

网络出版时间:2017-07-21 14:48

DOI:10.13207/j.cnki.jnwfufu.2017.09.017

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20170721.1449.034.html>

桉楠精油、精气化学成分及精油生物活性研究

丁 文¹, 宁莉萍¹, 杨 威², 熊 燕¹, 张 帅¹, 刘 江¹

(1 四川农业大学 林学院, 四川 成都 611134; 2 中国林产工业协会 楠木保护与发展促进会, 北京 100044)

【摘 要】【目的】研究楠木(*Phoebe zhennan*)(桉楠)精油、精气的化学成分及其生物活性,为楠木养生价值的开发利用提供参考。【方法】以四川桉楠为材料,通过水蒸气法提取桉楠精油,使用气相色谱质谱联用仪分析桉楠精油、精气的化学成分;以白血病 HL-60 株、肺癌 A-549 细胞株、肝癌 SMMC-7721 细胞株、乳腺癌 MCF-7 细胞株和结肠癌 SW480 细胞株等 5 种癌细胞株和大肠杆菌(ATCC25922)、金黄色葡萄球菌(ATCC29213)、肠沙门氏菌(ATCC14028)、铜绿假单胞菌(ATCC27853)等 4 种细菌为待测对象,评价桉楠精油的抗肿瘤和抑菌活性。【结果】桉楠精油主要成分为沉香螺旋醇,其相对含量为 28.26%;其次为愈创木醇,其相对含量为 21.84%;第三是 γ -桉叶醇,其含量为 8.98%。精气主要成分为沉香螺旋醇,其相对含量为 11.93%;其次为 α -姜黄烯和愈创木醇,其相对含量分别为 7.08% 和 6.67%。桉楠精油对白血病 HL-60 细胞株、肺癌 A-549 细胞株等 5 种癌细胞有较好的抑制作用,IC₅₀ 均在 50 μ g/mL 以内;同时,桉楠精油对供试的革兰氏阴性菌和阳性菌均具有抑制作用。【结论】桉楠精油、精气成分有一定相似性,但精气成分更加复杂;桉楠精油对 5 种癌细胞株有显著抑制作用,但对 4 种受试细菌的抑菌效果差异较大,且抑菌效果不明显。

【关键词】 桉楠;化学成分;生物活性;抑菌作用;抗肿瘤活性

【中图分类号】 S792.240.1;Q946-33

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2017)09-0123-06

Study on chemical compositions of phytoncider and essential oil and bioactivity of essential oil from *Phoebe zhennan*

DING Wen¹, NING Liping¹, YANG Wei², XIONG Yan¹, ZHANG Shuai¹, LIU Jiang¹

(1 College of Forestry, Sichuan Agricultural University, Chengdu, Sichuan 611134, China;

2 Chinese National Forest Product Industrial Association for the Advancement of Nanmu, Beijing 100044, China)

Abstract: 【Objective】The study on the chemical compositions of the phytoncider and the essential oil and the bioactivity of essential oil from *Phoebe zhennan* provides a theoretical basis and reference for exploiting and utilizing the health preservation effects of *P. zhennan*. 【Method】*P. zhennan* in Sichuan was taken as a research object in this work. The essential oil from *P. zhennan* was obtained with steam distillation extraction. The chemical compositions of the phytoncider and the essential oil from *P. zhennan* were identified by GC-MS analysis, and the bioactivity of essential oil was evaluated by multifunctional microplate reader. 【Result】The results show that the main components of the essential oil from *P. zhennan* were Agarospirol whose content was 28.26%, Guaiol whose content was 21.84%, and γ -Eudesmol whose content was 8.98%. While the main chemical constituents of the phytoncider from *P. zhennan* were Agarospirol whose content was 11.93%, α -Curcumene whose content was 7.08%, and Guaiol whose content was 6.67%. The essential oil of *P. zhennan* on the leukemia HL-60 cell line, lung cancer A-549 cell lines and

【收稿日期】 2016-07-12

【基金项目】 国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAC09B05);四川省“十二五”农作物育种攻关项目(2011NZ0098-10)

