

تأثیر افزودن آرد و نشاسته سیبزمینی بر ویژگی‌های کیفی و بیاتی کیک اسفنجی

سیددانیال مجربی^{1*}، جعفر محمدزاده میلانی²

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، تکنولوژی صنایع غذایی، دانشگاه غیردولتی خزر محمودآباد، محمودآباد، ایران
* نویسنده مسئول (danyalmojarabi@gmail.com)

2- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: 1396/10/06

تاریخ پذیرش: 1397/03/20

واژه‌های کلیدی

خواص فیزیکیوشیمیایی

رطوبت

مشاهده‌های ریزساختاری

مؤلفه‌های رنگ

چکیده

انواع کیک به‌عنوان یکی از پرمصرف‌ترین محصولات فرپزی در دنیا می‌باشند. باتوجه به قدرت بالای نشاسته سیبزمینی در نگهداری آب، در این پژوهش آرد گندم به میزان 10 درصد با آرد و نشاسته سیبزمینی در تولید کیک اسفنجی جایگزین شد تا نقش ترکیبات غیرنشاسته‌ای سیبزمینی بر این ویژگی‌ها مشخص گردد. نمونه‌ها از لحاظ آزمون‌های شاخص حجم، تقارن و یکنواختی کیک، تخلخل، مشاهده‌های ریزساختاری، رطوبت مغز و پوسته کیک، ویژگی‌های حسی و مؤلفه‌های رنگ (L^* ، a^* و b^*) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد نمونه حاوی آرد سیبزمینی حجم بالاتری نسبت به دو نمونه دیگر داشت و افزودن آرد و نشاسته سیبزمینی سبب بهبود وضعیت تخلخل کیک گردیدند و نیز نمونه حاوی آرد سیبزمینی همراه با نمونه شاهد از نظر ویژگی‌های حسی پذیرش بیشتری نزد داوران داشت. نمونه حاوی نشاسته سیبزمینی بعد از گذشت 14 روز رطوبت بیشتری نسبت به دو تیمار دیگر درون خود حفظ نمود که در نتیجه آن بیاتی کیک‌های حاوی نشاسته سیبزمینی به‌تعمیق افتاد. نتایج ارزیابی مؤلفه‌های رنگ (L^* ، a^* و b^*) نشان داد که جایگزینی آرد گندم به میزان 10 درصد با آرد سیبزمینی بیشترین میزان L^* را در مغز کیک داشت ولی در پوسته کیک بیشترین میزان L^* و b^* در بین سه تیمار مختلف مربوط به نمونه حاوی نشاسته سیبزمینی بود. در نهایت باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت جایگزینی آرد گندم به میزان 10 درصد با آرد سیبزمینی باعث بهبود ویژگی‌های کیفی کیک از جمله افزایش قابل‌توجه حجم کیک گردید.

مقدمه

محصول می‌باشد. میزان و نحوه استفاده از مواد اولیه باتوجه به نوع کیک متفاوت می‌باشد اما به‌طور کلی نوع مواد اولیه اصلی در تمامی کیک‌ها مشترک می‌باشد. اجزاء اصلی کیک عبارتند از: آرد گندم، شکر، تخم‌مرغ، روغن و آب. آرد گندم ماده اولیه اصلی برای تولید کیک می‌باشد و عاملی است که در جهت شکل‌دادن به خمیر و بافت محصول نهایی عمل می‌کند. یکی از موادی که قابلیت جایگزین کردن با

محصولات آردی از پرمصرف‌ترین محصولات غذایی در سراسر جهان محسوب می‌شود. از میان این محصولات، کیک به واسطه ویژگی‌های حسی مناسب، مورد استقبال و پسند مصرف‌کنندگان واقع شده است (Mastakidou et al., 2010). کیفیت کیک به عوامل مختلفی وابسته است. انتخاب مواد تشکیل‌دهنده و اطلاع از عملکرد آنها اولین قدم برای افزایش کیفیت

(اگریا¹ و سانته²)، بر کیفیت و بیاتی نان بررسی شد. ویژگی‌های مختلف نان شامل حجم مخصوص، آن اسپرینگ، یکنواختی شکل، تخلخل بافت مغز، محتوای رطوبتی مغز، سفتی بافت، ریزساختار نان توسط میکروسکوپ الکترونی و خصوصیات حسی مورد ارزیابی قرار گرفت. با افزایش درصد پوره سیب‌زمینی، خصوصیات کیفی در نمونه‌ها بهبود یافت. بررسی نتایج بافت، ریزساختار و تخلخل بهبود بافت نمونه‌ها و ایجاد ساختاری ظریف و یکنواخت را با افزایش درصد پوره سیب‌زمینی نشان داد که در نهایت نمونه 10 درصد بیشترین بهبود بافت را در نان داشت. Curti و همکاران (2014) استفاده از فیبر سیب‌زمینی به منظور بهبود خواص فیزیکی‌شیمیایی نان در طول نگهداری را مورد پژوهش قرار دادند. فیبر حاصله از پوست سیب‌زمینی به دلیل ظرفیت نگهداری بالای آب حتی در مقدار کم، مورد مطالعه قرار گرفت و تمام خواص فیزیکی‌شیمیایی نان از جمله فعالیت آبی، رطوبت، مقدار آب درون‌بافتی و کاهش آمیلوپکتین را با اضافه نمودن فیبر سیب‌زمینی به میزان 0/4 درصد آرد گندم پس از گذشت 7 روز از ذخیره‌سازی مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده بدین گونه بود که فیبر سیب‌زمینی علاوه بر فعالیت آبی، رطوبت نسبی نان را تحت تأثیر قرار داد و تغییرات تحرکات مولکولی در مغز نان کاهش یافت. این فیبر باعث بهبود بافت نان از طریق گرفتن آب میان‌بافتی در طول ذخیره‌سازی شد.

Dako و همکاران (2016) روی اثر مخلوط کردن آرد سیب‌زمینی شیرین با آرد گندم بر خواص تغذیه‌ای، خصوصیات کیفی و ویژگی‌های حسی نان مطالعه کردند. به دلیل بالا بودن مواد مغذی در سیب‌زمینی‌های با رنگ نارنجی در مقایسه با ارقام زرد رنگ و سفید رنگ، از سیب‌زمینی‌های نارنجی برای درست کردن آرد و سپس ترکیب آن با 6 نسبت از آرد گندم (100:0، 95:5، 90:10، 85:15، 80:20 و 75:25) استفاده شد و در نهایت به این نتیجه رسیدند که ویژگی‌های ساختاری ترکیب آرد از قبیل گلوتن مرطوب و ظرفیت جذب آب کاهش داشت. پارامترهای

