نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۶ شماره ۱/ سال ۱۳۹۵

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

مریم جعفری[۱]، وجیهه فدائی نوغانی[۲*] و محمد دانشی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۳/٤/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹٤/۵/٦

[۱]دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی،.تهران، ایران
[۲] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۳]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 ۳٦ نمونه شیر کاکائوی فراسودمند با فرمولاسیون‌های مختلف، تیمار T_1 (حاوی ٦۵٪ ریبادیوزید A ، ٪۵ اینولین، ۱۰٪ الیگوفروکتوز و ۲۰٪ ایزومالت) و تیمار T_2 (حاوی ٦۵٪ 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_1 و T_2 نسبت به نمونهٔ شاهد بیشتر بود. مقدار ویسکوزیتهٔ تیمارها در مدت زمان نگهداری به طور معنی داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$)؛ نتایج آزمون pH حاکی از کاهش pH تیمارها در طی مدت زمان نگهداری بود ($p<۰/۰۵$). میان اسیدیتهٔ تیمارها در روز های اول و سوم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$)؛ در ضمن، مقدار اسیدیتهٔ تیمارها در مدت زمان نگهداری به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). نتایج ارزیابی پذیرش کلی بیانگر آن است که تفاوت معنی‌داری میان تیمار T_1 و نمونه شاهد وجود ندارد؛ در حالیکه، میان تیمار T_2 با نمونه شاهد تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۵$). همچنین، تیمار T_1 نسبت به تیمار T_2 امتیاز بیشتری را کسب کرد؛ لذا، می‌توان نتیجه گرفت که تیمار T_1 بسیار مشابه نمونه شاهد می باشد و می‌توان از آن در تولید شیر کاکائوی فراسودمند استفاده کرد.

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

مقدمه

مصرف مقدار زیاد شکر، ضررهای جدی را سبب می شود. شکر باعث افزایش قند خون، وزن، تری گلیسرید و فشار خون می گردد. همچنین، خطر ابتلاء به بیماری‌های قلبی، دیابت و پوسیدگی دندان را نیز افزایش می دهد. در نتیجه، با توجه به افزایش روز افزون بیماری‌های مختلف

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 فراورده ها علاوه بر داشتن کالری کم، در گروه مواد غذایی فراسودمند قرار می گیرند. امروزه گرایش زیادی به مصرف موادغذایی فراسودمند یعنی غذاهایی که دارای ارزش دارویی و تغذیه ای ویژه، علاوه بر خواص تغذیه‌ای پایه می باشند، بوجود آمده است.

سه گروه از ترکیبات مهم فراسودمند شناخته شده اند که عبارتند از: پروبیوتیک ها، پری بیوتیک ها و سین بیوتیک ها (ساتین ۲۰۰۸). اصطلاح پری‌بیوتیک 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 پری‌بیوتیک به عنوان عامل مؤثر ثانویه در کنترل فلور میکروبی روده بعد از باکتری‌های پروبیوتیک در نظر گرفته می شوند (سری تندن و همکاران ۲۰۰۵). پری‌بیوتیک‌ها 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 واسیک و همکاران ۲۰۰۹). کاهش متابولیسم میکروب‌های سمی و بیماریزا در روده، تنظیم سیستم ایمنی بدن میزبان، کاهش اگزمای پوستی در کودکان، کاهش سرطان روده بزرگ، اثر روی جذب یون های کلسیم، آهن و منیزیم افزایش ایمنی میزبان با تولید IgA و تنظیم سیتوکین ها، کاهش کلسترول سرم خون با افزایش متابولیسم چربی ها، کاهش فعالیت آنزیم‌های مدفوعی، کاهش دیابت نوع ۲ و اثرات ضد سرطانی از مزایای استفاده از ترکیبات پری‌بیوتیک است (بندر ۲۰۱۲). از مهمترین پری‌بیوتیک‌های طبیعی می‌توان به فروکتوالیگوساکاریدها اشاره کرد (فوکس و جیبسون ۲۰۰۲). این ترکیبات از نظر شیمیایی D-β فروکتان می‌باشند. چنانچه درجهٔ پلیمری شدن آن ها ۶۰-۲۰ باشد، این ترکیبات را اینولین می نامند. 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 می باشد. اینولین دارای طعم شیرین ملایمی می باشد، بدون اینکه هیچ گونه پس‌طعمی ایجاد نماید؛ با سایر شیرین‌کننده‌ها به راحتی ترکیب می شود و اثر سینرژیستی دارد و کالری آن کم می باشد؛ ماده‌ای حجم دهنده است؛ به عنوان پایدارکننده در انواع مواد غذایی کاربرد دارد؛ ومقاوم به حرارت است (اخوان طباطبایی و زندی ۱۳۸۵). تحقیقات نشان می دهد که دوز مصرف ۲۰ گرم در روز مشکل خاصی ایجاد نمی کند (جیبسون ۲۰۰۶ و میتچل ۲۰۰۶).

