مجله علوم پزشکی رازی دوره ۳۱، شماره پیوسته ۱۶۸، ۲۶ دی ۱۴۰۳ https://doi.org/10.47176/rjms.31.168

مقاله پژوهشی

استخراج و شناسایی عصاره میخک در اولتراسوند توسط GC/MS و اندازه‌گیری فعالیت آنتی اکسیدانی آن به روش تخریب رادیکال‌های آزاد DPPH و مطالعه کاربردهای دارویی آن

هادی جباری: استادیار، گروه شیمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. (* نویسنده مسئول) hadijabbari@yahoo.com

سکینه مرادخانی: استادیار، گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: گیاهان دارویی از منابع طبیعی با ارزشی هستند که امروزه مورد توجه صنایع غذایی و دارویی قرار گرفته و به عنوان مواد اولیه برای تولید داروهای بدون عارضه برای انسان به شمار می‌روند. اسانس میخک دارای خواص آنتی‌اکسیدانی است که در پیشگیری از سرطان بسیار موثر است. نقش حلال در استخراج اسانس گیاهان دارویی بسیار مهم است. فرایند اولتراسوند یکی از ارزانترین روش برای استخراج عصاره ترکیبات گیاهان دارویی می‌باشد. به عنوان یک فرآیند غیرحرارتی، فراصوت یک روش استخراج ملایم است که از تخریب گرمایی عصاره جلوگیری می‌کند. از این رو هدف مطالعه استخراج و شناسایی عصاره میخک در اولتراسوند توسط GC/MS و اندازه‌گیری فعالیت آنتی اکسیدانی آن به روش تخریب رادیکال‌های آزاد DPPH و مطالعه کاربردهای دارویی آن بود.

روش کار: عصاره گیاه میخک در حلال‌های اتانول، آب، متانول، مخلوط اتانول و آب به روش اولتراسونیک استخراج شد. ترکیب عصاره با استفاده از کروماتوگرافی گازی شناسایی شد. مهمترین ترکیب شناسایی شده در ان اوژنول بود که بیش از ۸۵ درصد عصاره را تشکیل می‌دهد. مقدار اوژونول در حلال‌های مختلف درصد متفاوتی داشته که بیشترین مقدار آن ۱۷/۸۳ درصد در حلال اب شناسایی شد که خاصیت درمانی فراوانی دارد. خواص آنتی اکسیدانی گیاه میخک با روش تخریب رادیکال‌های آزاد ۲و۲ دی فنیل -۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) اندازه گیری شد.

یافته‌ها: بیشترین ماده شناسایی شده عصاره میخک ترکیب اوژنول بود که در حلال آب بازده بالایی داشته است. خواص آنتی اکسیدانی گیاه میخک با روش تخریب رادیکال‌های آزاد اندازه‌گیری شد، با تهیه ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۵۰، ۸۰ و ۹۰ میکرولیتر از نمونه عصاره تیمار ۹۰ میکرولیتر بیشترین مصرف DPPH را داشت که بهترین تیمار این آزمایش انتخاب شد و دارای خاصیت آنتی اکسیدانی بالایی در مقایسه با تیمارهای بعدی داشت.

نتیجه‌گیری: فرایند اولتراسوند و استخراج عصاره گیاهان دارویی در دمای پایین به منظور حفظ ساختار ترکیبات دارویی و نقش حلال در بازده ترکیب استخراج شده اوژنول بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت‌کننده: حامی مالی ندارد.

کلیدواژه‌ها

گیاهان دارویی،

میخک،

فرایند اولتراسوند،

DPPH،

خاصیت آنتی اکسیدانی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۴

تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۱۰/۲۶

شیوه استناد به این مقاله:

Jabbari H, Moradkhani S. Extraction and Identification of Clove Extract in Ultrasound by GC/MS and Measurement of Its Antioxidant Activity by DPPH Free Radical Destruction Method and Study of Its Medicinal Applications. Razi J Med Sci. 2025(15 Jan);31.168.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en).

*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 4.0 صورت گرفته است.

Razi Journal of Medical Sciences. 2025(15 Jan);31.168. https://doi.org/10.47176/rjms.31.168

Original Article

Extraction and Identification of Clove Extract in Ultrasound by GC/MS and Measurement of Its Antioxidant Activity by DPPH Free Radical Destruction Method and Study of Its Medicinal Applications

Hadi Jabbari: Assistant Professor, Department of Chemistry, Payame Noor Unvierstiy, Tehran, Iran (*Corresponding Author) hadijabbari@yahoo.com
Sakineh Moradkhani: Assistant Professor, Department of Biology, Payam Noor University, Tehran, Iran

Abstract

Background & Aims: Medicinal plants are valuable natural resources that are considered by the food and pharmaceutical industries today and are considered as raw materials for the production of medicines without complications for humans. Medicinal plant extract compounds for asthma, bronchitis, cough, throat infections and emphysema, as well as for the treatment of ulcers or inflammation of the mucous membrane of the mouth, throat, stomach and intestines, gall bladder, kidney stones, kidney edema, headache, constipation, toothache and insomnia. The role of solvent in extracting the essential oils of medicinal plants is very important. The ultrasound process is one of the cheapest methods for extracting medicinal plant compounds. Ultrasound breaks the cell structure and releases bioactive compounds. As a result, it leads to higher yield and faster extraction speed. Herbs, spices and other plant materials are rich in phytochemicals that are considered as valuable components for pharmaceutical and food products. As a non-thermal process, ultrasound it is a gentle extraction method that prevents thermal degradation of the extract.
Methods: Clove plant extract was extracted by ultrasonic method in ethanol, water, methanol, ethanol and water mixture. The composition of the extract was identified using gas chromatography. The most important compound identified in N was eugenol, which constitutes more than 85% of the extract. The amount of eugenol in different solvents had different percentages, and the highest amount of 83.17% was detected in water solvent, which has many therapeutic properties. The antioxidant properties of clove plant with the destruction method of free radicals 2 and 2 diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) was measured.
Results: The ultrasound process is one of the cheapest methods for extracting medicinal plant compounds. Ultrasound breaks the cell structure and releases bioactive compounds. As a result, it leads to higher yield and faster extraction speed. Herbs, spices and other plant materials are rich in phytochemicals that are considered as valuable components for pharmaceutical and food products. As a non-thermal process, ultrasound it is a gentle extraction method that prevents the thermal degradation of the extract. The most identified substance in clove extract was eugenol, which had a high yield in water solvent. The antioxidant properties of the clove plant were measured by the free radical scavenging method (DPPH), by preparing 10, 15, 20, 25, 50, 80 and 90 microliters of the extract sample, the 90 microliter treatment had the highest consumption of DPPH, which was the best treatment of this test and had high antioxidant properties compared to the following treatments.
Conclusion: Clove oil and eugenol obtained from it have analgesic, anesthetic and antiseptic effects. It is usually used in dentistry. It shows an anti-inflammatory effect against mouse macrophages. Eugenol showed strong antibacterial effectiveness

