

ارزیابی خواص کیفی کیک لایه ای بدون گلوتن تهیه شده از آرد برنج و نخودچی

یونه فرد^۱، جعفر محمدزاده میلانی^{۲*} و محمدرضا کسبایی^۲

تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۱۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۱۱

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

^۲ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* مسئول مکاتبه: Email: jmilany@yahoo.com

چکیده

هدف از انجام این تحقیق بررسی امکان تولید کیک بدون گلوتن از آرد برنج (R) با جایگزینی آرد نخودچی (C) با درصد‌های مختلف می‌باشد: ۱۰۰٪ آرد برنج (R100)، ۷۰٪ آرد برنج و ۳۰٪ آرد نخودچی (R70C30)، ۵۰٪ آرد برنج و ۵۰٪ آرد نخودچی (R50C50)، ۳۰٪ آرد برنج و ۷۰٪ آرد نخودچی (R30C70) و ۱۰۰٪ آرد نخودچی (C100). بدین منظور به بررسی آنالیز پروفایل بافت، اندیس‌های یکنواختی، تقارن و حجم، فاکتورهای تخلخل، نسبت مغز به پوسته، حجم مخصوص و خصوصیات ارگانولپتیکی پرداخته شد. از لحاظ آنالیزبافت اختلاف معنی‌داری بین سفتی، بهم پیوستگی و فنریت نمونه‌ها دیده نشد ولی قابلیت جویدن و تا حدی صمغیت نمونه‌های C100 و R30C70 به طور معنی‌داری از بقیه نمونه‌ها کمتر بود. از لحاظ اندیس‌های تقارن و یکنواختی بهترین نمونه R50C50 بود. در تمام پارامترهای تخلخل نمونه R30C70 بهترین تیمار بود. از لحاظ نسبت پوسته به مغز تمام تیمارهای حاوی نخود بهتر از تیمار شاهد (۱۰۰ درصد برنج) بودند. حجم مخصوص تیمارها با نمونه شاهد و بایکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. با توجه به ارزیابی حسی بیشترین امتیاز بعد از نمونه شاهد به ترتیب مربوط به نمونه‌های R70C30 و R50C50 اختصاص داده شد. به طور کلی بر اساس نتایج مذکور نمونه‌های کیک حاوی ۵۰٪ و ۳۰٪ آرد نخودچی بهترین خواص کیفی را دارا بودند.

واژگان کلیدی: آرد نخودچی، آرد برنج، آنالیز بافت، سلیاک، کیک بدون گلوتن

مقدمه

نوع کیک با طعم و ارزش غذایی متنوع تولید می‌شود که حتی برخی از آن‌ها برای افراد خاص تهیه می‌گردد (گومز و همکاران، ۲۰۰۵). معمولاً در تولید کیک از آرد گندم که حاوی گلوتن است، استفاده می‌شود. اما با توجه به شیوع بیماری سلیاک که نوعی حساسیت به پروتئین پرولامین است، تولید کیک‌های بدون گلوتن در اکثر مناطق جهان رو به گسترش است و آرد برنج مهم‌ترین غله‌ای است که

کیک نوعی شیرینی با بافتی مخصوص است که مواد اصلی آن آرد، روغن، شکر و تخم مرغ بوده و از محصولاتی است که به سبب طعم مناسب، ارزش غذایی بالا، و سهولت مصرف، کاربرد زیادی دارد. کیک در حال حاضر در تغذیه افراد جهان دارای جایگاه مهمی است، به طوری که امروزه در اکثر کشورهای اروپایی، بیش از ۲۰

در تهیه محصولات پخت می‌توان از حبوبات مانند عدس، نخودچی، لوبیا و... به دلیل غنی بودن پروتئین از نظر تغذیه‌ای استفاده نمود. یکی از حبوباتی که می‌تواند از نظر تغذیه‌ای و کیفی جایگزین پروتئین گلوتن گردد، نخودچی می‌باشد.

نقی‌پور و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی اثر افزودن صمغ گوار و زانتان در چهار سطح ۰،۰/۳، ۰،۰/۶، ۰،۰/۱ درصد به کیک حاصل از آرد سورگوم پرداختند. نتایج نشان داد که صمغ زانتان و گوار به خصوص در حالت ترکیبی علاوه بر افزایش میزان رطوبت قادر به افزایش حجم مخصوص، تخلخل، بهبود ویژگی‌های حسی و کاهش سفتی بافت در دو فاصله زمانی دو ساعت و یک هفته پس از پخت می‌باشد و بهترین نتیجه در نمونه حاوی صمغ زانتان و گوار با نسبت ۰/۳ : ۰/۶ مشاهده گردید.

لشکری و همکاران (۱۳۹۱)، به بررسی تاثیر چند وارسته از برنج‌های ایرانی بر خواص فیزیکی‌شیمیایی و بیاتی نان بدون گلوتن پرداختند. نمونه حاوی رقم بینام دارای بیشترین تخلخل بوده و با توجه به نتایج بررسی میکروسکوپ الکترونی بینام ساختاری مشابه گلوتن را به وجود آورد. در مقایسه بین ارقام مشاهده شد که رقم ندا دارای کمترین و رقم طارم و شیرودی دارای بیشترین اندیس شکل بودند. در آزمون نسبت مغز به پوسته نمونه نان حاصل از رقم بینام دارای بیشترین مقدار بود. کمترین سفتی مغز و پوسته نیز مربوط به رقم بینام بود. رستمیان و همکاران (۱۳۹۱) به مطالعه استفاده از ترکیب آرد ذرت و نخودچی در تهیه نان فاقد گلوتن پرداختند. به طور کلی آرد نخودچی با ایجاد شبکه شبه گلوتن در مغز نان باعث افزایش حجم مخصوص، میزان حجیم شدن، اندیس شکل و کاهش دانسیته گردید. آرد نخودچی مقدار رطوبت نان‌های فاقد گلوتن را افزایش داده و در نتیجه از سفتی بافت مغز نان کاسته شد. به طور کلی براساس آزمون‌های انجام شده مشخص گردیده که فرمولاسیون ۲۰٪ آرد ذرت به همراه ۸۰٪ آرد نخودچی بیشترین تأثیر را در بهبود نتایج آزمون‌های کیفی از خود نشان داد.

