

## بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و بافتی کیک اسفنجی غنی شده با پودر فیبر باگاس

مهسا خداداد زاده<sup>۱</sup>، بهزاد ناصحی<sup>۳\*</sup>

۱- گروه صنایع غذایی، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- گروه صنایع غذایی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۳- دانشیار گروه مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه پیام نور، اهواز، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۱/۱۵)

### چکیده

باگاس، پسماند حاصل از عصاره‌گیری از نیشکر است که به صورت تفاله فیبری خشک، فشرده و به صورت قطعات ریز تراشه به دست می‌آید. امکان استفاده از این ماده در فرآیند تولید سوخت، مواد شیمیایی، آنزیم‌ها، منسوجات و مواد غذایی وجود دارد. در این پژوهش تأثیر جایگزین نمودن ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد باگاس فرآوری شده بر ویژگی‌های شیمیایی (رطوبت، خاکستر، فیبر)، کیفی (بافت، تخلخل، دانسیته و شاخص حجم، رنگ پوسته و مغز) و حسی کیک مورد بررسی قرار گرفت. آزمون‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش درصد پودر فیبر باگاس رطوبت، خاکستر، فیبر، سفتی و چسبندگی کیک‌ها افزایش و تخلخل، روشنایی و دانسیته نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت ( $P < 0/05$ ). بررسی نتایج این پژوهش حاکی از آن است که کیک حاوی ۵ درصد باگاس فرآوری شده بهترین نمونه بود. بنابراین باگاس پتانسیل استفاده به عنوان یک منبع فیبر رژیمی را در فرآورده‌های غذایی دارد.

کلید واژگان: فیبر رژیمی، پسماند، نیشکر، فراسودمند.

\* مسئول مکاتبات: Nasehi.b@pnum.ac.ir

## ۱- مقدمه

صنعت فرآوری غلات یکی از بزرگترین بخش‌های صنایع غذایی در تمام دنیا می‌باشد. فرآورده‌هایی همچون انواع بیسکویت، کیک و کلوچه به دلیل طعم مناسب، راحتی مصرف، ویژگی‌های حسی ویژه و زمان انبارمانی طولانی از جمله پرمصرف‌ترین محصولات می‌باشند [۱]. کیک نوعی شیرینی با بافتی مخصوص است که مواد اصلی آن را آرد، روغن، شکر و تخم مرغ تشکیل می‌دهد. در حال حاضر، کیک در تغذیه افراد جهان جایگاه مهمی دارد، طوری که امروزه چندین نوع کیک با طعم و ارزش غذایی متنوع و مناسب افراد خاص تولید می‌شوند [۲]. اهمیت غذاهای فراسودمند جدای از نقش تغذیه‌ای آن‌ها، به دلیل فراهم‌سازی مزایای فیزیولوژیکی و یا کاهش خطر بروز بیماری‌های مزمن می‌باشد. امروزه فیبر رژیمی به عنوان یک ترکیب مهم، جهت افزایش سلامتی انسان مورد توجه بسیاری از متخصصین تغذیه قرار گرفته است. تعاریف گوناگونی از فیبر رژیمی وجود دارد، اما به طور کلی فیبرهای رژیمی شامل پلی ساکاریدها و لیگنین می‌باشند که در برابر آنزیم‌های گوارشی مقاوم‌اند. جایگزینی مواد اولیه اصلی فرمولاسیون کیک با فیبر رژیمی، سبوس گندم، هیدروکلوئیدها و سایر ترکیبات به دلیل تأثیر بر ساختار کیک موجب تغییر در خواص رئولوژیکی و بافت محصول از جمله ویسکوزیته خمیر، تخلخل، ارتفاع، نرمی و سفتی آن می‌شود [۱]. در سال‌های اخیر پژوهش‌های زیادی برای بهبود ویژگی‌های کیفی و سلامتی‌بخشی کیک با بررسی اثر افزودن منابع فیبری مختلف مانند چای سبز [۲]، فیبر رژیمی سبوس برنج [۳]، قارچ دکمه‌ای [۴]، پودر کدو حلواپی [۵]، پودر سیب [۶] و کدو تنبل [۷] صورت گرفته است. نیشکر یک محصول اقتصادی مهم در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان است. باگاس یا تفاله نیشکر پس از عصاره‌گیری، حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد وزن آن را تشکیل می‌دهد. این ماده به صورت پسماند فیبری خشک و فشرده و به صورت تراشه‌های ریز به دست می‌آید. با توجه به ترکیب، خواص و ساختاری که دارد، به عنوان ماده اولیه برای تولید محصولاتمانند منسوجات، خمیر و کاغذ و خوراک دام مفید می‌باشد. علاوه بر این، از آن برای تولید سوخت، مواد شیمیایی، آنزیم‌ها و مواد غذایی نیز استفاده می‌شود [۸]. در حال حاضر از حدود ۲ میلیون تن باگاس

