

## بررسی تولید شیر کاکائوی فراسودمند با استفاده از شیرین کننده های ریبادیوزید A، اینولین، الیگوفروکتوز و ایزومالت

مریم جعفری<sup>۱</sup>، وجیهه فدائی نوغانی<sup>۲</sup>\* و محمد دانشی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۶

<sup>۱</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

<sup>۲</sup> استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

<sup>۳</sup> استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران

\* مسئول مکاتبه: Email: vn.fadaei@gmail.com

### چکیده

هدف از این پژوهش، تولید شیر کاکائوی فراسودمند با استفاده از جایگزین‌های شکر بود، که خواص حسی آن مشابه شیر کاکائوی حاوی شکر باشد. در تولید شیر کاکائوی فراسودمند از ریبادیوزید A، اینولین، الیگوفروکتوز و ایزومالت به عنوان جایگزین شکر استفاده شد. پس از تولید ۳۶ نمونه شیر کاکائوی فراسودمند با فرمولاسیون‌های مختلف، تیمار T<sub>1</sub> (حاوی ۶۵٪ ریبادیوزید A، ۵٪ اینولین، ۱۰٪ الیگوفروکتوز و ۲۰٪ ایزومالت) و تیمار T<sub>2</sub> (حاوی ۶۵٪ ریبادیوزید A، ۱۰٪ اینولین، ۱۰٪ الیگوفروکتوز و ۱۵٪ ایزومالت) انتخاب شدند. سایر تیمارها به دلیل داشتن پس طعم تلخ مورد قبول واقع نشدند. نتایج آزمون‌های فیزیکی شیمیایی نشان داد که ویسکوزیته و pH تیمارهای T<sub>1</sub> و T<sub>2</sub> نسبت به نمونه شاهد بیشتر بود. مقدار ویسکوزیته تیمارها در مدت زمان نگهداری به طور معنی داری افزایش یافت ( $p < 0.05$ )؛ نتایج آزمون pH حاکی از کاهش pH تیمارها در طی مدت زمان نگهداری بود ( $p < 0.05$ ). میان اسیدیته تیمارها در روزهای اول و سوم تفاوت معنی داری وجود نداشت ( $p > 0.05$ )؛ در ضمن، مقدار اسیدیته تیمارها در مدت زمان نگهداری به طور معنی داری افزایش یافت ( $p < 0.05$ ). نتایج ارزیابی پذیرش کلی بیانگر آن است که تفاوت معنی داری میان تیمار T<sub>1</sub> و نمونه شاهد وجود ندارد؛ در حالیکه، میان تیمار T<sub>2</sub> با نمونه شاهد تفاوت آماری معنی داری وجود داشت ( $p < 0.05$ ). همچنین، تیمار T<sub>1</sub> نسبت به تیمار T<sub>2</sub> امتیاز بیشتری را کسب کرد؛ لذا، می‌توان نتیجه گرفت که تیمار T<sub>1</sub> بسیار مشابه نمونه شاهد می‌باشد و می‌توان از آن در تولید شیر کاکائوی فراسودمند استفاده کرد.

واژگان کلیدی: الیگوفروکتوز، ایزومالت، اینولین، ریبادیوزید A، شیر کاکائو

### مقدمه

فشار خون می‌گردد. همچنین، خطر ابتلاء به بیماری‌های قلبی، دیابت و پوسیدگی دندان را نیز افزایش می‌دهد. در نتیجه، با توجه به افزایش روز افزون بیماری‌های مختلف

مصرف مقدار زیاد شکر، ضررهای جدی را سبب می‌شود. شکر باعث افزایش قند خون، وزن، تری‌گلیسرید و

ناشی از افزایش وزن و مصرف بیش از حد مواد غذایی، در سال‌های اخیر، طراحی و تولید محصولات کم کالری (رژیمی) مورد توجه زیادی قرار گرفته است. در حال حاضر انواع متنوعی از شیرهای طعم دار با طعم کاکائو، توت فرنگی، وانیل، موز، تمشک، قهوه و ... در بازار مصرف وجود دارند که محبوب ترین آن‌ها شیر کاکائو است. این نوع شیرها می توانند به عنوان جایگزین نوشابه‌های غیر الکلی و انواع آب میوه‌های شیرین مورد مصرف قشر وسیعی از مردم قرار گیرند. شیرهای طعم‌دار در مقایسه با شیرهای ساده، شیرین بوده و مقدار قند و کالری بیشتری دارند. در صورتی که به جای ساکارز از شیرین کننده‌های رژیمی در شیرهای طعم‌دار استفاده شود، این فراورده‌ها علاوه بر داشتن کالری کم، در گروه مواد غذایی فراسودمند قرار می گیرند. امروزه گرایش زیادی به مصرف مواد غذایی فراسودمند یعنی غذاهایی که دارای ارزش دارویی و تغذیه‌ای ویژه، علاوه بر خواص تغذیه‌ای پایه می باشند، بوجود آمده است. سه گروه از ترکیبات مهم فراسودمند شناخته شده اند که عبارتند از: پروبیوتیک‌ها، پری بیوتیک‌ها و سین بیوتیک‌ها (ساتین ۲۰۰۸). اصطلاح پری بیوتیک برای اولین بار در سال ۱۹۶۱، زمانی که مشخص شد ترکیباتی موجب تقویت و تحریک رشد باکتری‌های پروبیوتیک می شوند، بیان گردید (کسوتاک و کارمن ۲۰۰۸). ترکیبات پری بیوتیک به عنوان عامل مؤثر ثانویه در کنترل فلور میکروبی روده بعد از باکتری‌های پروبیوتیک در نظر گرفته می شوند (سری تندن و همکاران ۲۰۰۵). پری بیوتیک‌ها قادر به رسیدن به روده بزرگ می‌باشند و بدون هضم و جذب در بخش فوقانی دستگاه گوارش، توسط باکتری‌های مفید نظیر لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدوباکتریوم‌ها مصرف می شوند (تاماروت و اسیک و همکاران ۲۰۰۹). کاهش متابولیسم میکروب‌های سمی و بیماریزا در روده، تنظیم سیستم ایمنی بدن میزبان، کاهش آگزمای پوستی در کودکان، کاهش سرطان روده بزرگ، اثر روی جذب یون‌های کلسیم، آهن و منیزیم

افزایش ایمنی میزبان با تولید IgA و تنظیم سیتوکین‌ها، کاهش کلسترول سرم خون با افزایش متابولیسم چربی‌ها، کاهش فعالیت آنزیم‌های مدفوعی، کاهش دیابت نوع ۲ و اثرات ضد سرطانی از مزایای استفاده از ترکیبات پری بیوتیک است (بندر ۲۰۱۲). از مهمترین پری بیوتیک‌های طبیعی می‌توان به فروکتوالیگوساکاریدها اشاره کرد (فوکس و جیبسون ۲۰۰۲). این ترکیبات از نظر شیمیایی D-β فروکتان می‌باشند. چنانچه درجه پلیمری شدن آن‌ها ۶۰-۲۰ باشد، این ترکیبات را اینولین می‌نامند. اینولین در موز، گندم، پیاز، سیر و به ویژه کاسنی در حد زیادی یافت می‌شود (تامیم و همکاران ۲۰۰۵ و جیبسون و همکاران ۲۰۰۲). قابلیت حل شدن اینولین در آب داغ بیشتر از آب سرد است، ولی حلالیت الیگوفروکتوز از اینولین بیشتر می‌باشد. اینولین دارای طعم شیرین ملایمی می‌باشد، بدون اینکه هیچ گونه پس‌طعمی ایجاد نماید؛ با سایر شیرین‌کننده‌ها به راحتی ترکیب می‌شود و اثر سینرژیستی دارد و کالری آن کم می‌باشد؛ ماده‌ای حجم دهنده است؛ به عنوان پایدارکننده در انواع مواد غذایی کاربرد دارد؛ و مقاوم به حرارت است (اخوان طباطبایی و زندی ۱۳۸۵). تحقیقات نشان می‌دهد که دوز مصرف ۲۰ گرم در روز مشکل خاصی ایجاد نمی‌کند (جیبسون ۲۰۰۶ و میتچل ۲۰۰۶).

