مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک فنجانی بدون گلوتن حاوی اینولین

پریا کلانی[۱]، سارا جعفریان[۲*]، محمدحسین عزیزی[۳]، غلامحسن اسدی[٤]، لیلا روزبه نصیرایی[۲]

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، مازندران، ایران.

۲- استادیار،گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، مازندران، ایران.

۳- استاد، گروه علوم و صنایعغذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

٤- استادیار، گروه صنایع غذایی، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۰٤/۱٤

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰۷/۲۵

کلمات کلیدی:

کیک،

تقلیدکننده چربی،

اینولین،

جایگزین شکر،

سوکرالوز.

DOI: 10.22034/FSCT.19.130.111

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.10.9

* مسئول مکاتبات:

drsjafarian@yahoo.com

چکیده

آگاهی عموم مردم نسبت به مسائل سلامت و بهداشت سبب شده است تا تقاضا برایتولید محصولات کمکالری و با کیفیت که میزان چربی و شکردر آن‌ها کاهش یافته است، افزایش پیدا کند. هدف از این تحقیق، ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک فنجانی بدون گلوتن حاوی اینولین می‌باشد. در این پژوهش از آردهای برنج، لوبیا سفید و چیا به عنوان جایگزین آرد گندم، به ترتیب در سطوح ۵۰، ٤۰ و ۱۰ گرم، اینولین به عنوان تقلیدکننده چربی در سطوح ۰ و ۳۰ گرم و سوکرالوز به عنوان جایگزین بخشی از شکر موجود در کیک در سطوح ۰ و ۰/۰۵ گرم استفاده شده است. بر اساس نتایجی که در این پژوهش حاصل گردید، جایگزینی شکر با سوکرالوز و جایگزینی چربی با اینولین در کیک پری‌بیوتیک بدون گلوتن باعث کاهش محتوای رطوبت، پوسته و مغز روشن‌تر و زردتر، کاهش pH، افزایش سفتی و کاهش فنریت و پیوستگی بافت گردید.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.10.9]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.130.111]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.10.9]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.130.111]

۱- مقدمه

بیماری سلیاکیک عدم تحمل مادام العمر به جزء گلیادین گندم و پرولامین‌های چاودار (سکالین‌ها)، جو (هوردئین‌ها) و احتمالاً جو (آویدین‌ها) است[۱]. واکنش به مصرف گلوتن توسط مبتلایان به بیماریسلیاک، التهاب روده کوچک است که منجر به سوء جذب چندین ماده مغذیاز از جمله آهن، اسید فولیک، کلسیم و ویتامین‌های محلول در چربیو آسیب مخاط روده می‌شود[۲]. غلات اصلی بدون گلوتن توصیه شده برای بیماران سلیاک برنج، ذرت، سورگوم و گندم سیاه هستند، اما به استثنای برنج، همگی آن‌ها در صورت استفاده حتی در غلظت ۲۰-۱۰٪، اثرات منفی بر کیفیت محصول دارند[۳].

حذف گلوتن یکی از مسائل چالش برانگیز برای صنعت غذا است، زیرا ماتریکس پروتئینی گلوتن که در آرد این منابع وجود ندارد، عامل اصلی خواص مهم خمیر نظیر کشش‌پذیری، مقاومت در برابر کشش، قابلیت اتساع، تحمل در حین اختلاط و توانایی نگهداری گاز در محصولات صنایع پخت می باشد[٤]. مشخص شده است که استفاده از بسیاری از صمغ‌ها از جمله هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، صمغ لوبیای خرنوب، صمغ گوار، کاراگینان، صمغ زانتان و آگار که خواص ویسکوالاستیکی مشابه گلوتن را نشان می‌دهند اجتناب ناپذیر است [۱].

آرد برنج دارای ویژگی‌های منحصر به فردی مانند طعم ملایم، رنگ سفید، سهولت هضم و خاصیت ضد حساسیت است. سطوح پایین پروتئین و سدیم، عدم وجود گلیادین و وجود کربوهیدرات‌هایی که به راحتی هضم می‌شوند، آن را به غذاییایده‌آل برای بیماران مبتلا به سلیاک تبدیل کرده است[۳].

لوبیا منبع خوبی از فیبرهای محلول، ویتامین‌های-ب، آهن، کلسیم، پتاسیم، فسفر و مقادیر اندک سدیم و چربی است. واکنش‌های آلرژیک به پروتئین‌های حاصل از محصولات حبوبات محدود و نادر بوده است.استفاده از لوبیا سفید یک راه ارزان برای افزایش جذب فیبر، بهبود سیری و دریافت ترکیبات فعال زیستی است که ممکن است خطر ابتلا به سرطان روده بزرگ را کاهش دهد [۵].

دانه چیا به به دلیل داشتن ۲۰-۱۷٪ پروتئین و فقدان گلوتن، پایداری حرارتی و ظرفیت نگهداری آب بالایی دارد که آن را بسیار مناسب برای استفاده در محصولات پخت کرده است. دانه‌های چیا محتوای روغن بالایی (۳۲-۲۵٪) دارند، که تقریباً ۶۰٪ آن آلفا-لینولنیک اسید است که مزایای سلامتی بخش فراوانی دارد [٦]. استفاده از دانه چیا ممکن است به شکل دانه کامل، آرد، موسیلاژ (فیبرهای محلول در آب) و روغن دانه باشد [۷].

