突托蜡梅叶中挥发油成分及其抑菌活性研究

刘易鑫[1,3]，颜日明[1]，鲁顺保[1]，张志斌[1]，邹峥嵘[1]，朱笃[1,2*]

(1. 江西师范大学 生命科学学院 江西省亚热带植物资源保护与利用重点实验室，江西 南昌 330022;
2. 宜春学院 江西省天然药物活性成分研究重点实验室，江西 宜春 336000;
3. 江西省林业科学院竹类研究所，江西 南昌 330032)

[摘要] 目的:研究突托蜡梅 *Chimonanthus grammatus* 叶中挥发油的化学组成及其抑菌活性。方法: 采用气相色谱-质谱联用(GC-MS)技术对水蒸气蒸馏法提取的突托蜡梅叶中挥发油进行成分分析,并采用滤纸片琼脂平板扩散法及肉汤稀释法检测该挥发油对 9 种常见病原菌的抑菌活性。结果: 从挥发油中检出了 53 种成分,所鉴定成分占挥发油色谱总峰面积的 99.99%,其主要成分为(*E*)-3-(4,8-二甲基-3,7-壬烯基)-呋喃(13.81%)、乙酸冰片酯(12.66%)、1,2,3,6-四甲基-双环[2.2.2]辛-2-烯(7.06%)等; 抑菌实验表明突托蜡梅叶中挥发油对受试菌均有不同强度的抑制作用。结论: 突托蜡梅叶中挥发油对革兰阴性、阳性菌均具有较强的抑菌活性,抑菌谱较广,且该挥发油含有多种生物活性成分,具有很高的药用价值及开发前景。

[关键词] 突托蜡梅; 挥发油; GC-MS; 抑菌活性

近年来,随着抗生素类药物的过度使用,病原菌对药物的耐药性日趋严重[1]。食品、化妆品工业中大量使用的化学防腐抗氧化添加剂,给消费者的健康带来许多毒副作用,从自然界中筛选新的、安全有效的抗菌物质成为近年来医药领域研究的热点[2]。挥发油作为植物来源的天然活性组分越来越受到各界的广泛关注,研究表明,挥发油具有抗炎、抗病毒、抗氧化、抗肿瘤、解热镇痛、祛痰止咳等药用保健功效[2-4],这使其在医药、食品及化妆品防腐剂等方面得到广泛的应用[5]。

突托蜡梅 *Chimonanthus grammatus* M. C. Liu 为蜡梅科蜡梅属植物,刘茂春 1984 年将其鉴定为新种[6],列为蜡梅属蜡梅组与新蜡梅组间的过渡类群。该植物为江西特有植物,仅分布于江西省安远县蔡坊乡和会昌县清溪乡交界处狭长地带[7]。研究表明,蜡梅属许多成员都含有丰富的挥发油、生物碱、黄酮、香豆素等具有较高药用活性的次生代谢产物,因而在医药、食品等方面得到广泛应用[8]。迄今,有关突托蜡梅天然活性成分研究尚属空白,其挥发油的相关研究未见文献报道。据我们调查发现,当地养鱼户常将突托蜡梅叶抛入鱼塘中用以防治鱼病发生,并取得很好的效果,这表明突托蜡梅含有较强的抑菌活性成份。除在医药等方面有重要价值外,突托蜡梅在蜡梅属植物系统演化中处于特殊位置,有关其分类地位仍存在一定争论,有人认为突托蜡梅不属于一个种,而是山蜡梅的变种[9-10]。本研究对突托蜡梅叶中挥发油成分及其抑菌活性进行研究,为合理开发其挥发油奠定理论基础; 同时,挥发油化学成分为化学分类学常用指标之一[11-12],本研究结果还可为蜡梅属的系统分类提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 材料来源与挥发油的提取 2008 年 11 月于江西赣州安远县(N25°16.979′; E115°27.435′; 海拔 276 m)采集处于盛花期的突托蜡梅叶,材料经南昌大学黄兆祥教授鉴定。取干燥后的突托蜡梅叶粉碎,过 20 ~ 60 目筛备用。采用常压水蒸气蒸馏法提取挥发油,同时用油水分离器分离挥发油,静置 0.5 h 后回收上层淡黄色透明油状液体,以无水硫酸钠干燥,得到突托蜡梅叶挥发油,平均得率为 0.73%,放入 -20 ℃冰箱保存。

