**مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران**
**سال بیستم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحات ۹۷-۸۳**

# بررسی نظام‌مند کاربرد پست بیوتیک‌ها به عنوان ترکیبات ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی در بسته بندی محصولات گوشتی

عارف عادلی مسبب[۱]، غزاله اسلامیان[۲]، نگین مجدی[۳]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- نویسنده مسئول: استادیار گروه تغذیه سلولی مولکولی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. پست الکترونیک: gh.eslamian@sbmu.ac.ir

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و فناوری‌های پزشکی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۱۵

## چکیده

**سابقه و هدف:** گوشت و فرآورده‌های آن منبع اصلی پروتئین‌ها با ارزش بیولوژیکی بالا، ویتامین‌ها و مواد معدنی است. پست‌بیوتیک‌ها شامل طیف وسیعی از ترکیبات میکروبی هستند که به عنوان عصاره سلولی خام و یا یک ترکیب نیمه خالص استفاده می‌شوند. این مطالعه مروری با هدف تعیین کاربرد ترکیبات پست‌بیوتیک در بسته‌بندی انواع مختلف محصولات گوشتی بر خواص ضدمیکروبی، آنتی اکسیدانی و حسی محصولات گوشتی انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه مروری، جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی انگلیسی و فارسی زبان از اکتبر ۲۰۱۶ تا می ۲۰۲۴ با کلیدواژه‌های پست‌بیوتیک، پروبیوتیک، بیوتیک، متابیوتیک، پاراپروبیوتیک، بیوژنیک، ترشحات پروبیوتیک، بسته بندی، بسته بندی فعال، بسته بندی غذایی، ماندگاری غذا، فیلم و بسته‌بندی گوشت انجام شد.

**یافته‌ها:** در این مقاله، ۱۱ مطالعه تجربی مورد بررسی قرار گرفت. تمامی مطالعات به اثرات ضدمیکروبی استفاده از پست‌بیوتیک‌ها در بسته‌بندی محصولات گوشتی اشاره کردند که در ۴ مطالعه از آن‌ها، اثرات ضدلیستریایی مورد بررسی قرار گرفت. ۴ مطالعه دیگر تأثیر این بسته‌بندی‌ها را بر خواص آنتی اکسیدانی و ۲ مطالعه تأثیر آن‌ها را بر خواص حسی محصولات گوشتی مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های این مطالعه مرور نظام مند نشان داد که تأثیر بسته بندی‌های ادغام شده با پست بیوتیک‌ها بر خواص ضدمیکروبی، آنتی اکسیدانی و حسی محصولات گوشتی علی رغم تفاوت در روش تولید بسته‌بندی مورد نظر و ماده غذایی هدف، با یکدیگر همسو بوده و باعث افزایش ماندگاری و بهبود ویژگی‌های حسی محصول می‌شود.

**نتیجه گیری:** پست‌بیوتیک‌ها دارای خواص ضدمیکروبی و آنتی اکسیدانی هستند که می‌توانند به طور معنی‌داری از فساد و بیماریزایی میکروارگانیسم‌ها در محصولات گوشتی جلوگیری کنند. ترکیب آن‌ها در مواد بسته‌بندی می‌تواند منجر به بهبود کیفیت محصول و ماندگاری طولانی شود که آن‌ها را به جایگزینی مفید برای نگهدارنده‌های سنتتیک تبدیل کند.

**واژگان کلیدی:** پست بیوتیک، پروبیوتیک، بسته بندی، محصولات گوشتی

**پیام‌های اصلی**

- بسته بندی حاوی پست بیوتیک بر پایداری میکروبی محصولات گوشتی می‌تواند اثرگذار باشد.
- بسته بندی حاوی پست بیوتیک بر ارتقاء ویژگی‌های آنتی اکسیدانی محصولات گوشتی می‌تواند اثرگذار باشد.
- بسته بندی حاوی پست بیوتیک بر بهبود خواص حسی (طعم، رنگ و ...) می‌تواند اثرگذار باشد.

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]

## • مقدمه

جلوگیری از آلودگی مواد غذایی به منظور اطمینان از ایمنی مواد غذایی و حفظ کیفیت غذا برای تولیدکنندگان و مصرف کنندگان از اهمیت بالایی برخوردار است (۱). آلوده شدن فراورده‌های گوشتی ممکن است هنگام کشتار، فرآوری و بسته-بندی رخ دهد. برخی از تکنیک‌های نگهداری غذا مانند خشک کردن، انجماد، حرارت‌دهی، تخمیر و نمک‌سود کردن قادر به افزایش عمر ماندگاری فرآورده‌های غذایی هستند، اما ممکن است آلودگی مجدد رخ دهد و غذا را برای مصرف کننده غیر قابل مصرف نماید (۲). بسته‌بندی از طریق محافظت از ماده‌ی غذایی در برابر محیط، تغییرات فیزیکی و شیمیایی و نگهداری از غذا در سرتاسر زنجیره‌ی توزیع، نقش حیاتی در حفظ کیفیت فرآورده‌های غذایی ایفا می‌کند. بنابراین بسته‌بندی محصولات غذایی از جمله فرآورده‌های گوشتی با اهداف گوناگونی انجام می‌شود. این اهداف شامل سهولت حمل و نگهداری ماده غذایی، محافظت فیزیکی و ممانعت از عبور اکسیژن و بخار آب، انتقال اطلاعاتی به مصرف کننده نظیر نحوه استفاده، بازیافت یا دفع و جذب مشتری از طریق طراحی بسته‌بندی است (۳). بسته‌بندی معمولی غذا تا حدی قادر به افزایش عمر قفسه‌گذاری، حفظ کیفیت و اطمینان از ایمنی فرآورده‌های غذایی است. بطور کلی موضوع ایمنی مواد غذایی موضوع بسیار مهمی است و سیستم بسته‌بندی ضد میکروبی به طور مشخص برای کنترل میکروارگانیسم‌های نامطلوب طراحی شده‌اند (۴). ماده بسته-بندی با قرار دادن یک مانع فیزیکی بین ماده غذایی و محیط اطراف از بهداشت و افزایش زمان ماندگاری آن به خصوص آن-هایی که به فساد اکسیداتیو و میکروبی حساس هستند، اطمینان حاصل می‌کند. کاغذ، پلاستیک، شیشه، فولاد و آلومینیوم متداول‌ترین مواد مورد استفاده در بسته بندی‌ها هستند (۵).

گوشت و فرآورده‌های آن یکی از گروه‌های غذایی ضروری در رژیم غذایی بسیاری از افراد محسوب می‌شود که دارای ارزش غذایی بالا، منبع اصلی پروتئین‌ها با ارزش بیولوژیکی بالا، ویتامین‌ها و مواد معدنی مانند روی و آهن است (۶). بنابراین، عادت به مصرف گوشت‌های فرآوری شده مانند سوسیس، کالباس و سایر فرآورده‌های گوشتی برای بسیاری از مردم بسیار رایج شده است (۷). بسته بندی گوشت مزایای مشابهی را برای گوشت‌های خام سرد شده و فرآوری شده مانند سایر انواع بسته-بندی مواد غذایی دارد. اگرچه بسته‌بندی قابل نفوذ هوا بیشتر برای گوشت قرمز خام سرد شده رایج است، اما بسته‌بندی خلاء و اتمسفر اصلاح‌شده ماندگاری طولانی‌تری دارد. امروزه پیشرفت‌های عمده در پلیمرهای طبیعی در صنعت بسته بندی گوشت اتفاق افتاده که توجه زیادی را به خود جلب کرده است (۸).

در نگهداری مواد غذایی، ترکیباتی که از میکروارگانیسم‌ها، گیاهان و حیوانات به دست می‌آیند، در برابر میکروارگانیسم‌های عامل فساد و بیماری مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه در میان این ترکیبات، آن‌هایی که منشأ میکروبی دارند به دلیل تجدیدپذیری بیشتر و هزینه‌های تولید پایین‌تر، مورد توجه قرار گرفته‌اند (۹، ۱۰). پست بیوتیک‌ها به ترکیبات عملگرای تخمیری تولید شده توسط پروبیوتیک‌ها گفته می‌شود که حاوی ترکیبات محلول تولید شده توسط این دسته از میکروارگانیسم‌ها (به طور عمده باکتری‌های اسید لاکتیک) در طول رشد باکتری در ماتریس‌های غذایی، محیط‌های کشت و دستگاه گوارش است (۱۱). طبق این دیدگاه، پست‌بیوتیک‌ها شامل طیف وسیعی از ترکیبات میکروبی هستند که به‌عنوان عصاره سلولی خام و یا یک ترکیب نیمه خالص استفاده می‌شوند. باکتریوسین‌ها، ویتامین‌ها، پپتیدها، آنزیم‌ها، اسیدهای آلی، اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه، اسیدهای تیکوئیک، اندو و اگزو پلی ساکاریدها، موروپپتیدهای مشتق شده از پپتیدوگلیکان، پروتئین‌های سطحی و پلاسمالوژن‌ها جزو دسته پست بیوتیک‌ها محسوب می‌شوند (۱۲، ۱۳). مکانیسم هر ترکیب پست بیوتیک در مهار باکتری‌های فسادزا و بیماری زا، خاص و منحصر به فرد است. در واقع مکانیسم ضد میکروبی این ترکیبات با اسیدی شدن سیتوپلاسم شروع شده، سپس با ایجاد تغییرات مورفولوژیکی و هدفمند و اختلال در تولید یا مصرف انرژی سلول‌ها همراه بوده و بعد با ایجاد حفره‌ای در غشای سلولی و پیشرفت واکنش‌های استرس اکسیداتیو در سلول‌های باکتریایی و مرگ سلول خاتمه می‌یابد (۱۴).

