

بررسی تأثیر جایگزینی شکر با پوره خرما بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و بافتی دونات

وحیده شیخ زاده^۱، اسماعیل عطای صالحی^{۱*}، محمد حسین حداد خداپرست^۲

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۷)

چکیده

امروزه به دلیل ارتباط مصرف شکر با برخی بیماری‌ها نظیر فشار خون، فساد دندان، چاقی و افزایش سطح گلوکز و انسولین خون که به ویژه برای دیابتی‌ها مضر است، پژوهش‌های مرتبط با جایگزینی شکر با سایر شیرین‌کننده‌ها رو به افزایش است. در این تحقیق پوره خرما در پنج سطح (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪) جایگزین شکر در فرمول دونات شد و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و نگهداری محصول نهایی ارزیابی گردید. بررسی نتایج نشان داد که رطوبت و فعالیت آبی، با افزایش جایگزینی پوره خرما در همه سطوح افزایش یافت. درصد جذب روغن در سطح ۵۰ درصد و بالاتر و حجم مخصوص در سطح جایگزینی ۷۵ درصد و بالاتر کاهش یافت. سفتی بافت دونات در هر سه بازه زمانی (صفر، سه و ده روز بعد از تولید) با افزایش درصد جایگزینی در مقایسه با نمونه شاهد کاهش یافت. مؤلفه‌های L^* و b^* پوسته دونات در سطح ۵۰ درصد و بالاتر کاهش و مؤلفه a^* در سطح ۲۵ درصد و بالاتر در مقایسه با شاهد افزایش یافت. مؤلفه L^* مغز دونات در سطح ۲۵ درصد و بالاتر و مؤلفه b^* در سطح ۵۰ درصد و بالاتر کاهش یافت در حالی که مؤلفه a^* آن در سطح ۲۵ درصد و بالاتر افزایش یافت. تخلخل دونات در سطح ۷۵ درصد و بالاتر کاهش یافت. نتایج ارزیابی حسی با استفاده از ارزیابی‌های حسی تا سطح جایگزینی ۵۰٪ اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد جایگزینی شکر تا سطح ۵۰ درصد با پوره خرما ضمن حفظ خصوصیات حسی مطلوب، با اختلاف معنی‌داری منجر به کاهش جذب روغن در دونات می‌گردد و حجم مخصوص و تخلخل اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد پیدا نخواهد کرد. همچنین با افزایش جایگزینی تا سطح ۵۰٪ پوره خرما ضمن افزایش رطوبت و کاهش سفتی بافت در هر سه بازه زمانی و با توجه به فاکتور فعالیت آبی منجر به افزایش زمان ماندگاری دونات خواهد شد.

کلید واژگان: خرما، بیاتی، دونات، ویژگی‌های حسی

* مسئول مکاتبات: eatayesalehi@yahoo.com

۱- مقدمه

ساکارز با دارا بودن ویژگی‌های عملکردی ممتاز به عنوان یک شیرین‌کننده طبیعی باعث ایجاد حجم، بافت و طعم مطلوب در محصولات آردی می‌شود. امروزه به دلیل ارتباط مصرف شکر با برخی مشکلات سلامتی نظیر فشار خون، بیماری‌های قلبی، فساد دندان، چاقی و افزایش سطح گلوکز و انسولین خون که به ویژه برای دیابتی‌ها مضر است و از طرفی به دلیل مسائل اقتصادی و تکنولوژیک، پژوهش‌های مرتبط با جایگزینی شکر با سایر شیرین‌کننده‌ها رو به افزایش است [۱].

خرما دارای شیرینی طبیعی و طعم متمایز و مطبوعی است و قندهای اصلی تشکیل‌دهنده آن گلوکز و فروکتوز با نسبت تقریباً مساوی می‌باشند [۲]. از نظر تغذیه‌ای خرما میوه‌ای بسیار غنی از مواد معدنی نظیر آهن، پتاسیم، منگنز، روی و ویتامین‌هایی چون A، B، C است. فیبرهای رژیمی، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب به وفور در آن یافت می‌شوند. این میوه دارای مقادیر زیادی ترکیباتی با خاصیت آنتی اکسیدانی و آنتی موتاژنیک، آنتوسیانین، فنولیک اسیدهای آزاد (وانیلیک اسید، سرینجیک اسید و فلوریک اسید) و باند شده (گالیک اسید، کافئیک اسید و اکوماریک اسید) است [۲ و ۳]. همچنین به دلیل داشتن مقادیر بالای کربوهیدرات، ویتامین‌ها و مواد معدنی و میزان کم پروتئین‌ها می‌تواند در فرآیند تخمیر مورد استفاده قرار گیرد. بررسی‌های جدید حاکی از این مطلب است که خرما می‌تواند رشد بسیاری از باکتری‌ها از جمله استافیلوکوکوس اورئوس^۱، باسیلوس سوبتیلیس^۲ و سالمونلا تیفی^۳ را به میزان زیادی متوقف نماید و در عملکرد قارچ‌ها اختلال ایجاد کند [۴].

