

پروبیوتیک ها، پری بیوتیک ها و پست بیوتیک ها و کاربردهای آنها در مواد غذایی

دکتر میرحسن موسوی^{1*}، سمیه الماسی¹

1- دانشگاه تبریز، دانشکده دامپزشکی، گروه بهداشت مواد غذایی و آبزیان

mhmoosavy@gmail.com

چکیده

پست بیوتیک ها محصولات جانبی باکتریایی هستند که توسط میکروارگانیسم های پروبیوتیک تولید می شوند. پست-بیوتیک ها شامل عوامل محلول ترشح شده یا آزاد شده از لیز باکتری ها، آنزیم ها، پپتیدها، اسیدهای تیکوئیک، موروپپتیدهای مشتق شده از پپتیدوگلیکان، پلی ساکاریدها، پروتئین های سطح سلولی و اسیدهای آلی می باشند [1 و 2]. اصطلاح پست بیوتیک برای محصولات جانبی متابولیک تولید شده توسط میکروارگانیسم های غذایی در طول رشد و تخمیر در فرهنگ میکروبیولوژی غذا استفاده می شود، که می توان با تخمیر با کشت های آغازگر پروتئولیتیک تولید کرد [3]. با در نظر گرفتن خطرات ناشی از باکتری های موجود در غذا، باکتری های مفیدی مانند باکتری های اسید لاکتیک و بیفیدوباکتریوم ها وجود دارند که به عنوان عوامل با ارزش در برابر ظهور پاتوژن ها و میکروارگانیسم های عامل فاسد می توانند ایمنی و ماندگاری مواد غذایی را بهبود بخشند [5]. پست بیوتیک ها را می توان با تکنیک های آزمایشگاهی مختلف مانند فشار بالا، اشعه ماورای بنفش، عملیات حرارتی و غیره ایجاد کرد که در ادامه به آن ها اشاره می شود [6]. سازمان بهداشت جهانی، سازمان خواروبار و کشاورزی و سازمان ملل متحد در سال 2001 پروبیوتیک ها را به عنوان میکروارگانیسم های زنده ای که در مقادیر مناسب برای سلامتی مفید هستند، تعریف کرده اند. پست بیوتیک ها به عنوان مواد مشتق شده از پروبیوتیک ها که جایگزین جدیدی هستند که می توانند بر محدودیت های مواد پروبیوتیک موجود در ایمنی و عملکرد و پایداری غلبه کنند [7].

کلمات کلیدی: پست بیوتیک، پروبیوتیک، پری بیوتیک، تخمیر، باکتری

1. مقدمه

پست‌بیوتیک‌ها محصولاتی هستند که از پروبیوتیک‌ها که میکروارگانیسم‌های زنده هستند، مشتق می‌شوند. پست‌بیوتیک‌ها محصولاتی هستند که اگر به مقدار کافی استفاده شوند، می‌توانند اثرات سودمندی در سلامتی میزبان ایجاد کنند از این رو مصرف چنین مکمل‌های غذایی می‌تواند موجب کاهش علائم بیماری‌هایی مانند: استرس اکسیداتیو: سرطان، تومور، بیماری‌های قلبی-عروقی، بیماری‌های التهابی دستگاه گوارش، دیابت، پیری، عدم تحمل لاکتوز شوند و همچنین مصرف آن‌ها می‌تواند سیستم ایمنی را نیز تقویت کند. پست‌بیوتیک‌ها با روش‌های استخراج مختلفی مانند عملیات حرارتی، اشعه ماورای بنفش، پرتوهای یونیزان و روش‌های فرمالین بدست می‌آیند. امروزه عوامل مختلفی مانند عوامل محیطی و نوع محصولات غذایی مختلفی که استفاده می‌شوند، روی سلامت انسان می‌توانند اثرات سوء داشته باشند. ولی میزان استفاده از آنها و اینکه مصرف زیاد آن چه عوارضی را به همراه دارد، همچنان مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

2. پروبیوتیک

پروبیوتیک‌ها توسط سازمان ملل متحد، سازمان بهداشت جهانی و سازمان خواروبار کشاورزی در سال 2001 به‌عنوان میکروارگانیسم‌هایی که در مقادیر مناسب برای مصرف کننده مفید هستند به رسمیت شناخته شده‌اند [7].

پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که موجب بهبود یا احیای میکروفلور روده و حفظ سلامتی می‌شوند [1]. پروبیوتیک‌های باکتریایی شامل گونه‌هایی از باکتری‌های اسید لاکتیک، جنس لاکتوباسیلوس، لاکتوباسیلوس و استرپتوکوک، جنس بیفیدوباکتریوم و سویه‌های باسیلوس و اشرشیا کولای و غیره هستند. مصرف پروبیوتیک‌ها ممکن است اثرات ضدالتهابی داشته باشد که به جلوگیری از تشکیل بیماری‌های مزمن روده، بیماری‌های التهابی روده، انتروکولیت نکروزان و سوء جذب کمک کنند. غذاهای حاوی پروبیوتیک‌های باکتریایی نیز می‌توانند فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی داشته باشند [11].

پروبیوتیک‌ها همچنین می‌توانند در کاهش عدم تحمل لاکتوز، افزایش عملکرد ایمنی، ضدسرطان، ضددیابت، ضدپیری، ضد میکروبی نقش داشته باشند. آماده‌سازی حرارتی پروبیوتیک‌ها تاثیر قابل توجهی بر ترشح سروتونین در روده دارد. پروتئین‌های سطحی باکتری‌های پروبیوتیک خاصیت ضدالتهابی، ضدچسبندگی، تقویت خاصیت سد اپیتلیال و جذب زیستی فلزات سنگین سمی را دارند. [4 و 6].

پروبیوتیک‌ها به توسعه سیستم ایمنی، تولید مواد مغذی ضروری، تقویت و یکپارچگی سد روده‌ای با فعال کردن ژن‌های مرتبط با سیگنال‌دهی محکم کمک می‌کنند. مصرف پروبیوتیک‌ها نه تنها به هضم غذا بلکه با تنظیم‌کنندگی میکروبیوم (که معمولاً به میکروارگانیسم‌های زنده موجود در روده انسان اطلاق می‌شود). بهبود می‌بخشد، بلکه به بهبود بیماری‌های مختلف کمک می‌کند [2 و 6 و 7].

از مشکلات استفاده از پروبیوتیک زنده نگه داشتن باکتری‌ها در طول تولید و ذخیره‌سازی آن‌ها می‌باشد، ولی پست‌بیوتیک‌ها دارای انعطاف بیشتری بوده و برای حمل آن‌ها نیاز به چرخه سرد نمی‌باشد [4 و 6].

3. پری بیوتیک‌ها

پری بیوتیک‌ها دسته‌ای از مواد مغذی هستند که در روده تجزیه می‌شوند. هنگامی که پری بیوتیک‌ها خورده می‌شوند، دستگاه گوارش، آن‌ها را تخمیر می‌کند به عبارت دیگر پست بیوتیک‌ها، اکتیوهای زیست فعال محصولات جانبی فرآیند تخمیر هستند [1].

باسیل‌های پروبیوتیک می‌توانند ترکیبات مختلف پری بیوتیک را متابولیزه کنند و سلامت میزبان را که در آن زندگی می‌کنند با استفاده از مکانیسم‌های مختلف ارتقا دهند. برخی از فیبرهای رژیمی را می‌توان به عنوان مواد پری بیوتیک طبقه بندی کرد که به آن‌ها به عنوان مواد تشکیل دهنده تخمیر انتخابی که منجر به تغییرات خاصی در ترکیب یا فعالیت میکروبیوتای گوارشی می‌شوند و در نتیجه مزیت‌هایی برای سلامت میزبان به ارمغان می‌آورند. مصرف چنین فیبرهایی موجب کاهش مشکلات گوارشی، سکته، بیماری‌های عروق کرونر قلب، سرطان، دیابت، فشار خون و کلسترول می‌شوند [12].