تولیدی کشور، حدود ۱۵ درصد مصرف صنعتی پیدا کرده است و بقیه این ماده پر ارزش باید با صرف هزینه امحاء شود [۹]. این در حالی است که استفاده از باگاس در تولید مواد بسته‌بندی [۱۰]، ترکیبات ضد میکروبی [۱۱]، ماست پر فیبر [۱۲]، نشان می‌دهد که این ماده توانایی نهفته‌ای برای کاربردهای صنعتی دارد. بنابراین، هدف این پژوهش بررسی اثر جایگزینی آرد با پودر باگاس فرآوری شده به عنوان یک منبع فیبری بر ویژگی‌های بافت، حجم، دانسیته، ترکیب شیمیایی، رنگ و حسی کیک اسفنجی بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد اولیه

مواد اولیه پایه کیک شامل آرد مخصوص قنادی از شرکت تک ماکارون، روغن آفتابگردان با نام تجاری اوپلا، تخم مرغ از شرکت سیمرغ، بیکنینگ پودر با نام تجاری هرمن، وانیل و شکر از فروشگاه‌های مواد غذایی تهیه شد. همچنین از کیسه‌های پلی اتیلنی دو لایه برای بسته بندی کیک‌ها استفاده شد. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرک آلمان تهیه شدند. برای تهیه فیبر باگاس نیشکر، باگاس از شرکت توسعه نیشکر خوزستان واحد حکیم فارابی تأمین و تیمار قلبایی فیبر باگاس مطابق روش [۱۳] انجام شد. مقدار همی سلولز، سلولز و لیگنین مطابق با روش ۸۹۱۷ استاندارد ملی ایران، به ترتیب ۳۲/۳، ۴۴/۴ و ۱۱/۵ در فیبر باگاس معمولی و به ترتیب ۳۲/۲، ۵۱/۸ و ۱۱/۴ در فیبر باگاس فرآوری شده تعیین شد [۱۴].

### ۲-۲- تهیه کیک

بدین منظور، خمیر از اختلاط ۱۰۰ گرم آرد، ۵۷ گرم روغن، ۷۲ گرم شکر، ۷۲ گرم تخم مرغ، ۱/۳۴ گرم بیکنینگ پودر، ۰/۵ گرم وانیل و ۲۵ گرم آب به روش شکر-خمیر تولید شد. سپس خمیر به قالب منتقل تا برای پخت به مدت ۳۰ دقیقه درون فر با دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد. کیک‌ها پس از خروج از فر و سرد شدن به مدت ۲۰ دقیقه در دمای محیط درون کیسه‌های پلی اتیلنی بسته‌بندی شدند. آزمون‌ها بر روی نمونه تازه و همچنین طی ۱۴ روز نگهداری در شرایط اتاق انجام گرفت [۱].

## ۲-۳- ارزیابی ترکیبات کیک

رطوبت نمونه‌ها براساس روش استاندارد ۱۶-۴۴-۱۷، خاکستر استاندارد ۰۸-۰۱ و میزان فیبرخام طبق روش استاندارد AACC 32-10 اندازه‌گیری شد [۱۶].

## ۲-۴- ارزیابی ویژگی‌های کیک

برای تعیین افت پخت اختلاف وزن خمیر و وزن کیک ۲۰ دقیقه بعد از پخت اندازه‌گیری شد [۱]. شاخص حجم طبق روش ۱۰-۹۱ AACC اندازه‌گیری شد [۱۵]. دانسیته نمونه‌های کیک با استفاده از روش جابجایی دانه ارزن تعیین شد [۱۶]. به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز نمونه‌های کیک از تکنیک پردازش استفاده شد [۱۷]. به منظور ارزیابی رنگ پوسته و مغز تیمارها از دستگاه رنگ‌سنج کونیکامینولتا<sup>۱</sup> (مدل CR-400، ژاپن) استفاده شد. شاخص  $L^*$  معرف میزان روشنایی، شاخص  $a^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز و شاخص  $b^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد. بررسی ویژگی‌های بافتی شامل سفتی، پیوستگی و چسبندگی نمونه‌های کیک طی نگهداری در فواصل زمانی ۱، ۷ و ۱۴ روز بعد از پخت توسط دستگاه بافت سنج مدل TA-XT-PLUS (Micro stable system، ساخت انگلستان انجام شد [۱۵ و ۱۸].

## ۲-۵- ارزیابی ویژگی‌های حسی

از ۱۰ ارزیاب آموزش دیده زن و مرد (۲۷ تا ۳۰ ساله) برای بررسی ویژگی‌های سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو، طعم و مزه و پذیرش کلی تیمارها با آزمون ترجیحی ۵ نقطه‌ای (عدد ۵ برای کیفیت مطلوب و ۱ برای کیفیت نامطلوب) استفاده شد.

