

几种典型植物精油的化学成分与其抗菌活性

李文茹^{1,2} 施庆珊^{2*} 莫翠云² 欧阳友生² 陈仪本² 段舜山^{1*}

(1. 暨南大学 水生生物研究中心 广东省高校水体富营养化与赤潮防治重点实验室

广东 广州 510632)

(2. 广东省微生物研究所 广东省菌种保藏与应用重点实验室 广东省华南应用微生物重点实验室-省部
共建国家重点实验室培育基地 广东 广州 510070)

摘要:【目的】植物精油萃取自天然植物,因具有抗菌活性,近年来受到广泛关注。论文的目的在于分析植物精油的化学成分,测试其抗菌活性,并研究其化学成分与抗菌活性之间的联系。【方法】实验选取了肉桂、山苍子、丁香、香茅、迷迭香和大蒜精油等6种典型植物精油,通过气质联用分析方法研究了其化学组分,并通过污染食物技术研究了其对黑曲霉和绳状青霉的抗真菌活性,以及对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抗细菌活性。【结果】气质联用分析结果表明,肉桂、山苍子、香茅和迷迭香等4种植物精油的化学成分主要是醛类和醇类,丁香精油的主要化学成分是丁香油酚,大蒜精油化学成分基本上都是含硫的醚类,其中二烯丙基三硫醚(大蒜素)含量最高。抗菌活性结果显示,不同植物精油的抗菌活性不同,6种植物精油的抗真菌活性由强到弱依次为:肉桂>大蒜>丁香>山苍子=香茅>迷迭香,抗细菌活性由强到弱依次为:肉桂>山苍子>丁香>香茅=迷迭香>大蒜。【结论】植物精油的抗真菌、细菌活性与其化学组分密切相关,肉桂、山苍子、香茅和迷迭香等4种精油的抗菌活性可能主要与其化学成分中的醛类和醇类有关,丁香精油较高的抗菌活性可能主要源于丁香油酚;大蒜精油具有高效的抗真菌活性主要源于其化学成分中的含硫醚。不同植物精油化学成分不同,抗真菌、细菌活性也不同,表明其可能有不同的抗真菌与抗细菌机制。

关键词: 植物精油, 化学成分, 抗真菌活性, 抗细菌活性

基金项目: 广东省科技计划项目(No. 2009B011000011, 2011B010400039); 国家自然科学基金项目(No. U1133003, 41176104)

*通讯作者: 施庆珊: Tel: 86-20-87137652; 信箱: jigan@gdim.cn

段舜山: Tel: 86-20-85223192; 信箱: tssduan@jnu.edu.cn

收稿日期: 2012-10-19; 接受日期: 2012-12-14

Chemical composition and antimicrobial activity of several typical essential oils

LI Wen-Ru^{1,2} SHI Qing-Shan^{2*} MO Cui-Yun² OUYANG You-Sheng²
CHEN Yi-Ben² DUAN Shun-Shan^{1*}

(1. Key Laboratory of Aquatic Eutrophication and Control of Harmful Algal blooms of Guangdong Higher Education Institutes, Research Center of Hydrobiology, Jinan University, Guangzhou, Guangdong 510632, China)

(2. Guangdong Provincial Key Laboratory of Microbial Culture Collection and Application, State Key Laboratory of South China Applied Microbiology-Ministry-Guangdong Province Jointly Breeding Base, Guangdong Institute of Microbiology, Guangzhou, Guangdong 510070, China)

