

تاثیر جایگزینی شکر با پودر شیره انگور بر ویژگی‌های کیک فنجانی

حسن موسیوند^۱، محمد حجتی^{۲*}، حسین جوینده^۱، حسن برزگر^۱ و حسن زکی دیزجی^۳

تاریخ دریافت: ۹۸/۸/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران

^۲ دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران

^۳ استادیار گروه مهندسی بیوسیستم کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

* مسئول مکاتبات: Email: hojjati@asnruk.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: انرژی زیاد کیک به ترکیباتی مثل شکر ارتباط دارد. با توجه به افزایش تمایل به مصرف غذاهای کم شکر، جایگزینی شکر در کیک از اهمیت بالایی برخوردار است هدف: هدف از این تحقیق جایگزینی شکر با پودر شیره انگور در کیک فنجانی بود. **روش کار:** شیره انگور توسط خشک کن پاشدنی به پودر تبدیل و در نسبت‌های مختلف (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) با شکر جایگزین و میزان رطوبت، سفتی بافت، تخلخل، حجم، رنگ و حسی کیک طی سه هفته نگهداری ارزیابی گردید. **نتایج:** وزن مخصوص خمیر با افزایش مقدار پودر شیره انگور افزایش یافت ولی در هر حالت کمتر از نمونه شاهد بود. با افزایش نسبت پودر شیره انگور، رطوبت افزایش داشت درحالیکه در همه نمونه ها، با گذشت زمان مقدار رطوبت کاسته شد. سفتی بافت طی نگهداری کیک افزایش یافت اما کیک‌های حاوی پودر جایگزین در همه روزها نرمتر از نمونه شاهد بودند. در روز آخر نمونه‌های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد پودر تفاوتی از نظر سفتی با هم نداشتند ولی به طور معنی‌داری نرمتر از نمونه شاهد بودند. با افزایش نسبت پودر تخلخل و حجم کیک‌ها کاهش یافتند ولی بیشترین میزان تخلخل و حجم کیک در نمونه حاوی ۲۵ درصد پودر مشاهده شد. با افزایش مقدار پودر شیره انگور از شدت روشنایی کیک‌ها کاسته شد و شدت قرمزی و زردی کیک‌ها نیز به ترتیب افزایش و کاهش یافت. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که جایگزینی شکر با نسبت‌های ۲۵ تا ۵۰ درصد پودر شیره انگور موجب بهبود برخی ویژگی‌های حسی (طعم، رنگ ظاهری، بافت، رایحه و پذیرش کلی) کیک گردید. **نتیجه‌گیری نهایی:** می‌توان از پودر شیره انگور تا حداکثر ۲۵ درصد به عنوان جایگزین شکر در کیک فنجانی استفاده کرد.

واژگان کلیدی: تخلخل، حجم، سفتی، کیک، ویژگی حسی

مقدمه

ویژگی‌های ارگانولپتیکی و تنوع طعمی که دارد مورد استقبال مصرف‌کنندگان زیادی واقع شده است (اعلمی و همکاران ۱۳۹۷ و نجفی و همکاران ۱۳۹۶). آرد، شکر،

کیک از جمله فرآورده‌های آردی پرطرفداری است که انواع مختلف با کالری متفاوت داشته و به دلیل

همکاران (۲۰۰۰) آسپارتام ریزپوشانی شده به همراه سوربیتول، نشاسته و جوانه گندم را جهت تولید کیک اسفنجی رژیمی بکار بردند. لین و همکاران (۲۰۰۳) اریتریتول را در مقادیر مختلف جهت جایگزینی شکر در کیک شیفون مورد بررسی قرار دادند. بیکزاده و همکاران (۲۰۱۶) اثر افزودن پوسـته اسـفرزه را بر ویژگی‌های فیزیکی، تغذیه‌ای، حسی و بیایاتی کیک اسفنجی پروبیوتیک مورد بررسی قرار دادند. همین محققین تاثیر افزودن اینولین، فروکتوالیگوساکارید و اینولین غنی شده با فروکتوالیگوساکارید را نیز بر خصوصیات کیک بررسی کردند (بیکزاده و همکاران ۲۰۱۷). نورمحمدی و همکاران (۱۳۹۱) از شیرین‌کننده مصنوعی آسپارتام به همراه سوربیتول، مالتیتول، اریتریتول و زایلیتول در تولید کیک اسفنجی کم‌کالری استفاده کردند. از قندهای الکلی سوربیتول، مالتیتول، اریتریتول و زایلیتول به همراه آسپارتام (نورمحمدی و همکاران ۱۳۹۱)، مالتیتول و الیگوفروکتوز (نورمحمدی و پیغمبردوست ۲۰۱۵) و زایلیتول و الیگوفروکتوز (نورمحمدی و پیغمبردوست ۲۰۱۶) جهت جایگزینی شکر در کیک اسفنجی استفاده شده است. اگرچه از ترکیبات شیرین‌کننده بویژه قندهای الکلی به منظور تولید فرآورده‌های مختلفی نظیر محصولات لبنی کم‌کالری نیز استفاده می‌شود (رسولی-پیروزی و همکاران ۲۰۱۷). علی‌رغم تولید انواع کیک با کالری کمتر ولی در نهایت جایگزینی بیش از ۲۵ درصد ساکارز منجر به کاهش کیفیت و مقبولیت آن گردیده است و باید به این موضوع توجه داشت که ساکارز یک ترکیب اساسی در فرمولاسیون انواع کیک است که موجب تأمین انرژی، شیرینی، تردی و افزایش حجم کیک می‌شود و کاهش مقدار ساکارز بر خصوصیات حسی و بافتی کیک تأثیرگذار است (نورمحمدی و همکاران ۱۳۹۱ و لین و همکاران ۲۰۰۳).

با توجه به افزایش تمایل مصرف‌کنندگان به جایگزین‌های طبیعی شکر، استفاده از شیرین‌کننده‌های طبیعی در فرمولاسیون کیک از توجه ویژه ای برخوردار

تخم‌مرغ و چربی ترکیبات اصلی تولید کیک هستند که هر یک از آن‌ها در ساختار و کیفیت کیک نقش مهمی دارند (شهیدی و همکاران ۱۳۹۶) و علمی و همکاران (۱۳۹۷) و از طرفی کالری زیاد موجود در انواع کیک به روغن، تخم مرغ و شکر موجود در فرمولاسیون آن نسبت داده می‌شود (نجفی و همکاران ۱۳۹۶).

