

بررسی تأثیر جایگزینی شربت ذرت با فروکتوز بالا به جای ساکارز بر خصوصیات سوهان

پریسا شمسایی، لیلا نوری*

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران
۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۰۹

چکیده

با تغییر فرهنگ زندگی و کم شدن تحرک انسان‌ها و بروز مشکلاتی نظیر چاقی، فشارخون و شیوع بیماری‌هایی از قبیل دیابت، مشکل استفاده از ساکارز، در تولید محصولات غذایی برای اقشار فوق‌الذکر روز به روز مشهودتر گشته و لزوم توجه به حل این مشکل جدی‌تر شده است. از این رو در این پژوهش به بررسی فرآیند جایگزینی ساکارز با استفاده از شربت ذرت با فروکتوز بالا در سطوح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ و ۱۰۰ درصد پرداخته شده و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های سوهان تولیدی همچون میزان رطوبت، خاکستر، میزان چربی استخراجی و اسیدیته روغن استخراجی، میزان قند کل، ویژگی‌های بافتی و خصوصیات حسی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تأثیر شربت ذرت با فروکتوز بالا بر ساختار میکروسکوپی سوهان، از تصویربرداری با میکروسکوپ الکترونی روبشی استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد جایگزینی شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون سوهان سبب ایجاد تغییر معنی‌داری در میزان رطوبت، خاکستر، میزان چربی استخراجی و اسیدیته محصول نمی‌شود در مقابل، با افزایش نسبت شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون، میزان سفتی بافت سوهان و میزان قند کل به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($P < 0/05$). تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی نیز نشان داد با افزایش میزان شربت ذرت در فرمولاسیون سوهان، میزان صافی سطحی محصول افزایش می‌یابد. نتایج آزمون حسی نیز نشان داد با جایگزینی شربت ذرت در سوهان، امتیاز مربوط به طعم، بافت و پذیرش کلی به طور معنی‌داری کاهش پیدا می‌کند. در ارتباط با ارزیابی حسی امتیازات اختصاص داده‌شده به تیمار دارای ۱۰۰٪ ساکارز، از نظر میزان صافی سطح سوهان بهترین نمونه مربوط به تیمار دارای ۱۰۰٪ شربت ذرت با فروکتوز بالا و کمترین میزان قند کل را تیمار دارای ۱۰۰٪ ساکارز دارا بود.

واژه‌های کلیدی: سوهان، شربت ذرت با فروکتوز بالا، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ارزیابی حسی

*مسئول مکاتبات: nouri.le.ir@gmail.com

۱- مقدمه

سوهان یکی از محصولات سنتی کشورمان ایران است که طی سالیان متمادی در کارگاه های کوچک به شیوه سنتی تولید و بسته بندی می شود (۱). این محصول از پختن مخلوطی از آرد گندم، جوانه گندم، شکر، روغن و سایر افزودنی های مجاز به دست می آید. این شیرینی به دلیل وجود ترکیبات آن از جمله: زعفران، آرد گندم و آرد جوانه گندم از ارزش غذایی بسیار بالایی برخوردار می باشد. از تنها ترکیبات ضد تغذیه ای در این محصول می توان به شکر اشاره نمود (۳). تمایل برای به کارگیری نوع تازه ای از شیرین کننده ها با معرفی شربت ذرت غنی از فروکتوز قوت یافت. تصفیه این شربت در آمریکا از زمان جنگ های داخلی و با توسعه فرایند آبکافت نشاسته شروع گردید و با تولید دکستروز از نشاسته در سال ۱۹۷۷ ادامه یافت (۲). دکستروز کریستاله هیدراته، مالتو دکستروز، شربت ذرت و نهایتاً شربت ذرت غنی از فروکتوز از جمله محصولات به دست آمده از نشاسته ذرت می باشند. اولین نوع شربت ذرت غنی از فروکتوز که در سال ۱۹۷۷ تولید شد دارای ۱۵٪ فروکتوز بود و بعدها شربت ذرت غنی از فروکتوز محتوی ۴۲٪ فروکتوز وارد بازار شد و در بین سال های ۱۹۸۰-۱۹۷۰ این روند توسعه یافت (۲۱). شربت ذرت غنی از فروکتوز مایعی شفاف، دارای مزه شیرین، بدون هیچ طعم مزاحم و دارای شیرینی و خواص کاربردی مشابه ساکارز است و دارای بوی مخصوص به خود می باشد (۱۳۸). این شیرین کننده در تمام محصولات غذایی که نیاز به شیرین شدن دارند و دارای رطوبت بالایی هستند می تواند مورد استفاده قرار گیرد (۲۶). شربت ذرت غنی از فروکتوز شیرین کننده ارزان قیمتی می باشد که امروزه با قیمتی حدود ۱۰-۱۵٪ ارزان تر از ساکارز به فروش می رسد (۱۶). پژوهش های متعددی در رابطه با جایگزینی شیرین کننده های مختلف در مواد غذایی انجام گرفته است. در این راستا میرزایی و همکاران (۱۳۸۴)، در تحقیق خود به بررسی امکان جایگزینی سوکروز با شربت ذرت غنی از فروکتوز در