کیک یک ماده غذایی است که غنی از شکر و چربی بوده و به طور گسترده در صنعت محصولات پخت استفاده می‌شود[۸]. مشکل اصلی این نوع محصولات میزان چربی و قند بالای آنهاست که آن‌ها را به محصولاتیپرکالری تبدیلمی‌کند[۹] و مصرف مداوم و طولانی مدت آن چاقایجاد می‌کند[۱۰].

روغن‌ها و چربی‌های خوراکی بخش عمده‌ای از ترکیبات مواد غذایی مصرفی روزانه را به خود اختصاص می‌دهند. این مواد غذایی علاوه بر تأمین انرژی، نقش مهمی در حفظ سلامت و ادامه حیات دارند که ویتامین‌های محلول در چربی و اسیدهای چرب ضروری را نیز به بدن می‌رسانند[۱۱]. کاهش مقدار چربیمواد غذایی با استفاده از جایگزین‌های چربی، همراه با کاهش مقدار کالریمواد غذایی، به طور بالقوه می‌تواند تأثیر قابل‌ت وجهی بر حفظ سلامت داشته باشد[۱۲]. جایگزین‌های چربی عموماً به دو گروه تقسیم می‌شوند: جایگزین‌های چربی و تقلیدکننده‌های چربی[1]. جایگزین‌های چربی موادی هستند که ساختار شیمیایی تا حدودی نزدیک به چربی‌ها دارند و خواص فیزیکوشیمیایی مشابهی دارند. تقلید کننده‌های چربی موادی هستند که ساختار شیمیایی متفاوتی با چربی دارند. آن‌ها معمولاً بر پایه کربوهیدرات و/یا پروتئین هستند[۱۳].

یکی از تقلید کننده‌های چربی بر پایه کربوهیدرات و فیبر اینولینمی‌باشد که در کنگر فرنگی اورشلیم و کاسنی به فراوانی یافت می‌شود، دارای چگالی انرژی ۱/۵ کالری در هر گرم بوده، در دسرهای منجمد، محصولات پخت و شیرینی‌سازی کاربرد دارد و در ایجاد قوام، احساس دهانی و بهبود بافت شرکت می‌کند[١٤]. یکی از ویژگی‌های اینولین بهبود بافت است که ناشی از عملکرد اینولین به عنوان جایگزین چربی است که این اثر به خاطر ظرفیت این ماده در تشکیل میکروکریستال‌هایی است که با یکدیگر تعامل برقرار کرده و توده‌های کوچکی را تشکیل می‌دهند که مقدار زیادی آب را در داخل خود نگه می‌دارند و بافت خوب و خامه‌ای که احساسی شبیه به چربی را دارد، ایجاد می‌کنند[۱۵]. نتایج تحقیقات حسین و همکاران [١٦]حاکی از آن بود که وزن مخصوص

1. Fat mimics

خمیر، ارتفاع، حجم و تراکم‌پذیری کیک‌های با ۲۵٪ جایگزینی چربی توسط اینولین کنگر فرنگی نسبت به نمونه شاهد بهبود پیدا کرد. از طرفی جایگزینی چربی هیچ تأثیری بر رنگ کیک های تولیدی نداشت. طعم، بافت و ظاهر نمونه ها با ۲۵٪ جایگزینی نسبت به نمونه شاهد از میانگین امتیازی بالاتری برخوردار شدند. رودریگوئز-گارسیا و همکاران [۱۷] بهینه سازی فرمولاسیون کیک اسفنجی توسط اینولین به عنوان جایگزین چربی، ساختار، خواص فیزیکوشیمیایی و حسی آن را مورد مطالعه قرار دادند. خمیرها و کیک‌های با ۵۰٪ جایگزینی چربی تفاوت معنی‌داری با نمونه‌شاهد در اکثر پارامترهای مورد مطالعه نشان ندادند. همچنین، کیک‌های با جایگزینی چربی تا ۷۰٪ تفاوت معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد نداشتند و توسط ارزیاب‌های حسی آموزش ندیده به عنوان قابل قبول رتبه بندی شدند.اینولین که یک فروکتان غیر قابل هضم می‌باشد، علاوه بر این که قابلیت جانشینی چربی را بر عهده دارد، از جمله پریبیوتیک‌های مورد مطالعه است. به همین دلیل فرآورده حاوی این ترکیب جزء فرآورده‌های غذایی عملگرا یا فراسودمند محسوب می‌گردد[۱۸].

یکی دیگر از اهداف کاهش کالری در کیک،کاهش میزان شکر است.شکر به تأمین انرژی و شیرینی کمک می کند. علاوه بر این، در مرحله اختلاط، ویسکوزیته خمیر را با محدود کردن مقدار آب آزاد کنترل می‌کند[۹].

