

## 4个六道木品种花挥发性成分分析

吴 垠<sup>1</sup>, 胡文利<sup>2</sup>, 李水根<sup>1</sup>, 马 坤<sup>1,①</sup>, 张亚利<sup>1,①</sup>

(1. 上海市农业科学院, 上海 201403; 2. 中国科学院分子植物科学卓越创新中心, 上海 200032)

**摘要:** 采用固相微萃取 (SPME) 及气相色谱-质谱联用 (GC-MS) 技术对六道木 (*Abelia* spp.) 品种 ‘Francis Mason’、‘Ruby Anniversary’、‘Sparkling Silver’、‘Edward Goucher’ 的花挥发性成分进行分析。结果显示: 4 个六道木品种花挥发性成分分别有 23、22、24 和 21 种, 其中, 萜烯类化合物分别有 16、14、14 和 18 种; 4 个六道木品种的花挥发性成分包含萜烯类、醇类、醛类、酯类、酮类和烷烃类 6 类化合物, 其中, 在 ‘Francis Mason’ 和 ‘Sparkling Silver’ 中检测到这 6 类化合物, 在 ‘Ruby Anniversary’ 中未检测到酮类化合物, 在 ‘Edward Goucher’ 中未检测到醇类和醛类化合物。4 个六道木品种花挥发性成分的共有成分有 11 种, 其中,  $D$ - $\alpha$ -蒎烯和  $\beta$ -蒎烯的相对含量较高, 苯甲醛在 ‘Francis Mason’、‘Ruby Anniversary’ 和 ‘Sparkling Silver’ 中的相对含量也较高。综上所述, 供试 4 个六道木品种间的花挥发性成分存在明显差异。

**关键词:** 六道木; 花挥发性成分; 固相微萃取 (SPME); 气相色谱-质谱联用 (GC-MS)

中图分类号: Q946.8; S685.99 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2024)04-0116-03

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2024.04.14

**Analysis on volatile components in flowers of four *Abelia* spp. cultivars** WU Yin<sup>1</sup>, HU Wenli<sup>2</sup>, LI Shuigen<sup>1</sup>, MA Kun<sup>1,①</sup>, ZHANG Yali<sup>1,①</sup> (1. Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China; 2. Center for Excellence in Molecular Plant Sciences, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200032, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2024, 33(4): 116-118

**Abstract:** The volatile components in flowers of *Abelia* spp. cultivars ‘Francis Mason’, ‘Ruby Anniversary’, ‘Sparkling Silver’, and ‘Edward Goucher’ were analyzed by solid phase microextraction (SPME) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) technology. The results show that there are 23, 22, 24 and 21 volatile components in flowers of the four *Abelia* spp. cultivars, respectively, in which, there are 16, 14, 14, and 18 terpenes, respectively; the volatile components in flowers of the four *Abelia* spp. cultivars contain six types of compounds namely terpenes, alcohols, aldehydes, esters, ketones, and alkanes, in which, all six types of compounds are detected in ‘Francis Mason’ and ‘Sparkling Silver’, ketones are not detected in ‘Ruby Anniversary’, and alcohols and aldehydes are not detected in ‘Edward Goucher’. There are 11 common components in flowers of the four *Abelia* spp. cultivars, in which, the relative contents of  $D$ - $\alpha$ -pinene and  $\beta$ -pinene are relatively high, while the relative contents of benzaldehyde in ‘Francis Mason’, ‘Ruby Anniversary’ and ‘Sparkling Silver’ are also relatively high. In conclusion, there are obvious differences in volatile components in flowers among the four test *Abelia* spp. cultivars.

