

文章编号: 1674-7054(2013)03-0276-013

# 广藿香生物活性和遗传多样性研究进展

陈英 吴友根 张军锋 杨东梅 林尤奋

(热带作物种质资源保护与开发利用教育部重点实验室/海南大学 园艺园林学院 海南 海口 570228)

摘要: 对广藿香的化学成份(挥发油和非挥发性成份)、生物活性、遗传多样性以及活性成份和遗传多样性间的关系等研究进行了综述与展望,并提出了三大亟待解决的问题。

关键词: 广藿香; 生物活性; 遗传变异

中图分类号: S 567.23+9

文献标志码: A

广藿香 [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.] 为唇形科刺蕊草属植物,以干燥地上部分入药,是我国常用的芳香化湿类中药之一<sup>[1]</sup>。广藿香不仅是 30 多种中成药的主要原料,而且以其提取的广藿香油,还是医药和轻化工业的重要原料<sup>[2]</sup>,可用作配制丹、膏、丸、散及化妆品、定香剂和杀虫剂等。此外,2003 年我国在防治非典型性肺炎的过程中,以广藿香为主效成分的藿香系列产品取得了很好的预防效果,这为广藿香新产品的开发提供了巨大的市场契机,同时也预示着广藿香具有较好的发展前景。广藿香原产于东南亚地区,如马来西亚、菲律宾、印度尼西亚等国,在我国引种可追溯到梁代或以前<sup>[3]</sup>。我国的主栽区为海南和广东两省,广西、福建及台湾等地也有少量栽培。传统的商品药材按产地分为“广州石牌广藿香”(简称牌香,主产于广州近郊石牌、棠下及宝岗等地)、“广东高要广藿香”(简称肇香,主产于肇庆地区高要等地)、“广东湛江广藿香”(简称湛香,主产于湛江地区的吴川、遂溪、雷州和徐闻等地)以及“海南广藿香”(简称南香,主产于海南省万宁等地) 4 种<sup>[3]</sup>。广藿香性状(包括植株形态、枝叶特点、毛茸、气味等以及所含的化学成分种类、含量等)因产地、生长期、采收时间等因素的影响而有所变化<sup>[4-6]</sup>。笔者就广藿香活性成分、生物活性和遗传多样性间关系等研究进行综述,旨在为进一步综合开发利用广藿香提供参考。

## 1 广藿香的化学成分和生物活性

1.1 广藿香的化学成分 广藿香的化学成分十分丰富(见表 1)。其中,广藿香油被认为是广藿香的药用成分<sup>[7-8]</sup>,广藿香挥发油的化学成分主要有单萜类、倍半萜烯类、醇类、萜类、酮类、醛类及烷酸类化合物等,并含有挥发性生物碱。其中,广藿香醇<sup>[9]</sup>、广藿香酮<sup>[10]</sup>、 $\alpha$ -异愈创木烯<sup>[11]</sup>、 $\alpha$ -蒎烯<sup>[12]</sup>、柠檬烯<sup>[12]</sup>、丁香烯<sup>[13]</sup>、丁香酚<sup>[13]</sup>、半萜烯类化合物<sup>[14]</sup>、萜烯类化合物<sup>[15]</sup>等都具有良好的生物活性。

早期对广藿香活性成分的研究主要集中在挥发油成分上,随后大量研究表明广藿香水提物更具有显著的生物活性,从此,广藿香非挥发性成分的研究才逐渐受到重视。广藿香非挥发性成分主要为黄酮类化合物<sup>[13,16-18]</sup>,主要包括黄酮醇、黄酮甙及异黄酮甙类等,此外,还有植物甾醇类、三萜类、苯丙素苷类、生物碱及烷酸类化合物等<sup>[13,19]</sup>。其中,黄酮类的 3,3',4',5'-四羟基-7-甲氧基黄酮<sup>[13]</sup>、芹菜素、芹菜黄酮、金丝桃苷<sup>[20]</sup>及苯丙素苷类化合物<sup>[13]</sup>等具有良好的生物活性。

收稿日期: 2013-05-21

基金项目: 国家自然科学基金项目资助(30960533,81360618); 海南省中药现代化专项资金项目资助(2012ZY015)

作者简介: 陈英(1990-),女,贵州遵义人,海南大学园艺园林学院 2012 级硕士研究生。

通信作者: 吴友根(1975-),男,江西乐安人,博士,副教授,硕士生导师,主要从事南药种质资源、活性成分及其开发利用的教学与科研工作。E-mail: wygeng2003@163.com

表1 广藿香主要化学成分

Tab. 1 The chemical components of *P. cablin*

序号 No.	化合物 Compounds	提取部位 Tissue used for extraction	参考文献 References
1	己醛( Hexanal)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[21 - 22]
2	3-羟基-4-甲氧基桂皮醛 ( 3-hydroxy-4-methoxycinnamaldehyde)	茎( Stem)	[23]
3	2-己烯醛( 2-hexenal)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[22]
4	苯甲醛( Benzaldehyde)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[22]
5	苯己醛( Benzeneacetaldehyde)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[22]
6	2-辛烯醛( 2-octenal)	茎( Stem)	[22]
7	6,6-二甲基双环[3,1,1]-七碳-2-烯-2-甲醛 ( 6,6-dimethyl-bicyclo [3,1,1] hept-2-ene-2-carboxaldehyde)	茎( Stem)	[22]
8	反式,反式-2,4-壬二烯醛 ( Trans,trans-nona-2,4-dienal)	茎( Stem)	[22]
9	癸二烯醛( Decadienal)	茎( Stem)	[22]
10	反式,反式-法呢醛( Trans,trans-farnesal)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[22]
11	长叶醛( Longifolenaldehyde)	叶( Leaf) 、全草( Herb)	[24]
12	3-甲基-2-戊酮( 3-methyl-2-pentanone)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[21]
13	5-甲基-2-己酮( 5-methyl-2-hexanone)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[21 - 22]
14	3,5,5-三甲基-2-环己烯-1-酮 ( 3,5,5-trimethyl-2-cyclohexene-1-one)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[21]
15	反式马鞭草烯酮( Trans-verbenone)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[22]
16	异松茨酮( Isopinocampone)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[21]
17	二氢葛缕酮( Dihydrocarvon)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[21]
18	马鞭草酮( Verbenon)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[21]
19	紫苏酮( Perillaketone)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[21]
20	侧柏酮( Thujone)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[21]
21	广藿香酮( Pogostone)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[21]
22	土青木香酮( Aristolone)	茎( Stem) 、叶( Leaf)	[21]
23	3-甲基-3-癸烯-2-酮 ( 3-decen-2-one, 3-methyl)	茎( Stem)	[21 - 22]
24	2-庚酮( 2-heptanone)	茎( Stem)	[21]
25	3-辛酮( 3-octanone)	茎( Stem)	[22]
26	3-辛烯-2-酮( 3-octen-2-one)	茎( Stem)	[22]
27	3,5-辛二烯-2-酮( 3,5-octadien-2-one)	茎( Stem)	[22]
28	6,10-二甲基-5,9-十一碳二烯-2-酮 ( [E]-6,10-dimethyl-5,9-undecadien-2-one)	茎( Stem)	[22]
29	2-萘酮( 2-tetralone)	叶( Leaf)	[22]
30	8-氢-1-甲基-1-(2-丙烯基)-2(H)-萘硫酮 ( 8-hydrogen-1-methyl-1-(2-propenyl)-2(H)-naphthalenethione)	茎( Stem)	[22]