نوشابه های غیرالکلی گازدار پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که می توان سوکروز موجود در نوشابه ها را با شربت ذرت غنی از فروکتوز جایگزین کرد، بدون این که بر خواص کیفی و حسی آن ها اثر بگذارد و از این راه قدم مهمی در کاهش هزینه تولید نوشابه ها برداشته شد (۲). وروما و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی میزان پذیرش شکلات شیری بدون چربی، شیرین شده با ساکارز و استویا را در بین کودکان ۱۱ تا ۱۴ سال مورد بررسی قرار دادند. نتایج از لحاظ رنگ، شیرینی، طعم و ... نشان داد که شکلات شیری که حاوی ۱۸٪ ساکارز با استویا است بیشترین پذیرش و شکلات شیری بدون شکر با استویا پایین ترین پذیرش را داشته است (۲۷). با توجه به موارد ذکر شده و اثرات مضر ساکارز، بررسی امکان تولید سوهان بدون شکر که یک شیرینی سنتی و اصیل ایرانی می باشد و بررسی تأثیر شربت ذرت با فروکتوز بالا بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی و حسی و بافتی این شیرینی جالب به نظر می رسد. با توجه به اینکه شربت ذرت با فروکتوز بالا و ساکارز خواص مشابهی دارند در نتیجه این شیرین کننده می تواند جایگزین مناسبی به جای ساکارز در تولید سوهان باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

در این تحقیق آرد گندم نول از شرکت تک خریداری شد. شکر از شرکت شکوفه، روغن از شرکت لادن طلایی، تخم مرغ و بادام و پسته از بازار و زعفران از شرکت بهرامن و آب شهری و شربت ذرت با فروکتوز بالا از نوع ۵۵٪ فروکتوز از گروه صنعتی پارس تهیه شد.

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- تولید نمونه های سوهان

فرمولاسیون نمونه های سوهان معمولی مطابق با استاندارد شماره ۲۶۱۲ ملی ایران حاوی ۲۶٪ آرد گندم، ۵٪ آرد جوانه

این مرحله حرارت دهی قطع و به مدت ۲-۱ دقیقه خمیر با همزن هم زده شد که این عمل جهت رساندن نهایی خمیر صورت گرفت. در این مرحله خمیر به صورت یکپارچه درآمد. مواد روی یک فویل که از قبل چرب شده بود ریخته شد. سپس هل به خمیر اضافه شد و بعد خلال پسته و بادام روی آن مهر گردید. سوهان پس از شکل دهی در مقابل یک خنک کننده (کولر) قرار داده شد تا خنک گردیده و شکل نهایی را به خود بگیرد (۱، ۳). جهت تهیه سوهان با شربت ذرت با فروکتوز بالا، به جای شکر از شربت ذرت با فروکتوز بالا در چهار سطح ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ استفاده گردید و بقیه ترکیبات ثابت در نظر گرفته شد. جدول شماره ۱ تیمارهای مورد استفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد.

گندم، ۲۹٪ شکر، ۳۰٪ روغن، ۸٪ مغز پسته و بادام و ۲٪ زرده تخم مرغ و مواد عطروطعم دهنده (گلاب و هل) بودند (۳). برای تهیه سوهان در ابتدا آرد گندم و جوانه گندم و مقداری آب با هم مخلوط گردید و مواد پس از قرار گرفته شدن روی حرارت تا به دست آمدن قوام مناسب مرتباً هم زده شد، سپس شکر اضافه شده و هم زدن ادامه داده شد. در مرحله بعد پس از آنکه که مواد خنک شد روغن و سپس یک عدد زرده تخم مرغ که از قبل با مقدار کمی شکر مخلوط شده بود، به مواد افزوده گردید. هنگامی که خمیر آماده شد مقداری پودر زعفران حل شده در آب یا گلاب افزوده شد. مواد توسط همزن هم زده شد تا آب آن تخییر شد، غلظت آن افزایش پیدا کرد و شکل فیزیکی آن به خمیر نزدیک تر گردید. سپس در

جدول ۱- تیمارهای مورد استفاده در تحقیق

شماره تیمار	شکر (درصد)	شربت ذرت با فروکتوز بالا (درصد)
B	۱۰۰	-
S ₁	۷۵	۲۵
S ₂	۵۰	۵۰
S ₃	۲۵	۷۵
S ₄	-	۱۰۰

۲-۲-۲- ارزیابی خصوصیات نمونه‌های سوهان

آزمایشات شیمیایی با استفاده از استاندارد ملی ایران انجام شد. به گونه‌ای که رطوبت، روغن استخراجی و اسیدیته چربی استخراجی با استفاده از استاندارد ملی شماره ۲۴۶۲، خاکستر و قند کل با استفاده از استاندارد ملی شماره ۲۶۱۲، اندازه گیری شد (۴).

