(مقاله پژوهشی)

اثر جایگزینی ربادیوزیدA و مالتودکسترین بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی شیر کاکائو

علیرضا عابدینی[۱]، رضوان پوراحمد[۲*]، مهناز هاشمی روان[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی،ورامین، ایران.

[۲]دانشیار،گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

[۳]استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۰۹ تاریخ پذیرش:۹۶/۰۶/۰۱

چکیده

از سالیان متمادی نگرانی‌هایی در مورد اثرات سوء مصرف شکر و چربی بر سلامتی انسان‌ها وجود داشته است و همواره فکر انسان را جهت تهیه جایگزین‌های بی ضرر ساکارز و چربی به خود مشغول کرده است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر ربادیوزید A به‌عنوان جایگزین شکر و مالتودکسترین به‌عنوان جایگزین چربی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی شیرکاکائوی پاستوریزه طی نگهداری بود. در تولید شیر کاکائو از ربادیوزید A به‌عنوان جایگزین شکر در سطوح ۰ تا ۱۰۰ درصد و مالتودکسترین به عنوان جایگزین چربی در سطوح ۰ تا ۱۰۰ درصد استفاده شد. سپس ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه‌های شیر کاکائو مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج مشخص گردید که با افزایش میزان ربادیوزید A و مالتودکسترین، میزان pH، دانسیته، بریکس، و شاخص روشنایی به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) کاهش ولی میزان شاخص رنگی*a (قرمزی) و*b (زردی) و ویسکوزیته نمونه‌های شیر کاکائو به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). طی زمان نگهداری، میزان رسوب دهی، شاخص رنگی قرمزی و زردی در کلیه نمونه‌های شیر کاکائو به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). ارزیابی حسی پذیرش کلی نشان داد که در بین نمونه‌های تست، نمونه حاوی ۵۰ درصد مالتودکسترین و ۵۰ درصد ربادیوزید A شباهت بیشتری به نمونه شاهد داشت. این تیمار از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی مطلوب بود. بنابراین نمونه شیر کاکائو حاوی ۵۰ درصد مالتودکسترین و ۵۰ درصد ربادیوزید A به‌عنوان تیمار برتر انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: ربادیوزید A ، مالتودکسترین، جایگزین شکر، جایگزین چربی، شیر کاکائو.

[*]مسؤول مکاتبات: rjpourahmad@yahoo.com

۱-مقدمه

شیرکاکائو محصولی طعم دار و شیرین شده از شیر است که می‌توان آنرا با مخلوط کردن شربت کاکائو یا پودر کاکائو با شیر تولید کرد. سایر محتویات شیر کاکائو شامل نشاسته، نمک،کاراگینان، وانیل و طعم دهنده‌های تجارتی می‌باشد. کاراگینان در غلظت‌های کم جهت جلوگیری از ته نشینی و تشکیل ژل ضعیف مورد استفاده قرار می‌گیرد(۳۰). این محصول در زمره یکی از پرطرفدارترین و پرمصرف‌ترین محصولات لبنی غیر تخمیری قرار دارد ولی به دلیل مقادیر قابل توجه ساکارز، می‌تواند باعث بروز دیابت، چاقی و پوسیدگی دندان در کودکان شود(۲۲). استویوزید یکی از شیرین کننده‌های طبیعی جدا شده از گیاه استویا ریبودیانا (برتونی) می‌باشد که این گیاه بومی پاراگوئه بوده و جهت شیرین کردن نوشیدنی‌های محلی از آن استفاده می‌شده است. این گیاه دارای دی‌ترپن‌های گلوکوزیدی می‌باشد که دارای دی ترپن آگلیکون استویول است و حدود ۲۵۰ مرتبه از شکر شیرین‌تر می‌باشد گلیکوزیدهای استویول شامل استویوزید، ربادیوزید A، ربادیوزیدB، ربادیوزیدC، ربادیوزیدD، ربادیوزیدE، دالکوزید A و استویول بیوساید می‌باشد. از بین تمام این گلیکوزیدها بیشترین کمیت مربوط به استویوزید بوده که متعاقباً بیشترین پس طعم تلخی و کمترین پذیرش را نیز دارد و بیشترین کیفیت در شیرین کنندگی مربوط به ربادیوزید A می‌باشد و سایر گلیکوزیدها نیز به میزان کمتری حضور دارند (۱۸و ۲۴). شیرین کننده استویا برای بدن انسان انرژی زایی ندارد. بدن انسان نمی‌تواند گلیکوزیدهای موجود دربرگ استویا را مورد مصرف قرار دهد (۲۳). شیرین کننده استویا به عنوان جایگزین ساکارز به دلیل اثر ممانعت کنندگی بر روی رشد باکتری‌های عامل پوسیدگی دندان، پوسیدگی دندان را به تعویق می‌اندازد (۴). بالا بودن ترکیبات فنلی در عصاره آبی برگ استویا موجب افزایش اثر بر مهار رادیکال آزاد می‌گردد. عصاره آبی استویا در مقایسه با اسید آسکوربیک توانایی بالاتری در مهار DDPH[1] دارد (۳۳). مالتودکسترین یک کربوهیدرات بوده که از هیدرولیز اسیدی یا آنزیمی نشاسته مستحصل می‌گردد در مقایسه با چربی‌ها که از متابولیزه شدن هر گرم از آنها حدود ۹ کیلو کالری انرژی آزاد می‌شود انرژی زایی کمتری دارند و انرژی زایی مالتودکسترین حدود ۴ کیلو کالری در ازای متابولیزه شدن هر گرم از آن برآورد می‌شود (۳۳). مالتودکسترین به عنوان یک قند بدون مزه شیرینی، DE[2]کمتر از ۲۰ و جایگزین مناسب چربی‌ها به دلیل ایجاد خواص دهانی مشابه با چربی‌ها مطرح است (۲۱). پژوهش‌هایی نیز پیرامون کاربرد برخی از شیرین کننده‌ها به عنوان جایگزین ساکارز در فرآورده‌های مختلف غذایی صورت گرفته است که در این راستا می‌توان به تحقیق غیبی و همکاران (۱۳۹۵) پیرامون اثر استویا و اینولین بر خصوصیات بستنی رژیمی اشاره نمود سطوح بهینه جایگزینی استویا و اینولین در بستنی رژیمی به ترتیب ۴۲ درصد و ۶۲/۹ درصد تعیین شد(۷). همچنین جعفری و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی تولید شیر کاکائوی فراسودمند پرداختند و دریافتند که تیمار حاوی ۶۵٪ ریبادیوزید A، ۵٪ اینولین، ۱۰٪ الیگوفروکتوز و ۲۰٪ ایزومالت، و تیمار حاوی ۶۵٪ ریبادیوزید A، ۱۰٪ اینولین، ۱۰٪ الیگوفروکتوز و ۱۵٪ ایزومالت بهترین فرمولاسیون در تولید شیر کاکائو می‌باشند (۳). علاوه براین تحقیق آیدو و همکاران (۲۰۱۵) پیرامون بررسی ویژگی‌های شکلات بدون شکر، با استفاده از استویا، عصاره توماتین، اینولین و پلی دکستروز قابل ذکر می‌باشد که نتایج حاکی از این بود که شکلات‌های بدون شکر، جریان (رئولوژی) و ویژگی‌های ذوبی مشابه با تیمار شاهد داشتند (۱۵). هدف از این تحقیق، بررسی اثر ربادیوزیدA به‌عنوان جایگزین شکر و مالتودکسترین به‌عنوان جایگزین چربی در سطوح ۰ تا ۱۰۰ درصد جایگزینی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی وحسی شیر کاکائو بود.