**Key words:** *Abelia* spp.; flower volatile component; solid phase microextraction (SPME); gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)

花香气成分是观赏植物的重要园艺性状之一<sup>[1-2]</sup>, 在植物资源功能开发利用上具有重要作用<sup>[3]</sup>。研究发现, 忍冬科 (Caprifoliaceae) 植物的花不仅具有观赏价值, 花挥发性成分还具有药用功效<sup>[4-7]</sup>。六道木 (*Abelia* spp.) 为忍冬科的一类重要观赏植物, 因其在原木加工后出现 6 条白色条纹而得名<sup>[8]</sup>。六道木生长迅速, 株型紧凑, 具有耐寒、耐旱、耐修剪及耐瘠薄的特点, 在园林建设中应用广泛。目前, 关于六道木的研究主要集中在繁殖栽培和分类等方面<sup>[8-12]</sup>, 而关于六道木花挥发性成分及活性的研究极少, 仅余航<sup>[13]</sup><sup>36-64</sup> 对大花六道木

(*Abelia* × *grandiflora* (André) Rehd.) 的花挥发性成分进行了检测分析, 并发现其花挥发性成分  $\beta$ -蒎烯和苯乙醛能够吸引稻虱缨小蜂 (*Anagrus nilaparvatae* Pang et Wang), 具有开发成田间引诱剂的潜质。

为了初步了解六道木的花挥发性成分, 采用固相微萃取 (SPME) 及气相色谱-质谱联用 (GC-MS) 技术对六道木品种 ‘Francis Mason’、‘Ruby Anniversary’、‘Sparkling Silver’ 和 ‘Edward Goucher’ 的花挥发性成分进行检测分析, 以期为六道木花挥发性成分的开发利用提供参考。

收稿日期: 2023-11-24

基金项目: 上海市花卉产业技术体系建设[沪农科产字(2023)第 8 号]

作者简介: 吴 垠 (1995—), 男, 河南安阳人, 硕士研究生, 主要从事花卉栽培与生理生化研究。

①通信作者 E-mail: 20150429@saas.sh.cn; zhangyl@saas.sh.cn

引用格式: 吴 垠, 胡文利, 李水根, 等. 4 个六道木品种花挥发性成分分析[J]. 植物资源与环境学报, 2024, 33(4): 116-118.

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

于2022年10月天气晴朗日9:00左右,在上海市农业科学院资源圃中采集扦插繁殖后株高60~80 cm的六道木品种‘Francis Mason’、‘Ruby Anniversary’、‘Sparkling Silver’和‘Edward Goucher’植株上完全开放的花。每个品种选择3~5株,在东、南、西、北4个方向随机采集,每个品种采集15朵花,置于自制采集瓶(240 mL)中,密封后于1 h内进行检测。

### 1.2 方法

以癸酸乙酯(质量浓度 $10 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,德国Dr. E公司)为内标物,用无水乙醇配制成质量浓度 $100 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液;于 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 条件下,使用50/30  $\mu\text{m}$  DVB/CAR/PDMS萃取头(美国Supelco公司)萃取30 min后进行GC-MS分析。

采用Agilent 7890B-5977MSD气相色谱-质谱联用仪(美国Agilent公司)进行GC-MS分析。色谱条件:色谱柱为Agilent HP-5MS石英毛细管柱(30 m $\times$ 0.25 mm,0.25  $\mu\text{m}$ );载气为高纯氮气(纯度99.99%),流速 $1.0 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ;进样口温度 $250 \text{ }^\circ\text{C}$ 。升温程序:起始柱温 $40 \text{ }^\circ\text{C}$ ,保持2 min;先以 $10 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 速率升温至 $180 \text{ }^\circ\text{C}$ ,再以 $5 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 速率升温至 $210 \text{ }^\circ\text{C}$ 并保持3 min,最后以 $20 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 速率升温至 $250 \text{ }^\circ\text{C}$ 并保持2 min。质谱条件:电轰击电离,电离能70 eV;接口温度

$250 \text{ }^\circ\text{C}$ ,离子源温度 $230 \text{ }^\circ\text{C}$ ,四级杆温度 $150 \text{ }^\circ\text{C}$ ;全扫描模式,扫描质量范围40~550 amu。

