

# بررسی اثر پودر شیر سویا به عنوان یک افزودنی طبیعی بر بهبود خصوصیات تکنولوژیکی و حسی کیک روغنی بدون گلوتن بر پایه آرد سورگوم

فریبا نقی پور<sup>۱\*</sup>، بهاره صحرائیان<sup>۱</sup>، محمد باقر حبیبی نجفی<sup>۲</sup>، مهدی کریمی<sup>۳</sup>

محمد حسین حداد خداپرست<sup>۲</sup>، زهرا شیخ الاسلامی<sup>۳</sup>

۱- دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

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: ۹۳/۱۲/۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۲۲)

## چکیده

بیماری سیلیاک یک بیماری خود ایمن گوارشی است که در اثر هضم گلوتن ایجاد می شود و تنها راه درمان آن استفاده از یک رژیم غذایی بدون گلوتن است. بنابراین توجه به تولید مواد غذایی بدون گلوتن با کیفیت مورد پذیرش برای این بیماران از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از این رو هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر پودر شیر سویا (سطوح صفر، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ درصد) به عنوان یک افزودنی طبیعی جهت بهبود خصوصیات تکنولوژیکی و حسی کیک روغنی بدون گلوتن بر پایه آرد سورگوم بود. براساس نتایج حاصله مشخص گردید که افزودن پودر شیر سویا به فرمولاسیون کیک بدون گلوتن (به خصوص در سطح ۵ درصد) سبب کاهش وزن مخصوص خمیر شد. همچنین نتایج نشان داد که پودر شیر سویا در تمام سطوح مصرف سبب افزایش میزان رطوبت نمونه های تولیدی گردید. در حالی که بیشترین میزان حجم مخصوص و تخلخل در نمونه حاوی ۵ درصد پودر شیر سویا مشاهده شد. علاوه بر این نتایج ارزیابی بافت در هر دو بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت بیانگر کاهش میزان سفتی با افزودن پودر شیر سویا به خمیر کیک روغنی بدون گلوتن بود. البته نمونه حاوی ۱۰ درصد پودر شیر سویا بافت سفت تری نسبت به نمونه شاهد در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت داشت. در نهایت داوران چشایی بالاترین امتیاز را به لحاظ ویژگی های کیفی به نمونه های حاوی کمتر از ۵ درصد پودر شیر سویا دادند و این نمونه ها را به عنوان بهترین نمونه جهت عرضه به بازار محصولات بدون گلوتن معرفی نمودند.

**کلید واژگان:** بیماری سیلیاک، کیک بدون گلوتن، پودر شیر سویا، بافت، خصوصیات حسی

\*مسئول مکاتبات: naghipoor\_f@yahoo.com

## ۱- مقدمه

است در طی مدت زمان پخت و نگهداری با سرعت بیشتری صورت می‌پذیرد که به موجب آن محققان علم و صنعت غذا به دنبال راهکاری جهت حل این معضل به منظور عرضه محصولی بدون گلوتن با خصوصیات تکنولوژیکی و حسی مطلوب برای متقاضیان (به ویژه بیماران سیلیاکی که عدم تحمل گلوتن دارند) می‌باشند. در این زمینه از ترکیبات پروتئینی متفاوتی جهت بهبود خصوصیات کمی و کیفی محصولات نانوایی استفاده گردیده است. هراتیان و همکاران به بررسی تأثیر پودر آب پنیر در سطوح ۰/۵، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۳، ۴/۵ و ۷/۵ درصد بر کیفیت نان همبرگری پرداختند. پس از بررسی نتایج مشخص گردید که نمونه حاوی ۳ درصد پودر آب پنیر بیشترین نرمی یافت و بالاترین امتیاز حسی به ویژه به لحاظ رنگ را کسب نمود [۷]. استاتوپولوس (Stathopoulos) و اوکندی (Okennedy) تحقیقی بر مبنای جایگزینی گلوتن با کازئین و مور (Moor) و همکاران مطالعه‌ای در زمینه افزودن ۳۷/۵ درصد پودر شیر پس‌چرخ در نان بدون گلوتن انجام دادند. براساس این دو پژوهش محصولی دارای شبکه‌ای مشابه با شبکه گلوتهنی ایجاد شد [۹، ۸]. هم‌چنین گالاگر (Gallagher) و همکاران اثر هفت نوع پودر لبنی را در چهار سطح صفر، ۳، ۶ و ۹ درصد بر روی خواص مغز (بافت درونی) و ظاهری نان بدون گلوتن بر پایه نشاسته گندم مورد بررسی قرار دادند. نتایج به وضوح نشان داد که افزودن پودرهای لبنی با پروتئین بالا و لاکتوز کم باعث بهبود ظاهر عمومی و حجم نان گردید. مغز این نان‌ها سفیدتر و پوسته آن‌ها نسبت به نمونه فاقد پودر لبنی تیره‌تر بود [۱۰]. از این رو با توجه به مطالعات صورت گرفته و نیاز بیماران سیلیاکی به محصولی با بافت مرغوب و ویژگی‌های حسی قابل قبول، هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر افزودن پودر شیر سویا در سطوح صفر، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ درصد بر خصوصیات بافتی، تصویری و حسی کیک روغنی بدون گلوتن حاوی آرد سورگوم بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