در محصولات غذایی، استفاده مستقیم از پروبیوتیک‌ها معایب خاص خود را دارد (۱۵). پست بیوتیک‌ها می‌توانند به عنوان جایگزینی برای کاربرد باکتری‌های زنده و متابولیت‌های آن‌ها عمل کنند. با توجه به این موضوع، در مطالعات اخیر رویکرد جدید تهیه و استفاده مستقیم از پست بیوتیک‌ها به عنوان یک افزودنی غذایی مورد بررسی قرار گرفت (۱۶، ۱۷). مرادی و همکاران در سال ۲۰۱۹ فعالیت سه پست بیوتیک

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]

مختلف از گونه لاکتوباسیلوس را در گوشت چرخ کرده و شیر کامل بررسی کرده‌اند. آن‌ها دریافتند که فعالیت ضدمیکروبی پست بیوتیک‌های مورد مطالعه به نوع پروبیوتیک‌ها بستگی دارد. یکی دیگر از رویکردهای نوآورانه، ترکیب پست بیوتیک‌ها در فیلم پلیمری است. در مطالعه ای دیگر بریستین-باوزا و همکاران در سال ۲۰۱۶ فعالیت مهاری پست بیوتیک *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* در ترکیب با پروتئین آب پنیر و فیلم‌های کازئینات کلسیم را بر روی برخی از باکتری‌های گرم مثبت و منفی در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند (۱۸). نویسندگان دیگر نیز کارهای مشابهی با افزودن پست بیوتیک *لاکتوباسیلوس ساکی* به فیلم پروتئین آب پنیر برای کنترل *اشریشیا کلای* و *لیستریا مونوسیتوژنز* روی گوشت گاو تازه انجام دادند (۱۹).

با توجه به افزایش آگاهی جامعه، مصرف کنندگان به دنبال محصولات گوشتی هستند که نه تنها طعم خوب، بلکه ماندگاری طولانی داشته باشند و فاقد ترکیبات با اثر نامطلوب باشد (۲۰). با توجه به اینکه مطالعه مروری در مورد کاربرد پست بیوتیک‌ها در بسته بندی محصولات گوشتی وجود ندارد، هدف مطالعه حاضر، مرور روایتی مربوط به کاربرد ترکیبات پست بیوتیک در بسته بندی انواع مختلف محصولات گوشتی می‌باشد. این مقاله بررسی جامعی از تحقیقات در مورد کاربرد پست بیوتیک‌ها در بسته بندی محصولات غذایی را ارائه می‌کند و به یک استراتژی مهم برای کاهش مؤثر ترکیبات میکروبی مضر اشاره می‌کند. با درک این مطالعات می‌توان برای تولید محصولات سالم‌تر و ایمن‌تر که انتظارات مصرف‌کننده را برای محصولات گوشتی با ارزش افزوده بالا برآورده می‌کند، اقدام کرد.

## • مواد و روش‌ها

این مطالعه مرور نظام‌مند، بر اساس دستورالعمل موارد ترجیحی در گزارش مقالات مرور نظام‌مند و فرا تحلیل (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses; PRISMA) و راهنمای کاکرین (Cochrane) انجام گرفته است. به منظور یافتن مقالات منتشر شده با هدف تعیین کاربرد پست بیوتیک‌ها در بسته بندی محصولات گوشتی، پایگاه‌های اطلاعاتی انگلیسی و فارسی زبان بدون محدودیت زبانی بطور کامل با کلید واژه‌های مرتبط مورد جستجو قرار گرفت. دو نفر از پژوهشگران (ع.ع و ن.م) به صورت مجزا جستجو را انجام داده و در صورت اختلاف نظر، مشورت با پژوهشگر سوم (غ.ا) انجام شد. این جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های اطلاعاتی Medline، Embase، Web of Science، Science Direct، Google Scholar، Scopus، Magiran، SID، ISC و Cochrane از ماه اکتبر ۲۰۱۶ تا ماه می ۲۰۲۴ بر اساس استراتژی جستجو به شرح زیر انجام شد.

("postbiotic" OR "probiotic" OR "biotic" OR "metabiotic" OR "paraprobiotic" OR "ghost" OR "biogenic" OR "probiotic secretions") AND ("packaging" OR "active packaging" OR "food packaging" OR "food shelf-life" OR "film" OR "meat packaging")

همچنین فهرست منابع مقالات استخراج شده بصورت دستی درگوگل اسکولار نیز مورد بررسی قرار گرفت.

معیارهای حذف مقالات: برای انجام مطالعه مرور نظام مند حاضر، مطالعاتی که به صورت مقالات مروری، پایان‌نامه‌ها، گزارش مورد، نامه به سردبیر، چکیده مقاله کنگره‌ها، کتاب‌ها و مقالات غیرانگلیسی و غیرفارسی زبان بودند از این مرور نظام‌مند خارج و در نهایت مطالعات به مقالات مبتنی بر هدف محدود شدند. همچنین منابع کلیه مقالات بررسی و آن‌هایی که با هدف مطالعه حاضر مرتبط بودند، انتخاب شدند. پس از بررسی کامل تمام مقالات انتخاب شده، ارزیابی و استخراج مقالات استخراج شده توسط دو نویسنده (ع.ع و ن.م) به صورت مستقل، بر اساس معیارهای ذکر شده انجام و در صورت اختلاف نظر با نفر سوم (غ.ا) مورد بررسی قرار گرفت. پس از مرور عناوین، تعداد ۳۶ مقاله شناسایی و وارد مرحله ارزیابی کیفی چکیده‌ها شدند. در نهایت تنها ۱۱ مطالعه که در راستای اهداف و معیارهای ورود مطالعه حاضر بودند، مورد بررسی قرار گرفتند.

اطلاعات مربوط به نویسنده اول، سال انتشار، ماده غذایی هدف، ویژگی و خواص مورد بررسی از بسته بندی‌های حاوی پست بیوتیک و نتایج کار استخراج شد. خلاصه‌ای از اطلاعات استخراج شده از مقالات در جدول ۱ بطور خلاصه گزارش شده است.

## • یافته‌ها

در مجموع ۱۱ مقاله وارد مطالعه حاضر شدند. ۶ مقاله در ایران (۱۳، ۲۱-۲۵)، ۳ مقاله در ترکیه (۲۶-۲۸)، ۱ مقاله در برزیل (۲۹) و ۱ مقاله در مکزیک (۱۹) انجام شد. از لحاظ زمانی تنها یک مطالعه قبل از سال ۲۰۲۰ انجام شده بود (۱۹). تمامی مطالعات به اثرات ضدمیکروبی استفاده از پست بیوتیک‌ها در بسته بندی محصولات گوشتی اشاره کردند که در ۴ مطالعه از آن‌ها، اثرات ضدلیستریایی مورد بررسی قرار گرفت (۱۳، ۲۵، ۲۶، ۲۸). همچنین ۴ مطالعه تأثیر این بسته‌بندی‌ها را بر خواص آنتی اکسیدانی (۲۳، ۲۵-۲۷) و ۲ مطالعه تأثیر آن‌ها را بر خواص حسی محصولات گوشتی (۲۱, ۲۷) مورد بررسی قرار دادند.

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]

