مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۹ شماره ۲/ سال ۱۳۹۸/ صفحات ۱ تا ۱۶

امکان تولید کیک کم شکر با استفاده از شهد خرما

اعظم ایوبی*[۱] و مهدا پورابوالقاسم[۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۷

[۱] استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
[۲] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهید باهنر کرمان
*مسئول مکاتبه : Email: mayoubi92@uk.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: شهد خرما کنسانتره شیره خرماست که پس از مراحل استخراج و خالص‌سازی عصاره خرما با حذف ترکیبات پکتینی، پروتئین، فیبر و رنگ تولید می‌شود. **هدف**: هدف از این پژوهش بررسی امکان تولید کیک کم شکر با استفاده از شهد خرما بوده است. **روش کار**: در این تحقیق، اثرات شهد خرما به عنوان جایگزین شکر (در چهار سطح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی (افت وزنی، pH، تخلخل، دانسیته، رطوبت، سفتی بافت، رنگ پوسته و رنگ بافت) و حسی (رنگ پوسته، بافت، طعم و پذیرش کلی) کیک فنجانی مورد بررسی قرار گرفت. به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک، از تکنیک پردازش تصویر استفاده شد. بافت کیک در دو روز متفاوت یعنی ٤ و ٨ روز پس از تولید و با استفاده از دستگاه بافت‌سنج و رنگ پوسته و بافت کیک توسط سیستم رنگ‌سنجی هانترلب **مورد ارزیابی قرار گرفت**. **نتایج**: نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که تاثیر شهد خرما بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و حسی کیک معنی‌دار بوده است. مشاهدات نشان داد که با افزایش درصد شهد خرما در فرمولاسیون کیک، افت وزنی، pH، تخلخل، روشنی پوسته و بافت، زردی پوسته و امتیازات حسی کاهش و دانسیته، رطوبت، سفتی بافت و قرمزی پوسته و بافت کیک افزایش یافت. کمترین افت وزنی (۱۸/۲ درصد)، pH (٦/٥٩)، تخلخل (۱۳/٦ درصد) و بیشترین مقدار دانسیته (۰/۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب) و تیرگی رنگ پوسته و بافت کیک (به ترتیب ۳۳/۲۱ و ٤۳/٦۲) مربوط به سطح جایگزینی ۱۰۰ درصد بود. **نتیجه‌گیری نهایی**: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از شهد خرما به عنوان جایگزین شکر در کیک فنجانی تا سطح ۵۰ درصد تاثیر نامطلوب چندانی بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی این نوع کیک نداشته و خواص حسی محصول را نیز حفظ می‌کند.

واژگان کلیدی: تخلخل، رنگ، سفتی، شهد خرما، کیک فنجانی

مقدمه

امروزه با توجه به تغییرات فرهنگی و اجتماعی و افزایش سطح اشتغال افراد، مصرف مواد غذایی آماده مصرف رو به افزایش می‌باشد. برای مثال، بسیاری از افراد به دلیل نداشتن وقت کافی برای صرف صبحانه، مصرف یک صبحانه ساده در حین رانندگی یا هنگام کار را ترجیح می‌دهند. با توجه به غنی بودن مواد غذایی تهیه شده از آرد گندم از جمله انواع کیک از مواد مغذی نظیر کربوهیدرات، پروتئین، مواد معدنی و ویتامین‌ها، قیمت مناسب این فرآورده‌ها و سهولت مصرف آنها، این

محصولات در چنین شرایطی یکی از بهترین گزینه‌ها به شمار می‌روند (کاواین و یانگ ۲۰۰۶). کیک یکی از انواع فرآورده‌های آردی با تنوع بالا است که در بین افراد جامعه به خصوص کودکان و نوجوانان از طرفداران زیادی برخوردار است. این محصول نوعی شیرینی با بافت نرم مخصوص است که آرد، روغن (به استثنای کیک اسفنجی)، شکر و تخم‌مرغ مواد اصلی تشکیل‌دهنده آن می‌باشند (استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۵۳). شکر یک ترکیب کلیدی در تهیه انواع کیک می‌باشد که علاوه بر نقش شیرین‌کنندگی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محصول تاثیر به سزایی دارد (آقامحمدی و همکاران ۱۳۹۱). علی رغم فواید ساکارز به عنوان یک شیرین کننده طبیعی با ویژگی‌های عملکردی مطلوب، به دلیل ارتباط با مشکلاتی نظیر فشار خون، بیماری‌های قلبی، فساد دندان، چاقی و افزایش سطح گلوکز و انسولین خون که به ویژه برای دیابتی‌ها مضر است و نیز به دلیل مسائل اقتصادی و تکنولوژیکی، پژوهش‌های روزافزونی به منظور جایگزینی مناسب شکر با سایر شیرین‌کننده‌ها در دست انجام می‌باشد. یکی از مسائل مهم در ارتباط با جایگزینی شکر در فرآورده‌های غذایی انتخاب نوع شیرین‌کننده جایگزین و چگونگی حفظ کیفیت فرآورده طی دوره نگهداری است (گوهری اردبیلی و همکاران ۱۳۸٤). باید علاوه بر نقش شیرین‌کنندگی شکر، دیگر ویژگی‌های عملکردی مطلوب آن در محصولات نیز مد نظر قرار گیرد. جایگزینی شکر در محصولات غذایی با مشکلاتی نظیر اثرات نامطلوب بر طعم، ویژگی‌های فیزیکی محصول، عدم پذیرش مصرف‌کننده و محدودیت-های قانونی نیز همراه است (اسپکتر و ستسر ۱۹۹٤).

جایگزین‌های زیادی برای شکر به منظوراستفاده در فرآورده‌های پخت موجود هستند. برای مثال عسل خام (طبیعی)، شربت افرا، ملاس، استویا، گزایلیتول، شربت برنج قهوه‌ای، عصاره تغلیظ شده نیشکر، شربت گلوکز، شکر قهوه‌ای، دکستروز، شربت ذرت، قند اینورت، عصاره مالت و قند خرما از جمله جایگزین‌های طبیعی شکر در فرآورده‌های پخت محسوب می‌شوند (اصغر و همکاران ۲۰۰٦ و ابگبونا و همکاران ۲۰۱۳). ابیرینگا و اشیبیری (۲۰۰٤) از عسل به عنوان جایگزین شکر در تولید نان استفاده نمودند. کاربرد اریترول در فرمول کیک توسط لین و همکاران (۲۰۰۳) نشان‌دهنده کاهش امتیازات حسی کیک بوده است. فرای و سستر (۱۹۹۲) ایجاد طعم گس و خشک شدن دهان را با کاربرد پلی دکستروز گزارش نمودند. شکوئی بناب و همکاران (۱۳۹۲) از زایلیتول به عنوان جایگزین ساکاروز در فرمولاسیون کیک استفاده کردند. نتایج مطالعه نجفی و صالحی‌فر (۱۳۹۵) بر امکان کاهش کالری و بهبود ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی مافین با استفاده از مخلوط استویا و مالتودکسترین به عنوان جایگزین شکر در این محصول دلالت داشت. جایگزینی شکر با شربت ذرت با فروکتوز بالا در کیک روغنی کاهش حجم، افزایش رطوبت و تیره‌تر شدن رنگ مغز کیک را به دنبال داشت (جانسون و هرسیل ۱۹۸۹). بررسی‌های انجام شده روی خصوصیات خمیر و نان‌های غنی شده با ملاس توسط بیکر (۱۹۹۷) نشان داد که نان‌های تولید شده از ارزش غذایی بالا، رنگ و پوسته عالی و بافت مناسبی برخوردار بودند. مطالعه تاثیر استفاده از ملاس به عنوان جایگزین شکر در کیک روغنی توسط آقامحمدی و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که افزایش درصد جایگزینی ملاس به جای شکر، بافت کیک‌ها را سفت‌تر و میزان بیاتی آنها را بیشتر نمود. در مقابل افت وزن، میزان رطوبت و فعالیت آبی کیک‌ها یک روند نزولی داشتند. ارزیابی رنگ نیز نشان‌دهنده تیره‌تر بودن رنگ پوسته و بافت تمامی تیمارها نسبت به شاهد بود. استفاده از ملاس در تولید کلوچه در مطالعه سیمورینا و فیلیپسو (۲۰۰٦) بافت مطلوب و ساختار مناسب محصولات تولید شده را به دنبال داشت. افزایش مقدار ملاس، رنگ تیره‌تر محصول را سبب شد. در کشور ما همه ساله مقادیر قابل توجهی از خرما به علت ضایعات بالا و فقدان صنایع تبدیلی کافی غیرقابل استفاده می‌گردد. از سوی دیگربا

