مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

اثر ضد قارچی عصاره آبی، هیدروالکلی و اولتراسونیک موسیر بر *آسپرژیلوس نایجر* و *پنی سیلیوم اکسپانسوم* جدا شده از پنیر کپک زده

مهدی شریفی سلطانی*[1]، فاطمه قدیری لنگری[2]

۱- نویسنده مسئول، استادیار گروه دامپزشکی، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران.

۲- دانش آموخته گروه دامپزشکی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۲۰

تاریخ داوری: ۱۴۰۴/۰۹/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۲۳

کلمات کلیدی:

عصاره موسیر،

ضد قارچی،

حداقل غلظت ممانعت از رشد،

حداقل غلظت کشنده.

DOI: 10.48311/fsct.2026.117596.82927

* مسئول مکاتبات:

sharifisoltani_m@iau.ac.ir

چکیده

آلودگی مواد غذایی به کپک‌ها، یکی از چالش‌های مهم در صنایع غذایی به شمار می‌رود. هدف از این پژوهش، مطالعه و مقایسه اثرات ضد قارچی عصاره‌های آبی، هیدروالکلی (اتانولی) و اولتراسونیک حاصل از گیاه موسیر، بر رشد این دو کپک بود. کپک مورد مطالعه از فساد پنیر سفید ایرانی کپک‌زده جدا شدند. عصاره‌های آبی و هیدروالکلی موسیر به ترتیب با حلال آب مقطر و الکل اتانول ۷۰ درصد با استفاده از دستگاه سوکسله؛ و عصاره اولتراسونیک با بهره‌گیری از حمام فراصوت در دمای ۴۵ درجه سلسیوس و توان ۲۰ کیلوهرتز به مدت ۲۰ دقیقه به دست آمدند. فعالیت ضد قارچی عصاره‌ها بر اساس تعیین حداقل غلظت ممانعت از رشد (MIC) و حداقل غلظت کشنده (MFC) مورد ارزیابی قرار گرفت و تجزیه‌وتحلیل میانگین داده‌ها با آنالیز واریانس دوطرفه و تست دانکن با سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. نتایج نشان داد که عصاره‌های آبی، هیدروالکلی و اولتراسونیک بر روی هر دو قارچ مورد مطالعه اثر ضد میکروبی داشتند. قوی‌ترین MIC و MFC به‌دست‌آمده به ترتیب مربوط به عصاره‌های اولتراسونیک، هیدروالکلی و آبی بود ($P<0.05$). همچنین مشخص شد که *پنی سیلیوم اکسپانسوم* در مقایسه با *آسپرژیلوس نایجر* در برابر همه انواع عصاره‌ها مقاوم‌تر بود و مقادیر بالاتری از عصاره برای مهار رشد و کشتن قارچ لازم بود ($P<0.05$). تفاوت بین ترکیبات مؤثره عصاره‌های آبی، هیدروالکلی و اولتراسونیک موسیر می‌تواند نشان‌دهنده نقش کلیدی ترکیبات ضد قارچی موجود در عصاره باشد.

۱-مقدمه

محصولات لبنی تخمیری، به‌ویژه پنیر، به دلیل تنوع و خواص تغذیه‌ای بالا، جایگاه ویژه‌ای در سبد غذایی انسان دارند [۱]. بااین‌حال ، فرآیندهای تولید و نگهداری پنیر می‌تواند بسترساز رشد میکروارگانیسم‌های مختلف، ازجمله قارچ‌های رشته‌ای باشد که منجر به فساد محصول، کاهش کیفیت و در مواردی تولید متابولیت‌های ثانویه سمی (مایکوتوکسین‌ها) می‌شوند. قارچ‌های جنس آسپرژیلوس و پنی سیلیوم از جمله عوامل اصلی فساد در انواع پنیرها محسوب می‌شوند که می‌توانند طیف وسیعی از پنیرها را آلوده کرده و سبب تغییرات نامطلوب در طعم، بو، بافت و رنگ آن‌ها گردند. راه‌کار حذف این مشکل استفاده از ترکیبات ضد قارچی در زمان تولید یا رسیدن پنیر است [۲،۳].

با افزایش نگرانی‌های عمومی نسبت به مصرف مواد نگه‌دارنده سنتتیک و مقاومت‌های میکروبی روزافزون، توجه به منابع طبیعی به‌عنوان جایگزین‌های ایمن و مؤثر برای کنترل فساد میکروبی در صنایع غذایی، به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. گیاهان دارویی، به دلیل دارا بودن ترکیبات زیست فعال متنوع با خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی پتانسیل بالایی در این زمینه از خود نشان داده‌اند [٤].