الیگوفروکتوز از فروکتوالیگوساکاریدها محسوب می شود. این ترکیب، فیبر رژیمی و ماده ای پری‌بیوتیک 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، کلستریدیوم‌ها و طیف وسیعی از باکتری‌های گرم مثبت می شود (کولیدا و همکاران

۲۰۰۲). بهبود اسهال، کاهش خطر پوکی استخوان، کاهش خطر بیماری‌های قلبی با کاهش سنتز تری گلیسریدها و اسیدهای چرب در کبد و سرم خون، تحریک سیستم ایمنی بدن، متعادل ساختن سطح هورمون‌های انسولین و گلوکاگون، بهبود عملکرد روده‌ای و افزایش جذب ایزوفلاون‌ها از مهم‌ترین مزایای استفاده از الیگوفروکتوز به عنوان پری‌بیوتیک 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 تاثیری ندارد؛ باعث تحریک ترشح انسولین نمی‌شود؛ احساس دهانی را بهبود می بخشد؛ و مقاوم به شرایط اسیدی می‌باشد. خصوصیات تغذیه‌ای اینولین و الیگوفروکتوز شبیه به هم می باشند. الیگوفروکتوز به صورت پودر و شربت ویسکوز بی‌رنگ (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 واسیک و همکاران (۲۰۰۹)، بوسچر و همکاران (۲۰۰٦)، 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 عصاره‌های گیاه استویا شناخته شده اند. به طوریکه میزان شیرینی آن ها تا ۳۰۰ برابر شکر تخمین زده شده است (حمزه لوئی، ۱۳۸۸).استویوزید، ۷۰-٦۰٪ از کل گلیکوزیدها را تشکیل می‌دهد و همچنین حدود ۲۷۰-۱۱۰ برابر شیرین‌تر از شکر می باشد. این گلیکوزید دارای پس طعم (طعم شیرین بیان) می باشد.ریبادیوزید A، ۳۰٪-٤۰ از کل گلیکوزیدها را تشکیل می‌دهد و شیرینی آن ٤۰۰-۱۸۰ برابر شیرینی شکر می باشد؛ این گلیکوزید بدون پس طعم تلخی می‌باشد (میدمور ۲۰۰۲). تمایز ریبادیوزید A از شیرین کننده‌های طبیعی دیگر، این است که کاملاً بدون کالری می باشد و هرگز باعث افزایش قند خون نمی شود.در ضمن،به عنوان منبع تغذیه‌ای برای میکروارگانیسم‌ها مانند باکتری‌ها و مخمرها محسوب نمی گردد (شکراله پور ۱۳۸۸).

ایزومالت در بازار به صورت پودر بی بو، کریستالی سفید رنگ و خشک، حاوی ٥ درصد آب متبلور با شیرینی نصف ساکارز یافت می‌شود. ایزومالت در طبیعت یافت نمی‌شود 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 می‌شود (قاهری ۱۳۸۸ و برونزل ۱۹۷۸). دیوید و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی تأثیر ایزومالت بر گوارش کودکان گزارش کردند که با مصرف ۲٥ گرم شیرینی حاوی ۲-٥ ٪ ایزومالت، مشکلات گوارشی در کودکان مشاهده نشد ولی مصرف دوز بالای ایزومالت (۸۷٪-۷٥) باعث ایجاد درد معده می‌گردد.گوستنر و همکاران (۲۰۰٦) اثر مثبت ایزومالت را بر روی رشد بیفیدوباکتریوم‌ها تأیید کردند. ایزومالت دارای خاصیت ضد سرطانی می باشد و گزارشی مبنی بر سمی بودن آن وجود ندارد(والکنز برندسن ۱۹۹۰).

