



مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی-پژوهشی

تأثیر پودر کدو حلوایی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کیک اسفنجی بدون گلوتن بر پایه آرد برنج

محمد منصور سمیع^۱، آریو امامی‌فر^{۲*} و فخرالدین صالحی^۳

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فناوری مواد غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
- ۲- دانشیار گروه صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
- ۳- دانشیار گروه صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

چکیده

اطلاعات مقاله

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر سطوح مختلف جایگزینی (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد وزنی- وزنی) آرد برنج با پودر کدو حلوایی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کیک بدون گلوتن بر پایه آرد برنج بود. کیک‌های اسفنجی بر پایه آرد گندم مشابه با سطوح جایگزینی آرد برنج با پودر کدو حلوایی مشابه فرمولاسیون کیک برنجی به عنوان نمونه‌های شاهد تولید شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد. استفاده از پودر کدو حلوایی در فرمولاسیون کیک‌های بدون گلوتن بر پایه آرد برنج و کیک‌های گندمی ویژگی‌های فناورانه و حسی نمونه‌ها را به شکل معنی‌داری بهبود بخشید ($p < 0.05$). با افزایش نسبت جایگزینی آرد برنج و آرد گندم با پودر کدو حلوایی، به ترتیب ویسکوزیته خمیر کیک برنجی از ۶۸۲/۶۶ (نمونه شاهد) تا ۳۵۱۸/۴۴ سانتی پویز (۳۰ درصد پودر کدو حلوایی) و ویسکوزیته خمیر کیک گندمی از ۶۹۹/۵۰ (نمونه شاهد) تا ۴۰۳۶/۹۲ سانتی پویز (۳۰ درصد پودر کدو حلوایی) افزایش معنی‌داری یافت ($p < 0.05$). با افزایش نسبت جایگزینی آرد برنج و آرد گندم با پودر کدو حلوایی، مقدار حجم و میزان تخلخل نمونه‌ها کاهش و مقدار سفتی، فیبر، خاکستر، و میزان تیرگی آنها افزایش یافت ($p < 0.05$). کیک‌های حاصل از جایگزینی آرد برنج و آرد گندم با پودر کدو حلوایی تا سطح ۲۰ بیش‌ترین امتیازهای حسی (رنگ، طعم، بو، بافت و پذیرش کلی) را در مقایسه با کیک‌های شاهد دریافت کردند ($p < 0.05$). افزودن پودر کدو حلوایی در فرمولاسیون کیک‌های بدون گلوتن بر پایه آرد برنج در مقایسه با آرد گندم روشنایی بیشتر و قرمزی و زردی کمتری را در محصول نهایی ایجاد کرد که برای مصرف‌کننده مطلوب‌تر بود. این نتایج راه را برای استفاده از فناوری‌های ترکیبی شامل ترکیب پودر کدو و آرد برنج برای بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کیک‌های بدون گلوتن هموار خواهد ساخت.

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۵

کلمات کلیدی:

کدو حلوایی،

بیماری سلیاک،

ویسکوزیته خمیر

DOI: 10.22034/FSCT.20.137.129

DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.137.10.0

* مسئول مکاتبات:

a.emamifar@basu.ac.ir

۱- مقدمه

صنعت غلات و فرآورده های آردی نظیر نان، کیک و بیسکویت یکی از بزرگترین صنایع غذایی جهان است. این محصولات به دلیل راحتی در مصرف و ماندگاری مطلوب از پرفرودارترین فرآورده های این صنعت می باشند [۱]. امروزه با توجه به گسترده گی بیماری سلپاک که نوعی اختلال سیستمی خود ایمن و بیماری التهابی دستگاه گوارش است و به واسطه تماس گلو تن (پروتئین اصلی گندم) با سلول های روده کوچک با علایمی نظیر اسهال، عدم رشد، خستگی و کم خونی بروز می کند، تولید کیک های فاقد گلو تن در اکثر مناطق جهان افزایش یافته است [۲]. با توجه به اینکه حضور گلو تن حتی در مقادیر بسیار اندک در فرمولاسیون های غذایی آثار نامطلوبی بر دستگاه گوارش بیماران سلپاک دارد، لذا پژوهش های گسترده ای با هدف معرفی جایگزین های آرد گندم نظیر آرد های برنج، سویا، کینوا، و آمارانت انجام شده است [۳]. کدو حلوایی با نام علمی (*Cucurbita moschata* L.) متعلق به خانواده کدوئیان، از دسته سبزی های دولپه ای با میوه دهی سالانه می باشد که خاستگاه آن به قاره آمریکا برمی گردد. توجه به مصرف کدو حلوایی به دلیل ارزش تغذیه ای و فراسودمندی آن بسیار گسترش یافته است. این میوه حاوی ترکیبات زیست فعال، ضد انگل و ضد فرسودگی استخوان می باشد. همچنین دارای اسیدهای آمینه مفید برای رشد کودکان است. از طرف دیگر کدو حلوایی دارای ویژگی های ضد سرطان، ضد دیابت، کاهش دهنده کلسترول است [۴]. کدو حلوایی به شکل های گوناگون نظیر پخته شده، کنسرو، پوره، ژله، مربا و یا ترشی به مصرف عموم می رسد. در صنایع غذایی اغلب کدو حلوایی به شکل پودر در فرمولاسیون های غذایی با هدف بهبود ارزش تغذیه ای، ویژگی های حسی و افزایش مشتری پسندی مورد استفاده قرار می گیرد (بتول و همکاران، ۲۰۲۲) [۵]. بنابراین استفاده

از پودر کدو حلوایی که فاقد گلو تن است و با دارا بودن مقادیر فراوانی از فیبر و پروتئین می تواند تا حدودی جایگزینی مناسب برای آرد گندم، جو و چاودار در فرآورده های پخت می باشد تا علاوه بر اثرات بهبود ارزش تغذیه ای (ویژگی ضد اکسیدانی و مقادیر بالای فیبر های رژیمی) و ویژگی های فناورانه محصولات تولیدی بر خواص حسی و مشتری پسندی محصولات محتوی خود تأثیر بگذارد [۶]. ملکی اسکی و همکاران (۲۰۱۷)، امکان استفاده از کدو حلوایی را در فرمولاسیون کیک بررسی و ویژگی های حسی و میکروبی محصول تولیدی را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد که افزودن تا ۳ درصد کدو حلوایی به فرمولاسیون کیک ها ویژگی های حسی و فیزیکی کیک حاوی آن را بهبود بخشید [۷]. دلالت و همکاران (۲۰۲۰)، پودر کدو تنبل در سطوح (۰، ۱، ۳ و ۵) درصد به عنوان جایگزین آرد و شکر مصرفی در فرمولاسیون بیسکویت مورد استفاده قرار دادند و اعلام کردند که با افزایش آرد کدو حلوایی، میزان پروتئین بیسکویت های تولیدی به طور معنی داری کاهش و میزان چربی، فیبر و رطوبت بیسکویت های تولیدی به طور معنی داری افزایش یافت و بالاترین امتیاز حسی را نمونه های حاوی ۵ درصد آرد کدو حلوایی دریافت کردند [۸]. در پژوهشی دیگر، مقدسی و حسینی قابوس (۲۰۱۹) تأثیر جایگزین کردن پودر کدو حلوایی با آرد ذرت بر خواص فیزیکوشیمیایی و ویژگی های حسی پفک در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که محصولات حاوی ۲۰ درصد پودر کدو حلوایی بالاترین امتیاز حسی رنگ، بافت، طعم و پذیرش کلی را از دیدگاه مصرف کننده دریافت کردند [۹]. در تهیه فرآورده های نانوائی بدون گلو تن با هدف دستیابی به فرمولاسیون مناسب تغذیه ای (حذف گلو تن) و فناورانه

درصد و فیبر خام ۱۰/۱ درصد) از شرکت سوغات کویر کرمانشاه تهیه گردید و در بسته های پلی اتیلنی تحت خلا و در دمای ۲۰ - درجه سانتی گراد نگهداری شد. شکر (شرکت کامکا)، روغن مایع آفتابگردان (شرکت لادن)، تخم مرغ (شرکت تلاونگ) و بیکنینگ پودر و وانیل (شرکت پولار) مورد استفاده در فرمولاسیون کیک های بدون گلوتن از فروشگاه معتبر در سطح شهر تهیه گردید.