به علت نداشتن گلوتن، می‌تواند بدین منظور مورد استفاده قرار گیرد (گلیناس و جولیت، ۱۹۹۹).

برای تولید محصولات بدون گلوتن به گونه‌ای که قابلیت استفاده توسط این دسته از بیماران را داشته باشد، می‌توان از مواد نشاسته‌ای (ذرت، سیب زمینی، حبوبات و برنج)، آرد بعضی از غلات نظیر ارزن، سورگوم، کاساوا، آمارانت، گندم سیاه و گنه گنه که عاری از گلوتن هستند و ترکیباتی نظیر آنزیم‌ها (لیپوکسی ژناز و ترانس گلوتامیناز)، پروتئین‌های شیر، سویا، سفیده تخم مرغ و مهم‌تر از همه هیدروکلوئیدها به منظور تقلید از خواص گلوتن استفاده نمود (نقی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲).

برنج یکی از مناسب‌ترین غلات جهت تولید محصولات فاقد گلوتن برای بیماران مبتلا به سلیاک می‌باشد. که ویژگی آن خواص مهمی مانند طبیعی بودن، عدم ایجاد حساسیت، بی‌رنگی و طعم ملایم آن می‌باشد (گوچرال و همکاران، ۲۰۰۳).

غیاب شبکه پروتئینی گلوتن در فرمولاسیون نان و کیک منجر می‌شود تا محصولات بدون گلوتن بافت داخلی ضعیف‌تری داشته باشند و بیات شوند و همچنین موجب مقاومت کمتر خمیر به عملیات مکانیکی و تغییرات انجام گرفته در فرایند تخمیر می‌شود (اهلبرن و همکاران، ۲۰۰۵). در بررسی‌هایی که روی فرمولاسیون نان برنج انجام شده، مشخص گردیده که برخی از آردهای برنج (محتوای آمیلوز کم) نانی با بافت نرم و مرطوب تولید می‌کنند، در حالیکه برخی دیگر از انواع آرد برنج (محتوای آمیلوز بالا) نانی با بافت زبر، سفت و خشک را ایجاد می‌نمایند. همچنین برنج‌هایی با محتوای آمیلوز ۲۰ تا ۲۵٪ محصولاتی با بافت نرم‌تر و حجم بیشتری نسبت به انواع برنج که حاوی درصد‌های کمتر یا بیشتر آمیلوز تولید می‌نمایند. بنابراین محتوای آمیلوز عامل مهمی است که بر گسترش حجم محصولات تاثیرگذار است (نیشیتا و همکاران، ۱۹۷۹). یکی از گونه‌های مناسب برنج جهت تهیه محصولات فاقد گلوتن برنج ژاپنیکا می‌باشد که مقدار آمیلوز حدود ۲۰٪ دارد.

معدنی و چربی (مانند زمانی که از فیبر استفاده می‌شد) شدند.

هرا و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر دو گونه کوتاه و بلند برنج با اندازه‌های مختلف آرد بر خواص خمیر (حجم، ویسکوزیته و ساختار درونی) و نیز به بررسی حجم، شکل و بافت کیکهای اسفنجی و لایه‌ای پرداختند. نتایج نشان داد که آردهای ریزتر در خمیر ایجاد حجم کمتری نموده ولی در هر دو تیمار سلولهای هوا یکنواخت تر پخش گردیدند. این آردها همچنین ایجاد حجم بیشتر و ثبات کمتر در کیکهای اسفنجی نمودند. رقم برنج در نفوذپذیری خمیر و مشخصات کیکها به مقدار کمی مؤثر بود.

هدف از انجام این تحقیق بررسی امکان تولید کیک بدون گلوتن با استفاده از آرد های برنج (R) و نخودچی (C) با درصد های مختلف بود.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه کیک

مواد اولیه این پژوهش شامل روغن مایع آفتابگردان مخصوص پخت و پز لادن، شکر، تخم مرغ تلاونگ، آرد برنج رقم ژاپنیکا، آرد نخودچی، بیکنگ پودر عاری از گلوتن محصول شرکت اینتر-جی فوود، شیر کم چرب پاکبان و وانیل وانیلا انگلیس از فروشگاه‌های مواد غذایی و صمغ زانتان محصول شرکت تیتراچم^۲ (ایران) تهیه گردید. آنالیز ترکیب شیمیایی آردهای مورد استفاده در جدول یک آورده شده است (AACC, 2000).

طیبی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی بهبود کیفیت نانوائی خمیر و نان فاقد گلوتن حاصل از آرد نخودچی و سیب زمینی با استفاده از صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و ترانس گلوتامیناز پرداختند. با کاهش میزان آرد نخودچی انعطاف پذیری افزایش و تخلخل کاهش یافته و از لحاظ حسی نمونه فاقد نخودچی بیشترین امتیاز را دارا بود.

اثر جایگزینی آرد گندم به وسیله آرد نخودچی بر خواص کیفی دو کیک اسفنجی و لایه ای توسط گومز و همکاران (۲۰۰۸) مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق اثرهای نخودچی و نوع آرد (کامل، آرد سفید) مورد مطالعه قرار گرفتند. با افزایش میزان آرد نخودچی، حجم و یکنواختی کاهش پیدا کرد. جایگزینی آرد گندم با آرد نخودچی سبب افزایش استحکام اولیه در کیک ها شد، اما پیوستگی و قابلیت ارتجاعی آن را کاهش داد و باعث سفت شدن محصول نهایی گردید.

