



## بررسی اثر اینولین و عصاره چای سبز بر زنده‌مانی بیفیدوباکتریوم لانگوم و خصوصیات فیزیکوشیمیایی بستنی سویای سین بیوتیک

لیلا ناطقی\*

استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین - پیشوا،

دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۲۵

### چکیده

**سابقه و هدف:** مواد غذایی علاوه بر رفع گرسنگی و تأمین مواد مغذی ضروری باید باعث بهبود وضعیت سلامت و شادابی فیزیکی و ذهنی مصرف‌کننده گردند. به همین دلیل امروزه تمایل بیشتری از سوی مصرف‌کنندگان به انتخاب مواد غذایی جدید با ویژگی‌های تغذیه‌ای و سلامت بخشی بالا وجود دارد. پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که در تعداد کافی و به شکل فعال با تعدیل فلور میکروبی روده، اثرات مفیدی را بر روی سلامت میزبان اعمال می‌کنند. استفاده از ترکیبات پری‌بیوتیک مناسب و انتخاب حامل مناسب برای پروبیوتیک‌ها باعث افزایش رشد و فعالیت این باکتری‌های مفید می‌گردد. سویا و فراورده‌های آن حامل‌های مطلوبی برای میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک به‌شمار می‌روند و می‌توانند نقش موثری در افزایش زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک داشته باشند. هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثرات پری‌بیوتیکی اینولین و آنتی‌اکسیدانی چای سبز در افزایش زمان زنده‌مانی بیفیدوباکتریوم لانگوم در بستنی سویای سین‌بیوتیک بود.

**مواد و روش‌ها:** به‌منظور تولید بستنی سویای سین‌بیوتیک عصاره چای سبز در غلظت‌های ۱، ۲ و ۳ درصد، اینولین به نسبت‌های ۱، ۲ و ۳ درصد و همچنین باکتری پروبیوتیک بیفیدوباکتریوم لانگوم به میزان  $10^6$  CFU/ml به فرمولاسیون شیر سویای سین‌بیوتیک اضافه شدند. بنابراین ۱۰ تیمار مطابق با طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار طراحی گردید. آزمون‌های تعیین درصد ترکیبات پلی‌فنولی، درصد اسیدپتیک، درصد حجم‌افزایی، عدد پراکسید (meq/kg)، ارزیابی ویسکوزیته (cp)، ارزیابی رنگ (شاخص‌های روشنایی، قرمزی، زردی)، ارزیابی حسی (بو، مزه، بافت و پذیرش کلی) یک روز پس از تولید و میزان زنده‌مانی بیفیدوباکتریوم لانگوم (CFU/ml) طی ۲۱ روز نگهداری نمونه‌های بستنی سویای سین‌بیوتیک در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد انجام شد. برای تجزیه و تحلیل نتایج، مقایسه میانگین دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با کمک نرم افزار مینی‌تب نسخه ۱۶ صورت گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اینولین و عصاره چای سبز در فرمولاسیون بستنی سویای سین‌بیوتیک حجم‌افزایی، شاخص زردی ( $b^*$ )، شاخص روشنایی ( $L^*$ )، امتیاز شاخص‌های حسی شامل بو، مزه، بافت و پذیرش کلی کاهش و اسیدپتیک، میزان زنده‌مانی بیفیدوباکتریوم لانگوم، ویسکوزیته و شاخص قرمزی ( $a^*$ ) افزایش یافت. جمعیت بیفیدوباکتریوم لانگوم پس از ۲۱ روز نگهداری در تمامی تیمارها از جمله شاهد بالاتر از  $10^6$  CFU/ml بود. برخلاف اینولین افزایش غلظت عصاره چای سبز اثر معنی‌داری بر کاهش اندیس پراکسید داشت. شاخص‌های حسی تیمار حاوی ۱ درصد عصاره چای سبز و اینولین با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت و به‌عنوان تیمار برتر در این پژوهش معرفی گردید.

\* مسئول مکاتبه: [leylanateghi@yahoo.com](mailto:leylanateghi@yahoo.com)

نتیجه‌گیری: با استفاده عصاره چای سبز ۱ درصد و اینولین ۱ درصد می‌توان بستنی سویای سین‌بیوتیک با ویژگی‌های کیفی و حسی مطلوب با خواص سلامت‌بخش تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: اینولین، بیفیدوباکتریوم لانگوم، بستنی سویا، سین بیوتیک، عصاره چای سبز.

### مقدمه

حدود ۶۰ درصد از مردم سراسر دنیا به دلیل فقدان ژن مولد آنزیم لاکتاز نمی‌توانند محصولات لبنی را به راحتی مصرف نمایند. آنزیم لاکتاز برای شکستن لاکتوز موجود در محصولات لبنی در سیستم گوارش ضروری است (۵). بستنی سویا محصول گیاهی جدیدی می‌باشد که در آن به جای شیر حیوانی از شیر سویا با همان طعم و پروتئین‌های مفید استفاده شده است (۱۴). در این زمینه همایونی راد و همکاران (۲۰۱۴) اثر پودر شیر سویا بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی بستنی سویای پروبیوتیک تخمیری حاوی باکتری لاکتوباسیلوس کازئی را بررسی نمودند. این پژوهش 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 لحاظ توزیع باکتری‌های پروبیوتیک در میان مصرف‌کنندگان برخوردار است (۱۴).

پری‌بیوتیک‌ها کربوهیدرات‌های غیر قابل هضمی می‌باشند که به صورت انتخابی سبب تحریک رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های موجود در دستگاه گوارش نظیر بیفیدوباکترها و لاکتوباسیلوس‌ها می‌شوند و اثرات مفیدی بر سلامتی میزبان دارند (۳۵).

اینولین یک کربوهیدرات غیرقابل هضم حاوی فروکتوالیگوساکاریدهای طبیعی است. فرمول شیمیایی آن  $C_{6n}H_{10n}+2O_{5n}+1$  است که توسط انواع زیادی از گیاهان تولید می‌شود و در تعدادی از گیاهان نیز به عنوان منبع ذخیره انرژی بویژه در ریشه‌ها و ساقه‌های زیرزمینی موجود می‌باشد (۱۰). اینولین

به عنوان یک ترکیب ارزشمند پری‌بیوتیک شناخته شده در مواد غذایی به عنوان جایگزین چربی و قند بکار می‌رود (۲، ۳۰). فتحی آچالوئی و محمودی مغاس (۱۱) به بررسی اثر سطوح مختلف اینولین (۱، ۲ و ۳ درصد) به عنوان ترکیب پری‌بیوتیک بر زنده‌مانی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم لاکتیس در دوغ پرداختند. نتایج نشان داد زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در نمونه‌های حاوی اینولین بالاتر از نمونه شاهد بوده است (۱۱). حسینی نژاد و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی اثر استفاده از ترکیب پری‌بیوتیک اینولین بر ویژگی‌های کیفی و حسی نان تافتون نشان دادند افزودن اینولین به میزان ۶ درصد به نان علاوه بر بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و عملکردی نان اثر نامطلوب بر خواص حسی آن نداشت (۱۵). نعیمی و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر افزودن اینولین بر میزان زنده‌مانی باکتری لاکتوباسیلوس کازئی ریزپوشانی شده و تلقیح شده به ماست بستنی سین‌بیوتیک طی ۳۰ روز نگهداری را بررسی و نشان دادند زنده‌مانی لاکتوباسیلوس کازئی در نمونه‌های حاوی اینولین پس از ۳۰ روز نگهداری به شکل معنی‌داری بالاتر بود (۲۹).

چای سبز غنی از ترکیبات پلی‌فنلی شامل کاتچین‌ها و مشتقات آن شامل اپی‌گالوکاتچین-۳-گالات، اپی‌کاتچین، اپی‌گالوکاتچین، اپی‌کاتچین-۳-گالات، گالوکاتچین گالات می‌باشد (۳۱). پلی‌فنل‌های چای سبز از جمله کاتچین‌ها با نفوذ به درون سلول باکتری‌ها زنده‌مانی آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۰، ۲۵، ۳۲). ژائو و شاه (۲۰۱۴) اثرات مطلوب عصاره چای سبز بر زنده‌مانی بیفیدوباکتریوم‌ها طی

صنعتی و میکروارگانیزم‌های دریایی<sup>۱</sup> (انگلستان) تهیه گردید. هیدروکسید سدیم، معرف فنل‌فتالین، محلول یدید پتاسیم، محلول تیوسولفات سدیم، محلول نشاسته (۱ درصد)، پترولیوم اتر، ال-سیستئین هیدروکلراید، معرف فولین سیوکالتیو<sup>۲</sup> و سود از شرکت سیگما آلدریج (آمریکا) و محیط کشت آرسی‌ام آگار<sup>۳</sup>، اسید استیک، کلروفرم و محیط کشت ام‌آراس آگار<sup>۴</sup> از شرکت مرک (آلمان) تهیه گردیدند.

**تهیه عصاره چای سبز:** برای تهیه عصاره چای سبز ۲۶۰ گرم پودر خشک برگ چای سبز با ۲۶۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد باقی ماند تا عصاره تهیه شود. سپس به وسیله فیلتراسیون ذرات جامد آن گرفته شد. عصاره تهیه شده در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک و در ۴ درجه سانتی‌گراد تا هنگام استفاده ذخیره گردید (۳۵).

