مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی جایگزینی شکر و چربی با عصاره‌ی مالت و اینولین در تولید سیروپ رژیمی به کار رفته در بستنی پروبیوتیک

الناز جانقربان[1]، محمد گلی[2,3]*

۱- کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

۳- دانشیار مرکز تحقیقات لیزر و بیوفوتونیک در فناوریهای زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۹۹ /۰۷/۰۲

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۷

کلمات کلیدی:

سیروپ رژیمی،

عصاره مالت،

اینولین، بستنی پروبیوتیک،

خواص فیزیکوشیمیایی،

خواص حسی.

DOI: 10.52547/fsct.18.05.06

* مسئول مکاتبات:

mgolifood@yahoo.com

چکیده

فرآورده‌های لبنی به‌عنوان یک حامل ترکیبات فراسودمند می‌تواند نخستین گزینه در جهت غنی‌سازی به شمار آید. بر همین اساس در پژوهش حاضر نیز فرآورده‌ای فراسودمند دارای عصاره‌ی مالت (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد جایگزینی) و اینولین (۰/۵، ۱ و ۲ درصد) از بستنی با استفاده از باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* تولید شد و آزمون‌های میکروبی، فیزیکوشیمیایی، ویژگی‌های بافتی و حسی تیمارها در بازه‌ی زمانی ۲۸ روزه انجام شد. نتایج ارزیابی‌ها نشان داد که نگهداری تیمارها تا ۲۸ روز در دمای ٤ °C، موجب کاهش معنی‌دار در فعالیت میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک شد ($p\leq$ ۰/۰۵). همچنین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نیز در مدت زمان نگهداری، دستخوش تغییر شد. به‌گونه‌ای که مقادیر pH در تمامی تیمارها به صورت معنی‌دار کاهش پیدا کرد، حال آنکه اسیدیته در تمامی تیمارها افزایش پیدا کرد ($p\leq$ ۰/۰۵). بررسی پارامترهای رنگ‌سنجی تیمارهای بستنی نیز نشان داد، افزایش میزان عصاره‌ی مالت و اینولین موجب تغییر معنی‌دار در پارامترهای رنگی شد ($p\leq$ ۰/۰۵). ویژگی‌های عملکردی بستنی همانند مقاومت به ذوب و افزایش حجم با افزایش اینولین روند افزایشی از خود نشان داد، حال آنکه افزایش غلظت عصاره‌ی مالت به ۱۵ درصد اثر منفی روی افزایش حجم نشان داد ($p\leq$ ۰/۰۵). ویژگی‌های بافتی فرآورده نیز متاثر از افزودن این دو ترکیب بوده و این امر عمدتا موجب افزایش سختی و چسبندگی در تیمارها شد، با این حال در غلظت ۱۵ درصد عصاره‌ی مالت، پارامترهای بافتی عمدتا تضعیف شدند و این موارد در ارزیابی حسی نمود پیدا کرد و سبب شد درنهایت ارزیابان تیمار D (تیمار دارای ۵٪ عصاره مالت-۱٪ اینولین) را به عنوان تیمار بهینه برای غنی‌سازی نمونه‌های بستنی پروبیوتیک در نظر گرفت.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]

۱- مقدمه

در چند سال اخیر با افزایش سطح آگاهی مردم نسبت به مضرات محصولات با کالری بالا و پرچرب، تقاضا برای تولید محصولات رژیمی افزایش چشم گیری داشته است. در فرآورده های شیری که یکی از پر مصرف ترین محصولات غذایی هستند نیز تحقیقات فراوانی در این زمینه انجام گرفته است [۱]. به این دلیل که بین مصرف چربی و بیماری های زیادی از جمله چاقی، بیماری های قلبی و عروقی مانند تصلب شرائین و سرطان ارتباط مستقیم وجود دارد، بنابراین فشار زیادی روی صنعت غذا برای کاهش مقدار کالری و چربی در محصولات غذایی وجود دارد و از این‌رو رشد سریع محصولات کم کالری مشاهده می شود. علاوه بر تغذیه، چربی ویژگی های رئولوژیکی و حسی غذاها مانند طعم و مزه، احساس دهانی و بافت را تحت تأثیر قرار می دهد، از این رو حذف چربی به راحتی امکان پذیر نیست. بنابراین برای فرمولاسیون محصولات کم‌کالری و کم‌چرب، استفاده از ترکیباتی که به طور نسبی و یا کامل جایگزین ترکیبات انرژی زا همانند کربوهیدرات و چربی می‌شوند و ویژگی های آن‌ها را ایجاد می کنند پیشنهاد شده است [۲].

جایگزین های چربی ترکیباتی هستند که می توانند روی ویژگی های محصول نظیر طعم، احساس دهانی، بافت، ویسکوزیته و سایر خصوصیات حسی تاثیر بگذارند [۲]. طبق تعریفی که AACC[1] در سال ۲۰۰۱ بیان کرد به بخش خوراکی گیاهان یا کربوهیدرات های مشابه که نسبت به عمل هضم و جذب در روده کوچک مقاوم بوده و به طور کامل یا نسبی در روده بزرگ تخمیر می شوند فیبرهای رژیمی گفته می شود. این ترکیبات شامل پلی ساکاریدها، الیگو ساکاریدها، لیگنین و مواد گیاهی همراه مانند پروتئین ها و ترکیبات فنولی هستند [۳]. Tavasol و Tabari (۲۰۱٤) به بررسی اثر فیبرهای خوراکی (سیب و کرفس) بر خواص فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی بستنی کم چرب پرداختند که به طور عملکردی ایجاد اثرات سلامت بخشی در بدن انسان داشت و مطابق نتایج بدست آمده نمونه با بیشترین مقدار فیبر خواص رئولوژیکی و فیزیکوشیمیایی مناسبتری نسبت به دیگر نمونه ها دارا بود [٤].

1. American Association for Clinical Chemistry

ویژگی‌های کاربردی فیبرهای گیاهی وابسته به نسبت فیبرهای محلول[2] و نامحلول[3] آن‌ها و هم چنین اندازه ذرات و شرایط استخراج و منبع گیاهی استخراج فیبر می باشد [۵]. به عنوان مثال اینولین یک فروکتان با پیوندهای بتا ۱ به ۲ فروکتوزیل- فروکتوز است که امروزه به عنوان یک ترکیب عملکردی[4] شناخته شده است. اینولین در برخی گیاهان و سبزیجات وجود دارد و مقدار آن از کمتر از ۱ تا ۲۰ درصد وزن گیاه متغیراست. امروزه فقط از کاسنی به عنوان گیاه صنعتی جهت استخراج اینولین استفاده می شود. اینولین بخاطر خصوصیات تکنولوژیکی و تغذیه ای می تواند در صنایع غذایی موارد استفاده متعددی داشته باشد که از جمله آنها می توان به کاربرد آن به عنوان فیبر رژیمی، جایگزین چربی و پریبیوتیک اشاره کرد. اثر پریبیوتیکی اینولین باعث تحریک رشد بیفیدوباکتریوم‌های مفید در روده انسان شده که می تواند اثرات سلامت بخشی را در میزبان در پی داشته باشد. گیاهی بودن منشا اینولین تا حد زیادی خطر آلرژی زایی را کاهش می دهد و آن را به عنوان گزینه مناسب برای کاربرد در صنایع غذایی مطرح می سازد [۵، ٦]. Glibowski و Kowalska(۲۰۱۲) ویژگی‌های رئولوژیکی، بافت و ویژگی‌های حسی کفیر تولید شده با اینولین و شیر خشک را بررسی کردند. یافته‌های این پژوهشگران نشان داد که سختی کفیر تولید شده با اینولین پایین‌تر از نمونه‌های تولید شده با شیر خشک بوده است. از سویی دیگر آنالیز میزان انسجام[5] و چسبندگی[6] نشان داد که استفاده از اینولین می‌تواند نمونه‌هایی با سفتی بالاتری را ایجاد نماید [۷].

در سمت مقابل استفاده از جایگزین‌های ساکارز و قندها نیز می تواند در ایجاد فرآورده‌ی رژیمی و کم‌کالری کمک کند. از جمله‌ی این موارد می توان به عصاره‌ی مالت به‌دست امده از جو اشاره داشت. عصاره مالت جو به عبارت ساده، از جوشاندن مالت جو در آب و غلیظ کردن مایع حاصل در خلاء به دست می‌آید که دارای ٦۰ درصد مالتوز، ۱۰ درصد ساکاروز، ۲۰ درصد دکسترین و مقداری مواد مغذی، آنزیم آلفا و بتا آمیلاز و

2. Soluble dietary fiber
3. Insoluble dietary fiber
4. Functional
5. Cohesiveness
6. Adhesiveness

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]

ویتامین‌های B_1 و B_2 است. به عنوان ماده اولیه در صنایع غذایی و هم به صورت مستقیم به عنوان یک ماده غذایی حاوی مواد مغذی، متنوع و فراوان در رژیم غذایی انسان موردتوجه قرار می‌گیرد و اثرات نامطلوب مصرف ساکارز را کاهش دهد [۸].