۲-۳- آزمایشات بافت

در آزمایش‌های مربوط به بافت نمونه‌های سوهان دو آزمون نفوذ و برش توسط دستگاه بافت سنج اینسترون مدل (HOUNDSFIELD-H5KS) ساخت کشور انگلستان انجام گرفت (۱۰).

۲-۴- آزمون بررسی ساختار میکروسکوپی

برای بررسی تأثیر شربت ذرت با فروکتوز بالا بر ساختار میکروسکوپی سوهان از میکروسکوپ الکترونی روبشی مدل (LEO ۱۴۵۰ VP) ساخت کشور انگلستان و شرکت سازنده LEO استفاده گردید. ولتاژ مورداستفاده KV۱۵ و وضوح تصاویر $\times 1000$ در نظر گرفته شد.

۲-۵- ارزیابی حسی

خصوصیات حسی سوهان تولید شده به وسیله ۳۰ نفر ارزیاب مورد بررسی قرار گرفته شد. ویژگی های ارگانولپتیک، شامل طعم (مزه)، میزان شیرینی، بو، رنگ و پذیرش کلی بودند. به منظور ارزیابی حسی نمونه ها از مقیاس هدونیک پنج نقطه شامل، بسیار خوب (۵ امتیاز)، خوب (۴ امتیاز)، متوسط (۳ امتیاز)، بد (۲ امتیاز) و خیلی بد (۱ امتیاز) استفاده شد.

۲-۶- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق داده های مربوط به ۵ تیمار و سه تکرار به روش کاملاً تصادفی و با استفاده از روش تجزیه واریانس (ANOVA) تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین ها با استفاده از روش آزمون دانکن بررسی شد و برای این منظور از نرم افزار تخصصی Minitab به عنوان ابزار تجزیه و تحلیل داده ها استفاده شد.

۳- نتایج و بحث**۳-۱- تحلیل نتایج فیزیکو شیمیایی تیمارها****۳-۱-۱- رطوبت**

رطوبت یکی از فاکتورهای مهم در تعیین خصوصیات فیزیکی سوهان می باشد. بالا بودن رطوبت منجر به پدیده چسبندگی محصول به یکدیگر و به دندان حین مصرف می شود. همان طور که در جدول ۲ نشان داده شده است میزان رطوبت نمونه های مختلف سوهان در محدوده ی ۲/۲۴-۲/۳۹

درصد بود. نتایج آنالیز واریانس نشان داد استفاده از شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون سوهان سبب تغییر معنی داری در میزان رطوبت سوهان نمی شود ($P > 0.05$). دلیل آن را باید مربوط به خصوصیات خود شربت ذرت با فروکتوز بالا دانست که مهم ترین خصوصیات شربت ذرت با فروکتوز بالا خاصیت حفظ رطوبت و کاهش فعالیت آبی است (۱۹). کلمن و هاربرز (۱۹۸۳) به بررسی جایگزینی ساکارز با شربت ذرت با فروکتوز بالا در کیک آنجل پرداختند. این محققان اعلام نمودند جایگزینی ساکارز با شربت ذرت با فروکتوز بالا در سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد سبب تغییر معنی داری در رطوبت کیک نمی شود.

۳-۱-۲- خاکستر

خاکستر به مجموعه مواد معدنی اطلاق می شود و میزان آن در محصول متأثر از ترکیب سوهان است. نتایج مربوط به اندازه گیری خاکستر در جدول ۲ نشان داده شده است. همان طور که مشخص است میزان خاکستر نمونه های مختلف سوهان در محدوده ی ۰/۳۴-۰/۳۱ درصد بود. نتایج آنالیز واریانس نشان داد استفاده از شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون سوهان سبب تغییر معنی داری در میزان خاکستر سوهان نمی شود ($P > 0.05$).

³ Scanning Electron Microscopy

جدول ۲- میزان رطوبت و خاکستر در نمونه‌های مختلف سوهان

شربت ذرت با فروکتوز بالا (درصد)	رطوبت (درصد)	خاکستر (درصد وزنی بر حسب ماده خشک)
صفر (شاهد)	2.39 ± 0.07^a	0.34 ± 0.01^a
۲۵	2.33 ± 0.11^a	0.32 ± 0.02^a
۵۰	2.30 ± 0.04^a	0.33 ± 0.01^a
۷۵	2.28 ± 0.02^a	0.31 ± 0.03^a
۱۰۰	2.24 ± 0.09^a	0.32 ± 0.02^a

حروف آماری متفاوت در یک ستون نشان‌دهنده اختلاف معنادار ($P < 0.05$) می‌باشد.

