

中图分类号: R932; R284.1; R286.0 文献标志码: A 文章编号: 1006-4931(2023)17-0052-05  
doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2023.17.013



# 顶空固相微萃取 - 气相色谱 - 质谱法分析两面针根、茎、叶的挥发性成分

何嘉伟, 江汉美<sup>△</sup>, 刘天琪, 田宇

(湖北中医药大学·湖北省药用植物研发中心, 湖北 武汉 430065)

**摘要:**目的 鉴定两面针根、茎、叶的挥发性成分,为两面针的临床应用提供参考。方法 采用顶空固相微萃取法对样品进行前处理,采用气相色谱-质谱法鉴定两面针根、茎、叶的挥发性成分,采用面积归一化法计算各成分的相对含量,通过SPSS 21.0统计学软件对挥发性成分及其含量进行主成分分析。结果 两面针根、茎、叶中共鉴定出72种化合物,根、茎、叶中分别鉴定出24种、36种、50种挥发性成分,分别占挥发性成分的56.34%,75.64%,82.31%。两面针3个部位的共有成分有10种,且不同部位的含量不同。根、茎、叶中 $\beta$ -石竹烯的相对含量均最高,分别为32.74%,16.82%,25.56%。主成分分析结果显示,综合得分由高到低依次为茎(13.354) > 叶(11.399) > 根(5.040)。结论 两面针根、茎、叶的挥发性成分种类和含量存在较大差异,其中茎的综合得分最高。

**关键词:**两面针;顶空固相微萃取法;气相色谱-质谱法;根;茎;叶;挥发性成分

## Identification of Volatile Components in Roots, Stems and Leaves of *Zanthoxylum Nitidum* by HS-SPME-GC-MS

HE Jiawei, JIANG Hanmei, LIU Tianqi, TIAN Yu

(Hubei University of Traditional Chinese Medicine · Research and Development Center of Medicinal Plant in Hubei Province, Wuhan, Hubei, China 430065)

**Abstract: Objective** To identify the volatile components in roots, stems, and leaves of *Zanthoxylum nitidum*, and to provide a

第一作者:何嘉伟,男,硕士研究生在读,研究方向为中药物质基础及其作用机制,(电子信箱)jw03061713@163.com。

<sup>△</sup>通信作者:江汉美,女,教授,研究方向为中药物质基础及其作用机制,(电子信箱)13807186811@163.com。

床评价及不良反应监测[J]. 中国新药杂志,2017,26(11): 1322-1327.

[6] 张永煌,张善堂,张蕾,等. 重症感染患者血清中利奈唑胺的浓度测定与临床应用评价[J]. 中华医院感染学杂志, 2016,26(3):564-567.

[7] ABDUL - AZIZ MH, ALFFENAAR JC, BASSETTI M, et al. Antimicrobial therapeutic drug monitoring in critically ill adult patients: a Position Paper[J]. Intensive Care Med, 2020,46(6): 1127-1153.

[8] WHITEHOUSE T, CEPEDA JA, SHULMAN R, et al. Pharmacokinetic studies of linezolid and teicoplanin in the critically ill[J]. J Antimicrob Chemother, 2005,55(3):333-340.

[9] 曹伟,卢志品,余剑华. 利奈唑胺在肝功能受损患者中的应用[J]. 中国新药与临床杂志,2014,33(8):559-562.

[10] SASAKI T, TAKANE H, OGAWA K, et al. Population pharmacokinetic and pharmacodynamic analysis of linezolid and a hematologic side effect, thrombocytopenia, in Japanese patients[J]. Antimicrob Agents Chemother, 2011,55(5):1867-1873.

[11] CATTANEO D, ALFFENAAR JW, NEELY M. Drug monitoring and individual dose optimization of antimicrobial drugs: oxazolidinones[J]. Expert Opin Drug Metab Toxicol, 2016,12(5): 533-544.

