مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

جایگزینی آرد گندم با مخلوط آرد و صمغ بامیه بر ویژگی‌های تکنولوژیک و حسی کیک اسفنجی (سلامت محور)

مهدی کریمی[1*]، زهرا شیخ الاسلامی[1]، بهاره صحرائیان[2]، مهدی قیافه داودی[1]

۱-دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

۲-گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰ /۱۲/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۵

کلمات کلیدی:

بامیه،

کیک اسفنجی،

فراسودمند،

بافت،

ویژگی‌های حسی.

DOI: 10.22034/FSCT.19.127.181

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.21.4

* مسئول مکاتبات:

mahdikarimi753@yahoo.com

چکیده

این تحقیق با هدف غنی‌سازی و بهبود کیفیت تغذیه‌ای و تکنولوژیک کیک اسفنجی انجام شد. بدین منظور آرد گندم در سطوح صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد با آرد بامیه جایگزین شد و جهت بهبود بافت و ویژگی‌های حسی فراورده نهایی از صمغ بامیه در سطوح صفر، ۲/۵ و ۵ درصد استفاده گردید. نتایج نشان داد جایگزینی آرد گندم با آرد بامیه و افزایش سطح مصرف آن منجر به افزایش خاکستر (از ۰/۵۴ به ۱/۳۵ درصد)، پروتئین (از ۷/۵۶ به ۹۳/۹ درصد) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (از ۵/۷۹ به ۴۹/۲ درصد) نمونه‌های تولیدی شد. آرد و صمغ بامیه بخصوص در سطح ۳۰ و ۵ درصد در حفظ رطوبت کیک‌ها طی فرایند پخت و نگهداری مؤثر بودند. این در حالی بود که کمترین افت رطوبت در نمونه حاوی ۵ درصد صمغ بامیه (فاقد آرد بامیه) مشاهده شد و رطوبت این نمونه از ۲۱/۷ به ۱۸/۵ درصد طی مدت زمان دو هفته رسید. نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد بامیه و ۲/۵ درصد صمغ بامیه از بیشترین حجم مخصوص (۵/۲ سانتی‌متر مکعب بر گرم)، تخلخل (۳۱/۸) و نرمی بافت طی ۲ ساعت و یک و دو هفته پس از پخت (۴/۱، ۴/۹ و ۷/۱ نیوتن) برخوردار بود. همچنین در ارزیابی حسی داوران چشایی بالاترین امتیاز ویژگی‌های حسی و در نهایت پذیرش کلی را به طور مشترک به نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد بامیه و ۲/۵ درصد صمغ بامیه و نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد بامیه بدون حضور صمغ بامیه دادند.

۱-مقدمه

سوء تغذیه، هزینه‌های بسیار زیاد اقتصادی و اجتماعی را به کشورهای در حال توسعه تحمیل می‌کند و کیفیت زندگی تمام افراد جامعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. فراورده‌های نانوایی جایگاه مهمی در رژیم غذایی افراد جامعه دارند و روزانه قسمت اعظم انرژی، پروتئین، املاح و ویتامین‌ها را تأمین می‌کند. بنابراین این دسته از فراورده‌های غذایی نظیر انواع کیک می‌تواند حامل مهمی جهت انتقال مواد مغذی به بدن انسان باشند و در نتیجه با تغییر فرمولاسیون آن‌ها می‌توان فراورده‌ای فراسودمند و عملگرا تولید نمود. میوه بامیه با نام علمی *Abelmoschus esculentus* که متعلق به خانواده پنیرکیان[1] از انواع گیاهان یک‌ساله است. این گیاه خاص مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری می‌باشد (۱) که پراکندگی آن در خاورمیانه گزارش شده است [۲]. در ایران، خاستگاه اصلی این گیاه در استان‌های خوزستان و ایلام است [۳]. از این گیاه، در منابع مختلف "بمب خاصیت" یاد شده که سرشار از مواد مغذی با ارزش مانند ویتامین‌های A، C و گروه B از جمله اسیدفولیک، B_2، B_5، B_6 و عناصری از قبیل منگنز، کبالت، کلسیم، فسفر، پتاسیم و فیبر است و غنی از کربوهیدرات‌ها، فیتواسترول‌ها، تانن‌ها و فلاونوئیدها (کوئرستین و کاتکین) و هم‌چنین اسید اولئیک، اسید لینولئیک و اسید پالمتیک است [۴-۷]. از این رو به دلیل مغذی بودن میوه بامیه، پودر آن در فرمولاسیون فراورده‌های نانوایی که قوت غالب جامعه است، توصیه کرد. نکته قابل توجه آنست که با جایگزینی آرد گندم با آرد بامیه در فراورده‌های پخت باعث تضعیف بافت و ساختار به دلیل کاهش سطح گلوتن می‌شود که جهت جبران این نقص باید از جایگزین‌های گلوتن نظیر انواع هیدروکلوئیدها استفاده کرد. صمغ بامیه (OG[2]) حاصل از غلاف‌های میوه بامیه، یکی از پلی‌ساکاریدهای با ارزشی است (۸).صمغ بامیه پلیمر طبیعی و پلی‌ساکاریدی مشتق شده از غلاف بامیه [۹] با ترکیب D-گالاکتوز، L-رامنوز و L-گالاکتورونیک اسید است [۱۰]. از نظر شیمیایی بی‌اثر، زیست‌تخریب‌پذیر و سازگار با محیط زیست است (۸). از این صمغ به عنوان عامل چسبنده[۱۱و ۱۲]، پلیمر آب‌دوست [۱۳]، تغلیظ‌کننده [۱۴]، عامل تعلیق‌کننده [۱۵] و امولسیفایر [۱۷و ۱۶] استفاده می‌شود. صمغ بامیه در غذا به عنوان قوام‌دهنده [۱۸]، جایگزین سفیده تخم‌مرغ و جایگزین چربی در شکلات یا دسرهای لبنی منجمد [۱۹] قابل استفاده است. این در حالی است که در ویژگی‌های حسی قابل قبول فراورده‌ها نیز تغییری ایجاد نمی‌شود[۲۰]. اوکاجا و کاکر (۲۰۱۸) به بررسی اثر پودر بامیه (در سطوح صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بیسکوئیت حاصل از آرد گندم پرداختند. نتایج نشان داد افزایش جایگزینی با پودر بامیه سبب افزایش معنی‌دار درصد پروتئین، خاکستر و فیبر شد. در حالی که چربی و میزان انرژی کاهش یافت. نمونه‌های حاوی پودر بامیه دارای امتیاز قابل قبولی بودند [۲۱]. لوای فتح (۱۳۹۸) در پژوهشی به بررسی اثر پودر بامیه بر خواص فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نان بدون گلوتن پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد، جایگزینی آرد گندم با پودر بامیه سبب افزایش معنی‌دار خاکستر، اسیدیته، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، افت وزن، پیوستگی و کاهش چربی، پروتئین، ارتفاع، حجم مخصوص و مقدار آنتالپی در آنالیز حرارتی نمونه‌ها شد [۲۲]. ناصحی و رضوی (۱۳۹۸) از صمغ بامیه به منظور بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی نان بربری استفاده نمودند. نتایج این محققان نشان داد با افزایش میزان هیدروکلوئید درصد جذب آب، انرژی، مقاومت به تغییر شکل و زمان گسترش خمیربا افزایش همراه بود، اما پایداری و توسعه خمیر کاهش یافت. از آنجایی که ۱ درصد صمغ ترکیبی،۳ درصد صمغ کربوکسی متیل سلولز و ۳ درصد صمغ بامیه بهترین خصوصیات رئولوژیکی را داشتند، اقدام به تهیه نان از آن‌ها شد. یافته‌ها حاکی از آن بود که با افزایش میزان صمغ، رطوبت نان و حجم مخصوص افزایش و سفتی، جویدن، عطر و طعم و ارزیابی کلی کاهش یافت (۲۳). بنابراین هدف از انجام این تحقیق جایگزینی آرد گندم با مخلوط آرد و صمغ بامیه بر ویژگی‌های کیک اسفنجی بود. آرد بامیه در سطوح صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد و صمغ آن نیز در سطوح صفر، ۲/۵ و ۵ درصد در فرمولاسیون استفاده شد.