۳-۱-۴- قند کل

نتایج مربوط به اندازه گیری میزان قند کل در نمونه‌های مختلف سوهان در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشخص است میزان قند کل در محدوده‌ی ۳۷/۱-۶۵/۵ درصد بود. نتایج آنالیز واریانس نشان داد استفاده از شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون سوهان سبب افزایش معنی‌دار قند کل در سوهان می‌شود ($P < 0.05$). افزایش قند را می‌توان به دلیل وجود فروکتوز بالا در شربت ذرت با فروکتوز بالا دانست و اینکه ساکارز از نسبت مساوی گلوکز و فروکتوز تشکیل شده است (۱۷). در مغایرت با نتایج تحقیق حاضر، کلمن و هاربرز (۱۹۸۳) گزارش کردند جایگزینی ساکارز با شربت ذرت با فروکتوز بالا تا ۲۵٪ سبب افزایش میزان قند شده و با افزایش این نسبت، میزان قند کاهش می‌یابد (۷). دلیل این اختلاف می‌تواند به خاطر اختلاف در فرمولاسیون، نوع شربت ذرت با فروکتوز بالای مورد استفاده و فرآیند تولید محصولات باشد.

۳-۱-۵- چربی استخراجی

نتایج مربوط به اندازه گیری میزان چربی استخراجی در نمونه‌های مختلف سوهان در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشخص است میزان چربی استخراجی در محدوده‌ی ۴۴/۵-۴۶/۴ درصد بود. نتایج آنالیز واریانس نشان داد استفاده از شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون سوهان سبب تغییر معنی‌داری در میزان چربی استخراجی سوهان نمی‌شود ($P > 0.05$).

۳-۱-۶- اسیدیته روغن استخراجی

چربی‌های خوراکی دارای مقدار معین اسید چرب آزاد هستند ولی ممکن است در اثر عوامل فساد و واکنش هیدرولیز، این مقدار از حد معین تجاوز نماید، بنابراین اندیس اسیدی شاخصی است که به ما در تشخیص وجود فساد در روغن‌ها و چربی‌ها کمک می‌نمایند (۲۴). نتایج مربوط به اندازه گیری میزان اسیدیته روغن استخراجی در نمونه‌های مختلف سوهان در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشخص است میزان اسیدیته روغن استخراجی در محدوده‌ی ۰/۱۷-۰/۲۱ درصد بود. نتایج آنالیز واریانس نشان داد استفاده از شربت

فشار بالا هیدرولیز آبی را تسریع می نماید. بنابراین افزایش تدریجی عدد اسیدی طی اعمال حرارت دور از انتظار نیست. طبق استاندارد کدکس (۱۹۹۹) حداکثر عدد اسیدی روغن های بکر قبل از حرارت دهی ۰/۳٪ و روغن های گیاهی تصفیه شده، قبل از اعمال حرارت، حداکثر ۰/۱٪ است. همچنین بر طبق استاندارد ملی شماره ۴۱۵۲ حداکثر عدد اسیدی برای روغن های گیاهی مخصوص سرخ کردن ۰/۲٪ می باشد؛ بنابراین می توان گفت تمام نمونه های تولیدی از لحاظ عدد اسیدی فاقد مشکل بوده و قابلیت مصرف دارند.

ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون سوهان سبب تغییر معنی داری در میزان اسیدیته روغن استخراجی سوهان نمی شود (P>۰/۰۵). ماشاک و همکاران (۲۰۱۴) ویژگی های شیمیایی سوهان را مورد ارزیابی قرار داده و اعلام نمودند اسیدیته ی روغن استخراجی در محدوده ی ۰/۱۳-۰/۳۳ درصد می باشد (۲۲). اختلاف در شرایط فرآیند تولید مانند دما و زمان اعمال دما و همچنین نوع روغن مورد استفاده می تواند سبب تغییر معنی داری در عدد اسیدی روغن شود (۵). افزایش در اسیدیته نشانگر هیدرولیز و آزاد شدن اسیدهای چرب است. دما و

جدول ۳- میزان قند کل، چربی استخراجی و اسیدیته روغن استخراجی در نمونه های مختلف سوهان

