

# GC-MS法分析黄皮叶和假黄皮叶中挥发油成分的差异<sup>△</sup>

许书慧<sup>1\*</sup>, 黄圣卓<sup>2</sup>, 李颖<sup>2,3</sup>, 陈惠琴<sup>2</sup>, 梅文莉<sup>2</sup>, 戴好富<sup>2#</sup>(1.中南大学湘雅医学院附属海口医院药学部, 海口 570208; 2.海南省黎药天然产物研究与开发重点实验室/中国热带农业科学院热带生物技术研究所, 海口 571101; 3.南京农业大学食品科技学院, 南京 210000)

中图分类号 R932;R284 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2019)05-0677-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2019.05.20

**摘要** 目的:分析黄皮叶和假黄皮叶中挥发油成分的差异。方法:通过水蒸气蒸馏法分别提取黄皮叶和假黄皮叶中的挥发油。然后采用气相色谱-质谱联用(GC-MS)技术进样分析获得总离子流图,采用HPMSD化学工作站对总离子流图中各色谱峰进行质谱扫描后,通过检索比对图谱库 NIST Version 1.7 鉴定两种药材中挥发油的化学成分,并采用峰面积归一化法计算各成分的相对质量分数。结果:从黄皮叶、假黄皮叶挥发油中分别鉴定出了 43、31 个成分,相对质量分数总和分别为 97.59%、98.57%。其中,相对质量分数超过 1% 的成分分别有 19、18 个,均主要为倍半萜类;相对质量分数超过 5% 的挥发油成分分别有 7、5 个,在黄皮叶挥发油中主要以(-)-斯巴醇(12.35%)和(E)-5-[(1R,3R,6S)-2,3-二甲基三环[2.2.1.0<sup>2,6</sup>]庚烷-3-基]-2-甲基戊-2-烯醛(14.70%)为主,在假黄皮叶中主要以(E)-倍半水合桉烯(24.94%)和 1-(1,5-二甲基-4-己烯基)-4-甲基-苯(16.15%)为主。两者中共有挥发油成分 4 个,分别为 $\alpha$ -蛇麻烯、(E)-5-[(1R,3R,6S)-2,3-二甲基三环[2.2.1.0<sup>2,6</sup>]庚烷-3-基]-2-甲基戊-2-烯醛、石竹烯氧化物和(-)-斯巴醇,两者中共有成分含量差异均不大。结论:黄皮叶和假黄皮叶挥发油中成分类型基本相似,但具体成分组成和含量差异较大,不可相互替代使用。

**关键词** 黄皮叶;假黄皮叶;挥发油;气相色谱-质谱联用;成分分析

## Analysis of the Difference of Volatile Oil Components from the Leaves of *Clausena lansium* and *Clausena excavata* by GC-MS

XU Shuhui<sup>1</sup>, HUANG Shengzhuo<sup>2</sup>, LI Ying<sup>2,3</sup>, CHEN Huiqin<sup>2</sup>, MEI Wenli<sup>2</sup>, DAI Haofu<sup>2</sup>(1.Dept. of Pharmacy, the Affiliated Haikou Hospital of Xiangya Medical College, Central South University, Haikou 570208, China; 2.Hainan Key Laboratory for Research and Development of Natural Products of Li Medicine/Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou 571101, China; 3.College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210000, China)

