مجله دانشکده علوم پزشکی نیشابور

www.journalnums.ac.ir

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

دگردیسی آغازگرهای سنتی و مدرن در صنایع لبنی

علی باباپور اسطلخی[۱]، امیر سالاری[۱،*]، زینب رضایی[۲]

۱- گروه بهداشت مواد غذایی و آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

مقاله مروری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۱۴

***نویسنده مسئول:** امیر سالاری، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده دامپزشکی، گروه بهداشت مواد غذایی و آبزیان

تلفن:

پست الکترونیک:

a-salari@um.ac.ir

چکیده

مقدمه

استارترهای محصولات لبنی نقش بسیار مهمی بر روی بافت محصولات و کیفیت مطلوب آن‌ها دارند. این باکتری‌ها از منابع مختلف بومی و سنتی قابل استحصال بوده و با پیشرفت علم و تکنولوژی به‌صورت تجاری و صنعتی قابل حصول می‌باشند. سالیانه حجم زیادی از گردش مالی در دنیا صرف تجارت سویه‌های استارتری و پروبیوتیکی تجاری می‌شود؛ بنابراین شناخت منابع قوی بومی برای استحصال استارترها می‌تواند کمک شایانی در کاهش هزینه‌های واردات سویه‌های تجاری خارجی کند. از طرفی چون سویه‌های تجاری دست‌کاری ژنتیکی می‌شوند ممکن است نتوانند کیفیت مطلوب و مدنظر مصرف‌کننده را تأمین کنند و به‌مرور زمان در اثر کشت‌های پی‌درپی ضعیف شده یا درنهایت غیرفعال شوند. همچنین در دهه‌های اخیر محققین و صنایع، به سمت تولید و توسعه غذاهای پروبیوتیک حرکت کرده‌اند که این موضوع الگوواره‌ای نوین در صنایع استارتری است؛ ازاین رو در این مطالعه مروری به بررسی اهمیت و جایگاه استارترهای بومی در صنعت لبنیات و دگردیسی آن‌ها در طول زمان پرداخته‌شده است.

کلیدواژه‌ها

استارترهای سنتی، دگردیسی، میکس استارتر، لبنیات، صنعت

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

مقدمه

بررسی منابع نشان می‌دهد به‌احتمال زیاد خواستگاه اولیه فرآورده‌های لبنی باستان، خاورمیانه و بالکان بوده و تا دهه ۵۰ میلادی تولید و مصرف ماست و سایر فرآورده‌های تخمیری لبنی به شکل سنتی محدود به همین مناطق بوده است که در طول قرن‌های متمادی به‌وسیله مهارت ساکنین این مناطق بهبود و توسعه‌یافته است. کورمان[1] در دهه ۸۰ میلادی تا حدی تلاش کرد که این محصولات تخمیری لبنی را در یک شجره‌نامه[2] مشخص طبقه‌بندی کند (۱). سه رویداد مهم در طول سالیان بعد، سبب فراگیری این فرآورده‌ها در سراسر جهان شد. ابتدا توسعه سردخانه‌ها و زنجیره توزیع سرد، دسترسی آسان و ایمن را ایجاد کرد سپس ورود نسل جدید این فرآورده‌ها به بازار که با افزودن میوه و شکر به آن‌ها تولید می‌شد، ذائقه عمومی بیشتری را در برگرفت که این مسئله به توسعه جهانی آن کمک شایانی نمود، همچنین در سال‌های اخیر ورود دانش و مفهوم پروبیوتیک‌ها و افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به این موضوع سبب شد تا محصولات لبنی به‌عنوان بهترین حامل پروبیوتیک‌ها در جهان معرفی‌شده و رشد بی‌سابقه‌ای را تجربه کنند (۲). باکتری‌های اسیدلاکتیک اولین بار در سال ۱۷۸۰ میلادی توسط کارل ویل هلم[3] موردمطالعه قرار گرفتند و سپس لویی پاستور در سال ۱۸۷۵ تولید اسیدلاکتیک توسط این گروه از باکتری‌ها را نشان داد. از طرفی برخی فیزیولوژیست‌ها و پاتولوژیست‌های آن زمان معتقد بودند که تخمیر لزوماً توسط باکتری‌ها ایجاد نمی‌شود و اوج مباحث علمی آن روز روی همین موضوع بود. لیستر در سال ۱۸۷۳ توانست یک باکتری تخمیرکننده را ایزوله کند و آن را *لاکتیس* نامید که بعدها به *استرپتوکوکوس لاکتیس* تغییر نام داد. امروزه این باکتری *لاکتوکوکوس لاکتیس* نامیده می‌شود و قادر است لاکتوز را به اسیدلاکتیک تبدیل کند. در طی سال‌های بعد و با پیشرفت روش‌های شناسایی، باکتری‌های بسیاری از گونه‌های دیگر شناسایی شدند که قادر به تخمیر لاکتوز بوده و توجه محققان را در سراسر جهان به جداسازی و شناسایی آن باکتری‌ها معطوف کردند (۳). اوج توجه به باکتری‌های طبیعی ماست را می‌توان در مقالات منتشرشده در سال‌های اخیر یافت که در این مقالات با استفاده از تکنیک‌های مدرن جداسازی و شناسایی، همبستگی مستقیم و تاحدود زیادی میان باکتری‌های فرآورده‌های لبنی تخمیری و جامعه میکروبی[4] روده کشف‌شده است. اولین بار کندال در سال ۱۹۱۰ با استفاده از این روش‌های جدید به مطالعه باکتری‌های مدفوعی پرداخت (۴، ۵) از طرفی تأثیر باکتری‌های فرآورده‌های لبنی در اصلاح و مدیریت جامعه میکروبی سیستم گوارش انسان و ایجاد بسیاری از ترکیبات ضروری و مورد نیاز بدن، افق بسیار شگفت‌انگیزیست که به‌تازگی با استفاده از روش‌های مولکولی نوین ایجادشده است (۶، ۷). این مهم آنجا به مَنَصه ظهور می‌رسد که پژوهشگران در بسیاری از مطالعات به دنبال جداسازی سویه‌های پروبیوتیکی بوده‌اند که توانایی صنعتی‌سازی داشته باشند و بتوان از ویژگی‌های سلامتی‌زایی آن‌ها در ابعاد صنعتی برای عموم جامعه بهره‌برداری کرد (۸-۱۳). همچنین در دهه حاضر تنوع محصولات لبنی حامل سویه‌های پروبیوتیک بسیار بالا رفته است تا جایی که امروزه حتی فرم غیرفعال این سویه‌های ارزشمند نیز برای اهداف صنعتی (دارویی و غذایی) بکار گرفته می‌شود (۱۴-۱۶).