1-2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl

2- Dextrose Equivalent

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مصرفی

مواد مصرفی در تولید شامل شکر، شیر پس چرخ، خامه، مالتودکسترین و کاراگینان (شامل آیوتا و کاپاکاراگینان با نسبت ۷۵ به ۲۵ درصد وزنی/ وزنی)، پودر وانیل، ربادیوزید A، پودر کاکائو، لسیتین سویا بود. مواد آزمایشگاهی مورد نیاز جهت انجام آزمون‌ها از شرکت Merck (آلمان) تهیه شد.

۲-۲- فرمولاسیون نمونه‌های شیر کاکائو

در فرمولاسیون شیر کاکائو فراسودمند به جای شکر از ربادیوزید A (شرکت TECHFA، چین) و به جای خامه از، مالتودکسترین با DE=۱۸ (شرکت OMEGA، روسیه) استفاده شد. در نمونه شاهد ۸٪ شکر جهت طعم دار کردن شیر کاکائو و ۱/۳٪ خامه جهت استاندارد کردن چربی شیر استفاده شد که از این میزان چربی ۱/۱۵٪ آن توسط خامه ۴۶٪ گاوی و ۰/۱۵٪ آن توسط ۱/۳٪ پودر کاکائو Bensdorp Dp 10-12 (کشور سوئیس) تأمین گردید. میزان پودر کاکائو۱/۳٪، صمغ کاراگینان (شرکت OMEGA، روسیه) ۰/۰۵٪ ، لسیتین سویا (شرکت ADM، هلند) ۰/۰۳٪، پودر وانیل (شرکت OMEGA، روسیه) ۰/۰۱٪ در تمام تیمارها ثابت بود. در تیمار ۲، ۲۵ درصد وزنی شکر با ربادیوزید A معادل شیرینی ساکارز (طبق مشخصات فنی، شیرینی ربادیوزید A، ۴۰۰ برابر ساکارز بود) و ۲۵ درصد وزنی خامه با مالتودکسترین جایگزین شد. میزان جایگزینی شکر و خامه با ربادیوزید A و مالتودکسترین در تیمارهای ۳، ۴ و ۵ به ترتیب ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد وزنی بود.

۲-۳- روش فرآیند نمونه‌های شیر کاکائو

شیر پس چرخ توسط خامه غلیظ(۴۶٪چربی) برای تیمارهای شاهد (۱)، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب با درصدهای چربی ۱/۱۵، ۰/۸۵، ۰/۵۷۵، ۰/۳۰ و ۰/۰۵ درصد تنظیم شد. دمای شیر استاندارد شده جهت مخلوط کردن مواد اولیه توسط پاستوریزاتور غیر مداوم به ۶۵ درجه سانتی گراد رسید. مواد اولیه پس از توزین، توسط میکسر با شیر مخلوط شد. هموژنیزاسیون شیر کاکائو توسط هموژنایزر با فشار ۱۸۰ بار انجام گردید و خروجی هموژنایزر جهت پاستوریزاسیون به پاستوریزاتور غیر مداوم انتقال یافت. پاستوریزاسیون شیر کاکائو به مدت ۱۰ دقیقه در ۸۵ درجه سانتی گراد انجام شد. پس از پاستوریزاسیون شیر کاکائو توسط جریان غیر مستقیم آب سرد تا دمای ۱۰ درجه سانتی گراد خنک شد و در بطری یک و نیم لیتری از جنس پلی اتیلن ترفتالات[1] شفاف بسته بندی گردید. نمونه‌های شیر کاکائو در دمای ۷ درجه سانتی گراد نگهداری شد.

۲-٤- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

اندازه گیری pH در نمونه‌های شیر کاکائو، مطابق با دستورالعمل شماره ۲۸۵۲ استاندارد ملی ایران توسط دستگاه pH متر METTLER TOLDO مدل Seven easy انجام گرفت (۱۰). اندازه گیری چربی نمونه‌های شیر، مطابق با دستورالعمل شماره ۳۸۴ استاندارد ملی ایران و توسط دستگاه سانتریفیوژ(GERBER instruments، مدل micro II) با سرعت ۱۳۵۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه انجام گرفت (۱۱). اندازه گیری بریکس در نمونه‌های شیرکاکائو، مطابق با دستورالعمل شماره ۶۳۸ استاندارد ملی ایران و توسط رفرکتومتر رومیزی Belingham + (Stanley، مدل ABBE ۶۰/۷۰) در دمای اتاق و شرایط یکسان برای تمامی نمونه‌های شیر کاکائو انجام پذیرفت (۹). اندازه گیری شاخص رسوب در نمونه‌های شیر کاکائو، با اقتباس از روش پراکاش و همکاران (۲۰۱۰) انجام گرفت. جهت اندازه گیری میزان رسوب، ۲۰ گرم از نمونه-های شیر کاکائو پس از هم زدن، در لوله‌های مخصوص ۲۵ میلی لیتری ریخته شده و سپس در دستگاه سانتریفیوژ SIGMA مدل K ۱۶-۲ به مدت ۱۵ دقیقه در دمای۲۰ درجه سانتی گراد و سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. بعد از سانتریفوژ کردن، سرم آزاد شده که در بالای لوله آزمایش قرار داشت، جدا و توزین گردید. از تفاضل سرم جدا شده و کل وزن نمونه میزان رسوب اندازه گیری شد. نتایج بر حسب گرم در صد گرم شیر کاکائو گزارش

1-Polyethylene terephthalate

گردید. اندازه گیری ویسکوزیته با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد مدل DV-II+Pro انجام شد. آزمایش در ۱۰۰=rpm[1] با استفاده از اسپندلLV[2]۱۶، و در دمای ۱ ±۲۴درجه سانتیگراد انجام گردید (۲۸). آزمون رنگ سنجی با استفاده از دستگاه رنگ سنج MINOLTA مدل C360 انجام شد (۲۷).

۲-۵- آزمون حسی

از آزمون هدونیک ۵ نقطه ای(۱=نامطلوب ترین و ۵= مطلوب ترین) جهت بررسی ویژگی‌های حسی استفاده شد. نمونه‌ها توسط ۱۲ نفر ارزیاب حسی نیمه آموزش دیده در روز سوم پس از تولید از نظر ویژگی‌های طعم، بافت، رنگ و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند (۲۸).

