مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

اسانس کندر (*Boswellia sacra*) : قدرت آنتی‌اکسیدانی و اثر ضدقارچی آن بر تعدادی از سویه‌های عامل فساد میوه توت‌فرنگی

مصطفی رحمتی جنیدآباد[1*]، بهروز علیزاده بهبهانی[2]

۱- استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۹۹ /۱۰/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۰۷

کلمات کلیدی:

کندر،

اسانس،

توت‌فرنگی،

فساد قارچی،

ضدقارچ،

آنتی‌اکسیدان.

DOI: 10.52547/fsct.18.05.03

* مسئول مکاتبات:

Rahmati@asnrukh.ac.ir

چکیده

در این پژوهش، فعالیت ضدقارچی اسانس کندر بر قارچ‌های عامل فساد میوه توت‌فرنگی (*بوتریتیس سینه‌را، آسپرژیلوس نایجر و رایزوپوس استولونیفر*) با استفاده از آزمون‌های ضدمیکروبی انتشار چاهک در آگار، دیسک دیفیوژن آگار، ماکرودایلوشن براث و حداقل غلظت کشندگی بررسی گردید. راندمان استخراج، محتوای فنول و فلاوونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس (ویژگی مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH و ABTS) نیز تعیین گردید. راندمان استخراج اسانس کندر برابر با ۱/۳۰ درصد وزنی/وزنی بود و میزان فنول و فلاوونوئید کل اسانس نیز به ترتیب ٦۹/۳۷ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک و ۳۸/٤۰ میلی‌گرم کوئرستین در گرم وزن خشک بدست آمد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس کندر با روش‌های مهار رادیکال‌های آزاد DPPHو ABTS به ترتیب ۵۷/۵۰ و ٤۸/٦٦ درصد بود. مطابق نتایج آزمون‌های انتشار چاهک در آگار و دیسک دیفیوژن آگار، قارچ‌های *بوتریتیس سینه‌را* و *رایزوپوس استولونیفر* به ترتیب حساس‌ترین (بیشترین قطر هاله عدم رشد) و مقاوم‌ترین (کمترین قطر هاله عدم رشد) نسبت به اسانس کندر بودند. محدوده غلظت بازدارندگی از رشد و حداقل غلظت کشندگی اسانس کندر به ترتیب ۲۵-۵۰ و ۲۰۰-٤۰۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر مشاهده شد. مطابق نتایج، اسانس کندر دارای ترکیبات زیست فعال با ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی مناسبی بوده و قابلیت استفاده بعنوان افزودنی طبیعی جهت افزایش عمر نگهداری انواع مختلف محصولات غذایی را دارا می‌باشد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-02-22]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.25]

۱- مقدمه

بیش از ۵ درصد از اکسیژن استنشاق شده از طریق احیای آن به گونه‌های اکسیژن فعال[1] (ROS) مانند H_2O_2،O_2^- و OH تبدیل می‌شود. آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند با مهار گونه‌های فعال اکسیژن از اثرات آن‌ها جلوگیری کنند. آنتی‌اکسیدان‌ها موادی بوده که در غلظت‌های کم قادر به جلوگیری از اکسیداسیون محتوای سلولی از جمله پروتئین‌ها، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها و DNA می‌باشند. ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بسیاری وجود دارند که از نظر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، ساختاری، عملکرد و جایگاه فعالیت با یکدیگر تفاوت دارند[۱]. افزودن آنتی‌اکسیدان‌ها به مواد غذایی منجر به کاهش اکسیداسیون و حتی جلوگیری از فساد آن‌ها در طول دوره نگهداری می‌شود. امروزه استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی به دلیل اثرات مختلف مانند ایجاد سرطان کاهش یافته است. بنابراین، تمایل به استفاده از ترکیبات طبیعی مؤثر و ایمن که قادر به کنترل رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از بیماری‌های سرطانی بوده، افزایش یافته است. ترکیبات ضدمیکروبی موجود در گیاهان از این‌رو مورد توجه قرار گرفته‌اند که مقاومت آنتی‌بیوتیکی به ویژه در زمینه بیماری‌های ناشی از عفونت‌ها و مسمومیت‌های غذایی به یک نگرانی جهانی تبدیل شده است [۲]. استفاده از اسانس‌های گیاهی در محصولات غذایی و نوشیدنی‌ها علاوه‌بر ایجاد عطر و طعم مطلوب در این محصولات، از تجزیه لیپیدها، اکسیداسیون و آلودگی توسط میکروارگانیسم‌ها جلوگیری می‌کند[۳]. در مطالعات مختلف اثرات ضدقارچی و آنتی‌اکسیدانی اسانس‌های گیاهان مختلف گزارش شده است[٤-٦]. بعنوان مثال، در پژوهشیترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس مریم گلی شناسایی ومیزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی این اسانس با روش‌های مهار رادیکال DDPH[2]و قدرت احیاء کنندگی آهن فریک[3] به ترتیب۲٤/٤٥-۲۲/۱۲میلی‌گرم در میلی‌لیتر و ۲٦/۸٤-۲۸/٤٦ میکرومولار(معادل کوئرستین برای هر گرم وزن خشک گیاه) گزارش گردید. همچنین بیان شده است که اسانس گیاه مریم گلی دارای فعالیت ضدمیکروبی مناسبی در برابر *استافیلوکوکوس اورئوس*[4] و *کاندیدا آلبیکانس*[5] می‌باشد [۷]. علاوه بر این در بررسی اثر ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی اسانس آویشن، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس را برای روش مهار رادیکال آزاد DPPH بین ۷۸/۷۳-۸/۱٤ درصد و برای مهار رادیکال آزاد ABTS[6] بین ٦۷/۷۵-٦ درصد و میزان فعالیت ضدمیکروبی اسانس با استفاده از روش حداقل غلظت مهارکنندگی ٤٥-۲۷/۵ میلی‌متر برای باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی گزارش شده است [۸].