شکر از ترکیبات عمده خمیر کیک است که علاوه بر نقش شیرین‌کنندگی، دارای خصوصیات عملکردی فراوانی است. شکر در تهیه کیک به‌عنوان تثبیت‌کننده ساختار گلوتن عمل می‌کند و با افزایش دمای ژلاتیناسیون نشاسته و دناتوراسیون تخم‌مرغ، به حفظ حباب‌های هوا در خمیر کیک کمک کرده و موجب شکل‌گیری و افزایش حجم کیک می‌شود. همچنین شکر به واسطه واکنش‌های کاراملیزاسیون و مایلارد، در ایجاد رنگ کیک نقش ویژه‌ای دارد (شهیدی و همکاران ۱۳۹۶ و باثوا و همکاران ۲۰۰۰). با تمام مزایایی که ساکارز به عنوان یک شیرین‌کننده طبیعی با ویژگی‌های عملکردی خاص دارد، نقش مهمی در ایجاد برخی مشکلات سلامتی نظیر فشار خون، بیماری‌های قلبی، فساد دندان، چاقی و افزایش سطح گلوکز و انسولین خون بویژه برای افراد مبتلا به دیابت دارد و از آنجائی‌که مقدار زیادی شکر در تهیه انواع کیک به‌کار می‌رود و کیک عمر نگهداری بالایی داشته و توسط اقتصار مختلف جامعه مصرف می‌شود، در صنعت به شکل گسترده‌ای تولید می‌گردد و به همین دلیل یافتن جایگزین‌های مناسب شکر در تهیه انواع کیک از اهداف پژوهش‌گران می‌باشد (شهیدی و همکاران ۱۳۹۶ و باثوا و همکاران ۲۰۰۰ و نابورس ۲۰۰۲ و بیلگیکل و آکبولوت ۲۰۰۹ و رودکوسکا ۲۰۰۹). تاکنون تحقیقات زیادی درخصوص به‌کارگیری ترکیبات مختلف جهت غنی‌سازی و یا به‌منظور جایگزینی بخشی از شکر مورد استفاده در انواع کیک انجام پذیرفته است. در تحقیقی از آسپارتام به همراه فروکتوز جهت جایگزینی شکر در کیک لایه‌ای استفاده شد (هس و سستر ۱۹۸۳). باثوا و

شکر در کیک قالبی در ایران صورت نپذیرفته است. هدف از انجام این تحقیق استفاده از پودر شیره انگور جهت جایگزینی همه یا بخشی از شکر به کار رفته در تهیه کیک قالبی و بررسی ویژگی‌های کیک حاصل از این جایگزینی طی سه هفته نگهداری بود.

مواد و روش‌ها

مواد

آرد گندم با درجه استخراج ۷۲، میزان رطوبت ۱۰/۰۹ درصد، خاکستر ۰/۴۸ درصد و پروتئین ۱۱/۳ درصد از کارخانه آرد جنوب (اهواز)، شکر سفید از شرکت گلستان (تهران)، بیکینگ پودر از شرکت هرمین (شهریار)، روغن مایع آفتابگردان لادن از شرکت صنعتی بهشهر (تهران)، تخم مرغ کامل از شرکت تلاونگ (تهران)، پودر شیر خشک از شرکت پارسیان صنعت شایان (نظرآباد)، پودر آب‌پنیر از صنایع شیر پگاه (شوش)، وانیل از مجتمع صنایع غذایی گلها (تهران)، تهیه گردیدند. شیره طبیعی انگور بدون هیچ شکر افزودنی با درجه بریکس ۷۱ از تویسرکان (همدان) تهیه و با استفاده از خشک کن پاشی آزمایشگاهی (درساتک، ایران) و به کمک مالتودکسترین معادل دکستروز ۱۸ (شرکت پوران پودر سپاهان، اصفهان)، به منظور عدم چسبندگی شیره به بدنه خشک کن، به پودر تبدیل گردید. دمای ورودی و خروجی هوای خشک‌کن به ترتیب ۱۵۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد، حجم تزریق نمونه نیم لیتر در ساعت و غلظت مواد جامد محلول حاصل از شیره انگور و مالتودکسترین تزریق شده به خشک‌کن ۴۰ درصد بود. پودر شیره انگور تهیه شده تا سرد شدن کامل و به منظور جلوگیری از جذب رطوبت مجدد تا دو ساعت در دسیکاتور قرار داده شد و سپس در ظروف شیشه‌ای درب‌دار ریخته و نگهداری گردید (آزادمرد دمیرچی و راعی ۱۳۹۴ و دمیر ۲۰۱۴). همه مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق با خلوص بالا از شرکت تولیدی مرک آلمان خریداری شدند.

است. تحقیقات نشان داد که جایگزینی شکر کیک با مقادیر مختلف شیره میوه‌هایی نظیر انگور، توت، زردآلو و هندوانه منجر به کاهش فعالیت آبی و حجم و از طرفی افزایش تیرگی و مقادیر املاح معدنی کیک گردید (آکبولوت و بیلگیکل ۲۰۱۰ و بیلگیکل و آکبولوت ۲۰۰۹). در تحقیقی نشان داده شد که جایگزین کردن ساکارز با شیره خرما منجر به کاهش حجم، تخلخل و دانسیته جسمی کیک اسفنجی گردید در حالی که با توجه به کاهش فعالیت آبی، عمر نگهداری کیک افزایش یافته و در جایگزینی ۲۵ درصد شکر با شیره خرما بهترین ویژگی‌های حسی مشاهده گردید (راعی و همکاران ۱۳۹۵). هم‌چنین مشاهده شد که جایگزینی شکر با شیره انگور کاهش حجم و سفتی و افزایش رطوبت و تیرگی را در کیک اسفنجی به همراه داشت و کیک‌های با ۴۰ درصد شیره انگور جایگزین شده بالاترین امتیاز حسی را داشتند (شهیدی و همکاران ۱۳۹۶).

ایران با تولید حدود ۲/۳ میلیون تن انگور از مجموع ۷۷/۸ میلیون تن انگور تولیدی جهان در سال ۲۰۱۸، دهمین تولید کننده این محصول ارزشمند محسوب می‌گردد (گزارش آماری محصولات باغی جهان ۲۰۱۹) که حدود ۵ تا ۲۰ درصد آن به شیره انگور تبدیل می‌شود (شهیدی و همکاران ۱۳۹۶). شیره انگور با داشتن ۸۰-۷۰ درصد ماده جامد، فرآورده‌ای تخمیر نشده است که غالباً از تغلیظ آب انگور تهیه می‌گردد و به واسطه داشتن میزان مناسبی از مونوساکاریدهای با قابلیت هضم سریع، مواد معدنی، انواع ویتامین، اسیدهای آلی و ترکیبات فنولی ارزش تغذیه‌ای بالایی داشته و استفاده از آن به‌عنوان شیرین‌کننده در مقایسه با ساکارز، منجر به تولید محصولی شیرین‌تر با انرژی کم‌تر و در عین حال با ارزش غذایی بهتر می‌شود (احمدی و همکاران ۱۳۹۸ و آکبولوت و بیلگیکل ۲۰۱۰ و دمیر ۲۰۱۴).

