تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد۲۲ / شماره /۷٤ / بهار و تابستان / ۱٤۰۲ / ص ۸۱-۹٦

سایت مجله: https://fooder.areeo.ac.ir

نوع مقاله: پژوهشی

ارزیابی اثر ضد میکروبی عصاره پست‌بیوتیک حاصل از لاکتوباسیلوس کازئی بر اشریشیا کلی، استافیلوکوکوس اورئوس، پنی سیلیوم نوتاتوم و کاندیدا آلبیکانس به روش انتشار در چاهک

سمیرا حسینی*[۱] و عزیز همایونی راد[۲]

*۱ و ۲ - به ترتیب: کارشناس ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی و استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۱۰/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۳

چکیده

انسان همیشه به دنبال راهی برای حفظ مواد غذایی در برابر تخریب شیمیایی، میکروبی و بیماری‌زاهای غذایی است. مصرف پروبیوتیک‌ها امروزه با چالش‌هایی روبه‌رو است. برای برون‌رفت از این بن‌بست می‌توان پروبیوتیک‌ها را تبدیل به پست بیوتیک کرد و در تیمار بیماری‌های مختلف به کار گرفت پست بیوتیک‌ها منبع انرژی قابل توجهی را برای سلول‌های اپیتلیال روده بزرگ فراهم می‌کنند و در رشد و تمایز آنها نقش دارند. برای ارزیابی اثر ضدمیکروبی، عصاره پست‌بیوتیک از باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* استخراج و علیه بیماری‌زاهای *اشریشیا کلی*، *استافیلوکوکوس اوروس*، *پنی‌سیلیوم نوتاتوم* و *کاندیدا آلبیکانس* با روش انتشار در چاهک و اندازه‌گیری قطر هاله عدم رشد ارزیابی شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از شاخص‌های چولگی (skewness) و کشیدگی (kurtosis) استفاده شد. در ارزیابی اثر ضدمیکروبی عصاره پست‌بیوتیک به روش انتشار در چاهک، بزرگ‌ترین قطر در غلظت ۸۰۰µl/ml در باکتری‌های *اشریشیا کلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* تشکیل شد. اما در *پنی‌سیلیوم نوتاتوم* و *کاندیدا آلبیکانس* بعد از سه بار تکرار هیچ‌گونه هاله عدم رشد مشاهده نشد. با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که پست‌بیوتیک می‌تواند علیه باکتری‌های بیماری‌زا از جمله *اشریشیا کلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* اثر مهارکنندگی داشته باشد. نتایج به دست آمده در اندازه‌گیری قطر هاله عدم رشد بیماری¬زاهای ارزیابی شده نشان از تفاوت در اثر عصاره پست‌بیوتیک دارد.

واژه‌های کلیدی: انتشار در چاهک، بیماری‌زا، پاتوژن، پروبیوتیک، پست‌بیوتیک، لاکتوباسیلوس کازئی

نویسنده مسئول: Email: samira2hoseini@gmail.com

http://doi: 10.22092/FOODER.2023.357471.1326

© 2023,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

بیماری‌های عفونی دومین عامل مرگ و میر در سراسر جهان هستند (Husby *et al.*, 2020). در سه دهه گذشته، کاربرد پروبیوتیک‌ها به عنوان یکی از عوامل کنترل زیستی برای پیشگیری و درمان اختلالات روده‌ای و معده‌ای توجه زیادی را به خود جلب کرده است (Zendeboodi *et al.*, 2020). از آنجا که در سال ۲۰۰۶ استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها برای رشد دام‌ها ممنوع گردید، پروبیوتیک‌ها و سایر مواد افزودنی خوراکی مورد توجه صنعتگران قرار گرفت. پروبیوتیک‌ها در دستگاه گوارش با جلوگیری از چسبندگی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا به دیواره روده، باعث افزایش بقای سلول‌های اپیتلیال و تقویت عملکرد سیستم ایمنی بدن می‌شوند (Binda & Hill, 2020) و انتروتوکسین‌ها و لیپو پلی ساکاریدهای تولید شده توسط بیماری‌زاها را خنثی می‌کنند (Kostelac *et al.*, 2021). پروبیوتیک‌ها مزایای بسیاری دارند، اما هر پروبیوتیکی که تغذیه یا مصرف می‌شود، باید هنگام رسیدن به روده کوچک و بزرگ به مقدار کافی زنده بماند (Purton *et al.*, 2021). تجویز پروبیوتیک‌های زنده به بیماران مبتلا به التهاب حاد روده‌ای خطر مرگ و میر را افزایش می‌دهد (Gharibzahedi & Smith, 2021). گزارش شده است که مواد انحلال‌پذیر، متابولیت‌ها، باکتریوسین‌ها یا محلول‌های بدون باکتری که از پروبیوتیک‌ها به دست می‌آیند، اثرهای سودمندی در سلول‌های زنده به وجود می‌آورند (Rad *et al.*, 2022). مواد انحلال‌پذیر تولید شده توسط پروبیوتیک‌ها اخیراً با اصطلاح "پست‌بیوتیک" معرفی شده‌اند که ممکن است فرصتی برای توسعه راهبردهای جدید درمانی فراهم کند.

پست‌بیوتیک‌ها فاقد خطرهای باکتری‌های زنده پروبیوتیک هستند (Samira *et al.*, 2022). پست‌بیوتیک به مواد انحلال‌پذیر (محصولات یا متابولیک‌های جانبی) ترشح شده توسط باکتری‌های زنده گفته می‌شود که شامل: آنزیم‌ها، پپتیدها، اسیدهای تیکوئیک، میروپپتیدهای حاصل از پپتیدوگلیکان، پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌های سطح سلولی و اسیدهای آلی هستند (Osman *et al.*, 2021). ترکیبات پست‌بیوتیکی طی فرآیند تخمیر از باکتری‌های پروبیوتیک تولید می‌شوند. اسیدهای چرب کوتاه زنجیر مانند استات، بوتیرات و پروپیونات از جمله پست‌بیوتیک‌هایی هستند که بیشترین پژوهش روی آنها صورت گرفته است (Leo *et al.*, 2021). مراحل استخراج و خالص‌سازی پست‌بیوتیک‌ها از طریق سانتریفیوژ کردن، دیالیز و خشک کردن انجمادی طی می‌شود(Morales-Ferré *et al.*, 2021). برخی از پست‌بیوتیک‌ها را می‌توان از طریق غیرفعال‌سازی و انهدام سلول‌های میکروبی والد با روش‌های مختلف از جمله عملیات حرارتی، فشار زیاد، فرمالین، پرتو فرابنفش، تابش یونیزان و فراصوت تهیه کرد (Warda *et al.*, 2021). پست‌بیوتیک‌ها ممکن است فعالیت ایمن‌سازی، ضدالتهابی، ییوکلسترولمی، ضدچاقی، ضدفشارخون بالا، ضد رتینوپاتی و اثرهای آنتی‌اکسیدانی داشته باشند (Butera *et al.*, 2022). بنابراین، آن‌ها با بهبود عملکردهای فیزیولوژیکی خاص به بهبود سلامت میزبان کمک می‌کنند. به نظر می‌رسد عوامل ترشحی از لاکتوباسیلوس‌ها منبع غنی از باکتریواستاتیک هستند که رشد و فعالیت بیماری¬زاهای مختلف را محدود می‌کنند و بالقوه باعث کاهش عفونت و موجب تعدیل ترشحات متابولیتی در التهاب بافت‌ها می‌شوند (Balaguer *et al.*, 2022). لاکتوباسیلوس‌ها به دلیل