بورسراسه[7]یکی از محبوب‌ترین گیاهان معطر است که برای بخور، عطر و به عنوان نگهدارنده استفاده می‌شود. کندر[8] متعلق به خانواده بورسراسه بوده که با رزین روغنی که از برش در تنه درخت تراوش می‌یابد، شناخته شده است. از زمان‌های گذشته در درمان یا بهبود بیماری‌های التهابی مانند روماتیسم مفصلی استفاده می‌شد.گونه‌های مختلف کندر شامل *Boswellia sacra*، *Boswellia carteri* و *Boswellia serrata* کاربردهای قابل توجهی را در تحقیقات به خود اختصاص داده‌اند [۹].ترکیبات مختلفی از اسانس کندر شامل پینن، دی پنتن، فلاندرن، کادنین، اسید بوزولیک و غیره شناسایی شده است که وابسته به منشأ گیاه و شرایط آب و هوایی می‌باشد [۱۰]. رزین‌های صمغ *B. sacra* در درمان اختلالات کبد و معده، بیماری‌های پوستی، اثرات تسکین‌دهندگی، سرکوب تومور، اثرات ضد انعقادی، ضد قند و آنتی‌اکسیدانی کاربرد دارد و روغن‌های فراری متشکل از مونوترپن‌ها، سسکوترپن‌ها[9]، دی‌ترپن‌های مانند اینسلسول[10]، اینسلسول استات[11] و سراتول[12] از مهمترین اجزا تشکیل‌دهنده آن گزارش شده است[۱۱].

میوه توت‌فرنگی(*Fragaria ananassa*) به دلیل حساسیت بالا به آلودگی قارچی‌هایی مانند *رایزوپوس*[13]، *پنی‌سیلیوم*[14]، *بوتریتیس*[15] و *آسپرژیلوس*[1]پس از برداشت و در طول دوره

1. Reactive oxygen species
2. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
3. Ferric reducing antioxidant power

4. *Staphylococcus aureus*
5. *Candida albicans*
6. 2,2′-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)
7. Burseracea
8. Boswelli
9. Sesquiterpene
10. Incensole
11. Incensole acetate
12. Serratol
13. *Rhizopus*
14. *Penicillium*
15. *Botrytis*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-02-22]
[DOI: 10.52547/fsct.18.114.25]

نگهداری به شدت دچار فساد و پوسیدگی می‌شود [۱۲]. اقدامات کنترل کننده این بیماری‌ها شامل اسپری قارچ‌کش‌های شیمیایی در مرحله پیش از برداشت می‌باشد که با حساسیت بالای میوه‌ها و مهمتر از آن مقاومت آن‌ها همراه است. به این ترتیب، اسانس‌های گیاهی به دلیل فعالیت ضدمیکروبی و خطر کم برای ایجاد مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا،به واسطه ترکیبات پیچیده و مکانیسم عمل متفاوت خود، ترکیبات مناسبی برای افزایش ماندگاری میوه‌ها به شمار می‌آیند [۱۳].

در این پژوهش میزان فنول و فلاوونوئید کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدقارچی اسانس گیاه کندر روی قارچ‌های آلوده کننده میوه توت‌فرنگی از جمله *بوتریتیس سینه‌را*[2]، *آسپرژیلوس نایجر*[3] و *رایزوپوس استولونیفر*[4] بررسی گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

رادیکال‌های آزاد ABTS و DPPH از شرکت سیگما (آمریکا)، محیط‌های کشت میکروبی سابروز دکستروز براث و سابروز دکستروز آگار از شرکت مرک (آلمان) خریداری شدند و سایر مواد شیمیایی مورد استفاده از درجه آزمایشگاهی برخوردار بودند.

۲-۲- سویه‌های قارچی

قارچ‌های *رایزوپوس استولونیفر* (ATCC 14037)، *بوتریتیس سینه‌را* (ATCC 28387) و *آسپرژیلوس نایجر* (PTCC 5010) از آزمایشگاه میکروبیولوژی صنعتی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شدند.