توجه به افزایش سطح آگاهی عمومی و تمایل بیشتر به داشتن تغذیه صحیح، مصرف‌کنندگان مصرف مواد غذایی سالم و طبیعی با محتوی کمتر شکر را ترجیح می‌دهند. لذا با در نظر گرفتن خواص تغذیه‌ای و میزان قند قابل توجه استفاده از خرما در صنایع غذایی به عنوان یک جایگزین مطلوب شکر در فرمولاسیون مواد غذایی جهت افزایش ارزش تغذیه‌ای و اجتناب از عوارض ساکارز مطلوب مورد توجه قرار گرفته است. یکی از محصولات تولید شده از خرما، عسل یا شهد خرما است که دارای ترکیباتی همچون گلوکز، فروکتوز، سدیم، پتاسیم،کلسیم و منیزیم می‌باشد و به دلیل جدا شدن ذرات جامد از بخش مایع در این محصول می‌توان از آن برای تهیه شربت و نوشیدنی‌های شفاف نیز استفاده نمود (کردی و همکاران ۱۳۸۹). شهد یا عسل خرما، کنسانتره حاصل از استخراج و تغلیظ عصاره خرما و متداول‌ترین محصول فرآوری شده از خرما می‌باشد که دارای حدود ٦٧ تا ٧٢ درصد مواد جامد (٨٥ درصد مواد جامد را قندهای احیاءکننده تشکیل می‌دهند) است، ترکیات غیر قندی آن شامل فیبرها، رنگدانه‌ها، املاح معدنی حذف شده است و از نظر خواص قندی مشابه عسل کندو می‌باشد و ارزش غذایی و کاربردی بالایی نیز دارد. آکوبر و یوسف (۲۰۰۷) برای تولید کیک از شربت خرما استفاده کردند. نتایج بررسی سیدهو و همکاران (۲۰۰۳) بر جایگزینی شکر با شیره خرما در نان بر کیفیت پخت، بافت، عطر و طعم بهتر نمونه‌هایی که در آنها سیروپ خرما به طور کامل جایگزین شکرشده بود دلالت داشت. شیخ‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) جایگزینی ۵۰ درصد پوره خرما با شکر را به عنوان بهترین سطح جایگزینی از نظر تاثیر بر تخلخل و رنگ بافت گزارش نمودند. نتایج بررسی احمدی گاولیقی و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که با توجه به فاکتورهای فعالیت آبی، ارزیابی‌های حسی و نرمی بافت، جایگزینی ۵۰ درصد قند مایع خرما با اینورت در کیک لایه‌ای مناسب‌ترین سطح بوده است.

با توجه به مناسب بودن کیک به عنوان میان وعده غذایی به جهت دارا بودن ارزش تغذیه‌ای بالا و اهمیت وجود کیک‌های رژیمی متنوع و متناسب با انواع ذائقه‌ها در سبد فروش این کالا و نیز مزایای کاهش مصرف شکر در وعده‌های غذایی، تولید کیک رژیمی کم شکر با استفاده از شهد خرما و بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی کیک هدف این پژوهش بوده است.

مواد و روش‌ها

شهد خرما از شرکت دمباز و آرد گندم از کارخانه آرد گندم توکل کرمان تهیه شد. سایر مواد اولیه مورد نیاز برای تولید خمیر کیک از فروشگاه‌های سطح شهر کرمان خریداری شد. جدول ۱ ویژگی‌های آرد گندم مورد استفاده در تولید کیک، جدول ۲ ویژگی‌های شهد خرما و جدول ۳ فرمولاسیون مورد استفاده برای تهیه کیک شاهد را نشان می‌دهد. شهد خرما به نسبت‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزین شکر شد.

جدول ۱- ویژگی‌های آرد گندم

Table 1- Properties of wheat flour

Moisture (As % on dry weight basis)	Wet gluten (%)	Ash (%)	Protein (%)
13.8	31	0.9	10.1

جدول ۲- ویژگی‌های شهد خرما

Table 2- Properties of date liquid sugar

pH	Protein (%)	Sucrose(%)	Glucose(%)	Fructose (%)	Ash(%)	Brix (%)	Acidity (%)
5	0.85	0.1	36.4	39.1	0.9	75	0.11

جدول ۳- فرمولاسیون کیک شاهد

Table 3- Formulation of control cake

Ingredient	flour	Sugar	oil	egg	water	Baking powder	Invert syrup
%	23.5	18	18	18	19.5	1	2

افت وزنی

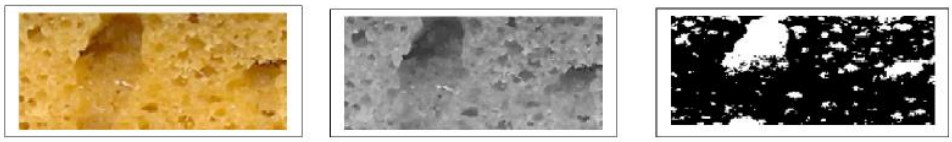
برای اندازه‌گیری درصد افت وزنی، نمونه‌های کدگذاری شده قبل و بعد از پخت توزین شده و سپس درصد افت وزنی با توجه به اختلاف وزن‌ها قبل و بعد از پخت محاسبه شد.

pH

اندازه‌گیری pH کیک طبق استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۵۳ انجام شد.