شربت ذرت با فروکتوز بالا	قند کل (درصد)	چربی استخراجی (درصد وزنی برحسب ماده خشک)	اسیدیته روغن استخراجی (درصد وزنی برحسب اسید اولئیک)
صفر (شاهد)	۳۷/۱ ± ۰/۲ ^e	۴۶/۴ ± ۰/۳ ^a	۰/۱۸ ± ۰/۰۲ ^a
۲۵	۴۲/۴ ± ۰/۱ ^d	۴۴/۵ ± ۰/۱ ^a	۰/۱۹ ± ۰/۰۱ ^a
۵۰	۵۳/۹ ± ۰/۳ ^c	۴۴/۹ ± ۰/۲ ^a	۰/۱۷ ± ۰/۰۲ ^a
۷۵	۵۹/۳ ± ۰/۲ ^b	۴۵/۷ ± ۰/۳ ^a	۰/۲۰ ± ۰/۰۳ ^a
۱۰۰	۶۵/۵ ± ۰/۴ ^a	۴۶/۳ ± ۰/۲ ^a	۰/۲۱ ± ۰/۰۱ ^a

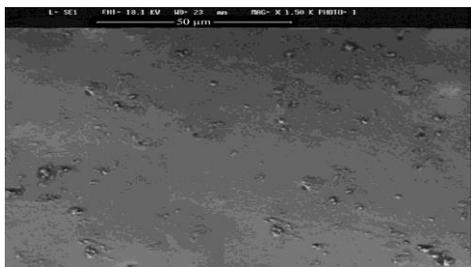
اعدادی که با حروف غیرمشابه نشان داده شده اند دارای اختلاف آماری معنی دار می باشد (P<۰/۰۵).

افزایش معنی دار میزان سختی بافت در سوهان می شود (P<۰/۰۵). دلیل این امر می تواند به خاطر واکنش پروتئین های موجود در سوهان مانند سفیده تخم مرغ با قندهای احیاء کننده و توده ای شدن ساختارهای پروتئینی باشد (۲۰). گانسر و زوربا (۲۰۱۱) به نتایج مشابهی در خصوص شیرینی هلوا که نوعی شیرینی ترکی و مشابه سوهان است دست پیدا کردند (۱۴). نتایج مشابهی نیز به وسیله ی کلمن و هاربرز (۱۹۸۳)

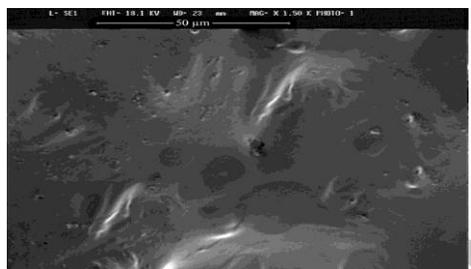
۳-۲- ارزیابی بافت تیمارها

نتایج مربوط به سختی بافت یا نیروی لازم برای نفوذ پروب در نمونه های مختلف سوهان، در شکل ۱ نشان داده شده است. همان طور که مشخص است میزان سختی بافت فرمولاسیون های مختلف، ۱ روز بعد از نگهداری در دمای محیط، در محدوده ی ۶۵۵/۵۲-۵۶۳/۲۴ نیوتون بود. نتایج آنالیز واریانس نشان داد استفاده از شربت ذرت در فرمولاسیون سوهان سبب

روی تأثیر جایگزینی ساکارز با شربت ذرت با فروکتوز بالا در کوکی اعلام نمودند با افزایش میزان شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون، میزان شکاف‌های سطح محصول کاهش یافته و متعاقباً سطحی صاف ایجاد می‌شود. این محققین اعلام نمودند با افزایش میزان ساکارز، شکاف‌های سطحی افزایش می‌یابد (۹).



شکل ۲- تصویر میکروسکوپ الکترونی رویشی در نمونه B

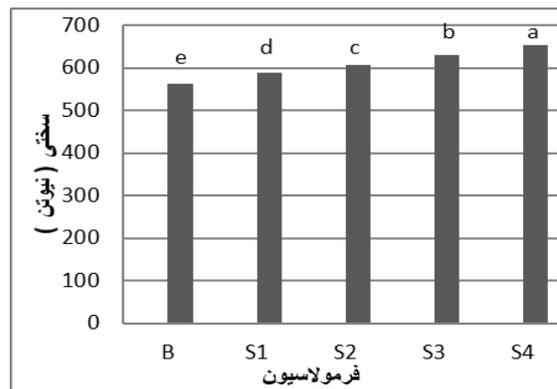


شکل ۳- تصویر میکروسکوپ الکترونی رویشی در نمونه S4

۳-۴- نتایج ارزیابی حسی

نتایج مربوط به ارزیابی حسی نمونه‌های مختلف سوهان در جدول ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که مشخص است با افزایش میزان شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون سوهان، امتیاز مربوط به طعم، تردی و پذیرش کلی به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده است. در مقابل، جایگزینی ساکارز با شربت ذرت با فروکتوز بالا تأثیر معنی‌داری بر رنگ و وضعیت ظاهری نمونه‌ها نداشته است.