续表 1 Continued

序号 No.	化合物 Compounds	提取部位 Tissue used for extraction	参考文献 References
31	3-乙酰基-6-甲基-2H 吡喃-2,4(3H)-二酮 (3-acetyl-6-methyl-2H pyran-2,4(3H)-dione)	茎(Stem)	[24]
32	马兜铃酮(Aristolochic ketone)	茎(Stem)	[24]
33	7,8-二羟基-4,5-二甲基-3,4-二氢萘-1(2H)-酮 (7,8-dihydroxy-4,5-dimethyl-3,4-dihydro-naphthalene-1(2H)-one)	全草(Herb)	[24]
34	白菖油萜(Calamus elain)	茎(Stem)	[24]
35	丁子香酚(Eugenol)	叶(Leaf)	[24]
36	4,5-二甲氧基-2-甲酚(4,5-dimethoxy-2-cresol)	全草(Herb)	[24]
37	1-乙酰基-4-氟代甲基萘 (1-acetyl-4-fluoro-methylnaphthalene)	叶(Leaf)、全草(Herb)	[24]
38	$\alpha$ -蒎烯( $\alpha$ -pinene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[24]
39	樟烯(Camphene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[24]
40	$\beta$ -蒎烯( $\beta$ -pinene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21]
41	柠檬烯(Limonene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[22]
42	4-甲基-1-呋喃-戊烯-1 (4-methyl-1-furan-pentene-1)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21]
43	$\delta$ -榄香烯( $\delta$ -elemene)	叶(Leaf)	[21]
44	$\beta$ -广藿香烯( $\beta$ -patchoulene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21]
45	$\beta$ -丁香烯( $\beta$ -caryophyllene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21]
46	$\alpha$ -愈创木烯( $\alpha$ -guaiene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21, 24]
47	刺蕊草烯(Seyhellene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21-22]
48	$\alpha$ -广藿香烯( $\alpha$ -patchoulene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21]
49	$\delta$ -愈创木烯( $\delta$ -guaiene)	叶(Leaf)	[21-22]
50	$\gamma$ -芹子烯( $\gamma$ -selinene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21-22]
51	$\alpha$ -莪术烯( $\alpha$ -curcumene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21-22]
52	$\beta$ -榄香烯( $\beta$ -elemene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21-22]
53	$\alpha$ -石竹烯( $\alpha$ -caryophyllene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21]
54	$\beta$ -石竹烯( $\beta$ -caryophyllene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21]
55	大根香叶烯(Germacrene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[25]
56	$\alpha$ -法呢烯( $\alpha$ -farnesene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[22]
57	古巴烯(Copaene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[25]
58	甘香烯(Elixene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[25]
59	3,7,11-三甲基-2,6,10-十二碳三烯 (2,6,10-dodecatrien-3,7,11-trimethyl)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[25]
60	2- $\beta$ -蒎烯(2- $\beta$ -pinene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[22]
61	顺式-丁香烯(Cis-caryophyllene)	茎(Stem)	[22]
62	反式-丁香烯(Trans-caryophyllene)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[22]
63	$\beta$ -法呢烯( $\beta$ -farnesene)	茎(Stem)	[24]

续表 1 Continued

序号 No.	化合物 Compounds	提取部位 Tissue used for extraction	参考文献 References
64	$\beta$ - 芹子烯 ( $\beta$ -selinene)	茎 (Stem)	[22]
65	$\beta$ - 愈创木烯 ( $\beta$ -guaiene)	茎 (Stem) 、叶 (Leaf)	[22]
66	$\beta$ - 毕澄茄烯 ( $\beta$ -cubebene)	茎 (Stem) 、叶 (Leaf)	[22]
67	$\delta$ - 杜松烯 ( $\delta$ -cadinene)	茎 (Stem) 、叶 (Leaf)	[22]
68	$\gamma$ - 杜松烯 ( $\gamma$ -cadinene)	叶 (Leaf)	[22]
69	$\alpha$ - 异愈创木烯 ( $\alpha$ -bulnesene)	茎 (Stem)	[11, 23]
70	$\alpha$ - 葎草烯 ( $\alpha$ -humulene)	茎 (Stem) 、叶 (Leaf) 、全草 (Herb)	[24]
71	别香橙烯 (Allo-aromadendrene)	茎 (Stem) 、叶 (Leaf)	[24]
72	喇叭烯 (Isoledene)	茎 (Stem) 、叶 (Leaf) 、全草 (Herb)	[24]
73	异长叶烯 (Isolongifolene)	叶 (Leaf)	[24]
74	右旋大根香叶烯 (D-germacrene)	叶 (Leaf)	[24]
75	杜松二烯 (Juniper diene)	叶 (Leaf)	[24]
76	$\alpha$ - 异松油烯 ( $\alpha$ -terpinolene)	茎 (Stem)	[24]
77	2,3-二氰基-5,6-苯并二环[2.2.2]辛-2,5-二烯 (2,3-dicyano-5,6-benz-bicyclo[2.2.2]oct-2,5-diene)	茎 (Stem)	[24]
78	5,7-二甲氧基-2,2-二甲基-2H-色烯 (5,7-dimethoxy-2,2-dimethyl-2H-chromene)	茎 (Stem)	[24]
79	$\alpha$ - 古芸烯 ( $\alpha$ -gurjunene)	叶 (Leaf)	[24]
80	2-异丙基-5-甲基-9-亚甲基双环[4.4.0]9-1-烯 (2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-bicyclo[4.4.0]9-1-alkenyl)	全草 (Herb)	[24]
81	十六烷酸 (Hexadecanoic acid)	茎 (Stem) 、叶 (Leaf)	[22, 25]
82	9,12-十八烷二烯酸 ([z,z]-9,12-octadecadienoic acid)	茎 (Stem)	[22]
83	苯 (Benzen)	茎 (Stem)	[22]
84	甲苯 (Methyl bezen)	茎 (Stem)	[22]
85	1,3-二甲基苯 (1,3-dimethylbenzene)	茎 (Stem)	[22]
86	1-F-3-异硫氰基苯 (1-F-3-isothiocyanato benzene)	茎 (Stem)	[24]
87	1-甲氧基-2-叔丁基-6-甲苯 (1-methoxy-2-tert-butyl-6-toluene)	全草 (Herb)	[24]
88	环己烷 (Cyclohexan)	茎 (Stem)	[22]
89	2,3-二甲基戊烷 (2,3-dimethyl-pentane)	茎 (Stem)	[22]
90	庚烷 (Heptanes)	茎 (Stem)	[22]
91	4,4-二甲基-3-亚甲基双环[3.2.1]辛-6-烯-2-螺-1-环戊烷 (4,4-dimethyl-3-methylene bicyclo[3.2.1]oct-6-ene-2-spiro-1-cyclopentane)	茎 (Stem)	[24]
92	2,5-二甲基四氢呋喃 (2,5-dimethyl-tetrahydrofuran)	茎 (Stem)	[22]
93	2-戊基呋喃 (2-pentylfuran)	茎 (Stem) 、叶 (Leaf)	[22]