۲-٦- روش آماری

در این پژوهش از ۵ تیمار به همراه سه تکرار در قالب طرح کاملا تصادفی استفاده شد. به منظور ارزیابی داده‌ها از نرم افزار SPSS 19، برای تجزیه واریانس از آزمونANOVA[3] دو طرفه و برای کلاس بندی میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده گردیده است.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی pH

در جدول ۱ مقادیر pH نمونه‌های شیر کاکائو طی نگهداری مشخص گردیده‌است. پس از تولید، بالاترین pH مربوط به تیمارهای شاهد و تیمار ۲ (شامل ۲۵٪ ربادیوزید A ، ۲۵٪ مالتودکسترین) و کمترین pH مربوط به تیمار ۴ (۷۵٪ ربادیوزید A ، ۷۵٪ مالتودکسترین) و تیمار ۵ (۱۰۰٪ ربادیوزید A و ۱۰۰٪ مالتودکسترین) بود. بین تیمار ۴ و ۵ و تیمارهای شاهد (۱) و ۲ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد(P>۰/۰۵). با توجه به نتایج مشخص شد با افزایش درصد ربادیوزید A و مالتودکسترین pH نمونه‌ها کاهش یافت. روند مشاهده شده بین تیمارها در روز سوم پس از تولید نیز کاملاً مشابه با شرایط پس از تولید بود و اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در صورتی که پس از پنج روز نگهداری، اختلاف معنی‌داری در روند تغییرات pH بین تیمارها یافت شد (P<۰/۰۵). رئیسی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که با افزایش درصد قند استویا pH نمونه‌های آب پرتقال، کاهش می‌یابد (۳۲) ولی علیزاده و همکاران (۲۰۱۴) که بر جایگزین کردن قند استویا با قندهای مصرفی در تولید شیر میوه‌ای تحقیق می‌کردند، مشاهده کردند که نوع قند اثری بر pH نمونه‌ها ندارد. باید به این نکته توجه داشت که احتمالاً تفاوت تغییراتpH ماده غذایی در حضور استویا بستگی به نوع،سیستم ماده غذایی و سایرترکیبات محلول موجوددرآن دارد (۱۶). رفتنی امیری و همکاران (۱۳۹۲) تغییرات معنادار pH را با افزایش درصد مالتودکسترین به ترتیب در فرمولاسیون ماست مشاهده کردند بنابراین، کاهش pH شیرکاکائو با افزایش جایگزینی ربادیوزید A و مالتودکسترین می‌تواند مرتبط به ماهیت و ساختار این دو ترکیب باشد که با افزایش ویسکوزیته و غلظت شیر و افزایش فعالیت آنزیم هیدرولیز منجر به کاهش pH شده باشند (۵). از لحاظ تأثیر اثر نگهداری بر نمونه‌های شیر، به‌طورکلی pH نمونه‌ها در طی نگهداری کاهش یافت. همان‌طورکه ملاحظه می‌شود،کاهشpH در روز پنجم نسبت به روزهای اول وسوم بیشتر بوده‌است زیرا دراین پژوهش، تنها فرآیند پاستوریزاسیون بر روی تیمارها انجام شده‌است. درفرآیند پاستوریزاسیون، میکروارگانیسم‌های مقاوم به حرارت باقی می‌مانند 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 می‌شوند. همچنین، رشد باکتری‌های مذکور در محصولات پاستوریزه شده تشدید می‌شود، زیرا در اثر فرآیند حرارتی، میکروارگانیسم‌های رقیب و برخی از عوامل ضد میکروبی در شیر ازبین می‌روند (۱). لیساک و همکاران (۲۰۱۱) با افزودن اینولین و ایزومالت به ماست منجمدکم‌چرب، فعالیت بیشتر باکتری‌های لاکتیک درمدت نگهداری وکاهش pH را

1-Round per minute
2-Spindle
3- Analysis of Variance

گزارش کردند (۲۶). میلانی و همکاران (۱۳۹۰) نیزکاهش pH را با افزایش درصد عسل خرما در دسر ماست کم‌چرب پرتقالی گزارش کردند، نتایج نشان دادکه افزایش غلظت عسل خرماسبب افزایش فعالیت باکتری‌های آغازگر می‌شود ومیزان بیشتری قندهای منوساکاریدی در اختیار باکتری‌های لاکتیک قرارگرفته و سبب تحریک جزئی آن‌ها و تولید اسید می‌شود (۱۳). مقادیر pH شیرکاکائو در کلیه تیمارها در محدوده استاندارد تعیین شده شیرطعم دار بود (۱۲).

جدول ۱- مقادیر pH نمونه‌های شیر کاکائو طی نگهداری (میانگین±انحراف معیار)

تیمار	پس از تولید	روز سوم	روز پنجم
۱	٦/٧٤ ±۰/۰۱Aa	٦/٧٣ ±۰Aa	٦/٥٥ ±۰/۰۱Bb
۲	٦/٧٣ ±۰/۰۲Aa	٦/٧٣ ±۰/۰۲Aa	٦/٥٨ ±۰/۰۲Bab
۳	٦/٦٧ ±۰/۰۱Ab	٦٦/٦ ±۰/۰۱Ab	٦/٥٩ ±۰/۰۱Ba
٤	٦/٦٢ ±۰/۰۱Ac	٦/٦٢ ±۰/۰۱Ac	٦/٥٨ ±۰/۰۳Bab
٥	٦/٥٩ ±۰/۰۱Ac	٦/٥٩ ±۰/۰۲Ac	٦/٥٨ ±۰/۰۲Aab

* حروف بزرگ غیرمشابه در هر سطر نشان دهنده اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵)، و حروف کوچک غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار (p<۰/۰۵) است.