**جدول ۱.** تاثیر بسته بندی حاوی پست بیوتیک بر پایداری میکروبی، خواص آنتی اکسیدانی و حسی محصولات گوشتی در مطالعات مختلف

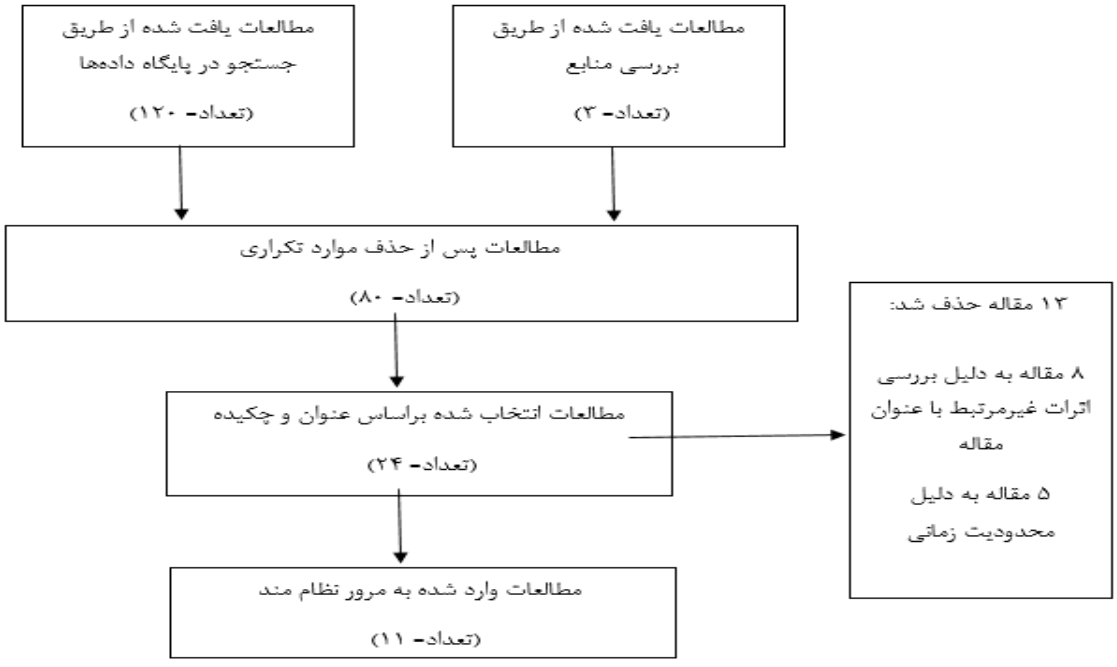
| نویسنده/سال انتشار | ماده غذایی | هدف پژوهش | ویژگی‌های مورد بررسی | نتایج |
|---|---|---|---|---|
| ولی پور و همکاران، ۲۰۲۴ (۲۵) | فیله گوشت گاو | تعیین اثر ضد لیستریایی پست‌بیوتیک‌های *لاکتیپلانتی باسیلوس ساکی* با روش افشانه سازی | ظرفیت آنتی اکسیدانی و عملکرد ضد لیستریایی | این پست‌بیوتیک‌ها ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مؤثری داشتند و اجرای روش افشانه‌سازی (آئروسلیزاسیون) باعث بهبود عملکرد ضد لیستریایی پست‌بیوتیک‌ها شد. همچنین تیمار حاوی ۴۰ درصد پست بیوتیک به طور موثری فعالیت ضد باکتریایی خوبی از خود نشان داد و تعداد *لیستریا مونوسیتوژنز* را بیش از ۳،۰۰ لگاریتم واحد تشکیل کلنی در هر میلی لیتر روی فیله‌های گوشت گاو در طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ روز کاهش داد. |
| سرتر و همکاران، ۲۰۲۴ (۲۸) | گوشت سینه مرغ | تعیین مقایسه اثر ضد میکروبی به‌دست‌آمده از پست‌بیوتیک‌ها با اثر ضد میکروبی حاصل از محلول اسید لاکتیک | اثرات ضدمیکروبی | پست‌بیوتیک‌های *لاکتوباسیلوس ساکی* و *پلانتاروم* با روش انتشار آگار اثرات ضد میکروبی بر روی گونه‌های *سالمونلا*، *لیستریا مونوسیتوژنز*، *اشریشیا کلای* و *بروسلا ملی‌تنسیس* از خود نشان دادند و این اثرات ضد میکروبی ناشی از اسیدهای آلی آن‌ها است. این پست بیوتیک‌ها ماندگاری محصول را تا ۱۴ روز افزایش دادند. |
| کایناکزی، ۲۰۲۴ (۲۷) | گوشت سینه بوقلمون | تعیین ویژگی‌های محصول پوشش داده شده از طریق غوطه ور شدن در پوشش خوراکی پست بیوتیک-آلژینات به دست آمده از سویه‌های DSM 20456 و BB12 *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* در طول نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی-گراد به مدت ۷ روز | پایداری میکروبی و خواص فیزیکوشیمیایی | پست‌بیوتیک‌های *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* غنی‌شده با آلژینات تأثیر منفی بر پایداری میکروبی و خواص فیزیکوشیمیایی گوشت سینه بوقلمون نداشت. بنابراین، یک ماده پوششی جدید، طبیعی و خوراکی برای گوشت و فرآورده‌های گوشتی ایجاد شد. |
| عباسی و همکاران، ۲۰۲۳ (۲۱) | گوشت بره | تعیین اثر پوشش پلیمری ترکیبی ازMSM و پست بیوتیک *ساکارومایسز سرویزیه* بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبیولوژیکی، اکسیداسیون لیپیدها و مقبولیت مشتری در محصول به مدت ۱۰ روز در یخچال | خواص آنتی اکسیدانی و ضدباکتریایی | این پوشش می‌تواند عمر مفید نمونه‌های گوشت بره را با به تأخیر انداختن تغییرات شیمیایی و میکروبی افزایش دهد. همچنین MSMهمراه با ۱۰ درصد PSB بیشترین محافظت را در برابر تغییرات شیمیایی، سرکوب تکثیر میکروبی و حفظ ویژگی‌های حسی در طول ذخیره سازی در دمای یخچال ارائه می‌دهد |
| اصغری عظمی و همکاران، ۲۰۲۳ (۳۱) | گوشت بره | تولید یک پوشش خوراکی زیست فعال جدید بر اساس PLP و MSM | ویژگی‌های آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی | پوشش خوراکی متشکل از MSM و PLP می‌تواند ماندگاری برش‌های گوشت بره را با به تعویق انداختن تغییرات میکروبی بهبود بخشد. همچنین MSM غنی شده با ۸ درصد PLP باعث مهار رشد میکروبی و حفظ خواص حسی در طول ذخیره سازی سرد فرآورده‌های گوشتی می‌شود. |
| محمدی و همکاران، ۲۰۲۲ (۲۲) | پنیر و گوشت | تهیه و تعیین عملکرد نانوکاغذهای دارای پست بیوتیک های اشباع شده در فیلم‌های BNCمرطوب و لیوفیلیزه | ویژگی های ضد باکتریایی و ضد قارچی | پست بیوتیک ها به دلیل وجود ترکیبات بیولوژیکی مانند ۴،۲-دی-ترت-بوتیل فنل و دوتریاکونتان، اثرات ضد میکروبی مناسبی بر پاتوژن ها و اسپویلرهای مواد غذایی از جمله *لیستریا مونوسیتوژنز* داشتند. استفاده از یک فیلم BNC با پست بیوتیک ها می تواند از رشد پاتوژن های باکتریایی جلوگیری کند، تغییرات اکسیداتیو را به تاخیر بیندازد و عمر مفید مواد غذایی را افزایش دهد. |
| د لیما و همکاران، ۲۰۲۲ (۲۹) | سوسیس پخته شده | تعیین اثر نگهدارنده حاوی پست بیوتیک تولید شده از *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* توسط سیستم تخمیر اکسنیک و سدیم لاکتات در افزایش تاریخ مصرف محصول در خلاء | اثرات ضدمیکروبی و نگهدارندگی | PPCP تولید شده توسط سیستم تخمیر اکسنیک با *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* به اندازه ماده نگهدارنده تجاری رایج در نگهداری سوسیس‌های پخته شده در خلاء مؤثر بود. بنابراین می-توان آن را به عنوان یک جایگزین موفق در مورد استفاده از مواد طبیعی برای حفظ و تولید سوسیس‌های پخته شده شناخت. |

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| رسولی و همکاران، ۲۰۲۱ (۲۴) | گوشت بوفالو | تعیین عملکرد فیلم‌های بسته‌بندی فعال ضد لیستریایی حاوی نانوسلولز باکتریایی و پست‌بیوتیک‌های *لاکتوباسیلوس ساکی* در شرایط آزمایشگاهی | خواص ضد میکروبی | غلظت پست‌بیوتیک‌ها تأثیر قابل‌توجهی بر خواص ضد باکتریایی فیلم نشان داد در حالی که زمان پوشش به عنوان یک متغیر منفرد تأثیر چندانی نداشت. این یافته‌ها نشان‌دهنده تولید یک فیلم ضد میکروبی موفق و کاربردی بر اساس BNC و پست بیوتیک‌ها برای استفاده در محصولات گوشتی است. |
| کرساد انجیلی و همکاران، ۲۰۲۱ (۳۲) | فیله سینه مرغ | تعیین اثر پست بیوتیک-های *پدیوکوکوس اسیدی لاکتیکی* به تنهایی یا در ترکیب با پوشش کیتوزان بر علیه *سالمونلا تیفی موریوم* و *لیستریا مونوسیتوژنز*، کیفیت شیمیایی و خواص رنگ محصول در طول نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد | اثرات ضدمیکروبی و خواص حسی محصول | تیمار پست بیوتیک در غلظت ۵۰ درصد به طور مؤثری باعث کاهش تعداد باکتری‌های *سالمونلا تیفی موریوم* و *لیستریا مونوسیتوژنز* بر روی فیله سینه مرغ شد. ترکیب پست بیوتیک با کیتوزان یک اثر هم افزایی قوی در برابر *سالمونلاتیفی موریوم* و یک هم افزایی جزئی در برابر *لیستریا مونوسیتوژنز* از خود نشان داد. |
| شفیع پور و همکاران، ۲۰۲۰ (۱۳) | گوشت چرخ کرده | تعیین تأثیر فیلم تهیه شده از ترکیب پست بیوتیک *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و نانوسلولز باکتریایی بر افزایش ماندگاری محصول | خواص ضدمیکروبی | غلظت پست بیوتیک‌ها و زمان اشباع در BNC به طور مستقیم بر فعالیت ضد لیستریا فیلم BNC ساخته شده تأثیر می گذارد. همچنین حلالیت پست بیوتیک ها در سطح گوشت همراه با هیدراته شدن BNC پس از پیچیدن روی گوشت باعث آزاد شدن سریع پست بیوتیک‌ها از BNC در غذا شد. |
| بریستین-باوتزا و همکاران، ۲۰۱۷ (۱۹) | گوشت گاو کبابی | تعیین عملکرد فیلم های پروتئین آب پنیر ایزوله همراه با مایع رویی بدون سلول *لاکتوباسیلوس ساکی* بر روی *اشریشیا کلی* و *لیستریا مونوسیتوژنز* | خواص ضدمیکروبی | گوشت گاو کبابی همراه با این فیلم‌های ضد میکروبی توسط شرکت کنندگان پذیرفته شد و هیچ تفاوت معنی‌داری در طعم، رنگ و پذیرش کلی مشاهده نشد. |

BNC: bacterial nanocellulose, MSM: Malva sylvestris mucilage, PLP: postbiotics of Lactobacillus paracasei, PPCP: potentially postbiotic-containing preservative, PSB: postbiotics from Saccharomyces cerevisiae var. boulardii ATCC MYA-796, WPI: whey protein isolate.




نمودار ۱. نمایش روند جستجوی سیستماتیک مقالات

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]

**تأثیر پست بیوتیک‌ها بر فعالیت ضدمیکروبی**

یکی از مزایای اصلی استفاده از پست بیوتیک‌ها در بسته بندی محصولات گوشتی، توانایی آن‌ها در افزایش پایداری میکروبی است. فرآورده‌های گوشتی به دلیل ترکیبات غنی از مواد مغذی و رطوبت بالا که محیط ایده آلی را برای رشد میکروبی فراهم می کند، بطور ویژه‌ای در معرض فساد و آلودگی‌های عوامل بیماری‌زا هستند (۳۰). با ادغام پست‌بیوتیک‌ها در مواد بسته‌بندی، می‌توان یک مانع ضد میکروبی ایجاد کرد تا از رشد موجودات فسادزا و پاتوژن‌هایی مانند *سالمونلا* و *لیستریا* جلوگیری کرد. مطالعات نشان داده‌اند که برخی از پست‌بیوتیک‌ها خاصیت باکتری‌کشی یا باکتریواستاتیکی از خود نشان می‌دهند و به طور مؤثری ماندگاری محصولات گوشتی را افزایش می‌دهند و در عین حال ویژگی‌های حسی آن‌ها را حفظ می‌کنند. این موضوع نه تنها با کاهش ضایعات و افزایش قابلیت فروش به تولیدکنندگان سود می‌رساند، بلکه با به حداقل رساندن خطر بیماری‌های ناشی از مواد غذایی از مصرف‌کنندگان محافظت می‌کند (۲۶).