این ترکیب را دارد آرد سیب‌زمینی می‌باشد. آرد سیب‌زمینی یکی از قدیمی‌ترین فرآورده‌های سیب‌زمینی است که کیفیت خوراکی آن مانند سیب‌زمینی پخته و تازه است (Willard & Hix, 1987). این محصول به طور گسترده‌ای در کشورهای دارای صنعت فراوری سیب‌زمینی تولید و مصرف می‌شود. آرد سیب‌زمینی دومین ماده جامد تشکیل‌دهنده برخی از نان‌ها و کیک‌ها می‌باشد که معمولاً در کشورهای اسکاندیناوی تهیه می‌شوند. Pylar (1973) گزارش کرد که آرد سیب‌زمینی طعم مشخص و غالبی در محصولات نانویی ایجاد می‌کند و سفت شدن و بیاتی محصول را کاهش می‌دهد و به حجیم شدن محصول کمک می‌کند. نشاسته طبیعی سیب‌زمینی جسمی چسبنده و کش‌دار است. از نشاسته سیب‌زمینی بیشتر در صنایع کاغذسازی تا 60 درصد و سپس نساجی با 30 درصد و 10 درصد در صنایع غذایی کاربرد دارد. همچنین ضایعات فرایند تولید نشاسته سیب‌زمینی که عمدتاً حاوی مواد فیبری و سلولزی پوست سیب‌زمینی می‌باشد پس از پرس کردن و کاهش درصد رطوبت آن برای خوراک دام می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. استفاده از نشاسته سیب‌زمینی در تولید انواع اسنک باعث می‌شود که محصول تولید شده دارای طعمی مطبوع و نسبتاً شیرین و بافتی یک‌دست گردد. همچنین نشاسته تاپوکا به خوبی حالت ورقه‌ورقه به خود می‌گیرد و در برابر شکستن مقاوم است. افزودن نشاسته سیب‌زمینی یا ترکیبی از نشاسته‌های اصلاح شده با دمای ژلاتینه شدن پایین و ویسکوزیته بالا باعث بهبود طعم و همچنین افزایش مدت ماندگاری کیک و نان می‌شود (Sikora et al., 2015). پژوهش‌های متعددی در خصوص کاربرد آرد سیب‌زمینی و نشاسته سیب‌زمینی در بافت نان و کیک اسفنجی به منظور بهبود خواص کیفی و بیاتی آنها انجام شده است (یقبانی و کوچکی، 1392). طبق تحقیق‌هایی که توسط اکبری و همکاران (1392) انجام شد اثرات افزودن مقادیر 1، 2، 4، 8 و 10 درصد (وزنی/وزنی بر پایه آرد) پوره دو رقم سیب‌زمینی

¹ Agrea

² Sante

همزده و بعد روغن به آن اضافه گردید و مخلوط به دست آمده 5 دقیقه دیگر همزده شد. سپس میزان مورد نظر آرد گندم و آرد سیبزمینی یا نشاسته سیبزمینی به طور پیوسته همراه با آب و مقدار لازم بیکنینگ پودر اضافه شد به گونه ای که ترکیب یکنواختی به دست آمد و در نهایت درون قالب ریخته و درون آون با دمای 180 درجه سانتی گراد و زمان 30 دقیقه پخته و بعد از خنک سازی تا زمان انجام آزمون ها درون کیسه های پلی اتیلنی و در دمای محیط نگهداری شد. نمونه ها قبل از پخت طی شرایط کاملاً پاستوریزه نگهداری شدند.

محاسبه شاخص های حجم، تقارن و یکنواختی

جهت محاسبه اندیس های شاخص حجم، تقارن و یکنواختی از روش AACC 10-90 (AACC, 2001) با اندکی اصلاحات (Turabi et al., 2008) استفاده شد. در این روش کیک به صورت عمودی از مرکز برش داده شد و ارتفاع نمونه کیک در 3 نقطه متفاوت (B, C و D) در ناحیه ای که برش داده شده اندازه گیری شد. با توجه به این روش شاخص های حجم، تقارن و یکنواختی مطابق رابطه (1)، (2) و (3) محاسبه شدند:

$$\text{رابطه (1)} \quad B+C+D = \text{شاخص حجم}$$

$$B+C+D = \text{شاخص حجم}$$

$$\text{رابطه (2)} \quad 2C-B-D = \text{شاخص تقارن}$$

$$2C-B-D = \text{شاخص تقارن}$$

$$\text{رابطه (3)} \quad B-D = \text{شاخص یکنواختی}$$

$$B-D = \text{شاخص یکنواختی}$$

در رابطه (1)، (2 و 3)، C ارتفاع کیک در نقطه مرکزی و B و D نقاطی به فاصله 2/5 سانتی متر از نقطه مرکزی در دو سمت چپ و راست هستند (Turabi et al., 2008; AACC, 2001).

اندازه گیری رطوبت مغز و پوسته کیک

1 گرم از مغز کیک در پتری دیش با وزن مشخص (در آون 100 ± 2 درجه سانتی گراد قرار داده شده و به وزن ثابت رسیده) توزین شد و نمونه به مدت 2 ساعت درون آون با دمای 105 درجه سانتی گراد گذاشته شد تا اینکه خشک شده و به وزن ثابت رسید. پس از

کیفی نان مانند میزان حجم، حجم مخصوص و ارتفاع به طور معنی داری کاهش یافت اما وزن خمیر به دلیل افزایش نسبت ترکیب آرد سیبزمینی شیرین افزایش نشان داد.

مواد و روش ها

مواد

• نشاسته سیبزمینی: نشاسته سیبزمینی از شرکت وارداتی Stage از شهر تهران به قیمت هر کیلو 300,000 ریال تهیه شد.

• آرد سیبزمینی: از شرکت آرد گلها از شهرستان ساری به قیمت هر بسته 200 گرمی 100,000 ریال خریداری شده و تا زمان مصرف مطابق دستورالعمل نگهداری شد. آرد گندم، شکر، روغن آفتاب گردان، آب و بیکنینگ پودر و وانیل از فروشگاه های در سطح شهرستان ساری تهیه گردیدند.

تهیه خمیر و آماده سازی نمونه

طبق دستورالعمل محمدزاده میلانی (1394) خمیر کیک تهیه شده و به مقدار مشخص 10 درصد (میزان 10 درصد با توجه به آزمون و خطاهای بسیار در مقیاس های متفاوت به دست آمد، در مقیاس کمتر از 10 درصد اثر قابل توجهی بر ویژگی های کمی و کیفی کیک نداشتند و در مقیاس بالاتر از این اثرات سوئی بر خصوصیات فیزیکی کیک دیده شد.) نشاسته یا آرد سیبزمینی جایگزین آرد گندم گردید، سپس پخت کیک در دما و زمان مشخص (دما 180 درجه سانتی گراد و زمان 30 دقیقه) صورت گرفت. دستورالعمل طبق فرمولاسیون محمدزاده میلانی (1394) بدین شرح بود: در ابتدا 100 گرم آرد را طبق پیمانته برداشته و مابقی مواد بر مبنای آرد به میزان، شکر 72 درصد، روغن 57 درصد، تخم مرغ 72 درصد، بیکنینگ پودر 1 درصد، وانیل به مقدار لازم، آب 25 درصد و آرد سیبزمینی یا نشاسته سیبزمینی به میزان 10 درصد جایگزین آرد گندم شد. جهت تهیه خمیر کیک، در ابتدا تخم مرغ با همزن (مدل M240، شرکت Black & Decker، ساخت انگلستان) به مدت 5 دقیقه همزده شد و سپس شکر و وانیل اضافه شده و به مدت 10 دقیقه

(*al.*, 2013). شایان ذکر است برای اندازه‌گیری رنگ بافت یا مغز کیک، پوسته رویی و اطراف کیک جدا شده و سپس رنگ بافت مشابه آنچه در مورد رنگ پوسته بیان شد مورد ارزیابی قرار گرفت.

اندازه‌گیری تخلخل کیک

در خصوص این آزمون کلیه نمونه‌ها توسط اسکنر (HP، مدل G3110، ساخت چین) اسکن شدند. اندیس‌های مربوط به تخلخل مانند کوچک‌ترین اندازه حفره‌ها، بزرگ‌ترین اندازه حفره‌ها، سطح میانگین حفره‌ها و یکنواختی به وسیله نرم‌افزار Image Pro Plus 4.5 با بزرگ‌نمایی حداقل 600 دی‌پی‌آی محاسبه شد.

آزمون حسی

ویژگی‌های حسی کیک توسط 10 نفر ارزیاب مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور سه تیمار کیک (نمونه آرد سیب‌زمینی، نمونه نشاسته سیب‌زمینی و نمونه شاهد) به همراه 3 فرم ارزیابی 7 قسمتی شامل فرم و شکل، خصوصیات سطح زیرین کیک اسفنجی، خصوصیات پوسته و سطح رویی کیک اسفنجی، پوکی و تخلخل، قابلیت جویدن، سفتی و نرمی بافت و ساختار کیک اسفنجی، طعم و مزه و بوی کیک اسفنجی در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفت. در ارزیابی حسی از روش هدونیک پنج‌نقطه‌ای که امتیاز 1 نشان‌دهنده کمترین مطلوبیت و امتیاز 5 نمایانگر بیشترین مطلوبیت برای صفت مورد ارزیابی می‌باشد، استفاده شد. امتیاز نهایی با استفاده از رابطه (4) محاسبه گردید (Lee *et al.*, 2005; Ronda *et al.*, 2008).