۳-۲-ارزیابی دانسیته

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، اثر نوع تیمارها بر دانسیته معنی‌دار بوده به طوریکه بین تیمارهای ۱ و ۲، ۳، ۴ و ۵ اختلاف معنی‌دار وجود دارد (P<۰/۰۵). همچنین مشخص شد زمان نگهداری دارای اثر معنی‌داری بر دانسیته نمونه‌ها نبود. در این آزمون بیشترین میزان دانسیته مربوط به تیمار شاهد است که دلیل آن حضور مقادیر بالای شکر و نهایتا بالا بودن میزان مواد جامد محلول می‌باشد. بین تیمار شاهد (۱)، تیمار ۲ (۲۵٪ جایگزینی ساکارز با ربادیوزید A معادل شیرینی ساکارز و ۲۵٪ جایگزینی چربی شیر با مالتودکسترین)، تیمار ۳ (۵۰٪ جایگزینی ساکارز با ربادیوزید A معادل شیرینی ساکارز و ۵۰٪ جایگزینی چربی شیر با مالتودکسترین) و تیمار ۴ (۷۵٪ جایگزینی ساکارز با ربادیوزید A معادل شیرینی ساکارز و ۷۵٪ جایگزینی چربی شیر با مالتودکسترین) اختلاف معنی‌داری وجود دارد و اختلاف تیمارهای ۲، ۳ و ۴ نسبت به یکدیگر معنی‌دار نیست اما بین تیمارهای ۲، ۳ و ۴ با تیمار ۵ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. از آنجایی که در تیمار شاهد بیشترین میزان مواد جامد محلول وجود دارد دانسیته نسبت به سایر تیمارها بالاتر بوده و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها دارد. محدوده جایگزینی شکر با شیرین کننده ربادیوزید A در تیمارهای ۲، ۳، ۴ با توجه به مقدار جایگزینی ساکارز با ربادیوزید A ، بر حسب شیرینی معادل ساکارز تقریبا نزدیک به یکدیگر است و اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما در تیمار ۵ که کمترین دانسیته را در بین تمامی تیمارها دارد به دلیل جایگزینی کامل شکر میزان دانسیته کاملا افت داشته و اختلاف معنی‌داری با تیمارهای شاهد (۱)، ۲، ۳، ۴ دارد. نتایج مشاهده شده مطابق با نتیجه کاتوزیان و همکاران (۱۳۹۴) بود که از سوکرالوز و مالتودکسترین در فرمولاسیون خامه قنادی استفاده کردند که موجب کاهش دانسیته نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین Morais et al., (2014) با افزودن مقادیر مختلف اینولین، و مالتودکسترین به دسر لبنی شکلاتی، تغییری در دانسیته آن مشاهده نکردند که دلیل این اختلاف با نتایج حاصل از تحقیق احتمالا عدم افزایش مواد جامد محلول توسط کربوهیدرات‌های مذکور در دسر لبنی شکلاتی می‌باشد به گونه‌ای که این کربوهیدرات‌ها تنها موجب افزایش جذب آب گردیده‌اند و تاثیری بر افزایش مواد جامد محلول نداشته‌اند. مقادیر دانسیته نمونه‌های شیرکاکائو در کلیه تیمارها در محدوده استاندارد تعیین‌شده شیرطعم دار بود (۱۲).

جدول۲- مقادیر دانسیته نمونه‌های شیرکاکائو طی نگهداری (میانگین±انحراف معیار)

تیمار	بعد از تولید	روز سوم	روز پنجم
۱(شاهد)	۱/۰۷ ±۰Aa	۱/۰۷ ±۰Aa	۱/۰۷ ±۰Aa
۲	۱/۰٦ ±۰Ab	۱/۰٦ ±۰Ab	۱/۰٦ ±۰Ab
۳	۱/۰٦ ±۰Ab	۱/۰٦ ±۰Ab	۱/۰٦ ±۰Ab
٤	۱/۰٦ ±۰Ab	۱/۰٦ ±۰Ab	۱/۰٦ ±۰Ab
٥	۱/۰٥ ±۰Ac	۱/۰٥ ±۰Ac	۱/۰٥ ±۰Ac

حروف بزرگ غیرمشابه در هر سطر نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$)، و حروف کوچک غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) است.

۳-۳- ارزیابی بریکس

در جدول ۳ مقادیر بریکس نمونه‌های شیرکاکائو مشخص گردیده‌است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری بریکس نمونه‌ها نشان داد که بین تمامی تیمارها با تیمار شاهد(۱) و تیمار ۲ اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$) به‌طوری‌که تیمار شاهد (۱) و تیمار ۲ بیشترین میزان بریکس (به ترتیب ۱۷/۶۶ و ۱۷/۳۷٪) و تیمار ۵ کمترین بریکس (۱۳/۶۷٪) را دارا بودند. افزایش درصد بریکس با افزایش مقدار ساکارز به این علت است که افزودن قند باعث افزایش درصد ماده جامد محلول می‌گردد، یکی از مهم‌ترین فاکتورها درافزایش میزان بریکس نوشیدنی‌ها، میزان ساکارز موجود درآن‌ها می‌باشدکه با کاهش میزان این قند و افزایش رادیوزید A شاهد کاهش بریکس هستیم. اثر منفی قند استویا بر میزان بریکس به‌وسیله محققین دیگر نیزگزارش‌شده است که در بررسی آن‌ها با کاهش میزان ساکارز و افزایش قند استویا میزان بریکس کاهش یافته بود (۱۴، ۱۶ و ۳۳). همچنین نتایج نشان داد تغییرات بریکس به طول زمان نگهداری (به مدت پنج روز) بستگی نداشت و از لحاظ آماری اختلاف معنی داری بین مدت زمان نگهداری و میزان بریکس نمونه‌های شیر کاکائو مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

جدول۳- مقادیر بریکس (درصد) نمونه‌های شیرکاکائو طی نگهداری (میانگین±انحراف معیار)

تیمار	پس از تولید	روز سوم	روز پنجم
۱	۱۷/٦٦ ±۰/۲۹Aa	۱۷/٦۷ ±۰/۲۹Aa	۱۷/٦٥ ±۰/۳Aa
۲	۱۷/۳۷ ±۰/۱۱Aa	۱۷/۳۷ ±۰/۱۲Aa	۱۷/۳۷ ±۰/۱۲Aa
۳	۱٥/٦٦ ±۰/۲۹Ab	۱٥/٦۷ ±۰/۲۹Ab	۱٥/٦۷ ±۰/۲۹Ab
٤	۱٤/٦٦ ±۰/۲۹Ac	۱٤/٦۷ ±۰/۲۹Ac	۱٤/٦۷ ±۰/۲۹Ac
٥	۱۳/٦۷ ±۰/۲۹Ad	۱۳/٦۷ ±۰/۲۹Ad	۱۳/٦۷ ±۰/۲۹Ad

* حروف بزرگ غیرمشابه در هر سطر نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$)، و حروف کوچک غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) است.

۳-٤- ارزیابی میزان رسوب

در جدول ۴ میزان رسوب‌دهی نمونه‌های شیرکاکائو مشخص گردیده‌است. درطول نگهداری میزان رسوب نمونه‌های شیرکاکائو به‌طور معنی‌داری افزایش داشت ($P<۰/۰۵$) که این افزایش در نمونه شاهد بیشترین مقدار بود. این موضوع تأثیر قابل‌توجه پایدارکننده مالتودکسترین را در روندکاهش میزان رسوب و جلوگیری از دو فاز شدن شیرکاکائو در مدت نگهداری نشان می‌دهد. در تیمار ۵

(حاوی ۱۰۰ درصد ربادیوزید A و ۱۰۰ درصد التودکسترین) میزان رسوب نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت که احتمالا می‌تواند به دلیل تاثیر حذف کامل شکر و خامه بر پایداری شیر کاکائو و ته نشینی ذرات کاکائو باشد. این نتایج با نتایج حاصل از سایرتحقیقات مطابقت دارد (۲۹، ۳۰ و ۳۵). علت کاهش میزان رسوب در شیرکاکائو دراثرافزودن مالتودکسترین رامی‌توان به خاصیت آب‌دوستی مالتودکسترین و استویا و تشکیل سیستم کلوئیدی پایدار نسبت داد (۳۶).

