

## 不同月份竹叶花椒叶挥发性成分比较

杨璟璟<sup>1,2</sup>, 印敏<sup>2</sup>, 雍旭红<sup>2</sup>, 冯煦<sup>2</sup>, 王碧<sup>2,①</sup>, 王奇志<sup>1,2,①</sup>

[1. 南京中医药大学, 江苏 南京 210023; 2. 江苏省中国科学院植物研究所(南京中山植物园): a. 江苏省植物资源研究与利用重点实验室, b. 江苏省中药材生态种植与高值化利用工程研究中心, 江苏 南京 210014]

**摘要:** 利用 GC-MS 技术检测并比较了 3 月至 10 月竹叶花椒(*Zanthoxylum armatum* DC.) 叶挥发油的成分组成和相对含量差异。结果表明: 3 月至 10 月竹叶花椒叶挥发油含量为 0.06%~0.53%, 且在不同月份间存在明显差异。在竹叶花椒叶挥发油中共鉴定出 41 种挥发性成分, 其中, 烯类成分最多(18), 醇类成分次之(11), 而酯类、酸类、醛类、酮类和氧化物成分均较少, 分别只有 5、3、2、1 和 1 种。竹叶花椒叶挥发性成分在 4 月最多(36), 在 9 月最少(12)。不同月份竹叶花椒叶挥发性成分均以烯类和醇类为主, 且主要成分为桉叶油醇和 *D*-柠檬烯。结合其他研究结果, 推测竹叶花椒叶挥发油可能具有抑菌活性。

**关键词:** 竹叶花椒; 挥发油; 挥发性成分; 抑菌活性

中图分类号: Q946.8; R284.1; S567.1<sup>+</sup>9 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2023)02-0098-03  
DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2023.02.13

**Comparison on volatile components from leaves of *Zanthoxylum armatum* in different months** YANG Jingjing<sup>1,2</sup>, YIN Min<sup>2</sup>, YONG Xuhong<sup>2</sup>, FENG Xu<sup>2</sup>, WANG Bi<sup>2,①</sup>, WANG Qizhi<sup>1,2,①</sup> [1. Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China; 2. Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences (Nanjing Botanical Garden Mem. Sun Yat-Sen); a. Jiangsu Key Laboratory for the Research and Utilization of Plant Resources, b. Engineering Research Center of Eco-cultivation and High-value Utilization of Chinese Medicinal Materials, Nanjing 210014, China], *J. Plant Resour. & Environ.*, 2023, 32(2): 98-100

**Abstract:** The differences in composition and relative contents of components in essential oil from leaves of *Zanthoxylum armatum* DC. from March to October were detected and compared by GC-MS technology. The results show that the content of essential oil from leaves of *Z. armatum* from March to October is 0.06%–0.53%, and are evidently different among different months. Forty-one volatile components are identified in essential oil from leaves of *Z. armatum* in total, in which, alkenes are the most (18), followed by alcohols (11), while esters, acids, aldehydes, ketones, and oxides are all less, with only 5, 3, 2, 1, and 1 components, respectively. The volatile components from leaves of *Z. armatum* are the most in April (36), but the least in September (12). Alkenes and alcohols are both dominant in the volatile components from leaves of *Z. armatum* in different months, and the main components are eucalyptol and *D*-limonene. Combined with the results of other researches, it is speculated that the essential oil from leaves of *Z. armatum* may possess anti-microbial activity.

**Key words:** *Zanthoxylum armatum* DC.; essential oil; volatile component; anti-microbial activity

竹叶花椒 (*Zanthoxylum armatum* DC.) 为芸香科 (Rutaceae) 花椒属 (*Zanthoxylum* Linn.) 落叶小乔木, 主产于山东以南地区<sup>[1]</sup>, 其根、茎、叶、果实及种子均可入药<sup>[2-3]</sup>, 果实还具有消炎、镇痛等活性<sup>[4]</sup>。在日常生活中, 竹叶花椒果实的利用率较高, 不但可用作调味料和防腐剂<sup>[1,3]</sup>, 还可用作植物源杀虫剂<sup>[5]</sup>。值得注意的是, 竹叶花椒叶片未得到充分利用, 多被焚烧或掩埋, 造成资源浪费并污染环境。分析竹叶花椒叶挥发性成分可发现其潜在药用价值, 提高其的利用水平。

为此, 本研究采用 GC-MS 技术检测并比较了 3 月至 10 月竹叶花椒叶挥发性成分的组成和相对含量差异, 明确了不

同月份竹叶花椒叶挥发性成分的动态变化规律, 为竹叶花椒叶的开发利用提供参考依据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 材料