## ۲-۶- تحلیل آماری

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. برای مطالعه اختلافات بین تیمارها از روش آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون فیشر در سطح آماری ۵٪ با استفاده از برنامه آماری مینی تب نسخه ۱۶ استفاده شد.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- ارزیابی ترکیبات کیک

نتایج مربوط به آزمون رطوبت در جدول ۱، نشان دهنده این است که مقدار رطوبت نمونه‌های حاوی پودر فیبر باگاس در تمامی سطوح نسبت به نمونه شاهد به طور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) بیشتر بود، به طوری که بیشترین میزان رطوبت در تیمار دارای ۲۰ درصد فیبر باگاس مشاهده شد. اما با افزایش میزان فیبر باگاس به ۲۵ درصد میزان رطوبت کاهش یافت. فیبر باگاس نیشکر شبیه صمغ‌ها از سلول‌های فیبری و آوندی تشکیل شده است. بنابراین، قابلیت سلولهای فیبری در جذب آب سبب افزایش مقدار رطوبت کیک می‌شود [۴]. همچنین گزارش شده است که با افزایش پودر سیب در نمونه‌های کیک، رطوبت نسبت به نمونه شاهد افزایش پیدا کرد [۶].

از سوی دیگر، افزودن پودر فیبر باگاس سبب افزایش معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) میزان خاکستر نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد شد که علت آن وفور مواد معدنی در ساختار پودر فیبر باگاس می‌باشد. نتایج نشان داد که تیمار دارای ۲۵ درصد فیبر باگاس بیشترین میزان خاکستر را به خود اختصاص داده است. افزودن سبوس برنج به فرمولاسیون کیک روغنی نیز نشان داد که میزان خاکستر در تمامی تیمارها نسبت به تیمار شاهد افزایش پیدا کرد [۳]. این نتایج با یافته‌های چهارطاق و همکاران (۲۰۱۷) و ترابی و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت [۱ و ۱۹].

همچنین جدول ۱، نشان می‌دهد که با افزایش میزان فیبر باگاس در نمونه‌های کیک اسفنجی، همان طور که انتظار می‌رفت میزان فیبر نیز به طور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) افزایش یافت. به طوری که همان طوری که در جدول ۱، نمایان است بیشترین میزان فیبر در نمونه دارای ۲۵ درصد فیبر باگاس و کمترین نیز در تیمار شاهد مشاهده شد. سایر پژوهش‌ها نشان دادند که با افزایش میزان یولاف [۲۰]، و پودر پوست سیب زمین [۲۱] محتوی فیبر کل نمونه‌های کیک نیز افزایش می‌یابد.

**Table 1** Effect of different contents of Bagasse Powder on the density, Ash and Fiber of cake

Bagasse (%)	Moisture(%)	Ash(%)	Fiber(%)
0	13/50± 0/5 <sup>D</sup>	0/65±0/02 <sup>D</sup>	0/66±0/01 <sup>F</sup>
5	15/00± 1/00 <sup>C</sup>	0/72±0/02 <sup>CD</sup>	2/08±0/09 <sup>E</sup>
10	15/50± 0/5 <sup>C</sup>	0/80± 0/05 <sup>BC</sup>	3/67±0/005 <sup>D</sup>
15	17/50± 0/00 <sup>B</sup>	0/88± 0/02 <sup>AB</sup>	4/25±0/005 <sup>C</sup>
20	19/33± 0/5 <sup>A</sup>	0/91± 0/08 <sup>A</sup>	7/17±0/76 <sup>B</sup>
25	17/50± 0/5 <sup>B</sup>	0/97± 0/06 <sup>A</sup>	10/56±0/14 <sup>A</sup>

Values followed by different letters in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ )

### ۳-۲- ارزیابی ویژگی‌های کیک

اهمیت دارند [۲۴]. افزایش میزان فیبر باگاس نیشکر سبب سستی شبکه گلوآنی می‌شود که چنین تیمارهایی از انسجام کمتری برخوردار بوده و به همین دلیل قادر به نگهداری و پخش یکنواخت سلول‌های گازی در بافت خود نیستند [۱۴].

بررسی نتایج در شکل ۱ (ج)، نشان داد که دانسیته تیمارهای حاوی ۰.۵، ۲۰ و ۲۵ درصد پودر فیبر باگاس اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) با تیمار شاهد داشتند. جایگزینی ۵ درصد پودر فیبر باگاس سبب ایجاد کمترین دانسیته و در نتیجه بیشترین افزایش حجم در بین نمونه‌ها شد. افزودن پودر قارچ دکمه‌ای به کیک نیز کاهش دانسیته و افزایش حجم مخصوص را بین نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد نشان داد [۴]. همچنین افزودن پودر دانه خربزه به کیک سبب کاهش حجم مخصوص نیمی از تیمارها شد [۲۵]. با توجه به شکل ۱ (د)، تخلخل تمامی تیمارها نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) را نشان دادند.

نتایج نشان داد که در همه نمونه‌ها به جز نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر فیبر باگاس، تخلخل نسبت به نمونه شاهد کاهش پیدا کرد. انتقال آب به صورت مؤثر به میزان زیادی وابسته به ساختار ماده غذایی است. افزایش یا کاهش میزان آب ماده غذایی موجب فروپاشی غیر قابل بازگشت ماده غذایی و تغییر در تخلخل می‌شود. عوامل مؤثر بر توزیع مناسب آب می‌توانند بر تخلخل مؤثر باشند [۲۶].