نتایج مقالات بررسی شده در این مطالعه از نظر تأثیر این بسته بندی‌ها بر روی محصولات گوشتی با یکدیگر همسو بود. در مطالعه ولی پور و همکاران در سال ۲۰۲۴، تهیه پست‌بیوتیک‌های *لاکتیپلانتی باسیلوس ساکی* و بررسی کاربرد آن به عنوان محلول ضد لیستریایی با دو غلظت ۲۰ و ۴۰ درصد بر روی فیله‌های گوشت گاو با استفاده از تکنیک آئروسلیزاسیون (افشانه سازی) انجام شد. آزمایش ضد میکروبی با استفاده از روش چاهک گذاری در آگار انجام شد که ناحیه‌ی مهار ۲۰ / ۱ ± ۰۰ / ۲۷ میلی متری را نشان داد. تیمار حاوی ۴۰ درصد پست بیوتیک‌ها موثرترین تیمارهای ضد لیستریایی بودند که تعداد باکتری‌ها را از ۲۰ / ۶ لگاریتم cfu ( colony-forming unit یا واحد تشکیل کلنی )در هر گرم در گروه کنترل به ۳۰ / ۳ لگاریتم واحد تشکیل کلنی در هر گرم پس از ۱۵ روز کاهش دادند. با این حال، در تیمار ۲۰،۰۰ درصد پست بیوتیک کاهش قابل توجهی در تعداد باکتری‌ها نسبت به گروه کنترل دیده نشد. طبق این مطالعه نتیجه‌گیری شد که پست بیوتیک *لاکتیپلانتی باسیلوس ساکی* یک افزودنی ضد میکروبی موثر برای کنترل پاتوژن‌های غذایی در فیله گوشت گاو است و روش افشانه سازی می‌تواند با موفقیت برای بسته‌بندی محصولات گوشتی استفاده شود (۲۵). در مطالعه‌ای دیگر که توسط سرتر و همکاران در سال ۲۰۲۴ با هدف تعیین اثرات ضدمیکروبی پست بیوتیک‌های *پدیوکوکوس اسیدی لاکتیکی*، *لاکتوباسیلوس ساکی* و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* بر روی برخی از پاتوژن‌های غذایی با روش چاهک گذاری انجام شد، نتایج نشان داد که این پست بیوتیک‌ها دارای اثرات ضدمیکروبی بر روی گونه‌های *لیستریا مونوسیتوژنز*، *اشریشیاکلی*، *سالمونلا* و *باسیلوس ملی تنسیس* بوده که این اثرات ضدمیکروبی ناشی از اسیدهای آلی آن‌ها است. همچنین نتیجه‌گیری شد که این پست بیوتیک‌ها می‌توانند ماندگاری گوشت سینه مرغ را تا ۱۴ روز افزایش دهند. در نتیجه، تصور می‌شود که پست بیوتیک-های باکتری‌های اسید لاکتیک، نقش مهمی در افزایش ماندگاری غذاها ایفا می‌کنند (۲۸).

تأثیر پست‌بیوتیک‌های *بیفیدوباکتریوم* در برابر پاتوژن‌های شاخص مانند *لیستریا مونوسیتوژینز*، *سالمونلا انتریکا*، *اشریشیاکلی* و *باسیلوس سرئوس* در گوشت سینه بوقلمون نیز مورد بررسی قرار گرفت. این پست‌بیوتیک‌ها در برابر باکتری‌های گرم مثبت مؤثرتر از باکتری‌های گرم منفی بودند؛ زیرا دیواره سلولی باکتری‌های گرم منفی دارای لیپوپروتئین‌ها و لیپوپلی-ساکاریدهایی است که از آن‌ها در برابر عوامل ضد میکروبی محافظت می‌کند. همچنین میانگین ناحیه مهار گرم مثبت‌ها بین ۵ / ۱۱ تا ۰۰ / ۱۵ میلی‌متر است. در میان پاتوژن‌های مورد آزمایش، تأثیرگذاری سویه‌های *بیفیدوباکتریوم* در برابر *لیستریا مونوسیتوژنز* از همه بیشتر بود. بنابراین در این مطالعه، پست‌بیوتیک‌های *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* همراه با پوشش آلژینات تأثیر منفی بر پایداری میکروبی و خواص فیزیکوشیمیایی گوشت سینه بوقلمون نداشته و باعث ماندگاری بیشتر این محصولات می‌شود (۲۷). در مطالعه اصغری و همکاران، پوشش خوراکی موسیلاژ نوعی گیاه به نام *مالواسیلوستریس* همراه با پست‌بیوتیک *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* رشد میکروارگانیسم‌ها را تا حد زیادی به تعویق انداخت و عمر محصول را به بیش از ۱۰ روز افزایش داد. زمان ماندگاری نمونه‌های کنترل و نمونه‌های موسیلاژ بدون پست بیوتیک به ترتیب ۴ و ۷ روز بود. فعالیت ضد باکتریایی پست بیوتیک *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* (PLP) به توانایی ترکیبات آن در مهار سنتز آنزیم‌های ضروری باکتری‌ها و ایجاد آسیب در دیواره سلولی باکتری مربوط می‌شود. همچنین افزایش غلظت PLP در پوشش مبتنی بر موسیلاژ *مالواسیلوستریس* (MSM) کیفیت گوشت را به طور موثرتری حفظ کرد. در نتیجه با توجه به تقاضای مصرف کننده برای استفاده از مواد نگهدارنده طبیعی، بهتر است از پوشش موسیلاژ همراه با ۸ درصد پست بیوتیک برای افزایش ماندگاری گوشت و فرآورده‌های گوشتی استفاده شود (۳۱).

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]

همچنین پست بیوتیک‌های تهیه شده به روش لیوفیلیزاسیون حاوی ترکیبات شیمیایی مختلفی از جمله طیف وسیعی از اسیدهای چرب، آلکان‌ها، آلدئیدها، استرهای اسید چرب، هیدروکربن‌ها و اسید پروپیونیک می‌باشد. پست بیوتیک-ها به دلیل وجود ترکیبات بیولوژیکی با خواص ضد باکتریایی، ضد قارچی و قابلیت حذف بیوفیلم‌ها مانند ۲،۴-دی-ترت-بوتیل فنل و دوتریاکونتان، اثرات ضد میکروبی مناسبی بر میکروارگانیسم‌های پاتوژن و فاسد کننده مواد غذایی از جمله *لیستریامونوسیتوژنز* دارد. نتایج حاصل از مطالعات مختلف حاکی از تفاوت‌هایی در نوع و کمیت ترکیبات منفرد پست بیوتیک‌های باکتریایی و تأثیر عوامل مختلف مانند نوع محیط کشت، شرایط کشت، روش‌های آماده‌سازی و فرآوری و آنالیز شیمیایی بر محتوای شیمیایی پست بیوتیک‌ها است. روش‌های مختلفی برای بررسی کمی و کیفی پست بیوتیک استفاده می-شود که روش کروماتوگرافی مرسوم‌ترین روش برای آنالیز پست بیوتیک‌ها است، به عنوان مثال در مطالعه ذکر شده از GC-MS برای تجزیه و تحلیل استفاده شد. در این مطالعه نتیجه‌گیری شد که نانوسلولز باکتریایی می‌تواند به عنوان حامل مناسب پست بیوتیک‌ها از باکتری‌های پروبیوتیک به دلیل ظرفیت بارگذاری بالا در قالب فیلم بسته‌بندی فعال در پنیر و گوشت مورد استفاده قرار گیرد، بنابراین استفاده از یک فیلم نانوسلولز باکتریایی با پست بیوتیک‌ها می‌تواند از رشد پاتوژن‌های باکتریایی جلوگیری کرده، تغییرات اکسیداتیو را به تأخیر انداخته و عمر مفید مواد غذایی را افزایش دهد (۲۲). همچنین از روش کشت در محیط براث MRS (Man, Rogosa , Sharpe) در دو مرحله تلقیح با گرانول‌های لیوفیلیزه در دمای ۱ ± ۳۷ درجه سانتی گراد در اتمسفر $CO_2$ ۵ درصد و انکوباسیون به مدت ۲۴ ساعت، سپس سانتریفیوژ کردن سوسپانسیون باکتریایی در دور ۴۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه استفاده شد. در ادامه، خارج کردن مایع رویی از سطح آن و سپس خشک کردن انجمادی در دمای ۴۰- درجه سانتیگراد انجام شد. پست بیوتیک‌های حاضر تا زمان استفاده در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. روش کار در تمام مطالعات مشابه یکسان بوده اما تفاوت در محیط کشت، زمان انکوباسیون و ظرفیت دستگاه سانتریفیوژ حائز اهمیت است (۲۲).

در مطالعه دیگری توسط دلیما، مقایسه پست‌بیوتیک بدست آمده از *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* توسط یک سیستم تخمیر آکسنیک به همراه یک ماده نگهدارنده تجاری مرجع (FCC85) به منظور نگهداری سوسیس‌های پخته شده در خلاء انجام شد. نتایج آزمایشگاهی نشان داد که افزودن این پست بیوتیک تا ۵ / ۰ درصد رشد میکروبی را مهار نکرده، درحالیکه در نمونه‌های حاوی ۱ تا ۳ درصد از آن‌ها، مهار میکروبی تا حد کمی به دست آمده است. درنتیجه غلظت‌های بالاتر از ۳ درصد از این پست-بیوتیک‌ها می‌تواند به عنوان یک جایگزین امیدوارکننده به جای مواد نگهدارنده در استفاده از مواد با منشاء طبیعی برای تولید و ماندگاری سوسیس‌های پخته شده بکار رود. همچنین این مطالعه نشان داد غلظت‌های بالاتر از ۳ درصد می‌تواند علاوه بر کاهش بار میکروبی، سبب کاهش نیاز به دیگر نگهدارنده‌ها مانند لاکتات سدیم شده و از طرف دیگر تأثیر نامطلوبی بر خواص حسی نداشته باشد (۲۹). علاوه بر این از روش اولتراسوند نیز می توان برای ادغام پست‌بیوتیک بر روی فیلم مربوطه استفاده کرد. در مطالعه رسولی و همکاران در سال ۲۰۲۱، ادغام پست بیوتیک *لاکتوباسیلوس ساکی* و نانوسلولز باکتریایی با روش اولتراسونیک برای به حداقل رساندن رشد *لیستریا مونوسیتوژنز* در شرایط آزمایشگاهی بر روی گوشت بوفالو انجام شد. طبق نتایج این مطالعه، غلظت پست‌بیوتیک‌ها تأثیر معنی‌داری بر خواص ضد باکتریایی فیلم داشته در حالی که زمان پوشش‌دهی در آن چندان مؤثر نبود. در این آزمایش نانوسلولز همراه با پست بیوتیک‌ها نسبت به گروه شاهد بدون فیلم، فعالیت ضد باکتریایی بالایی (بیش از ۲ لگاریتم کاهش) از خود نشان دادند. اگرچه تکنیک اولتراسونیک باعث ایجاد تغییرات جزئی در ساختار فیلم شد ولی از سوی دیگر جذب پست بیوتیک‌ها و انتشار پست‌بیوتیک‌ها را در سطح گوشت افزایش داد. این یافته-ها، موفقیت در تولید یک فیلم ضد میکروبی بر اساس نانوسلولز باکتریایی (BNC) و پست‌بیوتیک‌ها را برای استفاده در محصولات گوشتی تأیید می‌کند (۲۴).

