نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۴ شماره ۱/ سال ۱۳۹۳

اثر پودر شیر سویا بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، میکروبی و حسی بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری

عزیز همایونی‌راد[۱]، شراره نوروزی[*۲] و محمد اصغری جعفرآبادی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۲۶

[۱] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
[۳] استادیار گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
[*] مسئول مکاتبه: Email: norouzish@tbzmed.ac.ir

چکیده

پروبیوتیک‌ها برای آنکه بتوانند اثرات سلامت‌بخش خود را اعمال کنند باید به صورت زنده و به مقدار کافی مصرف شوند. در این راستا انتخاب حامل مناسب و شناخت ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و حسی این حامل ضروری می‌باشد. برای تولید بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری از باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس کازئی استفاده شد. ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری و بستنی سویای شاهد (بدون باکتری) مورد بررسی قرار گرفت. زنده‌مانی لاکتوباسیلوس کازئی در بستنی سویای پروبیوتیک با کشت باکتری در محیط MRS آگار مورد ارزیابی قرار گرفت. اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) در مقدار اسیدیته، pH، ضریب انبساط حجمی و چگالی در بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری و بستنی سویای شاهد مشاهده گردید. اما مقادیر چربی، مواد جامد کل و مقاومت به ذوب دو نمونه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند ($P\geq۰/۰۵$). شمار باکتری‌های زنده لاکتوباسیلوس کازئی در بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری قبل از انجماد $۳/۱\times۱۰^{۶}$ کلنی در هر گرم و بعد از گذشت سه ماه نگهداری در دمای ۲۴- °C به $۱۰^{۶}$ کلنی در هر گرم بستنی رسید که کاهش چشم‌گیری در تعداد باکتری‌های لاکتوباسیلوس کازئی مشاهده نگردید. بافت و رنگ بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری نسبت به نمونه شاهد در بین ارزیاب‌ها از مقبولیت بیشتری برخوردار بود. این مطالعه نشان داد که افزودن پودر شیر سویا و پیشبرد فرآیند تخمیر توسط لاکتوباسیلوس کازئی باعث افزایش زنده‌مانی این باکتری در بستنی سویا شده و این محصول از قابلیت بالایی به منظور توزیع باکتری‌های پروبیوتیک در میان مصرف‌کنندگان برخوردار است.

واژگان کلیدی: بستنی سویا، تخمیر، لاکتوباسیلوس کازئی، خواص، فیزیکی شیمیایی، حسی

مقدمه

تغییر توازن میکروبی روده، سلامتی میزبان را تحت تاثیر قرار می‌دهد به‌طوری‌که هر چه نسبت میکروب‌های مفید (پروبیوتیک) به میکروب‌های مضر بیشتر باشد، میزبان دوران سلامتی بیشتری را تجربه کرده و کمتر به بیماری‌ها مبتلا می‌شود. در این میان یک راه برای بالا نگهداشتن شمار میکروب‌های مفید در روده، وارد کردن پروبیوتیک‌ها از طریق مصرف منظم مواد غذایی حاوی این باکتری‌هاست (همایونی و همکاران ۲۰۰۸). پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌هایی هستند که هرگاه به صورت زنده و به مقدار کافی مصرف شوند باعث بروز اثرات سلامتی بخش در بدن میزبان می‌گردند. در این میان ترکیبات پری‌بیوتیک، ترکیباتی هستند که باعث افزایش رشد و فعالیت این باکتری‌های مفید می‌گردند (سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد و سازمان بهداشت جهانی ۲۰۰۱؛ گیبسون و روبرفرود ۱۹۹۵).