طبق آمار سازمان خواربار کشاورزی (FAO) ایران رتبه سوم تولید خرما در جهان را دارد [۵]. با توجه به خواص تغذیه‌ای ذکر شده و میزان قند قابل توجه خرما (حدود ۸۰ درصد وزن خشک پایه)، استفاده از خرما در صنایع غذایی به عنوان جایگزین شکر در فرمولاسیون مواد غذایی جهت افزایش ارزش تغذیه‌ای و اجتناب از عوارض ساکارز مطلوب تلقی می‌شود.

تا به امروز در فرمولاسیون مواد غذایی از خرما و انواع شیرین‌کننده‌ها استفاده شده است. در مطالعه‌ای خمیر خرما در نان استفاده گردید و نتایج نشان داد که افزودن ۴ تا ۶ درصد خمیر خرما باعث بهبود زمان تخمیر و تأخیر در بیاتی نان می‌گردد [۶]. گزارش شده است که افزایش در سطح جایگزینی شکر با پلی-دکستروز درحالی‌که میانگین ناحیه حباب‌دار کیک را کاهش می‌دهد منجر به افزایش در یکخواختی اندازه حباب‌ها می‌شود [۷]. عصاره سبوس گندم که حاوی الیگوساکاریدهای آرابینوزایلان به جای ساکارز است در تهیه کلوچه و تأثیر آن بر شیرینی این محصول مورد بررسی واقع شده است [۸]. همچنین اثر جایگزینی چند الککل قندی (اریتریتول و اینولین) با ساکارز بر روی کلوچه مورد بررسی قرار گرفته است [۹].

با توجه به این که شیر خرما از خالص‌سازی عصاره خرما به دست می‌آید بسیاری از ترکیبات نظیر پکتین، پروتئین، رنگ و فیبر این میوه حذف می‌گردد. بنابراین در این تحقیق پوره خرما جایگزینی شکر در فرمولاسیون دونات به عنوان یک محصول خبازی و شیرینی‌پزی شد و اثر آن را بر روی خواص حسی (آروما، رنگ قهوه‌ای سطح، سفتی، شیرینی و پذیرش کلی) و خصوصیات فیزیکی شیمیایی (رطوبت، فعالیت آبی، حجم مخصوص، درصد جذب روغن، سفتی، تخلخل، رنگ پوسته و رنگ مغز) و ماندگاری دونات در سه بازه زمانی ۰، ۳ و ۱۰ روز مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

مواد اولیه مورد نیاز برای این پژوهش شامل آرد گندم، از کارخانه گلمکان (مشهد، ایران)، خرما نوع ربی از بازار محلی شهرستان ایرانشهر (سیستان و بلوچستان، ایران)، مخمر (ساکارومایسس سرویسبه^۴) از شرکت خمیر مایه رضوی (مشهد، ایران) تهیه شد. سایر مواد مورد نیاز شامل شکر، نمک، وانیل، روغن از فروشگاه عرضه کننده مواد اولیه قنادی خریداری و تخم مرغ تازه یک روز قبل از تولید دونات‌ها تهیه و در یخچال نگهداری شد.

1. *Staphylococcus aureus*
2. *Bacillus subtilis*
3. *Salmonella typhi*

4. *Saccharomyces Cerevisiae*

۲-۲- تهیه پوره خرما

جهت تهیه پوره خرما به روش محلی، ابتدا خرماهای هسته گیری شده در آب با دمای ۹۰-۸۰ درجه سانتی گراد به نحوی که سطح میوه های خرما را پوشانده بود حدود یک ساعت خیسانده شد. سپس عمل پوست گیری از خرما انجام شد. خرماهای پوست گیری شده به همراه شیرآبه در یک مخلوط کن خانگی (کنوود مدل HB615) به پوره تبدیل شد و تا انجام استفاده در ظروف دربسته در یخچال نگهداری گردید.