**فعال‌سازی باکتری پروبیوتیک:** به‌منظور فعال‌سازی باکتری بیفیدوباکتریوم لانگوم خشک میزان ۲ درصد (وزنی/حجمی) از آن به ۱۰ میلی‌لیتر محیط کشت ام‌آراس مایع استریل غنی‌سازی شده با ۰/۰۵ درصد (وزنی/حجمی) ال-سیستئین هیدروکلراید اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در شرایط بی‌هوازی (جار بی‌هوازی) گرمخانه‌گذاری شد (۴۱). سلول‌های پروبیوتیک در انتهای فاز رشد لگاریتمی به‌وسیله سانتریفوژ (Kobuta model 5500, Japan) ۴۵۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد جداسازی شدند و پس از دو بار شستشو با سرم فیزیولوژی استریل رسوب باکتریایی جدا شد. باکتری بیفیدوباکتریوم لانگوم در شرایطی به

تخمیر شیرسویا را اثبات نمودند (۴۳). ملک نژاد و همکاران (۱۳۹۷) با افزودن پودر چای سبز در مقادیر ۰/۵ تا ۳ درصد به فرمولاسیون بستنی گزارش کردند با افزایش میزان پودر چای سبز فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان پلی‌فنل تام بستنی‌ها افزایش یافت (۲۴).

همایونی‌راد و همکاران (۲۰۱۲) بستنی سین‌بیوتیک حاوی یک درصد نشاسته مقاوم به‌عنوان پری‌بیوتیک و دو گونه از باکتری‌های اسید لاکتیک به نام‌های لاکتوباسیلوس کازئی و بیفیدوباکتریوم لاکتیس به‌عنوان پروبیوتیک تولید نمودند. نتایج نشان داد پس از سه ماه نگهداری تعداد پروبیوتیک‌های زنده در هر گرم از بستنی فراسودمند بیشتر از مقدار توصیه شده از سوی فدراسیون بین‌المللی لبنیات  $10^7$  CFU/g بود (۱۳). آن‌ها گزارش نمودند بستنی سین‌بیوتیک غذای مناسبی برای توزیع پروبیوتیک‌ها در بین مصرف‌کنندگان است. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر افزودن اینولین و چای سبز به فرمولاسیون بستنی سویای تلقیح شده با بیفیدوباکتریوم لانگوم و ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی آن بود.

### مواد و روش‌ها

**مواد اولیه:** برگ چای سبز خشک از بازار تهران خریداری شد. آرد سویا (۱۹ درصد چربی و ۷۶/۵ درصد ماده خشک بدون چربی) از شرکت توس سویان مشهد (ایران)، شیر خشک بدون چربی و خامه (۵۰ درصد چربی) از شرکت صنایع لبنی پگاه تهران (ایران)، پایدارکننده پالسیگارد از شرکت سان رز (ژاپن)، وانیل از شرکت آنیل (ایران)، اینولین از شرکت آدونیس گل دارو (ایران) و شکر از شرکت گلستان (ایران) خریداری شدند. بیفیدوباکتریوم لانگوم (NCIMB 8809) از مرکز ذخایر ملی و

1. National Collection of Industrial and Marine Bacteria (NCIMB)

2. Folin-Ciocalteu reagent

3. RCM agar (Reinforced Clostridial Medium) agar

4. MRS agar (De Man Rogosa Sharpe) agar

فرمولاسیون شیر سویای سین بیوتیک اضافه شد که میزان تراکم آن در محصول نهایی  $10^7$  CFU/ml باشد (۳۵).

**تولید شیر سویا:** آرد سویا با آب مقطر به نسبت ۵:۱ (وزنی/حجمی) در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در مخلوط‌کن با دور متوسط ۷۰۰ دور بر دقیقه مخلوط گردید. سپس مخلوط تهیه شده به دمای ۵۰-۴۰ درجه سانتی‌گراد رسیده و با پارچه صافی دو لایه فیلتر و در ظروف مناسب در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ ثانیه پاستوریزه شد. نمونه‌ها تا زمان مصرف در ظروف دربسته در یخچال با دمای ۵-۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (۹).

**تولید بستنی سویای سین بیوتیک:** فرمولاسیون ساخت بستنی مطابق با روش نظری و همکاران (۲۰۱۵) بود (۳۳). مواد اولیه برای تهیه بستنی سویا شاهد شامل شیر سویا ۶۶/۶ درصد، شیر خشک بدون چربی ۴ درصد، خامه (۵۰ درصد چربی) ۱۰/۰۵ درصد، وانیل ۰/۰۵ درصد، شکر آسیاب شده ۱۹ درصد، پایدار کننده پالسیگارد ۰/۳ درصد بود. غلظت‌های اینولین و عصاره چای سبز از مطالعات سایر محققین (۱۷، ۳۱، ۳۵، ۱، ۲، ۳، ۳۶، ۳۷) استخراج گردید و جایگزین بخشی از شیر سویا در فرمولاسیون بستنی سویای شاهد گردید. شیر سویا در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با خامه مخلوط و دمای آن تا ۴۵ درجه افزایش یافت. در این دما پودر شیر خشک، شکر و پایدارکننده اضافه و به مدت ۲ دقیقه با دور کند مخلوط‌کن هم‌زده شد. سپس مخلوط در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه گرم‌آمیده شد و مقدار مورد نظر وانیل به نمونه‌ها اضافه گردید. سپس عمل رساندن مخلوط‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. پس از طی زمان فوق مخلوط‌ها در بستنی ساز آزمایشگاهی غیرمداوم فلر (مدل IC-100، آلمان) به

مدت ۲۰ دقیقه تحت عمل انجماد قرار گرفتند. سپس باکتری پروبیوتیک بیفیدوباکتریوم لانگوم به میزان  $10^7$  CFU/ml به تمامی نمونه‌ها اضافه شد برای اطمینان از میزان تلقیح باکتری‌ها از روش مک فارلند استفاده گردید. نمونه‌ها پس از خروج از بستنی‌ساز در ظروف پلاستیکی ۵۰ گرمی بسته‌بندی شدند و جهت گذراندن دوره سخت شدن در فریزر با دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند (۳۳).

**تعیین درصد اسیدیته کل و اندیس پراکسید بستنی سویای سین بیوتیک:** آزمون اسیدیته و اندیس پراکسید یک روز پس از تولید تیمارها به ترتیب مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۵۰ و ۴۱۷۹ انجام گردید (۱۷، ۱۶).

**اندازه‌گیری در صد حجم افزایشی بستنی سویای سین بیوتیک:** میزان افزایش حجم نمونه‌های بستنی یک روز پس از تولید طبق رابطه ۱ و از محاسبه نسبت وزن حجم مشخصی از بستنی قبل از انجماد به وزن همان حجم از مخلوط بستنی پس از انجماد تعیین شد (۳۷).

رابطه ۱

افزایش حجم

$$\text{افزایش حجم} = \frac{\text{وزن نمونه بعد از انجماد} - \text{وزن نمونه قبل از انجماد}}{\text{وزن نمونه بعد از انجماد}} \times 100$$

**ارزیابی ویسکوزیته بستنی سویای سین بیوتیک:** برای اندازه‌گیری ویسکوزیته نمونه‌ها یک روز پس از تولید از ویسکومتر بروکفیلد (مدل LV-DVII، آمریکا) استفاده شد. در این راستا نمونه‌های بستنی درون محفظه‌ی استوانه‌ای ۱۶ میلی‌متری ریخته شد و با استفاده از اسپیندل شماره (۶۱-YULA) و سرعت برشی ۲۰ دور بر دقیقه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

از ارزیاب‌ها خواسته شد تا نمونه‌های تولیدی را از نظر بو، مزه، بافت و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار دهند. ارزیابی ویژگی‌های حسی بر اساس آزمون هدونیک پنج نقطه‌ای انجام گرفت. امتیاز ۵ به نمونه عالی، امتیاز ۴ به نمونه خوب، امتیاز ۳ به نمونه متوسط، امتیاز ۲ به نمونه بد و امتیاز ۱ به نمونه بسیار بد تعلق گرفت.

**تجزیه و تحلیل آماری:** تیمارها در قالب طرح کاملاً تصادفی طراحی شدند. تعداد تیمارها ۱۰ عدد و در سه تکرار بود. برای تجزیه تحلیل داده‌ها از آزمون مقایسه میانگین دانکن در سطح احتمال ۵ درصد توسط نرم‌افزار مینی تب نسخه ۱۶ استفاده شد.

### نتایج و بحث

**بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بستنی سویای سین بیوتیک:** ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بستنی سویای سین بیوتیک در روز اول و ۲۱ روز پس از تولید بررسی شد. از آنجایی که اثر زمان بر تغییرات ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی تیمارهای مورد آزمون معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ )؛ بنابراین فقط نتایج ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی در روز اول تولید در این مقاله گزارش گردید.

