

تولید کیک اسفنجی بدون گلوتن با استفاده از مخلوط آرد دال عدس و آرد برنج و بررسی خصوصیات فیزیکی و حسی آن

الهام حاجی قلی^۱، *محمد رضا اسحاقی^۱، لیلا ناطقی^۱

^۱ گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۲۱

* مسئول مکاتبه: Mr.eshaghi@yahoo.com

چکیده

بیماری سلیاک یک بیماری خودایمن گوارشی است که در اثر هضم پروتئین گلوتن ایجاد می‌شود و تنها راه درمان آن، استفاده از یک رژیم غذایی بدون گلوتن می‌باشد. از این رو توجه به تولید مواد غذایی بدون گلوتن با کیفیت مورد پذیرش برای این بیماران، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف از انجام این تحقیق، تولید کیک اسفنجی بدون گلوتن با استفاده از مخلوط آرد دال عدس و آرد برنج بود. در این بررسی، آرد دال عدس و آرد برنج هر یک در پنج سطح ۰، ۲۰، ۵۰، ۸۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد، به صورت جداگانه و ترکیبی در فرمولاسیون کیک بدون گلوتن استفاده شدند. سپس فاکتورهای رطوبت، بافت، حجم مخصوص، رنگ، کپک و مخمر نمونه‌های کیک اسفنجی در روزهای یکم، هفتم و چهاردهم اندازه‌گیری گردید. طبق نتایج حاصله، با افزایش میزان آرد دال عدس در فرمولاسیون کیک‌های اسفنجی میزان رطوبت، حجم مخصوص و پروتئین در نمونه‌ها افزایش یافت. همچنین با ازدیاد درصد آرد برنج، میزان pH و سفتی بافت کیک‌های اسفنجی بدون گلوتن افزایش داشته است. نتایج ارزیابی حسی نیز نشان داد در میان کیک‌های اسفنجی بدون گلوتن، نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد دال عدس و ۵۰ درصد آرد برنج، از ویژگی‌های کیفی بالاتری برخوردار بوده و به عنوان تیمار برتر بعد از نمونه شاهد انتخاب گردید.

واژه‌های کلیدی: آرد برنج، آرد دال عدس، بدون گلوتن، سلیاک، کیک اسفنجی

مقدمه

کیک‌های بدون گلوتن در اکثر مناطق جهان گسترش یافته و آرد برنج مهمترین غله‌ای است که به علت نداشتن گلوتن می‌تواند بدین منظور مورد استفاده قرار گیرد (گلیناس^۲ و جولیت ۱۹۹۹). سلیاک نوعی بیماری خودایمنی گوارشی است که در اثر هضم پروتئین گلوتن در افرادی که از لحاظ

کیک نوعی شیرینی با بافت مخصوص است که که مواد اصلی آن آرد، روغن، شکر و تخم مرغ می‌باشد (گومز^۱ و همکاران ۲۰۰۵). معمولاً در تولید کیک از آرد گندم که حاوی گلوتن است، استفاده می‌شود اما با توجه به شیوع بیماری سلیاک، تولید

^۲Gelinas

^۱- Gomez

ملایم، رنگ سفید، سهولت هضم و غیرالژرن بودن می‌باشد (نقی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین مقادیر کم سدیم، عدم حضور گلیادین و وجود کربوهیدرات‌های قابل هضم، آن را به غله‌ای مناسب برای بیماران سلیاکی تبدیل ساخته است (ترابی و همکاران، ۲۰۰۸). عدس نیز به عنوان یک منبع پروتئینی باارزش، غنی از لیزین، لوسین، فیبرهای تغذیه‌ای، کربوهیدرات‌های پیچیده، ویتامین‌ها و مواد معدنی از قبیل کلسیم، فسفر، پتاسیم و ویتامین‌های B همراه با اسید اولئیک، لینولئیک و پالمیتیک می‌باشد (روی^۳ و همکاران، ۲۰۱۰). در این پژوهش از آرد برنج و آرد دال عدس جهت تولید کیک اسفنجی بدون گلوتن استفاده گردید و برای انتخاب بهترین درصد این آردها در تولید محصولی با خواص فیزیکی‌شیمیایی نزدیک به نمونه شاهد (تهیه شده از آرد گندم)، دقت زیادی صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

مواد: در تحقیق حاضر مواد اولیه شامل آرد گندم، آرد دال عدس و برنج (با درصدهای مختلف) از بازار خریداری گردید. سپس به میزانی نرم شدند تا از الک ۱۴۰ میکرون بگذرند. تخم مرغ تازه، شکر، روغن آفتابگردان، بیکنینگ پودر و صمغ زانتان (یوجی^۴، چین) نیز از فروشگاه محلی (ورامین، ایران) تهیه شد.