۲-۳- تهیه دونات

در ابتدا مخلوطی از ۱۰۰۰ گرم آرد گندم، ۴۰ گرم شیر خشک، ۲ گرم وانیل و ۸ گرم نمک تهیه شد. مخلوط فوق با استفاده از الک هایی با مش ۰/۴۲۵ میلی لیتر دو بار الک گردید. سپس مخلوط فوق با ۱۶۰ گرم روغن در مخلوط کن (moulinex 727) ساخت کشور فرانسه) به مدت ۵ دقیقه مخلوط شد. در مرحله بعد محلول مخمر که شامل ۲۴ گرم مخمر، ۱۰۰ گرم آرد گندم، ۱۶۰ گرم شکر و ۲۰۰ میلی لیتر آب بود و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفته بود به مخلوط کن اضافه و به مدت ۲ دقیقه مخلوط گردید. در همین مرحله پوره خرما در مقادیر ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد به ترتیب جایگزین ۱۶۰، ۱۲۰، ۸۰، ۴۰ و صفر گرم شکر می شد. در ادامه ۲۰۰ گرم تخم مرغ اضافه و پس از ۲ دقیقه اختلاط ۲۰۰ میلی لیتر آب اضافه و به مدت ۶ دقیقه مخلوط شد تا در نهایت خمیر نرم و یکدست بدست آمد. خمیر آماده شده به مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد در پروفر (ZuccihelliForni، ساخت کشور ایتالیا) مرحله پروفر اولیه را طی کرد، سپس خمیر را به صورت دستی با ضخامت ۱ سانتی متر پهن شد. ضخامت قسمت های مختلف خمیر با استفاده از کولیس ورنیه اندازه گیری شد. آنگاه توسط قالب دونات با قطر داخلی ۲/۹۵ سانتی متر و قطر خارجی ۷/۶۰ سانتی متر قالب زنی شد. قطعات خمیر قالب زده شده به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد مرحله پروف ثانویه را سپری کردند در نهایت قطعات خمیر در سرخ کن خانگی (Moulinex AMI 002، فرانسه) در دمای ۱۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ دقیقه سرخ شد. روغن اضافی موجود روی سطح نمونه های تولیدی توسط کاغذ جاذب گرفته شد و در به مدت ۳۰ دقیقه به منظور خنک

شدن در دمای اتاق قرار گرفت. پس از خنک شدن دونات ها در دمای اتاق، نمونه ها برای نگهداری طولانی به کیسه بسته بندی زیپ دار منتقل و تا زمان آزمون در دمای اتاق نگهداری شدند [۱۰].

۲-۴- ارزیابی رطوبت دونات

جهت اندازه گیری رطوبت از استاندارد AACC (۱۹۸۶) شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید [۱۱]. نمونه های سرخ و خنک شده دونات به قطعات کوچک تر (۱۶-۱۲ گرم) بریده شدند. سپس در آون هوای داغ (مارک Jeto Tech، مدل OF-O2G، ساخت کشور کره جنوبی) در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند.

۲-۵- ارزیابی فعالیت آبی دونات

فعالیت آبی (a_w) مطابق با روش آکسون (۲۰۰۹) و توسط a_w - متر (Metrohm 691، سوئیس) اندازه گیری شد [۱۲].

۲-۶- ارزیابی میزان جذب روغن دونات

میزان روغن جذب شده مطابق با استاندارد AOAC (۱۹۹۰) به روش سوکسله با حلال پترولیوم اتر اندازه گیری شد [۱۳].

۲-۷- ارزیابی حجم مخصوص دونات

حجم دونات مطابق با روش ساهین و سامنو (۲۰۰۵) با استفاده از جابجایی جامد با دانه کلزا اندازه گیری شد [۱۴]. برای این منظور در فاصله زمانی ۲ ساعت بعد از پخت از مرکز هندسی دونات قطعه ای به ابعاد ۲ در ۲ سانتی متر تهیه گردید و حجم مخصوص آن تعیین شد.

۲-۸- ارزیابی بافت دونات

اندازه گیری سفتی بافت نمونه ها در بازه زمانی ۰، ۳ و ۱۰ روز پس از پخت با استفاده از دستگاه بافت سنج (Texture Analyzer, CNSFamell) بر اساس روش رونداد و همکاران (۲۰۰۵) انجام گرفت [۱۵].

۲-۹- ارزیابی رنگ پوسته و مغز دونات

آنالیز رنگ پوسته و رنگ مغز دونات در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از طریق تعیین سه شاخص L^* ، a^* و b^* صورت پذیرفت. جهت اندازه گیری این شاخص ها ابتدا برشی به ابعاد ۲

مقایسه قرار گرفت و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- رطوبت و فعالیت آبی دونات

بر اساس نتایج آنالیز واریانس اختلاف بین تیمارها از نظر این فاکتورها در سطح $p < 0.05$ معنی‌دار بود. همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود با افزایش جایگزینی پوره خرما در فرمولاسیون رطوبت و فعالیت آبی دونات‌ها به صورت معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت، که این پدیده به دلیل جاذب الرطوبت بودن قندهای موجود در پوره خرما است و با توجه به اینکه میزان آب آزاد روی فعالیت آبی مؤثر است، افزایش رطوبت منجر به افزایش فعالیت آبی نیز گردید. این نتایج با نتیجه گزارش شده توسط پاریت و همکاران (۲۰۱۱) مغایرت داشت. طبق گزارش آن‌ها با جایگزینی ساکارز با الیگوساکاریدهای آرابینوزایلان در فرمولاسیون کلوچه، میزان رطوبت در تمام سطوح جایگزینی نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت [۸].

جدول ۱ تغییرات رطوبت و فعالیت آبی دونات در جایگزینی شکر

با پوره خرما		
درصد جایگزینی	فعالیت آبی	رطوبت (درصد) *
شاهد	$0.798 \pm 0.007 e$	$17.5 \pm 0.25 e$
۲۵٪	$0.813 \pm 0.004 d$	$18.6 \pm 0.32 d$
۵۰٪	$0.831 \pm 0.009 c$	$19.66 \pm 0.35 c$
۷۵٪	$0.841 \pm 0.006 b$	$21.36 \pm 0.2 b$
۱۰۰٪	$0.855 \pm 0.006 a$	$21.96 \pm 0.1 a$

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ است.

