نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد هشتم، شماره یکم، ۹۵
۲۳-۴۰
http://ejfpp.gau.ac.ir

تاثیر افزودن سوکرالوز و مالتودکسترین بر خواص رئولوژیکی، فیزیکیوشیمیایی و حسی خامه قنادی

ایمان کاتوزیان[۱]، *علی معتمدزادگان[۲] و محمد دانشی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت‌ا... آملی، آمل، ایران
[۲]دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[۳] معاون کیفیت و نوآوری، شرکت شیرخشک نوزاد پگاه، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۴/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۳۰

چکیده

سابقه و هدف: در سال‌های اخیر با توجه به افزایش میزان چاقی و مشکلات ناشی از مصرف غذاهای پرکالری، تولید کنندگان مواد غذایی همواره سعی در کاهش میزان انرژی محصولات داشته‌اند. علی‌رغم فواید ساکارز به عنوان یک شیرین‌کننده طبیعی با ویژگی‌های عملکردی ممتاز، اما برخی مشکلات سلامتی نظیر فشارخون بالا، بیماری‌های قلبی، فساد دندان، چاقی و افزایش سطح گلوکز خون نیز با آن همراه است. پژوهش‌های روز افزونی جهت جایگزینی ساکارز با سایر شیرین‌کننده‌ها در دست انجام است. در این پژوهش نیز امکان جایگزینی ساکارز با استفاده از مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین در سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: خامه ۳۵ درصد چربی شرکت شیر پاستوریزه پگاه تهران از لحاظ چربی (۳۰ درصد) استاندارد شد. مخلوط تا دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد گرم شد، سپس ساکارز، پایدار کننده تجاری (روبرته ۱۱۸۵، فرانسه) و مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین به خامه اضافه و مخلوط شدند. مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین جهت جایگزینی ساکارز در مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد (وزنی/وزنی) استفاده شد. پس از تولید، آزمون‌های رئولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و حسی روی نمونه‌ها انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد به کمک نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس انجام شد.

*نویسنده مسئول: amotgan@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

یافته‌ها: بهترین نمونه‌ها از نظر افزایش حجم به‌ترتیب نمونه‌های ۲۵و ۵۰ درصد سوکرالوز- مالتودکسترین بودند. در تمامی نمونه‌ها، فاز سرم جدا شده مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بیشترین ویسکوزیته کمپلکس مربوط به نمونه‌های ۵۰ و ۱۰۰ درصد سوکرالوز- مالتودکسترین بود که خواص بافتی مطلوبی را ایجاد کردند. مدول ذخیره، مدول افت و مدول کمپلکس نمونه حاوی ۱۰۰ درصد سوکرالوز- مالتودکسترین تفاوت معناداری با سایر نمونه‌ها داشت (P<۰/۰۵). تانژانت افت نمونه‌ها مقادیری پایین و مشابه به یک‌دیگر از خود نشان داد (P>۰/۰۵). بررسی خواص حسی، ارزیابی کلی نمونه‌ها نشان داد که بهترین نمونه ۵۰ درصد سوکرالوز- مالتودکسترین بود.

نتیجه‌گیری: مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین می‌تواند به‌طور کامل جایگزین ساکارز موجود در خامه قنادی گردد. با توجه به کلیه صفات مورد سنجش در این پژوهش، نمونه سوکرالوز- مالتودکسترین ۵۰ درصد بهترین جایگزین ساکارز است.

واژه‌های کلیدی: خامه قنادی، سوکرالوز، مالتودکسترین، رئولوژی، خواص حسی.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

خامه قنادی یکی از پرمصرف‌ترین فرآورده‌های لبنی در صنایع غذایی است که در شیرینی‌های خامه‌ای، دسرها و کیک‌ها استفاده می‌شود (۳). خواص زدن خامه حاصل از یک شیر با سپراتورهای متفاوت می‌تواند به‌طور قابل توجه متفاوت باشد (۱). با افزایش دمای جداسازی از ۲۵ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد افزایش حجم[1] خامه زده شده افزایش می‌یابد (۱۳). فرآیند هموژنیزاسیون می‌تواند با تاثیر منفی بر عملیات زدن خامه سبب افزایش مدت زمان زدن و کاهش افزایش حجم محصول نهایی گردد. دلیل این پدیده به کاهش تمایل غشا گلبول‌های چربی هموژنیزه شده که از کازئین تشکیل شده‌اند به جذب سطحی بر سطح مشترک حباب‌های هوا و نیروی برشی القاء شده در مقایسه با گلبول‌های چربی خامه غیرهموژنیزه نسبت داده می‌شود (۲۱). برای بهبود خواص زدن خامه هموژن شده، امولسیفایرها به خامه اضافه می‌شوند. مطالعات مختلفی در زمینه تأثیر پایدارکننده‌ها بر ویژگی‌های رئولوژیکی و پایداری خامه قنادی انجام شده است (۶ و ۱۰).

مالتودکسترین یکی از جایگزین‌های چربی بر پایه کربوهیدرات است که از هیدرولیز پلی‌ساکاریدهای مغذی و خشک کردن پاششی نشاسته به‌دست می‌آید. استفاده از مالتودکسترین سبب افزایش جذب آب در سیستم‌های غذایی و ایجاد احساس دهانی خوب در محصول می‌گردد. نشاسته گندم، ذرت، سیب‌زمینی، جو دوسر یا تاپیوکا مهم‌ترین منابع تولید مالتودکسترین‌ها می‌باشند (۸). انرژی حاصل از مالتودکسترین خشک ۴ کیلوکالری برای هر گرم است و مالتودکسترین هیدراته شده با ایجاد ژل برگشت‌پذیر (طی فرآیندی سرد کردن) انرژی در حدود ۱ کیلوکالری برای هر گرم تولید می‌کند (۴).