۲-۳- استخراج اسانس کندر

پس از استخراج اسانسبه روش تقطیر با آب و دستگاه کلونجر به مدت زمان ۳ ساعت، جهت انجام آزمایش‌های بعدی اسانس کندر به دست آمده در ظروف شیشه‌ای در دمای ٤ درجه سلسیوس نگهداری شد [۱٤ و ۱۵]. میزان راندمان استخراج اسانس کندر برابر ۱٫۳۰ درصد وزنی/ وزنی بود.

۲-٤- اندازه‌گیری محتوای فنول کل

جهت انجام این آزمون، ۰٫۵میلی‌لیتر اسانس و ۲ میلی‌لیتر سدیم کربنات (۷۵ گرم در لیتر) به ۲٫۵ میلی‌لیتر محلول فولین- سیوکالتو ۱۰ درصد (حجمی/حجمی) اضافه گردید. پس از گذشت۳۰ دقیقه در دمای اتاق جذب محلول در طول موج ۷٦۵ نانومتر ثبت گردید. مقدار فنول کل بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید در گرم اسانس گزارش شد[۱٦].

۲-۵- اندازه‌گیری محتوای فلاوونوئید کل

از روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم جهت اندازه‌گیری فلاوونوئید کل استفاده شد. به این ترتیب که، ۵۰۰ میکرولیتر اسانس با ۵۰۰ میکرولیتر محلول متانولی کلرید آلومینیوم (۲ درصد) مخلوط گردید. پس از نگهداری محلول به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق، جذب آن در طول‌موج ٤۳۰ نانومتر اندازه‌گیری و مقدار فلاوونوئید بر اساس میلی‌گرم کوئرستین در گرم اسانس گزارش شد[۱۷].

۲-٦- فعالیت آنتی‌اکسیدانی

۲-٦-۱- مهار رادیکال آزاد DPPH

ابتدا رادیکال DPPH جهت تهیه غلظت ۲۰۰ میکرومول در متانول حل گردید. سپس۱۰ میکرولیتر از اسانس و متانول به عنوان کنترل به ۱۷۵ میکرولیتر از محلول متانول DPPHاضافه شد. پس از ۲۰ دقیقه میزان کاهش جذب در طول‌موج ۵۱۵ نانومتر ثبت و فعالیت مهار رادیکال آزاد اسانس با استفاده از فرمول زیر اندازه‌گیری گردید:

فعالیت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH(٪) = $[(A_0-A_1)/A_0]\times 100$

در اینجا A_0 جذب کنترل و A_1 جذب نمونه می‌باشد[۱۸].

۲-٦-۲- فعالیت مهار رادیکال آزاد ABTS

کاتیون رادیکال ABTS($ABTS^+$) با واکنش ۷ میلی‌مولار محلول استوک ABTSبا ۲٫٤۵ میلی‌مولار پتاسیم پرسولفات و قرار دادن آن در دمای اتاق در تاریکی به مدت ۱۲ ساعت قبل از مصرف تهیه گردید. سپس محلول $ABTS^+$ با متانول رقیق‌سازی و جذب آن در ۷۳٤ نانومتر ثبت گردید. پس از این مرحله، ۲٫۸۵

1. *Aspergillus*
2. *Botrytis cinerea*
3. *Aspergillus niger*
4. *Rhizopus stolonifer*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-02-22]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.25]

میلی‌لیتر از محلول $ABTS^+$ به ۰/۱۵ میلی‌لیتر اسانس یا کنترل (متانول) اضافه و پس از ۱۰ دقیقه جذب در ۷۳٤ نانومتر اندازه‌گیری شد. فعالیت مهارکنندگی اسانس بر اساس رادیکال آزاد ABTSطبق فرمول زیر محاسبه گردید:

فعالیت مهارکنندگی رادیکال ABTS(٪) = $[(A_0-A_1)/A_0]\times 100$

در اینجا A_0 جذب کنترل، A_1 جذب نمونه می‌باشد [۱۹].

۲-۷- اندازه‌گیری فعالیت ضدمیکروبی

۲-۷-۱- انتشار چاهک در آگار (WDA)[1]

پس از ایجاد چاهک‌ها در پتری‌دیش‌های حاوی محیط کشت سابروز آگار و کشت‌قارچ‌های مورد مطالعه در سطح آن‌ها، ۲۰ میکرولیتر از اسانس استریل به چاهک‌ها اضافه گردید. پس از ۷۲ ساعت گرمخانه‌گذاری در دمای ۲۷ درجه سلسیوس، قطر هاله عدم رشد در اطراف چاهک به عنوان فعالیت ضدمیکروبی گزارش گردید [۲۰].

۲-۷-۲- دیسک دیفیوژن آگار (DDA)[2]

در این آزمون از روش علیزاده بهبهانی و همکاران (۲۰۱۹) با کمی تغییر استفاده شد. به این ترتیب که دیسک‌های بلانک استریل آغشته شده به ۲۰ میکرولیتر از اسانس استریل بر روی پتری‌های حاوی محیط کشت و قارچ‌های مورد مطالعه قرار داده شد. سپس پتری‌دیش‌ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۲۷ درجه سلسیوس گرمخانه‌گذاری و پس از آن هاله عدم رشد اندازه گردید[۲۱].

