تاثیر 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
٤- 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 تاثیرات 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، ٤۰، ٦۰، 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 ٦۰٪ و با شیره خرما ٤۰٪ 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

*مسئول مکاتبات: majzoobi@shirazu.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-05]

۱- مقدمه

بیسکوئیت یکی از محصولات فراوری غلات می‌باشد که به دلیل قابلیت ماندگاری بالا، بافت ترد و شکننده، تنوع در شکل و طعم و مزه و مصرف آسان، مصرف‌کنندگان بسیاری دارد. در تولید این محصول یکی از ترکیبات اصلی ساکارز می‌باشد که علاوه بر ایجاد طعم شیرین، در ایجاد بافت مناسب، رنگ و عطر مطلوب و کالری زایی موثر می‌باشد [۱]. تاثیر ساکارز از مرحله تولید خمیر مشخص می‌گردد، زیرا ساکارز با جذب آب موجود در خمیر مانع تشکیل شبکه گلوتنی قوی می‌گردد. عدم تشکیل شبکه گلوتنی قوی به همراه مقدار آب کمی‌که در تهیه خمیر بیسکوئیت استفاده می‌شود در ایجاد بافت ترد و شکننده بیسکوئیت نقش دارد و یک اثر مثبت به شمار می‌رود. اندازه ذرات ساکارز مصرفی و مقدار آن بر مقدار ساکارزی که می‌تواند وارد فاز محلول خمیر گردد و در نتیجه بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و بیسکوئیت تاثیر می‌گذارد [۲و ۳]. عملکردهای مختلف ساکارز در بیسکوئیت به گونه‌ای است که کاربرد سایر شیرین کننده‌ها از جمله جایگزینان قند و شربت ذرت به جای ساکارز باعث افت کیفیت محصول می‌گردد [٤-٦].

ساکارز که معمولا از چغندر قند یا نیشکر استخراج می‌گردد کاربردهای فراوانی در سایر محصولات غذایی دارد و مصارف بالای آن بیش از مقدار تولید جهانی می‌باشد. به همین دلیل تحقیقاتی برای یافتن منابع دیگری به جز چغندر قند و نیشکر برای تولید ساکارز به انجام رسیده است. این منابع جایگزین می‌بایست اثرات سویی بر سلامتی انسان و کیفیت محصول نداشته باشند و مقرون به صرفه باشند [٦، ٧].

خرما میوه‌ای سرشار از قند می‌باشد (حدود ٤٤-٨٨٪) که می‌توان 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، ویتامین‌های گروه B ، A و C و ترکیبات فیتوشیمیایی مانند فنولیک‌ها، استرول‌ها، آنتوسیانین‌ها، پیروسیانیدها و فلاوونوئیدها می‌باشد 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 می‌توان 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 می‌توان ۱۲ تن میوه با متوسط ٦۰٪ قند (درصد قند در رقم‌های مختلف متفاوت است) برداشت کرد که می‌توان با بهره وری کارآمد از آن‌ها یک صنعت جدید برای تولید ساکارز ایجاد کرد [۱۰].

خرما یکی محصول مهم باغی در ایران است که بیشتر به صورت تازه توسط مردم به مصرف می‌رسد. طبق بررسی‌های 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 می‌دهد 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 می‌گردد که می‌توان با فراوری این ضایعات و تبدیل آنها به محصولات همچون شیره خرما و قند مایع خرما ارزش افزوده این محصولات را افزایش داد [۸، ۹].

شیره خرما محصولی مایع و نسبتاً شیرین و معمولا به رنگ قهوه‌ای تیره است که علاوه بر ترکیبات قندی به ویژه گلوکز، فروکتوز و ساکارز حاوی ترکیبات غیرقندی از جمله پروتئین، فیبر، مواد پکتیکی و رنگ می‌باشد و منبع خوبی از آهن، پتاسیم و کلسیم است. شیره خرما، متداولترین فراورده مشتق شده از میوه خرما می‌باشد و دارای کاربردهای متعددی در مواد غذایی از قبیل مرباها، مارمالاد، نوشیدنی‌های غلیظ شده، شکلات، بستنی و صنعت قنادی می‌باشد [۹، ۱۱]. قند مایع خرما از شیره خرما پس از مراحل استخراج، خالص سازی و همچنین حذف ترکیبات پکتینی، پروتئین، فیبر و رنگ تولید می‌شود و رنگ آن از قهوه‌ای تا زرد روشن متغیر است. قند مایع خرما با بریکس ٦٨-٧٤ ٪ دارای ۷۳ ٪ ماده قندی می‌باشد. قندهای اصلی تشکیل دهنده آن فروکتوز و گلوگز 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 می‌تواند از جایگاه مناسبی در بازار داخلی و خارجی برخوردار شود و از آنجا که از میوه‌های درجه ۲ و ۳ تولید می‌شود، قابل رقابت با فراورده‌های مشابه خود از قبیل عسل کندو و شربت ذرت می‌باشد [۱۳]. با توجه به مزایای قند و شیره خرما از این دو می‌توان به عنوان قند جایگزین ساکارز در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-05]