**تعیین اسیدیته نمونه‌های بستنی سویای سین بیوتیک:** بررسی نتایج اسیدیته تیمارها در جدول ۱ نشان داد که با افزایش غلظت چای سبز در فرمولاسیون تیمارها، میزان اسیدیته نسبت به نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ( $P < 0/05$ ). علت افزایش اسیدیته در تیمارها با افزایش پودر چای سبز می‌تواند مربوط به حضور ترکیبات پلی‌فنولی موجود در پودر چای سبز نظیر کاتچین‌ها، اپی‌گالات‌ها، اپی‌کاتچین (۳۱) و ترکیبات اسیدی نظیر اسیدگلوتامیک، اسیدآسپارتیک، اسیدلینولئیک و اسیدآلفالینولئیک در پودر چای سبز (۲۴) باشد. بطور مشابه کاوازا یوکسل و همکاران

نمونه‌های بستنی قبل از اندازه‌گیری به مدت ۱ دقیقه همزده شدند. به‌منظور بررسی رفتار جریان نمونه‌های بستنی در محدوده نرخ برش به مدت ۳ دقیقه و با توقف زمانی ۱۰ ثانیه در هر نقطه مطابق رابطه‌های ۲ و ۳ اندازه‌گیری شدند؛ به‌طوری‌که  $\tau$  تنش برشی و  $\mu$  ویسکوزیته در سیالات نیوتنی (پوآز)،  $K$  ضریب قوام ( $\text{Pa}\cdot\text{s}^n$ )،  $\gamma$  سرعت برشی ( $\text{s}^{-1}$ ) و  $n$  شاخص رفتار جریان می‌باشد (۲۲).

$$\tau = \mu \dot{\gamma} \quad \text{رابطه ۲}$$

$$\tau = K \dot{\gamma}^n \quad \text{رابطه ۳}$$

**رنگ‌سنجی بستنی سویای سین بیوتیک:** برای رنگ‌سنجی از کالریمتر Gallenkamp (CBB 330، انگلستان) با مرجع‌های ورق استاندارد سیاه و سفید برای آزمایشات استفاده شد. شاخص‌های رنگی  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  یک روز پس از تولید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۵۰ محاسبه گردیدند (۱۶).

**ارزیابی قابلیت زنده‌مانی بیفیدوباکتریوم لانگوم در بستنی سویای سین بیوتیک:** قابلیت زنده‌مانی بیفیدوباکتریوم لانگوم در تیمارهای بستنی سویا در روزهای صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ ام نگهداری مورد آزمون قرار گرفت. یک میلی‌لیتر از هر نمونه بستنی به ۹ میلی‌لیتر محلول بافوری آب پپتونه استریل اضافه و یکنواخت گردید. سپس رقیق‌سازی به صورت سریالی انجام گرفت. از هر رقت یک میلی‌لیتر به داخل پلیت منتقل و محیط کشت آرسی‌ام روی آن ریخته شد. پلیت‌ها داخل جار بی‌هوایی در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند و سپس شمارش انجام شد (۴۳).

**اندازه‌گیری ویژگی‌های ارگانولپتیکی در بستنی سویای سین بیوتیک:** مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۵۰ (۱۶) جهت انجام آزمون ارزیابی حسی از تعداد ۱۵ نفر ارزیاب آموزش دیده موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج استفاده شد.

نیز متعلق به تیمارهای دارای ۳ درصد عصاره چای سبز بود. بنظر می‌رسد دلیل عمده این تغییرات مربوط به ترکیبات آنتی‌اکسیدانی عصاره چای سبز مانند پلی‌فنول‌ها و کاتچین‌ها باشد. گونه‌های فعال اکسیژن<sup>۱</sup> (ROS) مانند هیدروژن پراکسید، هیپوکلروس اسید، رادیکال‌های آزاد هیدروکسیل و سوپراکسید می‌توانند با چربی‌ها و پروتئین‌ها با DNA<sup>۲</sup> و RNA<sup>۳</sup> واکنش داده و آنها را تخریب نمایند (۳۹). ماده‌ای که در مقادیر کم نسبت به سوسترای اکسیدشونده به شکل معنی‌داری اکسیداسیون سوستر را به تأخیر انداخته و یا مانع آن شود آنتی‌اکسیدان است. اگر ماده از تشکیل رادیکال‌های آلکیل آزاد در مرحله آغاز جلوگیری کند یا در مرحله انتشار تداخل ایجاد کند می‌تواند سرعت واکنش شیمیایی را کاهش دهد (۳۹).

پلی‌فنول‌ها مهم‌ترین عوامل ایجاد ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی در چای می‌باشند که کاتچین‌ها به این گروه تعلق دارند (۳۴). چن و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند عصاره کاتچینی چای سبز در مقایسه با BHT و عصاره رزماری ویژگی آنتی‌اکسیدانی بیشتری برای جلوگیری از اکسیداسیون روغن کانولا، لارد و چربی مرغ دارد (۶). بارواه و همکاران (۲۰۱۲) با بکارگیری سه نوع چای سبز، سیاه و چای محلول در فرمولاسیون بستنی نشان دادند بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی متعلق به چای سبز (۸۴/۱۹) و پس از آن به چای سیاه (۷۴/۵۲) تعلق دارد (۴). ملک نژاد و همکاران (۲۰۱۸) گزارش نمودند با افزایش درصد چای سبز به دلیل حضور ترکیبات پلی‌فنلی موجود در پودر چای سبز فعالیت آنتی‌اکسیدانی در فرمولاسیون بستنی‌های مورد آزمون افزایش یافت (۲۴).

(۲۰۱۷) گزارش کردند افزایش میزان پودر چای سبز در فرمولاسیون بستنی منجر به افزایش اسیدیته در مقایسه با نمونه شاهد می‌گردد (۱۹). مطابق با نتایج استفاده از اینولین و افزایش غلظت آن اثر معنی‌داری بر تغییرات اسیدیته نداشت ( $P > 0/05$ ) که این می‌تواند به دلیل pH نزدیک به خنثی (۶/۷۲) اینولین مصرفی در این پژوهش باشد. نهاردانی و همکاران (۳۰) میزان pH اینولین استخراجی از کاسنی غیربومی را ۶/۶۵ گزارش نمودند (۳۰). در تأیید نتایج حاصل از تحقیق حاضر گلستانی و همکاران (۲۰۱۶)، اکبری و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقاتی مجزا پیرامون کاربرد اینولین در فرمولاسیون بستنی گزارش نمودند استفاده از اینولین اثر معنی‌داری بر تغییرات اسیدیته محصول نداشته است (۸، ۳). فتحی آچاچلوئی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش نمودند استفاده از اینولین در فرمولاسیون دوغ سین‌بیوتیک بر تغییرات اسیدیته اثر معنی‌داری نداشته است (۱۱). لازم به ذکر است هیچ گونه تغییر معنی‌داری در میزان اسیدیته تمامی تیمارهای مورد آزمون طی ۲۱ روز نگهداری مشاهده نگردید که این می‌تواند به دلیل نگهداری تیمارهای مورد آزمون در ۱۸- درجه سانتی‌گراد و به دنبال آن کاهش متابولیسم باکتری بیفیلدوباکتریوم لانگوم و تولید کمتر متابولیت‌های اسیدی مانند اسید لاکتیک توسط آن باشد (نتایج به علت عدم معنی‌داری ارائه نشد).

#### عدد پراکسید نمونه‌های بستنی سویای سین‌بیوتیک:

نتایج مربوط به عدد پراکسید نمونه‌های بستنی سویای سین‌بیوتیک یک روز پس از تولید در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد که عدد پراکسید تیمارهای بستنی با یکدیگر اختلافات معنی‌داری داشتند ( $P \leq 0/05$ ). با بالا رفتن غلظت عصاره چای سبز در فرمولاسیون بستنی از میزان عدد پراکسید تیمارهای بستنی به طور معنی‌داری کاسته شد؛ بطوریکه بالاترین میزان عدد پراکسید متعلق به تیمار شاهد و کمترین آن

1. Reactive oxygen species
2. DeoxyriboNucleic Acid
3. RiboNucleic Acid

جدول ۱- اثر تیمار بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی بستنی سویای سین بیوتیک<sup>۱</sup>

Table 1. Effect of treatment on physicochemical properties of synbiotic soybean ice cream<sup>1</sup>

