

茶树油药理作用及其相关应用的研究进展

牛彪,刘宇,梁剑平*

(中国农业科学院兰州畜牧与兽药研究所,农业部兽用药物创制重点实验室,

甘肃省新兽药工程重点实验室,兰州 730050)

摘要: 茶树油(tea tree oil, TTO)也称互叶白千层油,从桃金娘科互叶白千层属的新鲜枝叶中提取得到,属白千层萜品型香料油,具有良好的杀菌抑菌及保健作用,且无毒性。近几年,由于抗生素的滥用,细菌耐药性成为世界性话题,越来越多的研究人员从天然植物中寻找抗生素替代品,茶树油作为迄今为止发现的最有效的天然抗菌剂之一,有望成为一种可缓解全球抗菌药物危机的天然抗菌剂,得到了广大科研工作者的青睐。其对常见微生物的杀灭性及在兽药耐药性及残留方面均比化学药品有显著的优越性,有广泛的开发利用前景。由于茶树在中国的种植面积相对较少,加上茶树油的提取工艺相对落后,使得其本身的生产成本较高,影响了其在基础兽药中的开发利用价值。文章主要从茶树油的相关概述、提取、主要化学组成、药理作用及相关应用中,对茶树油的相关性质作一简单阐述,以期将其开发成为市场前景广阔天然抗菌剂提供参考,为相关研究提供基础理论依据。

关键词: 植物精油;抗生素;药理作用;应用

中图分类号: S859.7

文献标识码: A

文章编号: 1671-7236(2018)03-0790-08

Research Progress on Pharmacological Action and Application of Tea Tree Oil

NIU Biao, LIU Yu, LIANG Jianping*

(Key Laboratory of New Animal Drug Project, Gansu Province,

Key Laboratory of Veterinary Pharmaceuticals Discovery, Ministry of Agricultural,

Lanzhou Institute of Husbandry and Pharmaceutical Sciences of CAAS, Lanzhou 730050, China)

Abstract: The tea tree oil extracted from the fresh foliage of Myrtaceae tea tree oil (TTO), also known as *Acacia Melaleuca* oil, is a white layer of terpene type spice oil, and has a good bactericidal antibacterial and health effects, and non-toxic. In recent years, due to the abuse of antibiotics, bacterial resistance has become a worldwide topic, more and more researchers find alternatives to antibiotics from natural plants, so far tea tree oil as one of the most effective natural antibacterial agents, is expected to become a natural anti-bacterial drug which can alleviate the crisis of natural antibacterial agents in the basic drug research and research workers have been favored. Regardless of its killing of common microbes, or in veterinary drug resistance and residues have significant advantages compared to chemicals, and has a wide range of development and utilization prospects. However, due to the relatively small planting area of tea in China, coupled with the relatively backward extraction process of tea tree oil, the production cost is higher, which affects its development and utilization value in basic veterinary medicine. This paper makes a brief explanation of the related properties of tea tree oil from the related overview, extraction, main chemical

收稿日期: 2017-09-06

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目“妙林类兽用药物及其制剂的研制与应用”(2015BAD11B02-01)

作者简介: 牛彪(1990-), 男, 甘肃会宁人, 硕士生, 研究方向: 兽用天然药物的研究与开发, E-mail: 1473990871@qq.com

* 通信作者: 梁剑平(1962-), 男, 山西平遥人, 研究员, 博士生导师, 主要从事兽药化学合成和中草药的提取及药理研究, E-mail: liangjp100@

163.com

composition, pharmacological action and related application. Its development has become a broad market prospects of natural antibacterial agents to provide reference, hoping to provide the basis for future research related to the theoretical basis.

Key words: plant essential oil; antibiotics; pharmacological action; application

茶树油(tea tree oil, TTO)是利用水蒸气蒸馏法从桃金娘科互叶白千层属的新鲜枝叶中提取出来的一种无色至淡黄色油状液体,具有怡人的芳香气味。原产于澳大利亚的新南威尔士州和新西兰的部分地区^[1]。中国自 20 世纪 90 年代开始,先由广东、广西、海南、福建、云南等地开始引种,并形成一定的种植规模,茶树精油具有良好的广谱杀菌抑菌及保健作用,可抗病毒、抗菌、激活免疫因子、抗寄生虫、促进伤口愈合,是一种可替代抗生素的优良天然抗菌剂,无毒无公害。可利用茶树油这些特性,开发一款以茶树油为主要成分的环境消毒剂。目前,茶树油已广泛应用于基础医药卫生、日用化工、香料、食品、制药等行业。

