تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۱۹/ شماره ۶۸/بهار و تابستان ۱۳۹۹/ص ۱۱۸-۱۰۵
سایت مجله: https://fooder.areeo.ac.ir

نوع مقاله: علمی- پژوهشی

اثر برخی شیرین کننده‌ها بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی، حسی و بافت مسقطی رژیمی

رویا پیکری[۱]، محمد دانشی[۲و۳*] و سیدعلی یاسینی اردکانی[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد صنایع غذایی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران
۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران
۳- مرکز تحقیقات غذا و شیرینی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران
۴- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران
تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۲۰

چکیده

چاقی، دیابت و بیماری‌های قلبی و عروقی از جمله بیماری‌های رو به گسترش هستند و به همین دلیل، طراحی و تولید فراورده‌های غذایی کم‌کالری، بدون قند یا با قند کاهش یافته به‌عنوان یک راهبرد، به‌شدت مورد توجه قرار گرفته است. مسقطی یکی از شیرینی‌های سنتی ایران است که حدود ۲۵ درصد وزن آن را شکر تشکیل می‌دهد و بنابراین حذف شکر به‌ویژه از نظر بافت و خصوصیات حسی چالش برانگیز است. در این تحقیق، ایزومالت در سطوح وزنی ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ درصد و سوکرالوز و استویوزید در سطوح شیرینی ۵۰، ۶۲/۵ و ۷۵ درصد به‌جای شکر اضافه شدند. خواص فیزیکی‌شیمیایی (pH، اسیدیته، خاکستر، رطوبت، بریکس، قند کل)، بافت و خصوصیات حسی تیمارهای مختلف بلافاصله پس از تولید و در دوره نگهداری دو ماهه آزمایش شدند. نتایج آزمون‌های شیمیایی نشان داد اختلاف معنی‌داری در میزان pH و اسیدیته و خاکستر تیمارهای مختلف وجود ندارد ($p\geq0.05$). افزودن ایزومالت در مقادیر بالاتر از ۵۰ درصد وزنی/وزنی موجب کاهش رطوبت و افزایش سفتی بافت و مواد جامد محلول گردید. افزودن مقادیر مختلف استویوزید و سوکرالوز در پذیرش کلی ارزیابان تأثیر نداشت اما افزودن مقادیر بالای ایزومالت موجب کاهش پذیرش کلی فراورده شد. استفاده از جایگزین‌های شکر موجب کاهش قند کل در نمونه‌های مسقطی شد و کمترین درصد قند کل در تیمار حاوی ۵۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه استویوزید (۵۰ درصد شیرینی) به‌علاوه ساکارز (۲۵ درصد شیرینی) مشاهده شد. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد ترکیب ایزومالت و استویوزید جایگزین مناسبی برای شکر در تولید مسقطی رژیمی با شکر کاهش یافته است.

واژه‌های کلیدی

استویوزید، ایزومالت، جایگزین شکر، خصوصیات کیفی، سوکرالوز

مقدمه

ساکارز مهم‌ترین جز اصلی در فراورده‌های مختلف قنادی و فراورده‌های شیرین است که علاوه بر دارا بودن طعم شیرین، در بهبود بافت فراورده‌های شیرین نقش مؤثر دارد (Nabors, 2002). در سال‌های اخیر نگرانی‌های روزافزونی در مورد اثرهای نامطلوب مصرف شکر بر سلامت انسان مطرح شده است که از جمله می‌توان به ایجاد بیماری‌های قلبی و عروقی، دیابت، چاقی مفرط، پوسیدگی دندان و بروز اختلال در سوخت و ساز بدن اشاره کرد. به

* نگارنده مسئول: Email: mdaneshi@iauyazd.ac.ir
http://doi: 10.22092/fooder.2019.124711.1193
© 2020,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

همین دلیل محققان تلاش کرده‌اند تا ترکیبات بی‌ضرر و مناسبی به‌جای ساکارز معرفی کنند (Savitha *et al.*, 2008). روش‌های کاهش ساکارز در فرمولاسیون مواد غذایی عبارت‌اند از کاهش تدریجی، استفاده از جایگزین‌ها، افزودن تشدیدکننده‌های شیرینی، بهبود ریزساختار و شکل دانه‌های شکر یا ترکیبی از روش‌های بیان شده. امروزه انواع جایگزین‌های بی‌خطر و قابل‌دسترس، برای مصرف‌کنندگان موجود است اما عملکرد این مواد در تولید محصولی با ویژگی‌های کیفی مطلوب بسیار با اهمیت است.

قندهای الکلی یا پلی‌ال‌ها نوعی از شیرین‌کننده‌ها هستند که در مواد غذایی کم‌کالری کاربرد دارند و از واکنش قندها در حضور کاتالیزورها تولید می‌شوند که عموماً پودر نیکل یا هیدروژن هستند. این قندها به‌طور ناقص جذب و متابولیزه می‌شوند و تفاوتشان با دیگر شیرین‌کننده‌های کم‌کالری در مغذی بودن آنهاست. قندهای الکلی علاوه بر شیرین کردن، فعالیت‌های دیگری مانند افزایش حجم و بافت، تولید طعمی با اثر خنک‌کنندگی، جلوگیری از واکنش قهوه‌ای شدن به هنگام حرارت دادن و حفظ رطوبت در مواد غذایی را نیز دارند (Helen, 2006). برای این شیرین‌کننده‌ها آستانه مصرفی مشخص شده است که محدوده کاربرد آنها را برای جلوگیری از خاصیت لینت‌دهی[1] آنها مشخص می‌کند (Nabors, 2012).

استویا ریبادیانا[2] گیاه بومی مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است که به دلیل بالا بودن مقدار دی‌ترپن‌های شیرین (حدود ۲۰/۴ درصد) در برگ‌های آن، به خوبی شناخته شده است (Ghanta *et al.*, 2007). این گیاه منبعی است از گلیکوزیدهای دی‌ترپنی شیرین، عامل مزه شیرین این گیاه (Brandle & Telmer, 2007). استویوزید یکی از گلیکوزیدهای استویا است که تقریباً ۳۰۰ برابر شیرین‌تر از ساکارز است و اندیس گلیسمیک آن صفر و از این رو برای بیماران دیابتی بی‌ضرر است. استویوزید حاوی مقادیری فلاوونوئید است که این رنگدانه نیز ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی دارد و برای سلامت انسان بسیار مفید است؛ این خاصیت آنتی‌اکسیدانی موجب می‌شود ماندگاری محصول، به دلیل به تأخیر انداختن واکنش‌های نامطلوب شیمیایی افزایش یابد (Carneiro *et al.*, 1997; Ghanta *et al.*, 2007).

سوکرالوز تنها شیرین‌کننده غیرمغذی است که از شکر در فرآیندی چندمرحله‌ای ساخته می‌شود. سوکرالوز طعمی مانند شکر دارد ولی مانند آن در بدن متابولیزه نمی‌شود و بدون تغییر از بدن دفع می‌شود. میزان دریافتی قابل قبول سوکرالوز طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۰۲ ، صفر تا ۱۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز است (ISIRI, 2007). میزان شیرین‌کنندگی سوکرالوز نسبت به شکر ۸۰۰-۴۰۰ برابر و میزان کالری تولیدی آن پس از مصرف کردن صفر است (Berschauer, 1985; Nabors, 2012).

