

植物精油的抑菌作用研究进展

王 慧¹, 周红潮², 张 旭¹, 任晓航¹, 时 坤¹, 李建明¹, 杜 锐^{1*}, 宗 颖^{1*}

(1. 吉林农业大学中药材学院, 吉林长春 130118;

2. 教育部动物生产及产品质量安全重点实验室/吉林省梅花鹿生产与产品应用研究室, 吉林长春 130118)

摘 要:近年来,随着细菌/真菌感染率大幅度上升,食源性疾病的全球发病率不断增多,而伴随致病菌耐药性的出现,现有抗菌药物的抑菌效果越来越有限,并对机体产生较大的毒副作用。精油系植物提取物的主要有效组分具有抗炎、抗病毒、抗氧化、抗肿瘤和抗菌等多重药理作用,其显著的抗细菌和抗真菌活性对于解决食品中日渐增多的耐药性细菌/真菌感染问题有着重要意义。论文对植物精油抑菌作用进行阐述,并详细地分析精油主要成分含量的影响因素,为更好的利用精油提供参考,同时为保障食品安全及相关研究提供科学依据。

关键词:植物精油;抑菌作用;食源性疾病

DOI:10.16437/j.cnki.1007-5038.2019.04.021

中图分类号:TS225

文献标识码:A

文章编号:1007-5038(2019)04-0107-05

近年来,全球食源性疾病的病发率逐年升高,造成的危害日益加重。在食品加工和储存过程中,有害微生物会诱发食品腐败,可引起食物中毒或引起食源性疾病。致病微生物引起的食源性疾病已成为威胁食品安全的最大问题。针对于无毒的新型食品添加剂的迫切需求,越来越多的目光投入到具有天然活性的抗菌物质研究中^[1-2]。从天然物质中筛选出具有广谱抗氧化、抗菌活性的天然食品添加剂用于降低或清除食品中的有害微生物,保证食品质量,延长食品保质期,具有重要意义。植物精油作为一种活性物质满足了上述要求^[3-5]。

精油(essential oils)是从植物中提取的一种次级代谢产物,具有强烈芳香性的挥发性油状液体混合物。主要由萜类化合物组成,特别是单萜(C₁₀)和倍半萜(C₁₅),少量含有二萜(C₂₀),其他还有脂肪族化合物,芳香族化合物等^[6-7]。大部分呈无色或淡黄色,密度轻于水,具有疏水性,易溶于有机试剂,在室温下易变性。唇形科、桃金娘科、木兰科和伞形科等是常见的富含精油的植物来源。它通常储藏于植物的分泌细胞、腺毛和表皮细胞中,植物中几乎所有的非木质器官(芽、花、叶、茎、枝、种子、果实、根或树皮)都含有精油^[8-9]。目前,已经发现的精油超过3 000种,1 340多种具有抗菌活性,其中已经开发利用的精油大约300余种^[10-11]。精油已经应用到食品工业中,并深

受消费者喜爱。现今,由于植物精油自身广泛的药理作用,精油作为止痛剂,镇静剂,抗炎剂,解痉药和局部麻醉剂在临床上的应用越来越广泛^[12-13]。

1 提取方法

挥发油种类和来源多种多样,其结构差异显著。样品特性、提取温度、压力、时间、溶剂的类型等都可能对精油的提取率产生影响。精油的提取方法有很多,不同的提取方法,精油的得率有明显差异且对有效成分的影响亦十分显著。提取方法主要有水蒸气提取法,有机溶剂萃取法,离子液体结合微波辅助萃取、无溶剂微波提取、冷压提取法,超临界流体法,亚临界CO₂萃取法,超声辅助提取法,微波辅助提取等^[14-17]。常用的方法有水蒸汽蒸馏法、超临界提取法、无溶剂微波快速提取和亚临界CO₂萃取法。

2 挥发油分析鉴定方法

精油在植物中的含量少,但化学成分复杂。因此,需要灵敏度高的分析手段对精油进行分析鉴定。目前,最常用的分析检测技术主要是高效液相色谱(high performance liquid chromatography, HPLC)、高效液相色谱-质谱(high performance liquid chromatography-mass spectrometry, HPLC-MS)、液相二级质谱(liquid chromatograph mass spectrometer-mass spectrometry, LC-MS/MS)、气