1 . *Malvaceae*
2 . Okra gum

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

آرد گندم از کارخانه آرد گلمکان (مشهد، ایران) و بامیه تازه از بازار محلی تهیه شد. هم‌چنین سایر مواد شامل مواد شیمیایی از شرکت مرک (آلمان)، شکر، روغن نباتی مایع و بیکینگ پودر از یک فروشگاه عرضه‌کننده مواد اولیه قنادی خریداری و تخم‌مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید کیک‌ها تهیه و در یخچال نگهداری شد.

۲-۲-تهیه آرد بامیه

بامیه‌های تازه بعد از شستشو، در داخل آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت خشک شدند. سپس آسیاب شده و با استفاده از الک با مش ٦٠ الک شدند و پودر حاصله در ظروف شیشه‌ای درب‌دار و در یخچال با دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (لوای فتح، ۱۳۹۸). پودر بامیه حاوی رطوبت ۹/۸۷ درصد، خاکستر ٦ درصد، پروتئین ١٤/٥ درصد، چربی ۵ درصد، اسیدیته ۲/۱۲، فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۸۸/٦۹ درصد، جذب آب ۷۵/۳٦ درصد و جذب روغن ۳/۸۵ درصد بود.

۲-۳-تهیه صمغ بامیه

گیاه بامیه پس از تهیه با آب سرد شستشو شد. در ادامه غلاف سبز رنگ میوه که حاوی موسیلاژ است از میوه جدا شد و در آب به مدت ۵ تا ٦ ساعت قرار گرفت [۵]. سپس غلاف‌ها به مدت ۳۰ دقیقه جوشانده شد. سپس جهت خروج هرچه بهتر موسیلاژ از غلاف‌ها دو روش (آزادسازی طبیعی موسیلاژ در آب و آزادسازی موسیلاژ در آب با امواج فراصوت) امتحان شد. در روش اول به مدت یک ساعت اجازه داده شد تا موسیلاژ در آب آزاد شود. در روش دوم از امواج غیرمسقیم (حمام) اولتراسونیک با فرکانس ۷۰ کیلوهرتز به مدت یک ساعت جهت آزاد شدن موسیلاژ در آب استفاده شد (٢٤). در ادامه موسیلاژ خارج شده در پارچه نخی چند لایه قرار داده شد تا عصاره آن خارج گردد. در انتها موسیلاژ (عصاره خارج شده از پارچه) استخراج شده در آون با دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد خشک و پس از الک کردن با مش ۳۰ در دیسکاتور با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ٤۵ درصد نگهداری شد [۵].

۲-٤-تهیه خمیر و کیک

خمیر کیک حاوی ۱۰۰-۷۰ گرم آرد گندم، صفر، ۱۵ و ۳۰ گرم آرد بامیه، صفر، ۲/۵ و ۵ گرم صمغ بامیه، ۸۵ گرم پودر شکر، ۳٦ گرم روغن، ۱۸ گرم تخم‌مرغ، ١٤ گرم ایزوله پروتئین آب پنیر، ۰/٤ گرم هیدروکسی‌پروپیل متیل سلولز، ۰/٤ گرم امولسیفایر سدیم استئارئیل لاکتیلات، ۱۲ گرم شربت اینورت، ۲ گرم بیکینگ پودر، ۰/۲ گرم وانیل و آب به میزان لازم بود. در ابتدا به منظور تهیه خمیر کیک، روغن، پودر شکر و تخم مرغ با استفاده از یک همزن برقی (Electra EK-230M، ژاپن) با سرعت ۱۲۸ دور در دقیقه و در مدت زمان ٦ دقیقه مخلوط شد تا یک کرم حاوی حباب‌های هوا ایجاد گردید. سپس آب، صمغ، ترکیبات جایگزین تخم مرغ و شربت اینورت به این کرم اضافه شد و عمل همزدن به مدت ٤ دقیقه ادامه یافت. در مرحله بعد بیکینگ پودر و وانیل به آرد گندم و بامیه اضافه شد و مخلوط حاصل به صورت تدریجی به کرم افزوده شد. در نهایت خمیر درون کاغذ مخصوص کیک که درون قالب‌قرار گرفته بود، ریخته شد. سپس عمل پخت در فر آزمایشگاهی گردان با هوای داغ (ZuccihelliForni، ایتالیا) در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۰ دقیقه انجام گردید. پس از سرد شدن، هر یک از نمونه‌ها در کیسه‌های پلی‌اتیلنی به‌منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته‌بندی و در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. فرمولاسیون کیک فوق با تغییراتی نسبت به فرمولاسیون ترابیو همکاران، ۲۰۰۸، آشوینی و همکاران، ۲۰۰۹ و لین و همکاران، ۲۰۱۷ طراحی شد [۲۵-۲۷].