Keywords
Medicinal Plants,
Cloves,
Ultrasound Process,
DPPH,
Antioxidant Property

Received: 04/08/2024
Published: 15/01/2025

against different strains of Gram-positive and Gram-negative bacteria and has more antimicrobial activity when combined with gentamicin, β-lactam and vancomycin antibiotics. The antifungal efficacy of eugenol and clove oil has been investigated against yeasts and filamentous fungi, including various human pathogenic fungi and food-borne fungal species. Eugenol has antiviral activity against HSV-1 and herpes simplex-2 (HSV-2) by inhibiting viral replication and reducing viral infection. Eugenol isolated from clove extracts and their essential oils shows that it has antioxidant and antimicrobial effects. The anti-inflammatory effects of eugenol are attributed to its effect to prevent neutrophil/macrophage chemotherapy and prostaglandin synthesis as well as cyclooxygenase II enzyme. In addition, eugenol dimers reduce the side effects of chemotherapy by inhibiting the expression of cytokines in macrophages. It cures arthritis and therefore can be used in the treatment of arthritis. The direct effect of eugenol in inhibiting the activation of NF-κB caused by tumor necrosis factor (TNFα) and preventing the activity of cyclooxygenase (COX-2) in LPS stimulating macrophages was investigated with an IC50 value equal to 2.7 µm in healthy cells. Furthermore, eugenol protects protected macrophages from chemical-induced cell dysfunction and stabilizes PRO/anti-inflammatory mediators. Eugenol has been investigated for its anticancer activity against skin tumors, melanoma, gastric cancer, leukemia, and prostate cancer by regulating oncogenes and the caspase-dependent pathway. The process of ultrasound and extraction of medicinal plant extracts at low temperature is very important in order to preserve the structure of medicinal compounds and the role of solvent in the efficiency of the extracted eugenol compound.

Conflicts of interest: None
Funding: None

Cite this article as:
Jabbari H, Moradkhani S. Extraction and Identification of Clove Extract in Ultrasound by GC/MS and Measurement of Its Antioxidant Activity by DPPH Free Radical Destruction Method and Study of Its Medicinal Applications. Razi J Med Sci. 2025(15 Jan);31.168.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en).

*This work is published under CC BY-NC-SA 4.0 licence.

مقدمه

سیستم طب سنتی مبتنی بر استفاده از داروهای گیاهی همچنان نقش مهمی در سیستم مراقبت‌های بهداشتی ایفا می‌کند. در دهه‌های اخیر، گیاهان دارویی به عنوان محصولات طبیعی دارای عوارض جانبی کمتر و کارایی بهتری نسبت به همتایان مصنوعی خود داشته و مقبولیت گسترده‌تری پیدا کرده‌اند (۱). در حال حاضر، حدود ۸۰ درصد از ساکنان جهان به داروهای سنتی برای درمان بیماریها استفاده می‌کنند. از نظر فارماکولوژیکی، گیاهان دارویی دارای فعالیت های انتی‌باکتریال، ویروس‌کش، قارچ‌کش هستند (۲). دارای فعالیت های ضدالتهابی، ضدمیکروبی، اسپاسمولیتیک، آرام بخش، ضد درد و بی‌حس‌کننده موضعی هستند (۳). بسیاری از گونه‌های گیاهی فعالیت های دارویی مربوط به ترکیبات گیاهی آنها مانند گلیکوزیدها، ساپونین‌ها، فلاونوئیدها، استروئیدها، تانن ها، آلکالوئیدها، ترپن ها می باشد. تا به امروز، داروهای گیاهی به عنوان منبعی حیاتی برای کشف مولکول های دارویی جدید که برای درمان بیماری ها استفاده شده‌اند (۴). این فیتوکمیکال‌های شناسایی شده به عنوان یک ترکیب پیشرو قابل توجه در جستجوی داروهای موثر و جدید در نظر گرفته شده‌اند که از نظر تجاری برای بسیاری از اهداف دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۵). میخک یکی از گیاهان دارویی که به طور بالقوه می‌تواند به عنوان مواد نگهدارنده در بسیاری از غذاها، به ویژه در فرآوری گوشت به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدان و ضدمیکروبی مورد استفاده قرار گیرد (۶). گزارش های متعددی فعالیت‌های ضدباکتریایی، ضدویروسی و ضدقارچ برخی از گیاهان معطر از جمله دارچین، پونه کوهی، میخک، آویشن و نعنا گزارش شده است (۷). با این حال، میخک به دلیل فعالیت‌های ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی، در بین سایر ادویه‌ها مورد توجه زیادی قرار گرفته است (۸). نقش مؤثر میخک در مهار بیماریهای دژنراتیو مختلف به حضور ترکیبات شیمیایی مختلف در غلظت های بالا با فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبت داده می شود. روغن میخک به طور سنتی در درمان سوختگی و زخم ها و به عنوان یک تسکین‌دهنده درد در مراقبت از دندان و همچنین درمان عفونت های دندان و درد دندان استفاده می‌شود (۹). علاوه بر این، استفاده از آن در کاربردهای مختلف صنعتی به طور گسترده در عطرها، صابون‌ها استفاده می شود(۱۰). میخک‌ها در طب سنتی هندی و چینی به عنوان یک ماده گرم کننده و تحریک‌کننده استفاده می‌شوند (۱۱).

به طور سنتی، میخک قرن‌ها در درمان استفراغ استفاده شده است. نفخ؛ حالت تهوع؛ اختلالات کبد، روده و معده؛ و محرک اعصاب، برای تسکین میکروارگانیسم‌های مختلف به عنوان زخم، وبا، مالاریا و سل استفاده شده اند. همچنین، در آمریکا، میخک به طور سنتی در مهار پاتوژن‌های ناشی از مواد غذایی برای درمان ویروس ها، کرم ها، کاندیدا و عفونت های مختلف باکتریایی و تک یاخته استفاده شده است (۱۲). علاوه بر این، اوژنول به طور گسترده در دندانپزشکی مورد استفاده قرار گرفته است زیرا می تواند به بافت پالپ دندان نفوذ کرده و وارد جریان خون شود. ترپن‌های جدا شده از میخک دارای فعالیت ضد سرطانی هستند. روغن میخک به دلیل محبوبیت، در دسترس بودن و محتوای اسانس بالا به طور گسترده‌ای مورد بررسی قرار گرفته است (۱۳). روغن میخک به طور گسترده به عنوان عطر و طعم‌دهنده غذا، به عنوان دارویی برای درمان آسم و اختلالات مختلف آلرژیک و به عنوان یک ضدعفونی کننده عمومی در دندانپزشکی استفاده می شود. فعالیت ضدمیکروبی، روغن میخک را در برابر طیف وسیعی از پاتوژن‌های قارچی از جمله موارد عفونت ادراری-تناسلی ارزیابی کرد (۱۴). روغن میخک دارای فعالیت ضدقارچی قوی علیه پاتوژن‌های قارچی فرصت طلب مانند آلبیکنس، کریپتوکوکوس نئوفورمانس و آسپرژیلوس فومیگاتوس است. ماده اصلی مسئول فعالیت ضد قارچی آن اوژنول از میخک است. اوژنول اصل‌ترین ترکیب فرار روغن استخراج شده از جوانه میخک است که در طب سنتی به عنوان باکتری‌کش، قارچ‌کش و بی‌حس‌کننده و غیره استفاده می‌شود (۱۵). در این کار تحقیقاتی عصاره گیاه دارویی میخک در دستگاه اولتراسوند در حلال‌های مختلف استخراج شده و میزان ترکیبات فعال آن در GC/MS شناسایی شده است. که یکی از مهمترین ترکیب فعال ان اوژنول می‌باشد که در حلال‌های مختلف درصد متفاوتی دارد و خاصیت آنتی اکسیدانی گیاه دارویی و

ارتباط ان با میزان اوژنول مورد نظر مطالعه می‌شود.