تخلخل

به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک، از تکنیک پردازش تصویر استفاده شد. تصویربرداری توسط اسکنر مدل (HP scanjet 2400) ساخت کشور چین با وضوح ۳۰۰ انجام شد. تصاویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار (Image J) قرار گرفت. با فعال کردن قسمت ۸ بیت، تصاویر سطح خاکستری ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی، قسمت دودویی نرم افزار فعال گردید. شکل ۱ نمونه تصویر تبدیل شده به روش پردازش تصویر را نشان می‌دهد. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها برآورد می‌شود. بدیهی است که هر چقدر این نسبت بیشتر باشد بدین معناست که میزان حفرات موجود در بافت (میزان تخلخل) بیشتر است. در عمل با فعال کردن قسمت (Analysis) نرم افزار، این نسبت محاسبه و درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (ترابی و همکاران ۲۰۱۰).



a b c

شکل ۱- نمونه تصویر تبدیل شده به روش پردازش تصویر

Figure 1- Scanned images of cake used in image analysis

a) crumb, b) gray level image, c) binary image

دانسیته

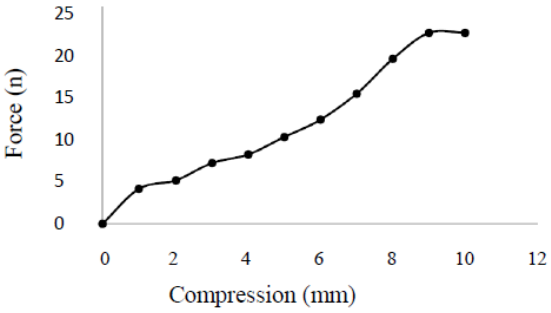
برای اندازه‌گیری دانسیته، ابتدا حجم نمونه‌ها با کمک روش جایگزینی با ارزن تعیین شد و سپس دانسیته نمونه‌ها محاسبه گردید (ساهین و سومنو، ۲۰۰۶).

رطوبت

رطوبت کیک طبق استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۵۳ اندازه‌گیری شد.

بافت

بافت کیک در دو روز متفاوت یعنی ٤ و ٨ روز پس از تولید و با استفاده از دستگاه بافت‌سنج ساخت شرکت ژاو آریای مشهد موردارزیابی قرار گرفت. ابتدا نمونه‌ها به شکل قطعات مکعب به ابعاد۲×۲/۵×۲/۵ سانتیمتر برش داده شدند و سپس توسط یک پروب صفحه‌ای با ابعاد ۵×۱۰سانتی‌متر به صورت بارگذاری گسترده با سرعت ۵۰ میلی‌متر در دقیقه و به میزان ۵۰ درصد فشرده گردیدند (آقامحمدی و همکاران ۱۳۹۱).



شکل ۲– منحنی نیرو – فشردگی برای شاهد

Figure 2- The curve of force-compression of control

پس از انجام آزمایش‌ها، داده‌های مربوط به نیروی اعمال شده و تغییر طول (فشردگی) به نرم افزارمنتقل و از آنها منحنی نیرو- فشردگی استخراج گردید (شکل ۲). در نمودار نیرو – فشردگی نقطه‌ای که از آن نقطه به بعد با افزایش کمی نیرو فشردگی زیادی در نمونه اتفاق می‌افتد به عنوان سفتی در نظر گرفته شد. با بررسی منحنی کلی نیرو- فشردگی، سفتی هر تیمار مشخص شد (علی بابا و همکاران ۱۳۸۹).

رنگ

در اکثر موارد در پژوهش‌های صنایع غذایی از فضای رنگی Lab استفاده می‌شود. این سیستم رنگی، عملکرد مشابه چشم انسان دارد و بر خلاف سایر فضاهای رنگی متاثر از وسیله عکس‌برداری نیست. مولفه L معادل روشنایی تصویر است که بین صفر، معادل مشکی و ۱۰۰ معادل انعکاس کامل نور می‌باشد. مقادیر مولفه a نامحدود است و مقادیر مثبت، معادل رنگ قرمز و مقادیر منفی، معادل رنگ سبز است. مقادیر b نامحدود است و مقادیر مثبت معادل رنگ زرد و مقادیر منفی معادل رنگ آبی است (ایوبی و همکاران ۱۳۹٤). برای رنگ‌سنجی نمونه‌های کیک، هم پوسته و هم بافت آنها توسط سیستم رنگ‌سنجی هانترلب مدل (TES-135A) ساخت کشور ویتنام مورد بررسی قرار گرفت و فاکتورهای روشنایی، قرمزی و زردی پوسته و بافت نمونه‌ها به طور جداگانه اندازه‌گیری شد (سلیک و همکاران ۲۰۰٦).

ارزیابی حسی

صفات حسی مورد مطالعه در این پژوهش شامل بافت، رنگ پوسته ، طعم و پذیرش کلی بودند. ارزیابی صفات حسی با مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای توسط ۱۰ آزمونگر صورت گرفت.

آنالیز آماری

داده‌های به دست آمده در قالب طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار و به کمک نرم افزار (Mstat-C) تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

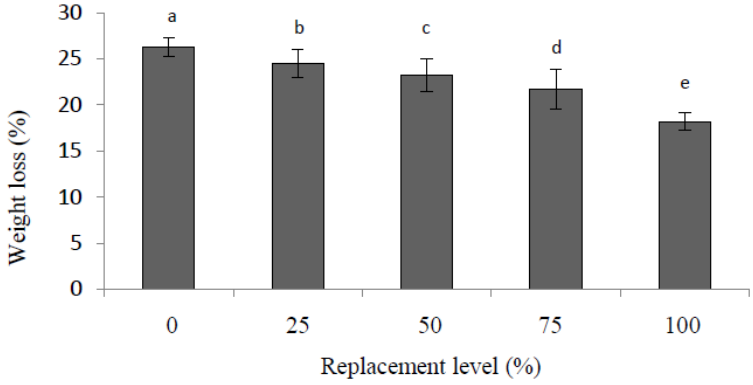
افت وزنی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی شهد خرما افت وزنی به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد ($P\leq0.01$)؛ به طوری که کمترین مقدار افت وزنی مربوط به نمونه دارای ۱۰۰ درصد شهد خرما بود (شکل۳). آقامحمدی و همکاران (۱۳۹۱) علت کاهش افت وزنی کیک روغنی با افزایش سطح جایگزینی شکر با ملاس را افزایش میزان قند اینورت و ترکیبات معدنی در فرمولاسیون و تاثیر آنها در حفظ رطوبت و نیز ترکیبات کلوئیدی ملاس و قدرت جذب و قابلیت نگهداری آب بالای این ترکیبات بیان نمودند. ابگبونا و همکاران (۲۰۱۳) اظهار داشتند که احتمالا به علت افزایش مقدار فیبر خام، پروتئین ، چربی و خاکستر که به راحتی توسط مخمرها قابل تخمیر نیستند و در نتیجه جذب و تثبیت آب و دشوار شدن تبخیر رطوبت با افزایش سطح جایگزینی شکر با آرد پالپ خرما، وزن نان افزایش یافته است.

pH

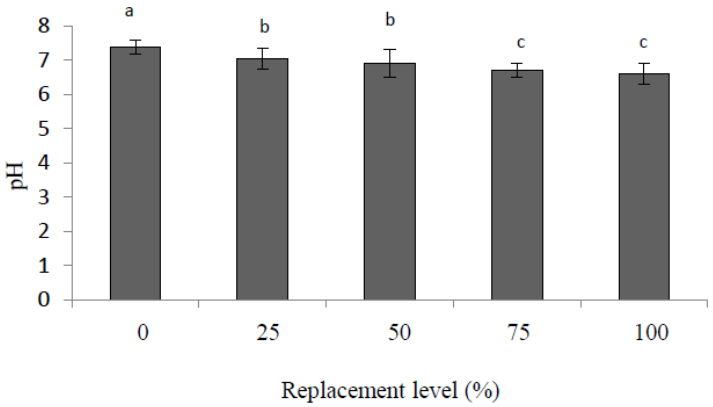
نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تاثیر جایگزینی شکر با شهد خرما بر pH کیک معنی‌دار بود (شکل٤). مقدار pH نمونه‌های دارای شهد خرما به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود ($P\leq0.01$). با افزایش سطح جایگزینی، pH کیک کاهش یافت به طوری که بیشترین مقدار pH مربوط

به نمونه شاهد و کمترین مقدار pH مربوط به نمونه‌های دارای ۱۰۰ درصد شهد خرما بود. همان‌طور که در بخش مواد و روش‌ها عنوان شد شهد خرما دارای pH اسیدی است و لذا کاهش pH کیک، با افزایش سطح جایگزینی دور از انتظار نیست. نتایج بررسی احمدی گاولیقی و همکاران (۱۳۹۰) نیز بر کاهش pH کیک لایه‌ای با جایگزینی قند مایع خرما دلالت داشته است. قرار داشتن خمیر و قند خرما در محدوده اسیدی توسط جانسون و همکاران (۱۹۸۹) نیز گزارش و تایید شده است.