همچنین فرآورده‌های تخمیری پروبیوتیک، به دلیل تنوع در خواص حسی، مصرف روزافزون و همچنین ارزش تغذیه ای مطلوب، امروزه برای استفاده به‌عنوان حامل میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک، مورد توجه قرارگرفته اند. Gonzalez و همکاران (۲۰۱۱) از فروکتوالیگوساکارید (به‌عنوان پری‌بیوتیک) و از باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* (پروبیوتیک) در تولید نوشیدنی ماست طعم دار استفاده کردند. نمونه‌های دارای پری‌بیوتیک‌ها ازنظر آماری اختلاف معنی‌داری را نسبت به نمونه‌های شاهد از خود نشان ندادند، که این امر بیانگر این مطلب است که می‌توان پری‌بیوتیک‌ها را بدون هیچ‌گونه اثر معنی‌دار در ویژگی‌های نمونه به ان اضافه کرد. با این وجود نمونه‌های دارای اثر سینبیوتیک[1] پایین‌ترین امتیازات را از خود نشان دادند که بیانگر اثر منفی سینبیوتیک روی ویژگی‌های حسی بود [۹].

بستنی در مقیاس جهانی در زمره پرطرفدارترین و پرمصرف‌ترین محصولات لبنی غیرتخمیری قرار دارد. بنابراین در صورت استفاده از آن به‌عنوان حامل میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک، می‌توان این محصول را در سطح گسترده تری تولید و مصرف کرد [۸]. از سویی دیگر با توجه به بیماریهای شایع و تقاضای مصرف کنندگان به منظور استفاده از محصولات رژیمی، در این پژوهش به بررسی امکان استفاده از عصاره‌ی مالت و فیبر اینولین در سیروپ مورد استفاده در تهیه‌ی بستنی پروبیوتیک پرداخته شده است.

۲ -مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد استفاده

ترکیب آمیخته بستنی‌های پروبیوتیک دارای ۷۲/٦ درصد (وزنی/وزنی) شیر گاو (با میانگین ۳/۵ درصد چربی)، ۱ درصد پودر شیر خشک بدون چربی (شرکت پگاه تهران، ایران)، ۱/۲۵ درصد پودر پروتئین آب پنیر، ۵/٤ درصد روغن گیاهی، ۱۹ درصد شکر و یا عصاره‌ی مالت (تهیه شده از کارگاه مالت سازی شرکت ایستک البرز، ایران)، ۰/۱ درصد وانیلین (شرکت رشد، ایران)، ۰/۲۵ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۰/٤ درصد پانیسول بود. اینولین مورد استفاده در ترکیب بستنی پروبیوتیک از نوع اینولین با عملکرد بالا از شرکت نگین خوراک پارس تهیه شد.

۲-۲- تولید بستنی پروبیوتیک

تولید بستنی پروبیوتیک به روش اشاره شده توسط Balthazar و همکاران (۲۰۱۷) با اندکی تغییرات انجام گرفت. برای تولید بستنی پروبیوتیک ابتدا تجهیزات مورد استفاده شستشو و ضدعفونی شده و سپس ترکیبات بستنی که از قبل توزین شده بودند، به ترتیب زیر با هم مخلوط شدند. در ابتدا شیر و خامه وارد تانک فرمولاسیون شده و به آرامی حرارت داده و پس از حصول از دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد، شیر خشک، شکر و استابیلایزر بستنی (پیشگامان پخش، ایران) به آرامی به تانک فرمولاسیون اضافه گردیدند. بر همین اساس تیمار شاهد دارای ۱۹ درصد شکر و فاقد اینولین بود [۱۰].

سایر فرمولاسیون ها نیز دارای سیروپ تلفیقی عصاره‌ی مالت به میزان (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی/وزنی) و مقادیر اینولین (۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی/وزنی) به ترتیب جایگزین شکر و روغن گیاهی در فرمولاسیون شاهد شدند (جدول ۱). سیروپ حاصل در یک قسمت مجزا به آرامی هم زده شد و تا دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد جهت اضافه کردن به مخلوط آماده گردید.

سپس مخلوط حاصل با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد وارد هموژنایزر دو مرحله‌ای گردید و به‌ترتیب در فشارهای ۱۷۰ و ٤۰ بار همگن شد و در ادامه برای پاستوریزه کردن مخلوط از دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه استفاده شد. مخلوط بستنی بعد از پاستوریزاسیون تا ٤ درجه سانتی‌گراد خنک و بعد از افزودن وانیل؛ برای طی مرحله رسیدن به مدت ٤ ساعت در این دما نگهداری شد. مخلوط بستنی پروبیوتیک بعد از طی مرحلهٔ پاستوریزاسیون را تا دمای ٤۰-۳۷ درجه سانتی‌گراد خنک گردیده و باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* (شرکت پیشگامان پخش صدیق)

1. Synbiotic

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]

به مخلوط بستنی تلقیح شد. جهت تلقیح باکتری‌ها، با هدف دستیابی به یک جمعیت پروبیوتیکی اولیه حدود ۸-۷ واحد لگاریتمی پرگنه در هر گرم آمیخته، مقدار ۱ گرم به ازای هر کیلوگرم مخلوط بستنی از پودر منجمد حاوی باکتری توزین و بعد از رقیق کردن در ۵۰ میلی‌لیتر شیر پس چرخ پاستوریزه به مخلوط اضافه شده و کاملاً همزده و مخلوط بستنی تلقیح شده برای طی مرحلهٔ تخمیر به مدت ۲۱ ساعت در دمای ٤۲ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شد. سپس مخلوط بستنی بلافاصله در دستگاه فریزر منجمد گردیده و پس از بسته‌بندی در لیوان‌های ۱۰۰ گرمی به سردخانه ٢٤- درجه سانتی‌گراد برای نگهداری منتقل شدند.

Table 1 Ice cream treatments

Code	Treatment
Control	Treatment without malt extract and inulin
A	Treatment with 5% malt extract and 0.5% inulin
B	Treatment with 5% malt extract and 1% inulin
C	Treatment with 5% malt extract and 2% inulin
D	Treatment with 10% malt extract and 0.5% inulin
E	Treatment with 10% malt extract and 1% inulin
F	Treatment with 10% malt extract and 2% inulin
G	Treatment with 15% malt extract and 0.5% inulin
H	Treatment with 15% malt extract and 1% inulin
I	Treatment with 15% malt extract and 2% inulin

۲-۳- شمارش میکروبی کل

برای انجام این آزمایش از نمونه رقت‌های مختلفی تهیه گردید. سپس توسط پیپت ۱ میلی‌لیتر از هر رقت درون پلیت ریخته و ۱۰ میلی‌لیتر از محیط کشت نوترینت آگار (سیگما، آمریکا) به روش پور پلیت درون پلیت ها اضافه شد (در دمای٤٥ درجه سلسیوس). برای مخلوط شدن محیط کشت با نمونه آلوده، ۵ بار در جهت عقربه‌های ساعت و ۵ بار برخلاف آن و ۵ بار افقی و ۵ بار عمودی پلیت تکان داده شد. پلیت ها در دمای ۳۲ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ٤۸ ساعت گرمخانه گذاری شده و رشد کلنی شمارش و به صورت log CFU/g گزارش گردید [۱۱].

۲-٤- شمارش باکتری‌های پروبیوتیک

بدین منظور ۱ گرم از هر نمونه بستنی با ۹ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی مخلوط و کاملاً یکنواخت گردید. نمونه‌های سوسپانسیون شده رقیق گردیده و ۰/۱ میلی‌لیتر از آن به پلیت‌های حاوی محیط کشت MRS (سیگما، آمریکا) منتقل شد. همه پلیت‌ها در دمای ٤۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت گرمخانه گذاری و سپس تعداد پرگنه‌ها در هر پلیت بر حسب log CFU/g شمارش شد [۱۲].

۲-۵- اندازه‌گیری pH و اسیدیته

اندازه‌گیری pH طبق روش Abreu و همکاران (۲۰۱٦) برای بستنی و با استفاده از pH متر (Metrohm ، سوئیس) انجام شد [۱۳]. اسیدیته نمونه‌ها مطابق با روش انجام شده توسط Çakmakçi و همکاران (۲۰۱۲) اندازه‌گیری گردید [١٤].

۲-٦- اندازه‌گیری چربی

۵ گرم نمونه بستنی به همراه ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک (مرک، آلمان)، ۵ میلی لیتر آب مقطر و یک میلی لیتر الکل آمیل به داخل بوتیرومتر منتقل گردید، بعد از ۵ دقیقه سانتریفیوژ کردن بوتیرومتر، در حمام آب گرم با دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه قرار گرفته و سپس عدد قرائت شد [۱۲].