روش کار

در این تحقیق، میخک که از شمال غرب ایران خریداری شده بود، به عنوان ماده اولیه مورد استفاده قرار گرفت که در کمیسیون کد اخلاق دانشگاه پیام نور با کد IR.PNU.REC.1403.510 به تصویب رسید. پس از پاکسازی، گیاه به دور از نور خورشید خشک و سپس کاملاً در آسیاب (Molinex-684-French) آسیاب شد و از الک با توری مناسب عبور داده شد و تا زمان انجام آزمایش در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد نگهداری شد.

مشخصات و تجزیه و تحلیل دستگاه GC-MS

ا سانس‌ها با ا ستفاده از GC-MS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای تجزیه و تحلیل GC-MS از یک کروماتوگرافی گازی Agilent 7890 A که با یک طیف سنج جرمی ۵۹۷۵ A با استفاده از ستون مویرگی HP-5MS 5% فنیل متیل پلی سیلوکسان، ۳۰ متر طول، ۰/۲۵ میلی متر در روز، ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر) استفاده شد. دمای فر به صورت زیر برنامه‌ریزی شد: ۳ دقیقه در ۸۰ درجه سانتیگراد، متعاقباً ۸ درجه سانتیگراد در دقیقه-۱ تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد، به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد نگه داشته شد. هلیوم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۱ میلی لیتر در دقیقه و 70 (EI) Electronimpact eVاستفاده شد. انژکتور در حالت تقسیم (نسبت تقسیم ۱:۵۰۰) تنظیم شد و برد جرمی ۴۰ تا ۵۰۰ بود. ترکیبات ا سانس با ا ستفاده از شاخص‌های حفظ خطی محاسبه شده و طیف جرمی با مواردی که در NIST 05 وWily 07 گزارش شده‌اند، شناسایی شدند.

روش‌های ا ستخراج ع صاره: روش اولتراسوند در این روش ۲۰ گرم میخک با ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم و توسط آسیاب تیغه‌ای برقی (مولینکس MC 300.32) توزین شد. به مدت یک دقیقه آسیاب شد و از الک ۱۶ رد شد و با ۱۰۰ میلی لیتر حلال مخلوط و با ایجاد ا مواج او لتراسونیک در این تحقیق (MPI, Switzerlaud) با توان تولید ۱۰۰۰ وات و فر کانس ۲۰± کیلوهرتز و از یک پروب استوانه‌ای تیتانیم با قطر ۲۰ میلی متر استفاده شد. دما در طول زاویه استخراج با استفاده از حمام آب ثابت نگه داشته شد و برای کنترل دما از دما سنج ا ستفاده شد. ع صاره با سرعت ۳۲۰۰ دور در دقیقه به مدت ۴۵ دقیقه سانتریفیوژ شد و سپس سطح شفاف مخلوط جدا شد. حلال در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد استفاده شد تا از آسیب به ترکیبات فنلی جلوگیری شود. عصاره غلیظ روی یک صفحه ثبت و در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد در داخل آن قرار داده شد و مدار ا ستخراج کاملاً خ شک شد. سپس درب صفحه را قرار داده و دور آن را با پارانیم بسته و برای جلوگیری از نفوذ نور، روی آن را کاملا با فویل آلومینیومی پو شانده و ترکیبات فنلی را در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد شد.

کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی (GC-Ms): کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنج جرمی یا روش GC/MS یکی از تکنیک‌های موثر و پرکاربرد در زمینه آنالیز مواد است. تکنیک GC-MS از ادغام یک تکنیک جداسازی با دستگاه GC و یک تکنیک تشخیصی قدرتمند MS برای تجزیه و تحلیل نمونه بهتر ا ستفاده می‌کند. در حالی که دستگاه GC بیشتر برای جداسازی ترکیبات فرار استفاده می‌شود، طیف‌سنج جرمی به شناسایی هر جزء جدا شده بر ا ساس خا صیت جرمی آن با دقت بالا کمک می‌کند. دستگاه GC-MS علاوه بر آنالیز طیف وسیع‌تری از مواد، امکان تشخیص دقیق‌تر و ارا ئه ن تایج سریعتر را فراهم می‌ک ند. از مهمترین مزایای این روش می‌توان به حساسیت بالا، ویژگی و تکرارپذیری، راندمان جداسازی بالا و دقت بسیار بالا ا شاره کرد. برای اندازه‌گیری ترکیبات ع صاره گیاهان دارویی استفاده می‌شود.

فعالیت آنتی اکسیدانی: در این روش رادیکال چربی دوست با آنتی اکسیدان‌های DPPH واکنش داده و رنگ محلول به زرد روشن تبدیل شد و جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. نتایج به صورت IC50 (مقدار آنتی اکسیدانی که برای ر سیدن غلظت DPPH به ۵۰ درصد مقدار اولیه ضروری است) بیان شد.

یافته‌ها

استخراج عصاره میخک با حلال آب: در روش عصاره‌گیری گیاه میخک با مخلوط اتانول و هگزان، ۴۰ جزء شیمیایی با درصد بازدهی متفاوت شناسایی شد. درصد و نوع ترکیبات شناسایی شده توسط GC-MS آنالیز شد. ترکیبات شیمیایی مشاهده شده در هر یک از گیاهان دارویی متفاوت بود. در زیر ۴۰ ترکیب شیمیایی مشاهده شده در حضور این گیاه دارویی با درصدهای کارایی متفاوت آورده شده است که مهمترین ترکیبات با درصد بالا در جدول ۱ آورده شده است.

بیشترین ترکیب شناسایی شده عصاره میخک مربوط به اوژنول می‌باشد. در حلال‌های مختلف درصد اوژنول متفاوت بوده و درصد شناسایی ان در حلال‌های مختلف معنی‌دار بوده در حالیکه درصد نسبی سایر ترکیبات با اندکی تغییرات نه چندان معنی‌دار در حلال‌های مختلف شناسایی شد. که میزان درصد اوژنول شناسایی شده در حلال اب مقدار ۸۳/۱۷٪ عصاره مربوط به اوژنول می‌باشد.

بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی اسانس‌ها با استفاده از روش RSC: در این مقاله عصاره گیاه دارویی میخک در حلال های مختلف توسط اولتراسوند استخراج شد. اثر آنتی اکسیدان‌ها با استفاده از روش کاهش ظرفیت رادیکال RSC با کمک ۲/۲-دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) ارزیابی شد DPPH یک ترکیب بنفش رنگ است که به دلیل وجود گروه‌های فنیل در ساختار خود به راحتی توسط رادیکال‌ها جذب می‌شود و در واقع منبع رادیکال‌های آزاد است. این ترکیب با گرفتن الکترون از ترکیب آنتی‌اکسیدانی از بنفش به زرد تغییر می‌کند. رادیکال های آزاد در DPPH در طول موج ۵۱۷ نانومتر جذب می‌شوند، طبق قانون بیر لامبرت، کاهش جذب آن با مقدار آنتی

جدول ۱- ترکیبات اسانس میخک GC/MS

نام ترکیب	نام ایوپاک	فرمول شیمیایی	نام ترکیب	نام ایوپاک	فرمول شیمیایی
Eugenol	*2-Methoxy-4-(prop-2-en-1-yl)phenol*	$C_{10}H_{12}O_2$	*Gallic acid*	*3,4,5-Trihydroxybenzoic acid*	$C_7H_6O_5$
β-Caryophylle	*(1R,4E,9S)-4,11,11-Trimethyl-8methylidenebicyclo[7.2.0]undec-4-ene*	$C_{15}H_{24}$	*Biflorin*	*5,7-dihydroxy-2-methyl-6-[(2S,3R,4R,5S,6R)-3,4,5-trihydroxy-6-(hydroxymethyl)oxan-2-yl]chromen-4-one*	$C_{16}H_{18}O_9$
Vanillin	*4-Hydroxy-3-methoxybenzaldehyde*	$C_8H_8O_3$	*Myricetin*	*3,5,7-Trihydroxy-2-(3,4,5-trihydroxyphenyl)-4-chromenone*	$C_{15}H_{10}O_8$
Crategolic acid (Maslinic acid)	*(4aS,6aR,6aS,6bR,8aR,10R,11R,12a,14bS)-10,11-dihydroxy-2,2,6a,6b,9,9,12a-heptamethyl-1,3,4,5,6,6a,7,8,8a,10,11,12,13,14b-tetradecahydropicene-4a-carboxylic acid*	$C_{30}H_{48}O_4$	*Campesterol*	*(3S,8S,9S,10R,13R,14S,17R)-17-[(2R,5R)-5,6-dimethylheptan-2-yl]-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,11,12,14,15,16,17-dodecahydro-1H-cyclopenta[a]phenanthren-3-ol*	$C_{28}H_{48}O$
Kaempferol	*3,5,7-Trihydroxy-2-(4-hydroxyphenyl)-4H-chromen-4-one*	$C_{15}H_{10}O_6$	*Stigmasterol*	*3S,8S,9S,10R,13R,14S,17R)-17-[(E,2R,5S)-5-ethyl-6-methylhept-3-en-2-yl]-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,11,12,14,15,16,17-dodecahydro-1H-cyclopenta[a]phenanthren-3-ol*	$C_{29}H_{48}O$
Rhamnetin	*2-(3,4-dihydroxyphenyl)-3,5-dihydroxy-7-methoxychromen-4-one*	$C_{16}H_{12}O_7$	*Oleanolic acid*	*(4aS,6aR,6aS,6bR,8aR,10S,12aR,14bS)-10-hydroxy-2,2,6a,6b,9,9,12a-heptamethyl-1,3,4,5,6,6a,7,8,8a,10,11,12,13,14b-tetradecahydropicene-4a-carboxylic acid*	$C_{30}H_{48}O_3$
Eugenitin	*5-Hydroxy-7-methoxy-2,6-dimethylchromen-4-one*	$C_{12}H_{12}O_4$	*Bicorn*		

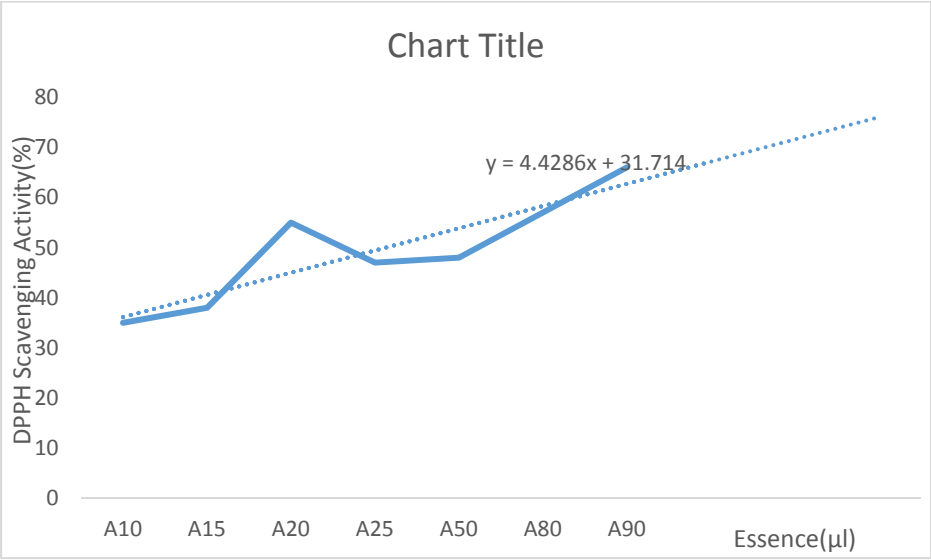
اکسیدان رابطه خطی دارد. هر چه مقدار آنتی‌اکسیدان بیشتر باشد، DPP بیشتری مصرف می شود. در این روش از بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) برای مقایسه اثر آنتی اکسیدانی اسانس استفاده شد. نمونه‌ها با غلظت‌های مختلف ۱ میلی لیتر محلول ۹۰ میکرومولار مخلوط و با متانول ۹۵ درصد به حجم ۵ میلی لیتر رسید. جذب ماده خالی و محلول تهیه شده در ۵۱۷ نانومتر توسط اسپکتروفتومترخوانده شد. درصد RSC از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$RSC(\%)=100\times(A_{blank}-A_{sample}/A_{blank})$$

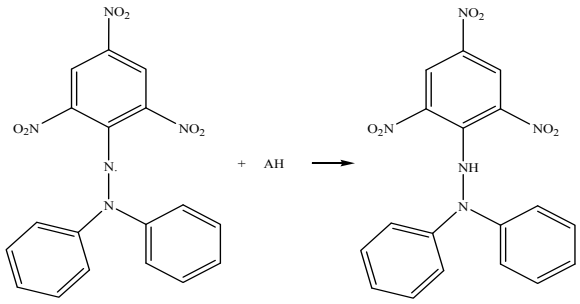
Ablank و Asample به ترتیب میزان جذب نمونه و بلانک فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس به عنوان یک IC50نشان‌دهنده ترکیبی است که باعث مهار ۵۰ درصدی ظرفیت رادیکال می‌شود. این مقدار با تجزیه و تحلیل همبستگی خطی از RSC برای غلظت های مختلف نمونه تعیین شد. در ادامه انواع غلظت های اسانس مالوا سیلوستریس ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۵۰، ۸۰ و ۹۰ میکرو لیتر که ۵۰ درصد رادیکال‌های آزاد (IC50) را از بین می‌برند در جدول ۱ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود تیمار ۹۰ میکرولیتری بهترین نتیجه را داشت و به عنوان بهترین تیمار این تحقیق انتخاب شد.

