

نوشیدنی های گیاهی و محصولات پروبیوتیک حاصل از تخمیر آنها

نوشیدنی های گیاهی و محصولات پروبیوتیک

هادی کوهساری^{*}

۱. گروه میکروبیولوژی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران

^{*}نویسنده مسئول مکاتبات: hadikoohsari@iau.ac.ir

(دریافت مقاله: // پذیرش نهایی: //)

چکیده

محصولات لبنی یکی از چهار گروه غذایی ضروری هستند با این حال، با افزایش روزافزون عدم تحمل لاکتوز، آلرژی به کازئین، سبک زندگی جدید مانند گیاهخواری در کنار نگرانی های زیست محیطی، باید به فکر جایگزینی برای محصولات شیر سنتی بود. محصولات با منشأ گیاهی به عنوان یک غذای سالم می توانند کاندیدای مناسبی باشند. نوشیدنی گیاهی، مایع آبی است که عمدتاً از منابع مختلفی گیاهی مانند غلات، حبوبات، مغزها، دانه ها و شبه غلات تولید می شود و جایگزین شیر حیوانات می شود. شرایط فرآوری بهینه برای هر ماده خام جهت تهیه نوشیدنی گیاهی یا استفاده از فناوری های جدید به منظور بهبود کیفیت محصولات باید مورد تحقیق قرار گیرد. نوشیدنی گیاهی تخمیر شده نتیجه فعالیت شدید باکتریایی کشت های آغازگر است که منجر به تولید اسید لاکتیک و ترکیبات فعال بیولوژیکی می شود که ارزش غذایی و فیزیولوژیکی را افزایش می دهد. علاوه بر دستیابی به ویژگی های حسی مطلوب، اطمینان از میزان بقای کافی از باکتری های پروبیوتیک، که مسئول ایجاد اثرات سلامتی هستند، از چالش های اساسی در تولید نوشیدنی های گیاهی تخمیر شده است. استفاده از استارترهایی که هم قادر به بهبود کیفیت (با ایجاد طعم های مطلوب و بافت های بهینه) و هم ایجاد مزایای سلامتی برای مصرف کنندگان (یعنی پروبیوتیک ها) هستند، اهمیت فراوانی دارد. رشد و زنده ماندن پروبیوتیک ها در نوشیدنی های گیاهی به عوامل متعددی مانند ترکیب ماده اولیه، فرآیند تخمیر، نوع پروبیوتیک ها، زمان و دمای نگهداری، اسیدیته و بسته بندی بستگی دارد. هدف از این مطالعه برجسته کردن مزایای اصلی تغذیه ای نوشیدنی های گیاهی، تخمیر شده یا غیر تخمیر شده و فرآیندهای مربوط به تولید آنها است.

واژه های کلیدی: نوشیدنی های گیاهی، پروبیوتیک ها، تخمیر، زنده ماندن باکتری های اسید لاکتیک

مقدمه

شیر و فرآورده‌های آن در هرم غذایی در رتبه چهارم قرار دارند. اثرات مفید مصرف این محصولات بر سلامتی در بسیاری از مطالعات نشان داده شده است (Shori and Al zahrani, 2022). بی‌شک ارزش غذایی آن‌هاست که جایگاهی را در میان مواد غذایی ضروری برای سلامت انسان به ارمغان آورده است. جدا از محتوای بالای درشت مغذی‌ها مانند پروتئین‌ها (۳/۲۵ گرم در ۱۰۰ گرم)، کربوهیدرات‌ها (۴/۸۵ گرم در ۱۰۰ گرم)، و چربی‌ها (۳/۶۳ گرم در ۱۰۰ گرم)، و همچنین ریزمغذی‌هایی مانند ویتامین‌ها (ویتامین‌ها A، B و D) و مواد معدنی (کلسیم، فسفر)، شیر یک غذای چندجانبه مفید است. در واقع، پروتئین‌های شیر به حفظ تعادل توده بدون چربی، توده استخوانی و آب کمک می‌کنند (Wu *et al.*, 2021; Jemaa *et al.*, 2016). علاوه بر این، شیر با کاهش خطر ابتلا به فشارخون شریانی، اثر محافظتی بر روی سیستم قلبی عروقی دارد و همچنین اثر محافظتی در برابر سندرم متابولیک، چاقی دوران کودکی، دیابت نوع ۲، برخی سرطان‌ها، اختلالات سیستم عصبی و اختلالات سیستم ایمنی یا گوارشی دارد (Thorning *et al.*, 2016).

باوجود تمام مزایای ذکرشده، از چندین سال پیش، شیر هدف یک جنبش ضد شیر (Anti-milk movement) قرار گرفته است. بطوریکه ارتباط این ماده غذایی با انواع بیماری‌ها از جمله سرطان‌های وابسته به هورمون (به دلیل وجود هورمون‌ها در شیر)، بیماری‌های قلبی عروقی و چاقی (به دلیل محتوای بالای چربی‌های اشباع و کلسترول)، التهاب مزمن گوارشی اشاره شده است و جایگاه آن در رژیم غذایی را زیر سوال برده است (Siri-Tarino *et al.*, 2010; McNeese *et al.*, 2015). فعالان این جنبش با اشاره به اینکه شیر به طور مستقیم با عدم تحمل لاکتوز که به شیوع جهانی ۷۵ درصد رسیده است و همچنین آلرژی به پروتئین‌های شیر که رتبه اول را در بین آلرژی در کودکان و نوزادان دارد، از هدف خود حمایت می‌کنند (Jemaa *et al.*, 2021).

امروزه شیوه‌های زندگی جدید مثل رژیم غذایی گیاهخواری (Vegetarian or vegan diets)، محصولات شیر حیوانی را با نوشیدنی گیاهی جایگزین کرده است که عمدتاً از مغزها و غلات مانند سویا، بادام، برنج، جو دوسر و شیر نارگیل تولید می‌شود (Shori and Al zahrani, 2022). با وجود اینکه برخی از محصولات نوشیدنی گیاهی حاوی پروتئین و کلسیم کم هستند، این محصولات به عنوان جایگزین شیر گاو در رژیم غذایی استفاده می‌شوند، زیرا این جایگزینی، مشکل عدم تحمل لاکتوز و حساسیت به پروتئین سرم شیر حیوانی را مرتفع می‌سازد و همچنین این محصولات، بدون کلسترول و کم‌کالری هستند (Mäkinen *et al.*, 2016). در کنار همه موارد ذکر شده، رابطه بین مصرف نوشیدنی گیاهی و اثرات درمانی‌اش بر بیماری‌هایی مانند سرطان، تصلب شریانی و بیماری‌های التهابی با منابع سرشار از آنتی اکسیدان‌ها گزارش شده است (Bernat *et al.*, 2014).

دلیل عمده دیگری که طرفداران جنبش ضد شیر استدلال می‌کنند، اثرات زیست‌محیطی است. نوشیدنی‌های گیاهی اثرات مضر زیست‌محیطی کمتری نسبت به شیر گاو دارند. تولید شیر (حیوانی) و محصولات لبنی مسئول انتشار گازهای گلخانه‌ای بیشتری در مقایسه با نوشیدنی‌های گیاهی است. یک مطالعه نشان داد که میزان انتشار دی‌اکسیدکربن برای تولید ۱۰۰ گرم شیر حیوانی در محدوده ۹۹ گرم است در حالیکه این میزان برای تولید ۱۰۰ گرم شیر سویا و جو دوسر به ترتیب ۳۰ و ۲۱ گرم دی‌اکسیدکربن است (Smedman et al., 2010). این تولید در محدوده ۱۹۶۹ میلیون تن معادل (۲۶ درصد دی‌اکسیدکربن) برای تولید جهانی شیر (حیوانی) در سال ۲۰۰۷ (حدود ۵۵۳ میلیون تن) برآورد شد که معادل ۴ درصد از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان است (Jemaa et al., 2021).

مقدار آب مورد نیاز برای تولید یک محصول (Water footprint)، دومین شاخصی است که محققان برای تخمین تاثیر غذا بر محیط زیست از آن استفاده می‌کنند. در این زمینه تخمین زده شد که تولید یک لیتر شیر گاو به ۶۲۸ لیتر آب نیاز دارد که این میزان برای بادام ۳۷۱ لیتر، برنج ۲۷۰ لیتر، جو دوسر ۴۸ لیتر و شیر سویا ۲۸ لیتر است (Poore and Nemecek, 2018; Harper et al., 2022).

این موارد باعث شده است، تحقیقات بر توسعه محصولاتی متمرکز شوند، که جایگزین‌های جدیدتر برای غذاهایی همچون شیر (حیوانی) را ارائه شوند در این زمینه غذاهای گیاهی غنی از فیبرهای غذایی، موادمعدنی، ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها جایگزین بسیار خوبی قلمداد می‌شوند. چنین محصولاتی اغلب به عنوان مواد غذایی کاربردی (Functional foods) طبقه‌بندی می‌شوند، یعنی غذایی که اثر مثبت بر بدن انسان دارد و مصرف آن ممکن است سلامت را بهبود بخشد و همچنین خطر ابتلا به بیماری‌ها را کاهش دهد (Sethi et al., 2016; Paul et al., 2020).

همه این موارد علل گرایش روز افزون به مصرف نوشیدنی‌های گیاهی به عنوان جایگزین شیر حیوانی است و مصرف محصولات لبنی در بسیاری از کشورهای غربی در حال کاهش است، در حالی که فروش نوشیدنی‌های گیاهی در حال افزایش است (Islam et al., 2021) بطوریکه نوشیدنی‌های گیاهی در حال حاضر ۱۵ درصد از کل صنعت شیر را تشکیل می‌دهند و فروش لبنیات گیاهی در ایالات متحده از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۷، ۶۱ درصد رشد داشته است (Mintel Press Team, 2018). بازار جهانی نوشیدنی‌های گیاهی در سال ۲۰۱۶ به اندازه تخمینی ۸/۵۱ میلیارد دلار رسید و پیش‌بینی می‌شود که با نرخ رشد سالانه ۱۲/۵ درصد افزایش یابد تا حجم بازار این محصولات تا سال ۲۰۲۵ سه برابر شده و به ۲۴/۶ میلیارد دلار برسد (Haas et al., 2019).

تخمیر محصولات گیاهی یکی از سستی‌ترین روش‌ها برای نگهداری مواد غذایی است. تخمیر، ویژگی‌های حسی محصولات نهایی و همچنین کیفیت تغذیه را با کاهش محتوای قندها و افزایش سطح تیامین، نیاسین، لیزین بهبود می‌بخشد (Jeske et al., 2018; Rasika et al., 2020). علاوه بر این، تخمیر، هضم پروتئین‌های موجود در سویای

جوشیده را تا ۴۵ درصد افزایش داد که بر سلامت انسان تأثیر گذاشت. این به دلیل افزایش اسیدهای آمینه ضروری است (Ketnawa and Ogawa, 2019).

نوشیدنی گیاهی را می‌توان با تخمیر اسیدلاکتیک حفظ کرد که منجر به تولید اسیدآلی و اجزای ضد میکروبی مثل استالدهید و دی‌استیل می‌شود (Shori and Al zahrani, 2022). تخمیر همچنین ارزش غذایی شیر را با افزایش اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و همچنین ارزش‌های درمانی مانند فعالیت ضد میکروبی، ضد توموری، ضد سرطان‌زایی و تنظیم ایمنی بهبود می‌بخشد (Tangyu et al., 2019; Shori and Al zahrani, 2022; Sajjadi et al., 2024).

امروزه تقاضا برای محصولات نوشیدنی گیاهی پروبیوتیک به دلیل آگاهی مصرف‌کنندگان از مزایای بالقوه سلامتی رو به رشد است زیرا پروبیوتیک‌ها تعادل و ساختار میکروبیوتا و محافظت در برابر گونه‌های بیماری‌زا را افزایش می‌دهند (Panghal et al., 2018). چنین محصولاتی باید حاوی باکتری‌های اسید لاکتیک (Lactic Acid Bacteria: LAB) باشند که به طور طبیعی در نوشیدنی‌های تخمیر شده شیر، از جمله ماست، دوغ، کفیر و غیره وجود دارند و مهمترین گروه از میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک محسوب می‌شوند. مهم این است که این باکتری‌ها باید بقای مشابهی را در ماتریکس گیاهی مانند محصولات شیری نشان دهند. برای اطمینان از مزایای سلامتی محصولات شیری تخمیری گیاهی، پروبیوتیک‌ها باید حداقل سطح مورد نیاز برای باکتری‌های پروبیوتیک را بین 10^6 تا 10^7 CFU/ml تا تاریخ انقضا برآورده کنند (Shori et al., 2018; Rezaei and Koohsari, 2021; Shori and Al zahrani, 2022).