بر اساس مطالعات انجام گرفته تاکنون گزارشی در خصوص به‌کارگیری پودر شیره انگور به‌عنوان جایگزین

تهیه نمونه‌های کیک فنجانی

خمیر کیک با روش شکر-خمیر و براساس روش‌های رایج شده توسط آزادمرد دمیرچی و راعی (۱۳۹۴) و عبدالنبی‌پور و همکاران (۱۳۹۸) با کمی تغییرات تهیه شد. ابتدا روغن و شکر توسط یک مخلوط‌کن برقی (Model MHM-X3P, Myson, Beijing, China) تهیه خمیر با سرعت ۵۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه تا رسیدن به یک خمیر روشن با هم مخلوط شدند. سپس تخم مرغ طی چند مرحله در فواصل زمانی ۴ دقیقه اضافه شد. سایر مواد پودری به همراه آرد که جهت یکنواختی اندازه از الک با مش ۳۵ عبور داده شده بودند در مرحله بعد اضافه شدند و در نهایت آب مورد نیاز به آرامی اضافه و تا زمان تهیه یک خمیر مناسب عمل مخلوط کردن ادامه یافت. سپس خمیر به درون قالب‌های فلزی کیک فنجانی که از قبل کمی با روغن چرب شده بودند ریخته شد و پس از چیده شدن در سینی، درون فر کوچک ۴ دیس فن‌دار نیمه‌صنعتی (شرکت فناوران ماشین شادمهر، ایران) با دمای ۳۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۵ دقیقه پخته شدند. نمونه‌های کیک پخته شده پس از خروج از فر به مدت ۴۰ دقیقه در دمای محیط سرد شده و پس از خروج از قالب، در کیسه‌های پلی اتیلنی بسته‌بندی و در دمای محیط جهت انجام آزمون‌های مختلف نگهداری شدند. در این تحقیق تیمارها براساس نسبت جایگزینی پودر شیره انگور تهیه شده با شکر مورد مصرف در تهیه کیک بود که در نسبت‌های ۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد جایگزین شکر در کیک گردید و نمونه شاهد همان نمونه حاوی صفر درصد پودر شیره انگور بود. تیمارها دو ساعت پس از پخت، به عنوان روز اول، روز هفتم، روز چهاردهم و روز بیست و یکم مورد آزمون‌های مختلف قرار گرفتند.

آزمون‌های فیزیکی شیمیایی

وزن مخصوص خمیر کیک با تقسیم جرم ۲۴۰ میلی‌لیتر از خمیر تهیه شده بر جرم همان مقدار آب محاسبه شد (لین و همکاران ۲۰۰۳). رطوبت نمونه‌های کیک بر

اساس استاندارد شماره ۲۰-۴۴ AACC و به کمک آون (Heraeus, model UT 5042, Germany) در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و حجم آن‌ها با استفاده از روش جابه‌جایی دانه‌های کلزا طبق استاندارد شماره ۱۰-۰۵ AACC اندازه‌گیری شد. بررسی سفتی بافت نمونه‌های کیک طی نگهداری بر اساس استاندارد شماره ۰۹-۷۴ AACC و با استفاده از دستگاه بافت سنج مدل TA-XT-PLUS (Micro stable system, Goldalming, UK) با وزن سل ۵ کیلوگرمی انجام پذیرفت. برای این کار قطعه مکعبی به ابعاد ۲ سانتی‌متر از مغز کیک جدا و روی صفحه دستگاه قرار داده شد و از یک پروب آلومینیومی با قطر ۳۶ میلی‌متر با سرعت نفوذ ۰/۲۵ میلی‌متر بر ثانیه که پس از برخورد با سطح نمونه به میزان ۴۰ درصد در بافت کیک فرو می‌رفت استفاده شد. پس از بازگشت پروب از روی نمونه، بالاترین قله پیک حاصل از نمودار نیرو در مقابل زمان به‌عنوان میزان سفتی بافت بر حسب نیوتن کیک ثبت گردید. ویژگی‌های رنگی پوسته کیک شامل شاخص L^* (روشنایی)، a^* (قرمزی) و b^* (زردی) با استفاده از دستگاه رنگ سنج کونیکا مینولا (CR-400, Konica Minolta, Tokyo, Japan) مورد بررسی قرار گرفت. جهت بررسی میزان تخلخل نمونه‌های کیک از روش توان و همکاران (۱۳۹۷) و با استفاده از اسکنر (LaserJet M1132 MFP, HP, China) و نرم‌افزار Image J نسخه ۱۴/۲ استفاده گردید و میزان تخلخل برحسب درصد که حاصل نسبت مجموع سطح حفرات هوا به سطح کل کیک بود محاسبه شد (توان و همکاران ۱۳۹۷).

ویژگی‌های حسی

به منظور ارزیابی حسی نمونه‌های کیک حاصل از جایگزینی شکر با پودر شیره انگور طی دوره نگهداری از ده ارزیاب آموزش دیده (چهار مرد و شش زن) دارای محدوده سنی ۲۴ تا ۳۷ سال استفاده گردید. آزمون‌های حسی شامل رنگ ظاهری، بافت، طعم، رایحه و پذیرش کلی بود. شرایط دمایی و نوری یکسانی برای ارزیابی

استفاده از پودر شیره انگور در فرمولاسیون کیک، یک روند افزایشی معنی‌دار در رطوبت مشاهده شد و کیک‌های حاوی پودر شیره نسبت به تیمارهای شاهد افزایش رطوبت داشتند. در حالی‌که در همه تیمارهای مورد بررسی، با گذشت زمان از مقدار رطوبت نمونه‌های کیک کاسته شد ($p < 0.05$). بیشترین میزان رطوبت با مقدار ۳۰/۲ درصد مربوط به نمونه ۱۰۰ درصد پودر شیره انگور در روز اول و کمترین مقدار رطوبت با میزان ۱۹/۷۲ درصد مربوط به نمونه شاهد روز ۲۱ام بود. دلیل افزایش رطوبت نمونه‌های کیک در اثر افزودن پودر شیره انگور را می‌توان به خواص جاذب رطوبت بودن این ترکیب و رقابت ترکیبات جاذب آب در فرمولاسیون آن دانست که با جذب بیشتر و قدرت نگهداری بیشتر آب، سبب افزایش مقدار رطوبت در محصول می‌شوند (آبلت و همکاران ۱۹۸۶). نتایج مشابهی نیز توسط سایر محققین در اثر افزودن پودر شیره خرما به کیک اسفنجی (آزادمردمیرچی و راعی ۱۳۹۴)، پودر شیره انگور به کلوچه (دمیر ۲۰۱۴) و پودر عسل به نان حجیم (تانگ و همکاران ۲۰۱۰) مشاهده گردید.

نمونه‌ها توسط ارزیاب‌ها فراهم گردید و هر نمونه با یک کد سه رقمی تصادفی، شماره‌گذاری شده بود و همه نمونه‌ها به‌طور هم‌زمان در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفت. در ارزیابی حسی از روش امتیازدهی پنج نقطه‌ای که نمره ۱ نشان دهنده کمترین امتیاز و نمره ۵ نمایانگر بیشترین امتیاز برای صفت مورد ارزیابی بود استفاده گردید.

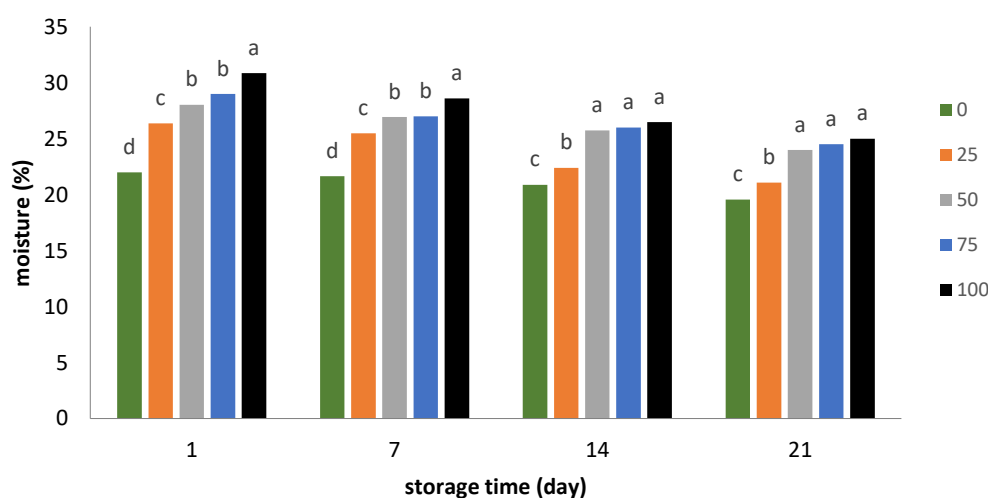
روش‌های تجزیه و تحلیل آماری

این تحقیق به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام و آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ و از طریق آنالیز واریانس ANOVA یک طرفه ONE WAY صورت پذیرفت. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ مقایسه گردیدند و نمودارها با نرم‌افزار اکسل رسم گردید.