رابطه (4)

مجموع ضرایب/امتیاز نهایی = مجموع امتیازها

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل نتایج، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه 19 صورت گرفت و به صورت میانگین انحراف معیار از سه تکرار مستقل نشان داده شد. برای تعیین معنی‌دار بودن اختلاف میان نتایج از آنالیز واریانس

قرار دادن درون دسیکاتور و کاملاً خنک‌شدن، ظروف همراه نمونه توزین شدند. رطوبت نمونه‌ها از اختلاف بین پتری‌دیش با نمونه قبل از گذاشتن درون آون و بعد از خروج از آن به دست آمد، رطوبت در فواصل زمانی روزهای 1، 7، و 14 اندازه‌گیری شد (*Shittu et al.*, 2008).

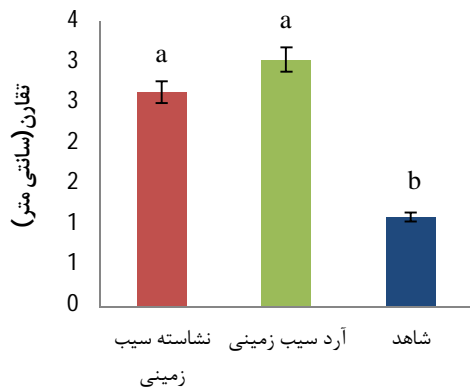
ویژگی‌های ریزساختار

تکه‌های کوچک کیک در ابعاد 3×2 میلی‌متر از ناحیه مرکزی بریده شد. نمونه‌ها در یک نگهدارنده نمونه برنجی با چسب کربن چسبانده شدند، سپس با نیتروژن مایع منجمد شدند. نگهدارنده نمونه در یک نگهدارنده گاز زمزاییک انتقالی نصب‌شده و توسط یک سیستم آماده‌سازی غیراختصاصی در یک مرحله به -93 درجه سانتی‌گراد منتقل شد. در این اتاق انجماد، نمونه به سرعت به مدت 23 دقیقه در دمای -93 درجه سانتی‌گراد در $0/13$ پاسکال به منظور خروج بخار آب‌های اضافی، به روش انجمادی خشک شد. نمونه‌ها پس از خشک‌شدن توسط خشک‌کن انجمادی (مدل Fd4، ساخت ایران) روی پایه‌های ویژه تثبیت و فرایند طلاکوبی روی آن صورت گرفت. سپس نمونه‌ها آماده بررسی ریزساختار با میکروسکوپ الکترونی شدند. نمونه‌های حفاظت‌شده در دمای -122 درجه سانتی‌گراد و فشار 4×10^{-2} پاسکال به میکروسکوپ الکترونی روبشی (مدل Leo-ovp، ساخت ژاپن) (SEM)¹ نشری منتقل شدند و عکس‌ها به صورت دیجیتالی ضبط شدند (*Mastakidou et al.*, 2010).

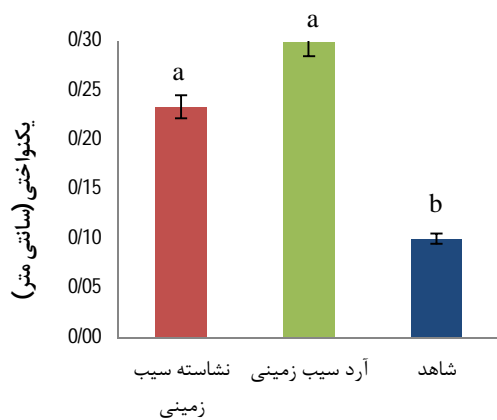
آزمون رنگ

برای تصویرگیری، هر نمونه کیک که از وسط برش‌داده، در اتاقکی با دیواره‌های مشکی که بازتاب نور نداشت، قرار داده شد. برای ایجاد نور از لامپ‌های فلورسنت استفاده شد. تصویرگیری با استفاده از دوربین Canon (EOS 1000D، ساخت ژاپن) و نرم‌افزار EOS Utility انجام شد که با درگاه USB به رایانه متصل بود. تصاویر با فرمت JPG ذخیره شدند. پارامترهای L^* (روشنایی)، b^* (زردی) و a^* (قرمزی) رنگ پوسته و مغز کیک بررسی شد (*Wilderjanes et*

¹ Scanning Electron Microscopy



شکل 2- مقایسه شاخص تقارن سه تیمار مختلف (شاهد، آرد سیب زمینی و نشاسته سیب زمینی)



شکل 3- مقایسه شاخص یکنواختی سه تیمار مختلف (شاهد، آرد سیب زمینی و نشاسته سیب زمینی)

رطوبت مغز و پوسته

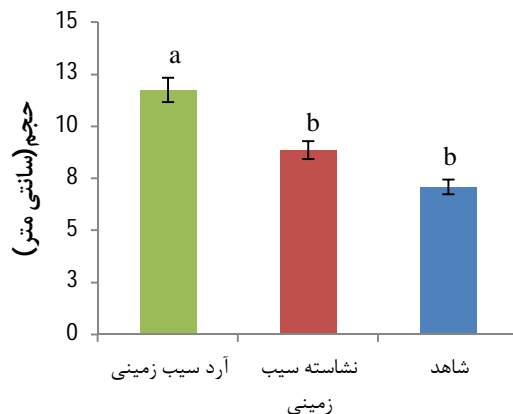
همان طور که در شکل (4) مشخص است در روز اول، کیک حاوی نشاسته سیب زمینی و آرد سیب زمینی با یکدیگر اختلاف معنی داری از نظر رطوبت نداشتند ($P > 0/05$) ولی میزان رطوبت نمونه شاهد با اختلاف معنی داری کمتر از دو تیمار دیگر بود ($P < 0/05$). همان گونه که در شکل (4) مشخص است، با گذشت زمان، میزان یا محتوای رطوبت نمونه های کیک کاهش می یابد. نتایج پس از 7 روز نگهداری نمونه ها روند تقریباً مشابهی را نشان داد. پس از گذشت 7 و 14 روز تیمار نشاسته سیب زمینی از بالاترین میزان رطوبت برخوردار بود که دارای اختلاف معنی داری ($P < 0/05$) با دو تیمار دیگر بود ولی تیمارهای شاهد و آرد سیب زمینی هیچ اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. با بررسی میزان رطوبت پس از گذشت 14 روز از نگهداری نمونه ها مشخص شد که نمونه های

یک طرفه در سطح ($a=0/05$) و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چنددامنه ای دانکن استفاده گردید.

نتایج

شاخص حجم، تقارن و یکنواختی

شکل (1)، (2) و (3) نتایج مربوط به شاخص حجم، تقارن و یکنواختی کیک اسفنجی را نشان می دهند. با توجه به نتایج به دست آمده افزودن آرد سیب زمینی سبب افزایش معنی دار ($P < 0/05$) شاخص حجم نمونه ها شد. شاخص تقارن نیز با افزودن آرد سیب زمینی نسبت به نشاسته سیب زمینی و نمونه شاهد افزایش محسوسی داشت، همچنین شاخص تقارن نمونه حاوی نشاسته سیب زمینی نیز نسبت به نمونه شاهد کاهش نشان داد ($P < 0/05$). تقارن بیشتر، به علت پخش منظم و بهتر حباب های هوا که به عنوان هسته های اولیه جهت توزیع گاز حاصل از مواد شیمیایی پوک کننده عمل می کنند، می باشد (پیغمبر دوست، 1388). میزان شاخص یکنواختی در هر سه تیمار مختلف نشان داد که اختلاف معنی داری بین دو نمونه نشاسته سیب زمینی و آرد سیب زمینی با یکدیگر وجود نداشت ولی نمونه شاهد با اختلاف معنی داری از دو تیمار دیگر از یکنواختی پایین تری برخوردار بود که Walker و Ebeler (1984) به نتایج مشابهی از نظر یکنواختی دست یافتند. در نهایت می توان گفت نمونه حاوی آرد سیب زمینی از بالاترین میزان حجم، تقارن و یکنواختی نسبت به دو نمونه دیگر ($P < 0/05$) برخوردار بود.



