بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، تغذیه‌ای و حسی کیک اسفنجی غنی شده با پودر کدو تنبل طی دوره انبارمانی

فریبا خادمی[1*]، زینب مهدی‌پور بیرگانی[2]، جواد کرامت[3]

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران
2- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
3- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: 97/06/25 تاریخ پذیرش: 98/04/17)

چکیده

در این پژوهش تاثیر افزودن پودر کدو تنبل (صفر، 4، 8 و 12 درصد) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، تغذیه‌ای و حسی کیک اسفنجی طی دوره انبارمانی مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌های آماری نشان داد که افزایش پودر کدو در فرمولاسیون کیک منجر به افزایش رطوبت شد در حالی که افزایش زمان انبارمانی کاهش آن را به همراه داشت. بررسی اندیس پراکسید نشان داد که افزودن پودر کدو موجب بهبود پایداری اکسیداتیو محصول شده است به گونه‌ای که در تمامی مقاطع انبارمانی، اندیس پراکسید نمونه‌های حاوی پودر کدو نسبت به نمونه شاهد کمتر بود. بررسی پارامترهای رنگی حکایت از کاهش روشنایی و افزایش فاکتورهای قرمزی، زردی و اندیس قهوه‌ای شدن محصول در نتیجه افزودن پودر کدو داشت. با توجه به نتایج ارزیابی تخلخل بافت، بیشترین تخلخل در نمونه حاوی 8 درصد پودر کدو مشاهده شد. نتایج آزمون بافت نشان داد که با افزایش پودر کدو، سفتی، نیروی لازم برای پانچ و نیروی لازم برای برش بافت کیک افزایش یافت در حالی که فاکتورهای پیوستگی و الاستیسیته کاهش پیدا کردند. دوره انبارمانی نیز از تاثیری مشابه با پودر کدو، بر پارامترهای بافتی یادشده برخوردار بود. آنالیز ترکیبات تغذیه‌ای نمونه‌های حاوی پودر کدو نشان داد که حضور پودر کدو در فرمولاسیون، افزایش میزان فیبر، بتاکاروتن و پتاسیم محصول را به همراه داشت این در حالی بود که زمان انبارمانی از تاثیر معنی‌داری بر کیفیت تغذیه‌ای محصول برخوردار نبود. پانل ارزیاب حسی نیز عنوان داشتند که نمونه‌های غنی شده با پودر کدو تنبل مطلوب‌تر از نمونه شاهد بودند؛ با این حال، بالاترین نمره ارزیابی حسی به نمونه کیک حاوی 8 درصد پودر کدو تنبل داده شد. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که از پودر کدو می‌توان جهت تولید کیکی فراسودمند با ویژگی‌های حسی مطلوب و ماندگاری بالا بهره برد.

کلید واژگان: پودر کدو تنبل، کیک اسفنجی، ویژگی‌های بافتی، ویژگی‌های حسی، دوره انبارمانی

* مسئول مکاتبات: f.xademi@gmail.com

1- مقدمه

در سال‌های اخیر، با افزایش آگاهی عمومی نسبت به نقش تغذیه در سلامت، صنعت غذا با چالشی جدید در ارتباط با تولید محصولات غذایی دارای ویژگی‌های سلامت‌افزا یا همان مواد غذایی عملگر[1] روبه رو شده است [1]. تولید مواد غذایی عملگر با تغییر در ساختار اجزای فرآورده‌های غذایی از طریق افزودن ترکیبات سلامت بخش به مواد غذایی و غنی‌سازی آن‌ها صورت می‌گیرد [2]. فیبر رژیمی یکی از ترکیبات سلامت بخش است که از طیف گسترده‌ای از منابع گیاهی بدست می‌آید و ویژگی تغذیه-ای و سلامت بخشی آن به خوبی به اثبات رسیده است. فیبر رژیمی بخش خوراکی گیاهان یا کربوهیدرات‌های مشابه آن است که شامل پلی‌ساکاریدهای مقاوم به هضم و جذب در روده کوچک انسان می‌باشند و به طور کامل یا جزئی در روده بزرگ تخمیر می‌شوند [3]. گزارش شده است که استفاده از 14 گرم/1000 کیلوکالری فیبر رژیمی در روز برای افراد بزرگسال موجب پیشگیری از یبوست، دیورتیکولوز[2]، بیماری‌های قلبی-عروقی و سرطان می‌شود. همچنین استفاده از فیبر در رژیم غذایی سبب کاهش کالری دریافتی می‌شود [4]. فیبر رژیمی را می‌توان به فیبر رژیمی نامحلول (سلولز، همی سلولز، آمیلوئید، لیگنین و ..) و فیبر رژیمی محلول (بتاگلوکان، پکتین، صمغ‌ها، موسیلاژ و ..) تقسیم‌بندی کرد. منابع فیبر می‌تواند طبیعی و بدون فرآوری (مانند سبوس)، ایزوله شده (مانند سلولز و صمغ‌های مختلف)، اصلاح شده (مانند کربوکسی متیل سلولز) و یا غیر گیاهی (مانند گزیلان و پلی دکستروز) باشد [1]. یکی از گیاهان غنی از فیبر و ترکیبات تغذیه‌ای که می‌توان از آن در غنی‌سازی فرآورده‌های غذایی بهره برد، کدو تنبل می‌باشد. کدو تنبل یکی از سبزیجات با کالری اندک (26 کالری در هر 100گرم)، فاقد هر گونه چربی اشباع شده و کلسترول می‌باشد و غنی از فیبر رژیمی، بتاکاروتن، ویتامین، مواد معدنی (شامل: کلسیم، آهن، فسفر، پتاسیم، سدیم، روی، کلسیم و منیزیم) و پکتین است. تحقیقات اولیه نشان داده است که رژیم غذایی غنی از کدو تنبل می‌تواند سطح گلوکز خون را کاهش دهد و در نتیجه به عنوان یک عامل ضد دیابت جدید نیز قلمداد می‌شود. در سال‌های اخیر آرد کدو تنبل (*Cucurbita maxima*) به عنوان یک تغلیظ کننده در سوپ، نان شیرین، کیک کره‌ای، کیک اسفنجی، کیک شیفون[3] و کلوچه جهت تولید فرآورده عملگر مورد استفاده قرار گرفته است [5]. یکی از محصولات مناسب جهت افزودن پودر کدو و تولید فرآورده عملگر، فرآورده‌های نانوایی از جمله کیک می‌باشد که در طیف وسیعی از مصرف‌کنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرد. کیک نوعی شیرینی با بافتی مخصوص است که مواد اصلی آن را آرد، روغن، شکر و تخم مرغ تشکیل می‌دهد. با این وجود، استفاده از فیبر رژیمی در کیک، جدای از تولید یک محصول عملگر می‌تواند بر ویژگی‌های کیفی کیک نیز تاثیرگذار باشد [6]، که چگونگی این تاثیر از نقش مهمی در پذیرش محصول نزد مصرف‌کنندگان برخوردار می‌باشد. در یکی از این پژوهش‌هایی که در این زمینه صورت گرفته است، لبسی[4] و همکاران (2011) اثر افزودن فیبرهای مغذی و سبوس غلات را بر ویژگی‌های مختلف کیک مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که افزودن فیبرهای مغذی به کیک باعث تولید کیک‌هایی با حجم بیشتر و بافت نرمتر نسبت به نمونه شاهد می‌شود در حالی که افزودن سبوس غلات به کیک باعث تولید کیک‌هایی با حجم کمتر و بافت سخت‌تر نسبت به نمونه شاهد شد [1]. در پژوهشی دیگر، گومز[5] و همکاران (2010) اثر مقدار، اندازه ذرات و نوع فیبر را بر کیفیت کیک لایه‌ای بررسی و گزارش کردند که هر سه فاکتور