نتایج و بحث

میزان رطوبت

نتایج نشان داد که افزودن مقادیر متفاوت پودر شیره انگور (بعنوان جایگزین شکر) و مدت زمان ماندگاری اثر معنی‌داری بر میزان رطوبت نمونه‌ها داشت (شکل ۱). همانطور که مشخص است با افزایش میزان درصد



شکل ۱- تأثیر جایگزینی شکر با نسبت‌های مختلف پودر شیره انگور در میزان رطوبت کیک فنجان طی نگهداری

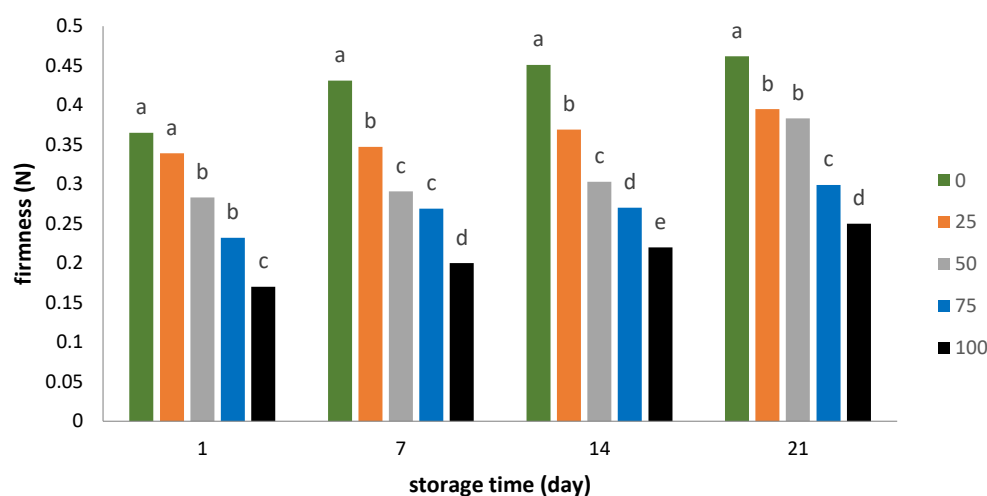
Figure 1- Effect of replacing of sugar with different ratios (%) grape syrup powder on the moisture content of cupcake during storage

*Different letters in each storage day indicate significant difference at 5% level.

بافت

سفتی بافت کیک نقطه مقابل نرمی محسوب می‌شود و نیروی لازم جهت فشرده کردن کیک می‌باشد. اثر روز نگهداری و تیمار بر سفتی بافت در کیک‌های تهیه شده با پودر شیرۀ انگور در شکل ۲ نشان داده شده است و همانطور که مشاهده می‌شود زمان نگهداری و جایگزینی پودر شیرۀ انگور بر سفتی بافت کیک اثر معنی‌داری داشتند ($p < 0.05$). با گذشت زمان نگهداری کیک تا ۲۱ روز، از میزان نرمی بافت همه نمونه‌های کیک کاسته شد. اما میزان سفت شدن کیک‌های تهیه شده از پودر شیرۀ انگور نسبت به نمونه شاهد در همه روزها کمتر بود که با نتایج راعی و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت داشت. یکی از پارامترهایی که در بیاتی کیک نقش مهمی دارد مهاجرت آب بین پوسته و مغز در طول نگهداری می‌باشد. این مهاجرت آب می‌تواند بخشی از سفت شدن بافت مغز در طول نگهداری را توجیه کند (هسو و همکاران ۲۰۱۴). حضور مقادیر زیاد مونو ساکاریدهای احیاکننده فروکتوز و گلوکز در پودر شیرۀ انگور موجب جذب بیشتر رطوبت در بافت کیک در مقایسه با مقادیر مشابه ساکارز می‌شود و بدین ترتیب بافتی نرم‌تر را پدید می‌آورد، زیرا از دست رفتن آب بافت طی نگهداری یکی از عوامل مهم سفتی محسوب می‌گردد (آزادمرد دمیرچی و راعی ۱۳۹۶ و کلانتری و همکاران ۱۳۹۴). مشابه این نتایج را دیگر محققینی که پودر عسل را به نان (تانگ و همکاران ۲۰۱۰) و شیرۀ انجیر را به کیک اسفنجی (کلانتری و همکاران ۱۳۹۴) اضافه کرده بودند

گزارش کردند. فهلول و همکاران (۲۰۱۰) که تاثیر جایگزینی شکر با مقادیر مختلف پودر خرما به بیسکوئیت را بررسی کرده بودند نیز مشاهده کردند که با افزایش مقدار پودر خرما در فرمول بیسکوئیت، سفتی بافت کاهش می‌یابد. آن‌ها سفت شدن بیسکوئیت را در اثر کریستالیزاسیون قندها طی خنک کردن دانستند و از آنجائیکه پودر شیرۀ انگور نظیر پودر خرما و عسل حاوی مقادیر بالایی فروکتوز که حفظ‌کننده رطوبت است می‌باشد در نتیجه جایگزینی ساکارز با مقادیر بیشتر پودر شیرۀ انگور منجر به تولید محصولی نرم‌تر می‌شود (تانگ و همکاران ۲۰۱۰). نتایج تحلیل سفتی بافت نمونه‌های کیک قالبی حاصل از جایگزینی شکر با مقادیر مختلف پودر شیرۀ انگور نشان داد که اگرچه همه نمونه‌های کیک تهیه شده با پودر شیرۀ انگور نسبت به نمونه شاهد نرم‌تر بودند ولی در روز اول فقط سفتی بین نمونه‌های بیش از ۵۰ درصد پودر جایگزین شده با سایرین اختلاف معنی‌داری وجود داشت و در روز آخر اختلافی بین سفتی نمونه با ۲۵ و ۵۰ درصد پودر جایگزینی مشاهده نشد در حالی که نسبت به نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری نرم‌تر بودند. آزادمرد دمیرچی و راعی (۱۳۹۶) که از مقادیر مختلف پودر شیرۀ خرما در جایگزینی شکر در کیک اسفنجی استفاده کرده بودند مشاهده کردند که در طی روز اول نگهداری سفتی بین تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد پودر تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد اما بین تیمار ۱۰۰ درصد پودر و شاهد اختلاف معنی‌دار بود، اگرچه آن‌ها نیز سفت شدن بافت همه نمونه‌ها طی نگهداری را مشاهده کردند.