۲-۷- اندازه‌گیری افزایش حجم[1]

افزایش حجم بستنی طبق روش پیشنهادی توسط Homayouni و همکاران (۲۰۰۸) به روش انجام شد [۱۵]. بر این اساس میزان افزایش حجم برحسب درصد عبارت است از:

معادله (۱) $\frac{V_1-V_2}{V_1} \times ۱۰۰$ = درصد مقاومت به ذوب

در این رابطه، V_1 برابر است با حجم اولیه‌ی بستنی و V_2 برابر است با حجم ثانویه پس از هم زدن

1. Over run

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]

۲-۸- ارزیابی مقاومت ذوب

به منظور تعیین مقاومت به ذوب، ۳۵ گرم نمونه بستنی بلافاصله بعد از خروج از فریزر بر روی توری سیمی بالای قیف شیشه‌ای گذاشته و سپس در انکوباتور (الکترولوکس، سوئد) به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ٤٤ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد [۱۵]. مقدار بستنی ذوب شده در ارلن به عنوان شاخص مبین کیفیت ذوب در نظر گرفته شد. درصد مقاومت با استفاده از معادله ۲ محاسبه گردید:

معادله (۲) $\text{درصد مقاومت به ذوب} = \frac{\text{وزن بستنی ذوب شده}}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰$

۲-۹- ارزیابی بافت

اندازه گیری ویژگی‌های بافتی طبق استاندارد AACC به شماره (۰۹-۷٤) انجام گرفت. تیمارهای نگهداری شده، با دستگاه بافت سنج بروکفیلد (مدل Ct3 10k، آمریکا)، اندازه گیری شد و مقدار نیروی مورد نیاز (نیوتن)، جهت متراکم کردن تیمارهای بستنی اندازه گیری شد، آزمون فشاری با فک ۱۰ در ۱۰ سانتی-متر انجام شد. تراکم پذیری درنمونه ها در حدود ۲۵٪ انجام شد، سرعت پیشروی ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه بود [۱٦]. در نهایت میزان سختی (گرم)، چسبندگی (میلی‌ژول) و انسجام بافت به دست آمد.

۲-۱۰- رنگ‌سنجی

اندازه‌گیری رنگ نمونه‌های بستنی با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج صورت گرفت. نمونه‌های بستنی باضخامت یکسان (۰/۵ میلی‌متر) در داخل پتری دیش ٦ سانتی‌متری ریخته شده و برای سنجش رنگ مورد استفاده قرار گرفت. برای این آزمایش داده‌های مربوط به شاخص‌های a* (برای میزان سرخی یا سبزی)، b* (برای میزان زردی یا آبی رنگ بودن) و L* (برای میزان سفیدی یا سیاهی) اندازه‌گیری شد. تصاویر به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار Image J ارزیابی شدند [۱۷].

۲-۱۱- ارزیابی حسی

در این آزمون، نمونه‌های بستنی کدگذاری‌شده با اعداد تصادفی سه‌رقمی در ظروف مشابه در اختیار ۱۵ ارزیاب حسی آموزش‌دیده (دارای ویژگی‌هایی همچون عدم مصرف دخانیات و الکل، بازه‌ی سنی ۳۵-۲۰ سال و فاقد بیماری) قرارداده شدند. ارزیاب‌ها نمونه‌ها را ازنظر ویژگی‌های طعم، احساس دهانی و پذیرش کلی ارزیابی کردند. در این ارزیابی از آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای استفاده شد، امتیاز ۵ برای ویژگی بسیار عالی و امتیاز ۱ برای ویژگی ضعیف درنظرگرفته شد [۱۸].

۲-۱۲- ارزیابی آماری

آنالیز آماری داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام و مقایسه میانگین‌ها در سه تکرار با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل انجام گرفت.

۳- نتیجه و بحث

۳-۱- شمارش میکروبی کل

شکل ۱ بیانگر شمارش میکروبی کل در بازه‌ی زمانی ۲۸ روزه در تیمارهای بستنی پروبیوتیک است.

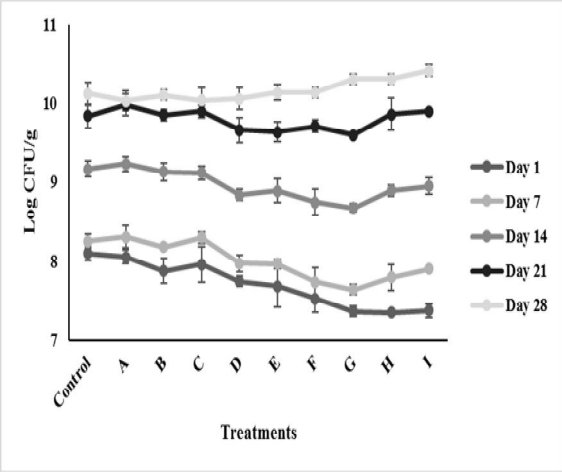

Fig 1 Microbial total count in ice cream treatments Different letters indicate a significant difference in the level ($p \leq 0.05$), Control: treatment without malt extract and inulin, A: treatment with 5% malt extract and 0.5% inulin, B: treatment with 5% malt extract and 1% inulin, C: treatment with 5% malt extract and 2% inulin, D: treatment with 10% malt extract and 0.5% inulin, E: treatment with 10% malt extract and 1% inulin, F: treatment with 10% malt extract and 2% inulin, G: treatment with 15% malt extract and 0.5% inulin, H: treatment with 15% malt extract and 1% inulin, I: treatment with 15% malt extract and 2% inulin.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]
[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]

با توجه به نتایج به‌دست آمده، بالاترین میزان از شمارش باکتریایی در تیمار I (تیمار دارای ۱۵ درصد عصاره مالت، ۲ درصد اینولین) و در روز ۲۸ به میزان ۱۰/٤۱ log CFU/g و پایین‌ترین میزان در روز نخست و به میزان ۷/۳٤ سیکل لگاریتمی در تیمار G (تیمار دارای ۱۵ درصد عصاره مالت، ۰/۵ درصد اینولین) به‌دست آمد ($p\leq$ ۰/۰۵).

از سویی دیگر، با افزایش مدت زمان نگهداری تیمارها در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد، شمارش باکتریایی کل به شکل معنی‌داری رو به افزایش گذاشته است ($p\leq$ ۰/۰۵)، این در حالی است که در یک بازه‌ی زمانی یکسان، تیمارهای G و H به شکل معنی‌داری میزان باکتری کمتری در خود داشتند ($p\leq$ ۰/۰۵). اساسا میکروارگانیسم‌هایی که در محیط فرآورده‌های لبنی همانند شیر پاستوریزه رشد می‌کنند، از جنس *لاکتوباسیلوس‌ها* بوده و این جنس از باکتری‌ها دارای آنزیم‌های بتا-گالاکتوزیداز و یا بتا-فسفوگالاکتوزیداز هستند که می‌توانند لاکتوز موجود در محط طبیعی شیر را مورد استفاده قرار داده و در دسترس قرار داده و حتی پس از مرگ سلول باکتری، حضور این آنزیم‌ها و تجزیه‌ی لاکتوز، شرایط را برای رشد سایر میکروارگانیسم‌های باقی مانده مناسب تر خواهد کرد [۱۹].

۳-۲- شمارش باکتری‌های پروبیوتیک

شکل ۲ شمارش میکروبی *لاکتوباسیلوس کازئی* در بازه‌ی زمانی ۲۸ روزه در تیمارهای بستنی پروبیوتیک را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، با افزایش مدت زمان نگهداری تیمارها در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد، میزان باکتری به شکل معنی‌داری رو به کاهش گذاشته است ($p\leq$ ۰/۰۵). سوبسترای اصلی مورد مصرف باکتری‌های پروبیوتیک در محیط فرآورده‌های لبنی در درجه ی اول لاکتوز محسوب شده و با مصرف آن فعالیت تخمیری خود را آغاز کرده و متابولیت‌های ثانویه‌ی خود که ناشی از فرآیند تخمیر است (همانند الکل، کربن دی اکسید، اسیدلاکتیک) را تولید می‌کنند. بدیهی است که با گذشت زمان از میزان سوبسترا در فرآورده کاسته شده و علاوه بر کاهش نرخ رشد باکتری ها، ازمیزان جمعیت آن‌ها در فرآورده کاسته خواهد شد [۱٦]. بر همین اساس در این پژوهش، میزان شمارش باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* در گذر زمان کاهش یافت ($p\leq$ ۰/۰۵).

همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد، در یک بازه‌ی زمانی یکسان، به ویژه در روزهای نخست نگهداری، این تیمارهای شاهد، A و B بودند که میزان باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* بیشتری در خود داشتند ($p\leq$ ۰/۰۵).

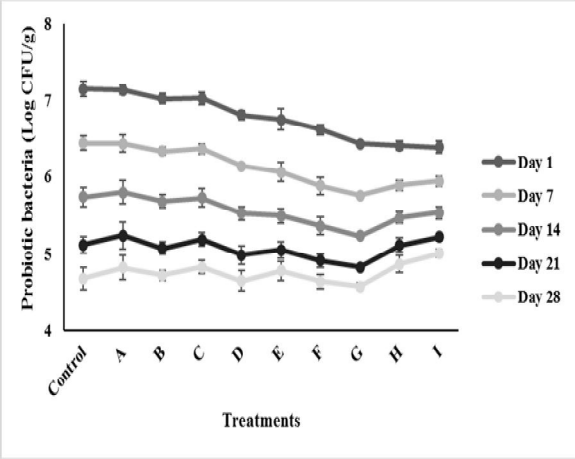

Fig 2 Probiotic bacteria (*Lactobacillus casei*) count in ice cream treatments

Different letters indicate a significant difference in the level ($p\leq0.05$), Control: treatment without malt extract and inulin, A: treatment with 5% malt extract and 0.5% inulin, B: treatment with 5% malt extract and 1% inulin, C: treatment with 5% malt extract and 2% inulin, D: treatment with 10% malt extract and 0.5% inulin, E: treatment with 10% malt extract and 1% inulin, F: treatment with 10% malt extract and 2% inulin, G: treatment with 15% malt extract and 0.5% inulin, H: treatment with 15% malt extract and 1% inulin, I: treatment with 15% malt extract and 2% inulin.

