Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:45 IRDT on Monday May 18th 2020

بررسی اثرات استفاده از شیرین‌کننده استویا و ایزومالت جهت تولید شکلات شیری کم کالری

محمد رضا صبوحی[1]، شیلا برنجی[1*]، لیلا ناطقی[1]

1- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین–پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

(تاریخ دریافت: 98/08/13 تاریخ پذیرش: 98/11/26)

چکیده

شکلات علاوه بر اثرات مفید تغذیه‌ای بدلیل کالری زیاد مشکلاتی را برای مصرف‌کنندگان ایجاد می‌کند، یکی از راه‌های کاهش این خطرات استفاده از جایگزین‌های قند در شکلات می‌باشد. در این پژوهش اثرات جایگزینی شیرین‌کننده‌های استویا و ایزومالت بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی شکلات شیری کم کالری مورد بررسی قرار گرفته است. طبق نتایج، افزایش میزان ایزومالت و استویا بر شاخص‌های اسیدیته و شاخص‌های رنگی L^*, a^*, b^* نمونه‌های شکلات‌ها تأثیر معناداری($p>0/05$) نداشتند. درحالی که بر شاخص‌های رطوبت، بافت، خاکستر و کالری نمونه‌ها تأثیر معناداری ($p\leq0/05$) داشتند. همچنین با افزایش میزان ایزومالت و استویا شاخص‌های سختی بافت و کالری کاهش و رطوبت، فعالیت آبی و خاکستر نمونه‌ها افزایش یافت. از بین دو مدل ریاضی ارزیابی شده جهت پیش‌بینی ویژگی‌های رئولوژیکی شکلات، مدل هرشل بالکلی مناسبترین مدل برای این منظور تشخیص داده شد. قابل توجه اینکه پذیرش کلی نمونه‌ها با افزایش میزان جایگزینی استویا و ایزومالت کاهش یافت. همچنین با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش بهترین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بالاترین امتیاز مربوط به ویژگی‌های حسی در تیمار T_3 (60 % ایزومالت و استویا + 40 % شکر) مشاهده گردید و به عنوان تیمار برتر انتخاب گردید.

کلید واژگان: شکلات رژیمی فراسومند، استویا، ایزومالت

* مسئول مکاتبات: shila135071@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:45 IRDT on Monday May 18th 2020

1- مقدمه

در سال‌های اخیر علاقه‌ی مصرف‌کنندگان به مصرف غذاهای شیرین و پرکالری کاهش یافته است. شکلات شامل سه ترکیب اساسی در مواد غذایی یعنی کربوهیدرات، چربی همراه با پروتئین همراه با بعضی مواد معدنی ضروری می‌باشد. علی‌الرغم محتوای بالای قند و چربی، مصرف شکلات نقش مثبتی در تغذیه‌ی انسان از طریق آنتی‌اکسیدان‌ها اساسا پلی‌فنل‌ها شامل فلاونوئیدها مانند اپی‌کاتشین، کاتشین و به طور قابل توجهی پروسیاندین‌ها ایفا می‌کند [1]. از طرفی به دلیل بالا بودن میزان شکر و چربی در آن، کالری بالایی تولید می‌کند (به طور میانگین 550 کیلوکالری به ازای هر 100 گرم) که این امر می‌تواند مستقیما منجر به اضافه وزن، چاقی و عوارض ناشی از آن مانند اثرات متابولیک مضر روی فشار خون، چربی خون، قند خون و مقاومت به انسولین گردد [2]. بنابراین با توجه به طیف وسیع سنی مصرف کننده‌گان شکلات و شیوع روز افزون چاقی و دیابت، لزوم کاهش کالری شکلات امری ضروری به نظر می‌رسد. از سوی دیگر، اغلب تحقیقات انجام گرفته در این خصوص، در مورد شکلات‌های تیره (تلخ)، پروبیوتیک بوده و به دلیل تحقیقات کمی که در زمینه شکلات شیری صورت گرفته است این امر یکی از ضرورت‌های این تحقیق نیز محسوب می‌شود[3]. در سرتاسر جهان تمایل افراد برای استفاده از محصولات کم کالری و بدون قند در حال افزایش است. در این بین گیاه استویا به عنوان یک شیرین‌کننده‌ی طبیعی با شیرینی تقریبی 200تا 300 برابر نسبت به شکر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته استبرگ استویا منبع گلیکوزیدهای مشتق ترپنی مثل استویوزید و ربادیوزید همراه با اجزاء بسیار جزئی ربادیوزید B،C،Dو E، استویول بیوزیدایزواستویول، دولکوزید می‌باشد. این مواد حدود 5 تا 10 درصد وزن برگ خشک را شامل می‌شوند و به حرارت پایدار هستند [4 و 5]. ایزومالت مخلوطی از دو دی‌ساکارید الکلی به مقدار مساوی است. این محصول از طریق تبدیل آنزیمی ساکارز به ایزومالتوز و سپس هیدروژناسیون آن تولید می‌شود، جاذب رطوبت نیست و شیرینی نسبی آن حدود 0/45 ساکارز است. ایزومالت بعنوان شیرین‌کننده حجمی جایگزین ساکارز در فرمولاسیون مواد غذایی قادر به ایجاد بافت قابل قبولی می‌باشد [6].محققین در تاثیر کاربرد D- تاگاتوز و اینولین به عنوان جایگزین ساکارز بر بعضی ویژگی‌های رئولوژیکی و حسی شکلات ساده وشیری به این نتیجه رسیدند که نمونه‌های 25 درصد اینولین، 75 درصد تاگوتوز و 100 درصد تاگاتوز از قابلیت بهتری برای جایگزینی ساکارز برخوردار هستند. از آنجا که اینولین فیبر رژیمی است و تاگاتوز و اینولین هردو خاصیت پری‌بیوتیک دارند، این نمونه‌های شکلات، خصوصیات تغذیه‌ای ویژه‌ای داشته و به عنوان ماده غذایی فراسودمند شناخته می‌شوند[7]. محققان نوعی شکلات تلخ کم کالری پری‌بیوتیک با استفاده از اینولین، پلی دکستروز و مالتودکسترین تولیدکردند. نتایج بررسی آنها نشان داد که برای تولید شکلات تلخ کم کالری با ویژگی‌های فراسودمند و پری‌بیوتیک می‌توان به جای ساکارز از مواد شیرین‌کننده و برای بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی و حسی از غلظت‌های بهینه مواد حجم‌دهنده استفاده کرد و هم‌چنین با این روش می‌توان ضمن کاهش کالری فرآورده‌ای تولید کرد که از لحاظ اغلب ویژگی‌ها قابل رقابت با شکلات تلخ است و محدودیت مصرف چندانی برای کودکان، بزرگسالان و افراد دارای محدودیت با رژیم غذایی ندارد [8]. در پژوهشی دیگری بهینه‌سازی فرمولاسیون شکلات تیره پری‌بیوتیک با استفاده از مخلوط اینولین، ایزومالت و مالتیتول بررسی گردید.طبق نتایج نمونه‌های حاوی 236/23 درصد ایزومالت، 236/23 درصد اینولین و 526/53 درصد مالتیتول از فرمولاسیون بهینه برای جایگزینی ساکارز در شکلات تلخ بدون قند برخوردارند[9]. هدف کلی از این پژوهش، بررسی اثر جایگزینی شیرین‌کننده‌های استویا و ایزومالت بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، رئولوژیکی و حسی شکلات شیری کم کالری می‌باشد.

2- مواد و روش‌ها

2-1-مواد

شیر خشک از شرکت پالود (ایران)، کره کاکائو از شرکت KIk-kepong (مالزی)، پودر کاکائو از شرکت Altinmarka (ترکیه)، وانیل از شرکت گلها (ایران)، لسیتین از شرکتCargill (هلند)، پودر شکر از شرکت فارابی (ایران)، استویا از شرکت Stevia Pack (سنگاپور)، ایزومالت از شرکت دکستروز (ایران) خریداری و سایر مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مواد شیمیایی merck (آلمان) تهیه

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:45 IRDT on Monday May 18th 2020

شدند.