شکل ۲- تأثیر جایگزینی شکر با نسبت‌های مختلف پودر شیره انگور در میزان سفتی کیک فنجان طی نگهداری
 Figure 1- Effect of replacing of sugar with different ratios (%) grape syrup powder on the firmness of cupcake during storage

*Different letters in each storage day indicate significant difference at 5% level.

جایگزینی ساکارز با پودر شیره انگور، حجم کیک به صورت معنی داری کاهش یافت، به طوری که نمونه کیکی که شکر آن به طور کامل با پودر شیره انگور جایگزین شده بود کمترین حجم را داشت (جدول ۱)، اگرچه تفاوت معنی داری بین حجم نمونه شاهد و نمونه حاوی ۲۵ درصد پودر جایگزین نبود. علت کاهش حجم نمونه های کیک می تواند اثر قندهای احیاکننده و احتمالاً تغییرات ویسکوزیته و جرم حجمی خمیر باشد به طوری که کاهش قدرت نگهداری گاز در خمیر منجر به کاهش حجم کیک می شود (بائوا و همکاران ۲۰۰۰). قوام خمیر یکی از عوامل مهم حفظ فیزیکی هوا در بافت کیک است. اگر قوام خمیر مناسب نباشد و خیلی کم یا زیاد باشد، حباب‌های هوای کمی در بافت کیک نهایی قرار می‌گیرد که تولید محصولی کم حجم را به دنبال دارد (کلانتری و همکاران ۱۳۹۴ و شهیدی و همکاران ۱۳۹۶). هم‌چنین از آنجائی که مونوساکاریدهای احیاکننده فروکتوز و گلوکز عمده قندهای تشکیل‌دهنده شیره انگور بوده و با توجه به افزایش گروه‌های عاملی قندهای موجود در شیره انگور نسبت به ساکارز، در اثر افزایش مقدار پودر شیره انگور، اتصالات هیدروژنی بیشتر شده و با کاهش تحرک آب آزاد، ویسکوزیته

وزن مخصوص خمیر، تخلخل و حجم کیک

وزن مخصوص از ویژگی‌های مهم خمیر کیک است که ظرفیت نگهداری هوا طی هم‌زدن را نشان می‌دهد به طوری که خمیری با وزن مخصوص پائین قابلیت ورود حباب‌های هوا به خمیر و میزان نگهداری آن‌ها را در بافت خمیر افزایش می‌دهد (خلیل ۱۹۹۸). نتایج آنالیز واریانس نشان داد (جدول ۱) با افزایش مقدار پودر شیره انگور، وزن مخصوص خمیر کیک ها به طور معنی داری افزایش یافت اگرچه در هر حالت از وزن مخصوص نمونه شاهد کمتر بود. از آنجایی که رابطه معکوسی میان وزن مخصوص خمیر کیک و قابلیت ورود حباب‌های هوا به خمیر و میزان نگهداری حباب‌های هوا در بافت خمیر هست (خلیل ۱۹۹۸ و بائوا و همکاران ۲۰۰۰) می‌توان نتیجه گرفت افزایش درصد پودر باعث کاهش قابلیت نگهداری گاز در خمیر کیک و بنابراین افزایش در وزن مخصوص خمیر شده است که با نتایج آزادمرد میرچی و راعی (۱۳۹۴) که پودر شیره خرما را به کیک اسفنجی اضافه کرده بودند مطابقت داشت. از طرفی حجم کیک از ویژگی‌های کیفی آن محسوب می‌گردد و از نظر مصرف‌کنندگان، کیکی با حجم بیشتر از مقبولیت بیشتری برخوردار است. نتایج نشان داد که

هوا در اثر مخلوط شدن خمیر و سپس خروج گازها در حین پخت و افزایش حجم کیک را فراهم نمی‌کند (کلانتری و همکاران ۱۳۹۴ و شهیدی و همکاران ۱۳۹۶). نتایج این تحقیق با مشاهدات سایر محققینی که از شیره انگور (شهیدی و همکاران ۱۳۹۶ و آکوبوت و بیکیلی ۲۰۱۰) و شیره انجیر (کلانتری و همکاران ۱۳۹۴) به عنوان جایگزین شکر در کیک اسفنجی استفاده کرده بودند مطابقت داشت. آزادمرد دمیچی و راعی (۱۳۹۴) نیز مشاهده کردند که با افزایش میزان جایگزینی شکر با پودر شیره خرما، حجم کیک اسفنجی کاهش یافت.

خمیر افزایش می‌یابد، از طرفی هر چه وزن مولکولی قندها کمتر باشد، تمایل به جذب آب افزایش و در نتیجه ویسکوزیته نیز افزایش می‌یابد (شهیدی و همکاران ۱۳۹۶ و بمیلر و ویستل ۱۹۹۶). اگر قوام خمیر خیلی پایین باشد حبابهای هوای حاصل از مخلوط اولیه خمیر که در شبکه گلوتهی به دام افتاده و گاز دی‌اکسید کربن که در اثر تجزیه بکینگ پودر تولید شده به سرعت در اثر پخت از کیک خارج میشوند و حجم کیک کاهش می‌یابد. از طرفی، قوام خیلی بالای خمیر نیز برای تهیه کیک مناسب نیست چون امکان بوجود آمدن حبابهای

جدول ۱- تاثیر جایگزینی شکر با نسبت‌های مختلف پودر شیره انگور بر وزن مخصوص خمیر و حجم کیک فنجان

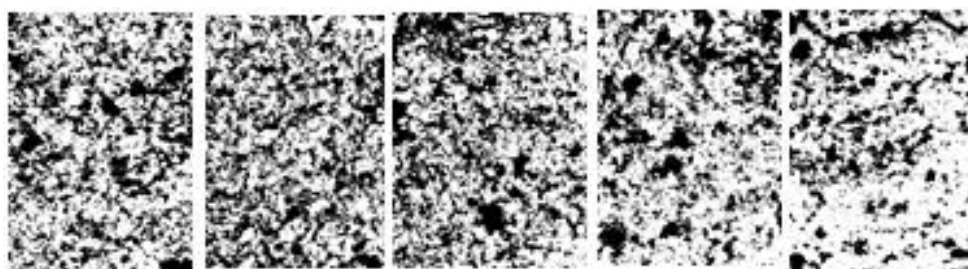
Table 1- The effect of sugar substitution with different ratios of grape syrup powder on the batter specific gravity and the volume of the cup cake

treatment	specific gravity of batter	volume of cake (cm ³)	porosity
control	1.07±0.01 ^{a**}	90.49±1.62 ^a	0.61±0.01 ^a
25% GSP*	0.99±0.01 ^d	90.13±0.92 ^a	0.62±0.00 ^a
50% GSP	1.02±0.00 ^c	85.44±0.95 ^b	0.58±0.00 ^a
75% GSP	1.04±0.01 ^b	77.58±2.01 ^c	0.55±0.01 ^b
100% GSP	1.05±0.02 ^b	69.89±1.29 ^d	0.51±0.01 ^c

*GSP=Grape Syrup Powder **Data is the mean of three replications ± standard deviation. Different letters in each column indicate significant difference at 5% level.

