نقش باکتری های اسید لاکتیک در نگهداری فرآورده های شیلاتی

اسماعیل عبداله زاده[1]، امید جعفری

انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

چکیده

استفاده از روشهای جدید نگهداری مواد غذایی نظیر استفاده از باکتریهای اسید لاکتیک و یا متابولیت های میکروبی آنها جایگاه مهمی در صنایع غذایی پیدا کرده اند. باکتری های اسید لاکتیک به عنوان ابزارهای بیولوژیکی با ارزشی جهت ارتقای ایمنی و افزایش عمرماندگاری محصولات شیلاتی مطرح هستند. همچنین این باکتری ها می توانند جهت ایجاد طعم جدید و یا استفاده از خواص پروبیوتیکی آنها بکار گرفته شوند. در این تحقیق که به صورت مروری و ترویجی تنظیم شده است به نقش مفید باکتری های اسید لاکتیک در افزایش ایمنی و ماندگاری محصولات شیلاتی و ماهیان خاویاری پرداخته شده است. نتایج تحقیقات انجام شده بیانگر این موضوع می باشد که متابولیت های باکتری های اسید لاکتیک ترجیحاً به صورت ترکیبی با سایر نگهدارنده ها و تکنولوژی های نگهداری مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرند.

کلمات کلیدی: باکتری های اسید لاکتیک، باکتریوسین، ایمنی، فرآورده های شیلاتی

۱. نویسنده مسئول: abdollahzadeh@rocketmail.com

مقدمه

فساد محصولات شیلاتی در پی عوامل مختلفی اتفاق می افتد که این عوامل ممکن است فیزیکی، شیمیایی، آنزیمی و یا میکروبی باشند. با تکنیک های مختلف نگهداری نظیر انجماد، سرد کردن، خشک کردن، کنسرو سازی، بسته بندی اتمسفر اصلاح شده، اسیدی کردن، تخمیر، حرارت دهی (پاستوریزه و استریلیزه کردن)، اشعه دهی و افزودن نگهدارنده های غذایی می توان از اشکال مختلف فساد و به ویژه فساد میکروبی پیشگیری نمود.

یکی از دلایل فساد محصولات دریایی به واسطه رشد و متابولیسم های میکروبی است، که منجر به شکل گیری آمین ها، سولفیدها، الکل ها، آلدهیدها، کتون ها، و اسید های آلی مولد طعم و مزه نامطلوب در غذا می شود. فساد میکروبی ممکن است از طریق تغییر رنگ یا به طور ساده از طریق پیدایش کلنی ها قابل شناسایی باشد. مطابق آمار سازمان بهداشت جهانی سالانه ۶۰۰ میلیون بیماری ناشی از مواد غذایی آلوده گزارش می شود که از این میان ۴۲۰ هزار نفر جان خود را از دست می دهند. متاسفانه ۳۰ درصد از مرگ و میرهای گزارش شده به دلیل مسمومیت غذایی به کودکان کمتر از ۵ سال تعلق دارد.

با توجه به مطالب ذکر شده نیاز است که به طور جدی فساد در غذا توسط روشهای نوین نگهداری تحت کنترل قرار گیرد. تا در نهایت از اثرات منفی فساد و مسمومیت غذایی پیشگیری بعمل آید. یکی از روش های نوین نگهداری غذا و دوستدار محیط زیست، استفاده از تکنولوژی نگهداری زیستی[2]می باشد. در حال حاضر باکتری های لاکتیک اسید (LAB)[3] باکتریوسین های آنها نقش مهمی در نگهداری بیولوژیکی غذا ایفا می کنند.

در حال حاضر استفاده از باکتری های اسید لاکتیک یا متابولیت های آن در نگهداری زیستی غذا از اهمیت بالایی برخوردار است. اثر نگهدارندگی این باکتری ها در طول فرآیند ذخیره سازی مواد غذایی، به طور اصلی ناشی از ایجاد شرایط اسیدی در نتیجه تبدیل کربوهیدرات ها به اسید های آلی و در نهایت کاهش pH مواد غذایی است که منجر به افزایش زمان نگهداری و ایمنی فرآورده نهایی می گردد.