## ۲-۱- مواد

آرد سورگوم با رطوبت ۱۱/۶ درصد، پروتئین ۹/۶ درصد، چربی ۳/۲۵ درصد و خاکستر ۰/۸۶ درصد از شهرستان زابل خریداری شد. بدین منظور، آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات یکجا تهیه و در سردخانه نگهداری گردید. سایر

شیر سویا یا فوجانگ<sup>۱</sup> یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های سویا است که از آن به دلیل داشتن مواد مغذی (پروتئین و چربی با قابلیت هضم بالا)، فقدان لاکتوز، کلسترول و عوامل حساسیت‌زا، غنی بودن از پلی‌اسیدهای چرب اساسی، لسیتین و آهن در تولید محصولات صنایع غذایی استفاده می‌شود [۱]. از سوی دیگر در منابع آمده است که پروتئین سویا جهت تقلید از خواص ویسکوالاستیک گلوتن در محصولات صنایع پخت حتی دسته بدون گلوتن کاربرد دارد [۲]. در این راستا شمشیرساز و همکاران تأثیر شیر خشک سویا را در مقادیر ۳، ۵، ۷ و ۱۰ درصد بر ویژگی‌های تغذیه‌ای و کیفی نان بربری مورد آزمون قرار دادند. نتایج این محققان نشان داد که با افزودن شیر خشک سویا مقادیر خاکستر، فیبر، چربی و پروتئین افزایش یافت. این در حالی بود که نمونه حاوی ۱۰ درصد شیر خشک سویا از نظر بو مقبولیت کمی داشت اما کم‌ترین میزان بیاتی در همین نمونه مشاهده شد [۳]. از سوی دیگر مشایخ و همکاران از آرد سویای بدون چربی در سه سطح ۳، ۷ و ۱۰ درصد به عنوان افزودنی در فرمولاسیون نان تافتون استفاده نمودند. در طی این پژوهش شکل ظاهری، مزه، عطر، تردی و کیفیت کلی نان تافتون با مقادیر متفاوت آرد سویای بدون چربی قابل تغییر بود به طوری که با افزایش سطح آرد سویا، میزان پروتئین و مواد معدنی نان افزایش یافت. اما در نهایت نمونه‌های حاوی ۷-۳ درصد آرد سویا به عنوان بهترین نمونه معرفی شدند [۴]. هم‌چنین ویتادینی (Vittadini) و ودووتز (Vodovotz) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که افزودن سویا بر خواص حسی و بافت نان تأثیر مثبتی داشت و باعث افزایش قابلیت نگهداری آب و کاهش کریستالیزاسیون مجدد آمیلوپکتین گردید [۵]. علاوه بر این نیلوفر (Nilufer) و ودووتز (Vodovotz) به بررسی اثر سویا بر خصوصیات نان در طول دوره نگهداری پرداختند. براساس یافته این پژوهشگران سویا با ترکیبات منحصر به فرد خود نظیر پروتئین، چربی و امولسیفایر لسیتین تا حدود زیادی از افزایش سختی بافت محصول نهایی در طول دوره نگهداری ممانعت نمود که این امر نشأت گرفته از قابلیت افزایش جذب آب توسط خمیر و حفظ رطوبت در طی مدت زمان نگهداری بود [۶]. حال ذکر این نکته ضروری به نظر می‌رسد که در محصولات بدون گلوتن به دلیل بافت ضعیف (عدم وجود شبکه گلوتهنی) خروج رطوبت یا انتقال آن از مغز به پوسته که مهمترین عامل بیاتی