گیاه موسیر (*Allium stipitatum*)، همانند سایر اعضای جنس آلیوم (Allium)، سرشار از ترکیبات بیواکتیو و از گیاهان بومی خاورمیانه و آسیای مرکزی است که علاوه بر مصارف غذایی، از دیرباز در طب سنتی برای درمان بیماری‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. تحقیقات علمی اخیر نیز بر خواص دارویی متعدد این گیاه، ازجمله فعالیت‌های ضد باکتریایی، ضد ویروسی، ضدالتهابی و ضد سرطانی آن تأکید کرده‌اند [۵،٦،۷]. ترکیبات آلی گوگردی (Organosulfur Compounds)، ساپونین‌ها (Saponins) و فلاونوئیدها (Flavonoids) به‌عنوان ترکیبات اصلی مسئول این خواص معرفی شده‌اند [۸]. سایر ترکیبات مانند آلیل پروپیل دی سولفید (Allyl Propyl Disulfide)، دی‌آلیل دی سولفید (Diallyl Disulfide)، دی‌آلیل تری سولفید (Diallyl Trisulfide) و آژوئن (Ajoene) نیز از موسیر جدا شده‌اند که در واقع فرآورده‌های تجزیه آلیین (Alliin) هستند [۹]. این ترکیبات دارای بوی مشخص موسیر بوده و قدرت ضد باکتری، ضد قارچ و ضد ویروس قابل‌توجهی دارند [۱۰]. مکانیسم اصلی ضد قارچی آن‌ها شامل واکنش با گروه‌های تیول (SH-) در پروتئین‌ها و آنزیم‌های میکروبی، اختلال در عملکرد آن‌ها و آسیب به غشای سلولی، نشت محتویات سلولی و مرگ است [۱۱].

هدف از انجام این تحقیق جداسازی کپک‌های اصلی فاسد کننده پنیر و مطالعه اثرات ضد قارچی عصاره موسیر بر آنها در شرایط آزمایشگاهی بوده است.

۲- روش کار

۲-۱. جداسازی کپک

برای این کار ابتدا پنیر پاستوریزه تازه کم‌چرب سفید ایرانی (دوشه هراز، ایران) تهیه شد و در آن باز پس از ضدعفونی با الکل اتانول ۷۰ درجه باز شد و زیر هود آزمایشگاهی به دور از آلودگی ثانویه و در دمای محیط به مدت ۷ روز نگهداری شد تا کپک بزند (قابل دیده شدن با چشم). کپک ایجاد شده روی پنیر به‌صورت استریل جدا شدند و جنس و گونه کپک‌ها توسط متخصص قارچ‌شناس دانشگاه به روش اسلاید کالچر زیر میکروسکوپ نوری (نیکون، ژاپن) شناسایی گردیدند.

۲-۲. تهیه عصاره موسیر

موسیر تازه پس از تأیید گروه باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به آزمایشگاه شیمی و تجزیه خوراک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل منتقل شد. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده به‌طور کامل چند بار با آب تمیز شستشو داده شد و بعد از حذف کامل آب، به‌طور لایه‌لایه برش داده شد و در جریان هوای گرم ٤۰ درجه سلسیوس به دور از نور خورشید کاملاً خشک و سپس توسط آسیاب برقی (بست، چین) پودر گردید، پودر موسیر الک (دماوند،

ایران) شد تا عمل عصاره‌گیری با راندمان بالاتری انجام شود. برای عصاره گیری از دستگاه سوکسله استفاده شد (۵۰ گرم از پودر موسیر و ٤۵۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درجه (مرک، آلمان))؛ پس از ۳ ساعت دستگاه خاموش شد و حلال با استفاده از دستگاه روتاری خلأ (ایکا، آلمان) تبخیر شد. عصاره تا زمان آزمایش‌ها در یخچال نگهداری شد [۱۲]. برای تهیه عصاره هیدروالکلی از اتانول ۷۰ درصد به‌جای آب مقطر استفاده شد [۱۳].