1.2 突托蜡梅叶中挥发油成分分析 Agilent 6890N/5973 Innet 气相色谱质谱联用仪(美国安捷伦公司),气相色谱条件 HP-5MS(0.25 mm × 30 m × 0.25 μm)毛细管柱; 初始温度为 50 ℃,保持 2 min。以 5 ℃ · min^{-1} 升至 190 ℃,保持 6 min; 再以 5 ℃ ·

[稿件编号] 20110125006
[基金项目] 国家自然科学基金项目(31060090); 江西省自然科学基金项目(2009GZN0102,2010GZN0113); 江西省教育厅科技项目(GJJ10395,10702)

[通信作者] * 朱笃,教授,博士,Tel: (0795) 3200616; E-mail: zhudu12@163.com

min^{-1}升至 250 ℃,保持 15 min。进样口温度为 250 ℃,载气为 99.999 5% 氦气,流速 1.0 mL·min^{-1};恒流模式流量为 1 mL·min^{-1},进样量为 0.1 μL,分流比为 50∶1,气化室温度为 280 ℃。质谱条件 EI 离子源,电离能量 70 eV,离子源温度 200 ℃,四极杆温度 150 ℃,溶剂延迟 3 min,扫描范围 45.0 ~ 550.0。定量定性方法,各色谱峰对应的质谱图经联用仪的计算机谱库检索进行定性,质谱数据库为 Nist 及 Wiley 谱库。各组分的相对质量百分含量根据总离子流图由计算机采用峰面积归一化法计算。

1.3 抑菌活性测定

1.3.1 供试菌株 革兰阳性菌: 大肠杆菌 *Escherichia coil*、绿脓杆菌 *Pseudomonas aeruginosa*、伤寒杆菌 *Salmonella typhi*、痢疾杆菌 *Shigella dysenteriae*。革兰阴性菌: 金黄色葡萄球菌 *Staphylococcus aureus*、枯草芽孢杆菌 *Bacillus subtilis*、藤黄八叠球菌 *Sarcina luteus*、苏云金芽孢杆菌 *B. thuringiensis*、产气杆菌 *Aerobacter aerogenes*。

1.3.2 培养基 牛肉膏蛋白胨培养基、肉汤培养基。

1.3.3 挥发油抑菌效果测定 本实验采用滤纸片琼脂平板扩散法对挥发油抑菌圈进行测定[2]。将斜面培养基上活化后的供试菌株,比浊法计数,配制成 1×10^8 cfu·mL^{-1}的菌悬液。在无菌操作下,吸取各种菌悬液 100 μL 分别均匀涂布于培养基平板上,备用。用打孔器将滤纸制成直径为 6 mm 的小圆纸片,灭菌后每片分别浸润突托蜡梅叶挥发油 10 mg,以挥发油稀释溶剂(聚氧乙烯脱水山梨醇单油酸酯,tween 80)的体积分数为 0.5% 的无菌水为阴性对照。在无菌条件下将其贴在已涂布各种菌液的培养基平板上,培养条件 37 ℃,24 h。培养结束后测试抑菌圈直径大小,每种菌设 3 个平行组,重复试验 2 次,以抑菌圈平均值来评价抑菌效果。