جایگزین‌های شکر نوعی از افزودنی‌های غذاییمی‌باشند که دارای شیرینی و طعم چندین برابر اما انرژی کمتریمی‌باشند. در ایالات متحده آمریکا، پنج ماده قندی به شدت شیرین برای استفاده تایید شده است که شامل استویا، آسپارتام، سوکرالوز، آس سولفات پتاسیم و ساخارین می‌باشد[۱۹]. سوکرالوز ۶۰۰ برابر شیرین‌تر از ساکارز است. سوکرالوز دارای درجه بالایی از بلورینگی،حلالیت بالا در آب و پایداری بسیار خوب در دماهای بالا است، بنابراینیک ماده عالیبرای کاربرد در محصولات پخت می‌باشد[۲۰]. مطالعه اثرات جایگزینی ساکارز با ۱٪ سوکرالوز در یک محلول ۱/۵٪ صمغ زانتان بر ویژگی های ساختاری کیک اسفنجی توسط کاوال‌کانته و همکاران [۲۱] نشان داد که با کاهش ساکارز، حجم مخصوص، تعداد سلول‌ها و ویسکوزیته ظاهری خمیر نیز کاهش یافته است. نتایج نشان داد که جایگزینیساکارز تا حد زیادیسبب ایجاد نقص در ساختار کیک می‌گردد. لین و همکاران [۲۲] کیفیت کیک چیفون تهیه شده با دکسترین و سوکرالوز غیر قابل هضم به عنوان جایگزین ساکارز را مورد مطالعه قرار دادند. جایگزینی ۸۰٪ ساکارز با دکسترین و سوکرالوز منجر به ایجاد خمیر کیک با وزن مخصوص و پیک دمایی بالاتر گردید. شاخص‌های رنگی پوسته و مغز کیک‌هایچیفون تهیه شده بالاتر از نمونه شاهد بودند. سوکرالوز در طول پخت پایدار بود. جایگزینی ۲۰، ۴۰ و ۵۰٪ ساکارز با دکسترین و سوکرالوز ویژگی‌های حسی مورد مطالعه را تحت تأثیر قرار نداد.

هدف از این تحقیق، ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک فنجانی فراسودمند بر پایه آرد برنج و آرد لوبیای سفید حاوی اینولین و سوکرالوز است. با توجه به مصرف روز افزون انواع کیک درجامعه به علت تغییر ذائقه و گرایش به این محصول از یک سو و بروز و تشدیدخطر افزایش بیماری‌های دیابت و قلبی و عروقی افراد جامعه به جهت تحرک کم، زندگی ماشینی، تغذیه ناسالم و بی‌مبالاتی در مصرف مواد قندی و چربی‌ها از سوی دیگر، انجام این تحقیق را در جهت تولید کیک فراسودمند که نه تنها مانع بروز چنین عوارض و مشکلاتی می‌شود، بلکه می‌تواند به نوعی عوارض و مشکلات بهداشتی و تغذیه‌ای را کاهش دهد، بیش از پیش ضروریمی نماید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آردهای برنج، لوبیا سفید و چیا از شرکت برتر، اینولین تجاری از شرکت سنسوز هلند و سوکرالوز از شرکت پرارین پارس خریداری گردید. سایر مواد اولیه شامل شکر، تخم مرغ، پودر وانیل، بیکینگ پودر، شیر کم چرب و کیسه‌های پلی اتیلنی از فروشگاه های محلی خریداری گردید.

۲-۲- تولید کیک

برای تولید خمیر کیک شاهد از فرمولاسیون که در جدول ۱ارایه شده است، استفاده گردید. در مرحله اول، تخم‌مرغ به مدت ۳ دقیقه با همزن برقی با دور بالا همزدهشد. در مرحله دوم، شکر و وانیل و سوکرالوز به آن اضافه شده و دوباره توسط‌همزن برقی با دور بالا در ۳ دقیقه کاملاً مواد مخلوط شد تا یک کرم حاویحباب‌های هوا ایجاد گردد. سپسروغن و آب به‌مخلوط اول اضافه‌شد و با دور بالای‌همزن، مخلوط گردید.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.10.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.130.111]

در مرحله سوم، آردهای برنج، لوبیا سفید، چیا و بیکینگ‌پودر و مخلوط صمغ زانتان و گوار و اینولین اضافه شد و دوباره به‌مدت ۳ دقیقه با سرعت متوسط عمل مخلوط کردن انجام گردید. در ادامه با استفاده از یک قیف پارچه‌ای میزان معینی از خمیر تهیه شده درون قالب‌های کاغذی کاپ کیک مخصوص ریخته شد و در فر پخت با دمای ۱۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ دقیقه پخت شدند. پس از سرد شدن کیک‌های تولید شده، نمونه‌ها درون کیسه پلی اتیلنی برای انجام آزمون‌های مورد نظر نگهداری شد.

Table 1 Cake production formulation

Amount (g)	A	B	C	D	E
Rice flour	50	50	50	50	50
Navy bean flour	40	40	40	40	40
Chia flour	10	10	10	10	10
Oil	50	25	50	25	50
Sugar	80	80	30	30	80
Inulin	30	30	30	30	0
Sucralose	0	0	0.05	0.05	0
Xanthan+Guar gum	0.5+0.5	0.5+0.5	0.5+0.5	0.5+0.5	0.5+0.5
Baking powder	3	3	3	3	3
Vanilla	2	2	2	2	2
Egg	70	70	70	70	70
Low fat milk	25	25	25	25	25

۲-۳- محتوای رطوبت

میزان رطوبت آرد برنج، آرد لوبیای سفید، آرد چیا و نمونه‌های کیک بر اساس روش استاندارد AACC ۱۵-٤٤، اندازه‌گیری شد. در این روش ۳ گرم از نمونه در آون (Memmert UFE 500) ساخت کشور آلمان با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت قرار گرفت [۲۳].

