



شناسایی و مقایسه ترکیبات مؤثر در اسانس گیاهان رازیانه و اکالیپتوس به منظور

کنترل برخی باکتری‌های مهم بیماری‌زای گیاهی

میترا امیدي نسب^۱، میلاد آفینی^{۲*}

^۱ دانشجوی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، همدان، ایران

^۲ استادیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

چکیده

امروزه استفاده از اسانس‌های گیاهی برای دست‌یابی به مواد ضد باکتریایی طبیعی برای کنترل عوامل بیماری‌زای گیاهی مورد توجه فراوان قرار گرفته است. هدف از این پژوهش، شناسایی و بررسی ترکیبات مؤثر در گیاه رازیانه و اکالیپتوس به منظور کنترل برخی از باکتری‌های بیمارگر مهم گیاهی در شرایط آزمایشگاهی است. در تحقیق حاضر ترکیبات عمده گیاهان رازیانه و اکالیپتوس با روش دستگاه گاز کروماتوگرافی- طیف‌سنج جرمی و همچنین اثر ضد میکروبی و حداقل غلظت مهارکننده رشد آن‌ها بر روی تعدادی از باکتری‌های بیماری‌زا مورد بررسی قرار گرفت. در بررسی کروماتوگرام دستگاه گاز کروماتوگرافی- طیف‌سنج جرمی، در اسانس رازیانه پاراسیمن (۳۰/۱۸٪)، کومینال (۲۴/۷۴٪) و بتاینین (۱۱/۸۱٪) و در اسانس اکالیپتوس ۱، ۸ سینئول (۴۷/۸۷٪)، آلفا پینن (۱۷/۹۴٪)، پاراسیمن (۷/۹۱٪) و لیمونن (۷/۶۸٪) به عنوان ترکیبات عمده شناسایی شدند. همچنین، حداقل غلظت مهارکنندگی برای اسانس رازیانه (۳/۷۹ µg/ml) و اسانس اکالیپتوس (۸/۵۴ µg/ml) محاسبه شد. اسانس رازیانه بیش‌ترین اثر بازدارندگی معنی‌داری را روی کلایویاکتر می‌شیگانسیس با قطر هاله بازدارنده ۴/۴ سانتی‌متر داشت. اسانس اکالیپتوس بیش‌ترین اثر بازدارندگی را روی *اروینیا امیلوورا* با قطر هاله ۴/۳ (سانتی‌متر) داشت. در تمامی موارد با افزایش غلظت، اثرات ضد باکتریایی نیز افزایش یافت. با توجه به یافته‌های این تحقیق استفاده از این اسانس‌ها می‌تواند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای سایر آنتی‌اکسیدان‌های موجود مدنظر قرار گیرد.

واژگان کلیدی: باکتری‌های بیماری‌زا، آنتی‌باکتریال، اسانس، آنتی‌اکسیدان.

پذیرش برای چاپ: آذر ماه ۹۸

دریافت مقاله: مهر ماه ۹۸

مقدمه

صورت گرفته است (۱). این اسانس‌ها به ویژه در گیاهان دارویی برای فعالیت ضد باکتریایی بر روی طیف گسترده‌ای از میکروارگانیسم‌ها مانند باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت شناخته شده‌اند (۲-۴). در این زمینه، خاصیت ضد باکتریایی اسانس برخی گیاهان بر روی باکتری‌ها از جمله اثر باکتری کشی اسانس آویشن باغی روی عامل آتشک درختان دانه دار اثبات شده است (۵). رازیانه (*Foeniculum vulgare*) گیاهی دارویی با اندام‌های معطر است که قسمت تجاری گیاه رازیانه دانه آن است و برای استخراج اسانس مور استفاده قرار می‌گیرد

علم شناسایی و استفاده از گیاهان دارویی به قدمت عمر انسان است. در ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی و تنوع آب و هوایی در بخش‌های مختلف، بین ۶ تا ۸ هزار گونه گیاهی رویداده می‌شود که معادل ۶۰ درصد گونه‌های گیاهی منتشر در سرتاسر دنیاست. به همین دلیل در سال‌های اخیر تحقیقات فراوانی به منظور ارزیابی آثار ضد میکروبی انواع اسانس

(* آدرس برای مکاتبه: اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز، گروه گیاه‌پزشکی

پست الکترونیک: m.aeini@scu.ac.ir

تلفن: ۰۶۱۳۳۳۶۴۰۵۱



غلظت بازدارندگی اسانس ها با روش میکرودايلوشن تعیین گردید. در این روش از غلظت ۳۰۰۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر تا ۱۴ میکروگرم بر میلی لیتر تیمارها درون پلیت های الیزا استفاده شد. مقدار حداقل غلظت بازدارندگی هر تیمار بعد از ۲۴ ساعت مورد بررسی قرار گرفت (۹).