[1] kurmann
[2] Family tree
[3] Carl wilhelm
[4] microbiota

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

تعدد و تنوع این مطالعات به‌قدری بوده است که امروزه محققان، دهه آینده را دهه پروبیوتیک‌ها نامیده‌اند و پیروزی در حوزه سلامت را مشروط به توسعه فرآورده‌های تخمیری و پروبیوتیک‌ها در سبد مصرفی خانوار می‌دانند. حال نکته قابل‌تأمل اینجاست که بسیاری از پروبیوتیک‌های تجاری و شناخته‌شده امروزی همان فلور باکتریایی می‌باشند که به‌طور طبیعی در فرآورده‌های لبنی تخمیری سنتی وجود داشته است. در جریان صنعتی شدن و تولید استارترهای تجاری بسیاری از این باکتری‌های بومی و طبیعی کنار گذاشته‌شده‌اند؛ و با بررسی استارترهای مورداستفاده در صنایع لبنی ملاحظه می‌شود که برای تولید ماست از دو باکتری *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* و در بسیاری از فرآورده‌های دیگر از استارترهای تک‌سویه یا دوسویه استفاده می‌شود. مطالعات انجام‌شده در این حوزه نشان می‌دهند که هریک از باکتری‌های خانواده بزرگ اسیدلاکتیک که به‌طور سنتی در تولید فرآورده‌های لبنی نقش داشته‌اند، مسئول ایجاد ویژگی‌های منحصربه‌فردی از قبیل خصوصیات حسی چشایی، سلامتی زایی، ضد آلرژی، پروبیوتیکی و تکنولوژیکی نیز استند (۶، ۱۷). مجموعه‌ای از این مطالعات و دستاوردهای اخیر محققان را بر آن داشته است؛ تا در این خصوص، با تغییر محسوسی در رویکرد خود از این پارادایم موجود فاصله گرفته و به سمت تولید استارترهای ترکیبی یا پلی میکس بروند که این موضوع به‌نوعی بازگشت آگاهانه و الهام‌بخش محققان و صنایع به اصول حاکم بر تخمیرهای سنتی است. در این استارترها مجموعه متنوعی از میکروارگانیسم‌های سازگار و هم‌زیست در کنار هم، هرکدام نقشی را در تولید یک فرآورده جامع و ایده‌آل ایفا می‌کنند.

ازنظر ویژگی‌های ارگانولپتیکی، محصولات لبنی سنتی ویژگی‌های بهتری نسبت به محصولات لبنی صنعتی دارند و این موضوع به حضور استارترهای تجاری در محصولات صنعتی و فرایندهایی مانند پاستوریزاسیون در شیر مرتبط است (۱۸).

عمل کنترل فرایند تخمیر، بسیار مهم و اساسی بوده و بر عهده استارترها است. این کشت‌ها به‌صورت مداوم در ایجاد تمام ویژگی‌ها به‌ویژه خواص حسی و سلامت محصول نقش اساسی دارند؛ بنابراین معرفی و شناخت کشت‌های استارتری بدون شک باعث ارتقاء کیفیت محصول نهایی و استاندارد شدن پروسه‌های صنعتی شده است. در طی بیست سال گذشته، در حوزه مواد غذایی، انتخاب کشت‌های استارتری مسئله مهمی بوده که در این میان موضوع اصلی، ارزیابی ویژگی‌های تکنولوژیکی سویه‌های بومی با هدف انتخاب بیوتیپ‌های سازگار شده با مواد خام مختلف بوده است. برای مثال تلاش‌های زیادی که در جهت آنالیز و جداسازی فلور لاکتیکی جداشده از محصولاتی نظیر محصولات لبنی، سبزیجات، گوشت، خمیرترش و دیگر مواد غذایی (۱۹-۲۲) به انجام رسیده است، به‌خوبی اهمیت صنعتی کشت‌های استارتری (مخصوصاً باکتری‌های اسیدلاکتیک)، برای تولید محصولات تخمیری و انتخاب روش‌ها و دستورالعمل‌های[1] مختلف توصیف شده را تائید می‌کنند.

در طی دهه گذشته مفهوم جدیدی از استارترها ارائه گردیده است که شامل استفاده از استارترهای اصلی، استفاده از روش‌های ژنومی برای انتخاب کشت‌های استارتری محتمل، استفاده از انواع جدید استارترها (مانند قارچ‌ها) و استفاده از استارترهای غیرمرسوم است که درنهایت این روش‌ها اتلاف و هدررفت مواد غذایی در صنعت غذا را مدیریت می‌کنند. نکته بسیار مهمی که باید رعایت گردد، داشتن دانش کافی در مورد ویژگی‌های متابولیکی موردنیاز است تا برای انتخاب سویه میکروبی مناسب در جهت بهبود و ارتقا تولید محصول

[1]. porotocols

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

خاص از این دانش موجود استفاده نمود. بااین‌حال شمار اندکی از این سویه‌ها انتخاب و موردمطالعه قرارگرفته‌اند که قادرند ویژگی‌های تکنولوژیک بالایی داشته باشند. از طرفی این سویه‌ها همواره در معرض خطر حمله باکتریوفاژها هستند. این موضوع باعث شده که تحقیقات بیشتری در مورد سویه‌های جدید و دستیابی به کیفیت بالاتر و تنوع محصول در پاسخ‌گویی به نیاز مشتریان آگاه صورت گیرد و گامی به سمت برگرداندن استارترهای میکس چندتایی مهندسی‌شده از دامان طبیعت به صنعت خواهد بود. همچنین محصولات سنتی تولیدشده از نظر ویژگی‌های حسی چشایی دارای گستردگی فراوان‌تری می‌باشند که به تنوع فلور میکروبی موجود در این محصولات مرتبط خواهد بود. استارترهای بومی یا همان استارترهای طبیعی[1] در طی قرن‌های گذشته سازگاری بسیار زیادی با ذائقه و فیزیولوژی بدن ساکنان هر اقلیم پیداکرده‌اند به این دلیل که این باکتری‌ها در طی هزاران سال به‌واسطه عواملی چون ذائقه، فرهنگ غذایی، شرایط اقلیمی و سایر جوامع میکروبی بدن به طرز شگفت‌انگیزی انتخاب‌شده‌اند (۲۳، ۲۴). این مسائل و شواهد موجود، ایده استفاده از میکس استارترها را در مقیاس صنعتی قوت بخشیده و نشان می‌دهند که دنیای میکروارگانیسم‌ها همچنان شگرف و رازآلود است. در ادامه به تعریفی از استارترها، شواهد ارائه‌شده در مورد استارترهای چندتایی و مطالعات انجام‌شده در راستای این رویکرد جدید پرداخته می‌شود.