[12] RAO GG, KONICKI R, CATTANEO D, et al. Therapeutic drug monitoring can improve linezolid dosing regimens in current clinical practice: a review of linezolid pharmacokinetics and pharmacodynamics[J]. Ther Drug Nonit, 2020,42(1): 83-92.

[13] YAGI T, NAITO T, DOI M, et al. Plasma exposure of free linezolid and its ratio to minimum inhibitory concentration varies in critically ill patients[J]. Int Antimicrob Agents, 2013,42(4): 329-334.

[14] PEA F, VIALE P, COJUTTI P, et al. Therapeutic drug monitoring may improve safe outcomes of long-term treatment with linezolid in adult patients[J]. J Antimicrob Chemother, 2012,67(8): 2034-2042.

[15] MINICHMAYR IK, SCHAEFTLEIN A, KUTI JL, et al. Clinical determinants of target non-attainment of linezolid in plasma and interstitial space fluid: a pooled population pharmacokinetic analysis with focus on critically ill patients[J]. Clin Pharmacokinetics, 2017,56(6):617-633.

[16] WICHA SG, FREY OR, ROEHR AC, et al. Linezolid in liver failure: exploring the value of the maximal liver function capacity (LiMAx) test in a pharmacokinetic pilot study[J]. Int J Antimicrob Agents, 2017,50(4):557-563.

[17] 庞昶,白玉兰. 利奈唑胺致肝功能异常及乳酸酸中毒1例[J]. 中国感染与化疗杂志,2013,13(2):148-149.

[18] 张伦. 利奈唑胺用于危重症感染患者的合理性评价及影响其血药浓度的相关因素分析[D]. 合肥:安徽医科大学,2017.

(收稿日期:2022-10-25;修回日期:2023-04-07)

reference for its clinical application. **Methods** The sample was pre-treated by headspace solid-phase microextraction (HS-SPME), and the volatile components in roots, stems, and leaves of *Zanthoxylum nitidum* were identified by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The relative content of each component was calculated by the area normalization method. The principal component analysis (PCA) of volatile components and their content were analyzed by the SPSS 21.0 statistical software. **Results** A total of 72 components were identified from the roots, stems, and leaves of *Zanthoxylum nitidum*, with 24, 36, and 50 volatile components identified from the roots, stems, and leaves, accounting for 56.34%, 75.64%, and 82.31% of the volatile components, respectively. There were 10 common components in the three parts of *Zanthoxylum nitidum*, and their contents were obviously different in different parts, in which the components with the highest relative contents were all  $\beta$ -stigmaterene, accounting for 32.74% (roots), 16.82% (stems) and 25.56% (leaves), respectively. The PCA results showed that the comprehensive score of the stem was the highest (13.354), followed by the leaf (11.399) and root (5.040). **Conclusion** There are great differences in the types and contents of volatile components in roots, stems and leaves of *Zanthoxylum nitidum*, and the comprehensive score of stems is the highest.

**Key words:** *Zanthoxylum nitidum*; HS-SPME; GC-MS; roots; stems; leaves; volatile components

两面针为芸香科植物两面针 *Zanthoxylum nitidum* (Roxb.) DC. 的干燥根,具有活血化瘀、行气止痛、祛风通络、解毒消肿功效,临床用于治疗跌扑损伤、胃痛、牙痛、风湿痹痛、毒蛇咬伤、烧烫伤等<sup>[1-9]</sup>。两面针含有生物碱类、香豆素类、木质素类、有机酸等化合物,具有抗肿瘤、抗炎、抗菌、抗寄生虫<sup>[2]</sup>及改善胃肠运动功能、保护胃黏膜<sup>[4-6]</sup>等作用。历版《中国药典(一部)》中两面针的药用部位均为根,未涉及植株的其他部位。但《名医别录》记载了两面针的药用部位和药用方式为“采茎、根,煮酿酒”。历代本草药用部位又增加了果实、皮、枝叶等<sup>[3]</sup>。挥发性成分广泛存在于植物中,是中药的重要有效成分。固相微萃取(SPME)为样品前处理与富集技术,能较真实地反映样品中挥发性成分的组成,现已应用于食品、医药等多个领域<sup>[7]</sup>。主成分分析通过对数据降维、变量提取与压缩、确定分类与聚类,可从复杂的数据中提取有意义的信息<sup>[8]</sup>。本研究中采用顶空固相微萃取(HS-SPME)法对样品进行前处理,采用气相色谱-质谱(GC-MS)法对两面针根、茎、叶的挥发性成分进行分析,并结合主成分分析结果进行比较,为两面针除根以外的其他入药部位的研究提供了参考。现报道如下。