شکل ۳- اثر سطوح مختلف شهد خرما بر افت وزنی کیک

Figure 3- Effect of different date liquid sugar levels on Weight loss of cake



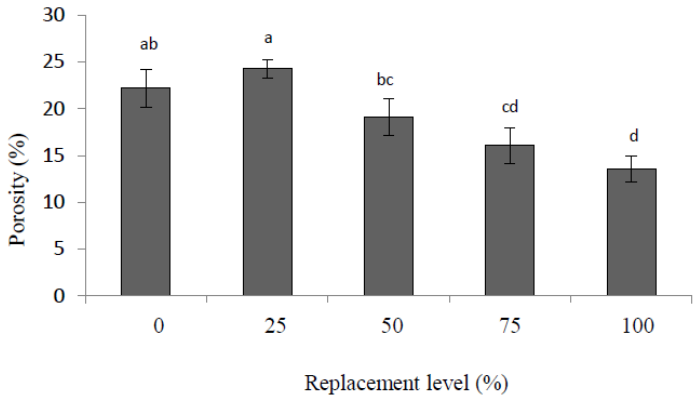
شکل ۴- اثر سطوح مختلف شهد خرما بر pH کیک

Figure 4- Effect of different date liquid sugar levels on pH of cake

تخلخل

تاثیر جایگزینی شکر با شیره خرما بر تخلخل کیک معنی‌دار بود ($P\leq0.01$). جایگزینی شکر با شهد خرما در سطح ۲۵ درصد، افزایش معنی‌دار تخلخل را به دنبال داشت اما با افزایش سطح جایگزینی از میزان تخلخل کاسته شد؛ به طوری که بیشترین میزان تخلخل مربوط به سطح جایگزینی ۲۵ درصد و کمترین میزان تخلخل مربوط به سطح جایگزینی ۱۰۰ درصد بود (شکل ۵). با توجه به اینکه حجم کیک در سطح جایگزینی ۲۵ درصد بیشتر از شاهد بود اما در سطوح بالاتر جایگزینی حجم کاهش یافت این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. کاهش تخلخل دونات در سطوح بالای جایگزینی پوره خرما (۷۵ و ۱۰۰ درصد به علت اثر منفی فیبرهای پوره بر

حفظ گاز در خمیر، توسط شیخزاده و همکاران (۱۳۹۲) گزارش شده است.

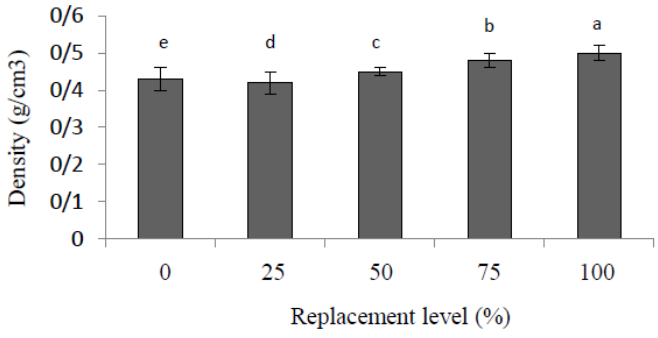


شکل ۵- اثر سطوح مختلف شهد خرما بر تخلخل کیک

Figure 5- Effect of different date liquid sugar levels on porosity of cake

دانسیته

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که افزایش سطح جایگزینی شکر با شهد خرما موجب افزایش معنی‌دار دانسیته کیک شده است ($P\leq0.01$). بیشترین مقدار دانسیته کیک مربوط به سطح جایگزینی ۱۰۰ درصد و کمترین مقدار دانسیته مربوط به سطح جایگزینی ۲۵ درصد بود (شکل ٦). کاهش حجم کیک لایه‌ای با افزایش سطح جایگزینی قند خرما در مطالعات احمدی گاولیقی و همکاران (۱۳۹۰) نیز گزارش شده است. تاثیر قندهای احیاءکننده و احتمالا تغییرات ویسکوزیته و جرم حجمی خمیر می‌تواند علت احتمالی کاهش حجم و درنتیجه افزایش دانسیته با افزایش سطح جایگزینی باشد (احمدی گاولیقی و همکاران ۱۳۹۰ و المانا و محمود ۱۹۹۱). کاهش حجم و حجم مخصوص نان با افزایش سطح جایگزینی شکر با آرد پالپ خرما، در نان توسط ابگبونا و همکاران (۲۰۱۳) گزارش شده است. این محققین قابلیت تخمیر پایین‌تر مخلوط شکر و آرد پالپ خرما برای مخمر و درنتیجه کاهش میزان تولید گاز را علت کاهش حجم نان دانستند.



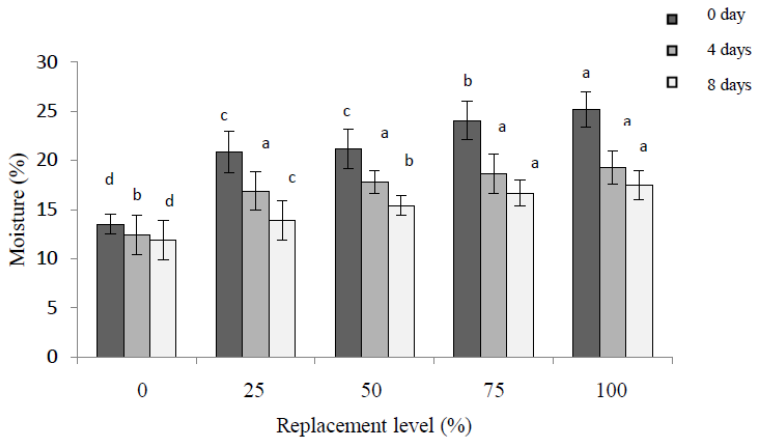
شکل ۶- اثر سطوح مختلف شهد خرما بر دانسیته کیک

Figure 6- Effect of different date liquid sugar levels on density of cake

رطوبت

نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن بوده است که جایگزینی شکر با شهد خرما افزایش مقدار رطوبت کیک را پس از پخت و در روزهای چهارم و هشتم بعد از نگهداری نسبت به شاهد به دنبال داشته است ($P\leq0.01$). پس از پخت و بعد از ٤ و ٨ روز نگهداری شاهد کمترین