شکل ۱ (الف)، نتایج تأثیر جایگزینی پودر فیبر باگاس را بر افت پخت کیک نشان می‌دهد. مطابق این شکل نمونه حاوی ۵ درصد پودر فیبر باگاس بالاترین میزان افت پخت و نمونه حاوی ۱۵ درصد فیبر باگاس کمترین میزان افت پخت را نشان می‌دهد. تمامی تیمارها جز تیمار حاوی ۵ درصد پودر فیبر باگاس افت پخت کمتری نسبت به نمونه شاهد داشتند. افزودن پودر انجیر هندی به کیک اسفنجی سبب افت وزنی کمتری در مقایسه با نمونه فاقد فیبر بود [۲۲]. افزایش فشار بخار در طی فرآیند پخت به دلیل تبخیر مایعات در اثر نفوذ حرارت به خمیر کیک اتفاق می‌افتد. خروج این بخار از محصول سبب افت پخت می‌شود. افزایش افت پخت به دلیل تغییر نامطلوب ساختار سبب کاهش عمر ماندگاری فرآورده می‌شود. اما همان طوری که در شکل ۱ (ب)، ملاحظه می‌شود، افزودن پودر فیبر باگاس سبب اختلاف معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) شاخص حجم تمامی نمونه‌ها نسبت به شاهد شد. به طوری که تمامی تیمارها جز تیمار حاوی ۵ و ۱۰ درصد پودر فیبر باگاس نسبت به تیمار شاهد شاخص کمتری داشتند. بررسی اثر افزودن فیبر گندم یا جو دوسر بر کیفیت کیک‌های حاوی ۱۲، ۲۴ و ۳۶ درصد نشان داد که با افزایش میزان فیبر تا سطح ۲۴ درصد، حجم کیک‌ها افزایش یافت [۲۳]. حجم نهایی کیک، بستگی به توانایی نگهداری گازها در حین پخت دارد. بنابر این ترکیبات مولد گاز پوک کننده، عملیات زدن و آمیختن هوا در خمیر کیک و تبخیر مولکول‌های آب در حین پخت نیز در این رابطه

اثر افزودن ایزومالت بر ویژگی‌های کیک اسفنجی نیز سبب کاهش تخلخل در نمونه‌های کیک گردید [۲۷]. افزودن پودر فارچ دکمه‌ای به کیک سبب افزایش میزان تخلخل در نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد شد [۴]. مقایسه میانگین نتایج ارزیابی بافت در مجموع ۱۴ روز نگهداری در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان سفتی تمام نمونه‌ها در طی چهارده روز نگهداری افزایش یافت. ، تمامی تیمارها در روزهای مختلف نگهداری، بافت سفت‌تری ( $P < 0.05$ ) نسبت به نمونه شاهد داشتند. ازسوی دیگر، بررسی نتایج نشان داد که روند پیوستگی طی ماندگاری کاهش است. همچنین در روز اول تیمارهای تا ۱۵٪ جایگزینی، اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت، اما در روزهای هفتم و چهاردهم تفاوت معنی‌دار بین نمونه‌ها دیده شد. مقدار چسبندگی تمامی تیمارها نیز در طی روزهای اول تا چهاردهم نگهداری افزایش یافت. همین با افزایش جایگزینی، شدت چسبندگی به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داشت. پژوهش‌ها حکایت از افزایش در میزان سفتی و چسبندگی کیک‌ها نسبت به نمونه شاهد در اثر افزودن پودر انجیر هندی [۲۳] و چای سبز به [۲] دارد. همچنین افزودن سیبوس غلات [۴] و فیبر جو دوسر [۲۱] نیز باعث تولید کیک‌هایی با بافت سخت‌تر نسبت به نمونه شاهد شد. به طور کلی جایگزینی مواد فیبری به دلیل تضعیف شبکه گلوئنی، عدم امکان رشد و توزیع نامناسب سلول‌های گازی سبب کاهش تخلخل می‌شود که زمینه ساز افزایش فشردگی و سفتی محصول می‌شود [۱۴].

نتایج حاصل از ارزیابی رنگ پوسته و مغز تیمارها در جدول ۳ نشان داده شده است. شاخص روشنی رنگ پوسته در کیک‌های اسفنجی دارای پودر فیبر باگاس به طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) به نسبت نمونه شاهد پایین‌تر است، در نتیجه پوسته بجز نمونه دارای ۵٪ پودر باگاس، تیره‌تر بود. شاخص  $a^*$  در تیمارهای دارای پودر فیبر باگاس به طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) بیش از نمونه شاهد بود. به طوری که با افزایش جایگزینی مقدار آن هم زیاد شد. اما شاخص  $b^*$  نسبت به نمونه شاهد در تمامی تیمارها جز تیمار حاوی ۵ و ۱۰ درصد پودر فیبر باگاس مقدار کمتری داشت.