**ABSTRACT** OBJECTIVE: To analyze the difference of volatile oil components from the leaves of *Clausena lansium* and *Clausena excavata*. METHODS: The volatile oil was extracted from the leaves of *C. lansium* and *C. excavata* by steam distillation. GC-MS method was adopted to analyze volatile oil to obtain TIC. After mass spectra scanning of the chromatographic peaks in the TIC diagram by HPMSD chemical workstation, chemical components of volatile oil in 2 kinds of samples were identified by retrieving and comparing mass spectrum database NIST Version 1.7. The peak area normalization method was used to calculate the relative mass fraction of each component. RESULTS: A total of 43 and 31 kinds of components were identified in volatile oil from the leaves of *C. lansium* and *C. excavata*; total relative mass fractions were 97.59% and 98.57%. Relative mass fractions of 19 and 18 components in volatile oil from the leaves of *C. lansium* and *C. excavata* were more than 1%, mainly being sesquiterpenoids. Relative mass fractions of 7 and 5 components in volatile oil from the leaves of *C. lansium* and *C. excavata* were more than 5%; the volatile components in volatile oil from the leaves of *C. lansium* were mainly (-)-spatol (12.35%) and (E)-5-[(1R,3R,6S)-2,3-dimethyltricyclic [2.2.1.0<sup>2,6</sup>] heptane-3-yl]-2-methyl pentane-2-enol (14.70%); those from the leaves of *C. excavata* were mainly (E)-sesquihydrated betuline (24.94%) and 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-benzene (16.15%). A total of 4 components were found in volatile oil from the leaves of *C. lansium* and *C. excavata*, mainly being  $\alpha$ -humulene, (E)-5-[(1R,3R,6S)-2,3-dimethyltricyclic [2.2.1.0<sup>2,6</sup>] heptane-3-yl]-2-methylpentaeryl-2-enol, caryophyllene oxide and (-)-spatol; the content differences of them were not significant. CONCLUSIONS: The components of volatile oils from the leaves of *C. lansium* and *C. excavata* are basically similar. However, the composition and content of specific components are quite different and can not substituted for each other.

<sup>△</sup> 基金项目:海南省自然科学基金创新研究团队项目(No.2017-CXTD020);海南省卫生计生行业科研项目(No.16A200125)

\* 副主任药师。研究方向:医院药学、天然产物化学。E-mail: xush135@sina.com

# 通信作者:研究员,硕士生导师,博士。研究方向:天然产物化学。E-mail: daihaofu@itbb.org.cn

**KEYWORDS** *Clausena lansium* leaves; *Clausena excavata* leaves; Volatile oil; GC-MS; Components analysis

芸香科(Rutaceae)黄皮属(*Clausena*)植物全世界有 30 余种,多分布于东半球热带、亚热带地区的亚洲、非洲

和大洋洲。其中,有11种产于我国,为灌木或小乔木,分布于长江以南各地至台湾,且以云南、广西及广东的种类最多<sup>[1]</sup>。黄皮[*Clausena lansium* (Lour.) Skeels]原产于我国华南地区,目前在我国南方各省区广泛分布,富含维生素C、糖、有机酸及果胶,具有较高的食用和药用价值,其果、叶、根、种子等均可入药<sup>[1]</sup>。黄皮叶性凉,味辛,有疏风解表、除痰行气的功效,用于防治流行性感、温病身热、咳嗽哮喘、水胀腹痛、疟疾、小便不利、热毒疥癩和各种感染性炎症等<sup>[2]</sup>,且现代研究发现其还具有治疗阿尔茨海默病的功效<sup>[3]</sup>。而假黄皮[*Clausena excavata* Burm.f.]目前尚未见栽培,多见于热带平地至海拔1 000 m的山坡灌丛或疏林中,在中南半岛诸多国家也有分布,其果可鲜食,或加工成食品<sup>[1]</sup>。假黄皮作为药材多用其叶,具有行气、止痛、驱风、去湿、疏风解表、散寒、截疟等功效,用于风寒感冒、腹痛、疟疾、扭伤、毒蛇咬伤和各种感染性炎症等<sup>[4]</sup>,其功效与黄皮叶接近。由于黄皮叶与假黄皮叶形态差异较小、亲缘关系较近,存在一定程度的互相替代混用情况<sup>[5-6]</sup>。

目前,由于黄皮广泛栽培和使用相对较多,所以关于黄皮以及黄皮叶的研究也相对较多,但都主要集中在其化学成分特别是生物碱和香豆素类成分以及生物活性方面,其挥发油作为主要的活性成分却相对研究较少<sup>[7-12]</sup>。由于假黄皮较少为人所知,所以其活性成分研究也相对较少,其叶子挥发油研究更未见报道。故本研究采用气相色谱-质谱联用(GC-MS)技术分析黄皮叶和假黄皮叶挥发油成分的差异,从有效成分方面判定两种药材是否可以相互替代使用。

## 1 材料

### 1.1 仪器

7890B GC-7000B 三重四级杆MS仪(美国安捷伦公司);98-1-B电热套(天津泰斯特仪器有限公司);EN2062电子秤(上海民侨精密科学仪器有限公司)。