مقدار رطوبت را داشت و بیشترین مقدار رطوبت مربوط به سطح جایگزینی ۱۰۰ درصد بود؛ اگرچه نتایج مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری را بین مقدار رطوبت نمونه-های دارای شهد خرما در روز چهارم نگهداری نشان نداد، اما با افزایش سطح جایگزینی شهد خرما در روز چهارم نگهداری مقدار رطوبت کیک افزایش یافت (شکل ۷). شکر دمای ژلاتیناسیون نشاسته و دناتوراسیون پروتئین را افزایش می‌دهد و افزایش دمای ژلاتیناسیون به خروج رطوبت از محصول کمک می‌کند. در نتیجه با کاهش مقدار شکر در فرمولاسیون محصول، رطوبت آن افزایش پیدا می‌کند (کوسر و همکاران ۲۰۰۶). از طرفی شدت تمایل شیرین‌کننده‌ها به جذب آب به اندازه و وزن مولکولی آنها بستگی دارد. با کاهش وزن مولکولی ساکاریدها تمایل به جذب آب افزایش می‌یابد. قسمت عمده قند موجود در شیر ه خرما، قندهای مونوساکاریدی احیاءکننده (گلوکز و فروکتوز) و مقادیر بسیار کمی ساکارز می‌باشد. قندها از طریق گروه هیدروکسیل با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند. با توجه به ساختار مولکولی قندهای ساکارز، فروکتوز و گلوکز به نظر می‌رسد با افزایش گروه‌های عاملی قندهای شیره خرما نسبت به ساکارز، اتصالات هیدروژنی نیز بیشتر شده و با کاهش تحرک آب آزاد، میزان رطوبت کیک افزایش می‌یابد (گوهری اردبیلی ۱۳۸٤). نتایج درصد رطوبت در این پژوهش روند مشابهی با نتایج تحقیقات مانیشا و همکاران (۲۰۱۲)، پاریت و همکاران (۲۰۰۹)، زولیاس و همکاران (۲۰۰۰)، آقامحمدی و همکاران (۱۳۹۱) و وطن‌خواه و همکاران (۱۳۹۳) دارد. احمدی گاولیقی و همکاران (۱۳۹۰) افزایش میزان ترکیبات جاذب رطوبت را علت افزایش رطوبت کیک لایه‌ای با افزایش جایگزینی میزان قند مایع خرما در کیک بیان نمودند.



شکل ۷- اثر سطوح مختلف شهد خرما بر رطوبت کیک

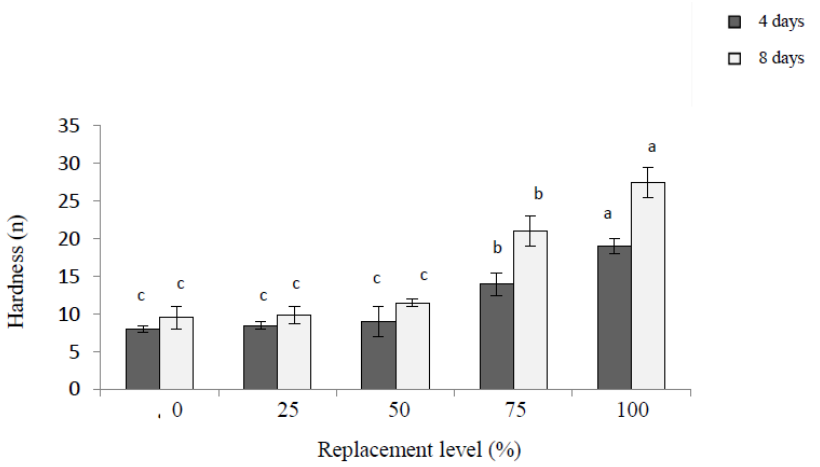
Figure 7- Effect of different date liquid sugar levels on moisture of cake

(Means followed by the same letters are not significantly different on each day of storage)

بافت

بیاتی یا سفت شدن بافت فرآورده‌های پخت طی مدت زمان نگهداری، فرآیند پیچیده‌ای است که عوامل‌متعددی مانند رتروگراداسیون آمیلوپکتین، آرایش مجدد پلیمرها در ناحیه آمورف، کاهش مقدار رطوبت و توزیع رطوبت بین ناحیه آمورف و کریستالی در آن دخیل می‌باشند (اهلبورن و همکاران ۲۰۰۵). افزایش سطح جایگزینی شهد خرما افزایش معنی‌دار سفتی بافت بعد از ٤ و ۸ روز نگهداری را به دنبال داشت ($P\leq0.01$). اگرچه نتایج مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری را پس از ٤ و ۸ روز نگهداری بین سفتی بافت شاهد و سطوح ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزینی نشان نداد اما افزایش سطح جایگزینی شهد خرما، افزایش نقطه تسلیم بعد از ٤ و ۸ روز نگهداری را به دنبال داشت (شکل ۸). به نظر می‌رسد که کاهش حجم

و نیز کاهش میزان تخلخل با افزایش سطح جایگزینی، علت افزایش تراکم بافت و در نتیجه سفتی بافت بوده است (آقامحمدی و همکاران ۱۳۹۱).



شکل ۸- اثر سطوح مختلف شهد خرما بر سفتی کیک

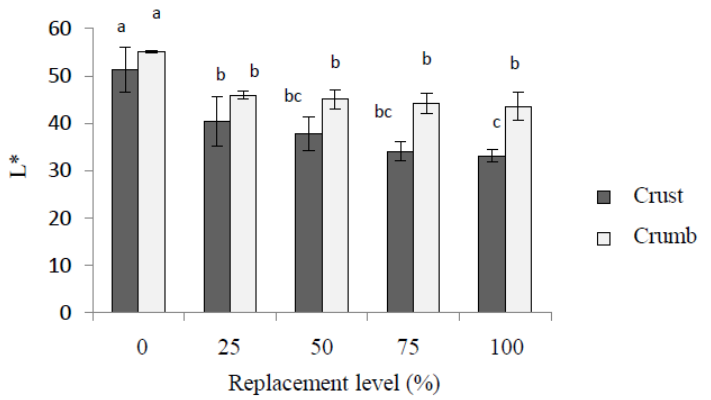
Figure 8- Effect of different date liquid sugar levels on hardness of cake

(Means followed by the same letters are not significantly different on each day of storage)

رنگ پوسته

در بین خصوصیات فیزیکی مواد غذایی، رنگ به عنوان مهم‌ترین ویژگی ظاهری در درک کیفیت مطرح شده است. مشتری تمایل دارد که رنگ را با طعم، ایمنی، ماندگاری و خصوصیات تغذیه‌ای مربوط سازد. به علت همبستگی بالا با ارزیابی فیزیکی، شیمیایی و حسی کیفیت مواد غذایی، میزان رضایت‌مندی تحت تاثیر رنگ قرار دارد (پدرسچی و همکاران ۲۰۰۶). افزایش سطح جایگزینی شهد خرما کاهش معنی‌دار روشنی پوسته کیک را به دنبال داشت ($P\leq0.01$) (شکل۹). تاثیر جایگزینی شهد خرما بر قرمزی پوسته نیزمعنی‌دار بود ($P\leq0.01$). با افزایش سطح جایگزینی شهد خرما، قرمزی پوسته کیک افزایش یافت (شکل ۱۰). به علاوه جایگزینی شکر با شهد خرما بر زردی پوسته کیک نیز معنی‌دار بود ($P\leq0.01$).