اما در روزهای بعدی نگهداری، تیمارهای C و D نیز به این مجموعه اضافه شدند. باکتری‌هایی که به‌عنوان استارتر پروبیوتیک در تولید بستنی استفاده می شوند (در این پژوهش *لاکتوباسیلوس کازئی*) خود دارای برخی ویژگی‌های مطلوب همانند بهبود هضم لاکتوز و خاصیت تقویت کنندگی سیستم ایمنی هستند که این ویژگی‌ها در باکتری‌های پروبیوتیک نیز به چشم می‌خورد [۱۲،

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]
[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]

۲۰]. در نتیجه در مدت زمان گرمخانه‌گذاری فرآورده، رشد باکتری‌های پروبیوتیک به صورت غالب درآمده و متابولیت‌های ثانویه‌ی خود، همانند اسید لاکتیک را تولید می‌کنند و این امر موجب نزول pH فرآورده شده و از افزایش بار میکروبی در ۷ روز نخست تا حد زیادی جلوگیری می‌کند ($p\leq$ ۰/۰۵)، چرا که بسیاری از باکتری‌های طبیعی فلور لبنی، توانایی رشد در pH پایین را نخواهند داشت.

از سویی دیگر وجود ترکیبات مغذی همانند که تنها می‌تواند مورد مصرف باکتری‌های پروبیوتیک قرار بگیرد، در عصاره‌ی مالت و اینولین کاملا مشهود است. طبق پژوهش Vasconcelos و همکاران (۲۰۱٦) توانایی استفاده میکروفلور کفیر از منابع قندی (در این پژوهش عصاره‌ی مالت) حاوی مواد قندی متعدد نسبت به نمونه شاهد که منبع قندی عمده آن لاکتوز است، از دلایل احتمالی این پدیده می‌باشد [۲۱].

ترکیباتی مانند مالتوز، دکسترین، که جزء قندهای قابل تخمیر در باکتری‌های دارای آنزیم آمیلاز همانند باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* است و بنابراین زمانی که سوبسترای اصلی در این باکتری-ها رو به اتمام برسد، این ترکیبات به مصرف خواهند رسید. از سویی دیگر در بسیاری از پژوهش‌ها اینولین به عنوان یک ترکیب پری‌بیوتیک به اثبات رسیده است. بر همین اساس باکتری‌های پروبیوتیک می‌توانند در زمان کاهش سوبسترا آن را مورد مصرف قرار دهند، اما نکته‌ی جالب این است که در تیمارهای بستنی با افزایش عصاره‌ی مالت و اینولین، میزان بار میکروبی کل و همچنین رشد باکتری‌های پروبیوتیک کمتر بوده است که در ارتباط با کاسته شدن از قندهای ساده و در دسترس است. در سمت مقابل بنابر یافته‌های de Araújo Etchepare و همکاران (۲۰۱٦) پتانسیل احیا مطلوب محیط ازجمله شرایط مساعد برای رشد باکتری‌ها است، به‌گونه‌ای که با ورود اکسیژن به محیط و مثبت‌تر شدن پتانسیل اکسیداسیون احیا (Eh) شرایط برای رشد این باکتری افزایش می‌یابد، اما حضور ترکیبات ایجاد کننده‌ی شبکه و هیدروکلوئیدها از جمله اینولین و مالت، Eh منفی‌تر (پایین‌تر) فرآورده را سبب شده و بنابراین از این نظر شرایط برای رشد آن ها نامطلوب‌تر خواهد شد [۲۲].

Homayouni و همکاران (۲۰۰۸) نیز در بررسی رشد زنده مانی باکتری‌ها در شرایط مشابه بستنی نتیجه گرفتند که زنده مانی گونه‌های پروبیوتیک استفاده شده در بستنی ممکن است متأثر از فشار اسمزی وابسته به ساکارز باشد و پایداری به فشار اسمزی ساکارز، یک فاکتور وابسته به گونه باشد و باعث کاهش میزان باکتری در مدت نگهداری گردد [۱۵]. که مطابق با نتایج حاصل از نمونه کنترل در بررسی EshaghiMakouei و Movassagh (۲۰۱۸) می‌باشد [۲۳].

pH -۳-۳

نتایج نشان داد که تیمارهای مورد مطالعه در این بررسی تاثیر معنی داری بر pH نداشته و فقط زمان نگهداری اثر معنی‌داری بر تغییرات آن داشته است ($p\leq$ ۰/۰۵). به گونه‌ای که، با افزایش مدت زمان نگهداری، pH تیمارها به شکل معنی‌داری کاهش پیدا کرد ($p\leq$ ۰/۰۵). روند تغییرات pH در تیمارهای بستنی کاملاً متاثر از رشد میکروبی در تیمارها می‌باشد. به گونه ای که هرچه میزان رشد میکروبی در تیمارها بالاتر باشد، به دلیل تولید هرچه بیشتر متابولیت های اسیدی توسط باکتری‌های پروبیوتیک، کاهش بیشتری در pH مشاهده خواهد شد. نتایج به‌دست‌آمده نیز این ادعا را اثبات می‌کند، به گونه ای که در بررسی میکروبی نمونه‌های بستنی مشاهده شد که نمونه‌ی شاهد دارای بیشترین میزان از بار میکروبی بوده و این امر رابطه‌ی مستقیم با تولید فرآورده‌های اسیدی همانند اسیدلاکتیک دارد که این امر می‌تواند منجر به کاهش pH و افزایش اسیدیته گردد [۱، ۸].

نتایج این یافته ها مشابه پژوهش Baltazar و همکاران (۲۰۱۸) در تولید بستنی پروبیوتیک دارای استارتر *لاکتوباسیلوس کازئی* با استفاده از شیر گوسفند بوده است. این پژوهشگران بیان داشتند که نگهداری ۲۱ روزه از نمونه‌ها موجب شد اسیدیته‌ی قابل تیتر و pH در تیمارها به شدت با فعالیت استارتر دستخوش تغییر شود [۱۰].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]

Table 2 pH determination in ice cream treatments

Treatment	Day 1	Day 7	Day 14	Day 21	Day 28
Control	6.28 ± 0.01[a]	6.14 ± 0.01[a]	6.04 ± 0.01[b]	5.97 ± 0.01[b]	5.88 ± 0.01[c]
A	6.27 ± 0.01[a]	6.15 ± 0.01[a]	6.02 ± 0.01[b]	5.94 ± 0.01[b]	5.86 ± 0.01[c]
B	6.28 ± 0.01[a]	6.22 ± 0.01[a]	6.11 ± 0.01[a]	5.98 ± 0.01[b]	5.90 ± 0.01[b]
C	6.26 ± 0.01[a]	6.21 ± 0.01[a]	6.04 ± 0.01[b]	5.92 ± 0.01[b]	5.85 ± 0.01[b]
D	6.33 ± 0.01[a]	6.27 ± 0.01[a]	6.12 ± 0.01[b]	6.00 ± 0.01[c]	5.89 ± 0.01[d]
E	6.36 ± 0.01[a]	6.30 ± 0.01[a]	6.15 ± 0.01[b]	5.95 ± 0.01[c]	5.85 ± 0.01[d]
F	6.38 ± 0.01[a]	6.33 ± 0.01[a]	6.19 ± 0.01[b]	6.02 ± 0.01[c]	5.89 ± 0.01[d]
G	6.41 ± 0.01[a]	6.36 ± 0.01[b]	6.22 ± 0.01[c]	6.08 ± 0.01[d]	5.94 ± 0.01[d]
H	6.40 ± 0.01[a]	6.30 ± 0.01[b]	6.15 ± 0.01[c]	5.98 ± 0.01[d]	5.83 ± 0.01[e]
I	6.40 ± 0.01[a]	6.29 ± 0.01[b]	6.13 ± 0.01[c]	5.94 ± 0.01[d]	5.80 ± 0.01[e]

Different letters indicate a significant difference for each treatment per each row ($p \leq 0.05$). Control: treatment without malt extract and inulin, A: treatment with 5% malt extract and 0.5% inulin, B: treatment with 5% malt extract and 1% inulin, C: treatment with 5% malt extract and 2% inulin, D: treatment with 10% malt extract and 0.5% inulin, E: treatment with 10% malt extract and 1% inulin, F: treatment with 10% malt extract and 2% inulin, G: treatment with 15% malt extract and 0.5% inulin, H: treatment with 15% malt extract and 1% inulin, I: treatment with 15% malt extract and 2% inulin.

۳-٤- اسیدیته

روند تغییرات اسیدیته همانند تغییرات pH نیز در ارتباط با رشد میکروبی در تیمارها می‌باشد و رشد میکروبی بالا در تیمار شاهد نمایانگر افزایش اسیدیته در تیمار شاهد و برتری آن در میان تیمارها می‌باشد.

