انتروکوکسی های جداسازی شده از فرآورده های شیری: مروری بر خطرات و استفاده تکنولوژیکی آن

محمد جواد شکوری[۱]، **علیرضا شهاب لواسانی***[۲]، عطیه حبیبی[۲]

[۱] گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم زیستی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین -پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۵

چکیده

انتروکوکسی‌ها به‌عنوان پرتکرارترین سویه باکتریایی در فرآورده‌های لبنی و سایر محصولات غذایی موجود می‌باشد. اگرچه آن‌ها تعدادی از ویژگی‌های تکنولوژیکی مانند تولید باکتریوسین، ویژگی‌های پروبیوتیکی و سودمندی در تکنولوژی لبنیات را دارا می‌باشند اما هیچ موافقت عمومی در ارتباط با خطرات بیماری‌زایی و تهدید سلامت به‌عنوان پاتوژن های غذایی توسط آن‌ها وجود ندارد. پتانسیل پاتوژنیک باکتری‌های اسید لاکتیک شامل انتروکوکسی‌ها در عفونت‌های کلینیکی انسانی و ارتباط آن‌ها با اندوکاردیت اخیراً تبدیل به یک موضوع چالش برانگیز شده است. این مطالعه اطلاعات موجود در ارتباط با اکولوژی میکروبی، ویژگی‌های بیوشیمیایی، تولید باکتریوسین‌های ضد لیستریا مونوسیتوژنز و پتانسیل پاتوژنیک انتروکوکسی‌های جداسازی شده از فراورده‌های مختلف شیری را بیان می کند.

واژه‌های کلیدی : فراورده‌های لبنی، تکنولوژی لبنیات، انتروکوکسی، پتانسیل پاتوژنیک ، پروبیوتیک، استارتر کالچر

* shahabam20@yahoo.com

[Downloaded from amfi.ir on 2026-05-20]

طبقه بندی ویژگی‌های عمومی و شناخته میکروبی انتروکوکسی‌ها

جنس انتروکوکوس تحت بررسی اصلاحی طبقه بندی قرار گرفته است که به گروه‌بندی دقیق‌تر منجر شده است و تعداد گونه‌های مشخص مختص این جنس را افزایش داده است(۱،۲).از آن‌جایی که معرفی جنس‌های انتروکوکوس بر اساس دنباله s rRNA ۱۶می‌باشد، حداقل ۱۸ گونه به زیر گروه تقسیم بندی شده است(۴،۳) . برای مثال گونه *انتروکوکوس فاسیوم*[1] شامل گونه‌های *انتروکوکوس دورانس*[2] و *انتروکوکوس هیرائه*[3] بوده و پتانسیل بیماری‌زایی دارند و سایر *انتروکوکوس فاسیوم* معمولا به‌عنوان فلور رایج انسان و حیوانات درنظر گرفته می‌شود(۴). به‌عبارت دیگر دوارسیئه[4] و همکاران به این نکته اشاره کردند که بهره‌گیری از تست‌های معمولی به‌منظور تعیین انتروکوک ها مشکل بوده به‌ویژه آن‌هایی که با بیماری‌زایی انسان با توجه به شناخت اخیر گونه‌های جدید در ارتباط می‌باشند و اعتقاد بر این است که جنس انتروکوکوس به صورت فیلوژنتیکی یکپارچه و یکنواخت نبوده و سویه های انتروکوک می‌تواند به‌راحتی جدا سازی شده اما طبقه بندی آن‌ها دشوار می‌باشد(۳).*انتروکوکوس فاسیوم* و *انتروکوکوس دورانس* به طور گسترده در گیاهان ، حشرات و حیوانات وحشی یافت می‌شود و ساکن دستگاه گوارش انسان و حیوانات می‌باشد. بسیاری از سویه ها در دمای ۱۰ درجه سانتیگراد و ۵۰-۴۵ درجه سانتیگراد رشد کرده و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳۰ دقیقه زنده‌مانی دارد. در ۶/۵٪ نمک و ۹/۶=pHرشد می‌کند. علاوه بر این بسیاری از قندها توسط *انتروکوکوس فاسیوم* و *انتروکوکوس فکالیس*[5] تخمیر می شوند(۳).

ویژگی‌های بیوشیمیایی انتروکوکسی‌ها

تولید اسید و آنزیم از سویه های انتروکوکوس گزارش شده است و پیشنهاد شده است که وجود انتروکوکسی‌ها در استارتر لاکتیکی پنیر چدار باعث بهبود عطر و طعم می‌شود(۶،۵). همچنین باور بر این است که فعالیت متابولیکی حاصل از *انتروکوکوس فاسیوم* و *انتروکوکوس فکالیس* باعث بهبود عطر و طعم در پنیر ایتالیایی نیمه‌سخت(۱۳،۷) ، پنیر یونانی(۱۴) و اسپانیایی(۱۵) می‌شود. و همچنین نشان داده شده است که انتروکوکوس‌ها باعث رسیدن پنیر روکیوفورت[6] و پنیر پرووولون[7] می‌شود پیشنهاد می‌شود که تلقیح انتروکوکوس به‌عنوان قسمتی از استارتر کالچر لاکتیکی برای پنیر موزارلا[8]، پنیر فونتیا[9] و سایر پنیرها استفاده شود(۲۱،۲۰،۱۹،۱۸،۱۷،۱۶،۱۵).