استارترها

استارترها به‌عنوان کِشت‌های میکروبی انتخاب‌شده‌ای تعریف می‌شوند که برای افزایش راندمان پروسه‌های تخمیری و تولید فرآورده‌های تخمیری مانند محصولات لبنی به کار می‌روند. این کشت‌های میکروبی می‌توانند سویه‌های باکتریایی یا قارچی در حالت‌های تک‌سویه، دوسویه و یا چند سویه باشند (۲۵، ۲۶). از فلور طبیعی شیر برای تولید محصولات تخمیری نمی‌توان استفاده نمود چراکه این فلور ناکارآمد، غیرقابل‌پیش‌بینی و غیرقابل‌کنترل بوده و در صورت اعمال فرایند حرارتی به شیر به‌صورت کامل از بین می‌رود (۲۷). از طرفی یک استارتر می‌تواند عمل تخمیر را در یک حالت کنترل‌شده و قابل پیش‌بینی انجام دهد و ویژگی‌های مطلوبی ایجاد کند. این ویژگی در چندین جنس خاص از باکتری‌های اسیدلاکتیک دیده می‌شود. اسیدلاکتیک باکتری‌ها گروه بسیار مهم و گسترده‌ای از باکتری‌ها هستند که به فراوانی در طبیعت یافت می‌شوند و در محیط‌هایی مانند آب، خاک، گیاهان، دستگاه گوارش و مجاری ادراری انسان و دیگر جانوران، گوشت، لبنیات و غذاهای با منشأ گیاهی حضور دارند. ماحصل متابولیسم بی‌هوازی این میکروارگانیسم‌ها اسیدلاکتیک است. از طرف دیگر این باکتری‌ها تعداد زیادی از متابولیک‌های مفید را تولید می‌کنند که در تولید خواص ارگانولپتیکی و بهبود ویژگی‌های تکنولوژیک ماده غذایی تأثیرگذارند. بنا بر همین ویژگی‌های ذکرشده این گروه از باکتری‌ها در کشت‌های استارتری لبنی و غیر لبنی (نوشیدنی نارگیل و نوشیدنی تخمیری ذرت)، تولید محصولات پروبیوتیک و مکمل‌های غذایی مورداستفاده قرار می‌گیرند (۲۸-۳۱). در کنار استارترها می‌توان به باکتری‌های پروبیوتیک اشاره کرد که اکثر این باکتری‌ها نقش دوگانه داشته و می‌توانند به‌عنوان استارتر یا کمک استارتر ایفای نقش کنند. اگر در کنار استارترهای تجاری آمار مصرف صنعتی پروبیوتیک‌ها را در نظر بگیریم شاهد حجم زیادی از تقاضای جهانی در این زمینه خواهیم بود(۳۲). در سال ۲۰۲۱ سهم پروبیوتیک‌ها در بازار جهانی ۳۲ میلیارد دلار بوده است که این موضوع به

[1] Natural startars

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

تغییر الگوی مصرف پروبیوتیک‌ها و استفاده روزانه این محصولات توسط مصرف‌کنندگان مرتبط است (۳۳).

معرفی و تعاریف

به‌صورت کلی باکتری‌هایی که از لاکتوز شیر اسیدلاکتیک تولید می‌کنند با عنوان اسیدلاکتیک باکتری شناخته می‌شوند. باکتری‌های اسیدلاکتیک شروع‌کننده و پیش‌قدم برای اسیدی شدن سریع در مواد غذایی خام هستند. از طرفی مزیت بسیار مهم کشت‌های استارتری ایجاد تخمیر کنترل‌شده است (۳۴). امروزه این باکتری‌ها شامل ۴۴ جنس می‌باشند که ۵ جنس از آن‌ها در تولید استارترها مورداستفاده قرار می‌گیرند. این جنس‌ها عبارت‌اند از: *پدیوکوکوس*[1]، *استرپتوکوکوس*[2]، *لوکونوستوک*[3]، *لاکتوکوکوس*[4] و *لاکتوباسیلوس*[5]. باکتری‌های اسیدلاکتیک با توجه به ایمن بودن و ویژگی‌های کاربردی و عملکردی که دارند می‌توانند برای مصرف‌کننده مفید باشند و در شرایط صنعتی تولید شوند. باکتری‌های مشهور استارتری که در تهیه ماست و دوغ استفاده می‌شوند، لاکتوباسیلوس‌ها و استرپتوکوکوس‌ها با نسبت مشخص هستند که به‌صورت همزیست در ماست و دوغ رشد می‌کنند و در پی مصرف لاکتوز توسط آن‌ها اسیدلاکتیک تولید می‌شود (۳۵). استارترها، مخصوص لبنیات نیستند و در محصولات دیگری مانند خیار شور، مالت، سوسیس و دیگر ترشیجات مورداستفاده قرار می‌گیرند (۲۵).

جنبه‌های اقتصادی استارترها

با افزایش نرخ رشد جمعیت ایران و بالا رفتن فرهنگ مصرف لبنیات صنعتی در بین ایرانیان، روزانه بالغبر هزاران تن محصولات لبنی در کارخانه‌های کشورمان تولید می‌شود که این موضوع نشان‌دهنده مصرف بالای استارترهای لبنی توسط این کارخانه‌ها است. با بررسی‌های میدانی انجام‌شده در کارخانه‌های مواد غذایی مشخص شد که برای تولید مواد غذایی تخمیری ازجمله لبنیات، ایران کشوری کاملاً وابسته به صنایع استارتری خارج از کشور است. طبق آمار و اطلاعات به‌دست‌آمده سالانه بالغبر ۲ میلیون دلار ارز جهت واردات استارترها از کشور خارج می‌شود (۳۶). امروزه با افزایش احداث خطوط تولید فرآورده‌های لبنی و تنوع بالای این محصولات روبرو هستیم و این به معنای افزایش نیاز استارتری کشور است. بخش عمده این استارترها توسط شرکت‌هایی مانند دانسیکو[6] و کریستین-هندسن[7] دانمارک، سنترو اسپیرومنتال دِل لاته[8] ایتالیا و لالمند[9] کانادا وارد کشور می‌شوند.

شکل ۱- بسته استارتری ده واحدی یا ده ساشه‌ای تجاری و وارداتی از شرکت کریستین-هندسن

انواع استارترها

طبقه‌بندی رایج کشت‌های استارتری بر اساس پیچیدگی کشت میکروبی و روش تولید دوباره آن است. تمام استارترهایی که امروزه در دسترس‌اند همگی از استارترهای طبیعی که ترکیب نامشخصی دارند برگرفته‌شده‌اند. در

[1]. *Pediococcus*
[2]. *Streptococcus*
[3]. *Leuconostoc*
[4]. *Lactococcus*
[5]. *Lactobacillus*

[6]. Danisco
[7]. Chiristian - Hansen
[8]. Centro Sperimentale Del Latte
[9]. Lallemand

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

بعضی از محصولات استارترهای میکس تجاری[1] بجای استاترهای طبیعی جایگزین شده‌اند، این استارترهای میکس از بهترین استارترهای طبیعی گرفته‌شده و توسط مراکز و شرکت‌های تخصصی در شرایط کنترل‌شده بازتولید شده‌اند و برای استفاده در تولید استارتر مادر[2] استفاده‌شده و یا مستقیماً به تانک‌های وت تلقیح می‌شوند و در صنعت مورداستفاده قرار می‌گیرند. استارترهای طبیعی[7] و استارتر پیشینه تاریخی که دارند به‌عنوان استارترهای سنتی شناخته می‌شوند (۳۷). استارترهای تعریف‌شده معمولاً ترکیبی از شمارکمی از سویه‌های انتخاب‌شده هستند و این اجازه را می‌دهند که بتوانیم کنترل بهتری بر ترکیب و ویژگی‌های کشت موردنظر داشته باشیم.