اگرچه در ایران تحقیقاتی در خصوص جداسازی باکتری های اسید لاکتیک از ماهیان خاویاری انجام شده است اما در خصوص نگهداری زیستی گوشت ماهیان خاویاری و یا خاویار مطالعات اندکی صورت پذیرفته است (Khakbaz Hashmati و همکاران، ۲۰۱۳). در این تحقیق سعی شده است که به تفصیل در مورد نقش باکتری های اسیدلاکتیک و باکتریوسین ها در نگهداری بیولوژیکی محصولات دریایی و ماهیان خاویاری پرداخته شود.

باکتری های اسید لاکتیک

از زمانی که باکتری های اسید لاکتیک در غذاهای تخمیری مورد استفاده قرار گرفت، تحقیقات بر روی بررسی امکان استفاده از فرآورده های این باکتری ها آغاز گردید. از باکتریهای گروه لاکتیک که بطور مستقیم استفاده شده است، می توان به باکتری های *Lactobacillus plantarum*، *Pediococcus acidilactic*، *Enterococcus faecalis* اشاره نمود.

باکتری های اسید لاکتیک گروهی از باکتریهای گرم مثبت بدون قابلیت تولید اسپور، میله ای یا گرد و کاتالاز منفی هستند. همانطور که پیش از این اشاره شد باکتری های LAB در طی تخمیر کربوهیدرات ها، لاکتیک اسید را به عنوان یک متابولیت اصلی تولید می کنند. این باکتری ها در محیط های کمپلکس و مکان هایی که کربوهیدراتهای قابل تخمیر و میزان زیادی الکل وجود دارد، قادر به رشد هستند. در این محیط ها کربوهیدراتها و الکل به عنوان منبع انرژی مصرف می شوند. دو گروه باکتری اسید لاکتیک وجود دارد: گروه اول باکتری های اسید لاکتیک هموفرمنتیو[4]هستند که هگزوزها را به لاکتات و فرآورده های دیگری مثل استات، اتانول، دی اکسید کربن، اسید فرمیک، یا سوکسینات تجزیه می کنند. باکتری های لاکتیک اسید در طبیعت

[2] Biopreservation
[3] Lactic acid bacteria
[4] Hemofermentative

پراکنده هستند و در خاک، آب، گیاهان و حیوانات یافت می شوند. این باکتری ها مسئول فرآیندهای تخمیری در بسیاری از غذاها هستند. همچنین این باکتری ها معمولاً در غذاهای غیر تخمیری مانند فرآورده های لبنی، فرآورده های گوشتی، غذاهای دریایی، میوه ها، سبزیجات، غلات و همچنین در روده حیوانات نیز یافت می شوند. باکتری های اسید لاکتیک بطور گسترده به عنوان کشتهای آغازگر (استارتر) در صنایع غذایی به منظور تولید غذاهای تخمیری مثل لبنیات (دوغ و پنیر)، گوشت (سوسیس ها)، ماهی، غلات (نان) و سبزیجات بکار می رود. اکثر باکتری های اسید لاکتیک توسط سازمان غذا و داروی آمریکا در لیست GRAS[5] قرار داده شده اند (Calo-mata و همکاران، ۲۰۰۸). گروه دوم نیز هتروفرمنتیو[6] هستند که از مسیر پنتوز فسفات (مسیر پنتوز فسفوکتولاز) استفاده می کنند. از این گروه می توان *Leuconostoc*، *Weissella* و *Oenococcus* را نام برد.

طبقه بندی LAB ها بر اساس ویژگی های مورفولوژیکی، متابولیکی و فیزیولوژیکی انجام می شود. ولی در سال های اخیر استفاده از روش های متکی بر DNA طبقه بندی LAB ها را تغییر داده است. LAB ها شامل جنس های *Lactobacillus*، *Leuconstoc*، *Pediococcus*، *Lactococcus*، *Streptococcus* و همچنین *Aerococcus*، *Carnobacterium*، *Enterococcus*، *Oenococcus*، *Teragenococcus*، *agococcus* و *Weisella* هستند.