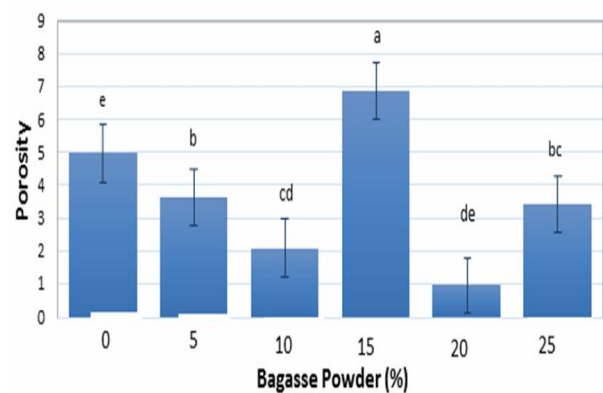
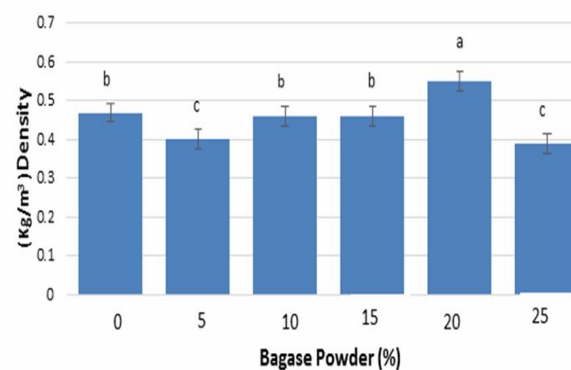
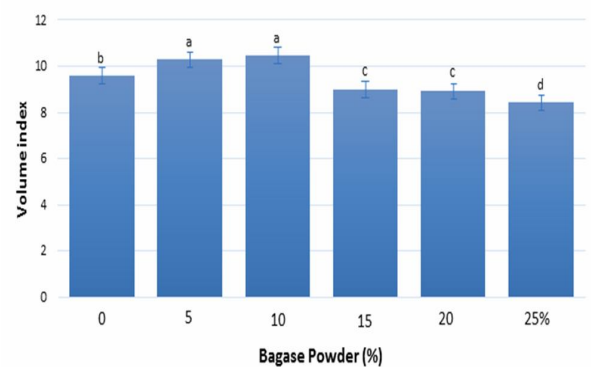
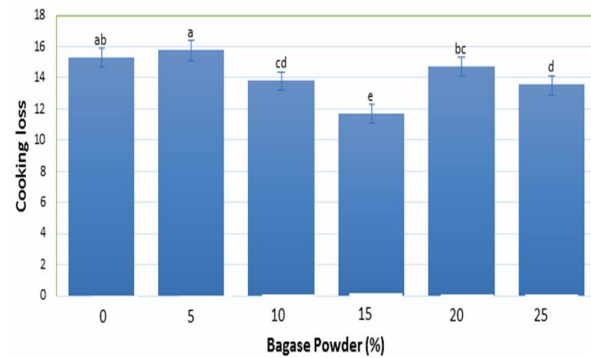


Fig 1 Effect of treatments on Cooking loss (a), Volume index (b), Density (c), Porosity (d)

**Table 2** Effect of different contents of Bagasse Powder on cake texture properties

Bagasse (%)	Adhesiveness			Cohesiveness (Ns)			Hardness (N)		
	1	7	14	1	7	14	1	7	14
0	0/12±005 <sup>C</sup>	0/18±001 <sup>D</sup>	0/41±005 <sup>E</sup>	0/66±003 <sup>A</sup>	0/39±005 <sup>C</sup>	0/42±001 <sup>C</sup>	0/18±009 <sup>D</sup>	0/57±003 <sup>D</sup>	0/97±008 <sup>E</sup>
5	0/14±001 <sup>B</sup>	0/21±006 <sup>C</sup>	0/57±0009 <sup>D</sup>	0/67±005 <sup>A</sup>	0/47±000 <sup>B</sup>	0/49±001 <sup>AB</sup>	0/21±002 <sup>C</sup>	0/65±001 <sup>CD</sup>	1/16±003 <sup>D</sup>
10	0/15±002 <sup>B</sup>	0/24±007 <sup>B</sup>	0/63±005 <sup>CD</sup>	0/65±001 <sup>A</sup>	0/50±001 <sup>AB</sup>	0/49±002 <sup>AB</sup>	0/23±002 <sup>C</sup>	0/67±003 <sup>CD</sup>	1/29±006 <sup>CD</sup>
15	0/16±001 <sup>B</sup>	0/25±005 <sup>AB</sup>	0/71±004 <sup>BC</sup>	0/66±001 <sup>A</sup>	0/53±001 <sup>A</sup>	0/50±0005 <sup>A</sup>	0/28±003 <sup>B</sup>	0/69±002 <sup>CD</sup>	1/41±002 <sup>BC</sup>
20	0/18±001 <sup>A</sup>	0/27±006 <sup>AB</sup>	0/76±008 <sup>B</sup>	0/57±005 <sup>B</sup>	0/49±001 <sup>AB</sup>	0/50±002 <sup>AB</sup>	0/28±0001 <sup>B</sup>	0/75±003 <sup>B</sup>	1/52±001 <sup>B</sup>
25	0/15±001 <sup>A</sup>	0/27±002 <sup>A</sup>	0/88±007 <sup>A</sup>	0/55±002 <sup>B</sup>	0/38±005 <sup>C</sup>	0/47±001 <sup>B</sup>	0/34±0009 <sup>A</sup>	0/86±003 <sup>A</sup>	1/87±001 <sup>A</sup>