ژنتیکی مستعد آن هستند، اتفاق می‌افتد (ایلک^۱ و همکاران ۲۰۰۸). برای تولید محصولات بدون گلوتن به گونه‌ای که قابلیت استفاده توسط این دسته از بیماران داشته باشد، می‌توان از مواد نشاسته‌ای (ذرت، سیب زمینی، نخودچی و برنج) و آرد بعضی از غلات نظیر ارزن، سورگوم و کاساوا که عاری از گلوتن هستند، استفاده نمود (نقی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲). بهرامی مقصودبکی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی اثر افزودن گلوتن فعال و آنزیم همی سلولاز بر ویژگی‌های کیفی و تغذیه‌ای کیک غنی شده با عدس جوانه زده پرداختند. نتایج نشان داد افزودن آرد جوانه عدس به کیک باعث افزایش رطوبت محصول نسبت به نمونه تهیه شده با آرد گندم شد. همچنین میزان پروتئین، خاکستر، فیبر خام و املاح آهن، کلسیم، پتاسیم و فسفر در کیک حاوی آرد جوانه عدس به طور قابل توجهی افزایش یافت. در این کیک به علت وجود فیبرها، روند بیاتی نیز با سرعت کمتری اتفاق افتاد. ترابی^۲ و همکاران (۱۳۸۶) بر روی فرمولاسیون کیک برنجی با ترکیب صمغ‌های متفاوت و امولسیفایر تحقیق کردند و به بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی و کیفی نمونه‌های خمیر و کیک تولیدی پرداختند. آن‌ها دریافتند که نمونه‌های کیک حاوی ترکیب زانتان و امولسیفایر، دارای حجم و تخلخل زیاد و بافت مطلوبی هستند و افزودن صمغ باعث افزایش ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های خمیر کیک شده است. آرد برنج دارای ویژگی‌هایی مانند طعم

⁴ uji

¹- Elke

²- Turabi

³- Roy

مواد و روش‌ها

تولید کیک اسفنجی: برای آماده کردن کیک‌های اسفنجی بدون گلوتن، مطابق با جدول (۱)، از نسبت‌های مختلف آرد برنج و دال عدس استفاده گردید. تیمار شاهد نیز از آرد گندم بدون افزودن آرد دال عدس و برنج تهیه شد. پس از توزین مواد اولیه، روش چند مرحله‌ای برای تهیه خمیر تمامی تیمارها بکار رفت. اختلاط کامل شکر، روغن و صمغ

زانتان در مخلوط‌کن خانگی (مدل BHM 816، Bluesky، آرژانتین) با دور ۴ انجام پذیرفت. سپس آردهای دال عدس، برنج و بیکنینگ پودر اضافه و مخلوط گردید. خمیر تولیدی به داخل قالب‌های حاوی کاغذهای مخصوص کیک اسفنجی تزریق شد و جهت پخت، به مدت ۱۰ دقیقه در فر خانگی (اسنوا، ایران) با دمای ۱۶۰ سلسیوس قرار گرفت. در نهایت، کیک‌ها خنک و بسته‌بندی گردیدند.

جدول ۱- مشخصات تیمارهای تولید شده و کدهای مربوطه

تیمار	درصد آرد دال عدس	درصد آرد برنج
T1	۱۰۰	۰
T2	۸۰	۲۰
T3	۶۰	۴۰
T4	۵۰	۵۰
T5	۴۰	۶۰
T6	۲۰	۸۰
T7	۰	۱۰۰
B	۰	۰

آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی: میزان رطوبت، pH و پروتئین به ترتیب مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره‌های ۲۷۰۴، ۳۷ و ۱۹۰۵۲ اندازه‌گیری شد.

بافت‌سنجی: جهت تعیین خصوصیات بافتی کیک از دستگاه بافت‌سنج (مدل M350-Testometric، انگلیس) استفاده گردید. در این روش ابتدا یک سانتی‌متر از بالای کیک جدا شد تا سطح رویی کیک یکنواخت گردد.

سپس کیک در زیر پروب آلومینیومی دستگاه با مقطع دایره‌ای به قطر ۷۰ میلی‌متر قرار گرفت و آزمون فشاری دو مرحله‌ای بر روی آن انجام گرفت. آزمون با سرعت پروب ۵ میلی‌متر بر ثانیه، فواصل زمانی ۱۰ ثانیه و کمپرس ۲۵٪ ارتفاع کیک انجام شد و فاکتورهای مربوط به بافت کیک مورد بررسی قرار گرفت (کالینج و میشر^۱، ۲۰۰۹).

^۱- Kaling and Mishra

تمامی بازه‌های زمانی افزایش داشت، به طوری که در روز اول تولید، پایین‌ترین میزان pH متعلق به نمونه شاهد (۶/۴۵) بود. این امر می‌تواند به دلیل pH پایین‌تر آرد گندم و نیز فعالیت‌های آنزیماتیک بیشتر آرد گندم نسبت به آرد برنج و دال عدس باشد اما از میان تیمارهای تولیدی، بالاترین مقدار pH (۷/۸۹) درصد) در روز اول تولید مربوط به نمونه کیک تولید شده با ۱۰۰ درصد آرد برنج (T7) و کمترین میزان آن (۷/۲۹ درصد) متعلق به کیک اسفنجی حاوی ۱۰۰ درصد آرد دال عدس (T1) بود که به علت جذب آب بالاتر و قابلیت حفظ رطوبت بیشتر آرد برنج نسبت به آرد دال عدس می‌باشد. وثوقی‌پور و همکاران (۱۳۹۴) گزارش نمودند کیک بدون گلوتن غنی شده با پودر تغاله هویج میزان pH پایین‌تری نسبت به نمونه شاهد داشته است. بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۵۳، میزان pH کیک اسفنجی باید ۷-۶ باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که تمامی تیمارهای تولید شده، دارای مقادیر بیشتر از pH استاندارد بودند. همان‌گونه که در شکل (۱) نیز مشاهده می‌شود، طی دوره نگهداری میزان pH در تمامی نمونه‌ها به شکل معنی‌داری ($P < 0/05$) افزایش یافت که به دلیل واکنش‌های آنزیمی، رشد میکروارگانیسم‌ها و اثر آن‌ها بر ترکیبات کیک است.