在江苏省南京市中山植物园球宿根花卉园内选取 3 株龄 10 a 的竹叶花椒, 于 2021 年 3 月 5 日、4 月 7 日、5 月 6 日、6 月 3 日、7 月 7 日、8 月 5 日、9 月 2 日、10 月 5 日采集样株同一位置树梢中上部向阳面健康枝条上的成熟功能叶, 每株采

收稿日期: 2022-07-27

基金项目: 江苏省植物资源研究与利用重点实验室开放基金项目 (JSPKLB202051); 江苏省林业科技创新与推广项目 (LYKJ[2020]09)

作者简介: 杨璟璟 (1996—), 女, 山东泰安人, 硕士研究生, 主要从事天然产物活性成分研究与开发工作。

①通信作者 E-mail: wangbi@cnbg.net; wangqizhi@cnbg.net

引用格式: 杨璟璟, 印敏, 雍旭红, 等. 不同月份竹叶花椒叶挥发性成分比较[J]. 植物资源与环境学报, 2023, 32(2): 98-100.

集 200 g 叶片。原植物经江苏省中国科学院植物研究所袁昌齐研究员鉴定, 凭证标本保存于江苏省中国科学院植物研究所天然产物化学研究中心。

## 1.2 方法

采用《中华人民共和国药典》<sup>[6]</sup> 中的方法提取叶挥发油, 计算挥发油含量, 计算公式为挥发油含量 = (挥发油体积/叶质量) × 100%。重复取样并提取 3 次。

使用全氟三丁胺 (PFTBA) 作为调谐标样, 使用 Agilent 6890/5973 气相色谱-质谱联用仪 (美国 Agilent 公司) 对挥发油中的成分进行 GC-MS 分析。色谱条件: HP-5 熔融石英毛细管柱 (0.25 mm × 30 m, 0.25 μm); 载气为氦气, 恒定流速 1.0 mL · min<sup>-1</sup>, 进样口温度 250 °C。升温程序: 初始温度 40 °C, 保持 3 min; 以 5 °C · min<sup>-1</sup> 速率升至 120 °C, 保持 3 min; 以 30 °C · min<sup>-1</sup> 速率升至 280 °C, 保持 5 min。质谱条件: 进样器温度 250 °C, 检测器温度 250 °C, 离子源温度 230 °C, 电离能 70 eV; 总离子扫描模式, 质量扫描范围 33~800 amu, 扫描时间 0.2 s。利用 NIST17.L 数据库对各挥发性成分进行定性分析, 并计算各成分的相对含量。重复取样测定 3 次。

## 1.3 数据统计分析

采用 EXCEL 2010 软件统计数据, 计算平均值和标准差。

## 2 结果和分析

统计结果显示: 竹叶花椒叶挥发油含量在不同月份间存在明显差异, 依次为 0.06%、0.08%、0.12%、0.18%、0.24%、0.30%、0.52%、0.53%。

检测结果 (表 1) 显示: 在竹叶花椒叶挥发油中共鉴定出 41 种挥发性成分, 包括烯类成分 18 种、醇类成分 11 种、酯类成分 5 种、酸类成分 3 种、醛类成分 2 种、酮类和氧化物成分各 1 种。总体来看, 烯类和醇类成分在各月份均有, 而醛类、酸类和氧化物成分主要集中在 3 月至 5 月。3 月至 10 月挥发性成分分别有 34、36、34、24、25、19、12 和 17 种。4 月的挥发性成分最多, 其中, 烯类成分最多 (16 种), 总相对含量为 37.91%; 醇类成分有 11 种, 总相对含量为 38.22%。9 月的挥发性成分最少, 其中, 烯类成分有 7 种, 总相对含量为 20.19%; 醇类成分有 4 种, 总相对含量为 76.54%。

表 1 不同月份竹叶花椒叶挥发性成分的相对含量 ( $\bar{X} \pm SD$ )

Table 1 Relative content of volatile components from leaves of *Zanthoxylum armatum* DC. in different months ( $\bar{X} \pm SD$ )

