دوازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran
senaconf.ir

فراورده‌های غذایی پروبیوتیک (غیر لبنی)

حسن حجامی بارکوسرائی[1]، کیمیا الماسی فر [1]، مجتبی محمدزاده وظیفه (نویسنده مسئول)[1]

[1]گروه زیست فناوری میکروبی، دانشکده علوم و فناوری نوین زیستی، دانشگاه غیر انتفاعی علم و فرهنگ، تهران. hasan.hajjami@gmail.com

چکیده

فلور روده ای انسان دارای باکتری های مختلفی است که برخی از آن ها به عنوان پروبیوتیک شناخته می شوند. این باکتری ها به هضم غذا کمک می کنند و مولکول ها و ترکیبات پیچیده ای مانند ویتامین‌ها و آنتی بیوتیک‌های مختلف تولید می کنند. تاثیرات مثبت پروبیوتیک ها روی سلامتی تنها زمانی می تواند به دست آید که غذا حاوی حداقل تعداد قابل قبول 10^6 CFU / ml سویه ی پروبیوتیک در زمان مصرف باشد. شناخته شده ترین میکروارگانیسم های پروبیوتیک شامل سویه هایی از جنس لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریوم هستند. پروبیوتیک ها عمدتا در محصولات لبنی استفاده می شوند زیرا این محصولات محیط رشد مناسبی را برای این دسته از باکتری ها فراهم می کنند. با این حال، محصولات لبنی پروبیوتیک برای برخی از گروه های مصرف کننده مناسب نیستند، زیرا ۶۵ درصد جمعیت جهان از عدم تحمل لاکتوز و سایر بیماری های ناشی از مصرف این محصولات رنج می برند. گسترش رژیم های غذایی مختلف، مانند گیاهخواری، منجر به تمایل بیشتر به غذاهای غیر لبنی مانند غلات تخمیر شده پروبیوتیک،محصولات جایگزین شیر غیر لبنی و آبمیوه و عصاره ی سبزیجات شده است. بنابراین، نیاز به فراهم کردن جایگزین‌هایی مانند مواد غیر لبنی به جای استفاده از محصولات لبنی تخمیر شده به عنوان حامل پروبیوتیک ها وجود دارد. بستر های مختلفی مانند غلات و آب میوه ها برای تامین این میکروارگانیسم های مفید استفاده می شوند. مشاهدات نشان می دهد که ترکیبات گیاهی، مانند کربوهیدرات های پیچیده، ممکن است به صورت هم افزایی با پروبیوتیک ها در فرمولاسیون های سلامت روده عمل کنند که این قضیه کمک زیادی به تولیدکنندگان محصولات پروبیوتیک غیر لبنی کرده است. همه ی دسته های غذایی مانند غلات، میوه ها، سبزیجات و گوشت موضوع تحقیق برای توسعه محصول جدید بوده است. هدف از این بررسی، بررسی اهمیت تولید غذاهای پروبیوتیک غیر لبنی و تنوع آن ها در بازار جهانی است.

واژه‌های کلیدی: پروبیوتیک، محصولات پروبیوتیک غیر لبنی، گیاهخواری، میکروبیوم روده

۱. مقدمه

در دستگاه گوارش انسان، حدود ۱۰۰ تریلیون میکروارگانیسم وجود دارد که برای هموستازی دستگاه گوارش ضروری هستند[1]. بیش از یک قرن است که از پروبیوتیک ها به عنوان یک روش درمانی استفاده می شود[2]. محصولات لبنی مانند ماست، شیر تخمیر شده و پنیر مهم ترین مواد غذایی در صنعت غذایی فعلی پروبیوتیک ها هستند. یک محصول پروبیوتیک باید دارای حداقل سطح 10^6 الی 10^9 CFU/ml از این باکتری ها باشد تا به عنوان یک محصول پروبیوتیک در نظر گرفته شود. افزایش آگاهی مصرف کنندگان در مورد اثرات غذا بر سلامتی منجر به رشد بازار غذاهای کاربردی شده است. این غذاها نه تنها حاوی مواد مغذی هستند، بلکه حاوی اجزای فعال بیولوژیکی هستند که می توانند سلامت را بهبود بخشند و با تأثیر مثبت بر بدن، خطر ابتلا به بیماری را کاهش دهند[3]. غذاهای کاربردی برای ارتقای سلامت به واسطه داشتن پروبیوتیک ها مناسب هستند، زیرا غذاهای تخمیر شده و به ویژه محصولات لبنی اثرات مثبتی بر سلامتی دارند[4]. پروبیوتیک ها همچنین از طریق مکانیسم هایی مانند تولید آنزیم ها، ترشح موسین و اثرات مستقیم بر سیستم ایمنی و سایر سلول های میزبان (مانند کاهش التهاب و القای فاگوسیتوز و پاسخ آنتی بادی) ایمنی میزبان را تقویت می کنند[5]. طیف وسیعی از جنس‌ها و گونه‌های میکروبی به عنوان پروبیوتیک‌های بالقوه در نظر گرفته می‌شوند، که استفاده از آنها که در بازار مواد غذایی رایج است. باکتری‌های اسید لاکتیک (LAB) و *بیفیدوباکتریوم* که فلور اصلی روده انسان هستند، پر کاربردترین پروبیوتیک ها در صنعت غذا هستند. باکتری های اسید لاکتیک به دلیل سابقه طولانی استفاده در لیست مواد GRAS (Generally Recognized as Safe) گنجانده شده اند. علاوه بر این، گونه‌های میکروبی دیگر متعلق به جنس‌های استرپتوکوک، انتروکوک و همچنین مخمرهای *ساکارومایسس سرویزیه* و *ساکارومایسس بولاردی* نیز به دلیل اثرات مثبت روی سلامت به عنوان پروبیوتیک پیشنهاد شده‌اند[6].

با افزایش گیاهخواری در کشورهای توسعه یافته، تقاضا برای محصولات پروبیوتیک گیاهی یا غیر لبنی نیز وجود دارد. محتوای بالای کلسترول محصولات حیوانی و وجود داشتن جمعیت قابل توجهی از افراد مبتلا به عدم تحمل لاکتوز نیز جستجو برای جایگزین های غیر لبنی را ضروری می کند[7].