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- تهیه خمیر و تولید کیک

کیک برنجی بدون گلوتن (نمونه شاهد) بر پایه ۱۰۰ گرم آرد برنج با استفاده از آرد برنج (۱۰۰ گرم)، شکر (۱۰۰ گرم)، تخم مرغ (۱۰۰ گرم)، آب (۱۰۰ گرم)، بیکنینگ پودر (۴/۸ گرم) و وانیل (۲/۸ گرم) تهیه گردید. مواد مورد استفاده در تهیه کیک طی چند مرحله مخلوط و آماده سازی شد. در مرحله اول شکر و تخم مرغ طی ۴ دقیقه مخلوط شدند و سپس بیکنینگ پودر و وانیل اضافه شده و تا ۲ دقیقه با سایر اجزا مخلوط گردید. در مرحله سوم سایر ترکیبات خشک مانند آرد برنج و گندم (بسته به نوع کیک) و آرد کدوخلوایی الک شده و به فرمولاسیون افزوده گردید و تا ۴ دقیقه خوب مخلوط شدند. خمیر بدست آمده درون فنجان های کاغذی (با حجم ۳۰ میلی لیتر) پر شده و برای مرحله پخت درون سینی های استیل قرار گرفتند. در مرحله پخت کیک، فنجان های حاوی خمیر به فر برقی (FI5 851 P IX, Italy) از پیش گرم شده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد منتقل شده و عملیات پخت کیک به مدت ۳۵ دقیقه صورت پذیرفت. پس از سرد شدن در دمای محیط ارزیابی های لازم بر روی کیک های تولیدی انجام شد [۱۲]. دو گروه کیک بر پایه آرد گندم و آرد برنج با نسبت جایگزینی آرد گندم و آرد برنج با صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰

(کاهش افت کیفیت خمیر و محصول پس از فرایند پخت) اغلب از آرد برنج و یا آرد سایر غلات و حبوبات استفاده می شود. برنج از اصلی ترین منابع غذایی مردم است که سطح زیر کشت زیادی را در جهان به خود اختصاص داده است. آرد برنج که از ضایعات دانه برنج تولید می شود نیز منبع غنی از پروتئین، فیبر و نشاسته است که به عنوان اصلی ترین ماده پایه در تولید فراورده های نانوائی بدون گلوتن به ویژه انواع کیک ها استفاده می گردد [۱۰]. مطالعات انجام شده توسط اعلمی و همکاران (۲۰۱۸) در خصوص کاربرد آرد برنج به عنوان جایگزین آرد گندم در فرمولاسیون کیک اسفنجی نشان داد که با ترکیب آرد برنج و آرد جوانه گندم به عنوان جایگزین آرد گندم در کیک اسفنجی در سطوح مناسب می توان محصولی فراسودمند با ویژگی های رئولوژیکی مطلوب تهیه نمود [۱۱]. عدم وجود گلوتن در آرد برنج منجر به تولید خمیری با بافت ضعیف و کمتر توسعه یافته می گردد که در عدم تمایل مصرف و مشتری پسندی آن تأثیرگذار خواهد بود. لذا در این پژوهش به بررسی استفاده از پودر کدوخلوایی در بهبود ویژگی های فیزیکوشیمیایی و مشتری پسندی کیک بدون گلوتن پرداخته شده است. در مجموع تولید این نوع کیک علاوه بر نوآوری در محصول و جذب مصرف کننده در داخل کشور، بستر خوبی برای صادرات و رقابت در بازار جهانی را نیز ایجاد خواهد نمود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد اولیه

آرد گندم (رطوبت ۱۳/۱۷ درصد، پروتئین ۱۰/۰۶ درصد و خاکستر ۰/۴۷ درصد) از شرکت گلها و آرد برنج (رطوبت ۸/۶۱ درصد، پروتئین ۸/۴۹ درصد و خاکستر ۰/۸۹) از شرکت جاوید فومن تهیه شد. آرد کدوخلوایی (رطوبت ۱۰/۲۸ درصد، پروتئین ۱۴/۷۶ درصد، خاکستر ۷/۵۹

۵-۲-۲- سفتی بافت کیک

سفتی بافت کیک با استفاده از دستگاه بافت سنج مدل سنتام (Brook field -CT310K, USA) ارزیابی گردید. به این ترتیب که ۲ ساعت پس از پخت، نمونه‌ها توسط یک چاقوی بسیار تیز به شکل قطعات مکعب مستطیل با ابعاد ۲ در ۲ در ۲ سانتی‌متر برش داده شدند و سپس توسط یک پروب دایره‌ای شکل به قطر ۱۰ سانتی‌متر و با سرعت ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه به میزان ۴۰ درصد فشرده شده و نیروی لازم برای فشردن نمونه‌ها به عنوان میزان سفتی بر حسب نیوتن گزارش گردید [۱۵].

۶-۲-۲- آزمون حسی

نمونه‌ها ۲ ساعت پس از تولید برش داده شدند و پس از کدگذاری با کمک ۱۰ نفر از افراد آموزش دیده در خصوص ویژگی‌های رنگ، عطر، بو و طعم، بافت و پذیرش کلی با استفاده از آزمون لذت بخشی (Hedonic Scale) ۵ نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این ارزیابی عدد ۵ خیلی خوب، عدد ۴ خوب، عدد ۳ متوسط، عدد ۲ ضعیف و عدد ۱ بسیار ضعیف را نشان داد [۱۲].

۷-۲- آنالیز آماری

این تحقیق بر اساس روش فاکتوریل و بر طبق طرح آماری کاملاً تصادفی با دو عامل جایگزینی پودر کدو حلوایی با آرد برنج به صورت وزنی- وزنی بر پایه آرد برنج (در چهار سطح صفر درصد، ۱۰ درصد، ۲۰ درصد و ۳۰ درصد پودر کدو حلوایی) و جایگزینی پودر کدو حلوایی با آرد گندم به عنوان نمونه شاهد (در چهار سطح صفر درصد، ۱۰ درصد، ۲۰ درصد و ۳۰ درصد پودر کدو حلوایی) در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم افزار آماری

درصد آرد کدو (به نسبت وزنی- وزنی) در مقایسه با نمونه شاهد تولید و ارزیابی گردیدند.