ویژگی‌های پروبیوتیکی به شدت مورد توجه واقع شده‌اند (Abdelazez *et al*., 2022). اثرهای مفید آنها شامل کاهش آنزیم‌های جهش‌زای مدفوعی، اتصال به سلول‌های اپیتلیال، تولید باکتریوسین‌ها و کاهش عفونت‌های روده‌ای به واسطه فعالیت علیه بیماری‌زاها ست (Nataraj *et al*., 2020). *لاکتوباسیلوس کازئی* باکتری گرم مثبت، میکروائروفیل و فاقد اسپور است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی دارد. با توجه به تولید انواع عوامل سودمند و کاربردی، این جنس یکی از بهترین گزینه‌ها برای کنترل بیولوژیکی بیماری‌هاست (Żółkiewicz Marzec *et al*., 2020). اثر حفاظتی *لاکتوباسیلوس کازئی* علیه باکتری‌های بیماری‌زا از جمله بیماری¬زاهای روده‌ای حاکی از آن است که این باکتری در محیط اختصاصی نوترینت آگار، شرایط نامساعد دمایی و اسیدیته فعال است و اثر ضدمیکروبی پایداری در محصولات غذایی را دارد (Cuevas-González *et al*., 2020). *لاکتوباسیلوس کازئی* به عنوان باکتری پروبیوتیک و استارتر به محصولات لبنی اضافه می‌شود که می‌تواند موجب بهبود ویژگی‌های تکنولوژیکی و تغذیه‌ای محصول نهایی گردد (Barros *et al*., 2020).

مواد و روش‌ها

گونه‌های میکروبی مورد استفاده

برای تهیه و استخراج عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک، *لاکتوباسیلوس کازئی* ATCC= ۳۹۳۹۲ از کلکسیون باکتری‌های سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی دانشگاه علوم پزشکی ایران تهیه و به کار برده شد. میکروب‌های مورد مطالعه، شامل *اشریشیا کلی* ATCC=۲۵۹۲۲ و *استافیلوکوکوس اورئوس* PTCC=۱۴۳۱ تهیه شده از مرکز میکروب‌های صنعتی دانشگاه علوم پزشکی تبریز به عنوان باکتری‌های بیماری¬زاها مورد ارزیابی قرار گرفت. *پنی‌سیلیوم نوتاتوم* ATCC=۹۱۷۹ به عنوان کپک و *کاندیدا آلبیکانس* ATCC=۹۰۰۲۸ به عنوان مخمر، از کلکسیون قارچ‌های مرکز تحقیقات کاربردی دارویی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی تبریز تهیه و بررسی شدند.

فرآیند تولید عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک

برای کشت اختصاصی باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی*، در محیط کشت MRS-broth کشت داده شد و سپس در اتوکلاو (دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس به مدت ۲۱ دقیقه) قرار داده شد. پس از سپری شدن مدت زمان انکوباسیون و رشد میکروارگانیسم به منظور تهیه پودر پست‌بیوتیک، سویه مورد استفاده باکتری کشت داده شده در فالکون‌های استریل ریخته و در سرعت rpm ۱۰۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس سانتریفیوژ شد. بعد از جدا کردن سوپرناتانت (عصاره) و اندازه‌گیری pH، برای تهیه شکل لیوفیلیزه آن، ابتدا سوپرناتانت حاصل از باکتری کشت داده شده، به مدت ۲۴ ساعت در خشک کن انجمادی با دمای ۴۰- درجه سلسیوس قرار داده شد و خشک گردید. قبل از استفاده از پودر به دست آمده، برای حصول اطمینان از غیرفعال شدن باکتری، در محیط کشت MRS-agar کشت داده شدند؛ بعد از گذشت ۲۴ تا ۴۸ ساعت گرمخانه‌گذاری در دمای ۳۷ درجه سلسیوس هیچ باکتری روی محیط کشت رشد نکرد. در نتیجه، باکتری غیر فعال شد و پست‌بیوتیک به دست آمد. تمام مراحل در شرایط کاملاً استریل صورت گرفت.

آماده‌سازی و تعیین مقدار گونه‌های میکروبی مورد استفاده

اشریشیا کلی و *استافیلوکوکوس اورئوس* در محیط کشت MHA شرکت سازنده (Chr. Hansen کشور دانمارک) به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس تلقیح گردیدند و برای حداقل دو مرتبه متوالی تجدید کشت شدند. *کاندیدا آلبیکانس* در محیط کشت اختصاصی Chromagar candida شرکت سازنده (Merck کشور آلمان) و *پنی‌سیلیوم نوتاتوم* در محیط کشت اختصاصی SDA شرکت سازنده (Que lab کشور کانادا) به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس تلقیح شدند. بیماری¬زاها برای حداقل دو مرتبه متوالی تجدید کشت شدند. به منظور محاسبه حجم تلقیح بیماری زاها از استاندارد نیم مک فارلند به غلظت ۳×۱۰^{۸} cfμ/ml استفاده گردید.

بررسی فعالیت ضد میکروبی عصاره (سوپر ناتانت) پست بیوتیک علیه گونه های مکروبی

برای تعیین فعالیت ضدمیکروبی عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک، با حفظ شرایط استاندارد از سوسپانسیون ۰/۵ مک فارلند (۳×۱۰^{۸} cfμ/ml)، سویه *اشریشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *پنی‌سیلیوم نوتاتوم* و *کاندیدا آلبیکانس* به روش کشت سطحی به ترتیب در محیط‌های کشت اختصاصی مولر هینتون آگار، SDA و Chromagar Candia کشت داده شدند. چاهک‌هایی روی محیط‌های کشت به قطر ۴ میلی‌متر با استفاده از پیپت شماره ۵ و عمق 4mm حفر گردید. از عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک در غلظت‌های مختلف تعیین شده پودر تهیه شده در آب مقطر بر حسب ppm، حل گردید و درون چاهک‌های حفر شده ریخته شد. *اشریشیا کلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس و *پنی‌سیلیوم نوتاتوم* و *کاندیدا آلبیکنس* به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس گرمخانه‌گذاری شدند. برای تعیین اثر ضدمیکروبی، قطر هاله بازدارندگی رشد با کولیس اندازه‌گیری و قطر آن بر حسب میلی‌متر گزارش گردید.

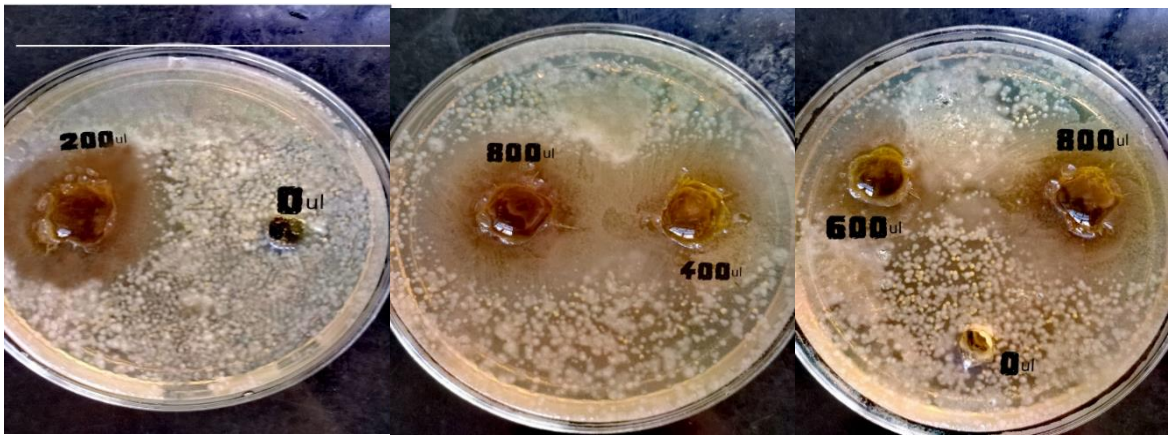
تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات به دست آمده از آزمایش‌ها، با نرم‌افزار SPSS 26 پردازش شد برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از شاخص‌های چولگی (skewness) و کشیدگی (kurtosis) و برای مقایسه انحراف معیار با نصف میانگین استفاده شد.