الیگوفروکتوز از فروکتوالیگوساکاریدها محسوب می‌شود. این ترکیب، فیبر رژیمی و ماده‌ای پری بیوتیک است. این ترکیب، شیرین و با طعم مطبوع است و می‌تواند بدون اثرات منفی برای غنی سازی مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته و به بهبود طعم و آروما، بافت و مزه شیرینی ماده غذایی کمک کند. این ماده از نظر کیفی مشابه شکر یا شربت گلوکز است و از آن به عنوان جانشین قند یا چربی و کاهش دهنده کالری در لبنیات استفاده می‌شود (نینس ۱۹۹۹). الیگوفروکتوز موجب کاهش تعداد باکتریوئیدها، کلاستریدیوم‌ها و طیف وسیعی از باکتری‌های گرم مثبت می‌شود (کولیدا و همکاران

ریبادیوزید A از شیرین کننده های طبیعی دیگر، این است که کاملاً بدون کالری می باشد و هرگز باعث افزایش قند خون نمی شود. در ضمن، به عنوان منبع تغذیه ای برای میکروارگانیزم ها مانند باکتری ها و مخمرها محسوب نمی گردد (شکراله پور ۱۳۸۸).

ایزومالت در بازار به صورت پودر بی بو، کریستالی سفید رنگ و خشک، حاوی ۵ درصد آب متبلور با شیرینی نصف ساکارز یافت می شود. ایزومالت در طبیعت یافت نمی شود و در مواد غذایی، فرم سنتزی آن صرفاً به عنوان شیرین کننده مصرف دارد و یا به عنوان افزودنی مواد غذایی در چندین کشور اروپایی پذیرفته شده و مصرف می شود (قاهری ۱۳۸۸ و برونزل ۱۹۷۸). دیوید و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی تأثیر ایزومالت بر گوارش کودکان گزارش کردند که با مصرف ۲۵ گرم شیرینی حاوی ۲-۵٪ ایزومالت، مشکلات گوارشی در کودکان مشاهده نشد ولی مصرف دوز بالای ایزومالت (۷۵-۸۷٪) باعث ایجاد درد معده می گردد. گوستنر و همکاران (۲۰۰۶) اثر مثبت ایزومالت را بر روی رشد بیفیدوباکتریوم ها تأیید کردند. ایزومالت دارای خاصیت ضد سرطانی می باشد و گزارشی مبنی بر سمی بودن آن وجود ندارد (والکنز برندنسن ۱۹۹۰).

در بسیاری از پژوهش ها به بررسی اثر پری بیوتیکی اینولین و الیگوفروکتوز پرداخته شده است (هاسا و همکاران ۲۰۰۸ و خورانا و کاناویجا ۲۰۰۷ و بوهنیک و همکاران ۲۰۰۷ و پالفرامان و همکاران ۲۰۰۲ و کولیدا و همکاران ۲۰۰۲ و درگالیک و همکاران ۲۰۰۵ و دونکر و همکاران ۲۰۰۷ و آکین و کرماسی ۲۰۰۷ و کیم و همکاران ۲۰۰۷ و الیوریا و همکاران ۲۰۰۹ و پاسیفول و همکاران ۲۰۰۸ و راثو و همکاران ۲۰۰۱ و رضایی و همکاران ۱۳۸۸ و آفاجانی و همکاران ۱۳۸۹ و سلیمان زاده و همکاران ۱۳۹۰). پژوهش هایی نیز کاربرد برخی از شیرین کننده های جایگزین شکر را در فرآورده های مختلف غذایی مورد بررسی قرار داده اند؛ که در این راستا می توان به کاربرد اینولین در شکلات (گلوب و

۲۰۰۲). بهبود اسهال، کاهش خطر پوکی استخوان، کاهش خطر بیماری های قلبی با کاهش سنتز تری گلیسریدها و اسیدهای چرب در کبد و سرم خون، تحریک سیستم ایمنی بدن، متعادل ساختن سطح هورمون های انسولین و گلوکاگون، بهبود عملکرد روده ای و افزایش جذب ایزوفلاون ها از مهم ترین مزایای استفاده از الیگوفروکتوز به عنوان پری بیوتیک یا فیبر رژیمی است (کائور و گوپتا ۲۰۰۲ و جنکینس ۲۰۰۳). کاهش قابل توجه سطح کلسترول خون نیز با مصرف الیگوفروکتوز گزارش شده است (فرانس و همکاران ۲۰۰۸). همچنین، الیگوفروکتوز دارای شیرینی متوسط است؛ بر قند خون تأثیری ندارد؛ باعث تحریک ترشح انسولین نمی شود؛ احساس دهانی را بهبود می بخشد؛ و مقاوم به شرایط اسیدی می باشد. خصوصیات تغذیه ای اینولین و الیگوفروکتوز شبیه به هم می باشند. الیگوفروکتوز به صورت پودر و شربت ویسکوز بی رنگ (۷۵٪ ماده خشک) قابل دسترس است و همگی خلوص بالایی دارند (فرانک ۲۰۰۲). اثر مثبت اینولین و یا الیگوفروکتوز بر افزایش جذب کلسیم توسط تاماروت و اسیک و همکاران (۲۰۰۹)، بوسچر و همکاران (۲۰۰۶)، گریفین و همکاران (۲۰۰۳)، سلیمان زاده و همکاران (۱۳۹۰)؛ و کاهش ابتلا به سرطان روده توسط رفتر و همکاران (۲۰۰۷) و تاپر و همکاران (۲۰۰۵) گزارش شده است.

گلیکوزید های دی ترپنی ترکیباتی می باشند که به عنوان عامل اصلی ایجاد طعم بسیار شیرین در عصاره های گیاه استویا شناخته شده اند. به طوریکه میزان شیرینی آن ها تا ۳۰۰ برابر شکر تخمین زده شده است (حمزه لویی، ۱۳۸۸). استویوزید، ۷۰-۶۰٪ از کل گلیکوزیدها را تشکیل می دهد و همچنین حدود ۲۷۰-۱۱۰ برابر شیرین تر از شکر می باشد. این گلیکوزید دارای پس طعم (طعم شیرین بیان) می باشد. ریبادیوزید A، ۳۰-۴۰٪ از کل گلیکوزیدها را تشکیل می دهد و شیرینی آن ۴۰۰-۱۸۰ برابر شیرینی شکر می باشد؛ این گلیکوزید بدون پس طعم تلخی می باشد (میدمور ۲۰۰۲). تمایز

رژیمی حاوی آسپاراتام تولید کردند. لذا در این پژوهش، کاربرد شیرین کننده‌های ریبادیوزید A، اینولین، الیگوفروکتوز و ایزومالت در تولید شیر کاکائو مورد بررسی قرار گرفته است؛ و pH، اسیدیته، ویسکوزیته و خواص حسی نمونه‌های شیر کاکائوی تولیدی ارزیابی شده است.

### مواد و روش‌ها

**مواد اولیه:** شکر از کارخانه قند کرج، شیر خام از کارخانه پگاه تهران، پودر کاکائو از شرکت Bensedrop (فرانسه)، کاراگینان از شرکت Dansico (دانمارک)، ریبادیوزید A از شرکت فرایند سازان آراین (Sinochem، چین)، اینولین CLR و الیگوفروکتوز از شرکت اکبری (Sensus)، و ایزومالت از شرکت هلمی (Beneo، آلمان) تهیه شدند. مواد آزمایشگاهی مورد نیاز جهت انجام آزمون‌ها از شرکت مرک آلمان خریداری گردید.

### فرمولاسیون نمونه‌های شیر کاکائو

در فرمولاسیون شیر کاکائوی فراسودمند به جای شکر از جایگزین‌های شکر شامل ریبادیوزید A، ایزومالت، اینولین و الیگوفروکتوز استفاده شد. در شیر کاکائوی شاهد، ۸ گرم شکر برای شیرین شدن و طعم مطلوب وجود داشت. در نتیجه، جایگزین‌های شکر معادل ۸ گرم شکر در نظر گرفته شدند که با نسبت‌های مختلف با توجه به میزان شیرین کنندگی ریبادیوزید A، ایزومالت، اینولین و الیگوفروکتوز در قیاس با شکر (که به ترتیب دارای شیرینی ۲۵۰ برابر شکر، ۳۰ در صد شکر، ۳۰ در صد شکر و ۵۰ در صد شکر می باشند) به فرمولاسیون اضافه گردیدند. به تمامی تیمارها ۸٪ پودر کاکائو، ۰/۰۲٪ کاراگینان، ۰/۰۰۱٪ وانیل و ۰/۰۲۵٪ نمک اضافه گردید. ابتدا، نمونه‌های شیر کاکائو با ترکیب سه شیرین کننده ریبادیوزید A، اینولین و الیگوفروکتوز با ۳۶ فرمولاسیون متفاوت تولید گردید (جدول ۱)؛ ولی به استثناء یک فرمول (C1۸)، مابقی به دلیل نامطلوب بودن طعم مورد تأیید و پذیرش واقع نشدند.