Values followed by different letters in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ )

**Table 3** Effect of different contents of Bagasse Powder on color characteristics

Bagasse (%)	Crumb			Crust		
	L	a	b	L	a	b
0	69/43± 0/4 <sup>A</sup>	-1/02± 0/13 <sup>F</sup>	10/52± 1/10 <sup>D</sup>	60/81± 0/7 <sup>A</sup>	1/67± 0/49 <sup>D</sup>	26/68± 2/15 <sup>A</sup>
5	62/59± 1/4 <sup>B</sup>	0/82± 0/07 <sup>E</sup>	14/03± 0/06 <sup>C</sup>	60/41± 0/7 <sup>A</sup>	5/04± 0/73 <sup>BC</sup>	27/11± 2/45 <sup>A</sup>
10	53/09± 0/15 <sup>C</sup>	1/86± 0/11 <sup>D</sup>	14/52± 0/05 <sup>BC</sup>	52/76± 0/2 <sup>B</sup>	4/75± 0/08 <sup>C</sup>	24/90± 0/36 <sup>A</sup>
15	51/01± 0/37 <sup>D</sup>	2/82± 0/3 <sup>C</sup>	15/51± 0/77 <sup>AB</sup>	44/81± 0/00 <sup>D</sup>	4/68± 0/03 <sup>C</sup>	18/85± 0/49 <sup>B</sup>
20	48/87± 0/49 <sup>E</sup>	3/15± 0/00 <sup>B</sup>	16/16± 0/04 <sup>A</sup>	46/49± 0/8 <sup>C</sup>	5/88± 0/8 <sup>B</sup>	17/66± 0/13 <sup>B</sup>
25	44/58± 0/8 <sup>F</sup>	3/41± 0/11 <sup>A</sup>	16/34± 0/19 <sup>A</sup>	44/45± 0/8 <sup>D</sup>	6/69± 0/3 <sup>A</sup>	20/13± 1/11 <sup>B</sup>

Values followed by different letters in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ )

تمام ویژگی‌های حسی نمونه حاوی ۵ درصد پودر فیبر باگاس، مشابه شاهد بود و حتی پذیرش کلی و شاخص عطر و طعم آن به طور غیر معنی‌داری از نمونه شاهد بیشتر بود. یافته‌ها نشان دادند که ویژگی بافت و قابلیت جویدن در مقادیر زیاد جایگزینی بشدت افت می‌کنند. به‌طورکلی علت افت ویژگی‌های حسی در اثر افزایش جایگزینی به دلیل انسجام ناکافی شبکه گلوئنی، آشکار شدن طعم، بو و رنگ باگاس، و کاهش قابلیت جویدن محصول می‌باشد. بررسی افزودن سبوس ذرت بر ویژگی‌های حسی کیک نشان داد که ارزیاب‌ها تفاوت معنی‌داری را بین نمونه‌های حاوی سبوس ذرت و نمونه شاهد گزارش ندادند [۲۸]. افزودن پودر قارچ خوراکی [۴]، پودر پوست سیب زمینی [۲۱] نیز با نتایج مشابهی همراه بود.

ارزیابی نتایج رنگ سنجی مغز کیک‌ها حاکی از این است که شاخص  $L^*$  و  $a^*$  دارای تغییرات مشابهی با پوسته بود، اما شاخص  $b^*$  نسبت به نمونه شاهد در تمامی تیمارها مقدار بیشتری را نشان داد. افزودن پودر دانه خربزه [۲۵] فیبر یولاف [۲۱] به کیک سبب کاهش شاخص  $L^*$  و  $a^*$  و افزایش شاخص  $b^*$  در پوسته و مغز شد.

این د حالی ست که افزودن پودر قارچ خوراکی با نتایج مشابهی این پژوهش همراه بود [۴]. از آنجایی که رنگ کیک‌ها تحت تاثیر واکنش میلارد و کاراملی شدن، میزان آب و درصد جایگزینی است، بنابر این پودر باگاس در جایگزینی‌های کم به دلیل نقش آبدوستی بر تغییرات رنگ موثر است. اما با افزایش مقدار آن نقش رنگدانه‌های آن بیشتر می‌شود [۱۷].

### ۳-۳- ارزیابی ویژگی‌های حسی

نتایج ارزیابی حسی کیک‌های غنی شده با پودر فیبر باگاس در جدول ۴ به نمایش درآمده است. پذیرش کلی همه تیمارها جز تیمار ۵ درصد پودر فیبر باگاس به طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) کمتر از تیمار شاهد بود.

