بررسی تغییرات خصوصیات بافتی، تصویری و حسی کیک بدون گلوتن کم چرب

فریبا نقی‌پور[۱*]، فریده طباطبایی یزدی[۲]، مهدی کریمی[۳]، سید علی مرتضوی[۲]

۱- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۸/۰۹ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۹/۱۰)

چکیده

پزشکان حذف مقادیر بالای روغن و چربی را از رژیم غذایی افراد توصیه نموده‌اند. رعایت این امر در خصوص افراد مبتلا به سیلیاک که پرزهای روده این بیماران در اثر حساسیت به پروتئین گلوتن به‌صورت صاف درآمده است، از اهمیت به‌سزایی برخوردار می‌باشد. از این‌رو هدف از انجام این پژوهش بررسی امکان جایگزینی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون کیک بدون گلوتن با فیبر رژیمی بتاگلوکان مستخرج شده از دانه سورگوم (فاقد گلوتن) بود. از سوی دیگر تعدیل میزان روغن در نمونه‌های کیک سبب بروز تغییرات متعددی در خصوصیات بافتی، تصویری و حسی محصول نهایی گردید که این تغییرات در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با نمونه شاهد مورد مقایسه قرار گرفتند ($P\leq ۰/۰۵$). نتایج آزمون بافت گویای آن بود که کم‌ترین میزان سفتی در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت متعلق به نمونه‌ای می‌باشد که در آن ۵۰ درصد روغن با بتاگلوکان جایگزین شده بود. از سوی دیگر تمام نمونه‌های حاوی بتاگلوکان دارای بافت نرم‌تری نسبت به این نمونه شاهد در بازه زمانی یک هفته پس از پخت بودند. هم‌چنین بر اساس نتایج ارزیابی خصوصیات تصویری (مغز و پوسته) و ویژگی‌های حسی نمونه‌های کیک مشخص گردید که نمونه کم‌چرب حاوی ۰/۰۵ درصد بتاگلوکان دارای بیش‌ترین میزان مؤلفه رنگی L^* پوسته، پوکی و تخلخل، بالاترین امتیاز حسی به لحاظ فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن، مزه و بو و پذیرش‌کلی بود. از این‌رو می‌توان بتاگلوکان را یک مقلد مناسب چربی در تولید کیک فاقد گلوتن با خصوصیات کمی و کیفی قابل قبول، برشمرد.

کلید واژگان: بتاگلوکان، بافت، خصوصیات حسی، پردازش تصویر، کیک بدون گلوتن.

*مسئول مکاتبات: faribanaghipour@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۱- مقدمه

سیلیاک بیماری مزمنی است که در اثر دریافت جزء گلیادینی گلوتن موجود در دانه گندم و پرولامین چاودار (سکالین[1])، جو (هوردئین[2]) و احتمالاً یولاف (آویدین[3]) که دارای ترکیب آمینواسیدی مشابه گلیادین می‌باشند، حاصل شده و یکی از رایج‌ترین حساسیت‌های غذایی محسوب می‌گردد [۱]. از سوی دیگر در این بیماری، بدن به پرزهای روده کوچک حمله می‌کند و آن را به صورت پهن و مسطح در می‌آورد [۲]. از این‌رو این افراد در جذب بسیاری از مواد غذایی دچار اختلالات گوارشی می‌باشند و پزشکان متخصص حذف مقادیر بالای روغن و چربی را از رژیم غذایی این افراد توصیه نموده‌اند. این در حالی است که روغن‌ها دارای نقش‌های زیادی در مواد غذایی می‌باشند. در محصولی نظیر کیک که به وفور در سبد غذایی تمامی افراد جامعه یافت می‌گردد و روغن (با استثنای کیک اسفنجی) از جمله ترکیبات اصلی آن می‌باشد، تردکنندگی، کرم‌کنندگی، ایجاد لایه و پایدارکنندگی امولسیون را می‌توان به حضور روغن‌ها و چربی‌ها نسبت داد. چربی‌ها و روغن‌ها با پروتئین‌های آرد به ویژه گلوتن وارد عمل شده و از تشکیل شبکه گلوتنی سفت ممانعت به عمل می‌آورند و در نتیجه باعث ترد شدن محصول می‌شوند. چربی به صورت لایه‌هایی در بافت خمیر قرار گرفته و باعث تضعیف ساختار گلوتنی خمیر شده و آن را ترد می‌کند[۳]. از این‌رو تولید محصولی که بتواند با حضور موادی به‌عنوان جایگزین چربی تمامی خصوصیات نوع پرچرب را داشته باشد، تولیدکنندگان مواد غذایی را دچار چالش کرده است. بتاگلوکان یکی از این ترکیبات می‌باشد که قابلیت تقلید خصوصیات روغن‌ها را در مدل‌های غذایی دارد.

بتاگلوکان پلی‌مری از واحدهای گلوکز است که به وسیله اتصالات بتا (۱←۳) (۱←٤) به هم متصل شده‌اند. با توجه به اینکه اتصالات نوع بتا توسط آنزیم‌های موجود در دستگاه گوارش انسان هضم نمی‌شوند، از این‌رو بتاگلوکان در ردیف فیبرهای رژیمی محلول در آب طبقه‌بندی می‌شود [٤].

در برخی از منابع بتاگلوکان را به‌دلیل ویژگی‌های رفتار جریان دیسپرسیون آن در فاز آبی به‌عنوان یک هیدروکلوئید مطرح می‌کنند [٥، ٦ و ۷]. علاوه بر این اغلب هیدروکلوئیدها می‌توانند به‌عنوان پایدارکننده امولسیون‌های روغن در آب (خمیر کیک) عمل کنند اما تعداد اندکی از آن‌ها نقش امولسیفایری دارند [۸]. بتاگلوکان یک امولسیفایر واقعی نیست بلکه می‌تواند با افزایش گرانروی فاز آبی محلول‌های دیسپرسیون از به‌هم پیوستن قطرات روغن جلوگیری نموده و باعث پایدار شدن سیستم‌های امولسیونی شود [۹].