Table 3 Acidity (°D) determination in yogurt treatments

Treatment	Day 1	Day 7	Day 14	Day 21	Day 28
Control	34.28 ± 0.28[a]	39.13 ± 0.20[b]	44.31 ± 0.04[c]	48.06 ± 0.11[d]	50.19 ± 0.12[e]
A	34.69 ± 0.14[a]	38.59 ± 0.11[b]	44.28 ± 0.15[c]	48.25 ± 0.07[d]	51.21 ± 0.12[e]
B	34.63 ± 0.52[a]	36.75 ± 0.12[b]	41.88 ± 0.17[c]	48.09 ± 0.13[d]	50.13 ± 0.10[e]
C	36.15 ± 0.14[a]	36.57 ± 0.15[b]	44.35 ± 0.07[c]	49.24 ± 0.11[d]	51.11 ± 0.07[e]
D	30.72 ± 0.22[a]	34.17 ± 0.13[b]	41.64 ± 0.13[c]	47.37 ± 0.17[d]	49.39 ± 0.19[e]
E	30.63 ± 0.24[a]	33.88 ± 0.14[b]	39.39 ± 0.26[c]	48.45 ± 0.13[d]	50.95 ± 0.10[e]
F	29.51 ± 0.08[a]	33.69 ± 0.04[b]	39.00 ± 0.09[c]	46.25 ± 0.14[d]	49.77 ± 0.13[e]
G	28.47 ± 0.32[a]	33.11 ± 0.11[b]	38.68 ± 0.76[c]	44.78 ± 0.26[d]	47.21 ± 0.16[e]
H	28.81 ± 0.25[a]	33.98 ± 0.03[b]	39.41 ± 0.10[c]	48.09 ± 0.08[d]	50.15 ± 0.12[e]
I	28.88 ± 0.11[a]	33.77 ± 0.16[b]	41.25 ± 0.13[c]	48.50 ± 0.15[d]	51.26 ± 0.05[e]

Different letters indicate a significant difference in the level ($p \leq 0.05$) per row, Control: treatment without malt extract and inulin, A: treatment with 5% malt extract and 0.5% inulin, B: treatment with 5% malt extract and 1% inulin, C: treatment with 5% malt extract and 2% inulin, D: treatment with 10% malt extract and 0.5% inulin, E: treatment with 10% malt extract and 1% inulin, F: treatment with 10% malt extract and 2% inulin, G: treatment with 15% malt extract and 0.5% inulin, H: treatment with 15% malt extract and 1% inulin, I: treatment with 15% malt extract and 2% inulin.

نتایج پژوهش جاری مشابه بررسی Akalın و Erişir (۲۰۰۸) در بررسی نقش اولیگوفوگتوز اینولین در ویژگی‌های فیزیکوشیمایی و رئولوژیکی بستنی پروبیوتیک است. طبق نتایج به‌دست آمده توسط این پژوهشگران، نه تنها ویژگی‌های بافتی و رئولوژیکی محصول در بازه‌ی زمانی ۹۰ روزه بهبود یافت، بلکه افزودن اینولین به نحو مطلوبی توانست رشد باکتری‌های L. acidophilus La-5 و B. animalis Bb-12 را در فرآورده بهبود داده و موجب کاهش pH و افزایش اسیدیته در آن شود [۲٤].

۳-٥- چربی

میزان چربی (جدول ٤) در تیمارهای بستنی پروبیوتیک نیز به واسطه‌ی درصدهای مختلف عصاره‌ی مالت و اینولین دستخوش تغییر شده است و بنابراین این تغییر ناشی از فورمولاسیون تیمارها است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]

Table 4 Investigate the crude fat and texture properties of ice cream

Treatment	Crude fat (%)	Over run (%)	Melting stability (%)	Hardness (g)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness
Control	8.06 ± 0.07^{a}	31.81 ± 0.50^{e}	56.36 ± 1.24^{fg}	3220.48 ± 33.50^{f}	21.21 ± 0.56^{c}	0.15 ± 0.001^{e}
A	7.39 ± 0.06^{b}	35.71 ± 0.35^{d}	69.27 ± 1.31^{c}	4281.21 ± 68.23^{c}	24.53 ± 0.21^{f}	0.19 ± 0.001^{b}
B	6.98 ± 0.03^{c}	36.13 ± 0.14^{c}	74.65 ± 0.51^{b}	4813.71 ± 69.14^{b}	26.80 ± 0.21^{b}	0.20 ± 0.001^{a}
C	6.08 ± 0.02^{d}	38.13 ± 0.16^{a}	82.55 ± 1.08^{a}	5186.39 ± 49.68^{a}	27.61 ± 0.27^{a}	0.18 ± 0.001^{c}
D	7.39 ± 0.03^{b}	37.56 ± 0.25^{b}	62.95 ± 1.69^{d}	3811.29 ± 56.86^{e}	23.98 ± 0.10^{g}	0.11 ± 0.001^{f}
E	7.02 ± 0.02^{c}	38.74 ± 0.25^{a}	62.07 ± 0.76^{d}	3732.69 ± 65.34^{e}	23.44 ± 0.17^{h}	0.11 ± 0.001^{f}
F	6.03 ± 0.02^{d}	38.33 ± 0.15^{a}	59.05 ± 0.91^{e}	3951.68 ± 46.67^{d}	23.60 ± 0.28^{h}	0.10 ± 0.001^{g}
G	7.40 ± 0.02^{b}	36.14 ± 0.37^{cd}	56.65 ± 1.69^{g}	2153.95 ± 39.40^{h}	25.15 ± 0.19^{e}	0.16 ± 0.001^{d}
H	7.06 ± 0.02^{c}	36.36 ± 0.10^{c}	57.38 ± 0.90^{ef}	2771.67 ± 63.96^{g}	25.67 ± 0.08^{d}	0.16 ± 0.001^{d}
I	6.02 ± 0.02^{d}	36.57 ± 0.15^{c}	58.88 ± 0.80^{e}	2865.96 ± 93.04^{g}	26.08 ± 0.09^{c}	0.16 ± 0.001^{d}

Different letters indicate a significant difference in the level ($p \leq 0.05$) per column, Control: treatment without malt extract and inulin, A: treatment with 5% malt extract and 0.5% inulin, B: treatment with 5% malt extract and 1% inulin, C: treatment with 5% malt extract and 2% inulin, D: treatment with 10% malt extract and 0.5% inulin, E: treatment with 10% malt extract and 1% inulin, F: treatment with 10% malt extract and 2% inulin, G: treatment with 15% malt extract and 0.5% inulin, H: treatment with 15% malt extract and 1% inulin, I: treatment with 15% malt extract and 2% inulin.

بر همین اساس در غلظت ثابت از عصاره‌ی مالت، میزان چربی با افزایش اینولین کاهش پیدا کرد ($p \leq$ ۰/۰۵). از سویی دیگر یکسری تغییرات ناچیز در درصدهای یکسان اینولین هم مشاهده گردید که این تغییرات محدود می‌تواند در ارتباط با این مطلب باشد که بخش قابل توجهی از ساختار باکتری های را مولکول-های چربی تشکیل می‌دهد [۱].

۳-٦- افزایش حجم

طبق نتایج به‌دست آمده، میزان افزایش حجم در تیمارهای بستنی، با افزایش عصاره‌ی مالت و یا اینولین، به شکل معنی‌داری افزایش یافت ($p \leq$ ۰/۰۵). پارامتر حجم‌افزایی افزایش حجم بستنی نسبت به حجم مخلوط بستنی به دلیل ورود هوا در مخلوط می باشد و میزان حجم‌افزایی تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نوع اجزای مخلوط می باشد [۲۵]. میزان چربی، درصد مواد جامد بدون چربی شیر (MSNF)، شیرین کننده‌ها و حضور پایدارکننده‌ها از عوامل مؤثر بر حجم‌افزایی هستند [۱۰]. از آن جا که در این پژوهش عامل متغیر تفاوت نوع شیرین کننده و درصد اینولین به کار رفته می باشد، بنابراین تغییرات مشاهده شده در حجم‌افزایی را باید از روی تغییراتی که به دلیل جایگزین کردن این ترکیبات ایجاد شده است، توجیه نمود. از طرفی به نظر می‌رسد بتوان کاهش حجم‌افزایی در برخی تیمارها را به افت نقطه انجماد نسبت داد. همان طور که قبلاً گفته شد، هنگام استفاده از عصاره‌ی مالت و اینولین و همچنین تجزیه‌ی آن ها به قندهای ساده تر،به دلیل دارا بودن قندهایی با وزن مولکولی کمتر افت نقطه انجماد نسبت به زمانی که از ساکارز استفاده می‌شود، بیشتر است. به همین دلیل مخلوط جهت کریستالیزاسیون مناسب به دماهای پایین‌تر احتیاج دارد [۲٦]. لزوم استفاده از دماهای پایین تر در نسبت‌های بالاتر جایگزینی که افت نقطه انجماد بیشتر است، ضروری‌تر به نظر می‌رسد. بدین ترتیب با توجه به اینکه شرایط تولید در مرحله‌ی انجماد کلیه‌ی تیمارها یکسان بوده است، به نظر می‌رسد به دلیل عدم تأمین سرمای لازم کریستالیزاسیون مطلوب صورت نگرفته و حجم‌افزایی کاهش یافته است [۲٦].