۲-۲-۲- ویسکوزیته خمیر

ویسکوزیته فرمولاسیون‌های مختلف خمیر با دستگاه ویسکومتر بروکفیلد (Brookfield, RV2T, USA) و با استفاده از اسپیندل شماره ۵، در سرعت برشی ۱۰ دور بر ثانیه، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در سه تکرار اندازه‌گیری شد [۱۳].

۳-۲-۲- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی کیک

پس از ۲ ساعت از پخت کیک‌ها، رطوبت آن‌ها با استفاده از روش خشک کردن در آون الکتریکی (پارسین تب، ایران) در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد و پس از ثابت شدن وزن نمونه‌ها به روش استاندارد (AACC 44-15)، خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی و به روش استاندارد (AACC 0801)، فیبر خام به روش استاندارد (AACC 3210) و حجم آن‌ها با استفاده از روش جابه‌جایی دانه‌های کلزا (AACC 3210)، اندازه‌گیری شد [۱۴].

۴-۲-۲- تخلخل و رنگ کیک

برای ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک‌ها و رنگ آن‌ها از روش پردازش تصویر استفاده گردید. به این ترتیب که ابتدا برش‌هایی با ابعاد ۲۵ میلی‌متر از مغز نمونه‌ها تهیه گردید و سپس با کمک اسکنر مدل (HP) با وضوح ۳۰۰ پیکسل از نمونه‌ها تصویربرداری شد. تصاویر توسط نرم افزار (Image J) بررسی و میزان تخلخل با تبدیل تصاویر به تصاویر خاکستری و سپس تبدیل به تصاویر دودویی و با محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها، محاسبه گردید [۱۵]. با فعال کردن فضای رنگی در بخش (Plugins)، فضای (LAB) فعال و شاخصه‌های رنگی (L)، (a) و (b) تعیین گردید [۱۶].

(SPSS) و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

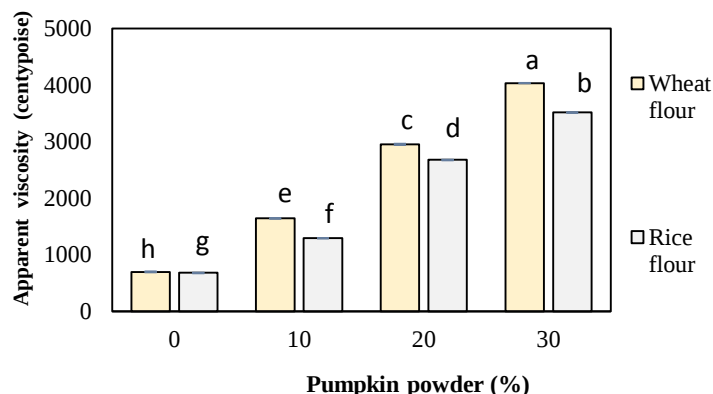


Fig 1. The effect of replacing wheat and rice flour with varying levels of pumpkin powder on the apparent viscosity of cake batter samples. Different letters are significantly different ($p < 0.05$)

۳-۲- ویژگی‌های کیفی کیک برنجی بدون گلوتن

۳-۲-۱- رطوبت، خاکستر، پروتئین، چربی و فیبر

مقایسه میانگین‌های رطوبت، خاکستر، پروتئین، چربی و فیبر نمونه‌ها (جدول ۲) نشان داد که با جایگزینی آرد برنج و آرد گندم با مقادیر مختلف پودر کدو مقدار خاکستر، پروتئین و فیبر محصول نهایی در مقایسه با نمونه شاهد افزایش و مقدار رطوبت کاهش معنی‌داری یافت ($p < 0.05$). کمترین مقدار رطوبت در نمونه کیک برنجی حاوی ۳۰ پودر کدو (۲۳/۵۵ درصد) و بیشترین آن در نمونه کیک گندمی شاهد (۲۵/۱۸ درصد) مشاهده گردید. در مطالعه صورت گرفته توسط حسینی قابوس و همکاران (۲۰۱۸)، با افزودن میزان پودر کدو تنبل تا ۲۰ درصد به عنوان جایگزین آرد گندم، مقدار رطوبت کیک‌ها کاهش معنی‌داری یافت که با نتایج این پژوهش هماهنگ است [۱۹]. کاهش رطوبت با افزایش میزان پودر کدو حلوایی را می‌توان به افزایش رطوبت در طی عملیات پخت کیک نیز مرتبط دانست. نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) نشان داد که نوع آرد پایه به‌کاررفته در تولید کیک اثر معنی‌داری بر میزان خاکستر و

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویسکوزیته خمیر

تغییرات ویسکوزیته خمیر کیک برنجی (بدون گلوتن) و گندمی به ترتیب با جایگزینی آرد برنج و آرد گندم با مقادیر متفاوت پودر کدو در شکل ۱ آورده شده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با جایگزینی پودر کدو ویسکوزیته خمیر کیک در هر دو نمونه گندمی و برنجی به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p < 0.05$). افزایش ویسکوزیته را می‌توان به وجود مقادیر فراوانی فیبر و ترکیبات آبدوست دارای گروه هیدروکسیل در ساختار پودر کدو حلوایی مرتبط دانست. ملکی اسکی و همکاران (۲۰۱۷) ضمن بررسی اثر جایگزینی آرد گندم با پودر کدو حلوایی در تولید کیک اسفنجی نتیجه گرفتند که وجود مقادیر فراوانی فیبر و ترکیبات آبدوست دارای گروه هیدروکسیل در ساختار پودر کدو حلوایی در افزایش ویسکوزیته خمیر حاصله اثر معنی‌داری دارد که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت [۷]. صالحی و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که با افزایش ترکیبات آبدوست نظیر پودر ایزوله پروتئینی سویا و صمغ دانه ریحان در فرمولاسیون کیک برنجی اسفنجی، میزان ویسکوزیته خمیر افزایش پیدا کرد [۱۷]. گنجی‌وطن و حسینی قابوس (۲۰۲۰) خمیر کیک‌های حاوی ۱۰ درصد پودر کدو جایگزین شده با آرد گندم را در گروه سیال‌های غیر نیوتنی وابسته به برش و زمان دسته‌بندی کردند و نشان دادند که ویسکوزیته ظاهری این خمیر با افزودن مقادیر مختلف صمغ دانه بالنگو (صفر تا ۱/۵ درصد)، افزایش یافت [۱۸].

در پژوهش‌های مشابه نیز بات و بات (۲۰۰۳)، افزایش خاکستر و فیبر یک حاوی آرد کدو حلوایی را به دلیل بالاتر بودن خاکستر پودر کدو حلوایی در مقایسه با آرد گندم اعلام کردند که با نتایج این پژوهش هماهنگی داشت. درمیزان خاکستر آرد گندم و آرد کدو حلوایی اعلام کردند [۲۰].

نتایج جدول ۲ نشان دهنده افزایش معنی‌دار پروتئین و چربی در نمونه‌های حاوی پودر کدو حلوایی در مقایسه با نمونه شاهد بود ($p < 0.05$). این افزایش را می‌توان به افزایش پروتئین و چربی در پودر کدو در مقایسه با آرد برنج و آرد گندم مرتبط دانست که با نتایج دلالت و همکاران (۲۰۲۰) منطبق بود [۸]. یوشا و همکاران (۲۰۱۰) با افزودن پودر کدو حلوایی به فرمولاسیون غلات حجیم صبحانه افزایش میزان پروتئین محصول نهایی را تایید کردند [۲۱].