اندازه‌گیری حجم مخصوص: یکی از فاکتورهای کیفی کیک، حجم مخصوص آن می‌باشد. در این تحقیق جهت اندازه‌گیری آن، از روش جابه‌جایی دانه کلزا استفاده گردید (AACC، ۲۰۰۰).

ارزیابی حسی: نمونه‌های کیک اسفنجی توسط یک گروه ارزیاب آموزش دیده ۱۰ نفره و به طور تصادفی، از دیدگاه طعم و مزه به روش هدونیک پنج نقطه‌ای (۱=نامطلوب-ترین، ۵=مطلوب‌ترین) مورد ارزیابی قرار گرفتند (کمپ^۱ و همکاران، ۲۰۰۹).

شمارش کیک: این آزمون مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۸۹۹ و با استفاده از محیط کشت YGC agar به روش پورپلیت در رقت‌های 10^{-1} و 10^{-2} انجام شد.

آنالیز آماری: در این پژوهش از طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید و کلیه آزمون‌ها در سه تکرار صورت پذیرفت. داده‌ها به روش آنالیز واریانس یک‌طرفه و دوطرفه توسط نرم‌افزار MINITAB 16 با احتساب دامنه اطمینان ۹۵٪ تحلیل شدند. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

تغییرات pH: نتایج شکل (۱) نشان می‌دهد که با جایگزینی آرد گندم توسط آرد برنج و آرد دال عدس، میزان pH در همه تیمارها و



شکل ۱- میزان pH کیک‌ها طی چهارده روز نگهداری

T1: کیک بدون گلوتن با ۱۰۰٪ آرد دال عدس، T2: کیک بدون گلوتن با ۲۰٪ آرد برنج و ۸۰٪ آرد دال عدس، T3: کیک بدون گلوتن با ۴۰٪ آرد برنج و ۶۰٪ آرد دال عدس، T4: کیک بدون گلوتن با ۵۰٪ آرد برنج و ۵۰٪ آرد دال عدس، T5: کیک بدون گلوتن با ۶۰٪ آرد برنج و ۴۰٪ آرد دال عدس، T6: کیک بدون گلوتن با ۸۰٪ آرد برنج و ۲۰٪ آرد دال عدس، T7: کیک بدون گلوتن با ۱۰۰٪ آرد برنج، B: کیک شاهد حاوی آرد گندم.

در آرد دال عدس است. این نتایج بیانگر علت حفظ رطوبت در کیک نهایی می‌باشد. البته نهایتاً در تمامی روزهای آزمون، درصد رطوبت در نمونه شاهد بالاتر از سایر تیمارها گردید. طبق استاندارد ملی ایران به شماره استاندارد ۲۵۵۳، مقادیر رطوبت کیک اسفنجی باید ۲۲-۱۶ درصد باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که در نمونه‌های کیک تولید شده، تمامی تیمارها به جز نمونه شاهد دارای مقادیر رطوبت پایین‌تر از حد استاندارد بودند. در واقع میزان رطوبت در تمامی نمونه‌ها طی دوره نگهداری به شکل معنی‌داری ($P < 0/05$) کاهش یافت که می‌تواند ناشی از تبخیر رطوبت، از سطح کیک طی دوره نگهداری باشد.

تغییرات رطوبت: طبق شکل (۲) با افزایش مقدار آرد برنج و آرد دال عدس در فرمولاسیون کیک‌های تولیدی، درصد رطوبت به ترتیب افزایش و کاهش یافت. بالاترین میزان رطوبت در روز اول تولید (۱۶/۲۶ درصد) متعلق به نمونه کیک تولید شده با ۱۰۰ درصد آرد برنج (T7) و کمترین مقدار آن (۱۴/۱۵ درصد) مربوط به نمونه کیک حاوی ۱۰۰ درصد آرد دال عدس (T1) بود که این امر می‌تواند به دلیل جذب آب بالاتر و قابلیت حفظ رطوبت بیشتر آرد برنج نسبت به آرد دال عدس باشد. نادعلی و همکاران (۱۳۹۴) اعلام نمودند که بالاترین درصد رطوبت در نمونه اولیه آرد گندم و سپس آرد برنج بوده و پایین‌ترین درصد نیز