۲-۷-۳-ماکرودایلوشن براث(حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC)[3])

حداقل غلظت مهارکنندگی اسانس با استفاده از روش رقیق‌سازی در محیط کشت براث تعیین گردید. در لوله‌های ۱۰ میلی‌لیتری آزمایشگاهی ابتدا غلظتی معادل٤۰۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر از اسانس استریل شده با فیلترهای ۰/٤۵ میکرونی تهیه و سپس غلظت‌های متوالی ۲۰۰، ۱۰۰، ۵۰، ۲۵ و ۱۲/۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر از آن تهیه گردید. سپس هر یک از غلظت‌های اسانس به لوله آزمایشگاهی ریخته شد و۲۰ میکرولیتر از سوسپانسیون میکروبیاضافه و پس از پایان زمان گرمخانه‌گذاری (در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت) رشد سویه‌های قارچی توسط کدورت ایجاد شده مشاهده و لوله بدون کدورت به عنوان MICگزارش شد[۱۵].

۲-۷-٤- حداقل غلظت کشندگی (MFC)[4]

جهت اندازه‌گیری حداقل غلظت کشندگی،لوله‌ای که در آزمون حداقل غلظت مهارکنندگی کدورتی در آن مشاهده نشد در پتری‌های حاوی محیط کشت سابروز آگار کشت و سپس به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس گرمخانه‌گذاری شد. غلظتی که در آن هیچگونه کلنی قارچی مشاهده نشد، به عنوان حداقل غلظت کشندگی گزارش گردید [۲۲].

۳- طرح آماری

نتایج به دست آمده در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون واریانس یک‌طرفهANOVAآنالیز شدند. آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($p<0.05$) به منظور تعیین اختلاف بین میانگین نتایج مورد استفاده قرار گرفت. تمامی آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شدند.

٤- نتایج و بحث

٤-۱- راندمان استخراج و میزان فنول و فلاوونوئید کل اسانس کندر

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، میزان راندمان استخراج اسانس کندر ۱/۳۰ درصد وزنی/ وزنی، میزان فنول کل ٦۹/۳۷±۰/٦۸ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم اسانس و میزان فلاوونوئید کل ۳۸/٤۰±۰/۵۷میلی‌گرم کوئرستین در گرم اسانس به دست آمد. گزارش شده است که میزان راندمان استخراج اسانس نوعی کندر در منطقه‌ای از آفریقا بین ۱٦/۰۲-۲/۰۱ درصد می‌باشد و بخش عمده‌ای از آن را ترکیبات فنولی تشکیل می‌دهند [۲۳]. آیوب[5]و همکاران (۲۰۱۸) با تأکید بر این مسئله که نوع روش اسانس‌گیری بر میزان بازده و ترکیبات آن اثر می‌گذارد،

1. Well diffusion agar
2. Disk diffusion agar
3. Minimum inhibitory concentration
4. Minimum fungicidal concentration
5. Ayub

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-02-22]
[DOI: 10.52547/fsct.18.114.25]

میزان راندمان استخراج اسانس *Boswellia serrata* به روش تقطیر با آب را ۰/۱۵±۸/۱۸ و میزان فنول کل و فلاوونوئید کل را به ترتیب ۱۲/۵۷±۵۸۱/۸۸ میلی‌گرم گالیک اسید در لیتر اسانس و ۸/۲۰±۳۲۸/۲۲ میلی‌گرم کاتچین در لیتر اسانس گزارش کردند[۲٤]. تفاوت در میزان بازده استخراج و ترکیبات شیمیایی اسانس کندر به شدت به شرایط استخراج، فصل، ژنوتیپ، عمق شکاف ایجاد شده در درخت، تغذیه گیاه، محل گیاه، بخشی از گیاه که اسانس از آن استخراج می‌شود، استرس‌های محیطی و شرایط نگهداری وابسته می‌باشد [۲٤].

Table 1 Total phenol and flavonoid contents and antioxidant activity of *Boswellia sacra* essential oil

Total phenol content (mg GAE/g)	Total flavonoid content (mg QE/g)	Antioxidant activity (%)	
		DPPH-radical scavenging	ABTS-radical scavenging effect
69.37 ± 0.68	38.40 ± 0.57	57.50 ± 0.88	48.66 ± 0.25