همانطور که گفته شد LAB ها برای اطمینان از حفظ کیفیت، ایجاد طعم جدید و افزایش ارزش غذایی بکار می روند. LAB ها در برابر بسیاری از میکروارگانیسم های مشابه یا غیر مشابه مانند ارگانیسم های عامل فساد غذا، باکتری های بیماری زا مثل *Listeria*، *Clostridium*، *Staphylococcus* و *Bacillus* spp. دارای فعالیت آنتاگونیستی قوی هستند. فعالیت آنتاگونیستی LAB ها عمدتاً به دلیل کاهش pH غذا، رقابت برای مواد مغذی و تولید فرآورده های متابولیتی دارای خاصیت مهار کنندگی، می باشد. LAB ها قادر به رشد در دمای یخچال هستند. این باکتری ها pH پایین، غلظت های بالای نمک و حضور افزودنی هایی نظیر اسید لاکتیک، اتانول یا اسید استیک را تحمل می کنند(Calo-mata و همکاران، ۲۰۰۸).

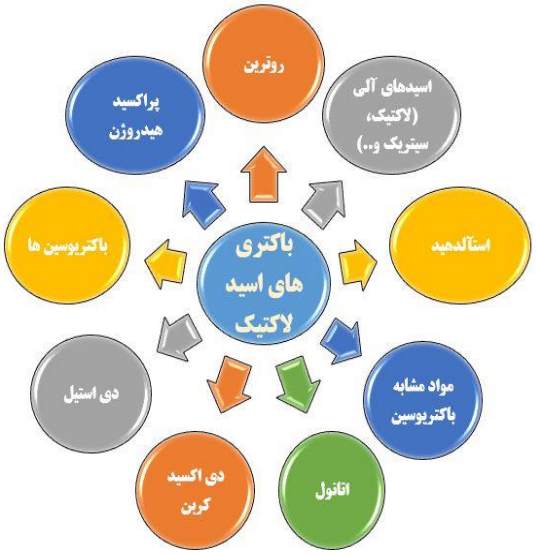
در دسامبر ۲۰۰۵ سازمان FDA یک مخلوط LAB شامل *Lactobacillus acidophilus*، *Lactococcus lactis* NP7 و *Pediococcus acidilactici* NP3 برای کنترل باکتری های بیماری زا در گوشت، در لیست GRAS قرار داد.

تخمیر باکتریایی و افزودن باکتری به غذا

از زمان های دور، فرآیند تخمیر باکتریایی به منظور افزایش دوره ماندگاری و حفظ ارزش غذایی فرآورده ها استفاده می شود. در این فرآیند قندها توسط باکتری های اسید لاکتیک به اسید لاکتیک تبدیل می شود. لاکتیک اسید و دیگر فرآورده های پایانی متابولیکی این باکتری ها مثل پراکسید هیدروژن، دی استیل و دیگر اسید های آلی می توانند به عنوان نگهدارنده های زیستی در غذا عمل نمایند (شکل ۱). این ترکیبات خصوصیات طبیعی غذا را به حدی تغییر می دهند که میکروارگانیسم های عامل فساد مهار می شوند. امروزه توانایی گسترده باکتری های اسید لاکتیک در تولید باکتریوسین و اهمیت بیولوژیکی آنها مورد توجه زیادی قرار گرفته است (Abdollahzadeh و همکاران، ۲۰۱۴). تولید باکتریوسین برای باکتری تولید کننده یک مزیت به شمار می رود؛ این ترکیبات پپتیدی می تواند رشد سایر باکتری های رقابت کننده را مهار کند (شکل ۱).

[5] Generally recognized as safe

[6] Heterofermentative



شکل۱- متابولیت های ضد میکروبی تولید شده توسط باکتری های اسید لاکتیک

بسیاری از باکتریوسین ها دامنه مهاری محدودی دارند و احتمالاً روی باکتری های نزدیک که به طور مشابه برای منابع غذایی کمیاب در رقابت اند، تاثیر بیشتری دارند. اگرچه باکتریوسین ها توسط بسیاری از باکتری های گرم مثبت و گرم منفی تولید می شوند اما آن دسته که توسط LAB ها تولید می شوند (نظیر نیسین) مورد توجه صنایع غذایی هستند. این باکتری ها عمدتاً برای انسان مشکلی بوجود نمی آورند. این باکتریوسین ها توسط صنایع غذایی استخراج و به عنوان ابزاری طبیعی جهت کنترل باکتری های غیر مطلوب در غذا بکار گرفته می شوند.