1.3.4 挥发油最低抑菌浓度(MIC)和最低杀菌浓度(MBC)测定 本实验通过肉汤稀释法测定该挥发油的最低抑菌浓度(MIC)和最低杀菌浓度(MBC)[2]。在含有 0.5% tween 80 的肉汤培养基中添加不同浓度的(0.036 ~ 72.00 g·L^{-1})突托蜡梅叶挥发油作为实验组,空白对照不添加挥发油。将供试菌种在斜面培养基上活化后,细菌配成 1×10^6 cfu·mL^{-1}的菌液悬液,振荡均匀,在每实验组中接种菌悬液 0.1 mL,培养条件为 37 ℃培养 24 h,若培养瓶中出现浑浊,则确定为微生物生长,将无菌生长的样品最低质量浓度确定为最小抑制浓度 MIC。取未见供试菌生长的实验组中培养物分别移种到牛肉膏蛋白胨培养基平板上培养过夜,若平板上仍无菌生长的样品最低质量浓度即为最小杀菌浓度 MBC。

2 结果与分析

2.1 突托蜡梅叶中挥发油化学成分分析

通过 GC-MS 分析,得其总离子流图,对总离子流图(图 1)中各峰的质谱图经 NIST/NBS 谱库检索和人工解谱,分析确定挥发油各化学成分,以面积归一化法测得各组分相对百分含量。从突托蜡梅叶挥发油中检出了 53 种成分(表 1),所鉴定成分占挥发油色谱总峰面积的 99.99%,其含量在 2% 以上的成分主要有(*E*)-3-(4,8-二甲基-3,7-壬烯基)-呋喃,乙酸冰片酯,1,2,3,6-四甲基-双环[2.2.2]辛-2-烯,四氢澳洲茄胺,喇叭烯醇,丁酸芳樟酯、8,8-二甲基-9-亚甲基-1,5-环十一碳二烯、异戊酰-4,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-酯、莰烯、4-亚甲-1-甲基-2-(2-甲基-1-丙-1-烯基)-1-乙烯基-环庚烷、环氧化长叶蒎烯、乙酸香叶酯、二氢(-)-新丁子香烯(I)、(*Z*)-3,7-二甲基-1,3,6-辛三烯等成分,占总挥发油成分的 72.47%。

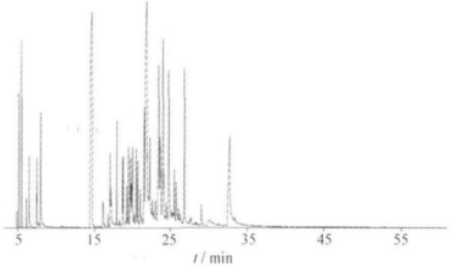


图 1 突托蜡梅叶中挥发油 GC-MS 分析总离子流图

表 1 突托蜡梅 *C. grammatus* 叶中挥发油化学成分

No	t_R/min	质量分数/%	英文名称	中文名称
1	4.87	0.15	1,7,7-trimethyl-tricyclo[2.2.1.0(2,6)] heptane	1,7,7-三甲基-三环[2.2.1.0(2,6)]庚烷
2	5.13	1.49	1*R*-α-pinene	1*R*-α-蒎烯
3	5.50	3.25	camphene	莰烯