۲. غذاهای تخمیری و فراسودمند

به طور کلی، پروبیوتیک ها به محصولات لبنی به ویژه ماست اضافه می شوند که در آن باعث تخمیر می شوند[8]. محصولات غذایی فراسودمند و پروبیوتیک موجود در ایران و جهان شامل لبنیات (ماست، دوغ، بستنی، کشک و پنیر)، نوشیدنی ها (نوشیدنی مالت، آب میوه و نوشیدنی های فرآورده های غلات) و محصولات دیگر مانند ماکارونی، نان، تنقلات و شکلات است[9]. تخمیر قدیمی‌ترین روش بیوتکنولوژیکی برای حفظ سبزیجات است و انواع مختلفی از محصولات تخمیری گیاهی مانند میسو، سس سویا، ترشی سبزیجات و کیمچی در جهان وجود دارد[10]. این روش باعث افزایش خاصیت ارگانولپتیک، در دسترس بودن مواد مغذی و مدت زمان نگهداری غذا می شود و در بسیاری از موارد به وجود میکروب های مفید در رژیم غذایی مصرف کننده کمک می کند[11].

اگرچه رایج‌ترین بسترهای غذایی برای باکتری‌های پروبیوتیک، محصولات لبنی تخمیری هستند و علی‌رغم مطلوبیت این منابع برای میکروارگانیسم‌ها، می‌توان غذاهای پروبیوتیکی را از مواد غذایی دیگر، از جمله محصولات تخمیر شده و غیر تخمیری، به‌دست آورد[12]. غنی سازی مواد غذایی با پروبیوتیک ها به عنوان یکی از روش های تولید محصولات تخمیری پیشنهاد شده است[13]. غذاهای تخمیر شده باکتری های مفیدی را برای دستگاه گوارش ما فراهم می کنند تا یکپارچگی و سلامت آن را حفظ کنند[14].

انواع نوشیدنی های گیاهی سنتی مصرف شده توسط افراد بومی می توانند به عنوان حامل های بالقوه باکتری های پروبیوتیک مورد استفاده قرار گیرند[15]. میکروارگانیسم های موجود در طی تخمیر سبزیجات بسیار متنوع هستند و ممکن است به طور قابل توجهی بر کیفیت و سلامت محصول نهایی تأثیر بگذارند[16]. دانه های غلات مانند سورگوم، ذرت و ارزن بسترهای رایج برای نوشیدنی های تخمیر شده با اسید لاکتیک هستند. در بیشتر این محصولات، تخمیر به صورت طبیعی است و بستر رشد مخلوطی از مخمرها، باکتری ها و قارچ ها می شود[17,18].

۳. تعاریف پروبیوتیک‌ها

پروبیوتیک‌ها مخلوطی از میکروارگانیسم‌های زنده هستند که برای بهبود تعادل میکروبی بیمار به ویژه در محیط گوارشی و واژن تجویز می شوند[19]. پروبیوتیک‌ها به میکروارگانیسم‌هایی اطلاق می‌شود که هنگام مصرف در میزبان زنده می‌مانند و تأثیر مثبتی بر سلامتی میزبان دارند، تعریفی عمومی برای پروبیوتیک ها می‌باشد[20].

براساس تعریف تعریف سازمان غذا و دارو (FAO) و سازمان بهداشت جهانی(WHO) برای پروبیوتیک‌ها، میکروارگانیسم‌هایی هستند که هنگام مصرف در مقادیر مشخص، سودمندی‌های بهداشتی برای میزبان ایجاد می‌کنند. با توجه به تعریف سازمان غذا و دارو (FAO) و سازمان بهداشت جهانی(WHO)، پروبیوتیک‌ها باید از گونه‌های میکروبی خاصی برخوردار باشند، مانند لاکتوباسیل و بیفیدوباکتریوم، و باید برای میزبان اثرات مفیدی داشته باشند[21].
انجمن بین‌المللی تحقیقات در زمینه پروبیوتیک‌ها (ISAPP)، پروبیوتیک‌ها را به عنوان میکروارگانیسم‌های زنده که هنگام مصرف در میزبان، بهره‌های بهداشتی میزان شناخته شده‌ای را ایجاد می‌کنند و بر خلاف ترکیبات غذایی معمول، در مقادیری که محیط گوارش را بهبود می‌بخشند، تأثیر مستقیم دارند[22].
این تعاریف به عنوان توصیفی از پروبیوتیک‌ها به کار می‌روند و ملاک‌هایی را برای تشخیص و تعریف پروبیوتیک‌ها ارائه می‌دهند.
پری بیوتیک‌ها سوبستراهایی هستند که به طور انتخابی توسط میکروارگانیسم‌هایی که به سلامت میزبان کمک می‌کنند، استفاده می شوند. بنابراین، برای طبقه‌بندی پری‌بیوتیک‌ها، سه معیار باید رعایت شود: مقاومت در برابر اسید معده و هیدرولیز توسط آنزیم‌های پستانداران، جذب توسط دستگاه گوارش، و توانایی متابولیزه شدن توسط میکروبیوتای روده[23]. این غذاها شامل الیگوساکاریدهای غیر قابل هضم، فیبرهای غذایی و پروتئین هایی هستند که هضم نشده به روده بزرگ می رسند، مانند: لاکتولوز، بتا گلوکان، نشاسته مقاوم و اینولین[24,25].

۴. تاریخچه پروبیوتیک‌ها

پروبیوتیک‌ها از زمانی که انسان شروع به مصرف غذاهای تخمیر شده کرد، مورد استفاده قرار گرفت. تاریخچه پروبیوتیک‌ها به سال ۱۹۰۸ برمی‌گردد، زمانی که زیست شناس روسی، الی متچنیکوف (۱۸۴۵-۱۹۱۶) پس از آگاهی از طول عمر و سلامت کشاورزان بلغاری در نتیجه ی مصرف فرآورده های شیر تخمیر شده، برای اولین بار از مفهوم پروبیوتیک‌ها به معنای طول عمر استفاده کرد. در سال ۱۹۷۴، پارکر بار دیگر از این اصطلاح به معنای گسترده تر برای اشاره به تعاملات میکروارگانیسم‌ها با میزبان حیوان یا انسان استفاده کرد و دستگاه گوارش به عنوان محل عمل این میکروارگانیسم‌ها شناخته شد[6]. در دهه ۱۹۸۰، تعریف رسمی پروبیوتیک توسط سازمان جهانی بهداشت (WHO) ارائه شد و پروبیوتیک‌ها به عنوان میکروارگانیسم‌های زنده شناخته شدند که هنگام مصرف بهره‌وری بهداشتی و سلامتی دارند. از آن زمان به بعد، تحقیقات بیشتری در زمینه پروبیوتیک‌ها صورت گرفته و نوع و کاربردهای آنها گسترش یافته است. امروزه، پروبیوتیک‌ها به عنوان یکی از مکمل‌های غذایی محبوب شناخته می‌شوند و در صنایع مختلف از جمله صنایع غذایی و دارویی استفاده می‌شوند[21].