### 1.2 药品

黄皮叶和假黄皮叶均于2018年7月20日采自海南省海口市石山镇,经海南省黎药天然产物研究与开发重点实验室黄圣卓博士鉴定分别为黄皮的叶(标本号:HUANG00045)和假黄皮的叶(标本号:HUANG00046),风干后保存于中国热带农业科学院热带生物技术研究所天然产物化学研究室。

## 2 方法与结果

### 2.1 溶液的制备

取干燥黄皮叶115 g和假黄皮叶554 g,除去碎屑枯叶杂质,切碎,待用。称取切碎的黄皮叶和假黄皮叶各100 g,分别放入2 L圆底烧瓶中,加入1 L蒸馏水,用水蒸气蒸馏法提取10 h至挥发油量不再增加为止,分别收集黄皮叶和假黄皮叶的挥发油。结果,黄皮叶和假黄皮叶中的挥发油提取率分别为0.174%和0.036%,可见黄皮叶的挥发油含量明显高于假黄皮叶。取两种挥发油均以甲醇溶解后,取等量用于GC-MS分析<sup>[5]</sup>。

## 2.2 GC-MS检测条件

2.2.1 GC条件 色谱柱:HP-Innowax Polyethylene Glycol(30 m×320 μm×0.25 μm);柱温:50 ℃、保留2 min,然后以5 ℃/min升温至310 ℃、保持10 min;载气:高纯氮气(99.999%);柱前压:5.08 psi;载气流量:1.0 mL/min;进样量:1 μL;不分流。

2.2.2 MS条件 离子源:电子轰击离子源;离子源温度:230 ℃;四极杆温度:150 ℃;电子能量:70 eV;发射电流:34.6 μA;倍增器电压:1 925 V;接口温度:300 ℃;质量范围:30~550 amu。

## 2.3 数据处理及成分测定结果

将“2.1”项下制备的溶液按“2.2”项下条件进样测定,获得总离子流图。通过HPMSD化学工作站,对总离子流图中的各色谱峰进行MS扫描后,通过检索比对图谱库NIST Version 1.7鉴定挥发油中的化学成分<sup>[5]</sup>。应用Xcalibur 1.2数据处理系统计算各色谱峰的峰面积,并采用峰面积归一化法求得各化学成分的相对质量分数。黄皮叶和假黄皮叶中挥发油成分检测的总离子流图见图1,鉴定成分见表1。

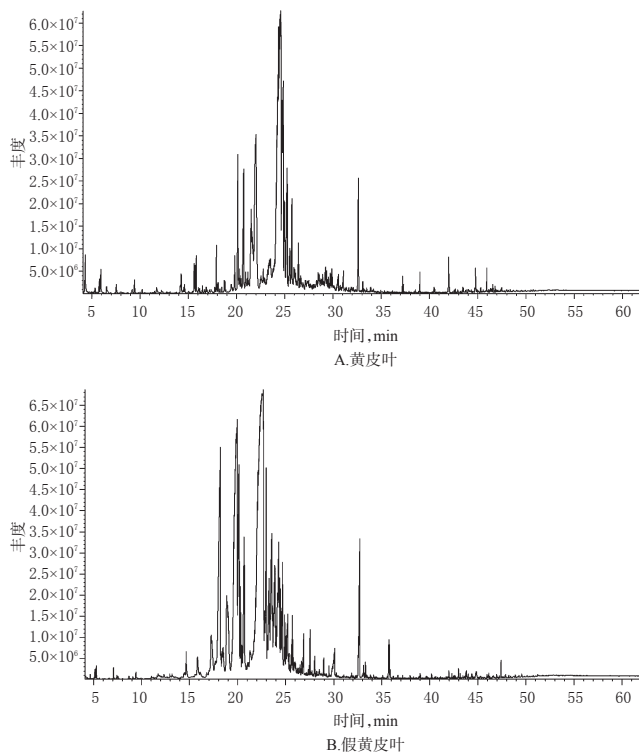


图1 黄皮叶和假黄皮叶中挥发油成分检测的总离子流图

Fig 1 TIC diagrams of components in volatile oil from the leaves of *C. lansium* and *C. excavata*