فیبر محصول نهایی داشت. همچنین با جایگزینی آرد گندم و آرد برنج با مقادیر متفاوت پودر کدو حلوایی، میزان خاکستر و فیبر محصول نهایی در مقایسه با نمونه‌های شاهد به صورت معنی‌داری افزایش یافت ($p < 0.05$). با افزایش مقادیر جایگزینی آرد گندم و آرد برنج با پودر کدو حلوایی تا ۳۰ درصد میزان خاکستر محصول نهایی نیز افزایش معنی‌داری نشان داد به طوری که بیشترین خاکستر و فیبر در کیک‌های تولیدی بر پایه آرد برنج و با جایگزینی ۳۰ درصد آرد برنج با پودر کدو حلوایی (به ترتیب ۱/۰۱۷ و ۰/۳۵۵ درصد) و کمترین خاکستر در کیک‌های تولیدی بر پایه آرد گندم و با جایگزینی ۱۰ درصد آرد گندم با پودر کدو حلوایی (۰/۴۶ و ۰/۱۲۵ درصد) اندازه‌گیری شد. افزایش میزان خاکستر و فیبر محصولات حاوی پودر کدو حلوایی را می‌توان به بالا بودن میزان خاکستر و فیبر آرد کدو حلوایی نسبت به آرد برنج و آرد گندم مرتبط دانست.

Table 2 Effect of the wheat and rice flour replacement with Pumpkin Powder (%) on physicochemical properties of formal cake and gluten free cake.

Treatment	Pumpkin Powder (%)	(Moisture) (%)	(Ash) (%)	(Protein) (%)	(Fat) (%)	(Fiber) (%)
Rice Flour	0	24.17 ^a ± 0.02	0.38 ^g ± 0.01	6.14 ^g ± 0.03	31.63 ^f ± 0.33	0.05 ^g ± 0.02
	10	24.20 ^b ± 0.09	0.60 ^g ± 0.25	6.51 ^f ± 0.02	32.17 ^d ± 0.22	0.15 ^e ± 0.01
	20	23.88 ^d ± 0.11	0.86 ^c ± 0.20	6.67 ^e ± 0.02	32.72 ^b ± 0.13	0.27 ^c ± 0.01
	30	23.55 ^e ± 0.02	1.08 ^a ± 0.01	6.95 ^{cd} ± 0.01	32.95 ^a ± 0.05	0.36 ^a ± 0.01
Wheat Flour	0	25.18 ^{cd} ± 0.03	0.31 ^h ± 0.01	6.89 ^d ± 0.20	31.86 ^e ± 0.02	0.02 ^h ± 0.02
	10	24.38 ^c ± 0.02	0.46 ^f ± 0.30	7.03 ^c ± 0.05	32.15 ^d ± 0.02	0.12 ^f ± 0.02
	20	24.14 ^f ± 0.02	0.75 ^e ± 0.29	7.19 ^b ± 0.02	32.47 ^c ± 0.05	0.21 ^d ± 0.01
	30	24.06 ^g ± 0.01	0.94 ^b ± 0.20	7.26 ^a ± 0.01	32.81 ^{ab} ± 0.01	0.29 ^b ± 0.03

Different letters are significantly different ($p < 0.05$).

(۰/۰۵). $p < 0.05$). بیشترین حجم در نمونه‌های گندمی حاوی ۱۰ درصد پودر کدو (۷۲/۷۳ سانتی متر مکعب) و کمترین حجم در نمونه‌های برنجی حاوی ۳۰ درصد پودر کدو (۶۲/۱۵ سانتی متر مکعب) در مقایسه با نمونه شاهد گندمی (۷۷/۶۶ سانتی متر مکعب) و برنجی (۶۶/۸۷ سانتی متر مکعب).

۳-۳-حجم

نتایج شکل ۳ نشان داد که با جایگزینی پودر کدو حلوایی تا ۳۰ درصد وزن آرد برنج و یا آرد گندم به فرمولاسیون کیک‌ها، حجم آن‌ها روند کاهش معنی‌داری داشت.

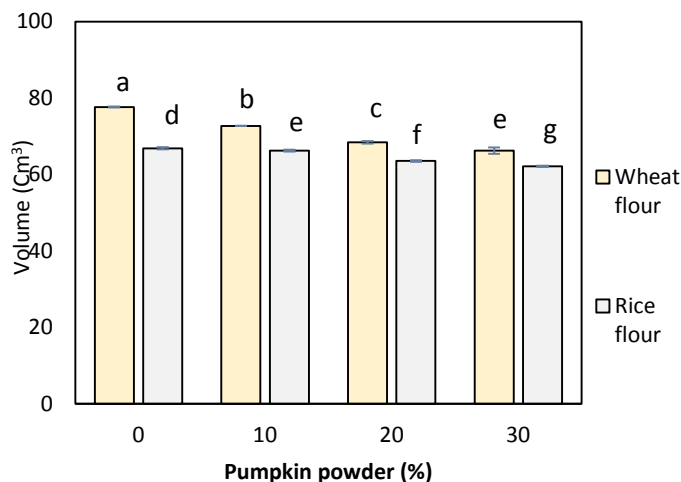


Fig 2. The effect of replacing wheat and rice flour with varying levels of pumpkin powder on the volume of cake samples. Different letters are significantly different ($p < 0.05$)

۳-۴- تخلخل کیک

مطابق با شکل ۳ چنین به نظر می رسد که با افزایش میزان جایگزینی آرد های برنج و گندم با پودر کدو حلوایی، به دلیل افزایش میزان فیبر در فرمولاسیون هر دو نوع کیک برنجی و گندمی و از طرفی کاهش میزان گلوتن در کیک گندمی، رشد و توزیع مناسب سلول های هوا در بافت خمیر و کیک به خوبی صورت نگرفته و در نتیجه میزان تخلخل کاهش یافته است ($p < 0.05$) [۲۶]. میزان تخلخل بافت مغز فراورده های نانوائی تحت تأثیر تعداد حفرات موجود در آن و هم چنین نحوه توزیع و پراکندگی این حفرات بوده و با افزایش تعداد حفرات و سلول های گازی و یکنواختی توزیع آن ها، میزان تخلخل محصول نهایی افزایش می یابد [۲۷]. مقایسه میانگین های تخلخل در شکل ۳ نشان داد که با جایگزینی ۲۰ درصد آرد برنج و آرد گندم در تولید کیک های برنجی و گندمی تفاوت معنی داری در میزان تخلخل مشاهده نگردید ($p < 0.05$). کاهش میزان تخلخل با جایگزینی آرد گندم با پودر عناب که مقدار فیبر