از میان انواع حامل‌های میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک، غذاها بیش از مکمل‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند زیرا غذاها با خاصیت بافری خود از این باکتری‌های مفید در طی گذر از دستگاه گوارشی محافظت نموده و مواد مغذی ضروری را برای حفظ فعالیت و اثر باکتری‌های پروبیوتیک فراهم می‌آورند. هم‌چنین مشاهده شده که مصرف‌کنندگان، غذاهای پروبیوتیک را به مکمل‌های حاوی این باکتری‌های مفید (قرص‌ها، کپسول‌ها، و اشکال دارویی دیگر) ترجیح می‌دهند (همایونی و همکاران ۲۰۱۲ (الف)). در میان انواع حامل‌های غذایی، امروزه سویا و فرآورده‌های آن مورد توجه قرار گرفته است زیرا این محصولات حاوی ایزوفلاون‌ها، اولیگوساکاریدهای پری‌بیوتیک، تمام اسیدهای آمینه ضروری، مواد معدنی و اکثر ویتامین‌های محلول در آب و چربی می‌باشند و این امر موجب گردیده سویا و فرآورده‌های آن جزء غذاهای فراسودمند دسته‌بندی گردد (ماسای و همکاران ۱۹۸۷). مطالعات نشان می‌دهد که شیر سویا باعث افزایش رشد و فعالیت باکتری‌های پروبیوتیک می‌شود. محققان این افزایش فعالیت و زنده‌مانی را به حضور الیگوساکاریدهای پری‌بیوتیک موجود در سویا مانند رافینوز و استاکیوز نسبت می‌دهند (اوتینو و همکاران ۲۰۰۵؛ میتال و همکاران ۲۰۰۶). به طوری که مصرف رافینوز و استاکیوز در سویا و فرآورده‌های آن باعث افزایش شمار انواع گونه‌های پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس، بیفیدوباکتر و انتروکوکوس در دستگاه گوارش انسان شده‌اند (کاوالینی و همکاران ۲۰۱۱). جایگزینی شیر سویا با شیر گاو در تولید ماست پروبیوتیک، زنده‌مانی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس را افزایش داده و هم‌چنین بر روی بافت ماست اثرات مفید داشته و از میزان آب اندازی و سفتی بافت می‌کاهد (یگانه‌زاد و همکاران ۱۳۸۸). شمار باکتری‌های پروبیوتیک زنده در ماست سویا بیش از 10^8 CFU/ml گزارش شده است که فعالیت مطلوب این باکتری‌ها علاوه بر حضور اولیگوساکاریدهای پری‌بیوتیک به فاکتورهای رشد مانند پپتیدها و گروه‌های آمونیوم آزاد موجود در سویا و محصولات آن نسبت می‌دهند (دنکور و همکاران ۲۰۰۵). باکتری‌های پروبیوتیک به‌وسیلهٔ آنزیم‌های درون سلولی بتا-گلوکوزیداز و تا-گالاکتوزیدازی، ایزوفلاوون آگلیکون‌های موجود در سویا و فرآورده‌های آن را به ایزوفلاوینوئید تبدیل نموده و قابلیت زیست‌دسترسی آن‌ها را افزایش می‌دهد (اوتینو و همکاران ۲۰۰۵). مطالعات نشان داده است که حضور پروبیوتیک‌ها و فعالیت آن‌ها در سویا با مهار اتواکسیداسیون اسید آسکوربیک و نیز کاهش تولید و فعالیت رادیکال‌های آزاد خاصیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولیک سویا افزایش می‌یابد (هوبرتا و همکاران ۲۰۰۸). فرآورده‌های تخمیری سویا علاوه بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر و قابلیت دسترسی بهتر ایزوفلاونوئیدها، دارای بافت، عطر و طعم بهتری می‌باشند (لیو ۱۹۹۷). بررسی‌ها نشان می‌دهد که دماهای پایین نگهداری زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها را تقویت

می‌کند. وانگ و همکارانش بیان نمودند که زنده‌مانی بیفیدوباکترها در پودر شیر سویای نگهداری شده در دمای ٤ °C بسیار بیشتر از زمانی است که در دمای محیط (۲۵ °C) نگهداری شوند. بسیاری از مطالعات بیانگر این موضوع می‌باشند که بستنی به‌دلیل دارا بودن مادۀ خشک بالا و حمل باکتری‌ها به صورت منجمد زنده‌مانی و زنده‌رسانی پروبیوتیک‌ها را به بدن میزبان تضمین می‌نماید. بستنی، رشد پروبیوتیک‌ها در شمار زیاد و امکان زنده‌مانی آن‌ها در طول انبارداری را فراهم می‌آورد (همایونی و همکاران ۲۰۰۸؛ همایونی و همکاران ۲۰۱۲ (ب)). آنچه از مطالعات پیشین بر می‌آید، می‌توان از شیر سویا برای تولید بستنی استفاده نمود (اوتینو و شاه ۲۰۱۱). بستنی سویا به دلیل دارا بودن پروتئین‌های بالا و حفظ خاصیت بافری، ماده خشک بالا و نیز وجود ترکیبات پری‌بیوتیک و فاکتورهای رشد مانند پپتیدها و گروه‌های آمونیوم آزاد می‌تواند حامل خوبی برای میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک باشد. این فرآورده به صورت بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری و غیرتخمیری قابل تولید می‌باشد. هنوز اطلاعات کافی در مورد ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و حسی بستنی سویای پروبیوتیک در دسترس نیست. از مزایای بستنی سویای پروبیوتیک علاوه بر حامل مناسب بودن برای گونه‌های پروبیوتیکی، می‌توان به عدم حضور کلسترول، کالری پایین و فاقد لاکتوز بودن آن اشاره نمود که برای بیماران هیپرکلسترولمی و لاکتوزمی مناسب بوده و نیز در رژیم غذایی گیاه‌خواران می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این تحقیق خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و میکروبی بستنی سویای تخمیر شده توسط لاکتوباسیلوس کازئی مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

انتخاب گونه پروبیوتیکی مناسب

اولین و مهم‌ترین گام در تولید هر فرآوردۀ پروبیوتیکی انتخاب گونۀ مناسب با شرایط تولید و نگهداری آن فرآورده می‌باشد. در تولید بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری دماهای انجماد و شوک حرارتی، حضور اکسیژن، فشار اسمزی ناشی از غلظت‌های بالای ساکارز و pH اسیدی از عوامل محدود کنندۀ زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها در این فرآورده می‌باشند، لذا گونۀ انتخابی باید به شرایط مذکور مقاوم بوده و بر روی ویژگی‌های حسی نیز اثر نامطلوب نداشته باشد (مرتضویان و همکاران ۲۰۱۱).