收稿日期:2018-04-16

基金项目:国家自然科学基金青年基金项目(31502109);吉林省科技厅科技支撑计划项目(20160209006YY);国家自然科学基金项目(31372436)

作者简介:王 慧(1991-),女,河南开封人,硕士研究生,主要从事药理学研究。* 通讯作者

相色谱-质谱联用仪(gas chromatography-mass spectrometer, GC-MS)、薄层色谱扫描分析、高效液相-高分辨飞行时间质谱(high performance liquid phase high resolution time of flight mass spectrometry, HPLC-HR-TOF/MS)、红外光谱分析法、核磁共振法等。其中, HPLC-MS不仅可以定性亦可以定量分析精油化学组分, 由于其具有较高的准确度、灵敏性高、特异性强等优势, 是应用最广泛的检测方法。现代分析技术的不断提高, 为研究精油的作用机制和生物活性奠定了更好的基础。

3 药物抑菌试验方法

精油的抑菌活性评价方法有很多种, 如打孔法、琼脂板扩散法、牛津杯法、稀释法等, 精油的体外抑菌强度主要通过抑菌圈大小、最小抑菌浓度(minimum inhibitory concentration, MIC)及最小杀菌浓度(minimum bactericidal concentration, MIC)的等方式测定。琼脂板扩散法和稀释法是最常用的方法。

4 精油抑菌研究

伴随资源的过度开采, 对环境的破坏愈发增大, 导致了危害人类生命健康的细菌、真菌持续增加, 基于应对这些微生物所造成的伤害, 人们需要一些有效的药物来进行菌类抑制。目前, 抗生素的滥用导致很多致病菌对药物产生了耐药性, 而天然产物精油弥补了抗生素的不足, 对多种致病菌的繁殖都有显著的抑制效果。同时, 精油主要活性成分与抗生素之间具有协同作用, 使两者的使用量减少, 而药效增强。研究表明, 植物精油可抑制食品中的病原菌, 保证食品的质量。例如山鸡椒精油、芹菜精油、香茅精油有效抑制鱼病病原菌(水霉菌、荧光假单胞杆菌、嗜水气单胞菌、星状诺卡氏菌和小肠结肠炎耶尔森菌), 柑橘属植物果皮精油对食源性病原菌(43株增生李斯特单胞菌、35株金黄色葡萄球菌和14株沙门菌)与霉菌(黑曲霉、黄曲霉、产黄青霉和青霉菌)具有显著的抑制作用; 辛夷、艾蒿、黄花蒿、柑橘精油、肉桂油、牛至油、百里香油、桉叶油、臭柏精油、茶树油、薄荷油、迷迭香油、茴香油、香橼精油、肉桂醛、百里香酚和香兰素对肠道菌群大肠埃希菌(*E. coli*)抑制作用显著。香早芹精油、广藿香精油、鼠尾草精油、柠檬草精油、香樟精油与丁香精油对金黄色葡萄球菌(*S. aureus*)抑制效果显著。但随着对植物精油的研究越来越深入, 发现同种植物不同部位、不同时期及不同产地精油的抑菌效果也具有显著性差异^[18-19]。