گزارش گردید. این محققان به بررسی جایگزینی ساکارز با شربت ذرت با فروکتوز بالا در کیک آنجل پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد جایگزینی در سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد سبب افزایش معنی‌دار میزان سفتی بافت کیک می‌شود (۷).



شکل ۱- اثر سطوح مختلف شربت ذرت با فروکتوز بالا بر آنالیز بافت در فرمولاسیون‌های مختلف سوهان (نمونه B: نمونه دارای ۱۰۰٪ شکر- نمونه S1: نمونه دارای ۷۵٪ شربت ذرت با فروکتوز بالا-نمونه S2: نمونه دارای ۵۰٪ شربت ذرت با فروکتوز بالا- نمونه S3: نمونه دارای ۲۵٪ شربت ذرت با فروکتوز بالا-نمونه S4: نمونه دارای ۱۰۰٪ شربت ذرت با فروکتوز بالا) حروف آماری متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنادار ($P < 0.05$) می‌باشد.

۳-۳- ارزیابی نتایج میکروسکوپ الکترونی رویشی

تصاویر مربوط به میکروسکوپ الکترونی رویشی در شکل‌های ۲ و ۳ آمده است. همان‌طور که مشخص است نمونه تولید شده با ۱۰۰٪ شربت ذرت با فروکتوز بالا دارای سطحی صاف‌تر نسبت به نمونه تولید شده با ۱۰۰٪ ساکارز می‌باشد. رین همیر و همکاران (۲۰۱۰) به نتایج مشابهی در خصوص شیرینی سخت تولید شده با شربت ذرت با فروکتوز بالا دست پیدا کردند. این محققان اعلام نمودند با افزایش میزان ساکارز در فرمولاسیون، ساختار محصول حالت ناهموار و خشن به خود می‌گیرد (۲۳). داسچر و هانی (۱۹۸۵) در تحقیقی بر

جدول ۴- ارزیابی حسی نمونه‌های مختلف سوهان

تیما	شاهد	%۲۵	%۵۰	%۷۵	%۱۰۰
طعم	۴/۷ ± ۰/۱ ^a	۴/۵ ± ۰/۲ ^b	۴/۲ ± ۰/۱ ^c	۳/۹ ± ۰/۲ ^d	۳/۶ ± ۰/۱ ^e
رنگ	۴/۶ ± ۰/۳ ^a	۴/۷ ± ۰/۱ ^a	۴/۶ ± ۰/۱ ^a	۴/۷ ± ۰/۱ ^a	۴/۶ ± ۰/۲ ^a
تردی	۴/۷ ± ۰/۱ ^a	۴/۴ ± ۰/۲ ^b	۴/۳ ± ۰/۱ ^c	۴/۱ ± ۰/۲ ^d	۴/۰ ± ۰/۱ ^e
وضعیت ظاهری	۴/۶ ± ۰/۱ ^a	۴/۷ ± ۰/۲ ^a	۴/۵ ± ۰/۱ ^a	۴/۷ ± ۰/۲ ^a	۴/۵ ± ۰/۱ ^a
پذیرش کلی	۴/۷ ± ۰/۱ ^a	۴/۵ ± ۰/۲ ^b	۴/۱ ± ۰/۱ ^c	۳/۹ ± ۰/۲ ^d	۳/۵ ± ۰/۱ ^e

حروف آماری متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنادار ($P < 0.05$) می‌باشد.

حروف مشابه در یک ردیف فاقد تغییر معنی‌داری هستند.

است نمونه حاوی ۱۰۰٪ شکر بیشترین امتیاز پذیرش کلی و نمونه دارای ۱۰۰٪ شربت ذرت با فروکتوز بالا دارای کمترین امتیاز پذیرش کلی است. از واکنش کاراملیزاسیون قندها در فرآیند تولید فرآورده‌های آردی، ترکیبات طعمی مطلوب و نامطلوب تولید می‌گردد. در شربت ذرت با فروکتوز بالا متوسا کاریدهایی مانند گلوکز در این واکنش‌ها شرکت نموده و با ایجاد ترکیبات طعمی نامطلوب منجر به کاهش میزان پذیرش کلی محصول می‌گردد (۱۵). در خصوص رنگ، با توجه به رنگ تیره سوهان، استفاده از شربت ذرت با فروکتوز بالا به جای ساکارز در سوهان سبب ایجاد تغییر معنی‌داری در رنگ ظاهری نشد. شربت ذرت با فروکتوز بالا از تغییر رنگ در محصول جلوگیری می‌کند (۱۱). نتایج مشابهی به وسیله‌ی کلمن و هاربرز (۱۹۸۳) در خصوص تولید کیک آنجل با شربت ذرت با فروکتوز بالا گزارش گردیده است (۷). در مغایرت با نتایج این پژوهش، جانسون و همکاران (۱۹۸۹) به بررسی تأثیر جایگزینی شربت ذرت با فروکتوز بالا با ساکارز بر ویژگی‌های حسی کیک پرداخته و اعلام نمودند این جایگزینی سبب تغییر معنی‌داری در رنگ، تردی و طعم محصول نهایی نمی‌شود (۱۸). دلیل این اختلاف می‌تواند به خاطر تفاوت در فرمولاسیون و بافت کیک و سوهان باشد.