۳-۷- مقاومت ذوب

با افزایش غلظت عصاره مالت در تیمارها (جدول ٤)، میزان مقاومت ذوب شوندگی در نمونه‌ها کاهش پیدا می‌کند ($p \leq$ ۰/۰۵). از سویی دیگر روند کاهش مقاومت ذوب در تیمارها کاملا معنی دار بوده‌است ($p \leq$ ۰/۰۵). از طرفی، افزایش غلظت اینولین نیز اثرگذاری منفی در مقاومت ذوب نمونه‌ها داشته است ($p \leq$ ۰/۰۵). علت افزایش مقاومت ذوب با افزایش اینولین در نمونه‌ها را می‌توان ایجاد شبکه‌ی توسط این اولیگوساکارید با قدرت جذب آب بالا مربوط دانست که موجب افزایش ویسکوزیته و به دنبال آن افزایش مقاومت به ذوب می گردد [۲۷]. Ismail و همکاران

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]

(۲۰۱۳) نیز اعلام کردند که افزایش سطح اینولین در بستنی کم چرب با مقدار ذوب نمونه‌ها رابطه معکوس داشت [۲۸].

از سویی دیگر یکی از عوامل موثر بر خصوصیات ذوب شدن، افزایش حجم است. مطالعات انجام شده مشخص کرده است که بستنی‌هایی با افزایش حجم بالاتر، دیرتر ذوب می‌شوند و دلیل آن را وجود مقدار بیشتر هوا در این نمونه‌ها عنوان کردند، زیرا هوا عایق خوبی است که سرعت انتقال حرارت را در بستنی با افزایش حجم بالاتر، کاهش می‌دهد [۲۹]. در این پژوهش نیز وجود اینولین بیشتر در نمونه‌ها موجب افزایش حجم بیشتر در نمونه‌ها شده است ($p\leq$ ۰/۰۵). در سمت مقابل عصاره‌ی مالت که سرشار از ترکیبات شیرین کننده به دلیل رقابت با مولکول‌های هوا جهت انحلال در محیط مخلوط بستنی، نقش عایق بودن هوا را کاهش داده و بنابراین از میزان مقاومت ذوب با افزایش عصاره مالت، کم می شود [۸].

۳-۸- ارزیابی بافت

همان گونه که در جدول ٤ مشاهده می‌گردد، سختی تیمارهای بستنی با افزایش میزان عصاره‌ی مالت کاهش پیدا کرده، حال آن‌که اینولین موجب سخت‌تر شدن بافت نمونه‌ها شده است (۰/۰۵ $p\leq$) که این امر در ارتباط با تشکیل شبکه و استحکام بیشترآن با افزایش غلظت اینولین است. از سویی دیگر وجود عصاره‌ی مالت به دلیل افزایش ترکیبات قندی و کارامل، موجب اعمال نقش نرم‌کنندگی[1] در مخلوط بستنی می‌شوند که این امر موجب کاهش سختی در هنگام انحلال می‌شود. بنابر پژوهش انجام شده توسط Homayouni و همکاران (۲۰۰۸) در تولید بستنی سین‌بیوتیک با استفاده از نشاسته‌ی اصلاح شده، اشاره داشتند که قطعاً تغییر مقدار اینولین به عنوان یک ترکیب قوام دهنده و ایجاد کننده‌ی شبکه برای تهیه نمونه‌های مختلف بر روی خصوصیات عملکردی و مهم بستنی تأثیر بسزایی دارد که این خصوصیات عملکردی بر روی اندازه و توزیع حباب‌های هوا و تشکیل کریستال‌های بستنی تأثیر گذاشته و در نهایت می‌تواند سفتی بافت و قوام بستنی را دچار تغییر کند [۱۵]. سفتی ممکن است به عنوان بازتابی از اجزای تشکیل‌دهنده آمیخته (چربی، پروتئین، شیرین‌کننده و هیدروکلوئیدها) و شرایط فرآیند (هموژنیزاسیون، رسیدن و انجماد) محصول نهایی منجمد باشد. در اکثریت موارد چسبندگی در تیمارها با افزایش میزان اینولین افزایش پیدا کرده است ($p\leq$ ۰/۰۵)، حال آن‌که عصاره‌ی مالت روند ثابتی را در پیش نگرفت. به عبارت دیگر ترکیبات ایجاد کننده‌ی شبکه که منجر به سختی و همچنین افزایش ویسکوزیته در مخلوط بستنی می‌شوند، این امر سبب تشدید پیوستگی نیز در بسیار از موارد خواهد شد [۳۰].

Gheybi و همکاران (۲۰۱۷) نیز با بررسی اثر استویا و اینولین بر روی ساختار، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی رژیمی مشاهده نمودند که با افزایش سطح جایگزینی اینولین از صفر تا ۸۵ درصد سفتی بافت به صورت معنی‌دار افزایش یافت. تجمع گلبول‌های چربی از افزایش سفتی بافت جلوگیری می‌کند با کاهش چربی ویژگی ترکیب جریان احاطه کننده سلول‌های هوا که با خوشه‌های چربی پوشانده شده بودند تغییر کرد و با اینولین که حاوی زنجیره بلند با درجه پلیزاسیمریون بالایی است جایگزین شد و درنهایت سفتی بافت افزایش یافت [۳۱]. Akalın و Erişir (۲۰۰۸) هم در بررسی خود نشان دادند که سفتی بافت نمونه‌های کم چرب حاوی اینولین نسبت به بستنی شاهد بیشتر بود [۲٤].

انسجام نیز استحکام باندهای داخلی است که بدنه محصول را تشکیل می‌دهد و هر چه این مقدار بیشتر باشد انسجام فرآورده بیشتر است. با توجه به اینکه انسجام نسبت کار انجام شده برای فشردن غذا در دو سیکل متوالی توسط دستگاه است، بنابراین واحد ندارد. بر همین اساس وجود ترکیبات ایجاد کننده‌ی شبکه در تیمارهای بستنی به نحو مطلوبی می‌تواند این پارامتر را تقویت کند [۲]. بر همین اساس افزایش اینولین تا ۱ درصد توانست موجب افزایش انسجام شود ($p\leq$ ۰/۰۵)، حال آنکه افزایش به ۲ درصد موجب تضعیف این پارامتر شد ($p\leq$ ۰/۰۵)، که این روند کاهشی به دلیل افزایش به دام افتادن حباب‌های هوا در اثر افزایش سختی و تقویت شبکه‌ی اینولین-عصاره‌ی مالت است که بافتی متخلخل ایجاد کرده و حالت شکننده[2] به فرآورده می‌دهد. نتایج این یافته‌ها مشابه پژوهش انجام شده توسط Akın و همکاران (۲۰۰۷) در زمینه‌ی استفاده از سطوح متفاوت اینولین

1. Plasticizer

2. Fragile

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]

(تا ۲ درصد) و شکر (۲۱-۱۵ درصد) در بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بافتی بستنی پروبیوتیک با استفاده از استارتر بستنی است [۳۲].

در پژوهش Karthikeyan و همکاران (۲۰۱٤) در تولید بستنی پروبیتیک با افزایش مدت زمان زنده‌مانی باکتری‌های پروبیتیک، بهبود ویژگی های بافتی را در اثر فعالیت این باکتری‌ها در گذر زمان را گزارش دادند که در پی تقویت برهمکنش میسل‌های کازئین و شیرین کننده و ایجاد شبکه‌ی منسجم در ساختار فرآورده بوده است [۳۳].

۳-۹- رنگ‌سنجی

به‌طور کلی افزودن ترکیبات مؤثر بر قوام در فرآورده‌های لبنی موجب تغییر در نتایج حاصل آزمون ارزیابی رنگ خواهد شد، چراکه وجود اینولین و عصاره‌ی مالت علاوه بر ایجاد قوام بالاتر و ایجا شبکه‌ی ژل مانند، شکست نور و کاهش اندیس L* ($p\leq$ ۰/۰۵) را درنهایت سبب خواهند شد [۳٤]. این درحالی است که میزان اندیس a* و b* که به ترتیب بیانگر میزان قرمزی-سبزی و همچنین زردی-آبی بودن فرآورده است افزایش پیدا کرد ($p\leq$ ۰/۰۵) (جدول ۵). به‌صورت کلی، افزودن اینولین موجب کاهش میزان روشنایی خواهد شد ($p\leq$ ۰/۰۵) و کاهش این اندیس رابطه مستقیمی با افزایش جلوه‌ی رنگیزه‌های کارامل موجود در عصاره‌ی مالت خواهد داشت که می‌توانند بر میزان رنگ قرمز و زرد بودن فرآورده بیافزایند [۳۵]. از سویی دیگر بنابر پژوهش انجام شده توسط Janiszewska-Turak و همکاران (۲۰۱٦) در زمینه ی رنگیزه‌های طبیعی مورد استفاده در مواد غذایی به وجود ترکیبات رنگی کارامل در مالت، عسل و کاکائو اشاره داشتند [۳٦]. نتایج این یافته‌ها مشابه پژوهش انجام شده توسط Rouhi و همکاران (۲۰۱۵) در زمینه‌ی بررسی الگوی تخمیر قند تاگاتوز توسط سوش‌های مختلف پروبیوتیک و اثر آن روی خواص فیزیکی شیرکاکائو است، که بیان می‌کند میزان اندیس L* در روز نخست به ٤۳ واحد، میزان اندیس a* به ۷/٦ واحد و میزان اندیس b* به میزان ۸ واحد ثبت شده است [۳۷].