## 1 仪器与试剂

### 1.1 仪器

C-MAG HS-4型手动SPME进样装置(德国IKA公司);Agilent 6890/5973型气相色谱-质谱联用仪(美国Hewlett-Packard公司);顶空瓶(15 mL);65  $\mu$ m聚二甲基硅氧烷-二乙烯基苯(PDMS/DVB)萃取纤维头(美国Supelco公司);ALC-210.2型电子天平(北京赛多利斯天平有限公司,精度为0.01 g)。

### 1.2 试剂

两面针采自湖北中医药大学药用植物园,经湖北

中医药大学杨红兵教授鉴定为正品,后经晾晒、加工分别得到两面针的根、茎、叶。

## 2 方法与结果

### 2.1 样品前处理

取两面针根、茎、叶样品各适量,打粉,过40目筛,备用。取根、茎、叶粉末各0.4 g,分别置15 mL顶空瓶中,插入装有65  $\mu$ m的PDMS/DVB萃取纤维头的手动进样器,80  $^{\circ}$ C下平衡10 min,压缩手柄,伸出萃取头萃取30 min,取出,立即插入气相色谱仪进样口解吸3 min,即得。

### 2.2 试验条件

#### 2.2.1 GC条件

色谱柱:HP-5MS石英毛细管柱(30 m  $\times$  0.25 mm, 0.25  $\mu$ m);升温程序:从50  $^{\circ}$ C开始,以10  $^{\circ}$ C/min的速率升至230  $^{\circ}$ C;载气:高纯度氦气(99.99%);柱流速:0.80 mL/min;进样口温度:230  $^{\circ}$ C;不分流进样。

#### 2.2.2 MS条件

离子源:电子轰击离子源;离子源温度:230  $^{\circ}$ C;电离电压:70 eV;四极杆温度:150  $^{\circ}$ C;质荷比( $m/z$ )扫描范围:45~500。

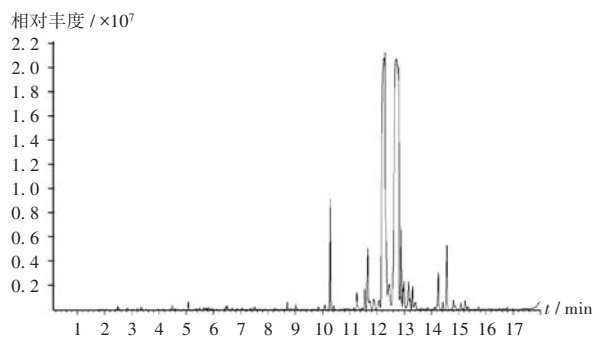
### 2.3 挥发性成分分析

取两面针根、茎、叶样品,按2.2项下试验条件进样分析,共鉴定出72种挥发性成分,包括烯类、醛类、酮类、醇类、酚类、烷类、酯类及其他类化合物,3个部位的共有成分有10种,详见表1,总离子流图见图1。其中,根中鉴定出24种成分,其含量占挥发性成分总量的56.34%,含量最高的为 $\beta$ -石竹烯(32.74%),其次为甲基壬基甲酮(9.42%)、 $\alpha$ -姜黄烯(2.40%)、环氧化蛇麻烯II(1.91%)等;茎中鉴定出36种成分,其含量占挥发性成分总量的75.64%,含量最高的为 $\beta$ -石竹烯(16.82%),其次为甲基壬基甲酮(14.56%)、2-十三烷酮(11.20%)、3,7,11,11-四甲基双环[8.1.0]2,6-十