٤-۲- فعالیت آنتی‌اکسیدانی

ارتباط بین محتوای فنول و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در مواد غذایی مختلف از جمله میوه‌ها و سبزی‌ها، نشان می‌دهد که فعالیت رادیکال‌های آزاد در این محصولات توسط غلظت‌های بالای ترکیبات فنولی کاهش می‌یابد. ترکیبات فنولی با اهدا هیدروژن گروه‌های هیدروژنی فنول خود قادر به مهار رادیکال‌های آزاد می‌باشند[۱۷]. اگرچه با توجه به جنبه‌های پیچیده واکنش‌های شیمیایی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی به راحتی قابل اندازه‌گیری نیست، اما استفاده از حداقل دو روش جهت تعیین این ویژگی قابل‌قبول می‌باشد [۲]. بنابراین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس کندر که توسط‌آزمون‌های مهار رادیکال آزاد DPPH(۰/۸۸±۵۷/۵۰ درصد) و ABTS(۰/۲۵±٤۸/٦٦ درصد) اندازه‌گیری شد نشان از فعالیت مهارکنندگی بالای این اسانس می‌باشد که می‌تواند به مقادیر قابل‌توجه فنول موجود در آن نسبت داده شود (جدول ۱). فاکتورهای ژنتیکی، میزان تابش نور خورشید، درجه رسیدگی هنگام برداشت، عملیات پس از برداشت، شرایط اقلیمی و نگهداری، نوع و گونه از جمله عوامل مؤثر در میزان ترکیبات فنولی گیاه می‌باشد [۲۵]. موتانا[1] و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی ۳ گونه کندر بومی یمن میزان مهار رادیکال آزاد DPPH را برای *Boswelliadioscorides*، *Boswellia elongata* و *Boswellia socotrana* به ترتیب ۲۲ درصد، ۲۱ درصد و ۲۸ درصد گزارش کردند [۲٦]. همچنین، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندازه‌گیری شده به روش مهار رادیکال آزاد DPPH نوعی از گونه کندر (*Boswellia papyrifera*) ۰/۱۷±۵/۹۰ گزارش شده است. علاوه بر این، در پژوهش‌های مختلف اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های آبی و الکلی گونه‌های مختلف کندر گزارش شده است [۲۷ و ۲۸].

٤-۳- فعالیت ضدقارچی

نتایج حاصل از فعالیت ضدقارچیاسانس کندر با استفاده از ٤ روش انتشار چاهک در آگار (WDA) ودیسک دیفیوژن آگار (DDA) در شکل ۱ و حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MFC) در جدول ۲ نشان داده شده است.

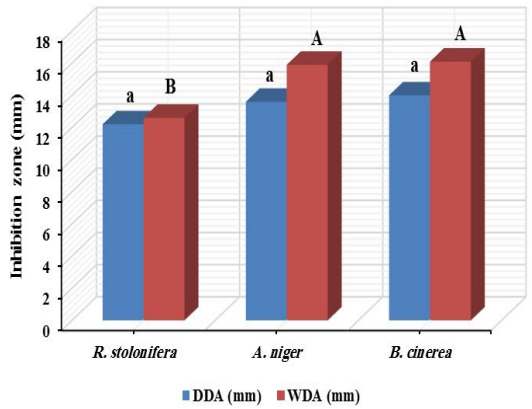

Fig 1 Antifungal activity of *B. sacra* essential oilbased on disk diffusion agar (DDA) and well diffusion agar (WDA) methods.

همانطور که مشاهده می‌شود، با وجود اختلاف در میزان فعالیت ضدقارچی در روش‌های مختلف، اما اسانس کندر بر تمام قارچ‌های مورد مطالعه اثر ضدقارچی مناسبی داشته و قادر به کنترل و مهار رشد آن‌ها می‌باشد. مطابق نتایج آزمون‌های

1. Mothana

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-02-22]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.25]

ضدمیکروبی DDA و WDA، قارچ *بوتریتیس سینه‌را* حساس‌ترین (بالاترین قطر هاله عدم رشد) و قارچ *رایزوپوس استولونیفر* مقاوم‌ترین (کمترین قطر هاله عدم رشد) گونه‌های قارچی نسبت به اسانس کندر بودند.

لازم به ذکر است که قطر هاله عدم رشد بالاتر در روش انتشار چاهک در آگار در مقایسه با روش دیسک دیفیوژن آگار ناشی از تماس مستقیم اسانس با در این روش بوده ولی در دیسک دیفیوژن آگار اثر ضدمیکروبی بر پایه انتشار اسانس از سطح دیسک‌ها و رسیدن به محیط کشت می‌باشد، درنتیجه قطر هاله کوچک‌تر می‌شود [۲۹].

Table 2 *In vitro* antifungal effect of *B. sacra* essential oilbased on minimum inhibitory concentration and minimum fungicidal concentration methods

Microorganism	MIC (mg/mL)	MFC (mg/mL)
Rhizopus stolonifera	50	400
Aspergillus niger	50	200
Botrytis cinerea	25	200

