

تأثیر جایگزینی ساکارز با شیره خرما و قند مایع خرما بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر بیسکوئیت

غلامرضا مصباحی^۱، حسن منصوری^۲، مهسا مجذوبی^{۳*}، عسگر فرحناکی^۴

۱- استادیار بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

۲- دانش آموخته کارشناسی بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

۳- دانشیار بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

۴- استاد بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۲۰)

چکیده

در تهیه بیسکوئیت ساکارز یکی از ترکیبات اصلی به شمار می‌رود. کاربرد ساکارز تنها به دلیل ایجاد طعم شیرین نیست بلکه تأثیرات مثبتی بر ویژگی‌های فیزیکی محصول نیز دارد. از آنجا که مصرف ساکارز در دنیا رو به افزایش است یافتن منابع قندی دیگر به جز چغندر قند و نیشکر که منابع اصلی ساکارز به شمار می‌روند ضروری می‌باشد. در این تحقیق ساکارز در تهیه بیسکوئیت با درصدهای ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰٪ (وزنی) شیره و قند مایع خرما جایگزین شد و اثرات آن بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده از فارینوگراف نشان داد که قوام خمیر و برگشت پذیری آن با افزایش درصد جایگزینی ساکارز کاهش یافت در حالی که تفاوت معنی داری میان نمونه‌های تهیه شده با شیره خرما و قند مایع خرما مشاهده نشد. نتایج بافت سنجی با استفاده از دستگاه بافت سنج نشان داد که با کاهش مقدار ساکارز سفتی، انرژی، فنریت و پیوستگی خمیر کاهش یافت در حالی که چسبندگی آن افزایش یافت. مقدار انرژی، قوام و چسبندگی نمونه‌های حاوی قند مایع خرما بیشتر ولی فنریت آن کمتر از خمیر حاوی شیره خرما بود. با توجه به نتایج، بیشترین درصد جایگزینی ساکارز با قند مایع خرما ۶۰٪ و با شیره خرما ۴۰٪ بود. در درصدهای بالاتر کیفیت خمیر به طور چشمگیری کاهش نشان داد.

کلید واژگان: خمیر بیسکوئیت، شیره خرما، قند مایع خرما، بافت، فارینوگراف، بافت سنج

۱- مقدمه

بیسکوئیت یکی از محصولات فراوری غلات می باشد که به دلیل قابلیت ماندگاری بالا، بافت ترد و شکننده، تنوع در شکل و طعم و مزه و مصرف آسان، مصرف کنندگان بسیاری دارد. در تولید این محصول یکی از ترکیبات اصلی ساکارز می باشد که علاوه بر ایجاد طعم شیرین، در ایجاد بافت مناسب، رنگ و عطر مطلوب و کالری زایی موثر می باشد [۱]. تاثیر ساکارز از مرحله تولید خمیر مشخص می گردد، زیرا ساکارز با جذب آب موجود در خمیر مانع تشکیل شبکه گلوئنی قوی می گردد. عدم تشکیل شبکه گلوئنی قوی به همراه مقدار آب کمی که در تهیه خمیر بیسکوئیت استفاده می شود در ایجاد بافت ترد و شکننده بیسکوئیت نقش دارد و یک اثر مثبت به شمار می رود. اندازه ذرات ساکارز مصرفی و مقدار آن بر مقدار ساکارزی که می تواند وارد فاز محلول خمیر گردد و در نتیجه بر ویژگی های رئولوژیکی خمیر و بیسکوئیت تاثیر می گذارد [۲ و ۳]. عملکردهای مختلف ساکارز در بیسکوئیت به گونه ای است که کاربرد سایر شیرین کننده ها از جمله جایگزینان قند و شربت ذرت به جای ساکارز باعث افت کیفیت محصول می گردد [۴-۶].

ساکارز که معمولاً از چغندر قند یا نیشکر استخراج می گردد کاربردهای فراوانی در سایر محصولات غذایی دارد و مصارف بالای آن بیش از مقدار تولید جهانی می باشد. به همین دلیل تحقیقاتی برای یافتن منابع دیگری به جز چغندر قند و نیشکر برای تولید ساکارز به انجام رسیده است. این منابع جایگزین می بایست اثرات سوئی بر سلامتی انسان و کیفیت محصول نداشته باشند و مقرون به صرفه باشند [۶، ۷].

خرمای میوه ای سرشار از قند می باشد (حدود ۴۴-۸۸٪) که می توان از آن به عنوان یک منبع قندی تازه استفاده نمود. علاوه بر ساکارز، میوه خرما حاوی املاح مختلفی به ویژه فسفر، مس، منیزیم، پتاسیم و مقدار قابل توجهی کلسیم، ویتامین های گروه A، B، C و ترکیبات فیتوشیمیایی مانند فنولیک ها، استرول ها، آنتوسیانین ها، پیروسیانیدها و فلاوونوئیدها می باشد که اثرات سلامت بخشی و ضد سرطانی دارد [۸، ۹]. این ترکیبات مفید در ساکارز که به عنوان شکر معمولی شناخته شده است وجود ندارد.

بر طبق آمار موجود از هر هکتار چغندر قند و نیشکر می توان به ترتیب ۷۰ تن محصول با ۱۰٪ قند و ۳۰ تن محصول با

۱۷٪ قند برداشت نمود در حالی که از هر هکتار نخلستان با متوسط ۱۲۰ درخت می توان ۱۲ تن میوه با متوسط ۶۰٪ قند (درصد قند در رقم های مختلف متفاوت است) برداشت کرد که می توان با بهره وری کارآمد از آن ها یک صنعت جدید برای تولید ساکارز ایجاد کرد [۱۰].