مطالعات نشان می‌دهد که لاکتوباسیلوس‌ها از مقاوم‌ترین پروبیوتیک‌ها به دماهای پایین می‌باشند. از میان انواع گونه‌های لاکتوباسیلوس، لاکتوباسیلوس کازئی با تولید پروتئین‌های شوک سرمایی نوع A قادر به تحمل شوک حرارتی و سایر استرس‌های محیطی می‌باشد (ساووگوت و همکاران ۲۰۰٦). باکتری‌های جنس لاکتوباسیلوس نسبت به بیفیدوباکتریوم‌ها به غلظت‌های مختلف ساکارز مقاومتر بوده و سرعت رشد و زنده‌مانی آن‌ها بیشتر است. از مطالب ذکر شده چنین برداشت می‌شود که لاکتوباسیلوس کازئی یکی از مناسب‌ترین گونه‌های پروبیوتیکی در تولید بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری می‌باشد و بررسی‌ها نشان می‌دهد که زنده‌مانی یکی از زیر گونه‌های مهم آن به نام لاکتوباسیلوس کازئی (٤۳۱) در محصولات غذایی به خصوص بستنی مورد مطالعه قرار نگرفته است.

ایمن و بی‌ضرر بودن این زیر گونه پروبیوتیکی برای تمام سنین حتی نوزادان به اثبات رسیده است (لیگر و همکاران ۲۰۰۹). مطالعات تغذیه‌ای بر روی این باکتری نشان داده است که مصرف شیر تخمیری حاوی لاکتوباسیلوس کازئی (٤۳۱) با افزایش هضم لاکتوز، علائم عدم تحمل لاکتوز را در افراد مبتلا به لاکتوزومی کاهش می‌دهد (گون و همکاران ۱۹۹۵). همچنین بیان

شده است که عود مجدد تومورهای سرطانی سطحی مثانه در افراد مبتلا بعد از عمل جراحی با مصرف شیر تخمیر شده توسط این باکتری کاهش می‌یابد (نایتو و همکاران ۲۰۰۸). در مطالعه‌ای دیگر مشخص شده که مصرف لاکتوباسیلوس کازئی (٤٣١) احتمال ابتلا به بیماری‌های دستگاه گوارشی به ویژه اسهال را در کودکان کاهش داده و با تقویت سیستم ایمنی منجر به کاهش خطر ابتلا به آنفولانزا در میان افراد جامعه می‌گردد (گون و همکاران ۲۰۰۸؛ ریزاردینی و همکاران ۲۰۱۱).

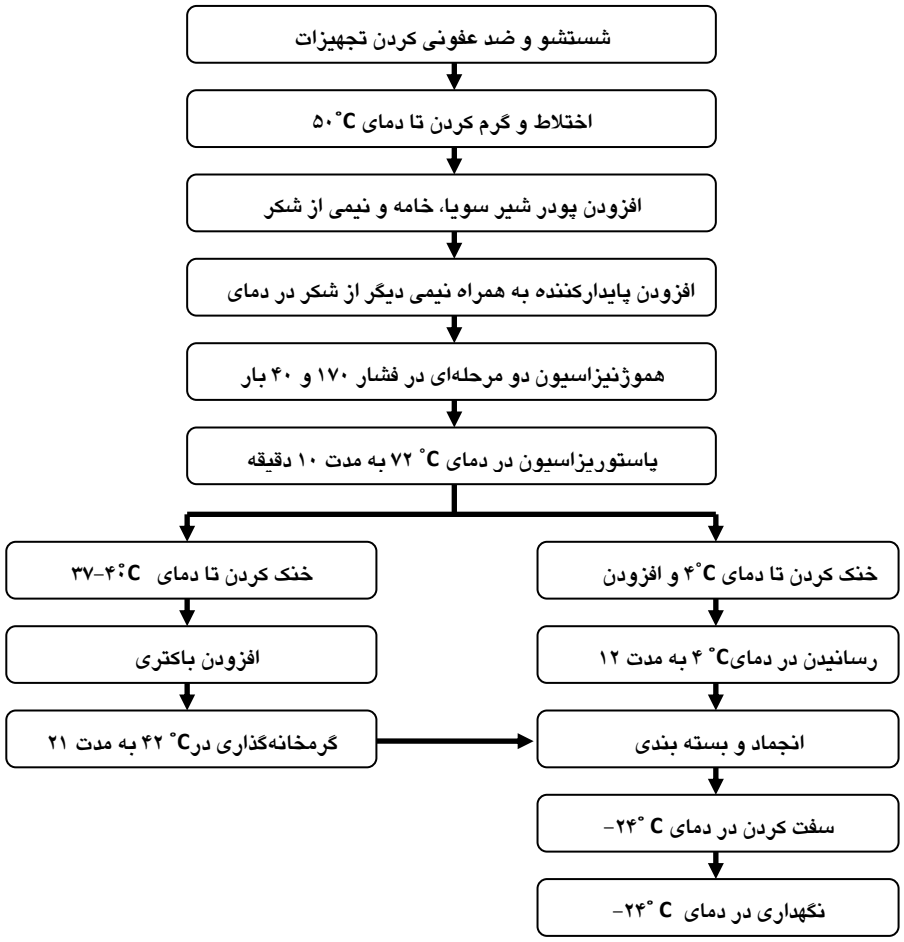
فرآوری نمونه‌ها

در تولید بستنی سویا از شیر کامل استفاده شد که از یک دامداری محلی تأمین و پاستوریزه گردید. خامه پاستوریزه با ۳۰٪ چربی از شرکت پگاه تبریز و شیر خشک سویا حاوی ٤٢٪ پروتئین و ۲۸٪ چربی از شرکت شورمست واقع در سواد کوه تأمین گردید. شکر و وانیل از نمونه‌های موجود در بازار خریداری شدند و پایدارکننده مورد استفاده، استابلایزر از نوع FO41[1] بود.