در بسیاری از پژوهش‌ها به بررسی اثر پری‌بیوتیکی 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 ۲۰۰٥ و دونکر و همکاران ۲۰۰۷ و آکین و کرماسی ۲۰۰۷ و کیم و همکاران ۲۰۰۷ والیوریا و همکاران ۲۰۰۹ و پاسیفول و همکاران ۲۰۰۸ و رائو و همکاران ۲۰۰۱ و رضایی و همکاران ۱۳۸۸ و آقاجانی و همکاران ۱۳۸۹ و سلیمان زاده و همکاران ۱۳۹۰). پژوهش‌هایی نیز کاربرد برخی از شیرین کننده‌های جایگزین شکر را در فراورده‌های مختلف غذایی مورد بررسی قرار داده اند؛ که در این راستا می توان به کاربرد اینولین در شکلات (گلوب و

همکاران ۲۰۰٤)، کاربرد اینولین در Dadih[۱] (ایشاک و همکاران ۲۰۰٦) 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 آدلین و جولی ۲۰۰٤) و کیک پرتقالی (ولپینی راپینا و همکاران ۲۰۱۲)؛ کاربرد اینولین و الیگوفروکتوز همراه با آسپارتام و آسه سولفام پتاسیم در نوشیدنی‌هایی از جمله کولا و چای سرد (آلدریچ و همکاران ۲۰۰٤)؛ کاربرد الیگوفروکتوز در کیک کم کالری (نور محمدی و همکاران، ۱۳۹۱)؛ کاربرد استویا، سوکرالوز و آسپارتام 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 لوئی 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 ۲۰۰٦ و فریتز چینگ ۱۹۹۵)شکلات (نبسنی و زیزل ویز ۲۰۰۵)، شکلات تلخ و شیری (میتچل ۲۰۰٦) و آدامس (میتچل ۲۰۰٦)؛ کاربرد ایزومالت همراه با مالتیتول و گزیلتول در شکلات (سوکمن و گونس ۲۰۰٦)؛ 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 نئوهسپریدین به عنوان افزایش دهنده طعم به کاربرده شد؛ و کلر و همکاران (۲۰۱۰)، شیر کاکائوی رژیمی حاوی آسپارتام تولید کردند. لذا در این پژوهش، کاربرد شیرین کننده‌های ریبادیوزید A، اینولین، الیگوفروکتوز و ایزومالت در تولید شیر کاکائو مورد بررسی قرارگرفته است؛ و pH، اسیدیته، ویسکوزیته و خواص حسی نمونه‌های شیر کاکائوی تولیدی ارزیابی شده است.

مواد و روش ها

مواد اولیه: شکر از کارخانه قند کرج، شیر خام از کارخانه پگاه تهران، پودر کاکائو از شرکت Bensdrop (فرانسه)، کاراگینان از شرکت Dansico (دانمارک)، ریبادیوزیدA از شرکت فرایند سازان آرین (Sinochem، چین)، اینولین CLR و الیگوفروکتوز از شرکت اکبریه (Sensus)، و ایزومالت از شرکت هلمی (Beneo، آلمان) تهیه شدند. مواد آزمایشگاهی مورد نیاز جهت انجام آزمون ها از شرکت مرک آلمان خریداری گردید.