بررسی مکانیسم: ارزیابی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با روش رادیکال DPPH یک آزمایش شناخته شده برای اندازه‌گیری قدرت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات مختلف است. اساس این روش بر اساس کاهش رادیکال آزاد DPPHتوسط آنتی اکسیدان‌ها در غیاب سایر رادیکال‌های آزاد در محیط است. نتیجه به دست آمده برای یک ترکیب به طور کلی با یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی شناخته شده مانند فنل‌ها مقایسه می شود. آنالیز ارزیابی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH آزمایشی است که در زمینه‌های غذا، دارو و بیوتکنولوژی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. از آن برای توسعه و معرفی مواد آنتی‌اکسیدانی جدید استفاده می‌شود. اساس این روش بر اساس کاهش رادیکال آزاد DPPH توسط آنتی اکسیدان‌ها در غیاب سایر رادیکال‌های آزاد در محیط است. DPPH یک رادیکال آزاد پایدار است که یک الکترون جفت نشده روی یکی از اتم‌های پل نیتروژن دارد. مهار رادیکال DPPH اساس ارزیابی ظرفیت آنتی اکسیدانی است (شکل ۲ و شکل ۳).

DPPH یک رادیکال پایدار است که محلول متانولی آن دارای رنگ ارغوانی است که بیشترین جذب را در طول موج ۵۱۹-۵۹۵ نانومتر نشان می‌دهد. اساس این روش این است که رادیکال DPPH مانند یک آنتی



شکل ۱– میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس میخک استخراج شده توسط حلال آب در آزمایش تخریب رادیکال DPPH



شکل ۲- واکنش عمومی DPPH

$$DPPH^{\circ}\ (purple) + H - A \rightarrow DPPHH\ (yellow) + A^{\circ}$$

شکل ۳- واکنش عمومی رادیکال DPPH

$$Z^{*} + AH = ZH + A^{*}$$

شکل ۴- واکنش عمومی کاهش DPPH

اکسیدان به عنوان یک گیرنده الکترون از یک مولکول دهنده عمل می‌کند که در نتیجه DPPH به DPPH2 تبدیل می‌شود در این حالت، رنگ بنفش محیط به زرد تغییر می‌کند، بنابراین شدت جذب در طول موج ۵۹۵ نانومتر کاهش می‌یابد. از اندازه‌گیری کاهش شدت جذب توسط طیف سنجی، می‌توان به خواص آنتی اکسیدانی پی‌برد. این روش با هدف اندازه‌گیری فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از رادیکال آزاد پایدار DPPH توسعه یافته است که اساس این روش برای اندازه‌گیری ظرفیت مهار آنتی‌اکسیدانی نسبت به آن است. تک الکترون اتم نیتروژن در ساختار DPPH با گرفتن هیدروژن از آنتی‌اکسیدان به هیدرازین کاهش می‌یابد و به دلیل جابجایی الکترون اضافی روی مولکول DPPHبه رادیکال آزاد پایدار تبدیل می شود. تغییر در محل جابجایی الکترون باعث رنگ ارغوانی می شود. که در اسپکتروفتومتر در محلول اتانول در طول موج ۵۲۰ نانومتر جذب می‌شود (شکل ۴).

در شکل کاهش یافته ZH، *A رادیکال ایجاد شده است. در مرحله بعد، رادیکال ایجاد شده تحت واکنش‌های بیشتری قرار می‌گیرد که استوکیومتری واکنش را کنترل می‌کند، بنابراین واکنش شکل ۴ برای ایجاد پیوند در یک سیستم اتواکسیداسیون لیپیدی در سیستم‌های اکسیدکننده رخ می‌دهد.در حالی که DPPH با گرفتن یک الکترون یا یک رادیکال هیدروژن به یک مولکول دیا مغناطیسی پایدار تبدیل می‌شود که به سختی اکسید می‌شود. DPPH یک نوار جذب قوی را در طول موج ۵۱۷ نانومتر نشان می‌دهد که دلیل آن وجود الکترون فرد بر روی اتم نیتروژن است و محلول به رنگ بنفش تیره تبدیل می‌شود. با گرفتن یک جفت الکترون و الکترون، جذب کاهش می‌یابد و از قانون بیر-لامبرت پیروی می‌کند. این روش بسیار سریع، ارزان و ساده برای اندازه‌گیری حذف فعالیت رادیکال‌های آزاد در ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره های گیاهان دارویی و در فرآیندهای بیولوژیکی مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین برای اندازه‌گیری ظرفیت کلی آنتی اکسیدان‌ها و فعالیت حذف رادیکال‌های آزاد عصاره‌های گیاهان دارویی استفاده شده است. این روش برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی اکسیدانی دانه‌های سبوس گندم، اسیدهای لینولئیک کونژوگه، گیاهان دارویی، روغن دانه خوراکی در سیستم استفاده می‌شود. حلال های مختلفی مانند آب، اتانول، استون آبی،

متانول، الکل آبی و بنزن استفاده شده است. واکنش نمونه با DPPH در حلال متانول آبی در عصاره گیاهان دارویی کارایی بسیار بالایی برای استخراج آنتی اکسیدان‌ها دارد. فعالیت آنتی اکسیدانی گیاهان دارویی به حلال بستگی دارد زیرا آنتی اکسیدان‌های مختلف با درصدهای متفاوت در حلال‌های مختلف استخراج می‌شوند. همچنین از این تکنیک برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های چربی دوست و چربی دوست استفاده می‌شود.