4. پست بیوتیک‌ها

پست بیوتیک‌ها محصولات جانبی متابولیکی هستند که از پروبیوتیک‌ها مشتق می‌شوند و دارای فعالیت بیولوژیکی می‌باشند، این متابولیت‌های تولید شده توسط میکروبیوتاهایی مانند اگزوپلی ساکاریدها، قطعات دیواره سلولی، پروتئین آنزیم‌ها و اسیدهای چرب کوتاه زنجیره، اسیدهای آلی، ترکیبات پرتئینی، پپتیدها، ویتامین‌ها اشاره دارد. مزیت استفاده از پست بیوتیک‌ها در غذا و نوشیدنی‌ها به جای پروبیوتیک‌ها عدم وجود یا کاهش تغییرات در ویژگی‌های محصول از جمله فیزیکوشیمیایی و حسی است. پست بیوتیک‌ها عبارتند از عوامل محلول ترشح شده توسط باکتری‌های زنده یا آزاد شده پس از لیز باکتری مانند آنزیم‌ها، پپتیدها و اسیدهای تیکوئیک و موروپپتیدهای مشتق شده از پپتیدوگلیکان، پلی ساکاریدها و پروتئین‌های سطح سلولی و اسیدهای آلی می‌باشند. پست بیوتیک‌ها می‌توانند خاصیت ضدباکتریایی، ضدسرطانی و نیز خواص مثبتی از جمله در کاهش فشار خون و سطح کلسترول، التهاب استرس اکسیداتیو و اثرات تعدیل کننده ایمنی و وزن بدن را نشان دهند. همچنین پست بیوتیک‌ها در دماها و محدوده‌های pH گسترده پایدار هستند و به همین ترتیب می‌توان به مواد غذایی قبل از فرایندهای حرارتی، بدون به خطر انداختن عملکرد آن‌ها اضافه کرد [1 و 2 و 3 و 5].

به طور کلی پست بیوتیک‌ها پایدار هستند و برای استفاده صنعتی به زنجیره سرد نیاز ندارند ولی پروبیوتیک‌ها، میکروارگانیسم‌های زنده هستند و نیاز به ذخیره سازی در سردخانه‌ها و حمل و نقل سرد می‌باشند. همچنین اسید معده و اسیدهای صفراوی بر خلاف پروبیوتیک‌ها، بر روی پروبیوتیک‌ها تاثیر ندارد، چون زنده نیستند [2 و 7].

شاخص‌های استفاده از پست بیوتیک‌ها در مواد غذایی، به نوع پست بیوتیک استفاده شده در ترکیب بسته بندی، نوع میکروارگانیسم یا آلاینده هدف، غلظت و شکل کاربرد، ویژگی‌های ماتریکس غذایی بستگی دارد. که در میان این شاخص‌ها، نوع پست بیوتیک بسیار مهم است. مزیت پست بیوتیک‌ها نسبت به پروبیوتیک‌های ماده غذایی این است که آن‌ها بر همکنش کمی با ترکیبات مختلف موجود در ماتریکس غذا نشان می‌دهند که باعث افزایش ماندگاری و حفظ خواص حسی و فیزیکوشیمیایی می‌شود [5 و 8].

پست بیوتیک‌ها را می‌توان با تخمیر در کشت‌های آغازگر پروتئولیتیک تولید کرد. استفاده از پست بیوتیک‌ها در صنایع غذایی می‌تواند یک راه حل رایج برای جلوگیری از فساد مواد غذایی باشد. در بیماری‌های التهابی دستگاه گوارش

پست‌بیوتیک‌ها به عنوان مکمل‌های غذایی برای تقویت هموستاز روده به جای پروبیوتیک‌ها قابلیت استفاده دارند. [3 و 5 و 6 و 7].