خرمای یکی محصول مهم باغی در ایران است که بیشتر به صورت تازه توسط مردم به مصرف می رسد. طبق بررسی های انجام شده، کشور ایران با تولید حدود یک میلیون تن و سهم ۱۵/۵۷ درصدی در تولید خرما، در رتبه دوم تولید خرما جهان قرار دارد. از این مقدار خرما بخش قابل توجهی را خرمای درجه ۲ و ۳ تشکیل می دهد که قابلیت تازه خواری نداشته و قیمت بسیار پایینی دارند. همچنین در حین تولید، برداشت، بسته بندی و فراوری بخشی از خرما به ضایعات تبدیل می گردد که می توان با فراوری این ضایعات و تبدیل آنها به محصولات همچون شیر خرمای قند مایع خرما ارزش افزوده این محصولات را افزایش داد [۸، ۹].

شیره خرما محصولی مایع و نسبتاً شیرین و معمولاً به رنگ قهوه ای تیره است که علاوه بر ترکیبات قندی به ویژه گلوکز، فروکتوز و ساکارز حاوی ترکیبات غیرقندی از جمله پروتئین، فیبر، مواد پکتیکی و رنگ می باشد و منبع خوبی از آهن، پتاسیم و کلسیم است. شیره خرما، متداولترین فراورده مشتق شده از میوه خرما می باشد و دارای کاربردهای متعددی در مواد غذایی از قبیل مرباها، مارمالاد، نوشیدنی های غلیظ شده، شکلات، بستنی و صنعت قنادی می باشد [۹، ۱۱]. قند مایع خرما از شیره خرما پس از مراحل استخراج، خالص سازی و همچنین حذف ترکیبات پکتینی، پروتئین، فیبر و رنگ تولید می شود و رنگ آن از قهوه ای تا زرد روشن متغیر است. قند مایع خرما با بریکس ۶۸-۷۴٪ دارای ۷۳٪ ماده قندی می باشد. قندهای اصلی تشکیل دهنده آن فروکتوز و گلوکز است که دارای نسبت تقریباً مساوی هستند و از نظر ترکیب قندی مشابه عسل کندو و شربت ذرت با فروکتوز بالاست [۹، ۱۲].

با در نظر گرفتن هزینه تولید و مواد خام مصرفی، قند مایع خرما می تواند از جایگاه مناسبی در بازار داخلی و خارجی برخوردار شود و از آنجا که از میوه های درجه ۲ و ۳ تولید می شود، قابل رقابت با فراورده های مشابه خود از قبیل عسل کندو و شربت ذرت می باشد [۱۳]. با توجه به مزایای قند و شیره خرما از این دو می توان به عنوان قند جایگزین ساکارز در

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد گندم با درجه استخراج ۷۰٪ و رطوبت ۱۱/۸٪ (وزن خشک)، روغن جامد گیاهی، شربت گلوکز، بیکربنات سدیم، سدیم پیروفسفات (ساخت ایران، شرکت جهان شیمی تهران)، لستین (ساخت ایران، شرکت روغن نباتی جهان، تهران)، نشاسته گندم (ساخت ایران، شرکت فارس گلوکوزین، مرودشت فارس)، کلرید سدیم (نمک طعام بدون ید)، ساکارز (شکر سفید گرانوله) و تخم مرغ از فروشگاه محلی و شیر خشک با ۱/۵٪ چربی از شرکت شیر پاستوریزه پگاه فارس خریداری گردید. قند مایع خرما و شیر خرما نیز از شرکت قند خرما می‌نو واقع در شهرک صنعتی بزرگ شیراز (سلطان آباد) تهیه شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تعیین ترکیبات شیمیایی شیر و قند مایع خرما

رطوبت، پروتئین و خاکستر شیر و قند مایع خرما با استفاده از روش‌های مصوب AACC به ترتیب به شماره‌های ۴۴-۱۹، ۱۰، ۶-۰۱ و ۰۸-۰۱ تعیین گردید [۱۸]. مقدار مواد جامد با استفاده از دستگاه رفراکتومتر (مدل Abbe ساخت چین) طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۸۰۲۵ و پی‌اچ با استفاده از pH متر (شرکت متروم، مدل ۶۳۲، ساخت سوئیس) طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۸۰۲۵ تعیین گردید [۱۹].

۲-۲-۲- تهیه خمیر بیسکوئیت

مواد لازم برای تهیه خمیر بیسکوئیت شامل ۱۰۰٪ آرد گندم، ۲۸٪ روغن جامد گیاهی، ۲۸٪ ساکارز، ۱۷٪ آب، ۷۲٪ تخم مرغ، ۳/۲٪ نشاسته گندم، ۳۷٪ کلرید سدیم، ۴۵٪ سدیم بیکربنات، ۴۵٪ سدیم پیروفسفات، ۳/۶٪ شربت گلوکز و ۴۵٪ لستین (کلیه مواد بر حسب ماده خشک) بود. برای تهیه خمیر بیسکوئیت، ابتدا روغن و شکر درون دستگاه مخلوط کن آزمایشگاهی (مدل Kenwood، ساخت انگلستان) با سرعت ۶۱ دور بر دقیقه به مدت ۲ دقیقه به خوبی مخلوط شد تا خامه‌ای شود. سایر مواد به جز آرد و نشاسته به آب لازم برای تهیه بیسکوئیت اضافه و پس از به هم زدن توسط یک قاشق آزمایشگاهی به مخلوط قبلی اضافه شد و به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۱۲۵ دور بر دقیقه مخلوط گردید. بعد از آن در سه مرحله، آرد الک شده و نشاسته اضافه گردید و در هر مرحله به

تهیه مواد غذایی مختلف به ویژه محصولات نانویی استفاده نمود و در این راستا مطالعاتی در خصوص بررسی جایگزینی این دو محصول در برخی محصولات نانویی به انجام رسیده است.

در مطالعه‌ای اثر جایگزینی شیر خرما را بر ویژگی‌های نان مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که شیر خرما باعث افزایش حجم، وزن و بهبود بافت نان شد. اگرچه رنگ و عطر و طعم در نان‌های تولید شده با مقادیر بالای شیر خرما نسبت به نمونه کنترل کاهش داشت [۱۴].