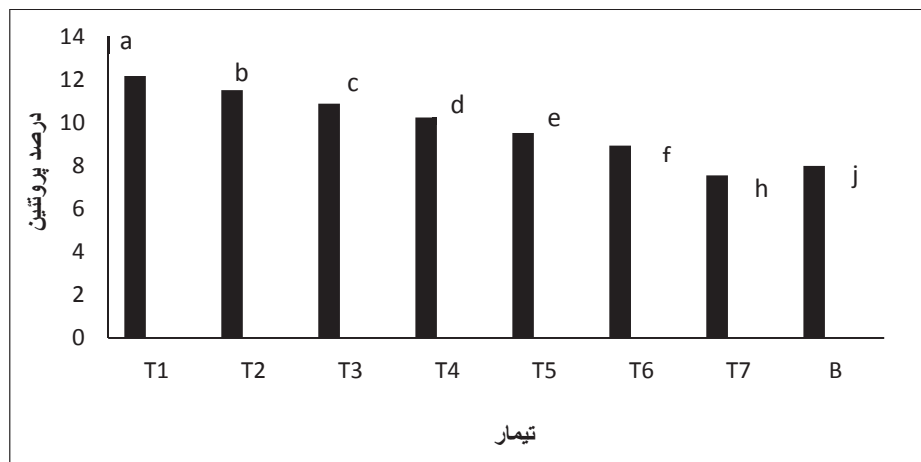


شکل ۲- میزان رطوبت کیک‌ها طی چهارده روز نگهداری

T1: کیک بدون گلوتن با ۱۰۰٪ آرد دال عدس، T2: کیک بدون گلوتن با ۲۰٪ آرد برنج و ۸۰٪ آرد دال عدس، T3: کیک بدون گلوتن با ۴۰٪ آرد برنج و ۶۰٪ آرد دال عدس، T4: کیک بدون گلوتن با ۵۰٪ آرد برنج و ۵۰٪ آرد دال عدس، T5: کیک بدون گلوتن با ۶۰٪ آرد برنج و ۴۰٪ آرد دال عدس، T6: کیک بدون گلوتن با ۸۰٪ آرد برنج و ۲۰٪ آرد دال عدس، T7: کیک بدون گلوتن با ۱۰۰٪ آرد برنج، B: کیک شاهد حاوی آرد گندم.

استاندارد ملی ایران به شماره استاندارد ۲۵۵۳، مقدار پروتئین کیک اسفنجی اندازه گیری شده با ضریب پروتئین ۶، باید حداقل ۸ درصد باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که در نمونه‌های کیک تولید شده، تمامی تیمارها دارای مقدار پروتئین بیشتری نسبت به استاندارد بودند. در تأیید نتایج پژوهش حاضر، موحد و همکاران (۱۳۹۲)، رستمیان و همکاران (۱۳۹۱) نیز گزارش نمودند میزان پروتئین آرد نخود در مقایسه با آرد گندم و آرد ذرت بالاتر بوده و همین امر، نرخ بیاتی و سفتی مغز نان حاوی آرد نخودچی نسبت به سایر تیمارها را کاهش داده است.

تغییرات پروتئین: باتوجه به شکل (۳) مشاهده می‌شود که بیشترین درصد پروتئین (۱۲/۱۸) در روز اول تولید متعلق به تیمار T1 (۱۰۰ درصد آرد دال عدس) و کمترین میزان آن (۷/۵۶) مربوط به تیمار T7 (۱۰۰ درصد آرد برنج) بود که می‌تواند به دلیل درصد بالاتر پروتئین موجود در آرد دال عدس (۲۸/۵ درصد) نسبت به آرد گندم (۱۰/۹ درصد) و آرد برنج (۸/۵ درصد) باشد. این نتایج با یافته‌های برقی و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت داشته است. در تحقیقات آنها، با افزایش درصد آرد دال عدس، مقدار درصد پروتئین در محصول نهایی افزایش یافت. طبق



شکل ۳- میزان پروتئین کیک‌ها طی چهارده روز نگهداری

T1: کیک بدون گلوتن با ۱۰۰٪ آرد دال عدس، T2: کیک بدون گلوتن با ۲۰٪ آرد برنج و ۸۰٪ آرد دال عدس، T3: کیک بدون گلوتن با ۴۰٪ آرد برنج و ۶۰٪ آرد دال عدس، T4: کیک بدون گلوتن با ۵۰٪ آرد برنج و ۵۰٪ آرد دال عدس، T5: کیک بدون گلوتن با ۶۰٪ آرد برنج و ۴۰٪ آرد دال عدس، T6: کیک بدون گلوتن با ۸۰٪ آرد برنج و ۲۰٪ آرد دال عدس، T7: کیک بدون گلوتن با ۱۰۰٪ آرد برنج، B: کیک شاهد حاوی آرد گندم.

بدون گلوتن از نظر شاخص‌های کیفی و بافتی، پایین‌تر از نان آرد گندم هستند؛ از این رو در پژوهش حاضر کلیه تیمارها دارای بافت سفت‌تری نسبت به نمونه شاهد بودند. بیاتی یا سفت شدن بافت محصولات نانویی در طول مدت نگهداری، فرآیند پیچیده‌ای است که عوامل متعددی نظیر رتروگراداسیون آمیلوپکتین، آرایش مجدد پلیمرها در ناحیه آمورف، کاهش مقدار رطوبت یا توزیع رطوبت بین ناحیه آمورف و کریستالی در آن دخیل است (برقعی و همکاران، ۱۳۹۳). گولارتا و همکاران (۲۰۱۲) اثر جایگزینی فیبرهای مختلف (تا ۲۰ درصد آرد برنج) را به صورت جداگانه و ترکیبی، در کیک لایه-ای برنجی بررسی کرده و دریافته‌اند که وجود

سنجش بافت: باتوجه به شکل (۴) با جایگزینی آرد گندم توسط آرد برنج و دال عدس، میزان سفتی بافت در همه تیمارها و تمامی بازه‌های زمانی افزایش داشت، به طوری که پایین‌ترین میزان سفتی بافت در تمامی بازه‌های زمانی در نمونه شاهد (۲/۹۳) و پس از آن تیمار T1 حاوی ۱۰۰ درصد آرد دال عدس مشاهده شد (۳/۳۵ نیوتن). بالاترین میزان سفتی نیز به تیمار T7 (۱۰/۶ نیوتن) اختصاص یافت که دارای ۱۰۰ درصد آرد برنج در فرمولاسیون خود بوده است. البته با افزایش زمان نگهداری، بافت کیک سفت‌تر گردید و از مقبولیت آن کاسته شد که به علت بیاتی بافت کیک است. مطابق نتایج ابراهیم‌پور و همکاران (۱۳۸۹)، نان‌های

میزان ۵۰ درصد، از نظر فاکتورهای سفتی، قابلیت جویدن و بهم پیوستگی، نسبت به نمونه شاهد افزایش نشان داد. شاید این پدیده ناشی از آن است که الزاماً به جای آرد گندم، از آرد برنج برای تهیه محصول عاری از گلوتن استفاده گردید. مطابق با شکل (۴)، میزان سفتی بافت در تمامی نمونه‌ها طی دوره نگهداری به شکل معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش یافته است.