۲-٤- ارزیابی رنگ پوسته و مغز

تعیین رنگ پوسته و مغز نمونه‌های کیک (۳*۳*۳ سانتی‌متر) با استفاده از اسپکتروفوتومتر (Color-Eye® 7000A) ساخت کشور آمریکا انجام گردید. در این روش، رنگ نمونه‌ها با ابعاد L، a و b نشان داده می‌شود[۲٤].

pH -۲-۵

pHنمونه‌های کیک بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۳۷ با استفاده از pH متر الکترونیکی (Metrohm 827 pH lab) ساخت کشور سوئیس اندازه‌گیری شد [۲۵].

۲-٦- ارزیابی بافت کیک

سنجش ویژگیهای بافت مغز کیک، ۲٤ ساعت پس از تولید،به روش آزمون آنالیز پروفایل بافت و با استفاده از دستگاه بافت سنج (Texture analyzer BROOKFIELD) ساخت کشور انگلستان انجام گردید. در این روش ۱ سانتی‌متر از بالای کیک جدا شد تا سطح رویی کیک یکنواخت شود، نمونه ها در ابعاد ۲×۲×۲ سانتی متر برش خوردند و سپس در زیر پروب آلومینیومی دستگاه با مقطع دایره‌ای (P36/R) به قطر ۳٦ میلی‌متر قرار گرفتند و آزمون فشاری دو مرحله‌ای بر روی آن‌ها انجام شد. در این آزمون سلول بارگذاری[1] ۵ کیلوگرم، کرنش ۵۰٪ در زمان ۵ ثانیه، سرعت برگشت ۲ میلی‌متر بر ثانیه و نیروی تماس ۵ گرم بود. در این آزمون خصوصیاتی شامل سفتی[2]، فنریت[3] و پیوستگی[4] بافت اندازه‌گیری و گزارش شدند [۲٦].

۲-۷- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شده است. ارزیابی یافته‌ها درقالب طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. برای رسم نمودارهاازبرنامه Excel (۲۰۱۹) و برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزارSPSS 24 و مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵٪ استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- محتوای رطوبت

تعیین رطوبت نمونه‌های آرد (جدول ۲) نشان داد که بین

1. Load cell
2. Hardness
3. Springiness
4. Cohesiveness

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.10.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.130.111]

درصد رطوبت در ۳ آرد برنج، آرد لوبیای سفید و آرد چیا اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵) و درصد رطوبت در آرد برنج بیشترین مقدار و در آرد چیا کمترین مقدار بود.

Table 2Moisture content of flours

Moisture content (%)	Samples
10.10±0.00[a]	Rice flour
8.50±0.20[b]	Navy bean flour
6.33±0.15[c]	Chia flour

Means and standard deviations are reported (n=3).Means with different letter aresignificantly different (P<0.05).

در جدول ۳ درصد رطوبت نمونه‌های کیک گزارش شده است. همان‌طور که در این جدول ملاحظه می‌شود نوع تیمار بر رطوبت کیک اثر معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). با افزایش جایگزینی شکر و چربی محتوای رطوبت کاهش یافت. اینولین در مقایسه با سایر فیبرها به دلیل نوع ساختاری که دارد علاوه بر جذب آب بیشتر به دلیلحلالیت در آب، در مرحله پخت نیز میزان آب بیشتری از دست می‌دهد و این عامل سبب خواهد شد تا میزان رطوبت محصول نهایی کاهش یابد. همچنین همان طور که اشاره شد مهمترین عاملی که می‌توان در رابطه با کاهش رطوبت نمونه‌های کیک به آن اشاره کرد، تشکیل میکروکریستال‌هایی توسط اینولین است که با محبوس شدن آب در داخل شبکه‌های آن، کاهش رطوبت محصول نهایی مشاهده خواهد شد[۲۷].

در مطالعه‌ای که در مورد تأثیر جایگزینی مخلوط سوکرالوز-پلی‌دکستروز در کیک انجام شد مشخص گردید که کیک‌های تهیه شده در مقایسه با کیک شاهد از مقدار رطوبت کمتری برخوردار بودند که دلیل آن را به کاهش اتصالات آب دوستی قندهای مذکور نسبت دادند [۲۸].

Table 3 Moisture content of cake samples

Moisture content (%)	Samples
19.93±0.07[c]	A
17.95±0.45[d]	B
21.82±0.18[b]	C
24.70±0.80[a]	D
24.85±0.15[a]	E

Means and standard deviations are reported (n=3).Means with different letter aresignificantly different (P<0.05).
(A) Cake containing 50 g oil+80 g sugar+30 g inulin+0 g sucralose; (B) Cake containing containing 25 g oil+80 g sugar+30 g inulin+0 g sucralose; (C) Cake containing containing 50 g oil+30 g sugar+30 g inulin+0.05 g sucralose; (D) Cake containing 25 g oil+30 g sugar+30 g inulin+0.05 g sucralose; (E) Cake containing 50 g oil+80 g sugar+0 g inulin+0 g sucralose (Control).