۳-۲- جذب روغن دونات

نتایج آنالیز واریانس برای این آزمون نشان داد که بین نمونه‌ها در جذب روغن اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) وجود دارد. همانگونه که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود با جایگزینی تا ۷۵ درصد پوره خرما، درصد جذب روغن نمونه‌ها کاهش پیدا کرد و جایگزینی

در ۲ سانتی‌متر از دونات تهیه گردید. و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل^۵ تصویربرداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد.

۲-۱۰- ارزیابی میزان تخلخل دونات

به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز دونات در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از مغز دونات تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد. تصویر تهیه‌شده در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن قسمت ۸ بیت^۶، تصاویر سطح خاکستری ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی، قسمت دودویی نرم‌افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است که در آن‌ها محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها برآورد می‌شود.

۲-۱۱- ارزیابی خصوصیات حسی دونات

بعد از تهیه، نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه خنک شدند و سپس با اعداد دو رقمی کدگذاری و به همراه برگه ارزیابی حسی و آب آشامیدنی در اختیار ۱۰ ارزیاب حسی آموزش‌دیده قرار گرفتند. سپس خصوصیات حسی دونات از نظر آروما، پذیرش کلی، رنگ مغز، رنگ پوسته و بافت از نظر خمیری بودن یا نرمی و سفت بودن دونات مورد ارزیابی قرار گرفت. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (شماره ۱) تا بسیار خوب (شماره ۵) بود [۱۱].

۲-۱۳- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج به دست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Mstat C - نسخه ۱/۴۲ در قالب یک طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. بدین منظور هر یک از نمونه‌ها در سه تکرار و آزمون‌های مربوط در مورد آن انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ($p < 0.05$) مورد

5. Pixel
6. Bit
7. Binary Images

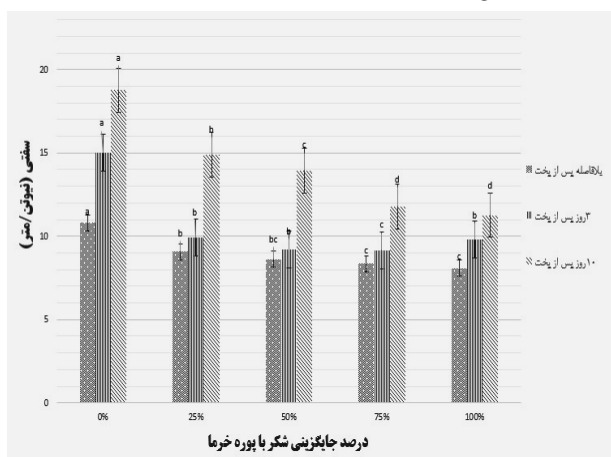
جدول ۲ تغییرات حجم دونات در جایگزینی شکر با پوره خرما

درصد جایگزینی	حجم مخصوص (میلی لیتر / میلی گرم)
شاهد	$2/0.27 \pm 0/0.6a$
۲۵	$2/0.27 \pm 0/0.4a$
۵۰	$2/0.23 \pm 0/0.2a$
۷۵	$1/9.03 \pm 0/0.4b$
۱۰۰	$1/81 \pm 0/0.3c$

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ است

۳-۴- بافت دونات

بر اساس نتایج جدول آنالیز واریانس برای ارزیابی بافت نمونه‌ها در هر سه بازه زمانی (۰، ۳ و ۱۰ روز) اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها وجود داشت. همان‌گونه که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود افزودن پوره خرما تا سطح ۷۵ درصد در هر سه بازه زمانی منجر به کاهش سفتی دونات‌ها و در نهایت منجر به افزایش زمان ماندگاری دونات می‌گردد. افزودن بیشتر پوره تا سطح ۱۰۰ درصد تغییری در سفتی دونات‌ها به وجود نیاورد.



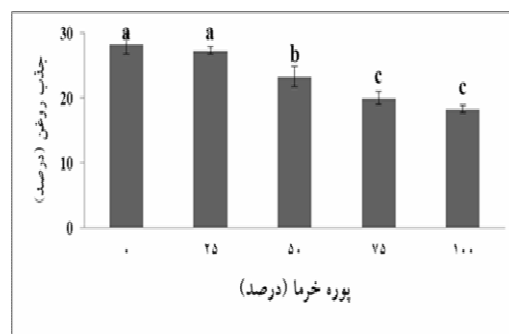
نمودار ۲ روند تغییرات سفتی بافت دونات در جایگزینی شکر با پوره خرما در ۳ بازه زمانی متفاوت.

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ است.