فیبرها به جز اینولین، باعث افزایش ویسکوزیته خمیر می‌شود. مخلوط فیبرهای اینولین و سبوس جو در کیک‌های غنی شده سبب ازدیاد حجم ویژه کیک و سفتی مغز کیک گردید. باین‌حال، کیک‌های غنی شده با فیبرهای مختلف، بسته به ماهیت فیبر باعث افزایش محتوای تغذیه‌ای آن می‌شوند. همچنین مطالعه بر روی کیک‌های لایه‌ای تهیه شده از آرد ترکیبی گندم و نخودچی به



شکل ۴- تغییرات بافت کیک‌ها طی چهارده روز نگهداری

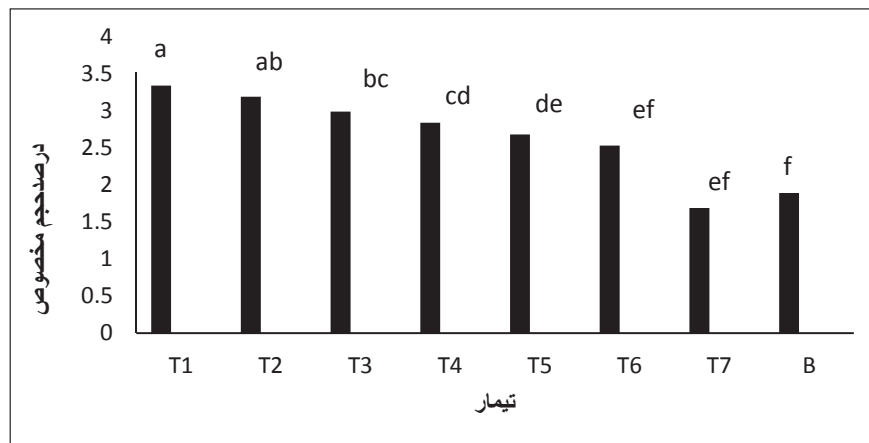
T1: کیک بدون گلوتن با ۱۰۰٪ آرد دال عدس، T2: کیک بدون گلوتن با ۲۰٪ آرد برنج و ۸۰٪ آرد دال عدس، T3: کیک بدون گلوتن با ۴۰٪ آرد برنج و ۶۰٪ آرد دال عدس، T4: کیک بدون گلوتن با ۵۰٪ آرد برنج و ۵۰٪ آرد دال عدس، T5: کیک بدون گلوتن با ۶۰٪ آرد برنج و ۴۰٪ آرد دال عدس، T6: کیک بدون گلوتن با ۸۰٪ آرد برنج و ۲۰٪ آرد دال عدس، T7: کیک بدون گلوتن با ۱۰۰٪ آرد برنج، B: کیک شاهد حاوی آرد گندم.

آرد برنج مشاهده شد (3.34 cm^3). از آنجا که آرد دال عدس نسبت به سایر حبوبات دارای درصد پروتئین بالاتری بوده، قدرت امولسیون‌کنندگی و کف‌کنندگی بیشتری نیز دارد و خصوصیات رئولوژیکی بافت کیک را بهبود می‌بخشد؛ لذا توانایی بافت کیک در حفظ گاز و افزایش حجم را

حجم مخصوص: فاکتور حجم مخصوص یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کیک‌های اسفنجی تولید شده می‌باشد. مطابق با شکل (۵)، بالاترین میزان حجم مخصوص در روز اول تولید متعلق به تیمار T1 حاوی ۱۰۰٪ آرد دال عدس بود ($2/5 \text{ cm}^3$) و پایین‌ترین مقدار آن نیز در تیمار T7 دارای ۱۰۰٪

نسبت به سایر حبوبات، کمترین میزان تغییرات حجم مخصوص را داشته و بیشترین مقدار مربوط به نمونه حاوی ۵۰٪ درصد عدس بود. رستمیان و همکاران (۱۳۹۱) نیز با استفاده از ترکیب آرد ذرت و نخود در تهیه نان فاقد گلوتن، ثابت کردند که آرد نخود با ایجاد شبکه شبه گلوتن در مغز نان باعث افزایش حجم مخصوص، میزان حجیم شدن، اندیس شکل و کاهش دانسیته می‌گردد.