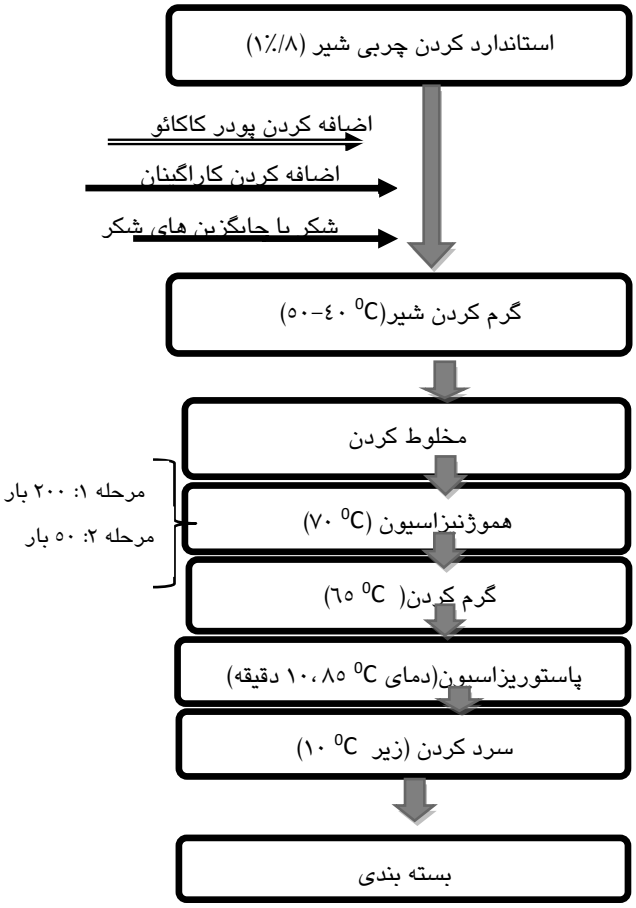
فرمولاسیون نمونه‌های شیر کاکائو

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 نسبت های 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 ۳٦ فرمولاسیون متفاوت تولید گردید (جدول ۱)؛ ولی به استثناء یک فرمول (C۱۸)، مابقی به دلیل نامطلوب بودن طعم مورد تأیید و پذیرش واقع نشدند.

[۱] یک فرآورده لبنی تهیه شده از شیر پس چرخ و شیر تازه

روش تهیه نمونه‌های شیر کاکائو



شکل ۱- شماتیک فرایند تولید نمونه‌های شیر کاکائوی فراسودمند

سپس برای بهبود طعم و توجیه اقتصادی، ایزومالت به فرمولاسیون اولیه اضافه گردید که در میان تمامی فرمولاسیون‌ها (جدول ۱)، تنها دو فرمول (C۳۲، C۳۳) مورد تائید ارزیابان حسی واقع شد. در نهایت، C۳۲ به T_1 و C۳۳ به T_2 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 تلخ ریبادیوزید A را نیز داشتند؛ همچنین، دارای خاصیت پری بیوتیکی بوده و اثر سلامت بخشی در بدن دارند.

آزمون‌های فیزیکی‌شیمیایی

اندازه‌گیری pH با استفاده از pH متر (مدل F20-K ، ساخت کشور سوئیس) مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲، و اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتر نمونه‌ها طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۵۲۲۲ با تیتر کردن مولکول‌های اسید آلی در نمونه با سود ۰/۱ نرمال و در حضور معرف فنل فتالئین 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 ی ۶۰، در rpm ۳۰ به مدت ۵ ثانیه اندازه گیری شد (ال-نگار ۲۰۰۲ وآکین ۲۰۰۷). آزمون‌های فیزیکی‌شیمیایی در روزهای ۱، ۳ و ۷ پس از تولید طی نگهداری در یخچال انجام پذیرفت.

آزمون پذیرش کلی

پذیرش کلی توسط گروه ۱۲ نفرهٔ 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 داده‌های حاصل از آزمون‌های فیزیکی‌شیمیایی از طرح بلوک‌های 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 معنی‌دار بود، مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از روش دانکن انجام شد. در سایر موارد، میانگین‌های به دست آمده به همراه انحراف استاندارد آن‌ها گزارش شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های 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.

