988.2	96	0.22
2	8.859	α-蒎烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	1 010.8	94	0.77
3	9.244	茨烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	1 028.7	95	0.41
4	9.962	β-水芹烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	1 060.7	98	3.06
5	10.305	苯酚	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	94	1 088.4	97	0.89
6	11.642	柠檬烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	1 217.8	98	47.61
7	12.261	罗勒烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	1 312.5	95	0.19
8	12.645	顺-松油醇	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	1 325.7	89	0.34
9	12.879	对甲苯	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	108	1 334.8	83	0.10
10	13.264	萜品油烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	1 344.1	92	10.82
11	13.531	里哪醇	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	1 352.4	95	4.49
12	13.723	1, 3, 8-顺-对孟三烯	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	134	1 362.8	86	0.66
13	14.150	1-乙烯基-环己醇	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O	126	1 377.3	96	0.94
14	14.400	松香芹醇	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	1 402.5	98	0.10
15	14.542	樟脑	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	1 407.4	95	0.18
16	15.052	龙脑	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	1 410.3	94	0.40
17	15.328	4-松油醇	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	1 411.5	96	0.17
18	15.595	葛缕醇	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	1 468.4	97	0.15
19	15.696	香茅醛	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	1 487.2	93	0.27
20	15.863	茉莉内酯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	168	1 498.5	95	0.13

续表 1

峰号	保留时间 <i>t</i> /min	化合物	分子式	分子量	保留指数	匹配度/%	相对含量/%
21	16.047	环十二烷	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	168	1 523.4	92	0.20
22	16.523	乙酸葑酯	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	196	1 560.6	96	0.64
23	16.766	马鞭草烯酮	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	150	1 573.2	95	0.19
24	16.899	萜品烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	1 580.6	91	0.16
25	17.209	2-萜烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	1 584.8	93	2.31
26	17.894	驱蛔萜	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	168	1 601.2	86	4.65
27	18.838	乙酸龙脑酯	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	196	1 608.8	87	2.42
28	19.056	顺-香芹醇	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	1 618.4	89	0.38
29	19.599	薄荷酮	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	168	1 632.5	93	1.95
30	20.777	顺-对-6-烯-2, 8-二醇	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	1 641.8	95	0.27
31	21.287	(Z), (Z)-2,5-二甲基- 2, 4-己二烯二酸	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	170	1 652.4	87	0.14
32	21.655	异兰烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	1 661.3	96	1.81
33	21.889	波旁烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	1 665.5	93	0.16
34	22.073	榄香烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	1 673.4	87	0.08
35	22.282	正十四碳烷	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	198	1 689.7	95	0.62
36	22.574	古芸烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	1 727.7	90	0.74
37	22.875	石竹烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	1 731.5	94	1.84
38	24.296	木罗烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	1 735.9	93	0.29
39	24.563	桉叶烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	1 740.2	89	1.11
40	24.864	十五烷	C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	212	1 758.4	95	2.28
41	25.424	萜澄茄烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	1 802.7	85	1.93
42	25.859	白菖考烯	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub>	200	1 807.5	92	0.18
43	27.062	十六烷	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	226	1 842.7	91	3.05
44	29.018	十七烷	C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>	240	1 893.6	87	0.10

更加准确可靠。碰碰香的挥发油成分以萜烯类化合物种类最多, 达 22 种; 醇 6 种, 位居第 2 位。碰碰香挥发物的主要组成是柠檬烯(47.61%)和萜品油烯(10.82%)。研究表明:  $\alpha$ -蒎烯、萜烯等具有较强的抑菌和杀菌作用<sup>[8-9]</sup>;  $\alpha$ -蒎烯、柠檬烯等有镇咳、祛痰、抑菌作用<sup>[9-10]</sup>;  $\alpha$ -蒎烯和松油醇等具有提神、醒脑、活血等作用; 乙酸龙脑酯具有镇痛抗炎作用; 龙脑挥发性芳香物可使儿童思维清晰、反应灵敏、有利于智力发育<sup>[9]</sup>; 香茅醛具有驱蚊避虫的突出效果, 一盆冠幅为 20~30 cm 的驱蚊草, 可有效驱除约 10 m<sup>2</sup> 居室的蚊子, 很多驱蚊产品大多都是这种物质在起作用, 达到驱避蚊虫、净化空气的作用, 环保特点十分突出<sup>[10]</sup>。