2-2-آماده‌سازی نمونه‌های شکلات

شکلات شیری شاهد مطابق با فرمولاسیون جدول (1) حاوی 26/5 درصد شیر خشک، 32 درصد کره کاکائو، 7/9 درصد پودر کاکائو، 33 درصد شکر،0/1 درصد وانیل، 0/5 درصد لسیتین، مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 608، تهیه شد[10]. برای تهیه سایر تیمارها میزان ساکارز به ترتیب به میزان 20، 40، 60، 80 و 100 درصد کاهش یافت و توسط ایزومالت و استویا جایگزین شد (جدول 1). لازم به ذکر است که میزان شیرینی استویا 300 برابر ساکارز و میزان شیرینی ایزومالت نصف ساکارز در نظر گرفته شد.برای تهیه‌ی نمونه‌های 300 گرمی شکلاتشیری کم کالری، نخست کره کاکائو در گرمخانه‌ی 60 درجه سانتی‌گراد ذوب شد. سپس شیر خشک، ساکارز و جایگزین‌های قند شامل استویا، ایزومالت، به تنهایی ومطابق با (جدول 1) به کره کاکائو ذوب شده اضافه شدند. در ادامه همه مواد درون دستگاه بالمیل آزمایشگاهی که ظرفیت آن 5 کیلوگرم بود ریخته شدند. دمای دستگاه بالمیل برای شکلات شیری 45 درجه‌ی سانتی‌گراد تنظیم شد و مدت 2 ساعت عمل کاهش اندازه‌ی ذرات و ورز دادن با همزنی که سرعت آن 100 دور بر دقیقه بود، انجام شد. برای اینکه عمل ریفاین نمونه یکنواخت و همگن صورت گیرد هر نیم ساعت یکبار به مدت 2 دقیقه مقداری از نمونه از قسمت پایین دستگاه تخلیه و مجددا به بالمیل برگردانده شد، سپس نمونه شکلات تخلیه گردید. برای این منظور دمای نمونه‌ها از 5 درجه‌ی سانتی‌گراد به 2 درجه سانتی‌گراد رسانده شدند و در مدت 5 ساعت دما از 2 درجه‌ی سانتی‌گراد به 27/5 درجه سانتی‌گراد و سپس به 31 درجه سانتی‌گراد رسانده شد. پس از آن شکلات در قالبهای از جنس بی‌کربنات ریخته شد و در یخچال در دمای 5 درجه‌ی سانتی‌گراد سرد شدند. پس از تخلیه از قالب، نمونه‌های شکلات در فویل آلومینیومی پیچیده شدند و در دمای 10 درجه سانتی‌گراد در ظروف در بسته نگهداری شدند [11].

Table 1 Treatments of Study

Treatment	non-fat powdered milk (%)	Cocoa butter (%)	cacao powder (%)	Vanilla(%)	Lecithin(%)	Sugar(%)	Stevia(%)	Isomalt(%)
Control (100% Sugar)	26.5	32	7.9	0.1	0.5	33	-	-
T1 (20% Isomalt and Stevia +80% Sugar)	26.5	32	7.9	0.1	0.5	26.4	0.011	6.6
T2 (40% Isomalt and Stevia +60% Sugar	26.5	32	7.9	0.1	0.5	19.8	0.022	13.2
T3 (60% Isomalt and Stevia +40% Sugar)	26.5	32	7.9	0.1	0.5	13.2	0.033	19.8
T4 (80% Isomalt and Stevia +20% Sugar)	26.5	32	7.9	0.1	0.5	6.6	0.044	26.4
T5 (100% Isomalt and Stevia)	26.5	32	7.9	0.1	0.5	0	0.055	33

2-3-روش اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی شکلات

در این پژوهش آزمون‌های اندازه‌گیری اسیدیته، خاکستر، فعالیت آبی نمونه‌ها توسط دستگاه Novasina Labmaster (ساخت سوئیس) در دمای 25 درجه سانتی‌گرادمطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 608 [10]، رطوبت مطابق روش AOACبه شماره 10-977 [12]، اندازه‌گیری شد.میزان کالری نمونه‌ها توسط دستگاه C2000 basic version 1(ساخت آمریکا) در دمای 250 درجه سانتی‌گراد انجام گرفت[13].در ضمن برای اندازه‌گیری رنگ نمونه‌های شکلات از دستگاه هانترلب مدل(CM 5 Konica Minolta) استفاده شد. ابتدا دستگاه توسط استانداردهای موجود کالیبره شد، سپس نمونه‌های رنده شده داخل بشقابک شیشه‌ای در محل مخصوص دستگاه قرار گرفت. آنگاه شاخص‌های *b، *a، *L از روی دستگاه خوانده شد[14].

2-4-اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های فیزیکی و رئولوژیکی

2-4-1-روش اندازه‌گیری سختی

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:45 IRDT on Monday May 18th 2020

برای این منظور از دستگاه یونیورسال مدل Santam MRT-5 استفاده گردید. قطعات شکلات با ابعاد 10×20×100 میلی‌متر قالب زده و آماده شد، سپس در دستگاه انکوباتور یخچالدار RUMED-Type 1001 در دمای 20°C به مدت 6 ساعت نگهداری شدند. ویژگی‌های بافت (سنجی) از طریق نفوذ یک پروب استوانه‌ای شکل فولادی به قطر 2 mm در مرکز نمونه شکلات (دایره‌ای) اندازه‌گیری شد. برای این منظور پروب به لود سل (Load Cell)، 20 کیلوگرمی متصل شد. در این آزمون سرعت نفوذ و عمق نفوذ پروب به ترتیب 1/5 میلی‌متر بر ثانیه و 6 میلی‌متر و حداکثر نیروی اندازه‌گیری شده، به عنوان شاخص سختی در نظر گرفته شد [15].

2-4-2-اندازه‌گیری ویژگی‌های رئولوژیکی

برای بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه‌ها از دستگاه رئومتر Anton Paar – MCR 301 ساخت اتریش مجهز به سیستم تنظیم دمای Peltir Plate و سیر کولاتور آب با دقت ±0/01 استفاده شد. ابتدا نمونه‌های شکلات در ظروف در بسته استاندارد، در آون در دمای 50 درجه سانتی‌گراد ذوب شده و مدت 75 دقیقه برای ذوب کامل چربی نمونه‌ها در این دما باقی ماندند و در فواصل زمانی معین با میله شیشه‌ای برای ذوب یکنواخت هم زده شدند. سپس دمای نمونه‌ها تا 44 درجه سانتی‌گراد کاهش داده شد و پس از آن در فنجانک دستگاه قرار داده شدند. برای اندازه‌گیری ویسکوزیته از ژئومتری استوانه‌ای هم مرکز مدل CC27 (معادل با ISO 3219و Z3 DIN) استفاده شد. نمونه تا 40 درجه سانتی‌گراد در سرعت برشی $5\ S^{-1}$ به مدت 500 ثانیه برای هموژن کردن و کنترل درجه حرارت هم‌زده شد و هیچ نقطه‌ای در این فاصله ثبت نشد. سپس سرعت برشی در دامنه‌ی $2\ S^{-1}$ تا $50\ S^{-1}$ افزایش یافته (Ramp up) و در مدت 180 ثانیه اندازه‌گیری شد. در مرحله سوم مدت 60 ثانیه در سرعت برشی $50\ S^{-1}$ ثابت نگه داشته شد[16]. برای توصیف رفتار جریان از مدل‌های کاسون (Casson) و هرشل بالکلی (Herschel bulkly)استفاده شد و داده‌ها برازش گردیدند.مدل مناسب با محاسبه R^2(ضریب تعیین) و sd (انحراف استاندارد) تعیین و پارامترهای رئولوژیکی محاسبه گردید. کلیه محاسبات با نرم افزار Rheoplus / 32 V3.21انجام پذیرفت

2-5-ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی نمونه‌های شکلات شامل شیرینی، بافت، نحوه‌ی ذوب در دهان، رنگ و طعم و پذیرش کلی با استفاده از روش هدونیک 5 نقطه‌ای (1: خیلی بد، 2: بد، 3: متوسط، 4: خوب، 5: خیلی خوب) توسط 15 ارزیاب نیمه آموزش دیدهارزیابی شد[17].