همکاران (۲۰۰۴)، کاربرد اینولین در Dadih<sup>۱</sup> (ایشاک و همکاران ۲۰۰۶) و کایا (فانگ و چان ۲۰۰۹)؛ کاربرد اینولین همراه با پلی‌دکستروز، مالتودکسترین و سوکرالوز در شکلات (فرزان مهر و همکاران، ۱۳۸۷)؛ کاربرد اینولین و الیگوفروکتوز در بستنی (سوکولیس و همکاران ۲۰۱۰ و آدین و جولی ۲۰۰۴) و کیک پرتقالی (ولپینی راپینا و همکاران ۲۰۱۲)؛ کاربرد اینولین و الیگوفروکتوز همراه با آسپاراتام و آسه سولفام پتاسیم در نوشیدنی‌هایی از جمله کولا و چای سرد (آلدریچ و همکاران ۲۰۰۴)؛ کاربرد الیگوفروکتوز در کیک کم کالری (نور محمدی و همکاران، ۱۳۹۱)؛ کاربرد استویا، سوکرالوز و آسپاراتام در نکتار هلو (کاردوسو و همکاران ۲۰۰۷)؛ کاربرد استویا همراه با آکتیلایت یا پالاتینوز در ماست طعم دار (گوجیسبرگ و همکاران ۲۰۱۱)؛ کاربرد استویا در ماست با طعم توت فرنگی (لیساک و همکاران ۲۰۱۱)، شکلات (پاندی و سینف ۲۰۱۱)، بیسکویت (حمزه لویی و همکاران، ۱۳۸۸) و آب پرتقال (شکراله پور، ۱۳۸۸)؛ کاربرد استویا همراه با اینولین و تاگاتوز در شکلات تلخ (شوریده و همکاران، ۱۳۸۹)؛ کاربرد ایزومالت در آب نبات (میتچل ۲۰۰۶ و فریتز چینگ ۱۹۹۵) شکلات (نسبسی و زیزل ویز ۲۰۰۵)، شکلات تلخ و شیری (میتچل ۲۰۰۶) و آدامس (میتچل ۲۰۰۶)؛ کاربرد ایزومالت همراه با مالتیتول و گزیتول در شکلات (سوکن و گونس ۲۰۰۶)؛ کاربرد ایزومالت و اینولین در ماست منجمد کم چرب (ایسیک و همکاران ۲۰۱۱)؛ و کاربرد ایزومالت و سوربیتول در گز (امام جمعه و همکاران ۱۳۸۸) اشاره داشت پژوهش‌های محدودی راجع به کاربرد شیرین کننده‌های مصنوعی در شیر کاکائو وجود دارد. سیف کردی و همکاران (۱۳۸۷)، سوکرالوز را در پودر شیر کاکائوی فوری مورد استفاده قرار دادند و نتوهمسپریدین به عنوان افزایش دهنده طعم به کاربرده شد؛ و کلر و همکاران (۲۰۱۰)، شیر کاکائوی

<sup>۱</sup> یک فرآورده لبنی تهیه شده از شیر پس چرخ و شیر تازه

تلخ ریبادیوزید A را نیز داشتند؛ همچنین، دارای خاصیت پری بیوتیکی بوده و اثر سلامت بخشی در بدن دارند.

### آزمون های فیزیکی شیمیایی

اندازه گیری pH با استفاده از pH متر (مدل F20-K، ساخت کشور سوئیس) مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲، و اندازه گیری اسیدیته قابل تیتر نمونه ها طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۵۲۲۲ با تیتر کردن مولکول های اسید آلی در نمونه با سود ۰/۱ نرمال و در حضور معرف فنل فتالین طی مدت نگهداری انجام پذیرفت. ویسکوزیته ظاهری در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد و با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد مدل DV-II، توسط اسپیندل شماره ۶۰، در ۳۰ rpm به مدت ۵ ثانیه اندازه گیری شد (ال-نگار ۲۰۰۲ و آکین ۲۰۰۷). آزمون های فیزیکی شیمیایی در روزهای ۱، ۳ و ۷ پس از تولید طی نگهداری در یخچال انجام پذیرفت.

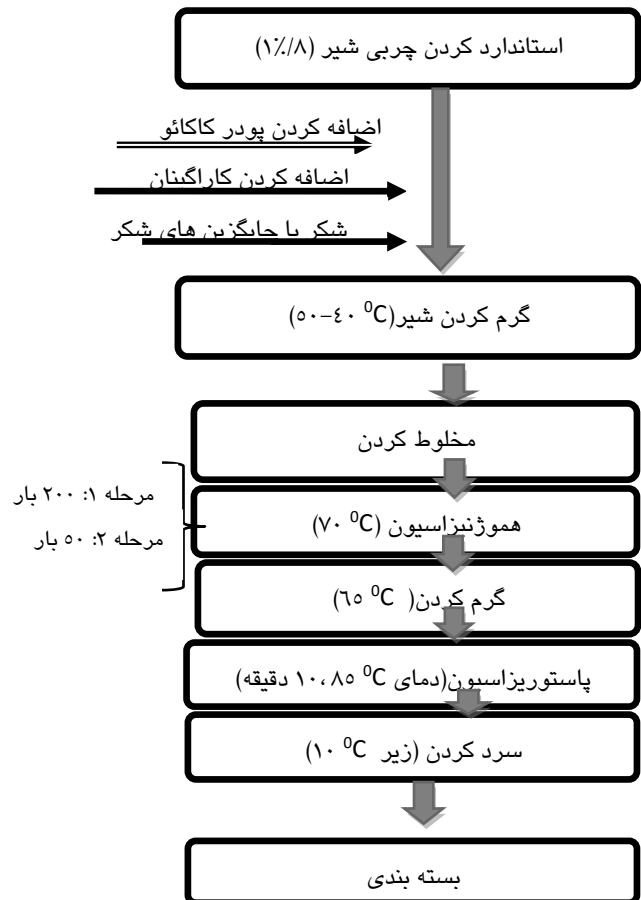
### آزمون پذیرش کلی

پذیرش کلی توسط گروه ۱۲ نفره ارزیابان حسی آموزش دیده و بر اساس آزمون دوتایی در روزهای ۱، ۳ و ۷ پس از تولید طی نگهداری در یخچال انجام پذیرفت.

### روش آماری

کلیه آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و رویه GLM تحلیل گردید. برای تجزیه و تحلیل داده های حاصل از آزمون های فیزیکی شیمیایی از طرح بلوک های کامل تصادفی (چند مشاهده ای شامل اثر متقابل) استفاده شد. در این مطالعه، اثر زمان به عنوان بلوک در نظر گرفته شد. پس از تجزیه واریانس برای عواملی که اثر آن ها در مدل معنی دار بود، مقایسه میانگین ها با استفاده از روش دانکن انجام شد. در سایر موارد، میانگین های به دست آمده به همراه انحراف استاندارد آن ها گزارش شد. برای تجزیه و تحلیل داده های مربوط به ارزیابی پذیرش کلی از مدل آماری مشابه استفاده گردید با این تفاوت که اثر ارزیاب نیز به عنوان یک عامل تصادفی در مدل گنجانده شد.

