مجله ایمنی زیستی

دوره ۱۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱

ISSN ۲۷۱۶-۹۸۰۴ الکترونیکی، ISSN ۲۷۱۷-۰۶۳۲ چاپی

معرفی کاربرد باکتری‌های پروبیوتیک برای حفظ کیفیت فیله آبزیان

نوع مقاله: مروری 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0

مینا سیف‌زاده

استادیار مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان، پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، انزلی، ایران

m_seifzadeh_ld@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۰۴

صفحه ۳۶-۱۵

چکیده

ماهی به دلیل رشد سریع میکروب‌های فلور طبیعی یا در اثر آلودگی ثانویه به سرعت فاسد می‌شود. در این راستا نگهدارنده‌های مصنوعی به‌طور گسترده برای افزایش عمر مفید، حفظ کیفیت و ایمنی آن استفاده می‌شوند. با این‌حال، اولویت مصرف‌کننده برای نگهدارنده‌های طبیعی و نگرانی در مورد ایمنی نگهدارنده‌های مصنوعی، صنایع غذایی را به جستجوی نگهدارنده‌های طبیعی واداشته است. نگهداری زیستی ابزاری قدرتمند و طبیعی برای افزایش ماندگاری و ایمنی غذاها با استفاده از میکروارگانیسم‌های طبیعی یا ترکیبات ضد باکتریایی آن‌ها است. در این زمینه، باکتری‌های اسید لاکتیک پتانسیل عمده‌ای را برای کاربرد به‌عنوان نگهدارنده زیستی نشان داده‌اند. اکثر باکتری‌های این گروه ایمن شناخته شده و پروبیوتیک هستند که به‌عنوان مکمل‌های غذایی توسط انسان مصرف می‌شوند. از ویژگی‌های باکتری‌های اسید لاکتیک خواص آنتاگونیستی و بازدارندگی آنها است که تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند رقابت برای مواد مغذی و تولید متابولیت‌های ضد میکروبی از جمله اسیدهای آلی (به‌طور عمده اسید لاکتیک و استیک)، پراکسید هیدروژن و پپتیدهای ضد میکروبی (باکتریوسین) اتفاق می‌افتد. به نظر می‌رسد حفظ کیفیت غذاهای دریایی توسط باکتری‌های پروبیوتیک به خواص آنتی‌اکسیدانی آنها نیز مرتبط باشد. این بررسی به جنبه‌های مختلف مربوط به حفظ کیفیت غذاهای دریایی توسط باکتری‌های اسید لاکتیک می‌پردازد.

واژه‌های کلیدی: باکتری‌های پروبیوتیک، نگهدارنده زیستی، فیله آبزیان، نگهدارنده‌های طبیعی.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

مقدمه

رویکرد علمی جدیدی که به‌طور گسترده در صنایع غذایی مورد استفاده قرار گرفته و توجه زیادی را به خود جلب کرده است، به فناوری نگهداری زیستی اشاره می‌کند، که به استفاده از میکروارگانیسم‌های آنتاگونیست غیر بیماری‌زا یا متابولیت‌های ضد باکتریایی آن‌ها برای از بین بردن میکروارگانیسم‌های نامطلوب، بهبود ایمنی میکروبی و افزایش عمر مفید غذاها می‌پردازد. باکتری‌های اسید لاکتیک پتانسیل زیادی برای استفاده در نگهداری زیستی مواد غذایی دارند، زیرا به‌طورکلی به‌عنوان گرس (generally recognized as safe, GRAS) یا ایمن در نظر گرفته شده‌اند (Seifzadeh et al. 2020; Iorizzo et al. 2022).

فرضیه پروبیوتیک‌ها در اوایل سال‌های ۱۹۰۰ شکل گرفت. اولین مطالعات بالینی بر روی پروبیوتیک‌ها در دهه ۱۹۳۰ انجام شد. از آن به بعد، انجام مطالعات برای کاربرد پروبیوتیک‌ها در صنایع غذایی گسترش یافت. به‌تازگی به‌طور محسوسی، جوامع علمی بر روی پروبیوتیک‌ها به‌عنوان تقویت‌کننده‌های سلامتی تمرکز کرده‌اند. واژه پروبیوتیک برگرفته از زبان یونانی و به معنی "برای زندگی" است. پروبیوتیک‌ها موجودات زنده‌ای را دربرمی‌گیرند که به واسطه ایجاد تعادل در میکروارگانیسم‌های دستگاه گوارش انسان و اعمال اثرات مفید بر سلامتی انسان به‌عنوان مکمل‌های غذایی مورد توجه واقع شده‌اند. اکثر محصولات پروبیوتیک اعم از دارو، غذا و مکمل‌های غذایی از باکتری‌های *Bifidobacteria* و *Lactobacillus* تهیه شده‌اند. بااین‌حال، برخی از سویه‌های *Enterococcus faecium* و *Enterococcus faecalis* به‌عنوان پروبیوتیک برای غذای انسان و حیوانات مورد استفاده قرارگرفته‌اند (Seifzadeh et al. 2019).

بسیاری از مزایای استفاده از پروبیوتیک‌ها شامل حفظ و بازسازی میکروبیوتای طبیعی روده، جلوگیری و کاهش تغییرات دستگاه گوارش، مهار رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، تقویت سد مخاطی روده، فعالیت ضد میکروبی و ضد سرطانی، تعدیل سیستم ایمنی بدن، کاهش سطح کلسترول خون، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، بهبود جذب کلسیم، افزایش سنتز ویتامین‌ها، اثر ضد قارچ، کاهش عفونت‌های دستگاه گوارش و زخم‌های ناشی از *Helicobacter pylori*، درمان اسهال‌های ناشی از سفر به مناطق گرمسیری و درمان با آنتی‌بیوتیک‌ها، کنترل کولیت ناشی از *Rotavirus* و *Clostridium difficile*، تعدیل

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

استرس و بهبود کیفیت تغذیه‌ای مواد غذایی، هضم لاکتوز و کاهش علائم اضطراب هستند (Seifzadeh. 2019; Khalesi et al. 2019). نگهدارنده‌های زیستی دارای خواص ضد میکروبی بوده، رشد باکتری‌های هوازی مولد فساد را متوقف کرده، سبب افزایش ایمنی غذا و زمان ماندگاری فرآورده‌های غذایی می‌شوند (De Rezende et al. 2022; Castillo-Jiménez et al. 2017).

با توجه به اینکه مواد غذایی با منشأ دریا به‌عنوان یکی از منابع مهم غذا برای انسان به حساب می‌آیند، تنوع زیادی در فرآوری و تولید محصولات جدید برای مصارف غذایی به وجود آمده است. اما از آنجایی‌که ماهی غذایی بسیار فاسدشدنی است و فساد این فرآورده‌ها به دلایل مختلف مانند شیمیایی، فیزیکی و فعالیت‌های میکروبی اتفاق می‌افتد از اینرو، حفظ کیفیت ماهی هنگام برداشت، زنجیره تامین و نگهداری الزامی است. در این زمینه، بسیاری از کشورها روش‌های مختلف فرآوری و نگهداری را برای استفاده بهینه از ماهی، افزایش عمر مفید و تنوع محصولات استفاده می‌کنند. علاوه‌بر این، بهبود روش‌های فرآوری سبب کاهش تلفات و ضایعات می‌شود (Khalesi et al. 2019).

مقدار ماهی برای مصارف انسانی از ۶۷ درصد در دهه ۱۹۶۰ تاکنون به میزان قابل توجهی افزایش یافته است، در سال ۲۰۱۸، ماهی زنده به اشکال تازه یا سرد بیشترین سهم مورد استفاده برای مصرف انسان (۴۴ درصد) را به خود اختصاص داد. بعد از آن ماهی منجمد (۳۵ درصد) در مقام دوم قرارگرفت، و ماهی‌های نگهداری شده (۱۱ درصد) و پخته (۱۰ درصد) به ترتیب رتبه‌های سوم و جهارم را به خود اختصاص دادند. به‌طوری‌که مشاهده می‌شود انجماد روش اصلی نگهداری ماهی است و ۶۲ درصد از کل ماهی‌های فرآوری شده برای مصرف انسان (به استثنای ماهی زنده، تازه یا سرد) را تشکیل می‌دهد، اما در هنگام انجماد نیز کیفیت ماهی به دلایل مختلفی دستخوش تغییر می‌شود، از اینرو، الزامی است که روش‌هایی جهت حفظ کیفیت فیله هنگام نگهداری در انجماد به کار گرفته شود (FAO. 2022). همچنین طی سالیان اخیر، تلاش‌های فراوانی به عمل آمده که مواد غذایی صرفاً از نظر تأمین نیازهای غذایی مد نظر قرار نگیرند، بلکه ضمن حفظ سلامت و کیفیت، کارکردهای دیگری مانند فراسودمندی را نیز از آن‌ها انتظار داشت. غذاهای فراسودمند غذاهایی هستند که ادعایی مرتبط با سلامتی دارند و ممکن است مزایای

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

بهداشتی را فراتر از تغذیه پایه ارائه دهند. غذاهای غنی شده با پوشش زنده حاوی باکتری‌های پروبیوتیک اغلب به‌عنوان غذاهای فراسودمند با مزایای پروبیوتیک در نظر گرفته می‌شوند. این بررسی به جنبه‌های مختلف مربوط به حفظ زیستی کیفیت غذاهای دریایی توسط باکتری‌های اسید لاکتیک می‌پردازد (Seifzadeh et al. 2021; Wang et al. 2017).