2-6-تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از طرح کامل تصادفی و در سه تکرار استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال 5 درصد و توسط نرم افزار SPSS 22 انجام پذیرفت.

3- نتایج و بحث

3-1- بررسی نتایج میزان اسیدیته

مقادیر میانگین درصد اسیدیته در جدول 2 نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری ($p>0/05$) بین همه‌ی تیمارها با یکدیگر و با نمونه‌ی شاهد وجود نداشتو همچنین جایگزینی ساکارز با استویا و ایزومالت در شکلات تاثیری بر اسیدیته نداشت. علیـزاده و همکاران (2014) که اثر جایگزین کـردن قند استویا با قندهای مصرفی در تولید نوشیدنی شیر میوه‌ای را مورد بررسی قرار دادند، به این نتیجه رسیدند که نوع قند اثری بر اسیدیته نمونه‌ها ندارد. باید بـه ایـن نکتـه توجـه داشـت کـه احتمالاً تفاوت تغییرات اسیدیته ماده غذایی در حضور قند اسـتویا بستگی به نوع، سیستم ماده غذایی و سایر ترکیبـات محلـول موجود در آن دارد [18]. در تحقیقی دیگر رئیسـی و همکـاران (2016) گزارش کردند که با افزایش درصد قند استویا افزایش اسیدیته در نمونه‌های آب پرتقـال مشـاهده گردید [19].

3-2- بررسی نتایج میزان رطوبت و فعالیت آبی

نتایج مقادیر میانگین درصد رطوبت و فعالیت آبی در جدول 2 نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود نتایج بدست آمده برای رطوبت و فعالیت آبی حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار ($p\leq0/05$) میان نمونه‌ها و نمونه‌ی شاهد بود. افزایش جایگزینی میزان استویا و ایزومالت، موجب افزایش رطوبت و فعالیت آبی نمونه‌های شکلات تولیدی نسبت به نمونه شاهد

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:45 IRDT on Monday May 18th 2020

شد. بطوریکه نمونه شاهد کمترین درصد و نمونه T5 (حاوی 100 درصد ایزومالت و استویا) بیشترین درصد رطوبت و فعالیت آبی را نشان داد. رطوبت، مقدار آب آزاد و پیوسته در بافت ماده غذایی را شامل می‌شود، به‌طوری که این شاخص در مواد غذایی نقش مهمی در تردی و مدت زمان نگهداری محصولات دارد. میزان فعالیت آبی یکی از فاکتورهایی است که بر رشد میکروارگانیسم‌ها تاثیر گذاشته و از اهمیت ویژه‌ای در نگهداری مواد غذایی برخودار است.ایزومالت به دلیل داشتن ترکیبات جاذب رطوبت، ویسکوز و مواد قندی مختلف، دارای قدرت جذب آب بالایی است. ایزومالت به دلیل رقابت بالا با سایر ترکیبات برای جذب آب با داشتن ساختار زنجیره آمیلوپکتین وآمیلوز و سر آبدوست آن‌ها می‌تواند مقدار زیادی رطوبت را جذب نماید و به دلیل پیوند با مولکول‌های آب باعث کاهش آب در دسترش و فعالیت میکروب‌ها شده است. و این امر سبب می‌شود که هرچقدر نسبت آن در فرمولاسیون شکلات بیشتر گردد، شدت جذب آب محصول و فعالیت آبی نیز افزایش یابد. در نتیجه با افزایش مقدار آن، شدت ذوب نمونه‌ها در دهان کاهش یابد [20]. در مطالعه‌ای که توسط Deverux و همکاران (2003)، روی کوکی کم‌چرب حاوی اینولین انجام گرفت مشاهده شد که نمونه‌های حاوی اینولین درصد رطوبت بیشتری را نشان دادند [21]. همچنین تحقیقات نشان داده‌اند که افزودن فیبر رژیمی اینولین و الیگوفروکتوز به نان و کیک آن‌ها را مرطوب نگه‌داشته و تازگی آن‌ها را برای مدت طولانی‌تری حفظ می‌کند [22]. استفاده از فیبرها و الیگوفروکتوز در تهیه پنیر Petit Suisse- باعث افزایش میزان رطوبت نمونه‌ها گردید [23]. طایفه اشرفیه و همکاران (1390) تأثیر کلاژن هیدرولیز شده به عنوان جایگزین بخشی از کره کاکائو بر ویژگی‌های رئولوژیک و حسی شکلات شیری را بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد جایگزینی کلاژن هیدرولیز شده با کره کاکائو باعث افزایش رطوبت شد و تاثیرمعنی‌داری بر فعالیت آبی نمونه‌ها نداشت که با نتایج تحقیق حاصل مطابقت داشت [24]. فرزان مهر و همکاران (1387) تأثیرجایگزین‌های قند روی برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژی و حسی شکلات شیری را بررسی کردند. در مورد دو ویژگی رطوبت و فعالیت آبی، نتایج نشان داد با افزایش میزان اینولین، میزان رطوبت افزایش یافت و با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری داشت [25].

Franck (2002) گزارش کرد افـزودن فیبر رژیمی اینولین و الیگوفروکتوز به نان و کیک به علت ویژگی حفظ رطوبت، فعالیت آبی را کاهش داده و پایداری میکروبی بالایی را در فرآورده بوجود آورد [22].

3-3- بررسی نتایج میزان خاکستر

مقادیر میانگین خاکستر نمونه‌ها در جدول 2 نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود نتایج حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار میان نمونه‌ها و نمونه‌ی شاهد بود. همچنین جایگزینی ساکارز با استویا و ایزومالت تاثیر معنی‌داری ($p\leq0/05$) در میزان خاکستر نمونه‌ها نشان داد و با افزایش میزان جایگزینی میزان خاکستر نمونه‌ها افزایش پیدا کرد. بطوریکه که بالاترین میزان خاکستر مربوط به نمونه‌ی T5 و کمترین میزان خاکستر مربوط به نمونه‌ی شاهد بود.خاکستر معرف مقادیر املاح معدنی ماده غذایی است که طی سوزاندن در کوره حاصل می‌شود [26]. با بررسی ساختار شیمیایی و مواد مغذی قندهای به کار رفته در نمونه‌های شکلات، مشخص می‌شود که استویا در مقایسه با ساکارز حاوی مقادیر قابل‌توجه‌تری مواد مغذی مهم به‌خصوص مواد معدنی است که این امر سبب افزایش میزان خاکستر در نمونه‌های شده است. از مهم‌ترین مواد معدنی استویا می‌توان به پتاسیم، کلسیم، منیزیم و سدیم اشاره کرد [27]. فرخی و همکاران (1395) در بررسی اثر افزودن سبوس گندم به نان بربری دریافتند که با افزایش سطح سبوس گندم به دلیل مقادیر بالای خاکستر در سبوس گندم میزان خاکستر نیز افزایش پیداکرده که این نتایج با بررسی‌های این مطالعه مطابقت داشت[28].Bonnand و همکاران (2010) در بررسی اثر افزودن فیبر گندم در نان به این نتیجه رسیدند که افزایش سطح فیبر نان سبب افزایش میزان خاکستر نان مربوطه می‌شود که آن‌ها دلیل آن را به خاطر بالا بودن میزان خاکستر فیبر رژیمی گندم عنوان کردند[29].نتایج تحقیقات حاضر بانتایج تحقیقات Turabi و همکاران (2010) مطابقت داشت که اعلام نمودند افزودن تفاله‌های پرتقال غنی از فیبر بـه کیـک، در افـزایش میـزان خاکستر محصول تاثیرگذار است[30].