د) بررسی اثر حداقل کشندگی اسانس ها: جدایه های شناسایی شده باکتری های بیماری زای گیاهی از محل کلکسیون گروه گیاه پزشکی دانشگاه بوعلی سینا همدان تهیه گردید. به منظور بررسی اثر ضد باکتریایی اسانس ها بر روی هفت جدایه باکتری های مهم بیماری زای گیاهی شامل *Ralstonia solanacearum*، *Pectobacterium carotovorum*، *Clavibacter michiganensis*، *Brenneria nigrifluens*، *Pseudomonas syringae*، *Xanthomonas campestris*، *Erwinia amylovora* و باکتری مدل *Escherichia coli* از روش انتشار دیسک (*Disk diffusion*) استفاده شد (۹). دو روز بعد از رشد پرگنه های باکتریایی درون تشتک پتری، اثر ضد باکتریایی اسانس ها با اندازه گیری هاله بازدارنده مورد بررسی قرار گرفت. ه) تجزیه و تحلیل داده ها: تمامی داده های جمع آوری شده در طول آزمایش با استفاده از نرم افزار اکسل و ویرایش و برای تجزیه و تحلیل آماری آماده شدند. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نسخه ۹/۴ نرم افزار آماری SAS صورت گرفت (۱۰).

یافته ها

نتایج حاصل از استخراج و تجزیه و تحلیل کروماتوگرام حاصل از روش از دستگاه کروماتوگرافی گازی-طیف سنج جرمی نشان داد که رازیانه دارای ۳/۵ درصد اسانس بوده و ۱۲ ترکیب موجود در اسانس این گیاه در مجموع ۹۰/۰۶ درصد کل اسانس را تشکیل دادند. اجزای مهم آن شامل پارا سیمن

(۶). از اسانس و عصاره گیاه اکالیپتوس (*Eucalyptus*) نیز به طور وسیع در صنایع مختلف استفاده می شود. با توجه به اهمیت گیاهان حاضر، هدف از انجام این تحقیق، بررسی و شناسایی ترکیبات اصلی موجود در اسانس گیاهان رازیانه و اکالیپتوس به روش دستگاه گاز کروماتوگرافی- طیف سنج جرمی (GC-MS) و اثر ضد میکروبی و حداقل غلظت مهارکننده رشد (MIC) آن ها بر روی تعدادی از باکتری بیماری زای مهم گیاهی در ایران است.

مواد و روش ها

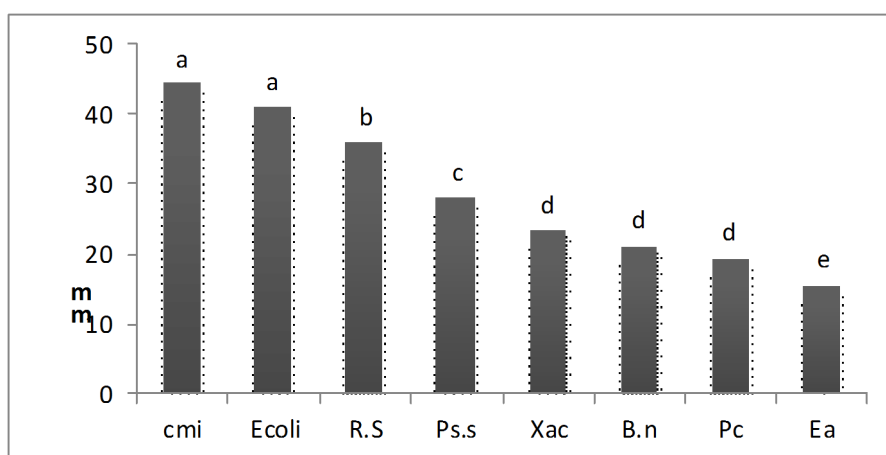
الف) جمع آوری و اسانس گیری از نمونه های گیاهی: پس از جمع آوری گیاهان رازیانه و اکالیپتوس از مناطق مختلف شهر خرم آباد، اندام های هر گیاه به صورت جداگانه در سایه و بین کاغذ خشک کن در دمای اتاق (۲۵ درجه سلسیوس) قرار داده شدند. پس از خشک شدن گیاهان، نمونه ها با استفاده از دستگاه آسیاب پودر و برای اسانس گیری آماده شدند. برای تهیه اسانس، از کلونجر استفاده شد. بدین صورت که مقدار ۶۰ گرم از پودر خشک گیاه را در ۱/۵ لیتر آب مقطر درون بالن دستگاه ریخته و روی بخاری برقی به مدت ۳-۴ ساعت جوشانده و توسط شیر تخلیه عصاره از عرق گیاهی جداسازی شد (۷).
ب) شناسایی اجزای اصلی در اسانس های گیاهی با استفاده از روش GC-MS: برای جداسازی و شناسایی ترکیبات اسانس به دست آمده، از دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل شده به طیف سنج جرمی (MS/GC) استفاده شد. در این روش از دستگاه GC-2010 Plus shimadzu مجهز به ستون کاپیلاری ۱۷۵ (D) × ۲۸۰ (H) × ۲۸۰ (w) استفاده شد. پس از تزریق اسانس به دستگاه، با استفاده از زمان بازداری ترکیبات، اندیس بازداری، طیف جرمی، مقایسه این مؤلفه ها با استاندارد همچنین با اطلاعات موجود در کتابخانه در کامپیوتر دستگاه GC-MS و با مراجعه به منابع موجود ترکیبات تشکیل دهنده اسانس مورد شناسایی کیفی و کمی قرار گرفت (۸).
ج) تعیین حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) اسانس ها: حداقل

مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر بازدارندگی از رشد اسانس‌های رازیانه و اکالیپتوس روی باکتری‌های مورد آزمایش نشان داد مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر بازدارندگی از رشد اسانس‌های رازیانه و اکالیپتوس روی باکتری‌های مورد آزمایش نشان داد که بین توان بازدارندگی اسانس‌ها از رشد باکتری‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p < 0.01$). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها در نمودار شماره ۱، اسانس رازیانه روی تمامی باکتری‌ها اثرات ضد باکتریایی معنی‌داری را در مقایسه با شاهد نشان داد ($p < 0.01$); که در این بین، اسانس رازیانه بیشترین اثر بازدارندگی را به ترتیب روی کلاویباکتر میشیگانسیس (*C. michiganensis*)، هاله بازدارنده ۴/۴ سانتی‌متر و اشریشیا کلی با قطر هاله بازدارنده ۴/۶۰ سانتی‌متر و کمترین اثر را روی اروینیا امیلوورا (*E. amylovora*) داشت. در این بررسی اسانس رازیانه تأثیر بیشتری بر بازدارندگی از رشد باکتری‌ها از خود نشان داد که به دلیل وجود ترکیبات گاما تریپنین و پارا-سایمن است. اسانس اکالیپتوس بیشترین اثر بازدارندگی را روی باکتری اروینیا امیلوورا (*E. amylovora*) با قطر هاله ۴/۳ و کمترین اثر را روی باکتری پکتوباکتریوم کروتووروم (*P. carotovorum*) با قطر هاله ۱/۸ از خود نشان داد (نمودار ۲).

(۳۰/۱۸)، کومینال (۲۴/۷۴) و بتاپینن (۱۱/۸۱) بودند. همچنین، گیاه اکالیپتوس دارای ۴ درصد اسانس بوده که در مجموع ۲۵ ترکیب در آن شناسایی شده، ۱۰۰ درصد کل اسانس را تشکیل دادند. مهم‌ترین ترکیبات آن شامل ۱ و ۸ سینثول (۴۷/۸۷)، آلفا پینن (۱۷/۹۴)، پاراسایمن (۷/۹۱) و لیمونن (۷/۶۸) بودند. میزان MIC برای اسانس رازیانه (۳/۷۹ $\mu\text{g/ml}$) و اکالیپتوس (۸/۵۴ $\mu\text{g/ml}$) محاسبه شد (جدول ۱).