۲-۵-اندازه‌گیری خاکستر

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC2000 به شماره ۰۱-۰۸ استفاده شد (۲۸).

۲-٦-اندازه‌گیری پروتئین

مقدار پروتئین با استفاده از AACC2000 به شماره ۱۲-٤٦ (روش کلدال) انجام شد (۲۸).

۲-۷-اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

برای تعیین میزان آنتی‌اکسیدان از روش مهار رادیکال‌های آزاد (DPPH) استفاده گردید. بدین منظور یک گرم از نمونه پودر

شده کیک با ۱۰ میلی‌لیتر متانول مخلوط و به مدت ۲٤ ساعت در دمای اتاق و به دور از روشنایی نگهداری شد. سپس مایع رویی از قسمت ته‌نشین شده جدا و به مدت ۱۰ دقیقه با دور بالا سانتریفیوژ گردید. یک میلی‌لیتر از قسمت شفاف رویی (عصاره نمونه) با ٤ میلی‌لیتر متانول ۹۰ درصد و یک میلی‌لیتر محلول متانولی DPPH (۰/۱ میلی مولار) تازه تهیه شده مخلوط و به مدت نیم ساعت در جای تاریک استراحت داده شد. برای تعیین میزان جذب محلول در ابتدا اسپکتروفومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر با متانول کالیبره شده و سپس جذب نمونه‌ها در همان طول موج اندازه‌گیری شد.

۲-۸-اندازه‌گیری رطوبت

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC2000 به شماره ۱٦-٤٤ استفاده شد. برای این منظور نمونه‌ها در فاصله زمانی ۲ ساعت و یک و دو هفته پس از پخت در آون (مارک Jeto Tech، مدل OF-O2G، ساخت کشور کره جنوبی) با حرارت ۱۰۵-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت [۲۸].

۲-۹-اندازه‌گیری حجم مخصوص

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا مطابق با استاندارد AACC2000 به شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد. برای این منظور در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، قطعه‌ای به ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر از مرکز هندسی کیک تهیه شد و حجم مخصوص آن تعیین شد [۲۸].

۲-۱۰-تخلخل

به منظور ارزیابی میزان تخلخل بافت میانی کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از تولید، از تکنیک پردازش استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از بافت درونی نمونه‌های تولیدی تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل از آن تصویربرداری شد. تصویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن قسمت ۸ بیت، تصاویر سطح خاکستری ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی، قسمت دودویی نرم‌افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها بر آورد می‌شود. بدیهی است که هر چقدر این نسبت بیشتر باشد بدین معناست که میزان حفرات موجود در بافت کیک (میزان تخلخل) بیشتر است. در عمل با فعال کردن قسمت Analysisنرم‌افزار، این نسبت محاسبه و تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد[۲۹و ۳۰].

۲-۱۱-بافت

ارزیابی بافت کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج QTSمدل CNS Farnell, UKساخت کشور انگلستان انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب با انتهای استوانه‌ای (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ٦۰ میلی‌متر در دقیقه از مرکز کیک، به‌عنوان شاخص سفتی محاسبه شد. نقطه شروع و نقطه هدف به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۲۵ میلی‌متر بود [۳۱].

۲-۱۲-خصوصیات حسی

بدین منظور ۵ داور مطابق با آزمون مثلثی انتخاب شد. سپس خصوصیات حسی کیک از نظر فرم و شکل (شکل نامتقارن، پارگی یا از بین رفتن قسمتی از کیک و وجود هرگونه حفره یا فضای داخلی)، خصوصیات سطح بالایی (سوختگی، غیرطبیعی بودن رنگ، چین و چروک و سطح غیر عادی)، خصوصیات سطح پائینی (سوختگی، چین و چروک و سطح غیرعادی)، پوکی و تخلخل (خلل و فرج غیرعادی، تراکم و فشردگی زیاد)، سفتی و نرمی بافت (خمیری بودن و یا نرمی غیر عادی، سفت بودن، تردی و شکنندگی)، قابلیت جویدن (خشک و سفت بودن، گلوله و خمیری بودن در دهان و چسبیدن به دندان‌ها) و بو و مزه (طعم تند و زننده، بوی خامی یا ترشیدگی و یا عطر طبیعی) که به‌ترتیب دارای ضریب رتبه ٤، ۲، ۱، ۲، ۲، ۳ و ۳ هستند، ارزیابی شدند. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. با داشتن این معلومات، پذیرش‌کلی (عدد کیفیت کیک) محاسبه شد [۳۲و ۳۳].

۲-۱۳-تجزیه و تحلیل آماری

تحلیل آماری داده‌ها در قالب یک طرح کاملاً تصادفی بر پایه فاکتوریل (عامل اول سطوح متفاوت آرد بامیه و عامل دوم سطوح متفاوت صمغ بامیه) و با ۳ تکرار انجامشد. تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از نرم افزار MINITABنسخه ۱۷در سطح معنی‌داری

۵ درصد صورتگرفت. شکل‌ها با نرم افزار MS-Office Excel، نسخه ۲۰۱۳ ترسیم شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-خاکستر و پروتئین

همانطور که نتایج (جدول ۱) نشان می‌دهد با افزایش پودر بامیه در فرمولاسیون کیک بر میزان خاکستر و پروتئین نمونه‌های تولیدی افزوده شد. صمغ بامیه اثر معنی‌داری (در سطح اطمینان ۹۵ درصد) بر میزان خاکستر و پروتئین نداشت. افزایش خاکستر و پروتئین نمونه‌های حاوی پودر بامیه در مقایسه با نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر و صمغ بامیه) را می‌توان به وجود مقادیر بیشتر ترکیبات معدنی از قبیل کلسیم، منیزیم، فسفر، سدیم و پتاسیم و پروتئین در پودر بامیه در مقایسه با آرد گندم نسبت داد (۲۲). لوای فتح (۱۳۹۸) میزان پروتئین پودر بامیه را حدود ۱۵ درصد گزارش کرد (۲۲). اوکاجا و کاکر (۲۰۱۸) در زمینه بررسی اثر جایگزینی آرد گندم با پودر بامیه در فرمولاسیون بیسکوئیت گزارش کردند میزان خاکستر و پروتئین نمونه‌های حاوی پودر بامیه به دلیل افزایش میزان مواد معدنی و پروتئین در فرمولاسیون در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت (۲۱).