**Table 4** Effect of different contents of Bagasse Powder on cake Sensory characteristics

Bagasse (%)	Chewiness	Flavor	Hardness	Texture	Overall
0	4/33±0/2 <sup>A</sup>	4/10±0/3 <sup>A</sup>	3/76±0/2 <sup>A</sup>	4/33±0/4 <sup>A</sup>	4/40±0/2 <sup>A</sup>
5	4/03±0/1 <sup>A</sup>	4/26±0/2 <sup>A</sup>	4/00±0/2 <sup>A</sup>	4/10±0/2 <sup>A</sup>	4/46±0/2 <sup>A</sup>
10	3/33±0/2 <sup>B</sup>	4/10±0/3 <sup>A</sup>	4/13±0/1 <sup>A</sup>	3/51±0/1 <sup>B</sup>	3/46±0/1 <sup>BC</sup>
15	3/16±0/2 <sup>B</sup>	3/46±0/2 <sup>B</sup>	3/20±0/2 <sup>B</sup>	3/33±0/2 <sup>BC</sup>	3/85±0/1 <sup>B</sup>
20	3/10±0/3 <sup>B</sup>	3/50±0/2 <sup>B</sup>	3/16±0/2 <sup>B</sup>	3/23±0/3 <sup>BC</sup>	3/56±0/3 <sup>BC</sup>
25	2/50±0/2 <sup>C</sup>	3/36±0/1 <sup>B</sup>	3/16±0/2 <sup>B</sup>	2/91±0/1 <sup>C</sup>	3/33±0/3 <sup>C</sup>

Values followed by different letters in the same column are significantly different (P< 0.05)

S.A. 2012. The effect of rice bran on the rheological properties and chemical composition of oil cake. *Innovations in Food Science and Technology*. 2. 1-7

[4] Salehi, F., Kashaninejad, M., Asadi, F. & Najafi, A. 2016. Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom. *Journal Food Science Technology*. 53(3), 1418-1423

[5] 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 Bioproc. Tech.*, 4, 710-722.

[6] Salehi, F., Kashaninejad, M. & Alipour, N. 2015. Evaluation of physico-chemical characteristics, sensory and textural rich sponge cake with apples powder. *Food new technology*. 11(3), 37-49.

[7] Makeki, A. K., Mirzaee, H. & Fadavi, A. 2016. Using of Pumpkin Powder in Cake Producing and Physicochemical and Microbial Properties of Containing Pumpkin Powder. *Journal Food Science Technology*. 61(13): 195-205.

[8] Sangnark, A. and Noomhorm, A. 2003. Effect of particle sizes on functional properties of dietary fibre prepared from sugarcane bagasse. *Food chemistry*. 80(2), 221-229.

[9] Chavooshi, A., Bahmani, A.A., Darijani, A., Mootab Saei, A., Mehrabi, E & Gholipour, M. 2012. The role of wood and paper industries management of Iran in sustainable development. *Journal of Conservation and Utilization of Natural Resources*, 1(3): 79-95.

[10] Ghaderi, M., Mousavi, M., Yousefi, H. & Labbafi, M. 2014. All-cellulose nanocomposite film made from bagasse cellulose nanofibers for food packaging

## ۴- نتیجه گیری

فیبر باگاس، پسماند با ارزشی است که سالیانه حدود ۲ میلیون تن در استان خوزستان تولید می‌شود. لذا در صورتی که زمینه مصرف آن در صنایع مختلف فراهم شود از هدر رفت آن جلوگیری می‌شود. بنابراین این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر افزودن فیبر باگاس نیشکر به عنوان یک منبع فیبری با ارزش بر ویژگی‌های کیفی و ماندگاری کیک فنجان‌ی طراحی شد. نتایج حاکی از تأثیر مثبت جایگزینی بر ویژگی‌های شیمیایی، کیفی و حسی محصول است. به طوری که افزایش پودر فیبر باگاس در فرمولاسیون، سبب افزایش رطوبت، خاکستر، فیبر، سفتی و چسبندگی نمونه‌ها و کاهش تخلخل، روشنایی، دانسیته نسبت به نمونه شاهد شد. همچنین ارزیابی حسی نمونه‌ها نشان داد که افزایش مقدار فیبر باگاس نیشکر سبب افت شاخص قابلیت جویدن و بافت تیمارها شد. این در حالی است که بو و طعم نمونه‌های غنی شده حتی در جایگزینی‌های بالا مورد پسند داوران بود. با این حال و بر اساس بررسی همه‌ی ویژگی‌ها، تیماری که دارای ۵ درصد پودر فیبر باگاس بود به عنوان نمونه بهینه معرفی شد.

## ۵- منابع

- [1] Chahartagh, F., Nasehi, B., Barzegar, H. & Abdanan, S. 2017. Investigation of properties of low-calorie cake containing different levels of Stevia leaf powder and tragacanth gum. *Journal Food Science Technology*. 69:31-41
- [2] Lu, T, M., Lee, C., Mau, J, L. & Lin, Sh., L. 2010. Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Journal of Food Chemistry*, 119: 1090-1095.
- [3] Gharib, B.S., Atay, S. E. & Mohammadi,