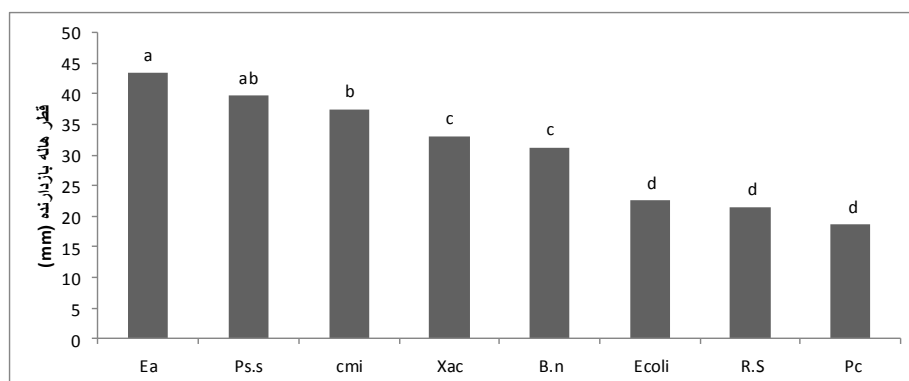
جدول ۱: تعیین و مقایسه میزان حداقل بازدارندگی (MIC) اسانس‌های رازیانه و اکالیپتوس علیه جدایه‌های مهم باکتریایی بیماری‌زای گیاهان.

جدایه‌های باکتری	MIC ($\mu\text{g/ml}$)	
	اسانس رازیانه	اسانس اکالیپتوس
کلاویباکتر میشیگانسیس	۳/۷۹	۱۹/۲۲
اشریشیا کلی	۵/۶۹	۶۴/۸۷
سودوموناس سیرینگی	۱۲/۸۱	۸/۵۴
رالستونیا سولاناساروم	۱۹/۲۲	۲۱۸/۹۴
زانتوموناس کمپستریس	۴۳/۲۴	۴۳/۲۴
پکتوباکتریوم کروتووروم	۳۲۸/۴۲	۴۲۹/۶۳
برنریا نیگریفلونس	۶۴/۸۷	۲۸/۸۳
اروینیا امیلوورا	۲۱۸/۹۴	۸/۵۴



نمودار ۱: مقایسه میانگین میزان بازدارندگی از رشد باکتری‌های مورد آزمایش توسط اسانس رازیانه (ستون‌های دارای حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد نیستند)

Cmi: (*C. michiganensis*), R.S: (*R. solanacearum*), Ps.s: (*P. syringae*), Xac: (*X. campestris*), B.n: (*B. nigrifluens*), PC: (*P. carotovorum*), Ea: (*E. amylovora*).



نمودار ۲: مقایسه میانگین میزان بازرندگی از رشد باکتری‌های مورد آزمایش توسط اسانس اکالیپتوس (ستون‌های دارای حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد نیستند)

Cmi: (*C. michiganensis* subsp. *insidiosus*), R.S: (*R. solanacearum*), Ps.s: (*P. syringae*), Xac: (*X. campestris*), B.n: (*B. nigrifluens*), PC: (*P. carotovorum*), Ea: (*E. amylovora*).

بحث

راستونیا سولاناساروم (*R. solanacearum*) بیشترین تأثیر را داشت (۱۳). نتایج این محقق نشان‌دهنده تأثیر اسانس اکالیپتوس بر روی باکتری‌های بیماری‌زای گیاهان بررسی شده بود که با نتایج تحقیق حاضر مشابه بود. خاصیت ضد میکروبی اسانس گیاهان به ترکیبات شیمیایی آن بستگی دارد (۱۴). تجزیه اسانس‌های گیاهان مختلف به وسیله کروماتوگرافی نشان داده که ترکیبات مختلفی در اسانس گیاهان وجود دارد. این ترکیبات اکثراً شامل مونوترپن‌ها، سسکوئینی‌ترین‌ها و سایر مشتقات اکسیژن‌دار (الکل‌ها، آلدهیدها، استرها، اترها، کتون‌ها، فنول‌ها) است. در گروه مونوترپن‌ها، فنل‌ها و الکل‌ها، در گروه روغن‌ها کارواکرول، یوگنول، دهیدروکارواکرول، ژرانیول و لینالول خاصیت ضد میکروبی از خود نشان داده و مونوترپن‌های غیر اکسیژن‌دار از قبیل کتون‌ها، آلدهیدها، اترها و استرها خاصیت ضد میکروبی ضعیف‌تری دارند. سسکوئینی‌ترین‌ها هیچ‌گونه خاصیت ضد باکتریایی حتی در غلظت ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم ندارند. ترین‌های اکسیژن‌دار بازرندگی بالایی داشته و اثر آن‌ها از ترکیبات دو حلقه‌ای بیشتر است (۱۵). پاراسیمین در میان ترین‌ها اثر آنتی باکتریال قوی‌تری به ویژه روی باکتری‌های گرم منفی دارد (۱۶)؛ که با توجه به اینکه پاراسیمین جزء اصلی اسانس رازیانه بررسی شده در این تحقیق است تأیید کننده این موضوع است.