۳-۲- رنگ پوسته و مغز

L* شاخص روشنایی تصویر می‌باشد که در محدوده ۱۰۰-۰ بوده که با نزدیک شدن به عدد ۱۰۰، نمونه روشن‌ترمی‌شود. a* شاخص سبزی تا قرمزی بودن تصویر است و محدوده آن از ۱۲۰- برای سبزی و ۱۲۰+ برای قرمزی است. b* شاخص آبی تا زردی بودن تصویر است و محدوده آن از ۱۲۰- برای آبی و ۱۲۰+ برای زردی است. در شکل ۱ نتایج مربوط به آنالیز رنگ پوسته و در شکل ۲ نتایج مربوط به آنالیز مغز کیک های فنجانی پری‌بیوتیک بدون گلوتن با روغن و شکر کاهش یافته مشاهده می‌شود. با افزایش جایگزینی شکر و چربی، پوسته و مغز روشن‌تر و زردتری توسط رنگ‌سنج اندازه‌گیری شده است. رنگ کیک به دلیل واکنش قندهای احیاکننده با آمینواسیدها می‌باشد (واکنش مایلارد). در طول پخت، این ترکیبات پلیمرهای قهوه‌ای رنگ یا ملانوئیدین‌ها را تشکیل می دهند. اینولینیک پلی ساکارید بلند زنجیره است که از ۶۰-۲۲ واحد فروکتوز و تنها یک واحد گلوکز در انتهای زنجیره تشکیل شده است. مولکول‌های فروکتوز توسط پیوند بتا-(۲-۱) به یکدیگر متصل شده‌اند، در حالی که آخرین فروکتوز به گلوکز با پیوندآلفا-(۱-۲) متصل شده است، بنابراین اینولین در واکنش مایلارد مانند قندهای احیاکننده شرکت نمی‌کند[۲۹]. نتایج مشابه در نتیجه جایگزینی چربی با اینولین در محتوای رطوبتی توسط دامن افشان و همکاران [۳۰]، موریس و همکاران [۳۱] و هاگر و همکاران [۳۲] گزارش شد که با نتایج به دست آمده در این پژوهش مطابقت داشت.

در ایجاد روشنایی ورنگ قرمز و زرد محصولات غذایی، عوامل متعددی نظیر pH محیط، وجود قندهای احیاکننده، نوع قند، وجود اسیدهای آمینه آزاد، مقاومت حرارتی، میزانفعالیت آبی، درصد مواد خشک و میزان درجه حرارت تأثیر گذار است که در تحقیق حاضر سوکرالوزبه دلیل پایداری بسیار خوب در دماهای بالا، در طول پخت پایدار بوده است. نتایج تحقیق حاصل با تحقیقات لین و همکاران [۲۲] تطابق داشت. آن‌ها بیان داشتند که در کیک‌هایچیفون تولید شده با افزایش جایگزینی ساکارز با سوکرالوز و دکسترین مقدار روشنایی و زردی به طور معنی‌دار (P<۰/۰۵) افزایش یافت.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.10.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.130.111]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.10.9]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.130.111]

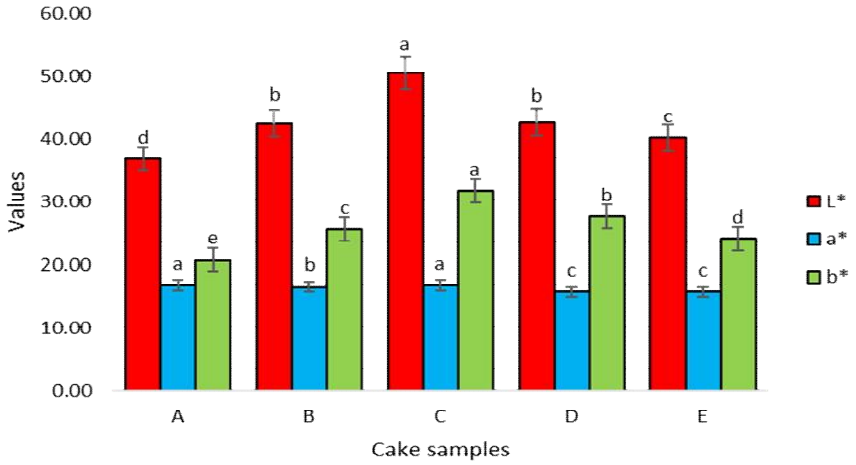

Fig 1 Crust color indexes (L*a*b*) ofGluten-free prebiotic cupcakes with reduced fat and sugar
*Bars containing different letters within colors are significantly different(P<0.05).
(A) Cake containing 50 g oil+80 g sugar+30 g inulin+0 g sucralose; (B) Cake containing containing 25 g oil+80 g sugar+30 g inulin+0 g sucralose; (C) Cake containing containing 50 g oil+30 g sugar+30 g inulin+0.05 g sucralose; (D) Cake containing 25 g oil+30 g sugar+30 g inulin+0.05 g sucralose; (E) Cake containing 50 g oil+80 g sugar+0 g inulin+0 g sucralose (Control).