### روش تهیه نمونه های شیر کاکائو



شکل ۱- شماتیک فرایند تولید نمونه های شیر

### کاکائوی فراسودمند

سپس برای بهبود طعم و توجیه اقتصادی، ایزومالت به فرمولاسیون اولیه اضافه گردید که در میان تمامی فرمولاسیون ها (جدول ۱)، تنها دو فرمول (C۳۲، C۳۳) مورد تأیید ارزیابان حسی واقع شد. در نهایت، C۳۲ به T<sub>۱</sub> و C۳۳ به T<sub>۲</sub> تغییر نام پیدا کرد. تیمارها در جدول ۱ بر اساس نسبت شیرین کننده ها آورده شده اند و به ترتیب از سمت راست مربوط به ریبادیوزید A، اینولین، الیگوفروکتوز و ایزومالت می باشند. در فرمولاسیون های شیر کاکائوی فراسودمند، به منظور اصلاح طعم شیر کاکائو، اینولین و الیگوفروکتوز اضافه گردید، زیرا علاوه بر شیرین بودن دارای خاصیت پوشانندگی طعم

جدول ۱- فرمولاسیون تیمارهای مورد استفاده در تحقیق

تیمارها	نسبت قند ها (ریبادیوزید A: اینولین: الیگوفروکتوز: ایزومالت)	ریبادیوزید A %	اینولین %	الیگوفروکتوز %	ایزومالت %	شیر %	پودر کاکائو %
C1 (شاهد)	۰:۰:۰:۰	-	-	-	۰	۹۹	۸
C2	۱۰:۱۰:۸۰:۰	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱۶	۰	۹۱/۹۴	۸
C3	۵:۵:۹۰:۰	۰/۰۱۸	۰/۰۱	۰/۶	۰	۹۱/۳۵	۸
C4	۵:۵:۹۰:۰	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۸	۰	۹۰/۲۳	۸
C5	۵:۵:۹۰:۰	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۸	۰	۹۰/۲۳	۸
C6	۵:۵:۹۰:۰	۰/۰۳	۰/۱۳	۰/۸	۰	۹۰/۲۳	۸
C7	۹۰:۵:۵:۰	۰/۰۲	۱/۳۲	۰/۸	۰	۸۹/۶۶	۸
C8	۱۰:۲۰:۷۰:۰	۰/۳	۰/۵	۱/۶	۰	۸۹/۵۸	۸
C9	۷۰:۱۰:۲۰:۰	۰/۳	۰/۲۶	۲/۲	۰	۸۸/۲۲	۸
C10	۰:۳۰:۷۰:۰	۰/۳	۷/۹۲	۰	۰	۸۳/۷۶	۸
C11	۳۰:۰:۷۰:۰	۰/۳	۰	۴/۸	۰	۸۶/۸۸	۸
C12	۱۰:۴۰:۵۰:۰	۰/۰۲	۱/۳	۱/۶	۰	۸۸/۸۸	۸
C13	۵۰:۴۰:۱۰:۰	۰/۰۲	۱۰/۵۶	۱/۶	۰	۷۹/۸	۸
C14	۵۰:۵۰:۰:۰	۰/۰۲	۱۳/۲	۰	۰	۷۸/۷۶	۸
C15	۵۰:۰:۵۰:۰	۰/۰۲	۰	۸٪	۰	۹۰/۹۸	۸
C16	۴۰:۱۰:۵۰:۰	۰/۰۲	۰/۱۳	۶/۴	۰	۸۵/۴۳	۸
C17	۵۰:۵۰:۰:۰	۰/۰۲	۱۳/۲	۰	۰	۷۸/۷۶	۸
C18	۳۰:۶۰:۱۰:۰	۰/۰۱	۱۵/۸	۱/۶	۰	۷۴/۵۷	۸
C19	۷۰:۰:۰:۳۰	۰/۰۲	۰	۰	۶	۹۳/۱۶	۸
C20	۶۰:۰:۱۰:۳۰	۰/۰۲	۰	۱/۶	۶	۹۱/۵۶	۸
C21	۶۰:۱۰:۰:۳۰	۰/۰۲	۲/۶۴	۰	۶	۹۰/۵۲	۸
C22	۶۰:۱۰:۰:۳۰	۰/۰۱۹	۲/۶۴	۰	۶	۹۰/۵۲	۸
C23	۲۰:۱۰:۱۰:۶۰	۰/۰۱۹	۲/۶۴	۱/۶	۴	۹۰/۹۲	۸
C24	۷۰:۱۰:۰:۲۰	۰/۰۲۲	۲/۶۴	۰	۴	۹۲/۵۲	۸
C25	۸۰:۱۰:۰:۱۰	۰/۰۲۵	۲/۶۴	۰	۲	۹۴/۵۱	۸
C26	۶۰:۱۰:۲۰:۱۰	۰/۰۱۹	۲/۶۴	۲/۲	۲	۹۱/۳۶	۸
C27	۶۰:۰:۳۰:۱۰	۰/۰۱۹	۰	۴/۸	۲	۹۲/۳۶	۸
C28	۷۵:۵۰:۰:۲۰	۰/۰۲۴	۱/۳۲	۰	۴	۹۴/۶۵	۸
C29	۶۵:۵۰:۱۰:۲۰	۰/۰۲	۱/۳۲	۱/۶	۴	۹۳/۰۶	۸
C30	۸۰:۱۰:۰:۱۰	۰/۰۳۲	۲/۶۴	۰	۲	۹۴/۵۴	۸
C31	۶۰:۱۰:۲۰:۱۰	۰/۰۲۴	۲/۶۴	۲/۲	۲	۹۱/۳۱	۸
C32	۶۰:۱۰:۲۰:۱۰	۰/۰۱۹	۲/۶۴	۲/۲	۲/۶۶	۹۰/۶۶	۸
C33	۶۵:۵۰:۱۰:۲۰	۰/۰۲۶	۱/۳۲	۱/۶	۵/۳۲	۹۰/۷۲	۸
C34	۱۵:۱۰:۱۰:۶۵	۰/۰۲	۲/۶۴	۱/۶	۴	۹۵/۷۲	۸
C35	۲۵:۵۰:۵:۶۵	۰/۰۲۶	۱/۳۲	۰/۸	۶/۶۵	۹۰/۳۵	۸
C36	۷۰:۰:۵:۲۵	۰/۰۲۲	۰	۰/۸	۶/۶۵	۹۱/۶۸	۸

## نتایج و بحث

### بررسی نتایج به دست آمده از pH در نمونه های شیر کاکائوی تولیدی طی نگهداری در یخچال

نتایج به دست آمده از اندازه گیری pH نمونه های شیر کاکائو (جدول ۲) نشان می دهند که میان تیمارها، اختلاف آماری معنی داری وجود دارد ( $p < 0.05$ ). در روز اول نگهداری، pH نمونه شاهد، تیمار T<sub>1</sub> و تیمار T<sub>2</sub> به ترتیب ۶/۶۴، ۶/۷۷، و ۶/۷۴ بوده است. pH تیمار T<sub>1</sub> و T<sub>2</sub> در روز اول نسبت به نمونه شاهد بالاتر می باشد. علت بالا بودن pH در تیمارهای T<sub>1</sub> و T<sub>2</sub> را می توان به خصوصیات و ساختار شیمیایی جایگزین های شکر نسبت داد. در اثر افزودن اینولین، الیگوفروکتوز، ریبادیوزید A و ایزومالت به عنوان جایگزین شکر در تیمار های T<sub>1</sub> و T<sub>2</sub> ویسکوزیته آن ها نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است؛ زیرا اینولین، الیگوفروکتوز و ایزومالت ترکیباتی جاذب الرطوبه هستند و مقدار زیادی آب به خود جذب می کنند و باعث افزایش ویسکوزیته شیر کاکائوی فراسودمند می شوند (میلانی و همکاران ۱۳۹۰ و میتچل ۲۰۰۶ و امام زاده و همکاران ۲۰۱۱). این افزایش ویسکوزیته در تیمارهای T<sub>1</sub> و T<sub>2</sub> نسبت به نمونه شاهد، میزان یونیزاسیون اسید لاکتیک و انحلال یون های هیدروژن را در شیر تاحدی تحت تأثیر قرار داده و یونیزاسیون کاهش می یابد؛ در نتیجه، شاهد pH بالاتری در این تیمارها خواهیم بود (بلیتز ۲۰۰۹). همچنین، pH در تیمار T<sub>1</sub> نسبت به تیمار T<sub>2</sub> بیشتر می باشد که علت آن، وجود مقدار بیشتر ایزومالت در تیمار T<sub>1</sub> (۵/۳۲٪) در قیاس با تیمار T<sub>2</sub> (۴٪) می باشد؛ ایزومالت، قند الکلی بوده و به دلیل داشتن گروه های هیدروکسیل بیشتر در قیاس با اینولین، الیگوفروکتوز و ریبادیوزید A باعث افزایش بیشتر ویسکوزیته می شود (میتچل ۲۰۰۶). با گذشت مدت زمان نگهداری ۱، ۳ و ۷ روز از زمان تولید، مقدار pH در تیمارهای مختلف به طور معنی داری کاهش یافته است ( $p < 0.05$ ). در روز سوم نگهداری pH نمونه شاهد، تیمار T<sub>1</sub> و تیمار T<sub>2</sub> به

ترتیب ۶/۶۳، ۶/۷۶، و ۶/۷۲ و در روز هفتم نگهداری به ترتیب ۶/۶۱، ۶/۶۶ و ۶/۶۹ بوده است. همانطور که ملاحظه می شود، کاهش pH در روز هفتم نسبت به روزهای اول و سوم بیشتر بوده است زیرا در این پژوهش، تنها فرایند پاستوریزاسیون بر روی تیمارها انجام شده است؛ در فرایند پاستوریزاسیون، میکروارگانیسم های مقاوم به حرارت باقی می ماندند و به همراه باکتری های وارد شده به محصول در اثر آلودگی ثانویه، در طول دوره نگهداری رشد نموده و با تخمیر لاکتوز و تولید اسید لاکتیک باعث کاهش pH می شوند. همچنین، رشد باکتری های مذکور در محصولات پاستوریزه شده تشدید می شود، زیرا در اثر فرایند حرارتی، میکروارگانیسم های رقیب و برخی از عوامل ضد میکروبی در شیر از بین می روند (مرتضوی ۱۳۸۴). به همین علت، حداکثر زمان نگهداری شیر کاکائوی پاستوریزه در یخچال یک هفته می باشد (فلاح راد و همکاران ۱۳۸۵).