【作者简介】 丁 文(1993-),男,四川绵阳人,主要从事木材化学与物理研究。E-mail:wendong93@163.com

【通信作者】 宁莉萍(1972-),女,甘肃临潭人,教授,博士,主要从事木材科学与工程研究。E-mail:1374515621@qq.com

other three kinds of cancer cells have a good inhibitory effect, and IC_{50} were within $50\text{ }\mu\text{g/mL}$;at the same time,the essential oil has inhibitory effect on the gram-negative bacteria and positive bacteria of the test. 【Conclusion】 The chemical composition of the essential oil and the phytoncider from *P. zhennan* are a certain similarity,while the compositions of the phytoncider are more complex. The essential oil from *P. zhennan* has significant inhibition effects on the five cancer cell lines. However,the antibacterial effects of the essential oil on the four tested bacteria are different,and the antibacterial effect is not obvious.

Key words: *Phoebe zhennan*; chemical compositions; bioactivity; antibacterial action; antitumor activity

楠木(*Phoebe zhennan*)(桢楠)主要生长在四川、贵州、湖北等地,为我国二级保护植物,是著名的珍贵用材树种^[1]。楠木木材结构细致、木性稳定、纹理美丽、易加工,是我国古代重要的建筑、家具用材^[2-4],明清时期为皇家专供。楠木香味清雅而悠长,有较强的杀菌及防腐耐朽性能^[5],其材成箱柜可避虫,因此宜存放衣物及贵重书籍字画。

植物精油是植物的次生代谢物质,被广泛应用于虫害防治、化妆品、食品、医学等领域^[6-9]。有研究表明,楠木在发展天然芳香资源方面有重要地位,从楠木种皮中提取的特殊芳香味精油,可用作制造化妆品的香味原料^[10]。我国古代将楠木作为一味祛疾除患的良药,据古医书记载,楠木入药,内服外用,可治疗胃病、霍乱、霍乱转筋、聤耳出脓水(中耳炎)、脚气等病症^[11-12],但目前对楠木的相关研究主要集中于楠木在古建筑中的应用、楠木生长的分析^[13]、楠木的微观构造和力学性能、桢楠愈伤组织的诱导^[14]、桢楠 DNA 提取条件的优化^[15]及桢楠阴沉木和现代木的比较^[16-17]等方面,尚未检索到关于桢楠精气化学成分及其精油生物活性的研究报道,且如今市场上的楠木加工利用方式较为单一,主要为家具制造、艺术雕刻等,不仅未能完全开发楠木的养生价值,且有大量的加工余料被直接焚烧而导致浪费。为此,本研究拟采用水蒸气蒸馏法提取楠木精油,用固相微萃取法^[18]提取楠木精气,并对其组分进行 GC-MS 分析,以期进一步检测楠木精油的抗菌、抗肿瘤活性,进而为楠木养生价值的开发与原料的充分利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材 料

桢楠取自四川省彭州市蜀楠居木材经营部,树龄 37 年,树高 18 m,原料取自根以上 1.3 m 处,树干含水率为 30.50%,将样块磨粉,冷藏保存备用。

白血病 HL-60 细胞株、肺癌 A-549 细胞株、肝癌 SMMC-7721 细胞株、乳腺癌 MCF-7 细胞株、结

肠癌 SW480 细胞株、顺铂(DDP)、紫杉醇(Taxol),由中国科学院昆明植物研究所提供(所有试剂均为分析纯);大肠杆菌(ATCC25922)、金黄色葡萄球菌(ATCC29213)、肠沙门氏菌(ATCC14028)、铜绿假单胞菌(ATCC27853),购自中国普通微生物菌种保藏管理中心;青链霉素,购自 Hyclone 公司;青霉素 G 钠,购自 Biosharp 公司。

1.2 仪 器

水蒸气蒸馏装置,蜀牛玻璃仪器有限公司;气相色谱质谱联用仪 Agilent7890A-5975C,Agilent 公司;多功能酶标仪 SpectraMax M5,美谷分子仪器(上海)有限公司。