MSS در مقابل استارترهای تعریف‌شده یا DSS به دلیل جدول ۱- طبقه‌بندی انواع کشت‌های استارتری (۳۸)

انواع کشت‌های استارتری					
استارترهای تعریف‌شده (DSS)[3]		استارترهای چندتایی یا میکس استارترها (MSS)[4]		استارترهای سنتی Traditional starters: استارترهای طبیعی (NS)[5]	
ویژگی‌ها	DSS ها در کاربرد	ویژگی‌ها	MSS ها در کاربرد	ویژگی‌ها	NS ها در کاربرد
دارای شمار کمی از سویه‌ها است که این موضوع تا زمانی که سویه‌ها به‌صورت دقیق و مدیریت‌شده انتخاب می‌شوند، باعث کنترل بهتر پارامترهای عملکردی استارتر و ویژگی‌های محصول می‌شود.	تولید ماست، دوغ، آب سبزیجات و محصولات سویا.	ویژگی‌ها: ۱-ترکیب نامشخص ۲-دارای تنوع در ترکیب و عملکرد ۳-دارای هندلینگ دقیق و آزمون‌های کنترلی. ۴-هنوز برای استفاده محدودیت دارند و تا حد زیادی با کشت-های نگه‌داری شده آزمایشگاهی جایگزین شده‌اند.	تولید پنیر موزارلا[6]	ویژگی‌ها: ۱-ترکیب نامشخص ۲-هزینه کم ۳-تنوع بالا در ترکیب و عملکرد. ۴-در معرض آلودگی‌های نامطلوب و خطرات میکروبیولوژیکی قرار دارند. ۵- عدم کنترل یکنواختی کیفیت تولید	تولید انواع محصولات سنتی ازجمله ماست و دوغ محلی، دوغ کره، پنیر سیاهمزگی، کفیر، ترشیجات محلی، خمیرترش و ریچال ماستی

[1]. Mixed-strain starter(mss)
[2]. Bulk starter
[3]. Defined strain starters (DSS)
[4]. Mixed-strain starters
[5]. Natural starters
[6]. Mozzarella cheese
[7]. Traditional starters

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

۱. استارترهای سنتی از نوع طبیعی[1]: تولید استارترهای طبیعی به کمک شیوه باستانی کشت مادر، اعمال فرایند دمایی، گرمخانه گذاری و pH پایین صورت می‌گیرد. برای جلوگیری از آلودگی‌های محیطی در این استارترها هیچ راهی وجود ندارد. از طرفی کنترل محیط کشت و شرایط کشت در طول بازتولید استارتر بسیار محدودشده است. درنتیجه این‌چنین برداشت می‌شود که استارترهای طبیعی به‌طور مداوم به‌عنوان ترکیب مخلوط نامشخصی از انواع مختلف نژادها و یا سویه‌ها در حال نمو هستند (جدول ۱). همه این سویه‌ها در خصوصیات بیوشیمیایی و پیچیدگی و تغییرات موجود در محصول نهایی شرکت خواهند کرد (۳۹). استارترهای طبیعی منبع فوق‌العاده با ارزشی از نژادهای مطلوب و دارای خصوصیات تکنولوژیکی ازجمله تولید آروما و ویژگی‌های ضد میکروبی هستند. این نوع از استارترها مقاومت بالایی به آلودگی فاژی دارند؛ چراکه در حضور فاژها بازتولید می‌شوند (۴۰). همچنین این‌طور به نظر می‌رسد که آن‌ها از برهم‌کنش میکروبی برخوردار باشند در حقیقت، بسیاری از سویه‌ها زمانی که به‌صورت خالص کشت داده شوند، توانایی تولید اسید محدودی را از خود نشان می‌دهند (۳۷)؛ بنابراین روش‌های آماده‌سازی از طریق استارترهای سنتی هنوز هم در بعضی از محصولات خاص و یا سنتی در مقیاس‌های صنعتی مورداستفاده قرار می‌گیرند. تولید در مقیاس صنعتی نیاز به استارترهایی دارد که عملکرد بازتولید داشته و عاری از میکروارگانیسم‌های نامطلوب باشند. دست یافتن به این مهم با استفاده از روش‌های سنتی بسیار سخت است، بنابراین برای تولید در مقیاس صنعتی استارترهای DSS یا استارترهای تعریف‌شده به دلیل کارکرد بهینه، عملکرد بازتولید و مقاومت فاژی بالا جایگزین استارترهای سنتی شده‌اند (۳۷).

[1]. Natural starters

شکل ۲- فلور میکروبی موجود در مَشک (۴۱)

شکل ۳- دانه‌های کفیر به‌عنوان استارترهای سنتی از نوع طبیعی

۲. استارتر سنتی از نوع استارتر حاصل از نژادهای میکس شده یا MSS: این استارترها از انتخاب دقیق استارترهای طبیعی به دست می‌آیند و توسط شرکت‌ها و انستیتوها و مراکز تحقیقاتی تکثیر، نگه‌داری و توزیع می‌شوند؛ مانند استارترهای سنتی، استارترهای MSS نیز شامل مخلوط نامشخصی از نژادها هستند که در خصوصیات فیزیکوشیمیایی و تکنولوژیکی با یکدیگر فرق دارند (۴۲). زمانی که کشت‌های نامشخص در شرایط کنترل‌شده با کمترین میزان کشت دوم تکثیر می‌شوند پایداری ترکیب و عملکرد آن‌ها در مقایسه با استارترهای طبیعی به‌خوبی بهبود پیدا می‌کند. ترکیب استارترهای MSS نامشخص است؛ اما بازتولید آن‌ها در شرایط کنترل‌شده تغییرپذیری ذاتی که به استارترهای طبیعی مرتبط می‌شود را کاهش می‌دهد (۳۸، ۴۳).

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

شکل ۴- کشت تخمیری سنتی تجاری‌سازی شده یا MSS

۳. استارترهای دارای نژادهای مشخص DSS[1]: با توجه به (جدول ۱) استارتر DSS از یک نژاد یا بیشتر تشکیل‌شده است (گونه‌های برتر و یا غالب در محصولات لبنی) و توسط مراکز و شرکت‌های تخصصی انتخاب، نگهداری و توزیع می‌شوند. از آنجایی که نسبت نژادها و گونه‌ها در استارترهای DSS مشخص است، عملکرد تکنولوژیکی به‌صورت فوق‌العاده‌ای قابل تکرار بوده و این موضوع به‌عنوان یک ویژگی مطلوب شناخته می‌شود. در حقیقت در سال‌های اخیر DSSها به‌جای استارترهای سنتی جایگزین شده‌اند (۴۰)؛ باوجوداین درنتیجه استفاده از شمار محدودی از نژادها، آلودگی‌های فاژی ممکن است باعث ازهم‌گسیختگی تخمیر اسیدلاکتیک گردند؛ بنابراین با از دست دادن تنوع میکروبی طبیعی، نگهداری از ویژگی‌های بارز دشوار است. لذا ارزیابی ویژگی‌های کلیدی هر نژاد (ویژگی‌های بیوشیمیایی و ژنتیکی، رشد و ویژگی‌های تولید اسید) و سویه می‌تواند منجر به ترکیبی مشخص از نژادها به‌منظور فرموله کردن کشتی (کالچری) با ویژگی‌های مطلوب شود (۴۰). DSS ها معمولاً در طعم، نقصی ایجاد نمی‌کنند و باعث بهبود آروما و طعم می‌شوند. به‌منظور افزایش کنترل استارترها و به دست آوردن طعمی تا حد ممکن نزدیک به نمونه سنتی، شرکت‌های صنعتی استفاده از استارترهای ارتقادهنده طعم را افزایش داده‌اند؛ استارترهای DSS در سطح پایینی افزوده می‌شوند و ممکن است خود آن‌ها نیز استارترهای تعریف‌شده و یا تعریف‌نشده باشند (۳۷).