نتایج و بحث

ارزیابی خاصیت ضدمیکروبی عصاره (سوپرناتانت) پست بیوتیک لاکتوباسیلوس کازئی علیه اشریشیا کلی

برای ارزیابی این هدف، پلیت‌های حاوی محیط کشت مولر هینتون آگار آماده شد. پس از آن با فاصله سه میلی‌متری چاهک‌ها حفر شدند. عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک در غلظت‌های ۸۰۰، ۶۰۰، ۴۰۰، ۲۰۰ و صفر میکرولیتر بر میلی‌لیتر در درون چاهک‌ها ریخته شد، پس از گذشت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری در دمای ۳۷ درجه سلسیوس، هاله عدم رشد تشکیل و مشاهده شد.



شکل ۱- اثرهای ضدمیکروبی عصاره پست‌بیوتیک در غلظت‌های متفاوت علیه *اشریشیاکلی* به روش چاهک‌گذاری

Fig. 1- Antimicrobial effects of postbiotic extract (supernatant) of *L. casei* at different concentrations against *E. coli* by Well Diffusion Agar method

جدول ۱- قطر هاله عدم رشد برای نمونه *اشریشیاکلی* در برابر غلظت‌های مختلف پست‌بیوتیک

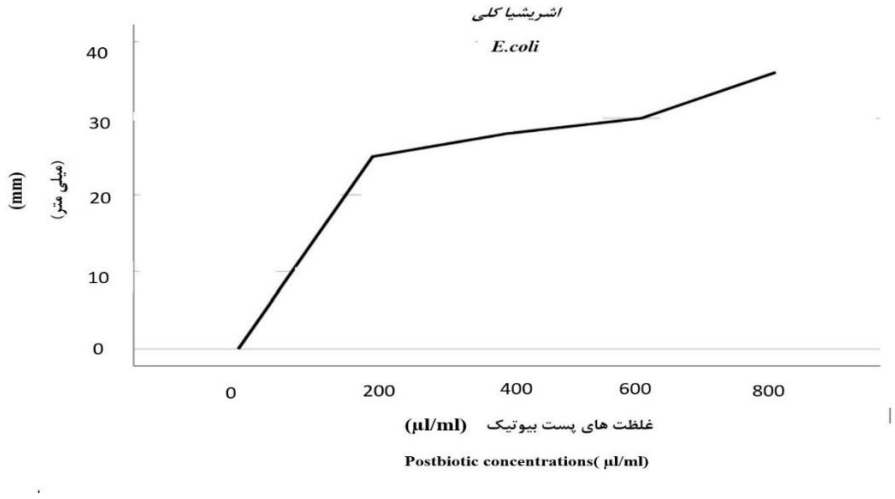
Table 1- The diameter of the halo of non-growth for *Escherichia coli* samples against different concentrations of postbiotics

غلظت‌های پست بیوتیک Postbiotic concentrations	قطر هاله (میلی‌متر) Halo diameter (mm)
0	0±0
200	25±0
400	28±0
600	30±0
800	36±0

(آنالیز آماری در سطح معنی‌دار ۹۵٪ صورت گرفته است)

(Statistical analysis has been performed at a significant level of 95%)

جدول ۱ نشان می‌دهد که بعد از سه بار تکرار در غلظت‌های ۲۰۰(۲۵mm)، ۴۰۰(۲۸mm)، ۶۰۰(۳۰mm) و ۸۰۰ (۳۶mm) هاله عدم رشد تشکیل شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها حاکی از آن است که با افزایش غلظت عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک، قطر هاله عدم رشد نیز افزایش می‌یابد و از لحاظ آماری معنی‌دار (P≤۰/۰۵) است. تأثیر مقادیر غلظت عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک حاصل از *لاکتوباسیلوس کازئی* را علیه *اشریشیاکلی* نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده بیانگر این است که غلظت‌های بین ۸۰۰ و ۶۰۰ میکرولیتر بر میلی‌لیتر بیشترین اثر را داشته است. در شکل ۲، بیشترین غلظت مهارکنندگی با قطر هاله عدم رشد ۳۶ میلی‌متر بوده است.

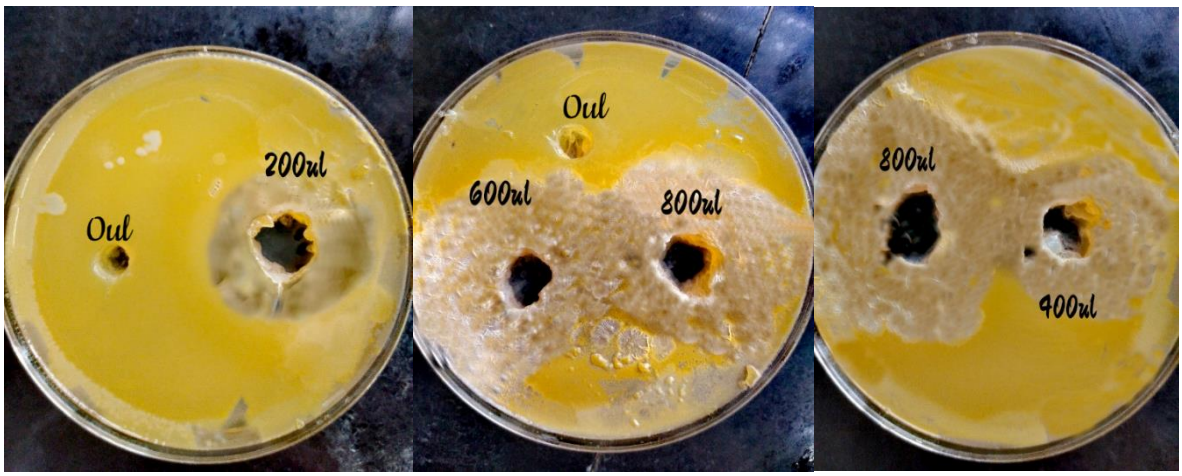


شکل ۲- حداکثر غلظت مهارکنندگی عصاره پست‌بیوتیک علیه *اشریشیاکلی*

Fig. 2- The maximum inhibitory concentration of postbiotic extract against *E. coli*

ارزیابی خاصیت ضدمیکروبی عصاره پست‌بیوتیک علیه *استافیلوکوکوس اورئوس*

برای ارزیابی این هدف به روش انتشار در چاهک، آزمایش روی پلیت‌های حاوی محیط کشت مولر هینتون آگار اجرا شد. پس از آن، چاهک‌هایی حفر شده با فاصله سه میلی‌متری قرار داده شدند. سپس عصاره پست‌بیوتیک در غلظت‌های ۸۰۰، ۶۰۰، ۴۰۰، ۲۰۰ و صفر میکرولیتر بر میلی‌لیتر در درون چاهک‌ها ریخته شد، پس از گذشت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری در دمای ۳۷ درجه سلسیوس، هاله عدم رشد تشکیل و مشاهده شد.