۳۴ سویه از انتروکوکوس در پنیر ایتالیایی جداسازی و از لحاظ ویژگی های بیوشیمیایی طبقه‌بندی شده است(۲۲). پرتکرارترین سویه *انتروکوکوس فاسیوم* و *انتروکوکوس فکالیس* بوده اما تعدادی از سویه‌ها ویژگی‌های بیوشیمیایی غیر معمول نشان دادند. فعالیت پروتئولیتیکی تولید اسید و زمان افزایش تعداد آن‌ها در حین رشد در شیر گاهی اوقات با *استرپتوکوکوس ترموفیلوس*[10] قابل مقایسه بوده بنابراین مقاومت بالای انتروکوکوس خیلی هم تعجب آور نیست(۲۲). سویه *انتروکوکوس فاسیوم* به‌عنوان استارتر کالچر کمکی در تولید پنیر تالگو[11] تاثیری بر روی پارامترهای تکنولوژیکی مثل سرعت اسیدیفیکاسیون و مقدار آب پنیر ندارد همچنین ویژگی‌های ارگانولپتیک و میکروبیولوژی پنیر تولیدی با *انتروکوکوس فاسیوم* با پنیر شاهد تفاوت چندانی ندارد(۲۴،۲۳) برای جداسازی باکتری های انتروکوکوس از محیط کشت اختصاصی کاناماسین

[1] *Enterococcus faecium*
[2] *Enterococcus durans*
[3] *Enterococcus hirae*
[4] Devriese
[5] *Enterococcus faecalis*
[6] Roquefort cheese
[7] Provolone cheese
[8] Mozzarella cheese
[9] Fontina cheese
[10] *Streptococcus thermophilus*
[11] Taleggio cheese

[Downloaded from amfi.ir on 2026-05-20]

اسکولین آزید آگار[1] به عنوان مناسب ترین محیط کشت برای شناسایی استفاده می شود(۲۵).

حضور در فرآورده‌های لبنی

حضور انتروکوکسی‌ها در صنایع شیری مدت زمان زیادی است که به عنوان شاخص ناکارامد بودن شرایط سالم سازی در حین تولید و فرآیند شیر به‌کار می‌رود. بسیاری از محققان پیشنهاد می‌کنند انتروکوکسی ها پتانسیل ایجاد نقش مطلوب در پنیر را به‌علت تعدد آن‌ها(بالای 10^7 cfu/g تا 10^8) به‌عنوان میکروفلور طبیعی در بسیاری از پنیرها دارند(۲۱،۲۶،۲۷) .در اثر پاستوریزاسیون شیر انتروکوک‌های موجود در شیر خام پنیرسازی بعید است زنده بماند با این حال رشد این باکتری ها در محیط پنیر بسیار مطلوب است در نتیجه اگر آلودگی ثانویه پس از پاستوریزاسیون رخ دهد در پایان دوره رسیدن احتمالا شاهد میزان قابل توجهی از انتروکوک‌ها خواهیم بود به‌ویژه اگر دوره رسیدن طولانی باشد. بنابراین اگر از حضور انتروکوک‌های آلوده کننده اجتناب شود و در صورتی که انتروکوک‌ها در کاچر پنیر نیز اضافه نشده باشد در طول فرآیند تولید پنیر حفظ بهداشت و سلامت آن بایستی رعایت شود(۲۶،۲۷).

پنیرهای تهیه شده از شیر خام: استفاده یا عدم استفاده از استارتر کالچر پنیری

این پنیرها معمولا جزو پنیرهای سنتی نرم یا نیمه سخت هستند و اگر انتروکوکسی‌ها در شیر خام یا استارتر کالچر لاکتیکی طبیعی وجود داشته باشد باعث ارتقاء تولید و تکنولوژی و همچنین دوره رسیدن شده و نشان‌دهنده حضور میکروفلور غالب در پنیر است(۷،۱۰). جداسازی انتروکوکسی‌ها از استارتر کالچر طبیعی شیر می‌تواند توصیف کننده مقاومت دمایی باشد در حقیقت کالچر طبیعی شیر از طریق پاستوریزاسیون شیر خام با کیفیت خوب و انکوباسیون در ۴۲ تا ۴۴ درجه سانتی‌گراد برای ۱۲ الی ۱۵ ساعت به دست می‌آید . بنابراین بهبود انتخاب باکتری‌های لاکتیک اسید مقاوم به‌حرارت و ترموفیلیک معمولاً به *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و زیر گونه‌های انتروکوکوس تعلق دارد(۱۸،۱۰،۲۸).

پنیرهای تهیه شده از شیر پاستوریزه با استفاده از استارتر کالچر لاکتیکی انتخابی

در این محصولات که معمولاً پنیرهای تازه و نرم هستند حضور انتروکوکسی‌های نامطلوب باعث فساد به‌علت شرایط بهداشتی نامناسب در حین تولید می‌شود(۲۷). در دهه اخیر تغییر در سیستم تغذیه دام ها جمع آوری شیر و فرآیند کردن باعث بهبود کیفیت میکروبیولوژی صنایع لبنی شده است. *انتروکوکوس فاسیوم* و *انتروکوکوس فکالیس* در پنیرهای ایتالیایی و اروپایی یافت می‌شود(۳۱،۳۰،۲۹،۱۵،۱۲،۱۰،۷).در تحقیقی صورت گرفته از ۴۸ نمونه پنیر که شامل انواع مختلفی از پنیر تازه ایتالیایی نرم و پنیر نیمه سخت رسیده بوده انتروکوکسی‌ها در بیش از ۹۶ درصد پنیرها یافت می‌شوند(۲۷).این تعداد بستگی به شرایط تولید و دوره رسیدن از 10^5 cfu/g تا 10^6 متفاوت است. در پنیرهای سخت و نیمه سخت تعداد سویه‌های انتروکوکوس بیشتر بوده و این ارگانیسم‌ها زنده‌مانی بیشتری نسبت‌به سایر میکروفلورها دارد(۲۷).