Abstract: [Objective] Essential oils are aromatic oily liquids obtained from some aromatic plant materials by distillation and squeezing. In recent years, essential oils have attracted more attention due to their antimicrobial activity. The objective of this study was to analyze the chemical constituents and the antimicrobial activity of essential oils, and the correlation between them. [Methods] Six typical essential oils were selected as experimental target, including cassia oil, litsea cubeba oil, clove oil, citronella oil, rosemary oil and garlic oil. Then the chemical compositions of the above oils were analyzed by GC-MS. Moreover, the antifungal activity against *Aspergillus niger* and *Penicillium funiculosum*, and the antibacterial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* were investigated with poisoned food technique. [Results] GC-MS analyses showed that the chemical composition of cassia oil, litsea cubeba oil, citronella oil, and rosemary oil were all mainly aldehydes and alcohols, the main composition of clove oil was eugenol. Garlic oil was composed of a variety of thio ethers; especially di-2-propenyl trisulfide (allicin) was the highest content in them. The poisoned food technique results revealed that different kinds of essential oil have different antimicrobial activities. The antifungal activity order of six essential oils was: cassia oil (highest activity) > garlic oil > clove oil > litsea cubeba oil = citronella oil > rosemary oil, and the antibacterial activity order was: cassia oil (highest activity) > litsea cubeba oil > clove oil > citronella oil = rosemary oil > garlic oil. [Conclusion] The antimicrobial activity of essential oils was closely related to their composition. The high efficient antimicrobial activity of cassia oil, litsea cubeba oil, citronella oil and rosemary oil is possible due to the composition of aldehydes and alcohols; antimicrobial activity of clove oil is result from the composition eugenol; and the high antifungal activity of garlic oils should be related to the composition of thio ethers. The different effective compositions in different essential oils suggest that different oils have different antifungal/antibacterial mechanism.

Keywords: Essential oil, Chemical constituents, Antifungal activity, Antibacterial activity

近年来, 环保法规日益严格, 人类更加注重健康, 崇尚自然。在这种形势下, 研发一些新型的天然、低毒的抗菌剂成了国内外抗菌领域的研究热点。植物精油, 因其萃取自天然植物, 同时又具有广谱的抗菌活性, 日益受到国内外专家学者的关注, 植物精油抗菌活性及其机制的研究也成了一个比较活跃的研究领域。

植物精油又称挥发油或香精油, 是萃取植物特有的芳香味儿油状液体, 取自于草本植物的花、苞、叶、枝、根、树皮、果实、种子和树脂等, 以蒸馏和压榨等方式提炼出来^[1-3]。研究报道称, 植物精油具有广谱的抗微生物活性, 能够抑杀细菌、真菌和病毒^[4-10]。而且, 植物精油能够影响微生物各个阶段的生长: 生长延滞期延长, 指数生长期的生长速率下降, 总的细胞生长数量降低^[2]。除此之外, 一些研究表明, 植物精油能够抑制真菌毒素的产生, 如 Sindhu 等^[11]报道了姜黄(*Curcuma longa* L.)叶油能够抑制黄曲霉的生长, 并抑制黄曲霉毒素的产生, Rassoli 和 Owlia^[12]报道了百里香属(*Thymus*)的 *T. eriocalyx* 和 *T. X-porlock* 两种精油也能够抑制黄曲霉毒素的产生。本文选择了香茅(*Cymbopogon citrates*)精油、山苍子(*Litsea cubeba*)精油、肉桂(*Cinnamomum zeylanicum*)精油、丁香(*Syzygium aromaticum*)精油、迷迭香(*Rosmarinus officinalis*)精油和大蒜(*Allium sativum*)精油等 6 种典型植物精油, 通过 GC-MS 分析了它们的化学成分, 研究了它们对革兰氏阴性的大肠杆菌(*Escherichia coli*)和革兰氏阳性的金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)的抗菌活性, 以及对黑曲霉(*Aspergillus niger*)和绳状青霉(*Penicillium funiculosum*)这两种典型的常见污染霉菌的抗真菌活性, 并探讨了植物精油化学成分与抗菌活性之间的联系。本研究选取了几种典型的植物精油, 对其化学组分、

抗细菌和抗真菌活性, 以及化学组分与抗菌活性之间的联系开展了较为系统的研究工作, 该研究将为获得具有高效抗菌活性的植物精油, 开发新型的植物精油抗菌剂提供重要的研究基础。

1 材料与方法

1.1 菌株、培养基和精油

香茅精油、山苍子精油、肉桂精油、丁香精油、迷迭香精油和大蒜精油均购自广州百花香料股份有限公司, 为纯天然植物精油。

大肠杆菌 ATCC 8739, 金黄色葡萄球菌 ATCC 6538 均购自美国菌种保藏中心, 由本实验室保存; 黑曲霉 GIM 3.412, 绳状青霉 GIM 3.103 均购自广东省微生物菌种保藏中心, 由本实验室保存。