شکل ۳- اثرهای ضدمیکروبی عصاره پست‌بیوتیک در غلظت‌های متفاوت علیه *استافیلوکوکوس اورئوس* به روش چاهک‌گذاری

Fig. 3- Antimicrobial effects of postbiotic extract in different concentrations against *Staphylococcus aureus* by Well Diffusion Agar method

جدول ۲- قطر هاله عدم رشد برای نمونه *استافیلوکوکوس اورئوس* در برابر غلظت‌های مختلف پست بیوتیک

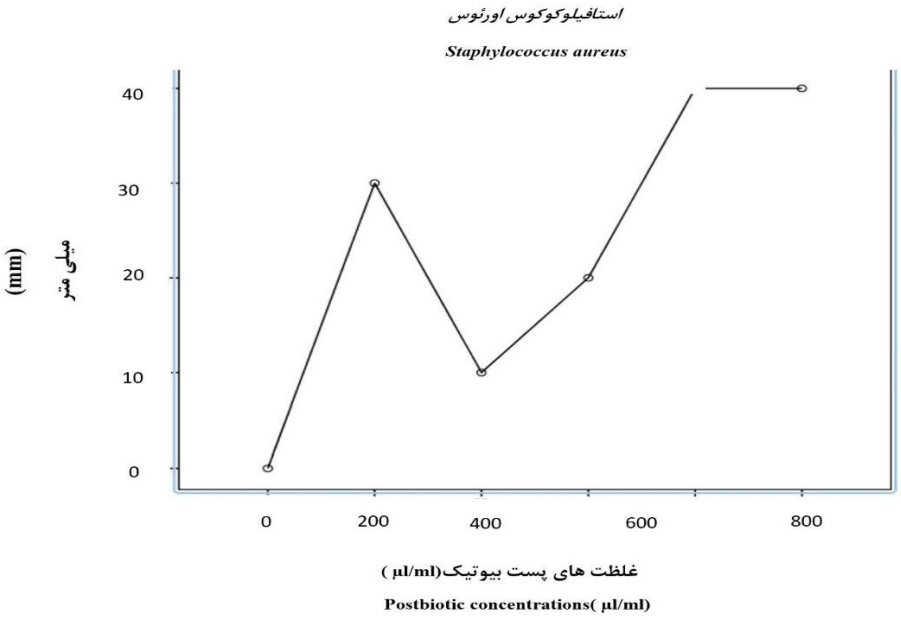
Table 2- Non-growth halo diameter for *Staphylococcus aureus* samples against different postbiotic concentrations

قطر هاله (میلی‌متر) Halo diameter (mm)	غلظت‌های پست بیوتیک Postbiotic concentrations
o±o	0
22±0	200
24±0	400
25±0	600
32±0	800

(آنالیز آماری در سطح معنی‌دار ۹۵٪ صورت گرفته است)

(Statistical analysis has been performed at a significant level of 95%)

جدول ۲ نشان می‌دهد که بعد از سه بار تکرار در غلظت‌های ۲۰۰(۲۲mm)، ۴۰۰(۲۴mm)، ۶۰۰(۲۵mm) و ۸۰۰ (۳۲mm) هاله عدم رشد تشکیل شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها حاکی از آن است که با افزایش غلظت عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک، قطر هاله عدم رشد نیز افزایش می‌یابد و از لحاظ آماری معنی‌دار (P≤۰/۰۵) است و تأثیر مقادیر غلظت عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک حاصل از *لاکتوباسیلوس کازئی* را علیه *استافیلوکوکوس اورئوس* نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده بیانگر این است که غلظت‌های بین ۸۰۰ و-۴۰۰ میکرولیتر بر میلی‌لیتر بیشترین اثر را داشته است. همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده، بیشترین غلظت مهارکنندگی با قطر هاله عدم رشد ۳۲ میلی‌متر بوده است.

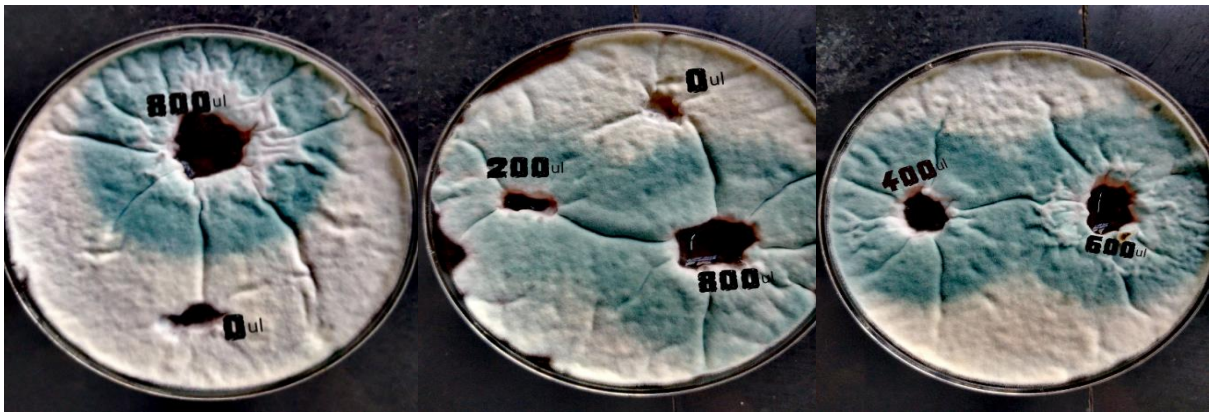


شکل ٤- حداکثر غلظت مهارکنندگی عصاره پست‌بیوتیک علیه *استافیلوکوکوس اورئوس*

Fig. 4- Maximum inhibitory concentration of postbiotic extract against *Staphylococcus aureus*

ارزیابی خاصیت ضدمیکروبی عصاره پست‌بیوتیک علیه پنی سیلیوم نوتاتو

برای ارزیابی این هدف به روش انتشار در چاهک، آزمایش روی پلیت‌های حاوی محیط SDA انجام گرفت. همان‌طور که در شکل ۵، مشاهده می‌شود، چاهک‌های حفر شده با فاصله سه میلی‌متری قرار داده شده است. سپس عصاره پست‌بیوتیک در غلظت‌های ۸۰۰، ۶۰۰، ۴۰۰، ۲۰۰ و صفر میکرولیتر بر میلی‌لیتر در درون چاهک‌ها ریخته شد، پس از گذشت ۴۸ ساعت گرمخانه‌گذاری در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، هاله عدم رشد تشکیل نشد

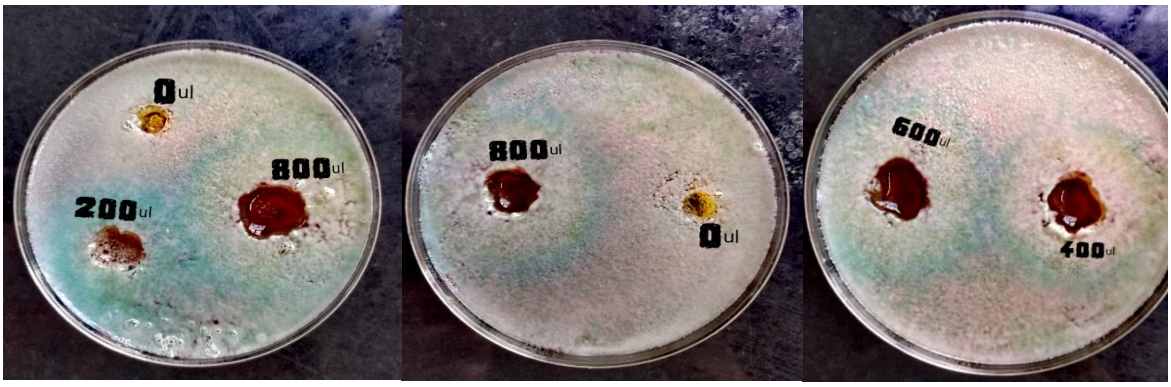


شکل ۵ -اثرهای ضدمیکروبی عصاره پست‌بیوتیک در غلظت‌های متفاوت علیه *پنی سیلیوم نوتاتوم* به روش چاهک‌گذاری

Fig. 5- Antimicrobial effects of postbiotic extract in different concentrations *against Penicillium notatum* by Well Diffusion Agar method

ارزیابی خاصیت ضدمیکروبی عصاره پست‌بیوتیک علیه کاندیدا آلبیکانس

برای ارزیابی این هدف به روش انتشار در چاهک، آزمایش روی پلیت‌های حاوی محیط Chromagar candida اجرا شد. همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، چاهک‌های حفر شده با فاصله سه میلی‌متری قرار داده شده‌اند. عصاره پست‌بیوتیک در غلظت‌های ۸۰۰، ۶۰۰، ۴۰۰، ۲۰۰ و صفر میکرولیتر بر میلی‌لیتر در درون چاهک‌ها ریخته شد، پس از گذشت ۴۸ ساعت گرمخانه‌گذاری در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، هاله عدم رشد تشکیل نشد.