b*	a*	L*	(P) Viscosity	ویسکوزیته (P)	حجم افزایی (%) Overrun	پرآکسید (mEq/Kg) Peroxide	اسیدیت (اسید لاکتیک) (%Lactic acid) Acidity	نمونه‌ها Samples	کد نمونه‌ها Samples code
8.80±0.00 <sup>a</sup>	2.29±0.00 <sup>j</sup>	76.40±0.00 <sup>a</sup>	389.67±0.01 <sup>j</sup>	29.00±0.00 <sup>c</sup>	2.53±0.00 <sup>a</sup>	0.151±0.00 <sup>d</sup>	تیمار شاهد Control	T	
8.56±0.05 <sup>b</sup>	2.76±0.00 <sup>i</sup>	71.03±0.03 <sup>b</sup>	393.22±0.23 <sup>i</sup>	37.00±1.73 <sup>a</sup>	2.26±0.05 <sup>c</sup>	0.173±0.02 <sup>c</sup>	۱ درصد عصاره چای سبز + ۱ درصد اینولین 1% green tea + 1% inulin	T <sub>1</sub>	
8.23±0.05 <sup>c</sup>	2.93±0.04 <sup>h</sup>	68.34±0.41 <sup>c</sup>	397.21±0.18 <sup>h</sup>	36.33±1.52 <sup>ab</sup>	2.32±0.00 <sup>b</sup>	0.171±0.01 <sup>c</sup>	۱ درصد عصاره چای سبز + ۲ درصد اینولین 1% green tea + 2% inulin	T <sub>2</sub>	
8.00±0.00 <sup>d</sup>	3.24±0.03 <sup>g</sup>	65.11±0.17 <sup>d</sup>	441.75±0.66 <sup>g</sup>	33.66±1.15 <sup>b</sup>	2.30±0.00 <sup>bc</sup>	0.170±0.00 <sup>c</sup>	۱ درصد عصاره چای سبز + ۳ درصد اینولین 1% green tea + 3% inulin	T <sub>3</sub>	
7.76±0.05 <sup>e</sup>	3.59±0.04 <sup>f</sup>	63.09±0.10 <sup>e</sup>	448.70±0.63 <sup>f</sup>	30.66±1.15 <sup>c</sup>	2.00±0.00 <sup>d</sup>	0.282±0.03 <sup>b</sup>	۲ درصد عصاره چای سبز + ۱ درصد اینولین 2% green tea + 1% inulin	T <sub>4</sub>	
7.56±0.05 <sup>f</sup>	3.77±0.01 <sup>e</sup>	61.16±0.28 <sup>f</sup>	466.85±0.46 <sup>e</sup>	28.00±0.00 <sup>cd</sup>	2.00±0.00 <sup>d</sup>	0.277±0.01 <sup>b</sup>	۲ درصد عصاره چای سبز + ۲ درصد اینولین 2% green tea + 2% inulin	T <sub>5</sub>	
7.26±0.05 <sup>g</sup>	3.86±0.01 <sup>d</sup>	57.50±0.50 <sup>g</sup>	489.07±0.88 <sup>d</sup>	26.00±0.00 <sup>de</sup>	2.00±0.00 <sup>d</sup>	0.275±0.00 <sup>b</sup>	۲ درصد عصاره چای سبز + ۳ درصد اینولین 2% green tea + 3% inulin	T <sub>6</sub>	
6.80±0.10 <sup>h</sup>	3.94±0.01 <sup>c</sup>	55.10±0.17 <sup>h</sup>	497.77±0.39 <sup>c</sup>	24.00±0.00 <sup>e</sup>	1.92±0.00 <sup>e</sup>	0.395±0.02 <sup>a</sup>	۳ درصد عصاره چای سبز + ۱ درصد اینولین 3% green tea + 1% inulin	T <sub>7</sub>	
6.43±0.05 <sup>i</sup>	4.12±0.02 <sup>b</sup>	50.18±0.16 <sup>i</sup>	502.33±0.57 <sup>b</sup>	20.33±0.57 <sup>f</sup>	1.94±0.00 <sup>e</sup>	0.393±0.03 <sup>a</sup>	۳ درصد عصاره چای سبز + ۲ درصد اینولین 3% green tea + 2% inulin	T <sub>8</sub>	
6.13±0.11 <sup>j</sup>	4.25±0.00 <sup>a</sup>	47.59±0.51 <sup>j</sup>	522.00±1.00 <sup>a</sup>	18.33±0.57 <sup>f</sup>	1.95±0.00 <sup>de</sup>	0.389±0.02 <sup>a</sup>	۳ درصد عصاره چای سبز + ۳ درصد اینولین 3% green tea + 3% inulin	T <sub>9</sub>	

<sup>۱</sup> نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است.

<sup>۱</sup> Results are shown as mean ± standard deviation.

حروف کوچک اختلاف معنی دار (P≤0.05) را در هر ستون نشان می دهد.

The small letters show significant (P≤0.05) difference in each column.

\* تمام تیمارها حاوی ۱۰<sup>۷</sup> باکتری بیفیدوباکتریوم لانگوم در روز صفر بودند.

\* All treatments were contained 10<sup>7</sup> CFU/ml *Bifidobacterium longum* bacteria at first day.

حجم‌افزایی نمونه‌های بستنی سویای سین‌بیوتیک: درصد حجم‌افزایی بر پایداری کف، سفتی بافت و ویژگی‌های حسی بستنی تأثیر می‌گذارد. همچنین از رشد کریستال‌های یخ در حین انجماد می‌کاهد، مقدار ذوب را کاهش داده و پایداری کف را طی نگهداری افزایش می‌دهد (۳۳). همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود درصد حجم‌افزایی تیمارهای مختلف از ۱۸ تا ۳۷ درصد متغیر بود. با استفاده از اینولین تا ۱ درصد میزان حجم‌افزایی افزایش یافت ولی در مقادیر ۲ و ۳ درصد جایگزینی درصد حجم‌افزایی کاهش پیدا کرد. دلیل تغییر در درصد حجم‌افزایی با جایگزینی اینولین را می‌توان به تغییر در مقدار ویسکوزیته ظاهری آمیخته نسبت داد؛ بدین صورت که در مقادیر جایگزینی کمتر از ۱ درصد کاهش ویسکوزیته منتج به افزایش سرعت هوادهی به مخلوط بستنی شد ولی در مقادیر جایگزینی بیشتر از ۱ درصد اینولین به‌عنوان جایگزین چربی به‌دلیل افزایش ویسکوزیته مانع افزایش حجم‌افزایی شد. اینولین با ایجاد شبکه منسجم و کاهش سطح بلورهای یخ از ضعیف یا پاره شدن غشای حفره‌های هوا جلوگیری کرده و باعث افزایش حجم می‌شود. وجود حفره‌های هوا در بستنی باعث می‌شود شخص از خوردن آن نیز لذت بیشتری برد (۱، ۸). اینولین در نسبت ۴ درصد توسط آکالین و اریزر (۲۰۰۸) و ۱-۲ درصد توسط گلسستانی و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهش‌های مجزا در فرمولاسیون بستنی استفاده شد (۱، ۸). در این تحقیقات با افزایش غلظت اینولین میزان حجم‌افزایی بطور معنی‌داری افزایش یافت (۱، ۸). در مطالعه‌ای دیگر پیتور و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از اینولین در غلظت‌های ۲ تا ۴ درصد در فرمولاسیون بستنی کم‌چرب و کم‌شکر نشان دادند با افزایش غلظت اینولین به‌دلیل تشکیل سلول‌های کوچک‌تر هوا و در نتیجه افزایش کارایی آنها در حضور اینولین درصد حجم‌افزایی افزایش یافت (۳۷).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد با افزایش غلظت عصاره چای سبز از ۲ به ۳ درصد میزان حجم‌افزایی تیمارهای مورد آزمون در مقایسه با نمونه شاهد به شکل معنی‌داری ( $P \leq 0/05$ ) کاهش می‌یابد. این موضوع می‌تواند به افزایش ویسکوزیته بستنی سویای سین‌بیوتیک با افزایش غلظت عصاره چای سبز در آن مرتبط باشد. بطور مشابه وردانی و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از پودر چای سبز در غلظت‌های ۲، ۳ و ۴ درصد در فرمولاسیون دسر منجمد اندونزی نشان دادند با افزایش غلظت عصاره چای سبز درصد حجم‌افزایی به صورت معنی‌داری ( $P \leq 0/05$ ) کاهش یافت (۴۴).

**ویسکوزیته نمونه‌های بستنی سویای سین‌بیوتیک:** نتایج مربوط به ویسکوزیته نمونه‌های بستنی سویای سین‌بیوتیک یک روز پس از تولید در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد ویسکوزیته تیمارهای بستنی با یکدیگر اختلافات معنی‌داری داشتند ( $P \leq 0/05$ ). با افزایش درصد اینولین و عصاره چای سبز در فرمولاسیون میزان ویسکوزیته تیمارها بطور معنی‌داری افزایش یافت؛ بطوریکه بالاترین میزان ویسکوزیته متعلق به تیمار حاوی ۳ درصد عصاره چای سبز و ۳ درصد اینولین و کمترین آن نیز متعلق به تیمار شاهد بود. بنظر می‌رسد بالا رفتن مقدار ویسکوزیته ظاهری آمیخته بستنی با افزایش درصد اینولین به وزن مولکولی بالای این پلی‌ساکارید با درجه پلیمریزاسیون بیشتر از ۲۳، اتصال با مولکول‌های آب و قابلیت برهمکنش با پروتئین‌های شیر برمی‌گردد (۲۶). بطور مشابه آکالین و همکاران (۲۰۰۸) و مهدیان و همکاران (۲۰۱۳) طی پژوهش‌هایی به نقش اینولین در افزایش ویسکوزیته بستنی اشاره نمودند (۲۳، ۲). وردانی و همکاران (۲۰۱۶)، کاوازا یوکسل و همکاران (۲۰۱۷) و ملک نژاد و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان دادند با افزایش غلظت پودر چای سبز در فرمولاسیون دسر



و همکاران (۲۰۱۷) با بکارگیری پودر چای سبز در غلظت‌های ۱ و ۲ درصد در فرمولاسیون بستنی نشان دادند با افزایش میزان پودر چای سبز شاخص روشنایی ( $L^*$ ) و زردی ( $b^*$ ) به دلیل تغییرات تراکم ترکیبات رنگی بستنی به صورت معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) در مقایسه با نمونه شاهد کاهش یافت (۱۹). رشیدی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی رسانی کاتچین‌های چای سبز و اپی‌گالوکاتچین‌گالات در لیپوزوم‌ها وارد شده به پنیر سخت کم‌چرب گزارش کردند که استفاده از چای سبز در فرمولاسیون پنیر سخت به دلیل غالب بودن کلروفیل‌ها در فرمولاسیون باعث کاهش معنی‌داری در شاخص زردی می‌شوند که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت دارد (۴۰).