### 1.3 数据处理

将GC-MS检测结果在NIST 14.L谱库中进行检索和比对,确定各挥发性成分,并计算每个挥发性成分峰面积与内标物峰面积的比值,即相对含量。

## 2 结果和分析

检测结果(表1)显示:‘Francis Mason’、‘Ruby Anniversary’、‘Sparkling Silver’和‘Edward Goucher’花挥发性成分分别有23、22、24和21种,其中萜烯类化合物分别有16、14、14和18种,占比分别为69.6%、63.6%、58.3%和85.7%,说明4个六道木品种花挥发性成分均以萜烯类化合物为主。

不同品种六道木的花挥发性成分类型存在一定差异:‘Francis Mason’和‘Sparkling Silver’花挥发性成分包含萜烯类、醇类、醛类、酯类、酮类和烷烃类6类化合物,在‘Ruby Anniversary’花挥发性成分中未检测到酮类化合物,而在‘Edward Goucher’花挥发性成分中未检测到醇类和醛类化合物。

比较来看,4个六道木品种花挥发性成分的共有成分有11种,其中, $D$ - $\alpha$ -蒎烯( $D$ - $\alpha$ -pinene)和 $\beta$ -蒎烯( $\beta$ -pinene)的相对含量均较高。从特有成分看,在‘Francis Mason’中未检测到特有成分,在‘Ruby Anniversary’中检测到 $D$ -柠檬烯

表1 不同品种六道木花挥发性成分组成及相对含量分析<sup>1)</sup>

Table 1 Analyses on composition and relative contents of volatile components in flowers of different *Abelia* spp. cultivars<sup>1)</sup>

化合物 Compound	在不同品种中的相对含量 Relative content in different cultivars				化合物 Compound	在不同品种中的相对含量 Relative content in different cultivars			
	FM	RA	SS	EG		FM	RA	SS	EG
萜烯类 Terpenes					germacrene	0.22	0.16	—	0.39
$\alpha$ -phellandrene	0.39	—	0.27	0.43	$\alpha$ -farnesene	—	1.01	—	—
$D$ - $\alpha$ -pinene	32.30	6.99	19.17	30.11	$\alpha$ -amorphene	—	—	—	0.21
camphene	0.36	—	0.22	0.31	$\delta$ -cadinene	0.34	0.66	0.23	0.66
$\beta$ -phellandrene	4.64	3.44	5.60	1.38	醇类 Alcohols				
$\beta$ -pinene	25.01	8.25	17.33	21.49	3-hexanol	—	0.16	0.20	—
$\beta$ -myrcene	2.67	—	2.84	2.05	( $E$ )-3-hexen-1-ol	—	0.24	0.03	—
2-carene	—	—	—	0.13	benzyl alcohol	—	—	3.49	—
cymene	—	—	—	0.39	phenylethyl alcohol	4.19	—	2.48	—
$D$ -limonene	—	0.27	—	—	cubebol	—	0.11	—	—
(+)-sabinene	1.15	—	0.82	1.88	醛类 Aldehydes				
( $E$ )-4,8-dimethylnona-1,3,7-triene	0.31	0.33	0.30	—	benzaldehyde	17.15	28.37	28.91	—
$\alpha$ -cubebene	0.11	0.57	—	—	benzeneacetaldehyde	15.99	4.53	2.26	—
copaene	0.66	2.52	0.45	0.49	酯类 Esters				
(-)- $\beta$ -bourbonene	1.48	1.80	0.78	0.64	acetic acid, nonyl ester	1.92	3.28	2.80	6.18
caryophyllene	4.76	4.36	2.23	9.88	methyl salicylate	1.34	0.73	0.57	—
$\beta$ -copaene	0.19	0.21	0.11	0.20	酮类 Ketones				
$Z,Z,Z$ -1,5,9,9-tetramethyl- 1,4,7-cycloundecatriene	0.69	0.23	0.28	2.39	( $E$ )-pinocampone	0.65	—	0.30	0.30
$\beta$ -cubebene	—	—	—	0.11	烷烃类 Alkanes				
					decane	3.48	1.63	2.66	0.75

<sup>1)</sup> FM: ‘Francis Mason’; RA: ‘Ruby Anniversary’; SS: ‘Sparkling Silver’; EG: ‘Edward Goucher’. —: 未检出 Undetected.