در مدت زمان نگهداری، روند کاهش pH در تیمارهای T<sub>1</sub> و T<sub>2</sub> (به ترتیب ۶/۶۶ و ۶/۶۹) در قیاس با نمونه شاهد به طور معنی داری بیشتر بوده است؛ علت آن، وجود خاصیت پری بیوتیکی اینولین، الیگوفروکتوز و ایزومالت می باشد که شرایط را برای رشد و نمو بهتر باکتری های لاکتیک فراهم می آورند و در نتیجه، طی نگهداری با روند کاهش بیشتر pH مواجه خواهیم بود (گلن ۲۰۰۸). نتایج این پژوهش با نتایج آکین و کرماسی (۲۰۰۷) مطابقت دارد؛ آن ها در پژوهش خود با افزایش غلظت اینولین، کاهش pH را در بستنی گزارش کردند. همچنین لیساک و همکاران (۲۰۱۱) با افزودن اینولین و ایزومالت به ماست منجمد کم چرب، رشد بیشتر باکتری های لاکتیک در مدت نگهداری و کاهش pH را گزارش کردند. میلانی و همکاران (۱۳۹۰) نیز کاهش pH را با افزایش درصد عسل خرما در دسر ماست کم چرب پرتقالی گزارش کردند؛ نتایج نشان داد که افزایش غلظت عسل خرما سبب افزایش فعالیت باکتری های آغازگر

این موضوع را تأیید کرد. شیر کاکائوهای پاستوریزه حاوی میکروارگانیسم‌های مقاوم به حرارت می‌باشند و به همراه باکتری‌های وارد شده به محصول در اثر آلودگی‌های ثانویه، در طول دوره نگهداری رشد نموده و با تخمیر لاکتوز و تولید اسید لاکتیک باعث افزایش اسیدیته می‌شوند. همچنین، وجود ترکیبات پری بیوتیک در تیمارهای T<sub>1</sub> و T<sub>2</sub>، افزایش رشد باکتری‌های لاکتیک را شدت می‌دهند؛ به همین علت، میزان اسیدیته در تیمارهای T<sub>1</sub> و T<sub>2</sub> در قیاس با نمونه شاهد بیشتر می‌باشد (لیساک و همکاران ۲۰۱۱).

جدول ۳- مقادیر اسیدیته (بر حسب اسید لاکتیک) در نمونه‌های شیر کاکائو طی نگهداری در یخچال (میانگین ± انحراف معیار)\*

تیمار	روز اول	روز سوم	روز هفتم
شاهد	۰/۰ ± ۰۰۰/۱۳۰ <sup>c</sup>	۰/۰ ± ۰۰۰/۱۳۰ <sup>c</sup>	۰/۰ ± ۰۰۱/۱۳۴ <sup>c</sup>
T <sub>1</sub>	۰/۰ ± ۰۰۰/۱۳۴ <sup>c</sup>	۰/۰ ± ۰۰۰/۱۳۴ <sup>c</sup>	۰/۰ ± ۰۱۰/۲۳ <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	۰/۰ ± ۰۰۱/۱۳۷ <sup>c</sup>	۰/۰ ± ۰۰۱/۱۳۷ <sup>c</sup>	۰/۰ ± ۰۰۰/۲۱ <sup>b</sup>

\*حروف مشابه نشان دهنده عدم معنی دار بودن می‌باشند (p > ۰/۰۵).

### بررسی نتایج به دست آمده از ویسکوزیته در نمونه‌های شیر کاکائوی تولیدی طی نگهداری در یخچال

نتایج به دست آمده از اندازه گیری ویسکوزیته نمونه‌های شیر کاکائو (جدول ۴) نشان می‌دهد که میان تیمارها اختلاف آماری معنی داری وجود دارد (p < ۰/۰۵). همچنین، با گذشت ۱، ۳ و ۷ روز از زمان تولید، مقدار ویسکوزیته در تیمارهای مختلف به طور معنی‌داری افزایش یافته است (p < ۰/۰۵). همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، ویسکوزیته تیمار T<sub>1</sub> بیشتر از نمونه شاهد و تیمار T<sub>2</sub>؛ و ویسکوزیته تیمار T<sub>2</sub> در قیاس با تیمار شاهد بیشتر می‌باشد. به طور کلی، اکثر قندها به دلیل ویژگی آب دوستی شدید و حلالیت آن‌ها، محلول‌های غلیظ تولید می‌کنند. قندها، توسط گروه‌های

می‌شود و میزان بیشتری قندهای مونوساکاریدی در اختیار باکتری‌های لاکتیک قرار گرفته و سبب تحریک جزئی آن‌ها و تولید متابولیک و اسید می‌شود.

جدول ۲- مقادیر pH در نمونه‌های شیر کاکائو طی نگهداری در یخچال (میانگین ± انحراف معیار)\*

تیمار	روز اول	روز سوم	روز هفتم
شاهد	۰/۶ ± ۰۰۵/۶۴ <sup>e</sup>	۰/۶ ± ۰۱/۶۳ <sup>e</sup>	۰/۶ ± ۰۰۵/۶۱ <sup>f</sup>
T <sub>1</sub>	۰/۶ ± ۰۰۵/۷۷ <sup>a</sup>	۰/۶ ± ۰۰۵/۷۶ <sup>a</sup>	۰/۶ ± ۰۱/۶۶ <sup>d</sup>
T <sub>2</sub>	۰/۶ ± ۰۱/۷۴ <sup>b</sup>	۰/۶ ± ۰۱/۷۲ <sup>b</sup>	۰/۶ ± ۰۱/۶۹ <sup>c</sup>

\*حروف مشابه نشان دهنده عدم معنی دار بودن می‌باشند (p > ۰/۰۵).

بررسی نتایج به دست آمده از اسیدیته در نمونه‌های شیر کاکائوی تولیدی طی نگهداری در یخچال: بر اساس نتایج آماری (جدول ۴)، میان اسیدیته تیمارها در روزهای اول و سوم اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد (p > ۰/۰۵). همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، اسیدیته تیمار T<sub>1</sub> و تیمار T<sub>2</sub> از اسیدیته نمونه شاهد در روز اول بیشتر است. علت آن، pH پایین تر جایگزین‌های شکر نسبت به شکر می‌باشد. انتظار می‌رفت با افزایش pH تیمار T<sub>1</sub> و تیمار T<sub>2</sub> نسبت به نمونه شاهد، اسیدیته این تیمارها کاهش یابد، ولی اسیدیته افزایش یافته است. افزایش ویسکوزیته در تیمارهای T<sub>1</sub> و T<sub>2</sub> نسبت به نمونه شاهد، میزان یونیزاسیون اسید لاکتیک و انحلال یون‌های هیدروژن را در شیر تاحدی تحت تأثیر قرار داده و یونیزاسیون کاهش می‌یابد؛ در نتیجه، بر خلاف انتظار، افزایش pH در این تیمارها مشاهده شد (بلیتز ۲۰۰۹). اسیدیته نمونه‌های شیر کاکائو در تیمارهای مختلف، در روز هفتم نگهداری به طور معنی‌داری افزایش یافت (p < ۰/۰۵)؛ روند افزایش اسیدیته در تیمارهای T<sub>1</sub> و T<sub>2</sub> در قیاس با نمونه شاهد بیشتر است. انتظار می‌رفت به دلیل کاهش pH تیمارها در طول مدت نگهداری، اسیدیته آنها نیز افزایش پیدا کند که نتایج به دست آمده،



ویسکوزیته ماست توت فرنگی با افزودن استویا؛ کوئرفلی و همکاران (۱۹۹۶) مبنی بر افزایش ویسکوزیته مخلوط بستنی در صورت استفاده از شربت گلوکز؛ اردبیلی و همکاران (۱۳۸۴) مبنی بر افزایش ویسکوزیته بستنی نرم حاوی شیر خرم؛ میلانی و همکاران (۱۳۹۰) مبنی بر افزایش ویسکوزیته دسر بستنی ماستی کم چرب پرتقالی با افزودن عسل و خرما.