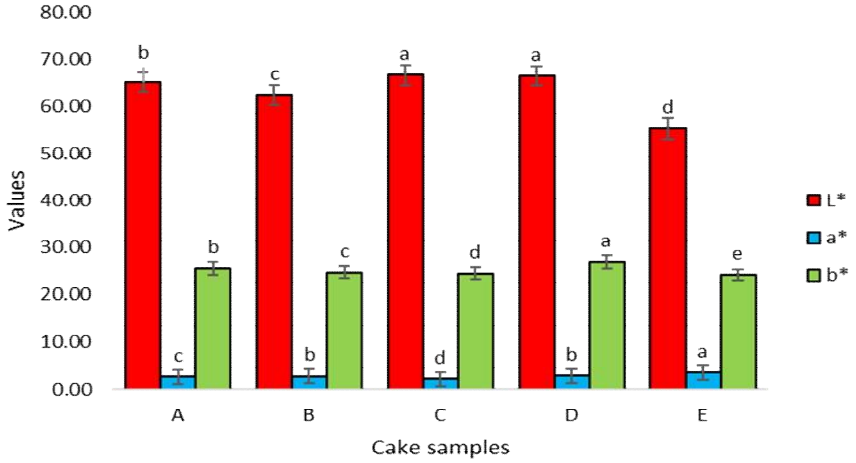

Fig 2 Crumb color indexes (L*a*b*) ofGluten-free prebiotic cupcakes with reduced fat and sugar
*Bars containing different letters within colors are significantly different(P<0.05).
(A) Cake containing 50 g oil+80 g sugar+30 g inulin+0 g sucralose; (B) Cake containing containing 25 g oil+80 g sugar+30 g inulin+0 g sucralose; (C) Cake containing containing 50 g oil+30 g sugar+30 g inulin+0.05 g sucralose; (D) Cake containing 25 g oil+30 g sugar+30 g inulin+0.05 g sucralose; (E) Cake containing 50 g oil+80 g sugar+0 g inulin+0 g sucralose (Control).

pH -۳-۳

نتایج pH نمونه‌های کیک در جدول ٤ به نمایش در آمده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شودنوع تیمار بر pHنمونه‌های کیک اثر معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). با افزایش جایگزینی شکر و چربی، pH کاهش یافته است.

سوکرالوز دارای ماهیت اسیدی بوده و اینولین نیز در کاهش pH نقش دارد. نتایج به دست آمده در این پژوهش با گزارش سلیک و همکاران [۳۳] مطابقت دارد.

Table 3 pH of cake samples

pH	Samples
7.23±0.04[c]	A
7.71±0.11[a]	B
7.42±0.02[b]	C
7.36±0.03[b]	D
7.32±0.04[bc]	E

Means and standard deviations are reported (n=3).Means with different letter aresignificantly different (P<0.05).
(A) Cake containing 50 g oil+80 g sugar+30 g inulin+0 g sucralose; (B) Cake containing containing 25 g oil+80 g sugar+30 g inulin+0 g sucralose; (C) Cake containing containing 50 g oil+30 g sugar+30 g inulin+0.05 g sucralose; (D) Cake containing 25 g oil+30 g sugar+30 g inulin+0.05 g sucralose; (E) Cake containing 50 g oil+80 g sugar+0 g inulin+0 g sucralose (Control).

۳-٤- بافت کیک

در جدول ٤ سفتی، فنریت و پیوستگی نمونه های کیک‌های فنجانی پری‌بیوتیک بدون گلوتن با روغن و شکر کاهش یافته به نمایش درآمده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شودنوع تیمار بر سفتی و فنریت و پیوستگی بافت اثر معنی داری داشت (P<۰/۰۵) و با افزایش جایگزینی چربی، سفتی افزایش و فنریت و پیوستگی کاهش یافته است. فنریت و پیوستگی متأثر از افزایش تراکم بافت کاهش یافته است. سفت شدن بافت کیک در اثر افزایش میزان اینولین به کار رفته در فرمولاسیون تهیه کیک دلایل مختلفی می‌تواند داشته باشد.یکی از دلایلی که می‌توان به آن اشاره کرد تأثیر اینولین بر اندازه حباب‌های خمیرکیک می‌باشد. با کاهش درصد چربی و افزایش میزان اینولین، اندازه حباب‌های خمیر کیک بیش از حد کوچک شده و در نتیجه هوای موجود در خمیرکیک آماده پخت کمتر از حد لازم شده و همین امر سبب خواهد شد تا بافت کیکسفت‌تر و از میزاننرمی آن کاسته شود[۳۰]. از طرفی تأثیر اینولین بر ویژگیهای ارتجاعی خمیر و تغییر ویژگی‌های الاستیسیته آن سبب خواهد شد تا ظرفیت نگهداری گاز کاهش یابد. با کاهش ظرفیت نگهداری گاز و به دنبال آن افزایش ویسکوزیته خمیر، سفت شدن بافت کیک‌های مورد نظر حاصل شد. بنابراین اینولین با افزایش الاستیسیته خمیر نقش به سزایی در افزایش سفتی بافت کیک دارد. همچنین اختلاط مناسب اینولین با شبکه گلوتنی سبب رقیق شدن این شبکه شده که در نتیجه با کاهش حفظ گاز در خمیر سفت شدن بافت کیک ایجاد می‌شود[۳۱]. نتایج فوق با نتایج به دست آمده از ولپینی و همکاران [۳٤] و موریس و همکاران [۳۱] مطابقت داشت.