شکل ٦- اثرهای ضدمیکروبی عصاره پست‌بیوتیک در غلظت‌های متفاوت علیه *کاندیدا آلبیکنس* به روش چاهک‌گذاری

Fig. 6- Antimicrobial effects of postbiotic extract in different concentrations against *Candida albicans* by Well Diffusion Agar method

طی چند دهه اخیر به ترکیبات زیست فعال مانند پروبیوتیک‌ها توجه زیادی شده است. این ترکیبات ارتباط نزدیکی با میکروبیوتای مفید روده و ارتقای وضعیت سلامتی میزبان دارند (Khalesi *et al.*, 2019). اثر ضدمیکروبی سوپرناتانت حاصل از باکتری‌های پروبیوتیک را می‌توان به تولید اسید لاکتیک نسبت داد (Kazemi *et al.*, 2019). پست‌بیوتیک‌ها نیز بخش‌های فراسودمند پروبیوتیک‌های زنده هستند که قابلیت اعمال زیستی و فیزیولوژیکی سلول‌های زنده والد خود را دارند (Johnson *et al.*, 2019). پست‌بیوتیک‌ها معمولاً با مکانیسم‌های عمل مشابه یا متفاوت از سلول‌های والد خود، اثرهای سلامت بخش و درمانی خود را نشان می‌دهند (Dunand *et al.*, 2019). در زمینه فعالیت زیستی پست‌بیوتیک‌ها در تعدیل عملکرد سیستم ایمنی، وجود رابطه‌ای مستقیم و پیچیده بین جمعیت میکروبیوتای روده (پروبیوتیک‌ها)، کارکرد بهینه سیستم ایمنی و ایجاد شرایط هومئوستازیس در بسیاری از مطالعات بالینی بررسی شده است (Ebrahimi *et al.*, 2021). پست‌بیوتیک‌ها در مقایسه با پروبیوتیک‌ها نسبت به شرایط مراحل فرآوری، عوامل محیطی و شرایط دستگاه گوارشی حساسیت کمتری دارند که این مسئله به صرفه اقتصادی آنها می‌افزاید (Toushik *et al.*, 2022).

ارزیابی خاصیت ضدمیکروبی عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک علیه *اشرشیاکلی*

اشریشیاکلی یکی از شایع‌ترین عوامل ایجاد کننده عفونت است. این میکروارگانیسم باکتری بیماری‌زای مشترک بین انسان و حیوان و یکی از مهم‌ترین عوامل باکتریایی انتقالی از مواد غذایی است (DeFilipp *et al.*, 2019). از آنجا که این باکتری مقاوم به درمان آنتی‌بیوتیکی است، برای جلوگیری از رشد آن روش‌های ضدمیکروبی غیر آنتی‌بیوتیکی مانند پروبیوتیک‌ها و پست‌بیوتیک‌ها بسیار مورد توجه‌اند (He *et al.*, 2019). با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه، اثر بازدارندگی در رشد *اشریشیا کلی* به وضوح تحت تأثیر غلظت‌های مختلف از عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک بوده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد هرچه غلظت عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک بیشتر باشد، قطر هاله عدم رشد بزرگ‌تر است. سودان و همکاران (Sudan et al., 2021) غلظت‌های مختلفی از سوپرناتانت *لاکتوباسیلوس کازئی* را برای مهار رشد *اشریشیا کلی* جدا شده از مدفوع افراد مبتلا به عفونت‌های گوارشی گزارش کردند و نتایج حاکی از آن بود که حداقل غلظت بازدارنده از سوپرناتانت، دیواره سلولی و عصاره سیتوپلاسمی *لاکتوباسیلوس کازئی* اثر ضدمیکروبی قابل توجهی بر *اشریشیاکلی* دارد که با نتایج به دست آمده از این پژوهش همسوست. در پژوهش‌های المختار و همکاران (El-Mokhtar *et al.*, 2020) با بررسی و اندازه‌گیری اثرهای ترکیبات زیست فعال حاصل از متابولیت‌های *لاکتوباسیلوس کازئی* در غلظت‌های مختلف بر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا از جمله *اشریشیا کلی* به روش دیسک دیفیوژن و چاهک‌گذاری مشخص شد که هاله‌های مهار رشد در روش چاهک آگار به مراتب بزرگ‌تر از هاله‌های به دست آمده در روش دیسک دیفیوژن آگار است. دلیل این امر نفوذ بهتر و در نتیجه تأثیرگذاری بیشتر روی میکروارگانیسم در روش چاهک آگار تشخیص داده شده است. نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج پژوهش هایاین محققان همخوانی دارد و با نتایج تحقیقات داتا و همکاران (Datta *et al.*, 2021) که اثرهای ضدمیکروبی گونه‌های لاکتوباسیلوس را بر *اشریشیاکلی* بررسی کرده‌اند همسوست. با توجه به نتایج به دست آمده، ارزیابی خاصیت ضدمیکروبی عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک علیه *اشریشیاکلی* تأیید گردید.

ارزیابی خاصیت ضدمیکروبی عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک علیه استافیلوکوکوس اورئوس

استافیلوکوکوس اورئوس یکی از عوامل اصلی عفونت‌ها از طریق غذا و طیف وسیعی از عفونت‌های بیمارستانی است. این باکتری به دلیل افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی، مهار آن روز به روز مشکل‌تر می‌شود. به همین دلیل دانشمندان در تلاش هستند تا روش‌های درمانی جدید مانند استفاده از متابولیت‌های زیست فعال را برای عفونت‌های این بیماری¬زاها بیابند (Turner *et al.*, 2019). افزایش دانسته‌ها در مورد مکانیسم‌های درگیر در برهم‌کنش میان اسید لاکتیک باکتری‌ها و *استافیلوکوکوس اورئوس*، راهکاری جدید برای کنترل زیستی بدون استفاده از آنتی‌بیوتیک‌هاست (Gajdács, 2019). با توجه به نتایج به دست آمده، اثر بازدارندگی در رشد *استافیلوکوکوس اورئوس* به وضوح تحت تأثیر غلظت‌های مختلفی از عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک است. اثر بازدارندگی رشد *استافیلوکوکوس اورئوس* توسط عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک حاصل از *لاکتوباسیلوس کازئی* را می‌توان به ترکیباتی مانند اسیدهای چرب، گلیکولیپیدها، پورین‌ها، الیگوساکاریدها و اسفنگولیپیدها نسبت داد. ناتاراج و مالاپا (Nataraj & Mallappa, 2021) نشان دادند که گلیکولیپیدها و پورین‌ها از ترکیبات مشتق شده *لاکتوباسیلوس کازئی* هستند که می‌توانند رشد باکتری بیماری‌زا *استافیلوکوکوس اورئوس* را مهار کنند. نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر با نتیجه تحقیقات آن محققان همسوست. گزارش شده است غلظت‌های مورد استفاده از عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک حاصل از *لاکتوباسیلوس کازئی* اثر مهاری بر رشد *استافیلوکوکوس‌اورئوس* دارند (Nataraj & Mallappa, 2021). لائوس و همکاران (Layus *et al.*, 2020) نشان دادند سوپرناتانت حاصل از *لاکتوباسیلوس کازئی* به روش انتشار در چاهک در غلظت ۲۰۰µl/ml تأثیری مستقیم بر مهار رشد *استافیلوکوکوس اورئوس* دارد که مطالعه ما با نتایج به دست آمده از این پژوهش همسوست. با توجه به نتایج به دست آمده، ارزیابی خاصیت ضدمیکروبی عصاره (سوپرناتات) پست‌بیوتیک علیه *استافیلوکوکوس اورئوس* تأیید می‌شود.