عملکرد انتروکوکسی ها در فرآورده های لبنی

انتروکوکسی‌ها با سایر باکتری‌های اسید لاکتیک ترموفیل موجود در شیر خام به‌عنوان استارتر کالچر طبیعی عمل کرده و با سوبسترا های مختلف سازگار بوده و قادر به زنده‌مانی در دمای شیر یخچالی و همچنین دمای کم حرارت دهی پاستوریزاسیون می‌باشد(۳۲).عموماً کالچر طبیعی انتروکوک می‌تواند به‌وسیله پاستوریزاسیون شیر خام و انکوباسیون در دمای ۴۲ الی ۴۴ درجه سانتیگراد برای ۱۲ الی ۱۵ ساعت نگه داشته شود. بنابراین باعث ارتقای باکتری‌های اسید لاکتیک مقاوم به حرارت و ترموفیل می‌شود (مانند *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و زیرگونه های انتروکوکوس) باکتری‌های انتروکوکوس اغلب به‌عنوان میکروفلور ضروری از آب پنیر جداسازی شده که نتیجه حضور آن‌ها در شیر خام می‌باشد. انتروکوکسی‌ها به‌عنوان استارتر کالچر آب‌پنیر و طبیعی شیر

[1] Kanamycin aesculin azide agar (Merck)

[Downloaded from amfi.ir on 2026-05-20]

در شمال‌شرقی و جنوب شرقی کشورهای اروپایی از شیر خام و پاستوریزه تولید می‌شود. چندین گونه متفاوت از انتروکوکسی ها در شیر خام و در نتیجه در شیر و فرآورده‌های لبنی موجود بوده که *انتروکوکوس فاسیوم* و *انتروکوکوس فکالیس* رایج‌ترین و مهم‌ترین سویه در صنایع لبنی هستند. *انتروکوکوس فاسیوم* فراوانترین سویه در صنایع لبنی بوده و *انتروکوکوس دورانس* و *انتروکوکوس کاسلیفلاووس*[1] مهم‌ترین آن‌ها می‌باشد. کاربردهای مختلف انتروکوک‌ها در صنایع شیری مانند استارتر افزودنی پروبیوتیک ها کالچر حفاظتی می‌باشد(۳۲).

مقاومت نسبت به حرارت

انتروکوکسی‌ها می‌تواند در محدوده وسیعی از دما رشد نماید. گزارش شده است که انتروکوکسی‌ها می‌تواند در دمای بین ۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد رشد نمایند. با این حال بهترین رشد در دمای بین ۱۰ تا ۴۵ درجه سانتیگراد اتفاق می‌افتد(۳۲،۳۳،۳۴).این میکروارگانیسم‌ها به‌عنوان باکتری‌های بدون اسپور مقاوم به حرارت شناخته می‌شوند(۳۴) در محیط‌های طبیعی می‌تواند در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه زنده بماند(۳۵). با این حال بسیاری از عوامل مانند ترکیب زمان – دما، تعداد انتروکوکسی‌ها ، سن سویه و pH ، ترکیب موادغذایی و اثر محافظتی محیط‌های پیرامون آن بر روی مقاومت حرارتی تاثیر گذار است(۳۵).در حقیقت اغلب انتروکوکسی‌ها در دمای ۱۰ درجه سانتیگراد رشد پیدا می‌کنند(۳۶). بیشینه مقاومت حرارتی آنها بالای ۴۵ درجه سانتی‌گراد است (۳۲)و محدوده pH بین ۶- ۸ (۳۷) در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۱۵ دقیقه باعث افزایش حساسیت انتروکوکسی‌ها به نمک ، نشت اجزای سلولی و افزایش فاز تاخیری رشد می‌شود(۳۵). حرارت دهی در ۵۵ درجه سانتی‌گراد باعث آسیب به اجزای سلولی و از بین رفتن ترکیبات غشایی انتروکوکسی‌ها می‌شود(۳۵). در ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ دقیقه فاز تاخیری رشد نیز افزایش می‌یابد و به پتاسیم حساس می‌شود (پتاسیم کلرید، منیزیم کلرید، تلوریت). اگر این دما برای ۱۵ الی ۳۰ دقیقه ادامه داشته باشد حساسیت به نمک‌ها و همچنین pHافزایش یافته و در دما ۷۶ درجه سانتی‌گراد انتروکوکوس‌ها به سدیم‌آزید حساس می‌شوند(۳۵). در سال ۱۹۸۲ پرز[2] و همکاران مشاهده کردند که در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد ۹۰٪ *انتروکوکوس دورانس*، *انتروکوکوس فاسیوم* و *انتروکوکوس فکالیس* در مدت ۱۳/۴، ۶/۳ و ۴/۵ دقیقه به ترتیب غیر فعال می‌شود در شیر کامل و در pH = ۶/۶ اگر دما به ۷۲ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد ۹۰٪ سویه ها در ۹/۷، ۲/۴و ۰/۸۸ ثانیه غیر فعال می‌شوند(۳۴).

مقاومت به pH

انتروکوکوس ها به طور معمول در محدوده pH بین ۹/۶-۴ می تواند بسته به نوع گونه فعالیت کند(۳۵). در سال ۱۹۹۶ فرانز[3] و همکاران بر روی رشد و فعالیت باکتریوسین‌های فاسیوم در محیط کشت MRS[4] مطالعه کرده و بیان کردند بیشینه رشد(cfu/g ۸/۲۶-۸/۹) و فعالیت تولید باکتریوسین در محدوده قلیایی ملایم یا طبیعی باpH ۶ الی ۹ می‌باشد(۳۳). در pH = ۱۰ سویه هنوز قادر به‌رشد در بالاترین سطح(cfu/g ۹/۲۸)بوده اما تولید باکتریوسین به ٪۵۰ کاهش می‌یابد در pH ۴ و ۵ کاهش رشد سویه اتفاق می‌افتد(cfu/g ۱۴/-۸ ۶/۹۱) اما ٪۹۰ باکتریوسین های تولیدی فعال هستند در pH = ۳ سویه قادر به رشد نبوده و باکتریوسین‌های تولیدی فعال نخواهد بود(۳۳). پرز و همکاران بیان کردند *انتروکوکوس دورانس* و *انتروکوکوس فاسیوم* بیشینه مقاومت را در pH = ۶ داشته در حالی که *انتروکوکوس فکالیس* پیشینه زنده‌مانی را در pH = ۶/۶ در دماهای مختلف اعمالی دارد(۳۴).