اهداف افزودن باکتری های اسید لاکتیک به فرآورده های دریایی

افزودن میکروارگانیسم های مفید نظیر LAB ها به فرآورده های دریایی ممکن است با اهداف مختلفی انجام گیرد؛ از جمله: ۱- بهبود ایمنی (از طریق غیر فعال سازی باکتری های بیماری زا) ۲- افزایش ماندگاری (افزایش دوره ماندگاری با مهار کردن تغییرات غیر مطلوب که توسط میکروارگانیسم های عامل فساد یا فعل و انفعالات غیر زیستی بوجود می آیند) ۳- ایجاد تنوع (تغییر مواد خام جهت ایجاد خصوصیات حسی جدید) و ۴- مزایای سلامتی بخشی باکتری ها (ایجاد اثر مثبت بر روی فلور میکروبی روده) (Lucke ، ۲۰۰۰).

در تخمیر فرآورده ها، باکتری های اسید لاکتیک اهداف۱-۳را تأمین می کنند. میکروارگانیسم های دیگر مثل کوکسی های کاتالاز مثبت (*Staphylococcus* و *Kocuria*)، مخمرها (*Debaryomyces*) و کپک ها (*Penicillum*) خصوصیات حسی مطلوب را تولید و تثبیت می کنند (هدف سوم) (Lucke ، ۲۰۰۰). به عنوان مثال در تحقیق Flores و همکاران (۲۰۰۴) اثر مخمر *Debaryomyces* بر ویژگی های حسی سوسیس تخمیری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد مخمر *Debaryomyces* اثر مهمی بر تولید ترکیبات فرار در خلال رسیدگی سوسیس تخمیری دارد؛ بطوریکه این مخمر قادر است تولید فرآورده های حاصل از اکسیداسیون چربی را مهار نموده و از طرف دیگر تولید اتیل استرهای که به عطر مناسب سوسیس کمک می کنند را افزایش دهد.

میزان میکروارگانیسمی که برای اهداف ذکر شده به فرآورده اضافه می شود، بستگی به پتانسیل رشد میکروارگانیسم ها در محصول دارد: برای مثال در تخمیر سوسیس به سبک اروپایی اغلب در حد 10^6 سلول از باکتری های اسید لاکتیک به ازای هر گرم اضافه می شود این درحالی است که میزان خیلی بیشتری (در حدود ۸ لوگ) از *Lactococcus lactis* برای ایجاد اثرات مطلوب اضافه می شود. صرف نظر از میزان میکروارگانیسم اضافه شده به محصول، نحوه توزیع و هموژنی توزیع میکروارگانیسم اضافه شده نیز دارای اهمیت است (Lucke ، ۲۰۰۰).

کشت های آنتاگونیستی جهت مهار پاتوژن ها و یا افزایش دوره ماندگاری (اهداف ۱ و ۲) بکار می روند و در این مورد سعی می شود تا حدی که ممکن است خصوصیات حسی خیلی کم تغییر کند. به این کشت ها، کشت های محافظ[8] اطلاق می شود. استفاده از این کشت ها (یا استفاده از محصولات متابولیکی آنها

[۷] نام جنس باکتری گرم مثبتی است که عمدتاً در شیر یافت می شود.

[8] Protective culture

مثل باکتریوسین ها یا آنزیم ها) اغلب به عنوان نگهداری بیولوژیکی می شناسند. کشت های پروبیوتیک شامل کشتهایی هستند که پس از مصرف به میزان کافی، مزایای سلامت بخش و ارزش تغذیه مفیدی را برای مصرف کننده به ارمغان می آورند (Lucke ، ۲۰۰۰).

پراکنش LAB ها در محصولات شیلاتی و ماهیان خاویاری

باکتری های اسید لاکتیک را نبایستی محدود به محیط آبی کرد اما جنس های خاصی مثل *Carnobacterium*، *Lactobacillus*، *Vagococcus*، *Enterococcus* و *Lactococcus* در ماهیان و محیط اطرافشان یافت شده اند. کارنوباکتریوم ها و به طور عمده *C. maltaromaticum* و *C. divergens* به طور طبیعی در فلور میکروبی روده بسیاری از گونه های ماهی مثل آتلانتیک سالمون (*Salmo salar*)، Wild pike (*Esoxlucius*) و قزل آلای قهوه ای وحشی *Salmo trutta* وجود دارند.