شکل ۵- یک نمونه استارتر DSS ماست، شامل ۲ سویه مشخص

مزایای میکس استارترها در کاربرد

مطالعات متعدد نشان می‌دهند که افزودن استارتر کالچرهای میکس شده می‌تواند اثرات مثبت و معنی‌داری به ارمغان بیاورد در این زمینه بررسی‌های زیادی بر روی مواد غذایی غیر لبنی صورت گرفته است، ازجمله تولید ساورکرات تخمیری با استفاده از میکس استارترها (۴۴)، تولید سوسیس ماهی کپور نقره‌ای (۴۵)، تخمیر ماهی کپور معمولی، تولید گوشت‌های تخمیری (۴۶)، تولید سوسیس-های تخمیری و کاهش آمین‌های بیوژن[2](BA) در آن‌ها (۴۷)، سوسیس ایتالیایی (۴۸)، خمیرترش تخمیر شده دارد (۴۹) و تولید سوسیس تخمیری بومی (۵۰). در زمینه کاربرد میکس استارترها در صنایع لبنی نیز مطالعات زیادی انجام‌شده است که ازجمله این مطالعات می‌توان به تحقیق صورت گرفته توسط فراریا و ویل جوین[3]در سال ۲۰۰۳ در مورد افزودن مخمرهای پاتوژن به‌عنوان افزودنی به استارتر پنیر چدار به‌منظور انجام عملیات رسیدن پنیر اشاره نمود.

[1]. Definde strain starter

[2]. Biogenic Amine
[3]. A.D. Ferreira, B.C. Viljoen

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

فراریا و ویل جوین در این پژوهش متوجه شدند که افزودن مخمرهای *دباریومایسزهانسنیا*[1] و *یارویالیپولتیکا*[2] به‌صورت تکی موجب ایجاد طعم نامناسب میوه‌ای در این پنیر می‌شود؛ اما زمانی که این مخمرها به‌عنوان جزئی از استارتر افزوده شوند؛ عطر و طعم مناسبی پس از دوره ۴ ماهه نگهداری ایجاد خواهد شد (۵۱).

در تحقیق صورت گرفته توسط ابراهیم عبدالرحمن[3] و همکاران در سال ۲۰۰۹ روی تغییرات بیوشیمیایی و میکروبی و حسی ایجادشده در شیر تخمیری شتر به‌وسیله کشت استارترهای باکتریایی مشاهده کردند که استفاده از استارترهای چندتایی (نسبت یک‌به‌یک از *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس*) بهتر از استارترهای تکی واکنش نشان می‌دهد و کاهش pH بهتری دارد؛ از طرف دیگر خواص ارگانولپتیکی آن بهتر از شیر تخمیر شده به‌وسیله *لاکتوکوکوس لاکتیس* است؛ از طرفی فعالیت پروتئولتیکی آن نسبت به استارتر تکی بهتر است (۵۲). در مطالعه انجام‌شده توسط پوراحمد بر روی بررسی میزان استالدئید در ماست‌های تولیدشده به‌وسیله سویه‌های میکروبی بومی مشخص گردید که می‌توان به کمک استارترهای بومی ایران، ماستی تولید کرد که هم ویژگی‌های ارگانولپتیکی خوب و مناسبی داشته باشد و هم بتواند به مدت سه هفته در دمای یخچال نگهداری شود (۵۳).

در تحقیق انجام‌گرفته توسط نریمانی و همکاران در سال ۲۰۱۵ بر روی شیر و ماست محلی تولیدشده در شهرستان خوی ۱۴ سویه از باکتری‌های *لاکتوباسیلوس* جداسازی شد که پتانسیل پروبیوتیک داشتند و مسئول تأمین کیفیت محصولات بومی این منطقه به شمار می‌آمدند. همچنین این باکتری‌ها می‌توانند نمک‌های صفراوی و pH اسیدی معده را تحمل کنند و می‌توان از آن‌ها به‌عنوان استارتر استفاده نمود (۵۴).

در سال ۲۰۱۷ توسط رضوی و همکاران روی ریچال تهیه‌شده از شیر روستا ایدک شهرستان لنده استان کهگیلویه و بویر احمد تحقیقی انجام گرفت. در این مطالعه ۱۲۸ ایزوله باکتری‌های اسیدلاکتیک از این محصول جداسازی شد که می‌توان از این باکتری‌ها به‌عنوان استارتر در صنعت استفاده نمود (۵۵).

در مطالعه همتی اردلی و همکاران در سال ۲۰۱۹ بر روی تف شیراز با عنوان تولید دسر لبنی تف (شیراز) و ارزیابی خصوصیات میکروبی آن به‌عنوان یک فرآورده پروبیوتیک، برای تولید این محصول لبنی از استارتر معمولی ماست و استارتر پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* استفاده شد. این فرآورده با نسبت‌های مختلف از این دو استارتر تولید شد. نتایج نشان داد تولید فرآورده با استفاده از نسبت‌های ۳ به ۱ از استارتر معمولی و استارتر پروبیوتیک، عمر ماندگاری بهتری دارد. همچنین نمونه‌های فرآورده تولیدشده با تنها استارتر پروبیوتیک، کمترین میزان پذیرش کلی را داشت (۵۶). در تحقیق انجام‌شده توسط نریمانی و همکاران در سال ۲۰۱۵ روی ماست و شیر محلی شهرستان خوی باکتری‌های جنس *لاکتوباسیلوس* و *انتروکوکوس* با توانایی پروبیوتیکی جداسازی شد که قابلیت استفاده در صنایع لبنی به‌منظور تولید استارتر را داشتند (۵۴). این مطالعات تنها بخشی از مطالعات انجام‌شده بر روی استارترهای بومی و خواص میکس استارترها می‌باشند که محققان امروزی علاقه زیادی برای انجام پژوهش در این زمینه پیداکرده‌اند.

دیگر عوامل ضرورت استفاده از میکس استارترها

پدیده همزیستی بیوشیمیایی در بین میکروارگانیسم‌ها برای حضور انواع باکتری‌ها و قارچ‌ها در کنار یکدیگر بسیار مهم و اثرگذار است که نشان‌دهنده ضرورت استفاده از میکس

[1]. *Debaryomyces hansenii*
[2]. *Yarrowia lipolytica*
[3]. Ibrahim E. Abdel Rahman