۲-۳. تهیه عصاره التراسونیک

برای تهیه عصاره اولتراسونیک، ۱۰ گرم از گیاه با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۲۰ دقیقه در حمام فراصوت (ایزی الما، آلمان) با دمای ٤۵ درجه سلسیوس و توان ۲۰ کیلو هرتز قرار گرفتند. به این روش و در اثر شکست بافتی عصاره گیاه خارج شد. سپس عصاره از کاغذ صافی عبور داده شد و حلال آن توسط روتاری تبخیر شد. عصاره به‌دست‌آمده تا زمان انجام آزمایش به دور از نور خورشید در یخچال نگهداری شد [١٤].

۲-٤. تعیین حداقل غلظت ممانعت از رشد (MIC)

برای تعیین حداقل غلظت ممانعت از رشد قارچی توسط عصاره موسیر از روش ۱۱ لوله استفاده شد. در همه لوله‌ها میلی‌لیتر محیط کشت سابورو دکستروز براث (مرک، آلمان) بود. سپس در لوله اول ۱ میلی‌لیتر عصاره رقیق شده موسیر (۱ به ٤ با DMSO (مرک، آلمان)) اضافه شد و کاملاً مخلوط گردید، این از این لوله ۱ میلی‌لیتر به لوله دوم منتقل شد و سایر لوله‌ها نیز به این شکل تهیه شدند، در انتها به همه لوله‌ها ۱۰ میکرولیتر سوسپانسیون قارچی اضافه شد به جز لوله ۱۱، تمامی تمام لوله‌ها در انکوباتور (ممرت، آلمان) ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت انکوبه شدند، اولین لوله که حاوی کمترین غلظت عصاره موسیر بود و فاقد کدورت بود به‌عنوان حداقل غلظت ممانعت از رشد در نظر گرفته شد. این آزمون با سه تکرار انجام شد [۱۵].

برای تهیه سوسپانسیون قارچی در شرایط کاملاً استریل از کلنی خالص سوسپانسیون قارچی تهیه شد. قارچ در انکوباتور رشد کرد و از اسپور جدا شده نمونه گرفته شد و در محیط محیط کشت سابورو دکستروز براث ریخته شد. با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر (Unico، چین) و طول موج ۵۲۰ نانومتر شفافیت (Transmitance) محلول رقیق کننده یعنی محیط کشت سابورو دکستروز براث به ۹۰ درصد رسانده شد؛ به‌عبارتی هر میلی‌لیتر از سوسپانسیون حاوی ۱×۱۰^{٦} کلنی بود [۱۵].

۲-۵. تعیین حداقل غلظت کشنده قارچ (MFC)

برای تعیین حداقل غلظت کشنده قارچ از لوله مربوط به MIC و لوله قبل و بعد از آن کشت سطحی بر روی محیط کشت سابورو دکستروز آگار (مرک، آلمان) انجام شد. تمامی پلیت ها در انکوباتور ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت انکوبه شدند، کمترین غلظت عصاره که رشد کپک در آن رخ نداد به‌عنوان حداقل غلظت کشنده در نظر گرفته شد. این آزمون با سه تکرار انجام شد [۱۵].

۲-٦. آنالیز آماری

نتایج آزمون‌های میکروبی به‌صورت میانگین و انحراف معیار ارائه شدند، آنالیز میانگین داده‌ها به روش آنوای دوطرفه و تست دانکن با سطح اطمینان ۹۵ درصد توسط نرم‌افزار ۲۰ SPSS انجام شد و نمودارها توسط ۲۰۱٦ EXCEL رسم گردید.

۳- یافته‌ها

با بررسی قارچ‌ها در روش اسلاید کالچر مشخص شد که *آسپرژیلوس نایجر* و *پنی سیلیوم اکسپانسوم* دو قارچی بودند که از پنیر کپک‌زده جدا شدند.

بررسی آزمون‌های میکروبی نشان داد که حداقل غلظت ممانعت از رشد *آسپرژیلوس نایجر* توسط عصاره‌های آبی، هیدروالکلی و اولتراسونیک موسیر به شکل معنی‌داری

(P<۰.۰۵) از حداقل غلظت ممانعت از رشد *پنی سیلیوم اکسپانسوم* پایین‌تر بوده است و در همواره بیشترین اثر ضد قارچی بر روی *آسپرژیلوس نایجر* مشاهده شد (جدول ۱).