ایزومالت شکر تغییر شکل یافته است که از شکر طبیعی استخراج می‌شود و طعمی کاملاً مشابه طعم شکر دارد. ایزومالت علاوه بر خاصیت شیرین‌کنندگی و عملکردی، حجم‌دهنده رژیمی است و از نظر عملکرد مشابه ساکارز دارد. شیرینی ایزومالت بین ۰/۴۵ و ۰/۶ در مقایسه با ساکارز است. ایزومالت در برابر حرارت مقاوم و انحلال‌پذیری آن کم است و توان پایینی در جذب رطوبت دارد (Helen, 2006). گزارش‌ها نشان می‌دهد که ایزومالت به‌جای ایجاد تغییرات محسوس در قند و

1- Being laxity

2- *Stevia rebaudiana*

انسولین خون، وارد سوخت‌وساز بدن می‌شود و در نتیجه، افزودن آن به رژیم غذایی مبتلایان به دیابت مناسب است (Nabors, 2012).

مسقطی نوعی شیرینی سنتی ایران است که از نشاسته، روغن، شکر، هل و زعفران تهیه می‌شود و به آن حلوا مسقطی نیز گفته می‌شود. طرز تهیه مسقطی چیزی شبیه فرنی نشاسته است اما مدت زمان بسیار بیشتری برای تهیه آن لازم است. مسقطی در نقاط مختلف ایران با کمی تفاوت در فرمولاسیون و روش تهیه، تولید می‌شود اما مسقطی شیراز و بوشهر شهرت بیشتری دارد (Darya-bandari, 2011).

امروزه صنایع غذایی با چالش‌هایی مانند تولید و فراهم کردن غذاهای سلامتی بخش روبه‌روست. یکی از روش‌های فراهم‌سازی چنین غذاهایی کاهش یا حذف ترکیبات پرکالری و مخاطره‌آمیزی مانند شکر از فرمولاسیون مواد غذایی از جمله در فراورده‌های قنادی است. با توجه به مصرف زیاد فراورده‌های قنادی در ایران و کاربرد بیش از ۲۵ درصد شکر در فرمولاسیون مسقطی‌های تولیدی، در این مطالعه تهیه نوعی مسقطی رژیمی بررسی شده که از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی مشابه مسقطی تهیه شده با شکر است و مصرف‌کنندگان بدون نگرانی از بالا بودن مقدار شکر فراورده، آن را مصرف کنند.

مواد و روش‌ها

مواد

مواد اولیه مورد استفاده در تهیه مسقطی عبارت‌اند از شکر (شرکت شادیانه، اهواز، ایران)، نشاسته (شرکت خوشه فارس، شیراز، ایران)، روغن مایع (شرکت فراورده‌های روغنی ایران، سیرجان، ایران)، گلاب (شرکت گلاب زهرا، کرمان، ایران)، زعفران (شرکت شاه میرزا، دستگرد، ایران)، استویا و ایزومالت (Beneo، آلمان)، سوکرالوز (JK sweet، هند).

مواد شیمیایی به کار رفته شامل اسید هیدروکلریدریک غلیظ، سدیم هیدروکسید غلیظ، فهلینگ A و B، محلول سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال، محلول متیلن بلو، محلول روی استات، محلول پتاسیم فرو سیانید و معرف فنل فتالئین است که همه از شرکت مرک آلمان تهیه شدند.

روش تولید مسقطی

برای تهیه یک کیلوگرم نمونه شاهد، ۹۰ گرم نشاسته در یک لیتر آب سرد حل و ۲۷۲ گرم شکر به آن اضافه شد. پس از حل شدن کامل شکر، ۷۰ گرم روغن، ۱۰۰ میلی‌لیتر گلاب، ۴ گرم زعفران و ۵ گرم هل به مخلوط مسقطی افزوده و هم‌زده شد. هم‌زدن مخلوط روی حرارت به مدت دو تا سه ساعت تا رسیدن به بافت مناسب ادامه یافت (Darya-bandari, 2011). مسقطی تولید شده بلافاصله در ظروف ۵۰۰ گرمی در دار بسته‌بندی و در دمای یخچال (۱°C ± ۴) نگهداری شد. این محصول بلافاصله پس از تولید و در روزهای ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ مورد آزمون قرار گرفت. انواع تیمارهای تهیه شده بر اساس انتخاب شیرین کننده‌ها به‌جای شکر در جدول ۱ نشان داده شده است. یادآوری می‌شود چون مقدار مصرف ایزومالت در تیمارهای مختلف (به دلیل شیرین‌کنندگی کمتر) بسیار بیشتر از مقدار مصرف استویوزید و سوکرالوز و نقش بافت دهندگی آن غالب است، بنابراین میزان ایزومالت بر اساس درصد وزنی و مقدار استویوزید و سوکرالوز به دلیل قدرت شیرین‌کنندگی بالا و میزان مصرف کم، بر اساس درصد شیرینی در نظر گرفته شده است.

جدول ۱- نوع و درصد شیرین کننده‌های مورد استفاده (تیمارها)

تیمار	ترکیبات			
	ایزومالت (درصد وزنی)	استویوزید (درصد شیرینی)	سوکرالوز (درصد شیرینی)	ساکارز (درصد شیرینی)
شاهد	-	-	-	۱۰۰
$Ez_{50}+Es_{75}$	۵۰	۷۵	-	-
$Ez_{75}+Es_{62.5}$	۷۵	۶۲/۵	-	-
$Ez_{100}+Es_{50}$	۱۰۰	۵۰	-	-
$Ez_{50}+So_{75}$	۵۰	-	۷۵	-
$Ez_{75}+So_{62.5}$	۷۵	-	۶۲/۵	-
$Ez_{100}+So_{50}$	۱۰۰	-	۵۰	-
$Ez_{25}+Es_{62.5}+Su_{25}$	۲۵	۶۲/۵	-	۲۵
$Ez_{50}+Es_{50}+Su_{25}$	۵۰	۵۰	-	۲۵
$Ez_{25}+So_{62.5}+Su_{25}$	۲۵	-	۶۲/۵	۲۵
$Ez_{50}+So_{50}+Su_{25}$	۵۰	-	۵۰	۲۵

حروف انگلیسی Ez، Es، So و Su به ترتیب نشان‌دهنده شیرین‌کننده‌های ایزومالت، استویوزید، سوکرالوز و ساکارز هستند. اندیس‌های عددی نام تیمارها، نشان‌دهنده درصد وزنی یا شیرینی هر شیرین‌کننده است.

آزمون‌های شیمیایی

pH نمونه‌ها با استفاده از pH متر مدل PTR79 (A-T-C، ایتالیا) و مواد جامد محلول در آب (بریکس) با استفاده از رفراکتومتر دستی (MT-098، ایران) هر دو مطابق روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۸۵ (ISIRI, 2007)، اسیدیته با سود ۰/۱ نرمال و در حضور معرف فنل فتالئین، خاکستر با کوره برقی (Lenton، ترکیه) در مدت ۲ ساعت، مقدار رطوبت با آون فن‌دار مدل (KJ-55L، ایتالیا) و میزان قند کل نیز به روش لین-آینون با استفاده از محلول فهلینگ که هر چهار آزمون اخیر مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۸۲ (ISIRI, 2016)، تعیین گردید.

آزمون بافت

با کمک دستگاه بافت سنج Stable Micro Systems مدل TA.XT Plus (انگلستان) با پروب P/0.5 R و سرعت یک میلی‌متر بر ثانیه بافت نمونه‌ها تعیین شد. قطعات مسقطی با ابعاد ۳×۵×۵ سانتی‌متر از مرکز ظرف بریده و برای آزمون بافت به کار گرفته شد (Zhou & Regenstein, 2007).

ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی، قطعات مسقطی به‌صورت قالب‌های کوچک در ابعاد ۳ × ۲ سانتی‌متر برش داده شده و در اختیار ۱۵ ارزیاب نیمه آموزش دیده قرار داده شد و از لحاظ عطر و بو، رنگ، طعم و مزه، بافت، شیرینی و پذیرش کلی ارزیابی شدند. مبنای امتیازدهی، روش هدونیک ۵ امتیازی بود (بسیار خوب نمره ۵، خوب نمره ۴، متوسط نمره ۳، نامناسب نمره ۲، بسیار بد نمره ۱).

روش تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها بر اساس طرح فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار دنبال شد. از تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون توکی برای مقایسه میانگین‌ها با نرم‌افزار آماری SPSS 22 استفاده شد.

نتایج و بحث

ارزیابی خصوصیات شیمیایی

تأثیر تیمارهای مختلف بر بریکس، اسیدیته و pH نمونه‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. در همان روز تولید، محدوده تغییرات اسیدیته ۰/۰۳۶-۰/۰۳۰ درصد (بر حسب اسید سیتریک) و برای pH برابر ۶/۶۵ - ۵/۸۸ بود که تغییر معنی‌داری مشاهده نشد ($p\geq0.05$). علیزاده و همکاران (Alizadeh *et al.*, 2014) می‌گویند جایگزین کردن قند استویا در تولید نوشیدنی شیر میوه‌ای، تأثیری بر pH نمونه‌ها ندارد. تحقیقات روی ژله کم‌کالری با استفاده از سایر شیرین‌کننده‌ها نیز بر بی‌تأثیر بودن فرمولاسیون و نوع قند بر pH دلالت دارد (Khouryieh *et al.*, 2005; Acosta *et al.*, 2008). یکی از علل تغییر pH در فراورده‌های حاوی ساکارز، وقوع واکنش قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی (مایلارد) در اثر هیدرولیز ساکارز ناشی از حرارت است (Fatemi, 2008) که به دلیل نگهداری نمونه‌ها در دمای یخچال طی دوره بررسی (۶۰ روز) و همچنین استفاده از شیرین کننده‌ها به‌جای شکر که موجب کاهش میزان ساکارز در فرمولاسیون مسقطی شد، این واکنش در نمونه‌ها رخ نداد. در دمای بالاتر از ۱۶۰ درجه سلسیوس نیز نوع دیگری از فرایند قهوه‌ای شدن (کاراملیزاسیون) اتفاق می‌افتد اما چون دمای پخت مسقطی در محدوده ۱۳۰-۱۲۰ درجه سلسیوس است، این نوع قهوه‌ای شدن و تغییرات pH ناشی از آن مشاهده نشد. از آنجا که شیرینی ایزومالت، استویوزید، و سوکرالوز به ترتیب نصف، ۲۰۰ تا ۳۰۰ برابر و ۴۰۰ تا ۸۰۰ برابر شیرینی ساکارز است، مقدار مصرف ایزومالت در ترکیب تیمارها بسیار بیشتر از مقدار مصرف استویوزید و سوکرالوز خواهد بود. به‌علاوه، ایزومالت نقش پرکنندگی بافت را نیز به عهده دارد و به همین دلیل، تأثیر ایزومالت در خصوصیات فیزیکی شیمیایی نمونه‌ها بسیار بیشتر از تأثیر استویوزید و سوکرالوز است.

بررسی میزان مواد جامد محلول در تیمارهای مختلف نشان داد بیشترین مواد جامد محلول در مسقطی‌های حاوی ۱۰۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۵۰ درصد شیرینی استویوزید، ۷۵ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۶۲/۵ درصد شیرینی سوکرالوز و ۱۰۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۵۰ درصد شیرینی سوکرالوز است (جدول ۲). افزودن ایزومالت به مسقطی موجب افزایش ماده خشک و در نتیجه موجب افزایش درصد مواد جامد محلول می‌شود. حسینی‌نژاد و همکاران (Hosseini Nejad *et al.* 2015) نیز گزارش داده‌اند با افزایش درصد ایزومالت در ساختار بیسکویت، میزان ماده خشک افزایش می‌یابد.

جدول ۲- مقادیر pH، اسیدیته و مواد جامد محلول تیمارهای مختلف مسقطی در روز تولید

تیمار	آزمون		
	pH	اسیدیته (درصد)	مواد جامد محلول (درصد)
شاهد	۵/۹۵ ± ۰/۰۷ ^{a}	۰/۰۳۵ ± ۰/۰۱۵ ^{a}	۱۲/۵۰ ± ۰/۰۳ ^{b}
$Ez_{50}+Es_{75}$	۶/۵۵ ± ۰/۰۷ ^{a}	۰/۰۳۱ ± ۰/۰۱۱ ^{a}	۱۲/۵۰ ± ۰/۰۵ ^{b}
$Ez_{75}+Es_{62.5}$	۶/۶۵ ± ۰/۰۷ ^{a}	۰/۰۳۰ ± ۰/۰۱۲ ^{a}	۱۳/۰۰ ± ۰/۰۳ ^{b}
$Ez_{100}+Es_{50}$	۵/۸۸ ± ۱/۰۸ ^{a}	۰/۰۳۴ ± ۰/۰۲۱ ^{a}	۲۰/۰۰ ± ۰/۰۴ ^{a}
$Ez_{50}+So_{75}$	۶/۲۵ ± ۰/۰۷ ^{a}	۰/۰۳۵ ± ۰/۰۱۶ ^{a}	۱۲/۵۰ ± ۰/۰۳ ^{b}
$Ez_{75}+So_{62.5}$	۵/۹۵ ± ۰/۰۷ ^{a}	۰/۰۳۶ ± ۰/۰۲۳ ^{a}	۲۲/۵۰ ± ۰/۰۵ ^{a}
$Ez_{100}+So_{50}$	۶/۵۵ ± ۰/۰۷ ^{a}	۰/۰۳۰ ± ۰/۰۱۵ ^{a}	۲۲/۰۰ ± ۰/۰۵ ^{a}
$Ez_{25}+Es_{62.5}+Su_{25}$	۶/۴۸ ± ۰/۲۱ ^{a}	۰/۰۳۱ ± ۰/۰۱۱ ^{a}	۱۲/۵۰ ± ۰/۰۳ ^{b}
$Ez_{50}+Es_{50}+Su_{25}$	۶/۵۲ ± ۰/۲۱ ^{a}	۰/۰۳۱ ± ۰/۰۱۲ ^{a}	۱۲/۵۰ ± ۰/۰۴ ^{b}
$Ez_{25}+So_{62.5}+Su_{25}$	۶/۵۹ ± ۰/۰۷ ^{a}	۰/۰۳۰ ± ۰/۰۱۵ ^{a}	۱۲/۵۰ ± ۰/۰۳ ^{b}
$Ez_{50}+So_{50}+Su_{25}$	۶/۴۴ ± ۰/۰۷ ^{a}	۰/۰۳۱ ± ۰/۰۱۴ ^{a}	۱۲/۵۰ ± ۰/۰۳ ^{b}

حروف متفاوت کوچک در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارهای مختلف در سطح ۵ درصد است.
حروف انگلیسی Ez، Es، So و Su به ترتیب نشان‌دهنده شیرین‌کننده‌های ایزومالت، استویوزید، سوکرالوز و ساکارز هستند.
اندیس‌های عددی نام تیمارها، نشان‌دهنده درصد وزنی یا شیرینی هر شیرین‌کننده است.