续表 1

No	t_R/min	质量分数	英文名称	中文名称
4	6.12	0.29	β-pinene	β-蒎烯
5	6.48	1.03	β-myrcene	β-月桂烯
6	7.51	1.12	eucalyptol	桉油精
7	7.73	0.17	3-carene	3-蒈烯
8	8.00	2.12	(Z)-3,7-dimethyl-1,3,6-octatriene	(Z)-3,7-二甲基-1,3,6-辛三烯
9	10.84	0.05	1,1-dimethyl-2-(3-methyl-1,3-butadienyl)-cyclopropane	1,1-二甲基-2-(3-甲基-1,3-丁二烯基)-环丙烷
10	14.74	12.66	bornyl acetate	乙酸冰片酯
11	16.22	0.78	4-carene	4-蒈烯
12	16.85	0.18	α-cubebene	α-荜澄茄油烯
13	17.14	2.26	(E)-2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-,acetate	乙酸香叶酯
14	17.72	0.14	carbonic acid, methyl ester, [E,E)-3,7,11-trimethyl-2,6,10-dodecatrien-1-yl] ester	[E,E)-3,7,11-三甲基-2,6,10-十二烷三烯-1-基]羧酸甲酯
15	18.01	1.50	caryophyllene	石竹烯
16	18.37	0.21	2,6-dimethyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)-bicyclo[3.1.1]hept-2-ene	2,6-二甲基-6-(4-甲基-3-戊烯基)-双环[3.1.1]庚-2-烯
17	18.85	1.97	α-caryophyllene	葎草烯
18	19.32	0.74	τ-cadinol	τ-杜松醇
19	19.54	1.10	1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-, [S-(E,E)]-1,6-cyclodecadiene	[S-(E,E)]-1-甲基-5-亚甲基-8-异丙烯基-1,6-环葵二烯
20	19.80	1.90	(+)-epi-bicyclosesquiphellandrene	(+)-ε-二环倍半水芹烯
21	20.06	2.13	(-)-neoclovene-(I), dihydro	二氢(-)-新丁子香烯(I)
22	20.28	0.30	ledol	喇叭茶醇
23	20.55	1.80	1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-,(1S-cis)-naphthalene	(1S-顺)-1,2,3,5,6,8a-六氢-4,7-二甲基-1-异丙烯基萘
24	20.77	1.03	1,2,3,4,4a,7-hexahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-naphthalene	1,2,3,4,4a,7-六氢-1,6-二甲基-4-异丙烯基萘
25	21.09	0.93	tricyclo[4.4.0.0(2,7)]dec-8-ene-3-methanol, α,α,6,8-tetramethyl-, stereoisomer	α,α,6,8-四甲基-三环[4.4.0.0(2,7)]癸-8-烯-3-甲酯
26	21.29	0.22	isoaromadendrene epoxide	环氧异香橙烯
27	21.62	3.19	4-methylene-1-methyl-2-(2-methyl-1-propen-1-yl)-1-vinyl-cycloheptane	4-亚甲-1-甲基-2-(2-甲基-1-丙-1-烯基)-1-乙烯基-环庚烷
28	21.95	13.81	3-(4,8-dimethyl-3,7-nonadienyl)-,(E)-furan	(E)-3-(4,8-二甲基-3,7-壬二烯基)-呋喃
29	22.35	2.89	longipinene epoxide	环氧化长叶蒎烯
30	22.57	0.36	3,7,11-trimethyl-,(Z,E)-2,6,10-dodecatrien-1-ol	(Z,E)-3,7,11-三甲基-2,6,10-十二烷三烯-1-醇
31	22.70	1.08	[1S-(1α,3β,5α)]-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, bicyclo[3.1.0]hexan-3-ol	[1S-(1α,3β,5α)]-4-亚甲基-1-乙丙烯基-双环[3.1.0]己-3-醇
32	23.09	0.93	1,2,3,4,4a,7-hexahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-naphthalene	1,2,3,4,4a,7-六氢-1,6-二甲基-4-异丙烯基萘
33	23.54	5.32	ledene alcohol	喇叭烯醇
34	23.67	3.38	8,8-dimethyl-9-methylene-1,5-cycloundecadiene	8,8-二甲基-9-亚甲基-1,5-环十一碳二烯
35	24.12	7.06	1,2,3,6-tetramethyl-Bicyclo[2.2.2]oct-2-ene	1,2,3,6-四甲基-双环[2.2.2]辛-2-烯
36	24.35	0.31	farnesol isomer a	异法尼醇 a
37	24.51	0.77	diepi-α-cedrene epoxide	二表-α-环氧雪松烯
38	24.85	5.09	1,5-dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl butyrate	丁酸芳樟酯
39	25.23	0.91	1,3,3-trimethyl-2-hydroxymethyl-3,3-dimethyl-4-(3-methylbut-2-enyl)-cyclohexene	1,3,3-三甲基-2-羟甲基-3,3-二甲基-4-(3-甲基丁-2-烯基)-环己烯
40	25.56	0.99	[1aR-(1aα,4aα,7β,7aβ,7bα)]-decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, 1H-cycloprop[e]azulen-7-ol	[1aR-(1aα,4aα,7β,7aβ,7bα)]-十氢-1,1,7-三甲基-4-亚甲基-1H-环丙[e]奥-7-醇
41	25.79	1.31	2R-acetoxymethyl-1,3,5-trimethyl-4c-(3-methyl-2-buten-1-yl)-1c-cyclohexanol	2R-乙酰氧甲基-1,3,5-三甲基-4c-(3-甲基-2-丁-1-烯基)-1c-环己醇
42	26.13	0.53	1,Z-5,E-7-dodecatriene	1,Z-5,E-7-十二碳三烯