در مطالعات مختلف اثر ضدقارچی و ضدمیکروبی گونه‌های مختلف گیاه کندر بررسی شده است. به عنوان مثال، محمدی و همکاران (۲۰۰۶) فعالیت ضدقارچی کندر گونهserrataرا بررسی و گزارش کردند این اسانس اثر مهارکنندگی قابل توجهی بر روی قارچ *کاندیدا آلبیکانس* دارد[۳۰]. همچنین پیرنیا و همکاران (۲۰۲۰) در تولید فیلم خوراکی ۲ لایه ژلاتین- صمغ کندر، اثرات ضدمیکروبی فیلم‌های تولیدی بر باکتری‌های گرم منفی (*اشرشیاکلی*[1] و *سودوموناس ائروژینوزا*[2]) و باکتری‌های گرم مثبت (*استافیلوکوکوس اورئوس*[3] و *باسیلوس سرئوس*[4]) را به فعالیت ضدمیکروبی صمغ کندر نسبت دادند [۳۱]. علاوه بر این، در بررسی ترکیبات تشکیل‌دهنده، خاصیت آنتی‌اکسیدانی و اثر ضدقارچی اسانس کندر حداقل میزان بازدارندگی این اسانس بر قارچ *آسپرژیلوس فلاووس*[5]را ۱٫۷۵ میکرولیتر در میلی‌لیتر گزارش و بیان گردید که این اسانس از خاصیت ضدقارچی بالاتری نسبت به برخی از اسانس‌های دیگر از جملهZanthoxylum alatum،Ocimumgratissimumو Piper betleبرخوردار می‌باشد [۳۲].فعالیت ضدقارچی اسانس‌های گیاهی به ترکیبات فعال موجود در آن‌ها مانند فنول‌ها، کتون‌ها و آلدئیدها نسبت داده شده است. اثر این ترکیبات می‌تواند به دلیل وجود هسته آروماتیک و گروه OHفنولی در ساختار آن‌ها باشد که قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی با گروهای SH- در جایگاه فعال آنزیم‌ها بوده و در نتیجه تشکیل این پیوند سبب غیرفعال شدن آنزیم‌های قارچی می‌شوند. همچنین گزارش شده است که اثر مهارکنندگی اسانس‌های گیاهی بر بسیاری از قارچ‌ها مربوط به ترکیبات با وزن مولکولی پایین و ویژگی چربی‌دوستی بالای آن‌ها بوده زیرا این ترکیبات به راحتیبه میسیلیوم آبگریز جذب شده و به دنبال آن مانع از رشد سلول قارچی می‌شوند. همچنین ترکیبات اسانس سبب افزایش نفوذپذیری غشا و درنتیجه تخریب غشای خارجی قارچ می‌شود[۲۹، ۳۳، ۳٤].

۵- نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که اسانس کندر دارای ترکیبات زیست فعال با قابلیت فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدقارچی می‌باشد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالای اسانس کندر بیانگر حضور ترکیبات اهداءکننده الکترون و هیدروژن در این مجموعه زیست فعال می‌باشد که قابلیت مهار رادیکال‌های آزاد در شرایط برون‌تنی و درون‌تنی را دارا هستند. همچنین، اسانس کندر فعالیت ضدقارچی مناسبی برقارچ‌های مولد فساد میوه توت‌فرنگینشان داد و بنابراین قابلیت استفاده بعنوان جایگزین قارچ‌کش‌های شیمیایی را دارا می‌باشد.با توجه به زیست تجزیه‌پذیری و سمیت پایین اسانس‌های گیاهی، استفاده از اسانس کندر جهت افزایش عمر نگهداری محصولات غذایی توصیه می‌گردد. با اینحال، ضروری

1. *Escherichia coli*
2. *Psudomonasaeroginosa*
3. *Staphylococus aureus*
4. *Bacillus cereus*
5. *Aspergillus flavus*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-02-22]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.25]

است که مطالعات تکمیلی گسترده‌ایقبل از معرفی آن بعنوان عامل نگهدارنده طبیعی به بازار صورت گیرد.

٦- تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل حمایت‌های مادی و معنوی صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

۷- منابع

[1] Gupta, V. K. and Sharma, S. K., 2006. Plants as natural antioxidants.*Natural Product Radiance*, *5*(4), pp. 326-334.

[2] Ye, C. L., Dai, D. H. and Hu, W. L., 2013. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil from onion (Allium cepa L.). *Food control*, *30*(1), pp.48-53.

[3] Sacchetti, G., Maietti, S., Muzzoli, M., Scaglianti, M., Manfredini, S., Radice, M. and Bruni, R., 2005. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food chemistry*, *91*(4), pp.621-632.

[4] Alizadeh Behbahani, B. and Shahidi, F., 2019. Melissa officinalis essential oil: Chemical compositions, antioxidant potential, total phenolic content and antimicrobial activity. *Nutrition and Food Sciences Research*, *6*(1), pp.17-25.

[5] Mancini, E., Senatore, F., Del Monte, D., De Martino, L., Grulova, D., Scognamiglio, et al., 2015. Studies on chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of five Thymus vulgaris L. essential oils. *Molecules*, 20(7), pp.12016-12028.

[6] Torres-Alvarez, C., Núñez González, A., Rodríguez, J., Castillo, S., Leos-Rivas, C. andBáez-González, J. G., 2017. Chemical composition, antimicrobial, and antioxidant activities of orange essential oil and its concentrated oils. *CyTA-Journal of Food*, *15*(1), 129-135.

[7] Alizadeh, A. andShaabani, M., 2012. Essential oil composition, phenolic content, antioxidant and antimicrobial activity in Salvia officinalis L. cultivated in Iran. *Adv Environ Biol*, *6*(1), pp.221-6.