1 茶树油的提取

较传统的茶树油提取方法是水蒸气蒸馏法,主要是利用油易溶于有机溶剂、难溶于水的特性,但产油量不超过原料湿重的 2%。随着科技的发展,分子蒸馏法、超临界二氧化碳萃取法及溶剂萃取法也被应用到植物精油的提取中。Huynh 等^[2]运用分子蒸馏原理,在水蒸气蒸馏法的基础上增加了真空蒸馏纯化装置,不仅解决了提取过程中由于 1,8-桉叶素浓度过高引发的不良反应,还得到了相对含量较高以 4-松油醇为主要杀菌物质的更加优质的茶树油,为茶树油的提取及开发利用提供了方法保障。

2 茶树油化学组分

茶树油由萜烯烃,主要是单萜烯、倍半萜烯及其相关的醇组成。萜烯是挥发性芳族烃,且可被认为具有 C_5H_8 的异戊二烯的聚合物。Brophy 等^[3]通过气相色谱和气相色谱-质谱法检测了 800 多种茶树油样品,并报告了约 100 种组分及其浓度范围。茶树油的相对密度为 0.885~0.906,仅溶于水,与非极性溶剂混溶。具有生物活性,茶树油的抗菌活性主要归因于油的主要成分萜品烯-4-醇。因此,为了优化抗菌活性,设定萜品烯-4-醇含量的下限为 30%,在一定的浓度范围内,其含量与抗菌活性呈正相关。茶树油的组成在储存过程中可能发生显著变化, β -甲基水平升高, β -萜品烯含量下降。光、热、暴

露于空气和水分都会影响油的稳定性,茶树油应保存在黑暗、阴凉、干燥的条件下,优选在容纳少量空气的容器中。由于引进渠道和栽种条件不同,造成中国引种的互叶白千层树种芳香油产品主要成分含量相差悬殊,但 4-松油醇的含量均在 30%~40%^[4]。按主要成分含量的不同,茶树油分为 4-松油醇型(4-松油醇 $\geq 30\%$)、1,8-桉叶素型(1,8-桉叶素 $\geq 35\%$)和异松油烯型(异松油烯 $\geq 40\%$)3 种类型,自 1996 年国际标准化组织颁布茶树油标准^[5]之后,国内相继制定了《互叶白千层精油,松油醇-4 型(茶树油)》广东省地方标准^[6]及国家行业标准(QB/T 4002—2010)。

3 药理作用

3.1 抗细菌作用

长期以来,茶树油或白千层属灌木油是众所周知的药物,它是将叶片和交替叶的末端分枝通过水蒸气蒸馏得到的挥发性精油,在全球范围内易于得到,且具有抗菌活性^[7]。直接口服和注射是有毒的,但可用于局部^[8]。在茶树油的所有属性中,其抗菌活性最受关注。最早报道该抗菌活性的是吸入“茶叶”的碎叶,以治疗咳嗽和感冒,或直接洒在伤口上涂敷于皮肤表面。此外,茶树叶被浸泡用以治疗喉咙痛或皮肤疾病。研究表明,茶树油在哺乳动物细胞体外不具有遗传毒性^[9],它可作为活性成分掺入许多用于治疗皮肤感染以控制头皮屑、痤疮、虱、疱疹和其他皮肤感染的局部制剂^[10]。Brophy 等^[3]通过对 800 个茶树油样品的详细研究,确定了其对 20 多种属细菌具有光谱抑菌作用^[4]。已报道了大多数易感染细菌的茶树油的最小抑制浓度(MIC):对于普罗维塞内中间体为 0.003%(V/V)^[11-12],粪肠球菌菌株为最大值($>8\%$)^[13]。Albadr 等^[14]在研究茶树油、百里香油和黑种草漂白亚麻纤维油对消除粪肠球菌的影响(体外研究)中发现,3 种油通过琼脂扩散和磁盘蒸发方法均可对不同浓度、不同水平的粪肠球菌表现出抗菌活性。对于寻常百里香油, MBC 为 $2 \mu\text{L/mL}$,对于茶树油和黑种子油, MBC 为 $32 \mu\text{L/mL}$ 。茶树油在低浓度下具有抑菌作用,但在较高浓度下具有杀菌作用。虽然确切的

作用机制还不清楚,但在一定程度上被假设并已证明^[15-16],茶树油可通过增加引起裂解的脂质体系统的渗透性和使膜丧失完整性而发挥作用,并由离子的泄漏和呼吸抑制而最终导致细菌死亡^[17]。茶树油被认为是抗生素局部抗微生物剂的重要替代品,即至少可替代抗生素应用于局部。Singh 等^[18]为了确定茶树油对人和动物的感染处细菌的抗菌活性谱,测试了 550 株细菌和 1 株白色念珠菌对茶树油及 8 种抗菌药的敏感性,包括多黏菌素 B 硫酸盐、庆大霉素、呋喃妥因、四环素、氯霉素、复方新诺明、环丙沙星和新生霉素。结果显示,茶树油具有广谱抗菌活性,在 44 种细菌中,茶树油对其中的 26 种细菌的抵抗力比抗菌药对多重耐药(MDR)菌株的抵抗力还要强。该研究还可得出,茶树精油抑制细菌的作用,与抗生素及其他抗菌药物具有相似性。Thosar 等^[19]通过茶树油、百里香油和薄荷油对粪肠球菌的体外抗菌效果的评价及其与原代牙齿中氢氧化钙盐浆的比较研究,得出用氢氧化钙和茶树油制成的糊团可有效地用作针对具有耐药性微生物的初级牙根管填充材料,仅次于氢氧化钙与百里香精油制成的糊团。