续表 1

No	t_R/min	质量分数/%	英文名称	中文名称
43	26.32	0.51	humulen-(v1)	蛇麻烯-(v1)
44	26.90	3.38	1,6-octadien-3-ol, 4,7-dimethyl-,isovalerate	异戊酸-4,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-酯
45	27.48	0.08	[*S*-(1α,3aα,3bβ,6aβ,6bα)] - decahydro-3a-methyl-6-methyl-ene-1-(1-methylethyl) -, cyclobuta [1,2:3,4] dicyclopentene	[*S*-(1α,3aα,3bβ,6aβ,6bα)] -十氢-3a-甲基-6-亚甲基-1-异丙烯基-环丁 [1,2:3,4] 二环戊烯
46	27.64	0.14	[1*S*-(1α, 2β, 4β)] -1-ethenyl-1-methyl-2, 4-bis (1-methylethe-nyl) -, cyclohexane	[*S*-(1α,2β,4β)] -1-乙烯基-1-甲基-2,4-双异丙烯基-环己烷
47	27.75	0.23	di-epi-α-cedrene	二表-α-雪松烯
48	28.45	0.14	*Z*-α-trans-bergamotol	*Z*-α-反-香柠檬醇
49	29.10	0.61	chlorotripropyl-silane	三丙基氯硅烷
50	30.10	0.93	α-damascone	α-突厥酮
51	31.33	0.10	2,6-octadienal, 3,7-dimethyl-,(*Z*)	香叶醛
52	32.80	5.93	tetrahydrosolasodine	四氢澳洲茄胺
53	33.52	0.49	1-piperidinepropanenitrile	哌啶丙腈

2.2 突托蜡梅叶中挥发油的体外抑菌作用

选取 9 种常见的病原菌对突托蜡梅叶中挥发油进行抑菌效果的测定，抑菌试验表明突托蜡梅叶中挥发油样品分别对所选 4 种革兰阳性菌与 5 种革兰阴性菌均有明显的抑制作用(表 2) 。