1. Functional Foods
2. Diverticulosis

3. Chiffon cake
4. Lebsi
5. Gomez

اندازه ذرات، میزان و نوع فیبر بر خواص کیفی کیک تاثیر گذار بوده و افزودن انواع فیبر باعث بهبود کیفیت کیک می‌شود [7]. سینگ[1] و همکاران (2012) در پژوهشی در ارتباط با بررسی تاثیر سبوس ذرت به عنوان یک فیبر رژیمی بر کیفیت و ویژگی‌های پخت کیک عنوان داشتند که سختی و الاستیسیته کیک با افزایش سطوح جایگزینی سبوس ذرت در خمیر کیک تحت تاثیر قرار نگرفت اما افزودن 20 درصد سبوس ذرت منجر به تولید کیکی با امتیازات حسی قابل قبول بر پایه بافت، طعم و پذیرش کلی کیک‌ها شد [8]. بررسی پژوهش‌ها پیشین نشان می‌دهد که تا کنون پژوهشی در ارتباط با تاثیر افزودن پودر کدو بر ویژگی‌های کیک طی دوره انبارمانی صورت نگرفته است بنابراین هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر پودر کدو بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، تغذیه‌ای، رنگ، بافت و حسی کیک اسفنجی طی دوره انبارمانی بود.

2- مواد و روش‌ها

2-1- مواد

مواد لازم جهت تهیه کیک شامل آرد، شکر، روغن مایع، تخم مرغ، بیکینگ پودر، وانیل و کدو تنبل از فروشگاه‌های محلی (شهرکرد، ایران) معتبر تهیه شد. همچنین تمام مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرک آلمان خریداری شد.

2-2- روش‌ها

2-2-1- تهیه پودر کدو تنبل

کدو تنبل از بازار بوشهر تهیه و سپس عملیات شست‌شو، پوست-گیری و جداسازی دانه‌های آن انجام شد. در مرحله بعد کدو توسط دستگاه برش‌زنی به صورت قطعات یکسان برش داده شد. ورقه‌های کدو توسط خشک کن مداوم پنج طبقه‌ای در دمای 60 تا 75 درجه سلسیوس خشک شدند و سپس برش‌ها توسط دستگاه آسیاب خانگی آسیاب و از الک با مش 80 عبور داده شد و تا زمان انجام آزمایشات، برای جلوگیری از ورود هوا، در بسته-های وکیوم شده نگهداری شدند [9].

2-2-2- تولید کیک

به منظور تولید کیک ابتدا شکر و روغن به مدت ده دقیقه به وسیله همزن برقی مخلوط شدند تا به صورت مایع کرم رنگی درآیند. سپس تخم‌مرغ‌ها به مخلوط شکر و روغن اضافه شد و 5 دقیقه تا مخلوط شدن کامل همزده شد. سپس همه مواد پودری الک شده شامل مقادیر مختلف پودر کدو (در سه سطح 4، 8 و 12 درصد وزنی/وزنی به عنوان جایگزین آرد) افزوده شدند و در مرحله آخر آب اضافه شد. بعد از آماده سازی، خمیر در قالب کیک توزین شد و درون فر پخت با دمای 210-170 سلسیوس به مدت 25 دقیقه قرار گرفت. بعد از اتمام زمان پخت، قالب کیک به مدت 1 ساعت در دمای محیط قرار گرفت تا خنک شود و از تعریق نمونه در بسته جلوگیری به عمل آید. نمونه‌های کیک تا انجام مراحل آزمایش داخل کیسه‌های پلی اتیلنی و در دمای محیط نگهداری شدند [6].

2-2-3- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

pH نمونه‌ها با پیروی از روش استاندارد ملی ایران به شماره 37 [10]، میزان رطوبت مطابق روش استاندارد ملی ایران به شماره 2705 [11] و عدد پراکسید مطابق روش استاندارد ملی ایران به شماره 2553 [12] محاسبه شد. همچنین مقدار پتاسیم توسط دستگاه جذب اتمی[2] اندازه‌گیری شد [13]. میزان بتاکاروتن توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Spectrophotomter Shimadzu UV-1601، ساخت ژاپن) و با پیروی از روش Ghaboos و همکاران (2016) اندازه‌گیری شد [14]. در نهایت جهت اندازه-گیری فیبر از دستگاه فایبرتک (Velp، ساخت ایتالیا) استفاده

1. Singh

2. Atomic absorbtion

استفاده شد. بدین منظور 3 گرم از نمونه بدون چربی (چربی زدایی شده توسط پترولیوم اتر) درون کروسیبل دستگاه ریخته شد و در ادامه 200 میلی‌لیتر اسید سولفوریک 0/255 نرمال به آن افزوده شد و به مدت 30 دقیقه جوشانده شد. مجدداً به مواد داخل کروسیبل 200 میلی‌لیتر محلول سود 0/313 نرمال اضافه و به مدت 30 دقیقه دیگر جوشانده شد. پس از آن مواد داخل کروسیبل تا رسیدن به وزن ثابت در دمای 100 درجه سلسیوس قرار گرفت. پس از توزین، کروسیبل درون کوره 550 درجه سلسیوس قرار گرفته و به خاکستر تبدیل شد. پس از سرد شدن کروسیبل توزین و میزان فیبر با استفاده از رابطه 1 به دست آمد که در این رابطه W_2 وزن کروسیبل حاوی نمونه پس از آون-گذاری و W_1 وزن کروسیبل حاوی خاکستر پس از کوره‌گذاری و M وزن نمونه است [15].

رابطه 1
$$\text{فیبر کل} = \frac{(W_2 - W_1)}{M} \times 100$$

2-2-4- ارزیابی خواص بافتی

جهت ارزیابی خواص بافتی از سه روش آنالیز پروفایل بافت (TPA)، تست برش و تست پانچ استفاده شد. در طی ارزیابی از دستگاه سنجش بافت بروکفیلد (Brookfield CT3، ساخت آمریکا)، با سرعت 0/5 میلی‌متر بر ثانیه و میزان حساسیت 4/5 گرم استفاده شد. ابتدا نمونه‌های کیک در ابعاد 20×20×20 میلی-متر روی قسمت مشخص شده دستگاه قرار داده شدند. در این آزمون نیروی فشردگی به میزان 50 درصد روی قطعات کیک طی دو سیکل رفت و برگشت توسط پروپ TA 25/1000 اعمال شد. سپس سه فاکتور اصلی سختی[1]، الاستیسیته[2] و پیوستگی[3] مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین در تست برش نیروی برش به میزان 8 میلی‌متر توسط پروپ TA/53 اعمال شد این تست جهت ارزیابی مقاومت برشی نمونه‌ها صورت پذیرفت. در تست پانچ نیز نیروی پانچ به میزان 8 میلی‌متر برای پانچ کیک توسط پروپ TA/41 روی قطعات کیک اعمال شد [16].