فعالیت پروتئولیتیکی و پپتیدولیتیک

تجزیه کازئین در ارتباط با فعالیت پروتئولیتیک و پپتیدولیتیک میکروارگانیسم ها بوده در فرایند رسیدگی پنیر و بافت آن بسیار حائز اهمیت است(۳۲). تعدادی از پپتیدها باعث ایجاد عطر و بو و گاهاً پپتیدهای ایجاد کننده طعم تلخ باعث ایجاد بد طعمی می‌شوند(۳۸).

[1] *Enterococcus casseliflavus*
[2] Pérez
[3] Franz
[4] De Man–Rogosa–Sharpe agar

[Downloaded from amfi.ir on 2026-05-20]

فعالیت های پروتئولیتیک اغلب مربوط به سویه‌های *انتروکوکوس فاسیوم* و *انتروکوکوس فکالیس* و *انتروکوکوس دورانس* بوده که از انواع مختلفی از پنیر جدا سازی شده اند(۳۹-۴۱). درجه پایین‌تر فعالیت در سویه *انتروکوکوس دورانس* مشاهده می‌شود و کمترین فعالیت مربوط به *انتروکوکوس فاسیوم* می باشد. طبق مشاهدات دورلو[1] و همکاران یک همبستگی بین فعالیت پروتئولیتیکی و اسیدیفیکاسیون انتروکوکسی‌ها وجود دارد. هرچه درجه اسیدیفیکاسیون بیشتر باشد فعالیت پروتئولیتیکی هم بیشتر است(۳۸).

فعالیت لیپولیتیکی و استرازها

طبق مشاهدات گیرفا[2] استرازها جزء آنزیم های هیدرولیز کننده سوبسترا در محلول های حاوی لیپاز می‌باشد(۳۲). استرازها در ایجاد طعم و بافت در حین لیپولیز چربی شیر و تبدیل اسیدهای چرب آزاد به متیل‌کتون‌ها و تیواستر نقش دارند(۳۲). حتی اگر لیپولیز مستقیماً در رئولوژی پنیر نقش نداشته باشند اجزای گلیسیریدها جزء ترکیباتی هستند که با تاثیر بر روی مولکول‌های ارگانیسم ها باعث ایجاد تاثیرات غیرمستقیم در بافت پنیر می شوند(۳۲).ویلانی[3] در سال ۱۹۹۴ مشاهده کردند که فعالیت لیپولیتیکی انتروکوکسی‌ها در شیر کامل بسیار پایین است وفعالیت استرولیتیک انتروکوکسی‌ها بسیار پیچیده بوده اما نسبت به فعالیت لیپولیتیکی کارامدتر است(۴۲).فعالیت استرولیتیکی انتروکوکسی ها بیشتر از باکتری های اسید لاکتیک است(۳۲). طبق مشاهدات سارانتینپلوس[4] فعالیت استرولیتیکی *انتروکوکوس فاسیوم* بیشتر از *انتروکوکوس دورانس* و *انتروکوکوس فکالیس* می باشد(۳۸).

تولید ترکیبات فرار

در اثر شکستن لاکتوز و سیترات در حین رسیدن پنیر ترکیبات فرار مانند استالدهید ، اتانول ، دی استیل، استون و استوئین که مسئول عطر و طعم فرآورده های شیری تخمیری هستند ایجاد می‌شود(۴۳،۳۸).بسیاری از سویه‌های *انتروکوکوس فاسیوم* و *انتروکوکوس فکالیس* جداسازی شده از فرآورده های شیری تولید کننده عمده استالدهید، اتانول و استوئین هستند.به‌طور کلی در بین سه سویه *انتروکوکوس فکالیس*، *انتروکوکوس فاسیوم* و *انتروکوکوس دورانس*، *انتروکوکوس فکالیس* و بعد ازآن *انتروکوکوس فاسیوم* تولید کننده غلظت بالای ترکیبات فرار هستند(۳۸).

تولید باکتریوسین

باکتریوسین‌های انتروکوکی که انتروسین نامیده می‌شوند آنزیم های تولیدی توسط تعدادی از سویه‌های انتروکوکی هستند که اغلب توسط گونه‌های *انتروکوکوس فاسیوم* و *انتروکوکوس فکالیس* که در مواد غذایی مانند فرآورده‌های لبنی، سوسیس ها، ماهی و سبزیجات حضور دارند، تولید می شود.به ویژه باکتریوسین‌های تولیدی توسط *انتروکوکوس فاسیوم* بسیار حائز اهمیت بوده و حدود ۱۵ سال پس از شناسایی اولین انتروسین یافت شدند(۴۴،۴۵،۴۶،۴۷).انتروسین‌ها، کوچک، سنتز شده از ریبوزوم و رها شده از مواد برون سلولی، پپتیدهای آنتی باکتریال یا پروتئین هایی هستند که طیف ممانعت کنندگی محدود در برابر باکتری های گرم مثبت، پاتوژن‌های عامل مسمومیت و باکتری‌های عامل فساد دارد(۴۸). انتروسین‌ها معمولاً به باکتریوسین‌های طبقه ۲ متعلق است آن‌ها کوچک، غیرآنتی بیوتیکی و مقاوم به حرارت بوده که در شیر حضور داشته و قادر به تولید در گستره دمایی ۳۰ الی ۳۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. غیرحساس به رنت و پایدار در محدوده وسیعی از pH و سازگار با سایر استارترهای سویه باکتری‌های اسید لاکتیک هستند(۳۲). به طور معمول ممانعت کنندگی قوی انتروکوک در برابر پاتوژن های عامل مسمومیت به ویژه *لیستریا مونوسیتوژنز*[5] به باکتریوسین‌های طبقه دوم باکتری‌های اسید لاکتیک تعلق دارند(۴۹).آن‌ها نقش نگهدارنده های طبیعی ایفا کرده و به‌عنوان کمک کالچر که در غذاهای تخمیری در رقابت بین سویه‌های تولیدی و

[1] Durlu
[2] Giraffa
[3] Villani
[4] Sarantinopoulos
[5] *Listeria monocytogenes*