از سوی دیگر رنگ و خصوصیات تصویری، ویژگی‌های بافتی و حسی از جمله ویژگی‌هایی می‌باشد که با تغییرات اندک در فرمولاسیون مواد غذایی (نظیر کاهش و تعدیل میزان روغن)، دستخوش تغییرات قابل ملاحظه‌ای می‌گردد و گاهی اوقات این تغییرات تا حدی غیر قابل قبول است که ماده غذایی را از سبد خرید مصرف‌کنندگان خارج می‌سازد. از این‌رو هدف از انجام این تحقیق بررسی تغییرات ایجاد شده در خصوصیات بافتی، تصویری و حسی کیک برنجی بدون گلوتن در اثر جایگزینی بخشی از روغن موجود در فرمولاسیون آن با بتاگلوکان استخراج شده از سورگوم (غله فاقد گلوتن) بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد برنج با ۱۰/۱ درصد رطوبت، ۰/۳۲ درصد خاکستر، ۸۱ درصد نشاسته، ۷/۲۵ درصد پروتئین و صفر درصد گلوتن از بازار محلی تهیه شد. بدین منظور، آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات یکجا تهیه و در سردخانه نگهداری گردید. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل شکر، روغن نباتی مایع (لادن، مازندران) و بیکینگ پودر از یک فروشگاه عرضه کننده مواد اولیه قنادی خریداری و تخم‌مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید روزانه کیک‌ها تهیه و در یخچال نگهداری شد. شربت اینورت نیز مطابق با دستورالعمل موجود در استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۵۳ تهیه گردید. صمغ گوار با نام تجاری MEYPROtm GUAR (E412)، صمغ گزانتان با نام تجاری RHODIGELTM (XANTHAN) GUM (E415) و وانیل با نام تجاری RHOVANILLA از شرکت رودیا (فرانسه) خریداری و بتاگلوکان سورگوم از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه شد.

1. Secalin
2. Hordein
3. Avidin

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه خمیر و تولید کیک بدون گلوتن

خمیر کیک حاوی ۱۰۰ درصد آرد برنج، ۲۵ درصد پودر شکر، ۳۶ درصد روغن، ۳۶ درصد تخم مرغ، ۱۲ درصد شربت اینورت، ۲ درصد بیکینگ پودر، ۰/۲ درصد وانیل، ۰/۶ درصد صمغ گوار، ۰/۳ درصد صمغ گزانتان و آب (۸۰-۵۰ درصد) بود [۱۰]. در ابتدا به منظور تهیه خمیر کیک، روغن، پودر شکر و تخم‌مرغ با استفاده از یک همزن برقی (Electra EK-230M، ژاپن) با سرعت ۱۲۸ دور در دقیقه و در مدت زمان ۶ دقیقه مخلوط شدند تا یک کرم حاوی حباب‌های هوا ایجاد گردد. سپس آب و شربت اینورت به این کرم اضافه شد و عمل همزدن به مدت ٤ دقیقه ادامه یافت. در مرحله بعد بیکینگ پودر و وانیل به آرد سورگوم اضافه گردید و مخلوط حاصل به‌صورت تدریجی به کرم افزوده شد. در ادامه صمغ گوار به میزان ۰/۶ درصد و صمغ گزانتان به میزان ۰/۳ درصد به مخلوط اضافه گردید. در نهایت با استفاده از یک قیف پارچه‌ای ۵۵ گرم از خمیر تهیه شده، درون کاغذهای مخصوص کیک که درون قالب‌ها قرار گرفته بودند، ریخته شد. سپس عمل پخت در فر آزمایشگاهی گردان با هوای داغ (Zuccihelli Forni، ایتالیا) در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت زمان ۲۰ دقیقه انجام گردید. پس از سرد شدن، هر یک از نمونه‌ها در کیسه‌های پلی اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند [۱۱ و ۱۲]. لازم به ذکر است که نمونه شاهد فاقد بتاگلوکان سورگوم و ۳۶ درصد روغن بود که با سایر نمونه‌ها (نمونه حاوی۲۷ درصد روغن، ۰/۲۵ درصد بتاگلوکان و ۸/۷۵ درصد آب (مازاد از آب موجود در فرمولاسیون)، نمونه حاوی ۱۸ درصد روغن، ۰/۵ درصد بتاگلوکان و ۱۷/۵ درصد آب، نمونه حاوی ۹ درصد روغن، ۰/۷۵ درصد بتاگلوکان و ۲۶/۲۵ درصد آب و نمونه فاقد روغن، ۱ درصد بتاگلوکان و ۳۵ درصد آب) به لحاظ خصوصیات تکنولوژیکی و حسی با نمونه شاهد مقایسه شدند.

۲-۲-۲- آزمون‌های کمی و کیفی کیک روغنی بدون گلوتن

۲-۲-۲-۱- ارزیابی خصوصیات بافتی

ارزیابی بافت کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج QTS مدل CNS Farnell, UK ساخت کشور انگلستان و براساس روش روندا (Ronda) و همکاران (۲۰۱۱) انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب با انتهای استوانه‌ای (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۶۰ میلی‌متر در دقیقه از مرکز کیک، به‌عنوان شاخص سفتی[4] محاسبه گردید. نقطه شروع[5] و نقطه هدف[6] به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۲۵ میلی‌متر بود [۱۳].

۲-۲-۲-۲- ارزیابی خصوصیات تصویری

- تخلخل

به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از مغز کیک تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری شد. تصویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار Image J[7] (ساخت مؤسسه ملی بهداشت[8]، ایالات متحده آمریکا) قرار گرفت. با فعال کردن قسمت ۸ بیت[9]، تصاویر سطح خاکستری[10] ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی[11]، قسمت دودویی نرم‌افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است. که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به‌عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها برآورد می‌شود. بدیهی است که هرچقدر این نسبت بیشتر باشد بدین معناست که میزان حفرات موجود در بافت کیک (میزان تخلخل) بیشتر است. در عمل با فعال کردن قسمت Analysis نرم‌افزار، این نسبت محاسبه و درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [۱٤].

- رنگ

آنالیز رنگ پوسته کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از طریق تعیین سه شاخص L*، a* و b* صورت پذیرفت. شاخص L* معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است.

4. Hardness
5. Trigger Point
6. Target Value
7. Image Processing and Analysis in Java
8. National Institutes of Health
9. Bit
10. Gray level images
11. Binary Images

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

شاخص *a میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص *b میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می‌باشد. جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها ابتدا برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از کیک تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد [۱۵].

- ارزیابی خصوصیات حسی

آزمون حسی با استفاده از روش پیشنهادی رجب‌زاده (۱۹۹۱) انجام شد [۱٦]. بدین منظور ۱۰ داور از بین افراد آموزش دیده مطابق با آزمون مثلثی و روش گاسولا (Gacula) و سینگ (Singh) (۱۹۸٤) انتخاب گردیدند[۱۷] و سپس خصوصیات حسی کیک از نظر فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، خصوصیات سطح پائینی، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو، طعم و مزه که به‌ترتیب دارای ضریب رتبه ٤، ۲، ۱، ۲، ۲، ۳ و ۳ بودند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. با داشتن این معلومات، پذیرش‌کلی با استفاده از رابطه ۲-۱ محاسبه گردید.