MH (Mueller hinton)培养基、PDA (Potato dextrose agar)培养基均购自广东环凯微生物科技有限公司。实验所用 MH 琼脂修饰培养基是在 MH 培养基中加入 0.5%的 Tween 20 和 1.5%的琼脂后高温灭菌配制, PDA 修饰培养基是在 PDA 培养基中加入 0.5%的 Tween 20 后经高温灭菌配制。

1.2 实验方法

1.2.1 霉菌孢子悬液和细菌悬液的配制^[13-15]: 将黑曲霉和绳状青霉分别接种到 PDA 斜面培养基中, 置于恒温培养箱中 28 °C 培养 7 d。将培养好的黑曲霉和绳状青霉斜面分别用灭菌的 0.1%的 Tween 80 洗脱孢子, 将孢子悬液充分涡旋混匀, 并用 0.1%的 Tween 80 分别稀释至 5×10^6 CFU/mL (血球计数板计数)备用。将大肠杆菌和金黄色葡萄球菌分别从 MHA 斜面上接种到 MH 培养基中, 置于摇床上 35 °C 振荡培养 2-4 h 至指数生长期, 分别取指数生长期的菌液 1 mL, 离心弃上清, PBS 各洗涤 1 次, 并用 PBS

重悬, 分别稀释至 5×10^6 CFU/mL (测 OD_{600} 调节菌浓度) 备用。

1.2.2 植物精油的气质联用分析^[16-19]: 6 种植物精油通过美国 Thermo Finnigan 公司的 Trace GC/DSQ 气质联用仪进行分析, 所用色谱柱为 DB-5ms (长 30 m×直径 0.25 mm×填充粒子直径 0.25 μ m)。色谱条件为: 初始温度为 60 $^{\circ}$ C, 保持 2 min, 之后以 10 $^{\circ}$ C/min 的速度升温至 220 $^{\circ}$ C, 保持 15 min, 载气 He, 流速 1.0 mL/min。程序升温进样模式(PTV)分流进样, 分流比为 1:50。进样口温度从初始 70 $^{\circ}$ C 升温至 250 $^{\circ}$ C。电离方式为 EI, 离子源温度为 200 $^{\circ}$ C, 四级杆扫描范围 30–450 m/z , 传输线温度 250 $^{\circ}$ C。将样品的质谱图与 NIST 质谱库中的标样进行比对, 对化合物进行试验性的分析鉴定。

1.2.3 植物精油的抗真菌活性研究(污染食物技术, Poisoned food technique)^[15,17]: 将 PDA 修饰培养基熔化后, 将香茅、山苍子、肉桂、丁香、迷迭香和大蒜精油等 6 种植物精油分别加入到 PDA 修饰培养基中, 使每种植物精油均配制如下浓度梯度(V/V): 0, 0.016%, 0.031%, 0.063%, 0.125%, 0.250%, 0.5%, 1%。取黑曲霉和绳状青霉的孢子悬液(5×10^6 CFU/mL)各 100 μ L, 分别加到平皿上(即每个平皿约 5×10^5 CFU), 涂布均匀, 每种精油每个浓度每种霉菌各做 3 个平行, 帕拉胶膜将平皿边缘封口, 置于恒温培养箱中 28 $^{\circ}$ C 静置培养 28 d, 观察统计实验结果。

1.2.4 植物精油的抗细菌活性研究(污染食物技术)^[15,17]: 将 MH 琼脂修饰培养基熔化后, 将香茅、山苍子、肉桂、丁香、迷迭香和大蒜精油等 6 种植物精油分别加入到 MH 琼脂修饰培养基中, 使每种植物精油均配制如下浓度梯度(V/V): 0, 0.016%, 0.031%, 0.063%, 0.125%,

0.25%, 0.5%, 1%。将大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的菌悬液(5×10^6 CFU/mL)充分混匀后, 各取 100 μ L, 分别加到平皿上(即每个平皿约 5×10^5 CFU), 涂布均匀, 每种精油每个浓度每种菌各做 3 个平行, 置于恒温培养箱中 35 $^{\circ}$ C 培养 7 d, 观察统计实验结果。