۳-۵- رنگ پوسته دونات

بر اساس نتایج آنالیز واریانس اختلاف بین تیمارها از نظر این فاکتور در هر سه مؤلفه a^* ، L^* و b^* در سطح ۵ درصد معنی‌دار

بیشتر تا سطح ۱۰۰ درصد تفاوت معنی‌داری با تیمار قبل ایجاد نکرد. بر اساس گزارش باجاج و همکاران (۲۰۰۷) علت این پدیده حفظ رطوبت محصول توسط فروکتوز و فیبرهای موجود در پوره خرما می‌باشد که از کشیده شدن روغن به درون منافذ جلوگیری کرده است [۱۶]. این نتیجه با نتایج دوگان و همکاران (۲۰۰۵) که به بررسی اثر جایگزینی آرد سویا با آرد گندم بر میزان جذب روغن ناگت سرخ‌شده پرداختند [۱۷] مغایرت داشت. این محققان بیان کردند آرد سویا با ظرفیت نگهداری آب بالا باعث کنترل خروج رطوبت و افزایش جذب روغن می‌شود و دلیل دیگر بیان شده ویسکوزیته بالاتر، ناشی از جایگزینی آرد گندم با آرد سویا بود.



نمودار ۱ روند تغییرات درصد جذب روغن در جایگزینی شکر با پوره خرما.

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ است.

۳-۳- حجم مخصوص دونات

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که بین نمونه‌ها از نظر این فاکتور اختلاف معنی‌دار ($p < 0/05$) وجود دارد. بر اساس جدول ۲ مشاهده می‌شود با جایگزینی تا ۵۰ درصد پوره خرما در حجم نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری با شاهد وجود ندارد اما در جایگزینی بیشتر نمونه‌ها تا ۱۰۰ درصد حجم مخصوص کاهش پیدا کرد که این پدیده احتمالاً به دلیل اثر منفی فیبرهای پوره خرما بر حفظ گاز در خمیر می‌باشد [۱۸]. این نتیجه با نتایج گزارش شده توسط وانگ و توماس (۱۹۸۹) که به مطالعه استفاده مستقیم میوه سیب به جای ساکارز در محصولات پخت پرداختند مطابقت داشت [۱۹].

بود. همان‌گونه که از جدول ۳ مشاهده می‌شود با افزایش جایگزینی پوره خرما در فرمولاسیون دونات، روشنایی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت و بر قرمزی نمونه‌های دونات در مؤلفه a^* افزوده شد که این پدیده به دلیل حضور سطوح بالای قندهای احیاکننده گلوکز و فروکتوز در پوره خرما است که منجر

به افزایش واکنش‌های قهوه‌ای شدن می‌گردد [۲۰]. کوسر و همکاران (۲۰۰۷) با جایگزین نمودن پلی‌دکستروز بجای ساکارز به بررسی مؤلفه‌های b^* و L^* در کیک پرداختند. طبق گزارش آن‌ها افزایش سطح جایگزینی تا سطح ۸۰ درصد منجر به کاهش مؤلفه‌های b^* و L^* در همه آزمون‌ها گردید [۷].

جدول ۳ تغییرات رنگ پوسته دونات در جایگزینی شکر با پوره خرما

درصد جایگزینی	مؤلفه L^*	مؤلفه a^*	مؤلفه b^*
شاهد	$51/67 \pm 0/94$ a	$3/113 \pm 0/13$ c	$17/35 \pm 0/12$ a
٪۲۵	$51/17 \pm 0/9$ a	$3/673 \pm 0/14$ b	$16/94 \pm 0/33$ a
٪۵۰	$49/25 \pm 0/64$ b	$3/677 \pm 0/25$ b	$14/85 \pm 0/63$ b
٪۷۵	$44/55 \pm 0/84$ c	$5/087 \pm 0/19$ a	$14/02 \pm 0/23$ c
٪۱۰۰	$41/3 \pm 0/86$ d	$5/477 \pm 0/47$ a	$13/93 \pm 0/62$ c

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها در سطح ۵٪ است

۳-۶- رنگ مغز دونات

بر اساس نتایج آنالیز واریانس اختلاف بین تیمارها از نظر رنگ مغز دونات در هر سه مؤلفه L^* ، a^* و b^* در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود با افزایش جایگزینی پوره خرما در فرمولاسیون دونات، روشنایی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت و بر قرمزی نمونه‌های دونات

در مؤلفه a^* افزوده شد و به تدریج با افزایش جایگزینی پوره خرما از زردی رنگ مغز نمونه‌ها کاسته شد. در مجموع ارزیابی مشخص می‌شود افزایش جایگزینی منجر به افزایش رنگ قهوه‌ای و تیره در مغز دونات می‌گردد که این پدیده به دلیل حضور سطوح بالای قندهای احیاکننده گلوکز و فروکتوز در پوره خرما است که منجر به افزایش واکنش‌های قهوه‌ای شدن می‌گردد [۵].