1. Fu.chang

## ۲-۲-۲- اندازه‌گیری خصوصیات کمی و کیفی خمیر و

## کیک

## ۲-۲-۲-۱- اندازه‌گیری وزن مخصوص خمیر

جهت اندازه‌گیری این کمیت حجم مشابهی از خمیر کیک و آب دوبار تقطیر در یک درجه حرارت یکسان وزن گردید. با تقسیم وزن خمیر کیک به وزن آب دوبار تقطیر، وزن مخصوص خمیر محاسبه شد [۱۳].

## ۲-۲-۲-۲- اندازه‌گیری میزان رطوبت کیک

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC، شماره ۲۰۰۰، ۱۶-۴۴ استفاده گردید. برای این منظور نمونه‌ها در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، در آون (مارک Jeto Tech مدل OF-O2G، ساخت کشور کره جنوبی) با حرارت ۱۰۵- ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند [۱۴].

## ۲-۲-۲-۳- اندازه‌گیری میزان حجم مخصوص کیک

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا<sup>۲</sup> مطابق با استاندارد AACC، شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد. برای این منظور در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، قطعه‌ای به ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر از مرکز هندسی کیک تهیه گردید و حجم مخصوص آن تعیین شد [۱۴].

## ۲-۲-۲-۴- ارزیابی بافت کیک

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 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<sup>۳</sup> محاسبه گردید. نقطه شروع<sup>۴</sup> و نقطه هدف<sup>۵</sup> به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۲۵ میلی‌متر بود [۱۵].

## ۲-۲-۲-۵- ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک

به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش استفاده شد (شکل ۱). بدین منظور برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از مغز کیک تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با

مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل شکر، روغن نباتی مایع (لادن، مازندران) و بیکنینگ 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 ۸۰۲۵ تدوین شده در سال ۱۳۸۳ تهیه گردید [۱۱]. صمغ گوار با نام تجاری Meyprotm Guar (E412)، صمغ گزانتان با نام تجاری Rhodigelmt (Xanthan) Gum (E415) و وانیل با نام تجاری Rhovanilla از شرکت رودیا (فرانسه) و شیر خشک سویا با ۷/۸ درصد رطوبت، ۴۱/۴۷ درصد پروتئین، ۵/۹۱ درصد خاکستر و ۱۶/۹ درصد چربی از شرکت سویا سان (ایران، تهران) خریداری شد.