برای تولید بستنی سویا ابتدا تجهیزات مورد استفاده شستشو و ضدعفونی گردیدند و سپس ترکیبات بستنی که از قبل توزین شده بودند، به ترتیب زیر با هم مخلوط شدند. در ابتدا شیر و خامه را وارد تانک فرمولاسیون نموده و به آرامی حرارت داده و پس از حصول دمای ٦٠ °C شیر خشک سویا، شکر و استابلایزر به آرامی به تانک فرمولاسیون اضافه گردیدند. سپس مخلوط حاصل با دمای ۷۰°C وارد هموژنایزر دو مرحله‌ای گردید و بترتیب در فشارهای ۱۷۰ و ٤٠ بار همگن شد و در ادامه برای پاستوریزه کردن مخلوط از دمای ۷۲°C به مدت ۱۰ دقیقه استفاده شد. مخلوط بستنی سویای شاهد بعد از پاستوریزاسیون تا ٤°C خنک و بعد از افزودن وانیل؛ برای طی مرحله رسیدن به مدت ۱۲ ساعت در این دما نگهداری شد. مخلوط بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری بعد از طی مرحلهٔ پاستوریزاسیون به دو قسمت تقسیم گردید. یک قسمت تا دمای ٤ °C خنک شد و بعد از افزودن مواد طعم دهنده (وانیل) به آن؛ به مدت ۱۲ ساعت در یخچال برای طی کردن مرحلهٔ رسیدن نگهداری شد. نیمی دیگر از مخلوط بستنی را تا دمای ٤٠ °C–۳۷ خنک کرده و باکتری لاکتوباسیلوس کازئی لیوفیلیزه را به مخلوط بستنی تلقیح نمودیم. مخلوط بستنی تلقیح شده در انکوباتور با دمای ٤۲ °C به مدت ۲۱ ساعت برای طی مرحلهٔ تخمیر گرمخانه‌گذاری شد؛ سپس دو قسمت مخلوط بستنی (تخمیر شده و غیر تخمیری) با یکدیگر آمیخته شده و بلافاصله در دستگاه فریزر[2] منجمد گردیده و پس از بسته‌بندی در لیوان‌های ۱۰۰ گرمی به سردخانه ٢٤ °C– برای نگهداری منتقل شدند. در (شکل ۱) فرآیند تولید بستنی پروبیوتیک تخمیری ارائه شده است.

1 - Stabilizer Provala FO41 (Provisco AG, Hauptwill, Switzerland)

2 - Freezer, Soft ice cream machine and Hommy, HM633 (PAMC), Jiangmen, China.



شکل ۱- فرآیند تولید بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری

ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی

ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی بستنی با استفاده از دستگاه‌ها و روش‌های مرسوم اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری pH از دستگاه pH متر و برای اندازه‌گیری اسیدیته از روش دورنیک استفاده گردید و میزان چربی نمونه‌های بستنی با استفاده از روش ژربر اندازه‌گیری شد (انجمن رسمی تجزیه شیمیایی ۱۹۹۷). چگالی نمونه‌ها با روش پیکنومتری مورد سنجش قرار گرفت (انجمن رسمی تجزیه شیمیایی ۱۹۹۷). برای اندازه‌گیری مواد جامد کل در هر دو نمونه روش آون بکار گرفته شد و برای محاسبه ضریب انبساط حجمی از روش وزنی- حجمی و رابطه زیر استفاده گردید (مارشال و همکاران ۲۰۰۳).

$$\text{درصد اوروران} = \frac{(\text{مخلوط وزن - مخلوط حجم هم بستنی وزن})}{\text{مخلوط حجم هم بستنی وزن}} \times 100$$

به منظور تعیین مقاومت به ذوب، ۳۰ گرم نمونه بستنی را بلافاصله بعد از خروج از فریزر بر روی توری سیمی بالای قیف شیشه‌ای گذاشته و سپس در اینکوباتور به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۲ °C قرار داده شد. مقدار بستنی ذوب شده در ارلن به عنوان شاخص مبین کیفیت ذوب در نظر گرفته شد. درصد مقاومت از فرمول زیر محاسبه گردید (انجمن رسمی تجزیه شیمیایی ۱۹۹۷):

درصد مقاومت به ذوب = [وزن بستنی / وزن بستنی ذوب نشده] ×۱۰۰

ارزیابی تعداد لاکتوباسیلوس کازئی زنده

تعداد باکتری‌های زنده بلافاصله پس از انجماد و نیز

پس از گذشت ۷، ۱٤، ۲۱، ۲۸، ٦۰ و ۹۰ روز نگهداری در ۲٤ °C- شمارش گردید. برای این منظور از یک گرم نمونه سری رقت تهیه شده و از آنها برای کشت در محیط MRS آگار در سه تکرار استفاده شد. کشت میکروبی به روش پورپلیت انجام گرفته و پلیت‌ها در ۳۷ °C به مدت ۷۲ ساعت گرم‌خانه‌گذاری شدند و سپس پلیت‌های قابل شمارش مورد شمارش قرار گرفتند (هینز و پلین ۲۰۰۲).