حاصل تصاویر پردازش شده بافت مغز کیک با Image J هست نشان می‌دهد. برای بررسی میزان تخلخل، ابتدا بخش ۸ بیت نرم‌افزار به منظور خاکستری کردن سطح تصاویر فعال و پس از آستانه‌گیری و بخش بندی تصاویر براساس الگوریتم اتسو، بخش دودویی نرم‌افزار فعال و تصاویر به نقاط تیره و روشن تبدیل گردیدند. با نتایج مستخرج از پردازش تصاویر این بخش می‌توان به میزان تخلخل که نسبت مجموع سطح حفرات هوا به سطح کل کیک است دست یافت (توان و همکاران ۱۳۹۷). در تصاویر هم همین موضوع بیشترین میزان تخلخل در نمونه‌های شاهد، ۲۵ و ۵۰ درصد پودر شیره انگور بوده مشخص است و این میزان تخلخل در مغز کیک نمونه‌های حاوی ۷۵ و ۱۰۰ درصد پودر شیره انگور کاهش یافته است.

بیشترین میزان تخلخل در کیک حاوی ۲۵ درصد پودر جایگزین مشاهده شد در حالی که نتایج تحلیل آماری نشان از اثر معنی‌دار جایگزینی شکر با پودر شیره انگور در نسبت‌های ۷۵ و ۱۰۰ درصد داشت (جدول ۱). از آنجائی که رابطه مستقیمی بین تخلخل و حجم کیک وجود دارد، انتظار می‌رود، نمونه‌هایی که حجم کمتری دارند، تخلخل کمتری نیز داشته باشند که با نتایج به دست آمده منطبق بود (نورمحمدی و همکاران ۱۳۹۱). به طور کلی میزان تخلخل مغز بافت محصولات صنایع پخت تحت تأثیر تعداد حفرات موجود در مغز بافت و همچنین نحوه توزیع و پخش این حفرات است و هرچه تعداد حفرات و سلول‌های گازی بیشتر بوده و توزیع و پخش آنها یکنواخت‌تر باشد، میزان تخلخل محصول نهایی نیز بیشتر خواهد شد (توان و همکاران ۱۳۹۷). شکل ۳ میزان تخلخل نمونه‌های مختلف کیک را که



شکل ۳- تأثیر جایگزینی شکر با نسبت‌های مختلف پودر شیره انگور بر میزان تخلخل مغز کیک فنجانی با استفاده از پردازش تصویر با ایمج جی (به ترتیب از چپ به راست: شاهد، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد پودر شیره انگور)

Figure 3- The effect of sugar substitution with different ratios of grape syrup powder on the crumb porosity of the cupcake using image processing with Image J (from left to right: blank, 25, 50, 75, and 100 % grape syrup powder)

رنگ

این تغییرات در شاخص‌های رنگی می‌تواند به دلیل وجود رنگدانه‌های موجود در شیره انگور و انجام سریعتر واکنش مایلارد در حضور قند احیاکننده فروکتوز در مقایسه با ساکارز باشد زیرا با افزایش میزان جایگزینی شکر با پودر شیره انگور، مقدار قندهای احیاکننده در محیط جهت انجام واکنش مایلارد بیشتر می‌شود (شهیدی و همکاران ۱۳۹۶). آزادمرد دمیرچی و راعی (۱۳۹۴) نیز افزایش تیرگی و کاهش زردی نمونه‌های کیک اسفنجی را با افزایش نسبت پودر شیره خرما در جایگزینی با شکر گزارش کردند. راعی و همکاران (۱۳۹۵) نیز مشاهده کردند که با افزایش مقدار شیره خرما در کیک، میزان روشنایی و زردی کیک کاهش یافت ولی کاهش زردی فقط در مقادیر بالاتر از ۵۰ درصد شیره خرما معنی‌دار بود.

جدول ۲ تأثیر جایگزینی شکر با نسبت‌های مختلف پودر شیره انگور را بر ویژگی‌های رنگی پوسته کیک نشان می‌دهد. در این تحقیق شاخص L جهت تعیین میزان روشنایی و تیرگی، شاخص a^* به عنوان معرف قرمزی و شاخص b^* جهت تعیین شدت زردی پوسته نمونه‌های کیک اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که جایگزینی شکر با پودر شیره انگور بر شاخص‌های رنگی کیک اثر معنی‌داری داشته است ($p < 0.05$). با افزایش مقدار پودر شیره انگور به فرمول کیک، از شدت روشنایی کیک‌ها کاسته شد و به عبارتی، کیک‌ها تیره‌تر شدند و هم‌چنین شدت قرمزی و زردی کیک‌ها نیز به ترتیب افزایش و کاهش یافت ولی تغییر معنی‌داری در زردی نمونه شاهد و کیک حاوی ۲۵ درصد پودر شیره انگور مشاهده نشد.

جدول ۲- تأثیر جایگزینی شکر با نسبت‌های مختلف پودر شیره انگور بر ویژگی‌های رنگی کیک فنجانی

Table 2- The effect of sugar substitution with different ratios of grape syrup powder on the color characteristics of the cup cake

treatment	L	a^*	b^*
control	63.12±0.42 ^{a**}	24.32±0.57 ^e	49.21±0.48 ^a
25% GSP*	58.25±0.10 ^b	26.45±0.76 ^d	47.50±0.46 ^b
50% GSP	54.52±0.67 ^c	29.63±0.53 ^c	47.39±0.46 ^b
75% GSP	50.42±0.52 ^d	34.56±0.64 ^b	45.29±0.60 ^c
100% GSP	48.33±0.51 ^d	36.16±0.69 ^a	45.33±0.56 ^c

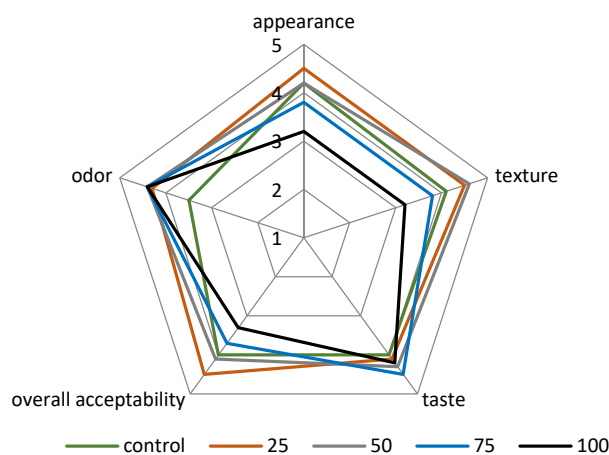
*GSP=Grape Syrup Powder **Data is the mean of three replications ± standard deviation. Different letters in each column indicate significant difference at 5% level.

ویژگی‌های حسی

نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های مختلف حسی نمونه های کیک شامل طعم و مزه، بافت، رایحه، شکل ظاهری و

انگور مزه بهتری را نسبت به نمونه شاهد ایجاد کرد به- طوریکه کیک حاوی ۷۵ درصد پودر بیشترین امتیاز طعم و مزه را داشت. بیشترین و کمترین امتیاز پذیرش کلی از نظر ارزیاب‌ها به ترتیب به نمونه‌های حاوی ۲۵ و ۱۰۰ درصد پودر شیره انگور تعلق گرفت. به طور کلی نتیجه ارزیابی حسی نشان داد که جایگزینی شکر با نسبت‌های ۲۵ تا ۵۰ درصد پودر شیره انگور موجب بهبود برخی ویژگی‌های حسی کیک گردید. شهیدی و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که با جایگزینی ۴۰ درصد شیره انگور به کیک بهترین بافت و طعم کیک ایجاد می‌شود. راعی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که با افزودن ۲۵ درصد شیره خرما به کیک، بیشترین امتیاز حسی، خلل و فرج بافت و عطر و طعم در نمونه‌های کیک ایجاد گردید.