رابطه ۲-۱

$$Q=\frac{\sum (P \times G)}{\sum P}$$

Q= پذیرش‌کلی P= ضریب رتبه صفات و G= ضریب ارزیابی صفات.

۲-۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بدست آمده از اثر جایگزینی روغن با بتاگلوکان سورگوم بر خصوصیات بافتی، تصویری و حسی کیک روغنی بدون گلوتن در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار Mstat-c نسخه ۱/٤۲ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. بدین ترتیب میانگین سه تکرار با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ($P<0.05$) مقایسه گردید و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات بافتی

در شکل ۱ تأثیر افزودن بتاگلوکان به‌عنوان مقلد چربی بر میزان سفتی بافت کیک بدون گلوتن کم‌چرب در طی بازه زمانی دو ساعت و یک هفته پس از پخت نشان داده شده است. براساس نتایج بدست آمده از این بخش نمونه‌ای که در آن ۵۰ درصد جایگزینی چربی صورت گرفته و شامل ۰/۵ درصد بتاگلوکان بود، به‌طور معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) دارای کم‌ترین میزان سفتی بافت در بین سایر نمونه‌های تولیدی در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت بود. این در حالی بود که در همین بازه زمانی بیش‌ترین میزان سفتی بافت در نمونه ۱۰۰ درصد جایگزینی با این فیبر رژیمی مشاهده شد. علاوه بر این نتایج ارزیابی بافت در بازه زمانی یک هفته پس از پخت به وضوح نشان داد که نمونه حاوی ۱ درصد بتاگلوکان (نمونه‌ای که در آن ۱۰۰ درصد روغن با بتاگلوکان جایگزین شده بود) و نمونه شاهد دارای بیش‌ترین سفتی بافت و نمونه حاوی ۰/۵ درصد بتاگلوکان دارای کم‌ترین میزان سفتی بافت در بین نمونه‌های تولیدی بودند. به‌طور کل روغن به دلیل دارا بودن خاصیت امولسیون‌کنندگی به‌راحتی در خمیر پخش شده و بر ویژگی‌های محصول از جمله بافت اثر خوبی به‌جا می‌گذارد و ضمن بهبود ساختار مغز محصولات نانوایی تا حدود زیادی از بیاتی محصول تولیدی با ممانعت از خروج رطوبت به‌خصوص در طی مدت زمان نگهداری جلوگیری به عمل می‌آورد. بنابراین با حذف و یا جایگزینی بخشی از روغن موجود در محصولات صنایع پخت با سایر ترکیبات باید در نظر گرفت که صرفاً هدف تولید یک محصول رژیمی نیست بلکه بافت آن محصول جهت پذیرش از جانب مصرف‌کننده به لحاظ میزان سفتی بسیار حائز اهمیت است. در اینجا به نظر می‌رسد بتاگلوکان به‌خصوص در سطوح مصرفی ۰/۵ و ۰/۲۵ درصد توانسته این امر را محقق سازد زیرا در هر دو بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت این دو نمونه از میزان سفتی کمتری نسبت به سایر نمونه‌ها برخوردار بودند. اما همان‌گونه که مشهود است افزایش میزان سفتی بافت در نمونه‌های حاوی بتاگلوکان با گذشت زمان یک هفته بسیار کمتر از نمونه شاهد بود به گونه‌ای که حتی نمونه حاوی ۰/۷۵ درصد بتاگوکان که در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت بافت سفت‌تری نسبت

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

به نمونه شاهد داشت، دارای بافت نرم‌تری نسبت به این نمونه (شاهد) در بازه زمانی یک هفته پس از پخت بود. این امر تحت تأثیر میزان رطوبت بیشتر نمونه‌های حاوی بتاگلوکان نسبت به نمونه شاهد می‌باشد.

به احتمال زیاد علت اصلی بیاتی محصولات بدون گلوتن کاهش رطوبت و مهاجرت آسان‌تر آن از مغز به پوسته که در نتیجه عدم حضور گلوتن است، می‌باشد و عوامل نگهدارنده و افزایش‌دهنده رطوبت در محصول تولیدی می‌تواند اثر قابل توجهی در به تأخیر انداختن بیاتی داشته باشد. در راستای مصرف بتاگلوکان به عنوان جایگزین چربی و اثر آن بر سفتی بافت کیک بدون گلوتن مطالعه‌ای صورت نگرفته است اما تحقیقات چندی در زمینه مصرف این فیبر رژیمی (بتاگلوکان) به عنوان بخشی یا تمام روغن مصرفی در سایر مواد غذایی و هم‌چنین کاربرد انواع فیبر در محصولات نانوایی موجود است. ساهانا (Sahana) و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر بتاگلوکان را به‌عنوان یک منبع فیبری و جایگزین چربی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حسی ماست فاقد چربی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این محققین نشان داد با افزودن بتاگلوکان جهت جایگزینی با۵۰ درصد از چربی فرمولاسیون (چربی موجود در شیر) میزان ویسکوزیته افزوده و از میزان آب‌اندازی نمونه‌های حاوی بتاگلوکان نسبت به نمونه فاقد آن کاسته شد و بافت محصول سفت‌تر و دلمه تشکیل شده مستحکم‌تر شد که این امر در محصولات لبنی بر خلاف محصولات نانوایی مطلوب تلقی شد البته همین نمونه با وجود بافت سفت‌تر از رطوبت بالاتری برخوردار بود [۱۸]. علاوه بر این بلوریان و همکاران (۱۳۸۵) به بررسی اثر سطوح متفاوت پودر هسته خرما به عنوان یک منبع فیبری بر ویژگی‌های عمل‌کنندگی و حسی نان لواش پرداختند. براساس نتایج این پژوهشگران مشخص گردید که با افزایش میزان پودر هسته خرما در فرمولاسیون نان بر میزان رطوبت به صورت خطی افزوده شد و بافت نمونه‌های تولیدی نسبت به نمونه شاهد (فاقد پودر هسته خرما) بهبود یافت. به احتمال زیاد علت این امر تحت تأثیر توانایی ترکیبات فیبری نظیر پودر هسته خرما (به دلیل داشتن گروه‌های هیدروکسیل و قابلیت برهمکنش با مولکول‌های آب) در ممانعت از انتقال سریع رطوبت از مغز به پوسته (از درون به سطح نان) و خروج آن از بافت محصول در حین فرآیند پخت و خشک و شکننده شدن سطح محصول تولیدی بوده است [۱۹]. نتایج پژوهش پیش‌رو نیز گواهی بر این امرست. از سوی دیگر غفران (Ghufran) و همکاران (۲۰۰۹) نیز با بررسی اثر افزودن سبوس برنج به‌عنوان منبه فیبری در سطوح ۲ تا ۲۰ درصد به فرمولاسیون نان به این نتیجه دست یافتند که استفاده از سبوس برنج در مقدار کمتر از ۱۵ درصد سبب کاهش میزان سفتی بافت محصول نهایی شد. این در حالی بود که کاربرد ۱۰ درصد سبوس برنج در فرمولاسیون نان، نمونه بهتری را به لحاظ بافت ایجاد نمود. هم‌چنین بیان کردند که سطوح بالای فیبر خود عاملی بر افزایش سفتی بافت بود [۲۰].

