

# 精油抗菌机理研究进展

杨莎, 陆大洪, 秦海燕\* (西南科技大学生命科学与工程学院, 四川绵阳 621010)

**摘要** 介绍了精油抑菌活性成分, 并从 DNA 损伤、影响能量代谢及还原酶系、影响脂质层稳定、破坏细胞壁及细胞膜的完整性等方面归纳了精油抗菌抑菌机理, 并展望了精油抗菌机理今后的研究方向。

**关键词** 精油; 抗菌机理; 抑菌成分

**中图分类号** S482.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)36-027-02

## Research Progress of Essential Oil Antibacterial Mechanism

**YANG Sha, LU Da-hong, QIN Hai-yan\*** (School of Life Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010)

**Abstract** The antibacterial active ingredients of essential oil was introduced, and antibacterial mechanism was summarized from aspects of DNA damage, influencing energy metabolism and reductase system, lipid layer stability, destruction of cell wall and cell membrane integrity, the future research direction of antibacterial mechanism of essential oil was forecasted.

**Key words** Essential oil; Antibacterial mechanism; Antibacterial ingredient

精油又称挥发油, 普遍存在于植物的各个部位, 如花、叶、种子、果皮、树皮、木质、根、地下茎等。多数具有芳香气味, 是一类常温下能自然挥发的油状液体的总称, 现代药理学试验表明, 精油具有消炎杀菌、镇咳祛痰、抗过敏、抗突变、抗癌、抗病毒、解热镇痛、驱虫、抑制血小板聚集等作用。植物精油的天然活性及其很好的环境相容性使其成为开发无公害农药以及食品保存和医疗用药的一个重要资源。笔者综述了国内外精油抑菌机理的研究进展, 旨在为推动精油的应用与发展提供参考。

### 1 抑菌活性成分研究

精油抑菌活性成分包括醇、醛、酮以及酚类化合物, 如百里酚(百里香精油主要成分)、肉桂醛(肉桂精油主要成分)、丁香酚(丁香精油主要成分)、香紫苏醇(香紫苏精油主要成分)等均具有广谱的抑菌效果。Nakasugi 等<sup>[1-2]</sup>通过对 70 多种精油的化学结构与抗真菌活性的关系进行研究, 发现萜、醛的接受电子能力越强, 抗真菌的活性越高;  $\alpha$ 、 $\beta$ -不饱和脂肪醛比  $\alpha$ 、 $\beta$ -饱和酮的抗真菌活性高;  $\alpha$ 、 $\beta$ -饱和醛与相应的醇相比, 抗真菌的活性较低; 一元醇比二元醇、三元醇的抗真菌活性高; 苯酚、愈创木酚、苯甲醛、苯甲醇等在苯环上引入烷基后, 则抗真菌活性增强。

常用精油包括: 陈皮, 其主要成分为 D-柠檬烯、(1R)-(+)- $\alpha$ -蒎烯、2-侧柏烯、异松油烯; 丁香, 其主要成分为丁香酚; 生姜, 其主要成分为单萜类的  $\alpha$ -蒎烯以及  $\beta$ -倍半萜类的  $\alpha$ -姜烯、 $\beta$ -红没药烯; 青蒿, 其主要成分为蒿酮、樟脑、石竹烯氧化物、A-蛇床烯; 桉叶, 其主要成分为单萜类、 $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯、樟烯、丹桂烯; 柠檬, 其主要成分为柠檬烯、顺式-香芹醇、反式-香芹醇、右旋香芹酮、顺式-苧烯氧化物、反式-苧烯氧化物; 香茅, 其主要成分为香茅醛、香叶醇、柠檬烯、芳

樟醇、香茅醇、乙酸香叶酯。

### 2 精油抑菌杀菌作用机理

**2.1 DNA 损伤** DNA 是基因的材料, 亲代把它们自己的 DNA 部分复制后传递到子代中, 从而完成了性状的传播。当 DNA 的复制受到抑制或者 DNA 受到损伤, 那么生物体的生物性状也会受影响, 进而抑制生物体的生长繁殖。

Ke 等<sup>[3]</sup>采用聚丙烯酰胺凝胶电泳(SDS-PAGE)方法对茶树精油与金黄色葡萄球菌作用不同时间后提取基因组 DNA, 进行琼脂糖凝胶电泳和 SDS-PAGE 电泳, 观察发现 DNA 电泳条带的亮度数量减少, 说明精油抑制了细菌的生长。Kaba 等<sup>[4]</sup>研究发现精油中的常见成分萜烯和酚类化合物能够通过抑制大肠杆菌内氧化反应来阻碍 DNA 修复。石超峰等<sup>[5]</sup>通过测定陈皮精油中  $\alpha$ -松油醇对大肠杆菌的 DNA 荧光强度变化, 发现  $\alpha$ -松油醇抑制了 DNA 的合成, 具体的机制可能是抑制 DNA 拓扑异构酶的活性来实现的。Knoblonch 等<sup>[6]</sup>通过同位素标记试验发现芳香精油能使 DNA、RNA、蛋白质和肽聚糖的生物合成明显减少。