در خصوص طعم، همان‌طور که از نتایج به دست آمده در جدول مشخص است، امتیاز مربوط به طعم به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده است. دلیل این امر می‌تواند به خاطر کاهش میزان طعم شیرینی شربت ذرت با فروکتوز بالا نسبت به ساکارز در ابتدای چشیدن باشد (۶). بهترین سوهان از نظر طعم، سوهان دارای ۱۰۰٪ شکر و کمترین میزان طعم سوهان دارای ۱۰۰٪ شربت ذرت با فروکتوز بالا بود. کلمن و هاربرز (۱۹۸۳) اعلام نمودند با افزایش میزان شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون کیک، میزان شیرینی نمونه‌های کیک کاهش پیدا می‌کند (۷). بارنستین و همکاران (۱۹۹۳) در تحقیقات خود اعلام نمودند ساکارز کاهش ۷٪ را در میزان طعم شیرینی در ابتدای چشیدن نشان می‌دهد درحالی‌که شربت ذرت با فروکتوز بالا کاهش ۱۸٪ را نشان می‌دهد. البته این کاهش فقط در ابتدای چشیدن اتفاق می‌افتد و بعد از آن در تمام مدت ثابت می‌ماند (۶). در خصوص تردی، همان‌طور که نتایج مربوط به ارزیابی بافت نشان داد، با افزایش میزان شربت ذرت با فروکتوز بالا میزان سفتی نمونه‌های تولیدی به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند. در خصوص پذیرش کلی، نتایجی مشابه طعم به دست آمد و تغییر معناداری در کاهش امتیاز پذیرش کلی مشاهده شد. همان‌طور که مشخص

۴- نتیجه گیری

با توجه به ارزیابی‌های انجام شده، تولید سوهان بدون شکر و با استفاده از شربت فروکتوز ذرت امکان پذیر می‌باشد که در برخی موارد مانند صاف تر شدن سطح سوهان اثرات مثبت و در برخی موارد مانند افزایش سفتی بافت و افزایش قند کل اثرات منفی دارد. البته می‌توان گفت افراد دیابتی هر نوع قندی را جذب نمی‌کنند و این افزایش قند را نمی‌توان به طور یقین برای این افراد مضر دانست. در فرآیند انجام این تحقیق با استناد بر آزمون‌های آماری و با انتخاب مقدار آلفای ۵ درصد نشان داده شد که استفاده از شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون سوهان سبب تغییر معنی‌داری در میزان رطوبت، خاکستر، چربی استخراجی و اسیدیته روغن استخراجی سوهان نمی‌شود ($P > 0.05$). نتایج آنالیز واریانس نشان داد استفاده از شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون سوهان سبب افزایش معنی‌دار قند کل در سوهان می‌شود. همچنین استفاده از شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون سوهان سبب افزایش معنی‌دار میزان سختی بافت در سوهان می‌شود ($P < 0.05$). با افزایش میزان شربت ذرت با فروکتوز بالا در فرمولاسیون سوهان، امتیاز مربوط به طعم، تردی و پذیرش کلی به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده است. در مقابل تأثیر معنی‌داری بر رنگ و وضعیت ظاهری نمونه‌ها نداشته است. نتایج مربوط به تصویربرداری با میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان داد با جایگزینی کامل ساکارز به وسیله شربت ذرت با فروکتوز بالا، سطح محصول حالت صافی و یکنواختی بیشتری به خود می‌گیرد. در ارتباط با ارزیابی حسی امتیازات اختصاص داده شده به تیمار دارای ۱۰۰٪ ساکارز، از نظر میزان صافی سطح سوهان بهترین نمونه مربوط به تیمار دارای ۱۰۰٪ شربت ذرت با فروکتوز بالا و در آخر کمترین میزان قند کل را تیمار دارای ۱۰۰٪ ساکارز دارا بود.