Table 5 Color parameters determination in ice cream treatments

	Control	A	B	C	D
L*	78.67 ± 0.36^{a}	69.11 ± 0.08^{a}	68.51 ± 0.30^{b}	66.81 ± 0.14^{c}	54.67 ± 0.35^{d}
a*	0.27 ± 0.05^{h}	1.38 ± 0.07^{g}	1.70 ± 0.07^{f}	1.94 ± 0.04^{e}	5.45 ± 0.03^{d}
b*	6.63 ± 0.22^{h}	7.09 ± 0.10^{g}	7.44 ± 0.21^{f}	7.59 ± 0.09^{f}	9.00 ± 0.20^{e}
	E	**F**	**G**	**H**	**I**
L*	52.96 ± 0.17^{e}	51.32 ± 0.30^{f}	45.76 ± 0.35^{g}	46.67 ± 0.13^{h}	42.03 ± 0.27^{i}
a*	5.76 ± 0.06^{c}	5.75 ± 0.14^{c}	7.36 ± 0.19^{b}	7.61 ± 0.10^{b}	7.97 ± 0.09^{a}
b*	9.13 ± 0.02^{e}	9.44 ± 0.08^{d}	10.54 ± 0.24^{c}	10.73 ± 0.10^{b}	11.00 ± 0.03^{a}

Different letters indicate a significant difference in the level ($p\leq0.05$) per row, Control: treatment without malt extract and inulin, A: treatment with 5% malt extract and 0.5% inulin, B: treatment with 5% malt extract and 1% inulin, C: treatment with 5% malt extract and 2% inulin, D: treatment with 10% malt extract and 0.5% inulin, E: treatment with 10% malt extract and 1% inulin, F: treatment with 10% malt extract and 2% inulin, G: treatment with 15% malt extract and 0.5% inulin, H: treatment with 15% malt extract and 1% inulin, I: treatment with 15% malt extract and 2% inulin.

۳-۱۰- ارزیابی حسی

عدم وجود اختلاف معنی‌دار در جایگزینی شکر و چربی در بستنی با عصاره‌ی مالت و اینولین، بیانگر مناسب بودن این ترکیبات برای فورمولاسیون بستنی می‌باشد. از سویی دیگر نکته‌ی اثر گذار دیگر در عدم وجود اختلاف معنی‌دار طعم، بافت و پذیرش کلی فرآورده، پوشانندگی طعم شیرین کننده‌ها توسط پروتئین و ترکیبات تولیدی حاصل از باکتری‌های اسید لاکتیک است. به عبارت دیگر ویژگی‌های حسی بستنی می‌تواند متأثر از پارامترهای گوناگونی است که از آن جمله می‌توان به غلظت شیرین‌کننده‌ی به‌کاررفته، میزان پایدار کننده، درصد چربی، شدت هموژنیزاسیون فرآورده و شرایط نگهداری فرآورده در آن اشاره کرد [۲]. بر همین اساس نتایج به دست آمده نشان می دهد (شکل ۳) که در تولید فرآورده تفاوت معنی‌داری میان تیمارهای بستنی پروبیوتیک به ویژه میان تیمارهای دارای ۵ و ۱۰ درصد از

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]

عصاره‌ی مالت وجود ندارد، اما با افزایش غلظت عصاره مالت به ۱۵ درصد، ویژگی‌های حسی به شکل معنی‌داری کاهش پیدا کرد ($p\leq$ ۰/۰۵) که این امر ناشی از میزان پایین تولید متابولیت های حاصل از فعالیت میکروارگانیسم‌ها همانند اسید لاکتیک، انواع آلدهید و کتون و ترکیبات مولد طعم و از سویی دیگر عدم شکل گیری بافت مناسب در تیمارها است [۳٤].

از سویی دیگر روند نزولی در ویژگی‌های حسی تیمارهای بستنی پروبیوتیک در غلظت ۱۵ درصد از عصاره مالت مشاهده شد، که این روند درنهایت منجر به عدم پذیرش مطلوب آن‌ها شد. همچنین بهبود ویژگی‌های بافتی در تیمارهای D و E که ناشی از کاهش pH و یا تولید اسید است و همچنین در اثر کاربرد اینولین در فرآورده‌ها است، می‌تواند به ایجاد شبکه توسط میسل های کازئین به دلیل تجمع[1] آن ها کمک کرده و به احساس دهانی و قوام فرآورده قوت دهد [۲].

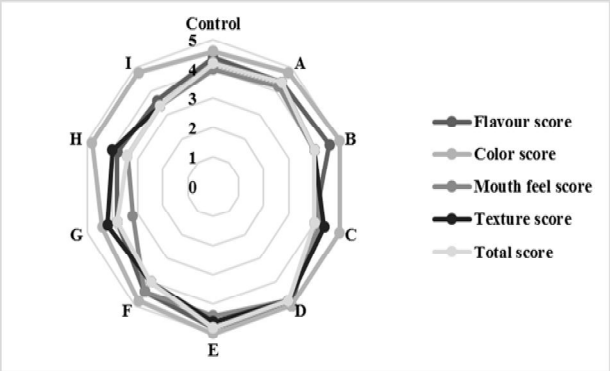

Fig 3 Sensory evaluation in ice cream treatments
Control: treatment without malt extract and inulin,
A: treatment with 5% malt extract and 0.5% inulin,
B: treatment with 5% malt extract and 1% inulin,
C: treatment with 5% malt extract and 2% inulin,
D: treatment with 10% malt extract and 0.5% inulin,
E: treatment with 10% malt extract and 1% inulin,
F: treatment with 10% malt extract and 2% inulin,
G: treatment with 15% malt extract and 0.5% inulin,
H: treatment with 15% malt extract and 1% inulin,
I: treatment with 15% malt extract and 2% inulin.

٤- نتیجه‌گیری

بررسی آزمون های انجام‌شده در نمونه‌های بستنی پروبیوتیک، نشان می‌دهد که افزودن عصاره‌ی مالت و اینولین، ویژگی‌های بستنی همانند میزان رشد میکروبی، pH، اسیدیته، رنگ، مقاومت ذوب و ویژگی‌های بافتی را دستخوش تغییر می‌کند ($p\leq$ ۰/۰۵). با این حال روند افزودن اینولین و عصاره‌ی مالت نشان می‌دهد که در تیمارهای با اینولین و عصاره مالت پایین‌تر، با توجه به اینکه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کاملاً متفاوت با تیمارهای با سطوح پایین‌تر است، این امر درنهایت روی روند پذیرش کلی نمونه‌ها اثر گذاشته است. با افزایش میزان عصاره مالت به ۱۰ درصد و همچنین اینولین به یک درصد، پذیرش فرآورده بهبود پیدا کرد، با این حال با افزایش عصاره به ۱۵ درصد و اینولین به ۲ درصد، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی فرآورده تضعیف شد. بر همین اساس نتایج ارزیابی حسی از برتری تیمارهای D و E حکایت دارد. با توجه به اینکه لزوم حذف و یا کاهش چربی از فرآورده‌های لبنی موجب کاهش بیماری‌های قلبی عروقی در مصرف کنندگان خواهد شد و همچنین از میزان تغییرات بیش از حد طعم ناشی از افزایش حضور مالت در فراورده جلوگیری شود، درنهایت نیز تیمار D (تیمار دارای ۵٪ عصاره مالت-۱٪ اینولین) را می‌توان این تیمار را به‌عنوان تیمار بهینه برای غنی‌سازی نمونه‌های بستنی پروبیوتیک در نظر گرفت.

۵- منابع

[1] Tamime, A. Y., & Thomas, L. (Eds.). (2017). Probiotic dairy products. John Wiley & Sons.
[2] Aboulfazli, F., Shori, A. B., & 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.
[3] Walery, Z. (2017). Grape polyphenols concentrate demonstrates cardioprotection in terms of hypoxic myocardial injury. Russian Open Medical Journal, 6(4).
[4] Tavasol S, & Tabari, M. (2014). Evaluation of the effect of dietary fiber (apple and celery) on physicochemical and rheological properties of low-fat ice cream. 3th National Conference on Food Science and Industry, Islamic Azad University of Quchan, Quchan, 17 -18 November.
[5] Frei, R., Akdis, M., & O'Mahony, L. (2015). Prebiotics, probiotics, synbiotics, and the immune system: experimental data and clinical

1. Aggregation

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]
[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]

evidence. Current opinion in gastroenterology, 31(2), 153-158.

[6] Scaldaferri, F., Gerardi, V., Lopetuso, L. R., Del Zompo, F., Mangiola, F., Boškoski, I., & Gaetani, E. (2013). Gut microbial flora, prebiotics, and probiotics in IBD: their current usage and utility. BioMed research international, 2013.

[7] Glibowski, P., & Kowalska, A. (2012). Rheological, texture and sensory properties of kefir with high performance and native inulin. Journal of Food Engineering, 111(2), 299-304.