[8] Punya, H. N., Mehta, N., Chatli, M. K., Wagh, R. V. and Panwar, H., 2019. In-vitro evaluation of antimicrobial and antioxidant Efficacy of thyme (Thymus vulgaris L.) essential oil. *Journal of Animal Research*, *9*(3), pp.443-449.

[9] Aldahlawi, A. M., Alzahrani, A. T. and Elshal, M. F., 2020. Evaluation of immunomodulatory effects of Boswellia sacra essential oil on T-cells and dendritic cells. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 20(1), pp.1-14.

[10] Al-Harrasi, A. and Al-Saidi, S., 2008. Phytochemical analysis of the essential oil from botanically certified oleogum resin of Boswellia sacra (Omani Luban). *Molecules*, 13(9), pp.2181-2189.

[11] Mannino, G., Occhipinti, A. and Maffei, M. E., 2016. Quantitative Determination of 3-O-Acetyl-11-Keto-βBoswellic Acid (AKBA) and Other Boswellic Acids in Boswellia sacra Flueck (syn. B. carteriBirdw) and Boswellia serrata Roxb. *Molecules*, *21*(10), 1329.

[12] Mohammadi, S., Aroiee, H., Tehranifar, A. and Jahanbakhsh, V., 2012. Application of essential oils in control postharvest decay of strawberry fruit caused by Bottrytis cinerea fungus. *Postharvest Physiology and Technology of Horticultural Crops*, 1(2), pp.55-73.

[13] Fontana, D. C., Neto, D. D., Pretto, M. M., Mariotto, A. B., Caron, B. O., Kulczynski, S. M. and Schmidt, D., 2020. Using essential oils to control diseases in strawberries and peaches. *International Journal of Food Microbiology*, 108980.

[14] Behbahani, B. A., Noshad, M. and Falah, F., 2019. Study of chemical structure, antimicrobial, cytotoxic and mechanism of action of Syzygiumaromaticum essential oil on foodborne pathogens. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, *13*(1), pp.875-883.

[15] Alizadeh Behbahani, B., Imani Fooladi, A.A.,2018. Development of a novel edible coating made by Balangu seed mucilage and Feverfew essential oil and investigation of its effect on the shelf life of beef slices during refrigerated storage through intelligent

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-02-22]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.25]

modeling. *Journal of Food Safety*,*38*(3):e12443.

[16] Boulanouar, B., Abdelaziz, G., Aazza, S., Gago, C. and Miguel, M. G., 2013. Antioxidant activities of eight Algerian plant extracts and two essential oils. *Industrial Crops and Products*, *46*, pp.85-96.

[17] Moosavy, M. H., Hassanzadeh, P., Mohammadzadeh, E., Mahmoudi, R., Khatibi, S. A., and Mardani, K., 2017. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of Lemon (Citrus limon) peel in vitro and in a food model. *Journal of food quality and hazards control*, *4*(2), pp.42-48.

[18] Ahmed, A. F., Attia, F. A., Liu, Z., Li, C., Wei, J. and Kang, W., 2019. Antioxidant activity and total phenolic content of essential oils and extracts of Sweet basil (Ocimumbasilicum L.) plants. *Food Science and Human Wellness*, *8*(3), pp.299-305.

[19] Kang, W. Y., Li, C. F. and Liu, Y. X., 2010. Antioxidant phenolic compounds and flavonoids of Mitragyna rotundifolia (Roxb.) Kuntze in vitro. *Medicinal chemistry research*, *19*(9), pp.1222-1232.

[20] Behbahani, B. A., Shahidi, F., Yazdi, F. T., Mortazavi, S. A. and Mohebbi, M., 2017. Use of Plantago major seed mucilage as a novel edible coating incorporated with Anethum graveolens essential oil on shelf life extension of beef in refrigerated storage. *International journal of biological macromolecules*, *94*, pp.515-526.

[21] Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M., Falah, F., 2019. Cumin essential oil: Phytochemical analysis, antimicrobial activity and investigation of its mechanism of action through scanning electron microscopy. *Microbial Pathogenesis*, *136*: 103716.

[22] Alizadeh Behbahani, B., Tabatabaei Yazdi, F., Shahidi, F., Riazi, F. 2016 Antifungal Effect of the Aqueous and Ethanolic *Avicennia marina* Extracts on *Alternaria citri* and *Penicilliumdigitatum*. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences,18*(2): 1-6.

[23] DeCarlo, A., Johnson, S., Okeke-Agulu, K. I., Dosoky, N. S., Wax, S. J., Owolabi, M. S. and Setzer, W. N., 2019. Compositional analysis of the essential oil of Boswellia dalzielii frankincense from West Africa reveals two major chemotypes. *Phytochemistry*, *164*, pp.24-32.

[24] Ayub, M. A., Hanif, M. A., Sarfraz, R. A. and Shahid, M., 2018. Biological activity of Boswellia serrata Roxb. oleo gum resin essential oil: effects of extraction by supercritical carbon dioxide and traditional methods. *International Journal of Food Properties*, *21*(1), pp.808-820.