ارزیابی خاصیت ضدمیکروبی عصاره (سوپرناتانت) پست بیوتیک علیه پنی سیلیوم نوتاتوم

فساد قارچی یکی از مشکلات رایج مواد غذایی است که تخمین زده می‌شود سالانه ۱۰- ۵ درصد از تولیدات مواد غذایی به دلیل آلودگی قارچی از بین می‌روند. علاوه بر پیامدهای مخرب اقتصادی، فساد قارچی غذا به عنوان یک نگرانی جدی در سلامت انسان محسوب می‌شود (Hassan *et al.*, 2018). متابولیت‌های ثانویه قارچی در مواد غذایی مانند مایکوتوکسین‌ها برای سلامتی انسان بسیار زیان‌آورند. حضور قارچ‌ها در مواد غذایی بستگی دارد به عوامل مختلفی از جمله فعالیت آبی، pH و در دسترس بودن مواد مغذی (Oyewole *et al.*, 2019). حضور گونه *پنی‌سیلیوم نوتاتوم* به عنوان مشکلی جدی و مکرر در صنعت لبنیات چشمگیر است. این جنس از کپک می‌تواند در فراورده‌های لبنی به دلیل وجود شرایط هوازی رشد کند (Beikzadeh *et al.*, 2021). در سال‌های اخیر، پپتیدهای ضدمیکروبی مختلفی از گونه‌های لاکتوباسیلوس تولید و معرفی شده‌اند. با اینکه تولید پپتیدها و هیدرولیز شده‌های پروتئینی ضد باکتریایی در مطالعات متعددی بررسی شده‌اند اما هیدرولیز شده‌های دارای فعالیت ضد قارچی کمتر بررسی شده‌اند (Beikzadeh *et al.*, 2021). طبق نتایج به

دست آمده در این مطالعه، اثر ضدمیکروبی عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک حاصل از *لاکتوباسیلوس کازئی* در غلظت‌های تعیین شده علیه *پنی سیلیوم‌نوتاتوم* هیچ‌گونه هاله عدم رشدی تشکیل و مشاهده نشد. چن و همکاران (Chen *et al*., 2021) نشان دادند عصاره متابولیت‌های حاصل از *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* به روش دیسک‌دیفیوژن و چاهک‌گذاری بر برخی بیماری¬زاها مانند *پنی‌سیلیوم نوتاتوم* باعث تشکیل هاله عدم رشد در غلظت‌های متفاوت می‌شود. نتایج تحقیق این محققان با نتایج به دست آمده از این مطالعه همسو نیست. این آزمایش سه بار تکرار گردید. در گزارش ابولویفا و همکاران (Abouloifa *et al*., 2021) از مجموع ۹۰ جدایه لاکتیک اسید باکتری، اسیدهای لاکتیک، اسید استیک، فنیل لاکتیک، روترین و اسیدهای چرب به عنوان عامل اصلی مهارکننده رشد قارچ‌ها شناسایی شدند. اما با توجه به نتایج به دست آمده، ارزیابی خاصیت ضدمیکروبی عصاره (سوپرناتانت) پست‌بیوتیک علیه *پنی‌سیلیوم نوتاتوم* تأیید نمی‌شود.

ارزیابی خاصیت ضدمیکروبی عصاره (سوپرناتانت) پست بیوتیک علیه کاندیدا آلبیکانس

کاندیدیازیس از شایع‌ترین بیماری‌های قارچی است که در سال‌های اخیر گسترش چشمگیری داشته است. عامل بیماری، قارچی فرصت‌طلب از جنس *کاندیدا* است. که به صورت همزیست در دستگاه گوارش، مخاط و سطح پوست وجود دارد(Matsuda *et al*., 2018). مهم‌ترین گونه‌هایی که موجب بیماری می‌شود، *کاندیدا آلبیکانس* نام دارد. *کاندیدا آلبیکانس* در شرایطی قادر به ایجاد بیماری در هر ناحیه از بدن خواهند بود که مقاومت میزبان به صورت موضعی یا سیستمیک به صورت اولیه یا ثانویه در اثر عوامل مستعدکننده بیماری کاهش یابد (Kim & Kang, 2019). رویه معمول برای پیشگیری از این عفونت‌ها استفاده از داروهای مختلف گروه آزول مانند فلوکونازول و ایتراکونازول است. اما بررسی‌های مختلف، مقاومت گونه‌های کاندیدا را نسبت به داروهای ضد قارچی نشان می‌دهد. از این رو استفاده از مواد بیولوژیکی می‌تواند یکی از راه حل‌های مناسب برای جایگزینی داروهای ضد قارچی باشد (Sabbatini *et al*., 2021). طبق نتایج به دست آمده در این مطالعه، اثر ضدمیکروبی عصاره(سوپرناتانت) پست‌بیوتیک حاصل از *لاکتوباسیلوس کازئی* در غلظت‌های تعیین شده علیه *کاندیدا آلبیکانس* هیچ‌گونه هاله عدم رشدی تشکیل و مشاهده نشد. این آزمایش سه بار تکرار گردید. کار و کار (Kaur & Kaur, 2019) حساسیت ۲۵۰ ایزوله *کاندیدا آلبیکانس* را در پنج هفته نسبت به عصاره استخراج شده *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلیوس* بررسی کردند و گزارش دادند ۹۶ درصد مهار می‌شوند. نتایج تحقیق ما با نتایج به دست آمده از این مطالعه یادشده همسو نیست. در برخی مطالعات، نتایج مثبت احتمالاً مربوط به تفاوت در زمان گرمخانه‌گذاری و نوع متابولیت‌های تولیدی است که در تأثیرگذاری ترکیبات ضد قارچی تولید شده از طریق گونه‌های دیگر لاکتوباسیل‌ها بوده است. برابر گزارش ویراواتی و همکاران (Wirawati *et al*., 2020)، اثر ضد میکروبی عصاره‌های فرار مچه به دست آمده از طریق تقطیر آبی و تقطیر با کمک کلروفرم بر تعدادی از مخمر *کاندیدا آلبیکانس* مؤثر بوده‌اند. حداقل غلظت مهارکنندگی عصاره در محدوده ۴ تا ۱۲۸ میکروگرم بر میلی‌لیتر به دست آمده است (Wirawati *et al*., 2020). نتایج تحقیق ما با نتایج به دست آمده از این مطالعات این محققان همسو نیست. با

توجه به نتایج به دست آمده، ارزیابی ویژگی ضدمیکروبی عصاره (سوپرناتانت) پست بیوتیک علیه *کاندیدا آلبیکانس* تأیید نمی‌شود.

نتایج و بحث

در بسیاری از مطالعات بالینی، فعالیت بیولوژیکی پست‌بیوتیک‌ها در تعدیل عملکرد سیستم ایمنی، وجود رابطه مستقیم بین جمعیت میکروبیوتای روده (پروبیوتیک‌ها)، عملکرد بهینه سیستم ایمنی و ایجاد هوموستاز مشخص شده است. این مطالعه حیطه‌ای جدید از تحقیقات را در زمینه ترکیبات زیستی مشتق شده از پروبیوتیک‌ها گشوده است. پست‌بیوتیک‌ها واجد اثرهای ضدمیکروبی شناخته شده‌ای هستند که می‌توانند برای کنترل و جلوگیری از رشد باکتری‌های بیماری¬زا و عامل فساد منتقل‌شده از مواد غذایی به جای نگهدارنده‌های شیمیایی و سنتتیک به کار روند. استخراج و استفاده از پست‌بیوتیک، چه در محیط آزمایشگاهی و چه در صنعت غذا، باعث جلوگیری از رشد میکروب‌های بیماری‌زا و افزایش ماندگاری و تأخیر در فساد محصولات غذایی می‌شود. اما، مطالعات بیشتری برای تعیین اثر فاکتورهای مختلف به‌منظور حصول اثر ضدمیکروبی پست‌بیوتیک‌ها بر ضد قارچ مورد نیاز است.