3.2 抗真菌作用

茶树油具有广谱的杀灭真菌微生物的作用,Valente 等^[20]在研究茶树游离油和其纳米乳剂体外抗真菌作用中,运用肉汤微量稀释法进行抗菌活性评价,在 100% 生长抑制下测定最小抑制浓度(MIC),评估茶树游离油对巴西隐球菌的 MIC 范围为 531.5 至 2 125 $\mu\text{g/mL}$;MIC₅₀和 MIC₉₀分别显示为 1 062.5 和 2 125 $\mu\text{g/mL}$ 。而其纳米乳剂, MIC 值范围为 132.7~2 125 $\mu\text{g/mL}$,MIC₅₀和 MIC₉₀均为 1 062.5 $\mu\text{g/mL}$ 。可见无论是茶树游离油还是其纳米乳剂都对真菌隐球菌有很强的抑制作用。Lakshminarayan 等^[21]比较 1% 克霉唑、0.2% 氯己定及 1% 茶树油的漱口水对白色念珠菌的效力研究,发现茶树油和氯己定的抑制区域随着药剂体积的增加而增加,说明两者都表现出强烈的抗真菌作用。Vito 等^[22]将茶树油用于治疗阴道念珠菌病,表现出对念珠菌属广谱的体外杀灭真菌活性。

3.3 防腐作用

茶树油是一种澳大利亚传统药物,常用于瘀伤、昆虫叮咬和皮肤感染。其在 20 世纪 20 年代被重新定义,作为比苯酚更有效的局部防腐剂。Budhiraja 等^[23]通过使用诱导白细胞分化来响应生物活性成分的模型系统来研究原油和纯化的“活性”成分,结

果显示,茶树油的防腐活性似乎部分归因于白细胞活化。Riccioni 等^[24]研究茶树油及百里香油对 7 种真菌的抗菌活性,得出这两种油可被认为是目前用于预防和控制菌丝传播性疾病的有力抗菌物质,是能替代化学药物的天然杀真菌剂,对农产品安全、环保。由此可见,茶树油具有很强的抑菌防腐作用,遏制了病原微生物的传播,保障了人类及动物的安全。

3.4 抗病毒作用

尽管人们早已认识到茶树油具有抗病毒活性,但这方面的研究还非常局限。只有少量关于单纯疱疹病毒(HSV)对茶树油具有敏感性^[25-26]及茶树油制品治疗复发性唇疱疹^[27]的文献报道,其结果虽然都显示出茶树油对 HSV 有很好的抗病毒作用,但并没有提高人们对茶树油抗病毒活性的进一步认识。特别在 SARS 疫情后,人们迫切希望了解国产茶树油对病毒是否具有有良好的杀灭能力。王懿等^[28]根据消毒技术规范指定的方法,采用细胞感染试验测定病毒与各浓度 TTO 溶液作用前后感染细胞的滴度,选择减毒的脊髓灰质炎病毒(PV),观察国产茶树油对 PV 的灭活作用,进一步了解其抗病毒活性,探索将国产茶树油开发成为消毒产品的可行性。PV 比许多病毒具有更强的抵抗力,一般用作验证消毒剂对病毒污染物消毒的实用剂量,以了解消毒剂对病毒的消毒能力和消毒剂的抗病毒活性。结果显示,茶树油对悬液中的 PV 有明显的杀灭作用。0.5% 茶树油作用 40 和 60 min 能灭活 PV 4.33log₁₀ 和 5.5log₁₀,1.0% 茶树油作用 40 和 60 min 能灭活 PV 5.33log₁₀ 和 5.5log₁₀。由此成功将茶树油引入到抗病毒系列产物中,在药物研发中具有重要的意义。

3.5 抗氧化作用

从茶树油的化学组成中了解到茶树油含有较多的酚酸类和萜品类物质,这两种物质属于天然抗氧化物质,其化学反应机理是酚酸类中的酚羟基在反应中可通过脱氢反应产生苯氧自由基,苯氧自由基比较稳定,从而以其来终止反应;而萜类化合物中含有不饱和键,易发生加成反应,因此,极易与氧化性很强的物质发生氧化还原反应,属于强还原性物质,其抗氧化作用在临床应用及抗衰老研究中有重要的价值^[29]。其抗氧化性主要表现在对二苯代苦味肼基自由基(DPPH 自由基)有很好的清除能力,在临床研究中具有重要的意义。