افزایش جایگزینی شیر خرما تغلیظ شده به جای ساکارز از ۰٪ به ۵۰٪ و ۱۰۰٪ در فرمولاسیون نان قالبی باعث افزایش حجم ویژه قرص نان و تیرگی رنگ پوسته گردید [۱۵].

در تهیه کیک لایه‌ای از قند مایع خرما در سه سطح صفر، ۵۰٪ و ۱۰۰٪ جایگزین قند اینورت استفاده گردید. نمونه‌های حاصل از نظر ویژگی‌های حسی-چشایی و فیزیکی مانند فعالیت آبی، رطوبت، حجم و میزان رتروداسیون نشاسته بررسی شدند. نتایج نشان داد که کیک‌های حاصل از جایگزینی قند مایع خرما از نظر پی‌اچ و حجم و فعالیت آبی با جایگزینی ۵۰٪ کاهش و با جایگزینی ۱۰۰٪ افزایش داشت [۱۳].

در ایران مطالعاتی در خصوص کاربرد شیر یا قند مایع خرما در تولید برخی محصولات غذایی به انجام رسیده است. به عنوان مثال می‌توان به مطالعات انجام شده در خصوص جایگزینی شیر خرما با شکر در تولید بستنی [۱۶] و مربای آبالوی رژیمی اشاره نمود [۱۷].

بررسی منابع علمی گذشته نشان داد که تا کنون تحقیقی در مورد جایگزینی ساکارز با قند مایع و شیر مایع خرما در تهیه بیسکوئیت به چاپ نرسیده است. هدف اصلی از انجام این تحقیق تعیین امکان کاهش مصرف ساکارز در تهیه خمیر بیسکوئیت از طریق جایگزینی آن با شیر و قند مایع خرما بود. از آنجا که ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر تاثیر چشمگیری بر کیفیت بیسکوئیت حاصل از آن دارد، تغییر این خصوصیات در اثر کاهش درصد ساکارز مصرفی مورد مطالعه قرار گرفت.

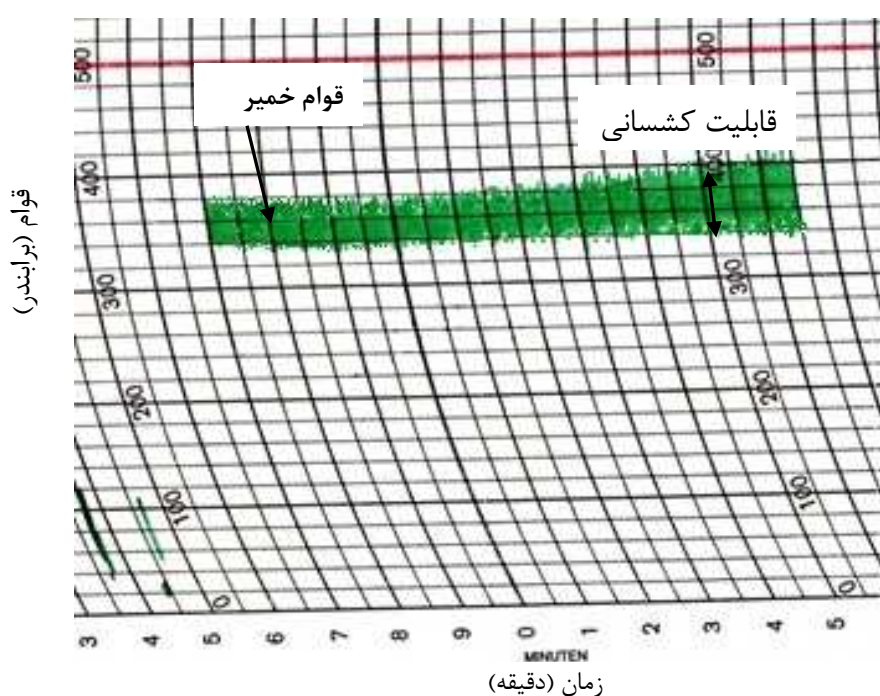
آلمان) قرار داده شد و به مدت یک دقیقه در دمای ۳۰°C در مخزن دستگاه مخلوط شد و سپس با شروع به کار دستگاه، تغییرات ویسکوزیته خمیر (بر حسب واحد برابندر) در اثر مخلوط شدن در طی زمان ثبت گردید.

با استفاده از منحنی بدست آمده (شکل ۱) ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر بیسکوئیت شامل قوام خمیر شامل ارتفاع اولیه منحنی بعد از مخلوط شدن خمیر به مدت ۱ دقیقه و قابلیت کشسانی شامل میانگین پهنای منحنی بعد از ۸ دقیقه مخلوط شدن محاسبه گردید [۵].

خوبی به مدت ۲-۱ دقیقه مخلوط شد. قند مایع خرمای و شیر خرمای، هر کدام در سطوح ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ یا ۱۰۰٪ جایگزینی شکر مصرفی در فرمولاسیون خمیر بیسکوئیت شدند که هر یک به همراه آب لازم برای تهیه خمیر در فرمولاسیون اضافه گردید. به منظور ثابت نگه داشتن مقدار آب فرمولاسیون مقدار آب مصرفی بر حسب آب موجود در قند مایع یا شیر خرمای تنظیم گردید و در نهایت همه نمونه‌ها دارای ۱۷٪ آب بودند.

۲-۲-۳- اندازه گیری ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر

مقدار ۴۰ گرم از نمونه خمیر در درون مخزن دستگاه فارینوگراف (شرکت برابندر، مدل FE022-NK، ساخت



شکل ۱ نمودار فارینوگراف بدست آمده برای خمیر بیسکوئیت کنترل. بر روی این نمودار چگونگی تعیین قوام و قابلیت کشسانی خمیر نشان داده شده است.