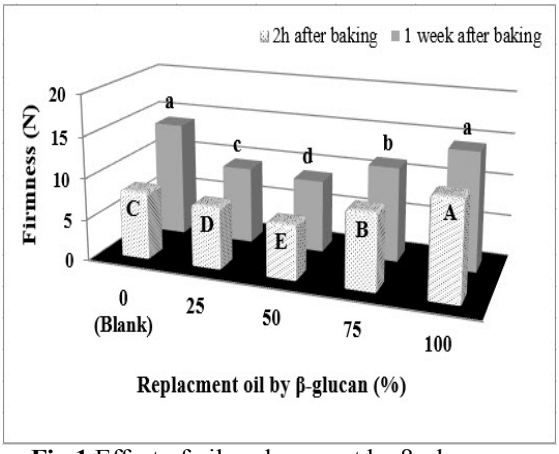

Fig 1 Effect of oil replacement by β-glucan on firmness of low fat gluten free cakes during 2h and one week after baking
(Different letters in each time are significantly different (P<0.05))

۳-۲- خصوصیات تصویری

۳-۲-۱- تخلخل

نتایج تأثیر سطوح مختلف جایگزینی روغن با بتاگلوکان سورگوم بر میزان تخلخل کیک بدون گلوتن کم‌چرب در شکل ۲ ملاحظه می‌گردد. همان‌گونه که اشاره گردید به‌منظور ارزیابی میزان تخلخل تصاویر دودویی از بافت داخلی نمونه‌های کیک به‌کمک تکنیک پردازش تصویر تهیه گردید (شکل ۳) و نسبت نقاط نقاط روشن به تاریک به‌عنوان تخلخل گزارش گردید. نتایج بدست آمده از ارزیابی تخلخل نمونه‌های تولیدی به وضوح نشان داد که با افزایش میزان بتاگلوکان تا سطح ۰/۵ درصد در فرمولاسیون کیک برنجی بدون گلوتن، میزان تخلخل بافت نمونه‌های تولیدی دارای روندی صعودی و پس از آن تا رسیدن به سطح ۱ درصد بتاگلوکان روند نزولی بود که در نهایت بالاترین میزان تخلخل در بین تمام نمونه‌های تولیدی در نمونه حاوی ۰/۵ درصد فیبر رژیمی بتاگلوکان مشاهده شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

البته لازم به ذکر است که نمونه حاوی ۰/۷۵ بتاگلوکان و نمونه حاوی ۱ درصد از این ترکیب جایگزین چربی در فرمولاسیون اولیه کیک برنجی (نمونه فاقد روغن و حاوی ۳۵ درصد آب و ۱ درصد بتاگلوکان) به‌طور معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای میزان تخلخل کمتری نسبت به نمونه شاهد بودند. به‌طور کل میزان تخلخل مغز بافت محصولات صنایع پخت تحت تأثیر تعداد حفرات موجود در مغز بافت و هم‌چنین نحوه توزیع و پخش این حفرات می‌باشد، که هرچه تعداد حفرات و سلول‌های گازی بیشتر باشد و توزیع و پخش آن‌ها یکنواخت‌تر صورت گرفته باشد، میزان تخلخل محصول نهایی بیشتر خواهد بود. از این‌رو براساس نتایج حاصله از این تحقیق بر می‌آید که تا ۵۰ درصد جایگزینی روغن با بتاگلوکان قابلیت بهبود تخلخل محصول تولیدی را داشت که به نظر می‌رسد این امر تحت تأثیر بهبود بافت و شبکه نگهدارنده حباب‌های هوا به دلیل خاصیت تشکیل ژل فیبر رژیمی بتاگلوکان باشد. اما به احتمال زیاد کاهش میزان تخلخل بافت در سطوح مصرفی ۰/۷۵ و ۱/۰ درصد بتاگلوکان به دلیل افزایش بیش از حد ویسکوزیته و تشکیل ژل بود که در نتیجه آن بافت خمیر کیک جهت پذیرش بخشی از حباب‌های هوای ورودی در طی فرآیند به‌همزدن و هم‌چنین پخش یکنواخت آن دچار اختلال شده و به موجب آن میزان تخلخل محصول نهایی کاهش یافته است.

ذکر این نکته ضروری است که توزیع حباب‌های هوا و پخش یکنواخت ذرات ریز هوا در ایجاد بافتی پوک مؤثر خواهد بود. اما در نمونه حاوی ۱/۰ درصد بتاگلوکان از میزان تخلخل کاسته شد. با بررسی بافت داخلی این نمونه (شکل ٤) حباب‌های بزرگ هوا که اصطلاحاً به پدیده تونلینگ[12] معروفند، مشاهده گردید. این امر بدان علت است که با افزودن میزان ۱/۰ درصد بتاگلوکان، ژل به‌هم پیوسته و متراکم در خمیر کیک ایجاد شد که مقادیر بالایی از آب اطراف آن را احاطه نموده بود. در نتیجه خمیر تولیدی، پتانسیل پخش یکنواخت هوای وردی را نداشت و حباب‌های درشت و ناموزون در بافت آن مشاهده گردید که سبب کاهش میزان تخلخل محصول نهایی شد.

به‌طور کلی تونلینگ به ایجاد حفره‌هایی که معمولاً در قسمت مرکزی کیک پیشروی می‌کنند، اتلاق می‌شود که اساساً در اثر شکل‌گیری کیسه‌های بزرگی از بخار هوا است که قابلیت پخش در بافت محصول به دلایل متعدد نظیر فرمولاسیون و شرایط تهیه و پخت، نداشته‌اند [۲۱]. در همین راستا توماس (Thomas) و همکاران (۱۹٦٦) اذعان داشتند که یکی از دلایل مهم برای بروز پدیده تونینگ می‌تواند از شروع زود هنگام پدیده ژلاتینه شده نشاسته باشد [۲۲].