3.6 抗炎、抗肿瘤作用

茶树油中含有松油烯-4-醇,其在茶树油的抗炎

作用中起主导作用,抗炎机理主要是松油烯-4-醇不仅能抑制外周血单核细胞(PBMCs)超氧化物及促炎介质的产生,这两种物质是炎症反应的发动机,是炎症因子产生的物质基础。另外,茶树油还能抑制脂多糖诱导细胞释放肿瘤坏死因子- α (TNF- α)^[30],从而对机体产生保护作用。茶树油对一些肿瘤细胞(肝癌细胞、宫颈癌细胞、白血病细胞等)有显著抑制作用,张璐敏等^[31]发现其主要抗肿瘤机理是使细胞内 P-糖蛋白水平升高,引起对 P-糖蛋白呈阳性反应的耐药肿瘤细胞的凋亡,从而具有抗肿瘤效果。

4 茶树精油在临床中的应用

茶树油是一种天然抗菌物质,有望可研制成为一种替代抗生素的新型药物,其在临床中得到了广泛的应用,具有广阔的开发前景。

4.1 开发成为一款纯天然消毒剂

从药理作用来看,茶树油在细菌、真菌中具有很强的杀菌消毒作用,且在真菌方面尤为突出。因此,可以通过研究茶树油对常见菌的抑制作用来研究开发一款消毒剂用于临床,天然、无毒害,对环境友好,不易产生耐药性,具有重要的研究利用价值。

4.2 用于痤疮、癣、唇疱疹、口腔念珠菌病

茶树油用于痤疮、癣、唇疱疹、口腔念珠菌病具有很悠久的历史^[32]:1770年,英国探险家 Cook 发现互叶白千层叶的煮沸液可用于刀伤、烧伤及蚊虫叮咬;1923年,澳大利亚化学家 Penfold 博士发现茶树油的杀菌效果比石碳酸高 30 倍;1972年, Walker 用茶树油、异丙醇和羊毛脂为原料,配制成不同比例的茶树油制剂,用于治疗脚癣、真菌感染等。广宇^[33]阐述了茶树油对治疗轻微、中度炎症及非炎症痤疮有很好的疗效,其中 5%茶树油乳剂每月 3 次,3 个月一疗程,可用于治疗痤疮,与 5%过氧化苯甲酰相比,两者都有显著的疗效,但茶树油不良反应明显少于阳性对照组,5%茶树油凝胶制剂对治疗中、轻度寻常性痤疮有明显效果。100%茶树油与 2%萘酚软膏联用,可用于治疗甲癣,而 10%茶树油还可用来治疗足癣。Groppo 等^[34]采用随机对照单盲法研究了 6%茶树油凝胶治疗复发性唇疱疹(18 例)临床疗效,表现出明显的治疗效果。Arweiler^[35]用 0.34%茶树油漱口水研究了其对口腔内细菌的杀灭效果,得出了茶树油可减少口腔细菌数,但不能减低其活力,显著降低牙龈沟出血指数。由此得出,茶树油对于口腔护理具有显著的保护作用。

4.3 用于治疗妇科炎症及化脓性炎症

由于茶树油有较好的杀菌效果,Di 等^[36]发现以茶树油为原料制作的引导栓剂可用于治疗阴道细菌病及念珠菌病。以茶树油为主要药物成分经皮下或肌肉注射可治疗金黄色葡萄球菌所引起的感染,另外茶树油还可用于治疗肿瘤破溃所致的恶性溃疡^[37]。这些临床应用,主要是从药理作用中得到的,具有一定临床研究价值,由于天然抗菌剂和化学消毒剂相比,药量较化学消毒剂大,时间稍长,有时会引起皮肤及口腔毒性反应,但很少出现过敏反应。因此,茶树油是一种安全性较高的天然抗菌剂。

4.4 开发成化妆品

由于茶树精油具有良好的抗氧化作用、天然怡人的芳香气味及优良的皮肤渗透作用,出口产品品质已得到英国药业手册认可^[38]。因此,茶树油是研制化妆品的最佳原料,近几年在化妆品方面的应用有了很大的发展,尤其在美国、欧洲、澳大利亚和亚洲等地得到了广泛应用,它既是天然的防腐杀菌剂,也是优异的天然护肤油脂,可广泛用于各类香波、焗油、护肤祛皱剂、祛臭剂等配方中,符合绿色环保的科学理念,为人类社会的医药保健事业做出应有的贡献。