سوکرالوز پودری سفید، شفاف، فاقد قابلیت جذب رطوبت و روان است که بدون بروز هیچ طعم ناخوشایند، ۶۰۰ برابر شیرین‌تر از ساکارز است و شیرینی آن در دهان باقی می‌ماند و طعمی مشابه ساکارز دارد. سوکرالوز در بدن انرژی تولید نمی‌کند و بدون تغییر در ساختار شیمیایی خود از بدن عبور می‌کند. این ترکیب به‌عنوان یک شیرین‌کننده در مکمل‌های غذایی، مواد دارویی، ویتامین‌ها، مکمل‌ها، مواد معدنی و دارویی قابل استفاده است (۱۱) و برای عموم مردم از جمله زنان باردار، مادران شیرده و کودکان در کلیه سنین قابل استفاده است. هدف از این پژوهش بررسی جایگزینی

1. Overrun

Archive of SID

www.SID.ir

ساکارز با مقادیر مختلف مخلوط سوکرالوز مالتودکسترین در خامه قنادی جهت دست‌یابی به مناسب‌ترین مقدار جایگزینی از لحاظ رئولوژیکی، فیزیکی، حسی و بررسی امکان جایگزینی کامل ساکارز با مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین بود.

مواد و روش‌ها

مواد: خامه مورد نیاز برای این تحقیق، از تانک‌های مشخص به بیدون‌های کاملاً تمیز منتقل شد و نمونه‌ها پیش از شروع تولید به سردخانه بخش تحقیق و توسعه شرکت شیر پاستوریزه پگاه تهران منتقل گردید، سپس در دمای ۴-۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. هم‌چنین شیر پس چرخ[1] مورد نیاز برای استاندارد کردن درصد چربی خامه، از تانک شیر پس چرخ واحد تراپک با شیر پاستوریزه ۲/۵ درصد چربی استفاده شد، پایدار کننده تجارتی روبرته ۱۱۸۵[2] به همراه سوکرالوز و مالتودکسترین (۱۲=دکستروز اکی والان[3]) از شرکت ماردین (تهران، ایران) تهیه شد. لیست مواد تشکیل دهنده این پایدار کننده تجارتی روبرته[4] ۱۱۸۵ (روبرته، فرانسه) شامل کاراگینان (E407)، صمغ دانه خرنوب (E410)، صمغ گوار (E412)، صمغ زانتان (E415) مونو و دی گلیسرید (E415) و پلی‌سوربات (E432) بود. ساکارز نیز از شرکت شیر پاستوریزه پگاه تهران تامین شد.

روش تهیه نمونه‌ها: خامه خروجی از سپراتور شرکت شیر پاستوریزه پگاه تهران تا میزان چربی ۳۰ درصد با استفاده از شیر پس چرخ (چربی ۰/۱درصد) استاندارد شد. خامه حاصل شده در گرم‌خانه (شرکت دلوو[5]، ایتالیا) تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد گرم شد، سپس پایدارکننده تجارتی به مقدار۰/۵درصد وزنی به خامه افزوده شد. ساکارز به ازاء ۲۰ درصد (وزنی/وزنی) برای تولید نمونه شاهد استفاده شد. مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین برای جایگزینی ساکارز درمقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد (وزنی/وزنی) استفاده شد. و بر این اساس مقدار جایگزینی ساکارز با سوکرالوز در مقادیر مختلف (وزنی/وزنی) محاسبه شد. در ضمن، به ازای دو سوم مقدار ساکارز خارج شده در مقادیر جایگزینی مختلف (وزنی/وزنی)، مالتودکسترین به مخلوط‌های جایگزین شده با سوکرالوز جهت افزایش ماده

1. Skim milk
2. Robertete 1185
3. Dextrose equivalent
4. Stabilizer
5. Delvo

Archive of SID

www.SID.ir

خشک اضافه شد. سپس، ترکیب به‌مدت ۵ دقیقه در همزن اتوماتیک (شرکت برجایا[1]، مالزی) در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌طور کامل هم‌زده شد.مرحله پاستوریزاسیون در گرم‌خانه در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۶ ثانیه انجام شد. هموژنیزاسیون خامه در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد پس از پاستوریزاسیون، تحت فشار۱۰۰ بار با هموژنایزر (شرکت APV، دانمارک) انجام شد. در ادامه فرآیند مخلوط در سردخانه زیر صفر (۱۸- درجه سانتی‌گراد) به‌مدت یک روز نگهداری شد تا مقادیر کافی چربی جامد، جهت تشکیل ساختار کف، در طی عمل زدن حاصل شود (۱۵). نمونه‌های ۵ لیتری پس از خروج از سردخانه حالت نیمه جامد داشته و در همزن اتوماتیک با سرعت چرخشی ۹۲۵ دور بر دقیقه به‌مدت ۱ دقیقه هم‌زده شدند، تا حداکثر افزایش حجم حاصل شود.

آزمون‌ها

الف) تعیین مقدار ماده خشک: ماده خشک نمونه‌ها با دستگاه رطوبت‌سنج (سارتوریوس[2]، آلمان) تعیین شد. میزان لازم از نمونه مطابق با راهنمای دستگاه در ظرف آلومینیومی دستگاه ریخته شد، سپس دما و زمان لازم مربوط به فراورده خامه طبق راهنما تنظیم گردید. در انتها، وزن محتویات ظرف به همراه درصد رطوبت نمونه قرائت شد. درصد ماده خشک کل، با کسر درصد رطوبت از ۱۰۰ محاسبه گردید (۱۵).

ب) آزمون‌های رئولوژیکی: اندازه‌گیری ویسکوزیته و خواص رئولوژیکی شامل مدول ذخیره (G´)، مدول افت (G´´)، مدول کمپلکس (G*)، تانژانت افت (tgδ) و ویسکوزیته کمپلکس (η*) پس از زدن خامه و رسیدن به حداکثر افزایش حجم توسط دستگاه رئومتر (Bohlin Gemini HR Nano، مالورن[3]، انگلستان)، با صفحه[4]موازی شماره ۵ انجام شد. آزمون‌ها در ۱۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شدند (۱۹).

جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته و خواص رئولوژیکی، حدود ۱۰ میلی‌لیتر از خامه قنادی زده شده روی صفحه دستگاه رئومتر قرار داده شد و خواص رئولوژیکی نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید.