**2.2 影响能量代谢及还原酶系** 细菌的生长繁殖必有葡萄糖、钙等物质的吸收运输, 而这些活动离不开能量, 如果生物体能量代谢出现问题, 那么生物的生长繁殖也会受到影响。

Knoblonch 等<sup>[6]</sup>研究了精油中 40 种萜类物质对微生物初生能量代谢、还原型辅酶及丁二酸脱氢酶的活性及其对呼吸过程的电子传递以及氧化磷酸化的影响, 发现在一定浓度下, 所有供试萜类都能抑制上述反应, 表明精油可影响菌类呼吸作用的还原酶体系, 从而达到抑制细菌的呼吸作用及细胞膜功能。钱丽红等<sup>[7]</sup>将茶树精油与铜绿假单胞菌作用后, 测定在能量代谢中起核心作用的微量元素磷的消耗情况, 表明菌体的磷代谢异常使细胞代谢受到严重影响。罗曼等<sup>[8]</sup>通过测定经柠檬醛处理后的黄曲霉的 ATPase 活性, 发现柠檬醛使 ATPase 的活性降低, 从而失去对代谢的调节控制以及自我复制的正常进行, 说明柠檬醛减少了能量合成和利用。

**2.3 影响脂质层稳定, 溶解胞体中的脂肪体** 脂质的意义

**基金项目** 四川省教育厅基金项目(14zd1126); 西南科技大学实验室开放基金项目(15xnkf4)。

**作者简介** 杨莎(1991-), 女, 四川成都人, 本科生, 专业: 制药工程。  
\* 通讯作者, 讲师, 硕士, 从事药用植物活性研究。

**收稿日期** 2015-11-26

在于形成一种生理活性物质传输的载体。因此,可通过活性物质与脂质相结合改变其脂溶性或水溶性质,从而改变它们在生物屏障中的通透性。

精油具有表面活性作用,对脂肪的溶解作用可能是其抗菌机理之一。Bard等<sup>[9]</sup>研究表明香茅精油香叶醇可降低细胞膜脂质层的相变温度,影响脂膜的流动性。

**2.4 影响细胞膜正常功能** 细胞膜是细菌的屏障,既可以阻挡外源物质的进入,也可以防止内部物质的流出。若细胞膜受到损坏,胞内物质就会释放出来,那么细菌的生长繁殖、生理形态将受到影响。

Nguefack等<sup>[10]</sup>采用流式细胞仪研究5种芳香植物精油(香茅、柠檬、桉叶、紫苏、丁香)对李斯特菌细胞膜的影响,通过透射电镜观察发现其可增加细胞膜的通透性,使细胞成分从菌体内浸出,从而起到杀菌作用。张贇彬等<sup>[11]</sup>通过D<sub>260</sub>法测定胞内物质,研究了八角茴香精油对大肠杆菌胞内物质渗漏的影响,结果表明精油会使细胞膜受到损坏而使胞内物质流出。Maria等<sup>[12]</sup>研究发现丁香精油的丁香酚使细胞膜中的蛋白质变性,然后与细胞膜的磷脂反应,破坏细胞膜的通透性,从而抑制微生物的生长。吴均等<sup>[13]</sup>通过测定山苍子油处理后的黑曲霉、大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和枯草芽孢杆菌的Ga<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、K<sup>+</sup>等无机盐离子的含量,发现菌体的细胞膜受到破坏。Inouye等<sup>[14]</sup>研究了牛至、紫苏、茶树、薰衣草、丁香和天竺葵精油在密闭条件下对须癣毛癣菌的熏蒸抑菌活性,发现精油能促使菌丝分解,透过电镜扫描进行形态观察,发现在一定剂量下细胞膜、细胞壁发生凸起而被破坏,最终造成细菌细胞死亡。

**2.5 破坏细菌细胞壁** 细胞壁是细菌最外层的一种坚韧的膜状结构。其主要功能是维持细菌固有的外形,抑制机械和渗透损伤,起到屏障作用。如果没有细胞壁的保护,细菌在一般环境中必然会胀破失活。

张文娟<sup>[15]</sup>在对肉桂精油中肉桂醛的抗黄曲霉作用以及超微结构的研究中发现肉桂醛有明显的抗黄曲霉作用,主要是通过破坏真菌细胞壁,使药物深入菌细胞内破坏细胞器而起强大的杀菌作用。沈国寿<sup>[16]</sup>通过测定与细胞壁合成有关的酶活性、底物含量来反映蛇床子素对真菌细胞壁合成的影响,发现蛇床子素使几丁质水解酶活性升高,造成细胞壁合成几丁质前体水解,引起N-乙酰葡萄糖胺升高,N-乙酰葡萄糖胺在参与细胞壁形成过程中受阻。Nakamura等<sup>[17]</sup>透过电镜发现丁香罗勒精油使白假丝酵母菌的细胞壁增厚、分离,影响了细胞壁的完整性。