۵. اثرات پروبیوتیک‌ها بر سلامت انسان

ژن های کدگذاری شده توسط میکروبیوتای روده ۱۵۰ برابر بزرگتر از ژنوم انسان هستند و این باکتری ها دارای یک مخزن آنزیمی بسیار غنی هستند. اکثر اعضای میکروبیوتای روده اثرات بی ضرر یا مفیدی بر میزبان دارند[26]. میکروبیوم روده در چندین عملکرد فیزیولوژیکی کلیدی که هموستازی متابولیک را حفظ می کند، درگیر است. به عنوان مثال، این جمعیت میکروبی، مواد مغذی را هضم می کنند، متابولیت ها را تولید می کنند و سیستم ایمنی را تقویت می کنند[27].
اختلال در سد اپیتلیال روده می تواند منجر به عواقب ویرانگری، به ویژه در نوزادان نارس شود. مطالعات in vitro و in vivo نشان می دهد که مکمل های پروبیوتیک به طور قابل توجهی مکان پروتئین های اتصال محکم اپیتلیالی را که داربست های میکروسکوپی سد روده را تشکیل می دهند، افزایش داده و تغییر دهند. هموستازی روده تا حد زیادی به یکپارچگی سد روده بستگی دارد. روده، یک مانع فیزیکی است که میزبان را از میکروب ها و ترکیبات مضر مجرای بدن جدا می کند[28].

۱.۵. اختلالات گوارشی

پروبیوتیک ها با بهبود عملکرد سد روده ای، کاهش دیسبیوزیس، افزایش پپسینوژن، کاهش استرس روانی، و بهبود علائم گوارشی مانند نفخ و اسهال، به درمان اختلال رفلاکس معده به مری کمک می کنند[29]. چندین گونه پروبیوتیک، به ویژه *لاکتوباسیلوس رامنوسوس*، از اسهال نوزادی ناشی از روتاویروس جلوگیری میکند یا علائم آن را کاهش می دهد. مطالعات بالینی نشان داده است که پروبیوتیک ها در حفظ بهبودی و پیشگیری Pouchitis، حفظ بهبودی کولیت اولسراتیو و در درمان بیماری کرون روده موثر هستند. مطالعات انجام شده بر روی اثرات باکتری های اسید لاکتیک بر یبوست و تحرک روده، کاهش شدت یبوست و بهبود دفعات دفع و قوام مدفوع را در افراد مبتلا به یبوست نشان می دهد[30]. درمان بیماری کبد چرب غیر الکلی (NAFLD) در حال حاضر شامل اصلاح سبک زندگی مانند رژیم غذایی کم چرب، کاهش وزن و ورزش است. میکروبیوتای روده که بخشی از مسیر روده-کبد را تشکیل می دهد، به عنوان یک راهکار بالقوه برای درمان NAFLD عمل می کند[31]. اخیراً، پروبیوتیک ها، عمدتاً *بیفیدوباکتریوم* و *لاکتوباسیلوس*، در چندین آزمایش بالینی به عنوان یک درمان کمکی برای رژیم غذایی بدون گلوتن در بیماران مبتلا به بیماری سلیاک استفاده شده است[32].

۲.۵. تولید ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی

ترکیبات آنتی اکسیدانی تولید شده توسط پروبیوتیک ها عبارتند از: سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون دیسموتاز، اسید آسکوربیک، ملاتونین و گلوتاتیون. این مولکول ها از بدن انسان در برابر سطوح بالای رادیکال های اکسیژن که به لیپیدها، پروتئین ها و DNA آسیب می زند، محافظت می کنند[33]. پروبیوتیک ها نیز به عنوان جایگزینی برای آنتی بیوتیک ها یا داروهای ضد التهابی توجه زیادی را به خود جلب کرده اند[34].

۳.۵. سرطان

چندین مطالعه اپیدمیولوژیک نشان می‌دهد که مصرف لبنیات تخمیر شده حاوی *لاکتوباسیلوس* یا *بیفیدوباکتریوم*، بروز سرطان کولورکتال را کاهش می‌دهد. با این حال، برخی شواهد غیرمستقیم نیز نشان می‌دهد که پروبیوتیک‌ها خطر ابتلا به سرطان روده بزرگ را کاهش می‌دهند. مطالعه‌ای که در ژاپن با ۱۸۰ نمونه و ۴۴۵ فرد کنترل انجام شد، نشان داد که مصرف منظم باکتری‌های اسید لاکتیک خطر ابتلا به سرطان مثانه را کاهش می دهد[35].

۶.غذاهای پروبیوتیک غیر لبنی

اخیراً، افزایش علاقه مصرف کنندگان به مواد غذایی فراسودمند غیر لبنی، چشم اندازهای جدیدی را برای تحقیق و توسعه پروبیوتیک‌های غیر لبنی باز کرده است[7]. پروبیوتیک‌ها منحصراً از شیر مادر یا محیط روده یا مدفوع افراد سالم به دست نمی‌آیند. فراتر از میکروبیوتای‌انسانی، سویه‌های پروبیوتیک، عمدتاً *لاکتوباسیلوس*، را می‌توان از برخی محصولات غذایی نیز جدا کرد، زیرا به طور طبیعی در غذاهای تخمیر شده وجود دارند[36]. مطالعات اخیر بر انتقال پروبیوتیک‌ها از طریق محصولات غیر لبنی مانند آب میوه‌ها و سبزیجات متمرکز شده است[37]. محصولات پروبیوتیک را می توان به سه دسته تقسیم کرد که به شرح زیر هستند:

۱. محصولات پروبیوتیک لبنی مانند ماست، پنیر، خامه ترش، کره، بستنی، نوشیدنی‌های حاوی آب پنیر و دسرهای لبنی.
۲. محصولات پروبیوتیک غیر لبنی مانند غلات، شیرینی ها، فرآورده های گوشتی و آب میوه‌ها.
۳. فرآورده‌های دارویی پروبیوتیک به صورت قرص و کپسول[38].