گولارتی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی تأثیر آرد حبوبات مختلف بر کیفیت، ترکیب شیمیایی، پروتئین و هضم نشاسته در کیک‌های بدون گلوتن لایه‌ای پرداختند. افزودن آرد حبوبات به آرد برنج باعث افزایش ویسکوزیته خمیر شد. بخصوص استفاده از آرد نخودچی باعث افزایش حجم کیک نسبت به نمونه عادی شد. حبوبات باعث افزایش سختی و بهبود قابلیت جویدگی در کیک‌ها شدند، بخصوص زمانی که از عدس استفاده شد. همچنین کیک‌های غنی شده با نخودچی باعث افزایش پروتئین کل، پروتئین‌های در دسترس، مواد

جدول ۱- داده های حاصل از آنالیز ترکیبات شیمیایی آرد برنج و نخودچی مورد استفاده

نوع آرد	خاکستر (%)	فیبر (%)	پروتئین (%)	چربی (%)	کربوهیدرات (%)
برنج	۰/۵۵	۹/۶	۱۵/۲۶	۳/۲۲	۷۰/۰۶
نخودچی	۲/۹۵	۳/۰۶	۲۰/۸	۶/۱۱	۵۹/۵۸

^۲Titrachem

^۱Enter-G Food

آماده سازی کیک

آرد برنج ژاپنیکا و آرد نخودچی از الک شماره ۱۰۰ عبور داده شدند. سپس در ظرفی دیگر ۶۰٪ شکر (درصد نسبت به آرد) و ۶۰٪ روغن مایع به مدت ۳ دقیقه با دور متوسط همزده تا مخلوط شوند و ۴۵٪ تخم مرغ و ۲٪ وانیل را افزوده و به مدت پنج دقیقه با دور تند همزده، سپس ۵۰٪ شیر و مخلوط ۱۰۰٪ آرد شامل تیمار شاهد (R100) شامل ۱۰۰٪ برنج، تیمار (R70C30): ۷۰٪ آرد برنج و ۳۰٪ آرد نخودچی، تیمار (R50C50): آرد برنج و نخودچی هر کدام ۵۰٪، تیمار (R30C70): ۳۰٪ برنج و ۷۰٪ نخودچی، (C100): ۱۰۰٪ نخودچی و ۴٪ بیکنینگ پودر، ۲٪ صمغ زانتان به مخلوط اضافه شد و با دور کند مخلوط گردید. سپس خمیر آماده شده با وزن یکسان درون قالب پخت فنجان‌ی از جنس آلومینیوم با ابعاد ۸×۶ سانتیمتر ریخته شده و توسط آون (ممرت-آلمان) در دمای ۱۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه پخته شد (گولارتی و همکاران، ۲۰۱۲). نمونه‌ها پس از پخت به مدت ۴۰ تا ۴۵ دقیقه در دمای محیط خنک شدند.

برای همه تیمارها پخت نمونه‌ها در سه تکرار انجام شد و برای تعیین معنی دار بودن نتایج حاصل از آزمایشات، از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن با سطح اطمینان ۹۵٪ با نرم افزار SPSS ورژن ۱۹ صورت گرفت.

آنالیز بافت

به منظور بررسی بافت کیک بعد از پخت آزمون بافت TPA توسط دستگاه سنجش بافت سنج (Brookfield CT3 Texture Analyzer) به روش استاندارد شماره (۰۹-۷۴) AACC 2000 در دمای محیط اندازه گیری شد، برای این کار قطعه‌ای استوانه‌ای به ارتفاع دو سانتی‌متر و قطر سه سانتی‌متر از بافت مغز کیک جدا شده و در

زیر دستگاه قرار گرفت و پروب دستگاه ۲۵٪ از بافت را فشرده کرد، نیروی وارد شده توسط دستگاه ۵۰ کیلوگرم، سرعت پروب دستگاه ۱۰۰ میلی متر بر دقیقه و قطر پروب ۵۰ میلی متر در نظر گرفته شده است و پارامترهای سفتی، چسبندگی، فنریت و صمغیت اندازه‌گیری شدند.

اندیس‌های یکنواختی، حجم و تقارن

اندیس‌های حجم، تقارن و یکنواختی کیک با استفاده از روش AACC 10-91 (AACC، 2000) اندازه‌گیری شدند. در این روش، کیک به طریق عمودی از وسط برش داده شده و ارتفاع نمونه کیک در پنج نقطه (A,B,C,D,E) در امتداد برش عرضی کیک با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد.

تخلخل

تخلخل (یکنواختی و اندازه سلول‌ها) از عوامل مهم در تعیین کیفیت بافت مغز کیک می باشد. با استفاده از اسکنر مسطح می‌توان اطلاعاتی در زمینه‌ی ریز ساختار کیک به دست آورد. برای این منظور کیک توسط یک تیغه‌ی تیز بریده شد و با اسکنر اچ پی^۲ ساخت آمریکا با میزان تفکیک ۶۰۰ dpi اسکن گردید. سپس این تصاویر توسط نرم افزار Image-pro plus نسخه‌ی ۲۹/۰، ۴/۵ آنالیز گردید. فاکتورهای مساحت کل سلول‌ها، قطر متوسط سلول^۳ (میلی‌متر)، حداقل قطر سلول‌ها^۴ (میلی متر)، تعداد سلول‌ها در واحد سطح^۵، مساحت متوسط هر منفذ^۶ (میلی مترمربع) و حداکثر قطر سلول‌ها^۷ (میلی متر) توسط نرم افزار محاسبه شد (لشکری و همکاران، ۱۳۹۱).

نسبت مغز به پوسته^۸

برای محاسبه‌ی نسبت مغز به پوسته، پوسته توسط یک تیغه از مغز جدا گردید. در این آزمون، پوسته به عنوان بخش رنگی و خشک، که در بخش خارجی کیک قرار گرفته است، اندازه گیری شد (کوریک و همکاران، ۲۰۰۸).

^۵- Cell/Cm²

^۶- Mean cell area

^۷- Max diameter

^۸- Crumb to crust ratio

^۱Memmert

^۲-HP (Scanjet G2410)

^۳- Mean diameter

^۴- Min diameter

بطوریکه نمونه های کیک توسط ۱۵ ارزیاب از نظر فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، خصوصیات سطح پایینی، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو، طعم و مزه که به ترتیب دارای ضریب رتبه ۲، ۲، ۴، ۳، ۱، ۳ و ۵ بودند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود.