جدول ۱- فرمولاسیون تیمار های مورد استفاده در تحقیق

تیمار ها	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	۹۱/۹٤	۸
C3	۵:۵:۹۰:۰	۰/۰۱۸	۰/۰۱	۰/٦	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	۸۹/٦٦	۸
C8	۱۰:۲۰:۷۰:۰	۰/۳	۰/۵	۱/٦	۰	۸۹/۵۸	۸
C9	۷۰:۱۰:۲۰:۰	۰/۳	۰/۲٦	۳/۲	۰	۸۸/۲۲	۸
C10	۰:۳۰:۷۰:۰	۰/۳	۷/۹۲	۰	۰	۸۳/۷٦	۸
C11	۳۰:۰:۷۰:۰	۰/۳	۰	٤/۸	۰	۸٦/۸۸	۸
C12	۱۰:٤۰:۵۰:۰	۰/۰۲	۱/۳	۱/٦	۰	۸۸/۸۸	۸
C13	۵۰:٤۰:۱۰:۰	۰/۰۲	۱۰/۵٦	۱/٦	۰	۷۹/۸	۸
C14	۵۰:۵۰:۰:۰	۰/۰۲	۱۳/۲	۰	۰	۷۸/۷٦	۸
C15	۵۰:۰:۵۰:۰	۰/۰۲	۰	۸٪	۰	۹۰/۹۸	۸
C16	٤۰:۱۰:۵۰:۰	۰/۰۲	۰/۱۳	٦/٤	۰	۸۵/٤۳	۸
C17	۵۰:۵۰:۰:۰	۰/۰۲	۱۳/۲	۰	۰	۷۸/۷٦	۸
C18	۳۰:٦۰:۱۰:۰	۰/۰۱	۱۵/۸	۱/٦	۰	۷٤/۵۷	۸
C19	۷۰:۰:۰:۳۰	۰/۰۲	۰	۰	٦	۹۳/۱٦	۸
C20	٦۰:۰:۱۰:۳۰	۰/۰۲	۰	۱/٦	٦	۹۱/۵٦	۸
C21	٦۰:۱۰:۰:۳۰	۰/۰۲	۲/٦٤	۰	٦	۹۰/۵۲	۸
C22	٦۰:۱۰:۰:۳۰	۰/۰۱۹	۲/٦٤	۰	٦	۹۰/۵۲	۸
C23	۲۰:۱۰:۱۰:٦۰	۰/۰۱۹	۲/٦٤	۱/٦	٤	۹۰/۹۲	۸
C24	۷۰:۱۰:۰:۲۰	۰/۰۲۲	۲/٦٤	۰	٤	۹۲/۵۲	۸
C25	۸۰:۱۰:۰:۱۰	۰/۰۲۵	۲/٦٤	۰	۲	۹٤/۵۱	۸
C26	٦۰:۱۰:۲۰:۱۰	۰/۰۱۹	۲/٦٤	۳/۲	۲	۹۱/۳٦	۸
C27	٦۰:۰:۳۰:۱۰	۰/۰۱۹	۰	٤/۸	۲	۹۲/۳٦	۸
C28	۷۵:۵:۰:۲۰	۰/۰۲٤	۱/۳۲	۰	٤	۹٤/٦۵	۸
C29	٦۵:۵:۱۰:۲۰	۰/۰۲	۱/۳۲	۱/٦	٤	۹۳/۰٦	۸
C30	۸۰:۱۰:۰:۱۰	۰/۰۳۲	۲/٦٤	۰	۲	۹٤/۵٤	۸
C31	٦۰:۱۰:۲۰:۱۰	۰/۰۲٤	۲/٦٤	۳/۲	۲	۹۱/۳۱	۸
C32	٦۰:۱۰:۲۰:۱۰	۰/۰۱۹	۲/٦٤	۳/۲	۲/٦٦	۹۰/٦٦	۸
C33	٦۵:۵:۱۰:۲۰	۰/۰۲٦	۱/۳۲	۱/٦	۵/۳۲	۹۰/۷۲	۸
C34	۱۵:۱۰:۱۰:٦۵	۰/۰۲	۲/٦٤	۱/٦	٤	۹۵/۷۲	۸
C35	۲۵:۵:۵:٦۵	۰/۰۲٦	۱/۳۲	۰/۸	٦/٦۵	۹۰/۳۵	۸
C36	۷۰:۰:۵:۲۵	۰/۰۲۲	۰	۰/۸	٦/٦۵	۹۱/٦۸	۸

نتایج و بحث

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

نتایج به دست آمده از اندازه گیری pH نمونه های شیر کاکائو (جدول ۲) نشان می‌دهند که میان تیمارها، اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد ($p<۰/۰۵$). در روز اول نگهداری، pH نمونهٔ شاهد، تیمار T_1 و تیمار T_2 به ترتیب ٦/٦٤ ،٦/٧٧ و ٦/٧٤ بوده است.pH تیمار T_1 و T_2 در روز اول نسبت به نمونهٔ شاهد بالاتر می باشد. علت بالا بودن pH در تیمارهای T_1 وT_2 را می توان به خصوصیات و ساختار شیمیایی جایگزین‌های شکر نسبت داد. در اثر افزودن اینولین، الیگوفروکتوز، ریبادیوزید A و ایزومالت به عنوان جایگزین شکر در تیمار های T_1 وT_2 ویسکوزیتهٔ آن ها نسبت به نمونهٔ 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 ۲۰۰٦ و امام زاده و همکاران ۲۰۱۱). این افزایش ویسکوزیته در تیمارهای T_1 وT_2 نسبت به نمونهٔ 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_1 نسبت به تیمار T_2 بیشتر می باشد که علت آن، وجود مقدار بیشتر ایزومالت در تیمار T_1 (٥/٣٢٪) در قیاس با تیمار T_2 (٤٪) می باشد؛ ایزومالت، قند الکلی بوده و به دلیل داشتن گروه‌های هیدروکسیل بیشتر در قیاس با اینولین، الیگوفروکتوز و ریبادیوزید A باعث افزایش بیشتر ویسکوزیته می شود (میتچل ۲۰۰٦). با گذشت مدت زمان نگهداری ۱، ۳ و۷ روز از زمان تولید، مقدار pH در تیمارهای مختلف به طور معنی داری کاهش یافته است ($p<۰/۰۵$). در روز سوم نگهداری pH نمونهٔ شاهد، تیمار T_1 و تیمار T_2 به ترتیب ٦/٦٣ ،٦/٧٦ و ٦/٧٢ و در روز هفتم نگهداری به ترتیب ٦/٦١، ٦/٦٦ و ٦/٦٩ 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 پاستوزیزاسیون، میکروارگانیسم های مقاوم به حرارت باقی می مانند و به همراه باکتری‌های 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 باکتری‌های 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 ١٣٨٤). 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_1 وT_2 (به ترتیب ٦/٦٦ و ٦/٦٩) در قیاس با نمونهٔ 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؛ آن‌ها 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 باکتری‌های آغازگر