۵- منابع

- ۱- مقصودلو ی. ۱۳۸۲. تکنولوژی تولید سوهان. تهران: انتشارات علوم کشاورزی، ۶۶ صفحه.
- ۲- میرزایی م، مصباحی غ، ابراهیم‌زاده موسوی م، امین لاری م. ۱۳۸۴. بررسی امکان جایگزینی سوکروز با شربت ذرت غنی از فروکتوز در نوشابه‌های غیرالکلی گازدار. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳: ۷۹۳-۷۸۳.
- ۳- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۱. آیین کار تولید سوهان خوراکی. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۴۸۰ چاپ اول.
- ۴- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۱. ویژگی‌ها و روش‌های آزمون سوهان خوراکی. استاندارد ملی ایران، شماره ۲۶۱۲ تجدیدنظر اول.
5. Akbar, E. Yaakob, Z. Kamarudin, SK. Ismail, M. Salimon, J. 2009. Characteristic and composition of *Jatropha curcas* oil seed from Malaysia and its potential as biodiesel feedstock. *European journal of scientific research*, 29(3): 396-403.
6. Bornstein, B.L. Wiet, S.G, Pombo, M. 1993. Sweetness adaptation of some carbohydrate and high potency sweeteners. *Food science*, 58(3): 595-598.
7. Coleman, P.E. and Harbers, C.A. 1983. High fructose corn syrup: replacement for sucrose in angel cake. *Journal of Food Science*, 48(2): 452-456.
8. Clydesdale, F.M. Griffen, R.W. Holcomb, LM. 1995. Effect of color and sweeteners on the sensory characteristic of soft drink. *Journal of Food Quality*, 18: 425-442.
9. Doescher, L. C. and Hosney, RC. 1985. of Sugar-Snap Cookies. *Cereal Chem*, 62(4): 263-266.
10. Decker, N.R. and Ziegler, GR. 2003. Mechanical properties of aerated confectionery. Department of Food Science, *Journal of Texture Studies*, 4: 437-448.
11. Deroos, R.S. 2005. Flavor release from chewing gum, In *flavor science and Technology*, 3: 355-358.

25. Sanchari, C. and Utpal, R. 2014. Artificial sweeteners – a review. *J Food Sci Technol*, 51(4): 611-621.
26. Vandermaarel, M.J. anderveen, B.V, Uitdehaag, J.C, Leemhuis, H. Dijkhuizen, L. 2002. Properties and applications of starch – converting enzymes of the alpha- amylase family. *Journal of Biotechnology*, 94(2): 137-155.
27. Veruma-Bernardi MR, Lee K, Palchak T, Bordi PL. 2015. Chocolate milk sweetened with Stevia: Acceptance by Children. *Journal of Obesity and Overweight*, 1(1):1-5.
12. Farhoosh, R. and Moosavi, S.M. 2010. Evaluating the performance of peroxide and conjugated diene values in monitoring quality of used frying oils. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 11: 173-179.
13. Gabarra, R. and Hartel, W. 1998. Corn syrup solids and their saccharide fractions affect crystallization of amorphous sucrose. *Journal of Food Science*, 63.
14. Guneser, O. and Zorba, M. 2014. Effect of emulsifiers on oil separation problem and quality characteristics of Tahin Helva during storage. *Journal of food science and technology*, 5 (6):1085-1093.
15. Hodge, J.E. and Osman, E. Carbohydrates OF. 1976. Principles of food science part I. *Food Chemistry*, 53-71.
16. Hough, C.A, Parker, K.J. Vlitos, A.J. 1979. Development in sweeteners-1. London: applied Science Publishers.
17. Honey, H. 2007. characteristics and test method, Iran standard and industrial research institute, no. 92:53-71.
18. Johnson, J.M, Harris, C.H, Barbeau, W.E. 1989. Effects of high-fructose corn syrup replacement for sucrose on browning, starch gelatinization, and sensory characteristics of cakes. *Cereal chemistry (USA)*.
19. Jakson, E.B. 1995. Sugar confectionary manufacture, Chapman & hall. 22: 280-283.
20. Kaur, A, Amarjeet, K. Bakhshi, A. K. 2005. Development of free cakes by using whey protein concentrates. *Advances in Food Sciences ISSN 1431-7737*. 27(1): 2-5.
21. Meyer, S. and Eiriha, W. 2002. Optimizing sweetener blends for low calorie beverages. *Food Technology*, 56:42-45.
22. Mashak, Z. Sodagari, H. Moradi, B. 2014. Microbiological and chemical quality of sohan: An Iranian Traditional Confectionary Product. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 1:56-60.
23. Reinheimer, MA. Mussati, S. Scenna, N.J. Pérez, G.A. 2010. Influence of the microstructure and composition on the thermal-physical properties of hard candy and cooling process. *Journal of Molecular Structure*, 980(1), 250-256.
24. Sumnu, S.G. and Sahin, S. 2008. Advances in deep-fat frying of foods. CRC press. And high potency sweeteners. *Journal of Food Science*, 58: 595-598.