4.1 同种植物不同部位的抑菌作用

植物中含有精油的部位有很多, 但由于植物不

同部位吸收营养、行使功能及所受环境不同, 植物器官精油含有的有效成分存在差异且不同部位有效成分含量亦有不同, 进而抑菌活性效果具有明显的差异性。Bel H S K通过水蒸气蒸馏法提取银灰菊根部及花部精油发现, 银灰菊(*Santolina chamaecyparissus*)花部精油对阴性菌(大肠埃希菌、铜绿假单胞菌、变形杆菌和弗氏柠檬酸杆菌)及阳性菌(粪肠球菌和金黄色葡萄球菌)都具有一定的抑制作用, 而根部仅对大肠埃希菌与粪肠球菌和金黄色葡萄球菌有效, 对铜绿假单胞菌, 变形杆菌, 弗氏柠檬酸杆菌没有抑制作用。花部与根部精油对真菌(红色毛癣菌、犬小孢子菌、絮状表皮癣菌、短柄帚霉、真菌暗色柱顶孢和烟曲霉)都显示抑制活性。而两者对白色念珠菌没有作用。花部精油对粪肠球菌的效果最好, 其抑菌圈为26 mm。根部对金黄色葡萄球菌的抑制效果最好, 抑菌圈为12 mm。花部精油对真菌絮状表皮癣菌的抑制率高达89.25%。根部对红色毛癣菌的抑制率为68%。此种现象说明同种植物不同部位精油抑菌效果具有明显的差异性^[20]。陈志峰等从桂林山姜果实、叶和茎中提取精油并通过琼脂板扩散试验对4种试验菌(金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌、大肠埃希菌、铜绿假单胞菌)的抑菌活性进行测定, 以链霉素为阳性对照, 结果显示果实中的挥发油对大肠埃希菌抑制效果最好, 抑菌圈为13.2 mm; 叶与茎部中的精油对金黄色葡萄球菌最好, 抑菌圈分别为16.8 mm±0.4 mm和15.2 mm±1.6 mm, 与链霉素的抑菌圈(18.3 mm)接近。用微孔板稀释法测试MIC在1.25 mg/mL~10 mg/mL之间。通过透射电镜(transmission electron microscope, TEM)和扫描电子显微镜(scanning electron microscope, SEM)图像分析精油与链霉素的抗菌机制, 链霉素处理的细胞被压实并变得更短, 具有明显的膜剥落, 主要通过阻滞核糖体间接抑制蛋白质的合成, 最终导致细胞死亡杀死微生物。桂林山姜植物精油通过增加细菌膜通透性, 直接导致结构破坏。细胞物理结构的变形能够引起细胞膜的膨胀和不稳定, 增加细胞渗透性, 导致重要的细胞内成分泄漏, 如离子、ATP、核酸和氨基酸。所以, 两者的抑菌机制不同。此外, 溶血试验显示3种精油对人源红细胞的溶血率均小于1%, 表明桂林山姜植物精油是一种安全活性物质^[21]。Mahdavi B等^[22]通过GC-MS和GC-FID测定*Etlingera sayapensis*根、茎、叶3种精油成分, 并利用纸盘扩散法与最小抑菌浓度法检测根、叶两部分精油对18种菌(2种真菌、6种革兰阳性菌和10种革兰阴性

菌)的抑菌性。结果显示根、叶两部位精油的抑菌效果有明显差异,与叶部精油相比,其中根部精油具有良好的广谱抑菌作用,而且抑菌效果显著。同时,质谱分析出含氧单萜化合物为精油中的主要成分,其中根、茎、叶精油中芳樟醇甲酸、香芹酮、 α 松油醇 3 种化合物含量最为丰富。陈立军^[23]通过水蒸汽蒸馏法提取土荆芥花序和叶部精油发现,土荆芥花序和叶精油对小麦赤霉病菌的抑制作用呈剂量依赖性增长。叶精油对小麦赤霉病菌的熏蒸作用强于花序精油,其抑制率分别为 78.64% 和 64.55%。卫强等研究碧桃花、叶、茎、果实精油对伤寒沙门菌、大肠埃希菌、变形杆菌、假丝酵母、枯草杆菌抑菌作用,并通过最小抑菌浓度比较 4 部位的抑菌差异,发现碧桃花、茎精油对大肠埃希菌等 8 种致病菌具有显著抑制作用,其 MIC 值范围为 0.024 g/L~0.188 g/L,而果、叶精油的抑菌效果略弱, MIC 值在 0.094 g/L~1.500 g/L 范围内^[24]。