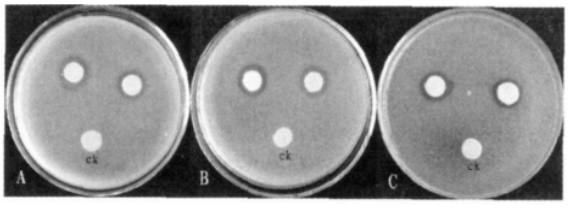
表 2 突托蜡梅叶中挥发油的抑菌作用

微生物	DD[1)]	MIC[2)]	MBC[2)]
大肠杆菌 *Escherichia coil*	10.2 ± 0.4	2.25	4.50
绿脓杆菌 *Pseudomonas aeruginosa*	10.8 ± 1.0	4.50	4.50
伤寒杆菌 *Salmonella typhi*	10.6 ± 0.7	4.50	9.00
痢疾杆菌 *Shigella dysenteriae*	11.2 ± 0.1	4.50	9.00
金黄色葡萄球菌 *Staphylococcus aureus*	11.0 ± 1.1	2.25	9.00
枯草芽孢杆菌 *Bacillus subtilis*	9.5 ± 0.5	4.50	9.00
藤黄八叠球菌 *Sarcina luteus*	10.8 ± 0.7	2.25	2.25
苏云金芽孢杆菌 *Bacillus thuringiensis*	11.2 ± 1.1	2.25	9.00
产气杆菌 *Aerobacter aerogenes*	10.7 ± 1.1	4.50	9.00

注: [1)] DD 为抑菌圈直径(平均数 ± SD) ，数值单位为 mm; [2)] 数值单位为 g·L^{-1}。

抑菌圈结果显示，挥发油对所选的 9 种微生物抑制作用都非常明显，其中痢疾杆菌、苏云金芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌对挥发油的敏感性最强，其次为藤黄八叠球菌、绿脓杆菌、产气杆菌、伤寒杆菌、大肠杆菌，枯草芽孢杆菌敏感性最弱(图 2) 。

MIC/MBC 结果显示，突托蜡梅叶中挥发油对受试菌的最低抑菌浓度 MIC 与最低杀菌浓度 MBC 在 2 ~ 10 g·L^{-1}之间; 挥发油对藤黄八叠球菌、大肠杆菌、苏云金芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌的抑制效果较强，MIC 值为 2.25 g·L^{-1}。其中对藤黄八叠球菌的抑杀效果最好，其 MIC 与 MBC 均为 2.25 g·L^{-1}; 而苏云金芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌对该挥发油有一定的耐药性，其 MBC 值与 MIC 值相差较大。



A. 绿脓杆菌; B. 痢疾杆菌; C. 藤黄八叠球菌; ck. 空白对照。

图 2 突托蜡梅叶中挥发油油滤纸片法体外抑菌效果

从结果上看，2 种方法测得结果有少许差异，但整体较为一致。同时，突托蜡梅叶中挥发油对革兰阳性和阴性菌均具有相似的抑制作用，其抑制强度无显著差异，这说明突托蜡梅叶中挥发油具有广谱抑菌效果。

3 讨论

1984 年刘茂春将突托蜡梅鉴定为蜡梅科蜡梅属一新种[6]，作为蜡梅属蜡梅组与新蜡梅组间的过渡类群，此后有关其分类地位一直存在争论。陈志秀采用过氧化物同工酶方法，陈龙清等利用 RAPD 分子标记方法将突托蜡梅归并为山蜡梅的变种[9-10]。挥发油化学成分常作为植物化学分类学常用指标之一[11-12]。蜡梅属植物均含有丰富的挥发油，因此其挥发油化学组成可作为该属植物化学分类有价值的参考。徐年军等人采用 GC-MS 对山蜡梅叶挥发油成分进行分析[13]，共检测出 72 种挥发性化学成分，主要包括脱氢香橙烯(7.97%)、(－)-匙叶桉油烯醇(7.25%)、α-杜松醇(7.08%)、(＋)-匙叶桉油烯醇(6.19%)等。突托蜡梅叶中挥发油成分与山蜡梅相比，其主要成分及含量差别明显，53 种成分中仅有 9 种成分相同，且其含量也存在很大差异。同时，蜡梅属其他植物挥发油中出现频率较高的组分为 α-蒎烯、β-蒎烯、莰烯、1,8-桉叶素、柠檬烯、芳樟醇、樟脑、龙脑、异龙脑等[14]，不同植物含量有所差异，但突托蜡梅叶挥发油中并未检出柠檬烯、芳樟醇、樟脑、龙脑、异龙脑等组分，这表明突托蜡梅与蜡梅属其他植物在挥发油组成上也存在明显差异。突托蜡梅叶中挥发油研究结果进一步地支持刘茂春对蜡梅属的系统分类。