4-3- بررسی نتایج میزان کالری

مقادیر میانگین کالری نمونه‌ها در جدول 2 نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش میزان جایگزینی ساکارز با استویا و ایزومالت میزان کالری نمونه‌ها به طور

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:45 IRDT on Monday May 18th 2020

معنی‌داری ($p\leq0/05$) کاهش پیدا کرد. بطوریکه بیشترین میزان کالری مربوط به نمونه شاهد و کمترین میزان کالری مربوط به نمونه نمونه T5 (100 % ایزومالت و استویا) بود. در واقع کاهش میزان کالری در نمونه‌ها به دلیل کاهش میزان ساکارز و جایگزینی آن با قندهای رژیمی استویا و ایزومالت می‌باشد. در تحقیقی که بر روی شکلات کم کالری با استفاده از تاگاتوز، اینولین و استویا به عنوان جایگزین ساکارز انجام شد با افزایش مقدار اینولین، میزان کاری کاهش یافت که با تحقیق حاضر مطابقت داشت [7]. Ragab در سال (1987) به دستاوردهای مشابهی در این زمینه دست یافت. آن‌ها بیان داشتند که کالری نمونه مربای زردآلویی که در فرمولاسیون آن تنها از شیرین‌کننده رژیمی ساخارین و زایلیتول استفاده‌شده بود 15 درصد کالری کمتری نسبت به نمونه‌ی شاهد (نمونه‌ای که تنها حاوی ساکارز بود) داشت [31]. Yazdi و همکاران در سال (2010) در بررسی تأثیر جایگزینی شکر با مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین بر خواص رئولوژیکی و میزان کالری شیرینی سنتی قطاب دربافتند که کاهش کالری حاصل از جایگزینی 25 درصد از شکر با شیرین‌کننده‌های یادشده ، تنها چیزی حدود 39/1 درصد می‌باشد[32]. Bramlett و همکاران در سال (2014) در پژوهشی در ارتباط با تولید کلوچه‌ی کم‌کالری گزارش کردند که در سطح جایگزینی 36 درصد ساکاروز با سوکرالوز-مالتودکسترین، میزان کالری به اندازه5 تا 8/5 درصد کاهش می‌یابد[33]. Swansonو همکاران در سال (2009) در پژوهش مشابه دیگری میزان کاهش کالری 5 تا 8 درصدرا برای کلوچه‌های تولیدشده از آرد یولاف که 35 درصد از شکر آن‌ها با سوکرالوز- مالتودکسترین جایگزین شده بود، گزارش کردند [34]. البته باید توجه داشت که میزان مصرف شکر یا همان ساکاروز در این دست محصولات نسبت به فرآورده‌های مانند شکلاتبسیار کمتر می‌باشد و بر این اساس کاهش ناچیز کالری با جایگزینی ساکاروز آن‌ها با شیرین‌کننده‌های رژیمی، قابل‌انتظار است.

Table 2 Results of physicochemical properties of low-calorie milk chocolate

Treatment	Acidity(acid sitric)	Moisture (%)	Water activity (%)	Ash (%)	Calories (kcal/100g)
Sample (100% Sugar)	7.77 ± 0.06^{a}	0.44 ± 0.01^{f}	0.313 ± 0.19^{a}	1.65 ± 0.02^{f}	510.10 ± 0.78^{a}
T1 (20% Isomalt and Stevia +80% Sugar)	7.81 ± 0.06^{a}	0.51 ± 0.01^{e}	0.317 ± 0.12^{b}	2.18 ± 0.05^{e}	451.90 ± 0.52^{b}
T2 (40% Isomalt and Stevia +60% Sugar)	7.83 ± 0.07^{a}	0.67 ± 0.00^{d}	0.320 ± 0.08^{c}	2.45 ± 0.01^{d}	438.70 ± 1.8^{0c}
T3 (60% Isomalt and Stevia +40% Sugar)	7.78 ± 0.07^{a}	0.71 ± 0.06^{c}	0.321 ± 0.015^{d}	2.66 ± 0.01^{c}	425.50 ± 1.00^{d}
T4 (80% Isomalt and Stevia +20% Sugar)	7.78 ± 0.09^{a}	0.87 ± 0.00^{b}	0.326 ± 0.07^{d}	2.85 ± 0.03^{b}	412.30 ± 0.52^{e}
T5 (100% Isomalt and Stevia)	7.81 ± 0.07^{a}	0.95 ± 0.00^{a}	0.330 ± 0.08^{e}	2.97 ± 0.01^{a}	399.10 ± 0.93^{f}

Different small letters showed Significant differences in each colum ($P\leq0.05$)

3-5- بررسی نتایج رنگ سنجی

برخی ویژگی‌های رنگی نمونه‌ها با سه متغییر L* (درخشندگی) و a* (از سبز تا قرمز) و b* (از آبی تا زرد) با مقادیر 120- تا 120+ سنجیده شد. همانطور که در جدول 3 مشاهده می‌شود، با افزایش میزان جایگزینی استویا و ایزومالت از لحاظ میزان L*، a* وb* نمونه‌ها با یکدیگر و با نمونه‌ی شاهد اختلاف معنی‌داری ($p>0/05$) مشاهده نشد. بیشترین میزان L* متعلق به نمونه شاهد و کمترین میزان L* متعلق به نمونه‌های T4 و T5 بود. بیشترین میزان a* متعلق به نمونه T5 و کمترین میزان a* متعلق به نمونه شاهد بود. همچنین بیشترین میزان b* متعلق به نمونه T4 و کمترین میزان b* متعلق به نمونه‌یT1 بود. از لحاظ متغیرهای رنگ بین نمونه‌ها تفاوت‌هایی دیده می‌شود که البته از لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد. از آن جاکه تمامی نمونه‌ها اساساً تحت شرایط یکسان تولید شدند، بعید است کـه ایـن تفاوت‌هـا ناشی از متغیرهای فرآیند و تفاوت‌های ساختاری باشد. شاید بتوان تفاوت در میزان*L را به تغییرات در ویژگی‌های سطحی به‌خصوص زبری شکلات نسبت داد که در اثر ترکیب استویا و ایزومالت ایجاد می‌شود [35]. Brioned و همکاران (2008) گزارش کردند که اگر شکلات سطح صافی داشـته باشد، رنگ

www.SID.ir

Archive of SID

روشن‌تری خواهد داشت[36]. در مطالعه‌ی دیگری Afoakwa و همکاران (2008) گزارش کرده که میزان L* به اندازه‌ی ذرات، میزان چربی و لسیتین شکلات نیز بستگی دارد البته، در پژوهش حاضر چربی و لسیتین مورد استفاده ثابت و برابر بود، ولی شـاید اندازه‌ی ذرات دلیل تفاوت رنگ در نمونه‌ها باشد [15]. در مطالعـهBolenz و همکـاران (2006) در مـورد مصرف پرکننده‌ها (Lightness) در شکلات شیری کمترین مقـدار L* در شکلات حاوی 20 درصد اینولین مشاهده شد. همچنین، زردی نمونه‌های حاوی اینولین کمتـر و قرمزی بیشتری را نسبت به نمونه‌ی شاهد از خود نشان داد [37].

Table 3 The results of color test of low-calorie milk chocolate

Treatment	L*	a*	b*
Sample (100% Sugar)	47.44±1.54[a]	-4.32±1.509[a]	48.23±1.39[a]
T1 (20% Isomalt and Stevia +80% Sugar)	46.31±1.23[a]	-5.23±1.52[a]	47.13±1.55[a]
T2 (40% Isomalt and Stevia +60% Sugar)	46.43±1.84[a]	-5.23±1.715[a]	48.43±1.564[a]
T3 (60% Isomalt and Stevia +40% Sugar)	47.13±1.23[a]	-4.64±1.312[a]	48.34±1.65[a]
T4 (80% Isomalt and Stevia +20% Sugar)	47.12±1.23[a]	-5.22±1.03[a]	48.74±1.23[a]
T5 (100% Isomalt and Stevia)	47.12±1.65[a]	-5.45±1.121[a]	47.45±1.23[a]

Different Small letters Showed Significant differences in each colum ($P\leq0.05$)