(*D*-limonene)、 $\alpha$ -法尼烯( $\alpha$ -farnesene)和萜澄茄醇(cubebol) 3种,在‘Sparkling Silver’中仅检测到苯甲醇(benzyl alcohol) 1种,在‘Edward Goucher’中则检测到2-萜烯(2-carene)、伞花烃(cymene)、 $\beta$ -萜澄茄油烯( $\beta$ -cubebene)和 $\alpha$ -紫穗槐烯( $\alpha$ -amorphene)4种。

*D*- $\alpha$ -萜烯、 $\beta$ -萜烯、苯甲醛(benzaldehyde)和苯乙醛(benzeneacetaldehyde)在‘Francis Mason’中,苯甲醛在‘Ruby Anniversary’中,苯甲醛、*D*- $\alpha$ -萜烯和 $\beta$ -萜烯在‘Sparkling Silver’中以及*D*- $\alpha$ -萜烯和 $\beta$ -萜烯在‘Edward Goucher’中的相对含量均高于10.00。

### 3 讨论和结论

本研究结果显示:供试4个六道木品种的花挥发性成分存在明显差异。‘Francis Mason’和‘Sparkling Silver’花挥发性成分分别有23和24种,均包含6个类型化合物;‘Ruby Anniversary’花挥发性成分有22种,包含5个类型化合物;‘Edward Goucher’花挥发性成分有21种,包含4个类型化合物。4个六道木品种花挥发性成分以萜烯类化合物为主,且*D*- $\alpha$ -萜烯和 $\beta$ -萜烯的相对含量均较高,这与大花六道木花挥发性成分的相关研究结果<sup>[13]26-35</sup>基本一致。相关研究结果表明: $\alpha$ -萜烯是大气中含量最高的自然源萜类挥发性有机物<sup>[14]</sup>,可用作食用香精<sup>[15]</sup>,具有左旋、右旋及消旋3种结构式。其中,*D*- $\alpha$ -萜烯具有杀灭骚扰库蚊(*Culex pipiens molestus* Forskal)<sup>[16]</sup>,驱赶家蝇(*Musca domestica* Linn.)<sup>[17]</sup>及抑制产气荚膜梭菌[*Clostridium perfringens* (Veillon et Zuber) Hauduroy et al.]、大肠杆菌[*Escherichia coli* (Migula) Castellani et Chalmers]和金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus* Rosenbach)生长的作用<sup>[18]</sup>; $\beta$ -萜烯多应用于萜烯树脂、香叶醇等重要的合成香料中<sup>[19]</sup>,还对产气荚膜梭菌、大肠杆菌、白色念珠菌[*Candida albicans* (Robin) Berkhout]、新型隐球菌[*Cryptococcus neoformans* (San Felice) Vuill.]和金黄色葡萄球菌有抑制作用<sup>[18,20]</sup>。推测这可能是六道木花具有驱虫杀菌效应<sup>[21]</sup>的一个原因。

此外,‘Francis Mason’、‘Ruby Anniversary’和‘Sparkling Silver’花挥发性成分中苯甲醛的相对含量较高,该成分是一种广泛应用于合成染料、香料和药物等精细化学品的中间体<sup>[22]</sup>,为六道木花挥发性成分的开发应用提供了新方向。