در این راستا زاوه‌زاد و همکاران (۱۳۹۳) که در مطالعه خود از آرد کامل دانه خربزه (مغز و پوسته) به عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون کیک روغنی استفاده نمودند به نتایج مشابهی دست یافتند. این محققین اذعان داشتند ترکیبات فیبری (نظیر پوسته دانه خربزه) در سطوح بالا اثر مثبت فرآیند هوادهی را از طریق افزایش بیش از اندازه قوام مختل می‌کند و به همین دلیل تخلخل کیک کم‌چرب تولیدی و حجم آن کاهش یافت [۲۳].

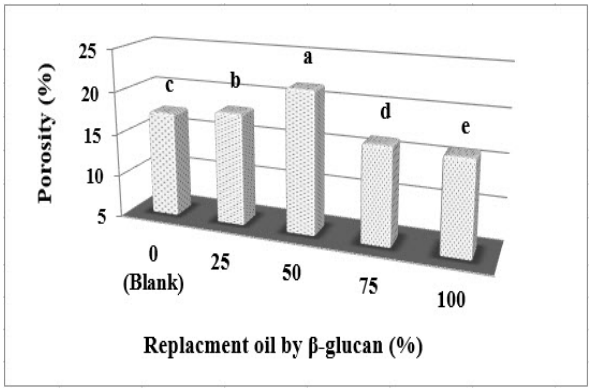

Fig 2 Effect of oil replacement by β-glucan on porosity of low fat gluten free cakes (Different letters are significantly different (P<0.05))

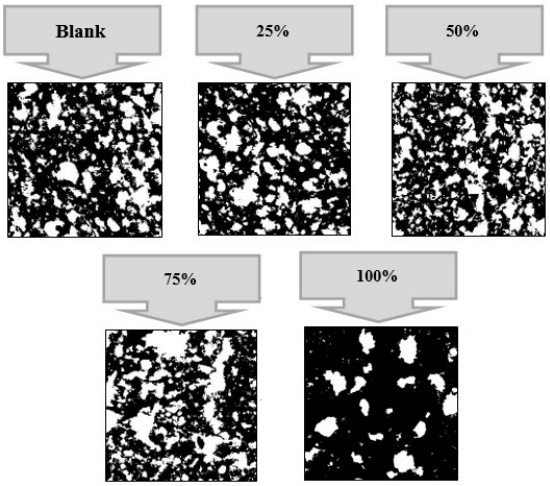

Fig 3 Binary images of low fat gluten free cakes

12. Tunneling

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

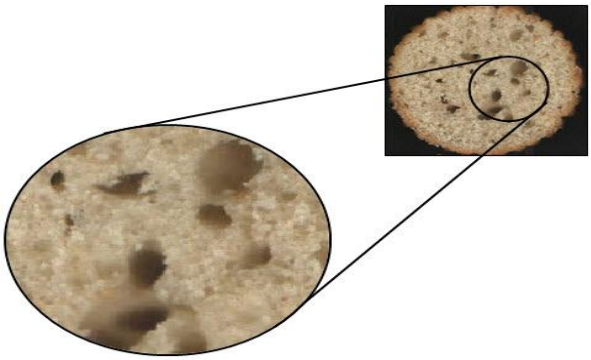

Fig 4 Tunneling in sample containing 1% β-glucan

۳-۲-۲- رنگ

نتایج تأثیر سطوح مختلف جایگزینی روغن با بتاگلوکان سورگوم بر میزان مؤلفه‌های رنگی پوسته کیک بدون گلوتن کم‌چرب در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد. نتایج بدست آمده از مؤلفه‌های رنگی پوسته کیک برنجی بدون گلوتن به وضوح نشان داد که تنها نمونه حاوی ۰/۵ درصد بتاگلوکان به‌طور معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد دارای میزان مؤلفه رنگی L* بیشتری نسبت به نمونه شاهد بود. این در حالی بود که بین میزان مؤلفه رنگی L* نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد بتاگلوکان و نمونه شاهد هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نشد و دو نمونه دیگر (نمونه حاوی ۰/۷۵ و ۱ درصد بتاگلوکان) دارای میزان مؤلفه رنگی L* کمتری نسبت به نمونه شاهد بودند. هم‌چنین براساس نتایج مشخص گردید که با افزایش میزان بتاگلوکان در فرمولاسیون اولیه کیک برنجی بدون گلوتن میزان مؤلفه رنگی a* پوسته نمونه‌های تولیدی نسبت به نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) افزایش یافت اما بین دو نمونه حاوی ۰/۷۵ و ۱ درصد بتاگلوکان هیچ‌گونه اختلاف قابل ملاحظه‌ای مشاهده نگردید و این دو نمونه مشترکاً دارای بیش‌ترین میزان مؤلفه رنگی a* پوسته در بین سایر نمونه‌های تولیدی بودند. علاوه بر این با افزایش جایگزینی روغن با بتاگلوکان (از سطح صفر تا ۱ درصد) از میزان مؤلفه رنگی b* کیک‌های برنجی بدون گلوتن به‌طور معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد کاسته شد به گونه‌ای که بیش‌ترین میزان مؤلفه رنگی b* در نمونه شاهد و کم‌ترین میزان آن در نمونه حاوی ۱ درصد بتاگلوکان (نمونه‌ای که در آن ۱۰۰ درصد جایگزینی روغن صورت گرفته بود) مشاهده گردید. به‌طور کل یکی از وظایف روغن در فرمولاسیون محصولات صنایع پخت ایجاد براقیت یا درخشندگی در سطح نمونه (پوسته) می‌باشد که با کاهش میزان روغن، چربی و یا شورتنینگ مصرفی در فرمولاسیون از میزان درخشندگی کاسته می‌شود حتی به گونه‌ای که ممکن است این محصول بازارپسندی خود را از دست دهد. از این‌رو این انتظار وجود داشت که با کاهش سطح روغن در فرمولاسیون کیک برنجی بدون گلوتن و جایگزین نمودن آن با بتاگلوکان از میزان مؤلفه رنگی L* رنگی کاسته شود اما در نمونه حاوی ۰/۵ درصد بتاگلوکان نه تنها کاهش این مؤلفه (L*) مشاهده نگردید و از میزان درخشندگی نمونه کاسته نشد، بلکه بر میزان مؤلفه رنگی L* پوسته این نمونه (نمونه حاوی ۰/۵ درصد بتاگلوکان) به‌طور چشمگیری افزوده شد. در اینجا به نظر می‌رسد که بتاگوکان در سطح ۰/۵ درصد نه تنها توانسته جایگزین مناسبی برای ۵۰ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون باشد بلکه به احتمال زیاد با نگهداری و حفظ بیشتر رطوبت در محصول نسبت به نمونه شاهد، سطحی هموار و صاف در پوسته این نمونه (نمونه حاوی ۰/۵ درصد بتاگلوکان) ایجاد نموده که به موجب آن انعکاس نور از سطح محصول تولیدی نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته و میزان مؤلفه رنگی L* بیشتری مشاهده گردیده است (شکل ۵).