Table 1 The effect of okra flour and gum on ash, protein and antioxidant activity of sponge cake

Treatments		Ash (%)	Protein (%)	Antioxidant activity (%)
Okra Flour	Okra gum			
0	0	0.52±0.04^{c}	7.8±0.4^{c}	5.78±1.65^{c}
0	2.5	0.57±0.09^{c}	7.4±0.6^{c}	5.91±1.94^{c}
0	5	0.54±0.07^{c}	7.5±0.2^{c}	5.69±1.63^{c}
15	0	0.97±0.03^{b}	8.8±0.1^{b}	37.62±4.05^{b}
15	2.5	0.99±0.06^{b}	8.5±0.7^{b}	35.70±1.77^{b}
15	5	1.04±0.09^{b}	8.4±0.9^{b}	37.46±2.59^{b}
30	0	1.35±0.04^{a}	9.7±0.2^{a}	49.21±2.78^{a}
30	2.5	1.32±0.02^{a}	9.9±0.6^{a}	49.80±2.29^{a}
30	5	1.40±0.02^{a}	10.2±0.5^{a}	48.60±3.31^{a}

Different letters in each column represent significant difference from one another ($p< 0.05$).

۳-۲-ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

همانطور که نتایج (جدول ۱) نشان می‌دهد با افزایش پودر بامیه در فرمولاسیون کیک بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های تولیدی افزوده شد. این در حالی بود که افزایش صمغ بامیه در فرمولاسیون کیک روندی افزایشی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی فراورده‌های تولیدی داشت اما این روند افزایشی معنی‌دار نبود ($P<0.05$). بامیه منبعی غنی از ترکیبات فنولیک بوده که عمدتا از مشتقات فلاوونول تشکیل شده است و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی دارد [۱]. لوای فتح (۱۳۹۸) با بررسی سطوح ۱۰ و ۲۱ درصد پودر بامیه در نان بدون گلوتن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های تولیدی را به ترتیب حدود ۹۴ و ۹۲ درصد گزارش کرد. این محقق بیان کرد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در ارتباط مستقیم با ترکیبات فنولی است و با افزایش سطح پودر بامیه در فرمولاسیون نان بدون گلوتن به دلیل افزایش فلاونوئیدهاوترکیباتفنلی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی نان افزایش یافت[۲۲].

۳-۳-میزان رطوبت

جدول ۲ نشان‌دهنده میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی طی سه بازه زمانی (۲ ساعت و یک و دو هفته پس از پخت) است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد افزایش سطح پودر بامیه و صمغ آن در فرمولاسیون کیک منجر به حفظ رطوبت نمونه‌های تولیدی در مقایسه با نمونه شاهد طی فرایند پخت و پس از آن شد. براساس نتایج نمونه حاوی ۳۰ درصد پودر بامیه و ۵ صمغ بامیه دارای بیشترین میزان رطوبت در هر سه بازه زمانی بود. لازم به ذکر است میزان رطوبت تمام نمونه کیک های تولیدی طی دو هفته نگهداری کاهش یافت. این در حالی بود که بیشترین افت رطوبت در نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر و صمغ بامیه) و کمترین میزان

آن در کیک حاوی بیشترین سطح جایگزینی آرد گندم با آرد بامیه (۳۰ درصد) و بیشترین میزان صمغ بامیه (۵ درصد) مشاهده شد. همانطور که اشاره شد نمونه های حاوی پودر بامیه از میزان رطوبت بیشتری در مقایسه با نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر و صمغ بامیه) برخوردار بودند. یکی از دلایل افزایش رطوبت نمونه های فراسودمند به دلیل بیشتر بودن رطوبت پودر بامیه در مقایسه با رطوبت آرد گندم است. میزان بالای فیبر موجود در پودر بامیه خود عاملی بر محتوای رطوبت بالاتر نمونه‌های ترکیبی (آرد گندم–پودر بامیه) در مقایسه با نمونه شاهد است [۲۲]. ناصحی و رضوی (۱۳۹۸) با افزودن صمغ بامیه به فرمولاسیون نان گزارش کردند نمونه‌های حاوی این صمغ در مقایسه با نمونه شاهد از میزان رطوبت بیشتری برخوردار بود و افزایش میزان صمغ منجر به افزایش رطوبت شد. همچنین این محققان دلیل این امر را افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیلی و شکل‌گیری بیشتر پیوندهای هیدروژنی دانستند [۲۳]. عبدوقاسم و همکاران (۲۰۱۷) بر اثر افزودن پودر صمغ بامیه به فرمولاسیون اولیه کیک اسفنجی نتیجه مشابهی مبنی بر افزایش رطوبت نمونه‌های تولیدی در مقایسه با نمونه شاهد گزارش کردند [۳٤].

Table 2 The effect of okra flour and gum on moisture of sponge cake during 2 weeks.

Treatments		Moisture(%)		
Okra Flour	Okra gum	2 hours	1 Week	2 Weeks
0	0	16.2±0.5^{e}	13.8±0.9^{e}	11.2±0.4^{c}
0	2.5	17.9±0.2^{d}	16.1±0.7^{d}	14.7±0.2^{b}
0	5	21.7±0.2^{b}	18.7±0.3^{bc}	18.5±0.2^{a}
15	0	17.1±0.5^{e}	15.7±0.2^{d}	14.2±0.2^{b}
15	2.5	18.9±0.2^{c}	17.9±0.7^{c}	14.9±0.5^{b}
15	5	22.7±0.7^{b}	22.3±0.9^{a}	19.1±0.7^{a}
30	0	17.8±0.4^{d}	17.1±0.2^{c}	15.3±0.2^{b}
30	2.5	22.4±0.2^{b}	20.1±0.2^{b}	18.7±0.4^{a}
30	5	24.6±0.6^{a}	21.9±0.2^{a}	19.2±0.2^{a}

Different letters in each column represent significant difference from one another ($p< 0.05$).