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

استارترهاست. برای درک بهتر این مسئله می‌توان استارترهای امروزی ماست را مثال زد: سازمان غذا و داروی ایالات‌متحده (FDA) لازم می‌داند که این دو اسیدلاکتیک باکتری خاص در محصولی که ماست نامیده شود، وجود داشته باشند. البته ممکن است کشت‌های دیگری نیز به ماست افزوده شود. در محیط شیر، *لاکتوباسیلوس* و *استرپتوکوکوس* باهم وجود داشته و در یک رابطه پایدار که به‌عنوان همزیستی بیوشیمیایی[1] نیز شناخته می‌شود، تعامل سودمندی دارند. همزیستی بیوشیمیایی شامل تبادل متابولیت‌ها و یا عوامل محرک است. نتیجه این همزیستی تشکیل ماست در زمان ۳ الی ۴ ساعت خواهد بود که در صورت عدم وجود این همزیستی و تنها بودن هر یک از گونه‌های باکتریایی ماست، ۱۲ تا ۱۶ ساعت برای رسیدن به همان سطح اسیدیته طول خواهد کشید (۵۷-۵۹). عامل دیگر وجود استارترهای پروتکتیو یا نگه‌دارنده است. استارترهای پروتکتیو شامل سویه‌هایی هستند که این سویه‌ها توانایی تولید آنتی‌بیوتیک و نایسین را به‌صورت طبیعی دارند و استفاده از این آنتی‌بیوتیک‌ها سبب افزایش عمر ماندگاری در فرآورده نهایی خواهند شد؛ مانند سویه‌های *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* (۶۰). استارترهای نگه‌دارنده در محصولات لبنی مانع رشد کپکی و مخمری در دوره نگهداری می‌شوند و جایگزین مناسبی برای نگه‌دارنده‌های غیرطبیعی یا صنعتی خواهند بود. این سویه‌های پروتکتیو در جهت حفظ ویژگی‌های اصلی محصول، رشد و اسیدیفیکاسیون کندی دارند (۶۱، ۶۲) و ازجمله میکروارگانیسم‌هایی‌اند که می‌توان درکشت‌های استارتر استفاده نمود. چراکه این سویه‌ها از محصولات بومی کشور جداسازی شده‌اند و این موضوع نشان‌دهنده اهمیت این سویه‌ها در کنار سویه‌های استارتری است (۶۳). داستان میکس استارترها، ازآنجایی‌که WHO اعلام می‌کند ایجاد حساسیت با مصرف برخی مواد غذایی ششمین مسئله‌ای است که سلامت انسان را تهدید می‌کند، جالب‌تر می‌شود. شیر گاو ازجمله رایج‌ترین حساسیت‌زاهای غذایی است که در افراد زیادی دیده می‌شود و در این میان کودکان حساسیت بیشتری به این فرآورده غذایی دارند. چراکه مجاری ادراری و سیستم ایمنی آن‌ها به‌اندازه کافی تکامل پیدا نکرده است. دلیل وجود حساسیت در شیر حضور پروتئین‌های مانند بتالاکتوگلوبولین، آلفالاکتوگلوبولین و کازئین است. محققان به دنبال این موضوع هستند که بتوانند باکتری‌های پروبیوتیکی‌ای از محصولات بومی ایران جداسازی کنند که توانایی تخریب این پروتئین‌ها را داشته باشند. در صورت محقق شدن این مهم و صنعتی‌سازی این سویه‌ها، شاهد کاهش حساسیت غذایی در جامعه خواهیم بود.

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات انجام‌شده درزمینه سویه‌های استارتری نشان می‌دهند که بشر از دیرباز از این ذخایر ژنتیکی ارزشمند بهره‌برداری نموده است به‌طوری‌که امروزه انواع محصولات لبنی و غیر لبنی تخمیری در جوامع مختلف به چشم می‌خورد (۶۴، ۶۵). با ورود به عصر صنعت و تکنولوژی این سویه‌ها برای اهداف صنعتی مورداستفاده قرارگرفته‌اند. به‌طوری‌که امروزه شاهد انواع کشت‌های استارتری برای تولید محصولات مختلف هستیم. امروزه پژوهشگران دریافته‌اند که در کنار سویه‌های استارتری می‌توان از سویه‌های پروبیوتیک نیز برای تولید محصولات تخمیری ازجمله محصولات لبنی استفاده نمود (۶۶). از سوی دیگر، سویه‌های پروبیوتیک می‌توانند به‌صورت چندتایی نیز به همراه استارترها به محصولات غذایی افزوده‌شده و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیکی مطلوبی را ایجاد کنند (۶۷-

[1]. protocooperation

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

۷۰). بررسی‌های انجام‌شده در زمینه سلامت مواد غذایی حاوی پروبیوتیک‌ها نیز مهر تایید دیگری بر این موضوع است. زمانی که چنین موضوعاتی مطرح می‌گردد بی‌شک تمرکز محققین به سمت میکس استارترهای سنتی منعطف خواهد شد؛ چراکه این نوع از کالچرها با طول دوره چند هزارساله‌ای که از فرگشت[1] آن‌ها می‌گذرد تمام عوامل مهم و حیاتی موردنیاز برای ایجاد همزیستی بین سویه‌های مختلف و ایجاد یک محصول تخمیری با حداکثر خواص حسی چشایی و سلامتی‌زایی را سپری کرده‌اند.

در نتیجه با توجه به مستندات (۲۲، ۵۰، ۵۵) موجود و الگوبرداری از این کنسرسیوم وسیع میکروبی و پتانسیل حضور سویه‌های استارتری و پروبیوتیکی در اکوسیستم‌های منحصربه‌فرد، می‌توان در جهت تولید استارترهای چندتایی یا میکس استارترهای صنعتی با ویژگی‌های پروبیوتیکی و استارتری دلخواه و تنوع میکروارگانیسمی بالا گام برداشت. این تنوع اکوسیستمی و ذخایر ژنتیکی پتانسیلی فوق‌العاده برای ورود به میادین جهانی خواهند بود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر را از دانشگاه فردوسی مشهد دارند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می دارند هیچ گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

[1]. evolution

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

References

1. Kurmann JA, Rasic JL, Kroger M. Encyclopedia of fermented fresh milk products: an international inventory of fermented milk, cream, buttermilk, whey, and related products: Springer Science & Business Media; 1992.

2. Tamime A. Fermented milks: a historical food with modern applications–a review. European Journal of Clinical Nutrition. 2002;56(4):S2-S15.

3. Lister J. Memoirs: A Further Contribution to the Natural History of Bacteria and the Germ Theory of the Fermentative Changes. Journal of Cell Science. 1873;2(52):380-408.

4. Kendall AI. Observations on aciduric (acidophilic) bacteria. The Journal of Medical Research. 1910;22(1):153.

5. Ursell LK, Metcalf JL, Parfrey LW, Knight R. Defining the human microbiome. Nutrition reviews. 2012;70(suppl_1):S38-S44.

6. Tillisch K, Labus J, Kilpatrick L, Jiang Z, Stains J, Ebrat B, et al. Consumption of fermented milk product with probiotic modulates brain activity. Gastroenterology. 2013;144(7):1394-401. e4.

7. Aragona P, Baudouin C, Del Castillo JMB, Messmer E, Barabino S, Merayo-Lloves J, et al. The ocular microbiome and microbiota and their effects on ocular surface pathophysiology and disorders. survey of ophthalmology. 2021;66(6):907-25.

8. Kayacan Çakmakoğlu S, Vurmaz M, Bezirci E, Kaya Y, Dikmen H, Göktaş H, et al. Isolation and characterization of yogurt starter cultures from traditional yogurts and growth kinetics of selected cultures under lab-scale fermentation. Preparative Biochemistry & Biotechnology. 2023;53(4):454-63.

9. Gan M, Hu J, Wan K, Liu X, Chen P, Zeng R, et al. Isolation and Characterization of Lactobacillus paracasei 85 and Lactobacillus buchneri 93 to Absorb and Biotransform Zearalenone. Toxics. 2022;10(11):680.

10. Talib N, Mohamad NE, Yeap SK, Hussin Y, Aziz MNM, Masarudin MJ, et al. Isolation and characterization of Lactobacillus spp. from kefir samples in Malaysia. Molecules. 2019;24(14):2606.

11. Valan Arasu M, Jung MW, Ilavenil S, Jane M, Kim DH, Lee KD, et al. Isolation and characterization of antifungal compound from Lactobacillus plantarum KCC-10 from forage silage with potential beneficial properties. Journal of applied microbiology. 2013;115(5):1172-85.