در این مطالعه، فعالیت ضد باکتریایی اسانس اکالیپتوس و رزماری علیه باکتری رایج بیماری‌زای گیاهی بررسی شد. نیکولتا (Nicoletta) و همکاران در سال ۲۰۱۸ اثر ۳۰ اسانس گیاهی از جمله رازیانه و اکالیپتوس را روی باکتری سودوموناس سیرینگگی (*P. syringae*) بررسی کردند که نتایج حاکی از کاهش ۴۰ درصدی رشد باکتری عامل بیماری بود (۱۱). اثر ضد باکتریایی اسانس اکالیپتوس به همراه چند اسانس دیگر توسط لوکاس (Lucas) و همکاران علیه باکتری زانتوموناس وزیکاتوریا (*Xanthomonas vesicatoria*) عامل لکه باکتریایی گوجه‌فرنگی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه بررسی شد که نتایج نشان‌دهنده اثر کاهش‌دهنده معنی‌دار این اسانس روی باکتری مورد آزمایش بود؛ در بررسی حاضر نیز اسانس اکالیپتوس اثر کاهش‌دهنده قابل توجهی روی باکتری زانتوموناس (*Xanthomonas*) نشان داد. اثر ضد باکتریایی اسانس اکالیپتوس به دلیل وجود ترکیبات ۱/۸ سینونل، آلفا پینن و بتا پینن است (۱۲). حسینی نژاد (Hosseini Nezhad) و همکاران اثر اسانس گیاهان گشنیز، آویشن، زیره سبز، رزماری و اکالیپتوس را علیه باکتری‌های پکتوباکتریوم کرتووروم (*P. carotovorum*)، راستونیا سولاناساروم (*R. solanacearum*) و اشریشیا کلای (*E. coli*) بررسی کردند. در این پژوهش اسانس آویشن روی باکتری

نتیجه گیری

یک مدیریت تلفیقی برای کنترل باکتری های بیماری زا در گیاهان می توان اقدام نمود.

نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش غلظت اسانس گیاهان رازیانه و اکالیپتوس اثرات ضد باکتریایی نیز افزایش می یابد. همچنین نتایج نشان داد که ترکیبات مؤثر در اسانس این دو گونه گیاهی دارای اثرات ضد باکتریایی هستند که می توان از آن ها به منظور کنترل باکتری های بیماری زای گیاهان استفاده نمود و استفاده از این اسانس ها می تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای سایر آنتی اکسیدان های موجود مدنظر قرار گیرند. استفاده از ترکیبات گیاهی در قالب مبارزه با بیماری های گیاهی به شدت روبه فزونی یافته و بشر استفاده از ترکیبات گیاهی را در بسیاری از مواقع به ترکیبات شیمیایی ترجیح می دهد. همچنین استفاده از ترکیبات مختلف گیاهی علیه بیماری های گیاهی که به نوعی با سلامتی انسان در ارتباط است امری ضروری به نظر می رسد؛ بنابراین با استفاده از این ترکیبات در کنار سایر روش های بیوکنترلی و استفاده از ارقام مقاوم در قالب

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان تمامی نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده ها و داده سازی را در این مقاله رعایت کرده اند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از گروه گیاه پزشکی دانشگاه بوعلی سینا همدان به دلیل در اختیار گذاشتن سویه های باکتری های بیماری زای گیاهی کمال امتنان را دارند.

تعارض در منافع

وجود ندارد.

References

1. Zaman S. Medicinal plants - Cultivation and harvesting methods. Phoenix Publishing; 2014.
2. Kim J, Marshall MR, Wei CI. Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens. J Agric Food Chem. 1995; 43: 2839-2845.
3. Kamatou GPP, Viljoen AM. A review of the application and pharmacological properties of α -Bisabolol and α -Bisabolol-rich oils. J Am Oil Chem Soc. 2010; 87: 1-7.
4. Helander IM, Alakomi HL, Latva-Kala K, Mattila-Sandholm T, Pol I, Smid EJ, Gorris LGM, and Von Wright A. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. J Agric Food Chem. 1998; 46:3590-3595.
5. Hasanzadeh N. Technological implication of natural products in plant diseases management with special emphasis on fireblight. Int J Agric Sci. 2005; 1: 53-68.
6. Soylu S, Soylu EM, Evrendilek GA. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of bitter fennel (*Foeniculum vulgare*) and dill (*Anethum graveolens*) against the growth of food-borne and seed-born pathogenic bacteria. Ital J Food Sci. 2009; 21(3): 347-355.
7. Khanzadeh H, Hasanzadeh N. Dispersion, detection and management of bacterial canker of tomato in West Azerbaijan province. MS Thesis. 2012. Islamic Azad University of Tehran.