سپاسگزاری

این مقاله منتج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته بهداشت و ایمنی مواد غذایی با کد اخلاق (IR.TBZMED.VCR. REC.1398.393) است، بدین‌وسیله از دانشگاه علوم پزشکی تبریز به دلیل تأمین هزینه‌های این طرح پایان‌نامه سپاسگزاری می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان در خصوص انتشار مقاله ارائه شده به طور کامل از سوء اخلاق نشر، از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پرهیز نموده‌اند و منافعی تجاری در این راستا وجود ندارد

مراجع

Abdelazez, A., H. Abdelmotaal, S. E. Evivie, M. Bikheet, R. Sami, H. Mohamed and X. Meng. 2022. Verification of Lactobacillus brevis tolerance to simulated gastric juice and the potential effects of postbiotic gamma-aminobutyric acid in streptozotocin-induced diabetic mice. Food Science and Human Wellness. 11(1): 165-176.

Abouloifa, H., S. Gaamouche, Y. Rokni, I. Hasnaoui, R. Bellaouchi, N. Ghabbour, S. Karboune, M. Brasca, G. D'Hallewin and R. B. Salah. 2021. Antifungal activity of probiotic Lactobacillus strains isolated from natural fermented green olives and their application as food bio-preservative. Biological Control. 152, 104450.

Balaguer, F., M. Enrique, S. Llopis, M. Barrena, V. Navarro, B. Álvarez, E. Chenoll, D. Ramon, M. Tortajada and P. Martorell. 2022. Lipoteichoic acid from Bifidobacterium animalis subsp. lactis BPL1: a novel postbiotic that reduces fat deposition via IGF-1 pathway. Microbial biotechnology. 15(3): 805-816.

Barros, C. P., J. T. Guimaraes, E. A. Esmerino, M. C. K. Duarte, M. C. Silva, R. Silva, B. M. Ferreira, A. S. Sant'Ana, M. Q. Freitas and A. G. Cruz. 2020. Paraprobiotics and postbiotics: concepts and potential applications in dairy products. Current Opinion in Food Science. 32, 1-8.

Beikzadeh, S., S. M. Hosseini, V. Mofid, S. Ramezani, M. Ghorbani, A. Ehsani and A. M. Mortazavian. 2021. Electrospun ethyl cellulose/poly caprolactone/gelatin nanofibers: The investigation of mechanical, antioxidant, and antifungal properties for food packaging. International Journal of Biological Macromolecules. 191, 457-464.

Binda, S., C. Hill, E. Johansen, D. Obis, B. Pot, M. E. Sanders, A. Tremblay and A. C. Ouwehand. 2020. Criteria to qualify microorganisms as "probiotic" in foods and dietary supplements. Frontiers in Microbiology. 1662.

Butera, A., S. Gallo, M. Pascadopoli, D. Taccardi and A. Scribante. 2022. Home oral care of periodontal patients using antimicrobial gel with postbiotics, lactoferrin, and aloe barbadensis leaf juice powder vs. conventional chlorhexidine gel: A split-mouth randomized clinical trial. Antibiotics. 11(1): 118.

Chen, H., H. Ju, Y. Wang, G. Du, X. Yan, Y. Cui, Y. Yuan and T. Yue. 2021. Antifungal activity and mode of action of lactic acid bacteria isolated from kefir against Penicillium expansum. Food Control. 130, 108274.

Cuevas-González, P., A. Liceaga and J. Aguilar-Toalá. 2020. Postbiotics and paraprobiotics: From concepts to applications. Food research international. 136, 109502.

Datta, P., L. Fu, P. Brodfuerer, J. S. Dordick and R. J. Linhardt. 2021. High density fermentation of probiotic E. coli Nissle 1917 towards heparosan production, characterization, and modification. Applied Microbiology and Biotechnology. 105(3): 1051-1062.

DeFilipp, Z., P. P. Bloom, M. Torres Soto, M. K. Mansour, M. R. Sater, M. H. Huntley, S. Turbett, R. T. Chung, Y.-B. Chen and E. L. Hohmann. 2019. Drug-resistant E. coli bacteremia transmitted by fecal microbiota transplant. New England Journal of Medicine. 381(21): 2043-2050.

Dunand, E., P. Burns, A. Binetti, C. Bergamini, G. H. Peralta, L. Forzani, J. Reinheimer and G. Vinderola. 2019. Postbiotics produced at laboratory and industrial level as potential functional food ingredients with the capacity to protect mice against Salmonella infection. Journal of applied microbiology. 127(1): 219-229.

Ebrahimi, M., A. Sadeghi, D. Rahimi, H. Purabdolah and S. Shahryari. 2021. Postbiotic and anti-aflatoxigenic capabilities of Lactobacillus kunkeei as the potential probiotic LAB isolated from the natural honey. Probiotics and Antimicrobial Proteins. 13(2): 343-355.

El-Mokhtar, M. A., K. M. Hassanein, A. S. Ahmed, G. F. Gad, M. M. Amin and O. F. Hassanein. 2020. Antagonistic activities of cell-free supernatants of lactobacilli against extended-spectrum β-lactamase producing Klebsiella pneumoniae and Pseudomonas aeruginosa. Infection and Drug Resistance. 13: 543.

Gajdács, M. 2019. The continuing threat of methicillin-resistant Staphylococcus aureus. Antibiotics. 8(2): 52.

Gharibzahedi, S. M. T. and B. Smith. 2021. Legume proteins are smart carriers to encapsulate hydrophilic and hydrophobic bioactive compounds and probiotic bacteria: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 20(2): 1250-1279.

Hassan, B. A., M. A. Jebor and Z. M. Ali. 2018. Purification and Characterization of the Glucose Oxidase from Penicillium notatum. International Journal of Pharmaceutical Quality Assurance. 9(1): 55-63.

He, L., H. Yang, J. Tang, Z. Liu, Y. Chen, B. Lu, H. He, S. Tang, Y. Sun and F. Liu. 2019. Intestinal probiotics E. coli Nissle 1917 as a targeted vehicle for delivery of p53 and Tum-5 to solid tumors for cancer therapy. Journal of biological engineering. 13(1): 1-13.

Husby, S., S. Koletzko, I. Korponay-Szabó, K. Kurppa, M. L. Mearin, C. Ribes-Koninckx, R. Shamir, R. Troncone, R. Auricchio and G. Castillejo. 2020. European Society Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition guidelines for diagnosing coeliac disease 2020. Journal of pediatric gastroenterology and nutrition. 70(1): 141-156.

Johnson, C. N., M. H. Kogut, K. Genovese, H. He, S. Kazemi and R. J. Arsenault. 2019. Administration of a postbiotic causes immunomodulatory responses in broiler gut and reduces disease pathogenesis following challenge. Microorganisms. **7**(8): 268.

Kaur, S. and R. Kaur. 2019. Biosurfactant from Lactobacillus sp. as an antibiofilm agent. BioTechnologia. Journal of Biotechnology Computational Biology and Bionanotechnology.100(3).

Kazemi, A., A. A. Noorbala, K. Azam, M. H. Eskandari and K. Djafarian. 2019. Effect of probiotic and prebiotic vs placebo on psychological outcomes in patients with major depressive disorder: A randomized clinical trial. Clinical Nutrition. 38(2): 522-528.

Khalesi, S., N. Bellissimo, C. Vandelanotte, S. Williams, D. Stanley and C. Irwin. 2019. A review of probiotic supplementation in healthy adults: helpful or hype? European journal of clinical nutrition. 73(1): 24-37.

Kim, H. and S.-S. Kang. 2019. Antifungal activities against Candida albicans, of cell-free supernatants obtained from probiotic Pediococcus acidilactici HW01. Archives of oral biology. 99: 113-119.