بر اساس نتایج پژوهش حاضر استفاده از اینولین به دلیل ماهیت رنگ سفید تأثیر معنی‌داری بر شاخص قرمزی ( $a^*$ ) فرمولاسیون بستنی نداشت ( $P > 0/05$ ). اما استفاده از عصاره چای سبز بطور معنی‌داری شاخص قرمزی را افزایش داد. به نظر می‌رسد وجود ترکیبات ناخالص در حین استخراج و همچنین واکنش ایزوفلاون‌های شیر سویا با پلی‌فنول‌های چای منجر به افزایش شاخص قرمزی در بستنی سویا گردیده است (۳۵، ۲۸). اکبری و همکاران (۲۰۱۶) با بکارگیری اینولین در فرمولاسیون بستنی کم‌چرب نشان دادند استفاده از اینولین و افزایش غلظت آن بر شاخص قرمزی بستنی تأثیر گذار نمی‌باشد (۳). کاواز یوکسل و همکاران (۲۰۱۷) گزارش نمودند با استفاده از پودر چای سبز به میزان ۲ درصد در فرمولاسیون بستنی شاخص قرمزی ( $a^*$ ) به صورت معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت (۱۹).

ارزیابی قابلیت زنده‌مانی بیفیدوباکتریوم لانگوم در نمونه‌های بستنی سویای سین بیوتیک: نتایج مربوط به قابلیت زنده‌مانی بیفیدوباکتریوم لانگوم در

منجمد اندونزی و بستنی ویسکوزیته به شکل معنی‌داری در تیمارهای مورد بررسی افزایش یافت (۴۴، ۱۹، ۲۴).

ارزیابی شاخص روشنایی ( $L^*$ )، شاخص قرمزی ( $a^*$ ) و شاخص زردی ( $b^*$ ) نمونه‌های بستنی سویای سین بیوتیک: نتایج مربوط به ارزیابی شاخص‌های رنگی نمونه‌های بستنی سین بیوتیک یک روز پس از تولید در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد با افزایش میزان عصاره چای سبز و اینولین شاخص روشنایی ( $L^*$ ) و شاخص زردی ( $b^*$ ) تیمارها بطور معنی‌داری کاهش یافت؛ بطوریکه بالاترین میزان شاخص روشنایی و زردی متعلق به تیمار شاهد و سپس تیمار حاوی عصاره چای سبز ۱ درصد و اینولین ۱ درصد بود. از طرفی کمترین میزان شاخص روشنایی و زردی نیز به تیمار حاوی بالاترین میزان عصاره چای سبز و اینولین (T9) تعلق داشت. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص گردید که اینولین با جذب آب و در نتیجه کاهش پراکنش نور درجه روشنایی را کاهش داده و در مقایسه با تیمار شاهد تیره‌تر به نظر می‌رسد. گوارنر و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند افزودن پودر سفید رنگ اینولین به مواد غذایی باعث کاهش شاخص زردی می‌شود (۱۰). لوم و آلبریچت (۲۰۰۸) از اینولین و فروکتوالیگوساکارید به عنوان ترکیبات پری بیوتیک در فرمولاسیون بستنی استفاده و گزارش کردند با افزودن هر دو ترکیب شاخص زردی ( $b^*$ ) در مقایسه با نمونه شاهد کاهش یافت (۲۱).

مطابق با نتایج استفاده از پودر چای سبز و افزایش غلظت آن نیز تأثیرات معنی‌داری در ایجاد کدورت و کاهش درجه روشنایی و زردی تیمارها داشت که علت آن می‌تواند مربوط به تجمع و حضور ترکیبات کلروفیلی در پودر چای سبز باشد که از پراکنش نور جلوگیری نموده و منجر به کاهش شاخص روشنایی و زردی تیمارهای بستنی گردیده است. کاواز یوکسل

سویا و فرآورده‌های آن منجر به مهار اثر سمی اکسیژن بر روی زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک می‌شود (۴۲).

مولان و همکاران در سال (۲۰۰۹) بیان نمودند باکتری‌های پروبیوتیک قادرند از پلی‌فنول‌های چای سبز به‌عنوان منبع کربن استفاده نمایند و اثرات آنتی‌اکسیدانی پلی‌فنل‌های چای سبز و ضد رادیکالی آن‌ها نیز باعث کاهش استرس‌های ناشی از اکسیداسیون در مواد غذایی می‌شود که به‌دنبال آن محیط مناسب‌تری را برای رشد پروبیوتیک‌ها مهیا می‌نماید (۲۷). در پژوهشی دیگر جذیری و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند استفاده از چای سبز اثر معنی‌داری بر رشد و بقای پروبیوتیک‌ها ندارد. آن‌ها علت این تفاوت در نتایج حاصله را به گونه چای سبز، ترکیبات موثر در چای سبز، غلظت مورد استفاده از عصاره، روش عصاره‌گیری و نوع فرآورده تولیدی نسبت دادند (۱۸). در تطبیق با نتایج حاصل از پژوهش حاضر دی لاسی و همکاران (۲۰۱۴) ثابت نمودند عصاره چای سبز در بقای پروبیوتیک‌های *لاکتوباسیلوس پاراکازنی*، *لاکتوباسیلوس سیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم انیمالیس* در مدل نوشیدنی موثر است (۷). نوری و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی اثر ۱ درصد عصاره چای سبز آزاد و نانوکپسول شده بر زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس کازنی* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* طی ۱۸۰ روز در بستنی پرداختند. نتایج نشان داد زنده‌مانی هر دو باکتری در نمونه‌های حاوی عصاره چای سبز بالاتر از نمونه شاهد (بدون عصاره چای سبز) بوده است. پندیان و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی بقای *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در فرمولاسیون بستنی حاوی اینولین و بدون اینولین طی ۱۵ روز نگهداری در دمای ۱۸- تا ۲۳- درجه سانتی‌گراد پرداختند. نتایج نشان داد بقای *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در نمونه‌های بستنی حاوی اینولین  $(8/38 \log \text{ CFU/ml})$

نمونه‌های بستنی سویای سین‌بیوتیک طی ۲۱ روز نگهداری در فریزر (دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد) در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس نتایج با استفاده از عصاره چای سبز و اینولین و افزایش غلظت آن‌ها در فرمولاسیون نمونه‌های بستنی سویای سین‌بیوتیک میزان زنده‌مانی *بیفیدوباکتریوم لانگوم* به‌صورت معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت. این موضوع می‌تواند به دلیل ویژگی آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌رادیکالی پلی‌فنول‌های چای سبز و وجود اینولین به‌عنوان منبع کربن و انرژی باشد که شرایط را برای بقا بیشتر باکتری‌های پروبیوتیک فراهم می‌سازد (۱، ۸، ۳۵). بالاترین و پایین‌ترین میزان زنده‌مانی *بیفیدوباکتریوم لانگوم* به ترتیب به تیمار حاوی ۳ درصد اینولین و ۳ درصد عصاره چای سبز (T9) و نمونه شاهد اختصاص یافت. بالاترین میزان جمعیت *بیفیدوباکتریوم لانگوم* در تمامی تیمارهای مورد آزمون متعلق به روز صفر (بلافاصله پس از انجماد) بود که این میزان به تدریج طی ۲۱ روز نگهداری در تمامی تیمارها کاهش یافت. روند کاهش جمعیت *بیفیدوباکتریوم لانگوم* در نمونه‌های بستنی سویای سین‌بیوتیک حاوی اینولین و عصاره چای سبز نسبت به شاهد ملایم‌تر بود. لازم به ذکر است میزان جمعیت نهایی باکتری *بیفیدوباکتریوم لانگوم* در انتهای دوره نگهداری در تمامی تیمارهای مورد آزمون بالاتر از حداقل جمعیت توصیه شده ( $10^6 \text{ CFU/ml}$ ) جهت تحقق حمل باکتری پروبیوتیک مورد نظر و رساندن آن به مصرف‌کننده بود. از مهمترین عوامل موثر بر بقای مطلوب باکتری پروبیوتیک می‌توان به اسیدیته کم بستنی، محتویات زیاد چربی و ماده جامد بدون چربی، وجود حباب‌های هوا، کازنین، ساکاروز، ترکیبات سویا نظیر پپتیدها و گروه‌های آمین آزاد در مخلوط بستنی طی انجماد اشاره داشت که می‌تواند اثر حفاظتی بر باکتری مذکور داشته باشند (۲۲). بر اساس تحقیقات حضور اسیدآمینئو سیستمین در مقادیر قابل توجه در

به صورت معنی داری بالاتر از نمونه‌های بدون اینولین (۷/۰۵ log CFU/ml) بود (۳۶).