شکل 1- مقایسه شاخص حجم سه تیمار مختلف (شاهد، آرد سیب زمینی و نشاسته سیب زمینی)



شکل 4- رطوبت سه تیمار مختلف (شاهد، آرد سیب‌زمینی و نشاسته سیب‌زمینی)

مشاهده‌های ریزساختاری

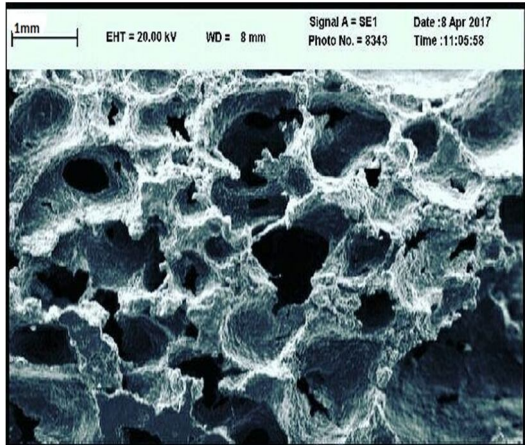
تصویر نمونه‌های حاوی نشاسته سیب‌زمینی که در شکل (5-ب) مشاهده می‌شود، ساختاری پیچیده با حفره‌های نسبتاً بزرگ را نشان می‌دهد و همچنین ارتباط محکمی بین تمام ترکیبات موجود نیز دیده می‌شود که سبب ایجاد این پیچیدگی در بین ساختار شده است. تصویر ریزساختار کیک حاوی نمونه‌های آرد سیب‌زمینی متفاوت با نمونه حاوی نشاسته سیب‌زمینی بود. در این نمونه حفره‌های بزرگ‌تر، کمتر دیده می‌شود و تعداد بیشتری از گرانول‌های نشاسته ساختار خود را بدون تغییر و به‌صورت دست‌نخورده حفظ کرده است. با عدم ژلاتیناسیون برخی از گرانول‌ها امکان روتروگراداسیون آنها و به‌دنبال آن سفتی و بیاتی کاهش می‌یابد. علاوه بر این علت کم‌تر بودن حفره‌ها در کیک حاوی آرد سیب‌زمینی را می‌توان به وجود ناخالصی‌های دیگر در کنار نشاسته سیب‌زمینی نسبت داد (Singh et al., 2005).

گرانول‌های نشاسته آرد گندم در زیر لایه‌ای شفاف از جنس نشاسته سیب‌زمینی ژلاتینه‌شده قرار گرفتند. این لایه فیلم‌مانند می‌تواند ناشی از واکنش بین آمیلوز (به‌دلیل خروج آمیلوز از گرانول‌های نشاسته پس از پخت) و پروتئین باشد که از چروکیدگی آنها در طی نگهداری که از علائم سفتی کیک می‌باشد، جلوگیری می‌کند و در نتیجه بافت کیک نرم‌تر باقی می‌ماند. همچنین حضور لایه فوق می‌تواند به استحکام ساختار حاصل از کمپلکس نشاسته و پروتئین که در طی پختشان ایجاد شده

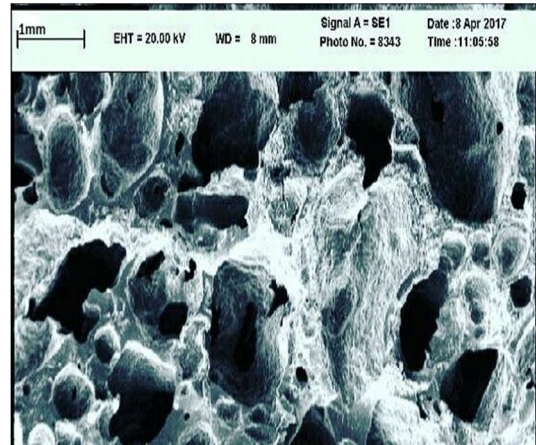
نشاسته سیب‌زمینی رطوبت بیشتری را درون خود حفظ کردند و اختلاف معنی‌داری در مقدار رطوبت با دو تیمار دیگر داشتند ($P < 0/05$) ولی تیمارهای کیک شاهد و کیک آرد سیب‌زمینی پس از گذشت 14 روز اختلاف معنی‌داری نداشتند. میزان رطوبت کیک فاکتور مناسبی برای ارزیابی عمر ماندگاری و پایداری میکروبیولوژی مواد غذایی محسوب می‌گردد. بنابراین انتظار می‌رود نمونه‌های کیک تهیه‌شده با نشاسته سیب‌زمینی به‌علت رطوبت بالاتر و فعالیت آبی بیشتر در این نمونه دارای عمر ماندگاری کمتر نسبت به دو کیک نمونه شاهد و کیک آرد سیب‌زمینی باشند (Winkelhausen et al., 2007). از دست‌دادن دیرتر رطوبت بیانگر این موضوع است که هرچه رطوبت مغز کیک دیرتر کاهش یابد و مهاجرت رطوبت از مغز کیک به سطح آن کندتر صورت گیرد، در نتیجه بیاتی کیک به‌تعمیق می‌افتد (Katina et al., 2006). در پژوهش انجام‌شده در تیمار نشاسته سیب‌زمینی رطوبت مغز کیک با سرعت پایین‌تری نسبت به دو تیمار دیگر کاهش نشان داد در نتیجه می‌توان بیان نمود کیک حاصل از نشاسته سیب‌زمینی دیرتر بیات می‌گردد. همچنین می‌توان گفت که گرانول‌های نشاسته سیب‌زمینی توانایی بالاتری در به‌دام‌نداختن آب در شبکه خود را دارند که این موضوع سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شوند (Gerrard et al., 1998). موحد و همکاران (1392) به نتایج مشابهی از نظر میزان رطوبت و بیاتی دست‌یافته بودند. وقتی آب، ترکیبات مغز کیک را ترک می‌کند دیگر نمی‌تواند نقش شکل‌دهی خود را اعمال کند و به‌همین علت سفتی مغز کیک افزایش می‌یابد. تمایل بالای نشاسته سیب‌زمینی به جذب آب و توانایی آن در حفظ آب سبب کاهش آب در دسترس نشاسته و به‌دنبال آن کاهش کریستالیزاسیون نشاسته می‌گردد (Vittadini & Vodovotz, 2003). اکبری و همکاران (1392) نیز با مطالعه روی بهبود ویژگی‌های کیفی نان با استفاده از پوره سیب‌زمینی به نتایج یکسانی دست یافتند.

حاوی آرد سیبزمینی ($P < 0/05$) از نظر بزرگ‌تر بودن اندازه ذرات و کم‌تر بودن تعداد حفره‌ها نسبت به دو نمونه شاهد و نشاسته سیبزمینی دارای اختلاف معنی‌داری بوده است (مجدوبی و همکاران، 1391).