بحث

فعالیت‌های ضدویروسی، ضدمیکروبی، ضدقارچ، ضد سرطان، آنتی‌اکسیدان و ضدالتهابی بر سرطان و کنترل چرخه سلولی تأثیر دارد. نتایج حاضر همسو با نتایج مطالعات آیینی (Ayeni) (۲۰۲۲) (۱۲) و هوآنگ (Huang) و همکاران (۲۰۱۷) (۷) می‌باشد. مشکلات مقاومت در برابر پاتوژن و همچنین باقیمانده‌های سموم در بیشتر داروهای ضد میکروبی رویکردهای درمانی و محافظ مؤثر آنها را به شدت تضعیف می‌کند. بنابراین توسعه گزینه‌های درمان ضدمیکروبی جدید و مؤثر برای بهبود درمان و کنترل بیماری بسیار مهم است. میخک به دلیل اثربخشی گسترده‌دارویی، یک داروی گیاهی شناخته شده و قابل توجه است (۵). مطالعات اخیر افزایش داخل بدن در پراکسیداسیون لیپیدها و قند خون در موشهای صحرایی دیابتی را مورد بررسی قرار داده و میزان آنزیم آنتی اکسیدانی را پس از مکمل تغذیه با میخک دوباره برقرار کرده است میخک در داخل بدن باعث کاهش صدمات کبدی و عضلات قلبی در موش می‌شوند. از نظر فارماکولوژیکی، روغن میخک در طیف گسترده‌ای به عنوان ضدعفونی‌کننده در بیماری‌های دهان و برای درمان دندان‌ها، اختلالات آلرژی، آسم، آکنه، زخم و آرتریت روماتوئید استفاده می‌شود و اثرات آنتی اسپاسمیک را نسبت به درماتوفاگوئیدهای درمایتوفاگوئید pteronyssinus و dermatogogoidesنشان می‌دهد. علاوه بر این که اشتها آور، ضداضطراب، ضددرد، ضدعفونی‌کننده، ضدمیکروبی، ضد صرع، میورلاکسانت، ضدالتهابی و همچنین دارای تأثیر دارویی در برابر اختلال تررفیک است (۱۳).

نکته قابل توجه، تانن‌ها، اسید گالیک، اسید گالیک، فلاونوئیدها و گلیکوزیدهای جدا شده از عصاره جوانه‌های الکلی و آبی گزارش شده است که دارای آنتی‌ترومبوتیک، آنتی‌پروز، هیپوگلیسمی، ضد التهابی، محافظت کننده و محافظت‌کننده محافظت‌شده و آفریدیزیاک هستند. در طب سنتی، میخک در نفخ، سوء هاضمه و اسهال استفاده شده است. داروهای گیاهی به عنوان منبع اصلی برای کشف مولکولهای دارویی جدید برای مهار و کنترل عفونت‌های ویروسی تایید شده‌اند ترکیب جدا شده از عصاره میخک به دلیل اثربخشی ضدویروسی آن نسبت به سویه‌های مختلف ویروس تبخال و ویروس هپاتیت C با عملکرد آن بر روی سنتزDNA ویروسی با مهار آنزیم DNA ویروسی بررسی شده است (۱۱).

تحقیقات دیگر نشان داد که اثربخشی ضدویروسی عصاره‌های آبی میخک در ترکیب با اسیکلوویر در برابر ویروس تبخال سیمپلکس نوع ۱ (HSV-1) و ویروس آنفلوانزاA عمل ضدمیکروبی احتمالی برای روغن میخک به اوژنول نسبت داده می شود که حدود ۸۵ ٪ تا ۹۲٪ از کل روغن میخک تشکیل شده است کارواکرول و اوژنول مؤلفه‌های اصلی میخک مسئول ویژگی‌های قارچی آن در برابر قارچ‌های جدا شده اونیکومیکوز است (۱۵).

اثربخشی قدرتمند آنتی‌اکسیدانی عصاره آبی میخک ممکن است به دلیل توانایی اهدای هیدروژن قوی، جابجایی پراکسید هیدروژن، رادیکال‌های آزاد و سوپر اکسید و توانایی کلاتلاسیون باشد. عوامل آنتی‌اکسیدانی مانند عصاره میخک نقش مهمی در درمان استرس اکسیداتیو دارند. کاهش استرس اکسیداتیو ارزیابی شده توسط گلوتاتیون و همچنین سطح مالندیالدئید در مغز موش‌ها شد. توانایی روغن میخک برای بازگرداندن حافظه و کمبودهای یادگیری ناشی از درمان اسکوپولامین کوتاه مدت و طولانی مدت به اثربخشی آن در کاهش استرس اکسیداتیو است (۹). علاوه بر این، اثر ضد درد میخک و

تسکین‌دهنده درد دندان، درد مفاصل با فعال کردن کانال‌های کلرید و کلسیم در سلولهای گانگلیونی تایید شده است. با این حال، یک مطالعه دیگر نشان داد که فعالیت ضد درد میخک ممکن است به فعالیت آگونیست کپسایسین آن نسبت داده شود. کارآیی ضد درد داخل بدن اوژنول را با استفاده از روش پیچش شکم تحریک شده توسط اسید استیک گزارش داد. فعالیت‌های ضد سرطانی و سمیت سلولی در برابر خطوط سلولی تومور انسانی PC-3 و HEP G2 گزارش شده است. اوژنول و دهیدرودیوژنول باعث تحریک مرگ سلول‌های سرطانی انسان می‌شوند. اثرضد سرطان در برابر سلولهای سرطانی ریه، پستان و کولورکتال می‌باشد (۵). میخک با سرکوب عملکرد لیپوپلی ساکارید (LPS) و همچنین مسیر فاکتور هسته‌ای κB (NF-κB) فعالیت‌های ضد التهابی و سیستم ایمنی بدن را انجام می‌دهد. فعالیت ضدالتهابی میخک ممکن است مربوط به ترکیب فعال، اوژنول باشد. همچنین اوژنول برای محافظت در برابر سلولهای کبدی ناشی از CCL_4 درمانی، محافظت می‌شود. سایر ترکیبات فیتوشیمیایی جدا شده از عصاره‌های میخک از جمله آلکالوئید و بنزونوتریدین برای محافظت از آسیب کبد گزارش شده است. میزان مصرف میخک در مقایسه با مقادیر طبیعی در موش‌های هایپرلیپیدمی، سطح ALT، اوره، AST و لیپیدها را در کلیه‌ها بهبود می‌بخشد. اثربخشی ضد دیابتی عصاره میخک ممکن است به وجود عوامل تحریک‌کننده انسولین نسبت داده شود. آزمایشات داخل بدن نشان داد که قند خون طبیعی در موش‌های تحت درمان با عصاره میخک افزایش یافته است که حاوی بسیاری از ترکیبات بیولوژیکی فعال با فعالیتهای قدرتمند محافظت‌کننده است و این فعالیت به دلیل محتوای بالای فلاونوئید آن یافت شده است با کاهش تری گلیسیریدهای سرم و سطح کلسترول، اثربخشی ضدآب بودن عصاره میخک تایید شده است (۱۱). علاوه بر این رژیم غذایی همراه با عصاره میخک باعث کاهش انسولین سرم، لپتین و لیپیدهای کبدی به همراه وزن بدن موش‌های رژیم غذایی پرچرب شده است. که نشان‌دهنده یک مکمل ضد آب طبیعی و توانایی آن در کاهش تجمع لیپید کبدی است. روغن‌های اساسی میخک باعث افزایش گردش خون و افزایش دمای بدن می‌شوند. چندین گزارش نشان می‌دهد که میخک می‌تواند خطر ابتلا به اسکلروز شریانی، اختلالات قلبی عروقی و سایر بیماری‌های مرتبط با استرس اکسیداتیو را کاهش دهد. اوژنول همچنین عروق برگشت‌پذیر، فعالیت‌های اینوتروپیک منفی در عضله قلب را نشان می‌دهد و اثربخشی عضلانی صاف و کارآیی فشار خون را نشان می‌دهد (۹). همچنین دارای تحریک عصبی و همچنین رفتارهای جنسی در موش‌های نر باشد. و این عمل ممکن است به فعالیت تقویت‌کننده عصبی آنها نسبت داده شود. علاوه بر این، این افزایش عملکرد جفت‌گیری در موش‌ها را در مقایسه با افزایش انگیزه جنسی نشان داد و توانایی روغن میخک را برای مهار و جلوگیری از انزال زودرس گزارش داد. رفتار جنسی میخک در انسان با تحریک سطح تستوسترون افزایش یافته است. روغن میخک به عنوان سنتز ترومبوکسان و مهار کننده‌های تجمع پلاکت ثبت شده و فعالیت ضد انعقادی را نشان می‌دهد. علاوه بر این، روغن میخک مانع از تجمع پلاکت‌های ناشی از فاکتور فعال‌کننده پلاکت، اسید آرا شیدونیک یا کلاژن می شود، و نتایج نشان داد که روغن میخک در مهار کننده عاملی فعال کننده پلاکت و تجمع اسید آراشیدونیک نسبت به کلاژن کارآمدتر است. همچنین، اوژنول برای جلوگیری از بیوسنتز پروستاگلاندین، تشکیل ترومبوکسان B2 و تجمع پلاکت ناشی از اسید آراشیدونیک در شرایط آزمایشگاهی گزارش شده است (۶). اثر ضد سپاسم میوژنیک اوژنول در عضله صاف هوایی موشها تاییدشده است. مشخص شد که با مسدود کردن کانال های +Ca2باعث افزایش انتشارCa2 از شبکه سارکوپلاسمی و کاهش حساسیت پروتئین‌های انقباضی به CA2 می‌شوند. اوژنول و آنالوگ های آن با جلوگیری از مونوآمین اکسیداز، اثر ضد افسردگی در داخل بدن را نشان دادند (۲).