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

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

تیمار	روز اول	روز سوم	روز هفتم
شاهد	۰/٦±۰۰۵/٦٤^{e}	۰/٦±۰۱/٦۳^{e}	۰/٦±۰۰۵/٦۱^{f}
T_1	۰/٦±۰۰۵/۷۷^{a}	۰/٦±۰۰۵/۷٦^{a}	۰/٦±۰۱/٦٦^{d}
T_2	۰/٦±۰۱/۷٤^{b}	۰/٦±۰۱/۷۲^{b}	۰/٦±۰۱/٦۹^{c}

* 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 ٤)، میان اسیدیتهٔ تیمارها در روز های اول و سوم اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد (p>۰/۰۵). همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، اسیدیتهٔ تیمار T_1 و تیمارT_2 از اسیدیتهٔ نمونهٔ شاهد در روز اول بیشتر است. علت آن، pH پایین تر جایگزین‌های شکر نسبت به شکر می باشد. انتظار می‌رفت با افزایش pH تیمار T_1 و تیمار T_2 نسبت به نمونهٔ شاهد، اسیدیتهٔ این تیمار ها کاهش یابد، ولی اسیدیته افزایش یافته است. افزایش ویسکوزیته در تیمارهای T_1 وT_2 نسبت به نمونهٔ شاهد، میزان یونیزاسیون اسید لاکتیک و انحلال یون‌های هیدروژن را در شیر تاحدی تحت تأثیر قرار داده و یونیزاسیون کاهش می یابد؛ در نتیجه، بر خلاف انتظار، افزایش pH در این تیمار ها مشاهده شد (بلیتز ۲۰۰۹). اسیدیتهٔ نمونه‌های شیر کاکائو در تیمارهای مختلف، در روز هفتم نگهداری به طور معنی داری افزایش یافت (p<۰/۰۵)؛ روند افزایش اسیدیته در تیمارهای T_1 و T_2در قیاس با نمونهٔ شاهد بیشتر است. انتظار می رفت به دلیل کاهش pH تیمارها در طول مدت نگهداری، اسیدیتهٔ آنها نیز افزایش پیدا کند که نتایج به دست آمده، این موضوع را تأیید کرد. شیر کاکائوهای پاستوریزه حاوی میکروارگانیسم های مقاوم به حرارت می باشند 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 می شوند. همچنین، وجود ترکیبات پری بیوتیک در تیمارهای T_1 و T_2، افزایش رشد باکتری های لاکتیک را شدت می دهند؛ به همین علت، میزان اسیدیته در تیمارهای T_1 و T_2 در قیاس با نمونهٔ شاهد بیشتر می-باشد (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^{c}	۰/۰±۰۰۰/۱۳۰^{c}	۰/۰±۰۰۱/۱۳٤^{c}
T_1	۰/۰±۰۰۵/۱۳٤^{c}	۰/۰±۰۰۵/۱۳٤^{c}	۰/۰±۰۱۰/۲۳^{a}
T_2	۰/۰±۰۰۱/۱۳۷^{c}	۰/۰±۰۰۱/۱۳۷^{c}	۰/۰±۰۰۵/۲۱^{b}