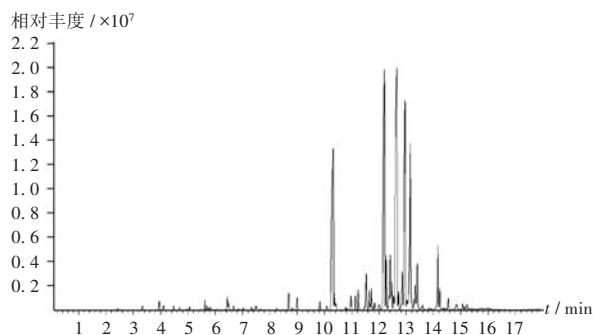
表1 两面针根、茎、叶的挥发性成分  
Tab.1 Volatile components in roots, stems and leaves of *Zanthoxylum nitidum*

序号	保留时间(min)	中文名称	英文名称	分子式	相对含量(%)			序号	保留时间(min)	中文名称	英文名称	分子式	相对含量(%)		
					根	茎	叶						根	茎	叶
1	2.48	氟乙酰胺	fluoroacetamide	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> FNO	0.12	0.14	0.29	39	9.02	桉脑烯醛	myrtenal	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	0.21	0.48	3.62
2	3.33	己醛	hexanal	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O		0.18	0.19	40	9.38	正戊酸-(Z)-3-己烯酯	Z-3-hexenyl valerate	C <sub>11</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>			0.13
3	3.96	反式-2-己烯醛	trans-2-hexenal	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O		0.38	3.21	41	9.84	胡椒酮	pipitone	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O		0.34	0.83
4	4.12	反式-2-己烯-1-醇	trans-2-hexen-1-ol	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O			1.82	42	10.08	肉桂醛	cinnamaldehyde	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O		0.22	
5	4.48	环辛四烯	cyclooctatetraene	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>		0.19		43	10.09	桂皮醛	trans-cinnamaldehyde	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O	0.17		0.11
6	4.48	苯并环丁烯	benzocyclobutene	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>			0.10	44	10.29	甲基壬基甲酮	2-undecanone	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> O	9.42	14.56	5.45
7	4.49	苯乙烯	phenylethylene	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	0.11			45	10.98	1,5,5-三甲基-6-亚甲基环己烯	1,5,5-trimethyl-6-methylenecyclohexene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>		0.55	
8	4.70	2,4-己二烯醛	2,4-hexadienal	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O		0.12	0.82	46	11.14	立方烯	$\alpha$ -cubebene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>		0.49	0.36
9	5.06	$\alpha$ -蒎烯	(-)- $\alpha$ -pinene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	0.22	0.13		47	11.24	5-烯丙基愈创木酚	5-allylguaiacol	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>			0.83
10	5.07	蒎烯	(1R)-(+)- $\alpha$ -pinene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>			0.32	48	11.26	丁香酚	eugenol	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	0.70		3.95
11	5.30	2,2-二甲基-3-亚甲基二环[2.2.1]庚烷	2,2-dimethyl-3-methylenebicyclo[2.2.1]heptane	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>			0.14	49	11.55	(-)- $\alpha$ -蒎烯	$\alpha$ -copaene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.74	1.45	1.20
12	5.47	苯甲醛	benzaldehyde	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O			0.16	50	11.72	$\beta$ -覆香烯	$\beta$ -elemene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>		1.02	0.23
13	5.63	桉烯	sabinene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>		0.34	1.50	51	12.03	2,6-二甲基-6-(4-甲基-3-戊烯基)双环[3.1.1]庚-2-烯	$\alpha$ -bergamotene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.66	0.35	0.44
14	5.70	左旋- $\beta$ -蒎烯	(1S)-(1)- $\beta$ -pinene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>		0.25		52	12.22	$\beta$ -石竹烯	$\beta$ -caryophyllene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	32.74	16.82	25.56
15	5.71	$\beta$ -蒎烯	$\beta$ -pinene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>			0.69	53	12.27	2,6-二甲基-6-(4-甲基-3-戊烯基)双环[3.1.1]庚-2-烯	$\alpha$ -bergamotene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>		1.99	
16	5.76	甲基庚烯酮	6-methyl-5-hepten-2-one	C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> O			0.46	54	12.42	(+)-香橙烯	(+)-aromadendene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>		3.61	5.52
17	5.82	3-亚甲基-6-(1-甲基乙基)环己烯	3-methylene-6-(1-methylethyl)-cyclohexene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>		0.13		55	12.88	$\alpha$ -姜黄烯	$\alpha$ -curcumene	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	2.40	1.78	
18	5.83	$\beta$ -月桂烯	$\beta$ -myrcene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>			0.40	56	12.93	1,2,4a,5,6,8a-六氢-1-异丙基-4,7-二甲基萘	(-)- $\alpha$ -muurolene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>			1.99