پذیرش کلی در شکل ۴ نشان داده شده است. امتیاز ارزیاب‌ها به شکل ظاهری نمونه حاوی ۲۵ درصد پودر از همه بیشتر بود در حالی که کمترین امتیاز را به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد پودر دادند که شاید به دلیل تیرگی بیشتر آن به دلیل بالا بودن مقدار قندهای احیای شرکت کننده در واکنش مایلارد باشد. نتایج نشان داد که جایگزینی شکر با پودر شیره انگور بهبود رایحه کیک را به همراه داشته است به طوری که نسبت به نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند. نمونه شاهد و نمونه کیک حاوی ۲۵ درصد پودر شیره انگور بیشترین امتیاز مربوط به بافت که میزان نرمی و ارتجاع پذیری بافت کیک را نشان می‌دهد دارا بودند. از طرفی افزودن پودر شیره



شکل ۴- تاثیر جایگزینی شکر با نسبت‌های مختلف پودر شیره انگور بر ویژگی‌های حسی کیک فنجان
Figure 4- The effect of sugar substitution with different ratios of grape syrup powder on the sensory characteristics of the cup cake

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که جایگزینی شکر با پودر شیره انگور در فرمول کیک قالبی بر برخی ویژگی‌های آن تاثیرگذار می‌باشد به طوری که افزودن پودر شیره انگور موجب حفظ بیشتر رطوبت در بافت کیک و در نتیجه نرمی کیک می‌گردد. از طرفی افزودن پودر شیره انگور موجب تیرگی رنگ پوسته کیک می‌گردد. افزودن مقدار ۲۵ درصد پودر شیره انگور ویژگی‌های حسی کیک را بهبود بخشیده و بیشترین

حجم را در کیک ایجاد می‌کند. به طور کلی یافته‌های این تحقیق جایگزینی ۲۵ درصد از شکر با پودر شیره انگور را به عنوان یک شیرین‌کننده طبیعی در تولید کیک قالبی پیشنهاد می‌نماید.
تشکر و قدردانی
نویسندگان از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان جهت حمایت مالی این پژوهش تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع مورد استفاده

- آزادمرد دمیرچی ص و راعی پ، ۱۳۹۴. بررسی اثر مقادیر گوناگون پودر شیره خرما بر مدت زمان نگهداری و ویژگی‌های کمی و کیفی کیک اسفنجی، مجله مهندسی بیوسیستم ایران، ۴۶، ۴، ۳۹۹-۴۰۴.
- احمدی م، حجتی م و ناصحی ب، ۱۳۹۸. تولید کامبوچا با استفاده از شیرهای طبیعی شاه‌توت و انگور به عنوان شیرین‌کننده و بستر تخمیر بر پایه چای سبز و سیاه، مجله مهندسی بیوسیستم ایران، ۵۰، ۲، ۳۴۳-۳۵۳.
- اعلمی م، رهبری م و عوض‌صوفیان ع، ۱۳۹۷. ویژگی‌های رئولوژیکی کیک اسفنجی بر پایه آرد برنج و جوانه گندم، نشریه علمی فرآوری و نگهداری مواد غذایی، ۱۰، ۱، ۱۶-۳۲.
- توان ز، حجتی م، ناصحی ب و جوینده ح، ۱۳۹۷. بررسی خصوصیات رنگ و فعالیت ضداکسیدانی نان بربری تحت تاثیر افزودن کنجاله کنجد و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا، مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۵، ۸۲، ۲۹۳-۲۸۱.
- راعی پ، پیغمبردوست، ه، آزادمرددمیرچی، ص و اولادغفاری ع، ۱۳۹۵. تأثیر جایگزینی شیره خرما با شکر بر خواص کیفی کیک اسفنجی، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۱۱، ۱، ۸۷-۹۴.
- شهیدی ب، کلانتری م و بوستانی س، ۱۳۹۶. تولید و بررسی خصوصیات کیک اسفنجی تولید شده با شیره انگور، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۳، ۲، ۴۱۵-۴۲۵.
- عبدالنبی‌پور ا، ناصحی ب و حجتی م، ۱۳۹۸. بررسی اثر افزودن کنجاله کنجد و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا بر ویژگی‌های فیزیکی کیک فنجانی، پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۹، ۲، ۱۸۰-۱۶۹.
- کلانتری م، فضل‌آراع، شریفی ا، بوستانی س، اسدالهی س و شکر فروش ش، ۱۳۹۴. بررسی اثر جایگزینی شیره انجیر بر خواص فیزیکی کیک جعبه‌ای، نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، ۷، ۲، ۹۷-۱۰۷.
- نجفی ز، موحد س و احمدی‌چناربن ح، ۱۳۹۶. تاثیر جایگزینی فیبر پرتقال با روغن و تخم مرغ بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیک مافین، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۳، ۴، ۴۵۸-۴۶۸.
- نورمحمدی ا، پیغمبردوست، ه، و اولادغفاری ع، ۱۳۹۱. تولید کیک کم کالری به وسیله جایگزینی ساکارز با اریتریتول و الیگوفروکتوز، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۷، ۱، ۸۵-۹۲.
- AACC, 1999. Approved method of the American association of cereal chemists, 9th end. American association of cereal chemists Inc., Minnesota.
- Ablett S, Attenburrow GE, and Lillford PJ, 1986. The significance of water in the baking process. In: Chemistry and physics of baking. Edited by Blanchard JMV, Frazier PJ, Galliard T, The Royal Society of Chemistry, London.
- Akbulut M, and Bilgicli N, 2010. Effects of different pekmez (fruit molasses) types used as a natural sugar source on the batter rheology and physical properties of cakes. *Journal of Food Process Engineering* 33: 272-286.
- Baeva, MR, Panchev IN, and Terzieva VV, 2000. Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes. *Food/Nahrung* 44(4): 242-246.
- Beikzadeh, M, Peighamardoust SH, Beikzadeh S, and Homayouni-Rad A, 2017. Effect of inulin, oligofructose and oligofructose-enriched inulin on physicochemical, staling, and sensory properties of prebiotic cake. *Journal of Agricultural Science and Technology* 19: 1241-1252.
- Beikzadeh, S, Peighamardoust SH, Beikzadeh M, Javar-Abadi MA, and Homayouni-Rad A, 2016. Effect of psyllium husk on physical, nutritional, sensory, and staling properties of dietary prebiotic sponge cake, *Czech Journal of Food Sciences* 34: 534-540.
- Bemiller JN, and Whistler RL, 1996. Carbohydrate. In: *Food Chemistry*, 3rd ed. و Fennema OR, Ed. و Dekker: New York. 321-330.