2-2-5- ارزیابی رنگ

ارزیابی رنگ مطابق با روش Saricoban و همکاران (2010) انجام گرفت. بدین منظور نمونه‌ها برای عکس‌برداری در محفظه-ای با زمینه‌ای به رنگ سفید قرار گرفتند و عکس‌برداری با استفاده از دوربین دیجیتال انجام گرفت. فاکتورهای مربوط به رنگ در سیستم هانترلب (L*، a*، b*)، با انتقال تصاویر به رایانه و با استفاده از نرم افزار پردازشگر تصویر ویرایش 6 به دست آمدند. این مدل دارای فاکتور L* (شامل طیف سیاه تا سفید با محدوده از صفر تا 100) و دو فاکتور رنگی a* (شامل طیف رنگی سبز تا قرمز با محدوده 120+ تا 120-) و b* (شامل طیف رنگی آبی تا زرد با محدوده 120+ تا 120-) می‌باشد. دیگر پارامترها نظیر ΔE (تغییر رنگ گلی) و BI (اندیس قهوه‌ای شدن) با استفاده از رابطه 2، 3 و 4 محاسبه شدند [17].

رابطه 2
$$BI = \frac{100 \times (x - 0/31)}{0/17}$$

رابطه 3
$$x = \frac{a^* + \frac{1}{75} \times L}{(5/645 \times L^* + a^* - 3/012 \times b)}$$

رابطه 4
$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_s)^2 + (b^* - b_s)^2 + (a^* - a_s)^2}$$

در این روابط L_s، b_s و a_s اندیس‌های رنگ مربوط به نمونه شاهد می‌باشند.

2-2-6- ارزیابی تخلخل بافت

به منظور اندازه‌گیری تخلخل، برشی از کیک به ابعاد 20×20 میلی‌متر تهیه و توسط دوربین با فاصله مشخص عکس‌برداری

1. Hardness
2. Springness
3. Cohesiveness

شد. عکس‌ها با نرم افزار پردازشگر تصویر ویرایش 6 مورد ارزیابی قرار گرفت و در نهایت میانگین سطح منافذ، میانگین قطر منافذ، نسبت شعاع بیشینه به کمینه و گرد بودن محاسبه گردید [6].

2-2-7- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌های کیک توسط یک پانل ارزیاب 15 نفره آموزش دیده متشکل از دانشجویان، اساتید و کارکنان گروه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد انجام شد. نمونه‌های کیک بر اساس یک طرح هدونیک 5 نقطه‌ای و از نقطه‌نظر مطلوبیت رنگ، طعم، بافت، تخلخل و پذیرش کلی مورد بررسی قرار گرفتند [6].

2-2-8- تجزیه و تحلیل آماری

به منظور بررسی تاثیر پودر کدو بر ویژگی‌های مختلف کیک در طی دوره انبارمانی از یک طرح "کاملا تصادفی" استفاده شد. نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه 20 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال95% استفاده شد. کلیه نمونه‌ها در سه تکرار بررسی شد.

3- نتایج و بحث

3-1- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

نتایج حاصل از بررسی میزان رطوبت نمونه‌های مختلف کیک در جدول 1 نشان داده شده است. نگاهی به نتایج نشان می‌دهد که در تمامی مقاطع انبارمانی بیشترین و کمترین میزان رطوبت به ترتیب مربوط به نمونه کیک حاوی 12 درصد پودر کدو و نمونه شاهد بود. همچنین بر اساس بخش دیگری از نتایج آنالیز آماری، با افزایش زمان انبارمانی میزان رطوبت تمامی نمونه‌های کیک به صورت معنی‌داری ($p\leq0/05$) کاهش پیدا کرد. افزایش میزان رطوبت تیمارها با افزایش درصد پودر کدو تنبل در فرمولاسیون کیک اسفنجی را می‌توان به ویژگی هیگروسکوپی پودر کدو تنبل و ظرفیت جذب آب بالاتر آن در مقایسه با آرد گندم نسبت داد [9]. در تطابق با نتایج این پژوهش سی[1] و همکاران (2007) گزارش کردند که افزودن پودر کدو تنبل به نان، محتوای رطوبت را افزایش داد [9]. در همین راستا، اکه[2] و همکاران (2009) ثابت کردند که افزودن فیبر به کیک موزی موجب افزایش رطوبت خواهد شد [18]. بررسی میزان pH نمونه‌های مختلف کیک (جدول 1) نشان داد که افزودن پودر کدو تاثیر معنی‌داری بر میزان pH تیمارها نداشت ($p>0/05$). همچنین با افزایش زمان انبارمانی کاهش یا افزایش معنی‌داری در میزان pH هیچکدام از نمونه‌ها مشاهده نشد ($p>0/05$). در تشابه با این نتایج، گورگونیو[3] و همکاران (2011) گزارش کردند که افزودن فیبر دانه کدو تنبل و ذرت به کیک با شکر کاهش یافته و فاقد گلوتن تاثیر معنی‌داری بر pH ندارد [19]. یافته‌های حاصل از بررسی اندیس پراکسید نمونه‌های مختلف کیک حکایت از آن داشت که افزایش میزان پودر کدو موجب کاهش اندیس پراکسید می‌شود و با افزایش زمان انبارمانی نیز اندیس پراکسید تمامی نمونه‌ها افزایش پیدا کرد (جدول 1). پراکسید محصول اولیه اکسیداسیون چربی‌ها می‌باشد که معرف پیشرفت اکسیداسیون است. حضور آنتی‌اکسیدان‌ها در محصولات مختلف موجب کاهش سرعت اکسیداسیون می‌گردد که در این میان کدو تنبل منبع گسترده‌ای از آنتی‌اکسیدان‌ها نظیر کارتنوئیدها و ترکیبات فنولیک و ترپنوئیدها می‌باشد که می‌تواند مانعی در برابر اکسیداسیون کیک باشد و در نتیجه کیفیت کیک را در طی دوره انبارمانی حفظ کند [5].