19	5.93	1-甲基-1-环己烯	1-methyl-1-cyclohexene	C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> CH <sub>3</sub>			0.11	57	12.95	2-十三烷酮	2-tridecanone	C <sub>13</sub> H <sub>26</sub> O		11.20	
20	6.00	正辛醛	octanal	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O			0.16	58	12.99	3,7,11,11-四甲基双环[8.1.0]2,6-十一碳二烯	3,7,11,11-tetramethylbicyclo[8.1.0]2,6-undecadiene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	1.53		
21	6.08	$\alpha$ -水芹烯	$\alpha$ -phellandrene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>			0.12	59	13.02	(+)- $\beta$ -芹子烯	(+)- $\beta$ -selinene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>			1.08
22	6.15	反式-2,4-庚二烯醛	(E,E)-2,4-heptadienal	C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> O			0.14	60	13.10	3,7,11-三甲基-1,3,6,10-十二碳-四烯	(E,E)- $\alpha$ -farnesene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>			5.88
23	6.26	异松油烯	terpinolene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>			0.18	61	13.17	3,7,11,11-四甲基双环[8.1.0]2,6-十一碳二烯	3,7,11,11-tetramethylbicyclo[8.1.0]2,6-undecadiene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	1.57	8.96	
24	6.45	右旋蒎二烯	(+)-limonene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	0.12	0.84	2.19	62	13.28	雪松烯	(R)- $\beta$ -himachalene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>			0.68
25	6.51	桉叶油醇	cinole	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	0.15		1.38	63	13.31	(-)- $\beta$ -花柏烯	(-)- $\beta$ -chamigrene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.71		
26	6.67	(Z)-3,7-二甲基-1,3,6-十八烷三烯	(Z)- $\beta$ -ocimene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>		0.15	0.62	64	13.33	1,2,4a,5,6,8a-六氢-1-异丙基-4,7-二甲基萘	(-)- $\alpha$ -muurolene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>		1.33	
27	6.77	2-甲基-6-亚甲基-2-烯	2-methyl-6-methyleneoct-2-ene	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>			0.17	65	13.42	$\Delta$ -杜松烯	(+)-delta-cadinene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.43	1.73	0.82
28	6.89	$\gamma$ -蒎品烯	$\gamma$ -terpinene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>			0.31	66	13.56	顺式- $\alpha$ -双沙伯烯	cis- $\alpha$ -bisabolene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>			0.15
29	7.33	2-壬酮	2-nonanone	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O		0.16		67	13.86	氧化石竹烯	caryophyllene oxide	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	0.12	0.11	
30	7.33	异松油烯	terpinolene	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>			0.26	68	14.12	内-2-甲基双环[3.3.1]壬烷	endo-2-methylbicyclo[3.3.1]nonane	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	0.10		
31	7.48	芳樟醇	linalool	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O			1.24	69	14.16	桉油烯醇	spatulanol	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O		2.68	
32	7.52	壬醛	1-nonanal	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O	0.14	0.25		70	14.26	氧化石竹烯	caryophyllene oxide	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	1.25	0.80	0.58
33	7.80	(-)- $\alpha$ -侧柏酮	$\alpha$ -Thujone	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O		0.15		71	14.57	环氧化蛇麻烯 II	humulene epoxide II	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	1.91	0.46	
34	8.15	(1R)-(+)-诺菎酮	(1R)-(+)-nopinone	C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O		0.18		72	14.82	8-十六炔	8-hexadecyne	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub>	0.55		
35	8.26	(+)-香茅醛	(+)-citronellal	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O			0.50								
36	8.49	2,6,6-三甲基双环[3.1.1]庚烷-3-酮	2,6,6-trimethylbicyclo[3.1.1]heptan-3-one	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O			0.21								
37	8.71	(1 $\alpha$ ,2 $\alpha$ ,5 $\alpha$ )-2,6,6-三甲基双环[3.1.1]庚烷-3-酮	trans-pinocampone	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	0.27	0.62	5.28								
38	8.83	6,6-二甲基双环[3.1.1]庚烷-2-甲醚	6,6-dimethylbicyclo[3.1.1]heptane-4-carbaldehyde	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O			0.43								