هدف از این مطالعه برجسته کردن مزایای اصلی تغذیه‌ای نوشیدنی‌های گیاهی، تخمیر شده یا غیر تخمیر شده، فرآیندهای مربوط به تولید آنها، مشکلات عمده‌ای که بر کیفیت کلی آنها تأثیر می‌گذارد، همراه با راه‌حل‌های امکان‌پذیر است. همچنین این مقاله بر روی رشد و زنده ماندن پروبیوتیک‌ها در محصولات نوشیدنی‌های گیاهی تخمیر شده در طول تخمیر و نگهداری در یخچال تمرکز دارد.

مواد اصلی مورد استفاده در ساخت نوشیدنی گیاهی

نوشیدنی‌های گیاهی، مایع آبی است که از گیاهان استخراج می‌شود و عمدتاً از منابع مختلفی مانند غلات، حبوبات، مغزها، دانه‌ها و شبه غلات تولید می‌شود و شبیه شیر حیوانات است و جایگزین شیر حیوانات می‌گردد، لذا در اصطلاح به آن شیر گیاهی نیز می‌گویند. ولی از آنجاکه ارزش غذایی شیر بسیار بالاست و جایگزین کردن هر ماده غذایی به جای شیر مطلوب نیست، به آن نوشیدنی گیاهی اطلاق می‌شود. نوشیدنی گیاهی را می‌توان از مواد مختلفی به دست آورد که می‌توان آنها را بر اساس مواد خام مورد استفاده طبقه‌بندی کرد. اگرچه هیچ تعریف و گروه‌بندی استاندارد از شیرهای گیاهی وجود ندارد، براساس آنچه پذیرفته شده است، نوشیدنی‌های گیاهی سیالانی هستند که از تجزیه (کاهش اندازه) مواد گیاهی استخراج شده در آب و همگن شدن بیشتر این مایعات به واسطه جوشاندن و فیلتر کردن مواد گیاهی حاصل می‌شوند. اندازه ذرات و پایداری محصول نهایی به ماهیت ماده خام، روش مورد استفاده برای تجزیه و شرایط نگهداری

بستگی دارد (Sethi et al., 2016; Romulo, 2022). البته بسته به مواد خام، غنی‌سازی و تکنولوژی به کار رفته در فرآورده‌های تولید، تنوع ترکیبات غذایی زیاد و تفاوت‌هایی از نظر ویژگی‌های تکنولوژیکی و حسی گزارش شده است (Makinen et al., 2016; Haas et al., 2019; Pontonio and Rizzello, 2021). نوشیدنی‌های گیاهی را می‌توان به پنج دسته اصلی تقسیم کرد: نوشیدنی‌ها با پایه غلات، حبوبات، آجیل، دانه‌ها و نوشیدنی‌های تهیه شده از شبه غلات (جدول ۱).

جدول (۱) - طبقه‌بندی نوشیدنی‌های گیاهی

منشاء	شیر گیاهی
حبوبات	سویا، نخود، لوبیا، بادام زمینی
غلات	ذرت، برنج، چاودار، گندم
آجیل	بادام، نارگیل، پسته، گردو، فندق
دانه‌ها	کتان، آفتابگردان، کنجد
شبه غلات	کینوا

بطورکلی، این نوشیدنی‌های بدون گلوتن گزینه خوبی برای کسانی است که مشکلات سلامتی مرتبط با شیر و محصولات لبنی دارند و همچنین کسانی که محصولات بدون گلوتن مصرف می‌کنند.

بسته به مواد خام مورد استفاده، ترکیبات مختلفی ممکن است در فرمولاسیون نوشیدنی گیاهی استفاده شود و غنی‌سازی صورت پذیرد تا خواص تغذیه‌ای و ویژگی‌های حسی و بافتی محصول نهایی بهبود یابد. به طور کلی، معمولی‌ترین موادی که در فرمولاسیون شیر گیاهی استفاده می‌شود، آب، امولسیفایر و مواد افزودنی است. انتخاب مواد تشکیل دهنده باید به دقت تعیین شود تا محصول نهایی ایجاد شود که ویژگی‌های مورد نظر را داشته باشد (McClements et al., 2019).

امولسیفایر یکی از مواد ضروری است که موفقیت محصولات شیری گیاهی را تعیین می‌کند. امولسیفایرهای متعددی برای کمک به استقرار امولسیون روغن در آب، استفاده شده است، مانند پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها، فسفاتیدها و سورفکتانت‌های میکروبی (McClements et al., 2017).

علاوه بر امولسیفایرها، می‌توان افزودنی‌های دیگری را نیز برای حفظ یا افزایش محتوای غذایی، کیفیت و پایداری محصول نهایی وارد کرد. به عنوان مثال، برای بهبود مقدار ویسکوزیته محصول، می‌توان از عوامل غلیظ‌کننده استفاده کرد. این افزودنی ممکن است احساس دهان را تغییر دهد، قادر به حفظ کرمی بودن و جلوگیری از رسوب به دلیل تجمع پروتئین است. پلیمرهای زیستی رایج‌ترین عوامل غلیظ‌کننده مورد استفاده هستند و از ترکیبات گیاهی مانند نشاسته، پکتین، صمغ خرنوب، کاراگینان و آلژینات به دست می‌آیند (McClements and Gumus, 2016). چندین

افزودنی برای افزایش کیفیت مواد مغذی شیر گیاهی مانند مواد نگهدارنده، ویتامین‌ها، طعم‌دهنده‌ها، رنگ‌ها و مواد معدنی اضافه می‌شوند. در مورد محصولات تجاری، غنی‌سازی پروتئین‌ها، مواد معدنی (به عنوان مثال، کلسیم) و ویتامین‌ها (به عنوان مثال، ویتامین A، D، E، B₁₂) نیز معمولاً اضافه می‌شوند (McClements, 2020).

خواص تغذیه‌ای نوشیدنی‌های گیاهی

برای مدت طولانی، شیر به عنوان یک محصول غذایی غنی از مواد مغذی شناخته شده است و مصرف شیر یک توصیه غذایی مهم است و ممکن است در برابر بیماری‌های مزمن محافظت کند. با این حال، افزایش عدم تحمل لاکتوز و آلرژی، سبک زندگی جدید مانند گیاهخواری و نگرانی‌های زیست محیطی باعث شده است که گرایش به سمت مصرف شیرهای گیاهی افزایش یابد.

اما مصرف‌کننده نوشیدنی گیاهی، همان ویژگی تغذیه‌ای شیر گاو را انتظار دارد. از نظر محتوای تغذیه‌ای، نوشیدنی گیاهی دارای محدودیت‌هایی است و بنابراین به چالشی در توسعه نوشیدنی گیاهی تبدیل می‌شود. بنابراین، غنی‌سازی شیر گیاهی برای به دست آوردن محصول با محتوای تغذیه‌ای شیر گاو مورد نیاز است. خواص تغذیه‌ای در میان نوشیدنی‌های گیاهی بسته به مواد خام مورد استفاده متفاوت است. جدول ۲ مقایسه محتوای مواد مغذی برخی از نوشیدنی‌های گیاهی و شیر گاو را نشان می‌دهد.

جدول (۲) - ترکیب تغذیه‌ای نوشیدنی‌های گیاهی و شیر گاو (Chalupa-Krebzdak et al., 2018)

محتوای تغذیه ای (گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)				
نوع شیر	پروتئین	کربوهیدرات	چربی کل	انرژی (کیلوکالری)
شیر گاو	۳/۱۵	۴/۷۸	۳/۲۷	۶۱
نوشیدنی سویا	۲/۹۲	۱/۶۷	۱/۶۷	۵۸
نوشیدنی برنج	۰/۲۸	۹/۱۷	۰/۹۷	۴۷
نوشیدنی نارگیل	۰/۵۹	۹/۴۱	۴/۱۲	۷۶
نوشیدنی بادام	۰/۵۹	۰/۵۸	۱/۱۰	۱۸
نوشیدنی بادام هندی	۰/۴۲	۳/۷۵	۱/۰۴	۲۵
نوشیدنی شاهانه	۰/۸۳	۲/۵	۱/۲۵	۱۹

نوشیدنی گیاهی دارای طیف وسیعی از محتوای انرژی است. نوشیدنی بادام دارای کمترین کالری بود. تنوع نوشیدنی‌های گیاهی دیگر از نظر کالری بین ۱۹ تا ۷۶ کیلوکالری در ۱۰۰ میلی‌لیتر متغیر است. به طور کلی، نوشیدنی گیاهی ارزش کالری کمتری نسبت به شیر گاو دارد. عوامل متعددی وجود دارد که بر ارزش کالری نوشیدنی گیاهی تأثیر می‌گذارد، مانند محتوای کربوهیدرات، پروتئین، و چربی، فرمولاسیون مواد تشکیل دهنده و تکنیک فرآوری مورد استفاده. یکی

دیگر از عواملی که می‌تواند به محتوای کالری کمک کند، افزودن شکر است. مقدار شکر یک مسئله مهم برای تصمیم‌گیری انتخاب نوشیدنی گیاهی در نظر گرفته می‌شود. شکر می‌تواند ارزش غذایی و خواص حسی محصول را بهبود بخشد (Chalupa-Krebszdzak et al., 2018; Romulo, 2022).

کمبود پروتئین در نوشیدنی گیاهی یک نکته بسیار مهم در نظر گرفته می‌شود. ارزش پروتئین نوشیدنی گیاهی نشان داده شده در جدول ۲ با شیر گاو (۳/۱۵ در ۱۰۰ میلی‌لیتر) قابل مقایسه نیست، به جز نوشیدنی سویا (۲/۹۲ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر). نوشیدنی سویا اولین شیر گیاهی بود که می‌توانست برای به دست آوردن مواد مغذی در زمانی که شیر حیوانی کافی نبود استفاده شود (Craig and Fresán, 2021). محتوای پروتئین کمتر در نوشیدنی گیاهی می‌تواند بر کفایت دریافت پروتئین تأثیر بگذارد. به طور کلی، به دلیل ارزش پروتئین پایین و محتوای اسید آمینه کم، نوشیدنی گیاهی توصیه نمی‌شود یا یک غذای ایده‌آل برای کودکان نیست. برای افزایش سطح پروتئین در نوشیدنی گیاهی، از ترکیب با سایر مواد غنی از پروتئین مانند سویا و نخود استفاده شد (Singhal et al., 2017).

به جز نوشیدنی نارگیل (۴/۱۲ گرم در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر) بقیه نوشیدنی‌های گیاهی دارای محتوای چربی کمی هستند. شیر گاو دارای ۳/۲۷ گرم چربی در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر است که اسیدهای چرب اشباع شده فراوان‌ترین جزء چربی شیر است. مصرف اسیدهای چرب اشباع شده با افزایش کلسترول (LDL Low-density lipoprotein) مرتبط است. در مقابل، نوشیدنی گیاهی، اسیدهای چرب غیراشباع بالاتری دارد. اجزای اصلی نوشیدنی سویا و شاهدانه اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه هستند، در حالی که برنج، بادام هندی و نوشیدنی بادام حاوی اسیدهای چرب تک غیراشباع هستند. در مورد نوشیدنی نارگیل، محتوای چربی اصلی اسیدهای چرب اشباع (اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه و زنجیره متوسط) است (Neelakantan et al., 2020).

در مورد ویتامین‌ها، جدول ۳ ویتامین‌های برخی از نوشیدنی‌های گیاهی و شیر گاو را نشان می‌دهد. شیر گاو منبع ویتامین به‌ویژه ویتامین A، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، ویتامین E، فولات، ویتامین B₆ و ویتامین B₁₂ محسوب می‌شود. به دلیل کمبود ویتامین D در شیر گاو، معمولاً غنی‌سازی ویتامین D در شیر گاو انجام می‌شود. جایگزینی شیر گاو با نوشیدنی گیاهی می‌تواند کمبود ویتامین D را افزایش دهد. بنابراین، شیرهای گیاهی تجاری معمولاً با ویتامین D نیز غنی می‌شوند. غنی‌سازی با ویتامین B₁₂ در شیر گیاهی می‌تواند ارزش ویتامین B₁₂ را افزایش دهد (Singhal et al., 2017).