1. See
2. Eke
3. Gorgônio

Table 1 Physicochemical characteristics of sponge cake containing pumpkin powder

Item	samples	Storage time (days)				
		1	10	20	30	40
Moisture (%)	Control	15.0 ± 0.01^{dA}	15.27 ± 0.01^{dB}	15.21 ± 0.01^{dC}	14.28 ± 01^{dD}	13.78 ± 0.01^{dE}
	4% PP	16.0 ± 0.01^{aA}	16.50 ± 0.01^{aB}	15.91 ± 0.01^{cC}	15.69 ± 0.01^{bD}	15.41 ± 0.01^{cE}
	8% PP	17.0 ± 0.02^{aA}	16.96 ± 0.01^{aB}	16.25 ± 0.01^{aC}	16.08 ± 0.01^{bD}	15.67 ± 0.01^{bC}
	12% PP	17.03 ± 0.01^{aA}	16.78 ± 0.01^{bB}	16.84 ± 0.01^{bC}	15.20 ± 0.01^{cD}	15.86 ± 0.01^{cE}
pH	Control	6.31 ± 0.00^{aA}	6.31 ± 0.00^{aA}	6.30 ± 0.00^{aA}	6.32 ± 0.00^{aA}	6.33 ± 0.00^{aA}
	4% PP	6.30 ± 0.00^{aA}	6.30 ± 0.00^{aA}	6.32 ± 0.00^{aA}	6.33 ± 0.00^{aA}	6.35 ± 0.00^{aA}
	8% PP	6.29 ± 0.00^{aA}	6.29 ± 0.00^{aA}	6.27 ± 0.00^{aA}	6.28 ± 0.00^{aA}	6.29 ± 0.00^{aA}
	12% PP	6.31 ± 0.00^{aA}	6.30 ± 0.00^{aA}	6.30 ± 0.00^{aA}	6.33 ± 0.00^{aA}	6.32 ± 0.00^{aA}
Peroxide index (meq/kg)	Control	0.281 ± 0.00^{eA}	0.321 ± 0.00^{dA}	0.345 ± 0.00^{cA}	0.448 ± 0.00^{bA}	0.566 ± 0.00^{aA}
	4% PP	0.257 ± 0.00^{eB}	0.285 ± 0.00^{dB}	0.335 ± 0.00^{cB}	0.432 ± 0.00^{bB}	0.526 ± 0.00^{aB}
	8% PP	0.251 ± 0.00^{eC}	0.278 ± 0.00^{dC}	0.328 ± 0.00^{cC}	0.419 ± 0.00^{bC}	0.518 ± 0.00^{eC}
	12% PP	0.237 ± 0.00^{eD}	0.254 ± 0.00^{dD}	0.318 ± 0.00^{cD}	0.404 ± 0.00^{bD}	0.508 ± 0.00^{eD}

$^{a-e}$ Means within the same row with different superscripts differ (P<0.05)

$^{A-E}$ Means within the same column with different superscripts differ (P<0.05)

PP= Pumpkin powder

2-3- ویژگی‌های بافتی

بر طبق نتایج به دست آمده از آزمون TPA (جدول 2)، با افزایش میزان پودر کدو میزان سفتی نمونه‌های کیک افزایش پیدا کرد ($p\leq0/05$). همچنین افزایش زمان انبارمانی تاثیر معنی‌دار ($p\leq0/05$) بر این پارامتر داشت و بیشترین میزان سفتی در نمونه-های مختلف در پایان زمان انبارمانی مشاهده گردید. بررسی نتایج آزمون برش بافت و آزمون پانچ (جدول 2) نیز نشان داد که بیشترین و کمترین نیروی لازم برای برش و پانچ بافت کیک در تمامی مقاطع انبارمانی به ترتیب مربوط به نمونه حاوی 12 درصد پودر کدو و نمونه شاهد بود و با افزایش زمان انبارمانی نیز میزان این دو پارامتر در تمامی نمونه‌ها افزایش پیدا کرد ($p\leq0/05$). دلیل نتایج حاصل را اینگونه می‌توان تفسیر کرد که با افزودن پودر کدو سلول‌های هوایی که با مغز کیک در ارتباط هستند ضخیم می‌شوند و بنابراین مقاومت کیک در برابر فشار وارد شده از سوی پروب دستگاه افزایش می‌یابد [20]. مطابق با این نتایج شاروبا[1] و همکاران (2013) اعلام کردند که افزودن فیبر به کیک سختی بافت را افزایش می‌دهد. همچنین، گومز و همکاران (2007) اعلام کرند که افزایش سختی کیک در نتیجه افزودن فیبر ممکن است به دلیل درگیری مولکولی فیبر و پروتئین‌های گلوتن باشد [21]. این یافته‌ها با نتایج سومیا[2] و همکاران (2009) نیز مطابقت داشت [22]. همچنین، گریگلمو-میگویل[3] و همکاران (1999) گزارش کردند که میزان سختی مافین‌ها هنگام افزودن فیبر رژیمی به فرمولاسیون افزایش می‌یابد [23]. مطابق نتایج لی[4] و همکاران (2005) به طور کلی فاکتور سختی تلفیقی از میزان مقاومت مغز و پوسته در اثر فشردگی است. از طرف دیگر استحکام کیک ارتباط مستقیمی با دانسیته و ارتباط غیر مستقیمی با حجم کیک دارد به طوریکه هر چه دانسیته افزایش یابد،

1. Sharoba
2. Sowmya
3. Grigelmo-Miguel
4. Lee

استحکام و مقاومت کیک نیز بیشتر می‌شود و بنابراین میزان سختی نیز افزایش می‌یابد. رتروگراداسیون محصولات قنادی بلافاصله پس از اتمام پخت و شروع سرد کردن محصول اتفاق می‌افتد. این فرایند وابسته به فرمولاسیون محصول، شرایط تولید و نگهداری می‌باشد. تاثیر بیاتی در محصولات قنادی شامل تغییرات در بافت، پوسته، مغز، از دست دادن رطوبت و عطر و طعم می‌باشد. در طی بیاتی مولکول‌های نشاسته به شدت به یکدیگر می‌پیوندند و سبب بیرون راندن آب از شبکه می‌گردند. علت افزایش سختی را می‌توان به رتروگراداسیون نشاسته در طول دوره نگهداری نسبت داد که با افزایش میزان بیاتی، سختی نیز افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش میزان اجزای خشک خمیر، محصولی متراکم‌تر و غلیظتر تولید می‌شود [24].