[8] Kramer, P., 2006. Barley, malt and malting. In: Ockert, K. (Ed), Row Materials and Brewhouse Operation, Vol. 1. The Master Brewers Association of the Americans, st. Paul. Minnesota, p. 15-54.

[9] Gonzalez, N. J., Adhikari, K., & Sancho-Madriz, M. F. (2011). Sensory characteristics of peach-flavored yogurt drinks containing prebiotics and synbiotics. LWT-Food Science and Technology, 44(1), 158-163.

[10] Balthazar, C. F., Silva, H. A., Vieira, A. H., Neto, R. P. C., Cappato, L. P., Coimbra, P. T., & Freitas, M. Q. (2017). Assessing the effects of different prebiotic dietary oligosaccharides in sheep milk ice cream. Food Research International, 91, 38-46.

[11] Haghshenas, B., Nami, Y., Abdullah, N., Radiah, D., Rosli, R., Barzegari, A., & Yari Khosroushahi, A. (2015). Potentially probiotic acetic acid bacteria isolation and identification from traditional dairies microbiota. International Journal of Food Science & Technology, 50(4), 1056-1064.

[12] Motawee, M. M., & Neveen, S. M. (2016). Effect of Starter Culture as a Source of Microbial Contamination on the Quality and Safety of Yogurt in Giza, Egypt. International Journal of Food Science and Nutrition Engineering, 6(5), 103-111.

[13] Abreu, E. D., Zeni, J., Steffens, C., & Steffens, J. (2016). Frozen yogurt from sheep milk. Revista Ceres, 63(5), 605-613.

[14] Çakmakçi, S., Çetin, B., Turgut, T., Gürses, M., & Erdoğan, A. (2012). Probiotic properties, sensory qualities, and storage stability of probiotic banana yogurts. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 36(3), 231-237.

[15] Homayouni, A., Azizi, A., Ehsani, M. R., Yarmand, M. S., & Razavi, S. H. (2008). Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of synbiotic ice cream. Food chemistry, 111(1), 50-55.

[16] Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., & Donkor, O. N. (2016). Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. LWT-Food Science and Technology, 65, 978-986.

[17] Hassani. B. & SHarifi. A. (2012). Application of Anthocyanin extracted from barberry in food processing. International Journal of Agri Science Vol. 2(6): 522-528.

[18] Hekmat, S., Morgan, K., Soltani, M., & Gough, R. (2015). Sensory evaluation of locally-grown fruit purees and inulin fibre on probiotic yogurt in mwanza, Tanzania and the microbial analysis of probiotic yogurt fortified with Moringa oleifera. Journal of health, population, and nutrition, 33(1), 60.

[19] Kulkarni, S., Haq, S. F., Samant, S., & Sukumaran, S. (2017). Adaptation of Lactobacillus acidophilus to Thermal Stress Yields a Thermotolerant Variant Which Also Exhibits Improved Survival at pH 2. Probiotics and antimicrobial proteins, 1-11.

[20] Salmerón, I., Thomas, K., & Pandiella, S. S. (2015). Effect of potentially probiotic lactic acid bacteria on the physicochemical composition and acceptance of fermented cereal beverages. Journal of Functional Foods, 15, 106-115.

[21] Vasconcelos, B. G., Martinez, R. C. R., de Castro, I. A., & Saad, S. M. I. (2014). Innovative açaí (Euterpe oleracea, Mart., Arecaceae) functional frozen dessert exhibits high probiotic viability throughout shelf-life and supplementation with inulin improves sensory acceptance. Food Science and Biotechnology, 23(6), 1843-1849.

[22] de Araújo Etchepare, M., Raddatz, G. C., de Moraes Flores, É. M., Zepka, L. Q., Jacob-Lopes, E., Barin, J. S., & de Menezes, C. R. (2016). Effect of resistant starch and chitosan on survival of Lactobacillus acidophilus microencapsulated with sodium alginate. LWT-Food Science and Technology, 65, 511-517.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]

[23] EshaghiMakouei, G., & Movassagh, M. H. (2018). Viability of Lactobacillus acidophilus in the cocoa ice cream containing sweetener Stevia. Iranian Journal of Food Science and Technology, 82(15), 73-83.

[24] Akalın, A. S., & Erişir, D. (2008). Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low fat probiotic ice cream. Journal of food science, 73(4), M184-M188.

[25] Sameen, A., Manzoor, M. F., Khan, M. I., Sahar, A., & Saddique, A. (2016). Quality evaluation of ice cream prepared with phoenix dactylifera syrup as a substitute of sugar. Pakistan Journal of Food Sciences, 26(4), 226-233.

[26] Tsuchiya, A. C., da Silva, A. D. G. M., Brandt, D., Kalschne, D. L., Drunkler, D. A., & Colla, E. (2017). Lactose reduced ice cream enriched with whey powder. Semina: Ciências Agrárias, 38(2), 749-758.

[27] Rolon, M. L., Bakke, A. J., Coupland, J. N., Hayes, J. E., & Roberts, R. F. (2017). Effect of fat content on the physical properties and consumer acceptability of vanilla ice cream. Journal of Dairy Science.

[28] Ismail, E. A., Al-Saleh, A., & Metwalli, M. (2013). Effect of Inulin Supplementation on Rheological Properties of Low-Fat Ice Cream. Life Science Journal, 10(3), 1742- 1746.

[29] Varela, P., Pintor, A., & Fiszman, S. (2014). How hydrocolloids affect the temporal oral perception of ice cream. Food hydrocolloids, 36, 220-228.

[30] Kaleda, A., Tsanev, R., Klesment, T., Vilu, R., & Laos, K. (2018). Ice cream structure modification by ice-binding proteins. Food chemistry, 246, 164-171.

[31] Gheybi, N., RaftaniAmiri, Z., & Kasaai, M. R. (2017). Effect of stevia and inulin on the structure, physicochemical and sensory properties of dietetic ice cream. Iranian Journal of Food Science and Technology, 63(14), 1-14.

[32] Akın, M. B., Akın, M. S., & Kırmacı, Z. (2007). Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. Food chemistry, 104(1), 93-99.

[33] Karthikeyan, N., Elango, A., Kumaresan, G., Gopalakrishnamurty, T. R., & Raghunath, B. V. (2014). Enhancement of probiotic viability in ice cream by microencapsulation. International Journal Science Environment Technology, 3(1), 339-47.

[34] Guven, M., Yasar, K., Karaca, O. B., & Hayaloglu, A. A. (2005). The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set□type low□fat yogurt manufacture. International Journal of Dairy Technology, 58(3), 180-184.

[35] Martin, M. Á., Goya, L., & Ramos, S. (2016). Cocoa Flavonoids and Insulin Signaling. In Molecular Nutrition and Diabetes (pp. 183-196).

[36] Janiszewska-Turak, E., Pisarska, A., & Królczyk, J. B. (2016). Natural food pigments application in food products. Nauka Przyroda Technologie, 10(4), 51.

[37] Rouhi, M., Taslimi, A., Sarlak, Z., Mohammadi, R., Shadnoosh, M., Mortazavian, A. M. & Saburi, S. (2015). Sucrose and D-tagatose fermentation profile by different probiotic strains and its effect on physical properties of chocolate milk. Koomesh, 17(1), 239-249.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigation of sugar and fat substitution with malt extract and inulin in order to prepare dietary syrup used for probiotic ice cream

Janghorban, E. [1], Goli, M. [2*]

1. M. Sc. graduated, Department of Food Science & Technology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
2. Associate Professor, Department of Food Science & Technology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
3. Associate Professor, Laser and Biophotonics in Biotechnologies Research Center, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2020/ 09/ 23
Accepted 2021/ 03/ 07

Keywords:

Dietary syrup,
Malt extract,
Inulin,
Probiotic ice cream,
Physico-chemical properties,
Sensory properties

DOI: **10.52547/fsct.18.05.06**

*Corresponding Author E-Mail:
mgolifood@yahoo.com

ABSTRACT

Utilization of dairy products assumed to be the first option for the phrmaceutical purposes. Hence, in this project, we have been following to produce a functional product, which is fortified with malt extract (5%, 10% and 15%), and inulin (0.5%, 1% and 2%) and containing *Lactobacillus casei*. Microbial survival, physicochemical, textural and sensorial properties investigated during 28 days. The results showed that storage of treatments for up to 28 days at 4 °C significantly reduced the activity of probiotic microorganisms ($p \leq 0.05$). Physicochemical properties of ice cream, showed an alteration, so that pH of treatments decreased significantly while acidity increased ($p \leq 0.05$). Color parameters induced as malt extract and inulin increased ($p \leq 0.05$). Functional properties including melting stability and over run also improved dramatically, however, in treatments with 15 percent of malt extract a reverse trend observed ($p \leq 0.05$). Increase in inulin and malt extract revealed with an upward trend in hardness and adhesiveness of treatments. In addition, treatments with 15 percent of malt extract weakened the textural properties, eventually end up in sensorial evaluation of treatments led to selection of sample D (treatment with 5 percent malt extract, 1 percent inulin), which is recommended for probiotic ice cream fortification.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-07-13]

[DOI: 10.52547/fsct.18.114.57]