挥发物会对人体健康产生影响, 植物挥发物中具有生理活性的是萜类化合物, 其种类多, 结构复杂, 性质各异, 生理活性表现多样。刘志强等<sup>[8-9]</sup>对紫茉莉 *Mirabilis jalapa*, 白玉兰 *Magnolia denudata* 等园林植物挥发物对环境 and 人体健康的影响进行过研究。随着城市化的发展, 社会节奏的加快, 现在很多人犯上了“现代病”, 而室内植物中的挥发物具有优雅的香气, 沁人心脾, 令人清爽, 可提高神经细胞的兴奋性, 给人一种愉快的感受, 可改善情绪, 消除疲劳从而调节免疫系统, 碰碰香在室内具有很好的适应性, 且具有提神醒脑, 清热解暑, 驱避蚊虫的功效, 从而在室内越来越受人们欢迎。对碰碰香的挥发物成分的分析旨在通过对其挥发物成分进行定性和定量分析, 并且为今后对碰碰香的其他用途的研究提供科学参考。

## 参考文献:

- [1] 陈华君, 洪蓉, 金幼菊, 等. 近自然状态下活体植株挥发物的采集和热脱附分析[J]. 分析测试学报, 2003, **22** (增刊): 226 - 228.  
CHEN Huajun, HONG Rong, JIN Youju, *et al.* Preliminary studies on major aroma ingredients of three ground-cover chrysanthemum cultivars [J]. *J Instrum Anal*, 2003, **22** (supp):226 - 228.
- [2] AGELOPOULOS N G, PICKETT J A. Headspace analysis in chemical analysis in chemical ecology: Effects of different sampling methods on ratios of volatile compounds present in headspace samples [J]. *J Chem Ecol*, 1998, **24**(7): 1161 - 1172.
- [3] 郑华, 金幼菊, 李文彬, 等. 绿化植物气味污染的仪器检测技术[J]. 林业实用技术, 2002(5):30.  
ZHENG Hua, JIN Youju, LI Wenbin, *et al.* Testing technology of odour pollution plants to landscape afforestation [J]. *Pract For Technol*, 2002 (5):30.
- [4] 金荷仙, 陈俊愉, 金幼菊. 南京不同类型梅花品种香气成分的比较研究[J]. 园艺学报, 2005, **32** (6):1139.  
JIN Hexian, CHEN Junyu, JIN Youju. Comparison of different cultivars of *Prunus mume*'s major gas ingredients [J]. *Acta Horti Sin*, 2005, **32** (6):1139.
- [5] 李海东, 高岩, 金幼菊. 珍珠梅花挥发性物质日动态变化的研究[J]. 内蒙古农业大学学报, 2004, **25**(2):55 - 59.  
LI Haidong, GAO Yan, JIN Youju. The daily dynamic variances of the vocs releasing from flower of *Sorbaria kirilowii* (Regel) Maxim. [J]. *J Inner Mongolia Agric Univ*, 2004, **25** (2):55 - 59.
- [6] 孙明, 刘华, 张启翔, 等. 3个地被菊品种香气成分的分析[J]. 沈阳农业大学学报, 2008, **39** (1):92 - 95.  
SUN Ming, LIU Hua, ZHANG Qixiang, *et al.* Preliminary studies on major aroma ingredients of three ground-cover chrysanthemum cultivars [J]. *J Shenyang Agric Univ*, 2008, **39** (1):92 - 95.
- [7] 余金明, 熊峻, 梁逸曾, 等. GC-MS和化学计量学解析法分析白术中挥发油成分[J]. 中国现代应用药学, 2010, **27** (10):928 - 931.  
SHE Jinming, XIONG Jun, LIANG Yizeng, *et al.* Analysis of essential oil rhizoma *Atractylodes macrocephala* by GC-MS and chemometric resolution method [J]. *Chin J Mod Appl Pharm*, 2010, **27** (10): 928 - 931.
- [8] 张庆费, 庞名瑜, 姜义华, 等. 上海主要绿化树种的抑菌物质和芳香成分分析 [J]. 植物资源与环境学报, 2000, **9** (2):62 - 64.  
ZHANG Qingfei, PANG Mingyu, JIANG Yihua, *et al.* The bactericidal and aromatic volatile gas of the main greenery tree species in Shanghai [J]. *J Plant Resour Environ*, 2000, **9** (2):62 - 64.
- [9] 夏忠弟, 毛学政, 罗映辉. 萜烯抗真菌机制的研究[J]. 湖南医科大学学报, 1999, **24** (6):507 - 509.  
XIA Zhongdi, MAO Xuezheng, LUO Yinghui. Study on antifungal mechanism of pinene [J]. *Bull Hunan Med Univ*, 1999, **24** (6): 507 - 509.
- [10] 肖崇厚. 中药化学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1997.