مکعب) اندازه گیری شد. به هر ترتیب حجم نمونه های شاهد تولیدی شده بر پایه آرد گندم نیز افزایش معنی داری در مقایسه با نمونه های شاهد بر پایه آرد برنج داشت که دلیل آن را می توان به کاهش کمی مقدار پروتئین (جدول ۲) و همچنین عدم حضور گلوتن در آرد برنج و عدم تشکیل مناسب شبکه گلوتهی نسبت داد. افزودن پودر کدوتنبل به خمیر محصولات نانوائی به دلیل افزایش احتمال واکنش اجزای آرد و پودر کدو (به ویژه فیبر) کاهش حجم خمیر و در نهایت محصول نهایی را به دنبال داشت. داودی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی فرمولاسیون های نان های حاوی تا ۱۵ درصد پودر کدو حلوایی که مقادیر فیبر زیادی داشتند، گزارش نمودند که واکنش بین فیبر پودر کدوتنبل و پروتئین آرد با ممانعت از گسترش خمیر طی تخمیر کسب کاهش حجم محصول گردید [۲۲]. افزایش حضور ترکیبات فیبری در ساختار خمیر و کیک تولیدی، با تداخل در تشکیل شبکه گلوتهی و ایجاد از هم گسیختگی در ساختار سه بعدی شبکه گلوتهی- نشاسته، ظرفیت حفظ گاز را در خمیر کاهش داده که در انتها به کاهش حجم محصول می انجامد [۲۳]. با توجه به تأثیر معنی داری استحکام شبکه گلوتهی بر انسجام کیک تولیدی، می توان از جمله دلایل کاهش حجم کیک های تولیدی با پودر کدو حلوایی را به کاهش میزان گلوتهی، افزایش میزان فیبر و از طرف دیگر افزایش ترکیبات آبدوست در فرمولاسیون خمیر کیک حاصله مرتبط دانست که با تضعیف شبکه گلوتهی و کاهش استحکام آن و همچنین افزایش دمای ژلاتینه شدن نشاسته، کاهش قدرت حفظ و نگهداری گازها را در خمیر کیک طی مخلوط کردن و همچنین در کیک طی فرایند پخت، به دنبال خواهد داشت [۲۴]. ساتیا مالا و همکاران (۲۰۱۸) با جایگزینی آرد گندم با پودر کدو حلوایی در فرمولاسیون مافین کاهش حجم و ارتفاع محصول را گزارش کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت [۲۵].

فیبر خمیر، کاهش میزان گلوتن و از طرفی افزایش ترکیبات ساده قندی در فرمولاسیون هر دو نوع خمیر نسبت داد [۲۸]. پادالینو و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند که با افزودن پودر برخی سبزی ها نظیر پودر کدو حلوائی، اسفناج و یا بادمجان به فرمولاسیون های غذایی مقاومت به شکست و سفتی محصولات را افزایش دادند که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت [۲۹]. میر حسینی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش نمودند که با افزودن پودر کدو حلوائی به فرمولاسیون پاستای بدون گلوتن سفتی محصول به دلیل افزایش ظرفیت جذب آب خمیر حاصله افزایش معنی داری نشان داد [۳۰].

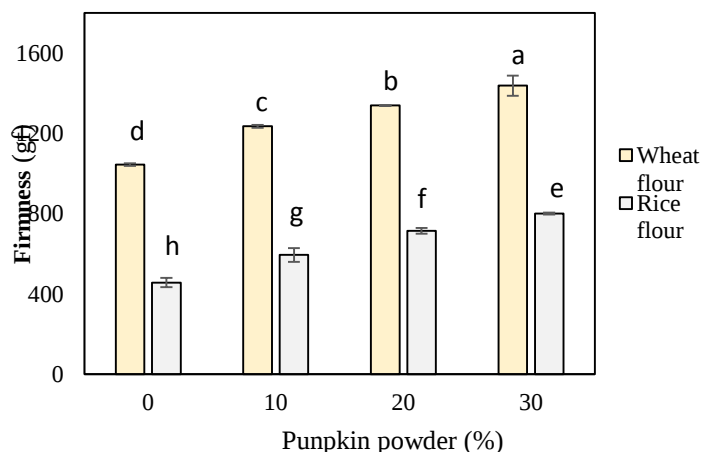


Fig 4. The effect of replacing wheat and rice flour with varying levels of pumpkin powder on the firmness of cake samples. Different letters are significantly different ($p < 0.05$)

۳-۶- ارزیابی رنگ کیک

کطابق با جدول ۳، افزودن پودر کدو حلوائی در فرمولاسیون کیک اسفنجی بر پایه آرد برنج یا گندم به صورت معنی داری سبب افزایش تیرگی رنگ محصول در مقایسه نمونه شاهد گردید ($p < 0.05$). بیشترین تیرگی ($L = 35.61$) در

بالایی داشت در کیک روغنی توسط امامی فر و همکاران (۲۰۲۰) نیز گزارش شده است [۱۲].

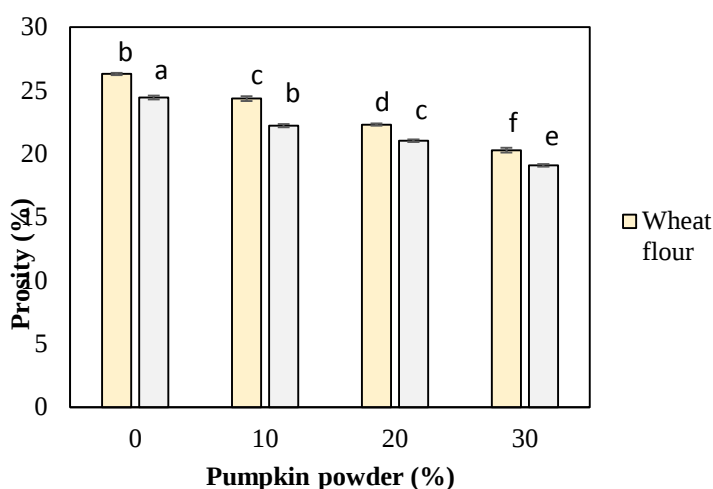


Fig 3. The effect of replacing wheat and rice flour with varying levels of pumpkin powder on the porosity of cake samples. Different letters are significantly different ($p < 0.05$)

۳-۵- سفتی بافت کیک

نتایج مقایسه میانگین های سفتی در شکل ۴ نشان داد که با افزایش میزان پودر کدو حلوائی در فرمولاسیون ککی های برنجی و گندمی میزان سفتی آن ها به طور معنی داری افزایش یافت ($p < 0.05$). بیشترین سفتی در نمونه های برنجی حاوی ۳۰ درصد پودر کدو (۱۴۳۷/۶۶ گرم نیرو) در مقایسه با نمونه شاهد برنجی (۱۰۴۴/۳۳ گرم نیرو) و در نمونه های گندمی حاوی ۳۰ درصد پودر کدو (۸۰۰/۱۱ گرم نیرو) در مقایسه با نمونه شاهد برنجی (۴۵۶/۱۷ گرم نیرو) اندازه گیری شد. کاهش سفتی نمونه های حاوی آرد برنج را می توان به عدم وجود پروتئین گلوتن و در نتیجه تضعیف ساختار نشاسته و پروتئین محصول نهایی مرتبط دانست. افزایش سفتی بافت کیک به دلیل جایگزین شدن آرد گندم و برنج با پودر کدو حلوائی را می توان به افزایش میزان

مشاهدات ملکی اسکی و همکاران (۲۰۱۷) مبنی بر افزایش شدت مولفه رنگ زرد و قرمز در کیک های گندمی حاوی پودر کدو حلوائی تا ۴/۵ درصد مطابقت داشت [۷]. جلالی و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی غنی سازی کیک اسفنجی حاوی پودر کدو حلوائی اعلام کردند که افزودن تا ۱۰ درصد پودر کدو حلوائی سبب افزایش بتا کاروتن در محصول و در نهایت زردی آن گردید [۳۲]. داودی و همکاران (۲۰۱۳) تیرگی نان های حاوی پودر کدو در مقایسه با شاهد را مر به علت تیره رنگتر بودن پودر کدو حلوائی نسبت به آرد گندم بیان داشتند [۲۲]. زمردی و همکاران (۲۰۱۹) دلیل تیرگی رنگ کیک های حاوی پودر کدو حلوائی را به انجام واکنش های قهوه ای شدن غیرآنزیمی و کاراملیزاسیون به دلیل افزایش میزان قند های احیا کننده در پودر کدو حلوائی مرتبط دانستند [۳۳].