[Downloaded from amfi.ir on 2026-05-20]

نگهدارنده فساد غذایی و آلودگی مشارکت می کنند (نقش محافظتی)(۴۸).باکتریوسین‌های تولیدی توسط انتروکوکسی‌ها با فراهم آوردن پتانسیل تکنولوژیکی نقش محافظتی در برابر عوامل فساد مواد غذایی و پاتوژن‌های عامل مسمومیت مانند *لیستریا مونوسیتوژنز*، زیرگونه‌های کلستریدیوم مانند *کلستریدیوم بوتولینوم*[1]، *کلستریدیوم پرفرانژنز*[2] ، *استافیلوکوکوس اورئوس*[3]، زیرگونه های باسیلوس[4]، زیرگونه‌های *برکوتریکس*[2]، *ویبریو کلرائه*[3] و باکتری های اسید لاکتیک عامل فساد دارند(۴۹،۵۰). با این حال انتروسین ها معمولاً در برابر لیستریا و کلستریدیوم فعال هستند. *انتروکوکوس فاسیوم* CCM 4231 و *انتروکوکوس فاسیوم* RZS C13به‌عنوان استارتر کالچر مورد استفاده قرار گرفته و با تولید باکتریوسین در برابر زیرگونه‌های لیستریا به شدت فعال هستند و در برابر باکتری های اسید لاکتیک غیر فعال میباشد(۵۲) سویه *انتروکوکوس فاسیوم* RZSC5 از پنیر طبیعی جداسازی شده و در برابر *لیستریا مونوسیتوژنز* فعالیت قوی دارد(۴۸). جدول ۱ خلاصه ای از باکتریوسین‌های شناخته شده توسط *انتروکوکوس فاسیوم* و *انتروکوکوس فکالیس* را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ویژگی‌های باکتریوسین‌های تولیدی *انتروکوکوس فاسیوم* و *انتروکوکوس فکالیس*(۴۸)

ارگانیسم تولیدی	باکتریوسین
انتروکوکوس فاسیوم	انتروسین A
انتروکوکوس فاسیوم	انتروسین B
انتروکوکوس فاسیوم	انتروسین P
انتروکوکوس فاسیوم	انتروسینL50A
انتروکوکوس فاسیوم	انتروسین L50B
انتروکوکوس فکالیس	باکتریوسین31
انتروکوکوس فکالیس	AS-48

استانداردهای بین المللی غذا با تمرکز بر انتروکوکوسی ها

به‌طور معمول منبع انتروکوکسی‌ها در غذا آلودگی مدفوعی می‌باشد با این حال توانایی انتروکوکسی‌ها در مسیر فرایند مواد غذایی و سایر محیط ها و همچنین مشاهده انتروکوکسی‌ها می‌تواند رابطه‌ای بین آن‌ها با روده را بیان کند(۵۳).این مسئله شمارش انتروکوک‌ها را به‌عنوان آلودگی مدفوعی بیان می کند و تاکید می کند که یافته‌های انتروکوکال در غذا دقیقا معادل با حضور مدفوع در غذا نیست. به‌عبارت دیگر بسیاری از غذاها طبیعتاً شامل مقدار کم یا زیاد انتروکوکسی‌ها به ویژه گونه‌های *انتروکوکوس فکالیس* و *انتروکوکوس فاسیوم* هستند (۱۰۳ cfu/g تا ۱۰۱) در طیف گسترده‌ای از غذا رایج بوده و انواع مختلف پنیر و سوسیس های تخمیری ممکن است بیشتر از (۱۰۶ cfu/g) انتروکوکوس داشته باشند بنابراین حتی اگر شاخص های بهداشتی و شرایط تولید مناسب باشد هیچ سطح قابل قبولی از انتروکوکسی‌ها نمی‌تواند برای مواد غذایی در نظر گرفته شود چرا که تعداد آنها به نوع محصول، حمل و نقل، مدت زمان انبارش و سایر عوامل وابسته است(۵۳).

پتانسیل پاتوژنیک انتروکوکسی ها

اگرچه زیرگونه‌های انتروکوکوس و سایر گونه های باکتری‌های اسید لاکتیک عموما بیماری‌زا هستند تحقیقات اخیر نشان داده است که *انتروکوکوس فکالیس* و سایر گونه های باکتری های اسید لاکتیک عفونت‌های کلینیکی به‌ویژه اندوکاردیت ایجاد می‌نمایند(۵۴). بر اساس نتایج این تحقیقات پتانسیل بیماری‌زایی انتروکوکسی‌ها موضوع بحث چالش برانگیزی بوده زیرا مانند باکتری های اسید لاکتیک

[1] clostridium botulinum
[2] clostridium perfringens
[3] *Bacillus spp*

[4] *Bacillus*
[2] *Brochothrix subspecies*
[3] *Vibrio cholerae*

[Downloaded from amfi.ir on 2026-05-20]

انتروکوکسی‌ها فلور طبیعی انسان بوده و می‌تواند به سهولت از مواد غذایی جداسازی شود. با این حال دسترسی سیستماتیک به انتروکوکسی‌های جداسازی شده از مواد غذایی(صنایع لبنی) هنوز کاملاً به‌دست نیامده است(۵۵).

سمیت

به‌طور کلی محققان صنعت غذا تمایلی به پذیرش حضور انتروکوکسی‌ها در پنیر عمدتاً به دلیل نگرانی از وقوع برخی واکنش‌های بیوشیمیایی مربوط به پاتوژن های احتمالی ندارند(۵۶).و این موضوع اثبات رسیده است که در صورت ویروسی شدن انتروکوکسی فعالیت همولیتیک رخ می‌دهد. در میان انتروکوکسی‌ها سویه *انتروکوکوس فکالیس* زیرگونه زیموژنز و *انتروکوکوس دورانس* تنها گونه انتروکوک هستند که قادر به نمایش بتا همولیز می‌باشند(۵۷). بتیش[1] و همکاران نشان دادند ۲۹ گونه از ۱۶۶ انتروکوکسی در صنایع لبنی تولید کننده ترمونوکلئاز هستند که اساساً مربوط به سویه انتروکوکوس فکالیس می باشد در مطالعه دیگری ۱۳ سویه از ۳۲ سویه ترمونوکلئاز مثبت بودند که زمانی که در مدل‌های حیوانی به کار گرفته شدند ، توکسیژنیک بودند. بنابراین به‌نظر می‌رسد که توکسیژنیک بودن انتروکوکسی‌ها نسبت نادر بوده و نیاز به مطالعه جزئیات بیشتر در مدل‌های حیوانی می باشد(۵۶).