در مطالعه دیگری اثرات پست‌بیوتیک *پدیوکوکوس اسیدی لاکتیکی* به مقدار ۱۰ درصد و ۵۰ درصد به تنهایی و در ترکیب با پوشش کیتوزان (۱ درصد) بر روی کیفیت میکروبی و شیمیایی فیله سینه مرغ در دمای ۴ درجه سانتیگراد مورد ارزیابی قرار گرفت. تعداد باکتری‌های *لیستریا مونوسیتوژنز* در گروه‌های تیمار کمتر از گروه کنترل در روز اول بود . تیمارهای ۱۰ و ۵۰ درصد منجر به کاهش تقریباً ۳ / ۱ لگاریتم واحد تشکیل کلنی در هر گرم *لیستریامونوسیتوژنز* در نمونه‌های فیله سینه مرغ شد. با این حال، هنگامی که پست بیوتیک‌ها با کیتوزان ترکیب شدند، مقدار کاهش به عدد ۵ / ۱رسید. همچنین تیمار ۵۰ درصد پست بیوتیک باعث کاهش تعداد *سالمونلا تیفی موریوم* به میزان ۰ / ۱ لگاریتم واحد تشکیل کلنی در هرگرم در مقایسه با نمونه‌های شاهد شد. تعداد سلول-های این پاتوژن در نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۵۰ درصد پست بیوتیک به ترتیب تقریباً معادل ۵ / ۱ و ۱ / ۲ لگاریتم واحد تشکیل کلنی در هر گرم کمتر از نمونه‌های شاهد نیز بود. نتایج

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]

این مطالعه نشان داد که تیمار پست بیوتیک در غلظت ۵۰ درصد به طور مؤثری باعث کاهش تعداد *سالمونلا تیفی موریوم* و *لیستریا مونوسیتوژنز* بر روی فیله سینه مرغ شد. ترکیب پست بیوتیک با کیتوزان یک اثر قوی در برابر گونه سالمونلا و یک اثر جزئی در برابر لیستریا از خود نشان داد که می‌تواند ماندگاری فیله‌های سینه مرغ را برای حداقل ۱۲ روز افزایش دهد (۳۲). غلظت پست بیوتیک مورد استفاده و زمان پوشش‌دهی این ترکیبات بر روی فیلم پایه نیز در اثرات ضدمیکروبی پوشش‌های بسته بندی مهم و حائز اهمیت است. در مطالعه شفیع پور و همکاران در سال ۲۰۲۰، از فیلم‌های حاوی پست بیوتیک *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و نانوسلولز باکتریایی برای کنترل *لیستریا مونوسیتوژنز* و افزایش ماندگاری گوشت‌های چرخ کرده در شرایط نگهداری در یخچال استفاده کردند. نتایج نشان داد غلظت پست بیوتیک‌ها و زمان پوشش دهی در فیلم نانوسلولز باکتریایی به طور مستقیم بر فعالیت ضد لیستریایی این فیلم ساخته شده تأثیر می‌گذارد. حلالیت پست بیوتیک‌ها در سطح گوشت همراه با هیدراته شدن سلولز باکتری بلافاصله پس از پیچیدن روی گوشت باعث آزاد شدن سریع پست بیوتیک‌ها از این فیلم به غذا می‌شود. در نتیجه این فیلم با توانایی آزادسازی سریع متابولیت‌های مفید میکروبی از یک ترکیب پلیمری، برای مواد غذایی با ماندگاری محدود ایده آل بوده و می‌تواند رشد پاتوژن‌ها را با موفقیت کنترل کند. همچنین ماندگاری کلی محصول را بدون ایجاد تغییرات نامطلوب در ویژگی‌های حسی آن دو برابر کند (۳۳).

علاوه بر این، استفاده از فیلم‌های ترکیبی شامل پست بیوتیک *لاکتوباسیلوس ساکی*، ایزوله پروتئین آب پنیر و آلژینات در مطالعه دیگری مورد بررسی قرار گرفت. فیلم‌ها با ایزوله پروتئین آب پنیر (۳ درصد وزنی)، آلژینات (۰/۶۲۵ درصد وزنی/وزنی)، پست بیوتیک (۱۸ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و گلیسرول تهیه شدند. در طول نگهداری در یخچال، کاهش ۴ / ۱ لگاریتم واحد تشکیل کلنی در هر گرم *لیستریا مونوسیتوژنز* پس از ۱۲۰ ساعت و ۳ / ۲ لگاریتم واحد تشکیل کلنی در هر گرم *اشریشیاکلی* پس از ۳۶ ساعت توسط این فیلم‌ها مشاهده شد. در نتیجه از این فیلم‌ها می توان برای کاهش بار میکروبی گوشت گاو در طول نگهداری در یخچال بدون ایجاد تغییرات مهم در طعم گوشت گاو پس از کباب کردن استفاده کرد (۱۹).

**تأثیر پست‌بیوتیک‌ها بر فعالیت آنتی اکسیدانی**

پست‌بیوتیک‌ها علاوه بر خواص ضد میکروبی، می‌توانند به کیفیت کلی محصولات گوشتی کمک کنند. طبق نتایج مطالعات سال‌های اخیر، استفاده از پست بیوتیک‌ها در محصولات بسته‌بندی می‌تواند باعث افزایش پایداری اکسیداتیو محصولات گوشتی شده و در نتیجه طعم، رنگ و ارزش غذایی آن‌ها را حفظ کند. تخریب اکسیداتیو لیپیدها و پروتئین‌ها یک نگرانی مهم در نگهداری محصولات گوشتی است که منجر به طعم بد و تغییرات نامطلوب در بافت این دسته از محصولات می‌شود (۳۴). با کاهش فرآیندهای اکسیداتیو از طریق استفاده از پست‌بیوتیک‌ها، تولیدکنندگان می‌توانند محصولات با کیفیت بالاتری را ارائه دهند که انتظارات مصرف‌کننده را برای تازگی و طعم مطلوب آن‌ها برآورده می‌کند (۳۵). در مطالعه ولی پور و همکاران در سال ۲۰۲۴، فعالیت مهار رادیکال پست بیوتیک‌ها (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl ;DPPH)، ۸۲ / ۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر گزارش شد. بر اساس نتایج، این پست‌بیوتیک‌ها ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مؤثری بر روی نمونه‌های فیله گوشت گاو داشتند (۳۶). در مطالعه ای دیگر که با هدف بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی پست‌بیوتیک‌های مشتق‌شده از دو سویه مختلف *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* و ارزیابی اثرات پوشش‌های آلژینات غنی‌شده با این پست بیوتیک‌ها بر کیفیت میکروبی و فیزیکوشیمیایی گوشت سینه بوقلمون قرار داده شده به مدت ۷ روز در دمای یخچال انجام شد، خواص ضد میکروبی، محتوای فنلی کل (TPC)، محتوای فلاونوئید کل (TFC) و فعالیت مهار رادیکال DPPH پست بیوتیک‌ها تعیین شد. نتایج نشان داد که مقدار TPC (۱/۶۳± ۹۰/۸۹ – ۲/۲۴± ۸۷/۱۳ میلی گرم GAE در ۱۰۰ میلی لیتر)، TFC (۰/۲۵ ± ۲۴/۲۰ – ۲۱/۲۱ ± ۱۸/۸۳ میلی گرمCE در ۱۰۰ میلی لیتر) و فاکتور DPPH (۱/۶۳ ± ۵۱/۵۶ – ۰/۲ ± ۵۰/۲۸ میلی گرم TEAC در ۱۰۰ میلی لیتر) بود. در نتیجه مقادیر پست بیوتیک‌های آزمایش شده ظرفیت آنتی اکسیدانی قوی از خود نشان دادند (۲۷).

در مطالعه‌ای دیگر توسط اصغری و همکاران در سال ۲۰۲۳، یک پوشش خوراکی زیست تخریب پذیر با استفاده از پست بیوتیک *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* (PLP) و موسیلاژ *مالواسیلوستریس* تولید شده و خواص آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی آن بر روی برش‌های گوشت بره در ۱۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی گراد ارزیابی شد. ترکیبات شیمیایی اصلی PLP توسط یک کروماتوگرافی گازی همراه با یک طیف سنج جرمی شناسایی و تعیین شد. طبق نتایج این مطالعه PLP دارای فعالیت آنتی اکسیدانی قابل توجهی (۵۰ / ۰ ± ۶۰ / ۷۸ درصد) بوده است که این اثر آنتی اکسیدانی بسیار بالا عمدتاً به دلیل وجود فنل‌ها، فلاونوئیدها و ترکیبات شیمیایی اصلی موجود در این پست بیوتیک می باشد. بنابراین، PLP می‌تواند برای به تأخیر انداختن یا مهار واکنش‌های رادیکال آزاد و آسیب‌های اکسیداتیو مرتبط استفاده شود (۲۳).

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]

کروساد انجیلی و همکاران نیز در سال ۲۰۲۱، فعالیت آنتی اکسیدانی، محتوای فنلی کل و مشخصات فنولی و فلاونوئیدی پست بیوتیک‌های *پدیوکوکوس اسیدی لاکتیکی* را مورد بررسی قرار دادند. فعالیت حذف رادیکال DPPH و محتوای فنلی کل پست بیوتیک پدیوکوکوس اسیدی لاکتیکی به ترتیب ۱,۵ ± ۱۲۹۱,۰۲ میلی‌گرم TEAC در لیتر و ۲/۳۶ ± ۲۳۳۶/۱۱ میلی-گرم GAE در لیتر بود. با توجه به تجزیه و تحلیل محتوای فنلی و فلاونوئیدی در این مطالعه، در مجموع ۱۸ ترکیب مختلف در پست بیوتیک‌ها شناسایی شد. اسید وانیلیک (۸۲ / ۸ میلی گرم در لیتر) به عنوان فراوان ترین ترکیب یافت شد و پس از آن اسید تی کافئیک (۹۷ / ۷ میلی گرم در لیتر)، اسید گالیک (۳۳ / ۵ میلی گرم در لیتر)، لوتئولین (۰۴ / ۲ میلی گرم در لیتر) و اسید کافتریک (۰۰ / ۲ میلی گرم در لیتر) قرار گرفتند. در نتیجه، در مجموع ۱۸ ترکیب در پست بیوتیک مربوطه شناسایی و فعالیت آنتی اکسیدانی قوی و محتوای فنلی کل بالا در آن‌ها گزارش شد (۲۶).