Table 1. Minimum Inhibitory Concentration (MIC) of aqueous, hydroalcoholic and ultrasonic extracts of shallot (µg/ml)

Extract	*Penicillium expansum*	*Aspergillus niger*
	Mean ± SD	Mean ± SD
Aqueous	100 ± 0.0 ^{Cb}	62.5 ± 25.0 ^{Ca}
Hydroalcoholic	43.75 ± 12.5 ^{Bb}	18.75 ± 7.21 ^{Ba}
Ultrasonic	10.93 ± 3.12 ^{Ab}	5.46 ± 1.56 ^{Aa}

Different capital letters (A, B, …) in each column indicate significant differences (P<0.05).
Different lowercase letters (a, b, …) in each row indicate significant differences (P<0.05).

در مطالعه حداقل غلظت کشنده قارچی مشخص شد که عصاره آبی موسیر در غلظتی بالاتر از ۱۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر قادر به کشتن *آسپرژیلوس نایجر* است. نتایج نشان دادند که قدرت زنده مانی *پنی سیلیوم اکسپانسوم* در برابر عصاره‌های موسیر نسبت به *آسپرژیلوس نایجر* بالاتر است (جدول ۲).

Table 2. Minimum Fungicidal Concentration (MFC) of aqueous, hydroalcoholic and ultrasonic extracts of shallot (µg/ml) on *Aspergillus niger* and *Penicillium expansum*

Extract	*Penicillium expansum*	*Aspergillus niger*
	Mean ± SD	Mean ± SD
Aqueous	> 100	100 ± 0 ^{C}
Hydroalcoholic	75 ± 28.86 ^{Ba}	37.5 ± 14.43 ^{Ba}
Ultrasonic	21.78 ± 6.25 ^{Ab}	9.37 ± 3.61 ^{Aa}

Different capital letters (A, B, …) in each column indicate significant differences (P<0.05).
Different lowercase letters (a, b, …) in each row indicate significant differences (P<0.05).

٤- بحث

استفاده از خصوصیات ضد میکروبی گیاهان دارویی به شکل عصاره و عطرمایه یک راهکار هوشمندانه برای استفاده از این منابع ضد میکروب طبیعی در غذا است؛ با این کار علاوه بر استفاده از خصوصیات ضد میکروبی می‌توان از خصوصیاتی همچون بو، طعم و رنگ گیاه را نیز در صورت نیاز، بهره برد [۱۶]. گیاه موسیر از دیرباز به‌عنوان طعم‌دهنده مورد استفاده بوده است ولی تکه‌های آن خصوصیات ضد میکروبی زیادی ندارند ولی تحقیقات مختلف نشان داده است که عصاره و عطرمایه گیاه اثر ضد میکروبی دارند [۱۷]. اگرچه عطرمایه اثر ضد میکروبی بیشتری دارد ولی مشکل استفاده از عطرمایه ایجاد بوی قوی در غذا است که همیشه مورد تأیید تیم تولید نیست. لذا استفاده از عصاره راهکار مناسب‌تری است که به دلیل خصوصیات ضد میکروبی کم‌تر استفاده از این روش با محدودیت همراه است.

در تحقیق حاضر خصوصیات ضد کپکی عصاره‌های آبی، هیدروالکلی و اولتراسونیک مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان دادند که اثر ضد میکروبی عصاره اولتراسونیک از سایر عصاره‌ها بیشتر بوده است. به‌طوری‌که به ترتیب در غلظت ۵/٤٦ میکروگرم در میلی‌لیتر از رشد *آسپرژیلوس نایجر* و در غلظت ۱۰/۹۳ میکروگرم در میلی‌لیتر از رشد *پنی سیلیوم اکسپانسوم* جلوگیری کردند.

علت خصوصیات ضد میکروبی گیاه موسیر به دلیل وجد ترکیبات موجود در آن است که ازنظر ساختار شیمیایی فنولی و فلاوونوئیدی هستند و خصوصیت ضد میکروبی آنها به اثبات رسیده است. ولی دلیل برتری عصاره اولتراسونیک

موسیر در خصوصیات ضد قارچی نسبت به سایر عصاره‌ها دلایل متعددی دارد؛ دلیل اول به مکانیزم استخراج عصاره مربوط است؛ در روش استخراج به کمک امواج فراصوت، از امواج صوتی با فرکانس بالا استفاده می‌شود که باعث ایجاد پدیده‌ی کاویتاسیون (Cavitation) می‌شوند. در نتیجه این پدیده حباب‌ها در محیط حلال می‌ترکند و باعث شکستن بیشتر دیواره سلول موسیر می‌شوند و در نتیجه ترکیبات فعال زیستی مانند ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و ترکیبات گوگرددار بیشتری از بافت موسیر آزاد می‌شوند [۱۸]؛ دلیل دوم این است که روش اولتراسونیک حرارت کمتری نسبت به روش‌های معمول دارد، پس ترکیبات حساس به حرارت مثل آلیسین تخریب نمی‌شوند و غلظت بالاتر مواد فعال منجر به قدرت ضد قارچی بیشتری می‌شود [۱۹].