روغن میخک و اوژنول حاصل از ان دارای اثرات ضددرد، بیهوشی و ضد عفونی‌کننده می‌باشد. معمولاً

در دندانپزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اثر ضد التهابی را در برابر ماکروفاژهای موش نشان می‌دهد. اوژنول اثربخشی ضد باکتریایی قوی در برابر سویه‌های مختلف باکتریهای گرم مثبت و گرم منفی نشان داد و فعالیت ضدمیکروبی بیشتری را هنگام ترکیب با آنتی بیوتیک‌های جنتامایسین، β- لاکتام و وانکومایسین دارد. اثربخشی ضدقارچ روغن اوژنول و میخک به سمت مخمرها و قارچ‌های رشته‌ای، از جمله قارچ‌های مختلف بیماری‌زا انسان و گونه‌های قارچی ناشی از مواد غذایی بررسی شده است. اوژنول با جلوگیری از تکثیر ویروسی و کاهش عفونت ویروسی، فعالیت ضدویروسی را در برابر HSV-1 و تبخال Simplex -2 (HSV-2) دارد. اوژنول جدا شده از عصاره‌های میخک و روغن‌های اساسی آنها نشان می‌دهد که دارای اثرات آنتی اکسیدان و ضد میکروبی دارد (۵). اثرات ضدالتهابی اوژنول به اثر آن برای جلوگیری از شیمی در مانی نوتروفیل/ماکروفاژ و سنتز پروستاگلاندین و همچنین آنزیم سیکلوکسیژناز II نسبت داده می شود .علاوه بر این، دیمرهای اوژنول با مهار بیان سیتوکین ها در ماکروفاژها عوارض شیمی درمانی را کاهش می‌دهد. اوژنول دارای اثرات بهبودی بر آرتریت می باشد و بنابراین می‌تواند در درمان آرتروز استفاده شود. اثر مستقیم اوژنول در مهار فعال‌سازی NF-κB ناشی از فاکتور نکروز تومور (TNFα) و جلوگیری از فعالیت سیکلوکسیژناز (COX-2) در LPS تحریک‌کننده ماکروفاژها با مقدار IC50 برابر با ۲/۷ میکرومتر در سلولهای سالم بررسی شد. علاوه بر این، اوژنول از ماکروفاژهای محافظت شده از اختلال عملکرد سلولی ناشی از مواد شیمیایی محافظت می‌کند و واسطه‌های PRO/ضد التهابی را تثبیت می‌کند. اوژنول به دلیل فعالیت ضدسرطان در برابر تومورهای پوستی، ملانوما، سرطان معده، لوسمی و سرطان پروستات با تنظیم انکوژن و مسیر وابسته به کاسپاز مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان مثال، اوژنول و بی‌فنیل (S)- ۶، ۶′-Dibromo-dehydrodieugenol با تحریک آپوپتوز جزئی، اثربخشی ضدپرولیفراتیو را بر روی سلولهای تومور عصبی ایجاد می‌کند شکل اپوکسید اوژنول به عنوان یک درمان قوی برای تحریک آپوپتوز در سلولهای سرطانی پستان انسان گزارش شده است (۱۳). علاوه بر این، اوژنول از سرطان پستان مرتبط با انکوژن های مختلف یعنی NF-κB و سیکلین D1 جلوگیری می‌کند و همچنین سرطان پستان را به روش مستقل p53 مسدود و پروتئین مهار کننده وابسته به سیکلین را تنظیم کرد و این فعالیت ضدپرولیفراتیو به طور قابل توجهی در تومور سینه انسانی مورد توجه قرار گرفته است. غلظت سیتوتوکسیک اوژنول باعث کاهش ATP و تقویت متابولیت‌های گلیکولیتیک و پلی آمین‌ها در سلولهای خوراکی طبیعی و سرطان سلول سنگفرشی خوراکی شده است، که نشان دهنده القای مرگ و میر سلول غیربرنامه‌ریزی شده است. توانایی اوژنول در جلوگیری از متاستاز مرتبط با استرس اکسیداتیو با مسدود کردن اثربخشی ماتریس متالوپروتئیناز در سلول های HT1080ناشی از PMA نشان دادند (۶). امروزه، شیمی درمانی ترکیبی به عنوان مهمترین استراتژی برای کاهش بیماریهای جدی از جمله سرطان برای کاهش دوز داروها گزارش می‌شود و منجر به کاهش علائم سمی آنها و همچنین مقاومت به دارو می شود. اوژنول و درمان ترکیبی ۵-fluorouracil اثر سمیت سلولی بیشتری نسبت به سلول‌های سرطانی دهانه رحم نشان می‌دهند.