编号 No.	成分 Component	不同月份的相对含量/% <sup>1)</sup> Relative content in different months <sup>1)</sup>							
		3月 Mar.	4月 Apr.	5月 May	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	10月 Oct.
烯类 Alkenes									
1	$\alpha$ -pinene	—	—	—	1.97±0.27	1.70±0.73	—	—	—
2	cyclofenchene	1.33±0.12	0.96±0.01	0.97±0.01	—	—	1.40±0.50	0.75±0.02	3.53±1.30
3	sabinene	6.96±1.03	1.84±0.52	2.37±0.88	5.85±2.06	5.89±1.78	7.11±2.03	4.98±1.66	7.90±1.67
4	(-)- $\beta$ -pinene	0.52±0.02	—	—	0.46±0.01	0.41±0.02	—	—	0.74±0.08
5	$\beta$ -myrcene	2.44±0.96	1.60±0.18	1.54±0.01	2.45±0.94	2.43±1.00	2.11±0.30	1.52±0.05	2.88±1.33
6	$\alpha$ -phellandrene	1.01±0.87	1.23±0.21	1.74±0.22	2.01±0.11	1.77±0.06	1.17±0.08	—	1.68±0.07
7	D-limonene	13.35±2.31	18.86±1.03	18.95±1.45	20.35±2.04	20.96±1.97	11.96±0.79	9.63±0.86	17.04±1.95
8	cis- $\beta$ -ocimene	0.89±0.02	1.27±0.05	1.89±0.37	1.46±0.01	2.05±0.99	0.95±0.01	0.77±0.02	1.24±0.03
9	$\gamma$ -terpinene	0.59±0.01	0.26±0.01	0.26±0.01	—	0.47±0.01	0.59±0.01	—	—
10	(-)- $\beta$ -elemene	5.00±1.01	1.32±0.07	3.06±1.05	0.46±0.01	0.65±0.07	—	—	—
11	$\beta$ -caryophyllene	2.75±0.89	2.64±0.11	2.84±0.05	2.29±0.07	2.42±0.62	1.74±0.38	1.36±0.04	4.65±1.36
12	germacrene B	—	0.23±0.01	0.86±0.02	—	—	—	—	—
13	humulene	0.85±0.31	0.41±0.01	0.39±0.01	—	0.33±0.01	—	—	0.53±0.01
14	$\gamma$ -muurolene	—	0.28±0.01	—	0.50±0.01	—	—	—	0.52±0.01
15	germacrene D	0.61±0.24	4.27±0.74	2.59±0.63	2.48±1.00	2.41±0.77	1.01±0.01	1.18±0.05	1.42±0.02
16	$\beta$ -cyclogermacrene	0.35±0.07	1.07±0.03	0.56±0.01	1.09±0.08	0.80±0.01	0.58±0.01	—	0.71±0.01
17	$\beta$ -copaene	2.43±0.99	1.18±0.02	0.23±0.01	—	—	—	—	—
18	cadina-1(10),4-diene	—	0.49±0.01	—	0.67±0.01	—	—	—	0.50±0.01
醇类 Alcohols									
19	eucalyptol	28.52±1.27	21.21±1.98	18.74±1.02	41.29±2.98	27.15±1.03	51.19±1.01	72.18±2.64	48.71±2.52
20	linalool	0.82±0.08	3.02±1.10	19.34±1.16	—	18.22±0.93	—	—	—
21	(-)-4-terpineol	1.15±0.86	1.05±0.03	0.52±0.01	0.76±0.01	0.58±0.02	1.20±0.03	1.52±0.04	—
22	$\alpha$ -terpineol	0.70±0.04	1.06±0.07	0.52±0.01	—	0.34±0.01	1.67±0.44	1.78±0.02	5.11±1.01
23	myrtenol	1.08±0.01	1.47±0.04	1.28±0.02	0.77±0.02	0.98±0.02	0.93±0.02	1.06±0.04	—
24	(-)-cis-myrtanol	—	0.25±0.01	0.21±0.01	—	—	—	—	—
25	E-nerolidol	0.44±0.01	0.47±0.01	0.36±0.01	3.54±0.68	0.85±0.01	5.79±1.00	—	1.51±0.05

续表1 Table 1 (Continued)