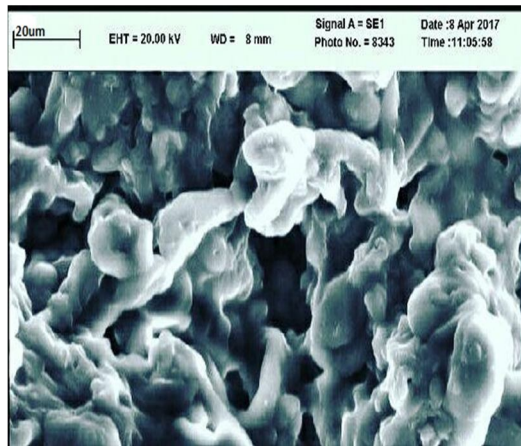
است کمک کند و به‌نوعی با درگیر نمودن آنها از طریق رطوبت بیشتر موجود در بافت و در نتیجه تعداد بیشتر باندهای هیدروژنی در شبکه سه‌بعدی موجود در کیک، وقوع پدیده بیاتی و خروج اجزاء سازنده ترکیبات ذکر شده را در دو نمونه به تأخیر اندازد، نمونه



(ب)



(الف)



(ج)

شکل 5 - الف) مشاهده‌های ریزساختار تیمار آرد سیبزمینی، ب) مشاهده‌های ریزساختار تیمار نشاسته سیبزمینی و ج) مشاهده‌های ریزساختار تیمار شاهد

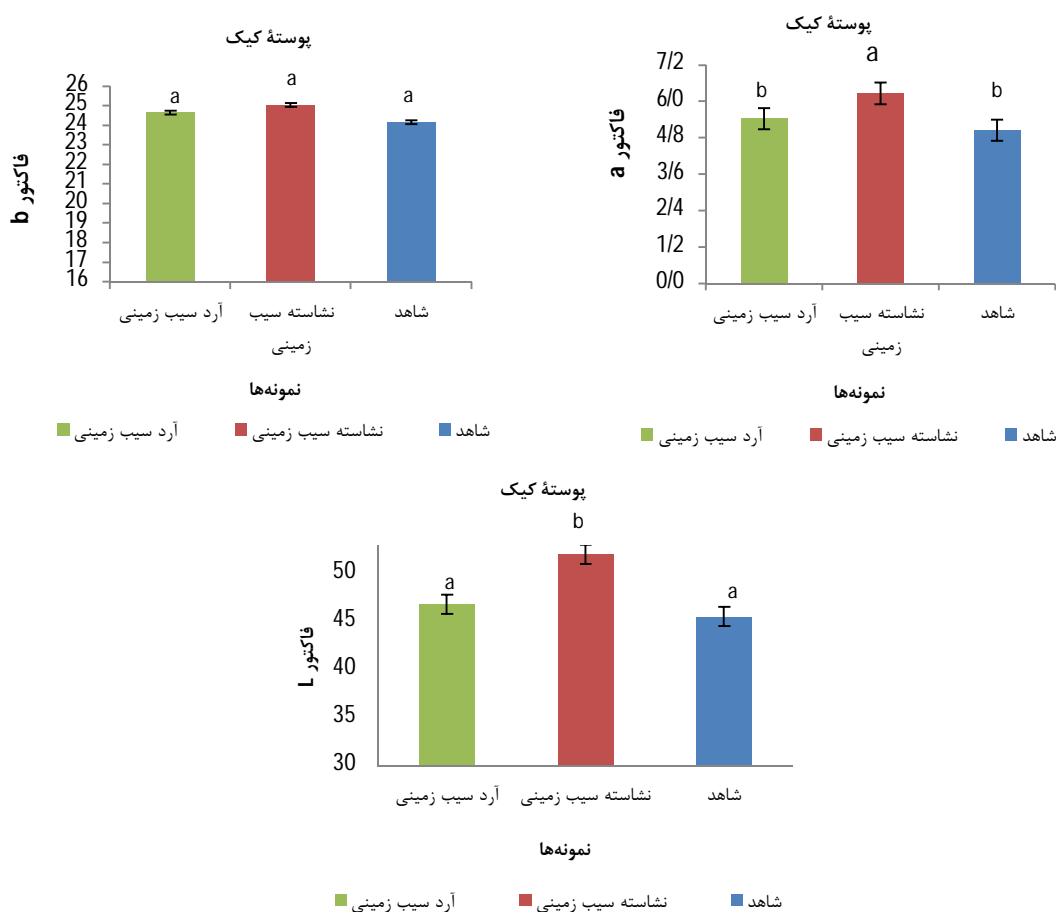
ارزیابی رنگ

نیز مربوط به نمونه حاوی نشاسته سیبزمینی بود که دارای اختلاف معنی‌داری با نمونه‌های شاهد و آرد سیبزمینی بود ($P < 0/05$). اما در مورد رنگ مغز کیک، نمونه‌های حاوی آرد سیبزمینی بیشترین میزان مؤلفه L^* را نشان داد و کیک‌های حاوی نشاسته سیبزمینی بیشترین میزان مؤلفه‌های a^* و b^* را نشان دادند که اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$). با توجه به پژوهش‌های انجام‌شده، رنگ پوسته تحت تأثیر واکنش‌های قهوه‌ای شدن می‌لارد قرار می‌گیرد. در مورد رنگ بافت، می‌توان گفت، در مراحل

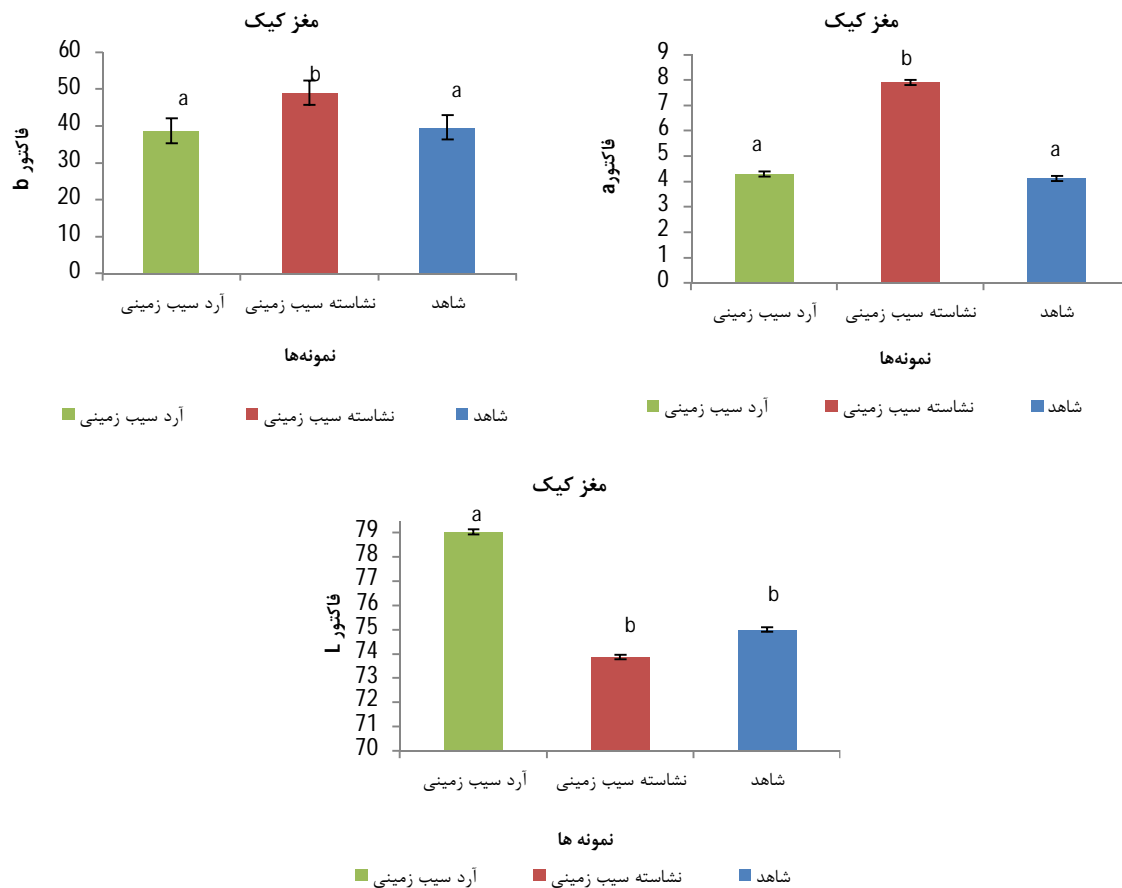
نتایج به‌دست‌آمده از پردازش تصویر رنگ پوسته و مغز کیک حاوی نشاسته و آرد سیبزمینی و نمونه شاهد در شکل (6) و (7) نشان می‌دهد که افزودن نشاسته سیبزمینی سبب افزایش میزان مؤلفه‌های L^* (روشنایی) و b^* (زردی) شده ولی تأثیری در مؤلفه a^* (قرمزی) پوسته کیک نداشت. بیشترین میزان مؤلفه L^* در پوسته کیک در بین 3 نمونه شاهد، آرد سیبزمینی و نشاسته سیبزمینی مربوط به نمونه‌های حاوی نشاسته سیبزمینی و بیشترین میزان مؤلفه b^*