بهبود بخشید. این نتایج با یافته‌های شمس و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت داشته است. طبق یافته‌های آن‌ها آرد دال عدس، قابلیت کشش و مقاومت خمیر را نیز افزایش می‌دهد که همگی بر روی افزایش حجم مخصوص مؤثر هستند. گولارتا و همکاران (۲۰۱۲) هنگام تولید کیک فاقد گلوتن با استفاده از حبوبات مختلف، گزارش کردند که کیک حاوی ۵۰٪ درصد برنج و ۵۰٪ درصد نخودچی



شکل ۵- تغییرات حجم مخصوص کیک‌ها طی چهارده روز نگهداری

T1: کیک بدون گلوتن با ۱۰۰٪ آرد دال عدس، T2: کیک بدون گلوتن با ۲۰٪ آرد برنج و ۸۰٪ آرد دال عدس، T3: کیک بدون گلوتن با ۴۰٪ آرد برنج و ۶۰٪ آرد دال عدس، T4: کیک بدون گلوتن با ۵۰٪ آرد برنج و ۵۰٪ آرد دال عدس، T5: کیک بدون گلوتن با ۶۰٪ آرد برنج و ۴۰٪ آرد دال عدس، T6: کیک بدون گلوتن با ۸۰٪ آرد برنج و ۲۰٪ آرد دال عدس، T7: کیک بدون گلوتن با ۱۰۰٪ آرد برنج، B: کیک شاهد حاوی آرد گندم.

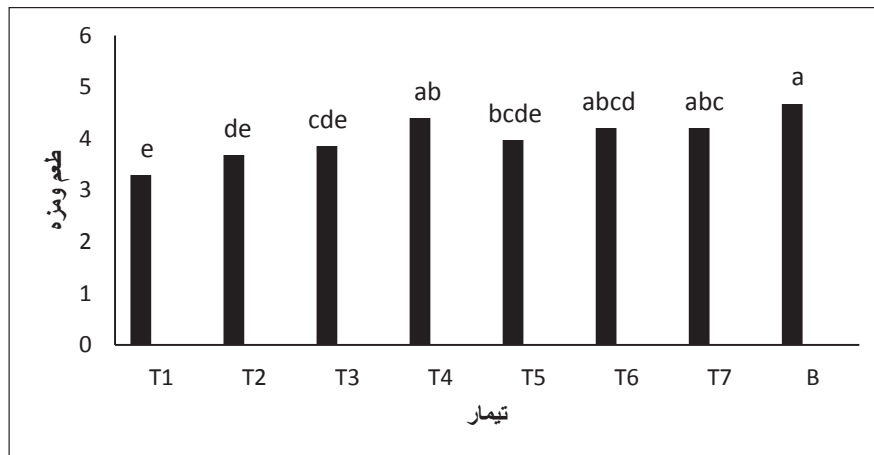
مشاهده شد. نتایج بررسی نشان داد با افزایش آرد برنج در تیمارهای مورد آزمون، طعم و مزه بهبود یافته است که این امر می‌تواند به علت ترکیبات مغذی و معطر موجود در آرد برنج باشد (نقی پور و همکاران، ۱۳۹۲). نتایج حاصل از تحقیق حاضر، با یافته‌های گامبوس^۱ و همکاران (۲۰۰۱)، مطابقت

ارزیابی حسی: طعم و مزه از جمله شاخص‌هایی هستند که عوامل مختلفی در بروز آن نقش دارند. مطابق با شکل (۶)، بالاترین امتیاز طعم و مزه نمونه‌های مورد آزمون متعلق به نمونه شاهد بود که از آرد گندم تهیه گردید و پس از آن، در تیمار T4 حاوی ۵۰٪ آرد دال عدس و ۵۰٪ آرد برنج

^۱- Gambus

درجه پایین تری از کیفیت قرار دارند و سرعت بیاتی در این نانها معمولاً بالا است.

دارد. آنها اعلام نمودند که نانهای بدون گلوتن از لحاظ مزه و طعم نسبت به نانهای سنتی در

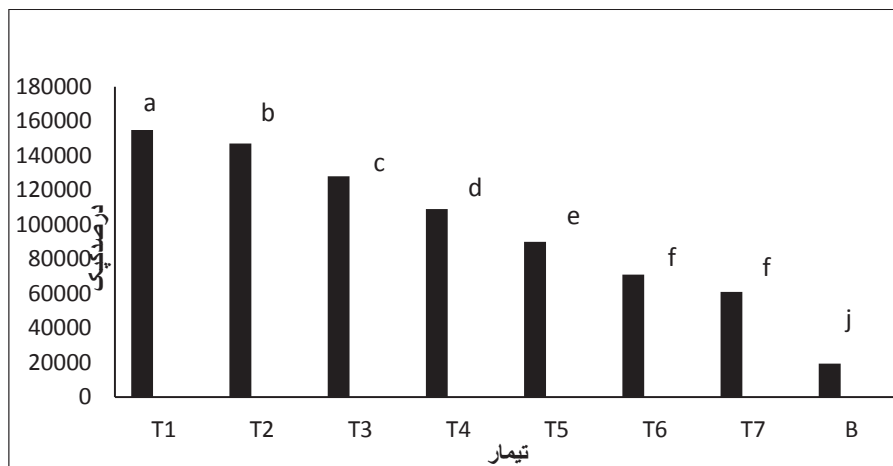


شکل ۶- تغییرات طعم و مزه در کیکها طی چهارده روز نگهداری

T1: کیک بدون گلوتن با ۱۰۰٪ آرد دال عدس، T2: کیک بدون گلوتن با ۲۰٪ آرد برنج و ۸۰٪ آرد دال عدس، T3: کیک بدون گلوتن با ۴۰٪ آرد برنج و ۶۰٪ آرد دال عدس، T4: کیک بدون گلوتن با ۵۰٪ آرد برنج و ۵۰٪ آرد دال عدس، T5: کیک بدون گلوتن با ۶۰٪ آرد برنج و ۴۰٪ آرد دال عدس، T6: کیک بدون گلوتن با ۸۰٪ آرد برنج و ۲۰٪ آرد دال عدس، T7: کیک بدون گلوتن با ۱۰۰٪ آرد برنج، B: کیک شاهد حاوی آرد گندم.