**تأثیر پست بیوتیک‌ها بر خواص حسی**

یکی از عوامل مهم دیگری که در مطالعات به آن اشاره شده است، تأثیر پست بیوتیک‌ها بر روی ویژگی‌های ظاهری محصولات گوشتی است. در مطالعه ای نشان داده شد که پوشش آلژینات با پست‌بیوتیک‌ها باعث تفاوت معنی‌داری در pH و فاکتور b* (زردی) گوشت بوقلمون در طول نگهداری شد. مقادیر pH و b* نمونه‌ها در طول نگهداری کاهش یافته، درحالیکه فاکتورهای L* (روشنایی)، a* (قرمزی)، اکسیداسیون لیپید، تعداد کل باکتری‌های مزوفیل هوازی، باکتری‌های سایکروتروف، *باکتری‌های اسید لاکتیک* و *لیستریا مونوسیتوژنز* به مدت ۷ روز تحت‌تاثیر قرار نگرفتند (۲۷). با توجه به نتایج مقاله دیگر که توسط عباسی و همکاران انجام شد، می‌توان به این نکته نیز اشاره کرد که بین نتایج حسی و ویژگی‌های میکروبی برش‌های گوشت بره همبستگی مستقیمی وجود دارد. به عنوان مثال، تکثیر میکروبی و درجه اکسیداسیون لیپیدها بر ویژگی‌های حسی نظیر بو موثر است و در صورت مغایرت با استانداردهای پذیرفته شده از محصول مناسب سبب رد شدن آن توسط مصرف کنندگان می شود. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد فیلم بسته بندی *مالواسیلوستریس* همراه ۱۰درصد *ساکارومایسز بولاردی* موثرترین غلظت بر خواص حسی را ایجاد می کند و سبب بهبود آن در زمان نگهداری می‌شود با این حال، نتایج حاکی از عدم تاثیر آن بر رنگ، ظاهر و مقبولیت کلی قطعات گوشت بره است. نمونه‌های با ثبات میکروبی بالا حداکثر امتیاز حسی را دریافت کردند و از نظر مصرف کنندگان بسیار مطلوب بودند (۲۱).

## • بحث

در سال‌های اخیر، تقاضای مصرف‌کنندگان برای غذاهای فرآوری‌شده با حفظ تازگی و ایمنی افزایش یافته و محققان را بر آن داشته تا راه‌حل‌های بسته‌بندی نوآورانه را بررسی کنند. در نتیجه پست‌بیوتیک‌ها که ترکیبات زیست فعالی هستند که در طی فرآیند تخمیر تولید می‌شوند، به دلیل پتانسیل خود در افزایش نگهداری مواد غذایی و در عین حال کمک به ایمنی و کیفیت مواد غذایی توجه را به خود جلب کرده‌اند. یافته‌های این مطالعه مرور نظام مند نشان می دهد که تاثیر بسته‌بندی‌های ادغام شده با پست بیوتیک‌ها بر خواص ضدمیکروبی، آنتی اکسیدانی و حسی محصولات گوشتی علی رغم تفاوت در روش تولید بسته‌بندی مورد نظر و ماده غذایی هدف، با یکدیگر همسو بوده و باعث افزایش ماندگاری محصول و بهبود ویژگی‌های حسی آن می‌شود. در مطالعه ولی پور (۲۵) و همکاران، استفاده از روش آئروسلیزاسیون باعث بهبود عملکرد ضد لیستریایی پست‌بیوتیک‌ها شده و ماندگاری فیله‌های گوشت گاو را به مدت ۱۵ روز افزایش داد. در مطالعه سرتر (۲۸) و همکاران، ماندگاری سینه مرغ با استفاده از پست بیوتیک‌های *لاکتوباسیلوس ساکی* و *پلانتاروم* تا ۱۴ روز افزایش یافت. در مطالعه کاپناکزی (۲۷) و همکاران، با ترکیب پست بیوتیک *بیفیدوباکتریوم* و آلژینات، یک پوشش جدید، طبیعی و خوراکی برای فرآورده‌های گوشتی ایجاد شد.

در مطالعه عباسی (۲۱) و همکاران، عمر مفید گوشت بره با به تاخیر انداختن تغییرات شیمیایی و میکروبی و حفظ ویژگی-های حسی افزایش یافت. در مطالعه اصغری (۲۳) و همکاران، پوشش بسته بندی تولید شده ماندگاری گوشت بره را افزایش داد. در مطالعه محمدی (۲۲) و همکاران نشان داده شد که استفاده از یک فیلم نانوسلولز باکتریایی با پست بیوتیک می‌تواند از رشد پاتوژن جلوگیری کرده و تغییرات اکسیداتیو را به تأخیر بیاندازد. در مطالعه دلیما (۲۹) و همکاران، پست بیوتیک تولید شده از *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* توسط تخمیر اکسنیک می تواند در نگهداری سوسیس‌های پخته شده در خلاء تأثیرگذار باشد. در مطالعه رسولی (۲۴) و همکاران، غلظت پست بیوتیک-ها تأثیر مستقیمی بر خواص ضدباکتریایی فیلم داشت. در مطالعه انجیلی (۳۲) و همکاران، ترکیب پست بیوتیک با کیتوزان یک اثر هم افزایی در برابر گونه‌های سالمونلا و لیستریا از خود نشان داد. در مطالعه شفیع پور (۱۳) نیز نشان داده شد که غلظت پست بیوتیک‌ها بطور مستقیم بر فعالیت ضدلیستریایی فیلم نانوسلولز باکتریایی تاثیر می‌گذارد. همچنین در مطالعه بریستین-باوتزا (۱۹) و همکاران، گوشت گاو کباب

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]

شده همراه با فیلم‌های میکروبی متشکل از پست بیوتیک *لاکتوباسیلوس ساکی*، طعم و رنگ رضایت‌بخشی داشت.

در حال حاضر از مواد و روش‌های مختلفی برای بسته بندی و نگهداری گوشت تازه و فرآورده‌های گوشتی فرآوری شده استفاده می‌شود. کیفیت محصولات گوشتی به طور قابل توجهی نیز تحت تأثیر خواص مواد بسته بندی است. انتخاب سیستم‌های بسته‌بندی مناسب باید بر اساس ویژگی‌هایی باشد که بر کیفیت، ماندگاری و ایمنی محصول از زمان پردازش یا تولید، توزیع و ذخیره‌سازی تا زمان مصرف و همچنین دفع در سیستم‌های زیست محیطی تأثیر می‌گذارند. به طور خاص، روش‌های مختلف بسته بندی و انواع مختلف مواد بسته‌بندی تا حدی در صنعت گوشت تجاری شده‌اند، از جمله فیلم‌های نفوذناپذیر، پوشش شرینک، نانوکامپوزیت‌ها، فیلم‌های میکرو سوراخ‌شده، بسته‌بندی فعال، پلاسما و تیمارهای FIR (۳۷-۳۹). همچنین روش‌های مختلفی مانند افشانه کردن و غوطه ور کردن نیز در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند. کاربرد هر یک از این تیمارها دارای مزایا و معایبی است. بیشتر سیستم‌های بسته‌بندی نوآورانه باعث افزایش هزینه‌های مربوط به بسته‌بندی می شوند و بنابراین فرصت را برای استفاده به عنوان محصول تجاری به‌ویژه برای مشاغل کوچک و متوسط محدود می‌کنند. با این حال، این افزایش هزینه با کاهش ضایعات به دلیل بهبود کیفیت و ماندگاری محصولات، جبران می‌شود (۴۰).

در زمینه استفاده از پست بیوتیک‌ها نگرانی‌هایی در بین مصرف‌کنندگان وجود دارد که از جمله این موارد می‌توان به واکنش‌های آلرژیک اشاره کرد طبق تحقیقات انجام شده استفاده از پست بیوتیک‌هایی نظیر کفیران می‌تواند به عنوان یک درمان جایگزین در آلرژی غذایی کودکان مورد استفاده قرار گیرد (۴۱). با این حال، برخی مشکلات در کاربرد متابولیت‌های پروبیوتیک‌ها وجود دارد که ممکن است سبب مقاومت بیشتر برخی از پاتوژن‌های کنترل شده شود (۴۲). از سوی دیگر، میکروارگانیسم‌ها نقش مهمی در کنترل اکوسیستم دارند. بنابراین مدیریت هدفمند آن‌ها با استفاده از تیمارهایی نظیر پروبیوتیک‌ها، پست بیوتیک‌ها و پری بیوتیک‌ها می‌تواند میکروارگانیسم‌های مضر محیط‌زیست را کاهش داده و سبب افزایش میکروارگانیسم‌های مفید در میان میزبان‌ها و اکوسیستم شود (۴۳). از سوی دیگر، استفاده از ترکیبات مصنوعی نگهدارنده مواد غذایی می‌تواند با مشکلات سلامتی از جمله اثرات سرطان‌زا و ژنوتوکسیک همراه باشد که از جمله آن می توان به نیترات‌ها اشاره کرد. نیترات‌ها که به عنوان نگهدارنده در فرآورده‌های گوشتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، دارای اثر باکتریواستاتیک یا باکتری کشی در برابر عوامل بیماری زا هستند و براساس یافته‌های آژانس بین المللی تحقیقات سرطان، در صورتی که نیترات یا نیتریت مصرف شده منجر به نیتروزاسیون درون‌زا شود، برای انسان سرطان‌زا هستند (۴۴، ۴۵).

همچنین در ارتباط با امکان تجاری‌سازی بسته بندی‌های حاوی پست بیوتیک، مطالعه بازار هدف، نشان دهنده فرصت-هایی است که پست بیوتیک‌ها می‌توانند در محصولات گنجانده شوند تا مشتریان بیشتری را جذب کنند (۴۶). پست‌بیوتیک‌ها علاوه بر داشتن مزایای بهداشتی، به‌عنوان امولسیفایر، نگهدارنده و تضمین کننده پایداری محصول نهایی عمل می‌کنند و نیاز به افزودنی‌های غذایی را کاهش می‌دهند. با رشد بخش‌های تحقیقاتی، محصولات جدیدی توسط تولیدکنندگان برای برآورده کردن خواسته‌های مشتریان مختلف ایجاد شده است و در همین راستا مطالعات زیادی در مورد مزایای پست بیوتیک‌ها انجام شده است (۴۷-۵۰). همچنین ادغام پست‌بیوتیک‌ها در تکنولوژی هردل (Hurdle Technology) ، رویکرد امیدوارکننده‌ای ارائه می‌کند که در جهت تنظیم pH، کنترل دما و تغییرات بسته‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد و اثرات بازدارندگی بر میکروارگانیسم‌ها را به میزان موثری افزایش می-دهد. به عنوان مثال پست‌بیوتیک‌ها در کنترل میکروارگانیسم-های فاسدکننده در مواد بسته‌بندی نقش دارند و فعل و انفعالات بین پست‌بیوتیک‌ها و مواد بسته‌بندی بر پایداری، انتشار و اثربخشی کلی خواص ضد میکروبی آن‌ها تأثیر گذار است. ادغام پست‌بیوتیک‌ها در فناوری هردل و بسته‌بندی، گام مهمی در جهت گسترش آن‌ها و رسیدگی به چالش‌های مرتبط با باکتری‌های گرم منفی و موجودات فاسد است (۵۱).