آنالیز آماری

آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شدند. برای تعیین معنی دار بودن نتایج حاصل از آزمایشات، از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) استفاده شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دانه‌ی دانکن با سطح اطمینان ۹۵٪ با نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ صورت گرفت. نمودارها با استفاده از نرم افزار Microsoft Excel 2007 رسم شدند.

نتایج و بحث

آنالیز پروفایل بافت

مقایسه میانگین بافت کیک در جدول دو ارائه شده است. در بررسی تغییرات سفتی کیک در تیمارهای مورد مطالعه مشخص شد تیمار R100 دارای بیشترین مقدار بود هرچند این اختلاف معنی دار نبود.

اندازه‌گیری حجم مخصوص

یکی از فاکتورهای کیفی کیک حجم مخصوص آن می‌باشد. در این تحقیق جهت اندازه‌گیری حجم کیک از روش جابه جایی دانه کلزا استفاده گردید (05-10، AACC 2000). بدین منظور کیک در دمای محیط و به مدت دو ساعت خنک شد. سپس قطعه‌ای از کیک در استوانه‌ای بلندتر و بزرگتر از کیک قرار گرفت. فضای خالی ظرف توسط کلزا پر شد به طوری که سطح کلزا در لبه‌ی بالایی استوانه قرار گرفت. حجم این میزان کلزا توسط استوانه‌ی مدرج اندازه‌گیری شد و بر حسب میلی لیتر (v_2) بیان گردید. نمونه از ظرف خارج شده و وزن آن بر حسب گرم (w) به دست آمد. استوانه‌ی خالی توسط کلزا پر شده و حجم این مقدار کلزا بر حسب میلی لیتر (v_1) به دست آمد.

$$\text{حجم مخصوص} = \frac{v_1 - v_2}{w}$$

بررسی خواص حسی

به منظور ارزیابی ویژگی‌های ارگانولپتیکی کیک، از تجزیه و تحلیل خواص کیک با استفاده از حواس پنجگانه استفاده گردید ملاک عمل، نظر و تمایل شخصی افراد درباره محصول بود که با توجه به فرم‌های ارزشیابی در روش پیشنهادی رجب زاده (۱۳۸۶) استفاده شد،

جدول ۲- مقایسه میانگین مشخصه‌های بافت کیک

ردیف	تیمار	سفتی	به هم پیوستگی	فنریت	صمغیت	قابلیت جویدن
۱	R100	۱۴۶۱/۳۳ ^a	۰/۴۸ ^a	۷/۶۶ ^a	۷۱۲/۶۷ ^a	۵۳/۷۰ ^a
۲	R70C30	۱۱۹۹/۳۳ ^a	۰/۴۷ ^a	۷/۸۰ ^a	۵۶۷/۶۷ ^{ab}	۴۳/۳۰ ^{ab}
۳	R50C50	۱۴۳۸/۰۰ ^a	۰/۴۸ ^a	۸/۰۶ ^a	۶۸۹/۶۷ ^a	۵۴/۳۷ ^a
۴	R30C70	۹۵۸/۶۷ ^a	۰/۴۳ ^a	۷/۵۳ ^a	۴۱۶/۳۳ ^{ab}	۳۱/۱۳ ^b
۵	C100	۹۲۴/۳۳ ^a	۰/۴۱ ^a	۷/۸۳ ^a	۳۶۹/۰۰ ^b	۲۸/۳۰ ^b

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی دار بودن تفاوت میانگین‌ها در هر ستون می‌باشد ($p < 0.05$)

مربوط به تیمارهای R100 و R50C50 بود هرچند با نمونه شاهد اختلاف معنی داری نداشتند. تیمار R50C50

در بررسی تغییرات پیوستگی بافت کیک در تیمارهای مختلف مشخص شد که بیشترین میزان به هم پیوستگی

نخودچی انجام دادند افزودن آرد نخودچی باعث افزایش فاکتورهای بهم پیوستگی، قابلیت جویدن و صمغیت شد اما فنریت نمونه ها کاهش یافت.

در بررسی گولارتی و همکاران (۲۰۱۲) بر روی نمونه‌های کیک لایه ای تهیه شده از آرد ترکیبی گندم و نخودچی در نسبت ۵۰٪ نسبت به نمونه کنترل فاکتورهای سفتی، قابلیت جویدن و بهم پیوستگی افزایش نشان داد. شاید به این دلیل که در این تحقیق به جای آرد گندم از آرد برنج الزاما برای تهیه محصول عاری از گلوتن استفاده شد.

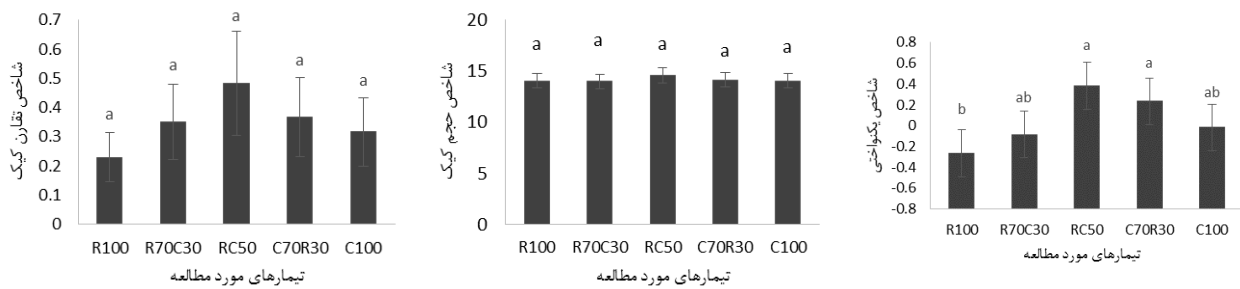
اندیس یکنواختی شکل، حجم و تقارن

اندیس شکل یکی از معیارهای مربوط به خواص کیفی است که نشان دهنده فعالیت مخمرها و چگونگی تولید شبکه در ساختار محصولات پخت می باشد، به عبارتی نشان دهنده میزان حجیم شدن در محصولات پخت است که هرچه میزان اندیس شکل بیشتر باشد میزان حجیم شدن بیشتر خواهد بود.