1. Berjaya
2. Sartorius
3. Malvern
4. Plate

Archive of SID

www.SID.ir

ج) سرم دهی: مقدار معینی نمونه (۶۵ گرم) توسط ترازوی با دقت ۰/۰۱گرم (کرن، آلمان) اندازه‌گیری شد و روی توری فلزی که روی یک استوانه مدرج قرار داده شده وزن گردید سپس به مدت دو ساعت در گرم‌خانه (ممرت آلمان) با دمای ۲۰-۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵ درصد نگهداری شد و میزان سرم خارج شده اندازه‌گیری گردید (۱۵).

د) افزایش حجم: جهت اندازه‌گیری افزایش حجم مقدار ۲۵ میلی‌لیتر از خامه قنادی زده شده در ظرفی با حجم یکسان ریخته شد و سطح آن صاف گردید، خامه‌زده نشده هم در ظرفی با حجم یکسان ریخته و سطح آن صاف شد. سپس طبق رابطه ۱ افزایش حجم محاسبه گردید (۱۸).

(رابطه ۱) $$\text{درصد افزایش حجم} = \left[\frac{M_1 - M_2}{M_2}\right] \times 100$$

در این رابطه M_1 وزن خامه زده نشده با حجم معین و M_2 وزن خامه زده شده با همان حجم است.

هـ) آزمون حسی: برای ارزیابی حسی تیمارهای انتخابی، ۷۵ نفر از مردم عادی جهت چشیدن نمونه‌ها انتخاب شدند. ۵ نمونه خامه قنادی در ظروف ۲۵ میلی‌لیتری قرار داده شدند و هر ظرف با کدهای سه‌رقمی تصادفی شماره‌گذاری گردید. نمونه‌ها از لحاظ ویژگی‌های نظیر بافت، عطر و بو، طعم و مزه و نظر نهایی توسط ارزیاب‌ها مورد بررسی قرار گرفتند (۲۲).

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار آنالیز واریانس شد. مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس۲۲[1] و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزاراکسل ۲۰۱۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

تغییرات در ماده خشک: مقادیر ماده خشک کل نمونه‌ها در مقادیر مختلف مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین در جدول ۱ آمده است. با افزایش درصد جایگزینی درصد ماده خشک کاهش یافت.

1. SPSS22

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مقادیر افزایش حجم و ماده خشک نمونه‌ها.

Table 1. Overrun and dry matter values of the samples.

سوکرالوز- مالتودکسترین (درصد) Sucralose-maltodextrin (%)	افزایش حجم (درصد) Overrun (%)	ماده خشک (درصد) Dry matter (%)
0	$109.97\pm 0.31^{(a)*}$	$46.12 \pm 0.66^{(a)*}$
25	$115.53\pm 0.75^{(a,b)}$	$43.74 \pm 0.10^{(b)}$
50	$103.10\pm 0.58^{(a,b)}$	$41.22\pm 0.24^{(c)}$
75	$96.45\pm 0.92^{(a,b)}$	$38.59\pm 0.32^{(d)}$
100	$76.64\pm 0.46^{(b)}$	$35.67 \pm 0.12^{(e)}$

* حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌های مختلف است (p>۰/۰۵).

* The values with the same letters were not significantly different (p>0.05).

افزایش حجم: براساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق از لحاظ آماری اختلاف معناداری بین افزایش حجم نمونه‌های مختلف جایگزینی خامه قنادی مشاهده نشد. همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است علی‌رغم فقدان اختلاف معنی‌داری بین مقادیر مختلف جایگزینی، تیمار ۱۰۰ درصد سوکرالوز- مالتودکسترین اختلاف معنی‌داری را نسبت به نمونه شاهد از خود نشان داد (P<۰/۰۵). بیشترین مقدار افزایش حجم در بین نمونه‌ها مربوط به جایگزینی ۲۵درصد سوکرالوز- مالتودکسترین تعلق داشت. با توجه به این نکته که افزایش مقدار مالتودکسترین که باعث افزایش سختی ساختار خامه قنادی و کاهش در افزایش حجم می‌شود نتایج حاصل قابل توجیه می‌باشند. قابل ذکر است این ویژگی نامطلوب با افزودن پایدار کننده نظیر روبرته می‌تواند مرتفع گردد. پایدارکننده تجارتی روبرته حاوی صمغ کاراگینان، صمغ دانه لوبیا، صمغ زانتان، مونو و دی گلیسرید و پلی سوربات است. افزودن صمغ زانتان در ترکیب خامه قنادی تاثیر به‌سزایی در افزایش حجم خامه قنادی ندارد ولی با افزایش مدت زمان زدن هوای بیشتری وارد امولسیون می‌شود و ساختار خامه قنادی بهبود می‌یابد (۲۳). مونو و دی گلیسریدها در افزایش حجم خامه قنادی نقش مهمی ایفاء می‌کنند. گلبول‌های چربی خامه قبل از فرآیند زدن دارای بار منفی در سطح می‌باشندکه با دفع بارها از یک‌دیگر از تجمع گلبول‌های چربی جلوگیری می‌شود. با استفاده از این امولسیفایرها قبل از فرآیند زدن، امولسیون پایدار می‌شود (۷). استفاده از مالتودکسترین در تولید بستنی کم چرب سبب افزایش سنگینی ، چسبنده‌گی و خیسی بستنی شود. با افزایش درصد جایگزینی مالتودکسترین دانسیته افزایش و افزایش حجم محصول کاهش می‌یابد (۲۲). کاماچو و همکاران (۱۹۹۸) بیان کردند که صمغ دانه لوبیا به‌همراه پایدار کننده کاراگینان سبب کاهش افزایش حجم خامه قنادی پس از فرآیند انجماد و نگهداری خامه قنادی گردید و افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

مقدار هیدروکلوئید سبب کاهش افزایش حجم محصول شد (۳). بهبود افزایش حجم نمونه‌های حاوی کاراگینان در مقایسه با نمونه شاهد مرتبط با واکنش‌های ایجاد شده بین کاراگینان و پروتئین‌ها است که در ویژگی عملکردی و کف کردن خامه قنادی نقش مهمی را ایفا می‌کنند (۳). مقدار بهینه و مطلوب افزایش حجم در محدوده ۱۲۰-۱۱۵درصد گزارش شده است (۷).