۳-٤-حجم مخصوص و تخلخل

جدول ۳ نشان‌دهنده میزان حجم مخصوص و تخلخل بافت نمونه‌های تولیدی است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد بامیه و ۲/۵ درصد صمغ بامیه و نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد بامیه و فاقد صمغ بامیه به طور مشترک دارای بیشترین حجم مخصوص در بین نمونه‌های تولیدی بودند. این در حالی بود که بیشترین میزان تخلخل در نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد بامیه و ۲/۵ درصد صمغ بامیه مشاهده شد. نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر و صمغ بامیه) دارای کمترین میزان حجم مخصوص و نمونه شاهد و نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد بامیه و ۵ درصد صمغ بامیه به طور مشترک از کمترین تخلخل برخوردار بودند. به طور کل می‌توان گفت حضور پودر بامیه و صمغ آن حتی به تنهایی نیز منجر به افزایش حجم مخصوص و تخلخل نمونه‌ها شد که حضور این دو ترکیب در کنار یکدیگر (بخصوص سطح ۱۵ درصد آرد بامیه و ۲/۵ درصد صمغ بامیه) در افزایش حجم مخصوص و تخلخل اثر هم‌افزایی داشت. در نمونه‌هایی با مقادیر بالای هیدروکلوئیدها و یا منابع فیبری به دلیل افزایش قابلیت نگهداری آب در خمیر و کاهش آب آزاد و عدم تبخیر مناسب آب، حجم و تخلخل نمونه‌های تولیدی کاهش یافت (حفره‌های کمتری در بافت داخلی کیک شکل می‌گیرد و پخش این حباب های هوا به خوبی انجام نمی‌شود). گزارشاتی مبنی بر کاهش حجم مخصوص در نتیجه افزودن صمغ و پودر بامیه به فرمولاسیون فراورده‌های نانوایی وجود دارد. لوای فتح (۱۳۹۸) گزارش کردند با افزایش جذب آب توسط پلی‌ساکاریدهای صمغ بامیه گسترش شبکه پروتئینی با مشکل مواجه شد و بالطبع بر تشکیل خمیر نان و زمان مخلوط کردن اثرات منفی گذاشت که در نتیجه آن نیز حجم کاهش یافت[۲۲]. تخلخل به ساختار منافذ بافت درونی فراورده‌های نانوایی اشاره دارد و یکی از عوامل تأثیرگذار در ویژگی‌های کیفی بافت درونی این دسته از فراورده‌ها محسوب می‌شود. از طرفی میزان تخلخل بافت درونی تحت تأثیر تعداد حفرات موجود در مغز بافت و هم‌چنین نحوه توزیع و پخش این حفرات است که هرچه تعداد حفرات و سلول‌های گازی بیشتر و توزیع و پخش آن‌ها یکنواخت‌تر صورت گرفته باشد، میزان تخلخل فراورده نهایی

بیشتر خواهد بود [۳۵]. جایگزینی بخشی از آرد گندم با آردهای ضعیف و بدون گلوتن موجب کاهش پایداری خمیر، تضعیف ساختار فراورده هدف و اختلال در ویژگی‌های تکنولوژیک فراورده نانوایی از جمله بافت، حجم و تخلخل می‌شود [۳۶]. همانطور که اشاره شد شبکه گلوتنی موجود در خمیر کیک حاوی آرد بامیه (آرد فاقد گلوتن) ضعیف‌تر از شبکه گلوتنی نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم استاما باید این نکته را در نظر گرفت که آرد بامیه بخصوص در حضور صمغ به دلیل دارا بودن ترکیبات هیدروکلوئیدی قابلیت جبران نقص ناشی از کمبود گلوتن را دارند و چنانچه سطوح مصرف درست انتخاب گردد، شبکه تقویت می شود و به موجب آن ویژگی‌های بافتی بهبود می‌یابد. سطوح کم آرد بامیه در صورت فقدان صمغ در فرمولاسیون قابلیت نگهداری حباب‌های هوا و استحکام بخشیدن به دیواره این حباب‌ها جهت حفظ آن‌ها در برابر پاره شدن ناشی از انبساط حین فرایند پخت را نداردکه در نتیجه آن چندین حباب هوا در اثر پاره شدن به یکدیگر ملحق می‌شوند و پدیده تونلینگ اتفاق می‌افتد که منجر به کاهش تخلخل می‌شود. نیاستی و همکاران (۱۳۹۸) در تحقیق خود به این نکته اشاره نمودند در فراورده‌های خمیری حاوی آرد ضعیف با ایجاد حالت چسبندگی و اندک ضخیم شدن دیواره سلول‌های گازی موجود در خمیر می‌توان از پاره شدن این حفرات به طوری که دو یا چند حفره کوچک به یک حفره بزرگ تبدیل شود، جلوگیری به عمل آورد و از این طریق در افزایش تخلخل به دلیل حفظ تعداد سلول‌های گازی و حتی پخش یکنواخت‌تر آن‌ها موفق عمل نمود[۳۷].

Table 3 The effect of okra flour and gum on specific volume and porosity of sponge cake

Treatments		Specific volume (cm^3/g)	Porosity(%)
Okra Flour	Okra gum		
0	0	2.2 ± 0.2^{d}	20.6±0.2
0	2.5	3.2 ± 0.5^{c}	24.1±0.7
0	5	2.4 ± 0.3^{d}	20.4±0.5
15	0	3.1 ± 0.2^{c}	23.9±1.2
15	2.5	5.2 ± 0.7^{a}	31.8±0.9
15	5	4.4 ± 0.2^{b}	27.2±0.9
30	0	5.5 ± 0.2^{a}	31.5±0.2
30	2.5	3.2 ± 0.2^{c}	24.2±0.7
30	5	2.1 ± 0.4^{d}	20.8±0.9

Different letters in each column represent significant difference from one another ($p< 0.05$).

۳-۵-بافت

جدول ٤ نشان‌دهنده میزان سفتی بافت نمونه‌های تولیدی طی سه بازه زمانی (۲ ساعت و یک و دو هفته پس از پخت) است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر بامیه و ۲/۵ درصد از نرم‌ترین سفتی بافت طی هر سه بازه زمانی برخوردار بود. همچنین نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد بامیه در غیاب صمغ به لحاظ نرمی در درجه بعدی قرار گرفت. این در حالی است که بیشترین میزان سفتی در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت مربوط به نمونه شاهد (فاقد پودر و صمغ بامیه) و در بازه زمانی دو هفته پس از پخت به طور مشترک در نمونه شاهد و نمونه حاوی ۳۰ درصد پودر بامیه و ۵ درصد صمغ بامیه مشاهده شد. حضور پودر بامیه و صمغ آن (بخصوص ۱۵ درصد پودر بامیه و ۲/۵ درصد صمغ بامیه) در روزهای اول تولید موجب کاهش روند بیاتی در مقایسه با نمونه شاهد شد. آنتون و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند افزودن هیدروکلوئیدها به فرمولاسیون فراورده‌های نانوایی سبب افزایش جذب آب خمیر و اصلاح ویژگی‌های ساختاری آن می‌شود که در نتیجه فراورده تولیدی نرم‌تر و ماندگاری طولانی‌تری خواهد داشت. در واقع حفظ رطوبت طی فرایند پخت و پس از آن (به دلیل حضور هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون فراورده‌های نانوایی) سبب تأخیر در بیاتی (رتروگراداسیون) نشاسته می‌شود از این رو روند افزایش سفتی بافت نمونه‌های تولیدی طی مدت زمان نگهداری کاهش می‌یابد [۳۸]. اما نکته قابل توجه اینجاست که افزایش بیش از حد هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون سبب کاهش دسترسی گرانول‌های نشاسته به آب می‌شود (ناشی از حضور صمغ و رقابت آن در جذب آب با نشاسته). این امر موجب تسهیل رتروگراداسیون آمیلوز می‌شود چون در نبود آب آزاد حرکت مولکول‌های آمیلوز محدود می‌شود در نتیجه پیوند بین