1.3 桢楠精油、精气提取及分析

1.3.1 精油提取 用分析天平精确称取桢楠粉末(200.0 ± 0.1) g,装入 2 000 mL 圆底烧瓶中,加蒸馏水 1 200 mL,加玻璃珠数粒,连接装置,加热 5 h 后至提取物体积不再增加,静置后读取精油体积^[19]。

1.3.2 精气提取 用分析天平精确称取桢楠粉末(4.0 ± 0.1) g 于萃取瓶中,将固相微萃取手柄插入瓶中,伸出萃取头,在 85 ℃下保温 40 min,退回萃取头,拔出 SPME 手柄,得其精气样品,解析时间 3 min。

1.3.3 GC-MS 分析 (1)精油色谱条件。色谱柱:Agilent HP-5us 柱($30\text{ m}\times0.25\text{ mm}\times0.25\text{ }\mu\text{m}$);进样量 1 μL ;分流比 50:1;进样口 250 ℃;载气为高纯氦气;柱温箱升温程序:120 ℃保持 3 min,然后 5 ℃/min 升温到 135 ℃保持 10 min,2 ℃/min 升温到 145 ℃保持 10 min;流速:1 mL/min。

(2)精气色谱条件。色谱柱为 Agilent HP-5us 柱($30\text{ m}\times0.25\text{ mm}\times0.25\text{ }\mu\text{m}$);进样量 1 μL ;分流比 50:1;进样口 250 ℃;载气为高纯氦气;柱温箱升温程序:50 ℃保持 3 min,然后 5 ℃/min 升温到 200 ℃保持 10 min,然后 1 ℃/min 升温到 270 ℃保持 10 min;流速:2 mL/min。

(3)质谱条件。离子源为 EI;电离能 70 eV;辅

助加热区 280 ℃;离子源 230 ℃;四级杆 150 ℃;采集模式为全扫描;质量扫描范围(m/z)50~550;溶剂延迟 3 min。

所得质谱图经计算机质谱库 NIST 标准图库进行检索,按峰面积归一法计算各组分相对含量。

1.4 桉楠精油的抗肿瘤活性

用 DMEM 或 1640 完全培养基(含体积分数 10%胎牛血清和 1%双抗)将白血病、肺癌、肝癌、乳腺癌、结肠癌细胞配成单细胞悬液,以每孔 3 000~15 000 个细胞接种到 96 孔板,每孔体积 100 μ L,贴壁细胞提前 12~24 h 接种培养。吸取样品上清液 20 μ L,用 DMSO 溶解,然后以 100,20,4,0.8,0.16 μ g/mL 5 个梯度进行复筛,每孔终体积 200 μ L,每种处理均设 3 个复孔。37 ℃培养 48 h 后,贴壁细胞弃孔内培养液,每孔加 MTS 溶液 20 μ L 和培养液 100 μ L;悬浮细胞每孔弃 100 μ L 培养上清液,加 MTS 溶液 20 μ L。继续孵育 2~4 h,使反应充分进行,然后用酶标仪测定 492 nm 下的 OD 值,数据处理后以浓度为横坐标、细胞存活率为纵坐标绘制细胞生长曲线,应用两点法(reed and muench 法)计算化合物的 IC₅₀ 值。每次均设 DDP 和 Taxol 2 个阳性对照化合物^[20]。细胞存活率的计算公式为:

细胞存活率= $\frac{\text{样品 OD 值}}{\text{对照 OD 值}} \times 100\%$ 。

表 1 桉楠精油、精气的化学成分及含量

Table 1 Chemical composition of essential oils and essence of *P. zhennan*

编号 No.	化合物 Compound	精气 Phytoncidere		精油 Essential oil	
		保留时间/min RT	相对含量/% Area	保留时间/min RT	相对含量/% Area
1	马鞭草烯醇 Verbenol	—	—	3.69	0.07
2	δ -榄香烯 δ -Elemene	—	—	6.89	0.08
3	2-正戊基呋喃 Furan,2-pentyl-	9.45	0.12	—	—
4	对异丙基苯甲烷 p-Cymene	10.44	0.29	—	—
5	甲基庚烯酮 6-Methyl-5-Hepten-2-One	12.31	0.21	—	—
6	正壬醛 Nonanal	13.78	0.26	—	—
7	1-乙酰基-1-环己烯 1-Acetyl-1-Cyclohexene	14.53	0.39	—	—
8	1-甲基-4-(1-甲基乙烯基)苯 p-Cymenene	14.93	0.38	—	—
9	α -荜澄茄烯 α -Cubebene	15.33	1.68	7.18	6.52
10	α -古巴烯 α -Copaene	16.18	1.45	7.79	1.50
11	表双环倍半水芹烯 Epi-Bicyclosesquiphellandrene	17.36	0.83	8.23	0.90
12	姜烯 Zingiberene	17.85	0.51	8.55	0.20
13	α -香柠檬烯 α -Bergamotene	18.14	0.78	8.90	0.65
14	去氢白菖蒲烯 Calamenene	18.26	0.96	—	—
15	β -石竹烯 β -Caryophyllene	18.79	0.31	9.19	1.74
16	白菖烯 Calarene	—	—	9.72	0.05
17	3,7-愈创木二烯 3,7-Guaiadiene	19.07	6.55	9.91	5.26
18	β -愈创木烯 β -Guaiene	19.19	0.47	—	—
19	巴伦西亚橘烯 Valencen	19.41	0.26	10.13	0.32
20	β -倍半水芹烯 β -Sesquiphellandrene	20.33	0.99	10.27	1.05
21	反式- β -金合欢烯 trans- β -Farnesene	—	—	10.35	0.73

1.5 桉楠精油的抑菌活性

取 96 孔培养板,用二甲基亚砷(DMSO)将待测菌种大肠杆菌(ATCC25922)、金黄色葡萄球菌(ATCC29213)、肠沙门氏菌(ATCC14028)、铜绿假单胞菌(ATCC27853)进行不同浓度稀释;各孔加入菌液,使其终浓度为 5 $\times$ 10⁵ CFU/mL;37 ℃培养 24 h,酶标仪测定 625 nm 下的 OD 值,分别计算 1.6,8,40,200 μ g/mL 桉楠精油对上述 4 种细菌的抑制率。试验同时设置培养基空白对照、细菌对照以及青链霉素、青霉素 G 钠阳性药对照^[21]。按下式计算抑制率:

抑制率= $(1 - \frac{\text{样品 OD 值}}{\text{对照 OD 值}}) \times 100\%$ 。

2 结果与分析

2.1 桉楠精油、精气成分

在本试验条件下,桉楠精油提取率为 1.13%。通过 GC-MS 分析,在桉楠精油中共分离出 53 个组分,鉴定出 40 种化合物,其相对含量之和占精油总量的 97.38%;在桉楠精气中共分离出 80 个组分,鉴定出 45 种化合物,其相对含量之和占精气总量的 72.11%。经计算机质谱库(NIST)自动检索、解析和人工解析,并查阅文献[22-26]进行定性分析,利用峰面积归一法计算各组分的相对含量,结果见表 1。