کاربرد شیرین کننده‌ها به‌جای شکر در فرمولاسیون مسقطی، میزان خاکستر نمونه‌ها را تغییر نداده است ($p\geq0.05$). تغییرات میزان خاکستر نمونه‌ها با گذشت زمان معنی‌دار نبوده است ($p\geq0.01$). علت این امر را می‌توان علاوه بر یکسان بودن نوع و مقدار نشاسته به کار رفته در فرمولاسیون مسقطی‌ها، به پایین بودن درصد خاکستر شکر (۰/۰۰۲ درصد) و کاربرد شیرین‌کننده‌های استویوزید، سوکرالوز و ایزومالت به‌جای شکر نسبت داد که مقدار خاکستر آنها به ترتیب ۱، ۰/۷ و ۰/۰۵ درصد است. اگرچه میزان خاکستر شیرین‌کننده‌هایی مانند استویوزید و سوکرالوز بیشتر از میزان خاکستر شکر است، اما با توجه به مقدار مصرف بسیار پایین آنها، تغییر در میزان خاکستر نمونه‌ها معنی‌دار نیست.

نتایج تحقیقات وطن‌خواه و همکاران (Vatankhah *et al.*, 2013) در کاربرد شیرین‌کننده استویوزید به‌جای شکر در فرمولاسیون بیسکویت نشان داد، افزودن مقادیر مختلف استویوزید (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) در میزان خاکستر نمونه‌های بیسکویت تأثیر ندارد. محدوده تغییرات خاکستر در تحقیقات مانیشا و همکاران (Manisha *et al.*, 2012) در به کارگیری استویوزید (۰/۷۵ درصد) و سوربیتول مایع (۲۱، ۴۲، ۶۱ و ۸۴ درصد) به‌جای شکر در تولید کیک، ۰/۷۰- ۰/۶۱ درصد است که تفاوت معنی‌دار ندارد. نتایج مطالعه حاضر، با تحقیقات گفته‌شده همسوست.

بررسی مقدار رطوبت نمونه‌ها نشان می‌دهد بیشترین رطوبت (۴۶/۶۷ درصد) را تیمار حاوی ۲۵ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۶۲/۵ درصد شیرینی سوکرالوز به علاوه ۲۵ درصد شیرینی ساکارز دارد ($p\geq0.01$). ایزومالت میزان جذب رطوبت پایینی دارد و با افزایش میزان ایزومالت از ۵۰ به ۱۰۰ درصد، رطوبت نمونه‌ها کاهش یافته است. دلیل این امر افزایش میزان ماده خشک است که منجر به ایجاد محصولی با ساختاری فشرده می‌شود که آب کمتری در خود حفظ می‌کند (Sadafi *et al.*, 2017)، بنابراین، افزودن ایزومالت تا حد رضایت‌بخش می‌تواند در ساختار مسقطی مصرف شود. نتایج تحقیق همچنین نشان می‌دهد افزودن استویوزید و سوکرالوز و کاستن از میزان ساکارز در فرمولاسیون مسقطی موجب افزایش رطوبت نمونه‌ها می‌شود (جدول ۳).

جدول ۳- تغییرات خاکستر و رطوبت در تیمارهای مختلف مسقطی در دوره نگهداری

آزمون	تیمارها	زمان نگهداری (روز)				
		۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰
خاکستر (درصد)	شاهد	۰/۱۰۲± ۰/۰۲۱ ^{aA}	۰/۱۰۶ ± ۰/۰۱۴ ^{aA}	۰/۱۰۶ ± ۰/۰۱۰ ^{aA}	۰/۱۰۵ ± ۰/۰۶۳ ^{aA}	۰/۱۰۳ ± ۰/۰۲۶ ^{aA}
	$Ez_{50}+Es_{75}$	۰/۱۰۴ ± ۰/۰۱۲ ^{aA}	۰/۱۰۵ ± ۰/۰۳۵ ^{aA}	۰/۱۰۰ ± ۰/۰۳۵ ^{aA}	۰/۱۰۷ ± ۰/۰۳۵ ^{aA}	۰/۱۰۴ ± ۰/۰۴۹ ^{aA}
	$Ez_{75}+Es_{62.5}$	۰/۱۰۶ ± ۰/۰۱۰ ^{aA}	۰/۱۰۵ ± ۰/۰۱۴ ^{aA}	۰/۱۰۷ ± ۰/۰۱۴ ^{aA}	۰/۱۰۹ ± ۰/۰۱۴ ^{aA}	۰/۱۰۱ ± ۰/۰۱۷ ^{aA}
	$Ez_{100}+Es_{50}$	۰/۱۰۸ ± ۰/۰۱۱ ^{aA}	۰/۱۰۹ ± ۰/۰۲۵ ^{aA}	۰/۱۰۳ ± ۰/۰۱۴ ^{aA}	۰/۰۹۷ ± ۰/۰۴۸ ^{aA}	۰/۱۰۱ ± ۰/۰۲۱ ^{aA}
	$Ez_{50}+So_{75}$	۰/۰۹۳ ± ۰/۰۱۰ ^{aA}	۰/۱۰۶ ± ۰/۰۲۲ ^{aA}	۰/۰۹۶ ± ۰/۰۴۹ ^{aA}	۰/۱۰۲ ± ۰/۰۵۷ ^{aA}	۰/۱۰۱ ± ۰/۰۳۵ ^{aA}
	$Ez_{75}+So_{62.5}$	۰/۱۰۶ ± ۰/۰۱۰ ^{aA}	۰/۱۰۸ ± ۰/۰۱۲ ^{aA}	۰/۰۹۸ ± ۰/۰۲۰ ^{aA}	۰/۰۹۹ ± ۰/۰۲۱ ^{aA}	۰/۱۰۲ ± ۰/۰۳۵ ^{aA}
	$Ez_{100}+So_{50}$	۰/۱۰۳ ± ۰/۰۱۵ ^{aA}	۰/۱۰۳ ± ۰/۰۲۸ ^{aA}	۰/۰۹۶ ± ۰/۰۲۶ ^{aA}	۰/۰۹۴ ± ۰/۰۳۵ ^{aA}	۰/۱۰۹ ± ۰/۰۱۴ ^{aA}
	$Ez_{25}+Es_{62.5}+Su_{25}$	۰/۱۰۳ ± ۰/۰۲۸ ^{aA}	۰/۱۰۲ ± ۰/۰۳۵ ^{aA}	۰/۰۹۴ ± ۰/۰۲۱ ^{aA}	۰/۱۰۵ ± ۰/۰۷۱ ^{aA}	۰/۱۰۲ ± ۰/۰۴۷ ^{aA}
	$Ez_{50}+Es_{50}+Su_{25}$	۰/۰۹۶ ± ۰/۰۱۴ ^{aA}	۰/۱۰۳ ± ۰/۰۱۴ ^{aA}	۰/۱۰۲ ± ۰/۰۲۱ ^{aA}	۰/۱۰۵ ± ۰/۰۶۳ ^{aA}	۰/۱۰۱ ± ۰/۰۳۸ ^{aA}
	$Ez_{25}+So_{62.5}+Su_{25}$	۰/۰۹۶ ± ۰/۰۱۱ ^{aA}	۰/۱۰۸ ± ۰/۰۱۰ ^{aA}	۰/۱۰۶ ± ۰/۰۳۸ ^{aA}	۰/۱۰۹ ± ۰/۰۳۸ ^{aA}	۰/۱۰۰ ± ۰/۰۳۵ ^{aA}
	$Ez_{50}+So_{50}+Su_{25}$	۰/۰۹۳ ± ۰/۰۳۴ ^{aA}	۰/۱۰۳ ± ۰/۰۳۵ ^{aA}	۰/۱۰۶ ± ۰/۰۱۴ ^{aA}	۰/۱۰۳ ± ۰/۰۱۸ ^{aA}	۰/۱۰۳ ± ۰/۰۲۰ ^{aA}
رطوبت (درصد)	شاهد	۲۶/۱۰± ۱/۱۳ ^{aAB}	۳۰/۷۲ ± ۳/۱۲ ^{aE}	۲۷/۷۹ ± ۱/۵۲ ^{aD}	۲۹/۳۲ ± ۱/۱۰ ^{aE}	۲۳/۲۴ ± ۱/۰۲ ^{aB}
	$Ez_{50}+Es_{75}$	۳۹/۳۱ ± ۴/۷۲ ^{aBC}	۳۶/۶۸ ± ۳/۴۲ ^{aG}	۴۰/۸۸ ± ۳/۱۲ ^{aH}	۳۸/۴۷ ± ۲/۴۲ ^{aF}	۳۵/۳۸ ± ۲/۵۵ ^{aE}
	$Ez_{75}+Es_{62.5}$	۲۸/۶۴ ± ۱/۶۳ ^{aAB}	۲۹/۴۷ ± ۱/۱۵ ^{aD}	۲۷/۳۳ ± ۱/۶۵ ^{aC}	۲۶/۴۹ ± ۱/۱۴ ^{aC}	۲۵/۱۰ ± ۱/۸۶ ^{aC}
	$Ez_{100}+Es_{50}$	۲۳/۲۸ ± ۱/۱۳ ^{aA}	۲۴/۳۱ ± ۱/۱۷ ^{aA}	۲۳/۳۷ ± ۱/۰۵ ^{aB}	۲۱/۰۷ ± ۱/۱۱ ^{aA}	۲۲/۶۴ ± ۱/۱۶ ^{aAB}
	$Ez_{50}+So_{75}$	۳۰/۸۵ ± ۲/۰۳ ^{aAB}	۴۰/۵۷ ± ۲/۶۷ ^{aI}	۳۹/۲۲ ± ۲/۱۱ ^{aG}	۳۹/۲۰ ± ۲/۷۸ ^{aH}	۳۶/۷۲ ± ۲/۳۹ ^{aF}
	$Ez_{75}+So_{62.5}$	۲۶/۵۶ ± ۲/۴۲ ^{aAB}	۲۷/۸۳ ± ۱/۳۳ ^{aC}	۲۸/۸۸ ± ۱/۱۴ ^{aE}	۲۵/۸۵ ± ۱/۹۳ ^{aB}	۲۶/۶۱ ± ۱/۴۶ ^{aD}
	$Ez_{100}+So_{50}$	۲۳/۴۶ ± ۱/۴۲ ^{aA}	۲۵/۴۷ ± ۱/۱۵ ^{aB}	۲۳/۰۷ ± ۱/۰۸ ^{aA}	۴۰/۹۴ ± ۲/۴۹ ^{aI}	۲۲/۱۶ ± ۱/۰۹ ^{aA}
	$Ez_{25}+Es_{62.5}+Su_{25}$	۴۱/۶۶ ± ۳/۸۳ ^{aBC}	۴۵/۲۳ ± ۳/۱۶ ^{aJ}	۴۵/۱۸ ± ۳/۰۳ ^{aJ}	۲۷/۴۰ ± ۲/۱۹ ^{aD}	۴۱/۸۷ ± ۲/۸۸ ^{aG}
	$Ez_{50}+Es_{50}+Su_{25}$	۳۳/۴۰ ± ۲/۷۲ ^{aABC}	۳۵/۳۸ ± ۱/۹۴ ^{aF}	۳۶/۹۶ ± ۱/۱۶ ^{aF}	۳۹/۱۰ ± ۱/۸۳ ^{aG}	۳۵/۳۶ ± ۳/۰۳ ^{aE}
	$Ez_{25}+So_{62.5}+Su_{25}$	۴۷/۰۴ ± ۴/۱۵ ^{aC}	۴۸/۶۳ ± ۳/۸۴ ^{aK}	۴۹/۰۸ ± ۳/۱۹ ^{aK}	۴۷/۰۵ ± ۳/۲۹ ^{aK}	۴۱/۵۴ ± ۳/۴۲ ^{aG}
	$Ez_{50}+So_{50}+Su_{25}$	۳۵/۵۴ ± ۲/۲۱ ^{aABC}	۳۹/۸۷ ± ۱/۳۲ ^{aH}	۴۲/۵۶ ± ۱/۷۴ ^{aI}	۴۲/۸۵ ± ۲/۶۷ ^{aJ}	۳۶/۷۶ ± ۲/۱۲ ^{aF}