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

در مطالعه‌ای اثر جایگزینی شیره خرما را بر ویژگی‌های نان مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که شیره خرما باعث افزایش حجم، وزن و بهبود بافت نان شد. اگرچه رنگ و عطر و طعم در نان‌های تولید شده با مقادیر بالای شیره خرما نسبت به نمونه کنترل کاهش داشت [۱٤].

افزایش جایگزینی شیره خرمای تغلیظ شده به جای ساکارز از ۰٪ به ۵۰٪ و۱۰۰٪ 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 رتروگراداسیون نشاسته بررسی شدند. نتایج نشان داد که کیک‌های حاصل از جایگزینی قند مایع خرما از نظر پی اچ و حجم و فعالیت آبی با جایگزینی ۵۰٪ کاهش و با جایگزینی ۱۰۰٪ افزایش داشت [۱۳].

در ایران مطالعاتی در خصوص کاربرد شیره یا قند مایع خرما در تولید برخی محصولات غذایی به انجام رسیده است. به عنوان مثال می‌توان به مطالعات انجام شده در خصوص جایگزینی شیره خرما با شکر در تولید بستنی [۱٦] و مربای آبالوی رژیمی‌اشاره نمود [۱۷].

بررسی منابع علمی‌گذشته نشان داد که تا کنون تحقیقی در مورد جایگزینی ساکارز با قند مایع و شیره 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 شیره 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.

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 فروشگاه‌محلی و شیر خشک با ۱/۵٪ چربی از شرکت شیر پاستوریزه پگاه فارس خریداری گردید. قند مایع خرما و شیره خرما نیز از شرکت قند خرمای مینو واقع در شهرک صنعتی بزرگ شیراز (سلطان آباد) تهیه شد.

۲-۲- روش‌ها

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

رطوبت، پروتئین و خاکستر شیره و قند مایع خرما با استفاده از روش‌های مصوب AACC به ترتیب به شماره‌های ٤٤-۱۰،۱۹-٤٦ و ۰۱- ۰۸تعیین گردید [۱۸]. مقدار مواد جامد با استفاده از دستگاه رفراکتومتر (مدل Abbe ساخت چین) طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۸۰۲۵ و پی اچ با استفاده از pH متر(شرکت متروم، مدل ٦۳۲، ساخت سوئیس) طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۸۰۲۵ تعیین گردید [۱۹].

۲-۲-۲- تهیه خمیر بیسکوئیت

مواد لازم برای تهیه خمیر بیسکویت شامل۱۰۰٪ آرد گندم، ۲۸٪ روغن جامد گیاهی، ۲۸٪ ساکارز، ۱۷٪ آب، ٤/۷۲٪ تخم مرغ، ۳/۲٪ نشاسته گندم، ۰/۳۷٪ کلرید سدیم، ۰/٤۵٪ سدیم بیکربنات، ۰/٤۵٪ سدیم پیروفسفات، ۳/٦٪ شربت گلوکز و ۰/٤۵٪ 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 ٦۱ 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