2 结果与分析

2.1 6 种植物精油的气质联用化学组分分析

根据气质联用分析结果, 6 种植物精油的可能化学组分见表 1。由表 1 可以看出, 肉桂精油的醛类总含量约为 87%, 醇类总含量约 8%; 山苍子精油醛类总含量约 71%, 醇类总含量约 4%; 香茅精油的醇类总含量约 40%, 醛类总含量约 38%; 迷迭香精油醇类总含量约 54%, 醛类总含量不足 1%; 丁香精油的主要化学组分是丁香油酚, 约占了总化学组分的 85%。大蒜精油的化学组分比较特殊, 基本上都是含硫的醚类, 其中二烯丙基三硫醚(大蒜素)含量最高, 约占总化学组分的 30%。

2.2 6 种植物精油的抗真菌活性

6 种植物精油对黑曲霉和绳状青霉的最低抑制浓度(Minimum inhibitory concentration, MIC)见表 2, 从表 2 可以看出, 肉桂精油的抗真菌活性最强, 其次是大蒜精油、山苍子精油、丁香精油和香茅精油, 迷迭香精油的抗真菌活性最弱。肉桂精油对黑曲霉的实验组处理 1 d 时, 黑曲霉对照即长满白色菌丝, 黑曲霉的 0.016%–1%处理组均没有霉菌生长迹象; 处理 2 d 时, 对照组已开始长了黑色孢子, 0.016%–0.031%处理组已经长了白色菌丝, 但未长孢子, 0.063%–1%处理组没有霉菌生长迹象; 处理 7 d 时, 对照组平皿已长满黑色孢子, 0.016%–0.031%精油处理组也都长了黑色孢子, 0.063%–1%均没有黑曲霉生长; 直到处理 28 d,

表 1 6 种典型植物精油的化学组分分析结果		
Table 1 Chemical composition analysis of six typical essential oils		
精油名称	化合物名称	成分含量
Essential oil types	Compound name	Percentage composition (%)
肉桂精油 Cassia oil	肉桂醛	85.48
	2-甲基-3-硝基-苯甲醇	7.61
	2-甲氧基-苯甲醛	1.01
	苯甲醛	0.98
	1-茛酮	0.90
	4-乙氧基-苯	0.61
	苯乙醇	0.49
	乙酸桂酯	0.46
	1-甲氧基-3-甲基-苯	0.40
	衣兰烯	0.34
	桉油精	0.18
	1R- α -蒎烯	0.12
	茨烯	0.10
	其它成分	1.32
山苍子精油 Litsea cubeba oil	柠檬醛	36.17
	柠檬醛异构体	32.08
	柠檬烯	15.94
	芳樟醇	2.45
	桉烯	2.22
	甲基庚烯酮	1.83
	1R- α -蒎烯	1.35
	香茅醛	1.34
	4-甲基-1,4-庚二烯	1.12
	香茅醛异构体	1.05
	1,5,9,11-Tridecatetraene, 12-Methyl-, (E,E)-	0.97
	松油醇	0.82
	7,10,13-十六碳三烯醛	0.59
	2,7-Dimethyl-2,7-octanediol	0.49
	B-蒎烯	0.35
	金合欢烯	0.32
	法呢醇	0.14
	其它成分	0.77
香茅精油 Citronella oil	香茅醛	37.51
	香叶醇	22.57
	香茅醇	15.12
	乙酸香叶酯	4.48
	2,6-二甲基-2,6-辛二烯	4.06
	柠檬烯	3.24
	Cyclohexanemethanol,4-ethenyl- α,α ,4-trimethyl-3-(1-methylethenyl)-, [1R-(1 α ,3 α ,4 α)]-	2.70
	6,7-Dimethyl-1,2,3,5,8,8a-hexahydronaphthalene	2.32
	B-榄香烯	2.11
	1,6-Cyclodecadiene,1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-, [s-(E,E)]-	1.58

(待续)