کیکها می‌تواند رنگ آنها را تحت‌تأثیر قرار دهد (Gonzalez-Mateo *et al.*, 2009). همکاران (2009) با ارزیابی نان ساخته‌شده از ترکیب آرد گندم و آرد سیب‌زمینی به نتایج مشابهی دست یافتند. در نهایت باید بیان نمود بیشترین میزان مؤلفه‌های L^* و a^* پوسته کیک مربوط به نمونه حاوی نشاسته سیب‌زمینی است که دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P<0/05$). همچنین بیشترین میزان مؤلفه b^* مربوط به نمونه حاوی نشاسته سیب‌زمینی بود که دارای اختلاف معنی‌داری نبود و بیشترین میزان مؤلفه L^* مغز کیک مربوط به نمونه حاوی آرد سیب‌زمینی است که دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P<0/05$) و بیشترین میزان مؤلفه‌های a^* و b^* مغز کیک مربوط به نمونه حاوی نشاسته سیب‌زمینی است که این اختلاف معنی‌دار بود.

پخت کیک در آون واکنش‌های مایلارد به‌میزان زیادی صورت می‌گیرد. ترکیبات تشکیل‌شده از این واکنش‌ها مسئول تغییر رنگ و همچنین مؤثر بر طعم و خصوصیات بافتی می‌باشند (Pino & Gonzalez, 2003). در طول فرایند پخت کاهش رطوبت از درون به بیرون کیک‌ها انجام می‌شود (Thorvaldsson & Skjoldebrand, 1998). همان‌طور که دما افزایش می‌یابد محتوای رطوبت در لایه بیرونی سریع‌تر کاهش یافته و واکنش‌های مایلارد با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد این موارد به رنگ تیره‌تر پوسته منجر می‌شود. در قسمت درونی‌تر کیک‌ها، آفت آب کمتر و فعالیت آبی بالاتری وجود دارد و دمای مغز کیک‌ها به بالاتر از 105 درجه سانتی‌گراد نمی‌رسد. از این رو، واکنش مایلارد به‌کندی پیشرفت کرده و بنابراین مغز کیک تغییرات رنگی بسیار کمی را به خود می‌بیند تفاوت در فرمولاسیون



شکل 6 - مؤلفه‌های رنگی پوسته کیک سه تیمار مختلف (شاهد، آرد سیب‌زمینی و نشاسته سیب‌زمینی)



شکل 7 - مؤلفه‌های رنگی مغز کیک سه تیمار مختلف (شاهد، آرد سیب‌زمینی و نشاسته سیب‌زمینی)

تخلخل

از نظر میزان تخلخل کیک یک ماده جامد نرمی است که در مقیاس ماکروسکوپی از دو فاز سیال (هوا) و جامد (دیواره) تشکیل شده است. ویژگی‌های ساختاری مغز کیک روی ویژگی‌های مکانیکی، احساس دهانی و در نهایت پذیرش مصرف‌کنندگان تأثیر دارد. باتوجه به شکل (8-الف و 8-ب) تخلخل با استفاده از آرد سیب‌زمینی و نشاسته سیب‌زمینی بهبود یافت. همچنین با جایگزینی آرد و نشاسته سیب‌زمینی فاکتورهای قطر حداکثر، قطر حداقل، مساحت متوسط و غیریکنواختی کاهش یافت و نتایج حاصل دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0/05$) نسبت به نمونه شاهد بودند. در این زمینه نشاسته سیب‌زمینی اثر قوی‌تری روی تخلخل کیک داشت ولی مقدار آن دارای اختلاف معنی‌داری با نمونه آرد سیب‌زمینی نبود. دو نمونه حاوی آرد سیب‌زمینی و نشاسته سیب‌زمینی نسبت به نمونه شاهد دارای نتایج به نسبت مشابهی بودند با این تفاوت که نمونه‌های حاوی

نشاسته سیب‌زمینی دارای قطر حداکثر و غیریکنواختی کمتری بودند. آگاهی از ساختار و خواص مغز کیک جهت ارزیابی کیفیت آن بسیار حائز اهمیت است. زمانی که کیک برش داده می‌شود، بافت مغز کیک (ساختار سلولی) ظاهر می‌شود که نشان‌دهنده یک سطح صاف با منافذ زیاد و اندازه‌های متفاوت است و دیواره منافذ اشکال پیچیده‌ای را به وجود می‌آورند. تخلخل و یکنواختی و اندازه سلول‌ها از عوامل مهم در تعیین کیفیت بافت مغز کیک هستند. با استفاده از آنالیز توسط اسکنر مسطح می‌توان اطلاعاتی در زمینه ریزساختار کیک به دست آورد. این روش روشی سریع، ارزان، غیروابسته به شرایط نور خارجی و با دقت بالا می‌باشد (Esteller *et al.*, 2006). باتوجه به نتایج حاصل از آنالیز تصاویر مشخص شد که رقم شاهد بیشترین مساحت کل را دارد و با بیشینه قطر 3/56 میلی‌متر دارای بزرگ‌ترین منافذ و بافتی با ساختار گسترده‌تر می‌باشد (جدول 1). این امر احتمالاً به دلیل تفاوت در خواص

مقادیر بالاتر سیب‌زمینی با کمک به حفظ حباب‌های هوا سبب ایجاد این بافت می‌گردد (اکبری و همکاران، 1392). اکبری و همکاران (1392) با تحقیق روی بهبود ویژگی‌های کیفی نان بربری با استفاده از پوره سیب‌زمینی به نتایج مشابهی دست یافتند.

ژلاتیناسیون آردهای مختلف است که تحت تأثیر محتوای آمیلوز قرار می‌گیرند (لشکری، 1391). افزایش تعداد سلول‌های کوچک در واحد سطح کیک نشان‌دهنده وجود دیواره سلولی نازک، بافتی همگن و نرم می‌باشد. ظرفیت بالای نگهداری آب سیب‌زمینی و افزایش ویسکوزیته و الاستیسیته خمیر در حضور



(ب)



(الف)



(ج)

شکل 8- الف) نمونه نشاسته سیب‌زمینی، ب) نمونه آرد سیب‌زمینی و ج) نمونه شاهد

جدول 1- اثر افزودن آرد و نشاسته سیب‌زمینی بر پارامترهای مرتبط با تخلخل در کیک اسفنجی

| نمونه | مساحت متوسط هر سوراخ (میلی‌متر مربع) | قطر حداقل (میلی‌متر) | قطر حداکثر (میلی‌متر) | غیریکنواختی |
|------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|
| شاهد | 3/474 ^a | 1/861 ^a | 3/566 ^a | 1/705 ^a |
| آرد سیب‌زمینی | 2/73 ^b | 0/65 ^d | 1/76 ^e | 1/110 ^g |
| نشاسته سیب‌زمینی | 1/40 ^c | 0/65 ^d | 1/65 ^f | 1/008 ^g |

همان‌طور که در شکل (9) مشاهده می‌شود، بین دو نمونه شاهد و آرد سیب‌زمینی هیچ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی بین نمونه نشاسته سیب‌زمینی و دو نمونه دیگر اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$) که کمترین امتیاز مربوط به نمونه نشاسته سیب‌زمینی با امتیاز 4/01 می‌باشد.