5. کاربردهای پست‌بیوتیک

پست‌بیوتیک‌ها کاربردهای غذایی و دارویی بیشتری دارند. آماده‌سازی عصاره پست‌بیوتیک به شکل خشک شده یخ‌زده (لیوفیلیزاسیون و اسپری خشک شده) برای سهولت جابجایی و نگهداری مفید است. از پست‌بیوتیک‌ها در پیشگیری از آسم و تشدید خس خس سینه در کودکان می‌توان استفاده کرد و همچنین همانند پروبیوتیک‌ها به‌طور مستقیم ویروس سارس و کووید را سرکوب می‌کنند [1].

تخمیر خمیر ترش، یک فرایند بیولوژیکی سنتی است که برای بهبود خواص محصولات پخته مورد استفاده قرار می‌گیرد، که برخی اجزای مشابه پست‌بیوتیک در خمیر ترش گزارش شده است. مصرف نان تهیه شده از خمیر ترش با اسیدیته بیشتر، افزایش غلظت اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه پس از غذا در بهبود علائم بیماری مرتبط با دستگاه گوارش مرتبط می‌باشد. خمیر ترش شامل انواع زیادی از باکتری‌های اسیدلاکتیک و تعاملات مخمری می‌باشد که بلوغ میکروبیوتای موجود در تخمیر به عواملی مانند دما، ترکیبات شیمیایی، پتانسیل اکسیداسیون و احیا و آب قابل دسترس و زمان بستگی دارد [8].

پست‌بیوتیک‌ها می‌توانند به‌طور موثری از رشد پاتوژن‌های مواد غذایی مانند استافیلوکوکوس اورئوس، سالمونلا انتریکا و باسیلوس سرئوس جلوگیری کنند. در بین پست‌بیوتیک‌ها، پست‌بیوتیک‌های باکتری‌های اسید لاکتیک بر علیه اشریشیا کولای که مهم‌ترین باکتری بیماری‌زا در غذاها می‌باشد، با تولید ترکیبی از کیتوزان جلوگیری می‌کند. همچنین پست‌بیوتیک‌ها می‌توانند در از بین بردن مواد شیمیایی مضر مانند بیسفنول A، آفت‌کش‌ها و مایکوتوکسین‌ها کمک کنند [5 و 9].

اخیرا استفاده از باکتری‌های اسید لاکتیک برای خواص ضد میکروبی مورد توجه قرار گرفته است. این گروه از باکتری‌ها، اسیدهای آلی، پراکسید هیدروژن و گاهی پپتیدهای ضد میکروبی یا باکتریوسین‌ها را آزاد می‌کنند، که می‌توانند به‌طور فعال با باکتری‌های عامل فساد و بیماری‌زا بر سر مواد غذایی رقابت کنند و در نتیجه رشد و بقای باکتری‌های نامطلوب را محدود کنند [10].

6. اگزوبلی ساکاریدها

اگزوبلی ساکاریدها، بیوپلیمرهای خارج سلولی هستند که در طول رشد میکروارگانیسم‌ها سنتز یا ترشح می‌شوند. اگزوبلی ساکاریدها می‌توانند با مسدود کردن جذب کلسترل به متابولیسم چربی کمک کنند [4 و 9].

اگزوبلی ساکاریدهای انتخاب شده از کشت‌های آغازگر لبنی در واقع یک موهبت برای صنعت لبنیات است. زیرا اگزوبلی ساکاریدها، هیدراته می‌شوند و رطوبت را کاهش می‌دهند. اگزوبلی ساکاریدها به دلیل خاصیت تعدیل کنندگی ایمنی، ضد تومور و ضد جهش‌زایی، آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی و فعالیت ضد فشار خون، ضد باکتریایی و ضد ویروسی، کاهش کلسترول، پتانسیل استفاده در زیست پزشکی و دارویی را دارند [1 و 4].