سانتیمتر توسط یک قالب استوانه‌ای فلزی بریده شدند و قطعات با مقطع دایره‌ای شکل از خمیر برای ارزیابی ویژگی‌های رئولوژیکی در زیر پروب دستگاه بافت سنج قرار گرفت. نمونه‌ها تا ۲۵٪ ارتفاع اولیه، با سرعت پیش آزمون ۵ میلی متر بر ثانیه، سرعت آزمون ۰/۲۵ میلی متر بر ثانیه و ۱۰ ثانیه فاصله زمانی بین فشردن اول و دوم، فشرده شدند. برای هر نمونه نمودار نیرو-زمان مانند شکل ۲ بدست آمد که با استفاده از آن سفتی، انرژی برای کمپرس اول (حداکثر نیرو

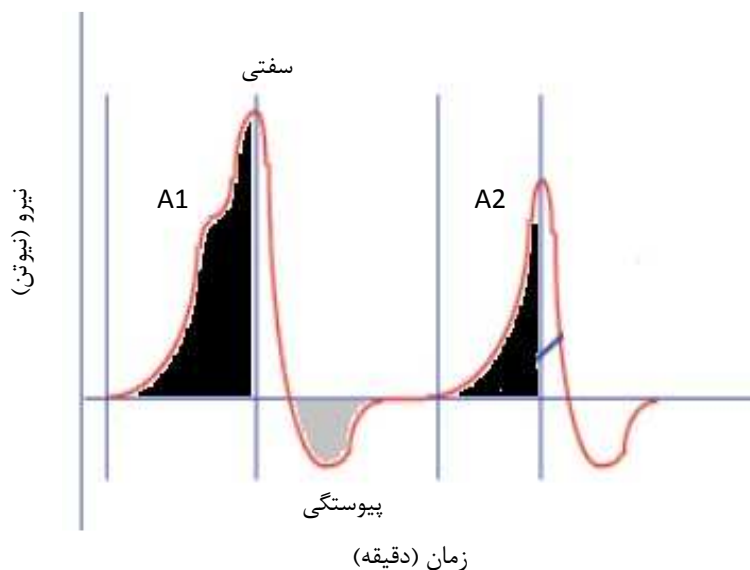
۲-۲-۴- اندازه گیری ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر

بیسکوئیت بوسیله دستگاه بافت سنج

برای اندازه گیری ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر بیسکوئیت با استفاده از دستگاه بافت سنج (مدل TA-TX2، شرکت Stable Microsystems، ساخت انگلستان) و از آزمون فشردن دومرحله‌ای استفاده شد. به این منظور خمیر بیسکوئیت بالا فاصله پس از تولید توسط وردنه با ارتفاع ۷ میلیمتر بر روی میز کار پهن شد و سپس به ابعاد ۲/۵×۲/۵ حسب

پیوستگی ($A2/A1$) محاسبه شدند [۲۰].

در مرحله اول، چسبندگی (بیشینه نیروی منفی)، فنریت (بازگشت نمونه بعد از کمپرس کردن به حالت اولیه) و



شکل ۲ نمودار ارزیابی بافت خمیر بیسکوئیت که توسط دستگاه بافت سنج بدست آمده است. سفتی، چسبندگی و مناطق A1 و A2 روی نمودار نشان داده شده است.

به طور معنی داری ($P < 0.05$) بیش از قند مایع خرما بود که مربوط به وجود ناخالصی بیشتر در شیر خرما می باشد. پی اچ قند مایع خرما و شیر خرما به ترتیب $3/2$ و $4/1$ بود که این pH اسیدی مربوط به وجود مقادیر زیاد اسیدهای آلی از جمله گالیک اسید، سینامیک اسید، کوماریک اسید، کافئیک اسید و فرولیک اسید در این محصولات است که عمدتاً از میوه خرما منشاء می گیرد. همچنین در فرایند خالص سازی و تولید قند مایع خرما بخشی از ترکیبات آمینی حذف می شوند که باعث کاهش بیشتر پی اچ این قند مایع خرما نسبت به شیر خرما می گردد [۹، ۱۱]. مقدار مواد جامد محلول برای شیر خرما و قند مایع خرما به ترتیب 75% و $72/5\%$ بود که از نظر آماری تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) نداشت. اعداد بدست آمده برای ویژگی های شیمیایی و پی اچ قند مایع و شیر خرما با برخی نتایج گزارش شده قبلی مشابهت دارد [۸، ۹]، اگرچه نوع واریته خرما و فرایند مورد استفاده برای تهیه این محصولات بر مقادیر ترکیبات گزارش شده در تحقیقات مختلف تاثیر قابل توجهی دارند.

۲-۲-۵- برنامه آماری و روش های مورد استفاده برای

تجزیه و تحلیل داده ها

طرح آزمایش به صورت کاملاً تصادفی بود و کلیه آزمایشات در سه تکرار انجام شد. داده های حاصله با استفاده از نرم افزار SAS ۹.۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین تیمارها به وسیله آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال 5% مقایسه شدند و برای رسم نمودار و جدول ها از نرم افزار اکسل ۲۰۱۰ استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ترکیبات شیمیایی

نتایج تعیین ترکیبات شیمیایی شیر و قند مایع خرما در جدول ۱ نشان داده شده است. مقدار رطوبت قند مایع ($27/1\%$) به طور معنی داری ($P < 0.05$) بیشتر از رطوبت شیر خرما ($25/3\%$) بود. این اختلاف در رطوبت مربوط به از دست رفتن مقداری رطوبت در طی مراحل خالص سازی شیر خرما به قند مایع خرما می باشد. مقدار خاکستر و پروتئین در شیر خرما

جدول ۱ ترکیبات شیمیایی شیر خرمای قند مایع خرما

ترکیبات شیمیایی	قند مایع خرما	شیر خرمای
رطوبت (%)	27.1 ± 0.2^a	25.3 ± 0.3^b
خاکستر (%)	0.6 ± 0.1^b	5.3 ± 0.6^a
پروتئین (%)	0.8 ± 0.1^b	1.2 ± 0.4^a
مواد جامد محلول (%)	72.5 ± 3.1^a	75.0 ± 0.3^a
پی اچ	3.2 ± 0.1^b	4.1 ± 0.1^a

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار می باشند ($P < 0.05$).