3-6- بررسی نتایج سختی بافت شکلات

مقادیر میانگین سختی بافت نمونه‌ها در جدول 4 نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش میزان جایگزینی ساکارز با استویا و ایزومالت میزان سختی بافت نمونه‌ها کاهش پیدا کرد ($p\leq0/05$).مطابق با جدول 3 به ترتیب نمونه‌های T3، T4وT5 دارای کمترین سختی در بین نمونه‌های شکلات بودند و با نمونه‌ی شاهد اختلاف معنی‌دار ($p\leq0/05$) داشتند. و به ترتیب نمونه‌های شاهد و T1 و T2 دارای بیشترین میزان سختی بودند. سختی بافت با آزمون نفوذ، میزان نیروی موردنیاز برای واردکردن یک میله داخل ماده غذایی، اندازه‌گیریمی‌شود. سختی بافت دارای نسبت مستقیمی با بزرگی نیرو، می‌باشد. شکر موجب نرمی بافت می‌گردد و وقتی از فرمولاسیون حذف می‌گردد و یا مقدار آن کاهش می‌یابد بایستی بافت سفت‌تر گردد اما دلیل نرم‌تر شدن بافت علیرغم حذف شکر از فرمولاسیون، وجود ایزومالت در فرمولاسیون می‌باشد که جاذبه الرطوبه است و موجب نرمی بافت می‌گردد.به طور کلی، سختی تیمارهای تهیه‌شده کمتر از نمونه شاهد بود که شاید بتوان دلیل این رفتار را به رطوبـت بیشتر آن‌ها و تفاوت مقاومت جایگزین‌ها با شکر نسـبت داد. کمترین میزان سختی در نسبت‌های بالای ترکیبات جایگزین قند و بیشترین سختی در نسبت‌های میـانی ایـن ترکیبـات مشاهده شد. همان‌طور که از نتایج مشـاهده می‌شود، نمونه‌ها بادرصد بالایی از ایزومالت سختی کمی داشـتند که شاید ناشی از جذب رطوبت بیشتر ایزومالت باشد Aeschlimann و Beckeet (2000) بیان کردند که رطوبت (حتی در مقادیر بسیار پایین) سبب افزایش سختی شکلات می‌شود [38]. در پژوهش‌های متعددی کاهش سختی بافت در اثر جایگزینی ساکارز به‌وسیله شیرین‌کننده‌های مختلف بر روی محصولات غله‌ای گزارش‌شده است. درسالMartinez و همکارانش (2014) در بررسی جایگزینی ساکارز به‌وسیله مخلوط سوکرالوز- پلی‌دکستروز بر روی مافین به نتایج مشابه دست یافتند[39]. همچنین در سال Lee و همکارانش (1999) در جایگزینی ساکارز به‌وسیله سیروپ ایزومالتوالیگوساکارید روی کیکاسفنجی به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان جایگزینی سختی بافت کاهش می‌یابد[40]. نتایج حاصل از مطالعه نورمحمدی و همکاران (1388) که جایگزینی ساکارز به‌وسیله سوربیتول و الیگوفروکتوز بر روی کیکاسفنجی در طول دورهانبارداری نشان داد که تمامی تیمارهای رژیمی در طول دوره انبارداری دارای بافت نرم‌تری نسبت به نمونه شاهد می‌باشند [20].باتوجه به میزان بسیار کم استویا، علت کاهش سختی در تیمارهای شکلات رژیمی مربوط به ایزومالت می‌باشد. با توجه به اینکه ایزومالت یک ماده جاذب‌کننده رطوبت می‌باشد از آزاد شدن آب و تبخیر آن تاحدی جلوگیری کرده که این امر منجر به نرم‌تر شدن تیمارهای حاوی ایزومالت نسبت به نمونه شاهد شده است.

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:45 IRDT on Monday May 18th 2020
www.SID.ir

Archive of SID

Table 4 The hardness test of low-calorie milk chocolate

Treatment	hardness
Sample (100% Sugar)	8.55 ± 0.02^{a}
T1 (20% Isomalt and Stevia +80% Sugar)	8.29 ± 0.02^{b}
T2 (40% Isomalt and Stevia +60% Sugar)	8.15 ± 0.03^{c}
T3 (60% Isomalt and Stevia +40% Sugar)	7.71 ± 0.02^{d}
T4 (80% Isomalt and Stevia +20% Sugar)	7.38 ± 0.03^{e}
T5 (100% Isomalt and Stevia)	7.08 ± 0.05^{f}

Different Small letters Showed Significant differences in each colum ($P\leq0.05$)

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:45 IRDT on Monday May 18th 2020

3-7- بررسی تاثیر افزودن استویا و ایزومالت بر ویژگی‌های رئولوژیکی

به منظور دستیابی به بهترین و مناسب‌ترین مدل برای ارزیابی رفتار جریانی شکلات، داده‌های بدست آمده با دو مدل کسون و هرشل بالکلی تطابق داده شدند. ضریب تعیین بالا در تمام آزمونها نشانگر دقت نتایج بدست آمده بود (جدول 5). پس از تعیین مدل مدل مناسب، داده‌های حاصل از اندازه‌گیری با دو مدل کسون و هرشل بالکلی تحلیل شد و نتایج بدست آمده در جدول 5 گزارش شده است.مدل هرشل بالکلی و مدل کسون هر دو به‌عنوانمدل‌های مناسب به منظور برازش کردن رفتار پلاستیک غیرواقعی استفاده می‌شوند. مدل کسون در سال 1973 به عنوان معادله رئولوژیکی استاندارد برای شکلات به‌وسیله IOCCC در نظر گرفته شد [41].

Table 5 Models evaluation values of Explanation and Standard Deviation in Two Models of low-calorie milk chocolate

Treatment	Model	R^2	The standard deviation
Sample (100% Sugar)	Herschel Balkley	0.98763	2.543
	Keson	0.98353	2.234
T1 (20% Isomalt and Stevia +80% Sugar)	Herschel Balkley	0.99432	3.138
	Keson	0.98745	3.765
T2 (40% Isomalt and Stevia +60% Sugar)	Herschel Balkley	0.99436	2.564
	Keson	0.96738	1.234
T3 (60% Isomalt and Stevia +40% Sugar)	Herschel Balkley	0.987485	5.315
	Keson	0.996447	6.154
T4 (80% Isomalt and Stevia +20% Sugar)	Herschel Balkley	0.987644	3.234
	Keson	0.998562	3.342
T5 (100% Isomalt and Stevia)	Herschel Balkley	0.989753	2.231
	Keson	0.996734	4.425

3-8- تاثیر افزودن استویا و ایزومالت بر تنش تسلیم و گرانروی پلاستیک کسون و هرشل بالکلی

نتایج مربوط به گرانروی پلاستیک و تنش تسلیم در جدول 6آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، بین همه نمونه‌های شکلات با یکدیگر و با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری ($p\leq0/05$) وجود دارد.افزایش جایگزینی میزان استویا و ایزومالت میزان تنش تسلیم در نمونه‌ها در هر دو مدل کسون و هرشل بالکلی کاهش یافت. با توجه به نتایج بدست آمده در شکلات با مقادیر مختلف افزودن ایزومالت در شکلات از نظر تنش تسلیم با ایزومالت تنش تسلیم کاهش پیداکرده به‌طوری که بالاترین میزان تنش تسلیم برای نمونه‌ی شاهد (100 درصد شکر) که فاقد ایزومالت افزوده شده بود و پایین‌ترین میزان تنش تسلیم مربوط به تیمار T_5 (100 % ایزومالت و استویا) بود که دارای بالاترین میزان ایزومالت افزوده شده بود. به علت بالا بودن میزان ایزومالت و ضعیف شدن بافت شکلات مربوط می‌شود. همانطور که در جدول مشاهده می‌شود با افزایش جایگزینی میزان استویا و ایزومالت میزان گرانروی پلاستیک برای هر دو مدل کسون و هرشل بالکلی کاهش یافته بطوری که بیشترین گرانروی در تیمار شاهد (100 درصد شکر) و کمترین گرانروی در تیمار T_5(100 % ایزومالت و استویا) مشاهده گردید. نمونه‌ی T1با T2در مدل کسون و نمونه‌ی T4با T5در مدل هرشل بالکلی

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:45 IRDT on Monday May 18th 2020

با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی اختلاف سایر نمونه‌ها با یکدیگر و با شاهد معنی‌دار ($p\leq0/05$)بود. شکلات ذوب شده سوسپانسیونی از ذرات شکر، کاکائو و یا پودر شیر خشک در یک فاز مداوم چربی است و به علت حظور ذرات جامد در حالت ذوب شده، مانند یک مایع واقعی رفتار نمی‌کند و خواص جریانی غیر نیوتنی را نمایش می‌دهد [42]. کاهش تنش تسلیم با استفاده از اینولین به‌عنوان پرکننده در تهیه شکلات در مطالعهBolenze و همکاران در سال (2006) گزارش شد نمونه‌های حاوی درصد بالای تاگاتوز، با شاهد اختلاف جزئی داشتند که این موضوع را می‌توان در شباهت ساختار این دو قند دانست[37]. تنش تسلیم کاسون برای شکلات10تا 200 پاسکال و برای روکش‌های شکلاتی صفر تا 20 پاسکالگزارش‌شده است.Sokmen و همکاران (2006) در مطالعه‌ای که بر روی اثر بعضی از پرکننده‌ها بر ویژگی‌های رئولوژیکی شکلات داشتند از مدل هرشل بالکلی به منظور برازش داده‌ها استفاده نمودند [6]. Briggs و همکاران (2004) نیز در مطالعه‌ای با عنوان اثر هم زدن و زمان روی ویژگی‌های رئولوژیک شکلات طی مشروط کردن دمایی از مدل هرشل بالکلی همراه با مدل کسون جهت بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی استفاده کردند [43].