Table 1 Textural characteristics of sponge cake containing pumpkin powder

Item	samples	Storage time (days)				
		1	10	20	30	40
Hardness (g)	Control	234±25.01^{cB}	276±27.91^{cB}	403±67.51^{bcB}	619±30.51^{abB}	680±91.11^{cAB}
	4% PP	268±26.01^{bB}	404±34.01^{bB}	548±65.18^{bB}	654±93.01^{abB}	855±87.01^{bAB}
	8% PP	334±34.02^{abA}	611±59.01^{aA}	668±69.01^{aA}	701±95.01^{abA}	1112±134.1^{aA}
	12% PP	551±41.01^{abA}	797±83.01^{aA}	855±97.01^{aA}	1066±155.1^{aA}	1168±132.7^{aA}
Cohesiveness	Control	51.30±0.00^{aA}	39.11±0.00^{aA}	36.61±0.00^{aA}	36.02±0.00^{aA}	32.45±0.00^{aA}
	4% PP	48.26±0.00^{abA}	35.03±0.00^{abA}	34.55±0.00^{bAB}	31.53±0.00^{bA}	29.15±0.00^{aA}
	8% PP	46.20±0.00^{abA}	33.14±0.00^{abB}	32.17±0.00^{bAB}	27.11±0.00^{bcB}	27.06±0.00^{bB}
	12% PP	43.32±0.00^{aB}	36.92±0.00^{bB}	23.01±0.00^{cB}	24.32±0.00^{bcB}	24.04±0.00^{cB}
Springness (mm)	Control	7.58±0.90^{ebA}	6.90±0.91^{aA}	6.56±0.81^{abA}	5.8±0.32^{aA}	5.36±0.71^{aA}
	4% PP	7.01±0.89^{ebA}	6.83±0.85^{aA}	5.94±0.23^{bA}	5.66±0.41^{bcA}	5.29±0.19^{bA}
	8% PP	7.20±0.32^{bA}	6.58±0.21^{abcA}	5.73±0.25^{bA}	5.49±0.38^{bA}	5.24±0.66^{bA}
	12% PP	7.01±0.56^{bA}	6.02±0.73^{cA}	5.64±0.58^{cA}	5.43±0.36^{bA}	5.21±0.85^{bA}
Cut (g)	Control	119±21.01^{bB}	136±25.91^{bB}	132±27.51^{bB}	209±31.11^{aB}	239±34.12^{aBC}
	4% PP	150±26.01^{cB}	206±35.01^{bA}	247±29.11^{aA}	254±31.02^{aB}	290±33.01^{bC}
	8% PP	171±17.51^{bB}	234±25.01^{bA}	256±27.12^{abA}	274±24.02^{bB}	445±22.11^{aA}
	12% PP	289±23.02^{abA}	239±21.11^{abA}	256±24.01^{bA}	352±21.11^{aA}	561±39.12^{abA}
Punch (g)	Control	71.3±5.01^{aC}	96.5±8.91^{bA}	96.7±11.52^{aB}	84.8±6.33^{aD}	88.17±9.78^{cC}
	4% PP	99.1±12.04^{cB}	137±14.37^{bA}	178.1±6.75^{aB}	189.2±12.12^{aC}	211.6±24.58^{aB}
	8% PP	125±18.01^{cAB}	154±19.11^{bcA}	200±29.13^{bA}	221.5±20.48^{aB}	236.6±34.12^{aB}
	12% PP	163.3±31.2^{bA}	167.9±28.1^{bA}	247.6±24.25^{bA}	379.8±25.11^{aA}	361.1±41.85^{aA}

$^{a-e}$ Means within the same row with different superscripts differ (P<0.05)

$^{A-E}$ Means within the same column with different superscripts differ (P<0.05)

PP= Pumpkin powder

یافته‌های آماری حاصل از بررسی میزان پیوستگی نمونه‌های مختلف (جدول 2) حکایت از آن داشت که در تمامی مقاطع انبارمانی با افزایش درصد پودر کدو تنبل میزان پیوستگی بافت کاهش یافت ($p\leq0/05$). همچنین افزایش زمان انبارمانی تاثیر کاهشی بر این پارامتر داشت ($p\leq0/05$). پیوستگی نشان دهنده مقاومت اولیه ساختار کیک و میزان تغییر شکل کیک قبل از شکسته شدن است [25]. در تطابق با این نتایج مجذوبی و همکاران (2015) با بررسی اثر افزودن فیبر سبوس برنج بر خمیر کیک اسفنجی دریافتند که مقدار بالای سبوس و افزایش اندازه ذرات آن منجر به ایجاد یک ساختار با پیوستگی کمتر در کیک‌ها می‌شود. این نتایج با نتایج گومز و همکاران (2010) نیز مطابقت داشت [26]. کاهش پیوستگی در حین انبارداری، احتمالا به دلیل کاهش جاذبه بین مولکولی در میان ترکیبات، از دست رفتن رطوبت و تمایل به خرد شدن در طی مدت زمان انبارداری می‌باشد [21]. این نتایج با نتایج شاروبا و همکاران (2013) مطابق بود [20]. نتایج حاصل از بررسی الاستیسیته نمونه‌های مختلف کیک (جدول 2) نیز نشان داد که در تمام روزهای آزمون با افزایش درصد پودر کدو الاستیسیته کاهش یافت. همچنین این فاکتور در طی مدت زمان نگهداری نیز کاهش یافت که این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود ($p>0/05$). بیشترین کاهش الاستیسیته در نمونه حاوی 12 درصد پودر کدو و کمترین کاهش آن در نمونه شاهد مشاهده شد. الاستیسیته چگونگی برگشتن یک تکه کیک بعد از فشار کمی توسط دست یا دهان به حالت اولیه خود می‌باشد [25]. در تشابه با نتایج این پژوهش مجذوبی و همکاران (2015) نشان دادند که الاستیسیته بافت کیک با افزایش درصد فیبر یولاف کاهش می‌یابد. همچنین بر اساس یافته‌های وایلدرجانز[1] و همکاران (2010) کاهش الاستیسیته به تجمع مولکول‌های پروتئین در مغز نان مربوط می‌باشد [27].

3-3- ارزیابی رنگ

نتایج حاصل از بررسی پارامترهای رنگی نمونه‌های مختلف کیک (جدول 3) نشان داد که بیشترین میزان روشنایی (L*) مربوط به نمونه شاهد کیک بود و با افزایش پودر کدو این شاخص کاهش پیدا کرد، در حالی که افزایش پودر کدو تنبل موجب افزایش فاکتورهای زردی (b*) و قرمزی (a*) شد. همچنین فاکتورهای قهوه‌ای شدن (BI) و تغییرات کلی رنگ (ΔE) با افزایش میزان پودر کدو تنبل در فرمولاسیون کیک افزایش پیدا کرد. رنگ کیک معیار مهمی برای مقبولیت اولیه محصولات پخته شده نزد مصرف کنندگان می‌باشد که به طور کلی تحت تاثیر واکنش میلارد است. عوامل مختلفی مانند میزان آب، pH، قند احیا کننده، میزان اسیدآمینه و شرایط به کار گرفته شده حین پخت شامل دما، سرعت هوا، رطوبت نسبی و روش انتقال حرارت می‌تواند بر سرعت این واکنش و در نتیجه رنگ محصول تاثیر بگذارد [28]. فیبرها و از جمله پودر کدو به عنوان بافر عمل کرده و از کاهش pH محیط در حین انجام این واکنش جلوگیری کرده، همچنین به علت جاذب الرطوبه بودن، میزان رطوبت در حد مناسبی جهت این واکنش حفظ شده و در نتیجه انجام این واکنش با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد که باعث تیره‌تر شدن رنگ کیک شده است [6]. این نتایج مشابه نتایج به دست آمده توسط الدمری[2] و همکاران (2011) در رابطه با افزودن پودر کدو تنبل به خمیر نان تست بود [29]. همچنین بر طبق نتایج گومز و همکاران (2003) افزودن انواع مختلف فیبر به نان موجب افزایش معنی‌دار تغییرات کل رنگ پوسته و مغز محصول نسبت به نمونه شاهد شد [30]. سودها[3] و همکاران (2007) نیز همسو با نتایج این پژوهش گزارش کردند که در اثر افزودن فیبر به بیسکویت، روشنایی محصول کاهش یافته و در مقابل تغییرات کلی رنگ افزایش می‌یابد [31]. همچنین طبق گزارشات آزمان[4] (2012) افزودن پودر کدو به نان سبب تیرگی آن شد [32].