		(续表)
丁香精油 Clove oil	芳樟醇	0.7
	1-Methylbicyclo[2.2.1]heptan-exo-2-ol	0.65
	诺卜醇	0.59
	其它成分	2.37
	丁香油酚	84.76
	石竹烯	2.83
	氧化石竹烯	2.70
	4-(1E)-3-羟基-1-丙稀基)-2-甲氧基酚	1.78
	A-石竹烯	1.42
	5,10-Pentadecadiyn-1-ol	0.96
大蒜精油 Garlic oil	丁基羟基甲苯	0.93
	其它成分	4.62
	二烯丙基三硫醚(大蒜素)	29.55
	二烯丙基二硫醚	23.06
	二烯丙基硫醚	13.92
	甲基(E)-1-丙稀基硫醚	10.91
	二烯丙基二硫醚同分异构体	7.79
	烯丙基甲基二硫醚	2.97
	烯丙基甲基硫醚	2.36
	5-Thiatricyclo[4.1.0.0(2,4)]heptanes	1.49
	二烯丙基四硫醚	1.44
	顺-3,5-二乙基-1,2,4-三硫杂环戊烷	1.05
	烯丙基甲基二硫醚同分异构体	0.94
	烯丙基甲基三硫醚	0.89
	顺-3,5-二乙基-1,2,4-三硫杂环戊烷同分异构体	0.83
	3-Vinyl-1,2-dithiacyclohex-5-ene	0.74
	二烯丙基硫醚同分异构体	0.55
	二甲基三硫醚	0.28
	其它成分	1.23
迷迭香精油 Rosemary oil	桉叶醇	44.96
	苧酮	11.92
	桉烯	11.19
	1R- α -蒎烯	10.77
	苧烯	5.56
	1,5,9,11-Tridecatetraene, 12-Methyl-, (E,E)-	3.44
	茨醇	3.08
	α -松油醇	2.27
	异龙脑	1.42
	芳樟醇	1.32
	萜品醇	1.04
	顺,顺,顺-7,10,13-十六碳三烯醛	0.68
	侧柏酮	0.46
	α -石竹烯	0.43
	Naphthalene, decahydro-1,6-bis(methylene)-4-(1-Methylethyl)-, (4a,4aa,8aa)-	0.18
	Cyclohexane, 1-methyl-3-(1-methylethylidene)-	0.16
	其它成分	1.12

0.063%–1%精油处理组仍没有黑曲霉生长,因此肉桂精油对黑曲霉的最低抑制浓度处理 7 d 和处理 28 d 时均为 0.063%。肉桂精油对绳状青霉的实验处理 1 d 时,对照组即长满白色菌丝,0.016%–1%处理组均没有绳状青霉生长迹象;处理 2 d 时,对照组开始长了青色孢子,0.016%–0.031% 处理组长了白色菌丝,0.063%–1%处理组没有绳状青霉生长;处理 7 d 时,对照组长满青色孢子,0.016%–0.031%处理组也长了青色孢子,0.063%–1%处理组没有绳状青霉生长;直到处理 28 d 时,0.063%–1%处理组均没有霉菌生长,因此,肉桂精油对绳状青霉的最低抑制浓度处理 7 d 和处理 28 d 亦均为 0.063%。

从表 2 可以看出,大蒜精油对黑曲霉的最低抑制浓度在处理 7 d 和处理 28 d 时分别为 0.063%和 0.125%,大蒜精油对绳状青霉的最低抑制浓度在处理 7 d 和 28 d 时亦分别为 0.063%和 0.125%;丁香精油对黑曲霉和绳状青霉的最低抑制浓度在处理 7 d 和处理 28 d 时均为 0.125%;山苍子精油对黑曲霉的最低抑制浓度在处理 7 d 和处理 28 d 时分别为 0.125%和 0.25%,山苍子精油对绳状青霉的最低抑菌浓度在处理 7 d 和处理 28 d 时亦分别为 0.125%和 0.25%;香茅精油对黑曲霉的最低抑制浓度在处理 7 d 和处理 28 d 时分别为 0.125%和 0.25%,

香茅精油对绳状青霉的最低抑制浓度在处理 7 d 和处理 28 d 时亦分别为 0.125%和 0.25%;迷迭香精油对黑曲霉和绳状青霉的最低抑制浓度在处理 7 d 时均为 1%,处理 28 d 时 0.016%–1%处理组均没能完全抑制黑曲霉和绳状青霉的生长。