از افزودن آرد دال عدس در تیمارهای مذکور باشد. مطابق با یافته‌های برقی و همکاران (۱۳۹۴)، بهرامی مقصودیگی و همکاران (۱۳۹۴) با افزودن آرد دال عدس املاح، ویتامین‌ها، درصد پروتئین و به طور کلی ارزش غذایی کیکها به مراتب نسبت به سایر تیمارها بهبود می‌یابد که تمامی این تغییرات بر روی رشد کیکها مؤثر هستند. همان‌طور که در شکل (۷) نشان داده شد، اثر نوع فرمولاسیون نمونه‌ها، بر روی میزان کیک معنی‌دار بود و در تمامی تیمارها طی دوره نگهداری به شکل معنی‌داری ($P < 0/05$) افزایش یافته است.

شمارش کپک: مهمترین عوامل مؤثر بر رشد کپک، میزان رطوبت محصول و کیفیت میکروبیولوژیکی مواد اولیه موجود در آن می‌باشد. با توجه به شکل (۷)، مشاهده می‌شود بالاترین مقدار کپک در روز چهاردهم تولید، متعلق به نمونه T1 ($166/000 \text{ cfu/g}$) و پایین‌ترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد (تیمار T7) ($19/333 \text{ cfu/g}$) بود. طبق نتایج حاصله، با افزایش مقدار آرد دال عدس در فرمولاسیون کیکهای اسفنجی بدون گلوتن، مقدار کپک در آنها نیز افزایش یافته است که این پدیده می‌تواند به دلیل افزایش درصد رطوبت ناشی



شکل ۷- تغییرات شمارش کپک در کیک‌ها طی چهارده روز نگهداری

T1: کیک بدون گلوتن با ۱۰۰٪ آرد دال عدس، T2: کیک بدون گلوتن با ۲۰٪ آرد برنج و ۸۰٪ آرد دال عدس، T3: کیک بدون گلوتن با ۴۰٪ آرد برنج و ۶۰٪ آرد دال عدس، T4: کیک بدون گلوتن با ۵۰٪ آرد برنج و ۵۰٪ آرد دال عدس، T5: کیک بدون گلوتن با ۶۰٪ آرد برنج و ۴۰٪ آرد دال عدس، T6: کیک بدون گلوتن با ۸۰٪ آرد برنج و ۲۰٪ آرد دال عدس، T7: کیک بدون گلوتن با ۱۰۰٪ آرد برنج، B: کیک شاهد حاوی آرد گندم.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش، توسط درصدهای مختلف آرد دال عدس و آرد برنج، کیک اسفنجی بدون گلوتن تولید گردید و خواص کیفی آن با کیک شاهد تهیه شده از آرد گندم، مقایسه شد. نتایج حاصل از خواص فیزیکوشیمیایی کیک‌های اسفنجی تولیدی نشان داد، بالاترین میزان پروتئین، حجم مخصوص، رطوبت و کپک مربوط به تیمار حاوی ۱۰۰٪ آرد دال عدس بوده است. همچنین بالاترین میزان

سفتی و pH در نمونه حاوی ۱۰۰٪ آرد برنج مشاهده شد. نتایج حاصل از ارزیابی خواص حسی کیک‌های اسفنجی تولیدی حاکی از آن است که با افزایش میزان آرد برنج در فرمولاسیون تیمارها، امتیاز طعم و مزه افزایش یافت. در مجموع، از فرمولاسیون‌های حاوی آرد دال عدس و برنج، می‌توان کیک اسفنجی فاقد گلوتن با ویژگی‌های کیفی مطلوب‌تر و نزدیک‌تر به نمونه شاهد تولید نمود و به سایر تولیدکنندگان پیشنهاد داد.

منابع

۱. ابراهیم‌پور، ن.، پیغمبردوست، ه.، آزادمرد دمیرچی، ص. و قنبرزاده، ب. ۱۳۸۹. تأثیر افزودن پکتین، گوار و کاراگینان بر روی ویژگی‌های کیفی نان حجیم بدون گلوتن. پژوهش‌های صنایع غذایی، دوره ۲۰، شماره ۲، ۸۵-۹۸.