جدول ۲- اثر تیمار و زمان نگهداری بر جمعیت بیفیدوباکتریوم لانگوم (log CFU/ml) در بستنی سویای سینبیوتیک حاوی غلظت‌های مختلف اینولین و عصاره چای سبز<sup>۱</sup>

Table 2. Effect of treatment and storage time on the *Bifidobacterium Longum* population in synbiotic soybean ice cream containing different concentrations of inulin and green tea extract<sup>1</sup>

روز ۲۱ Day 21	روز ۱۴ Day 14	روز ۷ Day 7	روز صفر Day 0	نمونه‌ها Samples	کد نمونه‌ها Samples code
6.659±0.011 <sup>fC</sup>	6.688±0.007 <sup>hC</sup>	6.757±0.009 <sup>gB</sup>	6.857±0.008 <sup>fA</sup>	تیمار شاهد Control	T
6.724±0.002 <sup>eD</sup>	6.766±0.007 <sup>gC</sup>	6.839±0.002 <sup>fB</sup>	6.898±0.007 <sup>eA</sup>	۱ درصد عصاره چای سبز + ۱ درصد اینولین 1% green tea + 1% inulin	T <sub>1</sub>
6.816±0.003 <sup>dD</sup>	6.851±0.004 <sup>eC</sup>	6.894±0.004 <sup>dB</sup>	6.935±0.004 <sup>cdA</sup>	۱ درصد عصاره چای سبز + ۲ درصد اینولین 1% green tea + 2% inulin	T <sub>2</sub>
6.880±0.012 <sup>abC</sup>	6.913±0.002 <sup>bcB</sup>	6.935±0.000 <sup>bbB</sup>	6.962±0.002 <sup>abA</sup>	۱ درصد عصاره چای سبز + ۳ درصد اینولین 1% green tea + 3% inulin	T <sub>3</sub>
6.750±0.003 <sup>eD</sup>	6.788±0.008 <sup>fgC</sup>	6.864±0.004 <sup>eB</sup>	6.917±0.002 <sup>deA</sup>	۲ درصد عصاره چای سبز + ۱ درصد اینولین 2% green tea + 1% inulin	T <sub>4</sub>
6.829±0.006 <sup>cdD</sup>	6.877±0.009 <sup>dc</sup>	6.909±0.004 <sup>cdB</sup>	6.946±0.006 <sup>bcA</sup>	۲ درصد عصاره چای سبز + ۲ درصد اینولین 2% green tea + 2% inulin	T <sub>5</sub>
6.898±0.000 <sup>aC</sup>	6.931±0.005 <sup>abB</sup>	6.943±0.004 <sup>abB</sup>	6.975±0.008 <sup>aa</sup>	۲ درصد عصاره چای سبز + ۳ درصد اینولین 2% green tea + 3% inulin	T <sub>6</sub>
6.735±0.004 <sup>eD</sup>	6.808±0.006 <sup>fC</sup>	6.850±0.007 <sup>efB</sup>	6.920±0.007 <sup>deA</sup>	۳ درصد عصاره چای سبز + ۱ درصد اینولین 3% green tea + 1% inulin	T <sub>7</sub>
6.860±0.011 <sup>bcC</sup>	6.901±0.003 <sup>cdB</sup>	6.926±0.002 <sup>bcB</sup>	6.956±0.004 <sup>abcA</sup>	۳ درصد عصاره چای سبز + ۲ درصد اینولین 3% green tea + 2% inulin	T <sub>8</sub>
6.909±0.011 <sup>aC</sup>	6.944±0.004 <sup>ab</sup>	6.957±0.008 <sup>aaB</sup>	6.979±0.002 <sup>aa</sup>	۳ درصد عصاره چای سبز + ۳ درصد اینولین 3% green tea + 3% inulin	T <sub>9</sub>

<sup>۱</sup> نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است.

<sup>۱</sup>Results are shown as mean ± standard deviation.

حروف کوچک اختلاف معنی دار ( $P \leq 0.05$ ) را در هر ستون نشان می‌دهد.

The small letters show significant ( $P \leq 0.05$ ) difference in each column.

حروف بزرگ اختلاف معنی دار ( $P \leq 0.05$ ) را در هر ردیف نشان می‌دهد.

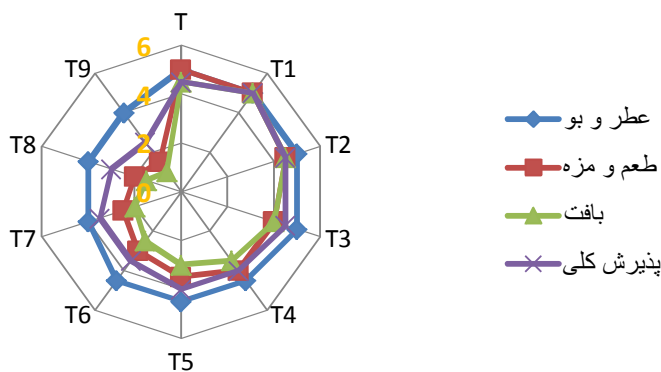
The capital letters show significant ( $P \leq 0.05$ ) difference in each row.

\*تمام تیمارها حاوی  $10^7$  CFU/ml باکتری بیفیدوباکتریوم لانگوم در زمان صفر بودند.

\*All treatments were contained  $10^7$  CFU/ml *Bifidobacterium longum* at day 0.

آرومای ناشی از ترکیبات آلکالوئیدی موجود در عصاره چای نسبت داد (۳۵). کاواز یوکسل و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند با افزودن پودر چای سبز به علت بوی علفی امتیاز بو کاهش یافت و بستنی حاوی پودر چای سبز برای مصرف‌کنندگان محصولات فراسودمند پیشنهاد می‌شود (۱۹). مقایسه میانگین امتیازات ارزیابی مزه نشان داد با افزایش درصد اینولین در مقادیر بالای یک درصد و عصاره چای سبز در مقادیر بالای یک درصد امتیاز مزه به‌صورت معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد کاهش نشان داد. مطابق با نتایج ذکر شده توسط ارزیاب‌ها افزودن اینولین در مقادیر بالای یک درصد منجر به افزایش حالت خامه‌ای و کاهش مطلوبیت دهانی بستنی و افت امتیاز مزه شده است. چای سبز نیز در مقادیر ۲ و ۳ درصد باعث ایجاد مزه تلخ در بستنی سویا گردیده است که به‌دلیل تجمع ترکیبات آلکالوئیدی در بستنی می‌باشد.

ویژگی‌های ارگانولپتیکی بستنی‌های سویای سین‌بیوتیک: نتایج بررسی ویژگی‌های ارگانولپتیکی بستنی‌های سویای سین‌بیوتیک در روز اول تولید در شکل ۱ نشان داده شده است. بالاترین امتیاز بو متعلق به نمونه شاهد و پس از آن نمونه بستنی حاوی ۱ درصد عصاره چای سبز و ۱ درصد اینولین (T<sub>1</sub>) بود که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ( $P>0/05$ ). بر طبق گزارشات پندیان و همکاران (۲۰۱۲) پیرامون کاربرد اینولین در فرمولاسیون بستنی و نیز استفاده از اینولین در فرمولاسیون آدامس در پژوهش رحیمی طبالوندی و همکاران (۲۰۰۸) این ترکیب اثر معنی‌داری بر عطر فرآورده‌های مذکور نداشت (۳۶). نتایج پژوهش حاضر نشان داد استفاده از عصاره چای سبز در مقادیر بالا باعث ایجاد آرومای نامطلوب در بستنی و کاهش امتیاز بو در مقایسه با نمونه شاهد گردیده است. امتیاز پایین تیمارهای حاوی چای سبز در مقایسه با نمونه شاهد را می‌توان به غالب بودن



شکل ۱- ویژگی‌های حسی بستنی سویای سین‌بیوتیک حاوی غلظت‌های مختلف اینولین و عصاره چای سبز

Figure 1. Sensory properties of synbiotic soybean ice cream containing different concentrations of inulin and green tea extract

T: تیمار شاهد- T<sub>1</sub>: تیمار حاوی ۱ درصد عصاره چای سبز و ۱ درصد اینولین- T<sub>2</sub>: تیمار حاوی ۱ درصد عصاره چای سبز و ۲ درصد اینولین- T<sub>3</sub>: تیمار حاوی ۱ درصد عصاره چای سبز و ۳ درصد اینولین- T<sub>4</sub>: تیمار حاوی ۲ درصد عصاره چای سبز و ۱ درصد اینولین- T<sub>5</sub>: تیمار حاوی ۲ درصد عصاره چای سبز و ۲ درصد اینولین- T<sub>6</sub>: تیمار حاوی ۲ درصد عصاره چای سبز و ۳ درصد اینولین- T<sub>7</sub>: تیمار حاوی ۳ درصد عصاره چای سبز و ۱ درصد اینولین- T<sub>8</sub>: تیمار حاوی ۳ درصد عصاره چای سبز و ۲ درصد اینولین- T<sub>9</sub>: تیمار حاوی ۳ درصد عصاره چای سبز و ۳ درصد اینولین.

T: Control- T<sub>1</sub>: Treatment contains 1% green tea and 1% inulin- T<sub>2</sub>: Treatment contains 1% green tea and 2% inulin- T<sub>3</sub>: Treatment contains 1% green tea and 3% inulin- T<sub>4</sub>: Treatment contains 2% green tea and 1% inulin- T<sub>5</sub>: Treatment contains 2% green tea and 2% inulin- T<sub>6</sub>: Treatment contains 2% green tea and 3% inulin- T<sub>7</sub>: Treatment contains 3% green tea and 1% inulin- T<sub>8</sub>: Treatment contains 3% green tea and 2% inulin- T<sub>9</sub>: Treatment contains 3% green tea and 3% inulin.