4.5 用于果实采摘后的保鲜

茶树精油作为天然广谱抑菌物质,其强烈的抗氧化性能决定了可作为生物保鲜剂应用于果实采摘后的保鲜上,在防制病原真菌病害上起积极作用,有效延长果实贮藏期。余丹丹等^[39]将茶树精油用于果实保鲜上,通过不同处理方式对果实品质、病害控制的作用效果及各自商业应用上的优缺点的阐述,揭示了茶树精油的抗真菌机理;邵兴锋等^[40]通过单因素试验方法获得了茶树精油熏蒸处理进行草莓防腐保鲜的较佳工艺条件,为茶树精油在草莓保鲜上的商业化应用提供了理论参考。翟芳芳等^[41]通过响应面法和单因素试验法得出,用 82.95 g/L 水性丙烯酸、0.65 mL/L 茶树精油持续喷涂 10.28 min,能有效增加牡丹切花的观赏时间,降低失水率和最大花径皱缩率,延长了牡丹切花的观赏时间,提高了观赏品质和牡丹切花的利用价值。显然,茶树精油在果实保鲜上的价值不言而喻,随着生活质量的提高,相信茶树精油的保鲜作用会不断得到验证。

4.6 作为饲料添加剂

茶树精油拟属于植物精油的一种,植物精油(essential oil)是从植物的花、茎、叶根及果实中,通过水蒸气蒸馏得到的具有挥发性油状液体的总

称^[42]。研究发现,植物精油具有促进动物生长、提高饲料转化率和增强免疫等功能^[43-44]。茶树精油作为一种健康、环保并具有多种功效的植物源性饲料添加剂在畜牧生产中已越来越多地被重视和认可。封飞飞等^[45]通过在饲料中添加茶树精油来探究其对育肥猪生长性能、器官指数、酮体性状及肉品质的影响,结果发现,添加剂量不同影响效果不同,适当剂量能有效改善育肥猪生长性能及肉品质。丁兆坤等^[46]发现在饲料添加 150 mg/kg 茶树油能促进罗非鱼的生长,效果优于 50 mg/kg 茶树油、生长剂和黄霉素,添加适量的茶树油显著提高了罗非鱼的增重率和丰满度,具有和饲料添加剂同等的效果。周美玲^[47]发现精油是通过增强机体营养物质的吸收、减少肠道病原菌、增强机体免疫调节等途径来提高猪和家禽的生产性能。综上所述,茶树精油可作为优良的饲料添加剂,不仅可促进畜禽生长,而且能改善畜禽营养价值,是一种可代替抗生素的天然饲料添加剂。

4.7 茶树精油复合材料及不同剂型的研制

茶树精油作为植物精油,其挥发是难免的,易受到光、温度、空气的影响,在一定的作用下可氧化,有文献报道^[48-50],这些挥发产物对皮肤有一定的致敏性,会掩盖茶树精油本身的性能。葛彦等^[51-52]以茶树精油、壳聚糖为主材,制备 4 种茶树精油壳聚糖复合材料,通过运用改良的溶胀控释动力学模型测定材料中松油烯-4-醇的体外释放,得出松油烯-4-醇在脂质体壳层上的分配效应控制茶树精油脂质体壳聚糖冻干材料的释药,导致松油烯-4-醇匀速、缓慢的扩散过程。另外,茶树精油壳聚糖膜具有一定的缓释效果和良好的抑菌效果。综上可知,运用物理或化学的方法,将两种具有不同性质的材料组成新性能的材料,在性能上不仅避免了茶树精油的挥发及氧化,且延长了松油烯-4-醇抑菌效果,两者取长补短,为更多茶树精油复合材料的研发提供了参考依据,结合复合材料的制备,研发出一系列易于吸收和稳定的药物剂型,从而使消费者利益得到更好的保障。

5 展 望

随着近些年抗生素滥用及恶性疾病侵袭,越来越多的人意识到从天然植物中提取相关活性成分的重要性,用来补充和替代抗生素。茶树精油满足人们的需求,无论从药理作用还是社会需求等方面都能适应社会的发展,其含有的各种生物活性成分将

成为新型药物的研发不可或缺的一部分。通常来说,药物研发进程缓慢,一项新药的研发少则几年,多则几十年,已不能满足广大消费者的需求,所以诸多科研工作者将目光集中于天然植物活性成分中,天然活性成分毒性小、利用率高,二次利用的茶树残渣中都含有多糖,虽然产率不高,但其价值不菲,既减少了浪费,又保护环境,满足新时代环境保护的要求。然而,在科研研发上依然有许多问题:首先,来源数量有限,中国只有广东和广西地区有零星散点的种植,茶树油在国内还未得到推广,过多的研发将会带来不菲的经济支出;其次,不同产地的茶树油,由于地理环境及人为等一系列因素造成其化学成分及性能各自不同,产生的药理作用也稍有差异;第三,中国尚未建立茶树油的相关质量标准,在临床上还未得到广泛的应用,在护肤品及日用品中的一系列功能尚未得到开发,相关技术规范还不够严谨,提取工艺等有待科研工作者进一步完善。

参考文献 (References):