افزودن قندهای احیاء کننده دیگر شامل شربت ذرت با فروکتوز

بالا، گلوکز مایع و شربت اینورت گزارش شده است [۵].

تفاوت هایی که در ویژگی های فارینوگرافی خمیر بیسکویت مشاهده می شود را می توان با متفاوت بودن ترکیبات موجود در فرمولاسیون خمیر از نظر نوع قندهای مصرفی توضیح داد. در خمیر بیسکویت، قندها با پروتئین بر سر جذب آب رقابت می کنند و با کاهش میزان آب در دسترس برای پروتئین از تشکیل شبکه گلوتهنی جلوگیری کرده و در نتیجه خمیری با قوام و قابلیت کشسانی کمتر تولید می کنند [۳، ۲۱].

۲-۳- ویژگی های خمیر بیسکویت

نتایج جدول ۲ نشان می دهد قوام خمیر نمونه کنترل (BU) $377/3$ بود. با افزایش سطح جایگزینی شیر خرمای قند مایع خرما از قوام خمیر کاسته شد، به گونه ای که در نمونه های خمیر حاوی ۱۰۰ درصد شیر خرمای قند مایع خرما، قوام به ترتیب به $253/3$ (BU) و $258/3$ (BU) رسید. قابلیت کشسانی خمیر کنترل (BU) $44/3$ بود که با افزایش درصد قند مایع یا شیر خرمای قند مایع داری ($P < 0.05$) کاهش یافت و برای نمونه های حاوی ۱۰۰ درصد شیر خرمای قند مایع خرما به ترتیب به $28/3$ (BU) و $31/0$ (BU) رسید. نتایج مشابهی با

جدول ۲ قوام و الاستیسیته خمیر بیسکوئیت حاوی درصد های مختلف قند مایع یا شیر خرمای قند مایع که توسط دستگاه فارینوگراف تعیین گردید.

درصد جایگزینی ساکارز با شیر یا قند مایع خرما	قوام (برابندر)		برگشت پذیری (برابندر)	
	شیر خرمای	قند مایع	شیر خرمای	قند مایع
۰	377.3 ± 5.1^{aA}	377.3 ± 5.1^{aA}	44.3 ± 2.2^{aA}	44.3 ± 2.2^{aA}
۲۰	351.6 ± 4.5^{bA}	354.0 ± 3.8^{bA}	37.6 ± 3.1^{bA}	39.3 ± 4.3^{bA}
۴۰	323.3 ± 6.3^{cA}	328.3 ± 6.1^{cA}	32.0 ± 1.1^{cA}	33.0 ± 2.3^{cA}
۶۰	298.3 ± 5.4^{dA}	298.3 ± 4.4^{dA}	32.0 ± 2.4^{cdA}	32.3 ± 3.4^{cdA}
۸۰	272.3 ± 3.2^{eA}	271.6 ± 6.2^{eA}	28.3 ± 1.3^{deA}	31.3 ± 2.1^{deA}
۱۰۰	253.3 ± 5.3^{fA}	258.3 ± 4.3^{fA}	28.3 ± 3.1^{eA}	31.0 ± 4.1^{eA}

در مورد هر ویژگی حروف کوچک متفاوت در هر ستون و حروف بزرگ متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار می باشند ($P < 0.05$).

نتایج مربوط به چسبندگی خمیر بیسکویت حاکی از وجود یک ارتباط مستقیم بین چسبندگی خمیر و افزایش سطوح قند مایع خرما یا شیر خرما بود، که در مقایسه قند مایع خرما با شیر خرما، افزایش سطوح قند مایع خرما، بیشتر باعث افزایش میزان چسبندگی خمیر بیسکویت گردید. افزایش چسبندگی خمیر به دلیل حلالیت بیشتر قندهای موجود در شیر و قند مایع خرما نسبت به ساکارز و در نتیجه

ممانعت بیشتر از تشکیل شبکه گلوئی می‌باشد. از طرفی شیر خرما و به خصوص قند مایع خرما خود دارای چسبندگی زیادی هستند که عاملی برای افزایش چسبندگی خمیر به شمار می‌رود [۲۲]. خمیری که دارای چسبندگی زیادی باشد بیسکویت‌هایی یکنواختی را از لحاظ شکل و ظاهر تولید نمی‌کند و باعث اختلال در تولید، ایجاد ضایعات و آلودگی ماشین آلات می‌گردند [۲۳].

با افزایش سطح جایگزینی ساکارز از میزان فنریت کاسته شد. در نمونه‌های حاوی قند مایع خرما مقدار فنریت به طور معنی داری ($P < 0.05$) کمتر از نمونه‌های حاوی شیر خرما بود. در واقع با کاهش میزان سفتی و شل شدن بافت، خمیر توانایی ذخیره نیرو و برگرداندن آن را تا حدودی از دست داد [۱۵]. از آنجا که سفتی بافت خمیرهای حاوی قند مایع خرما بیشتر از نمونه‌های تهیه شده با شیر خرما بود میزان فنریت کمتری نیز برای این نمونه‌ها بدست آمد. فنریت خمیر در هنگام اعمال نیرو به آن و برگشت به حالت اولیه آن اهمیت دارد. یکی از مواردی که بر خمیر نیرو وارد می‌گردد هنگام قالب زنی خمیر است. در صورتی که خمیر فنریت زیادی داشته باشد پس از برداشتن قالب از روی خمیر تا حدودی به شکل اولیه خود بر می‌گردد که مطلوب نمی‌باشد [۱].