表 1(续) Continued table 1

编号 No.	化合物 Compound	精气 Phytoncider		精油 Essential oil	
		保留时间/min RT	相对含量/% Area	保留时间/min RT	相对含量/% Area
22	表姜烯酮 Epizonarene	—	—	11.04	0.08
23	α -紫穗槐烯 α -Amorphene	—	—	11.15	0.12
24	大根香叶烯 Germacrene-d	—	—	11.40	1.79
25	苯,1-(1,5-二甲基乙基)-4-甲基 Benzene,1-(1,5-dimethylhexyl)-4-methyl	20.50	0.81	—	—
26	β -金合欢烯 β -Farnesene	20.87	0.34	—	—
27	异喇叭烯 Isoledene	20.97	0.89	11.64	0.11
28	β -葎澄茄烯 β -Cubebene	—	—	11.91	0.87
29	二环倍半水芹烯 Bicyclosesquiphellandrene	21.53	0.54	—	—
30	α -古芸烯 α -Gurjunene	—	—	12.48	0.54
31	γ -杜松烯 γ -Cadiene	—	—	12.88	0.48
32	α -别香橙烯 α -Panasinsen	—	—	13.06	0.47
33	巴伦西亚橘烯 Valencene	21.78	0.24	—	—
34	β -红没药烯 β -Bisabolene	21.86	0.35	—	—
35	d-杜松烯 d-Cadinene	22.54	1.41	13.26	1.48
36	芳-姜黄烯 Ar-Curcumene	22.82	1.50	—	—
37	α -姜黄烯 α -Curcumene	22.97	7.08	—	—
38	异喇叭烯 Isoledene	23.31	0.07	—	—
39	顺-去氢白菖蒲烯 cis-Calamenene	24.22	2.75	—	—
40	α -沉香呋喃 α -Agarofuran	25.39	2.31	—	—
41	4,7-二甲基-1-萘满酮 4,7-Dimethyl-1-tetral one	25.99	0.48	14.30	0.12
42	α -沉香呋喃 α -Agarofuran	—	—	14.47	0.33
43	榄香醇 Elemol	—	—	14.62	1.01
44	l-b-红没药烯 l-b-Bisabolene	—	—	14.84	0.25
45	γ -榄香烯 γ -Elemene	—	—	15.13	0.28
46	肉豆蔻醛 Tetradecanal	26.10	0.83	—	—
47	环氧柏木烷 α -Cedrene epoxide	26.23	0.55	15.70	0.17
48	喇叭烯氧化物(Ⅱ) ledene oxide-(Ⅱ)	—	—	16.48	0.21
49	氧化石竹烯 Caryophyllene oxide	27.32	3.40	16.72	0.71
50	β -愈创木烯 β -Guaiene	—	—	16.98	1.21
51	氧化律草烯 Humulene oxide	28.44	0.77	18.35	0.21
52	α -桉叶醇 α -Eudesmol	29.25	1.51	18.83	2.05
53	γ -桉叶醇 γ -Eudesmol	29.69	1.69	19.09	8.98
54	葎澄茄油烯醇 Cubenol	—	—	19.58	0.82
55	2,6-二叔丁基苯醌 2,6-Di-tert-butyl-p-benzoquinone	30.19	3.08	—	—
56	沉香螺旋醇 Agarospirol	31.10	11.93	20.24	28.26
57	τ -杜松醇 τ -Cadinol	31.25	0.13	20.51	0.69
58	马兜铃烯 Aristolene	31.51	0.15	—	—
59	愈创木醇 Guaiol	31.79	6.67	21.24	21.84
60	7-表- α -桉叶醇 7-epi- α -Eudesmol	—	—	21.45	4.28
61	愈创蓝油烃 Guaiazolene	31.97	0.64	22.65	0.95
62	β -桉叶醇 β -Eudesmol	32.06	1.44	—	—
63	2,5,8-三甲基-1,2,3,4-四氢萘 2,5,8-Trimethyltetralin	32.23	0.35	—	—
64	α -氧化依兰烯 oxo- α -Ylangene	32.51	3.76	—	—

由表 1 可知,桉楠精油的主要成分为沉香螺旋醇,其相对含量为 28.26%;其次为愈创木醇,相对含量为 21.84%;再次为 γ -桉叶醇,相对含量为 8.98%。精气主要成分为沉香螺旋醇,其相对含量为 11.93%;其次为 α -姜黄烯,相对含量为 7.08%;第三为愈创木醇,相对含量为 6.67%。可见二者成分有一定相似性,如均含沉香螺旋醇、愈创木醇、3,7 愈创木二烯等,且沉香螺旋醇的相对含量均最高。但精气成分较精油更加复杂,可能是因为精油用水蒸气提取,部分水溶性物质因溶于水而未被提取出来;而精气是用固相微萃取技术提取的,最大限度地保持了其木材的原始状态且不用繁杂的预处理,较其他方法检测的挥发性成分更为直观、简单,也避免了溶剂对其组分的溶解。