- [1] SHABIRG A. Method development and validation for the GC-FID assay of p-cymene in tea tree oil formulation[J]. *Journal of Pharmaceutical & Biomedical Analysis*, 2005, 39(3-4): 681-684.
- [2] HUYNH Q, PHAN T D, THIEU V Q Q, et al. Extraction and refining of essential oil from Australian tea tree, *Melaleuca alterforia*, and the antimicrobial activity in cosmetic products[J]. *Journal of Physics: Conference Series*, 2012, 352(1): 374-379.
- [3] BROPHY J J, DAVIES N W, SOUTHWELL I A, et al. Gas chromatographic quality control for oil of *Melaleuca terpinen-4-ol* type (Australian tea tree)[J]. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 1989, 37(5): 1330-1335.
- [4] 周 南, 宋丹丹, 周建业. 茶树油在皮肤领域的研究及进展[J]. *江西中医药*, 2008, 39(10): 74-76.
ZHOU N, SONG D D, ZHOU J Y. Study and progress of tea tree oil in skin field[J]. *Jiangxi Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2008, 39(10): 74-76. (in Chinese)
- [5] AUSTRALIA S. Oil of *Melaleuca*, terpinen-4-ol type (tea tree oil)[S]. ISO International Standard, 2004.
- [6] 居解语, 沈晓玲. 《互叶白千层精油, 松油醇-4 型(茶树油)》广东省地方标准特点[J]. *广东林业科技*, 2006, 22(1): 80-82.
JU J Y, SHEN X L. 《Acacia *Melaleuca* essential oil, terpineol type-4 (tea tree oil)》. The characteristics of

- local standard of Guangdong province[J]. *Guangdong Forestry Science and Technology*, 2006, 22 (1): 80-82. (in Chinese)
- [7] CARSON C F, RILEY T V. Antimicrobial activity of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* [J]. *Letters in Applied Microbiology*, 1993, 16(2): 49-55.
- [8] HAMMER K A, CARSON C F, RILEY T V, et al. A review of the toxicity of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil[J]. *Food & Chemical Toxicology*, 2006, 44(5): 616-625.
- [9] PEREIRA T S, DE SANT'ANNA J R, SILVA E L, et al. *In vitro* genotoxicity of *Melaleuca alternifolia* essential oil in human lymphocytes[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2014, 151(2): 852-857.
- [10] Pazyar N, Yaghoobi R, Bagherani N, et al. A review of applications of tea tree oil in dermatology[J]. *International Journal of Dermatology*, 2013, 52 (7): 784-790.
- [11] HAMMER K A, CARSON C F, RILEY T V. Susceptibility of transient and commensal skin flora to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil)[J]. *American Journal of Infection Control*, 1996, 24(24): 186-189.
- [12] HAMMER K A, DRY L, JOHNSON M, et al. Susceptibility of oral bacteria to *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil *in vitro* [J]. *Oral Microbiology & Immunology*, 2003, 18(6): 389-392.
- [13] BANES-MARSHALL L, CAWLEY P, PHILLIPS C A. *In vitro* activity of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil against bacterial and *Candida* spp. isolates from clinical specimens[J]. *British Journal of Biomedical Science*, 2001, 58(3): 139-145.
- [14] ALBADR R J, ALHUWAIZI H F. Effect of tea tree, *Thymus vulgaris* and *Nigella sativa* oils on the elimination of *Enterococcus faecalis* (*in vitro* study)[J]. *Journal of Baghdad College of Dentistry*, 2017, 29(1): 55-62.
- [15] COX S D, MANN C M, MARKHAM J L, et al. The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil)[J]. *Journal of Applied Microbiology*, 2000, 88(1): 170-175.
- [16] REICHLING J, WESELER, LANDVATTER U, et al. Bioactive essential oils used in phytomedicine as anti-infective agents: Australian tea tree oil and *Manuka* oil[J]. *Acta Phytotherapeutica*, 2002(1): 26-32.
- [17] CARSON C F, MEE B J, RILEY T V. Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage, and salt tolerance assays and electron microscopy[J]. *Antimicrobial Agents & Chemotherapy*, 2002, 46(6): 1914-1920.
- [18] SINGH B R, VADHANA P, BHARDWAJ M, et al. Comparative antimicrobial activity of tea tree oil (*Melaleuca* oil) and common topical antimicrobials against bacteria associated with wound and topical infections[J]. *Pharmaceutica Analytica Acta*, 2017, 7(11): 1-9.
- [19] THOSAR N, CHANDAK M, BHAT M, et al. Evaluation of *in vitro* antibacterial effect of calcium hydroxide paste with tea tree oil, thyme oil and peppermint oil against *Enterococcus faecalis* and its comparison with that of calcium hydroxide saline paste in primary teeth[J]. *International Journal of Current Research*, 2017, 8(12): 43805-43808.
- [20] VALENTE J D S S, BRASIL C L, SAGAVE L, et al. *In vitro* activity of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) in its free oil and nanoemulsion formulations against *Pythium insidiosum* [J]. *Mycopathologia*, 2016, 181(11-12): 865-869.
- [21] LAKSHMINARAYAN N, WADGAVE U. Efficacy of clotrimazole, chlorhexidine, and tea tree oil against *Candida albicans*: An *in vitro* study[J]. *Journal of Dental Sciences and Oral Rehabilitation*, 2016, 7(2): 53-56.
- [22] VITO M D, FRACCHIOLLA G, MATTARELLI P, et al. Probiotic and tea tree oil treatments improve therapy of vaginal candidiasis: A preliminary clinical study[J]. *Medical Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2016, 4(4): 1090-1096.
- [23] BUDHIRAJA S S, CULLUM M E, SIOUTIS S S, et al. Biological activity of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil component, terpinen-4-ol, in human myelocytic cell line HL-60[J]. *Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics*, 1999, 22(7): 447-453.
- [24] RICCIONI L, ORZALI L. Activity of tea tree (*Melaleuca alternifolia*, Cheel) and thyme (*Thymus vulgaris*, Linnaeus.) essential oils against some pathogenic seed borne fungi[J]. *Journal of Essential Oil Research*, 2012, 23(6): 43-47.
- [25] SCHNITZLER P, SCHÖN K, REICHLING J. Antiviral activity of Australian tea tree oil and eucalyptus oil against herpes simplex virus in cell culture[J]. *Die Pharmazie*, 2001, 56(4): 343-347.
- [26] MINAMI M, KITA M, NAKAYA T, et al. The inhibitory effect of essential oils on herpes simplex virus type-1 replication *in vitro* [J]. *Microbiology & Immu-*