مقدار انرژی لازم برای فشردن خمیر با افزایش سطوح جایگزینی ساکارز کاهش یافت که عمدتاً مربوط به نرم تر شدن بافت خمیر در اثر جایگزینی ساکارز می‌باشد. در سطوح بالاتر جایگزینی ساکارز، میزان انرژی لازم برای فشردن خمیر تهیه شده با قند مایع خرما به طور معنی داری ($P < 0.05$) بیش از خمیرهای تهیه شده با شیر خرما بود که مربوط به بیشتر بودن سفتی بافت خمیر تهیه شده با قند مایع خرما می‌باشد.

پیوستگی خمیر با افزایش سطح جایگزینی ساکارز کاهش یافت، اگرچه تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) میان نمونه‌های حاوی شیر خرما و قند مایع خرما مشاهده نشد. کاهش

قندهای مختلف بسته به ماهیت فیزیکی و شیمیایی خود تأثیرات متفاوتی بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر دارند. به طور کلی اکثر قندها از جمله ساکارز، گلوکز و فروکتوز دارای ویژگی‌های آب دوستی شدید و حلالیت بالایی هستند. در دمای محیط ساکارز دارای حلالیت بیشتری نسبت به هر یک از قندهای گلوکز و فروکتوز است اما هنگامی که از مخلوط گلوکز و فروکتوز استفاده شود (مانند آنچه در شیر و قند مایع خرما وجود دارد) حلالیت بیشتری نسبت به ساکارز بدست می‌آید. در نتیجه رقابت بر سر آب افزایش یافته و ممانعت بیشتری برای تولید شبکه گلوئی بوجود می‌آید که باعث نرمی خمیر و کاهش کشسانی آن می‌گردد [۳، ۲۲]. از طرفی وجود املاح و پروتئین بیشتر در قند مایع و به ویژه در شیر خرما به کاهش تشکیل شبکه گلوئی در خمیر کمک می‌نماید. کاهش پی‌اچ خمیر در اثر افزودن شیر خرما و قند مایع خرما نیز باعث نرم شدن بیشتر خمیر گردد.

نتایج نشان داد که نمونه‌های خمیر حاوی شیر خرما با خمیر حاوی قند مایع خرما، از نظر قوام و قابلیت کشسانی دارای تفاوت معنی داری نبود ($P < 0.05$). عدم تغییر در مقادیر قوام و قابلیت کشسانی خمیر در اثر افزودن شربت اینورت، گلوکز مایع و شربت ذرت با فروکتوز بالا به خمیر بیسکویت گزارش شده است [۵]. از نظر تئوری انتظار می‌رفت که خمیر حاوی شیر خرما قوام بیشتر و الاستیسیته کمتری نسبت به خمیر حاوی قند مایع خرما نشان دهد. اما دقت روش تعیین این ویژگی‌ها به کمک دستگاه فارینوگراف، تفاوت در پی‌اچ و نیز بر همکنش‌هایی شیمیایی احتمالی میان ترکیبات موجود در خمیرهای بدست آمده می‌تواند دلیلی بر نتیجه‌ی مشاهده شده باشد که نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

۲-۴- تعیین خصوصیات رئولوژیکی خمیر بیسکویت با استفاده از دستگاه بافت سنج

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود با افزایش درصد قند مایع و شیر خرما سفتی خمیر کاهش یافت و نمونه‌های خمیر حاوی شیر خرما نرمی بیشتری در مقایسه با نمونه‌های خمیر حاوی قند مایع خرما داشتند. تحقیقات نشان داده اند که یک رابطه منفی بین سفتی خمیر و کیفیت مطلوب بافت بیسکویت وجود دارد به گونه‌ای که خمیرهای با سفتی بالا بیسکویت‌هایی با ویژگی‌های سطحی ضعیف تولید می‌کنند [۳].

پیوستگی می‌تواند مربوط به عدم تشکیل یک شبکه گلوآنی یکنواخت در خمیر و نیز وارد شدن سایر ترکیبات موجود در شیر و قند مایع خرما به خمیر باشد که این عوامل پیوستگی بافت خمیر کاهش می‌دهد. پیوستگی مطلوب خمیر از گسستگی آن در هنگام پهن شدن، قالب زنی و پخت جلوگیری

می‌نماید و بر کیفیت بیسکوئیت تاثیر مثبت دارد [۲۳]. اثرات مشابهی در خصوص کاهش سفتی، انرژی و پیوستگی و افزایش چسبندگی خمیر بیسکوئیت و کوکی در اثر جایگزینی ساکارز با دیگر قندها از جمله رفیتلوز، گلوکز مایع، شربت ذرت با فروکتوز بالا گزارش شده است [۲۴، ۵، ۳].

جدول ۳ ویژگی‌های بافت خمیر بیسکوئیت حاوی درصد‌های مختلف شیر خرمای قند مایع خرما که با استفاده از دستگاه TPA تعیین شد.