جدول (۳) - ترکیب ویتامین شیرهای گیاهی و شیر گاو در ۱۰۰ میلی‌لیتر (Chalupa-Krebszdzak et al., 2018; Romulo, 2022)

نوع ویتامین	واحد	شیر گاو	نوشیدنی سویا	نوشیدنی برنج	نوشیدنی نارگیل	نوشیدنی بادام	نوشیدنی بادام هندی	نوشیدنی شاهدانه
ویتامین A	میکروگرم	۳۳/۰۰	۳۲/۵۷	۶۷/۵۰	۶۰/۰۰	۷۷/۱۴	۶۳/۰۰	-
ویتامین B ₁	میلی‌گرم	۰/۰۴	۰/۰۸	-	-	-	۰/۰۳	-
ویتامین B ₂	میلی‌گرم	۰/۱۶	۰/۲۴	۰/۳۰	-	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۱۸
ویتامین B ₃	میلی‌گرم	۰/۰۸	۰/۲۸	-	-	-	۰/۳۹	-

ویتامین B6	میلی گرم	۰/۰۴	۰/۱۰	-	-	-	۰/۰۴	-
ویتامین B9	میکروگرم	۵/۰۰	۳۳/۶۰	-	۱۹/۲۰	۱۹/۲۰	۲/۰۰	-
ویتامین B12	میکروگرم	۰/۳۶	۰/۶۸	۱/۰۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۰/۶۳	-
ویتامین C	میلی گرم	۱/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	-
ویتامین D	میکروگرم	-	۱/۸۶	۲/۰۹	۲/۹۲	۲/۳۲	۱/۰۰	-
ویتامین E	میلی گرم	-	۴/۰۰	۳/۰۰	-	۳/۸۴	۰/۱۳	۱۳
ویتامین K	میکروگرم	-	-	-	-	-	۱/۰۰	-

جدول ۴ داده‌های محتوای مواد معدنی در برخی از نوشیدنی‌های گیاهی و گاو را خلاصه کرده است. شیر گاو به دلیل قیمت پایین و سرعت جذب بالا منبع کلسیم در نظر گرفته شده است. کلسیم مسئول ساختار استخوان و دندان و حفظ حرکات طبیعی بدن است. علاوه بر این، شیر به عنوان یک عامل کلیدی برای کفایت کلسیم، پتاسیم و منیزیم در رژیم غذایی روزانه تعیین شده است (Gao et al., 2006; Thorning et al., 2016). بنابراین، غنی‌سازی کلسیم در نوشیدنی‌های گیاهی اهمیت پیدا کرده است. محتوای کلسیم نوشیدنی تجاری گیاهی که در جدول ۴ آمده است، مقدار بیشتری را در مقایسه با شیر گاو نشان می‌دهد. نوشیدنی بادام، نوشیدنی برنج، نوشیدنی نارگیل و نوشیدنی سویا نسبت به شیر گاو دارای کلسیم بیشتری هستند. نمک‌های کلسیم معمولاً برای غنی‌سازی شیرهای گیاهی مانند تری کلسیم فسفات و کربنات کلسیم استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که رسوب‌گذاری نقطه ضعف غنی‌سازی کلسیم است. بنابراین، در نوشیدنی‌های گیاهی تجاری، پیشنهاد "تکان دادن نسبتاً شدید" باید انجام شود تا محتوای کلسیم کافی را برآورده کند و از باقی‌ماندن داخل بسته‌بندی جلوگیری شود (Zhao et al., 2005).

جدول (۴) - ترکیب مواد معدنی شیرهای گیاهی و شیر گاو در ۱۰۰ میلی‌لیتر (Chalupa-Krebzdak et al., 2018; Romulo, 2022)

نوع ماده معدنی	واحد	شیر گاو	نوشیدنی سویا	نوشیدنی برنج	نوشیدنی نارگیل	نوشیدنی بادام	نوشیدنی بادام هندی	نوشیدنی شاهدانه
کلسیم	میلی گرم	۱۱۹/۰۰	۲۰۵/۸۶	۲۴۵/۵۰	۲۴۴/۷۵	۳۲۵/۲۹	۱۱۸/۰۰	۱۲۵/۰۰
آهن	میلی گرم	۰/۰۵	۰/۸۴	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۲۰	۱/۰۸
منیزیم	میلی گرم	۱۳/۰۰	۴۹/۰۰	۳۵/۰۰	۳۵/۰۰	۲۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۷/۰۸
فسفر	میلی گرم	۹۳/۰۰	۱۰۸/۰۰	۶۳/۰۰	-	۴۸/۰۰	۵۶/۰۰	-
پتاسیم	میلی گرم	۱۵۱/۰۰	۳۶۴/۲۹	۵۰/۰۰	۴۶/۶۷	۶۵/۰۰	۲۷/۰۰	-
سدیم	میلی گرم	۴۹/۰۰	۶۵/۰۰	۷۲/۰۰	۶۳/۷۵	۱۴۶/۴۲	۳۹/۰۰	۴۵/۸۳
روی	میلی گرم	۰/۳۸	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۶۶	۰/۵۶	۰/۱۳	-

همانطور که گفته شد، تفاوت‌های زیادی در ترکیب انواع مختلف نوشیدنی‌های گیاهی وجود دارد. در یک مطالعه، جنبه‌های تغذیه‌ای نوشیدنی‌های گیاهی مورد استفاده به عنوان جایگزین شیر گاو، که در مطالعات علمی موجود در

داده‌های پایگاه‌های علمی معتبر به آنها اشاره شده بود، مقایسه شد. داده‌های آن از ۱۲۲ نوشیدنی از ۲۲ ماتریکس گیاهی مختلف به دست آمد که سویا بیشترین آنها بود. تنوع در مقدار مواد مغذی در نوشیدنی‌های گیاهی مختلف در این مطالعه، ۱۸۳-۶ کیلوکالری در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای ارزش انرژی، ۲۲/۲۹-۰ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای کربوهیدرات، ۰/۱۲-۰/۶۴ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای پروتئین، ۱۹-۰ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای چربی، ۴/۴۰-۰ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای فیبر رژیمی، ۱۲۵۲/۹۴-۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای کلسیم، ۱/۴۰-۰/۰۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای آهن، ۱۰۱۷۸/۶۰-۰/۸۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای منیزیم، ۳۴۳/۴۳-۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر برای سدیم بود. نمک رایج‌ترین ماده افزوده شده در نوشیدنی‌های گیاهی بود. برخی از نوشیدنی‌ها به مقادیر خاصی از مواد مغذی شیر گاو رسیده‌اند. با این حال، مطالعات به تفاوت‌هایی در کیفیت انواع آنها اشاره کرده‌اند. بنابراین، هنگام جایگزینی شیر با این جایگزین‌ها توجه لازم است (Fructuoso et al., 2021).

نوشیدنی‌های گیاهی به عنوان جایگزین شیر در نظر گرفته می‌شوند، اما از چندین جهت با شیر گاو تفاوت دارند. از نقطه‌نظر درشت مغذی‌ها، محتوای پروتئین جایگزین‌های شیر به طور کلی کمتر از شیر گاو است، اما نوشیدنی‌های گیاهی جایگزین شیر، از نظر فیبر و محتوای اسیدهای چرب غیراشباع غنی‌تر، فاقد کلسترول و دارای شاخص گلیسمی پایین هستند (Jeske et al., 2017; Aydar et al., 2021; Craig and Fresan, 2021). شاخص گلیسمی روشی برای اندازه‌گیری تاثیر کربوهیدرات‌های موجود در غذاها بر قند خون است. غذاهایی که شاخص گلیسمی پایین دارند، به آرامی هضم و جذب می‌شوند و باعث افزایش تدریجی قند خون می‌شوند. پروتئین‌های گیاهی به دلیل محدودیت اسیدهای آمینه (لیزین در غلات، متیونین در حبوبات) و قابلیت هضم ضعیف به طور کلی در مقایسه با پروتئین‌های مشتق‌شده از حیوان از کیفیت تغذیه‌ای پایین‌تری برخوردار هستند (Makinen et al., 2016). نوشیدنی‌های گیاهی گاهی اوقات با کلسیم، ویتامین D و ویتامین‌های B غنی می‌شوند، اما هنوز بسیاری از محصولات موجود در بازار غنی‌شده نیستند (Haas et al., 2019; Craig and Fresan, 2021).

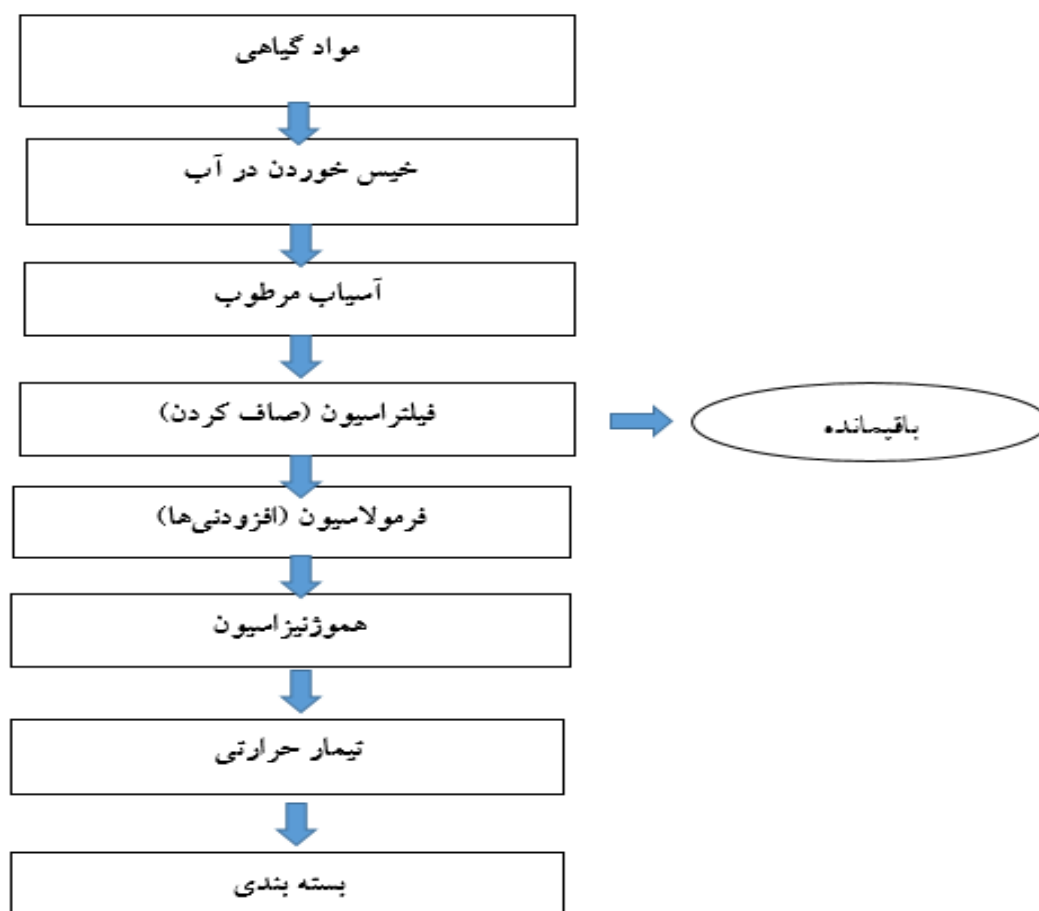
نوشیدنی‌های گیاهی سرشار از ترکیبات فعال زیستی هستند که وجود آن‌ها اثرات سلامتی زیادی دارد. این مواد شامل ترکیباتی مانند بتاگلوکان‌ها، فیتواسترول‌ها، ایزوفلاون‌ها، اسیدهای چرب و لیگنان‌ها هستند (Munekatap et al., 2020). وجود مواد فعال زیستی باعث می‌شود مصرف منظم نوشیدنی‌های گیاهی با بهبود قند خون و مقاومت به انسولین، کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی و دیابت، کاهش بروز برخی سرطان‌ها و پوکی استخوان، حمایت از سیستم ایمنی، و همچنین کاهش سطح کلسترول خون همراه باشد (Makinen et al., 2016; Munekatap et al., 2020; Paul et al., 2020; Aydar et al., 2021).

با این وجود، عوامل ضدتغذیه‌ای (Anti-nutritional factors: ANFs) در شیرهای گیاهی وجود دارد که بر مشخصات حسی و همچنین فراهمی زیستی درشت و ریز مغذی‌ها و کیفیت پروتئین تأثیر منفی می‌گذارد (Pontonio and Rizzello, 2021). ANF ها عمدتاً الیگوساکاریدهایی از خانواده رافینوز، مهارکننده‌های پروتئاز، ساپونین‌ها و فیتات‌ها

هستند. مشکل دیگر ممکن است وجود طعم‌های نامطلوب باشد که از فعالیت لیپوکسیژناز سرچشمه می‌گیرد (Makinene et al., 2016). می‌توان این عوامل منفی موجود در شیرهای گیاهی را در نتیجه انواع مختلف تیمار، به ویژه تخمیر، حذف کرد. تخمیر با LAB اغلب منجر به بهبود پروفایل تغذیه‌ای می‌شود که عمدتاً به دلیل آزاد شدن اسیدهای آمینه و ترکیبات فعال زیستی، کاهش فعالیت ANF و افزایش قابلیت هضم پروتئین است (Aydar et al., 2021; Pontonio and Rizzello, 2021). علاوه بر این، تخمیر جایگزین‌های شیر، ویژگی‌های حسی را بهبود می‌بخشد، زیرا بد طعمی مواد گیاهی را کاهش می‌دهد و طعم‌های فرار مطلوبی را فراهم می‌کند (Alcorta et al., 2021).