میوه ها و سبزیجات، غلات، سویا و گوشت، غذاهای غیر لبنی هستند که منابع غنی از پروتئین، مواد معدنی، ویتامین‌ها، فیبرهای غذایی، آنتی‌اکسیدان‌ها و سایر مواد فعال بیولوژیکی به شمار رفته و برای بقا و پایداری سویه‌های پروبیوتیک مورد مطالعه قرار گرفته‌اند[38]. موفقیت نوشیدنی‌های پروبیوتیک جدید به توانایی پروبیوتیک‌ها برای تولید تعداد کافی سلول زنده برای تغییر مفید میکروبیوتای روده میزبان بستگی دارد[39]. علاوه بر این، فیزیولوژی منحصر به فرد گیاهان و چربی گوشت نیز قادر به محافظت از باکتری‌های پروبیوتیک در برابر استرس‌های مختلف است[40]. ماتریس‌های گیاهی نیز ممکن است منبع مناسبی برای پروبیوتیک‌ها باشند. متأسفانه، تنها تعداد کمی از کشت‌های پروبیوتیک که با موفقیت در محصولات لبنی استفاده می شوند، زنده‌ماندن قابل قبولی را در ماتریس‌های گیاهی تا زمان مصرف نشان می‌دهند[41]. در حال حاضر، پروبیوتیک‌ها به طور کلی در گوشت، سبزیجات و محصولات لبنی یافت می‌شوند[42].

۷.چرا به پروبیوتیک های غیر لبنی نیاز داریم؟

انتخاب غذا می تواند راهی برای بیان ایده‌آل‌ها و هویت افراد باشد[43]. در سال‌های اخیر، مصرف‌کنندگان به آگاهی مناسبی از رابطه بین غذا و سلامت رسیده‌اند و این امر منجر به افزایش علاقه به غذاهای فراسودمند شده است[44].

بازار جهانی مواد غذایی پروبیوتیک به سرعت در حال رشد است و امروزه محصولات پروبیوتیک ۶۰ تا ۷۰ درصد از کل بازار غذاهای فراسودمند را تشکیل می‌دهند. بسترهای غیر لبنی (حبوبات، غلات، میوه‌ها و سبزیجات) حامل بالقوه پروبیوتیک‌ها، پری بیوتیک‌ها و ترکیبات زیست فعال هستند[45]. با افزایش گیاهخواری در کشورهای توسعه یافته، نیاز برای محصولات پروبیوتیک گیاهی افزایش یافته است[46]. گفته می‌شود که مهمترین دلایل تولید محصولات پروبیوتیک غیر لبنی گیاهخواری، میزان کلسترول شیر، عدم تحمل لاکتوز حاصل از مصرف محصولات لبنی و علاقه مصرف کنندگان به تنوع محصولات و جذابیت حسی آن‌ها می‌باشد[47].

طبق گزارش جامعه گیاه‌خواری (۲۰۲۰)، تقاضا برای غذای بدون گوشت در بریتانیا در سال ۲۰۱۷ تا ۹۸۷ درصد افزایش یافته است. در برزیل، ۳۰ میلیون نفر گوشت نمی‌خورند که ۱۴ درصد از کل جمعیت این کشور را تشکیل می‌دهد. با این حال، ۵۵ درصد از جمعیت برزیل مایل به خوردن محصولات گیاهی بیشتر نسبت به مواد غذایی دیگر هستند، ۴۹ درصد نیز معتقدند که این محصولات دارای کیفیتی مشابه محصولات حیوانی هستند و ۶۰ درصد محصولات گیاهی مصرف نمی‌کنند زیرا قیمت آنها بالاتر از محصولات حیوانی در نظر گرفته می‌شود[48].

توسعه محصولات غذایی پروبیوتیک غیر لبنی امکان پذیر است و امکان مصرف این میکروارگانیسم های مفید را توسط افرادی که علاقه ای به محصولات لبنی ندارند و یا افرادی که توانایی تحمل اجرای شیر را ندارند و به آن‌ها یا حساس هستند را می‌دهد[49].

۸.انتخاب سویه و توانایی زنده ماندن آن‌ها

سویه‌های پروبیوتیک را می توان از انسان، حیوانات، گیاهان و محیط جدا کرد. پروبیوتیک‌ها باید در سطوح مختلف فعالیت آب، pH، محتوای اکسیژن و دما در فرآیندهای مختلف تولید، زنده بمانند[50]. سویه‌های پروبیوتیک باید ویژگی‌ها و قابلیت زنده ماندن خود را در طول فرآیندهای تولید و ذخیره‌سازی در محیطهای مختلف حفظ کنند. بقا در طول تولید، فرآیند ذخیره‌سازی و عبور از دستگاه گوارش و پتانسیل ایجاد اثرات سلامتی بر مصرف‌کننده از جمله معیارهای اصلی برای انتخاب سویه‌های پروبیوتیک است. تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک به محصولات غیر لبنی به دلیل در دسترس بودن سویه‌های پروبیوتیک محدود، به ویژه برای تولیدکنندگان کوچک، با چالش های متعددی روبه‌رو است[51]. بنابراین، تقاضای زیادی برای انتخاب سویه‌های باکتریایی جدید با خواص عملکردی متفاوت برای تولید تجاری غذاهای پروبیوتیک جدید و بهبود کیفیت غذاهای تخمیر شده سنتی وجود دارد[6]. بنیان‌های موجود در جو با ترکیبات مختلف مونوساکاریدی و دی‌ساکاریدی می‌توانند برای حمایت از رشد باکتری‌های روده انسان و همچنین حفظ زنده ماندن سلولی بالا در طول دوره‌ی نگه‌داری آن‌ها در سردخانه‌ها استفاده شوند[52].

از آنجایی که ریزپوشانی منجر به تأثیر محدودی بر بقای پروبیوتیک‌ها می‌شود، یک رویکرد جامع شامل فناوری‌های نوظهور پردازش مواد غذایی مورد نیاز است[52]. بهبود و حفظ بقای پروبیوتیک‌ها در طول پردازش و ذخیره‌سازی، با دانش اخیر در مورد ژنوتیپ‌ها و ویژگی های بیان شده پروبیوتیک‌ها و همچنین فناوری‌های جدید پردازش و بسته‌بندی مانند استفاده از فشار بالا، میدان الکتریکی پالسی و بسته بندی فعال و هوشمند ممکن است، در افزایش بقای پروبیوتیک‌ها در غذاها مفید باشند[53]. ریزپوشانی پروبیوتیک‌ها با پلی‌ساکاریدهای مختلف ثابت کرده است که این روش می‌تواند یک روش ایده‌آل برای محافظت از این باکتری ها در برابر عوامل مضر در طول تهیه، تولید و ذخیره‌سازی و همچنین مقاومت در دستگاه گوارش باشد[54]. ریزپوشانی با کیتوزان و گلوکان می‌تواند برای مولکول‌های فعال زیستی و پروبیوتیک‌ها، به عنوان یک ماده پاسخ‌گو و مناسب برای انتشار هدفمند در روده عمل کند[55]. با ریزپوشانی باکتری‌های پروبیوتیک و افزایش مقدار اینولین، زنده ماندن باکتری‌های پروبیوتیک به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. گزارش‌ها حاکی از افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر به عنوان یک نگهدارنده در تهیه لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس ۹۲M برای استفاده به عنوان یک پروبیوتیک است[56].