جدول ۴ تغییرات رنگ مغز دونات در جایگزینی شکر با پوره خرما

درصد جایگزینی	مؤلفه L^*	مؤلفه a^*	مؤلفه b^*
شاهد	$66/03 \pm 0/84$ a	$1/16 \pm 0/13$ d	$24/73 \pm 0/57$ a
٪۲۵	$64/51 \pm 0/48$ b	$1/64 \pm 0/19$ c	$23/69 \pm 0/63$ a
٪۵۰	$61/56 \pm 0/86$ c	$2/08 \pm 0/14$ c	$21/74 \pm 0/45$ b
٪۷۵	$59/84 \pm 0/8$ d	$2/307 \pm 0/25$ b	$19/63 \pm 0/49$ c
٪۱۰۰	$55/32 \pm 1/11$ e	$2/63 \pm 0/17$ a	$18/19 \pm 0/33$ d

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها در سطح ۵٪ است.

۳-۷- میزان تخلخل مغز دونات

در جدول ۵ روند تغییرات تخلخل دونات حاوی سطوح مختلف پوره خرما نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد، جایگزینی پوره خرما تا سطح ۵۰ درصد شکر در فرمولاسیون دونات اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد ایجاد نکرد. درحالی‌که افزودن مقادیر بیشتری پوره خرما منجر به کاهش تخلخل نمونه‌ها گشت و از $20/58 \pm 0/54$ درصد در نمونه شاهد به $0/33$ $\pm$ $18/35$ درصد در نمونه حاوی ۱۰۰ درصد پوره خرما جایگزین

شده در دونات رسید. علت کاهش این پدیده می‌تواند با کاهش حجم به دلیل اثر منفی فیبرهای پوره خرما بر حفظ گاز در خمیر ایجاد گردد [۱۸]. این نتیجه با نظر کوسر و همکاران (۲۰۰۷) که پس از جایگزین نمودن پلی‌دکستروز به جای ساکارز در فرمولاسیون تهیه کیک به بررسی اثر این جابجایی بر روی تشکیل منافذ و حباب در بافت محصول نهایی پرداختند مطابقت داشت [۷]. طبق گزارش این گروه با افزایش سطح جایگزینی مذکور میزان تخلخل به مرور دچار کاهش شد.

جدول ۵ روند تغییرات تخلخل دونات در جایگزینی شکر با پوره

خرما	
درصد جایگزینی	میزان تخلخل (درصد)
شاهد	$20/58 \pm 0/54$ a
۲۵٪	$20/59 \pm 0/34$ a
۵۰٪	$20/51 \pm 0/44$ a
۷۵٪	$19/08 \pm 0/19$ b
۱۰۰٪	$18/35 \pm 0/24$ c

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است

۳-۸- ویژگی‌های حسی رنگ

از نظر ارزیاب‌های حسی اختلاف معنی‌داری بین رنگ نمونه شاهد و نمونه‌های جایگزین شده مشاهده شد ($p < 0/05$). همان‌گونه که در جدول ۶ ملاحظه می‌شود درحالی‌که پانلیست‌ها از نظر رنگ پوسته تفاوتی در نمونه‌هایی با جایگزینی ۲۵ و ۵۰ درصد نسبت به نمونه شاهد قائل نشدند، اما در نتایج پردازش تصویر اختلاف معنی‌داری بین رنگ پوسته نمونه با جایگزینی ۵۰ درصد نسبت به نمونه ماقبل خود و نمونه شاهد دیده شد و منجر به افزایش مؤلفه a^* و b^* و کاهش مؤلفه L^* و در نهایت باعث تیره تر شدن رنگ پوسته نسبت به نمونه شاهد شد. پانلیست‌ها همچنین در جایگزینی بیشتر پوره خرما در سطح ۷۵ و ۱۰۰ درصد که منجر به قهوه‌ای تر شدن رنگ پوسته می‌گردید، بدون اختلاف معنی‌داری بین این دو سطح امتیاز کمتری به نمونه‌ها دادند در حالیکه نتایج حاصل از پردازش تصویر نشان داد که با افزایش جایگزینی در سطح ۷۵ و ۱۰۰ درصد به صورت معنی‌داری بین این دو سطح منجر به کاهش مؤلفه L^* می‌شود. ظهور رنگ‌های قهوه‌ای در جایگزینی‌های بیشتر به دلیل وجود درصد بالای قندهای احیاکننده در پوره خرما است که متعاقباً منجر به افزایش واکنش‌های قهوه‌ای شدن می‌گردد [۵]. پاریت و همکاران

(۲۰۱۱) نیز نتایج مشابهی در ارزیابی خصوصیات حسی رنگ پوسته در کلوچه‌هایی که در آن‌ها عصاره سبوس گندم جایگزین ساکارز شد، گرفتند [۸].