مواد و روش

پژوهش حاضر از طریق بررسی مطالعه‌های منتشر شده در مورد حفاظت فیله آبزیان در ایران و سایر کشورها انجام شد. از داده‌های برخی مقالات منتشر شده از پایگاه‌های داده شامل Science Direct، Pub Med، Escopus Springer Link و Scopus در مورد بررسی اثرات باکتری‌های پروبیوتیک روی زمان ماندگاری فیله استفاده شد. جستجو با استفاده از کلمات کلیدی نگهدارنده زیستی، باکتری‌های پروبیوتیک، باکتری‌های اسید لاکتیک، غذاهای فراسودمند، باکتریوسین، غذاهای دریایی، باکتری‌های بیماری‌زای غذایی، فیله آبزیان، آنتی‌اکسیدان و فیله بدون افزودنی انجام شد. مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفت که در آنها از باکتری‌های *لاکتوباسیلوس* پروبیوتیک برای حفظ کیفیت و افزایش زمان ماندگاری فیله‌های گونه‌های مختلف آبزیان استفاده شده بود.

برای بررسی ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی در ابتدا موجودات پروبیوتیک با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی و در مرحله بعد از طریق انجام آزمایش در مدل‌های حیوانی مناسب بررسی می‌شوند. بعد از تأئید میکروارگانیسم، به محصول غذایی مناسب تلقیح شده و مطالعات بیشتری برای غذای پروبیوتیک و بررسی اثرگذاری و بقا در شرایط ذخیره‌سازی انجام می‌شود. در شرایط آزمایشگاهی مطالعات آنتی‌اکسیدانی بر روی باکتری‌های پروبیوتیک (به‌طور عمده *Lactobacillus* و *Bifidobacteria*) و همچنین محصولات غذایی حاوی ارگانیسم‌های پروبیوتیک انجام شده است (Pereira et al. 2020).

نتایج

در گزارش‌های منتشر شده *لاکتوباسیلوس*‌های پروبیوتیک شامل *Lactobacillus paracasei* IMPC 2.1 (Giribaldi et al. 2019)، *Lactobacillus plantarum* 1.19 (Cao et al. 2015)، *L. plantarum* SKD4 (Jo et al. 2021)، *Pediococcus stilesii* SKD11 (Jo et al.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

Lactobacillus sakei ATCC 15521، (2021 *L. plantarum* JCM 1149 ،(Nath et al. 2014) *Lactobacillus* ،(Bolivar et al. 2016) *acidophilus* ATCC4356 (Lowore et al.) *Lactobacillus casei* ،(Gholami et al. 2022) *Lactobacillus curvatus* BCS35 ،(2018 *Lactobacillus* ،(Gómez-Sala et al. 2016) *brevis* CD0817 ،(Seifzadeh et al. 2020) *L. paracasei* L26 (Lopez de lacey et al. 2014)، *Bifidobacterium lactis* B94 *bifidum* ،(Altieri et al. 2005) *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (Seifzadeh et al. 2020)، *Lactobacillus reuteri* (Seifzadeh et al. 2020) و *E. faecium* BNM58 (Gómez-Sala et al. 2016) برای حفظ کیفیت آبزیان به کار گرفته شدند. بر اساس بررسی‌های انجام شده، اکثر مطالعات انجام شده برای افزایش زمان ماندگاری فیله ماهی با استفاده از *L. plantarum* بوده است. جدول ۱ پتانسیل آنتی‌اکسیدانی را در گونه‌های مختلف باکتری‌های پروبیوتیک *Lactobacillus* و *Bifidobacterium* ارائه می‌کند. بر اساس این جدول گونه‌های مختلف این باکتری‌ها پتانسیل آنتی‌اکسیدانی را نشان می‌دهند، منتهی این خصوصیت در بعضی از گونه‌ها در عصاره بدون باکتری و در موارد دیگر در مایع رویی کشت مشاهده شده است. البته بعضی از سویه‌های باکتریایی نیز این ویژگی را نشان می‌دهند. اکثر گونه‌های بررسی شده به شکل باکتریایی و عصاره بدون باکتری دارای توانایی آنتی‌اکسیدانی هستند. *Bifidobacterium animalis* 01 در همه اشکال باکتریایی، عصاره بدون باکتری و مایع رویی کشت پتانسیل آنتی‌اکسیدانی را به نمایش می‌گذارد.

جدول ۱- پتانسیل آنتی‌اکسیدانی *Lactobacillus* sp و *Bifidobacterium* sp..

پتانسیل آنتی‌اکسیدانی			
شرایط آزمایش باکتری گونه	باکتری‌های اسید لاکتیک	عصاره بدون باکتری	مایع رویی کشت
lactobacilli, streptococci, lactococci	-	+	-
L. acidophilus B, E, N1, 4356, LA-1, and Farr; *Lactobacillus bulgaricus* 12 278, 448, 449, Lb, 1006, and 11 842; *Streptococcus thermophilus* 821, MC, 573, 3641, and 19 987; and *Bifidobacterium longum* B6 and 15 70	-	+	-
L. acidophilus ATCC 4356 *B. longum* ATCC 15708	+	+	+
L. delbrueckii ssp. *Lactis* RM2-5, RM6-5 and RM5-4, *L. delbrueckiis* sp.*bulgaricus* 18, 10442, and Y-23, *L. acidophilus* O16,	+	+	+

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

L1,and NCFM and *L. casei* E10, 9018 and E5	+	+	–
Lactobacillus sp L13, *L. acidophilus* 14 and 15, *L. casei* ssp. *casei* 19 and 63, *L. delbreuckii* ssp. *bulgaricus* 4 and 9, *Lactobacillus helveticus* 6, *L. plantarum* 20, *Lactobacillus fermentu*m 141, 155, 156	+	–	–
L. fermentum	+	+	–
B. longum *L. delbrueckiis* sp. *bulgaricus*	+	+	–
L. casei subsp.*casei* SY13 *L. delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*	+	+	–
B. animalis 01	+	+	+
L. plantarum AS1	+	–	–
39 *Lactobacillus isolates*	+	–	–
L. helveticus CD6	+	+	–
L. paracasei Fn032 and *Lactobacillus rhamnosus* GG (LGG)	+	+	–
07 *Bifidobacterium*, 11 *Lactobacillus*, 06 *Lactococcus* and 10 *S. thermophilus*	+	+	–

جدول ۲ گونه‌های جدا شده از محصولات غذاهای دریایی آماده را توضیح می‌دهد. جنس‌های *Lactobacillus*، *Lactococcus*، *Leuconostoc* و *Carnobacterium* از باکتری‌های غالب در محصولات ماهی دودی سرد بسته‌بندی شده در خلأ هستند. *Carnobacterium* در غذاهای دریایی تازه سرد و کمی نگهداری شده بسیار رایج هستند. بر اساس جدول ۲ در ماهی‌های ترشی یا خشک، نمکی و تخمیری میکروفلور باکتری‌های اسید لاکتیک می‌تواند به‌طور کامل متنوع باشد، زیرا وجود *Lactococcus* و *Pediococcus* در این فرآورده‌ها گزارش شده است.

جدول ۲- باکتری‌های اسید لاکتیک جدا شده از محصولات غذاهای دریایی آماده مصرف

محصول	باکتری‌های اسید لاکتیک جدا شده از محصولات دریایی
میگوی شور	*Aerococcus viridans, Carnobacterium divergens, Carnobacterium maltaromaticum, E. faecalis, Enterococcus Gallinarum, Enterococcus Malodoratus, L. curvatus, L. sakei, Lactococcus garvieae, Streptococcus* sp.
ماهی دودی سرد	*C. divergens, Carnobacterium piscicola/maltaromaticum, E. Faecalis, E. spp., Lactobacillus alimentarius, L. casei ssp. Tolerans, Lactobacillus coryneformis, L. curvatus, L. delbrueckii ssp. Delbrueckii, farciminis farciminis, Lactobacillus homohiochii, L. plantarum, Lactobacillus pentosus, L. sakei, L. Spp, Leuconostoc carnosum, Leuconostoc Citreum, Leuconostoc Gelidum, Leuconostoc Mesenteroides, Weissella kandleri*
ماهی تخمیری	*L. acidophilus, L. brevis, L. pentosus, L. plantarum, L. Lactis, L. lactis ssp. Lactis, L. Citreum, Pediococcus pentosaceus*
ماهی خشک یا مارینا‌د، نمک سود	*Carnobacterium*. spp, *E. faecalis, E. Faecium, L. alimentarius, Lactobacillus buchneri, L. delbrueckii* ssp. *Lactis, L. plantarum, L. Lactis, L. Mesenteroides, P. pentosaceus, Weissella confuse*

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

سالاد غذاهای دریایی	*C. piscicola, E. spp., E. faecalis, L. curvatus, L. malfermentans, Lactobacillus paraplantarum, Lactobacillus sanfranciscensis, L. Lactis, L. Mesenteroides, Leuconostoc Pseudomesenteroides, P.* Spp, *Streptococcus Parauberis, Vagococcus spp, W.* spp
ماهی نمک سود، قندی (گراواد)	*C. divergens, C. piscicola, L. curvatus ssp. Melibiosus, L. curvatus ssp. Curvatus, L. curvatus, L. sakei, L.* spp., *Weissella viridescens*

جدول ۳ تنوع ترکیبات ضد میکروبی تولید شده توسط باکتری‌های اسید لاکتیک را بررسی می‌کند. باکتری‌های اسید لاکتیک ترکیبات ضد میکروبی مختلفی تولید می‌کنند که می‌توانند در گروه‌هایی با جرم مولکولی کم مانند پراکسید هیدروژن، دی اکسید کربن، دی استیل (۲،۳-بوتاندیون) و با جرم مولکولی بالا مانند باکتریوسین‌ها طبقه‌بندی شوند.