آزمون حسی

با بررسی ویژگی‌های حسی توسط ارزیاب‌ها روی نمونه‌های کیک اسفنجی، نتایج زیر به دست آمد:

سطح زیرین

بر اساس نتایج به دست آمده از تیمارهای مختلف

در ارزیابی دستگاهی بافت کیک اشاره شد نرمی بافت در ارتباط با قابلیت جذب و نگهداری آب می‌باشد (Ronda et al., 2005) نمونه‌های حاوی نشاسته سیبزمینی قابلیت نگهداری آب بیشتری درون بافت خود دارند در نتیجه از بافت نرم‌تری برخوردار هستند.

بو و طعم

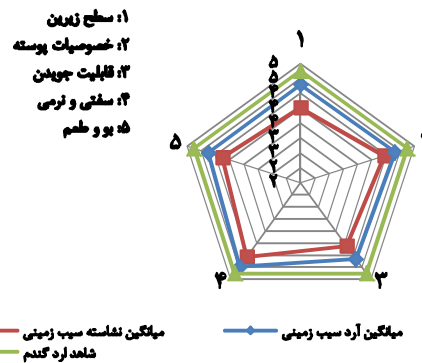
بر اساس نتایج نشان داده شده در شکل (9)، اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) در میانگین امتیاز بین نمونه‌های شاهد و آرد سیبزمینی با نمونه‌های نشاسته سیبزمینی وجود دارد. بیشترین میانگین امتیاز مربوط به نمونه شاهد با امتیاز 5 و کمترین میانگین امتیاز مربوط به نمونه‌های کیک حاوی نشاسته سیبزمینی با میانگین 4/2 بود.

پذیرش کلی

نتایج حاصل از آنالیز پذیرش کلی به صورت نموداری در شکل (9) مشاهده می‌شود بیانگر این موضوع می‌باشد که با توجه به پذیرش کلی از سوی داوران بیشترین امتیاز متعلق به نمونه شاهد بود که دلیل آن را می‌توان به مقبولیت کامل این نوع کیک و گستردگی آن در بین افراد در حال حاضر بیان نمود ولی نمونه‌های کیک حاوی آرد سیبزمینی نیز از مقبولیت بالایی بدون هیچ اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد برخوردار بودند و نمونه‌های حاوی نشاسته سیبزمینی اختلاف معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد داشتند ($P < 0/05$) و با میانگین امتیاز 4/25 کمترین میانگین امتیاز را بین سه تیمار مختلف کسب کردند. موحد و همکاران (1392) با ارزیابی کاربرد صمغ زانتان و آرد سیبزمینی بر خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان تست به نتایج مشابهی دست یافتند.

نتیجه‌گیری

طبق نتایج به دست آمده از این پژوهش، جایگزینی آرد گندم با آرد سیبزمینی در آزمون‌های شاخص حجم و تقارن و نیز مشاهده‌های ریزساختاری سبب بهبود وضعیت کیک گردید و در آزمون‌های رنگ کیک حاوی آرد سیبزمینی از مغز روشن‌تری برخوردار بود.



شکل 9 - نتایج پذیرش کلی آزمون حسی نمونه‌های کیک

خصوصیات پوسته

بر اساس نتایج به دست آمده از تیمارهای مختلف همان‌طور که در شکل (9) مشاهده می‌شود، هیچ اختلاف معنی‌داری بین سه نمونه مختلف وجود نداشت ولی نمونه حاوی نشاسته سیبزمینی از سوی داوران با میانگین امتیاز 4/36 کمترین امتیاز را به دست آورد.

قابلیت جویدن

بر اساس نتایج به دست آمده از تیمارهای مختلف همان‌طور که در شکل (9) مشاهده می‌شود، قابلیت جویدن نمونه شاهد از نمونه‌های آرد سیبزمینی و نشاسته سیبزمینی بالاترین امتیاز را کسب نمود ولی بین دو تیمار مختلف شاهد و آرد سیبزمینی هیچ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی نمونه‌های حاوی نشاسته سیبزمینی کمترین امتیاز را از لحاظ قابلیت جویدن بین تیمارهای مختلف کسب نمود و با امتیاز 4/09 اختلاف معنی‌داری با تیمارهای شاهد و آرد سیبزمینی داشتند.

سفتی و نرمی

بر اساس نتایج به دست آمده از تیمارهای مختلف همان‌طور که در شکل (9) مشاهده می‌شود، بین سه تیمار مختلف هیچ اختلاف معنی‌داری از لحاظ سفتی و نرمی وجود ندارد ($P > 0/05$) ولی نمونه شاهد و حاوی نشاسته سیبزمینی امتیازهای نزدیک‌تری نسبت به هم دارند و نمونه آرد سیبزمینی با میانگین امتیاز 4/45 از بافت سفت‌تری نسبت به نمونه نشاسته سیبزمینی و نمونه شاهد برخوردار بود. همان‌طور که

دو تیمار دیگر بود، از این رو، بیاتی کیک حاوی نشاسته سیب‌زمینی به‌تعمیق افتاد. در نهایت می‌توان این‌گونه بیان کرد جایگزینی آرد گندم به میزان 10 درصد با آرد سیب‌زمینی در فرمولاسیون کیک اسفنجی اثرات مطلوبی را از نظر حجم کیک و پذیرش کلی داشت.

مؤلفه‌های L^* و a^* پوسته کیک با افزودن نشاسته سیب‌زمینی و مؤلفه‌های L^* و a^* مغز کیک با افزودن آرد سیب‌زمینی روند افزایشی نشان دادند. از نظر میزان حفظ رطوبت نمونه حاوی نشاسته سیب‌زمینی رطوبت بیشتری را در فواصل زمانی 1، 7 و 14 روز درون خود حفظ کرد و دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به

منابع

- اکبری، ن.، محمدزاده میلانی، ج. و علاالدینی، ب. (1392). تأثیر افزودن پوره سیب‌زمینی بر کاهش بیاتی نان بربری. نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، 2(4)، 339-350. doi:<http://dx.doi.org/10.22101/jrifst.2014.03.01.244>
- پیغمبردوست، س.ه. (1388). تکنولوژی فرآورده‌های غلات. (صفحات 217-219، جلد دوم). دانشگاه علوم پزشکی تبریز، لشکرک، ف. (1391). بررسی ارقام برنج ایرانی در تولید نان فاقد گلوتن. (پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد علوم و صنایع غذایی). دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
- مجدوبی، م.، بوستانی، س. و فرحناکی، ع. (1391). بهبود کیفیت کیک جعبه‌ای با استفاده از نشاسته فوری گندم. پژوهش‌های صنایع غذایی (دانش کشاورزی)، 22(4)، 429-421.
- محمدزاده میلانی، ج. (1394). علوم و تکنولوژی فرآورده‌های غلات. (صفحات 243-260). انتشارات آوای مسیح، موحد، س.، رنجبر، س. و احمدی‌چنارین، ج. (1392). ارزیابی ویژگی‌های شیمیایی، بیاتی، و ارگانولپتیکی کیک‌های بدون گلوتن حاوی صمغ‌های زانتان و کربوکسی‌متیل سلولز. مهندسی بیوسیتیم ایران، 2(44)، 178-173. doi:<https://doi.org/10.22059/IJBSE.2014.50125>
- یقبانی، م. و کوچکی، الف. (1392). آبان. بررسی تأثیر استفاده از آرد ذرت و سیب‌زمینی بر خصوصیات کیفی نان بربری. بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، شیراز. https://www.civilica.com/Paper-NCFOODI21-NCFOODI21_1167.html
- AACC. (2001). Approved methods of the American association of cereal chemists (method 74- 09). St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists.
- Akbari, N., Mohammadzadeh Milani, J., & Ala'edini, B. 2013. The effect of adding potato puree on reducing the staling of Barbary bread. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 4(2), 339-350. doi:<http://dx.doi.org/10.22101/jrifst.2014.03.01.244> (in Persian)
- Curti, E., Carini, E., Tribuzio, G., & Vittadini, E. 2014. Bread staling: effect of gluten on physico-chemical properties and molecular mobility. *LWT-Food Science and Technology*, 59(1), 418-425. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.057>
- Dako, E., Retta, N., & Desse, G. 2016. Effect of blending on selected sweet potato flour with wheat flour on nutritional, anti-nutritional and sensory qualities of bread. *Global Journal of Science Frontier Research: D Agriculture and Veterinary*, 16(4), 31-42.
- Ebeler, S.E., & Walker, C.E. (1984). Effects of various sucrose fatty acid ester emulsifiers on high-ratio white layer cakes. *Journal of Food Science*, 49(2), 380-383. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1984.tb12427.x>
- Esteller, M.S., Zancanaro, O., Palmeira, C.N.S., & Da Silva Lannes, S.C. (2006). The effect of kefir addition on microstructure parameters and physical properties of porous white bread. *European Food Research and Technology*, 222(1-2), 26-31. doi:<https://doi.org/10.1007/s00217-005-0103-1>
- Gerrard, J.A., Fayle, S.E., Wilson, A.J., Newberry, M.P., Ross, M., & Kavale, S. (1998). The effect of microbial transglutaminase on dough properties and crumb strength of white pan bread. *Journal of Food Science*, 63(3), 472-475
- Gonzalez-Mateo, S., Gonzalez-SanJose, M.L., & Muniz, P. (2009). Presence of Maillard products in Spanish muffins and evaluation of colour and antioxidant potential. *Food and Chemical Toxicology*, 47(11), 2798-2805. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.08.015>