2.2 桉楠精油的抗肿瘤活性

由表2可知,桉楠精油对供试5种癌细胞均有较好的抑制作用,IC₅₀均在50 μg/mL以内,但与目前已使用的抗癌物质CDDP、Taxol相比仍有较大

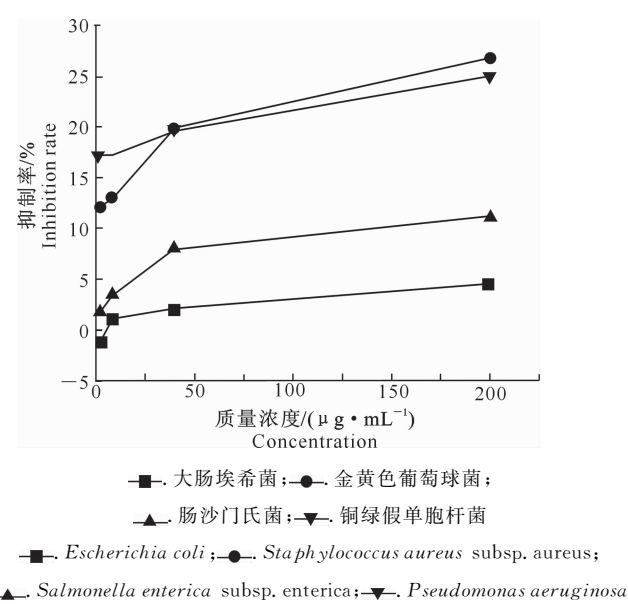
差距。其中对肺癌A-549株细胞生长的抑制效果最好,其IC₅₀为30.74 μg/mL;对乳腺癌MCF-7株的抑制效果较差,其IC₅₀为42.73 μg/mL。

表2 桉楠精油对5种癌细胞的IC₅₀

化合物名称 Compound name	Table 2 Effect of the <i>P. zhennan</i> oils on the IC ₅₀ of five cancer cells					μg/mL
	白血病 HL-60 株 Leukemia cell line HL-60	肺癌 A-549 株 Lung cancer cell line A-549	肝癌 SMMC-7721 株 Hepatoma cell line SMMC-7721	乳腺癌 MCF-7 株 Beast cancer cell line MCF-7	结肠癌 SW480 株 Clon carcinoma cell line SW480	
桉楠精油 <i>P. zhennan</i>	31.95±0.72	30.74±2.06	40.36±0.67	42.73±1.64	33.44±2.20	
顺铂 DDP	0.79±0.04	5.38±0.03	6.30±0.05	5.17±0.08	2.99±0.04	
紫杉醇 Taxol	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	

2.3 桉楠精油的抑菌活性

图1表明,桉楠精油对供试的革兰氏阴性菌和阳性菌代表菌株均具有抑菌作用,其中对金黄色葡萄球菌和铜绿假单胞菌有微弱活性,在桉楠精油质量浓度为200 μg/mL时,最大抑制率为25%左右;对大肠杆菌和肠沙门氏菌的抑制性较弱,在桉楠精油质量浓度达200 μg/mL时,最大抑制率不超过12%。



次为愈创木醇,相对含量为6.67%。

桉楠精油对白血病HL-60细胞株、肺癌A-549细胞株、肝癌SMMC-7721细胞株、乳腺癌MCF-7细胞株和结肠癌SW480细胞株均有显著抑制活性,IC₅₀均小于50 μg/mL,因此可进一步关注其抗癌活性的开发应用。

桉楠精油对大肠杆菌(ATCC25922)、金黄色葡萄球菌(ATCC29213)、肠沙门氏菌(ATCC14028)和铜绿假单胞菌(ATCC27853)的抑菌效果差异较大,且抑菌效果均不甚明显。

[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31卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1982: 384-386.
Editorial Committee of Flora of China. Flora republicae popularis sinicae (vol 31) [M]. Beijing: Science Press, 1982: 384-386.

[2] 陈元忠. 金丝楠木古典家具市场浅析 [J]. 轻工科技, 2013 (11): 117, 149.
Chen Y Z. Classical furniture market of Jinsi Nanmu [J]. Light Industry Science and Technology, 2013(11): 117, 149.

[3] 程昊森, 张 昕. 明代皇家金丝楠木大殿建筑艺术特征分析 [J]. 四川建筑科学研究, 2010(5): 192-195.
Cheng H M, Zhang X. The analysis and comparison about architectural characteristics of Jinsi Nanmu Palace in Ming Dynasty [J]. Sichuan Building Science, 2010(5): 192-195.