جدول ۳- ترکیبات ضد میکروبی تولید شده توسط باکتری‌های اسید لاکتیک.

ترکیبات ضد میکروبی	گروه باکتریایی	زیرگروه باکتریایی
باکتریوسین	لانتی‌بیوتیک‌های (lantibiotic) (ترکیباتی با خواص ضد باکتریایی قوی) کلاس حاوی لانتیونین (lanthionine)، کلاس II غیر اصلاح شده	نوع A (nisin A) نوع B (mersacidin) زیرکلاس IIa (PA-pediocin 1/AcH, leucocin A) زیرکلاس IIb (lactococcin G, lactacin F) زیرکلاس IIc زیرکلاس IId
	باکتریولیزین‌ها	-
اسیدهای آلی	اسید لاکتیک اسید پروپیونیک و اسید استیک (اسیدهای آلی)	
سایر	پراکسید هیدروژن دی اکسید کربن دی استیل اسیدهای چرب روترین (reuterin) (باکتریوسین *لاکتوباسیلوس روتری*)	

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

بحث

زمان ماندگاری فرآورده‌های تازه ماهی به شرایط نگهداری و نیز کیفیت میکروبی مواد اولیه بستگی دارد. حضور جمعیت میکروبی مدت زمان ماندگاری فرآورده‌های تازه ماهی را محدود می کند و به این دلیل ماهی تازه از جمله غذاهای فسادپذیر محسوب می‌شود. کیفیت بهداشتی ماهی و فرآورده‌های ماهی به دلیل آلودگی با سایر منابع نیز به شدت کاهش پیدا می‌کند. از آنجایی‌که فعالیت باکتری‌های بیماری‌زا یکی از مهم‌ترین عواملی است که سبب فساد غذا شده و بیماری‌های خطرناکی را در دنیا برای انسان ایجاد می‌کند، نگهداری مواد غذایی به چالش مداوم برای انسان تبدیل شده است که از قدیم با روش‌هایی مانند خشک کردن، نمک سود کردن و تخمیر به‌طور سنتی انجام می‌شده است. سپس تکنیک‌های متفاوتی مثل سردسازی محصول بلافاصله پس از صید، انجماد، بسته‌بندی در خلأ و اتمسفر اصلاح‌شده، پرتودهی با اشعه گاما، پوشش دادن، ترکیب پوشش غذایی و اسانس، نمک سود کردن و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و مصنوعی برای افزایش عمر ماندگاری محصولات دریایی و حفظ کیفیت آبزیان به کار برده شدند. امروزه حفاظت غذا به‌عنوان یکی از تسهیلات مؤثر بر سیستم غذایی و همچنین کلیدی برای تضمین قابلیت استفاده از مواد غذایی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه در نظر گرفته شده است. افزودنی‌های غذایی به‌منظور افزایش مدت زمان ماندگاری، حفظ کیفیت، از بین بردن بیماری‌های مرتبط با غذا و فساد محصول به کار می‌رود. مواد ضد میکروبی غذایی ترکیباتی هستند که برای جلوگیری از رشد میکروب‌ها با از بین بردن آن‌ها به مواد غذایی افزوده می‌شوند. اهمیت عملکرد این ترکیبات طی ۱۵ - ۱۰ سال اخیر افزایش یافته است (Seifzadeh. 2019).

نگهدارنده‌های مواد غذایی (به‌عنوان مثال نیتریت و دی‌اکسید گوگرد) به مواد غذایی اضافه می‌شوند تا مانع از رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی و ممانعت از فساد آن‌ها شوند. با این‌حال، مصرف طولانی‌مدت این مواد نگهدارنده ممکن است اثرات نامطلوب بر سلامت انسان داشته باشد. پیچیدگی نگهدارنده‌های شیمیایی در مقایسه با مواد طبیعی، نیاز به مدت زمان طولانی برای تجزیه و برگشت به طبیعت و ایجاد آلودگی محیطی، تقاضای روزافزون برای غذاهای فاقد نگهدارنده با مدت زمان ماندگاری طولانی، بهبود ایمنی غذا و نگرانی مصرف‌کنندگان در مورد

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

ایمنی نگهدارنده‌های شیمیایی در دهه‌های اخیر و افزایش گرایش به سمت استفاده از مواد طبیعی به جای نگهدارنده‌های مصنوعی سبب تلاش عمل‌آورندگان غذا برای یافتن روش‌های دیگری مانند ترکیبات ضد میکروبی طبیعی برای نگهداری غذا شد (Seifzadeh et al. 2019).

در نتیجه، استفاده از نگهدارنده‌های زیستی در ترکیب با سایر روش‌های حفاظت، برای جلوگیری از فساد غذا طی فرآیند تولید به‌منظور کاهش فساد مواد غذایی توسط میکروارگانیسم‌ها پیشنهاد شد. علاوه‌براین، نگهدارنده‌های زیستی به‌عنوان مکمل‌های غذایی ایمن برای دستگاه گوارش انسان که بر فلور میکروبی روده تأثیر ندارند، شناخته شده‌اند. طی دو دهه گذشته، پژوهش‌های فشرده در مورد استفاده از میکروارگانیسم‌های غیربیماری‌زا یا متابولیت‌های آن‌ها برای بهبود سلامت میکروبی و افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی انجام شد (Kumari et al. 2020).

نگهداری زیستی ماهی و محصولات دریایی روشی برای رعایت استانداردهای ایمنی و کنترل فساد میکروبی بدون تأثیر منفی بر کیفیت حسی محصول است. سویه‌هایی که توسط سازمان غذا و داروی ایالات متحده، ایمن شناخته می‌شود، به‌عنوان نگهدارنده‌های زیستی، برای افزایش ماندگاری محصولات دریایی مفید هستند. به همین ترتیب، آن‌ها می‌توانند الزامات QPS (qualified presumption of safety) (فرض واجد شرایط ایمنی) را برآورده سازند. باکتری‌های اسید لاکتیک حتی در دمای یخچال نیز توانایی رشد داشته و با محیط غذاهای دریایی بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده، pH پایین، غلظت نمک بالا، وجود مواد افزودنی مانند اسید لاکتیک یا اسید استیک سازگار هستند. همچنین آن‌ها می‌توانند میکروب‌های مولد فساد قوی را از طریق فعالیت‌های آنتاگونیستی و بازدارنده (مانند رقابت برای مواد مغذی و تولید یک یا چند متابولیت فعال ضد میکروبی) سرکوب کنند. از اینرو، باکتری‌های اسید لاکتیک به‌طور معمول الزامات لازم برای حفظ زیستی محصولات غذاهای دریایی را برآورده می‌کند که در مطالعه حاضر به آن‌ها پرداخته می‌شود (Gholami et al. 2019).