چالش اصلی در مصرف محصولات حاوی باکتری‌های پروبیوتیک، انتقال سریع از روده به مدفوع است[57]. این چالش را می‌توان با استفاده از برخی نانومواد، مانند نانوذرات کیتوزان یا پوشش‌های نانو، که گزارش شده است می‌توانند چسبندگی مخاط را به دیواره روده افزایش دهند، حل کرد[58].

انتخاب یک ترکیب از سویه‌های باکتری پروبیوتیک به گونه‌ای که تولید اسید را کاهش دهد باعث بهبود بقای باکتری‌ها می‌شود[59]. همچنین استفاده از فناوری‌هایی مانند خشک کردن، ریزپوشانی و افزودن پری‌بیوتیک‌ها احتمال زنده ماندن باکتری‌ها را افزایش می‌دهد[60].

۹.نمونه هایی از پروبیوتیک های غیر لبنی

۹.۱.غلات

غلاتی مانند گندم، ذرت و جو منابع غنی از فیبرهای غذایی هستند که برخی از آن‌ها می توانند اثرات فیزیولوژیکی مفیدی بر روده داشته باشند و می‌توانند به عنوان پری‌بیوتیک‌هایی که کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم خاصی را فراهم می‌کنند، استفاده و همچنین به عنوان مواد محصورکننده برای بهبود زنده‌ماندن و پایداری پروبیوتیک‌ها استفاده شوند. تخمیر غلات با باکتری‌های اسید لاکتیک می‌تواند خواص سلامتی محصولات نهایی مانند نوشیدنی‌ها، نان، بیسکویت‌ها و غلات صبحانه را بهبود بخشد. محصولات حاصل از تخمیر اسید لاکتیک غلات و مشتقات آن‌ها بی‌خطر بوده و همچنین باعث بهبود ارزش غذایی غلات شده، طعم آن‌ها را بهبود بخشیده و یا تغییر می‌دهند. این نوع فرآوری که در آسیا و آفریقا بسیار رایج است، در تولید نوشیدنی، غلات، پنکیک و فرنی از برنج تخمیر شده، سورگوم، ذرت، ارزن و کاساوا استفاده می‌شود[40,61].

۹.۲.آب میوه‌ها

بسیاری از محققین مناسب بودن آب میوه‌های مختلف را به عنوان بسترهای بالقوه برای تهیه پروبیوتیک‌ها مورد بررسی قرار داده‌اند، زیرا این میوه‌ها به دلیل ارزش غذایی بالا، مواد غذایی مهمی هستند و همچنین نقش اساسی در سلامت انسان دارند. بنابراین، چندین محصول از میوه‌هایی مثل آناناس، انبه، پرتقال، توت، موز، هندوانه و گیلاس و نوشیدنی‌های پروبیوتیک بر پایه آب گوجه فرنگی و سبزیجات مخلوط، آب هویج، گیلاس، سیب، انار، هلو، انگور قرمز و مخلوط نوشیدنی‌های پروبیوتیک تخمیر شده بر پایه سیب، هویج، آب چغندر قرمز و آب هویج و کدو تنبل تولید شده است[62,63]. مهمترین مزایای نوشیدنی‌های غیر لبنی به ویژه آب میوه‌ها ارزش‌غذایی، طعم، کیفیت و تازگی آن‌هاست[64]. بیشتر پروبیوتیک‌های غیر لبنی موجود در بازار از آب میوه تهیه می‌شود. آب میوه‌ها سرشار از قند هستند که برای تکثیر سلول‌های پروبیوتیک ضروری است[65].

۹.۳.میوه‌ها و سبزیجات

سبزیجات تازه، منبع بالقوه باکتری‌های اسید لاکتیک هستند. استفاده از سبزیجات به عنوان حامل پروبیوتیک‌ها در حال افزایش است، زیرا این مواد سرشار از کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی هستند[66]. علاوه بر این، ساختار فیزیکی آن‌ها یک محیط محافظتی برای پروبیوتیک‌ها نیز فراهم می‌کند. میوه‌ها دارای ویژگی‌های فیزیکی منحصر به فردی مانند روزنه و ناهمواری در سطح بیرونی هستند که به عنوان یک محیط محافظ طبیعی برای سلول‌های پروبیوتیک در نظر گرفته می‌شوند و همچنین قرار گرفتن پروبیوتیک‌ها را در شرایط پیچیده دستگاه گوارش کاهش می‌دهد. سبزیجات تخمیر شده یا فرآوری شده جایگزین‌هایی برای توسعه بسیاری از محصولات گیاهی سنتی هستند که به عنوان حامل‌های پروبیوتیک در نظر گرفته می‌شوند[36,62].

۹.۴.شکلات

شکلات به عنوان یکی از محصولات خوراکی لذیذ یکی از پرطرفدارترین خوراکی‌هایی است که با ایجاد تنوع در وعده صبحانه می‌تواند میل افراد را به خوردن صبحانه افزایش داده و در نتیجه از خستگی و بی‌حالی آن‌ها در طول روز بکاهد. تولید شکلات پروبیوتیک با افزودن 10^8 از باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم در هر گرم به شکلات صبحانه امکان پذیر است[67]. مطالعات نشان می‌دهد که شکلات می‌تواند به عنوان یک نامزد مناسب برای تولید خوراکی‌های فراسودمند عمل کند[68]. گزارش شده است که لاکتوباسیلوس کازئی و لاکتوباسیلوس پاراکازی خشک شده در شکلات تلخ می‌توانند در طول ۱۲ ماه نگه‌داری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد یا ۱۸ درجه سانتی‌گراد زنده بمانند[69].