در مشخصه فنریت بافت کیک از بقیه تیمارها بیشتر بود. این فاکتور بیانگر تازگی بافت می باشد. از لحاظ صمغیت کمترین میزان مربوط به C100 بود که بطور معنی داری کمتر از بقیه بود. قابلیت جویدن در تیمارهای C100 و C70R30 نسبت به بقیه تیمارها به طور معنی داری کمتر بود.

در آنالیز پروفایل بافت کلا اختلاف معنی داری بین سفتی، به هم پیوستگی و فنریت بین نمونه ها دیده نشد. فقط با توجه به قابلیت جویدن و تاحدی صمغیت نمونه ها می توان گفتن مونه C100 نسبت به بقیه بهترین بود زیرا کمترین میزان را دارا بود. این نتایج نشانگر آنست که افزودن نخودچی تا حداقل میزان ۷۰٪ باعث بهبودنسبی بافت کیک می گردد. افزودن آرد نخودچی به دلیل افزایش محتوای پروتئینی هرچند غیرگلوتنی تاحدی اندک توانسته خصوصیات بافتی را بهبود دهد.

متاسفانه بررسی که به آرد ترکیبی برنج و نخودچی بپردازد تاکنون انجام نشده است. در تحقیقی که گومز و همکاران (۲۰۰۸) بر روی کیک تهیه شده از آرد گندم و



شکل ۱- تغییرات شاخص یکنواختی، حجم و تقارن کیک در تیمارهای مورد مطالعه

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی دار بودن تفاوت میانگین‌ها می‌باشد ($p < 0.05$)

C70R30 دارای شاخص کمتری بود. دو تیمار C100 و R70C30 تفاوت معنی داری با سایر تیمارها نداشتند. شاخص حجم کیک‌های تولیدی در شرایط تیمارهای مختلف تغییر معنی داری نداشت. هر چند R50C50 بیشترین مقدار شاخص حجم را داشت اما تفاوت آن معنی دار نبود. همانند شاخص حجم شاخص، شاخص

شکل ۱ شاخص یکنواختی شکل کیک را نشان می‌دهد. تیمارهای R50C50 و C70R30 بالاترین مقدار در شاخص یکنواختی را داشته، اما تیمار R100 به طور معنی داری کمترین میزان شاخص یکنواختی را داشت و این تیمار به طور معنی داری از تیمارهای R50C50 و

باشد. در این تحقیق افزایش تا ۵۰٪ باعث بهبود گردید که از این نظر با نتایج گولارتی و همکاران (۲۰۱۲) که ۵۰ درصد جایگزینی با آرد نخودچی را به عنوان بهترین سطح جایگزینی اعمال کرده بودند همخوانی داشت.

تخلخل

در این تحقیق پارامترهای مختلف تخلخل مورد بررسی قرار گرفت. این پارامترها عبارت بودند از قطر مینیمم، ماکزیمم، میانگین قطر منافذ و مساحت متوسط منافذ بافت کیک که نتایج آن در جدول سه ارائه شده است. قطر میانگین منافذ بین تیمارهای مختلف نشان داد که تیمارهای R50C50 و C100 به ترتیب با قطر ۱/۳۸ و ۱/۳۶ میلی متر دارای قطر بزرگتری نسبت به سایر تیمارها بوده و با تیمارهای R30C70 و R100 بصورت معنی داری متفاوت بودند.

تقارن نیز بین تیمارها تفاوت معنی داری نداشت. در این مقایسه نیز R50C50 بالاترین مقدار تقارن را داشت، اما تفاوت معنی داری با سایر تیمارها نداشت.

رستمیان و همکاران (۱۳۹۱) طی تحقیقی که بر روی نان فاقد گلوتن نرت و نخودچی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با افزایش درصد نخودچی اندیس شکل افزایش یافته و بیشترین افزایش اندیس شکل در فرمولاسیون نان با میزان نخودچی بیشتر مشاهده گردید و دلیل آن را احتمالاً به بالا بودن میزان پروتئین در نخودچی و به دنبال آن افزایش ایجاد شبکه‌های پروتئینی در نان نسبت داد.

در این بررسی با توجه به هرسه اندیس مذکور می توان گفت افزودن آرد نخودچی به میزان برابر با آرد برنج نسبت به نمونه شاهد بهترین نمونه بود. در واقع بخش زیادی از بهبود اندیسهای شکل مربوط به پروتئین می

جدول ۳- مقایسه پارامترهای قطر مینیمم، قطر ماکزیمم، قطر میانگین منافذ، مساحت متوسط منافذ و میزان یکنواختی بافت کیک

تیمار	قطر مینیمم منافذ (mm)	قطر ماکزیمم منافذ (mm)	قطر میانگین منافذ (mm)	مساحت متوسط منافذ (mm ²)	میزان یکنواختی
R100	۰/۹۱ ^{ab}	۱/۰۹ ^b	۱/۲۶ ^b	۱/۷۰ ^{ab}	۰/۶۸ ^a
R70C30	۰/۹۲ ^a	۱/۶۸ ^{ab}	۱/۳۲ ^{ab}	۲/۰۵ ^{ab}	۰/۷۶ ^{ab}
R50C50	۰/۹۴ ^a	۱/۸۱ ^a	۱/۳۸ ^a	۳/۰۶ ^a	۰/۸۷ ^b
R30C70	۰/۸۸ ^b	۱/۰۴ ^b	۱/۲۳ ^b	۰/۸۴ ^b	۰/۶۶ ^a
C100	۰/۹۳ ^a	۱/۷۶ ^a	۱/۳۶ ^a	۳/۰۱ ^a	۰/۸۳ ^b