ارزیابی ویژگی‌های حسی

بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری یک هفته پس از تولید به وسیله یک گروه ٤۰ نفره از ارزیاب‌های آموزش دیده از نظر خصوصیات ارگانولپتیکی مثل طعم، بافت و رنگ با نمونه شاهد مورد مقایسه قرار گرفت. برای طعم ۵-۱ امتیاز، برای بافت ۵-۱ امتیاز و برای رنگ ۵-۱ امتیاز در نظر گرفته شد. در مورد تمام ویژگی‌های حسی از مقیاس درجه‌بندی پنج طبقه استفاده شد که شامل بسیار خوب (۵ امتیاز)، خوب (٤ امتیاز)، متوسط (۳ امتیاز)، ضعیف (۲ امتیاز)، بسیار ضعیف (۱ امتیاز) بود (مارشال و همکاران ۲۰۰۳).

طرح آماری مورد استفاده

در ارزیابی‌های حسی از آزمون Kruskal-Wallis و برای مقایسهٔ پارامترهای فیزیکی و شیمیایی بین دو گروه، آزمون تی مستقل استفاده گردید. برای بررسی اثر زمان بر روی زنده‌مانی لاکتوباسیلوس کازئی، تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری و آزمون Sidak به کار گرفته شد. تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS صورت گرفت و سطح احتمال ۵ درصد برای معنی‌داری در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی

خلاصه‌ای از نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی بستنی سویای شاهد و بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری در جدول ۱ ارائه شده است. در مقایسه میانگین بین میزان pH، اسیدیته، ضریب انبساط حجمی و چگالی در بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری و بستنی سویای شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P<۰/۰۵$)، اما مقادیر چربی، مواد جامد کل و مقاومت به ذوب دو نمونه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند ($P\geq۰/۰۵$).

اسیدیته بالا و pH پایین در بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری می‌تواند مربوط به فرآیند تخمیر و تولید اسیدهای آلی توسط لاکتوباسیلوس کازئی باشد زیرا لاکتوباسیلوس کازئی با تخمیر قندها قادر به تولید اسید لاکتیک و مقدار کمی اسید استیک می‌باشد (فریزیر و وستوف ۱۹۸۸؛ هوجانین و همکاران ۲۰۰۱؛ دینگ و تان ۲۰۰٦). ضریب انبساط حجمی از جمله مهم‌ترین فاکتورهای بستنی بوده که به طور مستقیم بر روی کیفیت، ویژگی‌های حسی و مطلوبیت آن اثر گذار است (دینگ و تان ۲۰۰٦). افزایش ضریب انبساط حجمی در بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری را می‌توان به تولید بیوسورفاکتانت‌ها، بیوامولسیفایرها و همچنین گاز توسط این باکتری‌های مفید نسبت داد (سوفجان و هارتل ۲۰۰٤؛ رید و همکاران ۱۹۹۹؛ گوندیا و همکاران ۲۰۱۱). هم‌چنین بالا بودن میزان چگالی در بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری می‌تواند به دلیل رشد باکتری‌های پروبیوتیکی و افزایش تعداد باکتری‌ها و درنتیجه افزایش جرم نسبت به حجم باشد. در مقایسهٔ ویژگی مقاومت به ذوب دو نمونه بستنی سویای شاهد و بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد که علت آن را می‌توان به مقدار برابر پایدارکننده و امولسیون‌کننده در هر دو نمونه و یکسان بودن نوع آن‌ها نسبت داد (لورنس-هاتینگ و ویلیجون ۲۰۰۱).

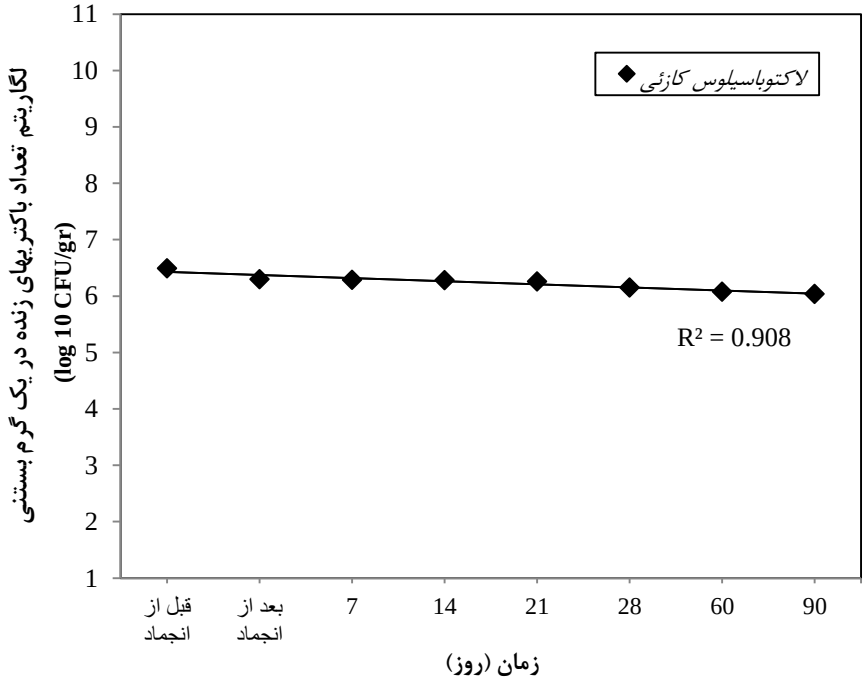
جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بستنی سویا و بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری

نمونه‌ها	چگالی	مقاومت به ذوب	ضریب انبساط حجمی	ماده خشک	چربی	اسیدیته	pH
بستنی سویا	۱/۱۲۳۹±۰/۰۰۰۱^{a}	۸۸/٤۲±۰/۸۱^{a}	۱۳/۳۷±۱/۸٥^{a}	۳۸/۰۹±۱^{a}	٥/۱±۰/۱^{a}	۰/۰۹۲±۰/۰۰۱^{a}	۷/۱۸±۰/۰۱^{a}
بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری	۱/۱۳۱۹±۰/۰۰۰۲^{ab}	۹۰/۳۹±۰/٤۲^{a}	٤۲/٥۷±۸/٥^{ab}	۳۸/٦۸±۱^{a}	٥/۱±۰/۱^{a}	۰/٤٥٥±۰/۰۰٥^{ab}	٥/۸۱±۰/۰۱^{ab}

a, b: حروف لاتین متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد است.

زنده‌مانی لاکتوباسیلوس کازئی

با توجه به اطلاعات بدست آمده از تجزیه واریانس اختلاف معنی‌دار در شمار سلول‌های زندهٔ لاکتوباسیلوس کازئی در بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری در طی ۹۰ روز نگهداری در دمای ۲٤- °C مشاهده نگردید ($P\geq۰/۰٥$). روند تغییرات لگاریتم تعداد باکتری‌های پروبیوتیک زنده در بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری در شکل ۲ نشان داده شده است. همان طوری که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، کاهش قابل ملاحظه‌ای در تعداد باکتری‌های زنده طی ۳ ماه نگهداری صورت نگرفته است.



شکل ۲- روند تغییرات تعداد سلول‌های لاکتوباسیلوس کازئی در بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری در طی ۹۰ روز نگهداری در دمای ۲٤- °C

میزان تغییرات شمار باکتری‌های زنده در بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری کمتر از یک لگاریتم بوده که این موضوع در نوع خود منحصر به فرد می‌باشد. از عوامل تأثیرگذار بر عدم کاهش قابل ملاحظه در تعداد باکتری‌های زندهٔ لاکتوباسیلوس کازئی می‌توان به حضور ترکیبات پری‌بیوتیک و فاکتورهای رشد در شیر سویا اشاره نمود به طوری که مطالعات نشان می‌دهد الیگوساکاریدهای پری‌بیوتیک موجود در سویا مانند رافینوز و استاکیوز باعث افزایش شمار انواع گونه‌های پروبیوتیکی مربوط به جنس‌های لاکتوباسیلوس، بیفیدوباکتریوم و انتروکوکوس در دستگاه گوارش انسان شده‌اند (اوتینو و همکاران ۲۰۰۵؛ میتال و همکاران ۲۰۰۶؛ کاوالینی و همکاران ۲۰۱۱)، هم‌چنین شمار بالای پروبیوتیک‌ها در ماست سویا به دلیل حضور فاکتورهای رشد مانند پپتیدها و گروه‌های آمونیوم آزاد گزارش شده است (دنکور و همکاران ۲۰۰۵). تحقیقات نشان می‌دهند که حضور اسیدآمینهٔ سیستئین باعث مهار اثر سمی اکسیژن بر روی زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک می‌شود که سویا و فرآورده‌های آن حاوی مقادیر قابل توجه این اسیدآمینهٔ ضروری می‌باشند (داو و شاه ۱۹۹۸). پیش‌برد فرآیند تخمیر توسط باکتری‌های پروبیوتیکی به عنوان استارتر موجب افزایش مقاومت این باکتری‌ها به شرایط محیطی محصول شده و تعداد باکتری‌های زنده در محصول در طی دوره نگهداری افزایش می‌یابد که علت آن افزایش سازگاری و تطبیق باکتری با شرایط محیطی می‌باشد (لورنس–هاتینگ و ویلیجون ۲۰۰۱)، که این جنبه نیز می‌تواند یکی از علل شمار بالای لاکتوباسیلوس کازئی در بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری در طول نگهداری فرآورده باشد. در سال ۱۳۸٦ همایونی بیان نمود که لاکتوباسیلوس کازئی یکی از گونه‌های پروبیوتیکی مقاوم به غلظت‌های بالای ساکارز (۲۵–۱۰ درصد) می‌باشد. همچنین وی بیان نمود که لاکتوباسیلوس کازئی از مقاوم‌ترین باکتری‌ها به pH اسیدی (pH=۲) و قلیایی (pH=۸) می‌باشد.

ویژگی‌های حسی

نتایج حاصل از ارزیابی حسی بستنی سویای پروبیوتیک و بستنی سویای شاهد در جدول ۲ آورده شده است. مطابق با نتایج بدست آمده بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری از نظر رنگ، بافت و پذیرش کلی با نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار نشان داد.

جدول ۲- نتایج ارزیابی حسی بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری و بستنی سویای شاهد

ویژگی‌ها	ارزش جانبی	توزیع کای اسکوئر	درجه آزادی
طعم	۰/۵۲۲	۰/٤۱۰	۱
رنگ	۰/۰۰۲	۹/۳۰٤*	۱
بافت	۰/۰۱٦	٥/۷٦۸*	۱
پذیرش کلی	۰/۰۱۹	٤/٦٥۲*	۱

* بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد است.