-مراحل فرآوری نوشیدنی گیاهی

تولید نوشیدنی‌های گیاهی بسته به مواد اولیه متفاوت است. با این حال، چند مرحله یکسان وجود دارد. مراحل شامل خیس‌اندن، آسیاب کردن، فیلتراسیون، فرمولاسیون مواد، همگن‌سازی، عملیات حرارتی و بسته‌بندی است. در ابتدا، مواد اولیه خیس شده و آسیاب می‌شوند. محصول آسیاب شده با آب مخلوط شده و مواد جامد فیلترشده و مایع به‌دست‌آمده با مواد افزودنی، عمدتاً غلیظ‌کننده‌ها (مانند لسیترین آفتابگردان، صمغ ژلان)، آنتی‌اکسیدان‌ها (مانند اسید اسکوربیک)، شیرین‌کننده‌ها، نمک دریا، مواد تقویت‌کننده (مانند کلسیم، ویتامین A، B₂، B₁₂، D₂ و E) مکمل می‌شوند و سپس عملیات حرارتی و بسته‌بندی برای محصول همگن، انجام می‌شود (Makinene et al., 2016; Munekatap et al., 2020; Aydar et al., 2021). شکل ۱ تکنیک‌های ضروری برای به‌دست آوردن عصاره آبی از مواد گیاهی را نشان می‌دهد.



خیساندن با متورم کردن و نرم کردن پوسته لایه بیرونی مانند غلات، حبوبات و آجیل به فرآیند استخراج بهینه کمک می‌کند. خیساندن همچنین برای کاهش بار میکروبی اولیه، غیرفعال کردن آنزیم‌ها، حذف طعم‌های بد، بهبود خواص حسی و افزایش کیفیت تغذیه مفید است. آسیاب مرطوب، مرحله‌ای از فرآیند استخراج در تولید شیر گیاهی است. این مرحله تاثیر اساسی بر ترکیب نهایی محصولات دارد. فرآیند استخراج بهتر را می‌توان از طریق اصلاح pH با استفاده از هیدروکسید سدیم یا بی‌کربنات سدیم، دمای آسیاب و افزودن آنزیم به دست آورد. این فرایندها حلالیت پلی‌ساکاریدها، پروتئین و چربی را افزایش می‌دهند و کل جامدات محلول را در محصولات نهایی افزایش می‌دهند. افزودن آنزیم‌هایی مانند آلفا و بتا آمیلاز کیفیت شیر بر پایه غلات را بهبود می‌بخشد زیرا به هیدرولیز نشاسته ژلاتینه شده و جلوگیری از تشکیل ژل در محصول در طی عملیات حرارتی کمک می‌کند (Penha et al., 2021; Romulo, 2022).

فرآیند فیلتراسیون جداسازی ذرات جامد از مایع را انجام می‌دهد. حذف ذرات جامد برای جلوگیری از ایجاد بافت درشت یا دانه‌دار در محصول نهایی ضروری است. به طور سنتی، فرآیند فیلتراسیون را می‌توان با استفاده از پارچه پنبه (Cheesecloth) انجام داد. به روشی مدرن می‌توان از اولترافیلتراسیون و سانتریفیوژ استفاده کرد. ذرات یا بقایای جدا شده عمدتاً ذرات جامد هستند که حل نشده و برخی از مواد مغذی اصلی هستند که به طور کامل استخراج نشده‌اند. برای محصول با محتوای چربی بالا، مانند بادام زمینی، جداسازی می‌تواند برای کاهش محتوای چربی بیش از حد با استفاده از جداکننده خامه انجام شود (Penha et al., 2021; Romulo, 2022).

مواد افزودنی غذایی مانند ویتامین‌ها، مواد معدنی، تثبیت‌کننده‌ها، امولسیفایرها، عوامل طعم‌دهنده، مواد رنگی، نمک‌ها و نگهدارنده‌ها معمولاً در طول فرآیند فرمولاسیون اضافه می‌شوند. از آنجایی که کیفیت تغذیه به طور قابل توجهی در مقایسه با شیر گاو متفاوت است، افزودن افزودنی‌های غذایی برای بهبود کیفیت تغذیه‌ای شیر گیاهی، فراهمی زیستی و ماندگاری محصولات در نظر گرفته شده است. مخلوط مواد در طول فرمولاسیون می‌تواند منجر به نامحلول شدن برخی از ذرات مانند پروتئین، نشاسته، فیبر و مواد معدنی شود که باعث کاهش پایداری محصول می‌شود. افزودن تثبیت‌کننده و امولسیفایر و به دنبال آن فرآیند همگن‌سازی، می‌تواند پایداری شیر گیاهی را با کاهش اندازه ذرات، جلوگیری از تشکیل دانه‌ها و قطرات چربی و افزایش توزیع ذرات بهبود بخشد (Makinen et al., 2016; Reyes-Jurado et al., 2021).

پس از همگن‌سازی، عملیات حرارتی مانند پاستوریزاسیون برای از بین بردن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و غیرفعال کردن آنزیم‌ها انجام می‌شود. علاوه بر پاستوریزاسیون، تیمار با دمای فوق العاده بالا (Ultra-high temperature: UHT) و همگن سازی با فشار فوق العاده بالا (Ultra-high-pressure homogenization: UHPH) نیز فناوری عمومی مورد استفاده در پردازش شیر گیاهی است. استفاده از دمای بالا برای از بین بردن میکروارگانیسم مطلوب است. با این حال، جنبه‌های کیفی مانند ویتامین‌های محلول در آب و پروتئین می‌توانند در طول تیمار با دمای بالا تغییر کنند که ممکن

است کیفیت غذایی و ماندگاری محصول را مختل کند. بنابراین، بهینه‌سازی فرآیند عملیات حرارتی معمولاً شامل ترکیب زمان و دما برای به دست آوردن محصول با ماندگاری طولانی است. در صورت تمایل، غنی‌سازی محصول با افزودنی‌های غذایی می‌تواند پس از عملیات حرارتی به صورت آسپتیک اعمال شود. سپس شیر گیاهی بسته‌بندی و آماده نگهداری و توزیع می‌شود (Cruz *et al.*, 2007; Poliseli-Scopel *et al.*, 2014; Abdullah *et al.*, 2018; Romulo, 2022).

-تخمیر نوشیدنی‌های گیاهی

علاوه بر مصرف مستقیم نوشیدنی‌های گیاهی، می‌توان از آنها به عنوان مواد خام برای تولید محصولات تخمیری نیز استفاده کرد، همانطور که با شیر سویا انجام شد. از این رو، این محصولات تازه تخمیر شده بخش بازار متمرکز بر تقاضای مصرف کنندگان فعلی محصولات غیر لبنی را برآورده می‌کند.

تخمیر شیر لبنی توسط باکتری‌های اسید لاکتیک به خوبی مستند شده است، اما نحوه انجام فرآیندهای مولکولی درگیر در تخمیر در نوشیدنی‌های گیاهی مورد توجه کمی قرار گرفته است (Harper *et al.*, 2022).

از مهمترین چالش‌هایی که در زمینه تولید محصولات تخمیری مانند پنیر و ماست از جایگزین‌های گیاهی وجود دارد مطلوبیت ویژگی‌های حسی محصولات با بافت و طعم قابل قبول است (Jaeger and Giacalone, 2021). همچنین رشد میکروارگانیسم‌ها در بافت گیاهی و زنده‌مانی مناسب آنها در طول نگهداری و یخچال‌گذاری از دیگر چالش‌های اساسی است.

افزودن میکرو فلور مفید پروبیوتیک به غذا منجر به هیدرولیز اجزایی مانند پروتئین‌ها و لیپیدها می‌شود که در نتیجه این فرآیند ترکیباتی تولید می‌شوند که طعم، بو و بافت محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهند که در احساس مصرف‌کننده از محصول بسیار اهمیت دارد. معرفی سویه‌های پروبیوتیک به شیرهای گیاهی نیز فرصتی برای غنی‌سازی رژیم غذایی افرادی است که به دلیل طعم و بافت خاص از غذاهای تخمیر شده سنتی مانند کلم ترش یا خیار شور استفاده نمی‌کنند. علاوه بر این، افزودن کشت‌های آغازگر به نوشیدنی‌های گیاهی می‌تواند نیاز به تثبیت‌کننده‌ها یا طعم‌دهنده‌های مصنوعی را به حداقل برساند و ارزش غذایی و سلامت نهایی محصول را تحت تاثیر قرار دهد (Cichońska *et al.*, 2022).

مصرف نوشیدنی‌های گیاهی تخمیر شده غذاهای غنی‌شده با سویه‌های پروبیوتیک به افزایش تنوع میکروبیوتای روده کمک می‌کند که اکثر فرآیندهای بدن انسان را کنترل می‌کند. هر چه جمعیت باکتری‌های مفید روده افزایش یابد، سطح ترکیباتی مانند اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه (Short-chain fatty acids: SCFAs) که مسئول اثرات ضد التهابی هستند، افزایش می‌یابد (Steinkraus, 2002). سلول‌های باکتریایی پروبیوتیک که روده بزرگ را اشغال کرده اند، بر عملکرد صحیح سیستم گوارش، سیستم ایمنی یا عملکرد هورمون‌ها تاثیر می‌گذارند. حتی مطالعات اخیر نشان داده

است که هموستاز میکروبیوتای روده مسئول فرآیندهای مغزی است و از بین رفتن تعادل این میکروارگانیسم‌ها در ایجاد افسردگی و اختلالات روانی موثر است (Yamaguishi et al., 2011).

-فرآوری نوشیدنی گیاهی تخمیر شده

فرآوری صنعتی برای تولید محصولات گیاهی تخمیر شده، چهار مرحله اصلی شامل مرحله اول، روش تهیه و استحصال نوشیدنی گیاهی، مرحله دوم، آماده‌سازی نوشیدنی تا رسیدن به دمای بهینه رشد استارترها، سپس، روش‌های تلقیح و گرمخانه‌گذاری (تخمیر) و نهایتاً، سردکردن تا ۴ درجه سلسیوس دارد. با این وجود، بسته به ماده اولیه، نوع استارتر مورد استفاده و ویژگی‌های محصول نهایی، فرآیند ممکن است متفاوت باشد (Bernat et al., 2014).

برخی از افزودنی‌ها که عمدتاً از قندها و پروبیوتیک‌ها (به عنوان تقویت‌کننده‌های رشد) هستند، برای تقویت زنده‌مانی باکتری‌ها و کاهش طول فرآیند تخمیر (به منظور جلوگیری از مشکلات آلودگی) اغلب به ماتریکس گیاهی وارد می‌شوند. مونو و الیگوساکاریدها، برخی از پروبیوتیک‌ها مانند اینولین، گلوکان‌ها و فیبرهای غذایی، تقویت‌کننده‌های رشد هستند که استفاده شده است (Bernat et al., 2014).

به طور بالقوه، پروبیوتیک‌ها به طور طبیعی هم در غلات و هم در مغزها (به عنوان مثال فیبر رژیمی) وجود دارند. با این وجود، گاهی اوقات ترکیبات پروبیوتیک به منظور افزایش مزایای سلامتی محصول یا خواص تکنولوژیکی آن اضافه می‌شود، زیرا اکثر آنها قادر به افزایش ویسکوزیته نوشیدنی هستند. از طرف دیگر، هیدروکلوئیدهایی مانند کاراگینان و صمغ زانتان اغلب به آن اضافه می‌شود. با این وجود، اگر مواد خام مورد استفاده به طور طبیعی حاوی این نوع ترکیبات باشد، ممکن است نیازی به افزودن آنها در طی فرآیند صنعتی نباشد (مثل گلوکان موجود در نوشیدنی جو دوسر) (Bernat et al., 2014).