12. Kumar A, Kumar D. Characterization of Lactobacillus isolated from dairy samples for probiotic properties. Anaerobe. 2015;33:117-23.

13. Anjum N, Maqsood S, Masud T, Ahmad A, Sohail A, Momin A. Lactobacillus acidophilus: characterization of the species and application in food production. Critical reviews in food science and nutrition. 2014;54(9):1241-51.

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

14. de Almada CN, Almada CN, Martinez RC, Sant'Ana AS. Paraprobiotics: Evidences on their ability to modify biological responses, inactivation methods and perspectives on their application in foods. Trends in food science & technology. 2016;58:96-114.

15. Al-Ghazzewi F, Tester R. Impact of prebiotics and probiotics on skin health. Beneficial microbes. 2014;5(2):99-107.

16. Kanauchi O, Andoh A, AbuBakar S, Yamamoto N. Probiotics and paraprobiotics in viral infection: clinical application and effects on the innate and acquired immune systems. Current pharmaceutical design. 2018;24(6):710-7.

17. Kayitesi E, Onojakpor O, Moyo SM. Highlighting the impact of lactic-acid-bacteria-derived flavours or aromas on sensory perception of African fermented cereals. Fermentation. 2023;9(2):111.

18. Tavaria FK, Malcata FX. Enzymatic activities of non-starter lactic acid bacteria isolated from a traditional Portuguese cheese. Enzyme and Microbial Technology. 2003;33(2):236-43.

19. Bagheri F, Mirdamadi S, Mirzaei M, Safavi M. Production of Functional Fermented Milk by Lactobacilli Isolated from Traditional Iranian Dairy Products. Innovative Food Technologies. 2020;7(2):243-55.

20. Rezaei M, Noori N, Shariatifar N, Gandomi H, Akhondzadeh Basti A, Mousavi Khaneghah A. Isolation of lactic acid probiotic strains from Iranian camel milk: Technological and antioxidant properties. LWT. 2020;132:109823.

21. Zamani H. Isolation of a potentially probiotic Lactobacillus plantarum from Siahmezgi cheese and its characterization as a potentially probiotic. 2016.

22. Sarmast Ghahfarokhi E, Mobini Dehkordi M, Beheshtimaal K. Isolation and evaluation of lactic acid production content in native Lactobacillus of Chaharmahal va Bakhtiari province isolated from dairy products. Biological Journal of Microorganisms. 2012;1(3):41-52.

23. Ayad EHE, Nashat S, El-Sadek N, Metwaly H, El-Soda M. Selection of wild lactic acid bacteria isolated from traditional Egyptian dairy products according to production and technological criteria. Food Microbiology. 2004;21(6):715-25.

24. Durlu-Ozkaya F, Xanthopoulos V, Tunail N, Litopoulou-Tzanetaki E. Technologically important properties of lactic acid bacteria isolates from Beyaz cheese made from raw ewes' milk. Journal of Applied Microbiology. 2001;91(5):861-70.

25. Ross R, Fitzgerald G, Collins K, Stanton C. Cheese delivering biocultures-probiotic cheese. Australian Journal of Dairy Technology. 2002;57(2):71.

26. Vinicius De Melo Pereira G, De Carvalho Neto DP, Junqueira ACDO, Karp SG, Letti LAJ, Magalhães Júnior AI, et al. A Review of Selection Criteria for Starter Culture Development in the Food Fermentation Industry. Food Reviews International. 2020;36(2):135-67.

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

27. Rezaei Z, Salari A, Khanzadi S. Biofilm Formation and Antibacterial Properties of Lactobacillus Isolated from Indigenous Dairy Products. Journal of food quality and hazards control. 2021;8(4):162-8.

28. Yaghobi F, Jahromi Honarmand S, Baghbani Arani F. Isolation and identification of lactic acid bacteria with probiotics from traditional yogurts of Varamin city. Iranian Journal of Biological Sciences. 2019; 14(1):9-18. [Persian]

29. Mukisa IM, Byaruhanga YB, Muyanja CM, Langsrud T, Narvhus JA. Production of organic flavor compounds by dominant lactic acid bacteria and yeasts from Obushera, a traditional sorghum malt fermented beverage. Food science & nutrition. 2017;5(3):702-12.

30. Kantachote D, Ratanaburee A, Hayisama-ae W, Sukhoom A, Nunkaew T. The use of potential probiotic Lactobacillus plantarum DW12 for producing a novel functional beverage from mature coconut water. Journal of Functional Foods. 2017; 32:401-8.

31. baghbani-arani f, Yaghoubi F. isolation and identification of lactic acid bacteria with probiotic potential from traditional yogurt in Varamin province. Iranian Journal of Biological Sciences. 2019;14(1):9-18.

32. Kalantarmahdavi M. Viability of Lactobacillus Plantarum Incorporated with Sourdough Powder-Based Edible Film in Set Yogurt and Subsequent Changes During Post Fermentation Storage. Journal of Environmental Health and Sustainable Development. 2020;5(4):1117-25.

33. Rezaei Z, Khanzadi S, Salari A. A survey on biofilm formation of Lactobacillus rhamnosus (PTCC 1637) and Lactobacillus plantarum (PTCC 1745) as a survival strategy of probiotics against antibiotic in vitro and yogurt. Journal of Food Processing and Preservation. 2021:e15991.

34. Leroy F, De Vuyst L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. Trends in Food Science & Technology. 2004;15(2):67-78.

35. Saarela M, Mogensen G, Fonden R, Mättö J, Mattila-Sandholm T. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. Journal of biotechnology. 2000;84(3):197-215.

36. Ghobadi Dana M, Hatef Salmanian A, Yakhchali B. Isolation and identification of indigenous Lactobacilli in traditional dairy products in Iran. Research and Innovation in Food Science and Technology. 2012;1(2):99-116.

37. Powell IB, Broome MC, Limsowtin GKY. Starter Cultures: General Aspects☆. In: McSweeney PLH, McNamara JP, editors. Encyclopedia of Dairy Sciences (Third Edition). Oxford: Academic Press; 2022. p. 358-66.

38. Speranza B, Bevilacqua A, Corbo MR, Sinigaglia M. Starter cultures in food production: John Wiley & Sons; 2016.

39. Broome M, Powell I, Limsowtin G. Cheese| starter cultures: specific properties. 2011.

40. Carminati D, Giraffa G, Quiberoni A, Binetti A, Suárez V, Reinheimer J. Advances and trends in starter cultures for dairy fermentations. Biotechnology of lactic acid bacteria: Novel applications. 2010;177:177-92.

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

41. Karimpour F. Analysis of the traditional method of using musk in the processing and storage of racemic milk products and its floromicrobial study. Journal of Innovation in Food Science and Technology. 2019;11.(۱)

42. Parente E, Cogan T. Starter cultures: general aspects. Cheese: chemistry, physics and microbiology. 2004;1:123-48.

43. Cogan TM, Accolas J-P. Dairy starter cultures: VCH Publishers; 1996.

44. Hu W, Yang X, Ji Y, Guan Y. Effect of starter cultures mixed with different autochthonous lactic acid bacteria on microbial, metabolome and sensory properties of Chinese northeast sauerkraut. Food Research International. 2021;148:110605.

45. Hu Y, Xia W, Ge C. Characterization of fermented silver carp sausages inoculated with mixed starter culture. LWT - Food Science and Technology. 2008;41(4):730-8.