سرم دهی[1]: بر اساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، فاز سرم جدا شده در هیچ کدام از نمونه‌ها مشاهده نشد. با افزایش مقدار سوکرالوز- مالتودکسترین، ماده خشک در تیمارها مقداری کاهش یافت ولی به‌علت محبوس شدن مولکول‌های آب در ساختار مالتودکسترین میزان سختی امولسیون افزایش یافت. بر اساس گزارش یوسفی‌زاد و همکاران (۲۰۱۳) جایگزین کردن چربی بستنی با مالتودکسترین سبب افزایش ویسکوزیته و کاهش قابلیت ارتجاع پذیری و زدن محصول می‌شود. در ضمن، مالتودکسترین منجر به افرایش مقاومت ذوب در نمونه‌های بستنی شد (۲۲). هم‌چنین محمودی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که افزودن مالتودکسترین سبب کاهش فاز سرم جدا شده از ماست گردید (۱۷) امولسیفایر و پایدارکننده با برقرار کردن پیوندهای لازم بر سطح گویچه‌های چربی و فاز سرم، بافت نهایی را شکل می‌دهند (۲) که در این بین می توان به کاراگینان اشاره کرد که در خامه قنادی با ایجاد بافت کره‌ای جدا شدن در زمان کوتاه سرم در خامه قنادی ایجاد می کند(۳). قابل ذکر است که مقدار مناسب و بهینه فاز سرم جداشده خامه قنادی در محدوه ۴-۰ میلی‌لیتر گزارش شده است (۷). براین اساس تمامی نمونه‌ها مورد بررسی از این حیث مطلوب تلقی می‌شوند.

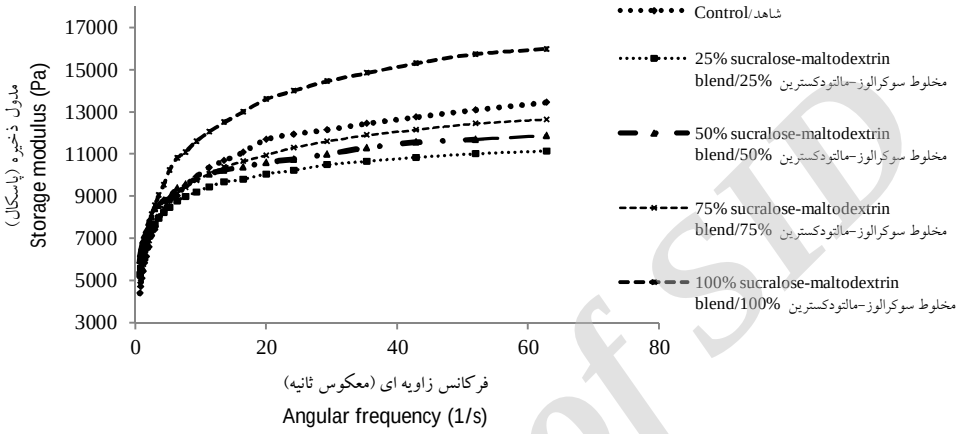
مدول ذخیره (**G´**): همان‌طوری که در شکل ۱ نشان داده شد است، بالاترین مقدار مدول ذخیره مربوط به مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین ۱۰۰ درصدبود. با افزایش جایگزینی مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین مدول ذخیره افزایش یافت (شکل ۱). قابل ذکر است که از لحاظ آماری اختلاف معناداری بین مدول ذخیره نمونه‌ها وجود نداشت. نتایج این بررسی نشان داد که با افزایش جایگزینی با مالتودکسترین، مدول ذخیره و در نهایت سختی نمونه افزایش یافت. این تغییر تا حدی برای بافت خامه قنادی مطلوب و سبب کاهش سرم‌دهی خامه قنادی می‌گردد. بر اساس گزارش اسپرونی و همکاران (۲۰۰۹) از لحاظ رئولوژیکی خامه قنادی سیستم ژلی ضعیف است که دراین سیستم پروتئین‌ها با جذب سطح مشترک روغن و آب شبکه ژلی کاذب ایجاد می‌کنند (۲۰). مدول ذخیره

1. Drainage

Archive of SID

www.SID.ir

متناسب با مقدار ماده خشک موجود در ساختار کف حاصل شده است. ساختار طبیعی حالت جامد کف حاصل شده در اثر زدن توسط درجه واکنش بین اجزا سرم نظیر چربی–چربی، پروتئین– پروتئین و پروتئین– کربوهیدرات با آب تقویت می‌شود (۱۲).



شکل ۱– مدول ذخیره نمونه‌های خامه قنادی.

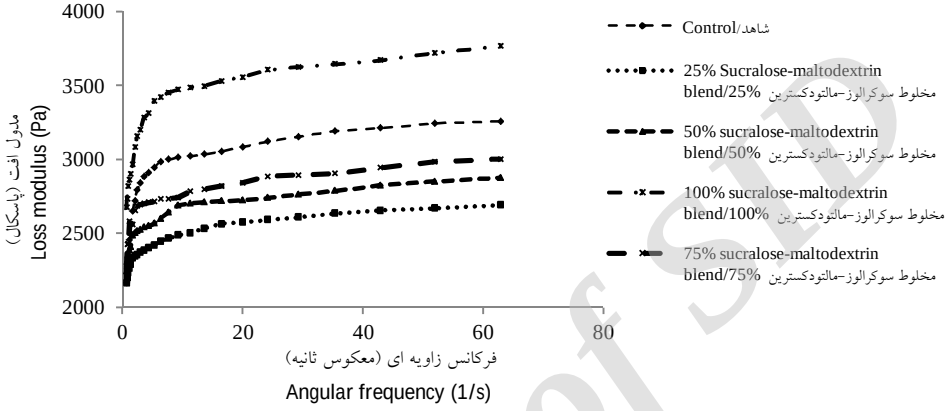
Figure 1. Storage modulus in whipped cream samples.