- Katina, K., Salmenkallio-Marttila, M., Partanen, R., Forssell, P., & Autio, K. (2006). Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fiber wheat bread. *LWT-Food Science and Technology*, 39(5), 479-491. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.03.013>
- Lashkari, F. (2012). *The evaluation of iranian rice varieties for producing gluten-free bread*. (Unpublished master's thesis, Food Science and Food Technology. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. (in Persian)
- Lee, C.C., Wang, H.F., & Lin, S.D., 2008. Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cakes. *Cereal Chemistry* 85(4), 515-521. doi:<https://doi.org/10.1094/CCHEM-85-4-0515>
- Majzoubi, M., Boustani, S., & Farahnaki, A. (2012). Improvement of box cake quality using instant wheat starch. *Journal of Food Research (Agricultural Science)*, 4(22), 421-429. (in Persian)
- Mastakidou, A., Blekas, G., & Paraskevopoulou, A. (2010). Aroma and physical characteristics of cakes prepare by replacing margarine with extra virgin olive oil. *LWT-Food Science and Technology*, 43(6), 949-957. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.02.002>
- Mohammadzadeh Milani, J. (2015). *Science and Technology of Cereal Products*, (pp. 243-260, First Edition): Avaye Masih Publications., (in Persian)
- Movahed, S., Ranjbar, S., & Ahmadi Chenarbon, H. (2013). Chemical, organoleptical and staling characterization of gluten-free cakes containing xanthan gum and carboxy methyl cellulose. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*, 2(44), 173-178. doi:<https://doi.org/10.22059/IJBSE.2014.50125> (in Persian)
- Peyghambardoost, S.A. (2009). *Technology of grain products*. (pp. 217-219, Vol II): Tabriz University of Medical Sciences Publishment. (in Persian)
- Pino, R., & González-Sanjosé, M.L. (2003). Effects of brown pigments on the texture properties of bakery products. In E.D. G. Vegarud, & F.J. Morales (ed.). *Proceedings of the 3th workshops at Melanoidins in Food and Health*, (pp. 120-124.): Oslo, Norway.
- Pylar, E.J. (1973). *Baking Science and Technology*. Siebel Publishing Company, Chicago, IL.
- Ronda, F., Gomez, M., Blanco, C.A., & Caballero, P.A. (2005). Effect of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90(4), 549-555. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.05.023>
- Shittu, T.A., Dixon, A., Awonorin, S.O., Sanni, L.O., & Maziya-Dixon, B. (2008). Bread from composite cassava-wheat flour. II: Effect of cassava genotype and nitrogen fertilizer on bread quality. *Food Research International*, 41(6), 569-578. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.03.008>
- Sikora, M., Adamczyk, G., Krystyjan, M., Dobosz, A., Tomasik, P., Berski, W., Lukaszewicz, M., & Izak, P. (2015). Thixotropic properties of normal potato starch depending on the degree of the granules pasting. *Carbohydrate Polymers*, 121, 254-264. doi:<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.12.059>
- Singh, N., Kaur, L., Ezekiel, R., & Singh Guraya, H. (2005). Microstructural, cooking and textural characteristics of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers in relation to physicochemical and functional properties of their flours. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(8), 1275-1284. doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.2108>
- Thorvaldsson, K., & Skjoldebrand, C. (1998). Water diffusion in bread during baking. *LWT-Food Science and Technology*, 31(7-8), 658-663. doi:<https://doi.org/10.1006/fstl.1998.0427>
- Turabi, E., Sumnu, G., & Sahin, S. (2008). Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*, 22(2), 305-312. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.11.016>
- Vittadini, E., & Vodovotz, Y. 2003. Changes in the physicochemical properties of wheat-and soy-containing breads during storage as studied by thermal analyses. *Journal of Food Science*, 68(6), 2022-2027. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb07012.x>
- Wilderjans, E., Luyts, A., Brijs, K., & Delcour, J.A. (2013). Ingredient functionality in batter type cake making. *Trends in Food Science & Technology*, 30(1), 6-15. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.01.001>
- Willard, M.J., & Hix, V.M. (1987). Potato flour. In W.F. Talburt, & O. Smith, (eds.) *Potato processing* (pp. 665-681, 4th edition), Van Nostrand Reinhold, New York.
- Winkelhausen, E., Jovanovic-Malinovska, R., Velickova, E., & Kuzmanova, S. (2007). Sensory and microbiological quality of a baked product containing xylitol as an alternative sweetener. *International Journal of Food Properties*, 10(3), 639-649. doi:<https://doi.org/10.1080/10942910601098031>
- Yaqbani, M., & Kouchaky, A. (2013, November). The effect of adding corn flour and potato on quality of barbary bread. *21st International Congress on Food Technology*, Shiraz. (in Persian)

Effect of Adding Potato Starch and Flour to the Qualitative Characteristics and Staling of Sponge Cake

Seyyed Danial Mojarrabi^{1*}, Jafar Mohammadzadeh Milani²

1- Master's Degree, Food Technology, Khazar University, Mahmudabad, Iran

* Corresponding author (danyalmojarabi@gmail.com)

2- Associate Professor of Food Science and Technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

Abstract

Different types of cakes are the most consumed bakery products in the world. Concerning high water holding capacity of potato starch, this source was used to replace 10% of wheat flour by potato flour and starch in sponge cake formulation to clarify the role of non-starch compounds. Samples were evaluated in terms of volume index, symmetry and uniformity of cake, porosity, microstructural observations, crumb moisture and cake crust, sensory characteristics and color factors (L^* , a^* , b^*). The results showed that the samples containing potato flour had extra volume than two other samples and adding potato flour and starch led to improved porosity of cake, and also the sample comprising potato flour and control had more acceptance according to sensory properties. After fourteen days, potato starch retained a higher moisture content than two other treatments, which resulted in the delayed staling of the cake containing potato starch. The results of evaluation of color components (L^* , a^* , b^*) showed that the addition of 10% of potato flour to wheat flour had the highest amount of L^* in the cake, but in the crust cake, the highest L^* and b^* values were obtained for the sample containing potato starch among the three different treatments forms. Finally, according to the results, it can be concluded that replacement of 10% of wheat flour with potato flour improves the qualities of cake properties such as significant increase in volume dough.

Keywords: Color Factors, Microstructure Observations, Moisture, Physico-Chemical Properties