续表 1 Continued

序号 No.	化合物 Compounds	提取部位 Tissue used for extraction	参考文献 References
94	2-乙基呋喃(2-ethyl furan)	茎(Stem)	[22]
95	丙酸芳樟酯(Linalyl propionate)	茎(Stem)	[22]
96	2-羟基-甲苯酸异丙酯 (2-hydroxy-benzoic acid <i>i</i> -methyl ethyl ester)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[22]
97	乙酸壬酯(Acetic acid nonyl ester)	茎(Stem)	[22]
98	牻牛儿醇甲酸酯(Geraniol formate)	茎(Stem)	[22]
99	邻苯二甲酸二异丁酯 (1,2-benzenedicarboxylic acid bis[2-methyl propyl]ester)	叶(Leaf)	[22]
100	邻苯二甲酸二丁酯 (1,2-benzenedicarboxylic acid dibutyl ester)	叶(Leaf)	[22]
101	1-己烯-3-醇(1-heptene-3-ol)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21]
102	氧化芳樟醇(Linalool oxide)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21]
103	芳樟醇(Linalool)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21-22]
104	松香烯-4-醇(Terpinene-4-ol)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21]
105	桃金娘醇(Myrtenol)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21]
106	广藿香醇(Patchouli alcohol)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[21-22]
107	7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇(1,6-octadien-3-ol, 7-dimethyl)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[25]
108	反式苦橙油醇(D-nerolidol)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[25]
109	3,7,11-三甲基-2,6,10-十二碳三烯-1-醇 (2,6,10-dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[25]
110	3,7,11-三甲基-1,6,10-十二碳三烯-3-醇 (1,6,10-dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[25]
111	8-酮基-9(10)- $\alpha$ -广藿香烯-4 $\alpha$ -醇 (8-keto-9(10)- $\alpha$ -patchoulene-4 $\alpha$ -ol)	茎(Stem)	[23]
112	2-酮基-1(5)- $\beta$ -广藿香烯-4 $\beta$ -醇 (2-keto-1(5)- $\beta$ -patchoulene-4 $\beta$ -ol)	茎(Stem)	[23]
113	2-酮基-1(5)- $\beta$ -广藿香烯-4 $\alpha$ -醇 (2-keto-1(5)- $\beta$ -patchoulene-4 $\alpha$ -ol)	茎(Stem)	[23]
114	1-己醇(1-hexanol)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[22]
115	1,5-辛二烯-3-醇 [5z]-octa-1,5-dien-3-ol)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[22]
116	7-辛烯-4-醇(7-octen-4-ol)	茎(Stem)	[22]
117	3-辛醇(3-octanol)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[22]
118	反式-牻牛儿醇(Trans-geraniol)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[22]
119	苦橙油醇(Nerolidol)	茎(Stem)	[22]
120	顺式-法呢醇(Cis-farnesol)	茎(Stem)	[22]
121	3-甲基-1-丁醇(3-methyl-1-butanol)	叶(Leaf)	[22]
122	1-辛烯-3-醇(1-octen-3-ol)	叶(Leaf)	[22]
123	dl-柠檬醇(dl-limon alcohol)	叶(Leaf)	[22]
124	1- $\alpha$ -松油醇(1- $\alpha$ -terpineol)	叶(Leaf)	[22]

续表1 Continued

序号 No.	化合物 Compounds	提取部位 Tissue used for extraction	参考文献 References
125	法呢醇( Farnesol)	叶( Leaf)	[22]
126	喇叭茶醇( Palustrol)	叶( Leaf)	[24]
127	4-甲氧基苯甲醇( 4-methoxybenzyl alcohol)	茎( Stem)	[24]
128	异匙叶桉油烯醇( Isospathulenol)	茎( Stem)	[24]
129	匙叶桉油烯醇( Spathulenol)	茎( Stem)	[24]
130	异- $\alpha$ -雪松烯-15-醇( Vision- $\alpha$ -cedrene-15-ol)	茎( Stem)、叶( Leaf)、全草 ( Herb)	[24]
131	3,5-二羟基-7,4'-二甲氧基黄酮 ( 3,5-dihydroxy-7,4'-dimethoxyflavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[19,26]
132	3,5-二羟基-7,3',4'-三甲氧基黄酮 ( 3,5-dihydroxy-7,3',4'-trimethoxy flavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[19]
133	5,4'-二羟基-7,3'-二甲氧基黄酮 ( 5,4'-dihydroxy-7,3'-dimethoxyflavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[19]
134	3,5,4'-三羟基-7,3'-二甲氧基黄酮 ( 3,5,4'-trihydroxy-7,3'-dimethoxy flavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[19]
135	5-羟基-3,7,3',4'-四甲氧基黄酮 ( 5-hydroxy-3,7,3',4'-tetramethoxy flavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[27-28]
136	5,4'-二羟基-3,7,3'-三甲氧基黄酮 ( 5,4'-dihydroxy-3,7,3'-trimethoxy flavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[27-28]
137	5-羟基-7,3,4'-三甲氧基黄酮 ( 5-hydroxy-7,3,4'-trimethoxy flavone)	全草( Herb)	[16]
138	5,4'-二羟基-7-甲氧基黄酮 ( 5,4'-dihydroxy-7-methoxy flavone)	全草( Herb)	[16]
139	4',5-二羟基-3,3',7-三甲氧基黄酮 ( 4',5-hydroxyl-3,3',7-trimethoxy flavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[13]
140	3,3',4',7-四甲氧基-5-羟基黄酮 ( 3,3',4',7-tetramethoxysilane-5-hydroxy flavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[13,29]
141	3,4',5,7-四甲氧基黄酮 ( 3,4',5,7-tetramethoxy flavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[13]
142	3,6,4'-三羟基-7-甲氧基黄酮 ( 3,6,4'-trihydroxy-7-methoxy flavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[13]
143	2',3',4',5,7-五羟基黄酮 ( 2',3',4',5,7-pentahydroxy flavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[13]
144	3,5,7,3',4'-五羟基黄酮 ( 3,5,7,3',4'-pentahydroxy flavone)	全草( Herb)	[16]
145	3,3',4',5-四羟基-7-甲氧基黄酮 ( 3,3',4',5-hydroxyl-7-methoxy flavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[13]
146	4',5,7-三羟基黄酮( 4',5,7-trihydroxy flavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[13]
147	3',4',5-三羟基-3,7-二甲氧基黄酮 ( 3',4',5-hydroxy-3,7-dimethoxy flavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[13]
148	3,5,4'-三羟基-7-甲氧基黄酮 ( 3,5,4'-trihydroxy-7-methoxy flavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[26]
149	3,3',7-三甲氧基-4',5-二羟基黄酮 ( 3,3',7-methoxy-4',5-dihydroxy flavonoids)	全草( Herb)	[29]
150	金合欢素( Acacetin)	饮片( Medicinal slices)	[28]
151	芹菜素( Apigenin)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[19,26]