## ۲-۲- روش‌ها

## ۲-۲-۱- تهیه خمیر و تولید کیک

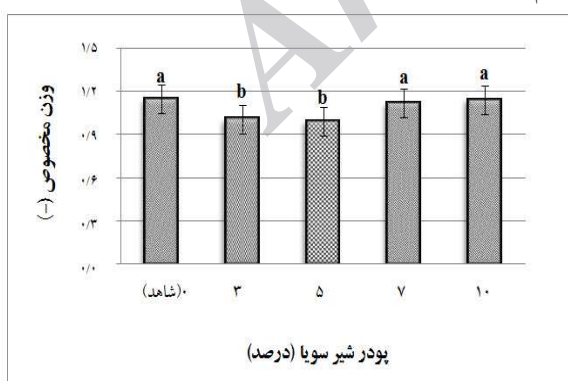
خمیر کیک حاوی ۱۰۰ درصد آرد سورگوم، ۲۵ درصد پودر شکر، ۲۵ درصد روغن، ۳۶ درصد تخم‌مرغ، ۱۲ درصد شربت اینورت، ۲ درصد بیکنینگ پودر، ۰/۲ درصد وانیل و آب به میزان لازم بود. در ابتدا به منظور تهیه خمیر کیک، روغن، پودر شکر و تخم‌مرغ با استفاده از یک همزن برقی (Electra EK-230M، ژاپن) با سرعت ۱۲۸ دور در دقیقه و در مدت زمان ۶ دقیقه مخلوط شدند تا یک کرم حاوی حباب‌های هوا ایجاد گردد. سپس آب، شربت اینورت، ۰/۳ درصد صمغ گزانتان و ۰/۶ درصد صمغ گوار به این کرم اضافه شد و عمل همزدن به مدت ۴ دقیقه ادامه یافت. در مرحله بعد بیکنینگ پودر، وانیل و پودر شیر سویا (در سطوح صفر، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ درصد براساس وزن آرد) به آرد سورگوم اضافه گردید و مخلوط حاصل به صورت تدریجی به کرم افزوده شد. در ادامه 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 (ZuccihelliForni، 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 [۱۲].

2. Rape seed displacement  
3. Hardness  
4. Trigger Point  
5. Target Value

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- وزن مخصوص

همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد (شکل ۱) با افزایش درصد پودر شیر سویا در فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن، میزان وزن مخصوص نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت اما این روند کاهشی تا افزودن ۵ درصد پودر شیر سویا ادامه داشت (در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود) و پس از آن تا سطح ۱۰ درصد از این افزودنی تغییر چندانی نسبت به نمونه شاهد در میزان وزن مخصوص نمونه‌های تولیدی مشاهده نگردید. در این راستا باید گفت که با توجه به اینکه شیر سویا حاوی امولسیفایر لستین است [۱]. کاهش وزن مخصوص خمیر کیک چندان دور از انتظار نبود. کیهانی و همکاران و ساهی (Sahi) و آلاوا (Alava) علت کاهش میزان وزن مخصوص خمیر کیک در نتیجه افزودن انواع امولسیفایر به فرمولاسیون اولیه را افزایش پایداری کف در خمیر دانستند که در اثر افزایش تعداد حبابچه‌های گازی و یا همان ورود هوای بیشتر به درون خمیر (بهبود فرآیند هوادهی) بود [۱۹ و ۲۰]. در این زمینه ترابی (Turabi) و همکاران به نتیجه مشابهی دست یافتند. این محققین در مطالعه خود بیان نمودند که با افزودن لستین و امولسیفایر مونو و دی گلیسرید (E471) به خمیر کیک برنجی، میزان وزن مخصوص خمیر کاهش یافت [۲۱]. از سوی دیگر در مقادیر بالاتر از این افزودنی به دلیل افزایش بیش از حد محتوای پروتئینی، خمیر کیک سنگین شده و قابلیت نگهداری حبابچه‌های گازی که در اثر هم‌زدن وارد سیستم شده است را نخواهد داشت.



شکل ۱ تأثیر افزودن پودر شیر سویا بر میزان وزن مخصوص خمیر کیک بدون گلوتن سورگوم

(حروف مشابه از نظر آماری در سطح  $P < 0.05$  تفاوت معنی‌داری ندارند)

وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری شد. تصویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار Image J (ساخت مؤسسه ملی بهداشت<sup>۶</sup>، ایالات متحده آمریکا) قرار گرفت. با فعال کردن قسمت ۸ بیت<sup>۷</sup>، تصاویر سطح خاکستری<sup>۹</sup> ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی<sup>۱۰</sup>، قسمت دودویی (دوتایی) نرم‌افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است. که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها بر آورد می‌شود. بدیهی است که هر چقدر 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 [۱۶].

#### ۲-۲-۲-۶- آزمون خصوصیات حسی کیک

آزمون حسی با استفاده از روش پیشنهادی رجب‌زاده انجام شد [۱۷]. بدین منظور ۱۰ داور از بین افراد آموزش دیده مطابق با آزمون مثلی و روش گاسولا (Gacula) و سینگ (Singh) انتخاب گردیدند [۱۸] 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 به ترتیب دارای ضریب رتبه ۴، 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، پذیرش کلی (عدد کیفیت کیک) با استفاده از رابطه ۱-۲ محاسبه گردید.