- Bilgicli N, and Akbulut M, 2009. Effects of different pekmez (fruit molasses) types on chemical, nutritional content and storage stability of cake. *Journal of Food Quality* 96–107.
- Demir M, 2014. Effect of the replacement of sugar with spray dried grape pekmez (pekmez powder) on some properties of cookies. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods* 6: 229-235.
- Fahloul D, Abdedaim M, and Trystram G, 2010. Heat, mass transfer and physical properties of biscuits enriched with date powder. *Journal of Applied Sciences Research* 6: 1680-1686.
- Hess A, and Setser CS, 1983. Alternative systems for sweetening layer cake using aspartame with and without fructose. *Cereal Chemistry* 60: 337-341.
- Hesso N, Loisel C, Chevallier S, and Lebail A, 2014. Impact of pregelatinised starches on the texture and staling of conventional and degassed pound cake. *Food Bioprocess Technology* 7: 2923-2930.
- Kahlil AH, 1998. The influence of carbohydrate-based fat replacers and with and without emulsifiers on the quality characteristics of low fat cake. *Plant Foods for Human Nutrition* 52: 299–311.
- 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: 2107-2110.
- Nabors LOB, 2002. Sweet choices: sugar replacements for foods and beverages. *Food Technology* 56(7): 28-34.
- Nourmohammadi E, and Peighambardoust SH, 2016. New concept in reduced-calorie sponge cake production by xylitol and oligofructose. *Journal of Food Quality* 39: 627-633.
- Nourmohammadi E, and Peighambardoust SH, 2015. A Comprehensive study on the effect of maltitol and oligofructose as alternative sweeteners in sponge cakes. *International Journal of Food Engineering* 11: 557-562.
- OIV Statistical Report on World Vitiviniculture. 2019. International Organization of Vine and Wine, Paris, France. <http://www.oiv.int/public/medias/6782/oiv-2019-statistical-report-on-world-vitiviniculture.pdf>
- Rasouli-Pirouzian H, Peighambardoust SH, and Azadmard-Damirchi S, 2017. Rheological properties of sugar-free milk chocolate: comparative study and optimisation. *Czech Journal of Food Science*, 35: 440–448.
- Rudkowska I, 2009. Functional foods for health: Focus on diabetes. *Maturitas* 62(3): 263-269.
- Tong Q, Zhang X, Wu F, Tong J, Zhang P, and Zhang J, 2010. Effect of honey powder on dough rheology and bread quality. *Food Research International* 43(9):2284-2288.

Journal of Food Research/vol.30 No.2/ 2020/pp 175-188
<https://foodresearch.tabrizu.ac.ir>

Effect of replacement of sugar with grape syrup powder on characteristics of cup cake

H Moosivand¹, M Hojjati^{2*}, H Jooyandeh², H Barzegar² and H Zaki Dijazi³

Received: November 12, 2019

Accepted: February 21, 2020

¹ MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran

² Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran

³ Assistant professor, Department of Biosystems Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

*Corresponding author: Email: hojjati@asnruk.ac.ir

Introduction: Cake is one of the most popular flour products among all age groups especially in children with different types and calories. The high-energy content of various cake is often attributed to the oil, eggs and sugar in their formulation. Sugar is one of the principle ingredients of sponge cake batter that acts as a stabilizer and tenderizer by retarding and restricting the gluten formation and increasing the temperature of egg protein denaturation and starch gelatinization. In addition to making sweets, sugar keeps air bubbles in the texture of the cake and increases the volume of the cake. Despite all the functional benefits of sugar, due to the association with health risks such as high blood pressure, cardiovascular diseases, non-alcoholic fatty liver disease, tooth decay, obesity and diabetes, these days, the demand for low-sugar foods has increased. The replacing sugar with kinds of sweeteners such as natural and artificial ones in cake formulation for reducing amount of sugar is particularly important. Iran is the tenth largest grape producer in the world and grape syrup is one of the grape products with high nutritional and sweetening value that is produced in different regions of Iran. It is an important food product in human nutrition because of the high amounts of monosaccharides and minerals it contains and it is especially an excellent source of iron. The objective of this study was to use the grape syrup powder as a sugar substitute in cup cake.

Material and methods: The grape syrup without any added sugar or additives with brix 71 was obtained from Tuyserkan (Hamadan province, Iran) and powdered using a spray dryer and maltodextrin to prevent it from sticking to the machine. Cake flour with 72% extraction rate was purchased from Jonoob Factory (Ahwaz, Khuzestan). In order to make a spongy cake, the grape syrup powder at the five ratios of 0%, 25%, 50%, 75% and 100% were substituted with the sugar in the formulation of cake. The batter of cupcake in this research was prepared using the sugar – dough method. The cake batter was poured into mold and cooked in an oven at 325 °C for 25 minutes. The cakes were exposed to air for 40 minutes to cool. The cakes were then packed in polyethylene bags and stored at ambient temperature and away from direct light. The specific gravity of cake batter was determined by dividing the weight of 240 mL of cake batter by the weight of 240 mL water. Then the physicochemical properties including the moisture content, firmness, volume, porosity, and color and sensory characteristics of the cakes were evaluated weekly during twenty-one days of storage. The moisture content of the samples was evaluated using a hot air oven at 105°C until constant weight. The cake volume was measured using the rapeseed displacement method. A Texture Analyzer was used to calculate the firmness of samples. The porosity of the crumb was investigated by imaging using Image J software. Color determinations of cake crust, including lightness (L), redness (a^*), and yellowness (b^*) were determined using the digital colorimeter system. A panel of ten trained panelists

evaluated the cakes, ages 24–37 years (six females and four male), with sensory evaluation experience in descriptive evaluation of various food products. The sensory features including taste, odor, appearance, texture, and overall acceptability of cakes were performed using a descriptive profile test based on a scale of 1-5; where: 0 = extremely low intensity and 5 = extremely high intensity.

Results and discussion: The findings observed that increasing the grape syrup powder ratio caused an increase in specific gravity of the cakes batter, although in each case it was lower than the specific gravity of the control sample. The results showed that replacing sugar with different ratios of grape syrup powder as well as storage time had a significant effect on the characteristics of the cake. The moisture content increased significantly with increasing ratio of grape syrup powder to cake formulation. However, in all treatments, the moisture content of cake samples decreased during storage ($p < 0.05$). By the time of cake storage up to 21 days, the firmness of all cake samples decreased but the firmness of the cakes made from grape syrup powder was lower than the control sample on all days. On the last day, the samples containing 25% and 50% powder did not differ in firmness but were significantly softer than the control. The volume and porosity of cake samples were affected by sugar substitution with grape syrup powder as it decreased with increasing grape syrup powder ratio but the highest porosity and cake volume were observed in the sample containing 25% powder. By raising the ratio of grape syrup powder to the cake formula, the lightness of the cakes decreased and in other words, the cakes became darker and the redness and yellowness of the cakes increased and decreased, respectively. The sensory evaluation results showed that the samples containing 25% and 100% of the grape syrup powder had the highest and the lowest appearance, respectively. Replacement of sugar with grape syrup powder also improved the cake odor, which was significantly different from the control sample. The control sample and the cake sample containing 25% grape syrup powder had the highest softness and elasticity values. On the other hand, the addition of grape syrup powder produced a better taste than the control sample, with the cake containing 75% of the powder having the highest taste score. The highest and lowest overall acceptability scores were obtained in samples containing 25 and 50% grape syrup powder, respectively. In general, the results of sensory evaluation showed that replacing sugar with ratios of 25 to 50% of grape syrup powder improved some of the sensory properties of the cake.

Conclusion: Based on the findings of this study, up to 25% grape syrup powder as a natural sweetener can be replaced with sugar in the cupcake formula.

Keywords: Cake, Firmness, Organoleptic characteristics, Porosity, Volume