续表 1 Continued

序号 No.	化合物 Compounds	提取部位 Tissue used for extraction	参考文献 References
152	5,7-二羟基-3',4'-二甲氧基二氢黄酮 (5,7-dihydroxy-3',4'-dimethoxy flavanone)	茎( Stem)	[23]
153	5-羟基-7,3',4'-三甲氧基二氢黄酮 (5-hydroxy-7,3',4'-trimethoxy flavanone)	全草( Herb)、浸膏( Extractum)	[16, 27]
154	4',5-二羟基-3',7-二甲氧基二氢黄酮 (4',5-hydroxy-3',7-dimethoxy-flavanone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[13]
155	4',5,7-三羟基二氢黄酮(4',5,7-trihydroxy flavanone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[26]
156	4',5-二羟基-3',7-二甲氧基二氢黄酮 (4',5-dihydroxy-3',7-dimethoxy dihydro flavone)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[13, 19]
157	5-羟基-7,4'-二甲氧基二氢黄酮 (5-hydroxy-7,4'-dimethoxy flavanone)	全草( Herb)	[16]
158	胡萝卜苷( Daucosterol)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[26]
159	毛蕊花糖苷( Verbascoside)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[26]
160	列当苷( Broomrape glycosides)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[26]
161	紫葳新苷( Campneoside)	饮片( Medicinal slices)	[28]
162	田蓟苷( Thistle glycosides)	饮片( Medicinal slices)	[28]
163	大豆脑苷 I 和 II ( Soya-cerebrosides)	饮片( Medicinal slices)	[28]
164	藿香苷( Agastache glycosides)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[19]
165	5,4'-二羟基黄酮-7-O-葡萄糖苷 (5,4'-dihydroxy flavone-7-O-glucoside)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[13]
166	丁香脂素-β-D-葡萄糖苷 (Syringaresinol-β-D-glucoside)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[26]
167	木犀草素-7-O-(6-O-甲基-β-D-吡喃葡萄糖醛酸甙 (Luteolin-7-O-(6-O-methyl-β-D-glucuronopyranoside))	茎( Stem)、叶( Leaf)	[26]
168	槲皮素-7-O-β-D-葡萄糖苷 (Quercetin-7-β-D-glucoside)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[26]
169	芹菜素-7-(6'-p-香豆酰基)葡萄糖苷 (Apigenin-7-(6'-p-coumaroyl) glucose celecoxib)	饮片( Medicinal slices)	[28]
170	香叶木素-7-O-β-D-吡喃葡萄糖苷 (Diosmetin-7-O-β-D-glucopyranoside)	饮片( Medicinal slices)	[28]
171	7-O-(3',6'-二-反式-对-香豆酰基)-β-D-半乳糖-芹菜素苷 (7-O-(3',6'-II-trans-p-coumaric acid)-β-D-galactose-apigenin glycoside)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[13, 28]
172	1,2-O-[2S-(3,4-二羟基苯基)-1,2-乙烷二基]-3-O-α-L-鼠李吡喃糖基-4-O-咖啡酰基-β-D-葡萄糖吡喃糖苷 (1,2-O-[2S-(3,4-dihydroxyphenyl)-1,2-ethanediyl]-3-O-α-L-rhamnoseadjoin Nomglycosyl-4-O-Coffee acyl-β-D-glucose adjoin furans glucoside)	茎( Stem)、叶( Leaf)	[13, 28]
173	1,2-O-[2s-(3,4-二羟基苯基)-1,2-乙烷二基]-3-O-α-L-鼠李吡喃糖基-4-O-阿魏酰基-β-D-葡萄糖吡喃糖苷 (1,2-O-[2s-(3,4-dihydroxyphenyl)-1,2-ethanediyl]-3-O-α-L-rhamnoseadjoin Nomglycosyl-4-O-ferulate acyl-β-D-glucose adjoin furans glucoside)	饮片( Medicinal slices)、 梗( Stalk)	[28, 30]

续表1 Continued

序号 No.	化合物 Compounds	提取部位 Tissue used for extraction	参考文献 References
174	1,2-O-[2S-(3,4-二羟基苯基)-1,2-乙烷二基]-3-O- $\alpha$ -L-鼠李吡喃糖基-6-O-咖啡酰基- $\beta$ -D-葡萄吡喃糖苷 (1,2-O-[2S-(3,4-dihydroxyphenyl)-1,2-ethanediyl]-3-O- $\alpha$ -L-rhamnoseadjoin Nonglycosyl-6-O-Coffee acyl- $\beta$ -D-glucose adjoin furans glucoside)	梗(Stalk)	[30]
175	1-O-[3,4-二羟基苯基-1,2-乙烷二基]-3-O- $\alpha$ -L-鼠李吡喃糖基-4-O-咖啡酰基- $\beta$ -D-葡萄吡喃糖苷 (1-O-[3,4-dihydroxy-1,2-ethanediyl]-3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-4-O-caffeoyl- $\beta$ -D-glucopyranoside)	梗(Stalk)	[30]
176	1-O-[3,4-二羟基苯基-1,2-乙烷二基]-3-O- $\alpha$ -L-鼠李吡喃糖基-6-O-咖啡酰基- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷 (1-O-[3,4-dihydroxyphenyl-1,2-ethanediyl]-3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-6-O-caffeoyl- $\beta$ -D-glucopyranoside)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[13]
177	表木栓醇(Epifriedelanol)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[13,29]
178	3',5'-二羟基-4,7'-二甲氧基二氢黄酮醇 (3',5'-dihydroxy-4,7'-dimethoxyflavanone alcohol)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[19]
179	$\beta$ -谷甾醇( $\beta$ -sitosterol)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[13,29]
180	香草酸(Vanillic acid)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[19]
181	原儿茶酸(Protocatechuate)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[19]
182	1,4-丁二酸(1,4-succinic acid)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[13]
183	27-甲基-5,9-二十八二烯酸 (27-methyl-5,9-twentyeight dienoic acid)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[13]
184	4-羟基苯甲酸(4-hydroxybenzoic acid)	梗(Stalk)	[30]
185	齐墩果酸(Oleanolic acid)	全草(Herb)	[29]
186	5-羟甲基糠醛(5-(hydroxymethyl) furfural)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[13]
187	3,4-二羟基苯甲醛(3,4-dihydroxybenzaldehyde)	梗(Stalk)	[30]
188	木栓酮(Friedelin)	全草(Herb)	[29]
189	尿嘧啶(Uracil)	饮片(Medicinal slices)	[28]
190	7-半乳糖醛酸苷芹黄素(Apigenin7-galacturonide)	茎(Stem)、叶(Leaf)	[26]
191	7-(O-甲基-葡萄糖醛酸苷)芹黄素 (Apigenin7-(O-methyl-glucuronide))	茎(Stem)、叶(Leaf)	[26]

1.2 广藿香的生物活性 广藿香挥发油主要有抗病原微生物、杀虫、抗炎、镇痛、解热及免疫调节等生物活性。其非挥发性成分主要有抑菌、抗炎、镇痛、抗肿瘤等生物活性。此外,广藿香提取物还具有调节肠胃<sup>[31]</sup>、止咳、化痰、平喘<sup>[32]</sup>、止吐<sup>[33]</sup>及对肝脏具有保护作用<sup>[23]</sup>等药理功效,详见表2,3。