- batter and sponge cake. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(1), 99-107.
- [21] Jeddou, K. B., Bouaziz, F., Zouari-Ellouzi, S., Chaari, F., Ellouz-Chaabouni, S., Ellouz-Ghorbel, R., & Nouri-Ellouz, O. 2017. Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. *Food chemistry*, 217, 668-677.
- [22] Kim, J. H., Lee, J. H., Lee, H. S., Lim, E. J., Imm, J. Y. & Suh, H.J. 2012. Physical and sensory characteristics of fibre-enriched sponge cakes made with *Opuntia humifusa*. *LWT - Food Science and Technology*. 47: 478-484.
- [23] Gomez, M., Moraleja, A., Oliete, B., Ruiz E. & Caballero, PA. 2010. Effect of fibre size on the quality of fibre-enriched layer cakes. *LWT - Food Science and Technology* 43: 33-38..
- [24] Maghsoudlou, Y., Ahmadi, E., Azizi, M.H., Alami, M. & Ghorbani, M. 2016. Effect of resistant starch on physical and organoleptic attributes of sponge cakes. *Food Research*. 2(26): 161-174.
- [25] Haghayegh, G. H and Zavehzad, N. 2016. Utilization of melon seed flour as fat replacer in production of low fat oil cake and evaluation quantitative and qualitative of final product. *Journal Food science technology*. 13(53): 15-23.
- [26] Guillard, V., Broyart, B., Bonazzi, C., Guilbert, S. & Gontard, N. 2003. Moisture diffusivity in sponge cake as related to porous structure evaluation and moisture content. *Food Science*. vol 68: 555-562.
- [27] Dehkhoda, M., Faramarz Khodaiyan, F. & Movahed, S. 2015. Effect of isomalt and maltitol on quality and sensory properties of sponge cake. *Iranian Journal of Biosystems Engineering* 2(46). 147-155.
- [28] Singh, M., Liu, S. X. & Vaughn, S. F. 2012. Effect of corn bran as dietary fiber addition on baking and sensory quality. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 1(4), 348-352.
- application. *Carbohydrate polymers*, 104(15): 59-65
- [11] Zhao, Y., Chen, M., Zhao, Z. & Yu, S. 2014. The antibiotic activity and mechanisms of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) bagasse extract against food-borne pathogens. *Food Chemistry*. 185: 112-118.
- [12] Verdalet-Guzmán, I., Viveros-Contreras, R., Amaya-Llano, S. L. & Martínez-Bustos, F. 2010. Effects of Extruded Sugar Bagasse Blend on Yogurt Quality. *Food Bioprocess Technology*. 4:155-160.
- [13] Gould, J.M. 1989. Alkaline peroxide treatment of agricultural by products. US patent no. 4,806,475. patented February 21.
- [14] Moradi, F., Nasehi, B. 2017. Investigation the properties of dough and Barbary bread enriched with sugarcane bagasse. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*. 6(3): 235-244.
- [15] AACC. 1999. Approved method of the American association of cereal chemists. 9<sup>th</sup> ed.
- [16] Eriksson, E., Koch, K., Tortoe, C., Akonor, P.T. & Oduro-Yeboah, C. 2014. Evaluation of the physical and sensory characteristics of bread produced from three varieties of cassava and wheat composite flours. *Food and Public Health*. 4(5): 214-222.
- [17] Nouri, M., Nasehi, B., Samavati, V. & Mehdizadeh, S. A. 2017. Optimizing the effects of Persian gum and carrot pomace powder for development of low-fat donut with high fibre content. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. 9. 39-45.
- [18] Majzoobi, M., Layagh, B. & Farahnaki, A. 2011. Effect of pectin and cross-linked pectin on characteristics of dough and pan bread. *Journal of Food Research*. 21(2): 195-207.
- [19] Turabi, E., Sumnu, G. & Sahin, S. 2010. Quantitative analysis of macro and micro structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. *Food Hydrocolloids*. 24 : 755-764.
- [20] Majzoobi, M., Habibi, M., Hedayati, S., Ghiasi, F., & Farahnaky, A. 2015. Effects of commercial oat fiber on characteristics of



## Evaluation of physicochemical properties, sensory and textural sponge cake enriched with bagasse fiber powder

Khodadadzadeh, M. <sup>1,2</sup>, Nasehi, B. <sup>3\*</sup>

1. Department of food science and Technology, Khuzestan Science and research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
2. Department of food science and Technology, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
3. Department of Agricultural Engineering and Technology, Payame Noor University (PNU), Iran

(Received: 2017/02/12 Accepted: 2017/04/04)

Bagasse is a waste from sugar cane extraction, which is obtained as dry, compressed, and finely chopped fiber fragments. Fiber bagasse for the production of fuels, chemicals, enzymes and food is also available. In this study, the effect of adding 0, 5, 10, 15, 20 and 25% bagasse powder on the chemical (moisture, ash, and fiber), the qualitative (texture, porosity, density and volume indicator, Crust color and Crumb) and sensory characteristics were investigated. A test based on a completely randomized design with three replications. Results showed that by increasing the percentage of fiber powder in the cake bagasse fiber, moisture, ash, fiber, stiffness and adhesion was increased and porosity, brightness, density decreased compared to control samples ( $p < 0/05$ ). Finally, check all the features, samples containing 5% bagasse fiber powder was introduced as the optimum sample. This treatment also accepted by the sensory analyzing. Therefore bagasse powder can be used as a source of dietary fiber in food products.

**Keywords:** Dietary fiber, Waste products recycle, Sugarcane, Functional.

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: Nasehi.b@pnum.ac.ir