پروتکل استخراج اگزو پلی ساکارید شامل کشت باکتری های اسید لاکتیک تولید کننده اگزو پلی ساکارید در محیطی مناسب به مدت 12-18 ساعت و سپس پروتئین زدایی مایع رویی کشت توسط تری کلرواستیک اسید است. تولید صنعتی اگزو پلی ساکارید نمی تواند با محیط ام آراس انجام شود [4]. از آنجایی که تولید صنعتی اگزو پلی ساکارید نمی تواند بر محیط ام آراس تکیه کند، محققان آب پنیر را برای تولید پایدار اگزو پلی ساکارید از کشت های لاکتیک توصیه کرده اند [4 و 9].

اگزو پلی ساکاریدهای حاصل از تخمیر ترش موجب بهبود سلامت مصرف کنندگان می شود، این ترکیب، کربوهیدرات را به اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه به واسطه میکروبیوتای روده تخمیر می کند [8].

لاکتوباسیلوس پلانترام و لاکتوباسیلوس دلبرکی کشت شده بر روی عصاره خمیر گندم نشان داد که این گونه اثر بازندگی قوی در برابر گونه های پنی سلیم در نان تولید شده به خمیر ترش شده دارد و مقاومت خوبی در برابر آلودگی قارچی مشاهده می شود. ولی در تولید نان از پروبیوتیک استفاده نمی شود، زیرا دمای بالا و کم آبی در طی فرایند پخت سلول را از بین می برد [8].

7. اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه

در مورد اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه بسیاری از باکتری های اسید لاکتیک می توانند اسیدهای چرب کوتاه زنجیره به ویژه استات، پروپیونات، بوتیرات تولید کنند که اثرات درمانی بالقوه بر افسردگی، اوتیسم، اضطراب و استرس دارند [8].

اسیدهای چرب کوتاه زنجیره را می توان برای سنتز لیپیدها یا گلوکز استفاده کرد [9]. اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه، می توانند در طی تخمیر باکتریایی تولید شوند. این مولکول ها به دلیل دخالت در متابولیسم لیپیدها و انرژی به کاهش بیماری های خطرناک التهابی، چاقی، دیابت و سایر نارسایی متابولیکی کمک می کنند [3 و 11].

8. باکتریوسین ها

باکتریوسین ها یکی از پپتیدهای با طیف ضد میکروبی گسترده هستند که می توانند توسط باکتری های گرم مثبت و گرم منفی، عمدتاً باکتری های اسید لاکتیک تولید شوند. نایسین یکی از اولین باکتریوسین های مورد مطالعه است که به عنوان یک ماده ضد میکروب کلاس یک در نظر گرفته می شود [3]. نایسین در ساخت فیلم های ضد میکروبی مورد استفاده قرار می گیرد [5].

باکتریوسین ها فعالیت ضد میکروبی علیه عفونت های دستگاه ادراری، تناسلی و روده دارند [11]. باکتریوسین ها با هدف قرار دادن غشای سیتوپلاسمی باکتری و مهار تولید هاگ نقش دارند [2].

9. روش های استخراج پست بیوتیک

پست بیوتیک ها را با روش های آزمایشگاهی مختلف مانند فشار بالا، اشعه ماورای بنفش، عملیات حرارتی، پرتوهای یونیزان و فراصوت استخراج می کنند. رایج ترین روش برای آماده سازی پست بیوتیک عملیات حرارتی و روش های فرمالین است. از

روش های دیگر می توان به سانتیریوفیوژ، دیالیز و خالص سازی ستونی اشاره کرد [6و2].

آنالیز کمی و کیفی پست بیوتیک ها معمولاً نیازمند تجهیزاتی مانند کروماتوگرافی، طیف سنجی، جذب مادون قرمز و اسپکتوفوتومتری است [2].