۹.۵.گوشت

تخمیر محصولات گوشتی می‌تواند منجر به تولید موادی مانند اسید لاکتیک، اسید استیک، الکل‌ها، آلدئیدها، کتون‌ها و باکتریوسین‌ها شود که بر کیفیت، طعم، ایمنی و ماندگاری محصول تأثیر می گذارند. در تولید محصولات گوشتی تخمیر شده خشک، روش پروتئولیز، می‌تواند رنگ، طعم و عطر محصول نهایی را افزایش دهد زیرا ساختار ماهیچه‌ای گوشت شکسته شده و پروتئین‌ها به پپتیدهای کوچک و اسیدهای آمینه آزاد تجزیه می‌شوند. علاوه بر این، برخی از گونه‌های بیفیدوباکتریوم و لاکتوباسیلوس، اجزای ارتقا دهنده سلامتی مانند اسید لینولئیک مزدوج را تولید کرده و خواص عملکردی غذا را افزایش می‌دهند. ثابت شده است که استفاده از محصولات گوشتی روشی مناسب برای انتقال باکتری‌های پروبیوتیک است[40]. سوسیس‌های تخمیری (سوسیس‌های خشک) محصولات گوشتی فراسودمند و امیدوار کننده‌ای در استفاده از باکتری‌های پروبیوتیک هستند. افزودن باکتری‌های پروبیوتیک به محصولات گوشتی به دلیل پیچیدگی گوشت و حساسیت پروبیوتیکی به شرایط فرآوری و مواد افزودنی دشوارتر است[70]. رایج‌ترین گونه‌های میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک مورد استفاده در محصولات گوشتی تخمیر شده عبارتند از: لاکتوباسیلوس کازئی، لاکتوباسیلوس پاراکازی، لاکتوباسیلوس پلانتاروم، لاکتوباسیلوس رامنوسوس، لاکتوباسیلوس ساکی، پدیوکوکوس اسیدیلاکتیکی و پدیوکوکوس پنتوسوس[71].

۱۰.پروبیوتیک های همزیست با گیاهان

پروبیوتیک همزیست ریشه گیاهان یک گروه از میکروارگانیسم‌ها هستند که در ریشه گیاهان زندگی می‌کنند و با گیاهان رابطه همزیستی برقرار می‌کنند. این میکروارگانیسم‌ها ارتباط نزدیکی با ریشه گیاهان دارند و از آنها منابع تغذیه می‌گیرند. در عوض، آنها به گیاهان مواد مغذی خاصی ارائه می‌دهند و در فرآیندهای زیستی مهمی در رشد و توسعه گیاهان نقش دارند[72].

پروبیوتیک همزیست ریشه گیاهان می‌توانند بهبود کیفیت خاک را تسهیل کنند. آنها می‌توانند نیتروژن و فسفر قابل استفاده را برای گیاهان قابل دسترس قرار دهند و عناصر غذایی را متابولیزه کنند که در نتیجه رشد و توسعه صحیح گیاهان را ترویج می‌دهند. همچنین، این پروبیوتیک‌ها می‌توانند به عنوان حفاظتی علیه بیماری‌های گیاهی عمل کنند، زیرا با فراهم کردن یک لایه محافظ در ریشه گیاهان، عوامل بیماری زایی را کاهش می‌دهند و سیستم ایمنی گیاه را تقویت می‌کنند[73].

به طور کلی، پروبیوتیک همزیست ریشه گیاهان می‌توانند بهبود کیفیت خاک، افزایش عملکرد گیاهان و کاهش استفاده از مواد شیمیایی در کشاورزی را تسهیل کنند. این روش بیولوژیکی و پایدارتر نسبت به روش‌های سنتی است و می‌تواند به حفظ تنوع زیستی و حمایت از محیط زیست کمک کند[74,75].

۱۱.نتیجه‌گیری

سویه‌های پروبیوتیک تجاری بسیاری در بازار وجود دارد، اما همچنان تقاضا برای سویه‌های پروبیوتیک جدید با خواص بهتر نسبت به نمونه‌های موجود وجود دارد. در حال حاضر تولید لبنیات و محصولات غیرلبنی فراسودمند حاوی باکتری‌های پروبیوتیک با چالش‌های صنعتی و تجاری بسیاری مواجه است با این حال بسیاری از این محصولات در بازارهای جهانی وجود دارند. توسعه غذاهای جدید پروبیوتیک عمدتاً بر روی محصولات لبنی متمرکز شده است، اما امروزه توسعه میوه‌ها و سبزیجات پروبیوتیک، توجه مصرف‌کنندگان این نوع محصولات را نیز به خود جلب کرده است. محصولات جدید در بازارهای جهانی مانند دسرهای شیری، شیرخشک مخصوص نوزادان، بستنی، کره، سس مایونز، انواع پنیرها و محصولاتی به صورت کپسول یا پودر که در نوشیدنی های سرد حل می‌شوند نیز موجود است. مصرف محصولات پروبیوتیک به دلیل رشد گیاهخواری، افزایش تعداد افراد مبتلا به عدم تحمل لاکتوز و مصرف کنندگان با رژیم‌های غذایی بدون کلسترول محدود شده است. بنابراین، توسعه محصولات پروبیوتیک غیرلبنی، از جمله بسترهای غذایی حاوی میوه‌ها، سبزیجات و غلات، آینده‌ای امیدوار را در پیش روی خود دارد.

منابع

[1] Sivamaruthi BS, Kesika , Chaiyasut. The role of probiotics in colorectal cancer management. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2020.

[2] Hamidi Hesari M, Bani torfi M. -Probiotics and therapeutic applications-. 3 2019; 10 (42) :61-66

[3] Singh , Kallali , Kumar , Thaker. Probiotics: A review. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 2011; 1(2): S287-S290.

[4] Camilleri M. Human intestinal barrier: effects of stressors, diet, prebiotics, and probiotics. Clinical and translational gastroenterology. 2021 Jan;12(1).

[5] Shahrampour, Dina, Khamari, Morteza. Films and coatings containing probiotic microorganisms: a new approach to produce probiotic products. *New technologies in the food industry* , 2019; 8(2): 173-197.

[6] Kumar BV, Vijayendra SVN, Reddy OVS. Trends in dairy and non-dairy probiotic products-a review. Journal of food science and technology. 2015;: 6112-6124.

[7] Rasika DM, Vidanarachchi JK, Luiz SF, Azeredo DR, Cruz AG, Ranadheera CS. Probiotic delivery through non-dairy plant-based food matrices. Agriculture. 2021 Jun 28;11(7):599.

[8] Tajabadi Ebrahimi M, Jafarvand E. Probiotics industry: review of current challenges and the future roadmap. Payesh (Health Monitor). 2021 Jun 15;20(3):263-73.

[9] Perpetuini , Prete , Garcia-Gonzalez , Khairul Alam , Corsetti. Table olives more than a fermented food. Foods. 2020;: 178.

[10] Ilango S, Antony U. Probiotic microorganisms from non-dairy traditional fermented foods. Trends in Food Science & Technology. 2021 Dec 1;118:617-38.