表2 广藿香挥发油的生物活性

Tab.2 The biological activities of *P. cablin* essential oil

活性物质 Active substance	生物活性 Biological activities	微生物和昆虫的种类/效果 Microorganisms and insects/effects	参考文献 References
		大肠杆菌( <i>Escherichia coli</i> ) 枯草杆菌( <i>Bacillus subtilis</i> ) ,白葡萄球菌( <i>Staphylococcus albus</i> ) ,四联球菌( <i>Micrococcus tetragenus</i> ) ,金黄色葡萄球菌( <i>Staphylococcus aureus</i> )	[35]
广藿香酮 <sup>[10, 34]</sup> Patchoulone	抗菌活性 Antibacterial activity	伤寒杆菌( <i>Salmonellatyphi</i> ) ,金黄色葡萄球菌( <i>Staphylococcus aureus</i> ) ,大肠杆菌( <i>Escherichia coli</i> ) ,志贺氏菌杆菌( <i>Shigella flexneri</i> ) ,绿脓杆菌( <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ) ,肠炎沙门氏菌( <i>Salmonella enteritidis</i> ) ,肺炎球菌( <i>Pneumococcus</i> ) , $\beta$ -溶血性链球菌( $\beta$ -hemolytic streptococcus) , $\gamma$ -溶血性链球菌( $\gamma$ -hemolytic streptococcus)	[36]
		新型隐球菌( <i>Cryptococcus neoformans</i> ) ,白色念珠菌( <i>Candida albicans</i> ) ,申克氏孢子丝菌( <i>Sporothrix schemckii</i> ) ,羊毛状小孢子菌( <i>Microsporium lanosum</i> ) ,石膏样小孢子菌( <i>Microsporium gypseum</i> ) ,污染霉菌( <i>Opportunistic fungi</i> ) ,黄曲霉( <i>Aspergillus flavus</i> ) ,黑曲霉( <i>Aspergillus niger</i> ) ,球孢毛霉( <i>Mucor globosus</i> ) ,球毛壳霉( <i>Chaetomium globosum</i> ) ,黑根霉( <i>Rhizopus nigricans</i> ) ,短柄帚霉( <i>Scopulariopsis brevicaulis</i> )	[35]
广藿香酮 <sup>[10, 34]</sup> Patchoulone	抗真菌活性 Antifungal activity	羊毛状小孢子菌( <i>Microsporium lanosum</i> )	[37]
		丝核菌( <i>Rhizoctonia</i> ) ,串珠镰刀菌( <i>Fusarium moniliforme</i> Sheld) ,玉米弯孢叶斑病菌( <i>Curvularia lunata</i> ) ,核盘菌( <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ) ,肉桂多毛孢( <i>Pestalotiopsis gibberosa</i> Sacc) ,番茄早疫病菌( <i>Alternaria solani</i> )	[38]
广藿香醇 <sup>[9, 39]</sup> Patchouli alcohol	抗病毒活性 Antiviral activity	季节性流感病毒(IFV) 甲型流感病毒(H1N1) 甲型流感病毒鼠肺适应株病毒(FM1)	[9] [39]
		淡色库蚊( <i>Culex pipiens pallens</i> )	[7]
$\alpha$ -蒎烯 <sup>[12]</sup> ( $\alpha$ -pinene)		埃及伊蚊( <i>Aedes aegypti</i> ) ,斯氏按蚊( <i>Anopheles stephensi</i> ) ,致倦库蚊( <i>Culex quinquefasciatus</i> )	[40]
广藿香醇 <sup>[40]</sup> (Patchouli alcohol)	杀虫活性 Insecticidal activity	斜纹夜蛾( <i>Spodoptera litura</i> ) 菜粉蝶( <i>Pieris rapae</i> Linne) 小菜蛾( <i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus))	[41] [42]
广藿香酮 <sup>[41]</sup> (Patchoulone)		荔枝卷叶蛾( <i>Homona coffearia</i> ) ,檀香粉蝶( <i>Delias aglaia</i> L.)	[43]
		烟粉虱( <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius))	[44]
		白纹伊蚊( <i>Aedes albopictus</i> )	[45]
		抑制二甲苯(DMB)诱导的耳血管舒张和醋酸诱发的炎症以及角叉菜胶诱导的大鼠爪水肿 Inhibit the ear vasodilation induced by xylene , the inflammation induced by acetic acid and the paw edema induced by carrageenan in mice	[8]
广藿香醇 <sup>[46, 47]</sup> Patchouli Alcohol	抗炎、镇痛作用 Anti-inflammatory and analgesic action	能抑制二甲苯所致的小鼠耳水肿及大鼠足肿胀 Inhibit the ear edema induced by xylene and the paw edema induced by carrageenan in mice	[46]
		能抑制二甲苯所致的小鼠耳廓肿胀及醋酸所致的小鼠扭体腹痛 Inhibit the ear edema induced by xylene and the writhing pain induced by acetic acid in mice	[48]
广藿香油 Patchouli oil	解热作用 Antipyretic effect	能降低2,4-二硝基苯酚致大鼠发热模型的体温 Reduce the temperature of the fever induced by 2,4-dinitrophenol in mice	[49]
广藿香油 Patchouli oil	免疫调节作用 Immunomodulatory effects	对小鼠外周白细胞、腹腔巨噬细胞和脾淋巴细胞具有显著的活化作用;对小鼠脾淋巴细胞具有显著的增殖作用 Have a remarkable activation effect on peripheral white blood cells , peritoneal macrophages and lymphoid cells and had a significant proliferation effect on lymphoid cells in mice	[50]

表 3 广藿香非挥发性成分及其生物活性

Tab. 3 The non-volatile components of *P. cablin* and their biological activities

非挥发性成分 Non-volatile components	生物活性 Biological activities	微生物的种类与效果 The kinds of microorganism and effect	参考文献 References
3,3',4,5-四氢 基-7-甲氧基 黄酮 <sup>[13]</sup> (3,3',4,5-tetra- hydro-7-me- thoxyflavone)	抑菌 Bacteriostasis	枯草杆菌( <i>Bacillus subtilis</i> ), 大肠埃希氏菌( <i>Escherichia coli</i> ), 伤寒沙 门氏菌( <i>Salmonellatyphi</i> )	[13]
		大肠杆菌( <i>Escherichia coli</i> ), 金黄色葡萄球菌( <i>Staphylococcus aureus</i> ), 枯草杆菌( <i>Bacillus subtilis</i> ), 绿脓杆菌( <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ), 肠 炎球菌( <i>Enterococci</i> ), 产气杆菌( <i>Anthrax</i> )	[51]
		金黄色葡萄球菌( <i>Staphylococcus aureus</i> ), 黑根霉( <i>Rhizopus nigri- cans</i> ), 青霉( <i>Penicillium</i> ), 热带假丝酵母( <i>Candida tropicalis</i> )	[52]
金丝皂苷 <sup>[20]</sup> Hyperoside	抗炎、镇痛 Anti-inflammatory and analgesic	抑制二甲苯所致的小鼠耳廓肿胀及醋酸所致的小鼠扭体腹痛 Inhibit the ear edema induced by xylene and the writhing pain induced by acetic acid in mice	[48]
芹菜素 <sup>[20]</sup> Hpipgenin	抗肿瘤 Antineoplastic	阻滞人乳腺癌细胞株 MDA, 抑制癌细胞的粘附运动、中枢保护 Block human breast cancer cell (MDA), inhibit the adhesion movement of cancer cell and protect CNS	[20]