جدول٤- مقادیر رسوب (درصد) نمونه‌های شیرکاکائو طی نگهداری (میانگین±انحراف معیار)

تیمار	پس از تولید	روز سوم	روز پنجم
۱	۲/۱۲ ±۰/۰۵Bb	۱/۸۸±۰/۰۳Cb	۲/۵۵ ±۰/۰٦Aa
۲	۲/۰۲ ±۰/۰٤Bc	۱/٦۹ ±۰/۰۳Cc	۲/۱۸ ±۰/۰۳Ab
۳	۱/٦۸ ±۰/۰۳Bd	۱/٤۱ ±۰/۰۸Cd	۱/۸۵ ±۰/۰٤Ac
٤	۱/٦ ±۰/۰۲Ae	۱/۳ ±۰/۰۳Be	۱/٦۷±۰/۰٤Ad
۵	۲/۳٤ ±۰Ba	۲/۰۳ ±۰/۰٤Ca	۲/۵٤ ±۰/۰۲Aa

* حروف بزرگ غیرمشابه در هر سطر نشان دهنده اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵)، و حروف کوچک غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار (p<۰/۰۵) است.

۳-۵- ارزیابی ویسکوزیته

با توجه به جدول ۵، ویسکوزیته نمونه‌های شیرکاکائو از ۱۳/۳ تا ۲۱/۸۳ سانتی پوآز متغیر بود. آنالیز واریانس نتایج ویسکوزیته نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد(P<۰/۰۵) به‌طوری‌که کمترین ویسکوزیته مربوط به نمونه شاهد و بیشترین ویسکوزیته مربوط به تیمار ۲ (شامل ۲۵ درصد مالتودکسترین و ۲۵ درصد ربادیوزید A) بود. به طورکلی با افزایش میزان ربادیوزید A و مالتودکسترین، ویسکوزیته تیمارها افزایش یافت که دلیل آن حضور مالتودکسترین در افزایش ویسکوزیته می‌باشد. نتایج اغلب پژوهش‌های پیشین موافق با نتایج این پژوهش بود در همین مورد می‌توان به نتایج گوگیسبرگ و همکاران (۲۰۱۱) مبنی برافزایش ویسکوزیته ماست حاوی استویا (۲۰)، لیساک و همکاران(۲۰۱۱) مبنی برافزایش ویسکوزیته ماست توت‌فرنگی(۲۶)، راد و همکاران(۲۰۱۲) مبنی بر عدم اختلاف معنی‌دار ویسکوزیته تیمار حاوی ۱۰۰ درصد استویا و ۶ درصد اینولین با تیمار شاهد در نمونه‌های شیر کاکائو (۳۰) اشاره نمود. نتایج علیزاده و همکاران (۲۰۱۴) مخالف با نتایج بدست آمده از این تحقیق بود، آن ها با جایگزینی استویا در بستنی کاهش ویسکوزیته را مشاهده کردند(۱۶). علت مغایرت نتایج می‌تواند مربوط به میزان هیدروکلوئیدهای همراه با استویا جهت جبران بافت ناشی از جایگزینی شکر و نوع فرآورده و همچنین سایر افزودنی‌ها در آن باشد. همچنین با توجه به جدول ۶ پس از سه روز نگهداری ویسکوزیته نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت اما پس از پنج روز نگهداری، ویسکوزیته کلیه تیمارها افزایش معنی‌داری یافت که می‌تواند ناشی از رسوب جزئی در شیرکاکائو و دوفازی شدن آن باشد. این نتایج با یافته‌های جعفری و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت دارد (۳).

جدول۵- مقادیر ویسکوزیته (سانتی پواز) نمونه‌های شیرکاکائو طی نگهداری (میانگین±انحراف معیار)

تیمار	پس از تولید	روز سوم	روز پنجم
۱	۱۳/۳±۰/٤٤Bd	۹/۱۳ ±۰/۸۱Cd	۱۵/۳۳ ±۰/۳۵Ad
۲	۱۹/۹۷ ±۰/٤۵Ba	۱٤/۹ ±۰/۳٦Ca	۲۱/۸۳ ±۰/۲۹Aa
۳	۱٤/٦ ±۰/۸۵Bc	۱۲/۱ ±۰/٤٦Cc	۱٦/۰۳ ±۰/٤Ad
٤	۱٦/۹۳ ±۰/۵۹Ab	۱۲/۹ ±۰/۵۲Bbc	۱۷/۳۷ ±۰/۸۱Ac
۵	۱۷/٦۷ ±۰/۷٦Bb	۱۳/۳۳ ±۰/۵۸Cb	۱۸/۸۳ ±۰/۳۲Ab

* حروف بزرگ غیرمشابه در هر سطر نشان دهنده اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵)، و حروف کوچک غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی-دار (p<۰/۰۵) است.