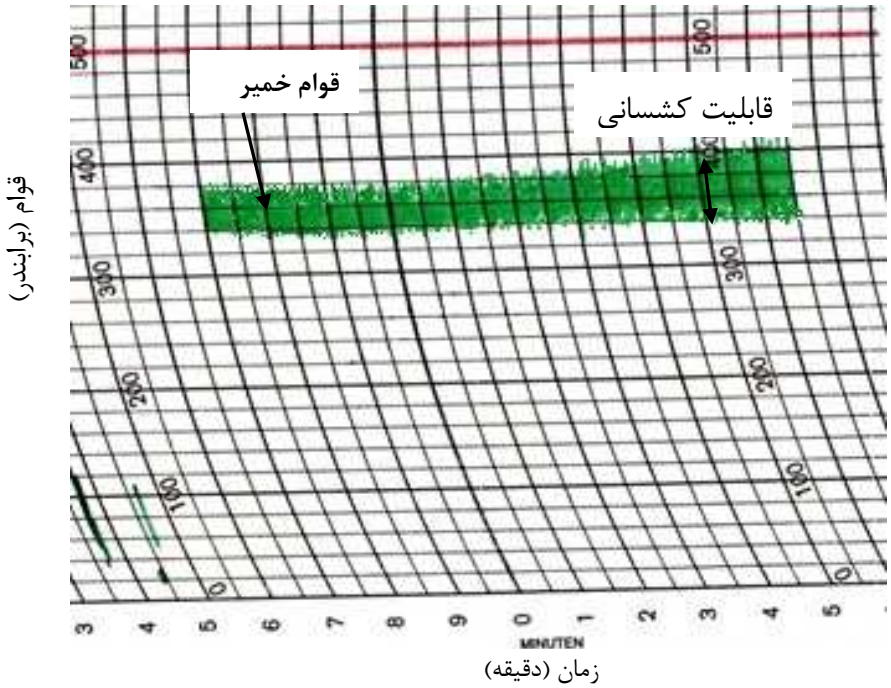
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-05]

خوبی به مدت ۲-۱ دقیقه مخلوط شد. قند مایع خرما و شیره خرما، هر کدام در سطوح ۲۰، ٤٠، ٦٠، ۸۰ یا ۱۰۰٪ جایگزین شکر مصرفی در فرمولاسیون خمیر بیسکویت 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 شیره خرما تنظیم گردید و در نهایت همه نمونه‌ها دارای ۱۷٪ آب بودند.

۲-۲-۳- اندازه گیری ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر

مقدار٤٠ گرم از نمونه خمیر در درون مخزن دستگاه فارینوگراف (شرکت برابندر، مدل FE022-NK، ساخت آلمان) قرار داده شد و به مدت یک دقیقه در دمای ۳۰ ℃ 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].



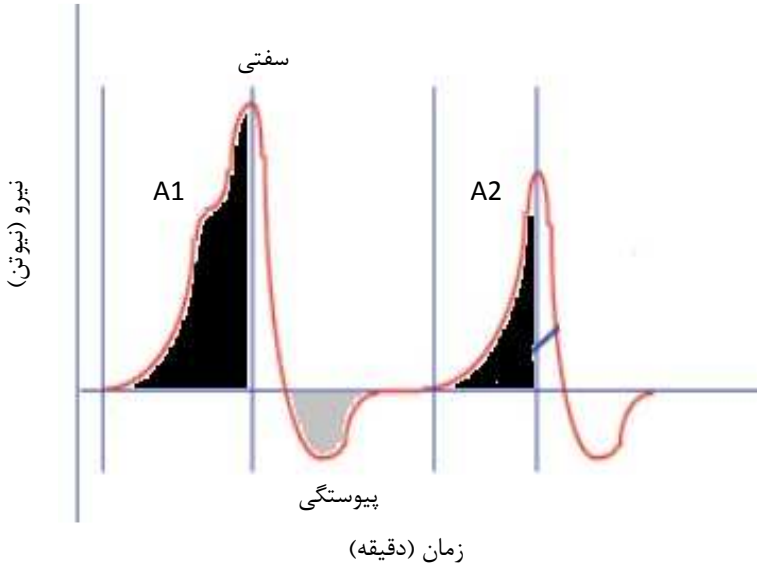
شکل ۱ نمودار فارینوگراف بدست آمده برای خمیر بیسکوئیت کنترل. بر روی این نمودار چگونگی تعیین قوام و قابلیت کشسانی خمیر نشان داده شده است.

۲-۲-٤-اندازه گیری ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر بیسکویت بوسیله دستگاه بافت سنج

برای اندازه گیری ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر بیسکویت 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 بیسکویت بالافاصله پس از تولید توسط وردنه با ارتفاع ۷ میلیمتر بر روی میز کار پهن شد و سپس به ابعاد ۲/۵×۲/۵ حسب 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، فشردن شدند. برای هر نمونه نمودار نیرو-زمان مانند شکل ۲ بدست آمد که با استفاده از آن سفتی ، انرژی برای کمپرس اول (حداکثر نیرو

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-05]

درمرحله اول)، چسبندگی (بیشینه نیروی منفی)، فنریت (بازگشت نمونه بعد از کمپرس کردن به حالت اولیه) و پیوستگی (A2/A1) محاسبه شدند [۲۰].