قبل از افزودن تلقیح استارتر، نوشیدنی‌های عاری از عوامل بیماری‌زا باید آماده شوند تا به دمای تخمیر برسند. این دما معمولاً حدود ۳۷ درجه سلسیوس است، اما بستگی به دمای رشد بهینه باکتری شروع کننده مورد استفاده دارد. زمان تخمیر، معمولاً بسیار طولانی‌تر از زمان استاندارد مورد نیاز برای تولید ماست از شیر گاو است، زیرا باکتری‌های پروبیوتیک بالقوه که در حال حاضر برای تولید این مواد غذایی انتخاب می‌شوند، هنگام رشد در نوشیدنی‌های گیاهی نیازهای تغذیه‌ای پیچیده‌تری دارند. زمان تخمیر گزارش شده حدود ۱۶ تا ۲۴ ساعت در صورت عدم استفاده از تقویت‌کننده رشد در فرمولاسیون مشخص شده است. فرآیند تخمیر، زمانی به پایان می‌رسد که میزان pH نوشیدنی تخمیر شده به ۴/۵-۴/۲ برسد. بلافاصله پس از آن، محصولات تخمیر شده مهر و موم شده، تا دمای ۴ درجه سلسیوس سرد شده و در دمای یخچال نگهداری می‌شوند (Bernat et al., 2014).

از چالش‌های عمده‌ای که این محصولات تخمیری را تحت تاثیر قرار می‌دهد به کیفیت حسی (ظاهر و بافت) و مقاومت میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک مربوط می‌شود. اکثر این محصولات تخمیر شده ممکن است مشکلات پایداری

فیزیکی ناشی از جداسازی فاز بین اجزا داشته باشند (معمولاً پروتئین‌ها منعقد می‌شوند، یک ژل ضعیف تشکیل می‌دهند و جداسازی سرم در همان ابتدای زمان ذخیره‌سازی یا در طول دوره نگهداری اتفاق می‌افتد) (Bernat *et al.*, 2014).

ظاهر این محصولات اغلب بسیار شبیه به چیزی است که در ماست هم‌زده کم‌چرب مشاهده می‌شود. همانطور که در بالا توضیح داده شد، برای ارتقای پایداری فیزیکی در طول فرآیند اسیدی کردن، معمولاً از هیدروکلوئیدها استفاده می‌شود. رایج‌ترین هیدروکلوئیدهایی که به عنوان مواد غلیظ‌کننده استفاده می‌شوند عبارتند از صمغ زانتان، نشاسته اصلاح‌شده، پکتین و مشتقات سلولز و غیره. با این وجود، ابزارهای دیگری برای ارتقای خواص بافتی بهتر استفاده شده است. برای مثال، در مطالعه‌ای، سویه‌هایی انتخاب شدند، که قادر به تولید اگزوپلی‌ساکاریدها (Exopolysaccharides: EPS) بودند تا محصولات تخمیری مبتنی بر جو را بدست آورند. ماست‌هایی با سویه‌های باکتریایی تولید کننده اگزوپلی‌ساکارید در مقایسه با ماست‌های ساخته شده با سویه‌هایی که اگزوپلی‌ساکارید تولید نمی‌کنند ویسکوزیته بالاتر و جداسازی فاز کمتری را نشان دادند. این ویژگی ساختاری باعث ایجاد نسل جدیدی از قوام‌دهنده‌های تولید شده در محل می‌شود. این مورد علاقه عمومی است، زیرا تقاضای فزاینده‌ای از سوی تولیدکنندگان برای کاهش افزودن قوام دهنده‌ها در محصولات ماست وجود دارد (Martensson *et al.*, 2000).

-پروبیوتیک‌ها و اثرات سلامتی در محصولات نوشیدنی گیاهی

پروبیوتیک‌ها به‌خاطر فواید سلامتی‌شان به‌طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته‌اند. سازمان غذا و کشاورزی و سازمان بهداشت جهانی پروبیوتیک‌ها را به عنوان "میکروارگانیسم‌های زنده‌ای که وقتی به مقدار کافی مصرف می‌شوند، سلامت میزبان را بهبود می‌بخشند" تعریف می‌کنند (FAO/WHO, 2002). پایداری قوی در شرایط نگهداری، غیربیماری‌زا و غیرسمی بودن، پایدار در بدن میزبان، چسبندگی موثر، مقاوم در برابر pH پایین معده و نمک‌های صفراوی در روده از ویژگی‌های پروبیوتیک‌های موثر هستند. همچنین باید فعالیت خوبی با اثرات مفید بر میزبان مثل بهبود ایمنی داشته باشند (Shori and Al Zahrani, 2022).

مطالعه‌ای نشان داده است که نوشیدنی بادام تخمیر شده توسط باکتری‌های اسید لاکتیک، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی به دلیل محتویات فنلی است که ممکن است بیماری‌های مرتبط با استرس اکسیداتیو مانند تصلب شرایین، بیماری عروق کرونر قلب و سرطان را به حداقل برساند (Wansutha *et al.*, 2018). نتایج مشابه نشان داده است که تخمیر نوشیدنی سویا باعث افزایش اثرات آنتی‌اکسیدانی، ACE مهار، ضدباکتریایی و ضدالتهابی نسبت به نوشیدنی سویا بدون تخمیر می‌شود (Shori, 2013; Singh *et al.*, 2020; Sadeghi *et al.*, 2020; Sajjadi *et al.*, 2024).

علاوه بر این، رابطه قوی بین مصرف نوشیدنی سویا غنی‌شده با لاکتوباسیلوس پلانتراروم و بهبود عملکرد کلیه برای بیماری کلیوی دیابتی نوع ۲ نشان داده شد (Miraghajani *et al.*, 2019). تخمیر نوشیدنی سویا توسط سویه تولید کننده ریبوفلاوین لاکتوباسیلوس پلانتراروم CRL 2130 از کولیت در مدل موشی جلوگیری می‌کند (Levit *et al.*, 2017).

علاوه بر این، گزارش شده است که برنج قهوه‌ای تخمیر شده توسط *آسپرژیلوس اوریزه*، التهاب را سرکوب می‌کند و توانایی جلوگیری از سرطان‌زایی ترکیبات شیمیایی در روده بزرگ را دارد (Tasdemir and Sanlier, 2020).

-رشد و زنده ماندن پروبیوتیک‌ها در محصولات نوشیدنی گیاهی

بزرگترین چالشی که تولیدکنندگان شیرهای گیاهی تخمیر شده با آن مواجه هستند، اطمینان از میزان بقای کافی از باکتری‌های پروبیوتیک است که مسئول ایجاد اثرات سلامتی هستند. به این واسطه، زنده ماندن کافی سلول‌های باکتریایی در محصول در طول نگهداری در یخچال اهمیت پیدا می‌کند. تعداد باکتری‌های زنده در محصول باید حداقل 10^6 CFU/ml باشد، سطحی که تضمین می‌کند محصول قادر به ایجاد یک اثر درمانی بر مصرف‌کننده است (Famularo et al., 2005). با این حال، توجه به این نکته مهم است که این تعداد باید بسیار بیشتر باشد، زیرا سلول‌های باکتریایی در طول مسیر گوارشی در معرض عوامل مضر بسیاری قرار می‌گیرند. PH پایین شیر معده، عملکرد آنزیم‌های گوارشی و نمک‌های صفراوی بر قابلیت حیات سلول‌های پروبیوتیک تأثیر می‌گذارد و در نهایت تعداد کمی از باکتری‌ها وارد روده بزرگ می‌شوند که قادر به ایجاد اثر سلامتی در میزبان نخواهد بود. لذا اطمینان از سطوح بالای سلول‌های باکتریایی زنده در یک محصول، از مهمترین ویژگی‌های مواد غذایی تخمیر شده است (Blandino et al., 2003).

میزان بقای سویه‌های باکتریایی به نوع ماتریکس گیاهی مورد استفاده و همچنین در دسترس بودن مواد مغذی بستگی دارد. کمبود کربن و نیتروژن کافی یکی از دلایل رشد ناکافی زیست‌توده باکتریایی به دلیل فرآیند تخمیر ناکارآمد است. خود فرآیند تکنولوژیکی، دمای تخمیر و همچنین pH نهایی محصول بیشترین تأثیر را بر تعداد نهایی سلول‌های باکتریایی زنده در محصول تخمیری گیاهی دارند (Cichońska et al., 2022). در مطالعه‌ای از آب میوه‌ها و سبزی‌های سیب، موز، هویج و گوجه به عنوان محیط پایه برای تولید نوشیدنی‌های پروبیوتیک استفاده شد و قابلیت زنده ماندن *لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس* و *لاکتوباسیلوس پلانٹاروم* در این محصولات بررسی شد. نتایج نشان داد که هر دو باکتری اسیدلاکتیک در محصولات نامبرده بدون هرگونه افزودنی به‌خوبی رشد کردند و pH به سرعت کاهش یافت. *لاکتوباسیلوس پلانٹاروم* زنده ماندن بیشتری را در ۴ درجه سلسیوس نشان داد (Rezaei and Koohsari, 2021). البته مفهوم نوشیدنی گیاهی مایع آبی است که عمدتاً از منابع مختلفی مانند غلات، حبوبات، مغزها، دانه‌ها و شبه‌غلات تولید می‌شود.

-نوشیدنی سویا

دانه سویا یکی از محبوب‌ترین ماتریکس‌های گیاهی برای تولید نوشیدنی گیاهی تخمیر شده، به دلیل محتوای نیتروژن و کربن بالا که برای فرآیند تخمیر ضروری است، حامل خوبی برای پروبیوتیک‌ها است (Rasika et al., 2021). رشد و زنده ماندن باکتری‌های اسید لاکتیک در این نوشیدنی گیاهی و اثرات درمانی این نوشیدنی تخمیری گزارش شده است (Yeo and Lion, 2010; Cao et al., 2019).

ارزش غذایی محصولات نوشیدنی سویا تخمیر شده بسته به نوع سویه پروبیوتیک مانند باکتری اسیدلاکتیک (Lactic acid bacteria: LAB) متفاوت است. علاوه بر این، وجود الیگوساکاریدها، اسیدهای آمینه و پپتیدها در نوشیدنی سویا می‌تواند رشد و زنده ماندن پروبیوتیک‌ها را افزایش دهد (Farnworth *et al.*, 2007; Šertović *et al.*, 2020). مطالعات قبلی اثربخشی نوشیدنی سویا را به عنوان یک سوبسترای خوب برای رشد سویه‌های پروبیوتیک و باکتری‌های اسیدلاکتیک (Lactic acid bacteria: LAB) ثبت کرده‌اند. یافته‌های مطالعه‌ای نشان داد که نوشیدنی سویا تعداد سلول‌های زنده لاکتوباسیلوس فرمنتوم را به $12/6 \log \text{CFU/ml}$ طی ۲۰ ساعت تخمیر افزایش داد (Myagmardorj *et al.*, 2018). هفت سویه لاکتوباسیلوس در نوشیدنی سویا تخمیر شده مورد مطالعه قرار گرفت. تعداد سلول‌های زنده هر هفت سویه بین $6-9 \log \text{CFU/ml}$ به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس بود (Hati *et al.*, 2018). علاوه بر این، زنده ماندن لاکتوباسیلوس کازئی بطور قابل توجهی با $1/24$ و $1/09 \log \text{CFU/ml}$ به ترتیب در نوشیدنی سویای تخمیر شده با مالتودکستروزین و فروکتوالیگوساکاریدها افزایش یافت (Kumari *et al.*, 2018). این احتمالاً به توانایی آن در تولید هیدرولازهای گلیکوزیل مختلف مربوط می‌شود که مالتودکستروزین و فروکتوالیگوساکاریدها را برای رشد به گلوکز هیدرولیز می‌کنند (Liong and Shah, 2006; Silva *et al.*, 2018). در مطالعه‌ای دیگر، نتایج مشابهی مشاهده شد (Yeo and Liong, 2010).

نوشیدنی کاربردی مبتنی بر کفیر نوشیدنی سویا به طور قابل توجهی زنده ماندن لاکتوباسیلوس بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس را در طول ۲۸ روز نگهداری افزایش داد (Silva *et al.*, 2018). نتایج مشابهی در نوشیدنی سویا تخمیر شده و نوشیدنی لوبیا سیاه با دانه‌های کفیر نشان داده شده است (Liu and Lin, 2000; Lim *et al.*, 2019). در مطالعه‌ای فعالیت ضدباکتریایی نوشیدنی سویا تخمیر شده با دانه‌های کفیر مورد ارزیابی قرار گرفت و فعالیت ضدباکتریایی قابل توجه این نوشیدنی علیه برخی از پاتوژن‌های گوارشی مانند استافیلوکوکوس اورئوس، شیگلا دیسانتری، سالمونلا تیفی موریوم و حتی سودوموناس آئروژینوزا و کلبسیلا پنومونیه گزارش شد. در این مطالعه فعالیت ضدباکتریایی بیشتر نمونه‌های نوشیدنی سویا غنی شده با ساکاروز نشان داده شد (Sajjadi *et al.*, 2024).