هنگام استفاده از آنتاگونیست‌های میکروبی زنده در نگهداری زیستی غذاهای دریایی، معیارها و الزاماتی وجود دارد که باید در نظر گرفته شود. در درجه اول، حمایت از مصرف‌کننده به‌ویژه از نظر مصرف محصولات آماده مهم‌ترین جنبه است، اما برای انواع دیگر این گروه نیز حائز اهمیت است، زیرا آلودگی متقاطع، علاوه‌بر خرده‌فروشی در

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

سطح مصرف‌کننده نیز امکان‌پذیر است. در حال حاضر، سه چالش عمده شامل ایمنی میکروبی، جنبه‌های نظارتی و فرمولاسیون میکروارگانیسم‌ها کاربرد نگهدارنده‌های زیستی را برای غذاهای دریایی به شدت محدود می‌کند به‌طور کلی، الزامات نظارتی سختگیرانه‌ای برای استفاده از کشت‌ها و مواد ضد میکروبی طبیعی مانند باکتریوسین‌ها، در نگهداری مواد غذایی وجود دارد. به‌عنوان یکی از جنبه‌های نظارتی و کلیدی برای باکتری‌های اسید لاکتیک که به‌عنوان نگهداری زیستی انتخاب می‌شوند، باید تأثیر آن‌ها را بر ویژگی‌های غذایی و حسی محصولات فاسدشدنی در نظر گرفت. احتمالاً این مورد یکی از دلایل اصلی است که علی‌رغم مطالعات متعدد انجام شده در سایر بخش‌های غذایی، کاربرد باکتری‌های اسید لاکتیک یا باکتریوسین آنها را در غذاهای دریایی محدود می‌کند. از آنجایی‌که برخی از باکتری‌های اسید لاکتیک ممکن است در فساد مواد غذایی حائز اهمیت باشند، بررسی تأثیر آن‌ها بر پارامترهای شیمیایی و فیزیکی نیز ضروری است (Spacova et al. 2020). از اینرو، یکی از نیازهای مهم برای کاربرد موفقیت‌آمیز باکتری‌های پروبیوتیک علاوه‌بر توانایی آن‌ها در تولید کافی متابولیت‌های آنتاگونیست فعال در برابر طیف گسترده‌ای از باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌های بیماری‌زای مرتبط با فساد غذا و توانایی زنده ماندن باکتری در شرایط نامطلوب هنگام تیمار و حفظ فعالیت‌های بازدارنده در حین ذخیره‌سازی، به سازگاری و عدم اثرات قابل توجه روی ماتریس غذایی برمی‌گردد. اما، سویه‌های باکتری‌های اسید لاکتیک که برای نگهداری غذاهای دریایی انتخاب شده‌اند، تا به حال مقاومتی در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها و سمیت سلولی را نشان نداده‌اند (Hu et al. 2021).

به موازات گزاشات متعددی که در مورد اثرات باکتری‌های *لاکتوباسیلوس* پروبیوتیک روی حفظ کیفیت میکروبی فیله آبزیان منتشر شده است، تأثیر این باکتری‌ها روی کیفیت شیمیایی فیله آبزیان نیز مورد توجه قرار گرفته است. علاوه‌بر ویژگی‌های میکروبی، یکی دیگر از مکانیسم‌های عمل باکتری‌های اسید لاکتیک برای حفظ کیفیت فیله، به تأثیر این باکتری‌ها برای جلوگیری از پیشرفت اکسیداسیون لیپید و تأخیر در شروع آن برمی‌گردد (Seifzadeh. 2021). اسیدهای چرب که عملکردها و نقش‌های زیستی مهمی برای بدن انسان دارند، بخش اصلی غذا هستند که به وفور در طبیعت یافت می‌شوند. بسیاری از اسیدهای چرب می‌توانند توسط بدن انسان سنتز شوند، اما

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

موارد ضروری باید از طریق رژیم غذایی مصرف شوند. ماهی منبع اصلی اسیدهای چرب ضروری مانند لینولئیک اسید، α-لینولنیک اسید، ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) است که نقش کلیدی در رژیم غذایی انسان و همچنین سلامتی دارد. علیرغم این مزایا ماهی و فرآورده‌های ماهی به آسانی می‌توانند اکسید شوند، بنابراین از روش‌های نگهداری مواد غذایی (تکنیک انجماد، روش‌های خنک‌سازی، تشعشعات یونیزه، فن‌آوری کنسرو کردن و افزودنی‌های غذایی) برای حفظ بهتر محصول استفاده می‌شود. اما برخی از مطالعات گزارش کردند که ممکن است تکنیک‌های نگهداری مواد غذایی ذکر شده منجر به از بین رفتن مواد مغذی ماهی و کاهش ویژگی‌های حسی در طی دوره نگهداری شوند. همچنین در مواردی مشکلات مرتبط با سلامتی را نیز به همراه دارند. بنابراین، در دهه اخیر، بعضی از باکتری‌های *لاکتوباسیلوس* پروبیوتیک که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی هستند، به منزله رویکردهای جدیدی برای دستیابی به راه‌حل بهتر برای حفظ کیفیت اسیدهای چرب فیله آبزیان مورد توجه واقع شدند. این موضوع نیز یکی دیگر از مواردی است که سبب شد باکتری های پروبیوتیک به‌عنوان نگهدارنده زیستی مدنظر قرار گیرند. به‌عنوان مثال عوامل نشانگر اکسیداسیون چربی نظیر پراکسید در فیله‌های تیمارشده با *L. casei*، *L. plantarum* SKD4 و *L. paracasei* IMPC 2.1 طی زمان نگهداری با کاهش مواجه شدند (Seifzadeh. 2022; Küçükgöz and Skowska, 2022; Ceylan et al. 2018a).

علاقه مصرف‌کنندگان به رژیم غذایی سالم سبب شد که گونه‌های *Lactobacillus* به‌عنوان کانون توسعه غذاهای جدید در صنایع غذایی در نظر گرفته شوند. در طی دهه گذشته، استرس اکسیداتیو و قدرت آنتی‌اکسیدانی به‌عنوان نقاط کلیدی برای تنظیم مولکولی پاسخ‌های استرس سلولی شناخته شده‌اند. خاصیت آنتی‌اکسیدانی پروبیوتیک‌ها موضوع بسیاری از مطالعات اخیر بوده و طی دهه‌های گذشته، مطالعات نشان داد که سویه‌های باکتری‌های پروبیوتیک مانند *Lactobacillus* و *Bifidobacteria* می‌توانند به روش‌های مختلف پتانسیل آنتی‌اکسیدانی را اعمال کنند (جدول ۱). با این‌حال، بررسی‌های کمی در مورد اساس و مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی پروبیوتیک‌ها انجام شده است (Seifzadeh. 2022; Aarti. 2017). مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی یا غذاهای حاوی آنتی‌اکسیدان تا حد زیادی به کاهش آسیب

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

اکسیداتیو، سرعت مهار رادیکال‌های آزاد و کاهش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز در بدن انسان کمک می‌کنند. باکتری‌های اسید لاکتیک پروبیوتیک کاندیدای احتمالی برای تولید مکمل‌های طبیعی آنتی اکسیدانی هستند. گزارش شده است که برخی از پروبیوتیک‌ها منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی یا تعدیل استرس اکسیداتیو گردش خون می‌شوند که از سلول‌ها در برابر آسیب ناشی از سرطان محافظت می‌کند. این آنزیم‌ها شامل گلوتاتیون-s-ترانسفراز، گلوتاتیون، گلوتاتیون ردوکتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز هستند. احتمالاً پروبیوتیک‌ها با ایجاد تغییر در فلور روده اثرات دفاعی خود را در برابر استرس اکسیداتیو اعمال می‌کنند. فعالیت‌های متابولیکی باکتری‌های پروبیوتیک ممکن است اثر آنتی‌اکسیدانی را از طریق حذف ترکیبات اکسیدکننده یا جلوگیری از ایجاد آن‌ها در روده نشان دهد. پپتیدهای فعال باکتری‌های پروبیوتیک به‌عنوان ابزار مؤثری برای اعمال فعالیت آنتی اکسیدانی غذاهای حاوی آنها به حساب می‌آید. باکتری‌های اسید لاکتیک پروبیوتیک ممکن است اثرات آنتی‌اکسیدانی را از طریق حذف رادیکال‌های آزاد، کلاته کردن یون فلزی، تنظیم آنزیم‌ها و تعدیل میکروبیوتای روده اعمال کنند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی غذاهای تخمیری با استفاده از کشت‌های آغازگر از جمله *L.mesenteroides* strain *L. jensenii* ،ssp. *cremoris* و *L. acidophilus* در مقایسه با سایر غذاهای تخمیری بیشتر گزارش شده است (Seifzadeh. 2022; Ceylan et al. 2018b).

گزارش شده که *L. rhamnosus* Gorbach-Goldin دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی از طریق تعادل‌سازی تولید گونه‌های فعال اکسیژن و تعدیل ظرفیت فاگوسیتی نوتروفیل‌ها هستند (Seifzadeh. 2022). شواهد قوی اعمال فعالیت آنتی‌اکسیدانی *L. plantarum*، *L. helveticus*، *L. acidophilus*، *L. fermentum*، *L. casei*، *Lactobacillus* GG و چند سویه از *Bifidobacteria* را در غذاهای حاوی این ارگانیسم‌ها بیان کرده‌اند. با این‌حال، باید توجه داشت که خاصیت آنتی‌اکسیدانی برای هر سویه‌ای اختصاصی است. مکانیسم‌های عملکرد آنتی‌اکسیدانی به درستی روشن نشده و می‌تواند در سال‌های آینده مورد توجه پژوهش‌های پروبیوتیکی قرار گیرد (Milner et al. 2021; Mei et al. 2019).