[11] Rivera-Espinoza Y, Gallardo-Navarro Y. Non-dairy probiotic products. Food microbiology. 2010 Feb 1;27(1):1-1.

[12] Corbo MR, Bevilacqua , Petruzzi , Casanova FP, Sinigaglia. Functional beverages: the emerging side of functional foods: commercial trends, research, and health implications. Comprehensive reviews in food science and food safety. 2014; 13(6): 1192-1206.

[13] Al-Shawi SG, Swadi WA, Hussein AA. Production of probiotic (Turshi) pickled vegetables. J Pure Appl Microbiol. 2019 Dec 1;13(4):2287-93.

[14] Enujiugha VN, Badejo AA. Probiotic potentials of cereal-based beverages. Critical reviews in food science and nutrition. 2017 Mar 4;57(4):790-804.

[15] Bautista-Gallego J, Medina E, Sánchez García B, Benítez-Cabello A, Arroyo López FN. Role of lactic acid bacteria in fermented vegetables.

[16] Mobahi N. Study of survival of probiotic strains of Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium and Streptococcus thermophilus and their effect on sensory properties of probiotic dark chocolate during storage at room temperature and refrigerated for 180 days. FSCT 2022; 18 (121) :185-201

[17] Tamime , Saarela , Wszolek , Ghoddousi , Linares , Shah. Production and maintaining viability of probiotic micro-organisms in dairy products. Probiotic dairy products. 2017;: 67-164.

[18] Elmer GW. Probiotics:"living drugs". American Journal of health-system pharmacy. 2001 Jun 15;58(12):1101-9.

[19] Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., ... & Sanders, M. E. (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 11(8), 506-514.

[20] FAO/WHO. (2002). Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food, 1-11.

[21] Sanders, M. E., Akkermans, L. M. A., Haller, D., Hammerman, C., Heimbach, J., Hörmannsperger, G., ... & Lenoir-Wijnkoop, I. (2010). Safety assessment of probiotics for human use. Gut Microbes, 1(3), 164-185.

[22] Rezende ES, Lima GC, Naves MM. Dietary fibers as beneficial microbiota modulators: A proposed classification by prebiotic categories. Nutrition. 2021 Sep 1;89:111217.

[23] Rezende ESV, Lima GC, Lima MdS, Coelho ASG, Naves MMV. Prebiotic potential of isolated commercial dietary fibres compared to orange albedo in Lactobacillus and Bifidobacterium species. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre. 2022;: 100316.

[24] Kaur N, Gupta AK. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. Journal of biosciences. 2002 Dec;27:703-14.

[25] Zhao Y, Zeng Y, Zeng D, Wang H, Zhou M, Sun N, Xin J, Khalique A, Rajput DS, Pan K, Shu G. Probiotics and MicroRNA: their roles in the host–microbe interactions. Frontiers in Microbiology. 2021 Jan 14;11:604462.

[26] Aron-Wisnewsky J, Warmbrunn MV, Nieuwdorp M, Clément K. Metabolism and metabolic disorders and the microbiome: the intestinal microbiota associated with obesity, lipid metabolism, and metabolic health—pathophysiology and therapeutic strategies. Gastroenterology. 2021 Jan 1;160(2):573-99.

[27] Rose EC, Odle J, Blikslager AT, Ziegler AL. Probiotics, prebiotics and epithelial tight junctions: a promising approach to modulate intestinal barrier function. International Journal of Molecular Sciences. 2021 Jun 23;22(13):6729.

[28] Barnett AM, Roy NC, Cookson AL, McNabb WC. Metabolism of caprine milk carbohydrates by probiotic bacteria and Caco-2: HT29–MTX epithelial co-cultures and their impact on intestinal barrier integrity. Nutrients. 2018; 10(7): 949.

[29] Safdari M, Razi A, Safarirad M, Pournaghi SJ, Shekari S, Alesheikh P, Rameshrad M. An Overview of Probiotics for Prevention and Treatment.

[30] Namazi N, Sajjadi Hazaveh Z, Akhtari E, Ayati MH, Larijani B. The role of probiotics on controlling diabetes mellitus: An umbrella review. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2021 Jan 10;30(193):47-58.

[31] Vasudha S, Mishra HN. Non dairy probiotic beverages. International Food Research Journal. 2013;20(1):7.

[32] Kandylis , Pissaridi , Bekatorou , Kanellaki , Koutinas AA. Dairy and non-dairy probiotic beverages. Current Opinion in Food Science. 2016;: 58-63.

[33] Jedwab CF, Roston BC, Toge AB, Echeverria IF, Tavares GO, Alvares MA, Rullo VE, Oliveira MR. The role of probiotics in the immune response and intestinal microbiota of children with celiac disease: a systematic review. Revista Paulista de Pediatria. 2021 Sep 1;40.

[34] de Melo Pereira GV, de Oliveira Coelho B, Júnior AI, Thomaz-Soccol V, Soccol CR. How to select a probiotic? A review and update of methods and criteria. Biotechnology advances. 2018 Dec 1;36(8):2060-76.

[35] Oelschlaeger TA. Mechanisms of probiotic actions–a review. International journal of medical microbiology. 2010 Jan 1;300(1):57-62.

[36] Vinderola G, Burns P, Reinheimer J. Probiotics in nondairy products. InVegetarian and plant-based diets in health and disease prevention 2017 Jan 1 (pp. 809-835). Academic Press.

[37] Aspri , Papademas , Tsaltas. Review on non-dairy probiotics and their use in non-dairy based products. Fermentation. 2020; 6(1): 30.

[38] Hashemiravan M, Soofyani ZY, Pourahmad R. Chemical Changes in the Quality of Beverage Based on Probiotic Fermented Mixture of Malt Extract and Red Fruit Juices. International Journal of Review in Life Sciences. 2015 Apr 30;5(2):51-7.

[39] Shori AB. Influence of food matrix on the viability of probiotic bacteria: A review based on dairy and non-dairy beverages. Food bioscience. 2016 Mar 1;13:1-8.

[40] Min M, Bunt CR, Mason SL, Hussain MA. Non-dairy probiotic food products: An emerging group of functional foods. Critical reviews in food science and nutrition. 2019 Sep 8;59(16):2626-41.

[41] Küçükgöz , Trząskowska. Nondairy probiotic products: Functional foods that require more attention. Nutrients. 2022; 14(4): 753.