سفت شدن بافت کیک در طول مدت نگهداری فرایند پیچیده ای است که عوامل متعددی در آن دخیل است. به طور کلی مکانیزم آن ناشی از تغییر تدریجی نشاسته از حالت آمورف به کریستالی است. سفتی بافت تیمارهای حاویسوکرالوز به دلیل کاهش مقدار رطوبت آن، بیشتر است [۳۵] که نتایج به دست آمده با نتایج انجام شده توسط مقصود و همکاران [۳٦] در رابطه با افزودن سوکرالوز و پلی دکستروز به کیک مطابقت داشت.

Table 3 Textural properties of cake samples

Cohesiveness	Springiness	Hardness (N)	Samples
0.25[c]	0.29[e]	826.64[d]	A
0.41[b]	0.63[b]	966.96[c]	B
0.52[a]	0.80[a]	1154.69[b]	C
0.22[c]	0.43[c]	1507.84[a]	D
0.24[c]	0.39[d]	675.03[e]	E

Means and standard deviations are reported (n=3).Means with different letter aresignificantly different (P<0.05).
(A) Cake containing 50 g oil+80 g sugar+30 g inulin+0 g sucralose; (B) Cake containing containing 25 g oil+80 g sugar+30 g inulin+0 g sucralose; (C) Cake containing containing 50 g oil+30 g sugar+30 g inulin+0.05 g sucralose; (D) Cake containing 25 g oil+30 g sugar+30 g inulin+0.05 g sucralose; (E) Cake containing 50 g oil+80 g sugar+0 g inulin+0 g sucralose (Control).

٤- نتیجه‌گیری

بر اساس نتایجی که در این پژوهش حاصل گردید، جایگزینی شکر با سوکرالوز و جایگزینی چربی با اینولین در کیک پری بیوتیک بدون گلوتن باعث کاهش محتوای رطوبت، پوسته و مغز روشن‌تر و زردتر، کاهش pH، افزایش سفتی و کاهش فنریت و پیوستگی بافت می‌گردد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان از اینولین و سوکرالوز در تهیه کیک پری‌بیوتیک بدون گلوتن با چربی و شکر کاهش یافته استفاده کرد.

٥- تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از پایان نامه دوره دکتری تخصصی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور مازندران، با عنوان "بهینه‌سازی فرمولاسیون کیک فنجانی بدون گلوتن با روغن و شکر کاهش یافته" می‌باشد. لذا نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.10.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.130.111]

معاونت علمی (آموزشی-پژوهشی) دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور تشکر و قدردانی نمایند.

٦- منابع

[1] Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K. 2004. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. Trends in Food Science and Technology, 15(3-4): 143-152.

[2] Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C.G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. Journal of Food Engineering, 79(3): 1033-1047.

[3] Gujral, H.S., Guardiola, I., Carbonell, J.V., Rosell, C.M. 2003. Effect of cyclodextrinase on dough rheology and bread quality from rice flour. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(13): 3814-3818.

[4] Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K.2003. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. Journal of Food Engineering, 56(2-3): 153-161.

[5] Singh, M., Byars, J.A., Liu, S.X.2015. Navy Bean Flour Particle Size and Protein Content Affect Cake Baking and Batter Quality 1. Journal of Food Science, 80(6): E1229-E1234.

[6] Porras‐Loaiza, P., Jiménez‐Munguía, M.T., Sosa‐Morales, M.E., Palou, E., López‐Malo, A. 2014. Physical properties, chemical characterization and fatty acid composition of M exican chia (*S alviahispanica L.*) seeds. International Journal of Food Science and Technology, 49(2): 571-577.

[7] da Silva Marineli, R., Moraes, É.A., Lenquiste, S.A., Godoy, A.T., Eberlin, M.N., Maróstica Jr, M.R. 2014. Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica L.*). LWT-Food Science and Technology, 59(2): 1304-1310.

[8] 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(3): 953-964.

[9Rodríguez-García, J., Salvador, A., Hernando, I. 2014. Replacing fat and sugar with inulin in cakes: bubble size distribution, physical and sensory properties. Food and Bioprocess Technology, 7(4): 964-974.

[10] Lin, S.D., Hwang, C.F., Yeh, C.H. 2003. Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose. Journal of Food Science, 68(6): 2107-2110.

[11] Fennema, O.R. 1996. Food chemistry. CRC Press.

[12] Jonnalagadda, S.S., Jones, J.M., Black, J.D. 2005. Position of the American Dietetic Association: fat replacers. Journal of the American Dietetic Association, 105(2): 266-75.

[13] Ognean, C.F., Darie, N., Ognean, M., 2006. Fat replacers: review. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 12(2): 433-442.

[14] Peng, X., Yao, Y. 2017. Carbohydrates as fat replacers. Annual Review of Food Science and Technology, 8: 331-351.

[15] Hamaker, B.R. ed.2007. Technology of functional cereal products. Elsevier.

[16] Hussein, E.A., El-Beltagy, A.E., Gaafar, A.M. 2011. Production and quality evaluation of low calorie cake. American Journal of Food Technology, 6(9): 827-834.

[17] Rodríguez‐García, J., Puig, A., Salvador, A., Hernando, I. 2012. Optimization of a sponge cake formulation with inulin as fat replacer: structure, physicochemical, and sensory properties. Journal of Food Science, 77(2): C189-C197.