Fig 5 Low fat gluten free cake containing 0.5% β-glucan

در این زمینه پورلیس (Purlis) و سالوادوری (Salvadori) (۲۰۰۹) بیان نمودند که تغییرات سطح پوسته، مسئول روشنایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به سطوح چین‌دار توانایی بیشتری در افزایش میزان مؤلفه رنگی L* پوسته دارد [۲٤]. بنابراین براساس گفته‌های این محققین ایجاد سطحی صاف در نمونه حاوی ۰/۵ درصد بتاگلوکان می‌تواند دلیل محکمی بر درخشندگی این نمونه نسبت به سایر نمونه‌ها باشد. از سوی دیگر لازم به ذکر است که در دو نمونه‌ای که ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد جایگزینی روغن با بتاگلوکان صورت گرفته است، کاهش روغن چنان زیاد بوده است که بتاگلوکان با

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

اثرات مثبت خود نتوانسته از کاهش میزان مؤلفه رنگی *L پوسته مانعت نماید. البته باید گفت که در همه موارد افزایش رطوبت منجر به ایجاد سطحی صاف نخواهد شد زیرا چنانچه رطوبت بیش از حد انتظار یک محصول (از محصولات صنایع آردبر) باشد خود منجر به ایجاد محصولی خمیری، چسبنده و نافرم می شود که این خود در عدم ایجاد سطحی هموار نقش خواهد داشت.

از سوی دیگر نتایج ارزیابی مؤلفه رنگی *a پوسته بیانگر افزایش میزان این مؤلفه رنگی پوسته با افزایش سطح بتاگلوکان در فرمولاسیون اولیه کیک برنجی بدون گلوتن بود. در ارتباط با این مسئله و نقش روغن ذکر این نکته ضروریست که چنان‌چه روغن بیش از حد نیاز به فرمولاسیون مواد غذایی منجمله محصولات نانوایی اضافه گردد، تا حدودی توانایی احاطه نمودن پروتئین موجود در فرمولاسیون را دارد و از این طریق می‌تواند از واکنش مایلارد که یکی از واکنش‌های مؤثره در ایجاد رنگ محصولات صنایع پخت است، جلوگیری به عمل آورد. از این‌رو هرچند که روغن حتی در سطوح بالا بر میزان مؤلفه رنگی *L پوسته نقش دارد ولی می‌تواند عاملی ممانعت کننده در ایجاد رنگ قرمزی محصولات نانوایی باشد. البته افزایش بیش از اندازه مؤلفه رنگی *a پوسته خود می‌تواند به لحاظ مصرف کننده حس سوختگی محصول را القا کند. بنابراین در پژوهش حاضر علت افزایش مؤلفه رنگی *a پوسته می‌تواند تحت تأثیر افزایش بیشتر واکنش مایلارد در طی زمان پخت باشد. هم‌چنین نتایج نشان دادکه کاهش مصرف روغن در فرمولاسیون (و جایگزینی آن با فیبر رژیمی بتاگلوکان) منجر به کاهش مؤلفه رنگی *b شد که به احتمال زیاد این امر تحت تأثیر رنگدانه‌های موجود در روغن بوده است.

در این زمینه گولارتا (Gularte) و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی جایگزینی ۲۰ درصد از آرد برنج با سبوس جو به‌عنوان یک منبع فیبری در کیک لایه‌ای بدون گلوتن به این نتیجه دست یافتند که کاربرد سبوس جو در این محصول ضمن کاهش میزان سفتی بافت و افزایش حجم سبب افزایش درخشندگی و براقیت (مؤلفه رنگی *L) رنگ پوسته و مغز کیک لایه‌ای بدون گلوتن گردید [۲۵]. هم‌چنین سابانیز (Sabanis) و همکاران (۲۰۰۹) اثر چند نوع فیبر رژیمی (سبوس گندم، ذرت و جو) را بر خواص نان بدون گلوتن حاوی نشاسته ذرت، آرد برنج و صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که حضور سبوس جو و ذرت در نان بدون گلوتن اثر مثبتی بر رنگ محصول تولیدی با افزایش جذب بیشتر آب داشت [۲۶]. علاوه بر این توماس چاناس (Tomaschunas) و همکاران (۲۰۱۳) از اینولین و فیبر مرکبات به عنوان جایگزین چربی در سوسیس استفاده نمودند. این محققین اذعان داشتند که با این جایگزینی بر شدت رنگ سوسیس (مؤلفه رنگی *a) افزوده گردید و رنگ محصول تولیدی تیره‌تر شد [۲۷].

Table 1 Effect of oil replacement by β-glucan on color values of low fat gluten free cakes

β-glucan (%)	Color values (-)		
	L*	a*	b*
Blank	38.73±0.12[b]	1.43±0.12[d]	21.27±0.40[e]
0.25	37.87±0.32[b]	1.63±0.06[c]	20.67±0.15[d]
0.50	40.33±0.49[a]	2.03±0.06[b]	20.10±0.10[c]
0.75	32.30±0.60[c]	2.23±0.06[a]	19.20±0.26[b]
1.00	29.13±0.40[d]	2.30±0.10[a]	18.13±0.21[a]

(Different letters in each column are significantly different (P<0.05))

۳-۳- خصوصیات حسی

براساس نتایج ارزیابی خصوصیات حسی کیک‌های برنجی بدون گلوتن که در شکل ٦ آورده شده است، نمونه‌های که در آن ۲۵ و ۵۰ درصد روغن موجود ر فرمولاسیون با بتاگلوکان جایگزین شده بود، در بسیاری از خصوصیات حسی دارای امتیاز بالاتری نسبت به نمونه شاهد بودند. البته نمونه با ۵۰ درصد جایگزینی (حاوی ۰/۵ درصد بتاگلوکان) بالاترین امتیاز را در بین تمام نمونه‌های تولیدی به لحاظ فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن، مزه و بو و پذیرش‌کلی کسب نمود.

همان‌گونه که در بخش ارزیابی تخلخل نیز اشاره گردید، محصولات بدون گلوتن نظیر کیک برنجی تولیدی در این تحقیق فاقد گلوتن هستند و شبکه مناسبی جهت حفظ حباب‌های هوای موجود ندارند پس هر عاملی نظیر افزودن بتاگلوکان که بتواند در حفظ این حباب‌های هوا مثبت عمل نماید در بهبود پوکی و تخلخل مؤثر خواهد بود. از سوی دیگر در سطوح بالای ۰/۵ درصد از این ترکیب به‌علت جذب بیش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

از حد آب و سنگین شدن خمیر کیک، ضخامت دیواره اطراف سلول‌های هوا افزایش یافته که دمای فر قابلیت انبساط آن را نخواهد داشت و موجب تولید محصولی با بافت متراکم و فشرده، که نزد داوران چشایی از مقبولیت خوبی برخوردار نیست، می‌گردد.