نتیجه گیری

انتروکوکسی‌ها گسترده ترین باکتری‌های موجود در فراورده‌های محصولات غذایی هستند.طبقه بندی آرایه‌شناسی[2] بیان کننده وجود ۱۸ گونه جنس انتروکوکوس می‌باشد. به‌علت صورت گرفتن تجدید نظرهایی در ارتباط با آرایه شناسی ، فقدان اطلاعات در ارتباط با گونه های مختلف انتروکوکسی‌های موجود در دستگاه گوارش با محیط کشت های رایج در پایش های عادی به چشم می‌خورد. همچنین توصیفات فنوتیپی بیان شده در گذشته همیشه با داده های آرایه شناسی متناسب نیستند. لذا برخی از اظهارات اساسی در مورد انتروکوکسی‌ها به چشم می‌خورد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

۱. انتروکوکسی‌ها ارگانیسم های هتروژن هستند که دارای تعدادی از ویژگی‌های مفید بوده همچنین پتانسیل پاتوژنیک نیز دارند.
۲. در تعدادی از فراورده های لبنی مانند پنیرهای نیمه سخت احتمال منشاء مدفوعی انتروکوک‌ها زیاد است در حالی که در استارتر کالچر شیر خام این ارگانیسم ها نقش مثبتی مانند تولید باکتریوسین دارند.
۳. مطالعات بیشتر در مورد مدل‌های حیوانی مورد نیاز است تا پتانسیل پاتوژنیک انتروکوکسی‌های جداسازی شده از مواد غذایی تخمیری را نشان دهد.
۴. در نظر گرفتن این موضوع که انتروکوکسی‌ها به عنوان میکرو ارگانیسم های grass[3] نیاز به مطالعه بیشتر در مورد آنها احساس می‌شود اگر چه مواد غذایی شامل انتروکوکسی‌ها تاریخچه طولانی مصرف بدون ایجاد خطر بیماری هایی دارند.
۵. به‌نظر می‌رسد شواهد مثبتی در مورد انتروکوک‌ها وجود دارد که می‌تواند کاربرد آنها را در فرآورده‌های تخمیری لبنی را بیان کند.ویژگی‌هایی مثل کاربرد آنها در تکنولوژی لبنیات، پتانسیل پاتوژن یا مقاومت آنتی بیوتیکی که به نظر می رسد این موضوع خاص منبع اصلی جداسازی آنها می‌باشد. همچنین برخی از این باکتری ها ممکن است به عنوان میکرو ارگانیسم های ایمن و مفید شناخته شوند.

[1] Batish
[2] Taxonomy
[3] Generally recognized as safe

[Downloaded from amfi.ir on 2026-05-20]

منابع

1- Schleifer KH, Killper-Balz, R. Transfer of *Streptococcus faecalis* and *Streptococcus faecium* to the genus *Enterococcus* nom. rev. as *Enterococcus faecalis* comb. nov. and *Enterococcus faecium* comb. nov International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 1984; 34:31-34.

2- Schleifer KH, Kilpper-Bälz. R. Molecular and chemotaxonomic approaches to the classification of streptococci, enterococci and lactococci: a review. Systematic and Applied Microbiology. 1987; 10: 1-9.

3- Devriese LA, Pot B, Collins MD. Phenotypic identification of the genus *Enterococcus* and differentiation of phylogenetically distinct enterococcal species and species groups. *Journal* of Applied Bacteriology. 1993; 75:399-408.

4- Siragusa GR. Production of bacteriocin inhibitory to *Listeria* species by *Enterococcus hirae*. *Applied and Environmental Microbiology* Journal. 1992; 58:3508- 3513.

5- Carminati D, Giraffa G, Neviani E, Mucchetti G. Contributo allo studio della microflora di formaggi di valle Camonica:proposta per l'utilizzo di uno starter. En: L' industria del Latte. 1985; 21:3-13.

6- Dahlberg AC, Kosikowski, FV. The development of flavor in American Cheddar cheese made from pasteurized milk with *Streptococcusfaecalis* starter. Journal of Dairy Science. 1948; 31:275-284.

7- Carini SI, I batteri lattici nella maturazione dei formaggi italiani. Microbiologie Aliments Nutrition. 1983; 1:35-47.

8- Mucchetti G, Neviani E, Todesco R, Lodi, R. Ruolo degli enterococchi nei formaggi italiani. II. Attivita caseinolitica e] ipolitica. Latte. 1982; 7:821-831.

9- Neviani E, Mucchetti G. Ruolo degli enterococchi nei formaggi italiani. III. Loro sviluppo ed attivita in formaggi a media maturazione. Latte. 1982; 7:902-907.

10- Neviani E, Mucchetti G, Contarini G, Carini, S. Ruolo degli enterococchi nei formaggi italiani. I. Loro presenza in formaggi di monte e impiego in un innesto selezionato. Latte. 1982; 7:722-728.

11- Soncini G, Piantoni L. Isolation and identification of enterococci strains in ripened Cottage cheese of the Alps. Latte. 1992; 60(6): 139-1141.

12- Garcia de Fernando GD, Hernandez PE, Burgos J, Sanz, B, Ordonez, J. Extracellular proteinase from *Enterococcus faecalis* subsp. *liquefaciens*. I. Growth and extracellular proteinase production under different culture conditions. *Folia Microbiologica*. 1991; 36:423-428.