فرآیند تخمیر با اثر بر روی هوادهی باعث بهبود رنگ و بافت بستنی سویا شده که در نهایت موجب بهبود ویژگی‌های حسی و افزایش پذیرش کلی آن می‌گردد که مطابق مطالعات گذشته می‌باشد (لیو ۱۹۹۷؛ سوفجان و هارتل ۲۰۰٤؛ رید و همکاران ۱۹۹۹). عدم وجود اختلاف معنی‌دار در ویژگی طعم بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری و بستنی سویا به معنی یکسان بودن طعم آن‌ها نیست بلکه به این معناست که بستنی سویای پروبیوتیک مانند بستنی سویای شاهد طعم خوشایندی داشته و مورد قبول ارزیاب‌ها قرار گرفته است (لیو ۱۹۹۷).

نتیجه گیری

این بررسی نشان می‌دهد که بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری حامل مناسبی برای لاکتوباسیلوس کازئی بوده و این بستنی علاوه بر پروبیوتیک بودن، خواص فراسودمندی سویا را نیز داراست. همچنین پیشبرد فرآیند تخمیر توسط باکتری پروبیوتیک باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی و حسی بستنی سویا می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از پایان‌نامه دانشجوئی در مقطع کارشناسی ارشد به شماره ۱٤۰/آ بوده و نویسندگان از دانشکده تغذیه و معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی تبریز به خاطر حمایت مالی این تحقیق تشکر و قدردانی خود را ابراز می‌نمایند.

منابع مورد استفاده

همایونی‌راد ع، ۱۳۸٦، بررسی اثر ریزپوشانی بر زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها در بستنی فراویژه، رساله دکتری تخصصی علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده مهندسی بیوسیستم کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، صص ۱۹۸.

یگانه‌زاد س، مظاهری تهرانی م، شهیدی ف، زایرزاده الف، ۱۳۸۸، بررسی اثر شیر سویا بر زنده ماندن باکتری های لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و ویژگی های فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیکی ماست پروبایوتیک، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱٦، ۱۷۳-۱٦۵.

AOAC. Official methods of analysis. (Arlington, Association of Official Analytical Chemists), 1997.

Cavallini DCU, Suzuki JY, Abdalla DSP, Vendramini RC, Pauly-Silveira ND, Roselino MN, Pinto RA, Rossi EA, 2011. Influence of a probiotic soy product on fecal microbiota and its association with cardiovascular risk factors in an animal model. Lipids in Health and Disease 10(1): 126-132.

Dave RI, Shah NP, 1998. Ingredient supplementation affects viability of probiotic bacteria. Journal of Dairy Science 8: 2804-2816.

Ding S, Tan T, 2006. L-lactic acid production by Lactobacillus casei fermentation using different fed-batch feeding strategies. Process Biochemistry 41: 1451-1454.

Donkor ON, Henriksson A, Vasilijevic T, Shah NP, 2005. Probiotic strains as starter cultures improve angiotensin-converting enzyme inhibitory activity in soy yogurt Journal of Food Science 70: 375-381.

FAO/WHO, 2001. Evaluation of health and nutritional properties of powder milk and live lactic acid bacteria. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Expert Consultation Report, http://www.fao.org/es/ESN/Probio/Probio.htm.

Frazier W, Westhoff D, 1988. Food microbiology, 4th ed. New York: McGraw Hill.

Gaon D, Doweck Y, Gomez ZA, Ruiz HA, Oliver G, 1995. Lactose digestion by milk fermented with Lactobacillus acidophilus and Lactobacillus casei of human origin. Medicina 55(3): 237-242.

Gaon D, Garcia H, Winter L, Rodriguez N, Quintas R, Gonzalez SN, Oliver G, 2003. Effect of Lactobacillus strains and Saccharomyces boulardii on persistent diarrhea in children. Medicina (Buenos Aires) 63: 293-298.

Gibson GR, Roberfroid, MB, 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. Nutrition 125: 1401-1412.

Gudina EJ, Teixeira JA, Rodrigues LR, 2011. Biosurfactant-Producing Lactobacilli: Screening, Production Profiles, and Effect of Medium Composition. Applied and Environmental Soil Science 2011: 1-9.

Haynes IN, Playne MJ, 2002. Survival of probiotic cultures in low fat ice cream. Australian Journal of Dairy Technology 57: 10-14.

Homayouni A, Azizi A, Ehsani MR, Yarmand MS, Razavi SH, 2008. Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of synbiotic ice cream. Journal of Food Chemistry 11: 50-55.

Homayouni A, Vaghef Mehrbani E, Alipoor B, Vaghef Mehrbani L, Javadi, M, 2012a. Do probiotics act more efficiently in foods than in supplements? Nutrition 28: 733-736.

Homayouni A, Azizi A, Javadi M, Mahdipour S, Ejtahed H, 2012b. Factors influencing probiotic survival in ice cream: A review. International Journal of Dairy Science 7: 1-10.

Huberta J, Bergerb M, Nepveuc F, Paula F, Daydeb J, 2008. Effects of fermentation on the phytochemical composition and antioxidant properties of soy germ. Food Chemistry 109: 709-721.