۳-٦- ارزیابی رنگ

با توجه به جداول ۶ الی ۸ مشخص گردید با افزایش درصد جایگزینی ربادیوزید A و مالتودکسترین، میزان پارامتر روشنایی (L*) تغییر معنی‌داری داشته است (P<۰/۰۵). میزان پارامتر روشنایی (L*) در تیمار شاهد(۱) در بیشترین مقدار خود و در تیمار ۴ (شامل ۷۵٪ ربادیوزید A و ۷۵٪مالتودکسترین) در کمترین مقدار خود ارزیابی شد که دلیل اصلی آن می‌تواند کاهش حجم زیادی از شکر و کاهش رنگ روشن ناشی از شکر در نمونه‌های شیر کاکائو باشد. اختلاف بین تیمار شاهد (۱) با سایر تیمارها معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) و بین تیمارهای ۳ (شامل ۵۰٪ ربادیوزید A و ۵۰٪ مالتودکسترین)، ۴ (شامل ۷۵٪ ربادیوزید A و ۷۵٪مالتودکسترین) و ۵ (شامل ۱۰۰٪ ربادیوزید A و ۱۰۰٪مالتودکسترین) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵) که مهمترین دلیل آن می‌تواند جایگزینی حجم مشابه شکر با ربادیوزید A و خامه با مالتودکسترین باشد. اختلاف بین تیمارهای ۳، ۴ و ۵ با تیمار ۲ نیز معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). مدت زمان نگهداری دارای اثر معنی‌داری در شاخص L* نمونه‌های شیر کاکائو نبود. نتایج آزمون رنگ سنجی در مورد شاخص L* با نتایج صدفی و همکاران، (۱۳۹۳) پیرامون تاثیراستویا و ایزومالت به‌عنوان جایگزین شکر برخواص کیفی و حسی آبنبات میوه‌ای (۶) و نیز با نتایج باسو و همکاران (۲۰۱۳) پیرامون اثر جایگزینی استویوزید و سوکرالوز با ساکارز بر ویژگی‌های رئولوژیکی، رنگی و ریز ساختاری مربا انبه (۱۷) تفاوت داشت که دلیل آن می‌تواند ماهیت رنگی شیر کاکائو باشد که با حذف شکر میزان تیرگی رنگ افزایش پیدا می‌کند و موجب کاهش میزان روشنایی نمونه‌ها می‌گردد. هم نوع تیمارها و هم زمان نگهداری دارای آثار معنی‌دار بر a* نمونه‌ها بود (P<۰/۰۵). در طول زمان نگهداری بالاترین a* مربوط به تیمار ۵ (۱۰۰٪ ربادیوزید A و ۱۰۰٪ مالتودکسترین) و کمترین شاخص مربوط به نمونه شاهد بود و بین همه تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). به طورکلی شاخص قرمزی در کلیه نمونه‌ها در طی نگهداری افزایش یافت. در کلیه تیمارها و در طی زمان نگهداری، بالاترین شاخص b* (زردی) مربوط به تیمار ۴ (۷۵٪ ربادیوزید A و ۷۵٪ مالتودکسترین) بود (P<۰/۰۵). در طی نگهداری، شاخص b* افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین شاخص در تیمار ۴ و در روز پنجم نگهداری مشاهده شد. نتایج به‌دست‌آمده را می‌توان به حذف حجم زیادی از شکرکه ظاهر را تحت تأثیر قرار می‌دهد نسبت داد. باطبی و همکاران، (۱۳۹۲) با بهینه‌سازی دسر لبنی با استفاده از استویا وکربوکسی متیل سلولز به نتایج مشابهی دست یافتند (۲).

جدول ٦- شاخص (L*) آزمون رنگ سنجی نمونه‌های شیرکاکائو طی نگهداری (میانگین±انحراف معیار)

تیمار	پس از تولید	روز سوم	روز پنجم
۱	۷۸/۹۱ ±۰/۵۸Aa	۷۸/٦۱ ±۰/۸Aa	۷۸/۰٤ ±۰/٦۹Aa
۲	۷٦/۸۲ ±۰/۳۹Ab	۷٦/٤۲ ±۰/٤٥ABb	۷٥/۹۹ ±۰/۲Bb
۳	۷٥/۳۱ ±۰/۲۳Ac	۷٥/۰۳ ±۰/۲٤Ac	۷٤/۸۱ ±۰/۲۲Ac
٤	۷٥/۲ ±۰/۱٦Ac	۷٤/٥۲ ±۰/۰۱Ac	۷٤/٤٤ ±۰/۰۹Ac
٥	۷٥/٤۳ ±۰/۲Ac	۷٤/۹۲ ±۰/۰٤ABbc	۷٤/٦۲ ±۰/۰۷Bc

* حروف بزرگ غیرمشابه در هر سطر نشان دهنده اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰٥)، و حروف کوچک غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار (p<۰/۰٥) است.

جدول۷- میزان شاخص (a*) آزمون رنگ سنجی نمونه‌های شیرکاکائو طی نگهداری (میانگین±انحراف معیار)

تیمار	زمان اول	زمان دوم	زمان سوم
۱	۲/۱٦ ±۰/۱۱Ce	۲/۳۹ ±۰/۱Bd	۲/٦۷ ±۰/۱٦Ad
۲	۳/۳۱ ±۰/۲۱Cd	۳/٦٤ ±۰/۱٦Bc	٤/۰۱ ±۰/۱۳Ac
۳	۳/۷۸ ±۰/۱۷Cc	٤/۰٦ ±۰/۱۳Bb	٤/۳۷ ±۰/۰۷Ab
٤	٤/۰۸ ±۰/۰۲Cb	٤/۳٦ ±۰/۱۳Ba	٤/۷۱ ±۰/۰٤Aa
٥	٤/۳۲ ±۰/۰٦Ba	٤/٥۲ ±۰/۲٤Ba	٤/۸۱ ±۰/۰۷Aa

* حروف بزرگ غیرمشابه در هر سطر نشان دهنده اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰٥)، و حروف کوچک غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار (p<۰/۰٥) است.

جدول ۸- میزان شاخص (b*) آزمون رنگ سنجی نمونه‌های شیرکاکائو طی نگهداری (میانگین±انحراف معیار)

تیمار	زمان اول	زمان دوم	زمان سوم
۱	۱٦/٥ ±۰/۰۱Ce	۱٦/۸۸ ±۰/۰۸Bd	۱۷/۲۲ ±۰/۱۱Ac
۲	۱٦/۷٥ ±۰/۰۷Bd	۱٦/۹۹ ±۰/۰۸Bd	۱۷/۳ ±۰/۰۹Ac
۳	۱۸/۲ ±۰Cb	۱۸/٥۳ ±۰/۰۲Bb	۱۸/۰۸ ±۰/۰۸Aa
٤	۱۸/٤۷ ±۰/۲۹Ca	۱۸/۸۳ ±۰/۳۱Ba	۱۹/۱۳ ±۰/۱۷Aa
٥	۱۷/٥۲ ±۰/۰٦Bc	۱۷/٦٤ ±۰/۱٤Bc	۱۸/۰۳ ±۰/۰٤Ab

* حروف بزرگ غیرمشابه در هر سطر نشان دهنده اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰٥)، و حروف کوچک غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار (p<۰/۰٥) است.

۳-۷- ارزیابی ویژگی‌های حسی

در جدول ۹ ویژگی‌های حسی نمونه‌های شیر کاکائو مشخص گردیده است. بالاترین امتیاز رنگ مربوط به تیمارهای ۳(۵۰ درصد مالتودکسترین و ۵۰ درصد ربادیوزید A) و ۴ (۷۵ درصد مالتودکسترین و ۷۵ درصد ربادیوزید A) و کمترین امتیاز رنگ مربوط به تیمار شاهد بود که احتمالاً به دلیل حضور مقادیر بالای شکر در تیمار شاهد و رنگ روشن آن می‌باشد که این موضوع با نتایج حاصل از آزمون رنگ سنجی این پژوهش نیز مطابقت دارد. از لحاظ بافت، تیمار ۲ (۲۵ درصد مالتودکسترین و ۲۵ درصد ربادیوزید A) و ۵ (۱۰۰ درصد مالتودکسترین و ۱۰۰ درصد ربادیوزید A) بالاترین امتیاز و نمونه شاهدکمترین امتیاز را کسب کرد که این موضوع با نتایج حاصل از آزمون ویسکوزیته مطابقت دارد. از لحاظ طعم نمونه شاهد و تیمار ۲ بالاترین امتیاز و تیمار ۵ کمترین امتیاز طعم را کسب کرد. از لحاظ پذیرش کلی تیمار ۳ بالاترین امتیاز و