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.

۲-۲-۵-برنامه آماری و روش‌های مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده‌ها

طرح آزمایش به صورت کاملاً تصادفی بود و کلیه آزمایشات در سه تکرار انجام شد. داده‌های حاصله با استفاده از نرم افزار SAS ۹,۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین تیمارها به وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند و برای رسم نمودار و جدول‌ها از نرم افزار اکسل ۲۰۱۰ استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ترکیبات شیمیایی

نتایج تعیین ترکیبات شیمیایی شیره و قند مایع خرما در جدول ۱ نشان داده شده است. مقدار رطوبت قند مایع (۲۷/۱٪) به طور معنی داری (P<۰/۰۵) بیشتر از رطوبت شیره خرما (۲۵/۳٪) بود. این اختلاف در رطوبت مربوط به از دست رفتن مقداری رطوبت در طی مراحل خالص سازی شیره خرما به قند مایع خرما می باشد. مقدار خاکستر و پروتئین در شیره خرما به طور معنی داری (P<۰/۰۵) بیش از قند مایع خرما بود که مربوط به وجود ناخالصی بیشتر در شیره خرما می‌باشد. پی اچ قند مایع خرما و شیره خرما به ترتیب ۳/۲ و ٤/۱ 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 عمدتا از میوه خرما منشاء می‌گیرد. همچنین در فرایند خالص سازی و تولید قند مایع خرما بخشی از ترکیبات آمینی حذف می‌شوند که باعث کاهش بیشتر پی اچ این قند مایع خرما نسبت به شیره خرما می‌گردد [۹، ۱۱]. مقدار مواد جامد محلول برای شیره خرما و قند مایع خرما به ترتیب ۷۵٪ و ۷۲/۵ ٪ بود که از نظر آماری تفاوت معنی داری (P<۰/۰۵) نداشت. اعداد بدست آمده برای ویژگی های شیمیایی و پی اچ قند مایع و شیره 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.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-05]

جدول ۱ ترکیبات شیمیایی شیره خرما و قند مایع خرما

ترکیبات شیمیایی	قند مایع خرما	شیره خرما
رطوبت (٪)	۲۷/۱ ± ۰/۲^{a}	۲۵/۳ ± ۰/۳^{b}
خاکستر (٪)	۰/٦ ± ۰/۰^{b}	۵/۳ ± ۰/٦^{a}
پروتئین (٪)	۰/۸ ± ۰/۱^{b}	۱/۲ ± ۰/٤^{a}
مواد جامد محلول (٪)	۷۲/۵ ± ۳/۱^{a}	۷۵/۰ ± ۰/۳^{a}
پی اچ	۳/۲ ± ۰/۱^{b}	٤/۱± ۰/۱^{a}

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار می‌باشند (P <۰/۰۵).

۳-۲-ویژگی های خمیر بیسکویت

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد قوام خمیر نمونه کنترل (BU) ۳۷۷/۳ بود. با افزایش سطح جایگزینی شیره خرما یا قند مایع خرما از قوام خمیر کاسته شد، به گونه‌ای که در نمونه‌های خمیر حاوی ۱۰۰درصد شیره خرما یا قند مایع خرما، قوام به ترتیب به (BU) ۲۵۳/۳ و (BU) ۲۵۸/۳ رسید. قابلیت کشسانی خمیر کنترل (BU) ٤٤/۳ بود که با افزایش درصد قند مایع یا شیره خرما به طور معنی داری (P <۰/۰۵) کاهش یافت و برای نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد شیره خرما یا قند مایع خرما به ترتیب به (BU) ۲۸/۳ و (BU) ۳۱/۰ رسید. نتایج مشابهی با افزودن قندهای احیاء کننده دیگر شامل شربت ذرت با فروکتوز بالا، گلوکز مایع و شربت اینورت گزارش شده است [۵].

تفاوت‌هایی که در ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر بیسکویت مشاهده می‌شود را می‌توان با متفاوت بودن ترکیبات موجود در فرمولاسیون خمیر از نظر نوع قندهای مصرفی توضیح داد. در خمیر بیسکویت، قندها با پروتئین بر سرجذب آب رقابت می‌کنند و با کاهش میزان آب در دسترس برای پروتئین از تشکیل شبکه گلوتنی جلوگیری کرده و در نتیجه خمیری با قوام و قابلیت کشسانی کمتر تولید می‌کنند [۳، ۲۱].