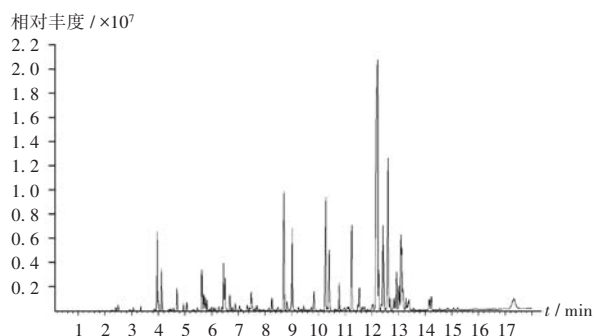
一烯(8.96%)等;叶中鉴定出50种成分,其含量占挥发性成分总量的82.31%,含量最高的为 $\beta$ -石竹烯(25.56%),其次为3,7,11-三甲基-1,3,6,10-十二碳-四烯(5.88%)、(+)-香橙烯(5.52%)、甲基壬基甲酮(5.45%)等。根、茎、叶中烯类化合物相对含量均最高,分别为44.51%,42.15%,49.47%。详见表2。



A



B



C

A. 根 B. 茎 C. 叶

图1 两面针挥发性成分总离子流图

A. Roots B. Stems C. Leaves

Fig. 1 TIC chromatograms of volatile components in *Zanthoxylum nitidum*

## 2.4 主成分分析

通过SPSS 21.0统计学软件对两面针根、茎、叶的73种挥发性成分及其含量进行主成分分析,得特征值与贡献率(表3)及各成分的主成分特征向量与特征载荷(表4)。可见,第1主成分和第2主成分的累计贡献率为100.00%,能反映样品的整体信息。其中,第1主成分的贡献率为74.304%,主要反映烯类、酚类、醛类和酯类

表2 两面针根、茎、叶挥发性成分种类和相对含量

Tab. 2 Types and relative content of volatile components in roots, stems and leaves of *Zanthoxylum nitidum*

成分种类	根		茎		叶	
	数量(个)	相对含量(%)	数量(个)	相对含量(%)	数量(个)	相对含量(%)
烯类	14	44.51	21	42.15	25	49.47
醛类	3	0.52	6	1.63	10	9.34
酮类	2	9.69	5	26.88	7	12.56
醇类	1	0.15	1	2.68	3	4.44
酚类	1	0.70	1	0.83	1	3.95
烷类	1	0.10	0	0	1	0.14
酯类	0	0	0	0	1	0.13
其他	2	0.67	2	1.47	2	2.28
合计	24	56.34	36	75.64	50	82.31