اگزوپلی‌ساکاریدها گروهی از پلیمرها هستند که نقش مهمی در تشکیل بیوفیلم و چسبندگی سلول

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

ایفا می‌کنند و توسط پروبیوتیک‌ها تولید می‌شوند. اگزوپلی‌ساکاریدها عملکردهای مختلف فیزیولوژیکی مفیدی را از جمله تنظیم عملکرد روده و پاسخ ایمنی در انسان و حیوانات به خود اختصاص داده‌اند. علاوه‌براین، نشان داده شده است که اگزوپلی‌ساکاریدهای حاصل از *Lactobacillus* فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی را در شرایط آزمایشگاهی و بدن ارائه می‌کنند. در شرایط آزمایشگاهی اگزوپلی‌ساکاریدهای تصفیه‌شده باکتری‌های اسید لاکتیک رشد هوازی *L. mesenteroides* را تقریباً ۱۰ برابر بهبود می‌بخشند. این ترکیبات از طریق کاهش استرس اکسیژن منجر به افزایش رشد هوازی پروبیوتیک‌های حساس به اکسیژن می‌شوند، که از طریق اکستروژن (خارج‌سازی تحت فشار) اکسیژن محلول در بیوفیلم‌ها و تجمع آن‌ها در محیط‌های آبی حاصل می‌شود. اگزوپلی‌ساکاریدهای پروبیوتیک‌ها فعالیت‌های مهارکنندگی را از طریق خورندگی رادیکال‌های آزاد و وابسته به غلظت و همچنین کلاته کردن فلز نشان می‌دهند. اگزوپلی‌ساکارید ترشح شده توسط *L. plantarum* LP6 و *L. plantarum* C88 از طریق بهبود توانایی زنده ماندن سلول‌ها و تنظیم نشانگرهای زیستی استرس اکسیداتیو اثرات آنتی‌اکسیدانی را نشان می‌دهند. مطالعات *in vivo* نشان داده که اگزوپلی‌ساکارید حاصل از پروبیوتیک‌ها فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان را افزایش داده و محصولات نهایی فرایندهای اکسیداسیون و احیاء را در کبد و سرم کاهش می‌دهند. این ترکیبات همچنین ممکن است اثرات غیر مستقیمی را از طریق تنظیم ترکیب میکروبیوتا یا محافظت از سطوح دیواره سلولی باکتری داشته باشد. روشن شدن کامل مکانیسم مولکولی خاصیت آنتی‌اکسیدانی اگزوپلی‌ساکارید چالش برانگیز است زیرا این ترکیبات از نظر ساختار و خواص فیزیکوشیمیایی بسیار متنوع هستند. علاوه‌براین، تولید اگزوپلی‌ساکارید تحت تأثیر شرایط مختلف از جمله دما، pH و اکسیژن قرار می‌گیرد. از اگزوپلی‌ساکاریدها می‌توان به کاروتنوئیدها، اسید فرولیک و هیستامین اشاره کرد (Feng and Wang, 2020; Seifzadeh. 2022).

کاروتنوئیدها در طبیعت گسترده بوده و دارای خواص آنتی‌اکسیدانی شناخته‌شده‌ای هستند. کاروتنوئیدها در باکتری‌های رنگ‌دانه‌دار وجود داشته و ترپنوئیدهای آن‌ها ۳۰، ۴۰ یا ۵۰ کربن دارد. کاروتنوئیدهای C50 به برخی از باکتری‌های گرم مثبت محدود شده‌اند، C40 به‌طور معمول در باکتری‌های فتوتروف وجود دارد و C30 در

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

برخی جنس‌ها و گونه‌های غیرمرتبط یافت می‌شود. برخی از باکتری‌های پروبیوتیک کاروتنوئید تولید می‌کنند، که احتمالاً با فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها مرتبط است. *L. pentosus* KCCP11226 که دارای ژن‌های بیوسنتز کاروتنوئید C30 (*crtM - crtN*) است، تولید مقادیر زیادی از کارتنوئیدها و بقا تحت شرایط استرس اکسیداتیو را نشان می‌دهد و یک پروبیوتیک فراسودمند محسوب می‌شود. با توجه به این که شرایط هوازی به‌طور قابل توجهی رشد را کند می کند، اما تولید کاروتنوئیدها در *Enterococcus gilvus* القا شد، که نشان داد تولید کارتنوئید به تحمل استرس توسط این باکتری‌ها در شرایط هوازی کمک می‌کند. تجزیه و تحلیل رونویسی ژن‌های واکنش استرس اکسیداتیو در *E. gilvus* تأیید کرد که تنظیم ژن‌های بیوسنتز ایزوپرنوئید یکی از مکانیسم‌های بالقوه پاسخ استرس اکسیداتیو مبتنی بر کاروتنوئید در باکتری‌های اسیدلاکتیک است (Angiolillo et al. 2018).

اسید فرولیک یک آنتی‌اکسیدان قوی است که در بسیاری از انواع مواد غذایی وجود دارد و می‌تواند رادیکال‌های آزاد را خنثی کند. برخی از باکتری‌های پروبیوتیک تولیدکننده آنزیم فرولیل استراز هستند، که توانایی هیدرولیز اسید فرولیک را نشان می‌دهد (از طریق حذف باند استری سبب آزادسازی اسید فرولیک از پلی‌ساکاریدهای حاوی اسیدهای فنولیک عمل می‌کند)، از آنجایی‌که اسید فرولیک دارای ویژگی آنتی‌اکسیدانی بوده، بنابراین خواص آنتی‌اکسیدانی مفیدی را برای سلامتی انسان اعمال می‌کنند. بر اساس آزمایش‌ها، *L. fermentum* NCIMB 5221 فعال‌ترین فرولیل استراز را در بین باکتری‌های بررسی شده تولید می‌کند و آزمایش‌ها فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجه آن را تأئید می‌کنند. مطالعه‌ای *in vivo* نشان داد که مکمل *L. fermentum* CRL1446 با افزایش فعالیت فرولیل استراز وضعیت اکسیداتیو میزبان را بهبود داده و تولید و فراهمی زیستی اسید فرولیک را در موش افزایش می‌دهد. فعالیت فرولیل استراز به زمان و دوز وابسته بوده و فعالیت مطلوب آن ۷ روز بعد از مصرف 10^7 سلول CRL1446 در روز مشاهده شد. می‌توان استنباط کرد که سویه‌های پروبیوتیک ممکن است آنزیم‌های فرولیل استراز را به روده ترشح کنند، یا میکروبیوتای روده را برای تحریک مستقیم فعالیت فرولیل استراز تنظیم کنند. مطالعات بیشتر تأیید کرد که پروبیوتیک‌های تولیدکننده اسید فرولیک می‌توانند تغییرات متابولیکی را ایجاد کرده و تأثیرات مفیدی بر وضعیت متابولیک میزبان داشته باشند (Kerry et

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

.(al. 2018; Seifzadeh, 2022

ثابت شده که هیستامین تولید شده توسط گونه‌های *Lactobacillus* دارای عملکردهای تنظیم‌کننده سیستم ایمنی از جمله اثرات ضد التهابی است. مطالعات اخیر نشان داده است که هیستامین همچنین در پتانسیل آنتی‌اکسیدانی *Lactobacillus* نقش دارد. هیستامین تولید رادیکال‌های سوپراکسید توسط ماکروفاژهای فعال را مهار می‌کند و سلول‌های انسانی تحت درمان با هیستامین دی هیدروکلراید افزایش کاهش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز را نشان می‌دهند. مشخص شد که هیستامین توسط سویه‌های *L. reuteri*، از جمله *L. reuteri* E و *L. reuteri* KO5 در شرایط هوازی و بی‌هوازی تولید می‌شود. غلظت هیستامین همراه با افزایش سلول‌های *Lactobacillus* افزایش می‌یابد و دستیابی به بیشترین غلظت زودتر از ۴۸ ساعت میسر نیست. مایع رویی کشت سلولی *Lactobacillus* که حاوی هیستامین است، فعالیت‌های آنزیمی سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز را کاهش می‌دهد. از آنجایی‌که باکتری‌های اسید لاکتیک به‌عنوان تولیدکنندگان اصلی آمین‌های بیوژنیک در نظر گرفته شده‌اند و آمین‌ها به عنوان پیش‌نیاز تولید هیستامین شناخته شده است، از اینرو وجود کافی آمین‌های بیوژن برای تولید هیستامین در باکتری‌های اسید لاکتیک ضروری است. بنابراین، اثر هیستامین تولیدشده توسط باکتری‌های اسید لاکتیک بر ظرفیت آنتی اکسیدانی بایستی به‌طور کامل مورد مطالعه قرار گیرد (Seifzadeh. 2022; Hendalia et al. 2019)

.

پژوهشگران تائید کرده‌اند که سوسپانسیون بدون باکتری اسید لاکتیک حاوی چندین نوع ترکیب ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی بوده و از اینرو، دارای ویژگی‌های ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی است. بنابراین باکتری‌های *لاکتوباسیلوس* علاوه‌بر کاربرد باکتری برای محافظت فیله ممکن است که به شکل دیگری مانند سوسپانسیون بدون سلول نیز برای حفاظت فیله به کار روند (جدول ۱) (Speranza et al. 2021).