مدول افت (**G´´**): شکل ۲ رئوگرام مدول افت نمونه‌های خامه قنادی را نشان می‌دهد. همان‌طوری که مشاهده می‌شود، بیشترین مدول افت مربوط به مخلوط سوکرالوز– مالتودکسترین ۱۰۰ درصد است. مدول افت مخلوط سوکرالوز– مالتودکسترین ۷۵ درصد در محدوده نزدیک‌تری به نمونه شاهد قرار دارد. بر اساس گزارش اسپرونی و همکاران (۲۰۰۹) خامه قنادی خواص سیستم‌های ژلی ضعیف را نشان داده است (۲۰). ایهارا و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که افزایش پپتیدهای کازئین در فاز پیوسته خامه قنادی به‌همراه امولسیفایرهای با وزن مولکولی پایین سبب افزایش بیشتر مدول ذخیره در مقایسه با مدول افت شد و توانایی خامه قنادی در نگهداری شکل اولیه خود طی یک روز نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) نسبت به نمونه فاقد این ترکیبات افزایش یافت. مکانیسم اثر این مواد با جذب شدن پپتیدهای کازئین بر حباب‌های هوا و پایدار کردن آن توجیه می‌شود. امولسیفایرهای با وزن مولکولی پایین نیز سبب افزایش پایداری گلبول‌های چربی در مخلوط می‌گردند (۱۲). قابل ذکر است که فرآیند زدن و هوادهی محلول مالتودکسترین سبب ورود حباب‌ها به‌درون محلول ویسکوزیته

Archive of SID

www.SID.ir

و افزایش مدول ذخیره و مدول افت می‌گردد (۵). نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش مدول ذخیره بیش از مدول افت بود. ماندگاری حباب‌ها مربوط به اثر پایدارکنندگی میسل‌های کازئین و پروتئین‌ها برای نگهداشتن فیلم بتا-کازئین از طریق افزایش ضخامت و سختی در سطح بینابینی آن‌ها است (۱۹).



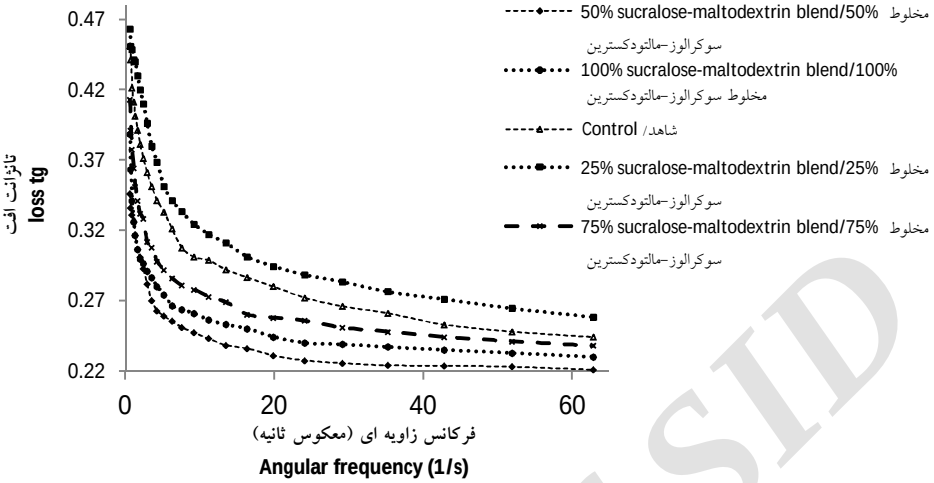
شکل ۲. مدول افت نمونه‌های خامه قنادی.

Figure 2. Loss modulus in whipped cream samples.

تانژانت افت (**tgδ**): تانژانت افت نسبت انرژی از دست رفته به انرژی ذخیره شده طی یک سیکل تنش، در طول آزمون نوسانی است (۱۵). همان‌طوری که در شکل ۳ نشان داده شده است مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین ۵۰ درصد کمترین تانژانت افت و در نتیجه بیشترین پایداری را داشت. تانژانت افت نمونه‌ها در محدوده ۰/۲۹ تا ۰/۳۴ بود و از نظر آماری اختلاف معنی داری بین تانژانت افت نمونه‌ها مشاهده نشد. تانژانت افت در نمونه‌های مورد بررسی در سطح پایینی بود که بر این اساس می‌توان دریافت که نمونه‌های تولیدی در این پژوهش رفتار شبه جامد بیشتری نسبت به شبه مایع از خود نشان دادند، بدین مفهوم که مدول ذخیره از مدول افت بیشتر بود.

Archive of SID

www.SID.ir



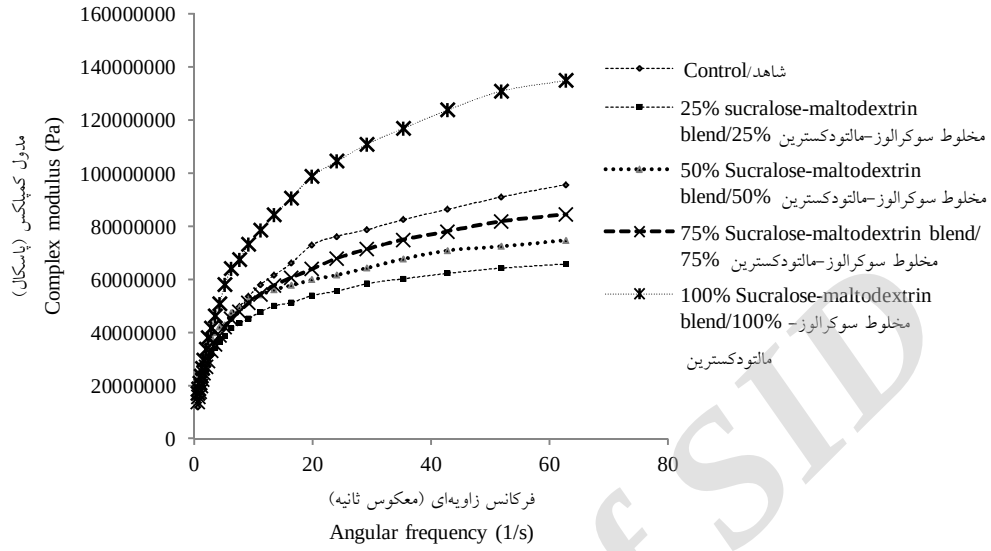
شکل ۳- رئوگرام تانژانت افت نمونه‌های مختلف خامه قنادی.