یافت (۱۹). ملک نژاد و همکاران (۲۰۱۸) کاهش امتیاز بافت ناشی از افزودن پودر چای سبز به بستنی را به ایجاد بافت زبر و خشن در بستنی مرتبط دانستند (۲۴).

بر اساس نتایج (شکل ۱) بالاترین امتیاز پذیرش کلی متعلق به تیمارهای حاوی ۱ درصد عصاره چای سبز ( $T_1$ ،  $T_2$  و  $T_3$ ) بود. افزایش درصد عصاره چای سبز به میزان بالاتر از ۱ درصد باعث کاهش امتیاز پذیرش کلی بستنی‌های سویای مورد آزمون نسبت به نمونه شاهد گردید. هاشمی و همکاران (۲۰۱۵) در ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی بستنی‌های سین‌بیوتیک کم‌چرب یا کم‌شکر دریافتند استفاده از اینولین به میزان یک درصد باعث افزایش معنی‌دار پذیرش کلی می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت داشت (۱۲). در پژوهشی دیگر پندیان و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند استفاده از اینولین و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در فرمولاسیون بستنی منتج به کاهش اندک در امتیاز ویژگی‌های حسی بستنی گردید (۳۶).

### نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر بستنی سویای سین‌بیوتیک حاوی عصاره چای سبز و اینولین تهیه شد. نتایج نشان داد نمونه‌های حاوی عصاره چای سبز به دلیل داشتن ترکیبات فنلی اندیس پراکسید پایین‌تری در مقایسه با نمونه شاهد داشتند. با استفاده از اینولین و عصاره چای سبز در فرمولاسیون بستنی سویای سین‌بیوتیک زنده‌مانی بیفیدوباکتریوم لانگوم طی دوره نگهداری افزایش یافت. استفاده از مقادیر بالای ۱ درصد عصاره چای سبز به دلیل وجود ترکیبات آلکالوئیدی منجر به کاهش امتیاز مزه، بو، بافت و پذیرش کلی بستنی‌های سویا گردید. با توجه به اینکه میزان زنده‌مانی بیفیدوباکتریوم لانگوم پس از ۲۱ روز

وردانی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش نمودند استفاده از پودر چای سبز و افزایش غلظت آن به شکل معنی‌داری باعث افزایش تلخی دسر منجمد اندونزی و عدم رضایت‌مندی ۳۵ درصد از ارزیاب‌ها شده بود (۴۴). کاواز یوکسل و همکاران (۲۰۱۷) نیز گزارش نمودند استفاده از پودر چای سبز به میزان ۱ و ۲ درصد در فرمولاسیون بستنی منجر به کاهش امتیاز پذیرش کلی آنها در مقایسه با نمونه شاهد گردید (۱۹). ملک نژاد و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند افزودن پودر چای سبز تا ۲ درصد اثر نامطلوب روی طعم بستنی نداشت و در مقادیر بالاتر از ۲ درصد بدلیل طعم گس ناشی از پلی‌فنل‌های موجود در پودر چای سبز امتیاز طعم در بستنی‌های مورد آزمون کاهش یافت (۲۴).

نتایج ارزیابی بافت در پژوهش حاضر نشان داد استفاده از اینولین و عصاره چای سبز به میزان ۱ درصد در فرمولاسیون بستنی سویای سین‌بیوتیک به دلیل ایجاد حالت خامه‌ای، افزایش حجم و همچنین افزایش ماده خشک بطور معنی‌داری به بهبود ویژگی‌های بافتی و امتیاز بافت تیمار مذکور و نمونه شاهد منجر گردید ( $P < 0/05$ ). استفاده از مقادیر اینولین بالاتر از ۱ درصد و همچنین عصاره چای سبز به میزان بالاتر از ۲ درصد منجر به کاهش معنی‌دار امتیاز بافت تیمارهای مورد بررسی در مقایسه با شاهد گردید ( $P < 0/05$ ) که علت آن می‌تواند به افزایش بیش از حد ماده خشک و کاهش میزان به‌دام‌اندازی حباب‌های هوا مرتبط باشد. مطابق با نتایج پایین‌ترین امتیاز ارزیابی بافت متعلق به تیمار حاوی ۳ درصد عصاره چای سبز و ۳ درصد اینولین بود که اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد داشت ( $P < 0/05$ ). کاواز یوکسل و همکاران (۲۰۱۷) با افزودن پودر چای سبز به میزان ۱ و ۲ درصد در فرمولاسیون بستنی نشان دادند امتیاز بافت در مقایسه با نمونه شاهد افزایش

بستنی سویای سین بیوتیک علاوه بر دستیابی به ویژگی سلامت‌بخشی عصاره چای سبز و اینولین محصولی با مشخصات کیفی مطلوب تولید نمود.

نگهداری در تمامی تیمارهای مورد آزمون بالاتر از میزان توصیه شده توسط فدراسیون بین‌المللی شیر و فرآورده‌های لبنی بود. بنابراین می‌توان با استفاده از ۱ درصد عصاره چای سبز و اینولین در فرمولاسیون

### منابع

1. Akalin, A., and Erişir, D. 2008. Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. *J. of Food Science*. 73: 4.184-188.
2. Akalin, A.S., Karagözlü, C., and Ünal, G. 2008. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*. 227: 2.889-895.
3. Akbari, M., Eskandari, M.H., and Niakosari, M. 2016. The effect of inulin on the physicochemical properties and sensory attributes of low-fat ice cream. *International Dairy J*. 57: 52-55.
4. Baruah, S., Bordolor, A.K., Gogor, M.K., Gogoin, R.C., and Hazarika, M. 2012. Study of antioxidant property in different types of tea and its utilization in the development of some popular items like tea ice cream. *Two and a bud*. 59: 2.102-105.
5. Bhatnagar, S., and Aggarwal, R. 2007. Lactose intolerance. *BMJ*. 334: 7608.1331-1332.
6. Chen, Zh. U., Wang, L. Y., Chan, P.T., Zhang, Z., Chung, H. Y., and Liang, C. 1998. Antioxidant activity of green tea catechin extract compared with that of rosemary extract. *J. of the American Oil Chemists' Society*. 75: 9.1141-1145.
7. De Lacey, A.L., Pérez-Santín, E., López-Caballero, M., and Montero, P. 2014. Survival and metabolic activity of probiotic bacteria in green tea. *LWT-Food Science and Technology*. 55: 1.314-322.
8. Golestani, M., Pour Ahmad, R., and Mahdavi Adeli, H.R. 2016. Effect of inulin on the survival of probiotic bacteria, physical, chemical and sensory properties of fermentation and non-fermented synbiotic ice cream. *Food technology and nutrition*. 3: 3.25-32. (In Persian).
9. Ghaderi, S., Mazaheri Tehrani, M., and Razavi, S.M. 2016. An investigation on the effect of aging time on the physicochemical, rheological and textural properties of vegetable-based ice cream of soy and sesame. *Iranian Food Science and Technology Research J*. 13: 4.528-539. (In Persian).
10. Guarner, F. 2005. Inulin and oligofructose: Impact on intestinal diseases and disorders. *British J. of Nutrition*. 93: 1.61-65.
11. Fathi-Achachlouei, B., and Mahmoudi Moghas, H. 2018. Effect of different levels of Inulin and chitosan on the physicochemical, sensory properties and survival of probiotics in synbiotic Dough. *J. of Food Science and Technology*. 75: 15.235-245. (In Persian).
12. Hashemi, M., Gheisari, H.R., and Shekarforoush, S.S. 2015. Evaluation of physicochemical, textural and sensorial characteristics of low-fat or low-sugar synbiotic ice-cream. *J. of Food Hygiene*. 5: 18. 71-103.
13. Homayouni Rad, A., Javadi, M., Ghaseminejad Tabrizian, V., and Alizadeh M. 2012. Increasing the probiotic survival in functional ice cream by microencapsulation. *J. of Food industry research*. 22: 1.91-97. (In Persian).
14. Homayouni Rad, A., Norouzi, Sh., and Asghari Jafarabadi, M. 2014. Effects of soymilk powder on physicochemical, microbial and sensory properties of fermented symbiotic soy ice-cream. *J. of Food Research*. 24: 1.19-30. (In Persian).
15. Hosseininezhad, M., Anvari, H., Zhiani, M., and Abedfar, A. 2017. Evaluation the effect of inulin supplementary on the