به‌طور معمول باکتری‌های اسید لاکتیک به‌عنوان میکرو فلور واقعی محیط آبی در نظر گرفته نمی‌شوند، اما بعضی از جنس‌های آنها از جمله *Carnobacterium*، *Enterococcus*، *Lactobacillus* و *Lactococcus* به ماهی‌های تازه و آب شیرین و دریا مرتبط هستند. باکتری‌های اسید لاکتیک از محصولات متنوعی جدا شده‌اند، مانند محصولاتی که با سطوح کم نمک (کمتر از ۶ درصد) نگهداری می‌شوند و برای برخی از

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

محصولات، افزودن مواد نگهدارنده (سوربات، بنزوات، نیتریت یا دود) حائز اهمیت است. اسیدیته این محصولات نسبتاً بالا است (pH> ۵) و اغلب در خلأ بسته‌بندی می‌شوند و باید در دمای خنک پایین (کمتر از۵ درجه سلسیوس) ذخیره و توزیع شوند. این محصولات گروهی از فرآورده‌های با ارزش بالا نظیر ماهی دودی سرد، ترشی (گراواد) و صدف شور است که به‌طور معمول به‌عنوان محصولات آماده مصرف و بدون اعمال هیچ گونه عملیات حرارتی در هنگام صرف غذا مصرف می‌شود. همان طوری‌که در جدول ۲ ارائه شده است جنس‌های *Lactobacillus*، *Lactococcus*، *Leuconostoc* و *Carnobacterium* از باکتری‌های غالب در محصولات ماهی دودی سرد بسته‌بندی شده در خلأ هستند. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که *Carnobacterium* در غذاهای دریایی تازه سرد و کمی نگهداری شده بسیار رایج هستند (Mei et al. 2019). گروه دوم محصولات ماهی حاوی نمک بالا (کلرور سدیم بیشتر از ۶ درصد) یا با pH کمتر از ۵ هستند، که به آن‌ها نگهدارنده (بنزوات، سوربات، نیترات) اضافه شده است، و به‌عنوان محصولات کمی نگهداری شده تعریف می‌شوند. به‌طور معمول، محصولات اروپایی (به‌عنوان مثال، شاه ماهی شور یا ترشی، آنچوی، خاویار) هنگام توزیع در دمای سرد (<۱۰ درجه سلسیوس) ذخیره می‌شوند. در ماهی‌های ترشی یا خشک، نمکی و تخمیری میکرو فلور باکتری‌های اسید لاکتیک می‌تواند به‌طور کامل متنوع باشد، زیرا وجود *Lactococcus* و *Pediococcus* در این فرآورده‌ها گزارش شده است (جدول ۲) (Pop et al. 2020). جدول ۳ تنوع ترکیبات ضد میکروبی تولید شده توسط باکتری‌های اسید لاکتیک را بررسی می‌کند. مهم‌ترین ماده ضد میکروبی تولید شده توسط باکتری‌های این گروه اسید لاکتیک و کاهش هم‌زمان pH است. اسید لاکتیک توسط جنس‌های دیگر (*Brochotrix*) نیز تولید می‌شود. اثر ضد میکروبی اسیدهای آلی در اکوسیستم مواد غذایی در کاهش pH و همچنین ماهیت شکل آنها است که از رشد میکروارگانیسم‌های ناخواسته جلوگیری می‌کند. همچنین رقابت با باکتری‌های بیماری‌زا برای اتصال به سلول‌های بدن انسان و دریافت مواد مغذی موردنیاز، بلوکه کردن گیرنده‌های سموم و تقویت سیستم ایمنی انسان از سایر عوامل برای از بین بردن باکتری‌های بیماری زا است (Rathod et al. 2021).

باکتریوسین‌ها، پروتئین‌ها یا پپتیدهای سنتز شده ریبوزومی هستند که دارای عملکرد باکتری‌کشی یا

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

باکتریواستاتیک هستند. این ترکیبات به دلیل فعالیت ضد میکروبی در برابر میکروارگانیسم‌های فسادزا و بیماری‌زا، به‌طور گسترده‌ای برای حفظ و افزایش ماندگاری مواد غذایی تحت ارزیابی قرار گرفتند. تولید باکتریوسین توسط باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی به اثبات رسیده است. باکتریوسین‌ها با مکانیسم‌های مختلف، مانند دارا بودن بار مثبت که با اجزای دیواره سلولی دارای بار منفی تعامل می‌کنند و منافذی را در دیواره سلولی تشکیل می‌دهند و سنتز دیواره سلولی را مهار می‌کنند، اثر نگهدارندگی از خود نشان می‌دهند. در برخی موارد، گروه پپتیدی انتهایی باکتریوسین‌ها باعث نشت اجزای سلولی و مهار سنتز پروتئین و تکثیر دی.ان.اِ می‌شود. به‌تازگی گزارش شده است که باکتریوسین‌ها با مهار تشکیل سپتوم در باکتری‌ها، تکثیر سلول‌های باکتری را مختل می‌کنند. همچنین از طریق رقابت برای مواد مغذی و تولید متابولیت‌های ثانویه شناخته شده‌اند که غیرفعال شدن میکروارگانیسم‌ها را تسریع می‌سازد (Pereira et al. 2022; Bazaraa et al. 2019).

برای کاربرد مستقیم باکتریوسین‌ها در غذاهای دریایی جنبه‌های نظارتی این مواد نیز باید رعایت شود (جدول ۳). باکتریوسین‌ها نباید اثرات مضری بر خواص حسی غذاها نشان دهند، باید در طی ذخیره‌سازی پایدار باشند و در صورت وابستگی فعالیت آنها به غلظت بایستی غلظت در طی زمان نگهداری غذا ثابت باشد. نایسین که در سال ۱۹۸۸ توسط سازمان غذا و داروی ایالات متحده برای استفاده در پنیرهای فراوری شده پاستوریزه تأئید شد، در حال حاضر تنها باکتریوسین خالصی است که در ایالات متحده در مواد غذایی استفاده می‌شود. این باکتریوسین برای بسته‌بندی ماهی و محصولات دریایی به شکل فیلم پوشش داده شده یا اشباع مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hanol Bektas et al. 2020). همچنین نتایج امیدوارکننده‌ای برای کنترل رشد *Listeria monocytogenes* با استفاده از باکتری‌های اسید لاکتیک یا باکتریوسین‌های آن‌ها در غذاهای دریایی به دست آمده اما تاکنون فرمول‌های باکتریایی در فهرست نگهدارنده‌های زیستی غذاهای دریایی گنجانده نشده است. میکروارگانیسم‌هایی که برای وضعیت QPS مناسب ارزیابی شده‌اند، به اثبات جامعی از اثرات متضاد، داده‌های طبقه‌بندی دقیق و شواهد قوی از نظر ایمنی نیاز دارند (Pavli et al. 2018) .

از *L. curvatus* BCS35 برای افزایش زمان ماندگاری فیله‌های آبزیان استفاده شده است، از

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

آنجایی‌که *L. curvatus* BCS35 توانایی تولید دو نوع باکتریوسین را دارد، احتمالاًاین مکانیسم نیز در کنار سایر مکانیسم‌های ضد میکروبی باکتری‌های *لاکتوباسیلوس* در اعمال فعالیت ضد میکروبی آن موثر است (Iorizzo et al. 2022). برای تولید باکتریوسین توسط *L. paracasei* L26 و *L. paracasei* IMPC 2.1 گزارشی در دسترس نیست. توانایی این باکتری‌ها را در محدود کردن رشد ارگانیسم‌های ناخواسته صرفا به رقابت برای مواد مغذی یا تولید طیف گسترده‌ای از متابولیت‌های ضد میکروبی مانند اسیدهای آلی (به‌طور عمده اسید لاکتیک و استیک)، دی استیل، استوئین، پراکسید هیدروژن، دی اکسید کربن، باکترسین روتری سیکلین، پپتیدهای ضد قارچی و ترکیبات غیرمشخص مرتبط می‌دانند (Giribaldi et al. 2019). *L. reuteri* در طی تخمیر بی‌هوازی گلیسرول، روترین را به‌عنوان متابولیت واسطه تولید می‌کند، که دارای خواص ضد میکروبی است. روترین ترکیب غیر پروتئینی با وزن مولکولی کم است که توسط *L. reuteri* تولید می‌شود و باعث مهار میکروارگانیسم‌ها (گرم مثبت و منفی) می‌شود. همچنین خاصیت ضد میکروبی زیادی در برابر باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی به‌ویژه عوامل بیماری‌زای منتقله توسط غذا مانند *Escherchia coli*، *L. monocytogenes*، *Staphylococcus aureus* و *Salmonella* spp و مخمرها، کپک‌ها و پروتوزوآ دارد. روترین از طریق مکانیسم‌هایی نظیر کاهش گروه‌های تیول آزاد و توقف دایمر سبب جلوگیری از فعالیت آنزیمی، ایجاد عدم تعادل در سلول‌های میکروبی و مرگ سلولی می‌شود. همچنین به اثبات رسیده است که بخش آلدئیدی روترین نیز به‌عنوان غیرفعال‌کننده پروتئین‌ها از طریق واکنش با گروه آمین در از بین بردن میکروارگانیسم‌ها دخالت دارد. روترین شامل فرم‌های هیدراته، غیر هیدراته و دایمریک از ۳ هیدروکسی پروپیونال آلدئید است. با توجه به این‌که روترین هنگام کاربرد به همراه سایر تکنیک‌های غیر حرارتی ساختار خود را حفظ می‌کند، در برابر پروتئازها و لیپازها مقاوم است و در دستگاه گوارش بدون ایجاد هیچ گونه اثر سمی به مدت زمان زیادی فعال باقی می‌ماند، بنابراین توانایی زیادی به‌عنوان نگهدارنده غذایی با طیف وسیع دارد. که سبب شد در صنعت مورد توجه قرار گیرد. البته روترین در ترکیب با پلی فنول‌ها سبب ایجاد طعم تلخ می‌شود، ازاین‌رو ترکیب آن با عصاره‌های گیاهی برای نگهداری فیله توصیه نمی‌شود (Mei et al. 2019; Rout et al. 2018).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

سیف زاده (۲۰۱۹) و Angiolillo و همکاران (۲۰۱۸) کاهش میکروارگانیسم‌های عامل فساد را به همراه حفظ ویژگی‌های حسی فیله‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی و باس دریایی پوشش شده با استفاده از *لاکتوباسیلوس روتری* مشاهده کردند (Seifzadeh. 2019; Angiolillo et al. 2018).