[25] Mohammadi, A. and Arabshahi, D. S., 2016. Antioxidant properties of extract's *Boswellia Serrata* oleo-gum resin in soybean oil. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, *12(4)*, pp.447-488.

[26] Mothana, R. A., Hasson, S. S., Schultze, W., Mowitz, A. and Lindequist, U., 2011. Phytochemical composition and in vitro antimicrobial and antioxidant activities of essential oils of three endemic Soqotraen Boswellia species. *Food chemistry*, *126*(3), pp.1149-1154.

[27] Zaki, A. A., Hashish, N. E., Amer, M. A., andLahloub, M. F., 2014. Cardioprotective and antioxidant effects of oleogum resin "Olibanum" from Bos Boswellia carteriBirdw.(Bursearceae). *Chinese Journal of Natural Medicines*, *12*(5), pp.345-350.

[28] Awaley, M. G., Nakade, J. G., Kale, A. S. and Jaiswal, H. S., 2020 Antioxidant activity and characterization of ethanolic brak extract of Boswella serrata. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research, 7(11)*.

[29] Rahmati-Joneidabad, M., Alizadeh Behbahani, B., 2021. Identification of chemical compounds, antioxidant potential, and antifungal activity of Thymus daenensis essential oil against spoilage fungi causing apple rot. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 10.22067/ifstrj.v18i1.87595

[30] Mohammadi, R., Yadegari, M., Moatar, F. and Shams, M., 2006. Antifungal activity of *Boswellia serrata's* essential oil against fluconazole resistant and susceptible isolates of *Candida albicans.Journal of Isfahan Medical School*, *24(82)*, pp.30-36.

[31] Pirnia, M., Tabatabaei yazdi, F., Mortazavi, S. A. andMohebbi, M., 2020.Survey of antimicrobial gelatin-frankincense (Boswellia carteri) bilayer edible film incorporated with ascorbic acid and Hyssopus officinalis

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-02-22]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.25]

essential oil on ostrich fillets shelf life at refrigerator temperature.*Food Science and Technology*, *17(100)*, pp.43-56.

[32] Prakash, B., Mishra, P. K., Kedia, A., and Dubey, N. K., 2014. Antifungal, antiaflatoxin and antioxidant potential of chemically characterized Boswellia carteriiBirdw essential oil and its in vivo practical applicability in preservation of Piper nigrum L. fruits. *LWT-Food Science and Technology*, *56*(2), pp.240-247.

[33] Hu, F., Tu, X. F., Thakur, K., Hu, F., Li, X. L., Zhang, Y. S., et al., 2019. Comparison of antifungal activity of essential oils from different plants against three fungi. *Food and Chemical Toxicology*, *134*, 110821.

[34] Tian, J., Ban, X., Zeng, H., He, J., Huang, B. and Wang, Y., 2011. Chemical composition and antifungal activity of essential oil from Cicutavirosa L. var. latisectaCelak. *International Journal of Food Microbiology*, *145*(2-3), pp.464-470.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-02-22]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.25]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Boswellia sacra essential oil: Antioxidant activity and antifungal effect on some spoilage fungi causing strawberry rot

Rahmati-Joneidabad, M. [1*], Alizadeh Behbahani, B. [2]

1. Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2020/ 12/ 30
Accepted 2021/ 01/ 26

Keywords:

Boswellia sacra,
Essential oil,
Fungal rot,
Antifungal,
Antioxidant.

DOI: 10.52547/fsct.18.05.03

*Corresponding Author E-Mail:
Rahmati@asnrukh.ac.ir

ABSTRACT

In this study, the antifungal activity of *Boswellia sacra* essential oil was evaluated against fungi species causing strawberry rot (*Botrytis cinerea, Aspergillus niger, and Rhizopus stolonifer*), *via* well diffusion agar, disk diffusion agar, microdilution broth, and minimum fungicidal concentration methods. Extraction yield, total phenolic and flavonoid contents, and antioxidant activity (DPPH and ABTS radical scavenging methods) of the essential oil were also determined. The extraction yield of the oil was 1.30% w/w and its total phenolic and flavonoid contents were 69.37 mg GAE/g and 38.40 mg QE/g, respectively. The antioxidant activity of *B. sacra* essential oil, based on the DPPH- and ABTS-radical scavenging activity, were found to be 57.50% and 48.66%, respectively. According to the results of disk/well diffusion agar tests, *B. cinerea* andR.*stolonifer* were the most sensitive (the highest inhibition zone) and resistant (the lowest inhibition zone) fungal species to the *B. sacra* essential oil, respectively. The minimum inhibitory concentration and minimum fungicidal concentration were, respectively, ranged from 25-50 and 200-400 mg/ml. Based on the results, the *B. sacra*essential oil contains bioactive compounds with appropriate antioxidant and antimicrobial properties, and it could be therefore used as a natural preservative agent to increase the shelf-life of various food products.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-02-22]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.25]