کیک های گندمی فرموله شده با بیشترین سطح جایگزینی پودر کدو حلوائی (۳۰ درصد) در مقایسه با نمونه شاهد ($L = 41/60$) حاصل شد. همچنین در کیک های بدون گلوتن برنجی با ۳۰ درصد جایگزینی آرد برنج با پودر کدو حلوائی بیشترین تیرگی ($L = 37/38$) در مقایسه با نمونه شاهد برنجی ($L = 47/59$) حاصل شد. نتایج نشان داد کیک های حاوی پودر کدو حلوائی تا نسبت ۳۰ درصد بر پایه آرد برنج در مقایسه با آرد گندم به صورت معنی داری روشن تر بودند ($p < 0/05$) که با نتایج سی و همکاران (۲۰۰۷) مبنی بر افزایش تیرگی نان های حاوی پودر کدو حلوائی هماهنگ بود [۳۱]. همچنین افزایش میزان پودر کدو حلوائی در فرمولاسیون کیک افزایش شدت رنگ قرمز (a) و زرد (b) در کیک های برنجی و گندمی در مقایسه با نمونه شاهد به دنبال داشت ($p < 0/05$). این نتیجه با

Table 3 Effect of the wheat and rice flour replacement with Pumpkin powder (%) on color properties of formal cake and gluten free cake.

Treatment	Pumpkin Powder (%)	(L)	(a)	(b)
Rice Flour	0	47.59 ^a ± 0.71	11.55 ^f ± 0.66	12.48 ^h ± 0.19
	10	46.38 ^b ± 2.61	20.92 ^e ± 0.49	15.38 ^g ± 0.16
	20	38.99 ^e ± 0.17	22.89 ^d ± 0.22	17.65 ^f ± 0.51
	30	37.38 ^f ± 0.15	29.29 ^b ± 0.38	19.45 ^e ± 0.34
Wheat Flour	0	41.60 ^c ± 0.24	23.15 ^d ± 0.21	20.22 ^d ± 0.45
	10	40.16 ^d ± 0.09	26.24 ^c ± 0.04	21.57 ^c ± 0.15
	20	37.84 ^f ± 0.17	29.38 ^b ± 0.29	24.24 ^b ± 0.16
	30	35.61 ^g ± 0.12	33.44 ^a ± 0.31	25.29 ^a ± 0.42

Different letters are significantly different ($p < 0.05$).

ارزیاب ها ویژگی های حسی مطلوب تری داشتند ($p < 0/05$). جایگزینی آرد برنج و گندم با پودر کدو حلوائی به صورت معنی داری ویژگی های حسی کیک های تولیدی را بهبود بخشید ($p < 0/05$). نمونه های بدون گلوتن بر پایه آرد برنج و نمونه های بر پایه آرد گندم که حاوی تا ۲۰ درصد پودر کدو حلوائی در فرمولاسیون بودند. تفاوت آماری معنی داری

۳-۷- ارزیابی حسی

همان طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، کیک های تولیدی بدون گلوتن شاهد بر پایه آرد برنج در مقایسه با کیک های شاهد بر پایه آرد گندم به شکل معنی داری از نظر

اسفنجی از نظر ویژگی‌های حسی توسط مصرف کننده رضایت بخش بود که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت [۳۴]. یوشا و همکاران (۲۰۱۰) بالاترین پذیرش حسی را با افزودن تا ۲۰ درصد پودر کدو حلوایی به فرمولاسیون غلات حجیم صبحانه تایید کردند [۲۱].

ملکی اسکی و همکاران (۲۰۱۷) افزودن پودر کدو حلوایی با نسبت‌های مختلف در تولید کیک روغنی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که حضور پودر کدو حلوایی در فرمولاسیون تولید کیک تأثیر مطلوب و معنی داری بر ویژگی حسی رنگ، بوف مزه، بافت و پذیرش کلی محصول نهایی در مقایسه با نمونه شاهد داشت و نمونه حاوی ۳ درصد پودر کدو حلوایی به عنوان بهترین مقدار جهت افزودن به کیک انتخاب شد [۷]. خادمی و همکاران (۲۰۲۰) با افزودن پودر کدو حلوایی بر فرمولاسیون کیک روغنی گزارش کردند که نمونه‌های حاوی پودر کدو حلوایی در مقایسه با شاهد از نظر ویژگی‌های حسی مطلوب‌تر ارزیابی شدند و بالاترین امتیاز حسی به نمونه‌های کیک حاوی ۸ درصد پودر کدو حلوایی داده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که پودر کدو حلوایی قابلیت کاربرد در تولید کیک فراسودمند با ویژگی‌های حسی مطلوب و ماندگاری بالا را داشت [۳۵].

در امتیاز حسی رنگ (۵ امتیاز) کیک‌های بدون گلوتن بر پایه آرد برنج حاوی ۲۰ درصد پودر کدو حلوایی در مقایسه با امتیاز حسی رنگ (۴/۸۸ امتیاز) کیک‌های بدون گلوتن بر پایه آرد گندم حاوی ۲۰ درصد پودر کدو حلوایی مشاهده نگردید ($p < 0.05$). همان‌طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، اگرچه از دیدگاه ارزیاب‌ها، امتیاز رنگ نمونه‌های برنجی و گندمی با میزان جایگزینی پودر کدو حلوایی تا مقدار ۳۰ درصد در مقایسه با نمونه‌های حاوی ۲۰ درصد پودر کدو حلوایی، کمتر بود اما در مقایسه با نمونه‌های شاهد و نمونه‌های حاوی ۱۰ درصد پودر کدو حلوایی از امتیاز حسی رنگ بیشتری برخوردار بود ($p < 0.05$). نتایج مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های حسی نمونه‌های حاوی پودر کدو در جدول ۴ نشان داد که تأثیر سطوح مختلف جایگزینی آرد برنج و گندم با پودر کدو بر ویژگی‌های حسی طعم، بو، بافت و پذیرش کلی کیک‌های برنجی بدون گلوتن و کیک‌های گندمی کاملاً مشابه با امتیاز حسی رنگ بوده بود. نمونه‌هایی که در آن‌ها تا ۲۰ درصد آرد برنج و یا آرد گندم فرمولاسیون با پودر کدو حلوایی جایگزین شده بود در ویژگی‌های حسی امتیاز بالاتری را در مقایسه با سایر نمونه‌ها و نمونه شاهد دریافت کردند. پونگچانتا و همکاران (۲۰۰۶) نیز اعلام کردند که جایگزینی تا ۲۰ درصد آرد گندم با پودر کدو حلوایی در فرمولاسیون کیک

Table 2 Effect of the wheat and rice flour replacement with Pumpkin Powder (%) on physicochemical properties of formal cake and gluten free cake.