化合物的变异信息,且第1主成分与这4类化合物均呈正相关;第2主成分的贡献率为25.696%,与醇类和酮类化合物呈正相关,与烷类化合物呈负相关。以F1和F2代替原来的8类成分所表达的信息进行综合评价,得综合得分与排序(表5)。可见,两面针根、茎、叶的挥发性成分经主成分分析表现出了明显的差异,第1主成分得分最高的为叶,第2主成分得分最高的为茎,综合得分由高到低依次为茎>叶>根。

表3 主成分的特征值与贡献率

Tab. 3 Eigenvalues and contribution rate of principal components

主成分	特征值	贡献率(%)	累计贡献率(%)
1	5.944	74.304	74.304
2	2.056	25.696	100.000

表4 主成分的特征向量与特征载荷

Tab. 4 Eigenvector and load matrix of principal components

成分种类	第1主成分		第2主成分	
	特征向量	特征载荷	特征向量	特征载荷
烯类	0.392	0.955	-0.207	-0.297
醛类	0.406	0.991	0.094	0.135
酮类	-0.155	-0.378	0.646	0.926
醇类	0.327	0.798	0.420	0.603
酚类	0.410	0.998	0.039	0.055
烷类	0.301	0.734	-0.473	-0.679
酯类	0.410	1.000	0.014	0.020
其他	0.352	0.858	0.359	0.514

## 3 讨论

### 3.1 样品前处理方法考察

预试验中,考察了不同取样量(0.4,0.6,0.8,1.0,1.2g),不同萃取温度(40,60,80,100,120℃),不同萃取时间(10,15,20,25,30min),不同解吸时间(1,2,3,

表5 主成分综合得分与排序

Tab. 5 Comprehensive scores and ranking of principal components

用药部位	F1	F2	F	排序
根	6.869	-1.829	5.040	3
茎	6.047	7.307	13.354	1
叶	10.334	1.065	11.399	2

4, 5 min)对挥发性成分的影响,并结合色谱峰面积和质谱鉴定出化合物种类数,最终确定取样量0.4 g, 80 °C下萃取30 min,解吸3 min为最佳的HS-SPME条件。

### 3.2 挥发性成分分析

HS-SPME法对样品进行前处理,较蒸馏法减少了煎煮过程中挥发性的成分流失,如3个部位共有成分且含量最高的 $\beta$ -石竹烯相较于蒸馏法提取含量明显提高<sup>[10]</sup>,根、茎、叶中分别含32.74%, 16.82%, 25.56%。 $\beta$ -石竹烯具有抗炎、镇痛、抗癌等作用<sup>[11]</sup>,是两面针治疗跌扑损伤、烧烫伤等疾病的有效成分,且已作为香料应用于化妆品和食品添加剂中<sup>[12]</sup>。右旋萜二烯、桃金娘烯醛具有镇痛、抑菌、抗肿瘤等作用<sup>[13-14]</sup>,是常见的食品香料<sup>[15-16]</sup>,对两面针的香气贡献较大;甲基壬基甲酮具有抗炎作用<sup>[17]</sup>;氧化石竹烯具有镇痛和消炎作用<sup>[18]</sup>。上述挥发性成分经其他提取方法提取含量较低或未检出<sup>[10,19]</sup>,但本研究中均有检出。

主成分分析通过数据降维等方法更直观地反映出两面针不同部位挥发性成分及含量的差异。结合综合得分可知,两面针茎挥发性成分的综合得分最高,提示两面针茎部为最佳入药部位。两面针茎特有的桉油烯醇、杜松烯具有抗菌、杀菌、祛痰、保护胃黏膜等作用<sup>[20-22]</sup>,表明两面针的非常规药用部位具有开发应用潜力。