بر اساس جدول ۳ اسیدهای آلی یکی دیگر از مکانیسم های ضد میکروبی باکتری های اسید لاکتیک است. اثر ضد میکروبی اولیه باکتری اسید لاکتیک به دلیل تولید اسید لاکتیک است که تمایل به کاهش pH غذا داشته و در اکثر موارد، رشد میکروبی را مهار می‌کند. اسیدهای آلی از طریق مکانیسم‌هایی مانند تغییر pH و اسیدی شدن سیتوپلاسم بر تعادل اسید-باز تأثیر می‌گذارند و به هموستاز آسیب می‌رسانند، در بیان ژن تداخل ایجاد کرده و متابولیسم سلولی را مختل می‌کنند. علاوه‌بر مهار فعالیت سلولی، اثرات بازدارندگی اسیدهای آلی در برابر جوانه زدن هاگ نیز گزارش شده است. پژوهشگران نقش اسیدهای آلی را روی تجزیه پروتئین‌ها و تولید پروتون، تولید و انتقال انرژی، و مهار جذب مواد مغذی برای مهار رشد میکروارگانیسم‌ها پیشنهاد کرده‌اند (Kerry et al. 2018). همچنین پراکسید هیدروژن یکی دیگر از عوامل ایجادکننده اثرات ضد باکتریایی باکتری‌های اسید لاکتیک است. این ترکیب ممکن است که در محیط‌های رشد باکتری با قرار گرفتن در معرض نور یا اکسیژن تولید شود و به واسطه مهمی برای بروز اثرات سمی تبدیل شود (Poli et al. 2018).

نتیجه‌گیری

طی دو دهه اخیر پژوهش‌هایی برای مطالعه کاربرد باکتری‌های پروبیوتیک به‌عنوان نگهدارنده‌های زیستی در غذاهای دریایی آغاز شده است. علاوه‌بر نقش بالقوه این راهکار در کنترل میکروارگانیسم‌های نامطلوب، به کارگیری آن‌ها، سبب ایجاد و ترویج جمعیت‌های باکتریایی مفید می‌شود. همچنین عمل‌آوری فیله ماهی با باکتری‌های پروبیوتیک تهیه غذاهای فراسودمند را نیز امکان‌پذیر می‌سازد که نشان‌دهنده راهی برای دستیابی به برنامه غذایی فراسودمند برای مصرف‌کنندگان بیمار دارای رژیم غذایی اصلاح‌شده، مانند رژیم‌های غذایی بدون کلسترول یا لاکتوز است. با این‌حال، منجر به کاهش مسائل ایمنی مرتبط به غذاهای فراسودمند حاوی باکتری‌های پروبیوتیک نمی‌شوند، و این کاربرد آن‌ها را در بسیاری از محصولات دریایی محدود می‌کند. بنابراین، در نظر گرفتن جزئیات استفاده از نگهدارنده‌های زیستی برای ماتریس‌های غذایی

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

اختصاصی ضروری است. انتظار می‌رود که مطالعات بیشتری برای انتخاب سویه‌های باکتری های اسید لاکتیک و فرمول‌های حاوی آن‌ها برای محدود کردن رشد میکروفلور بیماری‌زا و عامل فساد غذا انجام گیرد. علاوه‌بر این، بررسی ماهیت سویه‌ها و مکانیسم‌های پتانسیل بازدارندگی آن‌ها برای بهینه‌سازی نگهداری زیستی الزامی است. ترکیب روش‌های سنتی با زیستی، روش‌های جدیدی هستند که پتانسیل بزرگی را برای جستجو و طراحی نقش‌های ناشی از باکتری‌های اسید لاکتیک به نمایش می‌گذارد که علاوه‌بر توسعه محصولات سنتی ایمن‌تر، تولید غذاهای دریایی نوآورانه را نیز امکان‌پذیر می‌سازد.

هم اکنون در صورت لزوم برای حفظ کیفیت فرآورده‌های غذاهای دریایی از نگهدارنده‌های شیمیایی استفاده می‌شود. با توجه به بهداشت مواد غذایی و از آنجایی‌که این نگهدارنده‌ها مشکلاتی نظیر تجمع در بدن را به همراه داشته و به مرور زمان برای مصرف‌کننده مضر هستند و همچنین گرایش جامعه به سمت غذاهای فراسودمند، جایگزین کردن این مواد توسط ترکیبات طبیعی مانند باکتری های پروبیوتیک و فرآورده‌های آنها جهت افزایش کیفیت و حفظ ویژگی‌های فرآورده به صنعت غذایی توصیه می‌شود.

فهرست منابع

References

Aarti C. 2017. In vitro studies on probiotic and antioxidant properties of *Lactobacillus brevis* strain LAP2 isolated from Hentak, a fermented fish product of North-East India. LWT. 86: 438-446

Altieri C, Speranza B, Del Nobile, MA, Sinigaglia M. 2005. Suitability of bifidobacteria and thymol as biopreservatives in extending the shelf life of fresh packed plaice fillets. Journal Applied Microbiology. 99: 1294-1302.

Angiolillo L, Conte A, Del Nobile MA. 2018. A new method to bio-preserve sea bass fillets. International Journal Food Microbiology. 271: 60 – 66.

Bazaraa WA, Abdel- Aziz ME, Goda HA, Abdel- Khader SN. 2019. Biopreservation of the fresh Egyptian Nile perch fillets using combination of bacteriocins, sodium acetate and EDTA. Biosite Research. 16: 1060-1075.

Bolívar J, Rubiano-Gavilán C, Toro CR, Gomz-Daza JC, Bolívar GA. 2016. Biopreservation by Lactobacillus plantarum JCM 1149 and heat pump drying on cantaloupe (*Cucumis melo*) slices. Vitae. 23: S355–S360.

Cao R, Liu Q, Chen S. 2015. Application of Lactic Acid Bacteria (LAB) in freshness keeping of tilapia fillets as sashimi. Journal of Ocean University of China. 14: 675–680.

Castillo-Jiménez AM, Montalvo-Rodríguez C, Ramírez-Toro C, Bolívar-Escobar G. 2017. Control microbiological deterioration of Tilapia fillets by the application of Lactic Acid Bacteria. Orinoquia. 21: 30 – 37.

Ceylan Z, Meral R, Karakaş CY, Dertli E, Yilmaz MT. 2018a. A novel strategy for probiotic bacteria: Ensuring microbial stability of fish fillets using characterized probiotic bacteria-loaded nanofibers. Innov Food Science Emerging Technology. 48: 212-218.

Ceylan Z, Meral R, Cavido_glu I, Ya_gmur Karakas C, Yılmaz MT. 2018b. A new application on fatty acid stability of fish fillets: Coating with probiotic bacteria-loaded polymer-based characterized nanofibers. Journal Food Safaty. 38: e12547–56.