در گرانروی شکلات بستگی به سرعت برش، زمان و درجه حرارت دارد [44]. وجود ایزومالت در مقادیر بالا باعث افزایش گرانروی پلاستیک و گرانروی ظاهری، ولی در مقادیر کم باعث بهبود خواص جریان و کاهش گرانروی ظاهری شد.ایزومالت و فیبر لیمو با جذب رطوبت در غذاهایی که درصد رطوبت بالایی دارند، باعث تشکیل ژل و افزایش گرانروی در آن‌ها می‌شود. به طور مثال، افزودن ایزومالت باعث افزایش گرانروی و بهبود بافت محصولات کم‌چرب و بدون چربی مانند ماست، سس‌های سالاد، شکلات و دسر موس می‌شود. افزایش گرانروی در مقادیر بالای ایزومالت و فیبر لیمو را می‌توان به توانایی جذب بالا و حفظ رطوبت در آن مرتبط دانست. Crittendenو Playne (2002) معتقدند که در مقایسه با مونو و دی‌ساکاریدها، الیگوساکاریدها و پلیساکاریدها به دلیل وزن مولکولی بالاتر، گرانروی بیشتری ایجاد می‌کنند که منجر به بهبود بافت و احساس دهانی می‌شود [45]. در مطالعه Golob و همکاران در سال (2004) مکمل اینولین بر گرانروی و قابلیت انحلال شکلات اثر منفی داشت، ولی در مقادیر کمتر باعث کاهش گرانروی و بهبود آن شد [46]. در مطالعه Bolenze و همکاران در سال (2006) با افزودن 20 درصد فیبر رژیمی به‌عنوان پرکننده، گرانروی و تنش تسلیم کمتری از شاهد (نمونه حاوی ساکارز) مشاهده شد. نتیجه تحقیق فوق با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت دارد [37]. در این مطالعه نیز کمترین گرانروی مربوط به نمونه‌ی T_5که بالاترین درصد ایزومالت می‌باشد مشاهده شد.گرانروی پلاستیک در فرآیندهای پمپ کردن، ورز دادن، پرکردن سطوح ناصاف، روکش کردن و خواص حسی تأثیرگذار استمحدوده گرانروی کاسون برای شکلات 0/5 تا 2/5 Pa.s شکلاتی روکش‌های برای و 20 تا 1Pa.s گزارش‌شده است [15].

Table 6 Rheology evaluation values of low-calorie milk chocolate

Treatment	Yield Stress Keson (pascal)	Viscosity Keson(pascal.s)	Yield Stress Herschel Balkley (pascal)	Viscosity Herschel Balkley(pascal.s)
Sample (100% Sugar)	45.1	2.0±23.23^{a}	44.0±23.32^{a}	15.0±1.43^{a}
T1 (20% Isomalt and Stevia +80% Sugar)	43.12	2.0±54.432^{b}	37.3±54.64^{b}	13.1±43.22^{b}
T2 (40% Isomalt and Stevia +60% Sugar)	38.65	2.0±32.124^{b}	36.1±12.21^{c}	10.2±47.23^{d}
T3 (60% Isomalt and Stevia +40% Sugar)	37.32	1.0±12.121^{d}	34.4±76.65^{d}	8.1±39.43^{c}
T4 (80% Isomalt and Stevia +20% Sugar)	36.87	1.0±65.2223^{c}	32.1±12.23^{e}	7.3±89.32^{e}
T5 (100% Isomalt and Stevia)	36.45	0.0±38.14^{e}	30.1±55.543^{e}	7.1±1.12^{e}

Different Small letters Showed Significant differences in each colum ($P\leq0.05$)

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:45 IRDT on Monday May 18th 2020

3-9- نتایج ارزیابی حسی

نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های شکلات در جدول 7نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود نمونه‌های مورد بررسی و نمونه شاهد از نظر میزان شیرینی هیچگونه اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند، ولی از نظر ویژگی‌های طعم و مزه، ذوب در دهان، بافت و پذیرش کلی نمونه‌های شکلات با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری ($p\leq0/05$) داشتند. از لحاظ طعم و مزه بیشترین امتیاز مربوط به نمونه شاهد که با نمونه‌های T1 و T3 اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین امتیاز مربوط به نمونه T5 بود. از لحاظ ذوب در دهان بیشترین امتیاز مربوط به نمونه T5 و کمترین امتیاز مربوط به نمونه T2 و T3بود. و نمونه شاهد بیشترین امتیاز بافت و نمونه T5 کمترین امتیاز بافت را کسب کرد. از لحاظ پذیرش کلی نمونه شاهد بیشترین امتیاز که با سایر تیمارها به جز تیمار T4 و T5 اختلاف معنی‌دار نداشت و نمونه T5 کمترین امتیاز را کسب کرد. بطورکلی، پذیرش کلی نمونه‌های شکلات با افزایش جایگزینی استویا و ایزومالت کاهش یافت. از آنجا که هدف پژوهش، جایگزینی قند در شکلات با استفاده از شیرین‌کننده‌های مصنوعی استویا و ایزومالت بود قبلا از طریق آزمایشات مقدماتی، میزان شیرینی نمونه‌ها در حدود شاهد تنظیم شد. بنابراین انتظار می‌رفت نباید تفاوتی از نظر میزان شیرینی در میان نمونه‌ها دیده شود که نتایج به دست آمده هم این موضوع را تایید کرد. استویا به دلیل ایجاد پس مزه تلخی که ایجاد می‌کند مطلوبیت از نظر طعم از دید ارزیاب‌ها کاهش پیداکرده است و همچنین طعمی که ایزومالت در شکلات ایجاد نموده است به مطلوبی ساکارز نمی‌باشد اما در این بین فیبر لیمو به خاطر عطری که دارد تا حدودی توانست این طعم‌ها را پوشش دهد. دلیل کاهش پذیرش کلی در هنگام استفاده از ایزومالت احتمالاً ویژگی‌های حسی ضعیف (پوشش دهانی و سرعت ذوب شدن) نمونه‌های شکلات تولید شده با نسبت‌های بالای ایزومالت بود. ایزومالت به دلیل ویژگی جاذبه الرطوبه بودن در نسبت‌های بالا سبب کاهش سختی نمونه‌های شکلات می‌شود که شاید دلیل این موضوع باشد. دلیل احتمالی دیگر برای امتیاز کم ویژگی سرعت ذوب شدندر دهان این نمونه‌ها، آن است که ایزومالت به دلیل داشتن ترکیبات جاذبه الرطوبه، ویسکوز و مواد قندی مختلف، دارای قدرت جذب آب بالایی است و این امر سبب می‌شود که هرچقدر نسبت آن در فرمولاسیون شکلات بیشتر گردد، شدت جذب آب محصول نیز افزایش یابد. در نتیجه با افزایش مقدار آن، شدت ذوب نمونه‌ها در دهان کاهش یابد. فرجی و همکاران در سال (1393) دریافتند که با افزایش درصد جایگزینی شکر با شیره انگور در نمونه‌های بستنی، شدت ذوب نمونه‌ها کاهش یافت. آن‌ها علت این امر را ناشی از وجود ترکیبات پلی ساکاریدی با قدر جذب آب بالا دانستند[47]. نظری و همکاران (1394) عنوان داشتند که از 40 درصد جایگزینی شکر بستنی با سوکرالوز، منجر به تغییر قابل ملاحظه‌ای در پذیرش کلی این محصولات نزد مصرف‌کنندگان نمی‌شود ولی افزایش جایگزینی بیش از این مقدار، کاهش استقبال مصرف‌کنندگان را به همراه خواهد داشت [48]. در تحقیقی که توسط Akhtar و همکاران (2006) روی حالت خامه ای امولسیون‌های لبنیاتی روغن در آب صورت گرفت، هم مشخص شد که ایزومالت دارای واکنش بیشتری با دهان است و حالت چسبندگی و خامه‌ای بودن بیشتری دارد[49].