2.3 6 种植物精油的抗菌活性

6 种植物精油对两种细菌的最低抑制浓度结果见表 3,由表 3 可以看出,肉桂精油的抗菌活性最强,其次是山苍子精油和丁香精油,香茅和迷迭香的抗菌活性较弱,而大蒜精油在 0.016%–1%的处理浓度下没有显示出抗菌活性。6 种植物精油的实验中,大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的对照组在处理 1 d 时,大肠杆菌和金黄色葡萄球菌分别布满平皿。肉桂精油对大肠杆菌的最低抑制浓度在处理 1 d 和处理 7 d 时分别为 0.016%和 0.031%,肉桂精油对金黄色葡萄球菌的最低抑制浓度在处理 1 d 和处理 7 d 时亦分别为 0.016%和 0.031%;山苍子精油对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的最低抑制浓度在处理 1 d 和处理 7 d 时均为 0.125%;丁香精油对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的最低抑制浓度在处理 1 d 和处理 7 d 时均为 0.25%;香茅精油对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的最低抑制浓度在处理 1 d 和处理 7 d 时均为 1%;迷迭香精油对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的最低抑制浓度在处

表 2 6 种典型植物精油对霉菌的最低抑制浓度
Table 2 MIC of six typical essential oils against fungi (V/V, %)

霉菌 Fungi	肉桂精油 Cassia oil		大蒜精油 Garlic oil		丁香精油 Clove oil		山苍子精油 Litsea cubeba oil		香茅精油 Citronella oil		迷迭香精油 Rosemary oil	
	7 d	28 d	7 d	28 d	7 d	28 d	7 d	28 d	7 d	28 d	7 d	28 d
黑曲霉 <i>Aspergillus niger</i>	0.063	0.063	0.063	0.125	0.125	0.125	0.125	0.25	0.125	0.25	1	N
绳状青霉 <i>Penicillium funiculosum</i>	0.063	0.063	0.063	0.125	0.125	0.125	0.125	0.25	0.125	0.25	1	N

注: N: 实验浓度下没能完全抑制住霉菌的生长。

Note: N: The mould growth was not completely restrained under the experimental concentration.

表 3 6 种典型植物精油对细菌的最低抑制浓度												
Table 3 MIC of six typical essential oils against bacteria (V/V, %)												
细菌 Bacteria	肉桂精油 Cassia oil		山苍子精油 Litsea cubeba oil		丁香精油 Clove oil		香茅精油 Citronella oil		迷迭香精油 Rosemary oil		大蒜精油 Garlic oil	
	1 d	7 d	1 d	7 d	1 d	7 d	1 d	7 d	1 d	7 d	1 d	7 d
大肠杆菌 <i>Escherichia coli</i>	0.016	0.031	0.125	0.125	0.25	0.25	1	1	1	1	N	N
金黄色葡萄球菌 <i>Staphylococcus aureus</i>	0.016	0.031	0.125	0.125	0.25	0.25	1	1	1	1	N	N

注: N: 实验浓度下没能完全抑制住细菌的生长。
Note: N: The bacteria growth was not completely restrained under the experimental concentration.

理 1 d 和处理 7 d 时均为 1%; 大蒜精油在 0.016%–1%处理浓度下, 没能抑制住大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的生长。

3 讨论

根据植物精油抗菌活性实验的结果, 6 种植物精油的抗真菌活性由强到弱依次为: 肉桂精油>大蒜精油>丁香精油>山苍子精油=香茅精油>迷迭香精油, 抗细菌活性由强到弱依次为: 肉桂精油>山苍子精油>丁香精油>香茅精油=迷迭香精油>大蒜精油。

由此可以看出, 肉桂精油的抗真菌和细菌活性最强, 山苍子和丁香精油的抗真菌和细菌活性也很高, 大蒜和香茅两种植物精油的抗真菌活性很强, 但抗细菌活性较弱, 尤其大蒜精油在实验浓度下不能完全抑制细菌的生长; 迷迭香精油的抗真菌和细菌活性较弱。不同植物精油的抗真菌、细菌活性存在差异, 其抗真菌、细菌活性强弱与其化学组分密切相关, 据报道, 植物精油组分抗微生物活性大小排序如下: 酚类(活性最高)>肉桂醛>醇类>醛类=酮类>酯类>碳氢化合物类^[20–21]。本实验中, 肉桂、山苍子、香茅、迷迭香精油都含有大量的醛类和醇类, 其高效的抗菌活性可能与醛和醇的抗菌活性相关, 丁香精油的主要化学组分是丁香油酚, 其