4.2 同一植物不同地区精油的抑菌作用

不同地区气候不尽相同,所受光照和水分随之有所改变,植物也会随着改变自身成分形态以适应相应地区环境,导致同一植物中化学成分有显著性差异,其抑菌效果明显的不同。Zhang L 等选取中国 12 个地区的篷莪术(样本号分别为(CP1-CP12)),通过水蒸汽蒸馏法提取根精油,采用 GC-MS 中进行成分分析及含量测定,测定革兰阴性菌大肠埃希菌和铜绿假单胞菌,革兰阳性菌中金黄色葡萄球菌,真菌中白色念球菌和酿酒酵母菌等 5 种菌 MIC 值,比较不同地区篷莪术根部精油的抑菌效果,结果分析出 8,9-脱氢-9-甲酰-环异长叶烯、姜黄新酮、吉马酮、 α -石竹烯、莪术烯和 β -榄香烯是莪术根部精油主要的化学成分,但是不同地区其主要成分不同,同一成分含量差异显著。在 12 个地区的篷莪术根部精油中,其中,CP1 和 CP7 精油对大肠埃希菌抑制效果最佳, MIC 值分别为 485 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 和 488.33 $\mu\text{g}/\text{mL}$, CP4 对于铜绿假单胞菌抑制作用 (MIC 为 556.67 $\mu\text{g}/\text{mL}$) 最为显著; CP8 和 CP11 对于金黄色葡萄球菌显示最佳的抑菌性, MIC 值分别为 526.67 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 和 529.32 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。相对而言,12 个地区的篷莪术根部精油有优良的抑制真菌特性,而其中对 CP5 白色念球菌(180 $\mu\text{g}/\text{mL}$) 和 CP9 酿酒酵母菌(153.33 $\mu\text{g}/\text{mL}$) 的抑制效果最好^[25]。Zhang L 等进一步加大不同地区对同种植物的巨大影响作用,选择 20 个不同地区的姜黄(样本号为(CL1~CL20))对根部进行提取精油,发现 CL3 根部精油与其他根部精油有显著的不同,对大肠埃希菌和铜绿

假单胞菌的抑制性最强, MIC 分别 230.23 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 和 351.37 $\mu\text{g}/\text{mL}$; CL5 姜黄根部精油对金黄色葡萄球菌抑菌(486.53 $\mu\text{g}/\text{mL}$) 效果最佳,且 CL5 姜黄根部精油对白色念球菌和酿酒酵母菌显示明显的抑真菌性,与其他根部精油相比对白色念球菌抑制作用差异显著。同时发现 CL6、CL7、CL17 和 CL19 抑菌效果没有显著性差异,但都有较好的抑菌活性^[26]。周童对浙江玫瑰精油与云南玫瑰精油的成分进行分析发现,虽两地区的精油香气成分均为香茅醇、香叶醇、芳樟醇和橙花醇等,但是浙江玫瑰精油香茅醇含量为云南玫瑰精油 3 倍,浙江玫瑰精油的留香时间较长,对大肠埃希菌、金黄色葡萄球菌和青霉菌的抑菌效果较显著^[27]。

4.3 同一植物不同时期的抑菌作用

随着季节改变,温度、降水量及光照的变化,植物成分及含量也会有明显的改变,其生物活性也具有一定的差异性,精油在不同时期的抑菌效果的不同已经得到证明。何文兵^[28]选取 4 个时期(2014 年 8 月 15 日(I)、8 月 30 日(II)、9 月 15 日(III)和 9 月 30 日(IV))的黄檗果实采用水蒸气提取法与亚临界 CO_2 萃取法进行提取黄檗果实发现,两种提取方法提取的精油主体成分为月桂烯、 α -蒎烯、吉马烯-D、伪柠檬烯、*m*-樟脑烯和 *p*-樟脑烯等,但水蒸气提取法提取 74 种,而亚临界 CO_2 萃取法仅 59 种成分。选取最佳的提取方法对 4 个时期的黄檗果实精油提取发现,精油 63 种组分,4 个时期的相同组分仅有 35 种,黄檗果实的最佳采收期为 III 时期,在 III 时期的组分中,月桂烯(22.76%)、 α -蒎烯(8.96%)、合金化醇(3.19%)、水芹烯(1.85%)含量均高于其他 3 个时期,同时衣兰烯、 δ -榄香烯、 β -环柠檬醛是 III 时期特有组分。黄檗果实精油抑制白地霉、沙门菌(*Salmonella*)、大肠埃希菌(*Escherichia coli*)、金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)、蜡样芽胞杆菌效果显著。Dhouioui M 等^[29]测定季节对精油抑菌强度及精油主要化合物不同及含量变化的影响,选取 2009 年 8 月、2011 年 9 月、2012 年 3 月和 2013 年 4 月 4 个不同年限及月份的 *Aristolochia longa* L. ssp. *paucinervis* Batt. 根,通过水蒸汽蒸馏法提取精油,并用 GC-FID 和 GC-MS 鉴别并测定 4 种 *Aristolochia longa* L. ssp. *paucinervis* Batt. 根部精油的化合物种类及含量,应用纸盘扩散法测定精油对革兰阳性菌中屎肠球菌、无乳链球菌、金黄色葡萄球菌,革兰阴性菌中大肠埃希菌和鼠伤寒沙门菌,真菌中白色念珠菌的抑菌圈大小来验证精油的抑菌效果。发现 2013 年 4 月精油的化合物种类为 51 种,