بافت

نتایج آنالیز واریانس بافت نشان داد که بین نمونه‌ها در ارزیابی پذیرش بافت از نظر سفتی، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت. پانلیست‌ها برای نمونه‌هایی با جایگزینی ۵۰ درصد پوره خرما که دارای بافتی با سفتی متوسط بودند به صورت معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد بیش‌ترین امتیاز و کمترین امتیاز را به نمونه‌های شاهد که بیشترین سفتی را در دستگاه بافت سنج در روز اول داشت اختصاص دادند و بین نمونه‌هایی با ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی اختلاف معنی‌داری در سفتی بافت دونات‌ها قائل نشدند. این درحالی بود که طی ارزیابی دستگاهی بافت دونات‌ها در روز اول، سفتی بافت دونات‌ها در جایگزینی ۷۵ و ۱۰۰ درصد با اختلاف معنی‌داری نسبت به نمونه‌هایی با جایگزینی ۲۵ درصد کاهش یافت. (جدول ۶).

شیرینی و آروما

اختلاف معنی‌داری در سطح $p < 0/05$ بین نمونه‌ها از نظر شیرینی و آروما وجود داشت. بر اساس جدول ۶، پانلیست‌ها با جایگزینی پوره خرما تا سطح ۵۰ درصد اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد قائل نشدند درحالی‌که افزایش بیشتر تا سطح ۱۰۰ درصد منجر به کاهش پذیرش ارزیاب‌ها در هر دو فاکتور گردید.

پذیرش کلی

نتایج حاصل از صفات حسی نشان داد، درحالی‌که داوران تفاوتی در نمونه‌هایی با جایگزینی ۲۵ و ۵۰ درصد نسبت به نمونه شاهد در ارزیابی حسی قائل نشدند، جایگزینی بیشتر پوره خرما در سطح ۷۵ و ۱۰۰ درصد منجر به کاهش پذیرش کلی پانلیست‌ها گردید (جدول ۶).

جدول ۶ اثر جایگزینی شکر با پوره خرما بر خواص حسی

درصد جایگزینی	رنگ	بافت	شیرینی	آروما	پذیرش کلی
شاهد	$4/167 \pm 0/29$ a	$3/333 \pm 0/29$ b	$4/167 \pm 0/29$ a	$4/167 \pm 0/29$ a	$20/33 \pm 0/58$ a
۲۵٪	$4/167 \pm 0$ a	$3/833 \pm 0/29$ ab	$4/167 \pm 0$ a	4 ± 0 a	$20/33 \pm 0/58$ a
۵۰٪	$4 \pm 0/29$ a	$4/146 \pm 0/29$ a	$4 \pm 0/29$ a	$4/167 \pm 0/29$ a	$20/67 \pm 1/15$ a
۷۵٪	$3/167 \pm 0/29$ b	$3/833 \pm 0/29$ ab	$3/167 \pm 0/29$ b	$3/667 \pm 0/29$ b	$17/33 \pm 0/58$
۱۰۰٪	$2/667 \pm 0/29$ b	$3/667 \pm 0/29$ ab	$2/833 \pm 0/29$ b	$4/5 \pm 0$ b	$15/67 \pm 0/58$ c

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها در سطح ۵٪ است.

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش پوره خرما در ۵ سطح در فرمولاسیون تهیه دونات جایگزین شیرین‌کننده ساکارز گردید و کیفیت محصول نهایی از جنبه‌های خواص فیزیکوشیمیایی، ویژگی‌های حسی و ماندگاری ارزیابی گردید. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که میزان رطوبت و فعالیت آبی دونات، با افزایش جایگزینی افزایش می‌یابد. حجم مخصوص و تخلخل تا جایگزینی ۵۰ درصد پوره خرما اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت ولی در سطوح بالاتر جایگزینی کاهش پیدا کردند. درصد جذب روغن نیز با افزایش جایگزینی به میزان ۱۰ درصد کاهش یافت. سفتی بافت نمونه‌های دونات در هر سه بازه زمانی با افزایش جایگزینی تا سطح ۷۵ درصد سیر نزولی و با جایگزینی بیشتر در سطح ۱۰۰ درصد اختلافی را نسبت به تیمار قبل ایجاد نکرد که در نهایت منجر به افزایش زمان ماندگاری دونات شد. نتایج ارزیابی حسی نشان داد تیره‌تر بودن رنگ دونات تأثیر منفی بر پذیرش کلی دارد و مصرف‌کنندگان رنگ طلایی را به قهوه‌ای ترجیح دادند. در فاکتورهای آروما و شیرینی، ارزیاب‌های حسی بیش‌ترین امتیاز را به نمونه‌های حاوی ۵۰ درصد پوره خرما دادند. در ارزیابی پذیرش بافت از نظر سفتی یا نرمی مشخص گردید ارزیاب‌ها بیش‌ترین امتیاز را برای نمونه‌هایی که دارای سفتی متوسطی بودند قائل شدند. در مجموع، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد جایگزینی ۵۰ درصد پوره خرما ضمن افزایش در ارزش تغذیه‌ای محصول و حفظ خصوصیات حسی مطلوب در دونات، منجر به بهبود اغلب خواص فیزیکوشیمیایی و افزایش در زمان ماندگاری آن می‌شود.