- nology, 2003, 47(9): 681-684.
- [27] CARSON C F, ASHTON L, DRY L, et al. *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil gel (6%) for the treatment of recurrent herpes labialis[J]. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 2001, 48(3): 450-451.
- [28] 王 懿, 王振维. 茶树油灭活脊髓灰质炎病毒的试验观察[J]. 第三军医大学学报, 2004, 26(13): 1169-1170.
WANG Y, WANG Z W. Experimental observation of tea tree oil inactivated poliovirus [J]. *Acta Academiae Medicinae Militaris Tertiae*, 2004, 26(13): 1169-1170. (in Chinese)
- [29] SINGH H P, MITTAL S, KAUR S, et al. Chemical composition and antioxidant activity of essential oil from residues of *Artemisia scoparia* [J]. *Food Chemistry*, 2009, 114(2): 642-645.
- [30] 刘昌孝. 直布罗陀柴胡精油的抗炎作用和对离体大鼠子宫的影响[J]. 现代药物与临床, 1989, 4(3): 139-140.
LIU C X. Effects of anti-inflammatory effect of *Chibatulipina* essential oil on uterus of isolated rat [J]. *Drugs & Clinic*, 1989, 4(3): 139-140. (in Chinese)
- [31] 张璐敏, 吕学维, 邵邻相, 等. 野艾蒿挥发油对 HeLa 癌细胞形态与结构的影响[J]. 广西植物, 2014, 3: 393-397.
ZHANG L M, LU X W, SHAO Z X, et al. Effects of volatile oil from *Artemisia selengensis* on morphology and structure of HeLa carcinoma cells [J]. *Guihaia*, 2014, 3: 393-397. (in Chinese)
- [32] 子 详. 茶树油的抗菌性和抗真菌性及其应用[J]. 中国化妆品, 2002, 18: 68-70.
ZI X. The antibacterial and antifungal properties of tea tree oil and its application [J]. *China Cosmetics Review*, 2002, 18: 68-70. (in Chinese)
- [33] 广 宇. 澳大利亚茶树油——一种天然的治疗痤疮的抗菌和抗炎剂[J]. 日用化学工业信息, 2002, 15: 4-6.
GUANG Y. Australian tea tree oil——A natural antibacterial and anti-inflammatory agent for the treatment of acne [J]. *Daily Chemical Industry Information*, 2002, 15: 4-6. (in Chinese)
- [34] GROppo F C, RAMACCIATO J C, SIMÕES R P, et al. Antimicrobial activity of garlic, tea tree oil, and chlorhexidine against oral microorganisms [J]. *International Dental Journal*, 2002, 52(6): 433-437.
- [35] Arweiler N B, Donos N, Netuschil L, et al. Clinical and antibacterial effect of tea tree oil——A pilot study [J]. *Clinical Oral Investigations*, 2000, 4(2): 70-73.
- [36] DI V M, MATTARELLI P, MODESTO M, et al. *In vitro* activity of tea tree oil vaginal suppositories against *Candida* spp. and probiotic vaginal microbiota [J]. *Phytotherapy Research*, 2015, 29(10): 1628-1633.
- [37] SATCHELL A C, SAURAJEN A, BELL C, et al. Treatment of dandruff with 5% tea tree oil shampoo [J]. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 2002, 47(6): 852.
- [38] 徐 良. 一种天然抗菌植物成分——茶树油与化妆品 [J]. 中国化妆品, 1996, 2: 12.
XU L. A natural anti-bacterial plant ingredients——Tea tree oil and cosmetics [J]. *China Cosmetics Review*, 1996, 2: 12. (in Chinese)
- [39] 余丹丹, 邵兴锋, 许 凤, 等. 茶树精油在果实采后保鲜中的作用及其机制研究进展 [J]. 果树学报, 2014, 31(2): 313-319.
YU D D, SHAO X F, XU F, et al. Research progress of tea tree essential oil in postharvest preservation of fruit and its mechanism [J]. *Journal of Fruit Science*, 2014, 31(2): 313-319. (in Chinese)
- [40] 邵兴锋, 程 赛, 王鸿飞, 等. 茶树精油熏蒸处理保鲜草莓的工艺优化 [J]. 农业工程学报, 2012, 28(19): 279-286.
SHAO X F, CHENG S, WANG H F, et al. Process optimization of fresh-strawberry treatment by tea tree fumigation [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2012, 28(19): 279-286. (in Chinese)
- [41] 翟芳芳, 朱文学, 于 斌, 等. 水性丙烯酸树脂与茶树精油喷涂处理对牡丹切花观赏品质的影响 [J]. 园艺学报, 2016, 43(4): 796-806.
ZHAI F F, ZHU W X, YU B, et al. Effect of waterborne acrylic resin and tea tree oil spray on ornamental quality of cut peony [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2016, 43(4): 796-806. (in Chinese)
- [42] 张高明, 胡 毅, 米海峰. 植物精油对动物的促生长作用及作用机制研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2015, 43(32): 85-88.
ZHANG G M, HU Y, MI H F. Progress on the role of plant essential oils in animal growth promotion and its mechanism [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2015, 43(32): 85-88. (in Chinese)
- [43] SPERNAKOVA D, MÁTÉ D, RÓZANŠKA H, et al. Effects of dietary rosemary extract and α -tocopherol on the performance of chickens, meat quality, and lipid oxidation in meat stored under chilling conditions [J]. *Bulletin-Veterinary Institute in Pulawy*, 2007, 51(4): 585-589.
- [44] BOZKURT M, KÜÇÜKYILMAZ K, ÇATLI A U, et al. Effect of dietary mannan oligosaccharide with or