13- Carrasco de Mendoza M, Scarinci HE, Garat M, Simonetta AC. Technological properties of enterococci in lactic starters: acidifying and lipolytic activities. Microbiologie Aliments Nutrition. 1992; 10:289-293.

14- Carini S. 1983; I batteri lattici nella maturazione dei formaggi italiani. Microbiologie Aliments Nutrition. 1983; 1:35-47.

15- Tsakalidou E, Manolopoulou E, Tsilibari V, Georgalaki M, Kalantzopoulos G, Esterolytic activities of *Enterococcus durans* and *Enterococcus faecium* strains isolated from Greek cheese. Netherland Milk Dairy Journal. 1993; 47:145-150.

16- Battistotti B, Bottazzi V, Vola G. Impiego di S. *faecium*,S. *thermophilus* e bacilli lattici nella caseificazione del formaggio Fontina. Science Technology Latt Cas. 1977; 28:331-341.

17- Carminati D, Giraffa G, Neviani E, Mucchetti G. Contributo allo studio della microflora di formaggi di valle Camonica:proposta per l'utilizzo di uno starter. Ind. Latte 1985; 21:3-13.

18- Manzano M, Citterio B, Rondinini G, de Bertoldi M. Aspetti microbiologici dellattoinnesto naturale per la caseificazione de] formaggio Montasio. Annales Microbiologia Enzimologia. 1992; 42: 163-170.

19- Parente E, Villani F, Coppola R, Coppola, S. A multiple strain starter for water-buffalo Mozzarella cheese manufacture. Lait. 1989; 69:271-279.

20- Scarinci H E, Carrasco MS, Bainotti AE, Favale MS, Simonetta, AC. Growth yield of *Enterococcus faecalis* for lactic starter cultures. Microbiologie Aliments Nutrition. 1994; 12:43-48.

21- Villani E, Coppola, S. Selection of enterococcal strains for water-buffalo Mozzarella cheese manufacture. Annales Microbiologia Enzimologia. 1994; 44:97-105.

22- Gatti M, Fornasari E, Carminati D, Giraffa G, Neviani E. Gli enterococchi nei formaggi italiani:

[Downloaded from amfi.ir on 2026-05-20]

attivita biochimiche esignificato tecnologico. Ind. Latte 1994; 30: 11-27.

23- Giraffa G, Carminati D, Neviani E. Antilisterial enterococcal bacteriocins: application in Italian soft cheese techno]- *ogy.In* Proceedings of the Second Workshop on Bacteriocins of LAB: Applications and Fundamentals. Banff (Canada), 17-22 April. 1995a.

24- Giraffa G, Picchioni N, Neviani E, Carminati D. 1995b. Production and stability of an *Enterococcus faecium* bacteriocinduring Taleggio cheesemaking and ripening. Food Microbiology.12: 301-307.

25- Rasouli Pirouzian H, Hesari J, Farajnia S, Moghaddam M, Ghiassifar Sh. 2009. Isolation and Identification of Dominant Strains of Enterococci in Traditional Lighvan Cheese. Food Research Journal.19 (1): 13-24.

26- Batish V K, Ranganathan B. Occurrence of enterococci in milk and milk products. I. Enumeration, isolation and presumptive identification of true enterococci. N.Z. Journal of Dairy Science and Technology. 1984a; 19:133-140.

27- Batish K, Ranganathan, B. Occurrence of enterococci in milk and milk products. II. Identification and characterization of prevalent types. N.Z. Journal of Dairy Science Technology. 1984b; 19: 189-196.

28-McKay AM. Antimicrobial activity of Enterococcusfaecium against Listeria spp. Lett. Applied Microbiology. 1990; 11(1): 15-17.

29-Arizcun C, Barcina Y, Torre P. Identification of lactic acid bacteria isolated from Roncal and Idiazabal cheeses. Lait, 1997; 77(6): 729-736.

30- Ashenafi M. Microbiological quality of ayib, a traditional Ethiopian cottage cheese. International Journal of Food Microbiology, 1990; 10(3-4): 263-268.

31- Aymerich T, Holo H, Havarstein LS, Hugas M, Garriga M, Nes IF. Biochemical and genetic characterization of enterocin A from Enterococcus faecium, a new antilisterial bacteriocin in the pediocin family of bacteriocins. Applied and Environmental Microbiology. 1996; 62(5): 1676-1682.

32- Giraffa G. Functionality of enterococci in dairy products. International Journal of Food Microbiology. 2003; 88(2-3): 215-222.

33- Franz C, Stiles ME, Schleifer KH, Holzapfel WH. *Enterococci in foods*-a conundrum for food safety. International Journal of Food Microbiology. 2003; 88(2-3): 105-122.

34- Perez BS, Lorenzo PL, Garcia ML, Hernandez PE, Ordonez, JA. Heat-Resistance of *Enterococci.* Milchwissenschaft-Milk Science International. 1982; 37(12): 724-726.

35- Garg SK, Mital BK. *Enterococci* in Milk and Milk-Products. Critical Reviews in Microbiology. 1991; 18(1): 15-45.

36- Hartman PA, Deibel RH, Sieverding LM. *Enterococci*, in Compendium of methods for the microbiological examination of foods, Downes FP, Ito K. Editors. American Public Health Association: Washington, D.C. 2001; 83-87.

37- Sorqvist S. Heat resistance in liquids of *Enterococcus spp., Listeria spp., Escherichia coli, Yersinia enterocolitica, Salmonella spp. and Campylobacter spp.* Acta Veterinaria Scandinavica. 2003; 44(1-2): 1-19.

38- Sarantinopoulos P, Andrighetto C, Georgalaki MD, Rea MC, Lombardi A, Cogan TM, Kalantzopoulos G, Tsakalidou E. Biochemical properties of *enterococci* relevant to their technological performance. International Dairy Journal. 2001; 11(8): 621-647.