۵- منابع

- the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). Food Research International. 44:1812-1822.
- [3] Tang, Z.X., Shi, L. & Aleid, S. 2013. Date Fruit: Chemical Compositions, Nutritional and Medicinal Values, Products. Society of Chemical Industry. 1-51.
- [4] Khaled, H. & Abu, E. 2000. Effect of date extract on adhesion of candida species to human buccal epithelial cell in vitro. Journal of Oral Pathology Med. 29:200-205.
- [5] Ashraf, Z. & Hamidi-Esfahani, Z. 2011. Date and Date Processing: A Review. Food Reviews International. 27:101-133.
- [6] Yousif, A.K., Morton, I.D. & Mustafa, A.I. 1991. Functionality of date paste in breadmaking. Journal Cereal Chemistry. 68:43-47.
- [7] Kocer, D., Hicsasmaz, Z., Bayindirli, A. & 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. 78:953-964.
- [8] 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. 44:725-728.
- [9] Laguna, L., Primo-Martín, C., Salvador, A. & Sanz, T. 2013. Inulin and Erythritol As Sucrose Replacers in Short-dough Cookies: Sensory, Fracture, and Acoustic Properties. Journal of Food Science. 78:777-783.
- [10] Rehman, S.U., Paterson, A., Hussain, S., Anjum Murtaza, M. & Mehmood, S. 2007. Influence of partial substitution of wheat flour with vetch *Lathyrus sativus* L flour on quality characteristics of doughnuts. Food Science and Technology 40:73-82.
- [11] AACC International. (1995). Approved method of the American association of cereal chemists, 9th. methods. 74-30, 44-15A, The Association: ST. Paul, Minnesota, USA.
- [12] Akesowan A, 2009. Quality of reduced-fat chiffon cakes prepared with erythritol-sucralose as replacement for sugar, Pakistan Journal of Nutrition 8(9): 1383-1386.
- [13] AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th Ed., Assoc of Analytical Chemists, Washington, DC.
- [14] Sahin, S. and Sumnu, G. S. 2005. Physical properties of Foods. Springer, New York.
- [1] Foulkes, P.H. 1977. Replacement of sugar in sugar-containing food and process. United State Patent, No. 4, 055, 676.
- [2] Baliga, M.S., Baliga, B.R.V., Kandathil, S.M., Bhat, H.P. & Vayalil, P. K. 2011. A review of the chemistry and pharmacology of

- [18] Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker C., Deroanne, C., Drira, N. & Attia, H. 2008. Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre. *Food Chemistry*. 111: 676-682.
- [19] Wang, H. J., Thomas, R. L. 1989. Direct Use of Apple Pomace in Bakery Products. *JOURNAL OF FOOD SCIENCE*. 54: 618- 620.
- [20] Baliga, M.S., Baliga, B.R.V., Kandathil, S.M, Bhat, H.P. & Vayalil, P. K. 2011. A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Research International*. 44:1812–1822.
- [15] Ronda F, Gamez M, Blanco CA and Caballero PA, 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes, *Food Chemistry* 90(4): 549-555.
- [16] Bajaj, I & Singhal, R. 2007. Gellan gum for reducing oil uptake in sev, a legume based product during deep-fat frying. *Food Chemistry*. 104:1472-1477.
- [17] Dogan, S., Sahin, S. and Summu, G. 2005. Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep-fat fried chicken nuggets. *Journal of Food Engineering*. 71: 127-132.

Investigations on the effect of date puree as a sugar replacer on physicochemical and sensorial and textural properties of dunat

Sheikhzade, V. ¹, Ataye-Salehi, E. ^{1*}, Hadad khodaparast, M. H. ²

1. Department of Food Science and Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran

2. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture University of Ferdowsi. Mashhad, Iran

(Received: 93/8/23 Accepted: 93/11/7)

Nowadays, the investigations on sugar replacement with other sweeteners increased because of the relation of sugar consumption with some diseases such as blood pressure, dental decay, obesity and increment of the glucose and insulin which especially is dangerous in diabetic patients. In this study, sugar was replaced in 5 levels (0, 25, 50, 75 & 100%) with date puree in dunat formulation and physicochemical and sensory properties and shelf life of final product were assessed. Results showed that moisture and water activity values increased with more replacement of dunat was decreased in 75% replacement level. The oil uptake percent and special volume decreased from 50% and 75% replacement levels, respectively. Although L^* and b^* values of the dunat crust was decreased in 50% and higher replacement levels in compared with control sample, a^* value was increased in 25% and higher replacement levels. While the a^* value of the dunat crumb increased in 25% and higher replacement levels, L^* and b^* values decreased from 25% and 50% replacement levels, respectively. Results from panelist's assessment also hadn't significant difference with control sample up to 50% replacement level. Results from this study showed that 50% replacement of sugar with date puree in dunat formulation not only keep appropriate sensorial properties of products, but also reduce oil uptake in a significance difference in compared to control sample and in special volume and porosity, treated samples haven't significance difference with control sample. Also increment in replacement level up to 50% of date puree, whilst increase moisture and decrease hardness of products in each three period times and regard to water activity value, lead to increase in dunat maintenances time.

Key words: Date, Staling, Dunat, Sensory properties.

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