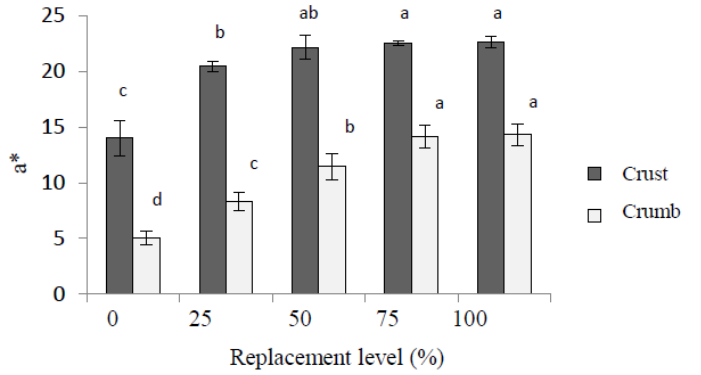
با افزایش سطح جایگزینی مقدار زردی پوسته کاهش یافت به طوری که بیشترین زردی مربوط به شاهد و کمترین زردی مربوط به سطح جایگزینی ۱۰۰ درصد بود (شکل ۱۱). آقامحمدی و همکاران (۱۳۹۱) وجود ترکیبات رنگی در ملاس و تیرگی آن، وجود قند اینورت و نیز افزایش میزان واکنش میلارد را علت کاهش روشنی کیک با جایگزینی ملاس به جای شکر عنوان نمودند. کاهش روشنی و زردی و افزایش قرمزی محصول با افزایش جایگزینی پوره خرما در فرمولاسیون دونات، به دلیل حضور سطوح بالای قندهای احیاکننده گلوکز و فروکتوز در پوره خرما و در نتیجه افزایش شدت واکنش‌های قهوه‌ای شدن توسط شیخزاده و همکاران (۱۳۹۲) گزارش شده است.



شکل ۹- اثر سطوح مختلف شهد خرما بر روشنی(L*)

Figure 9- Effect of different date liquid sugar levels on L*

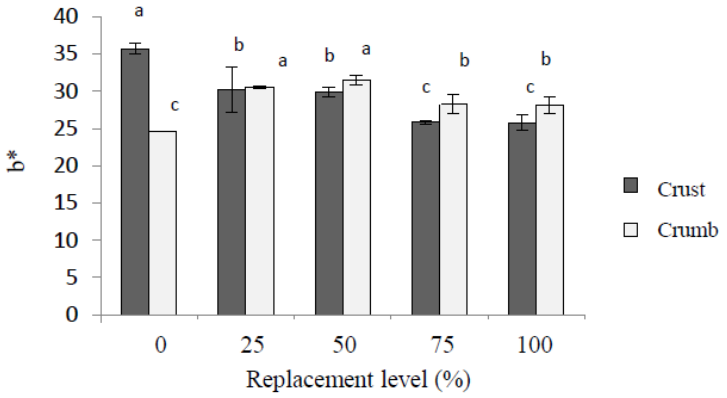
(Means followed by the same letters are not significantly different in each section of the cake building)



شکل ۱۰- اثر سطوح مختلف شهد خرما بر قرمزی(a*)

Figure 10- Effect of different date liquid sugar levels on a*

(Means followed by the same letters are not significantly different in each section of the cake building)



شکل ۱۱- اثر سطوح مختلف شهد خرما بر زردی(b*)

Figure 11- Effect of different date liquid sugar levels on b*

(Means followed by the same letters are not significantly different in each section of the cake building)

رنگ بافت کیک

جایگزینی شکر با شهد خرما روشنی بافت کیک را به طور معنی‌داری کاهش داد ($P\leq0.01$). اگرچه با افزایش سطح شهد خرما روشنی بافت کیک کمتر شد اما نتایج مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری را بین مقدار روشنی بافت کیک در سطوح مختلف جایگزینی نشان نداد (شکل ۹). نتایج آنالیز واریانس نشان داد قرمزی بافت کیک با افزایش سطح جایگزینی شهد خرما افزایش یافت ($P\leq0.01$) (شکل ۱۰). تاثیر جایگزینی شکر با شهد خرما بر زردی بافت کیک نیز معنی‌دار بود ($P\leq0.01$). اگرچه زردی بافت کیک در همه سطوح جایگزینی شیره خرما بیشتر از شاهد بود اما جایگزینی تا سطح ۵۰ درصد افزایش زردی بافت کیک را به دنبال داشت و افزایش بیشتر سطح جایگزینی، موجب کاهش زردی بافت کیک شد (شکل ۱۱). احمدی گاولیقی و همکاران (۱۳۹۰) انجام واکنش قهوه‌ای شدن در مجاورت قندهای ساده تشکیل-دهنده خرما و همچنین میزان رنگ موجود در خمیر خرما را علت کاهش روشنی کیک با افزایش سطح جایگزینی قند مایع خرما بیان نمودند. نتایج این محققین همچنین نشان داد که جایگزینی قند مایع خرما در سطح ۵۰ درصد زردی کیک را نسبت به شاهد افزایش داد اما زردی در سطح جایگزینی ۱۰۰ درصد با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت.

ارزیابی حسی

رنگ پوسته

نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی شهد خرما امتیاز رنگ پوسته کاهش یافت($P\leq0.01$). البته لازم به ذکر است که اختلاف امتیاز رنگ پوسته در سطوح جایگزینی ۲۵ و ۵۰ درصد با شاهد معنی‌دار نبود (جدول ٤). با توجه به بروز واکنش-های قهوه‌ای شدن در مجاورت قندهای احیاکننده گلوکز و فروکتوز در شهد خرما، کاهش امتیاز رنگ پوسته کیک با افزایش سطح جایگزینی شهد خرما دور از انتظار نیست. کاهش امتیاز رنگ کیک با افزایش میزان قند مایع خرما توسط احمدی گاولیقی و همکاران (۱۳۹۰) و کاهش امتیاز رنگ پوسته نان با افزایش سطح جایگزینی شکر با آرد پالپ خرما توسط ابگبونا و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش شده است.

بافت

بر اساس نتایج آنالیز واریانس امتیاز بافت کیک تا سطح جایگزینی ۵۰ درصد اختلاف معنی‌داری را با نمونه شاهد نشان نداد، اما در سطوح بالاتر شهد خرما از امتیاز بافت کیک به طور معنی‌داری کاسته شد ($P\leq0.01$) (جدول ٤). با توجه به کاهش حجم و تخلخل بافت، افزایش فشردگی محصول با افزایش مقدار شهد خرما می‌تواند علت این کاهش باشد. این نتیجه با نتایج مطالعات احمدی گاولیقی و همکاران (۱۳۹۰) و السنین و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد.

جدول ۴– اثر سطوح مختلف شیره خرما بر بر امتیازات رنگ ، بافت، طعم و پذیرش کلی

Table 4- Effect of different date liquid sugar levels on color, texture, taste and total acceptability

Total acceptability	Taste	Texture	Crust color	Replacement level
4.5^{a}	4.5^{a}	4.4^{a}	4.5^{a}	0
4.4^{ab}	4.4^{a}	4.3^{ab}	4.4^{ab}	25
4.3^{ab}	4.2^{ab}	4.2^{ab}	4.3^{ab}	50
4^{bc}	4^{ab}	3.9^{bc}	4^{bc}	75
3.7^{c}	3.7^{b}	3.6^{c}	3.7^{c}	100

Means values in the table in the same column followed by the same letters are not significantly different.