较高的抗真菌、细菌活性也可能主要源于丁香油酚, 此外, 这 5 种精油中的一些微量成分也可能对抗菌活性起到了增效的作用; 大蒜精油的主要化学组分为以大蒜素为主的含硫醚类, 大蒜精油具有高效的抗真菌活性, 但抗细菌活性较弱, 可能某种含硫醚起到了主要的抗真菌作用, 也可能是几种含硫醚发挥了协同抗真菌作用。

从实验结果还可看出, 植物精油的抗真菌活性和抗细菌活性之间存在着明显的差异, 大蒜精油的抗真菌活性和抗细菌活性差异很大, 抗真菌活性很高, 仅次于肉桂精油位列第二, 而抗细菌活性却最差; 香茅精油的抗真菌活性和抗细菌活性差异也较大, 抗真菌活性较强, 抗细菌活性较弱; 山苍子精油和丁香精油的抗真菌活性也是略优于其抗细菌活性; 肉桂精油的抗细菌活性略优于其抗真菌活性。据文献报道, 植物精油的抗真菌活性比抗细菌活性更强, 且革兰氏阳性菌比革兰氏阴性菌更敏感^[2]。本实验中大蒜、香茅、山苍子、丁香精油都是抗真菌活性优于抗细菌活性, 只有肉桂精油例外, 但本实验未发现肉桂、山苍子、丁香、香茅、迷迭香和大蒜精油对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的抗菌活性有显著差异。实验中, 金黄色葡萄球菌的精油处理组菌落数量有时会比大肠杆

菌要少一些,但是精油对两种细菌的最低抑制浓度没有明显差异,因而从本实验不能得出革兰氏阳性菌对植物精油更敏感的结论。本文只发现了植物精油的抗真菌活性与抗细菌活性之间存在差异,未发现对黑曲霉和绳状青霉两种不同真菌的抗菌活性之间的差异,也未发现对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌两种不同细菌的抗菌活性之间存在差异。由此,实验结果表明植物精油很可能具有不同的抗真菌和抗细菌的机制,有关植物精油的抗真菌和抗细菌机制有待进一步的研究与分析。此外,大蒜精油和香茅精油的抗真菌活性很高,而抗细菌活性不明显,将会在细菌发酵领域有潜在的应用价值,能够抑制细菌发酵中的真菌污染等。

参 考 文 献

- [1] Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review[J]. International Journal of Food Microbiology, 2004, 94(3): 223-253.
- [2] Shelef LA. Antimicrobial effects of spices[J]. Journal of Food Safety, 1983, 6: 29-44.
- [3] Ceylan E, Fung D. Antimicrobial activity of spices[J]. Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology, 2004, 12: 1-55.
- [4] Arora DS, Kaur J. Antimicrobial activity of spices[J]. International Journal of Antimicrobial Agents, 1999, 12(3): 257-262.
- [5] Inouye S, Takizawa T, Yamaguchi H. Antibacterial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact[J]. Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 2001, 47(5): 565-573.
- [6] Chuang PH, Lee CW, Chou JY, et al. Anti-fungal activity of crude extracts and essential oil of *Moringa oleifera* Lam[J]. Bioresource Technology, 2007, 98(1): 232-236.
- [7] Bajpai VK, Yoon JI, Kang SC. Antifungal potential of essential oil and various organic extracts of *Nandina domestica* Thunb. against skin infectious fungal pathogens[J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2009, 83(6): 1127-1133.
- [8] Delespaul Q, Billerbeck VG, Roques CG, et al. The antifungal activity of essential oils as determined by different screening methods[J]. Journal of Essential Oil Research, 2000, 12: 256-266.
- [9] Abdel-Hadi A, Roser V, Blanca F, et al. Composition and antifungal activity of the essential oil from the rhizome and roots of *Ferula hermonis*[J]. Phytochemistry, 2011, 72(11/12): 1406-1413.
- [10] Tian J, Ban X, Zeng H, et al. Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Cicuta virosa* L. var. *latisecta* Celak[J]. International Journal of Food Microbiology, 2011, 145(2/3): 464-470.
- [11] Sindhu S, Chempakam B, Leela NK, et al. Chemoprevention by essential oil of turmeric leaves (*Curcuma longa* L.) on the growth of *Aspergillus flavus* and aflatoxin production[J]. Food and Chemical Toxicology, 2011, 49(5): 1188-1192.
- [12] Rasooli I, Owlia P. Chemoprevention by thyme oils of *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin production[J]. Phytochemistry, 2005, 66(24): 2851-2856.
- [13] Li WR, Xie XB, Shi QS, et al. Antibacterial activity and mechanism of Silver nanoparticles on *Escherichia coli*[J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2010, 85(4): 1115-1122.
- [14] Li WR, Xie XB, Shi QS, et al. Antibacterial effect of silver nanoparticles on *Staphylococcus aureus*[J]. Biometals, 2011, 24(1): 135-141.
- [15] Li WR, Shi QS, Ouyang YS, et al. Antifungal effect of citronella oil against *Aspergillus niger* ATCC 16404 [J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2012, DOI: 10.1007/s00253-012-4460-y.
- [16] Billerbeck VG, Roques CG, Bessière J, et al. Effects