**2.6 精油对细菌生长及形态的影响** 细菌的生长形态是细菌生理活性正常的基本判定标准。王新伟等<sup>[18]</sup>测量了精油对细菌生长曲线的影响,以证实精油在细菌生长的哪个阶段对其影响最明显。Romagnoli等<sup>[19]</sup>研究了印度菊科野生孔雀草精油的抑菌活性,通过电子显微镜对处理过的菌丝超微结

构变化进行了观察,证实菌丝形态发生了很大变化,并存在多位点作用机理。

### 3 展望

精油对细菌的抑制作用主要是通过破坏细胞壁及细胞膜的完整性、抑制蛋白和核酸的合成、影响能量代谢及还原酶系、影响脂质层稳定、溶解胞体中的脂肪体等途径来实现的。目前,虽然在抑菌的作用机理研究上有一定进展,但研究技术与方法还不够成熟与完善,基本上是在细菌离体状态下,或者说仅细菌的生长状态、细胞壁、细胞膜等较表面抑菌机理研究有较多报道,而在细胞器,如脂质、DNA或者其他更细节的生理反应方面的研究还处于初步阶段,所以抑菌机理研究应朝分子方向进行深入探索。

### 参考文献

- [1] NAKASUGI T. Antifungal substances from plants[J]. Flavor, 1990, 168: 101.
- [2] NAKATANI N. Functional constituents of spices[J]. Flavor, 1988, 48: 928.
- [3] KE X, XI G C, MING K, et al. Effect of oleoyl-chitosannanoparticles as a novel antibacterial dispersion system on viability, membrane permeability and cell morphology of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*[J]. Carbohydrate polymers, 2009, 76(1): 17.
- [4] KABA T, SHIMO I K. Desmutagens and bio-antimutagens-their modes of action[J]. Bioessays, 1987, 7(3): 113-116.
- [5] 石超峰, 殷中琼, 魏琴. α-松油醇对大肠杆菌的抑菌作用及机理研究[J]. 畜牧兽医学报, 2013, 44(5): 796.
- [6] KNOBLOCH K, WEIS N, WEIGAND H. Mechanisms of antimicrobial activity of essential oils[J]. Planta Med, 1986, 6: 556.
- [7] 钱丽红, 陶妍, 谢晶. 茶多酚对金黄色葡萄球菌和铜绿假单胞菌的抑菌机理[J]. 微生物通报, 2010, 37(11): 1628.
- [8] 罗曼, 蒋立科. 柠檬醛损伤黄曲霉线粒体生化机理的研究[J]. 微生物学报, 2002, 42(2): 227.
- [9] BARD M, ALBRECHT M R, GUPTA N, et al. Geraniol interferes with membrane functions in strains of *Candida* and *Saccharomyces*[J]. Lipids, 1988, 23: 534-538.
- [10] NGUEFACK I, BUDE B B, JAKOBSEN M. Five essential oils from aromatic plants of Cameroon: Their antibacterial activity and ability to permeabilize the cytoplasmic membrane of *Listeria innocua* examined by flow cytometry[J]. Letters in applied microbiology, 2004, 39: 395.
- [11] 张贇彬, 郭媛, 江娟, 等. 八角茴香精油及其主要单体成分抑菌机理的研究[J]. 中国调味品, 2011, 36(2): 28.
- [12] BLASZYK M, HOLLEY R A. Interaction of monolauoin, eugenol and sodium citrate on growth of common meat spoil-age and pathogenic organisms[J]. International journal of food microbiology, 1989, 39: 175.
- [13] 吴均, 杨钦池, 赵晓娟, 等. 山苍子油的抑菌活性机理及机理研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(17): 119.
- [14] INOUE S, NISHIYAMA Y, UCHIDA K, et al. The vapor activity of oregano, perilla, tea tree, lavender, clove, and geranium oils against a *Trichophyton mentagrophytes* in a closed box[J]. J Infect Chemother, 2006, 12(6): 349-354.
- [15] 张文娟. 肉桂醛抗黄曲霉作用及超微结构观察的研究[J]. 北京医科大学学报, 1995, 27(5): 374.
- [16] 沈国寿. 蛇床子素抑制植物病原真菌机制的初步研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2004.
- [17] NAKAMURA C V, ISHIDA K, FACCIN L C, et al. *In vitro* activity of essential oil from *Ocimum gratissimum* L. against four *Candida* species[J]. Research in microbiology, 2004, 155: 579-586.
- [18] 王新伟, 杜云, 宋玉函, 等. 牛至油、香芹酚、柠檬醛和肉桂醛抗真菌研究[J]. 食品与科技, 2011, 36(2): 193.
- [19] ROMAGNOLI C, BRUNI R, ANDREOTTI E, et al. Chemical characterization and antifungal activity of essential oil of capitula from wild Indian *Tagetes patula* L. [J]. Protoplasma, 2005, 225: 57.