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

رابطه ۱-۲

$Q$  = پذیرش کلی (عدد کیفیت کیک)،  $P$  = ضریب رتبه صفات و  $G$  = ضریب ارزیابی صفات.

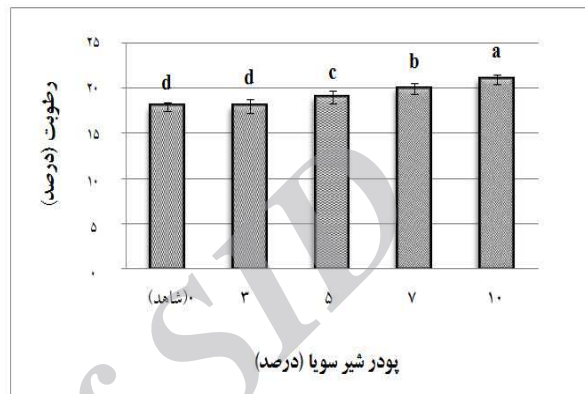
#### ۲-۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بدست آمده در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار Mstat-c نسخه ۱/۴۲ 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.

6. Image Processing and Analysis in Java
7. National Institutes of Health
8. Bit
9. Gray level images
10. Binary Images

## ۳-۲- رطوبت

براساس نتایج حاصله (شکل ۲) مشخص گردید با افزایش درصد پودر شیرسویا در فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن، میزان رطوبت نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) افزایش یافت که البته بین نمونه حاوی ۳ درصد از این افزودنی و نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نگردید.



شکل ۲ تأثیر افزودن پودر شیر سویا بر میزان رطوبت کیک بدون گلوتن سورگوم (حروف مشابه از نظر آماری در سطح  $P < 0.05$  تفاوت معنی‌داری ندارند)

در راستای افزایش میزان رطوبت بلیتز (Belitz) و گروش (Grosch) به این نکته اشاره نمودند که افزودنی‌های تهیه شده از سویا نظیر آرد سویا به دلیل محتوای بالای پروتئینی سبب افزایش ظرفیت نگهداری و حفظ آب در حین فرآیند پخت و پس از آن می‌گردند که در نتیجه این امر میزان رطوبت محصول نهایی افزایش می‌یابد [۲۲]. البته در اینجا ذکر این نکته ضروری است که حضور لستین در بین ترکیبات موجود

در شیر سویا نیز در افزایش رطوبت بی‌تأثیر نبوده است. کیهانی و همکاران براساس تحقیق خود به این نتیجه نیز دست یافتند و حضور امولسیفایرها در فرمولاسیون اولیه کیک روغنی را عاملی بر افزایش میزان رطوبت محصول نهایی دانستند.

## ۳-۳- حجم مخصوص

نتایج بدست آمده از این بخش (جدول ۱) به وضوح نشان داد که با افزودن پودر شیرسویا به فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن، بیشترین میزان حجم مخصوص مربوط به نمونه حاوی ۵ درصد از این افزودنی است. در این زمینه ریوتو (Ribotta) و همکاران بیان نمودند که آرد سویا و مشتقات حاصله از آن با بهبود خصوصیات مکانیکی خمیر محصولات صنایع پخت می‌توانند در بهبود حجم مخصوص محصولات صنایع پخت مؤثر باشند. هم‌چنین این محققین به این نکته اشاره نمودند که افزودن سطوح بالا از ترکیبات حاوی سویا به فرمولاسیون محصولات خمیری اثرات منفی بر میزان کشش‌پذیری بافت و حفظ گاز هوای ورودی به خمیر داشت که به موجب آن حجم مخصوص کاهش یافت [۲۳]. از طرفی با افزایش میزان بیش از حد پروتئین (موجود در شیر خشک سویا) در فرمولاسیون محصولات صنایع پخت، بافت چنان سفت و غیرقابل انعطاف می‌شود که به موجب آن به حباب‌های هوای ورودی در خمیر اجازه منبسط و حجیم شدن را در طی زمان پخت نمی‌دهد. از این‌روست که در پژوهش حاضر تا سطح ۵ درصد پودر شیر سویا افزایش حجم مخصوص و پس از آن کاهش این پارامتر مشاهده گردید.