1. Wilderjans

2. El-Demery
3. Sudha
4. Adzman

Table 3 Color characteristics of sponge cake containing pumpkin powder

samples	L*	a*	b*	ΔE	BI
Control	67.1±0.54[a]	-3.2±0.58[b]	26.4±0.71[b]	0.0±00	44.71±00
4% PP	66.1±0.75[a]	-3.1±0.69[ab]	36.3±0.74[a]	9.34±0.00	65.29±0.00
8% PP	65.1±0.77[a]	-2.1±0.31[a]	36.2±0.86[a]	9.95±0.00	73.52±0.00
12% PP	63.2±0.99[ab]	-1.1±0.57[a]	37.6±0.66[ab]	12.13±0.00	88.24±0.00

[a-c] Means within the same column with different superscripts differ (P<0.05)
PP= Pumpkin powder

3-4- ارزیابی تخلخل بافت

بررسی نتایج حاصل از آنالیز تصویری برش بافت (جدول 4) نشان داد که تعداد حفرات موجود در بافت کیک حاوی 8 درصد پودر کدو نسبت به بقیه تیمارها بیشتر بود و با افزایش بیشتر پودر کدو تعداد حفرات کاهش پیدا کرد اما کماکان نسبت به نمونه شاهد بالاتر بود. همچنین نتایج نشان داد که میانگین سطح منافذ با افزایش میزان پودر کدو در تمامی تیمارها نسبت به نمونه شاهد افزایش می‌یابد. برنسناس[1] و همکاران (2009) گزارش کردند که هیدروکلوئیدهای موجود در فیبر می‌تواند روی ویژگی‌های حرارتی نشاسته (آرد گندم) تاثیرگذار باشد که به نوبه خود می‌تواند دلیلی برای تحت تاثیر قرار گرفتن حجم و داتسیته کیک‌ها باشد. به نظر می‌رسد افزایش درصد فیبر منجر به انجام ژلاتیناسیون نشاسته در دمای بالاتر شده است. هنگامی که دمای ژلاتیناسیون افزایش می‌یابد خمیر به یک ساختار متخلخل‌تر و جامدتر تبدیل می‌گردد که به کیک اجازه می‌دهد تا حجم خود را افزایش دهد [33]. همچنین میزان ویسکوزیته خمیر کیک با افزودن فیبر افزایش یافته و این افرایش در سطوح بالاتر فیبر بیشتر می گردد. افزایش اندک میزان ویسکوزیته مانعی برای خروج حباب های هوا در حین پخت می‌باشد که این مساله موجب باز شدن ساختار کیک و افزایش تخلخل می‌شود. با توجه به نتایج حاصل به نظر می‌رسد که ویسکوزیته مناسب در نمونه 8 درصد ایجاد شده بود. با توجه به مقایسه میانگین سطح حفرات تشکیل دهنده نمونه‌ها مشاهده می‌شود که با افزایش درصد فیبر میزان یکنواختی حفرات کاهش یافته است و نمونه حاوی 12 درصد پودر کدو کمترین یکنواختی را در اندازه حفرات نشان داد در حالی که نمونه شاهد بالاترین یکنواختی را به خود اختصاص داد. هم‌چنین با مشاهده نسبت قطر بیشینه به قطر کمینه می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش درصد فیبر شکل حفرات تغییر کرده و از فرم دایره به فرم بیضی پیش رفته بود.

3-5- ترکیبات تغذیه‌ای

بر طبق نتایج آنالیز آماری (جدول 5) با افزایش پودر کدو تنبل در فرمولاسیون کیک اسفنجی میزان فیبر به صورت معنی‌دار افزایش یافت ($p\leq0/05$) در حالی که در سراسر دوره انبارمانی تغییر معنی‌داری ($p\leq0/05$) در میزان فیبر هیچکدام از نمونه‌ها مشاهده نشد. با توجه به این که پودر کدو تنبل نسبت به آرد گندم میزان فیبر بالاتری دارد بنابراین افزایش فیبر در نمونه‌های غنی شده با پودر کدو تنبل قابل پیش‌بینی بود. مطابق با این نتایج الدمری و همکاران (2011) گزارش کردند که نمونه‌های نان تست غنی شده با پودر کدو تنبل نسبت به نمونه شاهد میزان فیبر بیشتری داشتند [29]. همچنین پونگجانتا[2] و همکاران (2006) نیز نتایج مشابهی با این پژوهش گزارش کردند [34]. نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان بتاکاروتن (جدول 5) نشان داد که افزودن پودر کدو تنبل موجب افزایش میزان بتاکاروتن می‌شود در حالی که افزایش زمان انبارمانی تاثیر قابل توجهی بر میزان بتاکاروتن هیچکدام از نمونه‌ها نداشت. با توجه به این که پودر کدو تنبل غنی از بتاکاروتن می‌باشد بنابراین انتظار می‌رفت که با افزایش درصد پودر کدو تنبل میزان بتاکاروتن در نمونه‌های غنی شده افزایش یابد. در تشابه با نتایج این پژوهش الدمری و همکاران (2011) گزارش کردند که میزان بتاکاروتن نمونه‌های نان تست غنی شده با پودر کدو تنبل نسبت به نمونه شاهد بیشتر بود [29]. همچنین پونگجانتا و همکاران (2006) در بررسی استفاده از پودر کدو تنبل در محصولات نانوایی شامل نان ساندویچی، نان

1. Brancenase

2. Pongjanta

شیرین، کیک کره‌ای و کیک شیفون بیان کردند که میزان بتاکاروتن در تمامی محصولات با افزایش درصد پودر کدو تنبل افزایش یافت [34].

Table 4 Porosity of sponge cake containing pumpkin powder

samples	Surface of the pores	Diameter of the pores	Max radius/ Min radius	Roundness
Control	173.17±17.75	14.6±2.32	2.16±0.00	15.28±3.83
4% PP	352.47±85.10	18.10±5.96	2.78±0.00	12.18±2.23
8% PP	593.10±42.25	19.6±4.21	3.41±0.00	7.5±1.11
12% PP	489.16±77.50	16.15±2.12	3.44±0.00	2.1±0.52

$^{a-c}$ Means within the same column with different superscripts differ (P<0.05)
PP= Pumpkin powder

نتایج حاصل از بررسی میزان پتاسیم نمونه‌های مختلف (جدول 5) نیز گویای این مطلب بود که با افزایش پودر کدو و زمان انبارمانی میزان پتاسیم نمونه‌ها افزایش پیدا کرد. افزایش در مقدار پتاسیم کیک با افزایش درصد پودر کدو تنبل به دلیل میزان بالای پتاسیم (340 میلی‌گرم در هر 100 گرم) پودر کدو می باشد [5]. این نتایج با نتایج الدمری و همکاران (2011) در نان تست غنی شده با پودر کدو تنبل مطابقت داشت [29].