*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 ویسکوزیتهٔ نمونه‌های شیر کاکائو (جدول ٤) نشان می دهد 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 ٤ مشاهده می شود، ویسکوزیتهٔ تیمار T_1 بیشتر از نمونهٔ شاهد و تیمار T_2؛ و ویسکوزیتهٔ تیمار T_2 در قیاس با تیمار شاهد بیشتر می باشد. به طور کلی، اکثر قندها به دلیل ویژگی آب دوستی شدید و حلالیت آن‌ها، محلول‌های غلیظ تولید می کنند. قندها، توسط گروه‌های

هیدروکسیل با مولکول های آب پیوند هیدروژنی برقرار می نمایند و باعث افزایش ویسکوزیته می شوند (میلانی و همکاران ۱۳۹۰ و فنما اُون ۱۹۹٦). با توجه به ساختار شیمیایی شیرین کننده‌های مورد استفاده در این پژوهش و داشتن گروه‌های عاملی آزاد بیشتر نسبت به ساکارز، پیوندهای هیدروژنی افزایش یافته و در نتیجه، با کاهش تحرک آب آزاد باعث افزایش ویسکوزیتهٔ شیر کاکائو شده اند. از طرفی، این شیرین کننده‌ها جاذب الرطوبه می باشند و تمایل آن ها به جذب آب باعث افزایش ویسکوزیته می شود (آقاجانی و همکاران ۱۳۸۹). شدت تمایل شیرین کننده‌ها به جذب آب تابع اندازه و وزن مولکولی آن‌ها می باشد. هر چه وزن مولکولی قندها کمتر باشد، تمایل به جذب آب افزایش یافته و ویسکوزیته بیشتر خواهد شد (هگنبارت ۱۹۹٦). قندهای الکلی باعث افزایش ویسکوزیته در محصولات می شوند (امام زاده و همکاران ۲۰۱۱).ایزومالت، قند الکلی می باشد و گروه‌های هیدروکسیل آزاد بیشتری نسبت به ریبادیوزید A ، اینولین و الیگوفروکتوز دارد (میتچل ۲۰۰٦). به همین علت، ویسکوزیتهٔ تیمار T_1 با داشتن مقدار بیشتری ایزومالت (۵٪/۳۲) نسبت به تیمار T_2 (٤٪) افزایش یافته است. نتایج محققان ذیل نیز مطابق با نتایج پژوهش حاضر، افزایش ویسکوزیتهٔ فرآورده‌های حاوی جایگزین‌های شکر را در قیاس با فرآورده های مشابه ولی حاوی صرفاً شکر تأیید می نمایند.

سوکمن و گونس (۲۰۰٦) مبنی بر افزایش ویسکوزیتهٔ 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 ویسکوزیتهٔ ماست پروبیوتیک با افزودن اینولین و نشاستهٔ ذرت؛ سوکولیس و همکاران (۲۰۱۰) مبنی بر افزایش ویسکوزیتهٔ بستنی وانیلی با افزودن اینولین و الیگوفروکتوز؛ گوجیسبرگ و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر افزایش ویسکوزیتهٔ ماست حاوی استویا؛ لیساک و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر افزایش ویسکوزیتهٔ ماست توت فرنگی با افزودن استویا؛ کوئفرلی و همکاران (۱۹۹٦) مبنی بر افزایش ویسکوزیتهٔ مخلوط بستنی در صورت استفاده از شربت گلوکز؛ اردبیلی و همکاران (۱۳۸٤) مبنی بر افزایش ویسکوزیتهٔ بستنی نرم حاوی شیره خرما؛ میلانی و همکاران (۱۳۹۰) مبنی بر افزایش ویسکوزیتهٔ دسر بستنی ماستی کم چرب پرتقالی با افزودن عسل و خرما.

جدول ۴- مقادیر ویسکوزیته (سانتی پوآز) در نمونه های شیر کاکائو طی نگهداری در یخچال (میانگین ± انحراف معیار) *

تیمار	روز اول	روز سوم	روز هفتم
شاهد	۰/۹± ۰۹/٦۰^{f}	۱۲±۰/۸۹/۰۲^{d}	۱۳±۰/۳۷/۱۱^{c}
T_1	۰/۱۰±٤٤/٤٦^{e}	۱۳±۰/۸۲/۰٤^{b}	۱۵±۰/٤۱/۲۲^{a}
T_2	۰/۱۰± ۰٤/۲۹^{e}	۱۲±۰/۷۸/۰٤^{d}	۱۳±۰/٤۸/۰٤^{c}

*حروف مشابه نشان دهنده عدم معنی دار بودن می باشند ($p>۰/۰۵$).