- of cymbopogon nardus (L.) W. Watson essential oil on the growth and morphogenesis of *Aspergillus niger*[J]. Canadian Journal of Microbiology, 2001, 47: 9–17.
- [17] Sharma N, Tripathi A. Effects of *Citrus sinensis* (L.) osbeck epicarp essential oil on growth and morphogenesis of *Aspergillus niger* (L.) van tieghem[J]. Microbiology Research, 2008, 163(3): 337–344.
- [18] Tolouee M, Alinezhad S, Saberi R, et al. Effect of *Matricaria chamomilla* L. flower essential oil on the growth and ultrastructure of *Aspergillus niger* van tieghem[J]. International Journal of Food Microbiology, 2010, 139(3): 127–133.
- [19] Rammanee K, Hongpattarakere T. Effects of tropical *Citrus* essential oils on growth, aflatoxin production, and ultrastructure alterations of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*[J]. Food Bioprocess Technology, 2011, 4: 1050–1059.
- [20] Yahyazadeh M, Omidbaigi R, Zare R, et al. Effect of some essential oils on mycelial growth of *Penicillium digitatum* Sacc[J]. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2008, 24: 1445–1450.
- [21] Kalembe D, Matla M, Smetek A. Antimicrobial activity of essential oils[J]. Dietary Phytochemicals and Microbes, 2012, DOI 10.1007/978-94-007-3926-0_5, 157–183.

征订启事

欢迎订阅《微生物学通报》

《微生物学通报》创刊于 1974 年, 是中国科学院微生物研究所和中国微生物学会主办, 国内外公开发行, 以微生物学应用基础研究及技术创新与应用为主的综合性学术期刊。刊登内容包括: 基础微生物学研究, 农业微生物学研究, 工业微生物学研究, 医学微生物学研究, 食品微生物学研究, 环境微生物学研究, 微生物功能基因组研究, 微生物蛋白组学研究, 微生物模式菌株研究, 微生物工程与药物研究, 微生物技术成果产业化及微生物教学研究改革等。

本刊为中国自然科学核心期刊。曾获国家级优秀科技期刊三等奖, 中国科学院优秀科技期刊三等奖, 北京优秀科技期刊奖, 被选入新闻出版总署设立的“中国期刊方阵”并被列为“双效”期刊。

自 2008 年本刊已经全新改版, 由双月刊改为月刊, 发表周期缩短, 内容更加丰富详实。欢迎广大读者到邮局订阅或直接与本刊编辑部联系购买, 2013 年每册定价 58 元, 全年 696 元, 我们将免邮费寄刊。

邮购地址: (100101) 北京朝阳区北辰西路 1 号院 3 号中国科学院微生物研究所 《微生物学通报》编辑部

Tel: 010-64807511; E-mail: bjb@im.ac.cn, tongbao@im.ac.cn

网址: <http://journals.im.ac.cn/WSWXTBCN>

国内邮发代号: 2-817; 国外发行代号: BM413