编号 No.	成分 Component	不同月份的相对含量/% <sup>1)</sup> Relative content in different months <sup>1)</sup>							
		3月 Mar.	4月 Apr.	5月 May	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	10月 Oct.
26	$\alpha$ -cadinol	0.64±0.02	0.37±0.02	0.31±0.02	0.79±0.02	1.42±0.01	1.51±0.03	—	—
27	phytol	5.74±1.68	5.48±1.55	3.28±0.97	2.55±1.01	2.71±0.09	0.84±0.04	—	—
28	<i>t</i> -muurolol	0.42±0.01	0.22±0.01	—	—	—	—	—	—
29	linolyl alcohol	1.01±0.04	3.62±1.00	1.75±0.60	1.10±0.19	—	—	—	—
醛类 Aldehydes									
30	myrtanal	0.30±0.01	—	0.23±0.01	—	—	—	—	—
31	9,17-octadecadienal	0.43±0.01	0.72±0.08	0.27±0.02	—	—	—	—	—
酯类 Esters									
32	myrtenyl formate	—	—	0.23±0.01	—	0.42±0.01	—	—	—
33	myrtenyl acetate	0.53±0.03	0.34±0.01	0.42±0.03	0.51±0.01	0.50±0.01	—	—	—
34	<i>trans</i> -methyl cinnamate	1.48±0.50	1.02±0.05	8.70±1.07	—	—	—	—	—
35	( <i>E</i> )-farnesyl acetate	—	—	—	2.15±0.77	0.80±0.01	0.62±0.06	—	0.70±0.01
36	methyl linolenate	0.29±0.01	0.58±0.03	0.24±0.05	—	—	—	—	—
酮类 Ketones									
37	2-undecanone	0.55±0.02	6.49±1.89	2.57±1.02	2.30±0.31	1.72±0.09	3.17±0.87	3.04±0.89	—
氧化物 Oxides									
38	caryophyllene oxide	3.39±1.00	0.26±0.01	0.34±0.01	—	—	—	—	—
酸类 Acids									
39	palmitic acid	0.97±0.01	3.03±1.09	0.32±0.02	—	—	—	—	—
40	linolic acid	0.89±0.04	1.40±0.20	—	—	—	—	—	—
41	linolenic acid	4.44±1.33	7.04±2.01	0.53±0.02	0.48±0.01	—	—	—	—

<sup>1)</sup>—: 未检出 Undetected.

比较发现, 桉烯、 $\beta$ -月桂烯、*D*-柠檬烯、*cis*- $\beta$ -罗勒烯、 $\beta$ -石竹烯、大根香叶烯 D 和桉叶油醇为 3 月至 10 月挥发油的共有成分。总体来看, 桉叶油醇和 *D*-柠檬烯的相对含量在 3 月至 10 月均明显高于其他成分, 芳樟醇的相对含量在 5 月和 7 月也较高。除 5 月外, 桉叶油醇的相对含量在其他月份均最高 (21.21%~72.18%), *D*-柠檬烯的相对含量次之 (9.63%~20.96%), 并且, 桉叶油醇和 *D*-柠檬烯的相对含量分别在 9 月和 7 月达到最高值。

### 3 讨论和结论

研究表明, 季节、物种和叶龄是影响植物挥发性成分释放的重要因子<sup>[7]</sup>。本研究中, 竹叶花椒叶挥发油含量在不同月份间存在明显差异, 挥发性成分组成和相对含量在不同月份间也存在明显差异; 在 3 月至 10 月期间, 竹叶花椒叶挥发油含量随着月份顺延逐渐升高。推测叶龄可能是造成上述结果的主要原因。值得注意的是, 竹叶花椒叶挥发油的主要成分为桉叶油醇和 *D*-柠檬烯, 而这 2 个成分在预防马铃薯软腐病上具有重要作用<sup>[8]</sup>, 由此推断竹叶花椒叶挥发油可能具有抗菌活性, 值得深入研究。

### 参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第四十三卷第二册[M]. 北京: 科学出版社, 1997: 43.
- [2] GILANI S N, KHAN A, GILANI A H. Pharmacological basis for the medicinal use of *Zanthoxylum armatum* in gut, airways and cardiovascular disorders[J]. *Phytotherapy Research*, 2010, 24(4): 553-558.
- [3] 谢光月, 王雅, 王栋, 等. 竹叶花椒的研究进展[J]. *中国食品工业*, 2019(6): 67-69.
- [4] 哈立洋, 杨斌, 尹可欢, 等. 竹叶花椒挥发油提取工艺优化及镇痛抗炎活性研究[J]. *中药药理与临床*, 2021, 37(3): 127-132.
- [5] 张云, 彭映辉, 曾冬琴, 等. 竹叶花椒果实精油对两种蚊虫的毒杀活性研究[J]. *广西植物*, 2010, 30(2): 274-279.
- [6] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2020年版(四部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 233.
- [7] 蔡志全, 秦秀英. 植物释放挥发性有机物(VOCs)的研究进展[J]. *生态科学*, 2002, 21(1): 86-90.
- [8] HAJIAN-MALEKI H, BAGHAEE-RAVARI S, MOGHADDAM M. Herbal essential oils exert a preservative effect against the potato soft rot disease[J]. *Scientia Horticulturae*, 2021, 285: 110192.

(责任编辑: 佟金凤)