حروف انگلیسی Ez، Es، So و Su به ترتیب نشان‌دهنده شیرین‌کننده‌های ایزومالت، استویوزید، سوکرالوز و ساکارز هستند. اندیس‌های عددی نام تیمارها، نشان‌دهنده درصد وزنی یا شیرینی هر شیرین‌کننده است.

حروف یکسان کوچک در هر ردیف نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای یکسان در روزهای مختلف در سطح ۵ درصد است.

حروف متفاوت بزرگ در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارهای مختلف در زمان یکسان در سطح ۵ درصد است.

شکر دمای ژلاتینی شدن (ژلاتیناسیون) نشاسته و واسرشتی (دناتوراسیون) پروتئین را افزایش می‌دهد و این دمای بالای ژلاتیناسیون به خروج رطوبت از محصول کمک می‌کند و در نتیجه با کاهش مقدار شکر در فرمولاسیون محصول رطوبت افزایش می‌یابد (Kocer *et al.*, 2007). در مطالعه‌ای اثر جایگزینی استویوزید، سوربیتول مایع، برخی هیدروکلوئیدها و امولسیفایرها به‌جای شکر در کیک نشان داد که با کاهش درصد شکر، رطوبت افزایش و حجم فراورده کاهش می‌یابد در حالی که درصد خاکستر نمونه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارد (Manish *et al.*, 2012). در پژوهش وطن‌خواه و همکاران (Vatankhah *et al.*, 2013) نشان داده‌شده است که رطوبت نمونه‌های بیسکویت با افزایش درصد استویوزید در فرمولاسیون بیسکویت افزایش معنی‌داری دارد ($p\geq0.05$) به طوری که بیشترین درصد رطوبت مربوط به نمونه‌ای است که در آن استویوزید به‌طور کامل به‌جای شکر اضافه شده است. پژوهش احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2014) نشان داد با افزایش سطوح استویوزید، میزان رطوبت موجود در کیک روند افزایشی نشان می‌دهد. در مطالعه حاضر میزان رطوبت نمونه‌ها در دوره نگهداری تغییر معنی‌داری نشان نداده است ($p\geq0.05$).

با روش لین- آینون امکان اندازه گیری مستقیم ساکارز وجود ندارد، بنابراین ابتدا آن را باید هیدرولیز کرد تا به گلوکز و فروکتوز (قندهای احیاءکننده) تبدیل و سپس قند کل اندازه گیری شود. در نمونه‌های مسقطی فاقد ساکارز، میزان قند قابل اندازه‌گیری نبود. در همه تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد، درصد قند کل به‌طور معنی‌داری کاهش نشان می‌دهد ($p\geq0.05$). در میزان قند کل نمونه‌ها با گذشت زمان تغییر معنی‌داری دیده نمی‌شود ($p\geq0.05$). کمترین درصد قند کل در تیمار حاوی ۵۰ درصد وزنی ایزومالت+۵۰ درصد شیرینی استویوزید+۲۵ درصد شیرینی ساکارز اندازه‌گیری شد. میزان قند در مسقطی شاهد بیش از ۳ برابر میزان قند در مسقطی‌هایی است که در فرمولاسیون آنها از شیرین‌کننده‌های به جای شکر استفاده شده بود (جدول ۴).