Figure 3. Loss tg rheogram in whipped cream.

مدول **کمپلکس (*G)**: به‌دست آوردن خواص بافتی مطلوب از اهداف مهم در تولید محصولات غذایی است (۱۶). مدول کمپلکس بیانگر نسبت تنش حداکثر به کرنش حداکثر در آزمون نوسانی است و می‌توان به‌عنوان معیاری از سفتی کلی جسم تلقی گردد. همان‌طوری که در شکل ۴ نشان داده شده است از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین مدول کمپلکس نمونه‌ها مشاهده نشد. مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین ۱۰۰ و ۲۵ درصد به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار مدول کمپلکس را نشان دادند. در این پژوهش علی‌رغم کاهش ماده خشک مالتودکسترین به سبب جذب آب و تشکیل ژل، سختی بافت افزایش می‌یابد و بافت مطلوبی در خامه قنادی ایجاد گردید. فرآیند زدن نیز می‌تواند با تجمع گلبول‌های چربی و جذب بر سطوح حباب‌ها و پروتئین‌های شیر شبکه‌ای از گلبول‌های چربی تشکیل دهد که سبب استحکام و پایداری ساختار کف گردد (۱۲).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤- مدول کمپلکس نمونه‌های مختلف خامه قنادی.

Figure 4. Complex modulus of different whipped cream samples.

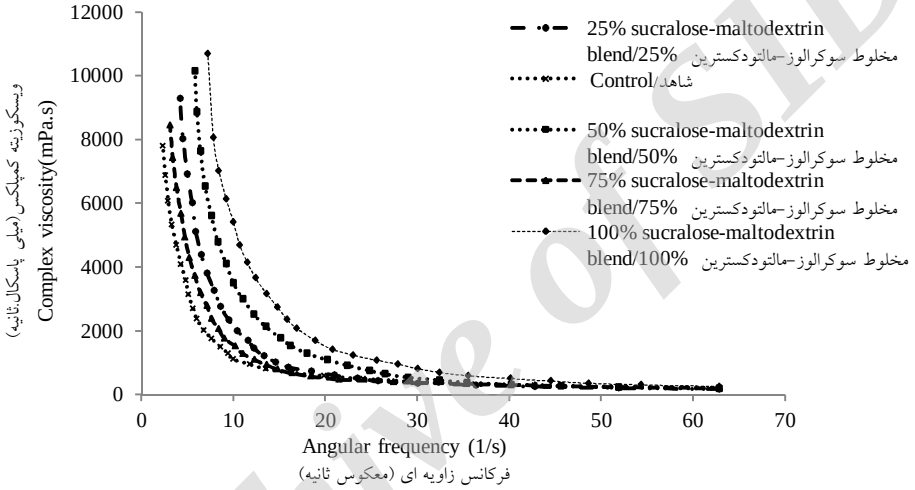
ویسکوزیته کمپلکس (**η***): ویسکوزیته کمپلکس همانند مدول کمپلکس، معیاری از سفتی کلی جسم ارائه می‌دهد. همان‌طوری که در شکل ۵ مشاهده می‌شود با افزایش جایگزینی ویسکوزیته کمپلکس افزایش می‌یابد. علت این پدیده را می‌توان به تجمع گلبول‌های چربی و پایداری آن‌ها در اثر واکنش با پایدارکننده مصرفی و تشکیل شبکه ژل مانند و درگیر شدن مولکول‌های آب توسط مالتودکسترین در مخلوط نسبت داد. نمونه مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین ۱۰۰ درصد بیشترین مقدار را در این آزمون به خود اختصاص داد. قاسمی و همکاران (۲۰۱۳) با جایگزینی سوکرالوز و مالتودکسترین با ساکارز در فرمولاسیون کیک اسفنجی توسط سوکرالوز و مالتودکسترین نشان دادند که با افزایش درصد مالتودکسترین ویسکوزیته خمیر افزایش و سختی آن بیشتر شد (۹). کلینکسورن و همکاران (۲۰۰۶) با تحقیق بر پایداری امولسیون‌های روغن ذرت در آب حاوی مالتودکسترین نشان دادند که مالتودکسترین در غلظت‌های بالاتر از غلظت بحرانی سبب افزایش ویسکوزیته می‌گردند (۱۴) که علت این پدیده به‌عنوان تجمع تخلیه‌ای[1] به‌معنای متلاشی شدن غشاء گلبول‌های چربی در هنگام فرآیند زدن، افزودن

1. Depletion flocculation

Archive of SID

www.SID.ir

موادی مانند فسفولیپیدها و امولسیفایرها است که منجر به بهبود ویژگی‌های هم‌زدن خامه قنادی می‌شود. این ترکیبات در خامه قنادی با افزایش ویسکوزیته سرم سبب پایداری امولسیون می‌شوند. هرچه ویسکوزیته امولسیون بیشتر باشد، حرکت گویچه‌های چربی و برخورد بین گویچه‌ها کاهش می‌یابد (۷). حمل و نقل از کارخانه تا کارگاه‌های قنادی و نیروهای تنشی وارد شونده به گویچه‌های چربی نقش مهمی در تعیین ویسکوزیته محصول ایفا می‌کنند. بنابراین خامه قنادی مطلوب، خامه‌ای است که از ویسکوزیته مطلوب برخوردار بوده و فرآورده‌ای با عمر ماندگاری مطلوب باشد (۲۱).



شکل ۵- ویسکوزیته کمپلکس نمونه‌های مختلف خامه‌های قنادی.