جدول ۴- مقادیر ویسکوزیته (سانتی پوآن) در نمونه های شیر کاکائوی طی نگهداری در یخچال (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)\*

تیمار	روز اول	روز سوم	روز هفتم
شاهد	$0.9 \pm 0.9/6.0^f$	$12 \pm 0.189/0.2^d$	$13 \pm 0.37/11^c$
T <sub>1</sub>	$0.10 \pm 0.44/46^e$	$13 \pm 0.182/0.4^b$	$15 \pm 0.41/22^a$
T <sub>2</sub>	$0.10 \pm 0.4/29^e$	$12 \pm 0.178/0.4^d$	$13 \pm 0.48/0.4^c$

\*حروف مشابه نشان دهنده عدم معنی دار بودن می باشند (p>0.05).

#### بررسی نتایج به دست آمده از ارزیابی پذیرش کلی در نمونه های شیر کاکائوی تولیدی طی نگهداری در یخچال

بر اساس نتایج ارزیابی پذیرش کلی (جدول ۵)، بین تیمار T<sub>1</sub> و نمونه شاهد از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود ندارد (p>0.05) ولی بین تیمار T<sub>2</sub> با نمونه شاهد تفاوت آماری معنی دار وجود دارد (p<0.05). شیرین کننده های ریبادیوزید A، اینولین و ایزومالت دارای رنگ سفید مشابه شکر هستند و الیگوفروکتوز نیز دارای رنگ زرد کم رنگ می باشد که تأثیری بر روی رنگ شیر کاکائوی فراسودمند نمی گذارند. میتچل (۲۰۰۶)، مطالعاتی را بر روی انواع شیرین کننده ها از جمله اینولین، الیگوفروکتوز، ایزومالت و استویا انجام داد؛ و گزارش کرد که این شیرین کننده ها ایجاد رنگ خاص در محصولات غذایی نمی کنند. شکراله پور (۱۳۸۸) نیز از استویا به عنوان جایگزین شکر در آب پرتقال استفاده کرد و هیچگونه تغییر رنگی را در محصول گزارش نکرد.

هیدروکسیل با مولکول های آب پیوند هیدروژنی برقرار می نمایند و باعث افزایش ویسکوزیته می شوند (میلانی و همکاران ۱۳۹۰ و فنما اُون ۱۹۹۶). با توجه به ساختار شیمیایی شیرین کننده های مورد استفاده در این پژوهش و داشتن گروه های عاملی آزاد بیشتر نسبت به ساکارز، پیوندهای هیدروژنی افزایش یافته و در نتیجه، با کاهش تحرک آب آزاد باعث افزایش ویسکوزیته شیر کاکائو شده اند. از طرفی، این شیرین کننده ها جاذب الرطوبه می باشند و تمایل آن ها به جذب آب باعث افزایش ویسکوزیته می شود (آقاجانی و همکاران ۱۳۸۹). شدت تمایل شیرین کننده ها به جذب آب تابع اندازه و وزن مولکولی آن ها می باشد. هر چه وزن مولکولی قندها کمتر باشد، تمایل به جذب آب افزایش یافته و ویسکوزیته بیشتر خواهد شد (هگنبارت ۱۹۹۶). قندهای الکلی باعث افزایش ویسکوزیته در محصولات می شوند (امام زاده و همکاران ۲۰۱۱). ایزومالت، قند الکلی می باشد و گروه های هیدروکسیل آزاد بیشتری نسبت به ریبادیوزید A، اینولین و الیگوفروکتوز دارد (میتچل ۲۰۰۶). به همین علت، ویسکوزیته تیمار T<sub>1</sub> با داشتن مقدار بیشتری ایزومالت (۵٪/۳۲) نسبت به تیمار T<sub>2</sub> (۴٪) افزایش یافته است. نتایج محققان ذیل نیز مطابق با نتایج پژوهش حاضر، افزایش ویسکوزیته فرآورده های حاوی جایگزین های شکر را در قیاس با فرآورده های مشابه ولی حاوی صرفاً شکر تأیید می نمایند.

سوکن و گونس (۲۰۰۶) مبنی بر افزایش ویسکوزیته شکلات با اضافه کردن ایزومالت به فرمولاسیون آن؛ آکین و کرماسی (۲۰۰۷) مبنی بر افزایش ویسکوزیته در بستنی با افزایش غلظت اینولین؛ دونکر و همکاران (۲۰۰۷) مبنی بر افزایش ویسکوزیته ماست پروبیوتیک با افزودن اینولین و نشاسته نرت؛ سوکولیس و همکاران (۲۰۱۰) مبنی بر افزایش ویسکوزیته بستنی وانیلی با افزودن اینولین و الیگوفروکتوز؛ گوجیسبرگ و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر افزایش ویسکوزیته ماست حاوی استویا؛ لیساک و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر افزایش

هیچگونه پس طعمی در کیک کم کالری حاوی الیگوفروکتوز گزارش نکردند.

با توجه به ارزیابی پذیرش کلی می توان نتیجه گرفت تیمار T<sub>1</sub> از نظر مصرف کننده بسیار مشابه نمونه شاهد می باشد و می توان از این فرمولاسیون در تولید شیر کاکائوی فراسودمند استفاده کرد.

جدول ۵- مقادیر پذیرش کلی در نمونه های شیر کاکائو طی نگهداری در یخچال (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

تیمار	روز اول	روز سوم	روز هفتم
شاهد	۶/۰ $\pm$ ۳۰/۹۹	۶/۱ $\pm$ ۳۰/۰۵	۶/۱ $\pm$ ۳۰/۰۵
T <sub>1</sub>	۶/۱ $\pm$ ۲۰/۰۳	۶/۱ $\pm$ ۱۰/۱۹	۶/۱ $\pm$ ۲۰/۲۲
T <sub>2</sub>	۵/۰ $\pm$ ۲۰/۷۵	۵/۱ $\pm$ ۵۰/۰۸	۵/۱ $\pm$ ۵۰/۱۷

### نتیجه گیری

در پژوهش حاضر، تولید شیر کاکائوی فراسودمند با استفاده از جایگزین‌های شکر که ویژگی های آن مشابه شیر کاکائوی حاوی شکر باشد، تحقق یافت. نتایج ارزیابی پذیرش کلی، بیانگر آن است که شیر کاکائوی فراسودمند با فرمولاسیون ۶۵٪ ریبادیوزید A ، ۵٪ اینولین، ۱۰٪ الیگوفروکتوز و ۲۰٪ ایزومالت بسیار مشابه با نمونه شاهد می باشد. در نتیجه، می توان از این فرمولاسیون در تولید شیر کاکائو رژیمی فراسودمند استفاده کرد.

### سپاسگزاری

نگارندگان مقاله مراتب تشکر و سپاس خود را از شرکت پگاه تهران به دلیل در اختیار قرار دادن امکانات لازم جهت انجام این پژوهش اعلام می دارند.

همچنین، نور محمدی (۱۳۹۱) هیچگونه تغییر رنگی را در اثر افزودن الیگوفروکتوز به کیک گزارش نکرد.

هیچ کدام از شیرین کننده‌های مورد استفاده در پژوهش، بوی خاص و منحصر به فردی ندارند. به طور مشابه، ایشاک و همکاران (۲۰۰۶)، هیچگونه بوی خاصی در اثر افزودن اینولین به Dadih گزارش نکردند. همچنین، ولپینی-راپینا و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند که اینولین و الیگوفروکتوز باعث ایجاد بوی خاص در کیک پرتقالی نشدند. شکراله پور (۱۳۸۸) نیز ضمن کاربرد استویا به عنوان جایگزین شکر در آب پرتقال، هیچگونه تغییر بویی را در محصول گزارش نکرد.