[42] Shariati Nia Sajdeh, Hamidi Javad, Haqit Setareh. Isolation and identification of native lactic acid bacteria producing antimicrobial compounds from dairy products of Kermanshah, Iran. Innovation in food science and technology (food science and technology) [Internet]. 1400;13(2):65-73. Available from: https://sid.ir/paper/1067408/fa

[43] Nezlek JB, Forestell CA. Vegetarianism as a social identity. Current Opinion in Food Science. 2020 Jun 1;33:45-51.

[44] Plante CN, Rosenfeld DL, Plante , Reysen. The role of social identity motivation in dietary attitudes and behaviors among vegetarians. Appetite. 2019;: 104307.

[45] Küçükgöz K, Trząskowska M. Nondairy probiotic products: Functional foods that require more attention. Nutrients. 2022 Feb 10;14(4):753.

[46] Shendge SN, Patharkar SR. Standardize the processing technology for preparation of cereal milk fortification with garden cress (Lepidium sativum) seed and pumpkin (Cucurbita) seed powder. Pharma Innovation. 2020;9(1):423-6.

[47] Mounika , Saipranavi , Swamy , Prasad JS. Production of Fruit Powders and Formulation of Instant Probiotic Fruit Powders Mix. Biological Forum. 2021.

[48] Pimentel TC, Da Costa WK, Barão CE, Rosset M, Magnani M. Vegan probiotic products: A modern tendency or the newest challenge in functional foods. Food Research International. 2021 Feb 1;140:110033.

[49] Aspri M, Papademas P, Tsaltas D. Review on non-dairy probiotics and their use in non-dairy based products. Fermentation. 2020 Feb 26;6(1):30.

[50] Kumar BV, Vijayendra SVN, Reddy OVS. Trends in dairy and non-dairy probiotic products-a review. Journal of food science and technology. 2015;: 6112-6124.

[51] Forssten SD, Sindelar CW, Ouwehand AC. Probiotics from an industrial perspective. Anaerobe. 2011 Dec 1;17(6):410-3.

[52] Liu C, Xue WJ, Ding H, An C, Ma SJ, Liu Y. Probiotic potential of Lactobacillus strains isolated from fermented vegetables in shaanxi, China. Frontiers in Microbiology. 2022 Feb 1;12:774903.

[53] Mårtensson O, Öste R, Holst O. The effect of yoghurt culture on the survival of probiotic bacteria in oat-based, non-dairy products. Food research international. 2002 Jan 1;35(8):775-84.

[54] Tripathi MK, Giri SK. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. Journal of functional foods. 2014 Jul 1;9:225-41.

[55] Champagne CP, da Cruz AG, Daga. Strategies to improve the functionality of probiotics in supplements and foods. Current Opinion in Food Science. 2018;: 160-166.

[56] Călinoiu LF, Ştefănescu BE, Pop ID, Muntean L, Vodnar DC. Chitosan coating applications in probiotic microencapsulation. Coatings. 2019 Mar 16;9(3):194.

[57] da Silva TM, Piazentin AC, Mendonça CM, Converti A, Bogsan CS, Mora D, de Souza Oliveira RP. Buffalo milk increases viability and resistance of probiotic bacteria in dairy beverages under in vitro simulated gastrointestinal conditions. Journal of dairy science. 2020 Sep 1;103(9):7890-7.

[58] Kos BS, Šušković J, Goreta J, Matošić S. Effect of protectors on the viability of Lactobacillus acidophilus M92 in simulated gastrointestinal conditions. Food Technology and Biotechnology. 2000;38(2):121-7.

[59] Razavi S, Janfaza S, Tasnim N, Gibson DL, Hoorfar M. Nanomaterial-based encapsulation for controlled gastrointestinal delivery of viable probiotic bacteria. Nanoscale Advances. 2021;3(10):2699-709.

[60] Razavi , Janfaza , Tasnim , Gibson DL, Hoorfar. Microencapsulating polymers for probiotics delivery systems: Preparation, characterization, and applications. Food Hydrocolloids. 2021;: 106882.

[61] Tomasik P, Tomasik P. Probiotics, non-dairy prebiotics and postbiotics in nutrition. Applied Sciences. 2020 Feb 21;10(4):1470.

[62] Lillo-Pérez S, Guerra-Valle M, Orellana-Palma P, Petzold G. Probiotics in fruit and vegetable matrices: Opportunities for nondairy consumers. Lwt. 2021 Nov 1;151:112106.

[63] Farazandehnia. The evaluation of antimicrobial effect of fermented Probiotic milk produced lactobacillus casei ، Lactobacillus plantarum, Bifidobacterium and Bifidobacterium angultum. Iran J Med Microbiol. 2016;: 31-8.

[64] Natt SK, Katyal P. Current trends in non-dairy probiotics and their acceptance among consumers: A Review. Agricultural Reviews. 2022;43(4):450-6.

[65] Kumar S, Rattu G, Mitharwal S, Chandra A, Kumar S, Kaushik A, Mishra V, Nema PK. Trends in non-dairy-based probiotic food products: advances and challenges. Journal of Food Processing and Preservation. 2022 Sep;46(9):e16578.

[66] Junnarkar M, Pawar S, Gaikwad S, Mandal A, Jass J, Nawani N. Probiotic potential of lactic acid bacteria from fresh vegetables: Application in food preservation. Indian Journal of Experimental Biology. 2019;57:825-38.

[67] Patel AR. Probiotic fruit and vegetable juices-recent advances and future perspective. International Food Research Journal. 2017; 24(5): 1850-1857.

[68] Kemsawasd V, Chaikham P, Rattanasena P. Survival of immobilized probiotics in chocolate during storage and with an in vitro gastrointestinal model. Food Bioscience. 2016 Dec 1;16:37-43.

[69] Tanika , Upma , Brajeshwar , Julie D. Probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from different sources of food and milk products. Indian Journal of Agricultural Biochemistry. 2022;: 71-78.

[70] Arihara, K.; Ohata, M. Functional meat products. In Functional Foods; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2011; pp. 512–533

[71] Succi , Tremonte , Pannella , Tipaldi , Cozzolino , Coppola , et al. Survival of commercial probiotic strains in dark chocolate with high cocoa and phenols content during the storage and in a static in vitro digestion model. Journal of Functional Foods. 2017;: 60-67.

[72] Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and soil, 255(2), 571-586.

[73] Bhattacharyya, P. N., & Jha, D. K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 28(4), 1327-1350.

[74] Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clément, C., & Barka, E. A. (2005). Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. Applied and environmental microbiology, 71(9), 4951-4959.

[75] Lugtenberg, B., & Kamilova, F. (2009). Plant-growth-promoting rhizobacteria. Annual Review of Microbiology, 63, 541-556.