Table 5 Nutritional compounds of sponge cake containing pumpkin powder

Item	Samples	Storage time (days)		
		1	20	40
Fiber (%)	4% PP	0.19 ± 0.00^{abC}	0.19 ± 0.00^{abC}	0.19 ± 0.00^{abC}
	8% PP	0.38 ± 0.00^{bB}	0.41 ± 0.00^{bB}	0.42 ± 0.00^{aB}
	12% PP	0.62 ± 0.01^{aA}	0.62 ± 0.00^{aA}	0.61 ± 0.01^{abA}
β-Carotene (mg/100g)	4% PP	0.28 ± 0.00^{aC}	0.27 ± 0.00^{aC}	0.28 ± 0.00^{aC}
	8% PP	0.42 ± 0.00^{aB}	0.41 ± 0.00^{aB}	0.42 ± 0.00^{aB}
	12% PP	0.58 ± 0.00^{aA}	0.57 ± 0.00^{aA}	0.58 ± 0.00^{aA}
Potassium (mg/kg)	4% PP	210.0 ± 45.15^{cC}	245.1 ± 82.72^{bC}	291.17 ± 15.00^{aC}
	8% PP	432.0 ± 91.15^{cB}	452.97 ± 25.00^{bB}	468.72 ± 50.00^{aB}
	12% PP	625.0 ± 50.00^{cA}	676.57 ± 44.00^{bA}	701.15 ± 65.00^{aA}

$^{a-e}$ Means within the same row with different superscripts differ (P<0.05)
$^{A-E}$ Means within the same column with different superscripts differ (P<0.05)
PP= Pumpkin powder

3-6- ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی توسط پانلیست‌ها نشان داد که افزودن پودر کدو تنبل تاثیر معنی‌داری ($p\leq0/05$) بر ویژگی‌های حسی کیک داشت و بالاترین امتیاز طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی مربوط به نمونه حاوی 8 درصد پودر کدو تنبل بود (جدول 6). پودر کدو تنبل با داشتن مقادیر بالای کارتنوئیدها، رنگ زرد –نارنجی مطلوبی را در نمونه‌های غنی شده ایجاد می‌کند که باعث افزایش مطلوبیت در نمونه‌های غنی شده نسبت به نمونه شاهد از نظر رنگ می‌شود. همچنین ایجاد یک طعم میوه‌ای در کیک از نظر پانلسیت‌ها مطلوب به نظر می‌رسد. اما افزودن مقادیر بالای 8 درصد در کیک، بافت سفت و طعم شیرینی نامطلوب را ایجاد می‌کند که از نظر پانلیست‌ها نامطلوب بود. در تشابه با نتایج این پژوهش پونگجانتا و همکاران (2006) گزارش کردند که افزودن پودر کدو تنبل به محصولات نانوایی مختلف موجب بهبود ویژگی‌های حسی می‌شود [34]. همچنین، الدمری و همکاران (2011) مشاهده کردند افزودن پودر پودر کدو تنبل در نسبت‌های

5 و 10 درصد موجب بهبود ویژگی‌های حسی نان تست شد [29]. همچنین بر پایه یافته‌های لی وهمکاران (2002) اختلاط پودر کدو تنبل در نودل‌های فوری موجب بهبود رنگ و ویژگی-های حسی شد [35].

Table 6 Sensory attributes of sponge cake containing pumpkin powder

samples	Flavor	Color	Texture	Porosity	Overall acceptance
Control	4.0 ± 0.54^{a}	3.0 ± 0.54^{b}	3.0 ± 0.64^{c}	3.0 ± 0.54^{b}	3.0 ± 0.53^{b}
4% PP	4.0 ± 0.32^{b}	4.0 ± 0.58^{a}	4.0 ± 0.848^{a}	4.0 ± 0.50^{a}	4.0 ± 0.20^{b}
8% PP	5.0 ± 0.54^{a}	5.0 ± 0.23^{a}	4.5 ± 0.23^{b}	4.0 ± 0.41^{a}	4.0 ± 0.39^{b}
12% PP	3.0 ± 0.53^{c}	3.0 ± 0.29^{c}	2.1 ± 0.29^{c}	2.0 ± 0.19^{c}	2.0 ± 0.42^{c}

[a-c] Means within the same column with different superscripts differ ($P<0.05$)
PP= Pumpkin powder

4- نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش افزودن پودر کدو تنبل با افزایش ویسکوزیته خمیر کیک موجب افزایش تخلخل بافت کیک شد. همچنین به دلیل ظرفیت بالای نگهداری آب پودر کدو، افزودن آن به فرمولاسیون کیک منجر به افزایش رطوبت شد در حالی که با افزایش زمان انبارمانی محتوای رطوبت کاهش پیدا کرد. پودر کدو تنبل به دلیل غنی بودن از نظر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی باعث کاهش عدد پراکسید در کیک‌های غنی شده نسبت به نمونه شاهد شد و این کاهش نسبت به نمونه شاهد در سراسر دوره انبارمانی حفظ گردید. بررسی ویژگی‌های تغذیه‌ای حکایت از آن داشت که با افزودن پودر کدو، می‌توان محتوای فیبر، پتاسیم و بتاکاروتن را افزایش داد به گونه‌ای که افزایش زمان انبارمانی تاثیر منفی بر این پارامترها نداشت. همچنین نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌ها گویای این مطلب بود که نمونه‌های غنی شده با پودر کدو تنبل نسبت به نمونه شاهد از امتیاز حسی بالاتری برخوردار بودند و نمونه 8 درصد با توجه به رنگ مورد پسند و طعم میوه‌ای آن بالاترین پذیرش را از نظر ارزیاب‌ها کسب کرد. نتایج حاصل از آنالیز بافت نیز نشان داد که افزودن پودر کدو تنبل به کیک باعث افزایش در سختی بافت کیک و کاهش در فاکتورهای الاستیسیته و پیوستگی شد؛ در دوره انبارمانی نیز، پارامترهای الاستیسته و پیوستگی کاهش اما سختی افزایش پیدا کرد. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد پودر کدو در فرمولاسیون کیک اسفنجی علاوه بر تامین فیبر روزانه مصرف کنندگان، باعث بهبود ویژگی‌های حسی و افزایش ماندگاری کیک اسفنجی می‌شود.

5- منابع

[1] 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(5), 710-722.

[2] Siro, I., Kapolna, E., Kápolna, B., & Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—A review. Appetite, 51(3), 456-467.

[3] Lee, C. C., & Lin, S. D. (2008). Effect of GABA tea on quality characteristics of chiffon cake. Cereal chemistry, 85(1), 31-38.

[4] Wheeler, M. L., & Pi-Sunyer, F. X. (2008). Carbohydrate issues: type and amount. Journal of the American Dietetic Association, 108(4), S34-S39.

[5] Fang, S. E. (2008). Physico-chemical and organoleptic evaluations of wheat bread substituted with different percentage of pumpkin flour (Cucurbita moschata). Universiti Sains Malaysia.

[6] Moradi, P., Goli, M., & Keramat, J. (2017). The Effect of Addition of Apple Fiber on Nutritional, physico-chemical and sensory properties of Sponge Cake. Journal of Food Science and Technology, 77(15), 193-207. [in persian].

[7] Gomez, M., RUIZ□PARÍS, E. L. E. N. A., Oliete, B., & Pando, V. (2010). Modeling of texture evolution of cakes during storage. Journal of texture studies, 41(1), 17-33.