Treatment	Pumpkin Powder (%)	(Color)	(Taste)	(Odor)	(Texture)	(Overall)
-----------	--------------------	---------	---------	--------	-----------	-----------

Rice Flour	0	3.44 ^d ± 0.88	4.33 ^c ± 0.50	4.33 ^b ± 0.70	4.77 ^a ± 0.72	4.22 ^c ± 0.29
	10	4.77 ^{ab} ± 0.44	4.88 ^{ab} ± 0.33	4.87 ^{ab} ± 0.33	5.00 ^a ± 0.00	4.88 ^{ab} ± 0.26
	20	5.00 ^a ± 0.00	5.00 ^a ± 0.00	5.00 ^a ± 0.00	4.88 ^a ± 0.33	4.97 ^a ± 0.25
	30	4.38 ^{bc} ± 0.44	4.88 ^{ab} ± 0.33	4.77 ^{ab} ± 0.44	4.55 ^{ab} ± 0.55	4.65 ^{bc} ± 0.30
Wheat Flour	0	2.77 ^e ± 0.22	4.22 ^c ± 0.66	3.66 ^c ± 0.88	2.22 ^c ± 0.44	3.22 ^e ± 0.29
	10	4.22 ^c ± 0.83	4.44 ^{bc} ± 0.52	4.63 ^{ab} ± 0.41	4.66 ^a ± 0.71	4.48 ^{cd} ± 0.27
	20	4.88 ^{ab} ± 0.33	5.00 ^a ± 0.00	4.88 ^{ab} ± 0.33	4.66 ^a ± 0.50	4.86 ^{ab} ± 0.25
	30	4.77 ^{ab} ± 0.45	4.11 ^{ac} ± 0.78	4.55 ^{ab} ± 0.72	4.11 ^{ab} ± 0.33	4.38 ^{cd} ± 0.30

Different letters are significantly different ($p < 0.05$).

خواهد داشت. از سوی دیگر بالابودن میزان پروتئین پودر کدو حلوایی در ایجاد بافت و بهبود استحکام کیک های بدون گلوتن بر پایه آرد برنج تاثیر معنی داری داشت. با توجه با رنگ سفید آرد برنج، لذا افزودن پودر کدو حلوایی در فرمولاسیون کیک های بدون گلوتن بر پایه آرد برنج در مقایسه با آرد گندم روشنایی بیشتر و قرمزی و زردی کمتری را در محصول نهایی ایجاد کرد که برای مصرف کننده مطبوع تر بود و به همین دلیل نیز امتیاز ویژگی های حسی محصول نهایی کیک برنجی به ویژه در رنگ محصول در مقایسه با کیک گندمی حاوی پودر کدو حلوایی در نسبت مشابه، به صورت معنی داری افزایش نشان داد. برآیند ارزیابی فیزیکوشیمیایی و حسی کیک های حاوی پودر کدو حلوایی نشان داد که جایگزینی آرد برنج و آرد گندم تا سطح ۲۰ درصد با پودر کدو حلوایی در تولید کیک اسفنجی در مقایسه با نمونه های شاهد مطلوب تر ارزیابی می باشد ($p < 0.05$).

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش از سطوح مختلف جایگزینی آرد برنج با پودر کدو حلوایی به عنوان بهبود دهنده بافت، ویژگی های حسی و مشتری پسندی کیک های بدون گلوتن بر پایه آرد برنج استفاده شد. در این راستا کیک های اسفنجی بر پایه آرد گندم مشابه با سطوح جایگزینی آرد برنج با پودر کدو مشابه فرمولاسیون کیک برنجی به عنوان نمونه های شاهد تولید گردید. نتایج نشان داد که جایگزینی آرد برنج با پودر کدو حلوایی در تولید کیک های بدون گلوتن علاوه بر بهبود ویژگی های فناورانه محصول نهایی، مشتری پسندی و ویژگی های حسی محصول را نیز در مقایسه با نمونه های شاهد به شکل معنی داری بهبود بخشید ($p < 0.05$). استفاده از پودر کدو حلوایی در فرمولاسیون کیک به شکل معنی داری ($p < 0.05$) میزان فیبر و خاکستر محصول نهایی را افزایش داد که تاثیر مطلوبی بر ویژگی های فراسودمندی محصول

۵- منابع

- [1] Salehi, F. (2019). Improvement of gluten-free bread and cake properties using natural hydrocolloids: A review. *Food Science and Nutrition*, 7(11), 3391–3402.
- [2] Saberi, M, Natagi, L, & Ishaghi, M. R. (2018). Production of gluten-free sponge cake using a mixture of chickpea flour and rice flour, guar gum and xanthan gum. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 14 (10), 95-109 [in Persian].
- [3] Haghayegh, G. H.M & Ataye Salehi, I. (2017). Enrichment of gluten-free cookies

- with quinoa, amaranth and buckwheat flour as semi cereal. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 14 (70), 47-56 [in Persian].
- [4] El Khatib, S., & Muhieddine, M. (2020). Nutritional profile and medicinal properties of pumpkin fruit pulp. The Health Benefits of Foods-Current Knowledge and Further Development, 1-20.
- [5] Batool, M., et al. (2022). Nutritional value, phytochemical potential, and therapeutic benefits of pumpkin (*Cucurbita* sp.). *Plants*, 11(11), 1394.
- [6] Mahmoud, E. A., & Mehder, A. O. A. (2022). The manufacture of three types of organic butternut squash flour and their impact on the development of some oat gluten-free products. *Arabian Journal of Chemistry*, 15 (9), 104051.
- [7] Maleki aski, K., Mirzaee, H., & Fadavi, A. (2017). Using of pumpkin powder in cake producing and evaluation some physicochemical and microbial properties of cake containing pumpkin powder. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 61 (13), 183-193 [in Persian].
- [8] Delalat, P., Shahsevani Mojarad L., & Mahdikhani, S. (2020). The study effect of using pumpkin flour on the preparation of diet biscuits and its sensory and physicochemical properties. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 105 (17), 31-46 [in Persian].
- [9] Moghadasi, M., & Hosseini Ghaboos, S. H. (2019). Formulation of functional puffy snack containing pumpkin powder. *Food Processing and Preservation Journal*, 11(1), 65-80 [in Persian].
- [10] Kouhsari, F., Emam Jomeh, Z., & Yarmand, M. S. (2019). The effect of the sugar replacement with stevia and adding chia seed flour and chickpea protein isolated on qualitative and rheological properties of gluten-free muffin prepared from rice flour. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*, 50 (3), 657-670 [in Persian].
- [11] Alami, M., Rahbari, M., & Avazsufiyan, A. (2018). Rheological properties of sponge cake based on the rice and wheat germ flour. *Food Processing and Preservation Journal*, 10(1), 16-32 [in Persian].
- [12] Emamifar, A., Zanganeh, Z., Latifian, M., & Arbab, Z. (2020). Physicochemical, textural and sensory properties of containing jujube cake. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 17 (103), 33-46 [in Persian].
- [13] Salehi, F., Amin Ekhlās, S., Pavee, S., & Zandi, F. (2018). Effect of balangu seed gum on rheological, physical and sensory properties of gluten free rice cake. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 15 (4), 61-68 [in Persian].
- [14] AACC (1999). American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. St. Paul, MN, U.S.A.: AACC International.
- [15] Naghipour, F., Karimi, M., Habibi Najafi, M. B., Hadad Khodaparast, M. H., Sheikholeslami, Z., Ghiafeh Davoodi, M., & Sahraian, B. (2013). Investigation on production of gluten free cake utilizing sorghum flour, guar and xanthan gums. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 10 (41), 127-139 [in Persian].
- [16] Salehi, F., Kashaninejad, M., Asadi, F., & Najafi, A. (2016). Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 1418-1423.
- [17] Salehi, F., Amin Ekhlās, S., & Souiri, F. (2018). Investigation of the batter characteristic and sponge cake properties containing soy protein isolate and basil seed gum. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 14 (70), 323-315 [in Persian].
- [18] Ganji Vatan, B., & Hosseini Qaboos, S.H. (2020). The effect of balango seed gum on improving the physicochemical, textural and sensory properties of sponge cake enriched with pumpkin powder. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 17(67), 81-92 [in Persian].
- [19] Hosseini Ghaboos, S.H. & Ardabili, S.M. & Kashaninejad, M. (2018). Physio-chemical, textural and sensory evaluation of sponge cake supplemented with pumpkin flour.