De Rezende LP, Barbosa J, Teixeira P. 2022. Analysis of Alternative Shelf Life-Extending Protocols and Their Effect on the Preservation of Seafood Products. Foods. 11: 1100.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

Feng T, Wang J. 2020. Oxidative stress tolerance and antioxidant capacity of lactic acid bacteria as probiotic: a systematic review. Gut Microbes. 1: 1801944–1801964.
FAO. 2022. The state of world fisheries and aquaculture 2022. Rome, Italy: FAO Technical paper. 266 p.
Gholami F, Eslami S, Alavi A. 2019. The effect of *Lactobacillus casei* inoculation as a biological preservative on the microbial and chemical quality of Scomberomorus Commerson Fish. Veterinary Researches and Biological Products. 130: 131-139. (In Farsi with English abstract).
Giribaldi M, Gaia F, Peirettia PG, Ortoffia MF, Lavermicoccac P, Lonigroc SL, Valerioc F, Cavallarina L. 2019. Quality of ready-to-eat swordfish fillets inoculated by *Lactobacillus paracasei* IMPC 2.1. Journal Science Food Agriculure. 99: 199-209.
Gómez-Sala B, Herranz C, Díaz-Freitas BE, Hernández P, Sala A, Cintas LM. 2016. Strategies to increase the hygienic and economic value of fresh fish: Biopreservation using lactic acid bacteria of marine origin. International Journal Food Microbiology. 16: 223: 41-9.
Hanol Bektas Z, Ucar FB, Giray B. 2020. Identification and probiotic properties of lactic acid bacterial isolated from freshwater fish. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 19: 1795-1807.
Hendalia E, Manin F, Dianti AEP, Azizah AN. 2019. The use of prebiotics and probiotics in fish meal processing. Earth and Environmental Science. 391: 1–10.
Hu J, Zhang L, Lin W, Tang W, Chan FKL, Siew CNg. 2021. Review article: Probiotics, prebiotics and dietary approaches during COVID-19 pandemic. Trends Food Science Technology. 108:187-196.
Iorizzo M. 2022. Probiotic potentiality from versatile *Lactiplantibacillus plantarum* strains as resource to enhance freshwater fsh health. Microorganisms. 10: 463.
Jo DM, Park SK, Khan F, Kang MG, Lee JH, Kim YM. 2021. An approach to extend the shelf life of ribbonfish fillet using lactic acid bacteria cell-free culture supernatant. Food Control. 123: 107731.
Katikou P, Ambrosiadis I, Georgantelis D, Koidis P, Georgakis SA. 2007. Effect of *Lactobacillus* cultures on microbiological, chemical and odour changes during storage of rainbow trout fillets. Journal Science Food Agriculture. 87: 477-484.
Kerry RG, Patra JK, Gouda S, Park Y, Shin HS, Das G. 2018. Benefaction of probiotics for human health: A review. Journal of Food and Drug Analysis. 26: 927-939
Khalesi S, Bellissimo N, Vandelanotte C, Williams S, Stanley D, Irwin C. 2019. A review of probiotic supplementation in healthy adults: helpful or hype? European Journal of Clinical Nutrition. 73: 24–37.
Kort R, Westerik N, Mariela Serrano L, Douillard FP, Gottstein W, Mukisa IM. 2015. A novel consortium of *Lactobacillus rhamnosus* and *Streptococcus thermophilus* for increased access to functional fermented foods. Microbiology Cell Factor. 14:195
Küçükgöz K, Skowska MT. 2022. Nondairy probiotic products: functional foods that require more attention. Nutrients. 14: 753–763.
Kumari S. 2020. Probiotics: natural preservatives to ensure food safety in processed food industry. food safety. Journal Insights in Nutrition and Metabolism. S2: 1-9.
López de Lacey AM, López-Caballero ME, Montero P. 2014. Agar films containing green tea extract and probiotic bacteria for extending fish shelf-life Lebensmittel-wissenschaft + [i.e. Und] Technologie. Food Science Technology. 55: 559-564.
Lowore T, Manani TN, Kapute F. 2022. Microbial, sensory and biochemical properties of fresh farmed Tilapia fish preserved in Lactic Acid Bacteria culture. Journal Nutrition Food Science. 12: 871.
Mei J, Ma X, Xie J. 2019. Review on natural preservatives for extending fish shelf life. Foods. 8: 2 – 23.
Milner E, Stevens B, An, M, Lam V, Ainsworth M, Dihle P, Stearns J, Dombrowski A, Rego D and Segars K. 2021. Utilizing probiotics for the prevention and treatment of gastrointestinal diseases. Frontires in Microbiology. 6: 1-13.
Nath S, Chowdhury S, Dora KC. 2014. Effect of lactic acid bacteria application on shelf life and safety of fish fillet at 6±1°c. International Journal of Advanced Research. 2: 201-207.
Pavli F, Tassou C, Nychas GJEID, Chorianopoulos N. 2018. Probiotic incorporation in edible films and coatings: Bioactive solution for functional foods. International Journal Molecular Science. 19: 1 – 17.
Pereira WA, Mendonça CMN, Urquiza AV, Marteinsson VÞ, LeBlanc JG, Cotter PD, Villalobos EF, Romero J, Oliveira RPS. 2022. Use of probiotic bacteria and bacteriocins as an alternative to antibiotics in aquaculture. Microorganisms. 10: 1705.
Pereira WM, Piazentin ACM, Oliveira RCD, Mendonça CMN, Tabata YA, Mendes MA, Fock RA, Makiyama EN, Corrêa B, Vallejo M, Villalobos EF and Oliveira RPDS. 2022. Bacteriocinogenic probiotic bacteria isolated from an aquatic environment inhibit the growth of food and fish pathogens. Scientific Reports. 12: 5530–5544.
Poli JP, Guinoiseau E, Luciani A, Yang Y, Battesti MJ. 2018. Key role of hydrogen peroxide in antimicrobial activity of spring, Honeydew maquis and chestnut grove Corsican honeys on *Pseudomonas aeruginosa* DNA. Letter Applied Microbiology. 66: 427-433.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]

Pop OL, Pop CR, Dufrechou M, Vodnar DC, Socaci SA, Dulf FV, Minervini F, Suharoschi R. 2022. Edible films and coatings functionalization by probiotic incorporation: A Review. Polymers. 12: 1–15.
Rathod NB, Phadke GG, Tabanelli G, Mane A, Ranveer RC, Pagarkar A, Ozogul F. 2021. Recent advances in bio-preservatives impacts of lactic acid bacteria and their metabolites on aquatic food products. Food Bioscience. 44: 101440.
Seifzadeh M. 2019. Survey the effects of lactic acid bacteria and date on the microbial factors of cultured *Salmo trutta* fillets. PhD Thesis, Faculty of Biological Science and Technology, University of Isfahan, Iran. 8537. (In Farsi with English abstract).
Seifzadeh M, Rabbani Khorasgani M, Shafiei R. 2019. Study on probiotic potential of *Bacillus* species isolated from the intestine of farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Int. Journal Aquatic Biology. 7: 166-174.
Seifzadeh M, Rabbani M, Shafiei R. 2020. Effects of using probiotic strains of *Lactobacillus reuteri, Lactobacillus brevis* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* on the microbial quality of farmed rainbow trout fillet. Aquatic Physiology and Biotechnology. 7: 137–166. (In Farsi with English abstract).
Seifzadeh M, Rabbani M, Khanipour AA. 2021. Identification of probiotic bacteria in Mazafatit, Piarom and Zahedi aqueous extraction Mazafati and Zahedi. Journal of Molecular Cell Research. 2: 219-231. (In Farsi with English abstract).
Seifzadeh M. 2022. Antioxidant potential of probiotic lactic acid bacteria as a dietary supplement. 7th International Conference on Science and Technology of Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment of Iran. (In Farsi with English abstract).
Singh SS. 2018. Antimicrobial, antioxidant and probiotics characterization of dominant bacterial isolates from traditional fermented fish of Manipur, North-East India. Journal of Food Science and Technology. 55:1870-1879.
Spacova I, Dodiya HB, Happel AU, Strain C, Vandenheuvel D, Wang X, Reid G. 2020. Future of probiotics and prebiotics and the implications for early career researchers. Frontires in Microbiology. 3: 1-10.
Speranza B, Racioppo A, Bevilacqua A, Buzzo V, Marigliano P, Mocerino E, Scognamiglio R, Corbo MR, Scognamiglio G, Sinigaglia M. 2021. Innovative preservation methods improving the quality and safety of fish products: Beneficial effects and limits. Foods. 10: 2854.
Terpou A, Papadaki A, Lappa IK, Kachrimanidou V, Bosnea LA and Kopsahelis N. 2019. Probiotics in food systems: significance and emerging strategies towards improved viability and delivery of enhanced beneficial value. Nutrients. 11: 32. 23.
Wang Y, Wu Y, Xu H, Mei X, Yu D, Li W. 2017. Antioxidant properties of probiotic bacteria. Nutrients. 9: 521–536.

Introducing the Application of Probiotic Bacteria to Maintain the Quality of Aquatic Fillets

Mina Seifzadeh
Assistant Professor National Fisheries Science Research Institute, Inland Aquaculture Research Institute, Anzali, Iran.
m_seifzadeh_ld@yahoo.com

Abstract

Fish is extremely perishable as a result of rapid microbial growth naturally present in fish or from contamination. Synthetic preservatives are widely used in fish storage to extend shelf life and maintain quality and safety. However, consumer preferences for natural preservatives and concerns about the safety of synthetic preservatives have prompted the food industry to search for natural preservatives. Most bacteria in this group are known to be safe and probiotics are consumed by humans as dietary supplements. The antagonistic and inhibitory properties of lactic acid bacteria are due to different factors such as the competition for nutrients and the production of antimicrobial metabolites such as organic acids (prevailingly lactic and acetic acid), hydrogen peroxide, and antimicrobial peptides (bacteriocins). It seems that maintaining the quality of seafood by probiotic bacteria is also related to their antioxidant properties. This review deals with various aspects related to maintaining the quality of seafood by lactic acid bacteria.

Keywords: Aquatic Fillets, Biological Preservative, Natural Preservatives, Probiotic Bacteria.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.3.2.0]