جایگزینی ساکارز (%)	پیوستگی		انرژی (N)		فتریت (N)		چسبندگی (N)		سفتی (N*)	
	قند	شیره	قند	شیره	قند	شیره	قند	شیره	قند*	شیره*
۰	۰/۷۹ ^{aA}	۰/۷۹ ^{aA}	۰/۷۹ ^{aA}	۲/۰ ^{cA}	۲/۰۲ ^{cA}	۰/۷۸ ^{aA}	۱۶/۹۲ ^{aA}	۱۶/۹۲ ^{aA}	۰/۴۰ ^{aA}	۰/۴۰ ^{aA}
۲۰	۰/۷۴ ^{abA}	۰/۷۶ ^{aA}	۰/۷۴ ^{abA}	۲/۱۰ ^{cA}	۲/۱۲ ^{cA}	۰/۷۴ ^{abA}	۱۶/۹۷ ^{abA}	۱۶/۸۱ ^{aA}	۰/۳۹ ^{abA}	۰/۳۸ ^{abA}
۴۰	۰/۷۰ ^{bA}	۰/۷۲ ^{aA}	۰/۷۰ ^{bA}	۲/۲ ^{bcA}	۲/۲۱ ^{bcA}	۰/۷۸ ^{aA}	۱۵/۵۴ ^{bcB}	۱۶/۲۰ ^{aA}	۰/۴۹ ^{abA}	۰/۳۹ ^{abA}
۶۰	۰/۵۵ ^{cB}	۰/۷۲ ^{aA}	۰/۵۵ ^{cB}	۲/۵ ^{bcA}	۲/۴۳ ^{ba}	۰/۷۴ ^{abA}	۱۵/۴۹ ^{bcB}	۱۵/۷۰ ^{abB}	۰/۴۰ ^{abA}	۰/۳۸ ^{abA}
۸۰	۰/۰۵ ^{cB}	۰/۶۴ ^{ba}	۰/۰۵ ^{cB}	۲/۵ ^{abA}	۲/۶۲ ^{abA}	۰/۶۸ ^{ba}	۱۴/۷۹ ^{cA}	۱۵/۱۰ ^{ba}	۰/۳۵ ^{bcA}	۰/۳۵ ^{bcA}
۱۰۰	۰/۴۸ ^{cB}	۰/۶۰ ^{ba}	۰/۴۸ ^{cB}	۲/۷ ^{aB}	۲/۸۴ ^{aA}	۰/۶۹ ^{ba}	۱۳/۱۹ ^{dB}	۱۴/۲۰ ^{cA}	۰/۳۳ ^{cA}	۰/۳۴ ^{cA}

* N=نیوتن، شیره= شیر خرمای قند= قند مایع خرما

برای هر ویژگی حروف کوچک متفاوت در هر ستون و حروف بزرگ متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار می‌باشند ($P < 0.05$).

۴- نتیجه گیری

مطالعه ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر بیسکوئیت می‌تواند در توجیه خصوصیات کیفی محصول نهایی مورد استفاده قرار گیرد و در طراحی دستگاه‌های مورد نیاز برای تولید بیسکوئیت و تنظیم شرایط فرایند تولید صنعتی آن کاربردی باشد و از این رو حائز اهمیت است. نتایج این تحقیق نشان داد که جایگزین نمودن ساکارز با شیر و یا قند مایع خرما اثرات قابل توجهی بر ویژگی‌های بافت خمیر بیسکوئیت دارد. روند این تغییرات برای نمونه‌های حاوی شیر و قند مایع خرما مشابه بود. اگرچه به دلیل اختلاف در ترکیبات شیمیایی و پی‌اچ آنها، تفاوت‌هایی در مقادیر بدست آمده برای ویژگی‌های مورد ارزیابی مشاهده شد. از تغییرات قابل توجه خمیر این بیسکوئیت‌ها کاهش قوام و الاستیسیته که توسط دستگاه فارینوگراف تعیین گردید و نیز

کاهش انرژی لازم برای فشردن، سفتی و فتریت و افزایش چسبندگی بود که توسط دستگاه بافت سنج بدست آمد. کاهش قوام، سفتی، الاستیسیته و فتریت نشان دهنده بهبود کیفیت خمیر و احتمالاً محصول نهایی می‌باشد. در حالی که افزایش چسبندگی و کاهش پیوستگی از ویژگی‌های نامطلوب خمیر بوده و بیانگر افت کیفیت آن می‌باشد و این براینده تغییرات رئولوژیکی است که کیفیت نهایی محصول را مشخص می‌نماید. استفاده از دستگاه فارینوگراف اطلاعات قابل قبولی در مورد ویژگی‌های بافت خمیر بیسکوئیت در اختیار قرار می‌دهد و نتایج بدست آمده در مورد قوام و برگشت پذیری دارای روند مشابهی با ویژگی‌های هم‌طرز خود از دستگاه بافت سنج (به ترتیب سفتی بافت و فتریت) نشان داد. اگرچه اطلاعات بیشتر و دقیق تری در مورد بافت خمیر توسط دستگاه بافت سنج قابل استخراج می‌باشد.

- [5] Manohar, R., & Haridas Rao, P. 1997. Effect of reduced sugars on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 753: 383-390.
- [6] Laguna, L., Vallons, K.J.R., Jurgens, A. and Sanz, T. 2013. Understanding the effect of sugar and sugar replacement in short dough biscuits. *Food and Bioproducts Technology*, 6: 3143-3154.
- [7] Aidoo, R.P., Afoakwa, E.O. and Dewettinck, K. 2014. Optimization of inulin and polydextrose mixtures as sucrose replacers during sugar-free chocolate manufacture, rheological, microstructure and physical quality characteristics. *Journal of Food Engineering*, 126: 35-42.
- [8] Ashraf Jahani, A. 2002. *Date, the Life Fruit*. Agricultural Sciences, Tehran, Iran.
- [9] Ashraf, Z. and Hamidi-Esfahani, Z. 2011. Date and date processing: A review. *Food Review International*, 27: 101-133.
- [10] Mahmoudi, H., Hosseini, G.H., Azadi, H., Fatemi, M. 2008. Enhancing date palm processing, marketing and pest control through organic culture. *Journal of Organic Systems*, 32: 29-39.
- [11] Baliga, M. S., Baliga, B. R. V., Kandathil, S. M., Bhat, H., Vayalil, P. K. 2011. A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits *Phoenix dactylifera* L. *Food Research International*, 44: 1812-1822.
- [12] Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M., Al-Rawahy, F. 2008. Compositional and functional characteristics of dates, syrups and their by-products. *Food Chemistry*, 104: 943-947.
- [13] Koepsel, K. M., Hoseney, R. C. (1980). Effects of corn syrups in layer cakes. *Cereal Chemistry*, 57(1): 49-53.
- [14] Al-Zubaydi, A. H., Al-Kaissi, A. A., Shaker, K. A., Hamel, S. M. 1983. Use of date syrups in bread making. *Cereal Chemistry*, 601: 56-58.
- [15] Sidhu, J.S., Al-Saqer, J. M., Al-Hooti, S.N., Al-Othman, A. 2003. Quality of pan bread made by replacing sucrose with date syrup produced by using pectinase/cellulose enzymes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58: 1-8.
- [16] Gohari Ardebili, A., Habibi Najafi M.B., Hadda Khodaparast, M.H. 2004. Determination of the effect of sugar replacement with date syrup on physical and organoleptic properties of soft ice cream.