- International Food Research Journal*, 25 (2), 854-860.
- [20] Bhat, M. A., & Bhat, A. (2013). Study on physics-chemical characteristics of pumpkin blended cake. *Journal of Food Technology and Processing*, 4 (9), 1000262.
- [21] Usha, R., Lakshmi, M., & Ranjani, M. (2010). Nutritional, sensory and physical analysis of pumpkin flour incorporated into weaning mix. *Malaysian Journal of Nutrition*, 16(3), 379-387.
- [22] Davodi, Z., Shahidi, M., & Kadivar, M. (2013). Effect of pumpkin powder on rheological properties of dough and physical properties of Tafton bread. *21th National Congress of Food Science and Technology*, Shiraze, 1-6.
- [23] Aydogdu, A., Sumnu, G., Sahin, S. (2018). Effects of addition of different fibers on rheological characteristics of cake batter and quality of cakes. *Journal of food science and technology*, 55(2), 667-677.
- [24] Lebesi, D. M., & Tzia, C. (2011). Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 710-722.
- [25] Sathiya Mala, S., Aathira, P., Anjali, E. K., Srinivasulu, K., & Sulochanamma, G. (2018). Effect of pumpkin powder incorporation on the physio-chemical, sensory and nutritional characteristics of wheat flour muffins. *International Food Research Journal*, 25(3), 1081-1087.
- [26] Khodadadzadeh, M., & Nasehi, B. (2018). Evaluation of physicochemical properties, sensory and textural sponge cake enriched with bagasse fiber powder. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 78 (15), 21-29 [in Persian].
- [27] Goranova, Z., Marudova, M., Baeva, M. (2019). Influence of functional ingredients on starch gelatinization in sponge cake batter. *Food Chemistry*, 297, 124997.
- [28] Sabanis, D., Lebesi, D., Tzia, C. (2009). Effect of dietary fiber enrichment on selected properties of gluten-free bread. *LWT. Food Science and Technology*, 42, 1380-1389.
- [29] Padalino, L., Mastromatteo, M., Lecce, L., Cozzolini, F., & Del Nobile, M. A. (2013). Manufacture and characterization of gluten-free spaghetti enriched with vegetable flour. *Journal of Cereal Science*, 57, 333-342.
- [30] Mirhosseini, H., Abdul Rashid, N. F., Tabatabaee Amid, B., Cheong, K.W., Kazemi, M., & Zulkurnain, M. (2015). Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta. *LWT - Food Science and Technology*, 63 (1), 184-190.
- [31] See, E. F., Wan, N. W. A. & Noor, A. A. (2007). Physic-chemical and sensory evaluation of breads supplemented with pumpkin flour. *ASEAN Food Journal*, 14(2): 123-130.
- [32] Jalali, S., Jalali, H., & Hosseini Ghaboos, S. H. (2018). Effect of pumpkin powder and malt on physicochemical, textural and sensory properties of sponge cake. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 14(4), 451-460 [in Persian].
- [33] Zomorodi, S., Heidari, R., & Behnam, S. (2019). The effect of pumpkin powder on the quality properties of gluten-free sponge cake prepared with corn flour. *Food Engineering Research*, 18 (67), 1-14 [in Persian].
- [34] Pongjanta, J., Naulbunrang, A., Kawngdang, S., Manon, T., & Thepjaikat, T. (2006). Utilization of pumpkin powder in bakery products. *Nutraceutical and Functional Food*, 28, 71-79.
- [35] Khademi, F., Mehdipour Biregani, Z., Keramat, J. (2020). Physicochemical, textural, nutritional and sensory properties of sponge cake enriched with pumpkin powder during storage. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 17(103), 167-180.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage: www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Effect pumpkin powder on physicochemical and sensory properties of gluten-free rice cake

Mohammad Mansour Smai¹, Aryou Emamifar^{2*}, Fakhreddin Salehi³

1. M.Sc Student of Food Sciences and technology, Department of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
2. Associated professor, Department of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran (E-mail address: a.emamifar@basu.ac.ir)
3. Associated professor, Department of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

ABSTRACT

ARTICLE INFO

The objective of this study was to investigate the effect of replacing of rice flour with different ratio (0, 10, 20, and 20 % w/w) of pumpkin powder on the physicochemical and sensory characteristics of gluten free rice cake. Wheat cake were made using the same method used to make the rice flour with different ratio (0, 10, 20, and 20 % w/w) of pumpkin powder, as the control samples. A factorial experiment with a completely randomized design with three replications was used for data analysis. The use of pumpkin powder in rice and wheat cake formulations significantly improved the technological characteristics and sensory attributes of the samples ($p < 0.05$). As the replacement level of rice and wheat flour with pumpkin powder increased ($p < 0.05$), the viscosity of rice cake and wheat cake batter increased from 682.66 cp (control sample) to 3518.44 cp (% 30 pumpkin powder) and from 699.50 cp (control sample) to 4036.92 cp (% 30 pumpkin powder), respectively ($p < 0.05$). As the replacement level of rice and wheat flour with pumpkin powder increased, the volume and porosity of the cake were decreased and the hardness, fiber, ash, and the lightness of them were increased ($p < 0.05$). The rice and wheat cakes containing the % 20 of pumpkin powder received the highest sensory scores (color, taste, odor, texture, and overall), as compared to control ($p < 0.05$). Addition of pumpkin powder in gluten free rice cake formulation compared with wheat cake formulation improved the lightness and decreased the redness and yellowness of the samples that was acceptable to customers. These achievements will pave the way for using the combination technologies involving the mixing the pumpkin powder and rice flour for improving physicochemical and sensory characteristics of gluten free cakes.

Article History:

Received: 2023/4/6

Accepted: 2023/6/26

Keywords:

Pumpkin,
Celiac Diseases
Batter Viscosity

DOI: 10.22034/FSCT.20.137.129

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.137.10.0

*Corresponding Author E-Mail:

a.emamifar@basu.ac.ir