نوشیدنی سویا تخمیر شده با فروکتوالیگوساکارید (Fructooligosaccharide: FOS) در حضور لاکتوباسیلوس پلانناروم، لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس یا لاکتوباسیلوس رامنوزوس در مطالعه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. زنده ماندن لاکتوباسیلوس پلانناروم و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به طور قابل توجهی بین $12-14 \log \text{CFU/ml}$ در طول ۲۸ روز در دمای ۴ درجه سلسیوس افزایش یافت در حالی که شمارش سلول‌های زنده لاکتوباسیلوس رامنوزوس به $9/51 \log \text{CFU/ml}$ کاهش یافت. با این حال، زنده ماندن لاکتوباسیلوس رامنوزوس در دوتایی و یا مخلوط با لاکتوباسیلوس پلانناروم و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در نوشیدنی سویا تخمیر شده با فروکتوالیگوساکارید (Fructooligosaccharide: FOS) بهبود یافته است (Mishra and Mishra, 2013). همراستا و مطابق با این نتایج،

مطالعات دیگر نشان دادند که سویه‌های مخلوط نسبت به کشت خالص موثرتر هستند (Horáčková et al., 2015; Yi et al., 2020).

رشد و زنده ماندن پروبیوتیک‌ها در محصولات تخمیر شده نوشیدنی سویا احتمالاً با افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون و کاهش pH مرتبط است. این به تولید اسیدها (عمدتاً اسیدلاکتیک) و اسیدهای آلی در طی تخمیر نسبت داده می‌شود (Kumari et al., 2018; Šertović et al., 2020). علاوه بر این، پدیده‌های پس از اسیدی‌شدن را می‌توان با توجه به رفتار متابولیکی هر میکروارگانیسم نشان داد (Mishra and Mishra, 2013).

در بین حبوبات، علاوه بر سویا، نوشیدنی گیاهی تولید شده از لوبیا (Ziarno et al., 2019; Ziarno et al., 2020)، نخود (Allahdad et al., 2022) و عدس (Verni et al., 2020) نیز در مطالعاتی بستر مناسبی برای رشد باکتری‌های اسیدلاکتیک و زنده‌مانی این باکتری‌ها در شرایط یخچال گزارش شدند.

-نوشیدنی نارگیل

نوشیدنی نارگیل است که مایعی است که از گوشت سفید رنده شده نارگیل استخراج می‌شود که سرشار از چربی‌های اشباع است، طعم ملائم و مطبوعی دارد و از سوی کودکان نیز پذیرفته می‌شود. این نوشیدنی گیاهی در بخش‌هایی از آسیا و آمریکای جنوبی مصرف می‌شود (Cichońska et al., 2022).

توسعه محصولات غیرلبنی جدید از نوشیدنی نارگیل تخمیر شده توسط باکتری‌های پروبیوتیک به خوبی مورد مطالعه قرار گرفت (Yuliana and Rangga, 2010; Amirah et al., 2020). چندین مطالعه نشان داده‌اند که فرآیند تخمیر و زمان، دما و نوع پروبیوتیک می‌تواند عوامل اصلی موثر بر زنده‌ماندن پروبیوتیک‌ها در نوشیدنی نارگیل در طول تخمیر و ذخیره‌سازی باشد (Mauro and Garcia, 2019; Amirah et al., 2020). همانطور که یافته‌های مطالعه‌ای نشان داد که شرایط تخمیر از جمله دما و زمان تخمیر در کنار نوع شیر و شرایط همزدن بر فعالیت ضدباکتریایی شیر گاو تخمیر شده با دانه‌های کفیر علیه شیگلا دیسانتری، استافیلوکوکوس اورئوس، اشریشیا کلی و باسیلوس سرئوس موثر است (Ajam and Koohsari, 2020).

در مطالعاتی نشان داده شد که بستنی نوشیدنی نارگیل می‌تواند حامل خوبی برای بیفیدوباکتریوم بیفیدوم و لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس در طول نگهداری در دمای ۲۰- درجه سلسیوس تا ۹۰ روز نگهداری با دامنه زنده ماندن بین ۷-۸ log CFU/g باشد. با این حال، تعداد سلول‌های زنده بیفیدوباکتریوم بیفیدوم در بستنی نوشیدنی نارگیل به طور قابل توجهی بالاتر (۸۶ درصد) از لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس (۶۴ درصد) پس از ۳ ماه نگهداری در ۲۰- درجه سلسیوس بود. این نشان داد که زنده‌ماندن پروبیوتیک‌ها در بستنی نوشیدنی نارگیل به شدت تحت تأثیر سویه مورد استفاده قرار می‌گیرد (Aboufazli et al., 2015; Aboufazli et al., 2016). همراستا با این مطالعات، نوشیدنی نارگیل تخمیر شده با لاکتوباسیلوس بولگاریکوس، استریتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس مطالعه شد و

نشان داده شد که رشد لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس در نوشیدنی نارگیل از ۴/۳۲ به ۹/۸۹ log CFU/ml پس از ۲۰ ساعت تخمیر در ۳۷ درجه سلسیوس افزایش یافته است. علاوه بر این، زنده ماندن لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس در طول دو هفته نگهداری در یخچال در دمای ۵ درجه سلسیوس ثابت ماند (Yuliana and Rangga, 2010). به طور مشابه، لاکتوباسیلوس/امنوزوس و لاکتوباسیلوس روتری نرخ رشد و بقای قابل توجهی را در نوشیدنی نارگیل تخمیر شده در طول تخمیر و ذخیره نشان دادند. علاوه بر این، رشد و زنده ماندن سویه‌های پروبیوتیک در شیر نارگیل تخمیری ممکن است با افزودنی‌های غذایی مانند پوره کشمش و شیر تخمیر شده «داهی» افزایش یابد (Sridhar et al., 2015; Amirah et al., 2020).

–سایر نوشیدنی‌های گیاهی

آجیل‌ها ماتریکس‌های بسیار محبوبی برای تولید نوشیدنی‌های گیاهی هستند که بستری عالی برای توسعه میکروفلور مفید پروبیوتیک فراهم می‌کنند. آجیل‌ها تحت فرآیند تخمیر نه تنها طعم و عطر جدیدی به دست می‌آورند، بلکه ارزش غذایی آنها نیز افزایش می‌یابد (Cichońska et al., 2022). قابلیت حیات باکتری‌های اسیدلاکتیک در نوشیدنی‌های مبتنی بر آجیل در مطالعاتی بررسی شده است. در بین آجیل‌ها، نوشیدنی تهیه شده از بادام هندی (Bruno et al., 2019; Shori et al., 2022)، بادام (Bernat et al., 2015; Wansutha et al., 2018) و بادام‌زمینی (Kabier et al., 2014; Utami et al., 2014) رشد باکتری‌های اسیدلاکتیک و زنده ماندن این میکروارگانیسم‌ها در شرایط نگهداری در یخچال در مدت‌های طولانی را حمایت کردند و سوبستراهای مناسبی برای حمل پروبیوتیک‌ها گزارش شدند.

رشد بیفیدوباکتریوم سودوکاتنولاتوم را در نوشیدنی بادام‌زمینی در طی تخمیر در دمای ۳۷ درجه سلسیوس بررسی شد و گزارش شد که بیفیدوباکتریوم سودوکاتنولاتوم از ۴/۷۴ به ۷/۱۲ log CFU/ml پس از ۲۴ ساعت تخمیر افزایش یافت. علاوه بر این، مکمل فروکتوالیگوساکارید باعث افزایش رشد بیفیدوباکتریوم سودوکاتنولاتوم در نوشیدنی بادام‌زمینی در طول تخمیر شد. از سوی دیگر، بیفیدوباکتریوم لونگوم کاهش قابل توجهی (تقریباً از ۲ log CFU/ml)؛ در نوشیدنی بادام‌زمینی تخمیر شده پس از یک هفته نگهداری در یخچال در دمای ۴ درجه سلسیوس نشان داد (Kabier et al., 2014).

قابلیت رشد و زنده ماندن باکتری‌های اسیدلاکتیک در نوشیدنی‌های مبتنی بر غلات و شبه‌غلات نیز در مطالعات متعددی مورد بررسی قرار گرفته است. رشد و زنده ماندن سویه‌های پروبیوتیک در نوشیدنی جودوسر مطلوب گزارش شده است. همچنین تخمیر جودوسر اثرات سلامت‌بخش از جمله ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، خاصیت ضدالتهابی و کاهش کلسترول را نشان داد (Chen et al., 2020; Cichonska et al., 2022). رشد و زنده ماندن باکتری‌های اسیدلاکتیک در نوشیدنی‌های تخمیری تولید شده بر پایه ارزن (Mukisa et al., 2012) نیز نتایج مطلوبی را نشان داد.

در میان غلات بدون گلوتن، یکی از نمایندگان قدیمی اما همچنان بسیار محبوب، برنج است. مزیت بی‌چون و چرای استفاده از آن برای نوشیدنی‌های تخمیر شده طعم شیرینی است که در محصول نهایی به دست می‌آید. این به دلیل تجزیه کربوهیدرات‌ها به قند در طول فرایند است. در مطالعه‌ای با هدف تولید یک نوشیدنی برنج با افزودن باکتری‌های پروبیوتیک، تخمیر برنج با باکتری‌های جنس پروپیونی‌باکتریوم نتایج مورد انتظار را به همراه نداشت، اما افزودن کشت‌های آغازین از جنس لاکتوباسیلوس، ساکارومایسس و بیفیدوباکتریوم نتایج رضایت‌بخشی را به دست آورد. پس از تخمیر، جمعیت زیادی از باکتری‌های اسیدلاکتیک در شیر گیاهی تخمیر شده ثبت شد که کاهش این جمعیت باکتریایی در طول دوره نگهداری در یخچال، بسیار اندک بود (Cichonska et al., 2022).

نوشیدنی برنج تخمیر شده تهیه شده از برنج شکسته، سوبسترای مناسبی برای حمایت از زنده ماندن بالای سویه‌های پروبیوتیک مانند لاکتوباسیلوس کازئی، بیفیدوباکتریوم لونگوم، لاکتوباسیلوس بولگاریکوس، استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس در طی ۲۱ روز نگهداری در یخچال بود (Padma et al., 2019). علاوه بر این، بطری‌های شیشه‌ای بهترین ماده بسته‌بندی برای نوشیدنی برنج تخمیر شده برای حفظ تعداد سلول‌های زنده بالای پروبیوتیک‌ها گزارش شد (Padma et al., 2019).

یکی از شبه‌غلات محبوب در بین گیاهخواران و مبتلایان به سلیاک یا حساسیت به گلوتن، کینوا است. رشد و زنده‌مانی سویه‌های پروبیوتیک در نوشیدنی کینوا در مطالعاتی، رضایت‌بخش گزارش شد (Ludena Uequizo et al., 2016; Canaviri-Paz et al., 2021).

دانه‌ها به دلیل اینکه منبع خوبی از پروتئین، مواد معدنی، فیبر و روغن هستند، ماده خام جالبی برای تولید جایگزین‌های شیر هستند. آنها همچنین به دلیل فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی بالای خود شناخته شده‌اند (Silva et al., 2020). در بین دانه‌ها، مطالعات، مطلوب بودن دانه کتان (Lopusiewicz et al., 2019; 2020 and 2021) و شاهدانه (Szparaga et al., 2019) را برای رشد باکتری‌های اسید لاکتیک با توان پروبیوتیک و زنده‌مانی این باکتری‌ها را در شرایط نگهداری در یخچال برای مدت طولانی گزارش کرده‌اند. مطالعه اخیر نشان داد که زنده ماندن لاکتوباسیلوس رامنوزوس در نوشیدنی شاهدانه به طور قابل توجهی از ۸ به ۱۱ log CFU/ml طی ۶ ساعت تخمیر افزایش یافته است. با این حال، این مقدار پس از ۲۱ روز نگهداری در ۴ درجه سلسیوس به ۷/۳۵ log CFU/ml کاهش یافت (Szparaga et al., 2019).