2011年9月为42种,2009年8月为37种,2012年3月为35种。各年份的精油对大肠埃希菌均无抑制作用,总体情况表明2011年9月份根部精油对所用细菌的抑制作用效果最佳,而各年份的精油对无乳链球菌的抑菌效果最好。对各年份精油中的成分分析,2011年9月精油中醇类和脂类占总油的23%,其他小分子化合物芳樟醇、樟脑、萜品烯-4-醇、反式-松香芹醇、 γ -杜松醇、 α -杜松醇、 β -石竹烯氧化物含量高于其他3种年限的精油,同时这些精油中的化合物以一种协同的方式提高抑菌效果。

吴俊清等^[30]通过琼脂板扩散法研究春(4月)、夏(7月)、秋(10月)、冬(1月)4个季节的杨梅叶精油对金黄色葡萄球菌、蜡样芽胞杆菌、枯草芽胞杆菌、大肠埃希菌、变形杆菌、沙门菌的抑菌作用,评估4个季节杨梅叶精油的抑菌效果的差异。发现冬季杨梅叶精油对5种菌的抑制作用要强于其他3个季节。4个季节的精油对金黄色葡萄球菌的抑制效果最为显著(抑制圈大小冬季为 $12.0\text{ mm}\pm 0.2\text{ mm}$ >秋季 $11.5\text{ mm}\pm 0.1\text{ mm}$ >春季 $10.0\text{ mm}\pm 0.3\text{ mm}$ >夏季 $9.5\text{ mm}\pm 0.2\text{ mm}$)。对G-变形杆菌抑制效果最弱(抑菌圈大小依次冬季为 $8.3\text{ mm}\pm 0.3\text{ mm}$ >夏季 $7.0\text{ mm}\pm 0.0\text{ mm}$ >秋季 $6.5\text{ mm}\pm 0.1\text{ mm}$ >春季 $6.5\text{ mm}\pm 0.0\text{ mm}$)。

5 精油提取与保存常见问题分析

(1)植物的选取。多数植物精油含量与植物种类,种植地区、采收季节、植物部位具有很大的关系。一般植物开花期含有的精油含量较高,花中的精油含量要高于根部、颈部、叶等。所以,要想提取高含量精油需要对植物的生长特性进行了解。

(2)提高精油提取率。将阴干的植物组织进行粉碎、过筛(40目~80目),在提取过程中加入NaCl增加植物组织渗透可以提高植物精油的提取率。

(3)植物精油中有效成分的沸点较低,易挥发,有效成分不稳定,对提取方法及条件的要求严格。如选择合理的温度避免精油成分的分解和破坏,更好的保护有效活性成分。

(4)提取方法。精油成分复杂,选择最佳的提取方法对植物精油进行提取至关重要。

(5)精油的保存。精油易受温度及其光照的影响,提取的精油要置于棕色瓶中 -20°C 保存,避免精油的生物活性降低。

6 展望

随着对中药主要活性成分的不断深入研究,精油作为一种有效的天然抗菌剂,显示出很多抗生素

所不具备的优良特性;其改善食品安全,增加食品风味的优势,在食品工业中有着广阔的应用前景。但植物中精油含量较少,现有的精油提取工艺不完善,使得精油的应用受到了限制。所以,如何完善精油提取工艺是应当研究的重中之重,如何利用精油在食品领域取代化学合成防腐剂减少其对人类机体潜在的危害,以提高食品安全迫在眉睫。同时,将精油的应用广泛化、药理作用深入化等是今后思考的一大方向。