قابل ذکر است از میان چهار نوع شیرین کننده استفاده شده در پژوهش، تنها ریبادیوزید A با قدرت شیرین کنندگی بسیار بالا دارای پس طعم تلخ بوده و اینولین، الیگوفروکتوز و ایزومالت دارای طعم شیرین و بدون هیچ گونه پس طعم و دارای خاصیت پوشانندگی طعم نیز می باشند (میتچل ۲۰۰۶)؛ که این خاصیت پوشانندگی طعم در تیمارهای T<sub>1</sub> و T<sub>2</sub> باعث پوشانده شدن پس طعم تلخ ریبادیوزید A شده است؛ به طوریکه لیساک و همکاران (۲۰۱۱) نیز به این نتیجه رسیدند که ماست توت فرنگی فاقد استویا دارای شیرینی بیشتری نسبت به تیمار حاوی استویا بوده است. قندهای الکلی مانند ایزومالت دارای طعمی بسیار مشابه شکر می باشند (زومبیا ۲۰۰۱). فریتزچینگ (۱۹۹۵) نیز از مطالعه ای که بر روی قدرت شیرین کنندگی ایزومالت در آب نبات انجام داد به این نتیجه رسید که طعم آب نبات حاوی ایزومالت بسیار شبیه به آب نبات شاهد بوده است. مطابق با نتایج این پژوهش، نتایج میتچل (۲۰۰۶)، هیچگونه پس طعمی در مورد اینولین، الیگوفروکتوز و ایزومالت در مواد غذایی نشان نداد. کاردوسو و همکاران (۲۰۰۷)، نشان دادند که مصرف دوز بالای استویا باعث ایجاد طعم تلخ در نکتار هلو می شود. مشابه نتایج حاضر، نور محمدی و همکاران (۱۳۹۱)،

## منابع مورد استفاده

- آخوان طباطبایی ح، زندی پ، ۱۳۸۵، بررسی ارزش خواص تکنولوژیکی و کاربرد اینولین در صنایع غذایی، شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی، گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱-۷.
- اردبیلی الف و همکاران، ۱۳۸۴، بررسی تأثیر جایگزینی شکر با شیر خرمای بر ویژگی های فیزیکی و حسی بستنی نرم، پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، ۱: ۱-۸.
- آقاجانی ع و همکاران، ۱۳۸۹، اثر ترکیبات پری بیوتیک بر روی ماست پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس کازئی، علوم غذایی و تغذیه، سال هشتم، ۸، ۷۳-۸۱.
- امام جمعه ز و همکاران، ۱۳۸۹، بررسی اثر جایگزینی ساکارز و گلوکز با دو نوع شیرین کننده رژیمی بر خصوصیات بافتی و ریز ساختار گز، نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۳۰، ۲، ۶-۱۳۵.
- بی نام، استاندارد ملی شماره ۲۸۵۲، ۱۳۶۶، انتشارات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، روش تعیین اسیدیته کل و pH یا تراکم یون های H در شیر و فرآورده های آن، چاپ اول.
- بی نام، استاندارد ملی شماره ۵۲۲۲، ۱۳۷۸، انتشارات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، روش تعیین اسیدیته کل به روش شیمیایی در ماست، چاپ اول.
- حمزه لوئی م و همکاران، ۱۳۸۸، بررسی اثر جایگزینی شیرین کننده های استویا به جای شکر بر اندیس پر اکسید چربی بیسکویت، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱-الف، ۱، ۵-.
- رضایی ر و همکاران، ۱۳۸۸، بررسی اثر اینولین و برخی صمغهای پریبیوتیک بر زندهمانی پروبیوتیکها در ماست منجمد، شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی، گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، خلاصه مقاله.
- سلیمان زاده ب و همکاران، ۱۳۹۰، اثرات پری بیوتیکی اینولین در مواد غذایی، سمینار ملی امنیت غذایی، خلاصه مقاله.
- سیف کردی ع و همکاران، ۱۳۸۷، فرمولاسیون پودر شیر کاکائوی رژیمی با استفاده از سوکرالوز، شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی، گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، خلاصه مقاله.
- شکراله پور الف، ۱۳۸۸، فرمولاسیون نوشیدنی رژیمی با استفاده از جایگزینی شکر با استویا، پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی شیمی، صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، ۴۰-۷۰.
- شوریده م و همکاران، ۱۳۸۹، تأثیر کاربرد تاگاتوز، اینولین و استویا به عنوان جایگزین ساکارز بر بعضی ویژگی های فیزیکی، شیمیایی، رئولوژیکی و حسی شکلات تیره، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۳۸، ۳-۲۹.
- فرزان مهر ح و همکاران، ۱۳۸۷، ارزیابی تاثیر جایگزین های قند روی برخی ویژگی های فیزیکی \_ شیمیایی، رئولوژیکی و حسی شکلات شیری، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۳۸، ۳-۶۵.
- فلاح راد الف و همکاران، ۱۳۸۵، بررسی فراوانی باکتری های سرمادوست در شیر مخزن تحویلی به کارخانه های شیر پاستوریزه مشهد و تأثیر این باکتری ها بر ویژگی های شیر پاستوریزه تولید شده، مجله علوم و صنایع غذایی، ۲۰، ۶۰.
- قاهری ر و همکارانش، ۱۳۸۸، بررسی اثر جایگزینی دو نوع شیرین کننده رژیمی بر خصوصیات رئولوژیک و بافتی گز، کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، ۱۵-۷۰.
- مرتضوی ع و همکاران، ۱۳۸۴، تکنولوژی شیر و فرآورده های لبنی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۴: ۲۱۰-۲۱۲.
- میلانی الف و همکاران، ۱۳۹۰، اثر جایگزینی عسل، خرما و گوار بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، بافت و ویسکوزیته دسر بستنی ماستی کم چرب پرتقالی، نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، ۷، ۲، ۱۱۵-۱۲۰.

نور محمدی الف و همکاران، ۱۳۹۱. تولید کیک کم کالری به وسیله جایگزینی ساکارز با اریتریتول و الیگوفروکتوز. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۱: ۸۵-۹۱.

Adeline K, Julie A, 2004. Sensory Evaluation of Ice Cream made with Prebiotic. Department of Nutrition and Health Sciences.3:1-5.

Akin M B, Kirmaci Z, 2007. Effect 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: 93-99.

Aldrich J et al, 2004. Sweet-stable acidified beverages, united states patent.us 6:713, 116.

Belitz H D et al, 2009. Food Chemistry 4. XLIV, 1070 p.

Bender D et al, 2012. Gut Microbiota and Obesity 30:196-200.

Bosscher D et al, 2006. Inulin and oligofructose as functional ingredients to improve bone mineralization. International Dairy Journal 16: 1092-1097.

Bouhnik Y et al, 2007. Fourweek short chain fructo-oligosaccharides ingestion leads to increasing fecal bifidobacteria and cholesterol excretion in healthy elderly volunteers. Nutrition Journal 6: 42.

Brunzell J D, 1978. Use of fructose, xzitol, sorbitol as a sweetener in diabetes mellituse. Diabetes care 1.4:223-230.

Cardoso J M P et al, 2007. Different sweeteners in peach nectar: Ideal and equivalent sweetness. Food Research International 40 :1249-1253.

Crittenden R et al, 2005. Probiotic Research in Australia. New Zealand and the Asia-Pacific Region. Current Pharmaceutical Design 1. 17: 37-53.

Csutak E, Carmen S, 2008. Influence Of Raw Milk Quality On The Multiplication Of Probiotic Microorganisms. Agriculture 65.2: 1843-5246, 1843-5386.

David M et al, 2002. The comparative gastrointestinal response of young children to the ingestion of 25 g sweets containing sucrose or isomalt. British Journal of Nutrition 87: 291-297.

Donker O et al, 2007. Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. Int. Journal Dairy 17.6:657-65.

Drgalic I et al, 2005. Growth and survival of probiotic bacteria in reconstituted whey. Le Lait: Dairy Science and Technology 85. 171-179.

El-Nagar G et al, 2002. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. International Journal of Dairy Technology 55: 89-93.

Emamzadeh B et al, 2011. viscous Flow Behavior Of Low-Calorie Pistachio Butter: A Respons surface Methodology.Internathional journal of nutsand related science 2.1:37-47.

Fennema Owen R, 1996. Food chemistry. Marcel Dekker Inc 3.1069.

Fooks L J, Gibson G R, 2002. Probiotics as modulators of the gut flora. British Journal of Nutrition. 88. Suppl 1: 39-49.

Frances G et al, 2008. Safety evaluation of oligofructose: 13 Week rat study and in vitro mutagenicity. Food and Chemical Toxicology 46: 3132-3139.

Frank A, 2002. Technological functionality of inulin and oligofructose. British Journal of Nutrition 87.2:287-291.

Fritzsching B, 1995. Isomalt in Hard Candy Applications.The Manufacturing Confectioner 65.