بحث و نتیجه‌گیری

مصرف نوشیدنی‌های گیاهی در چند سال اخیر رو به افزایش بوده است. این محبوبیت با افزایش عدم تحمل لاکتوز و آلرژی، سبک زندگی جدید مانند گیاهخواری و نگرانی‌های زیست‌محیطی تشدید می‌شود. نوشیدنی گیاهی را می‌توان از منابع مختلفی مانند غلات، حبوبات، مغزها، دانه‌ها و شبه‌غلات تولید کرد. از نظر محتوای تغذیه‌ای، نوشیدنی گیاهی دارای محدودیت‌هایی است و بنابراین به چالشی در توسعه نوشیدنی گیاهی تبدیل می‌شود. بنابراین، روش‌های فرایند

برای حل این مشکل از جمله غنی‌سازی نوشیدنی گیاهی برای به دست آوردن محصول با محتوای تغذیه‌ای هم سطح شیر گاو و بهبود ویژگی‌های حسی مورد نیاز است. بر اساس بررسی‌های مبتنی بر شواهد یافته‌های تحقیقاتی در مورد تخمیر نوشیدنی گیاهی، می‌توان نتیجه گرفت که نوشیدنی گیاهی می‌تواند جایگزین خوبی به عنوان یک حامل پروبیوتیک باشد. بنابراین، مطالعات بیشتری برای محصولات نوشیدنی گیاهی برای بهبود فرآیند تخمیر، ارزش غذایی، رشد و زنده ماندن پروبیوتیک‌ها، افزایش ماندگاری محصول نهایی و بهبود خواص عملکردی مورد نیاز است.

منابع

- Abdullah, Z., Taip, F.S., Mustapa Kamal, S.M. and Abdul Rahman, R.Z. (2018). Effect of sodium caseinate concentration and sonication amplitude on the stability and physical characteristics of homogenized coconut milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(11): e13773.
- Aboulfazli, F., Baba, A. and Misran, M. (2014). Effects of vegetable milk on survival of probiotics and rheological and physicochemical properties of bio-ice cream. In *International Conference on Biological and Medical Sciences* (pp. 15-16). Bali: ICBMS.
- Aboulfazli, F., Shori, A.B. and Baba, A.S. (2016). Effects of the replacement of cow milk with vegetable milk on probiotics and nutritional profile of fermented ice cream. *Lwt*, 70: 261-270.
- Ajam, F. and Koohsari, H. (2020). Effect of some fermentation conditions on antibacterial activity of fermented milk by kefir grains. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(12): e14913.
- Alcorta, A., Porta, A., Tárrega, A., Alvarez, M.D. and Vaquero, M.P. (2021). Foods for plant-based diets: Challenges and innovations. *Foods*, 10(2): 293.
- Allahdad, Z., Manus, J., Aguilar-Uscanga, B.R., Salmieri, S., Millette, M. and Lacroix, M. (2022). Physico-chemical properties and sensorial appreciation of a new fermented probiotic beverage enriched with pea and rice proteins. *Plant Foods for Human Nutrition*, 77(1): 112-120.
- Amirah, A.S., Nor Syazwani, S., Radhiah, S., Anis Shobirin, M.H., Nor-Khaizura, M.A.R., Wan Zunairah, W.I. *et al.*, (2020). Influence of raisins puree on the physicochemical properties, resistant starch, probiotic viability and sensory attributes of coconut milk yogurt. *Food Research*, 4(1): 77-84.
- Aydar, E.F., Tutuncu, S. and Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, 70: 103975.
- Bernat, N., Cháfer, M., Chiralt, A. and González-Martínez, C. (2014). Vegetable milks and their fermented derivative products. *International Journal of Food Studies*, 3(1): 93-124.
- Bernat, N., Cháfer, M., Chiralt, A. and González-Martínez, C. (2015). Probiotic fermented almond “milk” as an alternative to cow-milk yoghurt. *International Journal of Food Studies*, 4(2): 201-211.
- Blandino, A., Al-Aseeri, M.E., Pandiella, S.S., Cantero, D. and Webb, C. (2003). Cereal-based fermented foods and beverages. *Food research international*, 36(6): 527-543.
- Bruno, L.M., Lima, J.R., Wurlitzer, N.J. and Rodrigues, T.C. (2019). Non-dairy cashew nut milk as a matrix to deliver probiotic bacteria. *Food Science and Technology*, 40: 604-607.
- Canaviri-Paz, P., Oscarsson, E., Kjellström, A., Olsson, H., Jois, C. and Håkansson, Å. (2021). Effects on microbiota composition after consumption of quinoa beverage fermented by a novel xylose-metabolizing *L. plantarum* strain. *Nutrients*, 13(10): 3318.
- Cao, Z.H., Green-Johnson, J.M., Buckley, N.D. and Lin, Q.Y. (2019). Bioactivity of soy-based fermented foods: A review. *Biotechnology advances*, 37(1): 223-238.

- Chalupa-Krebsdak, S., Long, C.J. and Bohrer, B.M. (2018). Nutrient density and nutritional value of milk and plant-based milk alternatives. *International dairy journal*, 87: 84-92.
- Chen, L., Wu, D., Schlundt, J. and Conway, P.L. (2020). Development of a dairy-free fermented oat-based beverage with enhanced probiotic and bioactive properties. *Frontiers in microbiology*, 11: 609734.
- Cichońska, P., Ziębicka, A. and Ziarno, M. (2022). Properties of rice-based beverages fermented with lactic acid bacteria and propionibacterium. *Molecules*, 27(8): 2558.
- Cichońska, P., Kowalska, E. and Ziarno, M. (2022). Fermentation of plant-based beverages using lactic acid bacteria—a review®. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2: 86-97.
- Craig, W.J. and Fresán, U. (2021). International analysis of the nutritional content and a review of health benefits of non-dairy plant-based beverages. *Nutrients*, 13(3): 842.
- Cruz, N., Capellas, M., Hernández, M., Trujillo, A.J., Guamis, B. and Ferragut, V. (2007). Ultra high pressure homogenization of soymilk: Microbiological, physicochemical and microstructural characteristics. *Food research international*, 40(6): 725-732.
- Famularo, G., De Simone, C., Pandey, V., Sahu, A.R. and Minisola, G. (2005). Probiotic lactobacilli: an innovative tool to correct the malabsorption syndrome of vegetarians? *Medical hypotheses*, 65(6): 1132-1135.
- Farnworth, E.R., Mainville, I., Desjardins, M.P., Gardner, N., Fliss, I. and Champagne, C. (2007). Growth of probiotic bacteria and bifidobacteria in a soy yogurt formulation. *International journal of food microbiology*, 116(1): 174-181.
- Food and Agriculture Organization/World Health Organization. (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.
- Fructuoso, I., Romão, B., Han, H., Raposo, A., Ariza-Montes, A., Araya-Castillo, L. and Zandonadi, R.P. (2021). An overview on nutritional aspects of plant-based beverages used as substitutes for cow's milk. *Nutrients*, 13(8): 2650.
- Gao, X., Wilde, P.E., Lichtenstein, A.H. and Tucker, K.L. (2006). Meeting adequate intake for dietary calcium without dairy foods in adolescents aged 9 to 18 years (National Health and Nutrition Examination Survey 2001-2002). *Journal of the American Dietetic Association*, 106(11): 1759-1765.
- Haas, R., Schnepps, A., Pichler, A. and Meixner, O. (2019). Cow milk versus plant-based milk substitutes: A comparison of product image and motivational structure of consumption. *Sustainability*, 11(18): 5046.
- Harper, A.R., Dobson, R.C., Morris, V.K. and Moggré, G.J. (2022). Fermentation of plant-based dairy alternatives by lactic acid bacteria. *Microbial Biotechnology*, 15(5): 1404-1421.
- Hati, S., Patel, N. and Mandal, S. (2018). Comparative growth behaviour and biofunctionality of lactic acid bacteria during fermentation of soy milk and bovine milk. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 10: 277-283.
- Horackova, S., Mühlhansová, A., Sluková, M., Schulzová, V. and Plocková, M. (2015). Fermentation of Soymilk by Yoghurt and Bifidobacteria Strains. *Czech Journal of Food Sciences*, 33(4): 313-319.
- Islam, N., Shafiee, M. and Vatanparast, H. (2021). Trends in the consumption of conventional dairy milk and plant-based beverages and their contribution to nutrient intake among Canadians. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 34(6): 1022-1034.
- Jaeger, S.R. and Giacalone, D. (2021). Barriers to consumption of plant-based beverages: A comparison of product users and non-users on emotional, conceptual, situational, conative and psychographic variables. *Food Research International*, 144: 110363.
- Jemaa, M.B., Gamra, R., Falleh, H., Ksouri, R. and Beji, R.S. (2021). Plant-based milk alternative: nutritional profiling, physical characterization and sensorial assessment. *Current Perspectives on Medicinal and Aromatic Plants*, 4(2): 108-120.

- Jeske, S., Zannini, E. and Arendt, E.K. (2017). Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72: 26-33.
- Jeske, S., Zannini, E. and Arendt, E.K. (2018). Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials. *Food research international*, 110: 42-51.
- Kabier, B.M., Yazid, A.M. and Mustafa, S. (2014). Growth of *Bifidobacterium pseudocatenulatum* G4 and changes in organic acid profile in peanut milk and skim milk supplemented with fructooligosaccharides. *Sudan Journal of Science and Technology*, 15(2): 12-21.
- Ketnawa, S. and Ogawa, Y. (2019). Evaluation of protein digestibility of fermented soybeans and changes in biochemical characteristics of digested fractions. *Journal of Functional Foods*, 52: 640-647.
- Kumari, A., Angmo, K., Monika, S. and Bhalla, T.C. (2018). Functional and technological application of probiotic *L. casei* PLA5 in fermented soymilk. *International Food Research Journal*, 25(5): 2164-2172.
- Levit, R., de Giori, G.S., de LeBlanc, A.D.M. and LeBlanc, J.G. (2017). Evaluation of the effect of soymilk fermented by a riboflavin-producing *Lactobacillus plantarum* strain in a murine model of colitis. *Beneficial Microbes*, 8(1): 65-72.
- Lim, X.X., Koh, W.Y., Uthumporn, U., Maizura, M. and Wan Rosli, W.I. (2019). The development of legume-based yogurt by using water kefir as starter culture. *International Food Research Journal*, 26(4): 1219-1228.
- Liong, M.T. and Shah, N.P. (2006). Effects of a *Lactobacillus casei* synbiotic on serum lipoprotein, intestinal microflora, and organic acids in rats. *Journal of dairy science*, 89(5): 1390-1399.
- Liu, J.R. and Lin, C.W. (2000). Production of kefir from soymilk with or without added glucose, lactose, or sucrose. *Journal of Food Science*, 65(4): 716-719.
- Łopusiewicz, Ł., Drożdowska, E., Siedlecka, P., Mężyńska, M. and Bartkowiak, A. (2020). Preparation and characterization of novel flaxseed oil cake yogurt-like plant milk fortified with inulin. *Journal of Food & Nutrition Research*, 59(1): 61-70.
- Łopusiewicz, Ł., Drożdowska, E., Siedlecka, P., Mężyńska, M., Bartkowiak, A., Sienkiewicz, M. *et al.*, (2019). Development, characterization, and bioactivity of non-dairy kefir-like fermented beverage based on flaxseed oil cake. *Foods*, 8(11): 544.
- Łopusiewicz, Ł., Drożdowska, E., Trocer, P., Kostek, M., Bartkowiak, A. and Kwiatkowski, P. (2021). The development of novel probiotic fermented plant milk alternative from flaxseed oil cake using *lactobacillus rhamnosus* GG acting as a preservative agent against pathogenic bacteria during short-term refrigerated storage. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 33(4): 266-276.
- Ludena Urquiza, F.E., García Torres, S.M., Tolonen, T., Jaakkola, M., Pena-Niebuhr, M.G., von Wright, A. *et al.*, (2017). Development of a fermented quinoa-based beverage. *Food science & nutrition*, 5(3): 602-608.
- Mäkinen, O. E., Wanhalinna, V., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2016). Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(3), 339–349.
- Mårtensson, O., Öste, R. and Holst, O. (2000). Lactic acid bacteria in an oat-based non-dairy milk substitute: fermentation characteristics and exopolysaccharide formation. *LWT-Food Science and Technology*, 33(8), 525-530.
- Mauro, C.S.I. and Garcia, S. (2019). Coconut milk beverage fermented by *Lactobacillus reuteri*: optimization process and stability during refrigerated storage. *Journal of food science and technology*, 56, 854-864.
- McClements, D.J. and Gumus, C.E. (2016). Natural emulsifiers—Biosurfactants, phospholipids, biopolymers, and colloidal particles: Molecular and physicochemical basis of functional performance. *Advances in Colloid and interface Science*, 234, 3-26.
- McClements, D.J., Bai, L., and Chung, C. (2017). Recent advances in the utilization of natural emulsifiers to form and stabilize emulsions. *Annual review of food science and technology*, 8(1), 205-236.