[18] Cardarelli, H.R., Buriti, F.C., Castro, I.A., Saad, S.M. 2008. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially synbiotic petit-suisse cheese. LWT-Food Science and Technology, 41(6): 1037-1046.

[19] Kroyer, G.T. 1999. The low calorie sweetener stevioside: stability and interaction with food ingredients. LWT-Food Science and Technology, 32(8): 509-512.

[20] Lothrop, R.S. 2012. Physicochemical and sensory quality of chiffon cake prepared with rebaudioside-A and erythritol as replacement for sucrose (Doctoral dissertation, Colorado State University).

[21] Cavalcante, R.S., Silva, C.E.M.D. 2015. Effects of sucrose reduction on the structural characteristics of sponge cake. RevistaCiênciaAgronômica, 46: 718-723.

[22] Lin, S.D., Lee, C.C. 2005. Qualities of chiffon cake prepared with indigestible

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.10.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.130.111]

dextrin and sucralose as replacement for sucrose. Cereal Chemistry, 82(4): 405-413.
[23] Barzegar, H., Alizadeh Behbahani, B., Zangene, N., Abdolnabipoor, E. 2021. Effect of Spirulina platensis microalgae powder as an egg white substitute on the sponge cake properties. Journal of Food Science and Technology(Iran), 17: 31-44.
[24] Zangeneh, N., Barzegar, H., Alizadeh Behbahani, B., Mehrnia, M. A. 2020. Investigation of the effect of different Spirulina platensis levels on nutritional, physicochemical and sensory properties of sponge cake. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 16: 207-220.
[25] Lim, H.S., Ghafoor, K., Park, S.H., Hwang, S.Y., Park, J. 2010. Quality and antioxidant properties of yellow layer cake containing Korean turmeric (*Curcuma longa L.*) powder. Journal of Food and Nutrition Research, 49(3).
[26] Majzoobi, M., Boostani, S., Farahnaky, A. 2013. Improvement of box cake quality using instant wheat starch. Journal of Food Research (University of Tabriz). 22: 421-429.
[27] Codină, G.G., Bilan, E. 2006. Using Inulin in bakery products. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 12(1): 6.
[28] 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..
[29] Krystyjan, M., Gumul, D., Ziobro, R., Sikora, M. 2015. The effect of inulin as a fat replacement on dough and biscuit properties. Journal of Food Quality, 38(5): 305-315.
[30] Damanafshan, P., Salehifar, M., GhiassiTarzi, B., Bakhoda, H. 2014. Effect of inulin on the qualitative characteristics of cake. Journal of Food Science and Technology (2008-8787), 12(46).
[31] Morris, C., Morris, G.A. 2012. The effect of inulin and fructo-oligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management: A review. Food Chemistry, 133(2): 237-248.
[32] Hager, A.S., Ryan, L.A., Schwab, C., Gänzle, M.G., O'Doherty, J.V., Arendt, E.K. 2011. Influence of the soluble fibres inulin and oat β-glucan on quality of dough and bread. European Food Research and Technology, 232(3): 405-413.
[33] Celik, I., Isik, F., Gursoy, O., Yilmaz, Y.2013. Use of Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus) tubers as a natural source of inulin in cakes. Journal of Food Processing and Preservation, 37(5): 483-488.
[34] Volpini-Rapina, L.F., Sokei, F.R., Conti-Silva, A.C. 2012. Sensory profile and preference mapping of orange cakes with addition of prebiotics inulin and oligofructose. LWT-Food Science and Technology, 48(1): 37-42.
[35] Ronda, F., Gómez, M., Blanco, C.A., Caballero, P.A. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. Food Chemistry, 90(4): 549-555.
[36] Maqsood, M.T. 2015. Effect of sucralose and polydextrose on rheological and textural properties of cake.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.10.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.130.111]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Evaluation of physicochemical characteristics of gluten-free cup cake containing inulin

Kalani, P. [1], Jafarian, S. [2*], Azizi, M. H. [3], Asadi, Gh. H. [4], Roozbeh Nasiraie, L. [2]

1. Ph.D. Student, Department of Food Science and Technology, Noor Branch, Islamic Azad University, Mazandaran, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Noor Branch, Islamic Azad University, Mazandaran, Iran.
3. Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, TarbiatModaresUniversity,Tehran, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology,Faculty of Agriculture Sciences and Food Industry, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 07/ 05
Accepted 2022/ 10/ 17

Keywords:

Cake,
Fat mimic,
Inulin,
Sugar substitute,
Sucralose.

DOI: 10.22034/FSCT.19.130.111
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.10.9

*Corresponding Author E-Mail:
drsjafarian@yahoo.com

ABSTRACT

The health-conscious public demands high-quality and low-calorie products that are low in fatand sugar. The aim of this research is to evaluate the physicochemical characteristics of gluten-free cup cake containing inulin. In this research, rice, white bean and chia flours are used as a partial substitute for wheat flour, respectively at the levels of 50, 40 and 10 grams, inulin as a fat mimicsat the levels of 0 and 30 grams, and sucralose as a partial substitute for sugar in the cake is used at the levels of 0 and 0.05 grams.According to the results of this study, sugar substitution with sucralose and fat replacement with inulin in gluten-free prebiotic cake, reduced moisture content, brighter and yellower crust and crumb, decreased pH, increased hardness and decreased springiness and cohesiveness.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.10.9]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.130.111]