Garcia-Noguera J et al, 2010. Dual-stage sugar substitution in strawberries with a Stevia-based sweetener. Innovative Food Science and Emerging Technologies 11: 225-230.

Gibson G R et al, 2002. Prebiotic effects of inulin and oligofructose. British Journal of Nutrition 87. Suppl. 2: 193-197.

Glenn R, 2008. Handbook of prebiotic. Taylor.U S. chapter 22.

Gibson R, Rastell A, 2006.Prebiotics: Development and Application. John wikey. England 57-101.

Golob T et al, 2004. Sensory acceptability of chocolate with inulin. Acta Agriculturae Slovenica 83. 2: 221 - 231.

- Gostner A et al, 2006. Effect of isomalt consumption on faecal microflora and colonic metabolism in healthy volunteers. *British Journal of Nutrition*.95:40-50.
- Griffin I et al, 2003. Enriched chicory inulin increases calcium absorption mainly in girls with lower calcium absorption. *Nutrition Research* 23. 7: 901-909.
- Guggisberg D et al, 2011. Effects of sugar substitution with Stevia, Actilight and Stevia combinations or Palatinose on rheological and sensory characteristics of low-fat and whole milk set yoghurt. *International Dairy Journal* 21: 636-644.
- Har'ssa R et al, 2008. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially synbiotic petit-suisse cheese. *LWT* 41 :1037–1046.
- Hegenbart S, 1996. Sweetener Shake-out, Weeks Publishing Company.
- Ishak R et al, 2006. Influence of Inulin Addition on Physical Properties and Sensory of `Dadih`. *Journal of Applied Sciences* 6: 1128-1131.
- Isik U et al, 2011. Frozen yogurt with added inulin and isomalt. *American Dairy Science Association* 94.4:1647-1656.
- Jenkins D et al, 1987. Wheat fiber and laxation: Dose response and equilibration time. *American Journal of Gastroenterology* 82: 1259-1263.
- Kaur N, Gupta k, 2002. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. *Journal Biosci* 27:703-714.
- Khurana H K, Kanawjia S K, 2007. Recent Trends in Development of Fermented Milks. *Current Nutrition & Food Science* 3. 1:91-108.
- Kim S H et al, 2007. Supplementation of infant formula with native inulin has a prebiotic effect in formula-fed babies. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 16 (1):172-177.
- Koeflerli C R S et al, 1996. The influence of Fat, Sugar and non-fat milk solids on selected taste, flavor and texture parameters of a vanilla ice-cream. *Food Quality and Preference* 7: 69-79.
- Kolida S et al, 2002. Prebiotic effects of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition* 87. Suppl.2, 193-197.
- Keler S et al, 1991. The Degradation of Aspartame in Chocolate Milk Related to Processing Conditions and Subsequent Microbial Load. *Journal of Dairy Science* Vol 4.74.
- Lisak k et al, 2011. Influence of sweetener stevia on the quality of strawberry flavoured fresh yoghurt. Quality of flavoured fresh yoghurt. *Mljekarstvo* 61 (3): 220-225.
- Midmore D, Rank A, 2002. A new rural industry-stevia-to replace imported chemical sweeteners. *Rural industries and Development corporation*. W02/022.
- Mitchell H, 2006. sweeteners and suger alternatives in food technology. Blackwell Publishing Ltd.
- Nebesny E, Zyzelewicz D, 2005. Effect of lecithin concentration on properties of sucrose free chocolate masses sweetened with isomalt. *European food research and technology* 220. 2: 131-135.
- Niness K R, 1999. Inulin and Oligofructose: What Are They? *British Journal of Nutrition*.1402-1405.
- Oliveira R P S et al, 2009. Effect of inulin on growth and acidification performance of different probiotic bacteria in cocultures and mixed culture with *Streptococcus thermophilus*. *Journal of Food Engineering* 91: 133-139.
- Palframan R J et al, 2002. Effect of pH and dose on the growth of gut bacteria on prebiotic carbohydrates in vitro. *Anaerobe* 8, 287–92.
- Pandey A, Singh G, 2011. Development and storage study of reduced sugar soy containing compound chocolate. *Journal Food Science Technology* 48.1:76–82.
- Pasephol T et al, 2008. Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition. *Journal of Texture Studies* Volume 39. 6:617–634.
- Phang Y L, Chan H K, 2009. Sensory descriptive analysis and consumer acceptability of original “kaya” and “kaya” partially substituted with inulin. *International Food Research Journal* 16: 483-492.

- Rafter J et al, 2007. Dietary synbiotics reduce cancer risk factors in polypectomized and colon cancer patients. *The American Journal of Clinical Nutrition* 85:488–496.
- Rao V A, 2001. The prebiotic properties of oligofructose at low intake levels. *Nutrition Research* 21 :843–848.
- Satine L A, 2008. Is My Yogurt Lying - Developing and Applying a Framework for Determining whether Wellness Claims on Probiotic Yogurts Mislead. *food drug* 537.
- Sokmen A, Gunes G, 2006. Influence of some bulk sweeteners on rheological properties of chocolate. *LWT* 39 :1053–1058.
- Soukoulis c et al, 2010. Contribution of thermal, rheological and physical measurements to the determination of sensorially perceived quality of ice cream containing bulk sweeteners. *Journal of Food Engineering* 100: 634–641.
- Thammarutwasik R et al, 2009. Prebiotics - a review. *Songklanakarinn. Journal Food Science Technology* 31. 4: 401-408.
- 75-Tamime A Y et al, 2005. Production and maintenance of viability of probiotic micro-organisms in dairy products. *Probiotic Dairy Products*. 39-72.
- Taper H et al, 2005. possible Adjuvant Cancer Therapy by Two Prebiotics-Inulin or Oligofructose, in vivo 19:201-204.
- Tarrega A, Costell E, 2007. Color and consistency of semi-solid dairy desserts: Instrumental and sensory measurements. *Journal of Food Engineering* 78. 2: 655-661.
- Volpini-Rapina I et al, 2012. Sensory profile and preference mapping of orange cakes with addition of prebiotics inulin and oligofructose. *food science and technology* 48. 1: 37–42.
- Waalkens-Berendsen D H et al, 1990. Multigeneration reproduction study of isomalt in rats. *Food chemistry and toxicology* 28, 1. 11-19.
- ZumbeÂ A et al, 2001. Polyols in confectionery: the route to sugar-free, reduced sugar and reduced calorie confectionery. *British Journal of Nutrition* 85.1: 31-45.

## Investigating production of functional chocolate milk using sweeteners rebaudioside A, inulin, oligofructose and isomalt

M Jafari<sup>1</sup>, V Fadaei Noghani<sup>2</sup> and M Daneshi<sup>3</sup>

Received: July 04, 2014

Accepted: July 28, 2015

<sup>1</sup>MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Shahr-e- Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Shahr-e- Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>3</sup>Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Yazd Branch, Islamic Azad University, Iran

\*Corresponding author: Email: vn.fadaei@gmail.com

### Abstract

The aim of this research was to produce functional cacao milk by the use of sugar substitutes that its sensory characteristics are similar to cacao milk containing sugar. Rebaudioside A, inulin, oligofructose and isomalt have been used as sugar substitutes in functional cacao milk. After producing 36 functional cacao milk samples with different formulations, treatment T<sub>1</sub> (containing 65% rebaudioside A, 5% inulin, 10% oligofructose, 20% isomalt) and treatment T<sub>2</sub> (containing 65% rebaudioside A, 10% inulin, 10% oligofructose, 15% isomalt) were chosen. The other treatments were not accepted due to the bitter after-taste. The results of physicochemical tests indicated that viscosity and pH of T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub> samples were higher in comparison with control sample. The viscosity of treatments increased significantly during storage time ( $p < 0.05$ ). The results of pH tests revealed that pH decreased during storage time ( $p < 0.05$ ). There was no significant difference between acidity of samples in 1<sup>st</sup> and 3<sup>rd</sup> days ( $p > 0.05$ ). Meanwhile, acidity of treatments increased significantly during storage time ( $p < 0.05$ ). The results of overall acceptability assessment showed that there was no significant difference between T<sub>1</sub> and control treatments, while there was a significant difference between T<sub>2</sub> and control samples ( $p < 0.05$ ). Also, treatment T<sub>1</sub> gained more score in comparison with treatment T<sub>2</sub>; so, it can be concluded that treatment T<sub>1</sub> was very similar to control treatment and it could be used in producing functional cacao milk.

**Keywords:** Cacao milk, Inulin, Isomalt, Oligofructose, Rebaudioside A