جدول ۲ قوام و الاستیسیته خمیر بیسکوئیت حاوی درصدهای مختلف قند مایع یا شیره خرما که توسط دستگاه فارینوگراف تعیین گردید.

درصد جایگزینی ساکارز با	قوام (برابندر)		برگشت پذیری (برابندر)	
شیره یا قند مایع خرما	شیره خرما	قند مایع	شیره خرما	قند مایع
۰	۳۷۷/۳±۵/۱^{aA}	۳۷۷/۳±۵/۱^{aA}	٤٤/۳±۲/۲^{aA}	٤٤/۳±۳/۲^{aA}
۲۰	۳۵۱/٦±٤/۵^{bA}	۳۵٤/۰±۳/۸^{bA}	۳۷/٦±۳/۱^{bA}	۳۹/۳±٤/۳^{bA}
٤۰	۳۲۳/۳±٦/۳^{cA}	۳۲۸/۳±٦/۱^{cA}	۳۲/۰±۱/۱^{cA}	۳۳/۰±۲/۳^{cA}
٦۰	۲۹۸/۳±۵/٤^{dA}	۲۹۸/۳±٤/٤^{dA}	۳۲/۰±۲/٤^{cdA}	۳۲/۳±۳/٤^{cdA}
۸۰	۲۷۲/۳±۳/۲^{eA}	۲۷۱/٦±٦/۲^{eA}	۲۸/۳±۱/۳^{deA}	۳۱/۳±۲/۱^{deA}
۱۰۰	۲۵۳/۳±۵/۳^{fA}	۲۵۸/۳±٤/۳^{fA}	۲۸/۳±۳/۱^{eA}	۳۱/۰±٤/۱^{eA}

در مورد هر ویژگی حروف کوچک متفاوت در هر ستون و حروف بزرگ متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار می‌باشند (P <۰/۰۵).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-05]

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 هنگامی‌که از مخلوط گلوکز و فروکتوز استفاده شود (مانند آنچه در شیره 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 گلوتنی 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 شیره خرما به کاهش تشکیل شبکه گلوتنی در خمیر کمک می‌نماید. کاهش پی اچ خمیر در اثر افزودن شیره خرما و قند مایع خرما نیز باعث نرم شدن بیشتر خمیر گردد.

نتایج نشان داد که نمونه‌های خمیرحاوی شیره خرما با خمیر حاوی قند مایع خرما، از نظر قوام و قابلیت کشسانی دارای تفاوت معنی داری نبود ($P < ۰/۰۵$). عدم تغییر در مقادیر قوام و قابلیت کشانی خمیر در اثر افزودن شربت اینورت، گلوکز مایع و شربت ذرت با فروکتوز بالا به خمیر بیسکوئیت گزارش شده است [۵]. از نظر تئوری انتظار می‌رفت که خمیر حاوی شیره 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 پی اچ و نیز بر همکنش‌هایی شیمیایی احتمالی میان ترکیبات موجود در خمیرهای بدست آمده می‌تواند دلیلی بر نتیجه ی مشاهده شده باشد که نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

۲-٤- تعیین خصوصیات رئولوژیکی خمیر بیسکویت با استفاده از دستگاه بافت سنج

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود با افزایش درصد قند مایع و شیره خرما سفتی خمیر کاهش یافت و نمونه‌های خمیر حاوی شیره 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].

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

ممانعت بیشتر از تشکیل شبکه گلوتنی می‌باشد. از طرفی شیره 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 ($P < ۰/۰۵$) کمتر از نمونه‌های حاوی شیره 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 شیره 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 عمدتا 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 ($P < ۰/۰۵$) بیش از خمیرهای تهیه شده با شیره 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 ($P < ۰/۰۵$) میان نمونه‌های حاوی شیره خرما و قند مایع خرما مشاهده نشد. کاهش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-05]

پیوستگی می‌تواند مربوط به عدم تشکیل یک شبکه گلوتنی یکنواخت در خمیر و نیز وارد شدن سایر ترکیبات موجود در شیره 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 رفتیلوز، گلوکز مایع، شربت ذرت با فروکتوز بالا گزارش شده است [۳، ۵ ، ۲٤].