ذکر این نکته حائز اهمیت است که استفاده از پست بیوتیک‌ها در بسته بندی محصولات گوشتی نشان دهنده پیشرفت قابل توجهی در موضوع حفظ و ایمنی مواد غذایی است. پست‌بیوتیک‌ها که به عنوان محصولات جانبی متابولیک تولید شده توسط پروبیوتیک‌ها در طی فرآیندهای تخمیر تعریف می‌شوند، به دلیل مزایا و کاربردهایشان در بخش‌های مختلف سلامتی مواد غذایی، توجه را به خود جلب کرده‌اند (۱۳). پوشش‌های خوراکی غنی شده با پست بیوتیک‌ها می‌تواند با جلوگیری از فساد میکروبی و اکسیداسیون لیپید، ماندگاری محصولات گوشتی را با حفظ خواص فیزیکوشیمیایی و حسی بطور قابل توجهی بهبود ببخشد (۵۲، ۵۳).

با وجود به پتانسیل امیدوارکننده پست بیوتیک‌ها در بسته بندی محصولات گوشتی، چندین چالش باید مورد توجه قرار گیرد. تنوع در تولید و کارایی پست بیوتیک‌ها می‌تواند کاربرد

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]

آن‌ها را در بسته بندی پیچیده کند. سویه‌های مختلف پروبیوتیک‌ها، پست بیوتیک‌های متفاوتی تولید می‌کنند که اثربخشی این ترکیبات می تواند بر اساس عواملی مانند غلظت، زمان پوشش‌دهی، فرمولاسیون و برهمکنش با سایر اجزای بسته بندی متفاوت باشد (۵۴). استانداردسازی تولید پست‌بیوتیک و درک جامع مکانیسم‌های عمل آن‌ها برای بهینه‌سازی استفاده از آن‌ها در بسته‌بندی صنایع گوشتی بسیار مهم و حیاتی است. همچنین از آنجایی که استفاده از پست بیوتیک‌ها در زمینه بسته‌بندی مواد غذایی موضوع نسبتاً جدیدی است، ممکن است شکاف‌هایی در چهارچوب دستورات نظارتی حاکم بر استفاده از آن‌ها وجود داشته باشد (۵۵). برای محققان و سهامداران صنعت غذا ضروری است که با مراکز نظارتی و بهداشتی برای ایجاد دستورالعمل‌هایی که ایمنی و کارایی پست بیوتیک‌ها را در مواد غذایی تضمین می‌کند، همکاری کنند. این موضوع نه تنها پذیرش پست بیوتیک‌ها را در صنعت گوشت افزایش داده، بلکه اعتماد مصرف‌کننده را به ایمنی این بسته‌بندی‌های نوآورانه جلب می‌کند (۳۲، ۵۴، ۵۵).

**نتیجه گیری**

استفاده از پست بیوتیک‌ها در بسته بندی محصولات گوشتی فرصتی برای افزایش ایمنی، کیفیت و پایداری مواد غذایی محسوب می شود. ویژگی‌های منحصربه‌فرد پست‌بیوتیک‌ها از جمله خواص ضد میکروبی، ویژگی‌های آنتی اکسیدانی و پتانسیل افزایش نگهداری مواد غذایی، آن‌ها را به عنوان یک ماده افزودنی ارزشمند برای بسته‌بندی محصولات گوشتی معرفی می‌کند. فساد محصولات گوشتی در درجه اول به دلیل رشد میکروبی و فرآیندهای اکسیداتیو ایجاد می‌شود. وجود پست‌بیوتیک‌ها می‌تواند از رشد باکتری‌های بیماری‌زای شاخص مانند سالمونلا، لیستریا و اشریشیاکلی که در فرآورده‌های گوشتی نگران‌کننده هستند، جلوگیری کند. علاوه بر این، پست‌بیوتیک‌ها می‌توانند با ایجاد یک محیط نامطلوب برای میکروارگانیسم‌های فاسدکننده و با نشان دادن خواص آنتی‌اکسیدانی که می‌تواند آسیب اکسیداتیو را کاهش دهد، به کاهش این مسائل کمک کنند. این عمل دوگانه همراه با حفظ خواص حسی محصول نه تنها کیفیت محصولات گوشتی را حفظ کرده بلکه با سلیقه مصرف‌کنندگان در انتخاب محصولات غذایی تازه تر و طبیعی تر همخوانی دارد. در نتیجه با ادامه افزایش تقاضای جهانی برای مصرف محصولات گوشتی، همراه با افزایش نگرانی‌ها در مورد ایمنی مواد غذایی و پایداری محیط‌زیست، ادغام پست‌بیوتیک‌ها در مواد بسته‌بندی به عنوان یک راهکار مناسب برای مقابله با این چالش‌ها درنظر گرفته می‌شود. مطالعات آینده باید بر بهینه‌سازی فرمولاسیون‌های پست‌بیوتیک‌ها، درک واکنش‌های آن‌ها با محصولات گوشتی و مواد بسته‌بندی و همچنین ارزیابی اثرات بلندمدت آن‌ها بر ایمنی غذا و سلامت مصرف کننده متمرکز شود.

**سپاسگزاری:** این مقاله منتج از طرح تحقیقاتی مصوب شورای پژوهشی کمیته تحقیقات و فناوری دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی (به شماره ثبت ۴۱۷۳۷/ ص/ ۱۴۰۳) بوده است. بدین‌وسیله از کمیته تحقیقات و فناوری دانشجویی و معاونت تحقیقات و فن آوری دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی برای حمایت مالی از این مطالعه قدردانی می‌شود.

مطالعات آینده باید بر بهینه‌سازی فرمولاسیون‌های پست-بیوتیک‌ها، درک واکنش‌های آن‌ها با محصولات گوشتی و مواد بسته‌بندی، ارزیابی ویژگی‌های ساختاری محصولات گوشتی و همچنین ارزیابی اثرات بلندمدت آن‌ها بر ایمنی غذا و سلامت مصرف کننده متمرکز شود.

**تعارض منافع:** نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد . این پژوهش تضاد منافع نداشت.

## • References


1. Jeddi MZ, Boon PE, Cubadda F, Hoogenboom R, Mol H, Verhagen H, et al. A vision on the 'foodture'role of dietary exposure sciences in the interplay between food safety and nutrition. Trends in Food Science & Technology. 2022;120:288-300.
2. Holley RA, Patel D. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food microbiology. 2005;22(4):273-92.
3. Krochta JM. Food packaging. Handbook of food engineering: CRC press; 2018. p. 1031-124.
4. Khaneghah AM, Hashemi SMB, Limbo S. Antimicrobial agents and packaging systems in antimicrobial active food packaging: An overview of approaches and interactions. Food and Bioproducts Processing. 2018;111:1-19.
5. Aguado J, Serrano DP. Feedstock recycling of plastic wastes: Royal society of chemistry; 2007.
6. Bis-Souza C, Barba F, Lorenzo J, Penna AB, Barretto A. New strategies for the development of innovative fermented meat products: a review regarding the incorporation of probiotics and dietary fibers. Food Reviews International. 2019;35(5):467-84.
7. Furlan VJM, da Silva KF, Cunha JPDS, Ugalde FZ, da Silva DG, Centenaro GS. Determinação de


[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]

nitrato e nitrito em produtos cárneos: adequação à legislação. Magistra. 2020;31:559-67.

8. McMillin KW. Advancements in meat packaging. Meat science. 2017;132:153-62.

9. Batiha GE-S, Hussein DE, Algammal AM, George TT, Jeandet P, Al-Snafi AE, et al. Application of natural antimicrobials in food preservation: Recent views. Food Control. 2021;126:108066.

10. Noktehsanj Avval M, Hosseininezhad M, Pahlavanlo A, Ghoddusi HB. Creating optimal conditions for bacteriocin production from Lactiplantibacillus plantarum isolated from traditionally fermented fruits and vegetables. Research and Innovation in Food Science and Technology. 2023;11(4):351-66.

11. Molaei R, Tajik H, Moradi M. Magnetic solid phase extraction based on mesoporous silica-coated iron oxide nanoparticles for simultaneous determination of biogenic amines in an Iranian traditional dairy product; Kashk. Food Control. 2019;101:1-8.

12. Rad A, Abbasi A, Javadi A, Pourjafar H, Javadi M, Khaleghi M. Comparing the microbial quality of traditional and industrial yoghurts. Biointerface Research in Applied Chemistry. 2020;10(4):6020-5.

13. Yordshahi AS, Moradi M, Tajik H, Molaei R. Design and preparation of antimicrobial meat wrapping nanopaper with bacterial cellulose and postbiotics of lactic acid bacteria. International journal of food microbiology. 2020;321:108561.

14. Izuddin WI, Loh TC, Foo HL, Samsudin AA, Humam AM. Postbiotic L. plantarum RG14 improves ruminal epithelium growth, immune status and upregulates the intestinal barrier function in post-weaning lambs. Scientific reports. 2019;9(1):9938.

15. Landete JM. A review of food-grade vectors in lactic acid bacteria: from the laboratory to their application. Critical reviews in biotechnology. 2017;37(3):296-308.

16. Moradi M, Mardani K, Tajik H. Characterization and application of postbiotics of Lactobacillus spp. on Listeria monocytogenes in vitro and in food models. Lwt. 2019;111:457-64.

17. Moradi M, Tajik H, Mardani K, Ezati P, editors. Efficacy of lyophilized cell-free supernatant of Lactobacillus salivarius (Ls-BU2) on Escherichia coli and shelf life of ground beef. Veterinary Research Forum; 2019: Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.

18. Beristain-Bauza S, Mani-López E, Palou E, López-Malo A. Antimicrobial activity and physical properties of protein films added with cell-free supernatant of Lactobacillus rhamnosus. Food Control. 2016;62:44-51.

19. del Carmen Beristain-Bauza S, Mani-López E, Palou E, López-Malo A. Antimicrobial activity of whey protein films supplemented with Lactobacillus sakei cell-free supernatant on fresh beef. Food microbiology. 2017;62:207-11.

20. Fasano E, Yebra-Pimentel I, Martinez-Carballo E, Simal-Gandara J. Profiling, distribution and levels of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in traditional smoked plant and animal foods. Food Control. 2016;59:581-90.