مولکول‌های آمیلوز تسریع شده و رتروگراداسیون افزایش می‌یابد. لوای فتح (۱۳۹۸) با افزودن پودر بامیه به فرمولاسیون نان بدون گلوتن نتایج مشابهی را گزارش کرد. این محقق با جایگزینی ۱۰ درصد از آرد فرمولاسیون با پودر بامیه کاهش سفتی بافت نان و در نتیجه جایگزینی ۲۱ درصد از آرد با پودر بامیه افزایش سفتی بافت و تسریع روند بیاتی را مشاهده نمود [۲۲].

Table 4 The effect of okra flour and gum on firmnesss of sponge cake during 2 weeks

Treatments		Firmness (N)		
Okra Flour	Okra gum	2 hours	1 Week	2 Weeks
0	0	10.4±0.2^{b}	19.2±0.6^{a}	22.7±0.1^{a}
0	2.5	7.2±0.2^{d}	10.5±0.4^{b}	17.5±0.6^{b}
0	5	8.7±0.4^{c}	11.2±0.9^{b}	18.2±0.9^{b}
15	0	7.1±0.2^{d}	10.7±0.2^{b}	15.2±0.2^{c}
15	2.5	4.1±0.7^{f}	4.9±0.2^{d}	7.1±0.9^{e}
15	5	6.9±0.2^{d}	8.1±0.7^{c}	9.5±0.2^{d}
30	0	5.5±0.4^{e}	7.4±0.5^{c}	9.1±0.2^{d}
30	2.5	7.4±0.2^{d}	10.9±0.7^{b}	17.7±0.7^{b}
30	5	10.8±0.9^{a}	18.9±0.4^{a}	21.9±0.4^{a}

Different letters in each column represent significant difference from one another ($p< 0.05$).

۳-٦-ویژگی‌های حسی

همانطور که جدول ۵ نشان می‌دهد نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد بامیه و ۲/۵ درصد صمغ بامیه و نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد بامیه بدون حضور صمغ بامیه به طور مشترک دارای بالاترین امتیاز پذیرش کلی بودند. همانطور که نتایج ارزیابی سایر پارامترهای تکنولوژیک (حجم مخصوص و بافت) نشان داد این دو نمونه (نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد بامیه و ۲/۵ درصد صمغ بامیه و نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد بامیه بدون حضور صمغ بامیه) دارای کمترین سفتی بافت و بیشترین حجم مخصوص بودند که این امر بر امتیاز فرم و شکل، قابلیت جویدن، پوکی و تخلخل و سفتی و نرمی بافت مؤثر است که در نتیجه آن ارزیابان حسی امتیاز بالایی را به این دو نمونه اختصاص دادند. همچنین در اینجا باید گفت که بافت نیز به نوبه خود بر احساس دهانی و طعم مؤثر است و بافت نامناسب در کاهش امتیاز ویژگی‌های حسی اثر گذارست.

کلیاردیسو همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند درک بو و مزه و رهایش مواد مولد آن‌ها بستگی به نوع بافت نمونه دارد و در بافت‌هایی که پیوستگی بیشتر است و بافت خوشایند مصرف‌کننده یا ارزیابان چشایی است، درک بو و مزه بیشتر است [۳۹]. بلند و همکاران (۲۰۰٤) این امر را به طریق دیگری توجیه کردند و اعتقاد داشتند برهمکنش‌های بین مواد مولد بو و مزه در محصولات با بافت و ساختار مناسب بهتر اتفاق افتاده است که این امر منجر به افزایش احساس دهانی خوب و رهایش هرچه بیشتر مواد طعم‌زا می‌شود [٤۰]. از این روست که نمونه‌های با بافت بهتر (حاوی ۱۵ درصد آرد بامیه و ۲/۵ درصد صمغ بامیه و نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد بامیه بدون حضور صمغ بامیه) از امتیاز بو و مزه بیشتر و نمونه‌های با بافت نامناسب (نمونه شاهد، نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد بامیه و ۵ درصد صمغ بامیه) از امتیاز بو و مزه کمتری برخوردار بودند.

Table 4 The effect of okra flour and gum on firmnesss of sponge cake during 2 weeks.

Treatments		Sensory properties							
Okra Flour	Okra gum	Form	Upper surface	Bottom surface	Porosity	Firmness	Chewiness ability	Odor&Taste	Overall acceptance
0	0	1.9±0.88^{c}	1.7±0.51^{c}	2.7±0.68^{b}	2.2±1.05^{c}	2.7±0.85^{b}	3.4±0.48^{b}	3.4±1.10^{b}	2.86±0.71^{c}
0	2.5	3.0±0.94^{b}	2.9±0.66^{b}	3.0±0.58^{b}	3.2±0.81^{b}	4.5±0.97^{a}	3.6±0.97^{b}	3.4±0.57^{b}	3.41±0.56^{b}
0	5	2.3±0.67^{c}	1.9±0.82^{c}	2.8±0.97^{b}	3.1±0.87^{b}	2.8±0.69^{b}	2.1±0.57^{c}	2.1±0.92^{c}	2.75±0.45^{c}
15	0	3.0±0.67^{b}	3.9±0.67^{a}	3.9±0.66^{a}	3.5±1.03^{b}	4.1±0.63^{a}	3.5±1.25^{b}	3.4±0.69^{b}	3.42±0.51^{b}
15	2.5	4.2±0.78^{a}	3.9±0.73^{a}	4.0±0.52^{a}	4.7±0.67^{a}	4.3±0.94^{a}	4.4±0.52^{a}	4.8±0.42^{a}	4.40±0.26^{a}
15	5	3.6±1.07^{ab}	2.7±0.94^{b}	3.8±0.37^{a}	3.4±0.96^{b}	2.7±0.48^{b}	2.2±0.57^{c}	2.1±0.96^{c}	3.29±0.37^{b}
30	0	4.1±0.57^{a}	4.1±0.92^{a}	3.9±0.82^{a}	4.5±0.71^{a}	4.3±0.82^{a}	4.3±0.69^{a}	4.4±0.57^{a}	4.27±0.44^{a}
30	2.5	3.2±0.78^{b}	2.8±0.52^{b}	3.7±0.66^{a}	3.2±0.92^{b}	2.5±1.05^{b}	2.2±0.82^{c}	3.4±0.51^{b}	3.28±0.56^{b}
30	5	2.1±0.73^{c}	1.9±0.87^{c}	2.9±0.92^{b}	2.2±0.69^{c}	2.7±0.79^{b}	2.1±0.48^{c}	2.00±0.78^{c}	2.21±0.33^{d}