从已鉴定的组分中可看出，突托蜡梅叶中挥发油的主要组成部分中包含多种药用活性成分，例如乙酸冰片酯具有祛痰作用[15]；四氢澳洲茄胺具有对拟交感神经胺类及加速神经刺激导致的心动加速具有抑制作用[16]；石竹烯类化合物具有一定的平喘作用，是治疗老年慢性支气管炎的有效成分之一[17]；α-蒎烯具有明显的镇咳、祛痰和抗炎作用[17]；桉油精具有解热、消炎、抗菌、防腐、平喘及镇痛作用[18]，与樟脑组成的复方临床上用于治疗头痛，还常用作香料和防腐剂；杜松醇在促进人体荷尔蒙分泌、提高甲状腺的渗透等方面起着重要作用[13]。此外，丁酸芳樟酯、莰烯、乙酸香叶酯、石竹烯、β-月桂烯等多种成分为化工生产中的常用香精、香料，在食品香料、化妆品、香精产业中应用非常广泛。由此可见，突托蜡梅叶中挥发油在医药、食品、化妆品工业中具有良好的开发前景与商业价值。

突托蜡梅叶中挥发油具有较好的广谱抑菌活性，这为抗菌药物的筛选提供一种新的选择。突托蜡梅叶中挥发油具有的抑菌活性应与 α-蒎烯、桉油精等具有消炎、抑菌作用的物质的存在有关。已有研究表明，许多植物精油与生俱来的抑菌活性归因于其各组分独有的化学构型，其活性强弱与其组分间存在的累加作用、拮抗作用及协同作用等交互作用密切相关[19]，完整挥发油的抑菌活性会高于该挥发油主要成分的混合物[20]。突托蜡梅叶中挥发油组成中，已报道具有抑菌活性的有 α-蒎烯、桉油精等[17-18]，但本研究结果显示其含量分别仅为 1.49%，1.12%，因此突托蜡梅叶中挥发油所具有的广谱抑菌活性，可能是由于其组分间存在的协同作用所致。Ultee 等人通过以香芹酚为对象探讨精油组分间协同作用机制并取得一定的研究成果，对-聚伞花素对微生物膜具有膨胀作用，通过改变微生物膜的通透性，可有效增强香芹酚的抑菌活性[21]。有关突托蜡梅叶中挥发油活性机制，还有待进一步深入研究。

[参考文献]

[1] 陈蔚青，金建忠. SFE-CO_2 萃取和水蒸气蒸馏提取熏衣草精油的抗菌活性比较与 GC-MS 分析 [J]. 中国中药杂志，2008，33(15)：1821.

[2] Mustafa K，Bektas T. Chemical composition，antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three salvia species from *Turkish flora* [J]. Bioresour Technol，2008，99：4096.

[3] 徐小平，贺英菊，黄英，等. 挥发油及其抗菌、抗病毒研究进展 [J]. 天然产物分离，2003，1(1)：1.

[4] 滑艳，邓雁如，汪汉卿. 各种挥发油的药理活性及在医学方面的应用 [J]. 天然产物研究与开发，2003，14(5)：467.

[5] 张东峰. 植物精油的研究开发新进展 [J]. 河北化工，2008，31(2)：10.

[6] 刘茂春. 蜡梅属的研究 [J]. 南京林学院学报，1984，2：78.

[7] 彭九生，肖忠优，刘光正，等. 突托蜡梅生物学特性与种群分布初步研究 [J]. 江西林业科技，2002，(1)：5.

[8] 熊义权，肖纯，龙秀娟. 蜡梅属植物叶、花化学成分及药理性质研究进展 [J]. 中国野生植物资源，2008，27(1)：8.