Figure 5. Complex viscosity for different samples of whipped cream

خواص حسی: ویژگی‌های حسی محصول‌ها توسط ۷۵ نفر از افراد عادی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین مقادیر آزمون‌های حسی در جدول ۲ آمده است. نتایج نشان داد که بافت، عطر و بو، طعم و مزه نمونه‌ها اختلاف معناداری با یکدیگر نداشتند. از دیدگاه مصرف کنندگان بافت خامه قنادی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های مصرفی می‌باشد (۱). مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین ۵۰ درصد بهترین نمونه از لحاظ خواص بافتی معرفی شد. سخت‌ترین بافت مشاهده شده مربوط به نمونه ۱۰۰ درصد جایگزین شده توسط مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین بود. می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده از مالتودکسترین خواص بافتی مطلوبی را در خامه قنادی ایجاد می‌کند. هم‌چنین سوکرالوز با ایجاد

Archive of SID

www.SID.ir

طعم مطلوب و مشابه ساکارز در مورد پسند مصرف کنندگان قرار گرفت. بهترین طعم و مزه هم به‌ترتیب مربوط به نمونه‌های مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین ۵۰ و ۷۵ درصد بود. از لحاظ عطر و بو بهترین نمونه‌ها به‌ترتیب خامه‌های ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد سوکرالوز- مالتودکسترین بودند. از لحاظ ارزیابی کلی، مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین ۱۰۰ درصد اختلاف معناداری را نسبت به نمونه مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین ۵۰ درصد از خود نشان داد (P<۰/۰۵).

جدول ۲- ارزیابی حسی نمونه‌ها.

Table 2. Sensory properties of the samples.

نظر نهایی Final judge	طعم و مزه Flavor	عطر و بو Odor	بافت Texture	سوکرالوز- مالتودکسترین (درصد) Sucralose-maltodextrin (percentage)
$7.40\pm0.54^{(a,b)*}$	$7.40\pm0.89^{(a)}$	$7.40\pm 1.14^{(a)}$	$7.40\pm 1.14^{(a)}$	0
$7.40\pm0.54^{(a,b)}$	$7.40\pm0.54^{(a)}$	$7.40\pm0.89^{(a)}$	$7.40\pm1.14^{(a)}$	25
$7.80\pm0.89^{(b)}$	$7.80\pm0.44^{(a)}$	$7.00\pm1.00^{(a)}$	$7.40\pm0.00^{(a)}$	50
$7.40\pm0.44^{(a,b)}$	$7.40\pm0.83^{(a)}$	$6.60\pm1.00^{(a)}$	$7.20\pm1.89^{(a)}$	75
$6.80\pm0.54^{(b)}$	$7.00\pm0.54^{(a)}$	$6.60\pm1.89^{(a)}$	$6.60\pm0.83^{(a)}$	100

* حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار بین نمونه های مختلف است (p>۰/۰۵).

* The values with the same letters in were not significantly different (p>0.05).

نتیجه‌گیری

با توجه به تاثیر مالتودکسترین بر بافت خامه قنادی و مطلوبیت طعم سوکرالوز، ساکارز به‌طور کامل می‌تواند در خامه قنادی با مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین جایگزین گردد. با افزایش مقدار مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین و تمایل مولکول‌های مالتودکسترین به نگهداری آب و در نهایت افزایش قوام محصول هیچ سرمدهی مشاهده نشد واین یک شاخص مهم برای کاربرد محصول در قنادی‌ها به‌ویژه در کیک‌ها قلمدا دمی‌شود کاهش افزایش حجم خامه قنادی با افزایش مقدار جایگزینی با مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین مشاهده شد. مدول ذخیره، افت و کمپلکس با افزایش مقادیر مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین افزایش یافتند و درنتیجه قوام و سختی کف خامه قنادی افزایش یافتند. ویسکوزیته کمپلکس نمونه‌ها بیشتر از مقدار ۷۵۰۰ میلی پاسکال ثانیه بود و نمونه‌ها قوام مناسبی داشتند. در ارزیابی حسی نمونه‌ها، مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین ۵۰ درصد حد قابل قبول برای مصرف کنندگان را نشان داد. مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین ۵۰ درصد بیشترین امتیاز را در مجموع نمونه‌های مورد بررسی به خود اختصاص داد.

Archive of SID

www.SID.ir

سپاسگزاری

از همکاری شرکت صنایع شیر ایران که امکانات اجرای این پروژه را فراهم نمود، به‌ویـژه جنـاب آقای دکتر جودکی معاونت کیفیت شرکت شیر پاستوریزه پگاه تهران، آقایـان مهنـدس اقبـال طلـب و بیگلری در بخش تحقیق و توسعه و ۵۰۰ تنی شهید صائمی به خاطر همکاری صمیمانه‌شـان در طـول اجرای پروژه کمال تشکر را داریم.

منابع

1. Anderson, M., Brooker, B., Dickinson, E. and Stainsby, G. 1988. Dairy foams. Advances in food emulsions and foams. 221-255.
2. Brooker, B. 1990. The adsorption of crystalline fat to the air-water interface of whipped cream. Food structure 9(3): 5.
3. Camacho, M., Martí nez-Navarrete, N. and Chiralt, A. 1998. Influence of locust bean gum/λ-carrageenan mixtures on whipping and mechanical properties and stability of dairy creams. Food Research International 31(9): 653-658.
4. Chronakis, I.S. 1998. On the molecular characteristics, compositional properties, and structural-functional mechanisms of maltodextrins: a review. Critical reviews in food science and nutrition 38(7): 599-637.
5. CLEMENT, A. and PRINS, A. 1987. MK44 1LQ). Page 128 in Proc. Food emulsions and foams: based on the proceedings of an international symposium organised by the Food Chemistry Group of the Royal Society of Chemistry at Leeds from 24th-26th March 1986. Royal Society of Chemistry.
6. De Moor, H. and Rapaille, A. 1982. Evaluation of starches and gums in pasteurised whipping cream. Progress in food and nutrition science.
7. Dickinson, E. 1997. Properties of emulsions stabilized with milk proteins: overview of some recent developments. Journal of Dairy Science 80 (10):2607-2619.
8. Dzija, M.R., Barkalow, D.G., Chapdelaine, A.H. and Zyck, D.J. 2003. Edible film formulations containing maltodextrin. Google Patents.
9. Ghasemi, H., Keramat, J., and Hojjatoleslami, M. 2013. Analysing the possibility of replacing sucrose with sucralose and maltodextrin in producing low-calorie sponge cake. 21st National Congress of Food Science and Technology
10. Ghita, E., Abd-El-Salam, M., Mehriz, A. and Gad, A. 1992. Effect of different factors on the rheological properties of whipped cream. Egyptian Journal of Dairy Sciences, 20(1): 21-29.
11. Grotz, V.L. and Munro, I.C. 2009. An overview of the safety of sucralose. Regulatory toxicology and pharmacology, 55(1):1-5.