Different letters in each column represent significant difference from one another ($p< 0.05$).

٤-نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف تولید کیک اسفنجی فراسودمند حاوی آرد و صمغ بامیه انجام شد. نتایج نشان داد جایگزینی آرد گندم با آرد بامیه منجر به افزایش خاکستر، پروتئین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های تولیدی شد. آرد و صمغ بامیه در حفظ رطوبت کیک‌ها طی فرایند پخت و نگهداری مؤثر بود. نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد بامیه و ۲/۵ درصد صمغ بامیه از بیشترین حجم مخصوص، تخلخل و نرمی بافت برخوردار بود. همچنین در ارزیابی حسی داوران چشایی بالاترین امتیاز ویژگی‌های حسی و در نهایت پذیرش کلی را به طور مشترک به نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد بامیه و ۲/۵ درصد صمغ بامیه و نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد بامیه بدون حضور صمغ بامیه دادند.

٥- منابع

[1] Gemede, H. F., Ratta, N., Haki, G. D., Woldegiorgis, A. Z., and Beyene, F. (2015). Nutritional quality and health benefits of okra (Abelmoschus esculentus): a review. Journal of Food Processin and Technology, 25, 16-25.

[2] Kontogiorgos, V., Margelou, I., Georgiadis, N., and Ritzoulis, C. (2012). Rheological characterization of okra pectins. Food Hydrocolloids, 29(2), 356-362.

[3] Bakre, L. G., and Jaiyeoba, K. T. (2009). Effects of drying methods on the physicochemical and compressional characteristics of okra powder and the release properties of its metronidazole table formulation. Archives of Pharmacal Research, 32(2), 259-267.

[4]Alqasoumi, S. I. (2012). 'Okra'Hibiscus esculentus L.: A study of its hepatoprotective activity. Saudi Pharmaceutical Journal, 20(2), 135-141.

[5]Kumar, D. S., Tony, D. E., Kumar, A. P., Kumar, K. A., Rao, D. B. S., and Nadendla, R. (2013). Areview on Abelmoschus esculentus (Okra). International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences, 3, 129-32.

Onakpa, M. M. (2013). Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological profile of genus[6]Abelmoschus. Phytopharmacology, 4(3), 648-663.

[7]Roy, A., Shrivastava, S. L., and Mandal, S. M. (2014). Functional properties of Okra Abelmoschus esculentus L.(Moench): traditional claims and scientific evidences. Plant Science Today, 1(3), 121-130.

[8] Zaharuddin, N.D, Noordin, M.I, and Kadivar, A. "The Use of Hibiscus esculentus (Okra) Gum in Sustaining the Release of Propranolol Hydrochloride in a Solid Oral Dosage For ." BioMed *Research Internationa ,* pp. 1–8,2013.

[9] Lengsfeld, C., Titgemeyer, F., Faller, G., and Hensel, A. (2004). Glycosylated compounds from okra inhibit adhesion of Helicobacter pylori to human gastric mucosa. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52(6), 1495-1503.

[10] Mishra, A., Clark, J. H., and Pal, S. (2008). Modification of Okra mucilage with acrylamide: synthesis, characterization and swelling behavior. Carbohydrate Polymers, 72(4), 608-615.

[11] Tavakoli, N., Ghasemi, N., & Hamishehkar, H. (2010). Evaluation of Okra gum as a binder in tablet dosage forms. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 47-47.

[12] Attama, A. A., Adikwu, M. U., and Amorha, C. J. (2003). Release of indomethacin from bioadhesive tablets containing carbopol 941 modified with Abelmuschus esculentus (okra) gum. Bollettino Chimico Farmaceutico, 142(7), 298-302.

[13] Kalu, V. D., Odeniyi, M. A., and Jaiyeoba, K. T. (2007). Matrix properties of a new plant gum in controlled drug delivery. Archives of Pharmacal Research, 30(7), 884-889.

[14] Georgiadis, N., Ritzoulis, C., Sioura, G., Kornezou, P., Vasiliadou, C., and Tsioptsias, C. (2011). Contribution of okra extracts to the stability and rheology of oil-in-water emulsions. Food Hydrocolloids, 25(5), 991-999.

[15] Ogaji, I. J., Nep, E. I., and Audu-Peter, J. D. (2012). Advances in natural polymers as pharmaceutical excipients.

[16] Alba, K., Ritzoulis, C., Georgiadis, N., & Kontogiorgos, V. (2013). Okra extracts as emulsifiers for acidic emulsions. Food Research International, 54(2), 1730-1737.

[17] Naqash, F., Masoodi, F. A., Rather, S. A., Wani, S. M., & Gani, A. (2017). Emerging concepts in the nutraceutical and functional properties of pectin− A Review. Carbohydrate Polymers.

[18] de Carvalho, C. C., Cruz, P. A., da Fonseca, M. M. R., and Xavier-Filho, L. (2011). Antibacterial properties of the extract of Abelmoschus esculentus. Biotechnology and Bioprocess Engineering, 16(5), 971-977.

[19] Costandino, A. J., and Romanchick-Cerpovicz, J. E. (2004). Okra polysaccharides as egg white substitute. Journal of the American Dietetic Association, 104, 44-48.