Kostelac, D., M. Gerić, G. Gajski, K. Markov, A. M. Domijan, I. Čanak, Ž. Jakopović, I. K. Svetec, B. Žunar and J. Frece. 2021. Lactic acid bacteria isolated from equid milk and their extracellular metabolites show great probiotic properties and anti-inflammatory potential. International Dairy Journal. 112: 104828.

Layus, B. I., C. L. Gerez and A. V. Rodriguez. 2020. Antibacterial activity of Lactobacillus plantarum CRL 759 against methicillin-resistant Staphylococcus aureus and Pseudomonas aeruginosa. Arabian Journal for Science and Engineering. 45(6): 4503-4510.

Leo, A., C. De Caro, P. Mainardi, M. Tallarico, V. Nesci, N. Marascio, P. Striano, E. Russo, A. Constanti and G. De Sarro. 2021. Increased efficacy of combining prebiotic and postbiotic in mouse models relevant to autism and depression. Neuropharmacology 198: 108782. Culture supernatants of Lactobacillus gasseri and L. crispatus inhibit Candida albicans biofilm formation and adhesion to HeLa cells. Mycopathologia. 183(4): 691-700.

Morales-Ferré, C., I. Azagra-Boronat, M. Massot-Cladera, S. Tims, K. Knipping, J. Garssen, J. Knol, À. Franch, M. Castell and M. J. Rodríguez-Lagunas. 2021. Effects of a postbiotic and prebiotic mixture on suckling rats' microbiota and immunity. Nutrients. 13(9): 2975.

Nataraj, B. H., S. A. Ali, P. V. Behare and H. Yadav. 2020. Postbiotics-parabiotics: The new horizons in microbial biotherapy and functional foods. Microbial cell factories. 19(1): 1-22.

Nataraj, B. H. and R. H. Mallappa. 2021. Antibiotic resistance crisis: an update on antagonistic interactions between probiotics and methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA). Current Microbiology. 78(6): 2194-2211.

Osman, A., N. El-Gazzar, T. N. Almanaa, A. El-Hadary and M. Sitohy. 2021. Lipolytic postbiotic from Lactobacillus paracasei manages metabolic syndrome in albino wistar rats. Molecules. 26(2): 472.

Oyewole, O. A., S. S. L.-T. Zobeashia, E. O. Oladoja, R. O. Raji, E. E. Odiniya and A. M. Musa.2019. Biosorption of heavy metal polluted soil using bacteria and fungi isolated from soil. SN Applied Sciences. 1(8): 1-8.

Purton, T., L. Staskova, M. M. Lane, S. L. Dawson, M. West, J. Firth, G. Clarke, J. F. Cryan, M. Berk and A. O'Neil. 2021. Prebiotic and probiotic supplementation and the tryptophan-kynurenine pathway: A systematic review and meta analysis. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 123: 1-13.

Rad, A. H., S. Hosseini and H. Pourjafar. 2022. Postbiotics as dynamic biological molecules for antimicrobial activity: A mini-review. Biointerface Research in Applied Chemistry. 12(5): 6543-6556.

Sabbatini, S., S. Visconti, M. Gentili, E. Lusenti, E. Nunzi, S. Ronchetti, S. Perito, R. Gaziano and C. Monari. 2021. Lactobacillus iners Cell-Free Supernatant Enhances Biofilm Formation and Hyphal/Pseudohyphal Growth by Candida albicans Vaginal Isolates. Microorganisms. 9(12): 2577.

Samira, H., H.-R. Aziz, K. Hossein Samadi and D. Nazli. 2022. Evaluating the antimicrobial effect of postbiotic extract from Lactobacillus casei on Escherichia coli in commercial sterilized milk. Journal of Food Safety and Hygiene. **8**(1).

Sudan, S., R. Flick, L. Nong and J. Li. 2021. Potential Probiotic Bacillus subtilis Isolated from a Novel Niche Exhibits Broad Range Antibacterial Activity and Causes Virulence and Metabolic Dysregulation in Enterotoxic E. coli. Microorganisms. 9(7): 1483.

Toushik, S. H., J.-H. Park, K. Kim, M. Ashrafudoulla, M. S. I. Ulrich, M. F. R. Mizan, P. K. Roy, W.-B. Shim, Y.-M. Kim and S. H. Park. 2022. Antibiofilm efficacy of Leuconostoc mesenteroides J. 27-derived postbiotic and food-grade essential oils against Vibrio parahaemolyticus, Pseudomonas aeruginosa, and Escherichia coli alone and in combination, and their application as a green preservative in the seafood industry. Food Research International. 156: 111163.

Turner, N. A., B. K. Sharma-Kuinkel, S. A. Maskarinec, E. M. Eichenberger, P. P. Shah, M. Carugati, T. L. Holland and V. G. Fowler. 2019. Methicillin-resistant Staphylococcus aureus: an overview of basic and clinical research. Nature Reviews Microbiology. 17(4): 203-218.

Warda, A. K., A. G. Clooney, F. Ryan, P. H. de Almeida Bettio, G. Di Benedetto, R. P. Ross and C. Hill. 2021. A postbiotic consisting of heat-treated lactobacilli has a bifidogenic effect in pure culture and in human fermented fecal communities. Applied and environmental microbiology. 87(8): e02459-02420.

Wirawati, C. U., D. E. Nirmagustina and Y. R. Widodo. 2020. ANTIHYPERTENSIVE PEPTIDES PRODUCED BY INDIGENOUS LACTIC ACID BACTERIA FROM DADIH ORIGIN. Pakistan Journal of Biotechnology. 17(2): 85-91.

Zendeboodi, F., N. Khorshidian, A. M. Mortazavian and A. G. da Cruz. 2020. Probiotic: conceptualization from a new approach. Current Opinion in Food Science. 32: 103-123.

Żółkiewicz, J., A. Marzec, M. Ruszczyński and W. Feleszko. 2020. Postbiotics—a step beyond pre-and probiotics. Nutrients. 12(8): 2189.

Food Engineering Research/Vol.22/No.74/Spring & Summer 2023/P: 81-96
Journal Home page: https://fooder.areeo.ac.ir/

Original Research

Evaluating the Antimicrobial Effect of Postbiotic Extract From *Lactobacillus Casei* on *E.coli, S.aureus, P.nutatum, and C.albicans* by Using the Well Diffusion Agar Method

Samira Hosseini*and Aziz Homayouni-Rad

*Corresponding author: M.se Food Hygiene and Safety, Faculty of Nutrition and Food Sciences, Tabriz University of Medical Science, Tabriz, Iran
Email: Samira.hosseini575@gmail.com.
Received:12 January 2022 Accepted: 14 December 2022
http://doi: 10.22092/FOODER.2023.357471.1326

Abstract

Humans are always looking for a way to preserve food from chemical, microbial, and food pathogen spoilage. The use of probiotics is facing challenges today. To get out of this impasse, probiotics can be converted into postbiotics and used in the treatment of various diseases. postbiotics provide a significant source of energy for colon epithelial cells and play a role in their growth and differentiation. To evaluate the antimicrobial effect, the postbiotic and was evaluated against the pathogens *Escherichia. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Penicillium notatum*, and *Candida albicans* by Well Diffusion Agar method in measuring the diameter of the halo of non-growth. Skewness and kurtosis indices were used to check the normality of the data. In evaluating the antimicrobial effect of the postbiotic extract by diffusion method in the well and measuring, the largest diameter was formed in the concentration of 800 µl/ml in *E. coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria. in *Penicillium notatum* and *Candida albicans*, a non-growth halo was observed after three repetitions. According to the results obtained from the present research, it can be concluded that *Lactobacillus casei* is one of the bacteria, whose postbiotics can have an inhibitory effect against pathogenic bacteria such as *E. coli* and *Staphylococcus aureus*. The results obtained in the measurements of the diameter of the non-growth halo of the evaluated pathogens showed a difference in the effect of the postbiotic extract.

Keywords: *Lactobacillus casei*, probiotics, postbiotics, pathogenic pathogens, Well Diffusion Agar method