## 2 广藿香遗传多样性

交配系统和分布范围是影响植物遗传多样性的 2 个重要因素。学者认为杂交系数高、分布范围广且连续的物种具有较高的种内遗传多样性<sup>[53-54]</sup>; 分布广泛的植物必须适应广泛的地理环境, 因此具有较高的遗传多样性, 从而演变成不同的生态型<sup>[55]</sup>。广藿香在我国罕见开花, 即便开花也不结实, 繁殖方式主要为无性繁殖, 因此缺乏基因交流<sup>[56]</sup>。广藿香在我国的广东、海南、广西、福建及台湾等地均有栽培, 由于种植地环境条件和栽培措施的不同, 各居群内的基因多态性程度和遗传变异水平都较高。

张英<sup>[57]</sup>采用 RAPD 技术对广州、高要、雷州、遂溪、万宁等 8 个不同产地的广藿香进行研究, 结果发现 8 个产地的广藿香的 RAPD 标记具有明显的差异, 其地理型与基因型具有显著的相关性, 相同地域样品的基因序列相似程度较高, 地域越近的样品的基因序列相似程度也越高, 这与张英<sup>[58]</sup>用 PCR 直接测序技术对这 8 个产地的广藿香 ITS<sub>1</sub> 和 ITS<sub>2</sub> 基因进行测序分析的结论一致。聚类分析发现 8 个产地的广藿香样品可分为 3 组, 产地相近的样品聚在相近的组中, 如广州和高要地区的样品, 雷州和遂溪的样品, 徐闻和海南的样品, 相近的程度更高; 组培苗样品在各段基因的比较中都聚为一组。Wu 等<sup>[59]</sup>对 16 个栽培居群的广藿香进行 RAPD 指纹图谱研究, 也得出相同结论。潘超美等<sup>[60]</sup>应用 RAPD 技术对 5 个不同栽培居群的广藿香的种内遗传多样性进行研究。从 80 个随机引物中筛选出 14 个具较高多态性检测能力的引物, 综合 14 个引物对 5 个不同居群的广藿香总 DNA 的 RAPD 扩增图谱, 共扩出 84 条谱带, 具多态性的片段有 67 条, 多态率为 79.8%, 这表明广藿香同一种内不同栽培居群间存在明显的遗传分化。Wu 等<sup>[2]</sup>采用 ISSR 和 SRAP 标记技术对我国“湛香”、“肇香”、“牌香”和“南香”等 4 大广藿香的 16 份资源材料进行研究, 明确了广藿香区域性居群的遗传多样性和遗传结构的差异。

## 3 广藿香活性成分与遗传多样性间的关系

随着 DNA 分析技术的发展, 对广藿香活性成分与遗传多样性的研究不仅限于对栽培环境的气候、土壤、水质等方面, 而且更多的是着眼于生物内部遗传因素对广藿香活性成分影响的研究。刘玉萍等<sup>[61]</sup>用 PCR 直接测序技术对黄村、高要、海康、万宁、遂溪和吴川等 6 个不同产地的广藿香的叶绿体 *matK* 基因和核 18S rRNA 基因核苷酸序列进行测序分析, 结果发现广藿香 6 个样本的 *matK* 基因序列长度相等, 均为 1 245 bp, 编码 415 个氨基酸成熟酶, 6 个样本间的 *matK* 基因序列存在 47 个变异位点; 18S rRNA 基因序列长度不等, 长为 1 803 ~ 1 805 bp, 6 个样本间的 18S rRNA 基因存在 17 个变异位点。这表明不同产地间

广藿香的 *matK* 基因和 18S rRNA 基因的 DNA 序列存在较大的差异。6 个产地的广藿香明显可分成 2 组, 属广藿香酮型的“石牌广藿香”与邻近肇庆地区的“高要广藿香”聚为一组; 属广藿香醇型的“湛江广藿香”与海南万宁的“海南广藿香”聚为一组。说明广藿香植物的 *matK* 和 18S rRNA 序列分化(基因型)与地理分布由北向西南(道地性)及挥发油成分变异(化学型)呈良好的相关性。

广藿香的遗传多样性导致其活性成分在不同产地间具有较大差异, 从而导致不同产地广藿香的用途及功效也不尽相同。陈文光<sup>[20]</sup>对越南河内、荣市、山萝和中国广州、高要、湛江等地的广藿香化学成分进行了对比研究。结果表明, 越南和中国两地广藿香挥发性成分在组分上具有一定相似性, 但各组分含量差异显著, 越南广藿香的挥发油含量高于中国, 且越南产广藿香挥发油中广藿香醇约占挥发油含量的 32.0% ~ 38.0%。广藿香醇是广藿香特殊香味的主要成分之一, 因而越南产广藿香主要用于提取挥发油, 作为香料使用。中国不同栽培居群的广藿香有效成分含量差异较大, 据此, 大多数学者将其分为 2 种类型, 即广藿香酮型和广藿香醇型<sup>[59, 62]</sup>; 少数学者将其分成 3 种类型, 即广藿香酮型、广藿香醇型和介于两者之间的过渡型<sup>[57, 63]</sup>。广藿香酮型一般指广州和高要产的“牌香类”, 广藿香醇型一般指吴川、遂溪、雷州与海南万宁等地产的“南香类”。广藿香酮型广藿香挥发油化学成分主要为含氧组分(82.7% ~ 92.0%); 广藿香醇型广藿香挥发油中含氧组分与非含氧组分的含量相近: 前者为 45.7% ~ 53.3%, 后者为 46.7% ~ 54.3%<sup>[64]</sup>。黄木土等<sup>[65]</sup>采用 HPLC 指纹图谱分析方法, 对 4 个主要产地广藿香的非挥发性成分进行比较, 结果发现高要产广藿香与地道药材石牌广藿香的水提物各萃取部位(氯仿萃取部位、乙酸乙酯萃取部位、正丁醇萃取部位)的相似度均高于 0.9, 差异程度较小, 而吴川和万宁与黄村比较差异程度较大。由于化学成分的差异, 不同产地广藿香的用途也不尽相同, 如广州“牌香”和高要“枝香”可供药用, 但其资源濒临灭绝, “南香”和“湛香”含油率较高, 不仅可供药用, 也可提取挥发油用作定香剂<sup>[64]</sup>。目前, 市场上广藿香药材主要来源于“南香”和“湛香”。