- sensory and textural properties of probiotic bread (Taftoon). J. of Innovation in Food Science and Technology. 6: 2.185-198. (In Persian).
16. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 1997. Characteristics and method of ice cream test. No. 2450 (In Persian).
  17. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 1998. Oils and edible fats- measuring peroxide value. No. 2450 (In Persian).
  18. Jaziri, I.N., Slama, M.B., Mhadhbi, H., Urdaci, M.C., and Hamdi, M. 2009. Effect of green and black teas (*Camellia sinensis* L.) on the characteristic microflora of yogurt during fermentation and refrigerated storage. Food Chemistry. 112: 3.614-620.
  19. Kavaz Yüksel, K., Yüksel, M., and Güngör Sat, I. 2017. Determination of certain physicochemical characteristics and sensory properties of green tea powder (matcha) added ice creams and detection of their organic acid and mineral contents. GIDA. 42: 2.116-126.
  20. López de Dicastillo, C., Del Mar Castro-López, M., Manuel López-Vilariño, J., and Victoria González-Rodríguez, M. 2008. Immobilization of green tea extract on polypropylene films to control the antioxidant activity in food packaging. Food Research International. 53: 1.522-528.
  21. Lum, A. K., and Albrecht, J. A. 2008. Sensory evaluation of ice cream made with prebiotic ingredients, Rurals: Review of undergraduate research in agricultural and life sciences. 3: 1.1-9
  22. Mahdian, E., Mazaheri Tehrani, M., and Shahidi, F. 2011. Evaluation of the effect of soy flour on rheological properties of ice cream. Iranian J. of Food Science and Technolog. 8: 31.107-114. (In Persian).
  23. Mahdian, E., Karajiyani, R., and Sabri, S. 2013. Evaluation of the effect of replenishment of milk fat with inulin and milk protein concentrate on physicochemical and sensory properties of low-fat ice cream. Innovation in Food Science and Technology. 5: 4.43-51. (In Persian).
  24. Maleknejad, A.R., Nateghi, L., and Shahab Lavasani, A. R. 2018. Effects of adding green tea powder on physicochemical, sensory and antioxidant properties of ice cream. J. of Food Science and Technology. 76: 15.257-268. (In Persian).
  25. Matan, N., Puangjinda, K., Phothisuwan, S., and Nisoa, M. 2014. Combined antibacterial activity of green tea extract with atmospheric radio-frequency plasma against pathogens on fresh-cut dragon fruit. Food Control. 50: 291-296.
  26. Mostafavi, F., Mazaheri Tehrani, M., and Mohebbi, M. 2014. Effect of fat content on rheological and physical properties of vanilla ice cream. J. of Food Science and Technology. 11: 45. 55-64. (In Persian).
  27. Molan, A.L., De, S., and Meagher, L. 2008. Antioxidant activity and polyphenol content of green tea flavan-3-ols and oligomeric proanthocyanidins. International J. of Food Sciences and Nutrition. 60: 6.497-506.
  28. Mortazavi Nejad, S., Abbasi, H., and Jahadi, M. 2015. Optimization of sponge cake formulation containing okara. J. of Research and Innovation in Food Science and Technology. 5: 1.1-14. (In Persian).
  29. Naeemi, H., Mortazavi, S. A., Milani, E., and Koochaki, A. 2013. The influence of adding Inulin and encapsulation on survivability *Lactobacillus casei* storage of synbiotic yoghurt. J. of Food Science and Technology. 10: 40.27-36. (In Persian).
  30. Nahardani, M., Hosseini Nejad, M., and Elhami Rad, A.H. 2012. Evaluation of prebiotic effects and qualitative properties of inulin extracted from Non-indigenous Chicory of Iran. J. of Innovation in Food Science and Technology. 4: 4.87-96. (In Persian).
  31. Namal Senanayake, S.P.J. 2013. Green tea extract: Chemistry, antioxidant properties and food applications – A review. J. of Functional Foods. 5: 4.1529-1541.
  32. Nasiri Rad, R., Haddad Khodaparast, M.H., Elhami Rad, A.H., and Rufigari Haghghat, Sh. 2012. Effect of harvest season and breeding conditions on the

- total amount of phenolic compounds of Iranian green tea. Iranian J. of Food Science and Technology. 8: 4.349-352. (In Persian).
33. Nazari, B., Haghazari, S., and Bolandi, M. 2015. Formulation and preparation of ice cream replacing sugar with sucralose and its organoleptic characteristics. J. of Food Science and Technology. 49: 12. 145-153. (In Persian).
  34. Nick Joe, R., Nourian, N., and Aziz Nia, S. 2013. A review of the antioxidant properties of green tea. 21<sup>st</sup> National Congress of Food Science and Technology. Shiraz University. Shiraz (In Persian).
  35. Noori, N., Noudoost, B., Gandomi Nasrabadi, H., and Akhondzadeh Basti, A. 2017. Effects of green tea extract nano encapsulation on the survival of *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium lactis* in symbiotic ice cream. J. of Veterinary Research. 72: 2.195-205.
  36. Pandiyan, C., Annal Villi, R., Kumaresan, G. Murugan, B., and Rajarajan, G. 2012. Effect of incorporation of inulin on the survivability of *Lactobacillus acidophilus* in symbiotic ice cream. International Food Research J. 19: 4.1729-1732.
  37. Pintor, A., Escalona-Buendia, H.B., and Totosaus, A. 2017. Effect of inulin on melting and textural properties of low-fat and sugar reduced ice cream: Optimization via a response surface methodology. International Food Research J. 24: 4.1728-1734.
  38. Rahimi Tabalvandani, S., Abbasi, S., and Azizi Tabrizzad, M. H. 2008. Production of operator chewing with using citric acid, encapsulated with inulin and casein. 18<sup>th</sup> National Congress of Food Science and Technology. Khorasan Razavi Research Institute of Food Science and Technology. Mashhad (In Persian).
  39. Ranjbar Nadamani, A., Sadeghi Mahounak, A.R., Ghorbani, M., and Kashaninejad, M. 2014. Antioxidant interaction analysis of the combination of green tea and rosemary extracts. Iranian Food Science and Technology Research J. 10: 3. 232-240. (In Persian).
  40. Rashidi Nejad, A., John Bircha, E., Sun-Waterhouse, D., and Everett, D.W. 2014. Delivery of green tea catechin and epigallocatechin gallate in liposomes incorporated into low-fat hard cheese. Food Chemistry. 156: 176-183.
  41. Seyyedi, Sh., Hashemi Ravan, M., and Nourbakhsh, F. 2012. Growth of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* in synbiotic orange juice. 2<sup>th</sup> National Food Security Seminar. Savadkou Islamic Azad University. Savadkou (In Persian).
  42. Tamminen, M., Salminen, S.J., and Ouwehand A. 2013. Fermentation of carrot juice by synbiotic: Viability and preservation of adhesion. International J. of Biotechnology for Wellness Industries. 2:10-15.
  43. Zhao, D., and Shah, N.P. 2014. Influence of tea extracts supplementation on *Bifidobacteria* during soymilk fermentation. International J. of Food Microbiology. 188: 36-44.
  44. Wardani, S., Niwat, C., and Ahza, A.B. 2016. Quality performance of Indonesian frozen dessert (es puter) enriched with black glutinous rice (*Oryza sativa glutinosa* L.) and green tea (*Camellia sinensis* L). International Food Research J. 23: 2.482- 490.



## Survey the effect of inulin and green tea extract on survival of *Bifidobacterium longum* and physicochemical properties of synbiotic soybean ice cream

\* **L. Nateghi**

Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture,  
Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

Received: 2019/04/14; Accepted: 2019/07/16

### Abstract

**Background and objectives:** Food, in addition to eliminating hunger and providing essential nutrients, should improve the health and physical and mental health of the consumer. In this regard, there is high tendency for consumers to select novel foods with high nutritional and health benefits. Probiotics are living microorganisms that provide useful effects on host health if they are consumed alive and sufficiently. Using appropriate prebiotic compounds and selecting suitable carriers for probiotics may increase the growth and activity of these beneficial bacteria. Soybeans and their products are considered to be good carriers for probiotic microorganisms that can increase the growth and activity of these bacteria. The purpose of this study was to investigate the effects of inulin as prebiotic compound and green tea extract as antioxidant in increasing the viability time of *Bifidobacterium longum* in synbiotic soy ice cream.

**Materials and methods:** In order to produce synbiotic soy ice cream, different concentrations of green tea extract (1, 2 and 3%), inulin (1, 2 and 3%), and probiotic bacteria *Bifidobacterium Longum* ( $10^7$  CFU/ml) were added to synbiotic soy ice cream formulation. Therefore, 10 treatments were designed according to completely randomized design with three replicates. Polyphenolic content, total acidity, overrun, peroxide value, viscosity, color indices (lightness, redness, and yellowness), sensory parameters (odor, taste, texture and overall acceptance) were measured one day after production. Also, the survival rate of *Bifidobacterium Longum* (CFU/ml) of soybean ice cream samples were determined during 21 days of storage at  $-18^{\circ}\text{C}$ . For data analysis and comparison, Duncan's multiple range test was used at probability value of 5% by Minitab software version 16.

**Results:** The results showed that by increasing the concentration of inulin and green tea extract in the synbiotic soy ice cream formulation, overrun, yellowness index ( $b^*$ ), lighting index ( $L^*$ ), score of sensory parameters including odor, taste, texture and overall acceptance decreased, while acidity, the viability rate of *Bifidobacterium longum*, viscosity and redness ( $a^*$ ) increased. Also, after 21 days of storage in all treatments, including control, *Bifidobacterium longum* population was higher than  $10^6$  CFU/ml. In contrast to inulin, increase in the concentration of green tea extract had a significant effect on the reduction of peroxide value. Although the sensory properties of the treatment containing 1% green tea extract and inulin were not significantly different in comparison to that of control, this treatment gained the maximum acceptability.

**Conclusion:** Production of synbiotic soy ice cream containing 1% green tea extract and 1% inulin with optimal qualitative and sensory properties along with good health properties is possible.

**Keywords:** Inulin, *Bifidobacterium longum*, Soy ice cream, Synbiotic, Green tea extract.

---

\* Corresponding author: [leylanateghi@yahoo.com](mailto:leylanateghi@yahoo.com)