جدول ٤- تغییرات قند کل در تیمارهای مختلف مسقطی در دوره نگه‌داری

تیمار	روز بعد از تولید	
	۰	۱۵
شاهد	۴۹/۰۷± ۴/۲۴ ^{aC}	۵۱/۴۴ ± ۵/۱۳ ^{bD}
$Ez_{25}+Es_{62.5}+Su_{25}$	۱۵/۰۴ ± ۲/۶۳ ^{aB}	۱۴/۹۲ ± ۲/۰۹ ^{aB}
$Ez_{50}+Es_{50}+Su_{25}$	۱۲/۱۴ ± ۱/۹۲ ^{aA}	۱۱/۸۳ ± ۰/۹۸ ^{aA}
$Ez_{25}+So_{62.5}+Su_{25}$	۱۴/۸۴ ± ۲/۲۳ ^{aA}	۱۴/۸۹ ± ۲/۱۶ ^{aB}
$Ez_{50}+So_{50}+Su_{25}$	۱۵/۱۰ ± ۲/۴۵ ^{aB}	۱۵/۳۷ ± ۱/۹۷ ^{aC}

Ez: ایزومالت، Es: استویوزید، So: سوکرالوز، Su: ساکارز

اندیس‌های عددی نام تیمارها، نشان‌دهنده درصد وزنی یا شیرینی هر شیرین‌کننده است.

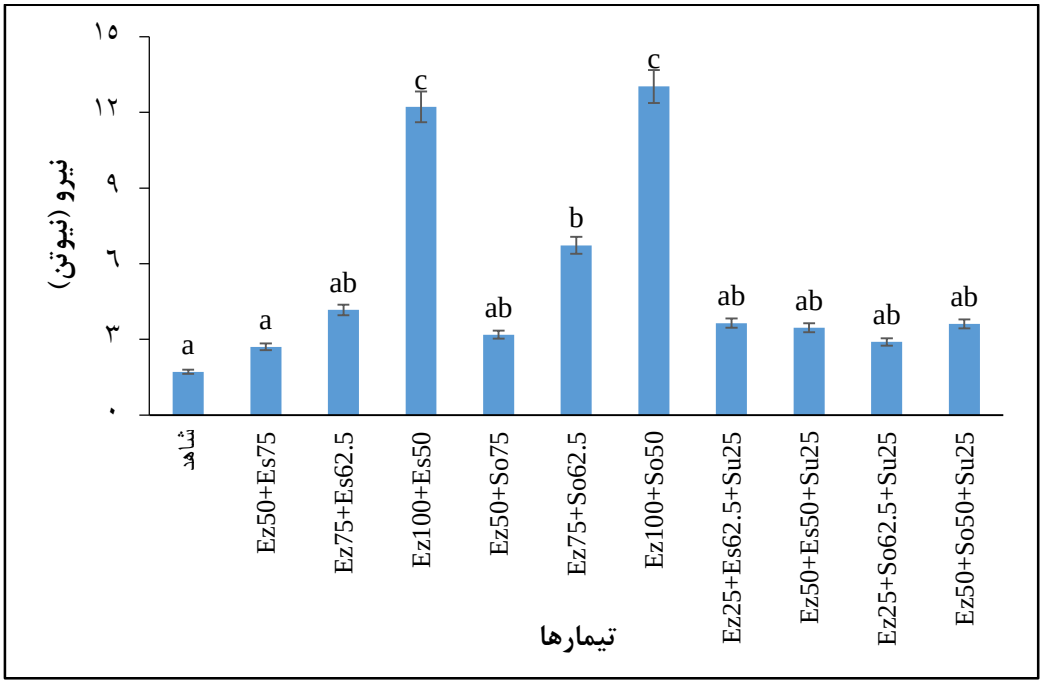
حروف متفاوت کوچک در هر ردیف نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارهای یکسان در روزهای مختلف در سطح ۵ درصد است.

حروف متفاوت بزرگ در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارهای مختلف در زمان یکسان در سطح ۵٪ می‌باشد.

دلیل این امر را می‌توان به کاهش میزان ساکارز در فرمولاسیون آنها نسبت داد. مانیشا و همکاران (Manisha *et al.*, 2012)، لین و همکاران (Lin *et al.*, 2010) و وطن‌خواه و همکاران (Vatankhah *et al.*, 2013) نیز کاهش چشمگیری را در میزان قند محصولات به هنگام جایگزینی شکر مشاهده کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

ارزیابی بافت

استحکام مسقطی به ریزساختار آن بستگی دارد. بافت مسقطی حاوی ۵۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۷۵ درصد شیرینی استویوزید بافتی مشابه به بافت مسقطی شاهد داشت ($p\geq$۰/۰۵). در بین جایگزین‌های شکر، افزودن ایزومالت در مقادیر بالاتر از ۵۰ درصد نسبت به افزودنی استویوزید و سوکرالوز در افزایش سفتی مؤثرتر عمل کرده است به‌طوری‌که در نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد ایزومالت بیشترین سفتی بافت اندازه‌گیری گردید (شکل ۱). سفت‌ترین نمونه‌های مسقطی از نظر بافت مربوط به تیمار حاوی ۱۰۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۵۰ درصد شیرینی استویوزید و ۱۰۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۵۰ درصد شیرینی سوکرالوز به ترتیب با مقادیر ۱۲/۲۲ و ۱۳/۰۳ نیوتن بود. افزودن ایزومالت به مسقطی موجب افزایش ماده خشک شده و در نتیجه آن پایداری و ظرفیت اتصال با آب افزایش یافته است که این امر موجب افزایش سفتی می‌شود. در مطالعات حسینی‌نژاد و همکاران (Hosseini Nejad *et al.*, 2015) نیز مشاهده شده است که با افزودن ایزومالت به ژله، سفتی بافت نسبت به سفتی نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد.



شکل ۱- ارزیابی بافت در نمونه‌های مختلف مسقطی

حروف یکسان نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تفاوت با گروه شاهد در سطح ($p\geq$0.05) است.

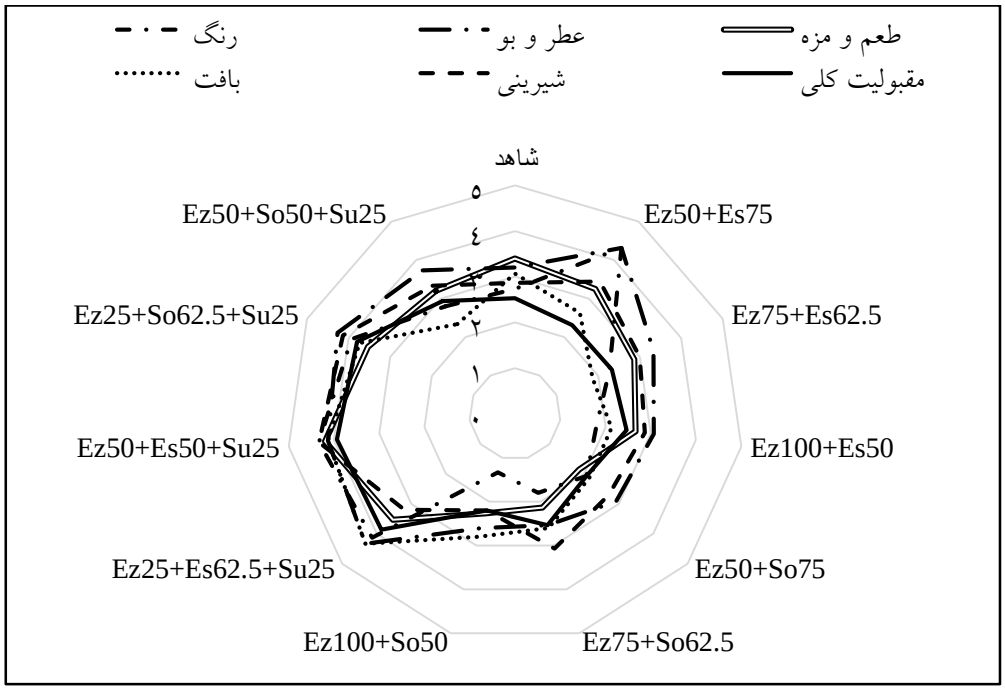
حروف انگلیسی Ez، Es، So و Su به ترتیب نشان‌دهنده شیرین‌کننده‌های ایزومالت، استویوزید، سوکرالوز و ساکارز هستند. اندیس‌های عددی نام تیمارها، نشان‌دهنده درصد وزنی یا شیرینی هر شیرین‌کننده است.