جدول ۳ ویژگی‌های بافت خمیر بیسکویت حاوی درصدهای مختلف شیره خرما یا قند مایع خرما که با استفاده از دستگاه TPA تعیین شد.

جایگزینی ساکارز (٪)	پیوستگی		انرژی (N)		فنریت(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}	۱٦/۹۲^{aA}	۱٦/۹۲^{aA}	۰/٤۰^{aA}	۰/٤۰^{aA}
۲۰	۰/۷٤^{abA}	۰/۷٦^{aA}	۰/۷٤^{abA}	۲/۱۰^{cA}	۲/۱۲^{cA}	۰/۷٤^{abA}	۱٦/۹۷^{abA}	۱٦/۸۱^{aA}	۰/۳۹^{abA}	۰/۳۸^{abA}
٤۰	۰/۷۰^{bA}	۰/۷۲^{aA}	۰/۷۰^{bA}	۲/۲^{bcA}	۲/۲۱^{bcA}	۰/۷۸^{aA}	۱۵/۵٤^{bcB}	۱٦/۲۰^{aA}	۰/٤۹^{abA}	۰/۳۹^{abcA}
٦۰	۰/۵۵^{cB}	۰/۷۲^{aA}	۰/۵۵^{cB}	۲/۵^{bcA}	۲/٤۳^{bA}	۰/۷٤^{abA}	۱۵/٤۹^{bcB}	۱۵/۷۰^{abB}	۰/٤۰^{abA}	۰/۳۸^{abcA}
۸۰	۰/۰۵^{cB}	۰/٦٤^{bA}	۰/۰۵^{cB}	۲/۵^{abA}	۲/٦۲^{abA}	۰/٦۸^{bA}	۱٤/۷۹^{cA}	۱۵/۱۰^{bA}	۰/۳۵^{bcA}	۰/۳۵^{bcA}
۱۰۰	۰/٤۸^{cB}	۰/٦۰^{bA}	۰/٤۸^{cB}	۲/۷^{aB}	۲/۸٤^{aA}	۰/٦۹^{bA}	۱۳/۱۹^{dB}	۱٤/۲۰^{cA}	۰/۳۳^{cA}	۰/۳٤^{cA}

* N=نیوتن، شیره= شیره خرما، 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 <$۰/۰۵).

٤-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 شیره و یا قند مایع خرما اثرات قابل توجهی بر ویژگی‌های بافت خمیر بیسکوئیت دارد. روند این تغییرات برای نمونه‌های حاوی شیره و قند مایع خرما مشابه بود. اگرچه به دلیل اختلاف در ترکیبات شیمیایی و پی اچ 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 فنریت و افزایش چسبندگی بود که توسط دستگاه بافت سنج بدست آمد. کاهش قوام، سفتی، الاستیسیته و فنریت نشان دهنده بهبود کیفیت خمیر و احتمالا محصول نهایی می‌باشد. در حالی که افزایش چسبندگی و کاهش پیوستگی از ویژگی‌های نامطلوب خمیر بوده و بیانگر افت کیفیت آن می‌باشد و این برایند 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 همطراز خود از دستگاه بافت سنج (به ترتیب سفتی بافت و فنریت) نشان داد. اگرچه اطلاعات بیشتر و دقیق تری در مورد بافت خمیر توسط دستگاه بافت سنج قابل استخراج می‌باشد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-05]

با توجه به تاثیر چشمگیر ساکارز بر کیفیت خمیر بیسکوئیت امکان حذف کامل آن و جایگزینی آن با قند مایع یا شیره خرما وجود ندارد و خمیر با افت کیفیت قابل توجهی روبرو می‌گردد. همچنین در صورت استفاده از مقادیر بالاتر قند مایع خرما نسبت به شیره خرما، خمیر کمتر دچار افت کیفیت می‌گردد. بیشترین مقدار جایگزینی ساکارز با قند مایع خرما ٦٠٪ و با شیره خرما ٤٠٪ 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 خرما را افزایش دهد. تحقیقات بیشتری به منظور ارائه راهکارهایی برای حفظ کیفیت خمیر و بیسکوئیت در صورت افزایش درصد جایگزینی ساکارز با فراورده‌های خرما 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 خرمای 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 می نماید.

٦- 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.

[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., Hosseininia, 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.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-05]

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 suing 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 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., Hoseney, 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.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-05]

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; Farinogarph; Texture Analyser.

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

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-05]