۲. اکبری، م.ر.، محمدخانی، ع.، فخری، ح.، زاهدی، م.ج.، شهبازخانی، ب.، نورانی، م. و همکاران. ۲۰۰۶. غربالگری جمعیت بالغ در ایران برای بیماری سلیاک: مقایسه آنتی بادی ترگلوتامیناز بافت و آنتی بادی ضد آندومیسیل. *گوارش و کبد*، دوره ۱۸، شماره ۱۱، ۱۱۸۶-۱۱۸۱.
۳. بهرامی مقصودبکی، ف. ۱۳۹۴. اثر افزودن گلوتن فعال و آنزیم همی سلولز بر ویژگی های کیفی و تغذیه ای کیک غنی شده با عدس جوانه زده. *پایان نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان).
۴. برقی، م.، بقایی، ه. و معتمدی، ا. ۱۳۹۴. جایگزینی آرد دانه نخود و عدس در فرمولسیون کوکتل مرغ و بررسی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی محصول. *پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی*. دوره ۴، شماره ۴، ۳۱۵-۳۲۴.
۵. نادعلی، ن.، خسروشاهی اصل، ا. و زمردی، ش. ۱۳۹۴. تأثیر آرد عدس قرمز و کنسانتره انگور قرمز بر زنده مانی بیفیدوباکتریوم بیفیدوم و خواص کیفی ماست قالبی. *پژوهش های صنایع غذایی*، دوره ۲۵، شماره ۱، ۱۳-۱.
۶. نقی پور، ف.، کریمی، م.، حبیبی نجفی، م. ب.، حداد خداپرست، م. ح.، شیخ الاسلامی، ز.، قیافه داوودی، م. و صحرائیان، ب. ۱۳۹۲. بررسی امکان تولید کیک بدون گلوتن با استفاده از آرد سورگوم و صمغ های گوار و گزانتان. *علوم و صنایع غذایی*، دوره ۴۱، شماره ۱۰، ۱۳۹-۱۲۷.
۷. رستمیان، م.، میالنی، ج. و عطای صالحی، ا. ۱۳۹۱. استفاده از ترکیب آرد ذرت و نخود در تهیه نان فاقد گلوتن. *پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی*، دوره ۱، شماره ۲، ۱۲۸-۱۱۷.
۸. شمس، ق.، آذرباد، ح.، رفیعی طارمی، ب. و رجبزاده، ن. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر افزودن حبوبات و لستین بر روی خواص رئولوژی خمیر و ارزش غذایی و کیفیت ارگانولپتیک نان حاصل. *نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران*، دوره ۳۶، شماره ۱، ۱۳۲-۱۲۳.
۹. موحد، س.، معصومی خواه، ز. و زرگری، ک. ۱۳۹۰. تأثیر افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی بر خواص رئولوژیکی و حسی ماکارونی. *علوم غذایی و تغذیه*، دوره ۸، شماره ۴، ۲۳-۳۲.
۱۰. وثوقی پور، ز.، جمالیان، ج.، فرانکی، آ.، مصباحی، ج. و مجذوبی، م. ۱۳۹۴. برخی از خواص فیزیکوشیمیایی کیک بدون گلوتن غنی شده با پودر تفاله هویج. *پایان نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه شیراز.
۱۱. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۱. اندازه رطوبت. استاندارد ملی شماره ۲۷۰۴.
۱۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۷. pH اندازه گیری شده. استاندارد ملی شماره ۳۷.
۱۳. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۳. اندازه گیری نیتروژن و محاسبه مقدار پروتئین خام. استاندارد ملی شماره ۱۹۰۵۲.
۱۴. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۵. کیک - ویژگی ها و روش های آزمایش. استاندارد ملی شماره ۲۵۵۳.

۱۵. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۷. روش جامع برای شمارش کپک و مخمر. استاندارد ملی شماره ۱۰۸۹۹.

16. AACC. 2000. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*, 10th Ed. Method 10-05.01 for cake volume. AACC Publishing, Saint Paul, 1200 p.
17. Elke, K.A. and Dal Bello, F. 2008. The gluten-free cereal products and beverage. *Elsevier*, 1-40.
18. Gambus, H., Nowotna, A., Ziobro, R., Gumul, D. and Sikora, M. 2001. The effect of use of guar gum with pectin mixture in gluten-free bread. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Series of Food Science and Technology*, 4, 2.
19. Gelinas, P. and Gullet, M. 1999. Relative effects of ingredients on cake staling based on an accelerated shelf life test. *Food Science*, 64, 937-994
20. Kalinga, D. and Mishra, V.K. 2009. Rheological and physical properties of low fat cakes produced by addition of cereal – Glucan concentrates. *Food Processing and Preservation*, 33, 384-400.
21. Kadan, R.S., Robinson, M.G., Thibodeux, D.P. and Pepperman, A. 2001. Texture and other physiochemical properties of whole rice bread. *Food Science*, 66, 940-944.
22. Kemp, S.E., Hollowood, T. and Hort, J. 2009. *Sensory Evaluation: A practical handbook*. Wiley-Blackwell Publication, West Sussex.
23. Roy, F., Boye, J.I. and Simpson, B.K. 2010. Bioactive proteins and peptides in pulse crops: pea, chickpea and lentil. *Food Research International*, 143, 432-442.
24. Turabi, E., Sumnu, G. and Sahin, S. 2008. Rheological properties and quality of rice cake formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*, 22, 305-312.

Gluten-free sponge cake production using blend of lentil flour and rice flour according to the physical and sensory properties

E.Haji Gholi¹, *M.R. Eshaghi¹, L. Nateghi¹

¹ Department of Food Science and Technology, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

Received: 5-8-2017; Accepted: 12-9-2017

Abstract

Celiac disease is an autoimmune disease which caused by gastrointestinal digestion of gluten proteins and the only way to treat it is using a gluten-free diet. So the production of food without gluten with acceptable quality for these patients is of particular importance. The objective of this study was to produce gluten-free sponge cake by using a mixture of lentil flour and rice flour. In this study, each of lentil flour and rice flour in five levels of 0, 20, 50, 80, 60 and 100 percent, were used separately and combined in gluten-free cake formulation. Parameters of samples including moisture, pH, texture, specific volume, color, mold and yeast on 1 and 7 and 14 d were measured. According to the results, by increasing lentil flour in the formulations moisture content, specific volume and protein content was increased. By increasing rice flour the pH and firmness of the sponge cakes were increased. The sensory evaluation showed that among sponge cakes without gluten sample containing 50% lentil flour and 50% rice flour had higher quality features and was selected as the superior treatment after the control.

Keywords: Celiac, Lentil flour, Gluten-free, Rice flour, Sponge cake