حلال عصاره اتانولی نیمه قطبی است که باعث می‌شود تا فلاونوئیدها، آلیسین، ترکیبات فنولی و برخی ترکیبات گوگرددار نسبتاً بالاتری نسبت به عصاره آبی داشته باشد که به دلیل قطبی بودن بیشترین غلظت قند، پروتئین و ترکیبات محلول در آب را دارد [۲۰].

به‌عبارتی‌دیگر اتانول به دلیل قطبیت متوسط، توانایی حل کردن هر دو نوع ترکیب (قطبی و نیمه قطبی) را دارد اما آب فقط ترکیبات کاملاً قطبی را استخراج می‌کند و ترکیبات ضد قارچی اصلی موجود در موسیر مثل آلیسین و سولفیدها، عمدتاً نیمه قطبی یا چربی‌دوست هستند [۲۱] و این موضوع توجیه‌کننده خصوصیات ضعیف‌تر عصاره آبی موسیر است.

در بررسی گونه‌ها، *آسپرژیلوس نایجر* نسبت به سایر قارچ‌ها حساسیت بیشتری به عصاره‌های موسیر نشان داد، درحالی‌که *پنی سیلیوم اکسپانسوم* مقاومت نسبی بالاتری داشت. بااین‌حال، در همه‌ی موارد، الگوی اثر یکسان بود و عصاره اولتراسونیک بیشترین و عصاره آبی کمترین مهار رشد را ایجاد کرد. در مطالعات مختلف مشخص شده بود که جنس آسپرژیلوس نسبت به پنی سیلیوم مقاومت کمتری در برابر عطرمایه و عصاره گیاهی دارند برای مثال، اثر ضد قارچی عصاره متانولی سیر بر روی گونه‌های قارچی *آسپرژیلوس فلاووس*، *آسپرژیلوس نایجر*، *آسپرژیلوس فومیگاتوس* و گونه های پنی سیلیوم نتایج نشان داد که عصاره سیر اثر ضد قارچی قوی‌تری علیه جنس آسپرژیلوس نسبت به جنس پنی سیلیوم دارد [۲۲،۲۳،۲٤].

دلیل قدرت بالاتر پنی سیلیوم نسبت آسپرژیلوس در برابر خصوصیات ضد قارچی عصاره در تحقیقات قبلی بررسی شده است؛ مهم‌ترین دلیل تفاوت در ساختار و ترکیب دیواره سلولی این دو جنس قارچی است و تفاوت در نسبت کیتین، بتا گلوکان، مانان و پروتئین ازیک‌طرف و دیوار سلولی ضخیم‌تر یا ساختار مقاوم‌تر جنس پنی سیلیوم که مانع نفوذ ترکیبات فعال عصاره موسیر می‌شود می‌تواند توجیه کننده باشد [۲۵]. دلیل دوم وجود آنزیم‌های فسفاتاز، استراز یا اکسیداز قوی در جنس پنی سیلیوم است که ترکیبات فعال موجود در عصاره موسیر را بیشتر از آسپرژیلوس تجزیه و بی‌اثر می‌کند [۲٦]. دلیل سوم هم که در حد نظریه است عنوان می‌کند که عصاره موسیر حاوی ترکیبات پلی‌فنولی و فلاونوئیدی است که این ترکیبات روی جنس پنی سیلیوم کمتر خاصیت ضد قارچی دارند [۲۷].