با توجه به تاثیر چشمگیر ساکارز بر کیفیت امکان حذف کامل آن و جایگزینی آن با قند مایع یا شیر خرم وجود ندارد و خمیر با افت کیفیت قابل توجهی روبرو می‌گردد. همچنین در صورت استفاده از مقادیر بالاتر قند مایع خرم نسبت به شیر خرم، خمیر کمتر دچار افت کیفیت می‌گردد. بیشترین مقدار جایگزینی ساکارز با قند مایع خرم ۶۰٪ و با شیر خرم ۴۰٪ بود. مقادیر گزارش شده در این تحقیق می‌تواند ارزش غذایی محصول را نسبت به محصولی که در آن تنها از ساکارز استفاده شده است بالا برده، محصولی جدید به بازار عرضه نماید و نیز کاربردهای صنعتی فراورده‌های خرم را افزایش دهد. تحقیقات بیشتری به منظور ارائه راهکارهایی برای حفظ کیفیت خمیر و بیسکوئیت در صورت افزایش درصد جایگزینی ساکارز با فراورده‌های خرم و نیز تعیین ارزش تغذیه‌ای محصولات نهایی مورد نیاز می‌باشد.

۵- تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از کارخانه بیسکوئیت تینا واقع در مرودشت فارس و شرکت قند خرما می‌نو واقع در شهرک بزرگ صنعتی شیراز به دلیل در اختیار قرار دادن مواد اولیه و اطلاعات لازم برای انجام این تحقیق صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایند.

۶- منابع

- [1] Manley, D. 2000. *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*, 3rd ed. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- [2] Chevallier, S., Colonna, P., Della Valle, G., and Lourdin, D. 2000. Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems. *Journal of Cereal Science*, 31: 241-252.
- [3] Gallagher, E., O'Brien, C. M., Scannell, A. G. M., Arendt, E. K. 2003. Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production. *Journal of Food Engineering*, 56: 261-263.
- [4] Maache-Rezzoug, Z., Bouvier, J. M., Allaf, K., and Patras, C. 1998. Effect of principal ingredients on rheological behavior of biscuit dough and on quality of biscuits. *Journal of Food Engineering*, 35: 23-42.

- simple sugars in cookie dough. *Food Technology*, 46: 82-86.
- [22] Pareyt, B., Goovaerts, M., Broekaert, W. F., & Delcour, J. A. 2011. Arabinoxylan oligosaccharides AXOS as a potential sucrose replacer in sugar-snap cookies. *Food Science and Technology*, 443: 725-728.
- [23] Mamat, H., Hill, S. E. 2012. Effect of fat types on the structural and textural properties of dough and semi-sweet biscuit. *Food Science and Technology*, 10: 621-632.
- [24] Curley, L. P., Hosney, R. C. 1984. Effects of corn sweeteners on cookie quality. *Cereal Chemistry*, 61: 274-278.
- [25] Mariotti, M., Alamprese, C. 2012. About the use of different sweeteners in baked goods, influence on the mechanical and rheological properties of the doughs. *Food Science and Technology*, 48: 9-15.
- Iran Food Science and Technology Research, 2: 23-27.
- [17] Homayouni Rad, A., Bazrafshan, M., Farzaneh V., Khoshgozaran Abras S. 2013. Production of dietary cherry jam using date syrup and determination of its physicochemical and sensory properties. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 11: 25-31.
- [18] AACC. 2000. Approved Methods of the AACC. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [19] Iran Standard Methods, 1383. Institute of Standards and Industrial Research of Iran ISIRI standards.
- [20] Bourne, M. C. 1982. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Second edition. Academic Press, New York.
- [21] Bullock, L. M., Handel, A. P., Segall, S., Wasserman, P. A. 1992. Replacement of

Effect of sucrose replacement with date syrup and date liquid sugar on rheological properties of biscuit dough

Mesbahi, Gh.¹, Mansouri, H.², Majzoobi, M.^{3*}, Farahnaky, A.⁴

1. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Shiraz University, Shiraz, Iran

2. Graduate Student, Department of Food Science and Technology, Shiraz University, Shiraz, Iran

3. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Shiraz University, Shiraz, Iran

4. Professor, Department of Food Science and Technology, Shiraz University, Shiraz, Iran

(Received: 93/8/9 Accepted: 93/12/20)

In biscuit production, sucrose is one of the major ingredients. Addition of sucrose is not only for the sweet taste it provides, but also for its positive effects on physical properties of the product. Since sucrose consumption is growing worldwide, finding an alternative sugar source other than sugar beet and sugar cane as the main sources of sucrose is necessary. In this research, sucrose was replaced with 0, 20, 40, 60, 80 and 100% (weight basis) of date syrup and date liquid sugar and the effects on rheological properties of biscuit dough were studied. The results from farinograph showed that the dough consistency and elasticity reduced with increasing the sucrose replacement level. However, no significant difference between the samples made with date liquid sugar and date syrup was not observed. The results of Texture Analyser showed that with reducing the sucrose content dough consistency, energy required for compression, springiness and cohesiveness reduced while adhesiveness increased. The values obtained for energy, consistency and adhesiveness of the samples containing date liquid sugar were higher than those of date syrup, while springiness was lower. Based on the results the maximum percentage of the sucrose replacement with date liquid sugar was 60% and with date syrup was 40%. At higher percentages the quality of the dough reduced considerably.

Keywords: Biscuit dough; Date liquid sugar; Date syrup; Rheology; Farinograph; Texture Analyser.

* Corresponding Author E-Mail Address:: majzoobi@shirazu.ac.ir