اوژنول و روغن میخک با استفاده از مکانیسم عملکرد متفاوت، تأثیر قدرتمندی بر کبد چرب و دیس لیپیدمی دارند. که شامل استرس اکسیداتیو با کاهش آسیب اکسیداتیو است. آزمایشات نشان داد که تجویز اوژنول در ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم ۴ روز قبل و ۶ روز همراه با جنتامایسین سرکوب آسیب اکسیداتیو ناشی می‌باشد. علاوه بر این، پیش درمانی اوژنول در موش‌ها باعث ترشح اسید معده، زخم معده و فعالیت پپسین ناشی از درمان ایندومتاسین و افزایش غلظت مخاط معده می‌شود (۱۰). متابولیسم اوژنول در داوطلبان سالم زن و مرد مورد بررسی قرار گرفته است. اوژنول پس از تجویز خوراکی به راحتی جذب می‌شود و به سرعت با نیمه عمر ۱۴ و ۱۸ ساعت به

پلاسما و خون می‌رسد و تأثیر آن پس از تجویز روزانه برای درمان درد نوروپاتیک مشاهده شده است. پس از آن، اوژنول به اسید گلوکورونیک یا ترکیب سولفات در کبد متابولیزه می‌شود. متیلوژنول با عملکرد آنزیم‌های مختلف CYP 450 به اپوکسید ۲ ′، ۳ ′-(آلیلی) یا هیدروکسی متابولیزه می‌شود. متابولیسم اوژنول با همان مسیر فعال‌سازی نشان داده شده است و به نظر می‌رسد شکل ژنوتکسیک و سرطان زا اوژنول در مقایسه با متیلوژنول ناچیز است و در طول ۲۴ ساعت به شکل کونژوگه شده در ادرار دفع می‌شود. مسیرهای متابولیک ثانویه شامل اکسیداسیون پیوند دو زنجیره جانبی به اپوکسید و سپس هیدرولیز شدن به دیول و اکسیداسیون اضافی به ایزوژنول همراه با اکسیداسیون آلیلی و سپس کاهش پیوند مضاعف زنجیره جانبی است. کمتر از ۰/۱ ٪ از دوز اوژنول به صورت غیر منا سب در ادرار تر شح شد، در حالی که ۹۵ ٪ از دوز آن در ادرار ترمیم شد، بیشتر از ۹۹ ٪ از ترکیبات فنولیک و ۵۰ ٪ به عنوان اوژنول گلوکورونید و سولفات یافت شد. سازمان غذا و داروی ایمنی جوانه‌های میخک، روغن میخک، اوژنول و اولئورسین ها را به عنوان یک مکمل غذایی تأیید کرده است. با این حال، اخیراً توجه قابل توجهی در مورد سمیت آن وجود دارد فعالیت‌های سمیت سلولی اوژنول را در شرایط آزمایشگاهی در برابر فیبروبلاستهای انسانی و سلول‌های اندوتلیال بررسی کرده‌اند (۱۵). از طرف دیگر، گزارش‌های دیگر نشان می‌دهد که اوژنول هنگام استفاده در دندانپزشکی از کارآیی آلرژیک کمتری برخوردار است. علاوه بر این، اوژنول و در زوج های نابارور دارای اثر اسپرمیک در شرایط آزمایشگاهی است سازمان بهداشت جهانی مقدار قابل قبول روزانه میخک در انسان ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن را تاییدکرده است.

نتیجه‌گیری

فرایند اولترا سوند و استخراج عصاره گیاهان دارویی در دمای پایین به منظور حفظ ساختار ترکیبات دارویی و نقش حلال در بازده ترکیب استخراج شده اوژنول بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

تقدیر و تشکر

با تشکر از دانشگاه پیام نور که با حمایت آزمایشگاهی این کار پژوهشی به سرانجام رسید

ملاحظات اخلاقی

مقاله حاضر زیر نظر کمیته اخلاق دانشگاه پیام نور و با کد اخلاقی به شناسه IR.PNU.REC.1403.510 انجام گرفته است.

مشارکت نویسندگان

هادی جباری نگارش و ویراستاری مقاله را برعهده داشت و سکینه مرادخانی داده‌ها را تجزیه، تحلیل و آن را تفسیر کرد.

References

1. Talaei A, Forouzanfar F, Akhondzadeh S. Medicinal Plants in the Treatment of Obsessive-Compulsive Disorder: A Review. Curr Drug Discov Technol. 2021;18(1):8-16.
2. Cao X, Xie H, Song M, Zhao L, Liu H, Li G, Zhu JK. Simple method for transformation and gene editing in medicinal plants. J Integr Plant Biol. 2024;66(1):17-19.
3. Maleš Ž, Drvar DL, Duka I, Žužul K. Application of medicinal plants in several dermatovenerological entities. Acta Pharm. 2019;69(4):525-531.
4. Sirivibulkovit K, Nouanthavong S, Sameenoi Y. Paper-based DPPH Assay for Antioxidant Activity Analysis. Anal Sci. 2018;34(7):795-800.
5. Baliyan S, Mukherjee R, Priyadarshini A, Vibhuti A, Gupta A, Pandey RP, Chang CM. Determination of Antioxidants by DPPH Radical Scavenging Activity and Quantitative Phytochemical Analysis of Ficus religiosa. Molecules. 2022;27(4):1326.
6. Rumpf J, Burger R, Schulze M. Statistical evaluation of DPPH, ABTS, FRAP, and Folin-Ciocalteu assays to assess the antioxidant capacity of lignins. Int J Biol Macromol. 2023;233:123470.
7. Huang G, Mei X, Hu J. The Antioxidant Activities of Natural Polysaccharides. Curr Drug Targets. 2017;18(11):1296-1300.
8. Acharya S, Jali P, Pradhan M, Pradhan C, Mohapatra PK. Antimicrobial and Antioxidant

Property of a True Mangrove Rhizophora apiculata Bl. Chem Biodivers. 2023;20(9):e202201144.
9. Bian L, Sun H, Zhou Y, Tao Y, Zhang C. Enhancement of Antioxidant Property of N-Carboxymethyl Chitosan and Its Application in Strawberry Preservation. Molecules. 2022;27(23):8496.
10. Li Y, Kong D, Fu Y, Sussman MR, Wu H. The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. Plant Physiol Biochem. 2020;148:80-89.
11. Romano B, Lucariello G, Capasso R. Topical Collection "Pharmacology of Medicinal Plants". Biomolecules. 2021;11(1):101.
12. Ayeni EA, Gong Y, Yuan H, Hu Y, Bai X, Liao X. Medicinal Plants for Anti-neurodegenerative diseases in West Africa. J Ethnopharmacol. 2022;285:114468.
13. Shen YL, Li XQ, Pan RR, Yue W, Zhang LJ, Zhang H. Medicinal Plants for the Treatment of Hair Loss and the Suggested Mechanisms. Curr Pharm Des. 2018;24(26):3090-3100.
14. Niazian M. Application of genetics and biotechnology for improving medicinal plants. Planta. 2019;249(4):953-973.
15. Sun M, Xu S, Mei Y, Li J, Gu Y, Zhang W, Wang J. MicroRNAs in Medicinal Plants. Int J Mol Sci. 2022;23(18):10477.