جدول ۱ تأثیر افزودن پودر شیر سویا بر میزان حجم مخصوص و تخلخل کیک بدون گلوتن سورگوم

تخلخل (درصد)	حجم مخصوص (میلی‌لیتر/گرم)	پودر شیر سویا (درصد)
$26.4 \pm 0.56^b$	$3.2 \pm 0.01^b$	۰ (شاهد)
$26.9 \pm 0.30^b$	$3.3 \pm 0.00^b$	۳
$28.1 \pm 1.12^a$	$4.0 \pm 0.01^a$	۵
$28.0 \pm 0.98^a$	$3.8 \pm 0.02^a$	۷
$26.2 \pm 0.43^b$	$3.1 \pm 0.00^b$	۱۰

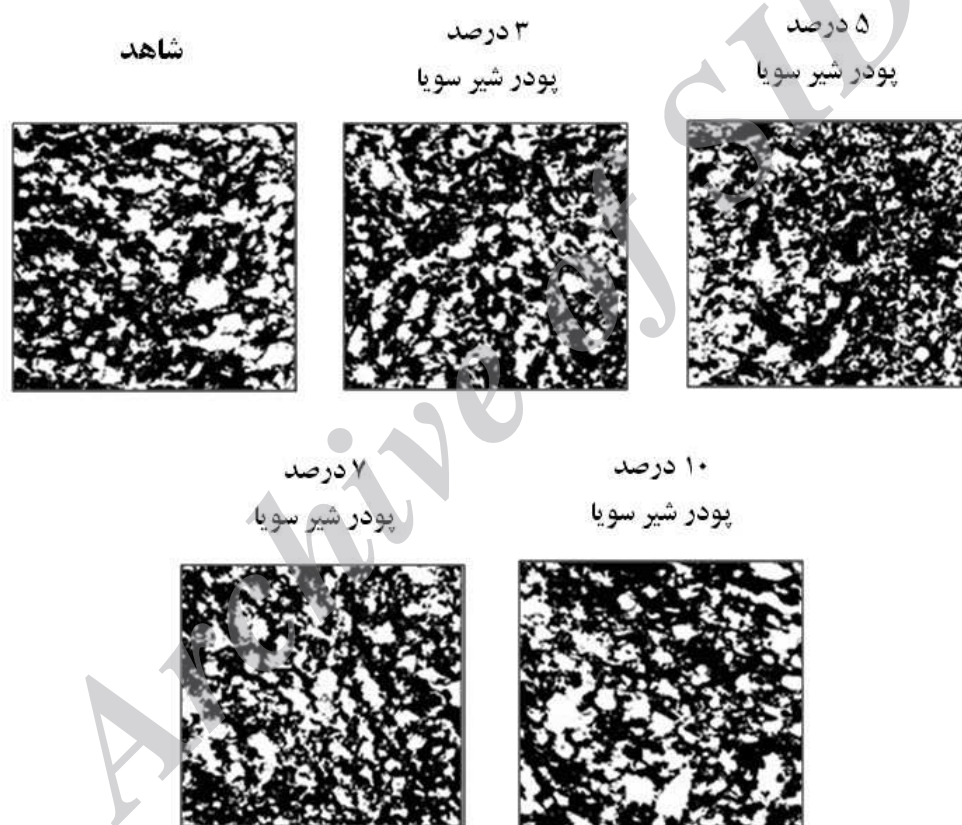
(حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح  $P < 0.05$  تفاوت معنی‌داری ندارند)