[9] 陈志秀. 中国蜡梅属植物过氧化物同工酶的研究 [J]. 生物数学学报，1994，9(4)：169.

[10] 陈龙清，陈俊愉. 蜡梅属植物的形态、分布、分类及其应用 [J]. 中国园林，1999，15(1)：76.

[11] Zhang X，Wu W，Zheng Y，et al. Essential oil variations in different *Perilla* L. accessions：chemotaxonomic implications [J]. Plant Syst Evol，2009，281：1.

[12] Scrivanti L R，Anton A M，Zygadlo J A. Essential oil composition of *Bothriochloa kuntze* (Poaceae) from South America and their chemotaxonomy [J]. Biochem Syst Ecol，2009，37：206.

[13] 徐年军，白海波，严小军，等. 山腊梅中挥发油成分分析 [J]. 分析测试学报，2006，25(1)：90.

[14] 刘力，张若蕙，刘洪谔，等. 蜡梅科 7 树种的叶精油成分及其分类意义 [J]. 植物分类学报，1995，33(2)：171.
[15] 陈慧宗，杨义文，刘永根，等. 纳米稀土复合超强酸 $SO_4^{2-}/ZrO^{2-}La_2O_3$ 催化合成乙酸冰片酯及其动力学初探 [J]. 化学世界，2005，8：492.
[16] Krayer O，Briggs L H. Studies on solanum alkaloids：I. the anti-accelerator cardiac action of β-dihydrosolasodine and tetrahydrosolasodine [J]. Br J Pharmacol，1950，5：118.
[17] 国家医药管理局中草药情报中心站. 植物药有效成分手册 [M]. 北京：人民医药出版社，1986：182，669.
[18] 杨晓东，肖珊美，徐友生. 乌饭树叶挥发油的 GC-MS 分析 [J]. 生物质化学工程，2008，42(2)：23.
[19] Sara Burt. Essential oils：their antibacterial properties and potential applications in foods-a review [J]. Int J Food Microbiol，2004，94：223.
[20] Gill A O，Delaquis，et al. Evaluation of antilisterial action of cilantro oil on vacuum packed ham [J]. Int J Food Microbiol，2002，73：83.
[21] Ultee，A，Alberda M，Hoekstra F A，et al. Adaptation of the food-borne pathogen Bacillus cereus to carvacrol [J]. Arch Microbiol，2000，174(4)：233.

Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil from leaves of *Chimonanthus grammatus*

LIU Yixin[1,2]，YAN Riming[1]，LU Shunbao[1]，ZHANG Zhibin[1]，ZOU Zhengrou[1]，ZHU Du[1,2*]
(1. *Key Lab of Protection and Utilization of Subtropic Plant Resources*，*College of life sciences*，*Jiangxi Normal University*，*Nanchang* 330022，*China*；
2. *Key Laboratory for Research on Active Ingredients in Natural Medicine of Jiangxi Province*，*Yichun University*，*Yichun* 336000，*China*；
3. *Jiangxi Academy of Forestry*，*Nanchang* 33032，*China*)

[Abstract] The chemical composition of essential oil，which from the leaves of *Chimonanthus grammatus* obtained by hydrodistillation were analyzed by GC-MS，and their possible antibacterial properties were screened. According to the results from GC-MS analysis，fifty-three components comprising 99.99% of the essential oil were identified. The major components of essential oil were 3-(4，8-dimethyl-3，7-nonadienyl)-(*E*)-furan (13.81%)，bornyl acetate (12.66%)，and 6，6-dimethyl-3-methylene-bicyclo [3.1.1] heptane (7.06%)，etc. Antibacterial activity of essential oil was employed by two complementary test systems of disc diffusion and MIC/MBC tests，which showed obviously antibacterial activity against all of the tested bacteria.

[Key words] *Chimonanthus grammatus*；essential oil；GC-MS；antibacterial activity

doi：10.4268/cjcmm20112219

[责任编辑 丁广治]