در بررسی قطر مینیمم منافذ بافت کیک مشخص شد روند تغییرات مانند روند تغییرات میانگین قطر منافذ در تیمارهای مختلف است. تیمار R30C70 و R100 به ترتیب با مقدار ۱/۰۴ و ۱/۰۹ میلی متر به طور معنی داری از تیمارهای R50C50 و C100 به ترتیب به مقدار ۱/۸۱ و ۱/۷۶ میلی متر کمتر بودند. تیمار R70C30 تفاوت معنی داری با سایر تیمارها نداشت. در ابعاد منافذ مشاهده گردید تیمار R30C70 در هر سه پارامتر میانگین

در بررسی قطر مینیمم منافذ بافت کیک مشخص شد کمترین قطر در تیمار R30C70 به میزان ۰/۸۸ میلی متر می باشد که به صورت معنی داری با همه تیمارها جز تیمار R100 تفاوت معنی داری دارد و از نظر آماری تفاوتی بین سایر تیمارها نبود. محدوده تغییرات قطر حداقل منافذ در تیمارهای مورد مطالعه بین ۰/۸۸ تا ۰/۹۴ میلی متر بود.

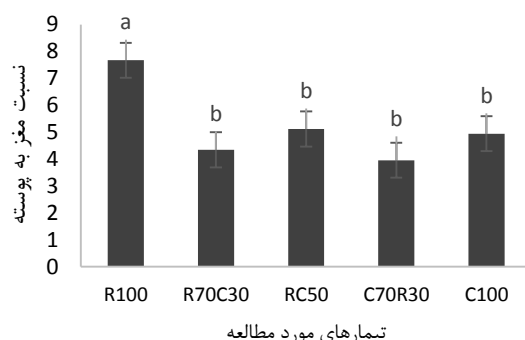
یکنواخت آن‌ها در بافت محصول است. صوفیان و همکاران (۱۳۹۳) طی تحقیق بر روی کیک فاقد گلوتن با در صد‌های متفاوت کنجاله بادام زمینی و صمغ زانتان بیان کردند که افزودن کنجاله بادام زمینی میزان تخلخل را نسبت به نمونه فاقد آن افزایش داد، در حالی که میزان تخلخل نمونه‌های حاوی صمغ زانتان تا سطح ۰/۳ درصد باعث افزایش میزان تخلخل و با افزایش بیشتر سطح زانتان، روند کاهش در میزان تخلخل مشاهده شد.

نسبت مغز به پوسته

نسبت مغز به پوسته معیاری از میزان قندهای احیا کننده در آرد است به طوری که هر چه کمتر باشد، واکنش‌های قهوه‌ای شدن میلارد بیشتر اتفاق می‌افتد در نتیجه نسبت پوسته به مغز افزایش می‌یابد. شکل ۳ نسبت مغز به پوسته را نشان می‌دهد. بیشترین مقدار این شاخص در R100 مشاهده گردید که با سایر تیمارها به صورت معنی‌داری تفاوت داشت که نشان دهنده میزان قندهای احیا کننده و در نتیجه پوسته کمتر می‌باشد. قابل ذکر است که با افزودن آرد نخودچی میزان مغز به پوسته نسبت به نمونه شاهد کمتر شده است که نشان دهنده پوسته ضخیم‌تر می‌باشد ولی بین تیمارهای حاوی آرد نخودچی تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. در واقع با افزودن آرد نخودچی به دلیل افزایش محتوای آمینو اسیدی به آرد در واقع شرایط برای واکنش‌های تشکیل پوسته یعنی کاراملیزاسیون و مایلارد مهیاتر شده در نتیجه پوسته بیشتری تشکیل شده است.

رستمیان و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که با افزایش درصد نخودچی نسبت پوسته به مغز افزایش می‌یابد در نتیجه آرد نخودچی دارای قندهای احیا کننده بالاتری است و این یک نکته منفی برای نان‌های فاقد گلوتن حاوی مقدار آرد نخودچی بیشتر است.

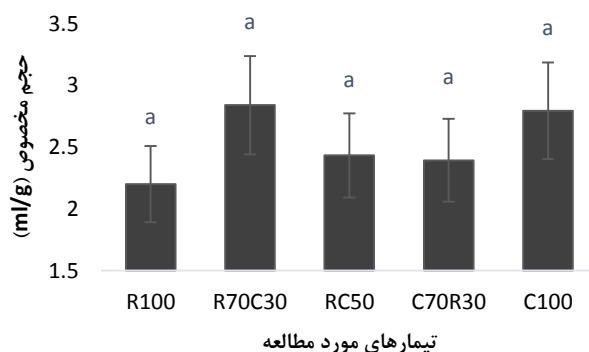
قطر، مینیمم قطر و ماکزیمم قطر به طور معنی‌داری از همه کمتر بود. در بررسی مساحت متوسط منافذ بافت کیک مشخص شد از نظر متوسط مساحت منافذ، تیمار R30C70 کمترین مقدار به میزان ۰/۸۴ میلی متر مربع را دارد و به طور معنی‌داری از دو تیمار R50C50 و C100 کمتر است. سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. دلیل این امر را می‌توان به میزان پروتئین نخودچی ترکیب شده با آرد برنج نسبت داد که با افزایش آن تا میزانی مشخص باعث پایداری سلول‌های گازی و تأخیر در بیاتی می‌گردد. در مورد یکنواختی می‌توان گفت که بهترین حالت مربوط به R30C70 می‌باشد زیرا کمترین اختلاف بین قطر ماکسیمم و مینیمم مشاهده می‌گردد. آهلبرن و همکاران (۲۰۰۵) در توجیه این موضوع بیان داشتند که در نان فاقد گلوتن حاوی پروتئین‌های شیر و تخم مرغ ساختارهای تار مانند تقریباً مشابه یکدیگر هستند ولی در نان نشاسته کم پروتئین هیچ ساختار تارمانندی وجود نداشت و می‌توان نتیجه گیری کرد که هیدرو کلئیدها به تنهایی جهت پایداری سلول‌ها گاز کافی نبوده بلکه میزان پروتئین است که تعیین‌کننده است. رستمیان و همکاران (۱۳۹۱) طی استفاده از آرد نخودچی و ذرت در تهیه نان فاقد گلوتن گزارش نمودند که نان فاقد گلوتن با فرمولاسیون ۲۰٪ ذرت + ۸۰٪ نخودچی بیشترین کمینه قطر و بیشترین متوسط مساحت را نشان داد و دلیل آن را میزان بالای پروتئین در نخودچی برشمردند. نقی‌پور و همکاران (۱۳۹۲) در طی تحقیقی بر روی کیک فاقد گلوتن حاوی آرد سورگوم با درصدها متفاوت صمغ‌های زانتان و گوار تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در میزان تخلخل مشاهده نمودند و با افزایش میزان صمغ زانتان در تیمارها میزان تخلخل نیز افزایش یافت. انهابیان نمودند که افزایش میزان تخلخل به دلیل کاهش اندازه و افزایش تعداد سلول‌های گازی و توزیع