39- Centeno JA, Menendez S, Hermida M, Rodriguez-Otero JL. Effects of the addition of *Enterococcus faecalis* in Cebreiro cheese manufacture. International Journal of Food Microbiology. 1999; 48(2): 97-111.

40- Suzzi G, Caruso M, Gardini F, Lombardi A, Vannini L, Guerzoni ME, Andrighetto C, Lanorte MT. A survey of the *enterococci* isolated from an artisanal Italian goat's cheese (semicotto caprino). Journal of Applied Microbiology. 2000; 89(2): 267-274.

41- Wessels D, Jooste PJ, Mostert JF. Technologically important characteristics of *Enterococcus* isolates from milk and dairy products. International Journal of Food Microbiology. 1990; 10(3-4): 349-352.

42- Villani F, Coppola S. Selection of *enterococcal* strains for water-buffalo Mozzarella cheese manufacture. Annales Microbiologia Enzimologia. 1994; 44: 97-105.

43- Andrighetto C, Knijff E, Lombardi A, Torriani S, Vancanneyt M, Kersters K, Swings J, Dellaglio F. Phenotypic and genetic diversity of *enterococci* isolated from Italian cheeses. Journal of Dairy Research. 2001; 68(2): 303-316.

[Downloaded from amfi.ir on 2026-05-20]

44- Aymerich T, Holo H, Havarstein LS, Hugas M, Garriga M, Nes, IF. Biochemical and genetic characterization of enterocin A from *Enterococcus faecium*, a new antilisterial bacteriocin in the pediocin family of bacteriocins. Applied and Environmental Microbiology. 1996; 62(5): 1676-1682.

45- Casaus P, Nilsen T, Cintas LM, Nes, IF, Hernandez PE, Holo H. Enterocin B, a new bacteriocin from *Enterococcus faecium T136* which can act synergistically with enterocin A. Microbiology-Uk, 1997; 143: 2287-2294.

46- Cintas LM, Casaus P, Havarstein L, Hernandez PE, Nes IF. Biochemical and genetic characterization of enterocin P, a novel sec-dependent bacteriocin from *Enterococcus faecium P13* with a broad antimicrobial spectrum. Applied and Environmental Microbiology. 1997; 63(11): 4321-4330.

47- Cintas LM, Casaus P, Holo H, Hernandez PE, Nes IF, Havarstein LS. Enterocins L50A and L50B, two novel bacteriocins from *Enterococcus faecium L50*, are related to staphylococcal hemolysins. Journal of Bacteriology. 1998; 180(8): 1988-1994.

48- Leroy F, Foulquie Moreno MR, De Vuyst L. *Enterococcus faecium RZS C5*, an interesting bacteriocin producer to be used as a co-culture in food fermentation. International Journal of Food Microbiology. 2003; 88(2-3): 235-240.

49- Ennahar S, Asou Y, Zendo T, Sonomoto K, Ishizaki A. Biochemical and genetic evidence for production of enterocins A and B by *Enterococcus faecium WHE 81*. International Journal of Food Microbiology. 2001; 70(3): 291-301.

50- Sabia C, Manicardi G, Messi P, de Niederhausern S, Bondi M. Enterocin 416K1, an antilisterial bacteriocin produced by *Enterococcus casseliflavus IM 416K1* isolated from Italian sausages. International Journal of Food Microbiology. 2002; 75(1-2): 163-170.

51- Sabia C, Messi P, de Niederhausern S, Manicardi G, Bondi M. Study of two bacteriocins produced by *Enterococcus casseliflavus and Ent. faecalis.* Letters in Applied Microbiology. 2004; 38(2): 99-105.

52- Callewaert R, Hugas M. De Vuyst L. Competitiveness and bacteriocin production of *Enterococci* in the production of Spanish-style dry fermented sausages. International Journal of Food Microbiology. 2000; 57(1-2): 33-42.

53- Hartman PA, Deibel RH, Sieverding LM. *Enterococci*, in Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Downes FP, Ito, K, Editors. 2001; American Public Health Association: Washington, D.C. 83-87.

54- Maki DG, Agger WA. *Enterococcal Bacteremia* - Clinical-Features, the Risk of Endocarditis, and Management. Medicine, 1988; 67(4): 248-269.

55- Coque TM, Patterson JE, Steckelberg JM, Murray BE. Incidence of Hemolysin, Gelatinase, and Aggregation Substance among *Enterococci* Isolated from Patients with Endocarditis and Other Infections and from Feces of Hospitalized and Community-Based Persons. Journal of Infectious Diseases. 1995; 171(5): 1223-1229.

56- Batish VK, Chander H, Ranganathan B. Heat-Resistance of Some Selected Toxigenic Enterococci in Milk and Other Suspending Media. Journal of Food Science. 1988; 53(2): 665-666.

57- Brown LH, Peterson EM, Delamaza LM. Rapid Identification of *Enterococci.* Journal of Clinical Microbiology. 1983; 17(2): 369-370.

[Downloaded from amfi.ir on 2026-05-20]

Enterococci isolated from dairy products: a review of its risks and technological use

Mohammad Javad Shakouri[1], **Alireza Shahab Lavasani[2*]**, Atiyeh Habibi[2]

[1] Department of Food Science and Technology, Faculty of Biological Sciences, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2] Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Varamin –Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

Abstract

Enterococci are the most frequent bacterial strains in dairy products and other food products. Although they have a number of technological features such as bacteriocin production, probiotic properties and usefulness in dairy technology, there is no general agreement regarding the pathogenic risks and health threats posed by them as food pathogens. The pathogenic potential of lactic acid bacteria including enterococci in human clinical infections and their association with endocarditis has recently become a challenging issue. This study describes the available information related to microbial ecology, biochemical characteristics, production of bacteriocins against *Listeria monocytogenes* and pathogenic potential of enterococci isolated from different dairy products.

Keywords: Dairy products, Dairy technology, Enterococci, Pathogenic potential, Probiotics, Starter culture

* shahabam20@yahoo.com

[Downloaded from amfi.ir on 2026-05-20]