بر اساس داده‌های حاصل از سنجش بافت، بیشترین تغییرات بافت نمونه‌های مسقطی در ۱۵ روز اول بعد از تولید مشاهده شد و پس از آن با میزان کمتری افزایش یافت. در ۱۵ روز اول، با توجه به آزاد شدن آب و به تعادل رسیدن رطوبت نمونه‌ها با محیط، تمامی نمونه‌ها نسبت به روز اول سخت‌تر شده‌اند. بعد از گذشت ۱۵ روز، چون نمونه‌ها در ظروف دربسته نگهداری شدند، افت رطوبت ناچیز بود. قندهاری یزدی و همکاران (Ghandahari Yazdi *et al.*, 2013) نیز گزارش داده‌اند با گذشت زمان، سفتی نمونه‌های قطاب حاوی سوکرالوز- مالتودکسترین افزایش یافته است. احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2014) نیز گفته‌اند با افزایش میزان استویوزید در نمونه کیک با گذشت زمان میزان سفتی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافته است.

ارزیابی حسی

همان طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، در ارزیابی رنگ، کمترین امتیاز را تیمار حاوی ۱۰۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۵۰ درصد شیرینی سوکرالوز کسب کرد. افزودن مقادیر بالاتر از ۵۰ درصد ایزومالت در فرمولاسیون مسقطی، عطر و بو را تحت تأثیر قرار داد و موجب کاهش امتیاز شد. از نظر ارزیابان، مطلوب‌ترین طعم در تیمار ۵۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه۵۰ درصد شیرینی استویوزید به علاوه ۲۵ درصد شیرینی ساکارز شناخته شد و کمترین امتیاز را تیمار حاوی ۱۰۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۵۰ درصد شیرینی سوکرالوز کسب کرد. تیمارهای ۵۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۶۲/۵ درصد شیرینی استویوزید به علاوه ۲۵ درصد شیرینی ساکارز، ۲۵ درصد وزنی ایزومالت به علاوه۵۰ درصد شیرینی استویوزید به علاوه ۲۵ درصد شیرینی ساکارز مطلوب‌ترین بافت را داشتند. تیمار حاوی ۵۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه۵۰ درصد شیرینی استویوزید به علاوه ۲۵ درصد شیرینی ساکارز از نظر طعم شیرینی مطلوب‌تر شناخته شد و کمترین امتیاز را تیمار حاوی ۱۰۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۵۰ درصد شیرینی سوکرالوز کسب کرد. در پذیرش کلی مسقطی تهیه شده با فرمولاسیون ۵۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۵۰ درصد شیرینی استویوزید به علاوه ۲۵ درصد شیرینی ساکارز و ۲۵ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۶۲/۵ درصد شیرینی سوکرالوز به علاوه ۲۵ درصد شیرینی ساکارز بهترین و مطلوب‌ترین تیمار شناخته شدند. سایر تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد مطلوبیت یکسانی کسب کردند ($p\geq0.05$).

به نظر می‌رسد از نظر ارزیابان، هیچ‌یک از تیمارها که در فرمولاسیون آنها ساکارز به کار نرفته، به‌تنهایی نمی‌تواند تأمین‌کننده ویژگی‌های کیفی محصول حاوی شکر باشد و تیمارهای دارای ساکارز مقبولیت بالاتری دارند. افزودن مقادیر مختلف استویوزید و سوکرالوز در پذیرش کلی ارزیابان تأثیر نداشته است اما افزودن مقادیر بالای ایزومالت موجب کاهش پذیرش کلی و کسب امتیاز کمتر شده است. کاهش مقدار ایزومالت در تهیه مسقطی به دلیل اثرهای ملین این ترکیب و کاهش هزینه و ارزش اقتصادی، اهمیت دارد که در پژوهش حسینی‌نژاد و همکاران (Hosseini Nejad *et al.*, 2015) نیز بدان اشاره شده است. این محققان در بررسی ارزیابی حسی ژله رژیمی به این نتیجه رسیدند که افزودن مقادیر بالاتر از ۵۰ درصد ایزومالت به‌طور معنی‌داری موجب کاهش پذیرش کلی می‌گردد.



شکل ۲- مقایسه ویژگی‌های حسی تیمارهای مختلف مسقطی رژیمی

حروف انگلیسی Ez، Es، So و Su به ترتیب نشان‌دهنده شیرین‌کننده‌های ایزومالت، استویوزید، سوکرالوز و ساکارز هستند.

اندیس‌های عددی نام تیمارها، نشان‌دهنده درصد وزنی یا شیرینی هر شیرین‌کننده است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، اثر استفاده از شیرین‌کننده‌های رژیمی، به‌جای ساکارز بر خواص فیزیکی شیمیایی، حسی و بافت مسقطی بررسی شد.

نتایج ارزیابی نشان داد این جابه‌جایی تأثیر معنی‌داری بر میزان pH و اسیدیته مسقطی ندارد، اما افزودن ایزومالت و استویوزید به ترتیب موجب افزایش و کاهش بریکس می‌شود. افزودن شیرین‌کننده‌های رژیمی استویوزید و سوکرالوز موجب افزایش درصد رطوبت نسبت به تیمار شاهد و بالعکس افزودن مقادیر بالای ایزومالت موجب کاهش رطوبت مسقطی می‌شود. افزودن شیرین‌کننده‌های رژیمی ایزومالت، استویوزید و سوکرالوز تغییری در میزان خاکستر مسقطی ایجاد نمی‌کند. مقدار قند کل در همه تیمارها کمتر است تا در نمونه شاهد؛ کمترین درصد قند در تیمار حاوی ۵۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۵۰ درصد شیرینی استویوزید به علاوه ۲۵ درصد شیرینی ساکارز اندازه‌گیری شد. سفتی بافت تیمارهای مختلف مسقطی، نسبت به سفتی بافت تیمار شاهد، بیشتر بود (جز در نمونه مسقطی حاوی ۵۰ درصد وزنی ایزومالت به علاوه ۷۵ درصد شیرینی استویوزید که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت). در بین جایگزین‌های شکر، ایزومالت در مقادیر بالاتر از ۵۰ درصد نسبت به استویوزید و سوکرالوز موجب افزایش بیشتری در سفتی بافت مسقطی شده و در دو هفته اول نگهداری، سفتی بافت نمونه‌های مسقطی افزایش نشان داده است.

به‌طورکلی، افزودن شیرین‌کننده‌های استویوزید و سوکرالوز در پذیرش کلی ارزیابان تأثیر نداشته اما افزودن مقادیر بالای ایزومالت موجب کاهش پذیرش کلی و کاهش عطر و بو شده است.