## ۳-۴- تخلخل

تصاویر دودویی تهیه شده از مغز نمونه‌های کیک بدون گلوتن سورگوم حاوی شیر سویا در شکل ۳ آورده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود (جدول ۱) با افزودن پودر شیر سویا به فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن، میزان تخلخل دو نمونه حاوی ۵ و ۷ درصد از این افزودنی نسبت به نمونه شاهد به طور معنی‌داری در سطح ۵ افزایش یافت. در این راستا دوگزاستاکسیسا (Doxastakisa) و همکاران و فلمینگ (Fleming) و سوسولسکی (Sosulski) در بررسی‌های خود به این نتیجه دست یافتند که سویا قابلیت حفظ گاز در خمیر و توزیع یکنواخت آن در محصول نانوائی

را افزایش می‌دهد اما استفاده بیش از حد آن اثرات منفی بر خصوصیات بافت محصول نهایی دارد [۲۴ و ۲۵]. بنابراین به احتمال زیاد یکی از علل افزایش تخلخل کیک روغنی بدون گلوتن، توزیع و پخش یکنواخت سلول‌های گازی در خمیر و محصول نهایی است که نشأت گرفته از حضور شیر سویا در فرمولاسیون اولیه کیک روغنی بدون گلوتن می‌باشد. البته با توجه به نتایج بدست آمده از وزن مخصوص خمیر کیک روغنی بدون گلوتن نیز افزایش میزان تخلخل بافت محصول نهایی پیش‌بینی می‌شد زیرا کاهش وزن مخصوص خمیر که نشان‌دهنده هوادهی بهتر خمیر است عاملی بسیار اثرگذار بر میزان حجم مخصوص و تخلخل محصول نهایی می‌باشد.



شکل ۳ تصاویر دودویی مغز نمونه‌های کیک بدون گلوتن سورگوم حاوی پودر شیر سویا

## ۳-۵- سفتی

نتایج این بخش (جدول ۲) نشان داد که نمونه حاوی ۵ درصد شیر سویا در بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت دارای کم‌ترین میزان سفتی بافت بود. البته ذکر این نکته ضروری است که نمونه حاوی ۱۰ درصد پودر شیر سویا در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت از بافت سفت‌تری نسبت به

نمونه شاهد برخوردار بود. در این راستا شمشیرساز و همکاران با بررسی اثر پودر شیر سویا در چهار سطح ۳، ۵، ۷ و ۱۰ درصد بر میزان سفتی بافت نان بربری به این نتیجه دست یافتند که پودر شیر سویا قادر به کاهش میزان سفتی بافت نمونه‌ها در مقایسه با نمونه فاقد این افزودنی بود. همچنین روندا و همکاران بیان نمودند که کاربرد پروتئین ایزوله شده

آمیلوپکتین، سرعت بیاتی محصول نهایی را کاهش داد و از این رو سبب ایجاد بافتی نرم در نمونه‌های حاوی این افزودنی شد که این امر در بازه زمانی یک هفته پس از پخت نیز مشاهده گردید و نمونه‌های حاوی این افزودنی از بافت نرم‌تری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند.

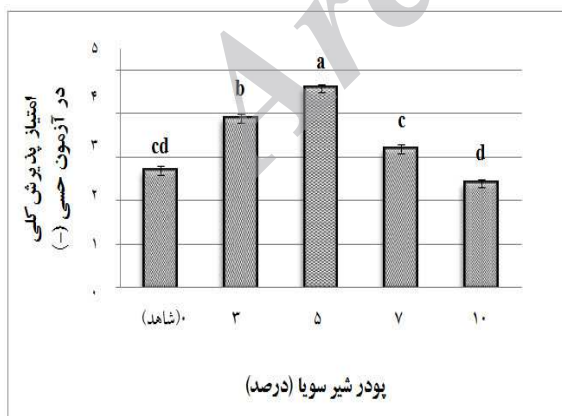
سویا در خمیر کیک بدون گلوتن از طریق بهبود خصوصیات رئولوژی خمیر سبب کاهش میزان سفتی مغز کیک بدون گلوتن شد. همچنین ویتامینی و دوووتز علت کاهش میزان سفتی بافت را چنین بیان نمودند که افزودن سویا با افزایش قابلیت نگهداری آب و کاهش کریستالیزاسیون مجدد