#### 4 小结与展望

广藿香在我国有珍贵南药之称, 具有良好的药效, 市场需求量大, 但笔者认为, 以下问题亟待解决。其一, 当前广藿香药效的研究较多且深入, 但缺乏对具体有效成分及其动力学研究。其二, 广藿香药材的药理作用、药理作用与化学成分之间的相关性、活性成分的结构和作用机理等尚不清晰, 还需进一步研究。其三, 广藿香醇作为广藿香的活性成分和广藿香挥发油的主要成分之一, 是历版《中国药典》规定的用于评价广藿香药材及广藿香油质量的指标成分, 除了抑菌和抗病毒功效之外, 还抑制  $\beta$ -淀粉样蛋白的神经毒性而发挥保护神经的作用, 对甲 1 型流感病毒、乙型流感病毒及禽流感病毒 H5N1 也具有明显的抑制作用, 可应用于预防流感病毒的药物中。随着广藿香醇的药理活性及用途被广泛关注和重视, 全球每年用于药品、食品及日用化妆品的广藿香醇需求量与日俱增, 但广藿香中的广藿香醇含量很低, 通常仅在  $8 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  以下, 矛盾日益加剧。因而, 如何提高广藿香中广藿香醇的含量, 是摆在科研工作者面前的一个重要的、具有挑战性的难题。对此, 笔者认为, 揭示广藿香醇的生物合成机理、代谢调控途径及调控水平, 即揭示广藿香醇的合成和积累机理具有十分重要意义。

#### 参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中国药典: 一部[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 42.
- [2] WU Y G, GUO Q S, HE J C, et al. Genetic diversity analysis among and within populations of *Pogostemon cablin* from China with ISSR and SRAP markers[J]. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2010, 38: 63–72.
- [3] 吴友根, 郭巧生, 郑焕强. 广藿香本草及引种历史考证的研究[J]. *中国中药杂志*, 2007, 32(20): 2114–2117.
- [4] ANTOS A V, BLANK M F, BLANK A F, et al. Mass multiplication of *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth genotypes and increase of essential oil and patchoulol yield[J]. *Industrial Crops and Products*, 2010, 32: 445–449.
- [5] SINGH M, RAO R S G. Influence of sources and doses of N and K on herbage, oil yield and nutrient uptake of patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.] in semi-arid tropics[J]. *Industrial Crops and Products*, 2009, 29: 229–234.
- [6] BLANK A F, SANT T C P, SANTOS P S, et al. Chemical characterization of the essential oil from patchouli accessions harvested over four seasons[J]. *Industrial Crops and Products*, 2011, 34: 831–837.
- [7] PARK H M, PARK I K. Larvicidal activity of *Amyris balsamifera*, *Daucus carota* and *Pogostemon cablin* essential oils and their

- components against *Culex pipiens pallens* [J]. *Asia-Pacific Entomology*, 2012, 15: 631 – 634.
- [8] SU J Y, TANA L R, LAI P, et al. Experimental study on anti-inflammatory activity of a TCM recipe consisting of the supercritical fluid CO<sub>2</sub> extract of *Chrysanthemum indicum*, Patchouli oil and Zedoary Turmeric oil *in vivo* [J]. *Ethnopharmacology*, 2012, 14: 608 – 614.
- [9] LI Y C, PENG S Z, CHEN H M, et al. Oral administration of patchouli alcohol isolated from *Pogostemonis Herba* augments protection against influenza viral infection in mice [J]. *International Immunopharmacology*, 2012, 12: 294 – 301.
- [10] 梁海春. 广藿香有效成分体外抗真菌作用研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2012: 15 – 27.
- [11] TSAI Y C, HSU H C, YANG W C, et al.  $\alpha$ -Bulnesene, a PAF inhibitor isolated from the essential oil of *Pogostemon cablin* [J]. *Fitoterapia*, 2007, 78: 7 – 11.
- [12] LUZ S N, JESUS O V, ELENA S. Repellent activity of essential oils: A review [J]. *Bioresource Technology*, 2010, 101: 372 – 378.
- [13] 黄烈军. 中药广藿香化学及生物活性成分研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2008: 15 – 23.
- [14] HUSSAIN A I, ANWAR F, NIGAM P S, et al. Antibacterial activity of some Lamiaceae essential oils using resazurin as an of cell growth [J]. *Food Science and Technology*, 2011, 44: 1199 – 1206.
- [15] DEGUERRY F, PASTORE L, WU S Q, et al. The diverse sesquiterpene profile of patchouli, *Pogostemon cablin* is correlated with a limited number of sesquiterpene synthases [J]. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 2006, 454: 123 – 136.
- [16] 张广文, 马祥全, 苏镜娱 等. 广藿香黄酮类化合物 [J]. *中草药*, 2001, 32( 10 ): 871 – 874.
- [17] ITOKAWA H, SUTO K, TAKEYA K. Studies on novel pcoumaroyl glucoside of apigenin and on other flavonoids isolated from Patchouli ( Labiateae ) [J]. *Chem. Pharm. Bull.*, 1981, 29( 1 ): 254 – 258.
- [18] PARK E J, PARK H R, LEE J S, et al. Licochalcone A: an inducer of cell differentiation and cytotoxic agent from *Pogostemon cablin* [J]. *Planta Med.*, 1998, 64( 5 ): 464 – 466.
- [19] 张岗. 广藿香非挥发性成分的研究[D]. 广州: 广东药学院, 2007: 21 – 23.
- [20] 陈文光. 越南与中国产广藿香质量比较及产地加工研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2011: 58 – 62.
- [21] 关玲, 权丽辉, 丛浦珠. 广藿香挥发油化学成分的研究 [J]. *天然产物研究与开发*, 1992, 4( 2 ): 34 – 37.
- [22] 罗集鹏, 冯毅凡, 郭晓玲 等. 高要产广藿香挥发油成分分析 [J]. *中药材*, 1999, 22( 1 ): 25 – 27.
- [23] LI F, LI C J, MA J, et al. Four new sesquiterpenes from the stems of *Pogostemon cablin* [J]. *Fitoterapia*, 2013, 86: 183 – 187.
- [24] 陈秀华, 刘强, 陈兴兴 等. 广藿香不同部位挥发油成分的比较研究 [J]. *辽宁中医药大学学报*, 2008, 10( 4 ): 127 – 128.
- [25] 王俊华, 符红. 广藿香挥发油化学成分气质联用技术分析 [J]. *时珍国医国药*, 2000, 11( 7 ): 579 – 580.
- [26] 丁文兵, 刘梅芳, 魏孝义 等. 广藿香大极性化学成分的研究 [J]. *热带亚热带植物学报*, 2009, 17( 6 ): 610 – 616.
- [27] 陈欣. 广藿香化学成分的研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2007.
- [28] 王大海, 殷志琦, 张庆文 等. 广藿香非挥发性化学成分的研究 [J]. *中国中药杂志*, 2010, 35( 20 ): 2704 – 2707.
- [29] 关玲, 权丽辉, 徐丽珍 等. 广藿香化学成分的研究 [J]. *中国中药杂志*, 1994, 19( 6 ): 355 – 357.
- [30] 李菲, 李剑军, 杨敬芝 等. 广藿香梗化学成分研究 [G] // 中国化学会. 中国化学会第八届全国天然有机化学学术研讨会论文集. 济南: 化学工业出版社, 2010: 142.
- [31] 何冰, 陈小夏, 罗集鹏. 广藿香去油部分的 5 种不同极性提取物对胃肠道的影响 [J]. *中药材*, 2001, 24( 6 ): 422 – 423.
- [32] 赵书策, 贾强, 廖富林 等. 广藿香提取物的止咳、化痰、平喘药理研究 [J]. *中成药*, 2008, 30( 3 ): 449 – 450.
- [33] YANG Y, KINOSHITA K, KOYAMA K, et al. Anti-emetic principles of *Pogostemon cablin* ( Blanco ) Benth [J]. *Phytomedicine*, 1999, 6( 2 ): 89 – 93.
- [34] LI Y C, LIANG H C, CHEN H M, et al. Anti-*Candida albicans* activity and pharmacokinetics of pogostone isolated from *Pogostemonis Herba* [J]. *Phytomedicine*, 2012, 20: 77 – 83.
- [35] 张广文, 蓝文键, 苏镜娱 等. 广藿香精油化学成分分析及其抗菌活性 [J]. *中草药*, 2002, 33( 3 ): 210 – 212.
- [36] YI Y Y, HE J J, SU J Q, et al. Synthesis and antimicrobial evaluation of pogostone and its analogues [J]. *Fitoterapia*, 2013, 84: 135 – 139.
- [37] WANG G S, DENG J H, MA Y H, et al. Mechanisms, clinically curative effects, and antifungal activities of cinnamon oil and pogostemon oil complex against three species of *Candida* [J]. *Traditional Chinese Medicine*, 2012, 32( 1 ): 1 – 2.
- [38] 莫小路, 严振, 王玉生. 广藿香精油对植物病原真菌的抑菌活性研究 [J]. *中药材*, 2004, 27( 11 ): 805 – 807.
- [39] 彭绍忠. 广藿香抗甲型流感病毒有效成分筛选及评价研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2011.
- [40] GOKULAKRISHNAN J, ELUMALAI K, DHANASEKARAN S, et al. Pupicidal and repellent activities of *Pogostemon cablin* essential oil chemical compounds against medically important human vector mosquitoes [J]. *Asian Pac. J. Trop Dis.*, 2013, 3( 1 ): 26 – 31.
- [41] 曾庆钱, 严振, 莫小路 等. 广藿香精油对斜纹夜蛾拒食活性 [J]. *农药*, 2006, 45( 6 ): 420 – 421.
- [42] 曾庆钱, 蔡岳文, 严振 等. 广藿香精油的杀虫作用及其活性成分分析 [J]. *植物资源与环境学报*, 2006, 15( 3 ): 21 – 25.