[20] Romanchik-Cerpovicz, J. E., Costantino, A. C., and Gunn, L. H. (2006). Sensory evaluation ratings and melting characteristics show that okra gum is an acceptable milk-fat ingredient substitute in chocolate frozen dairy dessert. Journal of the American Dietetic Association, 106(4), 594-597.

[21] Akoja, S. S., and Coker, O. J. (2018). Physicochemical, functional, pasting and sensory properties of wheat flour biscuit incorporated with Okra powder. International Journal of Food Science and Nutrition, 3(5), 64-70.

[22]Lavaye Fath, F. (2019). The Effects of Okra and Eggplant Powders on Physicochemical,Textural and Sensory Properties of Gluten Free Bread, M. S. thesis, Department of food science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University.

[23] Nasehi, B. and Razavi, R. (2019). Evaluation of the effects of okra and carboxymethyl cellulose
gums on quality properties and shelf life of Barbaribread. JFST, 90: 16.

[24] Wang, K., Li, M., Wen, X., Chen, X., He, Z., Ni, Y. 2018. Optimization of ultrasound-assisted extraction of okra (Abelmoschus esculentus (L.) Moench) polysaccharides based on response surface methodology and antioxidant activity. International Journal of Biological Macromolecules, 114: 1056-1063.

[25] Turabi, E., Sumnu, G., and Sahin, S. 2008. Rheological properties and quality of rice cake formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*, 22: 305-312.

[26]Ashiwni, A., Jyotsna, R. and Indrani, D. (2009). Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. Food Hydrocolloids, *23*: 700–707.

[27]Lin, M., Tay, SH., Yang, H., Yang, B. and Li, H. (2017). Replacement of eggs with soybean protein isolates and polysaccharides to prepare. Food Chemistry, 663-673.

[28] AACC. (2000). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

[29] Sabanis, D., Tzia, C. and Papadakis, S. (2008). Effect of different raisin juice preparations on selected properties of gluten-free bread. Food and Bioprocess Technology, 1(4): 374-383.

[30] Bárcenas, M. E. and Rosell, C. M. (2006). Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: Low temperatures and HPMC addition. Journal of Food Engineering, 72: 92–99.

[31] Ronda, F., Oliete, B., Gomez, M., Caballero, P., and Pando, V. (2011). Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. *Journal of Food Engineering*, 112: 272-277.

[32] Yaseen, A.A., Shouk, A.H., and Ramadan, M.T. (2010). Corn-wheat pan bread quality as affected by hydrocolloids. *Journal of American Science*, 6(10): 684-690.

[33] Jalali, M., Sheikholeslami, Z., Elhamirad, A. H., Haddad Khodaparast, M. H. and Karimi, M. (2019). The effect of Balangu Shirazi (Lallemantia Royleana) gum on the quality of gluten-free pan bread containing pre-gelatinization simple corn flour with microeave. Carpathain Journal of Food Science and Technology, https://doi.org/10.34302/crpjfst/2019.11.2.6.

[34] Abdo Qasem, Akram A., Alamri, M. S., Mohamed, A. A., Hussain, S., Mahmood, K. Ibraheem, M. A. (2017). Effect of okra gum on pasting and rheological properties of cake-batter. Journal of Food Measurement and Characterization, 11(2): 827–834.

[35] Sahraiyan, B., Naghipour, F., Karimi, M. & Ghiafeh davoodi, M. (2013). Evaluation of Lepidium sativum seed and guar gum to improve dough rheology and quality parameters in composite rice-wheat bread. *Food Hydrocolloid*, 30: 698-703.

[36] Fras, A., Golebiewska, K., Golebiewski, D., Mankowski, D. R., Boros, D. and Szecowka, P. 2016. Variability in the chemical composition of triticale grain, flour and bread. *Journal of Cereal Science,* 71: pp, 66-72.

[37] Niasti, S., Pourhaji, F. and Sahraiyan, B. 2019. Evaluation of replacement of oil by Fenugreek seed gum on quality properties of low-fat chiffon cake (wheat-millet). *Journal of Food Science and Technology*, 93(16): 23-37 [In Persian].

[38] Anton, A. A., and Artfield, S. D. (2008). Hydrocolloids in gluten-free breads: a review. International journal of food sciences and nutrition, 59(1), 11-23.

[39] Koliandris. A., Lee, A., Ferry, A., Hill, S., and Mitchell, J. 2008. Relationship between structure of hydrocolloid gels and solutions and flavor release. *Food Hydrocolloids*, 22: 623–630.

[40] Boland, B., Buhr, K., Giannouli, P., and van Ruth, S.M. 2004. Influence of gelatin, starch, pectin and artificial saliva on the release of 11 flavor compounds from model gel systems. *Food Chemistry*, 86: 401–411.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Substitution of wheat flour with mixture of okra flour and gum on technological and sensory properties of sponge cake (health promotion)

Karimi, M. [1*], Sheikholeslami, Z. [1], Sahraiyan, B. [2], Ghiafeh Davoodi, M. [1]

1. Associate professor of Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.
2. Food Quality and Safety Research Department, ACECR, Khorasan Razavi Branch, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 03/ 19
Accepted 2022/ 05/ 15

Keywords:

Okra,
Sponge cake,
Functional,
Texture,
Sensory properties.

DOI: 10.22034/FSCT.19.127.181
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.21.4

*Corresponding Author E-Mail:
mahdikarimi753@yahoo.com

ABSTRACT

The aim of this study was to enrich and improve nutritional and technological properties of sponge cake. Wheat flour was replaced with okra flour at levels of 0, 15 and 30%, and okra gum was used at levels of 0, 2.5 and 5% to improve texture and sensory sensory properties of the final product. The results showed that replacing wheat flour with okra flour and increasing its consumption level led to an increase in ash (from 0.54 to 1.35%), protein (from 7.56 to 93.9%) and antioxidant activity (from 79 4.5 to 49.2%) of samples. Okra flour and gum, especially at 30 and 5% level, were effective in moisture of the cakes during the baking and shelf life. The lowest moisture loss was observed in the sample containing 5% okra gum (without okra flour) and moisture of this sample decreased from 21.7% to 18.5% during two weeks. The highest specific volume (5.2 cm3 / g), porosity (31.8) and texture softness during 2 hours and one and two weeks after baking (1.4, 4.9 and 7.1 N) were showed in samle containing 15 % okara flour and 2.5 % okara gum. Also, in the sensory evaluation, the highest score of sensory properties and finally overall acceptance were showed in to the sample containing 15% okra flour and 2.5% okra gum and 30% okra flour without the presence of okra gum.