[8] 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.
[9] See, E. F., Noor Aziah, A. A., & Wan Nadiah, W. A. (2007). Physico-chemical and sensory evaluation of breads supplemented with pumpkin flour. ASEAN Food Journal, 14(2), 123.
[10] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Biscuit prooperties. ISIRI no 37. Iran: ISIRI; 2015. [in persian].
[11] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, The method of measuring moisture content of grain and its products conventional method. ISIRI no 2705. Iran: ISIRI; 2010. [in persian].
[12] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Cake-Specification and test methods. ISIRI no 2553. Iran: ISIRI; 2013. [in persian].
[13] AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. Washangton D.C., VA: Association of Official Analytical Chemists.
[14] Ghaboos, S. H. H., Ardabili, S. M. S., Kashaninejad, M., Asadi, G., & Aalami, M. (2016). Combined infrared-vacuum drying of pumpkin slices. Journal of food science and technology, 53(5), 2380-2388.
[15] AOAC. (2005). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists
[16] McKenna, B. M. (Ed.). (2003). Texture in food (Vol. 2). Woodhead Publishing.
[17] Saricoban, C., & Yilmaz, M. T. (2010). Modelling the effects of processing factors on the changes in colour parameters of cooked meatballs using response surface methodology. World Applied Sciences Journal, 9(1), 14-22.
[18] Eke, J., Sanni, S. A., & Owuno, F. (2009). Proximate and sensory properties of banana cakes. Nigerian Food Journal, 27(2).
[19] Gorgônio, C. M. D. S., Pumar, M., & Mothé, C. G. (2011). Macrocospic and physiochemical characterization of a sugarless and gluten-free cake enriched with fibers made from pumpkin seed (Cucurbita maxima, L.) flour and cornstarch. Food Science and Technology, 31(1), 109-118.
[20] Sharoba, A. M., Farrag, M. A., & Abd El-Salam, A. M. (2013). Utilization of some fruits and vegetables waste as a source of dietary fiber and its effect on the cake making and its quality attributes. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 19(4), 429-444.
[21] Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P. A., Blanco, C. A., & Rosell, C. M. (2007). Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. Food hydrocolloids, 21(2), 167-173.
[22] Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R., & Indrani, D. (2009). Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes. Food Hydrocolloids, 23(7), 1827-1836.
[23] Grigelmo-Miguel, N., Carreras-Boladeras, E., & Martín-Belloso, O. (1999). Development of high-fruit-dietary-fibre muffins. European Food Research and Technology, 210(2), 123-128.
[24] Lee, S., Kim, S., & Inglett, G. E. (2005). Effect of shortening replacement with oatrim on the physical and rheological properties of cakes. Cereal chemistry, 82(2), 120-124.
[25] Majzoobi, M., Habibi, M., Hedayati, S., Ghiasi, F., & Farahnaky, A. (2015). Effects of commercial oat fiber on characteristics of batter and sponge cake. Journal of Agricultural Science and Technology, 17(1), 99-107.
[26] Gómez, M., Moraleja, A., Oliete, B., Ruiz, E., & Caballero, P. A. (2010). Effect of fibre size on the quality of fibre-enriched layer cakes. LWT-Food Science and Technology, 43(1), 33-38.
[27] Wilderjans, E., Luyts, A., Goesaert, H., Brijs, K., & Delcour, J. A. (2010). A model approach to starch and protein functionality in a pound cake system. Food Chemistry, 120(1), 44-51.
[28] Zanoni, B., Peri, C., & Bruno, D. (1995). Modelling of browning kinetics of bread crust during baking. LWT-Food Science and Technology, 28(6), 604-609.
[29] El-Demery, M. E. (2011, April). Evaluation of physico-chemical properties of toast bread fortified with pumpkin (Cucurbita moschata) flour. In The 6th Arab and 3rd International Annual Scientific Conference on Development of Higher Specific Education Programs in Egypt and the Arab World in the Light of Knowledge Era Requirements, Faculty of Specific Education, Mansoura University,

Mansoura, Egypt (Vol. 1, pp. 13-14).
[30] Gómez, M., Ronda, F., Blanco, C. A., Caballero, P. A., & Apesteguía, A. (2003). Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. European Food Research and Technology, 216(1), 51-56.
[31] Sudha, M. L., Vetrimani, R., & Leelavathi, K. (2007). Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. Food chemistry, 100(4), 1365-1370.
[32] Adzman, S. N. (2012). Comparative study of pumpkin and carrot on bread (Doctoral dissertation, Universiti Teknologi MARA).
[33] Bárcenas, M. E., De la O-Keller, J., & Rosell, C. M. (2009). Influence of different hydrocolloids on major wheat dough components (gluten and starch). Journal of Food Engineering, 94(3-4), 241-247.
[34] Pongjanta, J., Naulbunrang, A., Kawngdang, S., Manon, T., & Thepjaikat, T. (2006). Utilization of pumpkin powder in bakery products. Songklanakarin J. Sci. Technol, 28(1), 71-79.
[35] Lee, C. H., Cho, J. K., Lee, S. J., Koh, W., Park, W., & Kim, C. H. (2002). Enhancing β carotene content in Asian noodles by adding pumpkin powder. Cereal chemistry, 79(4), 593-595.

Physicochemical, textural, nutritional and sensory properties of sponge cake enriched with pumpkin powder during storage

Khademi, F. [1*], Mehdipour Biregani, Z. [2], Keramat, J. [3]

1. M.Sc. Graduate, Department of Food Science and Technology, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
2. Ph.D. Student, Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

(Received: 2018/09/16 Accepted: 2019/07/08)

The present study was aimed at investigating the effect of enrichment of sponge cake with pumpkin powder (0, 4, 8 & 12%) on the physicochemical, textural, nutritional and sensory properties of the final product during storage. The results showed that while increase in the level of pumpkin powder promoted the moisture content of the sponge cake, storage time affected it negatively. The changes in peroxide value revealed that pumpkin powder improved the oxidative stability of the product so that the control sample had higher peroxide value than the treatments throughout the storage period. The results of image processing showed that addition of pumpkin powder into the formulation of sponge cake was concomitant with a decrease in lightness and an increase in redness, yellowness and browning index. It was also observed that the highest porosity was belonged to the sample containing 8% pumpkin powder. The instrumental texture analysis indicated that increase in the level of pumpkin powder increased the hardness, the force required to punch and the force required to cut the samples and decreased the cohesiveness and elasticity. The storage time almost had the same effects on the textural parameters as the pumpkin powder. The pumpkin powder improved the nutritional quality of sponge cake in terms of fiber, beta-carotene and potassium contents, which remained unaffected during storage. The sponge cakes enriched with pumpkin powder were more appreciated by consumers compared to the control sample; however, the sample containing 8% pumpkin powder received the highest sensory scores. In conclusion, pumpkin powder could be used for the development of a functional sponge cake with desirable sensory properties and long shelf life.

Keywords: Pumpkin powder, Sponge cake, Textural properties, Sensory characteristics, Shelf-life

[*] Corresponding Author E-Mail Address: f.xademi@gmail.com