46. Gardini F, Martuscelli M, Crudele MA, Paparella A, Suzzi G. Use of Staphylococcus xylosus as a starter culture in dried sausages: effect on the biogenic amine content. Meat Science. 2002;61(3):275-83.

47. Latorre-Moratalla M, Bover-Cid S, Veciana-Nogués MT, Vidal-Carou MC. Control of Biogenic Amines in Fermented Sausages: Role of Starter Cultures. Frontiers in Microbiology. 2012;3.(۱۶۹)

48. Di Luccia A, Tremonte P, Trani A, Loizzo P, La Gatta B, Succi M, et al. Influence of starter cultures and KCl on some biochemical, microbiological and sensory features of soppressata molisana, an Italian fermented sausage. European Food Research and Technology. 2016;242(6):855-67.

49. Teleky B-E, Martău AG, Ranga F, Chețan F, Vodnar DC. Exploitation of Lactic Acid Bacteria and Baker's Yeast as Single or Multiple Starter Cultures of Wheat Flour Dough Enriched with Soy Flour. Biomolecules. 2020;10.(۵)

50. Antara NS, Sujaya IN, Yokota A, Asano K, Tomita F. Effects of indigenous starter cultures on the microbial and physicochemical characteristics of Urutan, a balinese fermented sausage. Journal of Bioscience and Bioengineering. 2004;98(2):92-8.

51. Ferreira AD, Viljoen BC. Yeasts as adjunct starters in matured Cheddar cheese. International Journal of Food Microbiology. 2003;86(1):131-40.

52. Rahman IEA, Dirar HA, Osman MA. Microbiological and biochemical changes and sensory evaluation of camel milk fermented by selected bacterial starter cultures. African Journal of Food Science. 2009;3(12):398-405.

53. Pourahmad R, Mazaheri Assadi M. Evaluation of acetaldehyde content in yogurts produced by native microbial strains. Journal Of Food Technology And Nutrition. 2010;7(2 (26)):2-9.

54. Narimani T, Tari Nejad AR, Hejazi MA. Isolation and biochemical and molecular identification of Lactobacillus bacteria with probiotic potential from traditional cow milk and yogurt of Khoi city. Food Science and Technology. 2015;12(48):115-28.

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

55. Isolation and characterization of lactic acid bacteria in traditional dairy products (Richal Masti). Iranian Journal of Biosystems Engineering. 2017;48(1):35-29.

56. Hemti Ardali Z, Hojjat al-Islami M, Saha S, Nejati N. Production of traditional Tofu dairy dessert (Shiraz) and evaluation of its microbial properties as a probiotic product. Journal of innovation in food science and technology. 2018;11 (4), 68-75. [Persian]

57. Tamime AY. Fermented milks: John Wiley & Sons; 2008.

58. Hill AR, Kethireddipalli P. Dairy products: cheese and yogurt. Biochemistry of foods: Elsevier; 2013. p. 319-62.

59. Bylund G. Dairy Processing Handbook, Tetra Pak Processing Systems AB, 1995. Table of Contents.

60. Kalantarmahdavi M, Khanzadi S, Salari A. Edible films incorporating with Lactobacillus plantarum based on sourdough, wheat flour, and gelatin: films characterization and cell viability during storage and simulated gastrointestinal condition. Starch-Stärke. 2021;73(9-10):2000268.

61. Cuevas-González P, González-Córdova A, Vallejo-Cordoba B, Aguilar-Toalá J, Hall F, Urbizo-Reyes U, et al. Protective role of lactic acid bacteria and yeasts as dietary carcinogen-binding agents–a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2022;62(1):160-80.

62. Zarzecka U, Chajęcka-Wierzchowska W, Zadernowska A. Microorganisms from starter and protective cultures-Occurrence of antibiotic resistance and conjugal transfer of tet genes in vitro and during food fermentation. LWT. 2022;153:112490.

63. Safdarianghomsheh R, Majdinasab M, Razmjooei M, Sazegari S, Eskandari MH. Antifungal activity of protective cultures against the yogurt drink-specific spoilage yeasts. Journal of Food Science. 2022;87(10):4674-87.

64. Tamang JP, Anupma A, Shangpliang HNJ. Ethno-microbiology of Tempe, an Indonesian fungal-fermented soybean food and Koji, a Japanese fungal starter culture. Current Opinion in Food Science. 2022:100912.

65. Aleksandra SN, Daniela B. Effect of swiss chard powder and starter culture on sensory properties of dry-cured pork loin. Knowledge–International Journal Vol 523. 2022.

66. Harel M, Tang Q. Protection and delivery of probiotics for use in foods. Microencapsulation in the food industry: Elsevier; 2023. p. 463-80.

67. Clarke C, Schober T, Arendt E. Effect of single strain and traditional mixed strain starter cultures on rheological properties of wheat dough and on bread quality. Cereal Chemistry. 2002;79(5):640-7.

68. Li Y, Cao Z, Yu Z, Zhu Y, Zhao K. Effect of inoculating mixed starter cultures of Lactobacillus and Staphylococcus on bacterial communities and volatile flavor in fermented sausages. Food Science and Human Wellness. 2023;12(1):200-11.

69. Dan T, Hu H, Li T, Dai A, He B, Wang Y. Screening of mixed-species starter cultures for increasing flavour during fermentation of milk. International Dairy Journal. 2022;135:105473.

70. Rocchetti G, Rebecchi A, Lopez CM, Dallolio M, Dallolio G, Trevisan M, et al. Impact of axenic and mixed starter cultures on metabolomic and sensory profiles of ripened Italian salami. Food Chemistry. 2023;402:134182.

.

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

Downloaded from journal.nums.ac.ir at 4:47 IRST on Friday February 2nd 2024

Journal of Neyshabur University of Medical Sciences

www.journalnums.ac.ir

Metamorphosis of Traditional and Modern Starters in the Dairy Industry

Ali Babapour Stalkhi[1], Amir Salari[1,*], Zeinab Rezaei[2]

1- Department of Food Hygiene and Aquaculture, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2- Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Review Article

Received: 11 Oct 2022
Accepted: 5 Jul 2023

***Corresponding Author:**
Amir Salari, Department of Food Hygiene and Aquaculture, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
TEL:
Email:
a-salari@um.ac.ir

A B S T R A C T

Introduction

The starters of dairy products play a crucial role in the texture of the products and their desired quality. These bacteria can be extracted from various native and traditional sources and can be obtained commercially and industrially with the advancement of science and technology. Considering that a large amount of financial turnover in the world is spent on trading commercial starter strains, knowing strong local resources for the extraction of starters can help greatly in reducing the costs of importing foreign and commercial strains. On the other hand, since commercial strains are genetically manipulated, they may not meet the level of quality desired by the consumer and become inactive over time due to excessive consumption. In addition, in recent decades, researchers and industries have moved toward the production and development of probiotic foods, which is a new paradigm in starter industries. Therefore, in this review, the importance and position of native starters in the dairy industry and their transformation over time have been investigated.

Keywords

Traditional starters, Metamorphosis, mixed Starter, Dairy, Industry

► ***Please cite this article as:*** Babapour Stalkhi A, Salari A, Rezaei Z. A Review: Metamorphosis of Traditional and Modern Starters in the Dairy Industry. J Neyshabur Univ Med Sci 2022;10(2)18-35.