[4] 马俊伟, 李因刚, 柳新红, 等. 湘西州细叶楠天然次生林群落特征研究 [J]. 植物资源与环境学报, 2015, 24(1): 91-98.
Ma J W, Li Y G, Liu X H, et al. Study on community characteristics of natural secondary forest of *Phoebe hui* cheng ex Yang in Xiangxi prefecture [J]. Journal of Plant Resources and Environment, 2015, 24(1): 91-98.

[5] 卢昌泰, 赵君芬, 杜 娟. 楠木在成都平原区园林绿化中的应用分析 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37(33): 16628-16629, 16657.
Lu C T, Zhao J F, Du J. Study on the application of *Phoebe zhennan* in landscape gardens of Chengdu Campagna [J]. Journal of Anhui Agri Sci, 2009, 37(33): 16628-16629, 16657.

[6] Perdones Á, Escriche I, Chiralt A, et al. Effect of chitosan-lem-

3 结 论

桉楠精油与精气成分有一定的相似性,但精气成分更为复杂。精油的主要成分为沉香螺旋醇,其相对含量为28.26%;其次为愈创木醇,相对含量为21.84%;再次为γ-桉叶醇,相对含量为8.98%。精气的主要成分为沉香螺旋醇,其相对含量为11.93%;其次为α-姜黄烯,相对含量为7.08%;再

on essential oil coatings on volatile profile of strawberries during storage [J]. Food Chemistry, 2016, 197: 979-986.

[7] Salah-Fatnassi K B H, Hassayoun F, Cheraif I, et al. Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of flower-head and root essential oils of *Santolina chamaecyparissus* L. growing wild in Tunisia [J]. Saudi Journal of Biological Sciences, 2016, 24(4): 875-882.

[8] Bedini S, Flamini G, Cosci F, et al. *Cannabis sativa* and *Humulus lupulus* essential oils as novel control tools against the invasive mosquito *Aedes albopictus* and fresh water snail *Physella acuta* [J]. Industrial Crops & Products, 2016, 85: 318-323.

[9] Silva J, Abebe W, Sousa S M, et al. Analgesic and anti-inflammatory effects of essential oils of *Eucalyptus* [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2003, 89: 277-283.

[10] 任维俭, 温鸣章, 肖顺昌, 等. 楠木种皮精油化学成分的研究 [J]. 天然产物研究与开发, 1990(3): 59-62.

Ren W J, Wen M Z, Xiao S C, et al. *Phoebe zhennan* seed essential oil chemical composition study [J]. Journal of Natural Products Research and Development, 1990(3): 59-62.

[11] 周京南. 中国古代楠木用药考略 [J]. 紫禁城, 2010(S1): 31.

Zhou J N. *Phoebe* medical examination in ancient China [J]. The Forbidden City, 2010(S1): 31.

[12] 李时珍. 新订本草纲目(下) [M]. 台湾: 世一出版社, 2001: 1108-1109.

Li S Z. New book compendium of materia medica (Vol. II) [M]. Taiwan: Shiyi Press, 2001: 1108-1109.

[13] 龙汉利, 张 炜, 宋 鹏, 等. 四川桢楠生长初步分析 [J]. 四川林业科技, 2011(4): 89-91.

Long H L, Zhang W, Song P, et al. An analysis of the growth of *Phoebe zhennan* in Sichuan [J]. Journal of Sichuan Forestry Science and Technology, 2011(4): 89-91.

[14] 魏欢平, 李 翠, 罗 罡, 等. 桢楠愈伤组织诱导初探 [J]. 浙江外国语学院学报, 2013(4): 105-108.

Wei H P, Li C, Luo G, et al. A preliminary study on the induction of callus of *Phoebe zhennan* [J]. Journal of Zhejiang International Studies University, 2013(4): 105-108.

[15] 张 炜, 龙汉利, 贾廷彬, 等. 桢楠 DNA 提取和 RAPD 条件的优化 [J]. 四川林业科技, 2011(4): 55-57, 62.