هم‌چنین لازم به ذکر است که نمونه کیک‌های برنجی بدون گلوتن به لحاظ خصوصیات سطح پائینی با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد نداشتند و امتیاز عطر و مزه دو نمونه حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد بتاگلوکان با نمونه شاهد برابری داشت. حصول چنین نتیجه‌ای با توجه به نتایج بدست آمده از سایر بخش‌ها (بررسی خصوصیات تکنولوژیکی) دور از انتظار نبود اما در مورد عطر و مزه شاید این انتظار از جانب پژوهشگران این تحقیق وجود داشت که داوران چشایی حداقل به نمونه حاوی ۰/۵ درصد بتاگلوکان امتیاز بیشتری را نسبت به نمونه شاهد دهند که چنین نتیجه‌ای حاصل نگردید. علت اینکه محققین این پژوهش توقع امتیاز بالاتری برای نمونه‌های حاوی بتاگلوکان داشتند این بود که چون در سنجش مؤلفه‌های رنگی به‌خصوص مؤلفه رنگی a* پوسته به این گمان رسیدند که علت افزایش این مؤلفه رنگی می‌تواند تحت تأثیر افزایش واکنش مایلارد باشد. بنابراین این انتظار ایجاد شد که همین واکنش به نوبه خود قادرست روی عطر و مزه محصولات نانوایی اثر مثبت بگذارد چون در واقع یکی از عوامل مؤثره در ایجاد عطر و مزه این دسته محصولات همین واکنش مایلارد (در کنار واکنش کاراملیزاسیون) است. اما چون چنین نتیجه‌ای از جانب ارزیابان حسی گزارش نگردید این موضوع مطرح گردید که حضور روغن در فرمولاسیون مواد غذایی جهت انتقال عطر و مزه و حتی ایجاد عطر و به‌خصوص مزه مطلوب برای مصرف‌کننده بسیار حائز اهمیت است که البته رجب‌زاده (۱۹۹۱) روغن موجود در محصولات صنایع پخت نظیر نان، کیک، کلوچه و غیره را عامل انتقال‌دهنده مواد آروماتیک و طعم‌دهنده دانسته است. اما چرا با کاهش روغن در دو نمونه حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد بتاگلوکان امتیاز عطر و مزه نسبت به نمونه شاهد تغییر نکرد که به نظر می‌رسد این رخداد تحت تأثیر دو عامل باشد یکی به دلیل واکنش مایلارد بیشتر در این دو نمونه و ایجاد مواد مولد عطر و مزه و دیگری بافت بهتر این نمونه‌ها است. در ایجاد طعم بهتر در ماده غذایی بافت محصول بسیار اهمیت دارد. در این زمینه مطالعات چندی صورت گرفته است. محققان معتقدند که درک شدت طعم و رهایش مواد طعم‌زا بستگی به نوع بافت محصول نهایی دارد [۲۸ و ۲۹]. به‌طور مثال در بافت‌هایی که انسجام، پیوستگی و سفتی مطلوبی دارند، درک میزان شدت شیرینی بهتر گزارش شده است [۳۰] که بلند (Boland) و همکاران (۲۰۰٤) علت این رخداد را برهمکنش‌های متفاوت بین مواد طعم‌زا و ساختار بافت بیان نمودند [۳۱]. بنابراین بهبود بافت را به‌خصوص در نمونه حاوی ۰/۵ درصد بتاگلوکان در حصول نتایج ارزیابی حسی نباید نادیده گرفت.

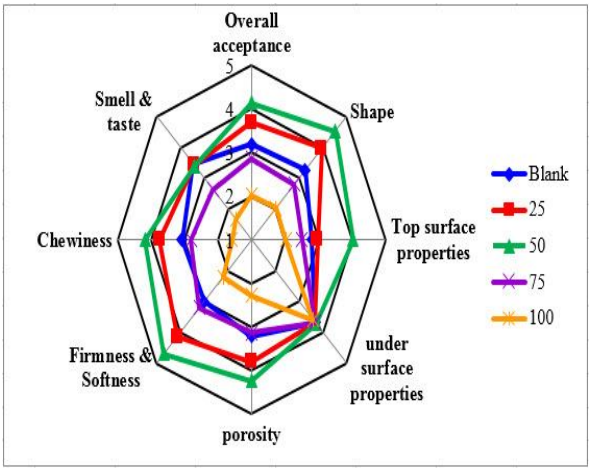

Fig 6 Effect of oil replacement by β-glucan on sensory properties of low fat gluten free cakes

٤- نتیجه‌گیری

همان‌گونه که انتظار می‌رفت کاهش و تعدیل میزان روغن و جایگزینی بخشی از روغن موجود در فرمولاسیون کیک بدون گلوتن با فیبر رژیمی بتاگلوکان استخراج شده از سورگوم (غله فاقد گلوتن) سبب بروز تغییرات قابل ملاحظه‌ای در خصوصیات بافتی، تصویری و حسی محصول نهایی شد. براساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که در نمونه‌ای که ۵۰ درصد روغن موجود در آن با بتاگلوکان جایگزین شده بود، علاوه بر داشتن بافتی با نرمی مطلوب و پوکی و تخلخل مناسب، بالاترین امتیاز را در بین تمام نمونه‌های تولیدی به لحاظ فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن، مزه و بو و پذیرش‌کلی (در ارزیابی حسی) کسب نمود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۵- منابع

[1] Thompson, T. 2001. Wheat starch, gliadin and the gluten free diet. Journal of the American Dietetic Association, 101: 1456-1459.

[2] Smith, M.D. 2002. Going against the grain, pp: 121-125.

[3] Arciszewski, H. 1991. Fat fractionation reduction in baked foods. Inform, 2(4): 392-399.

[4] Pourmohammadi, K., Alami, M., Shahedi, M., and Sadeghi Mahonak, A. 2010. The effect of microbial transglutaminase enzymes on the rheological properties of dough made from wheat flour and hulless barley flour. *Journal of Food Research*, 21: 269-279 [in Persian].

[5] Wikstrom, K., Lindahl, L., Andersson, R., and Westerlund, E. 1994. Rheological studies of water soluble (1-3)(1-4)-β-D-glucans frome milling fractions of oat. *Journal of Food Science*, 59(5): 1077-1080.