۵- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از آزمون ضدقارچی عصاره‌های مختلف موسیر نشان داد که نوع روش استخراج تأثیر قابل‌توجهی بر میزان مهار رشد قارچ‌های مورد بررسی دارد. در آزمایش حاضر، عصاره اولتراسونیک کمترین مقادیر MIC و MFC را در برابر گونه‌های *آسپرژیلوس نایجر* و *پنی سیلیوم اکسپانسوم* نشان داد، درحالی‌که عصاره آبی دارای بیشترین مقادیر و در نتیجه ضعیف‌ترین اثر ضدقارچی بود. عصاره اولتراسونیک موسیر به دلیل کاویتاسیون سلولی و آزادسازی بیشتر ترکیبات فنولی و سولفوردار و حفظ ترکیبات حساس به حرارت قوی‌ترین اثر ضد قارچی را داشت؛ عصاره اتانولی به دلیل استخراج هم ترکیبات قطبی و هم نیمه قطبی اثر ضد قارچی متوسطی از خود نشان داد و عصاره آبی به دلیل عدم توانایی در استخراج ترکیبات لیپوفیل و سولفوردار مهم ضد قارچ موجود در موسیر اثر ضد قارچی ضعیفی از خود نشان داد. به‌طورکلی، نتایج حاضر بیانگر آن است که روش استخراج

اولتراسونیک می‌تواند با افزایش بازده استخراج ترکیبات فعال موسیر، فعالیت ضد قارچی آن را به‌طور معنی‌داری ارتقا دهد. بر این اساس، به‌کارگیری این روش برای تهیه عصاره‌های گیاهی با کاربردهای ضد قارچی طبیعی پیشنهاد می‌شود. همچنین انجام مطالعات مکمل جهت شناسایی دقیق‌تر ترکیبات مؤثر و بررسی هم‌افزایی احتمالی آن‌ها با سایر ترکیبات طبیعی ضد قارچ متداول می‌تواند در توسعه عوامل ضدقارچی گیاهی مؤثر باشد.

تأمین مالی

نویسنده اعلام می‌کند که هیچ بودجه‌ای دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام فعالیت‌ها توسط نویسنده انجام شده است.

منافع رقابتی

نویسنده تأیید می‌کند که هیچ گونه تضاد منافع مالی یا منافع رقابتی در این مطالعه ندارد.

٦- منابع

[1]Chen, G.C., Wang, Y., Tong, X., Szeto, I.M., Smit, G., Li, Z.N. and Qin, L.Q., 2017. Cheese consumption and risk of cardiovascular disease: a meta-analysis of prospective studies. *European journal of nutrition*, *56*(8), pp.2565-2575. https://doi.org/10.1007/s00394-016-1292-z

[2]Kure, C.F. and Skaar, I., 2019. The fungal problem in cheese industry. *Current Opinion in Food Science*, *29*, pp.14-19. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.07.003

[3]Garnier, L., Valence, F. and Mounier, J., 2017. Diversity and control of spoilage fungi in dairy products: An update. *Microorganisms*, *5*(3), p.42. https://doi.org/10.3390/microorganisms5030042

[4]Tiwari, P., Bajpai, M. and Sharma, A., 2023. Antimicrobials from medicinal plants: Key examples, success stories and prospects in tackling antibiotic resistance. *Letters in Drug Design & Discovery*, *20*(4), pp.420-438.

[5]Karunanidhi, A., Ghaznavi-Rad, E., Jeevajothi Nathan, J., Mohd Fauzi, F., Lung, L.T.T., Hamat, R.A. and Neela, V., 2018. Antifungal and antibiofilm activity of Persian shallot (Allium stipitatum Regel.) against clinically significant Candida spp. *Tropical Biomedicine*, *35*, pp.1-11. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33601768/

[6]Zorab, M.M., 2025. Protective effects of Allium stipitatum Regel. extract against streptozotocin-induced cytotoxicity in pancreatic beta cells: Implications for diabetes management. *Journal of Herbmed Pharmacology*, *14*(3), pp.366-374. https://doi.org/10.34172/jhp.2025.52912 or https://www.herbmedpharmacol.com/Article/jhp-52912#:~:text=Conclusion%3A%20Allium%20stipitatum%20extract%20supports,compounds%20and%20optimize%20its%20use.

[7]Hosseini, S., Zorab, M.M. and Zarei, M.A., 2024. Antioxidant, antibacterial, and α-glucosidase inhibition potential of three Allium species (Amaryllidaceae) from Iran. *Journal of Herbmed Pharmacology*, *13*(4), pp.674-684. https://doi.org/10.34172/jhp.2024.52634

[8]Jubair, N., Rajagopal, M., Chinnappan, S., Abdullah, N.B. and Fatima, A., 2021. Review on the antibacterial mechanism of plant-derived compounds against multidrug-resistant bacteria (MDR). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2021*(1), p.3663315. https://doi.org/10.1155/2021/3663315