Table 6 sensory evaluation of low-calorie milk chocolate

Treatment	taste	Melt in the mouth	Sweets	Texture	General acceptance
Sample (100% Sugar)	4.0±66.34^{a}	2.0±33.21^{d}	4.0±33.43^{a}	5.0±00.00^{a}	4.0±79.21^{a}
T1 (20% Isomalt and Stevia +80% Sugar)	4.0±33.34^{a}	2.0±66.65^{d}	4.0±66.21^{a}	4.0±23.32^{b}	4.0±60.21^{a}
T2 (40% Isomalt and Stevia +60% Sugar)	3.0±33.43^{b}	1.0±3.43^{c}	4.0±4.76^{a}	3.0±76.87^{b}	4.0±33.32^{a}
T3 (60% Isomalt and Stevia +40% Sugar)	4.0±5.12^{a}	1.0±3.21^{c}	4.0±65.21^{a}	4.0±5.21^{b}	4.0±56.43^{a}
T4 (80% Isomalt and Stevia +20% Sugar)	2.0±66.43^{c}	3.0±65.65^{b}	4.0±33.21^{a}	2.0±98.21^{c}	3.0±3.21^{b}
T5 (100% Isomalt and Stevia)	1.0±2.3^{d}	4.0±33.54^{a}	4.0±4.74^{a}	2.0±43.44^{d}	2.0±66.23^{c}

Different Small letters Showed Significant differences in each colum ($P\leq0.05$)

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:45 IRDT on Monday May 18th 2020

4- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تاثیر استفاده و جایگزینی استویا و ایزومالت بعنوان شیرین‌کننده بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی شکلات شیری کم کالری نشان داد که با افزایش مقدار جایگزینی اسیدیته و شاخص‌های رنگی L^*, a^*, b^* اختلاف معنی‌داری با اسیدیته نشان نداد. با افزایش مقدار جایگزینی قند، سختی بافت و کالری کاهش اما رطوبت، فعالیت آبی و خاکستر نمونه‌ها افزایش یافت. مقادیر تنش تسلیم در هر دو مدل هرشل بالکلی و کسون با افزایش مقدار جایگزینی کاهش یافت. همچنین با افزایش مقدار جایگزینی گرانروی هر دو مدل هرشل بالکلی و کسون کاهش یافت. در ارزیابی حسی افزایش مقدار جایگزینی تاثیر معنی‌دار بر میزان شیرینی نمونه‌ها نداشت از طرفی با افزایش میزان جایگزینی امتیاز حاصل برای ویژگی‌های طعم و مزه، بافت و پذیرش کلی کاهش یافت اما با افزایش میزان جایگزینی امتیاز حاصل برای ویژگی ذوب در دهان افزایش یافت. به طور کلی با توجه به نتایج بدست آمده تیمار T_3نسبت به سایر تیمارها به تیمار شاهد نزدیک‌تر بوده و به‌عنوان تیمار برتر شناخته شد.

5- منابع

[1] Aleson-Carbonell, L., Fernández-López, J., Pérez-Alvarez, J.A., Kuri, V. 2005. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. Innovative Food Science&Emeriging Technology, 6(2), 247-255.

[2] Erdem, O., Gültekin-Özgüven, M., Berktas, I., Ers, S.A., Karada, H.E.T.A., Özçelik, B., Günes, G., Cutting, S.M. 2014. Development of a novel symbiotic dark chocolate enriched with Bacillus indicus HU36, maltodextrin and lemon fiber: Optimization by response surface methodology. LWT - Food Science and Technology, 56, 187-193.

[3] Sendra, E., Fayos, P., Lario, Y., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Perez-Alvarez, J.A. 2008. Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria. Food microbiology, 25(1), 13-21.

[4] Jaroslov, P., Brabora, H., Tuulia, H. 2007. Characterisation Of Steviol Rebaudiana By Choprehensive Tow Dimensional Liquid Chromatography Time Of Flight Mass Spectrometry. Journal of Chromatography A, 1150, 85-92.

[5] Saulo, A.A. 2005. Sugars and sweeteners in food. FST, 16, 1-7.

[6] Sokmen, A.,& Gunes, G. 2006. Influence of some bulk sweeteners on rheological properties of chocolate. LWT – Food Science and Technology, 39(10), 1053-1058.

[7] Shourideh, M., Taslimi, A., Azizi, M.H., Mohammadifar, M.A., Mashayekh, M. 2010. Effects of D-Tagatose, inulin and stevia as sugar substitutes on the physical, chemical, rheological and sensory properties of dark chocolate. Iranian Journal Nutrition Science Food Technology, 5 (3), 29–38 [in Persian].

[8] Bitaraf, S.S., Abbasi, S., Hamidi, Z. 2013. Production of low-energy prebiotic dark chocolate using inulin, polydextrose, and Maltodextrin. Iranian Journal Nutrition Science Food Technology, 8(1), 49-62 [in Persian].

[9] Kiumarsi, M., Yeganezad, S., Shahidi, M., Pahlavanlo, A., Khosh Kish, M. 2017. Optimization of Prebiotic Dark Chocolate Formulation Using Inulin, Isomalt and Maltitol Blends. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 9(3), 74-86 [in Persian].

[10] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2016. Chocolate-specificationsmethods. 3rd revision, Karaj: ISIRI. Iranian National Standard No. 608 [in Persian].

[11] Afoakwa, E.O., Paterson, A., Fowler, M. 2007. Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate a review. Trends in Food Science & Technology,18, 290-298.

[12] Horwitz, W. 2005. Official Method of Analysis. 18th ed, Margland: AOAC International. Chapters 31-33-44.

[13] Mendoza, E., Garcıa, M.L., Casas, C., Selgas, M.D. 2001. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. Meat science, 57(4), 387-393.

[14] Foakwa, E.O., Paterson, A., Fowler, M., Vieira, J. 2008. Particle Size Distribution and Compositional Effects on Textural Properties and Appearance of Dark Chocolates. Journal of Food Engineering, 87, 181-190.

[15] Afoakwa, E.O., Paterson, A., Fowler, M., Vieira, J. 2008. Particle size distribution and compositional effects on textural properties and appearance of dark chocolates. Journal

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:45 IRDT on Monday May 18th 2020

JournalNutritionScience Food Technology, 3(3), 65–82 [in Persian].

[26] Adotey, D., Serfor-Armah, Y., Fianko, J., Yebaoh, P. 2009. Essential elements content in core egetables grown and consumed in Ghana by instrumental neutron activatio analysis. African Journal of Food Science, 3, 243-249.

[27] Ronda, F., Gomes, M., Blanco, C.A., Caballero, P.A. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar free sponge cakes. Journal of Food Chemistry, 90, 549-55.

[28] Mardani Ghahfarrokhi, A., Yarmand, M.S. 2016.Investigation the effect of bran content on the rheological properties and the quality characteristics of Barbary bread. Journal of Food Science and Technology, 50(13), 11-21.

[29] Bonnand-Ducasse, M., Della Valle, G., Lefebvre, J., Saulnier, L. 2010. Effect of wheat dietary fibres on bread dough development and rheological properties. Journal of Cereal Science, 52(2), 200-206.

[30] Turabi, E., Gulum, S., Sahin, S. 2010. Quantitative analysis of macro and micro structure of gluten free rice cakescontaining different types of gums baked in different ovens. Food Hydrocolloids, 24(8), 755-.762.