طعم

نتیجه آزمون مطالعه طعم نشان داد که باجایگزینی شهد خرما امتیاز طعم کیک به طور معنی‌داری کاهش یافت($P\leq0.05$)؛ البته بر اساس نتایج مقایسه میانگین تنها اختلاف امتیاز طعم نمونه‌ها در سطح جایگزینی ۱۰۰ درصد با شاهد معنی‌دار بود (جدول ٤). این نتیجه با نتایج بررسی السنین و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد. کاهش شیرنی و در نتیجه کاهش امتیاز طعم کیک با افزایش سطح جایگزینی قند مایع خرما در کیک توسط احمدی گاولیقی و همکاران (۱۳۹۰) نیز گزارش شده است.

پذیرش کلی

مطالعه نتایج صفات حسی ، جهت بررسی پذیرش کلی نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی شهد خرما امتیاز پذیرش کلی کیک کاهش یافت؛ البته این کاهش تنها در سطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی با شاهد معنی‌دار بود ($P\leq0.01$) (جدول ٤). نتایج بررسی احمدی گاولیقی و همکاران (۱۳۹۰) نیز بر کاهش امتیاز پذیرش کلی کیک با افزایش میزان قند مایع خرما در کیک دلالت داشته است. در بررسی السنین و همکاران (۲۰۱۵) بر روی جایگزینی شکر با پودر و شیره خرما در کلوچه نیز نتایج مشابهی به دست آمد.

نتیجه‌گیری

کاهش میزان شکر در محصولات غذایی و جایگزینی شکر با ترکیبات شیرین‌کننده دیگر، علاوه بر تولید محصولات غذایی متنوع، کاهش میزان کالری دریافتی و بهبود وضعیت سلامتی را نیز به دنبال دارد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از شهد خرما به عنوان جایگزین شکر در کیک فنجانی تا سطح ۵۰ درصد تاثیر نامطلوب چندانی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی این نوع کیک نداشته و خواص حسی محصول را نیز حفظ می‌کند.

منابع مورد استفاده

احمدی گاولیقی ح، عزیزی م ح، جهانیان ل و امیر کاوئی ش، ۱۳۹۰. بررسی اثر جایگزینی قند مایع خرما با قند اینورت در کیک لایه-ای، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ۸. شماره ۱. صفحات ۵۷ تا ٦٤.

آقامحمدی ب، غیاثی طرزی ب، هنرور م و دلخوش ب، ۱۳۹۱. تاثیر استفاده از ملاس به عنوان جایگزین شکر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کیک روغنی، مجله علمی پژوهشی علوم وفناوری غذایی، سال چهارم، شماره ۲. صفحات ۳۷ تا ٤٥.

ایوبی ا، صداقت ن، کاشانی‌نژاد م، محبی م و نصیری محلاتی م، ۱۳۹٤. تاثیر پوشش‌های خوراکی لیپیدی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی کشمش، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۱۱. شماره ٥. صفحات ٤٩٦ تا ٥٠٧.

شکویی بناب ا، پیغمبردوست س ه، آزادمرد دمیرچی ص، حصاری ج و رافت س ع، ۱۳۹۲. تاثیر غلظتهای مختلف زایلیتول بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی کیک بدون قند، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۲۳. شماره ۳. صفحات ٤٣٥ تا ٤٤٤.

شیخ‌زاده ح، حداد خداپرست م ح و عطای صالحی ا، ۱۳۹۲. تأثیر جایگزینی شکر با پوره خرما بر رنگ مغز وتخلخل دونات سرخ شده با استفاده از پردازش تصویر، بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، شیراز.

علی‌بابا م، غضنفری مقدم ا و رجبیپور ع، ۱۳۸۹. بررسی اثر دمای نگهداری روی برخی از خصوصیات مکانیکی مغز پسته، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۱۱. شماره ٤. صفحات ٦٧ تا ٧٦.

کردی م؛ سالک نصیری ن، صفریان م، اسماعیلی ح و شادجو خ، ۱۳۸۹. مجله زنان مامائی و نازائی ایران، دوره ۱۳. شماره ۲. صفحات ۲۳ تا ۳۰.

گوهری اردبیلی ا، حبیبی نجفی م ب و حداد خداپرست م ح، ۱۳۸٤. بررسی تأثیرجایگزینی شکر با شیره خرما بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی بستنی نرم، پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۱. شماره ۲. صفحات ۲۳ تا ۳۲.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۵. شماره استاندارد ۲۵۵۳، کیک- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون.

نجفی س و صالحی‌فر م، ۱۳۹۵. بهینه‌سازی تولید مافین کم کالری با استفاده از شیرین‌کننده طبیعی استویا و مالتودکسترین، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۲٦. شماره ٤. صفحات ۷۱۵ تا ۷۲٤.

وطن‌خواه م، الهامی راد ا ح، یقبانی م، نادیان ن و اکبریان میمند م ج، ۱۳۹۳. بررسی امکان تولید بیسکویت رژیمی با استفاده از شیرین‌کننده استویوزید، نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، جلد۳. شماره ۲. صفحات ۱۵۷ تا ۱۷۰.

Ahlborn GJ, Pike OA, Hendrix SB, Hess WM and Huber CS, 2005. Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low protein and gluten free bread. Cereal Chemistry 82: 328-335.

Akubor PI, Yusuf D, 2007. Effect of incorporation of date palm syrup on the sensory and physical properties of wheat flour biscuit. Journal of Applied Sciences and Environmental Management 1:25-28.

Almana H A and Mahmoud RM, 1991. Effect of date syrup on starch gelatinization and quality of layer cakes. Journal of Cereal Chemistry 36: 1010-1012.

Alsenaien WA, Alamer RA, Zhen-Xing Tang, Albahrani SA, Al-Ghannam MA and Aleid SM, 2015. Substitution of Sugar with Dates Powder and Dates Syrup in Cookies Making. Advance Journal of Food Science and Technology 8(1): 8-13.

Asghar A, Anjum FM, Butt MS and Hussain S, 2006. Functionality of Different Surfactants and Ingredients in Frozen Dough. Turkish Journal of Biology 30: 243- 250.

Bakr AA, 1997. Production of iron-fortified bread employing some selected natural iron sources. Nahrung, 41: 293-298.

Cauvain SP and young L, 2006. Baked Products: Science, Technology and Practice. Blackwell, London.

Celik I, Yýlmaz Y, Isýk F and Ustun O. 2007. Effect of soapwort extract on physical and sensory properties of sponge cakes and rheological properties of sponge cake batters. Food Chemistry 101(3):907-911.

Ebiringa DC, Echebiri SI, 2004. Effect of substituting honey for sucrose in bread making. Nigerian Food Journal 22: 189 - 194.

Frye AM and Setser CS. 1992. Optimizing texture of reduced-calorie yellow layer cakes. Cereal Chemistry 69: 338-343.

Johnson JM and Harris CH, 1989. Effect of acidulates in controlling browning in cakes prepared with 100% high-fructose corn syrup or sucrose. Cereal Chemistry 66 (3), 158 -161.

Johnson JM, Harris CH and Bardeau WE, 1989. Effect of high fructose corn syrup replacement for sucrose on browning, starch gelatinization and sensory characteristics of cakes. Cereal Chemistry 66: 155-157.

Kocer D, Hicsasmaz Z, Bayindirli A and Katnas SA. 2006. 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.