[9]Lanzotti, V., Scala, F. and Bonanomi, G., 2014. Compounds from Allium species with cytotoxic and antimicrobial activity. *Phytochemistry Reviews*, *13*(4), pp.769-791. https://doi.org/10.1007/s11101-014-9366-0

[10]Zolfaghari, B., Barile, E., Capasso, R., Izzo, A.A., Sajjadi, S.E. and Lanzotti, V., 2006. The Sapogenin Atroviolacegenin and Its Diglycoside Atroviolaceoside from Allium a troviolaceum. *Journal of natural products*, *69*(2), pp.191-195. https://doi.org/10.1021/np0503350

[11]Fattorusso, E., Iorizzi, M., Lanzotti, V. and Taglialatela-Scafati, O., 2002. Chemical composition of shallot (Allium ascalonicum Hort.). *Journal of agricultural and food chemistry*, *50*(20), pp.5686-5690. https://doi.org/10.1021/jf020396t

[12]Sh, S.M.A., 2014. Evaluation of Cytotoxicity effect of aqueous and alcoholic total extract of shallot (Allium ascalonicum) on cancer cells derived from mammary tumors in rat and cell line (4T1) in mouse, and comparison with Taxol and carboplatin chemotherapy drugs. *Cell and Tissue Journal*, *5*(3), pp.253-261. https://jct.araku.ac.ir/?_action=articleInfo&article=9180&lang=fa&lang=en

[13]Mahmoudi, R., Amini, K., Fakhri, O. and Alem, M., 2014. Aroma profile and antimicrobial properties of alcoholic and aqueous extracts from root, leaf and stalk of nettle (Urtica dioica L.). *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food*

Sciences, *4*(3), p.220. https://doi.org/10.15414/jmbfs.2014-15.4.3.220-224
[14]Safarpoor, M., Ghaedi, M., Asfaram, A., Yousefi-Nejad, M., Javadian, H., Khafri, H.Z. and Bagherinasab, M., 2018. Ultrasound-assisted extraction of antimicrobial compounds from Thymus daenensis and Silybum marianum: Antimicrobial activity with and without the presence of natural silver nanoparticles. *Ultrasonics Sonochemistry*, *42*, pp.76-83. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.11.001
[15]Irkin, R. and Korukluoglu, M., 2007. Control of Aspergillus niger with garlic, onion and leek extracts. *African Journal of Biotechnology*, *6*(4). https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/56223
[16]Danish, P., Ali, Q., Hafeez, M.M. and Malik, A., 2020. Antifungal and antibacterial activity of aloe vera plant extract. *Biological and Clinical Sciences Research Journal*, 2020(1), pp.1-8. DOI: https://doi.org/10.54112/bcsrj.v2020i1.4
[17]Feknous, N., Boumendjel, M. and Leblab, F.Z., 2024. Updated Insights on the Antimicrobial Activities of Allium Genus (A Review). Russian Journal of Bioorganic Chemistry, 50(3), pp.806-823. https://doi.org/10.1134/S1068162024030257
[18]López-Romero, B.A., Luna-Bárcenas, G., García-Magaña, M.D.L., Anaya-Esparza, L.M., Zepeda-Vallejo, L.G., López-García, U.M., Ortiz-Basurto, R.I., Aguilar-Hernández, G., Pérez-Larios, A. and Montalvo-González, E., 2022. Extraction of acetogenins using thermosonication-assisted extraction from Annona muricata seeds and their antifungal activity. *Molecules*, 27(18), p.6045. https://doi.org/10.3390/molecules27186045
[19]Dai, L.X., Li, J.C., Miao, X.L., Guo, X., Shang, X.F., Wang, W.W., Li, B., Wang, Y., Pan, H. and Zhang, J.Y., 2021. Ultrasound-assisted extraction of five anthraquinones from Rheum palmatum water extract residues and the antimicrobial activities. *Industrial Crops and Products*, 162, p.113288. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113288
[20]Noshad, M., Alizadeh, B.B. and Dehghani, S., 2020. Evaluation of the effect of aqueous and ethanolic extraction methods on extraction yield, phenolic compounds, and antioxidant and antimicrobial activity of Stachys schtschegleevii extract. *Journal of food science and technology*. 17(100),117-125. [in persian] https://doi.org/10.52547/fsct.17.100.117
[21]Wens, A. and Geuens, J., 2022. In vitro and in vivo antifungal activity of plant extracts against common phytopathogenic fungi. *Journal of BioScience and Biotechnology*, 11(1), pp.15-21. https://doi.org/10.2174/1570180819666220620102427
[22]Fateh, R., NASIRI, K.M.J., Motevallian, M., Falahati, M. and Yazdanparast, A., 2010. In vitro antifungal activity of Allium hirtifolium in comparison with the miconazole. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*. 24(1) pp. 17-22 https://mjiri.iums.ac.ir/article-1-126-en.html
[23]Mohammadiani, E., Aliakbarlu, J., Ownagh, A. and Kaboudari, A., 2021. Antifungal interactions of Persian shallot (Allium hirtifolium) extracts and potassium sorbate against Aspergillus flavus and Penicillium citrinum. *Flavour and Fragrance Journal*, 36(3), pp.332-338. https://doi.org/10.1002/ffj.3645
[24]Zenat, M.E.A., Haque, N.N., Hasan, M.R., Begum, M.N., Munshi, J.L., Rahman, M.Z. and Alam, M.A., 2024. Antifungal activity of various plant extracts against aspergillus and penicillium species isolated from Leather-Borne Fungus. Microbiology *Research Journal International*, 34(1), pp.10-23. https://doi.org/10.9734/mrji/2024/v34i11422
[25]Li, Q., Zhao, Y. and Xie, Y., 2021. Paeonol disrupts the integrity of aspergillus flavus cell walls via releasing surface proteins, inhibiting the biosynthesis of β-1, 3-Glucan and promoting the degradation of chitin, and an identification of cell surface proteins. *Foods*, 10(12), p.2951. https://doi.org/10.3390/foods10122951
[26]Bai, Y., Yi, P., Zhang, S., Hu, J. and Pan, H., 2021. Novel antioxidants and α-glycosidase and protein tyrosine phosphatase 1b inhibitors from an endophytic fungus Penicillium brefeldianum F4a. *Journal of Fungi*, 7(11), p.913. https://doi.org/10.3390/jof7110913
[27]Bao, Z., Fan, M., Hannachi, K., Li, T., Zhao, J., Li, Y., Qian, H. and Wang, L., 2023. Antifungal activity of star anise extract against Penicillium roqueforti and Aspergillus niger for bread shelf life. *Food Research International*, 172, p.113225. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113225