[6] Vaikousi, h., and Biliaderis, C.G.2005. Processing and formulation effects on rheological behavior of barley β-glucan aqueous dispersions. *Food Chemistry*, 91(3): 505-516.

[7] Hager, A.S., Ryan, L.M., Schewab, C., Ganzle, M., Odohety, J., and Arendt, E. 2011. Influence of the soluble fibers inulin and oat β-glucan on quality of dough and bread. *European Food Researh and Technology*, 232(3): 405-413.

[8] Dickinson, E. 2009. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. *Food Hydrocolloids*, 23: 1473-1482.

[9] Temelli, F. 1997. Extraction and functional properties of barley β-glucan as affected by temperature and pH. *Journal of Food Science*, 62(6): 1194-1201.

[10] 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.

[11] Naghipour, F., Karimi, M., Habibi Najafi, M.B., Haddad Khodaparast, M.H., Sheikholeslami, Z., Ghiafeh Davoodi, M., and Sahraiyan, B. 2013. Investigation on production of gluten free cake utilizing sorghum flour, guar and xanthan gums. *Journal of Food Science*, 41(10): 127-139 [in Persian].

[12] Naghipour, F., Habibi Najafi, M.B., Karimi, M., Haddad Khodaparast, M.H., Sheikholeslami, Z., and Sahraiyan, B. 2012. Application sorghum flour in free gluten cake production. *National Conference of Iranian Agricultural Research Strategy*. Islamic Azad University, Takestan branch [in Persian].

[13] Ronda, F., Oliete, B., Gomez, M., Caballero, P., and Pando, V. 2011. Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. *Journal of Food Engineering*, 112: 272-277.

[14] Haralick, R. M., Shanmugam, K., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6): 1995-2005.

[15] Sun, D. 2008. *Computer vision technology for food quality evaluation*. Academic Press, New York.

[16] Rajabzadeh, N. 1991. Iranian Flat Bread Evaluation. Pp. 1-50, *Iranian Cereal and Bread Research Institute*, Publication no.71, Tehran, Iran.

[17] Gacula, J.R., and Singh. 1984. Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc. U.S.A. 360-366.

[18] Sahana, N., Yasarb, K., and Hayalogluc, A.A. 2008. Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β-glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids*, 22: 1291–1297.

[19] Bloriyan, Sh., Haddad Khodaparast, M.H., Afshari, M., and Karimi, M. 2006. The effect of date seed powder on the sensory properties of Iranian flat bread (Lavash) with the purpose of enriching it. *Proceedings of the Ninth International Congress of Nutrition*, Tabriz University of Medical Sciences and Health Services [in Persian].

[20] Ghufran, S., Saqib, S.M., Mubarak, A., and Shih, F. 2009. Influence of rice bran on rheological properties of dough and in the new product Development. *Journal of Food Science and Technology*, 46(1): 62–65.

[21] Trimbo, H.B., and Miller, B.S. 1973. The development of tunnels in cakes. *Bakers Digest*, 1: 24-71.

[22] Thomas, P.D., Geminder, J.I., and Hetzel, C.P. 1966. Sodium stearoyl fumarate effect

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

on starch and starch containing foods. *Cereal Science*, 11(2): 46-85.

[23] Zavehzad, N., and Haghayegh, Gh.H. 2016. Utilization of melon seed flour as fat replacer in production of low fat oil cake and evaluation quantitative and qualitative of final product. *Journal of Food Science and Technology*, 52(13): 15-23 [in Persian].

[24] Purlis, E., and Salvadori, V. 2009. Modeling the browning of bread during baking. Food *Research International*, 42: 865-870.

[25] Gularte, M.A., Hera, E., Gomez., and Rosell, M. 2012. Effect of different fibers on batter and gluten free layer cake properties. *LWT- Food Science and Technology*, 48(2): 209-214.

[26] Sabanis, D., Lebesi, D., and Tzia, C. 2009. Effect of dietary fiber enrichment on selected properties of gluten – free bread. *Food Science and Technology*, 42: 1380-1389.

[27] Tomaschunas, M., Zörb, R., Fischer, J., Köhn, E., Hinrichs, J., and Busch-Stockfisch, M. 2013. Changes in sensory properties and consumer acceptance of reduced fat pork Lyon-style and liver sausages containing inulin and citrus fiber as fat replacers. *Meat Science*, 95: 629–640.

[28] Koliandris. A.A., Lee. A., Ferry. S.,and Mitchell, J. 2008. Relationship between structure of hydrocolloid gels and solutions and flavor release. *Food Hydrocolloids*, 22: 623–630.

[29] Boland, A., Delahunty, M., and Van Ruth, M. 2006. Influence of the texture of gelatin gels and pectin gels on strawberry flavor release and perception. *Food Chemistry*, 96: 452–460.

[30] Chai, E., Oakenfull, D.G., McBride, R.L., and Lane, A.G. 1991. Sensory perception and rheology of flavored gels.*Food Australia*, 43: 256-261.

[31] Boland, B., Buhr, K., Giannouli, P. and van Ruth, S. M. 2004. Influence of gelatin, starch, pectin and artificial saliva on the release of 11 flavor compounds from model gel systems. *Food Chemistry*, 86: 401–411.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Evaluation of Changes in Textural, Visual and Sensory Properties of Low Fat Gluten Free Cake

Naghipour, F. [1*], Tabatabaei Yazdi, F. [2], Karimi, M. [3], Mortazavi, S. A. [2]

1. Seed and Plant Improvement Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad
3. Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

(Received: 2015/10/31 Accepted:2015/12/01)

Doctors are recommending to remove large amount of fat from the diet. This applies has great importance especially in celiac disease that in this patient's intestinal villi become flat because of sensitivity to gluten protein. So the aim of this study was evaluation of 20, 50, 75 and 100% replacement of oil by β-glucan extracted from sorghum seed (gluten free) in gluten free cake formulation. On the other hand, decreasing in amount of oil content affected on textural, visual and sensory properties of final product. Therefore, these changes were evaluated in completely randomized design in compare to the control sample ($p \leq 0.05$). The results of textural evaluation indicated that the sample which 50% of the oil had been replaced with β-glucan had the lowest firmness within 2h after baking. On the other hand, all samples containing β-glucan had softer texture than control within one week after baking. According to the results of the visual characteristics (crumb and crust) and sensory properties sample containing 0.5% β-glucan had the highest amount of L* value, porosity and the score of appearance, features of top surface, porosity, chewiness, taste and odor and overall acceptance. So the β-glucan can be introduced as a perfect imitator of fat in the production of gluten free cake with acceptable quantitative and qualitative characteristics.

Keywords: β-Glucan, Texture, Sensory Properties, Image processing, Gluten free cake.

* Corresponding Author E-Mail Address: faribanaghipour@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]