由表1可见,从黄皮叶和假黄皮叶挥发油中分别鉴定出了43、31个成分,分别占进样量相对质量分数的97.59%和98.57%。在黄皮叶挥发油中,相对质量分数超过1%的成分有20个,均为倍半萜类;含量超过5%的成分有7个,其中以(-)-斯巴醇(12.35%)和(E)-5-{(1R,3R,6S)-2,3-二甲基三环[2.2.1.0<sup>2,6</sup>]庚烷-3-基}-2-甲基

表1 黄皮叶和假黄皮叶挥发油中鉴定的成分

Tab 1 Identification of components in volatile oil from the leaves of *C. lansium* and *C. excavata*

编号	化合物	分子式	分子量	黄皮叶		假黄皮叶	
				保留时间,min	相对质量分数,%	保留时间,min	相对质量分数,%
1	四氢-2-呋喃醇	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	88	4.32	0.95		
2	γ-丁内酯	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	94	5.79	0.36		
3	四氢-呋喃-2-碳酰氯	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> ClO <sub>2</sub>	134	5.92	0.51		
4	4-亚乙基环己烯	C <sub>8</sub> H <sub>12</sub>	108	14.25	0.36		
5	1,7-二甲基-7-(4-甲基-3-戊烯基)-三环[2.2.1.0(2,6)]庚烷	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	15.60	0.56		
6	3-[(3R)-2,3-二甲基三环[2.2.1.0(2,6)]庚烷-3-基]丙醛	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> O	178	15.82	0.77		
7	石竹烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	17.91	0.91		
8	α-蛇麻烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	18.735	0.34	18.87	2.28
9	双环戊二烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	19.82	0.67		
10	金合欢烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	20.14	3.70		
11	5-(2,3-二甲基三环[2.2.1.0(2,6)]庚烷-3-基)戊-2-酮	C <sub>14</sub> H <sub>22</sub> O	206	20.33	0.32		
12	(E)-1-甲基-4-(6-甲基庚-5-烯-2-亚基)环己-1-烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	20.75	3.48		
13	(1S,2R,5R)-2-甲基-5-(R)-6-甲基庚-5-烯-2-基)双环[3.1.0]己-2-醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	20.94	0.37		
14	(-)-石竹烯氧化物	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	21.17	0.27		
15	3,7,11-三甲基-(E)-1,6,10-十二碳三烯-3-醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	21.49	1.44		
16	(E)-3,7,11-三甲基-1,6,10-十二碳三烯-3-醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	21.52	1.55		
17	3,7,11-三甲基-1,6,10-十二碳三烯-3-醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	21.59	2.56		
18	(-)-斯巴醇	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	22.01	12.35	22.17	6.31
19	γ-雪松烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	23.24	0.54		
20	6-甲基-6-(3-甲基-3-(1-甲基乙基)-1-环丙基)-1-庚酮	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	23.37	0.49		
21	α,ε,ε,2-四甲基-3-(1-甲基乙基)-1-环丙基-1-戊醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	23.48	0.90		
22	(3S,4aR,5S,8aS)-4a,5-二甲基-3-(丙-1-烯-2-基)-2,3,4,4a,5,6-六氢萘-1(8aH)-酮	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	24.14	3.49		
23	(E)-5-[(1R,3R,6S)-2,3-二甲基三环[2.2.1.0(2,6)]庚烷-3-基]-2-甲氧基-2-烯醇	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	24.36	14.70	24.28	2.56
24	β-檀香醇	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	24.39	5.51		
25	4,6,6-三甲基-2-(3-甲基丁-1,3-二烯基)-3-氧杂三环[5.1.0.0(2,4)]辛烷	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	24.45	2.44		
26	(Z)-α-檀醇	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	24.49	5.27		
27	石竹烯氧化物	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	24.53	2.64	21.299	0.67
28	α-红没药醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	24.58	5.45		
29	α-甜橙醛	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	24.73	5.76		
30	α-檀香酯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	24.80	6.48		
31	十五醛	C <sub>15</sub> H <sub>30</sub> O	226	24.97	2.85		
32	檀香醇	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	25.23	4.08		
33	(Z)-表-β-檀香醇	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	25.51	0.87		
34	β-甜橙醛	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	25.72	2.51		
35	(Z)-α-赤藓烯环氧化物	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	26.01	0.35		
36	(E,E,E)-2,6,10-三甲基-2,6,9,11-十二碳五烯醇	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218	26.41	0.84		
37	(2E,6E,10E)-3,7,11,15-四甲基十六碳-2,6,10,14-四烯-1-基甲酸酯	C <sub>21</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	318	31.08	0.27		
38	植醇	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O	296	32.58	0.57		
39	[R-[R*,R*(E)]]-3,7,11,15-四甲基-2-十六碳烯-1-醇	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O	296	32.62	1.56		
40	肉桂酸乙酯	C <sub>11</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	174	37.20	0.25		
41	二十四烷	C <sub>24</sub> H <sub>50</sub>	338	34.00	0.29		
42	二十六烷	C <sub>26</sub> H <sub>54</sub>	366	41.99	0.42		
43	β-榄香烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204			17.25	1.22
44	石竹烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204			18.22	8.09
45	β-番荔枝素烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204			19.01	1.27
46	1-(1,5-二甲基-4-己烯基)-4-甲基-苯	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	202			19.86	16.15
47	(1S,5S)-2-甲基-5-(R)-6-甲基庚-5-烯-2-基)二环[3.1.0]己-2-烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204			20.14	4.42
48	(1R,4aS,8aR)-1-异丙基-4,7-二甲基-1,2,4a,5,6,8a-六氢萘	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204			20.20	1.13
49	β-红没药烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204			20.30	1.14
50	[3R-(3α,3β,7β,8α)]-八水合-3,8,8-三甲基-6-亚甲基-1H-3a,7-甲氧基偶氮苯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204			20.68	2.69
51	(+)-鲨烯酮	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220			21.72	0.96
52	[1aR-(1αα,4αα,7β,7β,7β)]-十氢-1,1,7-三甲基-4-亚甲基-1H-环丙烷[c]偶氮-7-醇	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220			21.99	2.90
53	(E)-倍半水合桉烯	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222			22.66	24.94
54	(1aS,4aS,8aR)-4a,8,8-三甲基-2-亚甲基-1,1a,2,4a,5,6,7,8-八氢环丙基[d]萘	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	202			22.83	0.75
55	(1R,4R)-1-甲基-4-(6-甲基庚-5-烯-2-基)环己-2-烯醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222			22.97	3.52
56	异雌酚烯醇	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220			23.27	5.82
57	6-异丙基-4,8a-二甲基-1,2,3,5,6,7,8,8a-八氢萘-2-醇	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220			23.62	0.62
58	十氢二甲基甲乙基萘酚	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222			23.87	3.21