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

بر اساس نتایج ارزیابی پذیرش کلی (جدول ۵)، بین تیمار T_1 و نمونه شاهد از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($p>۰/۰۵$) ولی بین تیمار T_2 با نمونه شاهد تفاوت آماری معنی‌دار وجود دارد ($p<۰/۰۵$). شیرین کننده‌های ریبادیوزید A ، اینولین و ایزومالت دارای رنگ سفید مشابه شکر هستند و الیگوفروکتوز نیز دارای رنگ زرد کمرنگ می باشد که تأثیری بر روی رنگ شیر کاکائوی فراسودمند نمی‌گذارند. میتچل (۲۰۰٦)، مطالعاتی را بر روی انواع شیرین کننده‌ها از جمله اینولین، الیگوفروکتوز، ایزومالت و استویا انجام داد؛ و گزارش کرد که این شیرین کننده‌ها 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.

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_1 و T_2 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 شیرین‌کنندگی 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)، هیچگونه پس طعمی در کیک کم کالری حاوی الیگوفروکتوز گزارش نکردند.

با توجه به ارزیابی پذیرش کلی می توان نتیجه گرفت تیمار T_1 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± انحراف معیار)

تیمار	روز اول	روز سوم	روز هفتم
شاهد	۶/۰±۳۰/۹۹	۶/۱±۳۰/۰۵	۶/۱±۳۰/۰۵
T_1	۶/۱±۲۰/۰۳	۶/۱±۱۰/۱۹	۶/۱±۲۰/۲۲
T_2	۵/۰±۲۰/۷۵	۵/۱±۵۰/۰۸	۵/۱±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 نمونهٔ 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.

منابع مورد استفاده

اخوان 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، ۱۳۸٤، بررسی تأثیرجایگزینی شکر با شیره خرما بر ویژگی های فیزیکی و حسی بستنی نرم، پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران ،۱،۲: 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،٦- ۱۳۵.

بی نام، استاندارد ملی شماره ۲۸۵۲، ۱۳٦٦، انتشارات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، روش تعیین اسیدیتهٔ کل و pH یا تراکم یون های H در شیر و فرآورده های آن، چاپ اول.

بی نام، استاندارد ملی شماره ٥۲۲۲، ۱۳۷۸، انتشارات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، روش تعیین اسیدیتهٔ کل به روش شیمیایی در ماست، چاپ اول.

حمزه لوئی م و همکاران،۱۳۸۸، بررسی اثرجایگزینی شیرین کننده های استویا به جای شکر بر اندیس پر اکسید چربی بیسکویت، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی،۱-الف،۱ -٥.

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 موادغذایی، سمینار ملی امنیت غذایی، خلاصه مقاله.

سیف کردی ع و همکاران، ۱۳۸۷، فرمولاسیون پودرشیر 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، ٤۰ -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،۳،۳۸-۲۹.

فرزان مهر ح و همکاران، ۱۳۸۷، ارزیابی تاثیر جایگزین های قند روی برخی ویژگی های فیزیکی _ شیمیایی،رئولوژیکی و حسی شکلات شیری، مجلهٔ علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۳،۸۲-٦٥.

فلاح راد الف و همکاران، ۱۳۸٥، 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 .٦.

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، ۱٥ -۷۰.

مرتضوی ع و همکاران، ۱۳۸٤، تکنولوژی شیر و فرآورده های لبنی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد،٤: 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، ۱۱٥-۱۲۰.

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, xzytol, 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 Microorgamisms. 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.

Haı´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.

Koeferli 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 VoI 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. sweeeteners 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 Scince Technology 48.1:76–82.

Paseephol 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.

RaoV 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. Songklanakarin. Journal Food Scince 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 l 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 sweetners rebaudioside A, inulin, oligofructose and isomalt

M Jafari[1], V Fadaei Noghani[2] and M Daneshi[3]

Received: July 04, 2014 Accepted: July 28, 2015

[1]MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Shahr-e- Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Shahr-e- Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[3]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_1 (containing 65% rebaudioside A, 5%inulin, 10% oligofructose, 20%isomalt) and treatment T_2 (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_1 and T_2 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 1st and 3rd days ($p>0.05$). Meanwhiles, 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_1 and control treatments, while there was a significant difference between T_2 and control samples ($p<0.05$). Also, treatment T_1 gained more score in comparison with treatment T_2; so, it can be concluded that treatment T1 was very similar to control treatment and it could be used in producing functional cacao milk.

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