#### 参考文献:

- [1] 张莹,李辛雷,王彩霞. 闽鄂山茶及其芽变品种‘珍珠茶’花香气组成成分分析[J]. 植物资源与环境学报, 2022, 31(4): 95-97.
- [2] 王洪乾,寇亚平,姚晨阳,等. 基于HS-SPME-GC-MS测定5种蔷薇属植物花瓣挥发性成分[J]. 植物遗传资源学报, 2023, 24(6): 1626-1638.
- [3] 张莹,田敏,王彩霞,等. 不同温度条件下香水文心兰花香气的成分分析及感官评定[J]. 植物资源与环境学报, 2015, 24(2): 112-114.
- [4] 高松,冯宝民,王芳,等. 气-质联用法对锦带花主要挥发性成分的分析[J]. 辽宁中医杂志, 2012, 39(1): 134-135.
- [5] 吕金顺. 香荚蒾花挥发性化学成分分析[J]. 食品科学, 2005, 26(8): 310-312.
- [6] 蒋金和,周林宗,蒋高华. 臭荚蒾挥发性成分分析[J]. 云南化工, 2014, 41(2): 32-34.
- [7] 王振中,毕宇安,尚强,等. 金银花与山银花挥发性成分GC-MS的研究[J]. 中草药, 2008, 39(5): 672-674.
- [8] 桂炳中,刘雪云. 六道木的繁殖与栽培[J]. 花卉, 2015(8): 6-7.
- [9] 李水根,关媛,李记开,等. 大花六道木叶片直接诱导不定芽再生研究[J]. 上海农业学报, 2018, 34(5): 44-48.
- [10] 汪思奇,杨萌萌,宋年平,等. 六道木嫩芽快速繁殖的研究[J]. 山东林业科技, 2012(5): 12-14, 128.
- [11] 孙学刚. 甘肃省六道木属植物的研究[J]. 甘肃农业大学学报, 1996, 31(4): 317-322.
- [12] ZHOU S L, FUNAMOTO T, HUANG P H, et al. Discovery of *Abelia spathulata* (Caprifoliaceae) in eastern China [J]. Acta Phytotaxonomica Sinica, 2006, 44(4): 467-470.
- [13] 余航. 大花六道木对稻螟蠖小蜂的引诱作用[D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
- [14] ZANG X, ZHANG Z, WANG C, et al. Vacuum ultraviolet free-electron laser photoionization mass spectrometry of alpha-pinene ozonolysis [J]. Chinese Journal of Chemical Physics, 2022, 35(2): 281-288.
- [15] 王宏运,程海军,赖芳,等. 气相色谱法测定 $\alpha$ -萜烯和马鞭草烯酮[J]. 粮食与油脂, 2022, 35(2): 146-148, 152.
- [16] TRABOULSI A F, TAOUBI K, EL-HAJ S, et al. Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae) [J]. Pest Management Science, 2002, 58: 491-495.
- [17] HASELTON A T, ACEVEDO A, KURUVILLA J, et al. Repellency of  $\alpha$ -pinene against the house fly, *Musca domestica* [J]. Phytochemistry, 2015, 117: 469-475.
- [18] HWANG Y H, LEE H S. Antibacterial activity of *Pinus densiflora* leaf-derived components toward human intestinal bacteria [J]. Journal of Microbiology and Biotechnology, 2002, 12(4): 610-616.
- [19] 徐晓琴,廖丹葵,李立硕,等.  $\alpha$ -萜+ $\beta$ -萜烯+对伞花烃常压汽液平衡测定与关联[J]. 化工学报, 2007, 58(12): 2970-2974.
- [20] DA SILVA A C R, LOPES P M, DE AZEVEDO M M B, et al. Biological activities of alpha-pinene and beta-pinene enantiomers [J]. Molecules, 2012, 17: 6305-6316.
- [21] 吕剑,黄凌云. 大花六道木的盆栽管理技术[J]. 北方园艺, 2007(4): 182-183.
- [22] 朱宪,王彬,张彰,等. 苯甲醛清洁生产工艺技术研究进展[J]. 化工进展, 2005, 24(2): 109-116.

(责任编辑:佟金凤)