Hujanen M, Linko S, Linko YY, Leisola M, 2001. Optimisation of media and cultivation conditions for L^+ S-lactic acid production by Lactobacillus casei NRRL B-441. Applied microbiology and biotechnology 56: 126-130.

Liu K, 1997. Soybean: Chemistry, Technology and Utilization. New York: Chapman and Hall.

Lourens-Hattingh A, Viljoen BC, 2001. Yogurt as probiotic carrier food. International Dairy Journal 11:1-17.

Marshall RT, Goff HD, Hartel RW, 2003. Ice cream, 6th ed. New York: Springer.

Masai T, Wada K, Hayakawa K, Yoshihara I, Mitsuoka T, 1987. Effects of soybean oligosaccharides on human intestinal flora and metabolic activities. Japanese journal of bacteriology 42: 313-316.

Mital B, Steinkraus K, Naylor H, 2006. Growth of lactic acid bacteria in soy milks. Food Science 39(5): 1018-1022.

Mortazavian AM, Mohammadi R, da Cruz AG, Faria JAF, 2011. Technology and Stability of Probiotic and Prebiotic in Dairy Desserts, Pp 321-357. Shah NP, da Cruz AG, Faria JAF, editors. Probiotic and Prebiotic Foods: Technology, Stability and Benefits to Human Health. New York: Nova Science Publishers.

Naito S, Koga H, Yamaguchi A, Fujimoto N, Hasui Y, Kuramoto H, Iguchi A, Kinukawa N, 2008. Prevention of recurrence with epirubicin and lactobacillus casei after transurethral resection of bladder cancer. Journal of Urology 179: 485-490.

Otieno DO, Ashton JF, Shah NE, 2005. Stability of β-glucosidase activity produced by Bifidobacterium and Lactobacillus spp. in fermented soymilk during processing and storage. Food Science 70; 236-247.

Otieno DO, Shah NP, 2011. Technology and Stability of Probiotic and Prebiotic Soy Production. Pp 321-357, Shah NP, da Cruz AG, Faria JAF, editors. Probiotic and Prebiotic Foods: Technology, Stability and Benefits to Human Health .New York: Nova Science Publishers, Inc.

Reid G, Heinemann C, Velraeds M, van der Mei HC, Busscher HJ, 1999. Biosurfactants produced by Lactobacillus. Methods in Enzymology 310: 426-433.

Rizzardini G, Eskesen D, Calder PC, Capetti A, Jespersen L, Clerici M, 2011. Evaluation of the immune benefits of two probiotic strains Bifidobacterium animalis ssp. lactis, BB-12 and Lactobacillus paracasei ssp. paracasei, L. casei 431 in an influenza vaccination model; a randomised, double-blind, placebo-controlled study. The British Journal of Nutrition, 107:876-884.

Sauvageot N, Beaufils S, Maze A, Deutscher J, Hartke A, 2006. Cloning and characterization of a gene encoding a cold-shock protein in Lactobacillus casei. FEMS Microbiology Letters 254: 55-62.

Sofjan RP, Hartel RW, 2004. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. International Dairy Journal 14(3): 255-262.

Vlieger AM, Robroch A, van Buuren S, Kiers J, Rijkers G, Benninga MA, te Biesebeke R, 2009. Tolerance and safety of Lactobacillus paracasei ssp. paracasei in combination with Bifidobacterium animalis ssp. lactis in a prebiotic-containing infant formula: a randomised controlled trial. British Journal of Nutrition 102: 869-878.

Wang YC, Yu RC, Chou CC, 2004. Viability of lactic acid bacteria and bifidobacteria in fermented soymilk after drying, subsequent rehydration and storage. International Journal of Food Microbiology 93: 209-217.

Effects of soymilk powder on physicochemical, microbial and sensory properties of fermented probiotic soy ice-cream

A Homayouni Rad[1], Sh Norouzi[2]* and M Asghari Jafarabadi[3]

Received: May 20, 2013 Accepted: November 17, 2013

[1]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
[2]MSc Student. Department of Food Science and Technology, Faculty of Health and Nutrition, Tabriz University of Medical Sciences Tabriz, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Statistics and Epidemiology, Faculty of Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
*Corresponding author: E mail: norouzish@tbzmed.ac.ir

Abstract

For exerting beneficial health effects of probiotics, they should be administered alive and in adequate amounts. Therefore, selection of suitable carrier for delivery of this beneficial bacterial cells and evaluation of physicochemical and sensorial properties of the final product is necessary. *Lactobacillus casei* was used for producing fermented probiotic soy ice-cream. Physicochemical and sensory properties of fermented probiotic soy ice-cream and control sample were evaluated. MRS-Agar was used for probiotic enumeration. There were significant differences ($P<0.05$) in acidity, pH, overrun and density of fermented probiotic soy ice-cream in comparison with control sample, but no significant differences in fat, total solids and melting resistance of both ice creams ($P\geq0.05$). Probiotic count before freezing was 3.1×10^6 CFU/g that was showed no significant decrease during 3 months storage at -24˚C and there were 10^6 CFU/g viable probiotic cells in the final product. Texture and color of fermented probiotic soy ice-cream were more acceptable in comparison with control sample. The results demonstrated that fermented soy ice-cream is a suitable vehicle for delivery of probiotic bacteria among consumers.

Key words: Soy ice-cream, Fermentation, *Lactobacillus casei*, properties, Physicochemical, Sensory