Zhang W, Long H L, Jia T B, et al. DNA extraction and optimization of RAPD reaction system for *Phoebe zhennan* [J]. Journal of Sichuan Forestry Science and Technology, 2011(4): 55-57, 62.

[16] 杨家驹. 桢楠的研究与鉴别 [J]. 紫禁城, 2010(S1): 98-101.

Yang J J. Research and identify of *Zhennan* [J]. The Forbidden City, 2010(S1): 98-101.

[17] 周 妮, 齐锦秋, 王燕高, 等. 桢楠现代木和阴沉木精油化学成分的 GC-MS 分析 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2015, 43(6): 136-140, 152.

Zhou N, Qi J Q, Wang Y G, et al. GC-MS analysis of chemical components of essential oils from recent and ancient buried *Phoebe zhennan* woods [J]. Journal of Northwest A&F University (Nat Sci Ed), 2015, 43(6): 136-140, 152.

[18] 谢晓林, 杨世祥, 胡玉松, 等. 超临界 CO₂ 萃取黔产干姜挥发油的化学成分及抑菌活性研究 [J]. 贵阳学院学报(自然科学版), 2013(3): 15-18.

Xie X L, Yang S X, Hu Y S, et al. Studies on the chemical constituents and antibacterial activity of the volatile oil from the rhizoma of *Zingiber officinale* in Guizhou province by supercritical CO₂ fluid extraction [J]. Journal of Guiyang College (Natural Science Edition), 2013(3): 15-18.

[19] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部) [S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 59.

National Pharmacopoeia Commission. Chinese pharmacopoeia (Vol. I) [S]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2010: 59.

[20] Je D N F, Ferraz R P, Britto A C, et al. Antitumor effect of the essential oil from leaves of *Guatteria pogonopus* (Annonaceae) [J]. Chemistry & Biodiversity, 2013, 10(4): 722-729.

[21] Nakagawa T, Zhu Q, Ishikawa H, et al. Multiple uses of essential oil and by-products from various parts of the Yakushima Native Cedar (*Cryptomeria Japonica*) [J]. Journal of Wood Chemistry and Technology, 2016, 36(1): 42-55.

[22] 盛菲亚, 卢君蓉, 彭伟, 等. 香附炮制前后挥发油的 GC-MS 指纹图谱对比研究 [J]. 中草药, 2013, 44(23): 3321-3327.

Sheng F Y, Lu J R, Peng W, et al. Comparative study on GC-MS fingerprints of volatile oil in crude and processed *Cyperus Rhizoma* [J]. Chinese Herbal Medicines, 2013, 44(23): 3321-3327.

[23] 李文茹, 施庆珊, 莫翠云, 等. 几种典型植物精油的化学成分与其抗菌活性 [J]. 微生物学通报, 2013, 40(11): 2128-2137.

Li W R, Shi Q S, Mo C Y, et al. Chemical composition and antimicrobial activity of several typical essential oils [J]. Microbiology China, 2013, 40(11): 2128-2137.

[24] 詹志来, 胡 峻, 刘 谈, 等. 紫菀化学成分与药理活性研究进展 [J]. 中国中药杂志, 2015, 40(21): 4127-4135.

Zhan Z L, Hu J, Liu T, et al. Advances in studies on chemical compositions and pharmacological activities of *arnebiae radix* [J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2015, 40(21): 4127-4135.

[25] 王 睿, 费洪新, 李晓明, 等. 石菖蒲的化学成分及药理作用研究进展 [J]. 中华中医药学刊, 2013, 31(7): 1606-1610.

Wang R, Fei H X, Li X Y, et al. Research progress on chemical compositions and pharmacological actions of *Acorus tatarinowii* Schott [J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2013, 31(7): 1606-1610.

[26] 胡俊青, 胡 晓. 黄柏化学成分和药理作用的现代研究 [J]. 当代医学, 2009, 15(7): 139-141.

Hu J Q, Hu X. Modern study on chemical constituents and pharmacological actions of *Phellodendron chinense* Schneid [J]. Contemporary Medicine, 2009, 15(7): 139-141.