تیمار ۵ کمترین امتیاز را کسب کردند. ازآن جا که مالتودکسترین پودری بی‌مزه است اختلاف در نتایج طعم عمدتاً ناشی از ربادیوزید A افزوده شده است. هرچه برمیزان شیرین کننده ربادیوزید A افزوده شود طعم آن کمی به تلخی متمایل می‌گردد و برای مصرف‌کننده چندان مطلوب نخواهد بود، لذا در نمونه‌هایی که میزان ساکارز بیش از ۵۰ درصد است این اثرکمترمشاهده می‌شود. پوشاندن تەمزه تلخی استویا به‌وسیله قندهای دیگرتوسط محققین دیگر گزارش شده‌است. کاردوسو و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که مصرف دوز بالای استویا باعث ایجادطعم تلخ در نکتار هلو می‌شود(۱۹). علیزاده و همکاران (۲۰۱۴) نیز برای نوشیدنی‌های شیرمیوه‌ای بیشترین پذیرش کلی را در نمونه‌های محتوی ۲۵ درصد استویا و ۷۵ درصد ساکارز گزارش کردند (۱۶). درتحقیقات گذشته کاهش مطلوبیت کلی از نظر ارزیابان در اثرجایگزینی ساکارز با شیرین‌کننده‌های رژیمی مختلف گزارش شده است. نتایج تحقیقات لی و همکاران (۲۰۰۸) در جایگزینی ساکارز به‌وسیله مخلوط سوکرالوز تا سطح ۵۰ درصد نشان داد که بین نمونه شاهد و تیمارهای رژیمی از نظر ارزیابان اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولی درسطوح ۶۰ و ۸۰ درصد ازمیزان مطلوبیت کلی به‌طور معنی‌داری کاسته شده که تأیید کننده نتایج فوق می‌باشد (۲۵).

جدول ۹- ویژگی‌های حسی نمونه‌های شیر کاکائو (میانگین±انحراف معیار)

تیمار	رنگ	بافت	طعم	پذیرش کلی
۱	^{d}۰/۲۵±۲/۶۴	^{d}۰/۱۳±۳/۷۸	^{b}۰/۱۳±٤/۱٤	^{b}۰/۰۵±٤/۱٤
۲	^{c}۰/۲۵±۳/٤۲	^{a}۰/۱۳±٤/٦۱	^{b}۰/۱۰±۳/۹٤	^{c}۰/۰۵±۳/۸٦
۳	^{a}۰/۱۷±٤/۵٦	^{c}۰±٤/۰۸	^{a}۰/۱۳±٤/۵٦	^{a}۰/۱۷±٤/۳۱
٤	^{a}۰/۱۹±٤/۸۹	^{b}۰/۰۵±٤/۳۱	^{c}۰/۱۰±۲/۸۱	^{d}۰/۰۵±۳/۱۱
۵	^{b}۰/۰۹±٤/۱٤	^{a}۰/۱٤±٤/۵۰	^{d}۰/۲۵±۲	^{e}۰/۰۵±۲/٤۷

* حروف غیرمشابه نشان دهنده در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$).

٤-نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج ارزیابی پذیرش کلی می‌توان نتیجه گرفت که در بین تیمارهای تست، تیمار ۳ (۵۰ درصد مالتودکسترین و ۵۰ درصد ربادیوزید A) به لحاظ ویژگی‌های حسی شباهت بیشتری به تیمار شاهد دارد و از طرفی این تیمار از لحاظ ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نیز مطلوب می‌باشد، بنابراین می‌توان آن را به‌عنوان تیمار برتر معرفی نمود و از این فرمولاسیون در تولید شیرکاکائو فراسودمند استفاده کرد.

۵-منابع

۱. اسمیت، گ. ۱۳۹٤. فرآوری شیر بهبود کیفیت فرآورده‌های لبنی. ترجمه پوراحمد، ر. و فدائی، و. تهران: انتشارات دانش پرور.

۲. باطبی، ر.، نقدپور، م. و عندلیب، پ. ۱۳۹۲. بهینه سازی دسر لبنی با استفاده از استویا وکربوکسی متیل سلولز. *نشریه فرآوری و تولید مواد غذایی*،جلد۱۳، شماره۲، ۵۹-۵۷..

۳. جعفری، م.، فدائی نوغانی، و. و دانشی، م. ۱۳۹۵. بررسی تولید شیر کاکائوی فراسودمند با استفاده از شیرین کننده‌های ریبادیوزید A، اینولین، الیگوفروکتوز و ایزومالت. *پژوهش‌های صنایع غذایی*، جلد ۲۶، شماره۱، ۱۳۷-۱۲۳.

٤. حسین آبادی، ف.، محمدی، م.، کرباسی زاده، و. و مفید، م. ۱۳۹۳. بررسی اثر استویوساید و استویا ریبودیانا بر رشد استرپتوکوکوس موتانس. *فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان*، جلد۱، شماره۱۶، ۷۸-۷۲.

۵. رفتنی امیری، ز.، محمودی، م ج. و علیمی، م. ۱۳۹۲. تاثیر مالتودکسترین به عنوان جایگزین چربی بر روی کیفیت ماست بدون چربی. *پژوهشهای صنایع غذایی (دانش کشاورزی)*، جلد۲۳، شماره۱، ۱۴۲-۱۳۳.

۶. صدفی، م.، خورشید پور، ب. و هاشمی روان، م. ۱۳۹۳. بررسی‌تاثیر استویا و ایزومالت به‌عنوان جایگزین شکر برخواص‌کیفی و حسی آبنبات‌میوه‌ای. *علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد ۶۵، شماره۱۴، ۲۱۰-۲۰۹.

۷. غیبی، ن.، رفتنی امیری، ز. و کسائی، م ر. ۱۳۹۵. بررسی اثر استویا و اینولین بر روی ساختار، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی رژیمی. *علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد۱، شماره۱۴، ۱۴-۱.

۸. محمودی، م.، رفتنی امیری، ز. و علیمی، م. ۱۳۹۰. ارزیابی تاثیر مالتودکسترین به عنوان جایگزین چربی بر روی کیفیت ماست کم چرب. بیستمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، تهران، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۴ (۲۴): ۷-۱.

۹. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۳. اندازه‌گیری مواد جامد محلول، استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۹۴.

۱۰. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۵. روش آزمون اسیدیته و pH شیر و فرآورده‌های آن، استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲.

۱۱. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۹. اندازه‌گیری مقدار چربی شیر، استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۴.

۱۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۳. شیر طعم دار- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۲۷.

۱۳. میلانی، ا.، بقایی، ه. و مرتضوی، ع.، ۱۳۹۰. اثرجایگزینی عسل، خرما،گوار برویژگیهای فیزیکوشیمیایی، بافت و ویسکوزیته دسر بستنی ماستی کم‌چرب پرتقالی. *نشریه پژوهش‌های علوم وصنایع غذایی ایران*، جلد۷، شماره۲، ۱۲۰-۱۱۵.