21. Abbasi A, Sabahi S, Bazzaz S, Tajani AG, Lahouty M, Aslani R, et al. An edible coating utilizing Malva sylvestris seed polysaccharide mucilage and postbiotic from Saccharomyces cerevisiae var. boulardii for the preservation of lamb meat. International Journal of Biological Macromolecules. 2023;246:125660.

22. Mohammadi R, Moradi M, Tajik H, Molaei R. Potential application of postbiotics metabolites from bioprotective culture to fabricate bacterial nanocellulose based antimicrobial packaging material. International Journal of Biological Macromolecules. 2022;220:528-36.

23. Ozma MA, Abbasi A, Sabahi S. Characterization of postbiotics derived from Lactobacillus paracasei ATCC 55544 and its application in Malva sylvestris seed mucilage edible coating to the improvement of the microbiological, and sensory properties of lamb meat during storage. Biointerface Res Appl Chem. 2022;13(3):267-1.

24. Rasouli Y, Moradi M, Tajik H, Molaei R. Fabrication of anti-Listeria film based on bacterial cellulose and Lactobacillus sakei-derived bioactive metabolites; application in meat packaging. Food Bioscience. 2021;42:101218.

25. Valipour S, Tajik H, Moradi M, Molaei R, Ghorbani M, editors. Anti-Listeria activity of postbiotics of Lactiplantibacillus sakei in beef fillet using aerosolization technique. Veterinary Research Forum; 2024.

26. İncili GK, Karatepe P, Akgöl M, Güngören A, Koluman A, İlhak Oİ, et al. Characterization of lactic acid bacteria postbiotics, evaluation in-vitro antibacterial effect, microbial and chemical quality on chicken drumsticks. Food Microbiology. 2022;104:104001.

27. Kaynakcı E. Characterization of Postbiotics Derived from Bifidobacterium bifidum Strains and Influence of Postbiotic-Enriched Alginate Coating on Microbial and Physicochemical Quality of Turkey Breast Meat. 2024.

28. Serter B, Önen A, Ilhak OI. Antimicrobial efficacy of postbiotics of lactic acid bacteria and their effects on food safety and shelf life of chicken meat. Annals of Animal Science. 2024.

29. de Lima AL, Guerra CA, Costa LM, de Oliveira VS, Lemos Junior WJF, Luchese RH, et al. A natural technology for vacuum-packaged cooked

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]

sausage preservation with potentially postbiotic-containing preservative. Fermentation. 2022;8(3):106.

30. Aghebati-Maleki L, Hasannezhad P, Abbasi A, Khani N. Antibacterial, antiviral, antioxidant, and anticancer activities of postbiotics: a review of mechanisms and therapeutic perspectives. Biointerface Res Appl Chem. 2021;12(2):2629-45.

31. Ozma MA, Abbasi A, Sabahi S. Characterization of Postbiotics Derived from Lactobacillus paracasei ATCC 55544 and its Application in Malva sylvestris Seed Mucilage Edible Coating to the Improvement of the Microbiological, and Sensory Properties of Lamb Meat During Storage. Biointerface Research in Applied Chemistry. 2023;13(3).

32. İncili GK, Karatepe P, Akgöl M, Kaya B, Kanmaz H, Hayaloğlu AA. Characterization of Pediococcus acidilactici postbiotic and impact of postbiotic-fortified chitosan coating on the microbial and chemical quality of chicken breast fillets. International Journal of Biological Macromolecules. 2021;184:429-37.

33. Shafipour Yordshahi A, Moradi M, Tajik H, Molaei R. Design and preparation of antimicrobial meat wrapping nanopaper with bacterial cellulose and postbiotics of lactic acid bacteria. International journal of food microbiology. 2020;321:108561.

34. Martorell P, Alvarez B, Llopis S, Navarro V, Ortiz P, Gonzalez N, et al. Heat-treated Bifidobacterium longum CECT-7347: a whole-cell postbiotic with antioxidant, anti-inflammatory, and gut-barrier protection properties. Antioxidants. 2021;10(4):536.

35. Blazheva D, Mihaylova D, Averina O, Slavchev A, Brazkova M, Poluektova E, et al. Antioxidant potential of probiotics and postbiotics: a biotechnological approach to improving their stability. Russian Journal of Genetics. 2022;58(9):1036-50.

36. Valipour S, Tajik H, Moradi M, Molaei R, Ghorbani M. Anti-Listeria activity of postbiotics of Lactiplantibacillus sakei in beef fillet using aerosolization technique. Veterinary research forum : an international quarterly journal. 2024;15(5):223-9.

37. Lopez-Rubio A, Gavara R, Lagaron JM. Bioactive packaging: turning foods into healthier foods through biomaterials. Trends in Food Science & Technology. 2006;17(10):567-75.

38. Skandamis PN, Nychas G-JE. Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions. International journal of food microbiology. 2002;79(1-2):35-45.

39. Zhang W, Chu PK, Ji J, Zhang Y, Ng SC, Yan Q. Surface antibacterial characteristics of plasma-modified polyethylene. Biopolymers: Original Research on Biomolecules. 2006;83(1):62-8.

40. Lee KT. Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. Meat science. 2010;86(1):138-50.

41. de Lima Barros SÉ, dos Santos Rocha C, de Moura MSB, Barcelos MP, da Silva Hage-Melim LI. Potential beneficial effects of kefir and its postbiotic, kefiran, on child food allergy. Food & Function. 2021;12(9):3770-86.

42. Kumariya R, Garsa AK, Rajput Y, Sood S, Akhtar N, Patel S. Bacteriocins: Classification, synthesis, mechanism of action and resistance development in food spoilage causing bacteria. Microbial pathogenesis. 2019;128:171-7.

43. Peixoto R, Voolstra CR, Stein LY, Hugenholtz P, Falcao Salles J, Amin SA, et al. Microbial solutions must be deployed against climate catastrophe. FEMS microbiology ecology. 2024;100(11):fiae144.

44. Cancer IAfRo. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons and some related industrial exposures. World Health Organization, Lyon, France http://monographs iarc fr/ENG/Monographs/vol92/index php Accessed. 2010;14.

45. Flores M, Mora L, Reig M, Toldrá F. Risk assessment of chemical substances of safety concern generated in processed meats. Food Science and Human Wellness. 2019;8(3):244-51.

46. Collado Amores MC, Vinderola CG, Salminen S. Postbiotics: Facts and open questions. A position paper on the need for a consensus definition. 2019.

47. Damián MR, Cortes-Perez NG, Quintana ET, Ortiz-Moreno A, Garfias Noguez C, Cruceño-Casarrubias CE, et al. Functional foods, nutraceuticals and probiotics: A focus on human health. Microorganisms. 2022;10(5):1065.

48. Aguilar-Toalá J, Garcia-Varela R, Garcia H, Mata-Haro V, González-Córdova A, Vallejo-Cordoba B, et al. Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. Trends in food science & technology. 2018;75:105-14.

49. Collado M, Vinderola G, Salminen S. Postbiotics: facts and open questions. A position paper on the need for a consensus definition. Beneficial microbes. 2019;10(7):711-9.

50. Salminen S, Collado MC, Endo A, Hill C, Lebeer S, Quigley EM, et al. The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology. 2021;18(9):649-67.

51. Khani N, Abedi Soleimani R, Chadorshabi S, Moutab BP, Milani PG, Rad AH. Postbiotics as candidates in biofilm inhibition in food industries.

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]

Letters in Applied Microbiology. 2024;77(4):ovad069.

52. Behbahani BA, Noshad M, Vasiee A. The effect of Plantago major seed mucilage fortified with cell-free supernatant (CFS) of probiotic Lactococcus lactis NJ414 on extending shelf life and ensuring the safety of lamb meat slices stored at 4° C. LWT. 2024;210:116868.

53. Barzegar H, Behbahani BA, Mirzaei A, Sheikhjan MG. Evaluation of the physicochemical and microbial properties of lamb meat coated with Shirazi balangu seed mucilage-based edible coating containing cell-free supernatant of Levilactobacillus brevis G145. Food Chemistry Advances. 2023;3:100456.

54. Hosseini SA, Abbasi A, Sabahi S, Khani N. Application of postbiotics produced by lactic acid bacteria in the development of active food packaging. Biointerface Res Appl Chem. 2021;12:6164-83.

55. Sharafi H, Divsalar E, Rezaei Z, Liu S-Q, Moradi M. The potential of postbiotics as a novel approach in food packaging and biopreservation: a systematic review of the latest developments. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2023:1-31.

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]

# Systematic Review of the Use of Postbiotics as Antimicrobial and Antioxidant Compounds in Meat Product Packaging

*Adeli Mosabbab A[1], Eslamian G[2], Majdi N[3]*

*1- M.Sc. Student of Food Science, Student Research Committee, Faculty of Nutrition and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

*2- *Corresponding author: Assistant Prof, Department of Cellular and Molecular Nutrition, Faculty of Nutrition and Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: gh.eslamian@sbmu.ac.ir*

*3- M.Sc. Student of Food Science, Faculty of Medical Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

**Received 7 Aug, 2024** **Accepted 5 Nov, 2024**

**Background and objectives:** Meat and its products are essential food groups in the human diet, providing high nutritional value as the main source of proteins with high biological value, vitamins, and minerals. Nowadays, among antimicrobial compounds, those of microbial origin are being considered due to their greater reproducibility and lower production costs. Postbiotics encompass a wide range of microbial compounds used as crude cell extracts or semi-pure compounds. This review study aims to investigate the application of postbiotic compounds in the packaging of various types of meat products and their effects on the antimicrobial, antioxidant, and sensory properties of the products.

**Materials and Methods:** A comprehensive search of English and Persian databases was conducted from October 2016 to May 2024 using keywords including postbiotic, probiotic, biotic, metabiotic, paraprobiotic, biogenic, probiotic secretions, packaging, active packaging, food packaging, food shelf-life, film, and meat packaging. Articles focusing on postbiotics and meat packaging were identified and included in the review.

**Results:** The review included 11 experimental studies that evaluated the antimicrobial, antioxidant, and sensory effects of postbiotic-containing packaging on meat products. The studies demonstrated consistent antimicrobial and antioxidant effects, with some specifically showing a reduction in Listeria growth and improved sensory properties.

**Conclusion:** Postbiotics exhibit antimicrobial and antioxidant properties that can effectively extend the shelf life of meat products and enhance their quality. Incorporating postbiotics into packaging materials offers a natural and sustainable alternative to synthetic preservatives. These findings suggest that postbiotics have the potential to improve the safety and shelf stability of meat products.

**Keywords:** Post biotics, Probiotics, Packaging, Meat products

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-09 ]

[ DOI: 10.61186/nsft.20.2.83 ]