参考文献:

- [1] Zhai H, Liu H, Wang S, et al. Potential of essential oils for poultry and pigs[J]. *Animal Nutr*, 2018, 4(2): 179-186.
- [2] Calo J R, Crandall P G, O'Bryan C A, et al. Essential oils as antimicrobials in food systems-A review[J]. *Food Control*, 2015, 54: 111-119.
- [3] Ma T, Luo J, Tian C, et al. Influence of technical processing units on chemical composition and antimicrobial activity of carrot (*Daucus carota* L.) juice essential oil [J]. *Food Chem*, 2015, 170(170): 394-400.
- [4] Ben J M, Falleh H, Neves M A, et al. Quality preservation of deliberately contaminated milk using thyme free and nanoemulsified essential oils.[J]. *Food Chem*, 2017, 217: 726-734.
- [5] Santamarina M P, Roselló J, Giménez S, et al. Commercial *Laurus nobilis*, L. and *Syzygium aromaticum*, L. Merr. & Perry essential oils against post-harvest phytopathogenic fungi on rice[J]. *LWT-Food Sci Technol*, 2015, 65: 325-332.
- [6] Cui H, Zhang X, Zhou H, et al. Antimicrobial activity and mechanisms of *Salvia sclarea* essential oil[J]. *Botanical Studies*, 2015, 56(1): 16.
- [7] Nazzaro F, Fratianni F, Martino L D, et al. Effect of essential oils on pathogenic bacteria[J]. *Pharmaceuticals*, 2013, 6(12): 1451-1474.
- [8] Raut J S, Karuppaiyl S M. A status review on the medicinal properties of essential oils[J]. *Industrial Crops Products*, 2014, 62(62): 250-264.
- [9] Naser, Al-Wabel, Saiba, et al. Essential oils used in aromatherapy: A systemic review[J]. *Asian Pacific J Trop Biomed*, 2015, 5(8): 589-598.
- [10] Barbosa L C, Filomeno C A, Teixeira R R. Chemical variability and biological activities of *Eucalyptus* spp. essential oils[J]. *Molecules*, 2016, 21(12): 1671.
- [11] Ghabraie M, Vu K D, Tata L, et al. Antimicrobial effect of essential oils in combinations against five bacteria and their effect on sensorial quality of ground meat[J]. *LWT-Food Sci Technol*, 2016, 66: 332-339.
- [12] Tarek N, Hassan H M, Abdelghani S M M, et al. Comparative chemical and antimicrobial study of nine essential oils obtained from medicinal plants growing in Egypt[J]. *Beni-Suef Univ J Basic Appl Sci*, 2014, 3(2): 149-156.
- [13] Nazzaro F, Fratianni F, Martino L D, et al. Effect of essential oils on pathogenic bacteria[J]. *Pharmaceuticals*, 2013, 6(12):