همچنین LAB ها از محصولات دریایی فرآوری شده جداسازی شده اند. سویه های با قابلیت تولید باکتریوسین نظیر *C. maltaromaticum* و *Lactobacillus spp.* از ماهی دودی جداسازی شده اند. تاکنون بیش از از صد نوع باکتری لاکتیک اسید از سالمون دودی شده به روش سرد و بسته بندی شده به روش تحت خلاء، جدا سازی شده است (Duffes و همکاران، ۱۹۹۹).

استفاده از باکتری های اسید لاکتیک و باکتریوسین ها در نگهداری زیستی محصولات شیلاتی

باکتری های اسید لاکتیک در دمای یخچال به آهستگی رشد می کنند. LAB های سرمادوست قادر هستند در دمای کمتر از ۵ درجه سلسیوس رشد نمایند. LAB های سرمادوست شامل *Carnobacterium*، *Leuconostoc* و *Weissella ssp.* و نیز برخی *Lactobacilli* مانند *L. sakei* و *L. curvatus* می شوند. در دمای زیر ۲۰ درجه سلسیوس تحت شرایط بی هوازی، LABهای سرمادوست با دیگر میکروارگانیسم های عامل فساد مثل *L. monocytogenes* رقابت می کنند. انتخاب LAB عمدتاً به دلیل قابلیت افزایش دوره نگهداری ماهی، مفید است. زیرا رشد این باکتری ها و در پی آن تولید ترکیباتی نظیر اسیدهای آلی، دی استیل، پراکسید هیدروژن، دی اکسید کربن و باکتریوسین ها می تواند باکتری های ایجاد کننده فساد را کنترل نماید. برای این منظور چندین مطالعه روی فعالیت ضد لیستریایی بسیاری از سویه های LAB تولید کننده باکتریوسین (جداسازی شده از غذاهای دریایی) انجام پذیرفته است.

در مطالعه Duffes و همکاران (۱۹۹۹) سویه های مختلف *Carnobacterium* spp. جهت مهار *Listeria monocytogenes*در ماهی دودی شده به روش سرد بکار گرفته شد. نتایج نشان داد*Carnobacterium divergens* V41 و *C. piscicola* V1 فعالیت مهار کنندگی خوبی در مقابل لیستریا داشته اند.

عبداله زاده و همکاران (۱۳۹۵) تاثیر نیسین و اسانس آویشن شیرازی بر جمعیت لیستریا مونوسیتوژنز تلقیح شده به گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق نشان داد نیسین در غلظت های ۵۰۰ و IU/g ۱۰۰۰ به تنهایی قادر نبود تعداد باکتری های لیستریا مونوسیتوژنز را به کمتر از حد log CFU/g ۲ برساند. استفاده همزمان از نیسین و اسانس آویشن در دو غلظت ۰/۸ درصد و ۱/۲ درصد موجب کاهش تعداد این باکتری به زیر حد مجاز در طول ۱۲ روز دوره آزمایش شد. در مطالعه Aymerich و همکاران (۲۰۱۹) اثرات ضد میکروبی باکتری های اسید لاکتیک *Carnobacterium maltaromaticum*، *Lactobacillus curvatus* و *L. sakei* در ماهی دودی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد باکتری های اسید لاکتیک قادراند رشد باکتری لیستریا مونوسیتوژنز تلقیح شده را پس از ۲۱ روز نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی گراد کنترل کنند.

در مطالعه Khakbaz Hashmati و همکاران (۲۰۱۳) اثرات اسانس آویشن شیرازی، باکتریوسین نیسین، پتاسیم سوربات و بسته بندی حاوی نانوذرات اکسید روی بر دوره ماندگاری