续表 1

Continued tab 1

编号	化合物	分子式	分子量	黄皮叶		假黄皮叶	
				保留时间, min	相对质量分数, %	保留时间, min	相对质量分数, %
59	芳族氧化烯(2)	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O	220			23.99	0.61
60	氧化二烯烃(II)	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O	220			24.16	1.40
61	(1R,7S,E)-7-异丙基-4,10-二甲基烯丙基-5-烯醇	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O	220			24.48	1.07
62	3,7,11-三甲基-6,10-十二碳二烯-1-炔-3-醇	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O	220			24.64	0.68
63	E-龙眼果醇	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O	220			24.68	0.94
64	(-)- $\alpha$ -木香醇	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O	220			24.91	0.75
65	6-异丙烯基-4,8a-二甲基-1,2,3,5,6,7,8,8a-八氢-萘-2-醇	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O	220			25.13	0.55
66	二氢吡啶-1-氧化物	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O	220			25.21	0.58
67	(R)-5-(1,5-二甲基-4-己烯基)-2-甲基-苯酚	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218			25.70	0.55
68	(R)-4-(2,6,6-三甲基-2-环己烯)-2-丁酮	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	194			26.88	0.55
69	[R-[R*,R*(E)]]-3,7,11,15-四甲基-2-十六碳-1-醇	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O	296			32.67	1.69
总计						97.59	98.57

戊-2-烯醛(14.70%)为主。在假黄皮叶挥发油中,相对质量分数超过1%的成分18个,同样主要为倍半萜类,相对质量分数超过5%的成分5个,主要以(E)-倍半水合桉烯(24.94%)和1-(1,5-二甲基-4-己烯基)-4-甲基-苯(16.15%)为主。两者中共有的成分有4个,分别为 $\alpha$ -蛇麻烯、(E)-5-[(1R,3R,6S)-2,3-二甲基三环[2.2.1.0<sup>2,6</sup>]庚烷-3-基]-2-甲基戊-2-烯醛、石竹烯氧化物和(-)-斯巴醇,这4个成分的含量差异不大。