### 参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 176-177.  
[2] 扶佳俐, 杨璐铭, 范欣悦, 等. 两面针化学成分及药理活性研究进展[J]. 药学报, 2021, 56(8): 2169-2181.  
[3] 吴孟华, 马志国, 张英, 等. 两面针的本草考证[J]. 中国中药杂志, 2021, 46(20): 5436-5442.  
[4] 陈炜璇, 秦泽慧, 曾丹, 等. 两面针根、茎抗击打损伤和镇痛抗炎作用比较研究[J]. 中药材, 2015, 38(11): 2358-2363.  
[5] 秦泽慧, 陈炜璇, 李茹柳, 等. 两面针根和茎抗胃炎、保护胃黏膜和改善胃肠运动功能的作用比较研究[J]. 中药材, 2016, 39(1): 164-169.  
[6] 韩正洲, 仰铁锤, 陈炜璇, 等. 两面针不同药用部位镇痛和保护

胃黏膜作用的研究[J]. 中国现代中药, 2013, 15(3): 178-182.

[7] 冯云子. 高盐稀态酱油关键香气物质的变化规律及形成机理的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2015.  
[8] 何嘉伟, 江汉美, 黄振阳, 等. HS-SPME-GC-MS结合化学计量法分析刺五加不同部位的挥发性成分[J]. 南京中医药大学学报, 2023, 39(2): 146-156.  
[9] 黄宝优, 黄雪彦, 董青松, 等. 两面针生态种植技术规程[J]. 农村新技术, 2021(7): 10-12.  
[10] TUYEN TT, QUAN PM, THU LV, et al. Chemical Composition, Antimicrobial, and Cytotoxic Activities of Leaf, Fruit, and Branch Essential Oils Obtained From *Zanthoxylum nitidum* Grown in Vietnam [J]. Natural Product Communications, 2021, 16(1): 1-7.  
[11] 郭洪伟, 田云刚, 王建霞, 等. GC-MS结合保留指数分析白头婆叶挥发油成分[J]. 沈阳药科大学学报, 2021, 38(7): 684-690.  
[12] 周天姣, 刘军锋, 陈霖霖, 等. 顶空固相微萃取-气相色谱-质谱联用法分析丁香与肉桂子的香气成分[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(19): 7045-7051.  
[13] 郝旭东, 张盛贵, 王倩文, 等. 四个不同地区大红袍花椒主体风味物质分析研究及香气评价[J]. 食品与发酵科技, 2021, 57(4): 63-74.  
[14] 白雪. 桃金娘烯醛基脲酯和双酰胺-噻二唑化合物的合成及生物活性研究[D]. 南宁: 广西大学, 2015.  
[15] 余辉, 张森, 秦昆明, 等. 益智仁中挥发油成分的GC-MS[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(10): 83-86.  
[16] 陈廷廷, 胡琼, 唐洁, 等. 基于电子鼻及气相色谱-质谱联用技术对川西高原4种蜂蜜挥发性成分分析[J]. 食品科学, 2018, 39(16): 233-239.  
[17] 王晓宇. P-gp高低表达MCF7全二维细胞膜色谱的构建与中药抗乳腺癌成分的筛选研究[D]. 上海: 中国人民解放军海军军医大学, 2018.  
[18] 杨鑫, 詹爽, 彭尽晖, 等. 狭叶薰衣草的离体培养及挥发性成分的分析[J]. 热带亚热带植物学报, 2020, 28(1): 84-90.  
[19] 何紫凝, 刘嘉炜, 李武国, 等. 两面针根和茎超临界CO<sub>2</sub>萃取物GC-MS比较分析及体外细胞毒活性评价[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(1): 710-714.  
[20] 樊钰虎, 周刚, 张璐, 等. 连钱草挥发油化学成分的气相色谱-质谱分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(13): 41-44.  
[21] 黄晶玲, 卢金清, 肖宇硕, 等. 顶空固相微萃取法与水蒸气蒸馏法联合气相色谱-质谱分析肿节风挥发性成分[J]. 中国医院药学杂志, 2018, 38(10): 1073-1076.  
[22] 倪媛媛. 两面针质量控制及基于斑马鱼模型评价两面针和苍耳子初步毒性研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2018.

(收稿日期: 2022-11-16; 修回日期: 2023-03-05)