- 1451-74.
- [14] Wu F, Jin Y, Xu X, et al. Electrofluidic pretreatment for enhancing essential oil extraction from citrus fruit peel waste [J]. *J Cleaner Production*, 2017, 159: 85-94.
- [15] Said B O S, Haddadi-Guemghar H, Boulekbache-Makhlouf L, et al. Essential oils composition, antibacterial and antioxidant activities of hydrodistilled extract of *Eucalyptus globulus* fruits [J]. *IND CROP*, 2016, 89: 167-175.
- [16] 高英霞. 常见菊科植物精油提取工艺研究 [J]. *山东工业技术*, 2018(2): 192-192.
- [17] Mohammadhosseini M, Sarker S D, Akbarzadeh A. Chemical composition of the essential oils and extracts of *Achillea* species and their biological activities: A review. [J]. *J Ethnopharmacol*, 2017, 199: 257-315.
- [18] Laghmouchi Y, Belmehdi O, Senhaji N S, et al. Chemical composition and antibacterial activity of *Origanum compactum*, Benth. essential oils from different areas at northern Morocco [J]. *South Afr J Botany*, 2018, 115: 120-125.
- [19] Hamdaoui A E, Msanda F, Boubaker H, et al. Essential oil composition, antioxidant and antibacterial activities of wild and cultivated *Lavandula mairei*, Humbert [J]. *Biochem Systematics Ecol*, 2018, 76(2018): 1-7.
- [20] Bel H S K, Hassayoun F, Cheraif I, et al. Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of flowerhead and root essential oils of *Santolina chamaecyparissus* L. growing wild in Tunisia. [J]. *Saudi J Biol Sci*, 2017, 24(4): 875.
- [21] Chen Z, He B, Zhou J, et al. Chemical compositions and antibacterial activities of essential oils extracted from *Alpinia guilinensis*, against selected foodborne pathogens [J]. *IND CROP*, 2016, 83: 607-613.
- [22] Mahdavi B, Wan A Y, Din L B. Chemical composition, antioxidant, and antibacterial activity of essential oils from *Etilingera sayapensis* A.D. Poulsen & Ibrahim [J]. *Asian Pacific J Trop Med*, 2017, 10(8): 819-826.
- [23] 陈利军, 智亚楠, 王国君, 等. 土荆芥花序和叶挥发油的抑菌作用及组分分析 [J]. *植物保护*, 2014(5): 40-43.
- [24] 卫 强, 彭喜悦. 碧桃花、叶、茎、果实挥发油成分及抗油脂氧化、抑菌作用 [J]. *应用化学*, 2016, 33(8): 945-950.
- [25] Zhang L, Yang Z, Wei J, et al. Essential oil composition and bioactivity variation in wild-growing populations of *Curcuma phaeocaulis*, valetton collected from China [J]. *IND CROP*, 2017, 103: 274-282.
- [26] Zhang L, Yang Z, Chen F, et al. Composition and bioactivity assessment of essential oils of *Curcuma longa* L. collected in China [J]. *IND CROP*, 2017, 109: 60-73.
- [27] 董 周. 浙江玫瑰精油成分、抑菌抗氧化能力及稳定性研究 [D]. 浙江杭州: 浙江工商大学, 2017.
- [28] 何文兵. 黄檗果实精油提取分离和生物活性研究 [D]. 辽宁沈阳: 沈阳农业大学, 2016.
- [29] Dhouioui M, Boulila A, Chaabane H, et al. Seasonal changes in essential oil composition of *Aristolochia longa*, L. ssp. *paucineris*, Batt. (Aristolochiaceae) roots and its antimicrobial activity [J]. *IND CROP*, 2016, 83: 301-306.
- [30] 吴俊清, 朱丽云, 尹 洁, 等. 杨梅叶挥发油的季节变化规律及其药用价值分析 [J]. *药物分析杂志*, 2015(7): 1145-1152.

Progress on Antimicrobial Effects of Plant Essential Oil

WANG Hui¹, ZHOU Hong-chao², ZHANG Xu¹, REN Xiao-hang¹,
SHI Kun¹, LI Jian-ming¹, DU Rui¹, ZONG Ying¹

(1. College of Chinese Medicine Materials, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin, 130118, China;

2. Key Laboratory of Animal Production, Product Quality and Security, Ministry of Education of the People's Republic of China,

Laboratory of Production and Product Application of Sika Deer of Jinlin Province, Changchun, Jilin, 130118, China)

Abstract: With the significant rising of the rate of the bacterial/fungal infection, the global morbidity of food-borne disease has increased constantly in recent years. However, due to the bacterial/fungal resistance to drugs, antimicrobial effect of antibacterial drugs today is becoming more and more limited, and it also has strongly toxic influence to body. Essential oil is one of the main active ingredient of plant's extracts, it has multiple pharmacological effects on the anti-inflammation, antiviral, antioxidation, anti-cancer and antimicrobials. Especially it has a great significance to treat the bacterial/fungal infections in the food with the antibacterial and antifungal activity. The progress on the bacteriostasis of essential oil was expounded, and the factors affecting the content of essential oil were analyzed in detail, which can provide reference for better use of essential oil, and for ensuring food safety and related research.

Key words: essential oil; antimicrobial effects; food-borne disease