- without oregano essential oil and hop extract supplementation on the performance and slaughter characteristics of male broilers. [J]. *South African Journal of Animal Science*, 2009, 39(3):18364-18370.
- [45] 封飞飞, 方 伟, 王淑楠, 等. 茶树油对育肥猪生长性能、器官指数、胴体性状和肉品质的影响[J]. *动物营养学报*, 2017, 29(10):3620-3626.
- FENG F F, FANG W, WANG S N, et al. Effects of tea tree oil on growth performance, organ index, carcass traits and meat quality of finishing pigs[J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2017, 29(10):3620-3626. (in Chinese)
- [46] 丁兆坤, 高 巍, 许友卿, 等. 茶树油对罗非鱼生长性能、脏器指数的影响[J]. *北京农业*, 2015, 11:122-123.
- DING Z K, GAO W, XU Y Q, et al. Effect of tea tree oil on growth performance and organ index of tilapia[J]. *Beijing Agriculture*, 2015, 11:122-123. (in Chinese)
- [47] 周美玲. 植物精油对猪和禽健康的影响[J]. *饲料博览*, 2015, 5:31-35.
- ZHOU M L. Plant essential oils on the health of pigs and birds [J]. *Feed Review*, 2015, 5: 31-35. (in Chinese)
- [48] SHERRY M, CHARCOSSET C, FESSI H, et al. Essential oils encapsulated in liposomes; A review[J]. *Journal of Liposome Research*, 2013, 23(4):268-275.
- [49] HAUSEN B M. Evaluation of the main contact allergens in oxidized tea tree oil[J]. *Dermatitis Contact Atopic Occupational Drug*, 2004, 15(4):213.
- [50] HAUSEN B M, REICHLING J, HARKENTHAL M. Degradation products of monoterpenes are the sensitizing agents in tea tree oil[J]. *American Journal of Contact Dermatitis Official Journal of the American Contact Dermatitis Society*, 1999, 10(2):68-77.
- [51] 葛 彦, 葛明桥. 茶树精油对乳化膜材料性能的影响[J]. *化工新型材料*, 2015, 43(1):130-132.
- GE Y, GE M Q. Effect of tea tree oil on the properties of emulsion membrane materials[J]. *New Chemical Materials*, 2015, 43(1):130-132. (in Chinese)
- [52] 葛 彦, 葛明桥. 茶树精油壳聚糖复合材料的缓释行为研究[J]. *功能材料*, 2016, 47(2):2125-2129.
- GE Y, GE M Q. Study on the sustained-release behavior of tea tree oil chitosan composite[J]. *Journal of Functional Materials*, 2016, 47(2):2125-2129. (in Chinese)

(责任编辑 董晓云)