ارزیابی‌ها نشان می‌دهد تولید مسقطی رژیمی با استفاده از شیرین‌کننده‌های ذکر شده امکان‌پذیر خواهد بود و افزودن آنها موجب تأثیر مثبت در کاهش قند و بهبود برخی ویژگی‌ها می‌شود. به‌طورکلی با توجه به نتایج آزمون‌ها مسقطی حاوی ۵۰ درصد وزنی ایزومالت و ۵۰ درصد شیرینی استویوزید و ۲۵ درصد شیرینی ساکارز می‌تواند جایگزین مناسبی برای مسقطی‌های سنتی باشد.

تعارض منافع

نویسندگان در رابطه با انتشار مقاله ارائه شده به طور کامل از اخلاق نشر تبعیت کرده و از موارد سوء اخلاق از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پرهیز نموده‌اند و منافعی تجاری در این راستا وجود ندارد.

مراجع

Acosta, O., Viquez, F. and Cubero,E. 2008 . Optimisation of low calorie mixed fruit jelly by response surface methodology. Food Quality and Preference. 19(1): 79-85

Ahmadi, E., Maghsoudlou, Y., Azizi, M., Alami, M. and Ghorbani, M. 2014. Effect of sugar substitution with sweetener Steviozid and date extract on physical and sensory characteristics of spongy cakes. Journal of Food Science and Technology. 60(13): 61-79. (in persian)

Alizadeh, M., Azizi-lalabadi, M., Hojat-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 Scientific Research and Reports. 3(11): 1421-1429. (in Persian)

Berschauer, F. 1985. Isomalt as a reduced-calorie bulk sweetener. Food chemistry, 16(3-4), 243.

Brandle, J. E. and Telmer, P. G. 2007. Steviol glycoside biosynthesis. Phytochemistry. 68(14): 1855-1863.

Carneiro, J. W. P., Muniz, A. S., and Guedes, T. A. 1997. Greenhouse bedding plant production of Stevia rebaudiana (Bert) Bertoni. Canadian Journal of Plant Science 77(3): 473-474.

Darya-bandari, N. 2011. Cooking Attic Book. 18, 1551-1553. (in Persian)

Fatemi, H. 2008. Food Chemistry. Public joint stock company.p.480. (in Persian).

Ghandahari Yazdi, A, P. Hojjatoleslami, M. Keramat, J. and Jahadi, M. 2013. Investigating the effect of sucrose replacement with maltodextrin- sucralose mixture on reological properties and amount of calories traditional cookies ghotab. Journal of Modern Science and Technology. 1(2): 49-58. (in Persian)

Ghanta, S., Banerjee, A., Poddar, A., and Chattopadhyay, S. 2007. Oxidative DNA damage preventive activity and antioxidant potential of Stevia rebaudiana (Bertoni) Bertoni, a natural sweetener. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55(26), 10962-10967.

Helen, M. 2006. Sweeteners and Sugar Alternative in Food Technology, 177-249.

Hosseini Nejad,M. Mohtashami, M. Kamali,S. and Ellahi, M. 2015.Optimize the low- calorie jelly powder formulation using sucralos and isomalt sweeteners. Jornal of Research and Innovation in Food Science and Technology. 4(1):65-74. (in Persian)

ISIRI. 2007. Food Additives-Permitted Sweeteners-The List and General Specifications. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. ISIRI No. 1302. (in Persian)

ISIRI. 2007. Fruit Juices- Test Methods. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. ISIRI No.2685. (in Persian)

ISIRI. 2016. Jelly products-Specifications and Test Methods. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. ISIRI No. 2682. (in Persian)

Khouryieh, H. A., Aramouni, F. M. and Herald, T. J. 2005. Physical, chemical and sensory properties of sugar-free jelly. Journal of Food Quality. 28(2): 179-190.

Kocer, D., Hicsasmaz, Z., Bayindirli, A. and Katnas, S. 2007. Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar-and fat-replacer. Journal of Food Engineering. 78(3): 953-964.

Lin, S. D., Lee, C. C., Mau, J. L., Lin, L. Y., and Chiou, S. Y. 2010. Effect of erythritol on quality characteristics of reduced-calorie Danish cookies. Journal of Food Quality. 33, 14-26.

Manisha, G., Soumya, C., and Indrani, D. 2012. Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. Food Hydrocolloids. 29(2): 363-373.

Nabors, L. O. B. 2002. Sweet choices: sugar replacements for foods and beverages. Food technology. 56(7): 28-34.

Nabors, L.O.B. (Ed.). 2012. Alternative Sweeteners. CRC Press.275-300.

Pasha, I. M. R. A. N., Butt, S., Anjum, F. M., and Shehzadi, N. 2002. Effect of dietetic sweeteners on the quality of cookies. International Journal of Agriculture Biology. 8(60): 245-248.

Sadafi, M., Khorshid Poor, B. and Hashemi Ravan, M. 2017. Study of the effect of stevia and isomalt as a sugar substitute on the qualitative and sensory properties of fruit candy. Journal of Food Science and Technology. 65(14): 209-225. (in Persian)

Savitha, Y. S., Indrani, D., and Prakash, J. 2008. Effect of replacement of sugar with sucralose and maltodextrin on rheological characteristics of wheat flour dough and quality of soft dough biscuits. Journal of Texture Studies. 39(6): 605-616.

Vatankhah, M., Elhami Rad, A. H. and Yaghbaee, M. J. 2013.Study of the possibility of producing diet biscuits using the stevioside sweetener. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology. 3(2): 157-170. (in Persian)

Zhou, P., Regenstein, J. M. 2007. Comparison of water gel desserts from fish skin and pork gelatins using instrumental measurements. Journal of Food Science. 72(4): 196-201.

Food Engineering Research/Vol.19/No.68/Spring and Summer 2019/P: 105-118
Journal Home page: https://fooder.areeo.ac.ir/

Original Research

Effect of Some Sugar Replacers on Physico-Chemical, Sensory and Texture Properties of Dietetic Masghati

R. Peykari, M. Daneshi*, S. A.Yasini-Ardakani

* Corresponding Author: Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran. Email: mdaneshi@iauyazd.ac.ir
Received: 28 December 2018, Accepted: 11 November 2020
http://doi: 10.22092/fooder.2019.124711.1193

Abstract

Obesity, diabetes, and cardiovascular disease are the most common diseases in industrial societies, and for this reason, the design and production of low-calorie, reduced or sugar-free foods has been highly regarded as a strategy. Masghati is a traditional Iranian confection with about 25% sugar content and therefore reduction of sugar causes some challenges in the texture and sensory properties of product. In this study, the sugar content of Masghati was replaced using different percentage of isomalt, stevioside and sucralose. Physico-chemical properties (pH, acidity, ash, moisture content, brix and total sugar), texture and sensory evaluation (taste, odor, color, texture, sweetness, overall acceptance) of different treatments were tested immediately after production and during storage time. The results showed no significant difference in pH, acidity and ash content of different treatments ($p \leq 0.05$). The addition of isomalt more than 50% w/w reduced the moisture content of the product while the firmness and brix increased the moisture content of the product. Addition of different amounts of stevioside and sucralose did not affect the overall acceptability of the evaluators but adding high amounts of isomalt reduced the overall acceptability and score. The use of sugar substitutes reduced the total sugar content in the Masghati and the lowest total sugar content (11.98%) was measured in the sample containing 50% (w/w) isomalt + 50% (by sweetness) stevioside + 25%(by sweetness) sucrose. In general, the results of this study showed that the combination of isomalt and stevioside is a good alternative to sugar in the production of dietary Masghati with reduced sugar.

Keywords: Isomalt, Quality properties, Sugar replacer, Stevioside, Sucralose