10. نتیجه گیری

پست بیوتیک ها با وجود اثرات مفیدی که بر سلامت میزبان می گذارند، مصرف زیاد آن ها ممکن عوارضی را به همراه داشته باشد که باید بیشتر مورد مطالعه قرار گیرند. ولی امروزه در بسیاری از محصولات غذایی تخمیری و لبنیات به عنوان کشت های آغازگر به جای پروبیوتیک ها که میکروارگانیسم های زنده هستند، مورد استفاده قرار می گیرند. این محصولات یک روش جدید برای افزایش سطح ایمنی بدن و کاهش ایجاد بیماری هایی مانند التهابات دستگاه گوارش، دیابت، مشکل عدم تحمل به لاکتوز و سرطان می باشند. بنابراین انتظار می رود که در آینده ای نه چندان دور، استفاده از پست بیوتیک ها در محصولات غذایی روزانه انسان گنجانده شوند.

14. منابع

1. Postbiotic current trends in food and pharmaceutical industry P.Thorakkatu, A.Khanashyam K.Shah, K. S.Babu, A. S.Mundanat, A. Deliephan et al. Foods2022 Vol. 11 Issue 19 pages 3094
2. Postbiotics: Functional Food materials and therapeutic agents for cancer diabetes and inflammatory diseases S. Gurunathan P. Thangaraj and J. -H. Kim foods 2023 Vol. 13 Issue 1 Pages 83
3. Postbiotic foods and beverages A. G. da Cruz M. C. Silva T. C. Pimentel E. A. Esmerino and S. Verruck
4. Postbiotics- parabiotics: The new horizons in microbial biotherapy and functional foods B. H. Nataraj, S. A. Ali, P.V. Behare, and H. Yadav Microbial cell factories 2020 Vol. 19 Pages 1-22
5. Application of postbiotics produced by lactic acid bacteria in the development of active food packaging S. H. Hosseini, A. Abbasi, S. Sabahi, and N. khani Biointerface Res Appl Chem 2021 Vol. 12 Pages 6164-6183
6. Probing the functional and therapeutic properties of postbiotics in relation to their industrial application A. Asif, M. Afzaal, H. Shahid, F. Saeed, A. Ahmed, Y. A. Shah et al. Food science and nutrition 2023 Vol. 11 Issue 8 Pages 4472-4484
7. The concepts and applications of postbiotics for the development of health functional food product B.-Y Kim and S.S. Park Current Topics in Lactic acid Bacteria and probiotics 2021 Vol. 7 Issue 1 Pages 14-22
8. Role of lactic acid bacteria and yeasts in sourdough fermentation during breadmaking evaluation of postbiotic-component and health benefits O. Perez- Alvarado, A. Zepeta- Hernandez, L.E Garcia Amezquita, T. Requena, G. Vinderola and T. Garcia

Cayuela Frontiers in Microbiology 2022 Vol. 13 Pages 969460

9. Exploring the potential of postbiotics for food safety and human health improvement
F. J. Isaac- Bamgboye, C. L. Mgbachidinma, H. Onyeaka T. Isaac- Bamgboye and
D. C. Chukwugozie Journal of nutrition and metabolism 2024 Vol. 2024 Issue 1
Pages 1868161
10. A Worldwide review of illness outbreaks involving mixed salads/dressing and
factors influencing product safety and shelf life T. M. Osaili, F. Hasan, A.A. Al-
Nabulsi, A. N. Olaimat, M. Ayyash, R. S. Obaid, et al Food microbiology 2023 Vol.
112 Pages 104238
11. Health benefits of consuming foods with bacterial probiotics, postbiotics, and their
metabolites: a review V. E. Vera- Santander, R. H. Hernandez- Figueroa, M. T.
Jiminez-Mungula, E. Mani-Lopez-Malo Molecules 2023 Vol. 28 Issue 3 Pages 1230
12. Role of probiotic bacilli in developing symbiotic food: Challenges and opportunities
C. Szlufman and M. Shemesh Frontiers in microbiology 2021 Vol. 12 Pages 638830