### 3 讨论

#### 3.1 黄皮叶和假黄皮叶总离子流图谱比较

通过图1和图2对比可以看出,在20~27 min时间段内,黄皮叶挥发油的离子流强度和峰面积较假黄皮叶均更大;而在17~25 min时间段内,假黄皮叶挥发油的离子流强度和峰面积与黄皮叶的差异最为明显;两图中主要的峰均出现在15~35 min,可见两者中主要含有中等沸点成分,低沸点和高沸点的成分含量较少,这应该与采用的挥发油提取方法有关。水蒸气蒸馏法挥发掉了低沸点的成分,而高沸点的成分由于温度不够不能蒸馏出来,达到了挥发油浓缩芳香气味的目的。两种挥发油通过GC-MS分析,质量分数总和分别达到了97.59%和98.57%,60 min后基本没有峰出现,完全达到了全面分析两种挥发油的目的。

#### 3.2 黄皮叶和假黄皮叶的挥发油中成分组成比较

通过对比黄皮叶和假黄皮叶挥发油的组成成分及其相对质量分数,发现两者的组成成分均以倍半萜为主,倍半萜是其重要的活性物质<sup>[4,9]</sup>,但其具体的化合物组成有着较大的差异:在黄皮叶挥发油中,相对质量分数超过5%的成分有7个,其中相对质量分数超过10%~13%的有2个,其余均为5%~7%,相对质量分数均不太高;而在假黄皮叶挥发油中,相对质量分数超过5%的成分只有5个,但是其中(E)-倍半水合桉烯(24.94%)和1-(1,5-二甲基-4-己烯基)-4-甲基-苯(16.15%)均超过了15%。

综上所述,本研究通过分析黄皮叶和假黄皮叶的挥

发油成分,发现两者的成分组成类型基本相似,但是具体组成和含量均存在较大差异。虽然两种植物的亲缘关系较近,但是在药用上不能等同和混杂使用,应该将两者区分开来。而且,在提取挥发油的时候也发现,黄皮叶中挥发油的提取率高,达到0.174%,且由于大量栽培,原料来源也广泛,具有较大的开发应用潜力。

### 参考文献

- [1] 中国植物志编辑委员会.中国植物志:第四十三卷:第二分册[M].北京:科学出版社,1997:126-132.
- [2] 国家中医药管理局《中华本草》编委会.中华本草:第5册[M].上海:科学技术出版社,1999:517-520.
- [3] 耿红梅,王云志,张嫡群.治疗阿尔茨海默症的天然药物[J].中国药房,2006,17(13):1019-1021.
- [4] 郭培,柳航,朱怀军,等.假黄皮化学成分及药理作用研究进展[J].中成药,2017,39(2):380-386.
- [5] 柳航,沈纪中,张海霞.假黄皮茎枝化学成分研究[J].中药材,2014,37(11):2012-2015.
- [6] 刘艳南.假黄皮树生物学和植化的研究[J].中草药,1983,14(8):32.
- [7] 王勇,陈硕,李泽友,等.气相色谱-质谱联用对海南产黄皮叶挥发油成分分析[J].海南医学院学报,2012,18(12):1701-1703,1707.
- [8] 黄桂红,董晓敏,陈薇,等.广西黄皮叶挥发油化学成分GC-MS分析研究[J].中国药师,2012,15(5):601-603.
- [9] 黄桂红,邓航,陈薇,等.黄皮叶萃取物镇咳、祛痰及平喘作用研究[J].天津医药,2013,41(3):234-237.
- [10] 赵青,李创军,杨敬芝,等.黄皮叶的化学成分研究[J].中国中药杂志,2010,35(8):997-1000.
- [11] 唐冰,王成芳,费超,等.GC-MS法分析黄皮叶挥发油的化学成分[J].中国实验方剂学杂志,2011,17(17):94-97.
- [12] 沈丽红,焦姣,王远,等.黄皮果中农用成分的提取和分离[J].农药,2015,54(1):39-41,44.

(收稿日期:2018-10-17 修回日期:2018-12-15)

(编辑:林静)