- [43] 曾庆钱, 严振, 蔡岳文, 等. 广藿香精油对檀香粉蝶和荔枝卷叶蛾生物活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2006, 18: 541-544.
- [44] YANG N W, LI A L, WAN F H, et al. Effects of plant essential oils on immature and adult sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* biotype B[J]. Crop Protection, 2010, 29: 1200-1207.
- [45] 曾冬琴, 彭映辉, 陈飞飞, 等. 广藿香精油对白纹伊蚊的生物活性研究[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2009, 20(4): 335-337.
- [46] LI Y C, XIAN Y F, et al. Anti-inflammatory activity of patchouli alcohol isolated from *Pogostemonis* Herbain animal models [J]. Fitoterapia, 2011, 82(8): 1295-1301.
- [47] JEONG J B, SHIN Y K, LEE S H. Anti-inflammatory activity of patchouli alcohol in RAW264.7 and HT-29 cells [J]. Food and Chemical Toxicology, 2013, 55: 229-233.
- [48] 赵书策, 贾强, 廖富林. 广藿香提取物的抗炎、镇痛药理研究[J]. 中成药, 2007, 29(2): 285-287.
- [49] 解宇环, 沈映君, 纪广亮, 等. 香附、广藿香挥发油抗炎、镇痛、解热作用的实验研究[J]. 四川生理科学杂志, 2005, 27(3): 137.
- [50] 齐珊珊, 胡丽萍, 陈文娜, 等. 广藿香叶挥发油对小鼠免疫调节作用的实验研究[J]. 中华中医药学刊, 2009, 27(4): 774-776.
- [51] 罗超坤. 广藿香水提物的抗菌实验研究[J]. 中药材, 2005, 28(8): 700-701.
- [52] 刘晓蓉, 范瑞, 张媛媛, 等. 广藿香提取物的抑菌活性研究[J]. 食品科技, 2009, 34(5): 220-227.
- [53] HAMRICK J L, GODT M J W, SHERMAN B S L. Factor influencing levels of genetic diversity in woody plant species [J]. New Forest, 1992, 6: 95-124.
- [54] HAMRICK J L, NASON J D. Consequence of dispersal in plant [M] // Rhodes J O E, Chesser R K, Smith M H. Population dynamics in ecological space and time. Chicago: The University of Chicago Press, 1996: 203-235.
- [55] TURESSON G. The genotypical response of the plant species to the habitat [J]. Hereditas, 1992, 3: 211-350.
- [56] LI C G, WU Y G, GUO Q S. Floral and pollen morphology of *Pogostemon cablin* (Lamiaceae) from different habitats and its taxonomic significance [J]. Procedia Engineering, 2011, 18: 295-300.
- [57] 张英. 广东道地药材广藿香的 GC-MS 化学指纹图谱和 DNA 指纹图谱研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2007: 31-109.
- [58] 张英, 陈瑶, 张金超, 等. 广藿香 ITS 基因型与地理分布的相关性分析[J]. 药学学报, 2007, 42(1): 93-97.
- [59] WU L H, WU Y G, GUO Q S, et al. Comparison of genetic diversity in *Pogostemon cablin* from China revealed by RAPD, morphological and chemical analyses [J]. Journal of Medicinal Plants Research, 2011, 5(18): 4549-4559.
- [60] 潘超美, 李薇, 贺红, 等. 不同栽培居群广藿香的种内遗传多样性研究[J]. 中国中药杂志, 2006, 31(9): 723-726.
- [61] 刘玉萍, 罗集鹏, 冯毅凡, 等. 广藿香的基因序列与挥发油化学型的相关性分析[J]. 药学学报, 2002, 37(4): 304-308.
- [62] 罗集鹏, 刘玉萍, 冯毅凡, 等. 广藿香的两个化学型及产地与采收期对其挥发油成分的影响[J]. 药学学报, 2003, 38(4): 307-310.
- [63] HU L F, LI S P, CAO H, et al. GC-MS fingerprint of *Pogostemon cablin* in China [J]. Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2006, 4: 200-206.
- [64] 罗集鹏, 冯毅凡, 何冰, 等. 广藿香的道地性研究[J]. 中药材, 2005, 28(12): 1121-1125.
- [65] 黄木土, 罗集鹏. 4 个主要产地广藿香 HPLC 指纹图谱比较分析[J]. 中药材, 2011, 34(10): 1521-1514.

## Advances on Biological Activity and Genetic Diversity of *Pogostemon cablin*

CHEN Ying, WU Yougen, ZHANG Junfen, YANG Dongmei, LIN Youfen

(Key Laboratory of Protection, Development and Utilization of Tropical Crop Genetic Resources, Ministry of Education/College of Horticulture and Landscape, Hainan University, Haikou 570228, China)

**Abstract:** The chemical components (essential oils and non-volatile constituents), biological activities and genetic diversity, and the relationship between the active ingredients and the genetic diversity of *Pogostemon cablin* were reviewed. Three questions urgent to be solved were raised.

**Key words:** *Pogostemon cablin*; biological activity; heritable variation