Archive of SID

www.SID.ir

12. Ihara, K., Hirota, M., Akitsu, T., Abe, K.T., Sumi, M., Okawa, T. and Fujii, T. 2015. Effects of emulsifying components in the continuous phase of cream on the stability of fat globules and the physical properties of whipped cream. Journal of dairy science 98(5): 2875-2883.
13. Kieseker, F. 1990. Comparative study of [milk] recombination processes. in Proc. Recombination of milk and milk products, Alexandria (Egypt), 12-16 Nov 1988.
14. Klinkesorn, U., Sophanodora, P., Chinachoti, P. and McClements, D.J. 2004. Stability and rheology of corn oil-in-water emulsions containing maltodextrin. Food research international 37 (9):851-859.
15. Laval, A. and Pak, T. 1995. Dairy processing handbook. Tetra Pak Processing Systems, Lund, Sweden.
16. Leser, M. and Michel, M. 1999. Aerated milk protein emulsions—new microstructural aspects. Current opinion in colloid & interface science, 4(3):239-244.
17. Mahmoudi, M., Raftani Amiri, Z. and Alimi, M. 2013. Assessing Maltodextrin´s effect as fat replacer on low-fat yoghurt´s quality. 21st National Congress of Food Science and Technology.
18. Scurlock, P.G. 1986. Production of cream from ultrafiltered milk. Journal of Dairy Research 53(03):431-438.
19. Smith, A., Goff, H. and Kakuda, Y. 2000. Microstructure and rheological properties of whipped cream as affected by heat treatment and addition of stabilizer. International Dairy Journal, 10 (4):295-301.
20. Speroni, F., Beaumal, V. De Lamballerie, M., Anton, M., Añón, M., and Puppo, M. 2009. Gelation of soybean proteins induced by sequential high-pressure and thermal treatments. Food Hydrocolloids 23(5):1433-1442.
21. Walstra, P. 1999. Dairy technology: principles of milk properties and processes. CRC Press.
22. Yousefizad, L., Fathi Til, R., and Niazmand, R. 2013. Effects of fat replacers on sensory and physical properties of low-fat ice cream. 21st National Congress of Food Science and Technology.
23. Zhao, Q., Zhao, M. Yang, B. and Cui, C. 2009. Effect of xanthan gum on the physical properties and textural characteristics of whipped cream. Food Chemistry 116(3):624-628.

Archive of SID

www.SID.ir

EJFPP, Vol. 8 (1): 23-40
http://ejfpp.gau.ac.ir

Effects of sucralose and maltodextrin on rheological, physico-chemical and sensory properties of whipped cream

I. Katouzian[1], A. Motamedzadegan[2*] and M. Daneshi[3]

[1] Former M.Sc. student., Dept. of Food Sciences and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran

[2]Associate Pro., Dept. of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

[3] Manager of quality and innovation, corporation of infants milk powder Pegah, Tehran, Iran

Received: 2014/07/17; Accepted: 2016/01/20

Abstract

Backgrounds and objectives: In the recent years, food manufacturers have tried to decrease the energy density of food products due to the ascending rate of obesity together with the negative outcomes of consuming high-caloric food products. Despite the advantages and considerable functional properties of sucrose as a natural sweetener, it may induce some health complications, such as high blood pressure, obesity, cardiovascular diseases, tooth decay and the increase in blood glucose level. Currently, several studies are being conducted in order to replace sucrose with different sweeteners. In this study, the possibility of replacing sucrose with a sucralose-maltodextrin blend at 25, 50, 75 and 100% replacement levels was evaluated in whipped cream.

Materials and methods: 35% fat cream (obtained from Pegah dairy company) was diluted to 30% fat with skim milk and heated at 60°C. Then, sucrose, commercial stabilizer (Robertete 1185, France) and sucralose-maltodextrin blend were added to the cream and mixed. Sucralose-maltodextrin blend was used to replace the sucrose content at 25, 50, 75 and 100 % levels (W/W). After preparation, rheological, physico-chemical and sensory tests were done for each sample. Finally, means were compared using the Duncan test ($p<0.05$) in SPSS v. 22.

Results: Results: Considering the overrun tests, 25 and 50% sucralose-maltodextrin blends had the best results. Moreover, there was no evidence of

*Corresponding author; amotgan@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

drainage in the entire samples ($P>0.05$). Regarding the complex viscosity, the highest complex viscosity belonged to 50 and 100% sucralose-maltodextrin blends. These samples showed desirable textural characteristics. In the rheological tests, 100 % sucralose-maltodextrin blend was significantly different from the others, according to storage, loss and complex moduli ($P<0.05$). Moreover, all the samples exhibited no significant differences considering the loss tangent values ($P>0.05$). Finally, the results of the sensory evaluations suggested that the best sample was 50% sucralose-maltodextrin blend.

Conclusion: The sucrose content can be completely replaced with the sucralose-maltodextrin concentrate. All in all, the 50% sucralose-maltodextrin sample was considered as the best alternative considering all the measured properties.

Keywords: Whipped cream, Sucralose, Maltodextrin, Sensory, Rheology.

Archive of SID

www.SID.ir