شکل ۲- تغییرات نسبت مغز به پوسته کیک در تیمارهای مورد مطالعه حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی دار بودن تفاوت میانگین‌ها می‌باشد ($p < 0.05$)

حجم مخصوص

مقایسه میانگین داده‌های حجم مخصوص نشان داد تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در سطح ۵٪ وجود ندارد (شکل ۳).

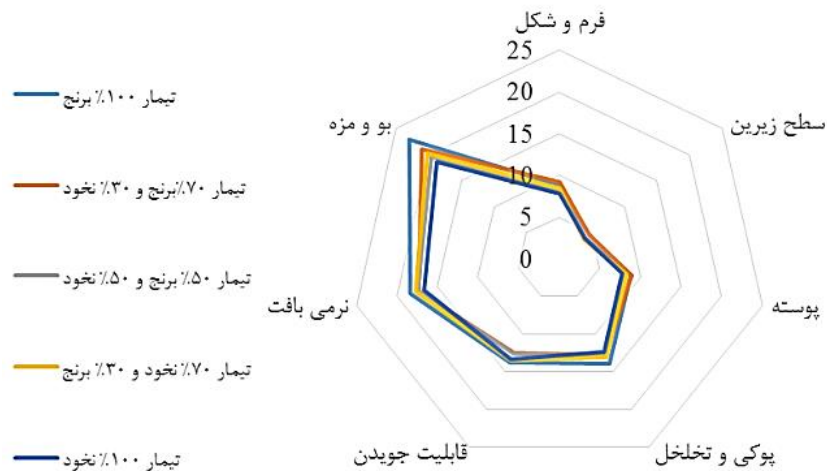


شکل ۳- تغییرات حجم مخصوص کیک (گرم بر میلی لیتر) در تیمارهای مختلف

خواص ارگانولپتیکی

با توجه به اینکه با افزایش مساحت هر شکل، هر نمونه امتیاز بیشتری کسب می‌کند، در این تحقیق بیشترین امتیاز بعد از نمونه شاهد مربوط به نمونه های R70C30 و R50C50 بوده است (شکل ۴). این بدان معنی است که افزایش آرد نخودچی تا یک مقدار مشخص از نظر مصرف کننده قابل قبول است. همچنین قابل ذکر است که بیشترین توجه ارزیاب ها در هر تیمار به بو و مزه و کمترین توجه آنها به خصوصیات سطح زیرین بوده است.

لشکری و همکاران (۱۳۹۱) گزارش نمودند که تأثیر درصد‌های مختلف صمغ بر حجم مخصوص نان تولید شده از ارقام مختلف برنج معنی‌دار نبود، که مشابه با نتایج حاصل از تحقیق حاضر بوده است. گولارتی و همکاران (۲۰۱۲) طی تحقیقی که جهت تهیه کیک فاقد گلوتن با استفاده از حبوبات مختلف انجام دادند، گزارش کردند که کیک حاوی ۵۰٪ برنج و ۵۰٪ نخودچی نسبت به سایر حبوبات کمترین میزان تغییرات حجم مخصوص را داشته و بیشترین میزان مربوط به ۵۰٪ عدس بوده است. در این تحقیق نیز آرد نخودچی تأثیری بر حجم مخصوص نمونه ها نداشت.



شکل ۴- تغییرات پارامترهای حسی در تیمارهای مختلف

لحاظ دو فاکتور قابلیت جویدن و تا حدی صمغیت نمونه‌ها شده است. هرچند که این فاکتورها در مقایسه با فاکتورهای سفتی و فنریت اهمیت کمتری در ارزیابی بافت این فرآورده‌ها دارند. از لحاظ شاخص‌های تقارن و یکنواختی بهترین تیمار نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد خودچی بود. از لحاظ فاکتورهای تخلخل یعنی میزان کمینه، میانگین و بیشینه قطر، مساحت منافذ و یکنواختی بهترین نتایج مربوط به میزان R30C70 بود. در واقع با افزایش در صد خودچی تا یک میزان مشخص در یکنواختی اندازه سلول‌های کیک تأثیر گذاشته و می‌توان گفت با افزایش میزان پروتئین است که خلل و فرج کیک حالت یکنواختی پیدا نموده است. کمترین میزان پوسته مربوط به تیمار R100 بود، ولی بیشترین میزان آن به طور غیر معنی‌داری مربوط به تمام تیمارهای حاوی خودچی بود که به دلیل وجود قندهای احیا کننده می‌باشد. در بین تیمارهای این تحقیق از نظر حجم مخصوص تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. از نظر ارزیابی حسی بیشترین امتیاز بعد از نمونه شاهد مربوط به R70C30 و سپس R50C50 بوده است.

طیبی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی بر روی نانهای عاری از گلوتن تهیه شده با آرد سیب زمینی و خودچی به همین نتیجه رسیدند که افزایش خودچی در نسبت‌های ۷۰ به ۳۰ از نظر مصرف‌کننده بهترین نتایج ارزیابی حسی را در مقایسه با درصد‌های بیشتر خودچی یعنی ۸۰ و ۹۰ درصد داشت و این نمونه‌ها از لحاظ مصرف‌کننده قابل قبول نمی‌باشند.