۱۴. هاشمی، ن.، ربیعی، ح.، توکلی پور، ح. وگازرانی، س. ۱۳۹۳. بررسی اثرجایگزینی قندگیاه استویا با ساکارز بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی شربت رژیمی زعفران. *نشریه زراعت وفناوری*، ۴جلد۴، شماره۲، ۳۱۰-۳۰۳.

15. Aidoo, R.P., Afoakwa, E.O. and Dewettinck, K. 2015. Rheological properties, melting behaviours and physical quality characteristics of sugar-free chocolates processed using inulin/polydextrose bulking mixtures sweetened with stevia and thaumatin extracts. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1): 592-597.
16. Alizadeh, M., Azizi-Lalabadi, M., Ansari, H., and Kheirouri, S. 2014. Effect of stevia as a substitute for sugar on physicochemical and sensory properties of fruit based milk shake. *Journal of Research and Reports*. 3(11): 1421-1429.
17. Basu, S., Shivhare, U.S. and Singh, T.V. 2013. Effect of substitution of stevioside and sucralose on rheological, spectral, color and microstructural characteristics of mango jam. *Journal of Food Engineering*, 114(4): 465-476.
18. Belitz, H.D., Grosch, W. and Schieberle, P. 2009. Food chemistry,Walter de Gruyter, Berlin, 1114 p.
19. Cardoso, J. M. P. and Bolimi, H.M.A. 2007. Different sweeteners in peach nectar: Ideal and equivalent sweetness. *Food Research International* 40: 1249–1253.
20. Guggisberg, D., Piccinali, P. and Schreier, K. 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.

21. Hobbs, L. 2009. Sweeteners from Starch: Production, properties and uses. Starch: Chemistry and Technology 3rd Ed. Academic Press, Elsevier, London, 797-832.
22. Jeppesen, P.B., Gregersen, S., Rolfsen, S.E.D., Jepsen, M., Colombo, M., Agger, A., Xiao, J., Kruhøffer, M., Ørntoft, T. and Hermansen, K. 2003. Antihyperglycemic and blood pressure-reducing effects of stevioside in the diabetic Goto-Kakizaki rat. *Metabolism*, 52(3): 372-378.
23. Kroger, M., Meister, K. and Kava, R. 2006. Low-calorie sweeteners and other sugar substitutes: a review of the safety issues. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 5(2): 35-47.
24. Kroyer, G. 2010. Stevioside and Stevia-sweetener in food: application, stability and interaction with food ingredients. *Journal of Verbraucherschutz and Lebensmittelsicherheit*, 5: 225–229.
25. Lee, C.-C., Wang, H. F., Lin, S. D. 2008. Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cake. *Cereal chem*, 85: 515-521.
26. Lisak, k., Jelicic, I., Tratnik, L. and Bozanic, R. 2011. Influence of sweetener stevia on the quality of strawberry flavoured fresh yoghurt. Quality of flavoured fresh yoghurt. *Mljekarstvo*, 61 (3): 220-225.
27. McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *Hort Science*, 27(12): 1254-1255.
28. Peryam, D.R. and Girardot, N.F., 1998. Advanced taste-test method. HEDONIC SCALE.
29. Prakash, S., Huppertz, T., Karvchuk, O. and Deeth, H. 2010. Ultra-high-temperature processing of chocolate flavoured milk. *Journal of Food Engineering*, 96(2): 179-184.
30. Rad, A.H., Delshadian, Z., Arefhosseini, S.R., Alipour, B. and Jafarabadi, M.A. 2012. Effect of inulin and stevia on some physical properties of chocolate milk. *Health promotion perspectives*, 2(1): 42-43.
31. Rahas, A., Makita, S. 2002. Replacing sugar of ice cream with steivia. *Journal of quality control*, 3(5): 111-117.
32. Raiesi Ardali, F., Alipour, M., shariati, M.A., Taheri, S and Amiri, S. 2014. Replacing sugar by Rebaudioside A in orange drink and produce a new drink. *Indian Journal of Research in Pharmacy and Biotechnology*, 2(2): 1131-1135.
33. Saavedra-Leos, Z., Leyva-Porras, C., Araujo-Díaz, S.B., Toxqui-Terán, A. and Borrás-Enríquez, A.J. 2015. Technological Application of Maltodextrins According to the Degree of Polymerization. *Molecules*, 20(12): 21067-21081.
34. Shukla, S., Mehta, A., Mehta, P. and Bajpai, V.K. 2012. Antioxidant ability and total phenolic content of aqueous leaf extract of Stevia rebaudiana Bert. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 64(7): 807-811.
35. Spagnuolo, P.A., Dalgleish, D.G., Goff, H.D. and Morris, E.R. 2005. Kappa-carrageenan interactionsin systems containing casein micelles and poly-saccharide stabilizers. *Food Hydrocolloids* 19: 371-377.
36. Tijssen, R.L.M., Canabady-Rochelle, L.S. and Mellema, M. 2007. Gelation upon long storage of milk drinks with carrageenan. *Journal of Dairy Science*, 90: 2604–2611.

(Original Research Paper)

The Replacement Effect of Robadioside A and Maltodextrin on the Physicochemical and Sensory of properties Cocoa Milk

Ali Reza Abedini[1], Rezvan Pour Ahmad[2*], Mahnaz Hashemi Ravan[3]

1-M.Sc. Student of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
2-Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
3-Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

Received:30/04/2017 Accepted:24/08/2017

Abstract

During the years, there have been concerns about adverse effects of sugar and fat consumption on human health and always make the human's mind busy in order to provide harmless alternatives of sugar and fat. The aim of this study was to investigate the effect of rebaudioside A as a sugar substitute and maltodextrin as a fat replacer on physicochemical and sensory properties of pasteurized cocoa milk during storage. Rebaudioside A as sugar substitute (0-100%) and maltodextrin as fat replacer (0-100%) were used in cocoa milk production.Then physicochemical and sensory properties of cocoa milk samples were examined. The results showed that by increasing rebaudioside A and maltodextrin, the amounts of pH, density, brix and lightness index (L*) decreased significantly ($p<0.05$) but the levels of red color index (a*), yellow color index (b*) and viscosity increased significantly ($p<0.05$). During storage, sediment level, red color index (a*) and yellow color index (b*) increased significantly ($p<0.05$) in all of samples. The results of sensory evaluation showed that among test samples, sample containing 50% rebaudioside A and 50% maltodextrin had more similarity to control sample. This sample showed the best results in terms of physicochemical and sensory properties. Therefore, cocoa milk sample containing 50% rebaudioside A and 50% maltodextrin was selected as the best sample.

Keywords: Rebaudioside A, Maltodextrin, Sugar Substitute, Fat Replacer, Cocoa Milk.

[*]Corresponding Author: rjpourahmad@yahoo.com,