خاویار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد اسانس آویشن بیشترین اثرات ضد میکروبی در نمونه های خاویار دارد. همچنین در مطالعه Al-holy و همکاران (۲۰۰۴) اثر باکتریوسین نیسین و حرارت حاصله از امواج رادیویی (۶۵-۶۰ درجه سلسیوس) بر خاویار تاس ماهیان و تخم ماهی قزل آلا مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه ابتدا خاویار با تعداد ۷ log CFU/g باکتری *Listeria innocua* آلوده گردید. سپس محصولات در محلول حاوی ۵۰۰ IU/ml نیسین غوطه ور شدند. نتایج این تحقیق نشان داد استفاده توأم از حرارت و نیسین موجب تخریب تمامی باکتری های تلقیح شده به خاویار می گردد. ارزیابی حسی خاویار تحت تیمار حرارتی همراه با نیسین در مقایسه با تیمار شاهد، مطلوب و قابل مقایسه بود. در مطالعه ای دیگر توسط Al-holy و همکاران (۲۰۰۵) اثرات ضد باکتریایی نیسین و حرارت به همراه ترکیبات شیمیایی (نظیر اسید لاکتیک و سدیم هیپوکلریت) در خاویار مورد بررسی قرار گرفت. استفاده از حرارت ملایم (۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳ دقیقه) همراه با نیسین موجب شد تعداد باکتری های مزوفیل و لیستریا مونوسیتوژنز تلقیح شده به نحو مطلوبی کاهش یابد؛ به طوریکه باکتری لیستریا مونوسیتوژنز پس از ۲۸ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی گراد جداسازی نگردید. در تحقیق Wang و همکاران (۲۰۱۴) اثرات باکتری های پروبیوتیک بر افزایش ایمنی و خصوصیات سلامتی بخش سوسیس ماهی خاویاری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد میزان رشد باکتری های انتروباکتریاسه ها و تجمع بازهای ازته فرار در سوسیس ماهی خاویاری تیمار شده با باکتری های اسید لاکتیک تولید کننده باکتریوسین کاهش می یابد. علاوه براین نتایج نشان داد خصوصیات حسی محصول تخمیری (رنگ و بافت) به نحو مطلوبی افزایش می یابد.

در تحقیقی که اخیراً توسط Gui و همکاران (۲۰۲۱) انجام پذیرفت، اثر باکتریوسین نیسین بر ویژگی های شیمیایی، میکروبیولوژیکی و ارزیابی حسی گوشت ماهی خاویاری بسته بندی شده به روش تحت خلاء ارزیابی شد. نتایج این تحقیق نشان داد استفاده همزمان از باکتریوسین نیسین و AHL-lactonase می تواند با اثرات ضد میکروبی خود، دوره ماندگاری گوشت ماهی خاویاری را تا ۵ روز افزایش دهد.

در مجموع باکتری های اسید لاکتیک به دلیل خصوصیات ضد میکروبی خود برای افزایش کیفیت و ایمنی مواد غذایی در صنایع غذایی موثر هستند. همچنین این باکتری ها در تولید سیلاژ تخمیری ماهی نیز بکار گرفته شده اند.

جمع بندی و پیشنهادهای های ترویجی

استفاده از باکتری های اسید لاکتیک در صنعت گوشت دارای پیشینه بسیار قدیمی است. تاکنون گزارشات متعددی از اثر بخشی باکتری های اسید لاکتیک و باکتریوسین ها جهت نگهداری زیستی سوسیس ماهی خاویاری، خاویار و گوشت تاس ماهیان منتشر شده است. لذا استفاده از این باکتری ها جهت افزایش ایمنی و عمرماندگاری محصولات شیلاتی بسیار مفید است. همچنین استفاده از باکتری های اسید لاکتیک به منظور تولید محصولات جدید با ویژگی های حسی متنوع حائز اهمیت است. این باکتری ها از طریق مکانیسم های متعددی می توانند با پاتوژن های غذایی رقابت نموده و منجر به افزایش ایمنی محصولات غذایی گردند. در زمانی که از متابولیت های این باکتری ها (نظیر باکتریوسین ها) به صورت مستقیم جهت نگهداری زیستی استفاده می گردد، پیشنهاد می شود از سایر روش های نگهداری و همچنین نگهدارنده های مجاز طبیعی در کنار آنها استفاده گردد. در صورتی که از سایر نگهدارنده های مجاز در کنار باکتریوسین ها استفاده گردد می توان انتظار داشت که اثرات مفید آنها افزایش و در طول زمان دوام بیشتری داشته باشد. با توجه به تفاوت های ذائقه مردم در نقاط مختلف، پیشنهاد می گردد قبل از تولید تجاری محصولات تخمیری، ارزیابی حسی محصولات در استان های مختلف انجام شود.