.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Antifungal effect of aqueous, hydroalcoholic and ultrasonic extracts of shallot (*Allium stipitatum*) on *Aspergillus niger* and *Penicillium expansum* isolated from moldy cheese.

Mahdi Sharifi Soltani[1*], Fateme Ghadiri Langari[2]

1- Corresponding author, Assistant Professor, Department of Veterinary, Cha, C, Islamic Azad University, Chalus, Iran

2- Graduated from the Department of Veterinary, Babol, Islamic Azad University, Babol, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2025/09/23

Review: 2025/12/05

Accepted: 2025/12/14

Keywords:

Shallot (*Allium stipitatum*) extract, Antifungal, MIC (Minimum Inhibitory Concentration), MFC (Minimum Fungicidal Concentration).

DOI: 10.48311/fsct.2026.117596.82927

*Corresponding Author E-

sharifisoltani_m@iau.ac.ir

ABSTRACT

Contamination of food products by molds is a significant challenge in the food industry. The aim of this study was to investigate and compare the antifungal effects of aqueous, hydroalcoholic (ethanolic), and ultrasonic extracts of the shallot (*Allium stipitatum*) on these two molds. Molds were isolated from spoilaged Iranian white cheese. Aqueous and hydroalcoholic extracts were prepared using distilled water and 70% ethanol by Soxhlet extraction, respectively, and the ultrasonic extract was obtained using an ultrasonic bath at 45°C and 20 kHz for 20 minutes. Antifungal activity of the extracts was evaluated by determining the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum fungicidal concentration (MFC), data were analyzed using two-way ANOVA and Duncan's test with a 95% confidence level. The results demonstrated that aqueous, hydroalcoholic, and ultrasonic extracts exhibited antimicrobial effects against both fungi. ultrasonic extract of shallot had the strongest inhibitory and fungicidal effects against both fungi ($P<0.05$). Additionally, *Penicillium expansum* was more resistant to all extract types compared to *Aspergillus niger*, requiring higher extract concentrations for inhibition and fungicidal effect ($P<0.05$). The differences between the active compounds of shallot aqueous, hydroalcoholic and ultrasonic extracts could indicate the key role of the antifungal compounds present in the extract.