[31] Ragab, M. 1987. Characteristics of apricot jam sweetened with saccharin and xylitol. Food Chemistry,23, 55-64.

[32] Yazdi, A.G., Hojjatoleslamy, M., Keramat, J., Jahadi, M. 2010. Effect of sucrose substitution by sucralosemaltodextrin mixture on rheological properties and calorie of Iranian traditional cookie, Ghottab. Journal of Innovative Food Science and Technology, 1(2), 49-58. [In Persian].

[33] Bramlett, A., Harrison, J., McKemie, R., Swanson, R. 2012. Functionality of Sucralose/altodextrin: isomalt Blends in Reduced-in-Sugar Chocolate Chip Cookies: Quality Characteristics and Consumer Acceptability. Journal Academy of Nutrition Dietetics, 112: 58- 63.

[34] Swanson, R.B., Mckemite, R., Savage, E., Zhuang, H. 2009. Functionality of Sucralose/ Maltodextrin: Isomalt Blends in Oatmeal Cookies. Journal American DieteticsAssociation, 109, 70.

[35] Shah, A.B., Jones, G.P., Vasiljevic, T. 2010. Sucrose-free chocolate sweetened with Stevia rebaudiana extract and containing Food Engineering, 87, 181-90.

[16] IOCC. 2000a. Analytical Method 46. Available from CAOBISCO, rue Defacqz 1, B-1000 Bruxelles , Belgium.

[17] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 1995. Sensory analyzing methods. ISIRI 1st revision, Karaj. Iranian National Standard No. 3442 [in Persian].

[18] Alizadeh, M., Azizi-Lalabadi, M., Kheirouri, S. 2014. Impact of using stevia on physicochemical, sensory, rheology and glycemic index of soft ice cream. Food and Nutrition Science, 5(04), 390.

[19] Raeisi, M., Hashemi, M., Aminzare, M., Sadeghi, M., Jahani, T., Keshavarzi, H., Jebelli Javan, A., Mirahahidi, M., Tepe, B. 2016. Comparative Evaluation of phytochemical, antioxidant, and antibacterial properties from the essential oils of four commonly consuming plants in Iran. Journal of food quality and hazards control, 3(3), 107-113 [in Persian].

[20] Nour Mohammadi, A., Peygambardoust, H., Ghafari, A. 2012. Production of low-calorie cakes by replacing sucrose with erythritol and oligofructose. Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology, 7(85), 1 [in Persian].

[21] Devereux, H.M., Jones, G.P., McCormax, L., Hunter, W.C. 2003. Consumer acceptability of low fat foods containing dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloids, 15, 75-81.

[22] Franck, A. 2002. Technological functionality of inulin and oligofructose. British Journal of Nutrition, 87(2), 287–S291.

[23] Cardarelli, H.R., Buriti, F.C.A., Castro, I.A. 2008. Saa dSMI. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase probiotic viable count in potentially synbiotic in petit-suisse cheese. LWT Food Science and Technology,41(6), 1037-1046.

[24] Tayefeh Ashrafiyeh, N., Azizi, M.H., Taslimi, A., Mohamadi Far, M.A., Shorideh, M., Mohammadi, M. 2014. The effect of collagen hydrolysate as a partial replacement of cocoa butter on the rheological and sensory properties of milk chocolate. Journal of Food Science and Technology,42(11), 141-153 [in Persian].

[25] Farzanmehr, H., Abbasi, S., Sahari, M.A. 2008. Effect of sugar replacer on some physicochemical, rheological and sensory properties of milk chocolate. Iranian

www.SID.ir

Archive of SID

different bulking agents effects on physicochemical and sensory properties. International Journal Food Science Technology, 45, 1426–35.

[36] Brioned, V., Aguilera, J.M., Brown, C. 2008. Effect of surface topography on color and gloss of chocolate samples. Journal Food Engineering,77, 776–83.

[37] Bolenz, S., Amtsberg, K., Schäpe, R. 2006. The broader usage of sugars and fillers in milk chocolate made possible by the new EC cocoa directive. International Journal Food Science Technology, 41(1), 45-55.

[38] Aeschlimann, J.M., Beckett, S.T. 2000. International interlaboratory trials to determine the factors affecting the measurement of chocolate viscosity. Journal of Texture Studies, 31, 541−76.

[39] Martinez, S., Salvador, A., Sanz, T. 2014. Comparison of different polyols as total sucrose replacers in muffins. Instituto de Agroquimica y Tecnologia de Alimentos (CSIC). Food Hydrocoll, 35, 1– 8.

[40] Lee, A., Storey, D.M. 1999. Comparative Gastrointestinal Toleranceof Sucrose, Lactitol or-Tagatose in Chocolate.Regulatory Toxicology and Pharmacology, 29, 78-82.

[41] Afoakwa, E. 2010. Chocolate Science and Technology. Blackwell.

[42] Chevalley, J. 1999. The Chocolate Flow Properties. In: Industrial Chocolate Manufacture and Use. Beckett, S.T. 3rd ed.Oxford: Blackwell Science, 182-199.

[43] Briggs, J.L., Wang, T. 2004. Influence of shearing and time on the rheological properties of milk chocolate during tempering. Journal of the American Oil Chemistry Society, 81(2), 117-121.

[44] Mezger, T.G. 2006. The Rheology Handbook .2nd ed.Vincentz Network GmbH &co KG 2006. p. 57-59

[45] Crittenden, R., Playne, M. 2002. Purification of food-grade oligosaccharides using immobilised cells of Zymomonas mobilis. Applied microbiology and biotechnology, 58(3), 297-302.

[46] Golob, T., Micovic, E., Bertoncelj, J., Jamnik, M. 2004. Sensory acceptability of chocolate with inulin. Acta agriculturae slovenica, 83(2), 221-31.

[47] Faraji Kafshgari, S., Alami, M., Khomeiri, M., Motamedzadegan, A., Akbarian Meymand, M.D. 2014. Optimization of low fat ice cream formulation using microbial transglutaminase and protein based fat replacers. Research and Innovation in Food Science and Technonology, 3(3), 224-227 [in Persian].

[48] Haghnazari, S., Bolandi, M., Nazari, B.2015. Formulation and preparation of ice cream replacing sugar with sucralose and its organoleptic characteristics. Journal of Food Science and Technology, 49(2), 145-153 [in Persian].

[49] Akhtar, M., Murray, B.S., Dickinson, E. 2006. Perception of creaminess of model oil-in-water dairy emulsions: influence of the shear-thinning nature of a viscositycontrolling of a hydrocolloid. Food Hydro, 20, 839−847.

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:45 IRDT on Monday May 18th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of using stevia and Isomalt sweetener to produce low calorie milk chocolate

Saboohi, M. R. [1], Berenji, Sh. [1*], Nateghi, L. [1]

1. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

(Received: 2019/11/04 Accepted:2020/02/15)

Aside from its beneficial nutritional effects, chocolate causes but some problems for the consumer due to its high calorie. Use of good alternatives to fat and sugar is one of the ways to reduce these problems. In this study, the effects of isomalt and stevia on the qualitative propertiesfor physicochemicalrheological and sensorial characteristics of Low-calorie milk chocolate were investigated.The results of this research study showed that with increasing sucrose replacement by isomalt and stevia mixture,the amount of fat, water activity, acidity no significantly ($p\leq0.05$) effectand color indexes L*, a*, b*, while they had significant ($p\leq0.05$) effect of moisture, ash, and calorie. i. e. as the amount of isomalt and stevia increased, hardness, and calorie decreased and moisture, ash, and water activity increased. Of the two mathematical models evaluated to predict the rheological properties of chocolate, the Herschel Balkley model was found to be the most appropriate model for this purpose. Overall acceptability of the samples decreased with increasing stevia and isomalt substitution rates.Considering the best scores of physicochemical and sensory properties, T3 (60% Isomalt and Stevia +40% Sugar) was selected as the superior treatment.

Keywords: Low-calorie milk chocolate, Stevia, Isomalt.

*Corresponding Author E-Mail Address:shila135071@yahoo.com

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:45 IRDT on Monday May 18th 2020

www.SID.ir