- McClements, D.J. (2020). Development of next-generation nutritionally fortified plant-based milk substitutes: Structural design principles. *Foods*, 9(4), 421.
- McClements, D.J., Newman, E. and McClements, I.F. (2019). Plant-based milks: A review of the science underpinning their design, fabrication, and performance. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 18(6), 2047-2067.
- McNees, A.L., Markesich, D., Zayyani, N.R. and Graham, D.Y. (2015). *Mycobacterium paratuberculosis* as a cause of Crohn's disease. *Expert review of gastroenterology & hepatology*, 9(12), 1523-1534.
- Mintel Press Team. (2018). *US non-dairy milk sales grow 61% over the last five years*. Retrieved from <https://www.mintel.com/press-centre/food-and-drink/us-non-dairy-milk-sales-grow-61-over-the-last-five-years>.
- Miraghajani, M., Zaghian, N., Dehkohne, A., Mirlohi, M. and Ghiasvand, R. (2019). Probiotic soy milk consumption and renal function among type 2 diabetic patients with nephropathy: a randomized controlled clinical trial. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 11, 124-132.
- Mishra, S. and Mishra, H.N. (2013). Effect of synbiotic interaction of fructooligosaccharide and probiotics on the acidification profile, textural and rheological characteristics of fermented soy milk. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 3166-3176.
- Mukisa, I.M., Porcellato, D., Byaruhanga, Y.B., Muyanja, C.M., Rudi, K., Langsrud, T. *et al.*, (2012). The dominant microbial community associated with fermentation of Obushera (sorghum and millet beverages) determined by culture-dependent and culture-independent methods. *International Journal of Food Microbiology*, 160(1): 1-10.
- Munekata, P.E., Domínguez, R., Budaraju, S., Roselló-Soto, E., Barba, F.J., Mallikarjunan, K. *et al.*, (2020). Effect of innovative food processing technologies on the physicochemical and nutritional properties and quality of non-dairy plant-based beverages. *Foods*, 9(3): 288.
- Myagmardorj, B., Purev, M.E. and Batdorj, B. (2018). Functional properties of fermented soymilk by *Lactobacillus fermentum* BM-325. *Mongolian Journal of Chemistry*, 19(45): 32-37.
- Neelakantan, N., Seah, J.Y.H. and van Dam, R.M. (2020). The effect of coconut oil consumption on cardiovascular risk factors: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Circulation*, 141(10): 803-814.
- Padma, E. M., Rao, P. J., Edukondalu, L., Aparna, K., and Babu, G. R. (2019). Storage studies of probiotic rice milk during refrigerated conditions. *International Journal of Chemical Studies*, 7(6): 1114-1117.
- Panghal, A., Janghu, S., Virkar, K., Gat, Y., Kumar, V. and Chhikara, N. (2018). Potential non-dairy probiotic products—A healthy approach. *Food bioscience*, 21: 80-89.
- Paul, A.A., Kumar, S., Kumar, V. and Sharma, R. (2020). Milk Analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(18): 3005-3023.
- Penha, C.B., Santos, V.D.P., Speranza, P. and Kurozawa, L.E. (2021). Plant-based beverages: Ecofriendly technologies in the production process. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 72: 102760.
- Poliseli-Scopel, F.H., Hernández-Herrero, M., Guamis, B. and Ferragut, V. (2014). Sterilization and aseptic packaging of soymilk treated by ultra high pressure homogenization. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 22: 81-88.
- Pontonio, E. and Rizzello, C.G. (2021). Milk alternatives and non-dairy fermented products: Trends and challenges. *Foods*, 10(2): 222.
- Poore, J. and Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392): 987-992.
- Rasika, D.M., Vidanarachchi, J.K., Rocha, R.S., Balthazar, C.F., Cruz, A.G., Sant'Ana, A.S. *et al.*, (2021). Plant-based milk substitutes as emerging probiotic carriers. *Current Opinion in Food Science*, 38: 8-20.

- Reyes-Jurado, F., Soto-Reyes, N., Dávila-Rodríguez, M., Lorenzo-Leal, A.C., Jiménez-Munguía, M.T., Mani-López, E. *et al.*, (2023). Plant-based milk alternatives: Types, processes, benefits, and characteristics. *Food Reviews International*, 39(4): 2320-2351.
- Rezaei, R. and Koohsari, H. (2020). Using several fruit and vegetable juices as substrates for producing non-dairy probiotic beverages. *Iranian Food Science and Technology. Research Journal*, 16(6): 111-121.
- Romulo, A. (2022). Nutritional contents and processing of plant-based milk: a review. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 998(1): 012054.
- Sadeghi, O., Milajerdi, A., Siadat, S.D., Keshavarz, S.A., Sima, A.R., Vahedi, H. *et al.*, (2020). Effects of soy milk consumption on gut microbiota, inflammatory markers, and disease severity in patients with ulcerative colitis: a study protocol for a randomized clinical trial. *Trials*, 21: 1-11.
- Sajjadi, S.S., Koohsari, H. and Sadegh Shesh Poli, M. (2024). Antibacterial activity of soy milk fermented by kefir grain against a number of pathogenic bacteria. *Food Research Journal*, 34(2): 61-80.
- Šertović, E., Sarić, Z., Božanić, R., Barać, M., Barukčić, I. and Kostić, A. (2020). Fermentation of cow's milk and soy milk mixture with *L. acidophilus* probiotic bacteria with yoghurt culture. In *30th Scientific-Experts Conference of Agriculture and Food Industry*, 78: 251-259.
- Sethi, S., Tyagi, S.K. and Anurag, R.K. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of food science and technology*, 53: 3408-3423.
- Shori, A.B., Aboulfazli, F. and Baba, A.S. (2018). Viability of probiotics in dairy products: a review focusing on yogurt, ice cream, and cheese. *Advances in biotechnology*, 3: 1-25.
- Shori, A.B., Aljohani, G.S., Al-zahrani, A.J., Al-sulbi, O.S. and Baba, A.S. (2022). Viability of probiotics and antioxidant activity of cashew milk-based yogurt fermented with selected strains of probiotic *Lactobacillus* spp. *Lwt*, 153: 112482.
- Shori, A.B. and Al Zahrani, A.J. (2021). Non-dairy plant-based milk products as alternatives to conventional dairy products for delivering probiotics. *Food Science and Technology*, 42: e101321.
- Shori, A.B. (2013). Antioxidant activity and viability of lactic acid bacteria in soybean-yogurt made from cow and camel milk. *Journal of Taibah University for Science*, 7(4): 202-208.
- Silva, A.R., Silva, M.M. and Ribeiro, B.D. (2020). Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *Food Research International*, 131: 108972.
- Silva, C.F.G.D., Santos, F.L., Santana, L.R.R.D., Silva, M.V.L. and Conceicao, T.D.A. (2018). Development and characterization of a soymilk Kefir-based functional beverage. *Food Science and Technology*, 38(3): 543-550.
- Singhal, S., Baker, R.D. and Baker, S.S. (2017). A comparison of the nutritional value of cow's milk and nondairy beverages. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 64(5): 799-805.
- Singh, B.P., Bhushan, B. and Vij, S. (2020). Antioxidative, ACE inhibitory and antibacterial activities of soy milk fermented by indigenous strains of lactobacilli. *Legume Science*, 2(4): e54.
- Siri-Tarino, P.W., Sun, Q., Hu, F.B. and Krauss, R.M. (2010). Saturated fat, carbohydrate, and cardiovascular disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 91(3): 502-509.
- Smedman, A., Lindmark-Månsson, H., Drewnowski, A. and Edman, A.K.M. (2010). Nutrient density of beverages in relation to climate impact. *Food & nutrition research*, 54(1): 5170.
- Sridhar, S.R., Roopa, B.S., Varadaraj, M.C. and Vijayendra, S.V.N. (2015). Optimization of a novel coconut milk supplemented dahi-a fermented milk product of Indian subcontinent. *Journal of Food Science and Technology*, 52: 7486-7492.
- Steinkraus, K. (2002). "Fermentations in world food processing". *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1(1): 23-32.
- Szparaga, A., Tabor, S., Kocira, S., Czerwińska, E., Kuboń, M., Płóciennik, B. *et al.*, (2019). Survivability of probiotic bacteria in model systems of non-fermented and fermented coconut and hemp milks. *Sustainability*, 11(21): 6093.

- Tangyu, M., Muller, J., Bolten, C.J. and Wittmann, C. (2019). Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Applied microbiology and biotechnology*, 103: 9263-9275.
- Tasdemir, S.S. and Sanlier, N. (2020). An insight into the anticancer effects of fermented foods: A review. *Journal of Functional Foods*, 75: 104281.
- Thorning, T.K., Raben, A., Tholstrup, T., Soedamah-Muthu, S.S., Givens, I. and Astrup, A. (2016). Milk and dairy products: good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence. *Food & nutrition research*, 60(1): 32527.
- Utami, T., Giyarto, G., Djaafar, T.F. and Rahayu, E.S. (2014). Growth of *Lactobacillus paracasei* SNP-2 in Peanut Milk and Its Survival in Fermented Peanut Milk Drink During Storage. *Indonesian Food and Nutrition Progress*, 13(1): 11-16.
- Verni, M., Demarinis, C., Rizzello, C.G. and Baruzzi, F. (2020). Design and characterization of a novel fermented beverage from lentil grains. *Foods*, 9(7): 893.
- Wansutha, S., Yuenyaow, L., Jantama, K. and Jantama, S.S. (2018). Antioxidant activities of almond milk fermented with lactic acid bacteria. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*, 42(2018): 115-119.
- Wu, G. (2016). Dietary protein intake and human health. *Food & function*, 7(3): 1251-1265.
- Yamaguishi, C., Spier, M., De Dea Lindner, J., Soccol V. and Soccol C. (2011). Market Trends and Future Directions". In: *Probiotics*. Ed. Liong M-T., Springer, Berlin: 299-319.
- Yeo, S.K. and Liong, M.T. (2010). Effect of prebiotics on viability and growth characteristics of probiotics in soymilk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(2): 267-275.
- Yi, R., Tan, F. and Zhao, X. (2020). Physicochemical and functional properties of *Lactobacillus* fermented soybean milk. In *E3S Web of Conferences*, 145: 01034.
- Yuliana, N., Rangga, A. and Rakhmiati, R. (2010). Manufacture of fermented coco milk-drink containing lactic acid bacteria cultures. *African Journal of Food Science*, 4(9): 558-562.
- Zhao, Y., Martin, B.R. and Weaver, C.M. (2005). Calcium bioavailability of calcium carbonate fortified soymilk is equivalent to cow's milk in young women. *The Journal of nutrition*, 135(10): 2379-2382.
- Ziarno, M., Bryś, J., Parzyszek, M. and Veber, A. (2020). Effect of lactic acid bacteria on the lipid profile of bean-based plant substitute of fermented milk. *Microorganisms*, 8(9): 1348.
- Ziarno, M., Zaręba, D., Maciejak, M. and Veber, A.L. (2019). The impact of dairy starter cultures on selected qualitative properties of functional fermented beverage prepared from germinated white kidney beans. *Journal of Food & Nutrition Research*, 58(2): 167-176.

Plant-based beverages and probiotic products obtained from their fermentation

Plant-based beverages and probiotic products

Koohsari, H.^{1*}

1- Department of Microbiology, Az.C., Islamic Azad University, Azadshahr, Iran

*Corresponding author: hadikoohsari@iau.ac.ir

(Received: // Accepted://)

Abstract

Dairy products are one of the four essential food groups. However, with the increasing incidence of lactose intolerance, casein allergies, new lifestyles such as Vegetarian or vegan diets, along with environmental concerns, traditional milk products can be replaced with non-dairy plant-based milk as a healthy food. Plant-based milk is an aqueous liquid that is mainly produced from various sources such as grains, legumes, nuts, seeds, and pseudo-cereals and replaces animal milk. Optimum processing conditions for each raw material to prepare vegetable milk or use new technologies to improve product quality should be researched. Fermented plant beverage is the result of intense bacterial activity of the starter cultures, which leads to the production of lactic acid and biologically active compounds that increase the nutritional and physiological value. In addition to achieving desirable sensory characteristics, ensuring a sufficient survival number of probiotic bacteria, which are responsible for causing health effects, is one of the main challenges in the production of fermented plant-based beverages. The use of starters that are able to both improve quality (by creating optimal taste and texture) and provide health benefits to consumers (i.e. probiotics) is very important. The growth and viability of probiotics in plant-based beverages depend on several factors such as milk composition, fermentation process, type of probiotics, storage time and temperature, acidity, and packaging. The aim of this study is to highlight the main nutritional benefits of plant-based beverages, fermented or non-fermented, and the processes involved in their production.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Plant-based beverages, Probiotics, Fermentation, Viability of Lactic acid bacteria