8. Adams RP. Identification of essential oil components by Gas chromatography/mass spectroscopy. Illinois: Allured Publ crop. 1995. pp.69-351.
9. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. Int J Food Microbiol. 2004; 94 (3): 223-253.
10. Yuan Y. Multiple imputation using SAS software. J Stat Softw. 2011; 45(6): 1-25
11. Nicoletta P, Laura O, Vanessa M, Valentina L, Angela B, Massimo P. Stefania L. Essential Oils with Inhibitory Capacities on *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, the Causal Agent of Kiwifruit Bacterial Canker. Asian J Plant Pathol. 2018; 12(1): 16-26.
12. Lucas GC, Alves E, Pereira RB, Perina JF. de Souza MR. Antibacterial activity of essential oils on *Xanthomonas vesicatoria* and control of bacterial spot in tomato. Pesq agropec Bras. 2012; 47: 351-359.
13. Hosseini Nezhad M, Alamshahi L, Panjehkeh L. Biocontrol efficiency of medicinal plants against *Pectobacterium carotovorum*, *Ralstonia solanacearum* and *Escherichia coli*. Open Conf Proc J. 2012; 3: 41-46.
14. Hevesi M, Boja N, Banatfy R, Babulka P, Toth M. In vitro inhibition of growth of *Erwinia amylovora* by plant oils. Biocontrol of bacterial plant diseases 1st Symposium, Seeheim, Darmstadt, Germany. 2005; pp: 262 - 264.
15. Vivek K, Bajpai, Kwang-Hyun Baek, Sun Chul Kang. Control of Salmonella in foods by using essential oils: A review. Food res Int. 2012; 45: 722-734.
16. Bagamboula CF, Uyttendaele M, Debevere J. Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cimene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. Food Microbiol. 2004; 21: 33-42.



Characterization and antibacterial activity of the chemical essential oil of *Foeniculum vulgare* and *Eucalyptus* to control some important plant pathogenic bacteria

Mitra Omidi Nasab¹, Milad Aeini²

¹ Ph.D student in Plant Pathology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

² Assistant Professor of Plant Pathology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Abstract

One of the most significant current discussions is approaching the antibacterial activity of essential oil to control plant pathogenic agents. Current study aimed to characterize chemical composition and antibacterial activity of *Foeniculum vulgare* and *Eucalyptus* to control some plant pathogenic bacteria *in-vitro*. In the present study, essential oil components of *Foeniculum vulgare* and *Eucalyptus* were subjected to Gas chromatography–mass spectrometry analysis, their minimum inhibitory concentration and antibacterial inhibitory on some plant pathogenic bacteria were determined. GC-MS analysis showed that the main component of the essential oil of *F. vulgare* were p-cymene, (30.18%), Cuminal (24.74%), 2-beta pinene (11.81%), while *Eucalyptus* were 1,8 cineol (47.87%), 1-alpha pinene (17.94%), p-cymene (7.91%) and Limonene (7.68%). Also, minimum inhibitory concentration was 3.79 µg/ml and 8.54 µg/ml for *F. vulgare* and *Eucalyptus*, respectively. Results of the antimicrobial investigation demonstrated that *F. vulgare* had the highest inhibition diameter of 4.4 centimeters in *Clavibacter michiganensis*. In *Eucalyptus* essential oil, highest inhibition zone (4.3 centimeters) were attributed to *Erwinia amylovora*. Results showed that by increasing the concentration, antibacterial activity increases. Our findings provide a rational basis of a novel emerging alternative to antimicrobial treatments in plant disease management programs.

Keywords: Pathogenic bacteria, Antibacterial, Essential oil, Antioxidant.

Correspondence to: Milad Aeini

Tel: +98 06133364051

E-mail: m.aeini@scu.ac.ir

Journal of Microbial World 2020, 12(4): 393-399.



Copyright © 2019, This article is published in Journal of Microbial World as an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License. Non-commercial, unrestricted use, distribution, and reproduction of this article is permitted in any medium, provided the original work is properly cited.