Lin SD, Hwang CF and Yeh CH, 2003. Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose, Journal of Food Science 68: 2107-10.

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

Obiegbuna JE, Akubor PI, Ishiwu CN and Ndife J, 2013. Effect of substituting sugar with date palm pulp meal on the physicochemical, organoleptic and storage properties of bread. African Journal of Food Science 7 (6): 113-119.

Pareyt B, Talhaoui F, Kerckhofs G, Brijs K, Goesaert H, Wevers M and Delcour JA, 2009. The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. Journal of Food Engineering 90: 400-408.

Pedreschi F, Leo´n J, Mery D and Moyano P, 2006. Development of a computer vision system to measure the color of potato chips. Food Research International 39: 1092- 1098.

Sahin S and Sumnu SG, 2006. Physical properties of foods. Springer Science Business Media LLC, New York: 19–21.

Sidhu JS, Al-saqer JM, Al-hooti S and Alothman A, 2003. Quality of pan bread made by replacing sucrose with date syrup produced by using pectinase/cellulas**e** enzymes. Plant Foods for Human Nutrition 58: 1–8.

Simurina O and Filipčev B, 2006. Sugar beet molasses as an ingredient in tea-cookie formulations. PTEP (Serbia and Montenegro) 10: 16-21.

Specter SE and Setser CS, 1994. Sensory and physical properties of a reduced calorie frozen dessert system made with milk fat and sucrose substitutes. Journal of Dairy Science 77 (3): 708- 717.

Turabi E, Sumnu G and Sahin S, 2010. Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums bake in different ovens. Food Hydrocolloids 24:755-762.

Zoulias EL, Piknis S and Oreopoulou V, 2000. Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low-fat cookies. Journal of the Science of Food and Agriculture 80: 2049-2056.

Possibility low sugar cupcake production by using date liquid sugar

A Ayoubi[1*] and M Porabolghasem[2]

Received: April 18, 2016 Accepted: July 29, 2017
[1]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[2]Former MSc Student of Mechanical Engineering of Biosystem, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[*]Corresponding author: Email: mayoubi92@uk.ac.ir

Introduction: The cake is a very diverse variety of flour products that are popular among people, especially children and adolescents. This product is a sweet with a special soft tissue that flour, oil, sugar and eggs are the main its ingredients (Institute of Standards and Industrial Research of Iran 2006). Despite the benefits of sucrose as a natural sweetener with desirable performance characteristics, due to problems with blood pressure, heart disease, tooth decay, obesity and increased blood glucose and insulin levels, especially for harmful diabetics in addition, due to economic and technological issues, increasing research are under way to replace sugar with other sweeteners. One of the important issues regarding the replacement of sugar in food products is the choice of the type of sweetener to replace and how to preserve the quality of the product during the storage period (Gohari Ardabili *et al* 2005). Sugar is an essential ingredient in the preparation of various types of cakes, which in addition to the role of sweetening has a great effect on the physical and chemical properties of the product (Specter and Setser 1994). There are many substitutes for sugar for use in baking products. For example, raw honey, maple syrup, molasses, stevia, xylitol, brown rice syrup, sugarcane condensate extract, glucose syrup, brown sugar, dextrose, corn syrup, invert sugar, malt extract and date sugar are the natural substitutes for sugar in the baked goods (Asghar *et al* 2006, Obiegbuna *et al* 2013). Considering the nutritional properties and high sugar content, date palms are used as a desirable substitute to sugar in food formulations to increase nutritional value and avoid sucrose complications. One of the products produced from dates is honey or date liquid sugar, which contains compounds such as glucose, fructose, sodium, potassium, calcium and magnesium, and because of the solid particles being separated from the liquid portion of the product, it can be used to prepare the syrup and clear beverages (Kordi *et al* 2010). Date liquid sugar is concentrate of clear and bleached date syrup that is produced after extraction date juice with removing pectin compound, protein, fiber and its color is brown to yellow. Its properties are similar to honey bee honey, and this product has high functional and nutritional value. In this study, date liquid sugar was used as a replacement for sugar in cake production with the aim of evaluating the physicochemical and sensory properties of the cake.

Materials and methods: The date liquid sugar used in this work was purchased from Dambaz Company and wheat flour was purchased from Tavakkol factory of Kerman. Other materials including sugar, oil, egg and baking powder purchased from local market of Kerman. Sugar substitution with date liquid sugar in this research was 25, 50, 75 and 100 percent After cooking, cakes were cooled at room temperature for about one hour and then packaged in zip-kip polyethylene bags and stored at refrigerator (4-6 °C) until performing tests. The cake was evaluated in terms of physicochemical (including weight loss, pH, porosity, density, moisture, hardness of texture and color of crust and crumb) and sensory (texture, crust color, taste and total acceptance) properties. The weight loss calculated by measuring the difference of weight before and after baking. PH was measured by a digital pH meter. Cake moisture content was determined by drying samples at 105±2°C in a hot air oven. The volumes of the cake samples were measured by the seed replacement method and then density was calculated by dividing the volume by the weight (Sahin and Sumnu 2006). For determining of porosity of cake crumb, image processing technique used.

Cross sectional image of cake was documented by a table top scanner (HP Scanjet 2400, China) with 300 ppi. The images were analyzed by ImageJ software and percentage of porosity was calculated (Turabi *et al* 2010). The hardness of the cake was evaluated in two different days, 4 and 8 days after production, using a texture analyzer machine. The first, the cake samples were cut into cubes of 25 × 25 × 20 mm then compressed by a plate probe (50 × 100 mm) at 50 mm/min speed for 10 mm (Aghamohammadi *et al* 2012). Color measurements were done using a Hunterlab Colorimeter (Celik *et al* 2007). Sensory evaluation was carried out by 5-point Hedonic Scale. The cakes were estimated for the sensory attributes by selected semi-trained panelists. The panelists were asked to evaluate the samples and score them between 1 (most disliked) to 5 (most liked). Analysis of variance (ANOVA) was conducted for data using MSTAT-C software. Differences between the mean values were also determined using Duncan's Multiple Range test ($P<0.05$).

Results and discussion: The results of this research showed that date liquid sugar had a significant effect on physicochemical characteristics and sensory properties of samples. By increasing of date liquid sugar in cake formulation weight loss, pH, porosity, lightness of crust and crumb, yellowness of crust decreased and density, moisture, hardness of product texture, and redness of crust and crumb increased. The least value of weight loss (18.2%), pH (6.59), porosity (13.6%) and most value of density (0.5 g/cm^3), darkness of crust and crumb of cake (respectively 33.21 and 43.62) were related to substitution level of 100%. The sensory evaluation results indicated that all sensory scores of cake decreased with increasing level of date liquid sugar. However, no significant difference was found between the crust color, texture and total acceptance scores of the low sugar cake and the control in the replacement levels of 25 and 50. Also, based on the mean comparison results, the taste score of the cake has been significant with the control just at the level of 100% replacement.

Conclusion: Between different levels of date liquid sugar, the Levels of 25 and 50% had less negative effects on physicochemical properties of the cake. On the other hand, the low sugar cakes with 25 and 5o% date liquid sugar showed sensorial attributes similar to the control cake. It can be concluded that date liquid sugar can be replaced with sugar up to 50% to the cupcake formulation without adverse effects on the quality of cakes.

Keywords: Color, Cupcake, Date liquid sugar, Hardness, Porosity