در بررسی اوازیب و همکاران (۲۰۱۶) مشخص شد که اختلاف معنی‌داری از لحاظ ارزیابی حسی بین نمونه‌های نان حاصل از آرد کامل گندم با آردهای ترکیبی گندم و خودچی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری

بطور کلی محصولات فاقد گلوتن به دلیل عدم وجود شبکه گلوتهنی منسجم و یکنواخت قادر به نگهداری گاز دی‌اکسید کربن که سبب افزایش حجم می‌گردد، نمی‌باشند. در نتیجه محصول کم‌حجم و ساختار مغز فشرده می‌گردد.

نتایج آنالیز بافت نشانگر آنست که افزودن خودچی تا حداقل میزان ۷۰٪ باعث بهبودنسبی بافت کیک حداقل از

منابع مورد استفاده

- رستمیان م، میلانی ج، ملکی گ، ۱۳۹۱، استفاده از ترکیب آرد ذرت و نخودچی در تهیه نان فاقد گلوتن، نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۱: ۱۲۸-۱۱۷.
- رجب زاده ن، ۱۳۸۶، مبانی فناوری غلات، جلد دوم، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- صوفیان ع، اعلمی م، صادقی ماهونک ع، قربانی م، ضیائی فر ا، ۱۳۹۳، استفاده از کنجاله بادام شیرین و صمغ زانتان در تولید کیک بدون گلوتن، نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۳: ۱۹۶-۱۸۵.
- طییبی م، شاهدی م، میلانی ج، کدیورم، ۱۳۹۳، بررسی ویژگی های حسی نان بدون گلوتن حاصل از نخودچی و سیب زمینی، بیست و دومین کنگره علوم و صنایع غذایی ایران.
- لشکری ف، میلانی ج، معتمدزادگان ع، ملکی گ، ۱۳۹۱، ویژگی های کیفی نان فاقد گلوتن حاصل از واریته های برنج ایرانی، نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۱: ۱۸۷-۱۹۸.
- نقی پور ف، کریمی م، نجفی م، خداپرست م، شیخ الاسلامی ز، داوودی م، صحرائیان ب، ۱۳۹۲، بررسی امکان تولید کیک بدون گلوتن با استفاده از سورگوم، شیرسویا و صمغ های گوار و گزانتان، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۴۱: ۱۲۷-۱۳۹.
- AACC, 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10 th ed. Methods 08-01, 10-05, 10-91, 30-10, 32-10, 46-12, 74-09, The Association: St. Paul, MN.
- Ahlborn, GJ, Pike OA, Hendrix SB, Hess WM and Huber CS, 2005. Sensory, mechanical and microscopic evaluation of sailing in low-protein and gluten-free breads, *Cereal Chemistry* 82: 328-335.
- Curic D, Novotnia D, Skevina, Rosellb CM, Collarb C, Le Bailc A and Colic- Baric I, 2008. Design of a quality index for the objective evaluation the quality of breads. Application to wheat breads using selected bake off technology for bread making. *Food research international* 41: 714-719.
- De la Hera E, Martinez M and Gomez M, 2013. Influence of flour particle size on quality of gluten-free rice bread. *LWT - Food science and technology* 54: 199-206
- Gelinas P and Gullet M, 1999. Relative effects of ingredients on cake staling based on an accelerated shelf-life test. *Journal of Food Science* 64: 937-940.
- Gomez M, Oliete B, Rosel MC, Pando V and Fernandez E, 2008. Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends. *LWT- Food Science and Technology* 41: 1701-1709.
- Gujral HS, Guardiola I, Carbonell JV and Rosser CM, 2003. Effect of cyclodextrinase on dough Rheology and bread quality from rice flour. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 3814-3818.
- Gularte MA, Gomez M and Rosell CM, 2012. Impact of legume flours on quality and in vitro digestibility of starch and protein from gluten-free cakes. *Food Bioprocess Technology* 5: 3142-3150.
- Nishita KD and Bean MM, 1979. Physicochemical Properties of Rice in Relation to Rice Bread. *Cereal Chemistry* 56:185-189.
- Ouazib M, Dura A, Ziadi F and Rosell CM, 2016. Effect of Partial Substitution of Wheat Flour by Processed (Germinated, Toasted, Cooked) Chickpea on Bread Quality. *International Journal of Agricultural Science and Technology* 4: 8-18.

Evaluation of qualitative properties of gluten-free layer cake prepared from rice and chickoea Flour

P Fard¹, J Mohammadzadeh Milani^{2*} and MR Kasaei²

Received: May 31, 2016

Accepted: September 03, 2016

¹MSc Graduate, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

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

*Corresponding author: E mail: jmilany@yahoo.com

Abstract

The aim of this study was to investigate the possibility of producing gluten-free cake of rice flour with replacement of different concentrations of chickpea flour: 100% rice (R100), 70% rice and 30% chickpea (R70C30), 50% rice and 50% chickpea (R50C50), 30% rice, and 70% chickpea (R30C70), 100% chickpea (C100). For this purpose, texture profile analysis, the uniformity, symmetry and volume index, porosity parameters, ratio of crumb to crust, specific volume, and sensory characteristics of the cake were evaluated. In terms of texture analysis, there was no significant different in hardness, cohesiveness and springiness among the samples, but chewiness and gumminess in C100 and R30C70 were significantly less than other samples. In term of the symmetry and uniformity index, R50C50 was the superior sample. In the all porosity parameters, R30C70 sample was the best sample. In term of the crust to crumb ratio, the samples including chickpea were better than R100. There was no significant difference among the specific volume of samples. In terms of sensory evaluation, the most score after the control was for the R70C30 and R50C50 samples. Overall, on these results the cake samples with 50% and 30% chickpea flour showed the best qualitative parameters.

Keywords: Celiac, Chickpea flour, Gluten-free cake, Rice flour, Texture analysis