منابع

عبداله زاده، اسماعیل؛ رضائی مسعود؛ حسینی، هدایت؛ صفری رضا. ۱۳۹۰. تاثیر نایسین و اسانس آویشن شیرازی به تنهایی و توأم با یکدیگر بر جمعیت لیستریا مونوسیتوژن تلقیح شده در گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۴، ۱۳-۲۰.

Abdollahzadeh, E., Rezaei, M., & Hosseini, H. (2014). Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: The role of thyme essential oil, nisin, and their combination to control Listeria monocytogenes inoculated in minced fish meat. Food Control, 35(1), 177-183.

Al-Holy, M., Lin, M., & Rasco, B. (2005). Destruction of Listeria monocytogenes in sturgeon (*Acipenser transmontanus*) caviar by a combination of nisin with chemical antimicrobials or moderate heat. Journal of food protection, 68(3), 512-520.

Al-Holy, M., Ruiter, J., Lin, M., Kang, D. H., & Rasco, B. (2004). Inactivation of Listeria innocua in nisin-treated salmon (Oncorhynchus keta) and sturgeon (*Acipenser transmontanus*) caviar heated by radio frequency. Journal of food protection, 67(9), 1848-1854.

Aymerich, T., Rodríguez, M., Garriga, M., & Bover-Cid, S. (2019). Assessment of the bioprotective potential of lactic acid bacteria against Listeria monocytogenes on vacuum-packed cold-smoked salmon stored at 8° C. Food microbiology, 83, 64-70.

Calo-Mata, P., Arlindo, S., Boehme, K., de Miguel, T., Pascoal, A., & Barros-Velazquez, J. (2008). Current applications and future trends of lactic acid bacteria and their bacteriocins for the biopreservation of aquatic food products. Food and Bioprocess Technology, 1(1), 43-63.

Duffess, F., Leroi, F., Boyaval, P. and Dousset Xavier., 1999. Inhibition of Listeria monocytogenes by Carnobacterium spp. Strains in a simulated cold smoked fish system stored at 40C. International Journal of Food Microbiology 47:33-42.

Gui, M., Zhang, Y., Gao, L., & Li, P. (2021). Effect of AHL-lactonase and nisin on microbiological, chemical and sensory quality of vacuum packaged sturgeon storage at 4ºC: AHL-lactonase and nisin inhibit sturgeon spoilage. International Journal of Food Properties, 24(1), 222-232.

Flores, M., Durá, M. A., Marco, A., & Toldrá, F. (2004). Effect of Debaryomyces spp. on aroma formation and sensory quality of dry-fermented sausages. Meat science, 68(3), 439-446.

Heshmati, M. K., Hamdami, N., Shahedi, M., Hejazi, M. A., Motalebi, A. A., & Nasirpour, A. (2013). Impact of Zataria multiflora essential oil, nisin, potassium sorbate and LDPE packaging containing nano-ZnO on shelf life of caviar. Food Science and Technology Research, 19(5), 749-758.

Lucke, F. K. (2000). Utilization of microbes to process and preserve meat. Meat science, 56(2), 105-115.

Wang, Y., Sun, Y., Zhang, X., Zhang, Z., Song, J., Gui, M., & Li, P. (2015). Bacteriocin-producing probiotics enhance the safety and functionality of sturgeon sausage. Food Control, 50, 729-735.

Role of lactic acid bacteria in the shelf-life of seafood products

Esmail Abdollahzadeh, Omid Jafari*

International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran

Corresponding Author: abdollahzadeh@rocketmail.com

Abstract:

The application of novel food preservation technologies such as the use of lactic acid bacteria or their metabolites have gained an important role in the food industry. Lactic acid bacteria are considered as valuable biological tools to promote safety and increase seafood shelf-life. Moreover, these bacteria can be used to create new sensory properties can be used as probiotic agents in the seafood products. This paper presents a literature review regarding the role of lactic acid bacteria in increasing the seafood and sturgeon safety. According to the research results, when metabolites of lactic acid bacteria are applied to promote the safety, it is recommended to use other food technologies and preservatives simultaneously.

Keywords: lactic acid bacteria, bacteriocin, safety, seafood products