جدول ۲ تأثیر افزودن پودر شیر سویا بر میزان سفتی بافت کیک بدون گلوتن سورگوم

پودر شیر سویا (درصد)	۲ ساعت پس از پخت	یک هفته پس از پخت سفتی (نیوتن)
۰ (شاهد)	$2/2 \pm 0/01^b$	$5/9 \pm 0/04^a$
۳	$1/6 \pm 0/01^c$	$4/1 \pm 0/02^c$
۵	$1/1 \pm 0/01^d$	$2/6 \pm 0/01^e$
۷	$1/7 \pm 0/00^c$	$3/4 \pm 0/02^d$
۱۰	$2/9 \pm 0/02^a$	$5/0 \pm 0/01^b$

(حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح  $P < 0.05$  تفاوت معنی‌داری ندارند)

۷ و ۱۰ درصد به عنوان افزودنی در فرمولاسیون نان تافتون استفاده نمودند. در طی این پژوهش شکل ظاهری، مزه، عطر، تردی و کیفیت کلی نان تافتون با مقادیر متفاوت آرد سویای بدون چربی تغییر نمود. اما در نهایت نمونه‌های حاوی ۳ و ۷ درصد آرد سویا به عنوان بهترین نمونه معرفی شدند. همچنین شمشیرساز و همکاران براساس نتایج پژوهش خود اذعان داشتند که نمونه‌های حاوی سطوح کمتر از ۷ درصد شیر خشک سویا از نظر ارزیابان حسی دارای مقبولیت بودند. این در حالی بود که نمونه حاوی ۱۰ درصد شیر خشک سویا بخصوص از نظر بو و مزه امتیاز پائینی را کسب نمود.



شکل ۴ تأثیر افزودن پودر شیر سویا بر میزان پذیرش کلی کیک بدون گلوتن سورگوم در آزمون حسی  
(حروف مشابه از نظر آماری در سطح  $P < 0.05$  تفاوت معنی‌داری ندارند)

### ۳-۶- خصوصیات حسی

نتایج خصوصیات حسی (شکل ۴) براساس پذیرش کلی که مجموع امتیازات مربوط به پارامترهای نرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، خصوصیات سطح پائینی، پوکوی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو، طعم و مزه می‌باشد، گزارش گردیده است. مشاهدات به وضوح نشان داد که نمونه حاوی ۵ درصد پودر شیر سویا بالاترین امتیاز پذیرش کلی را از جانب داوران چشایی کسب نمود. در این بخش مشخص گردید که با افزودن پودر شیرسویا در سطوح ۳ و ۵ درصد به فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن، امتیاز نمونه‌ها به لحاظ نرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، پوکوی و تخلخل و پذیرش کلی نسبت به شاهد به طور معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد افزایش یافت. این در حالی بود که افزودن پودر شیرسویا در سطح ۵ درصد علاوه بر بهبود پارامترهای ذکر شده سبب افزایش امتیاز سفتی و نرمی بافت و قابلیت جویدن شد. همچنین نتایج ارزیابی خصوصیات سطح پائینی بیانگر آن بود که پودر شیرسویا در تمام سطوح مورد استفاده اثر معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد بر این پارامتر نداشت. از سوی دیگر نتایج نشان داد که کاربرد پودر شیرسویا در سطح ۱۰ درصد سبب کاهش امتیاز نرم و شکل، بو، طعم و مزه و پذیرش کلی نمونه‌ها نسبت به شاهد شد. در این زمینه مشایخ و همکاران از آرد سویای بدون چربی در سه سطح ۳،

## ۴- نتیجه گیری

در این پژوهش به بررسی اثر پودر شیر سویا (در سطوح صفر، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ درصد براساس وزن آرد) به عنوان یک افزودنی بر خصوصیات تکنولوژیکی و حسی کیک روغنی بدون گلوتن بر پایه آرد سورگوم پرداخته شد. براساس نتایج بدست آمده، مشخص گردید که افزودن پودر شیر سویا بخصوص در سطح ۵ درصد در فرمولاسیون اولیه کیک روغنی بدون گلوتن، قابلیت بهبود وزن مخصوص خمیر، تخلخل، حجم مخصوص، بافت در دو بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت و ویژگی‌های حسی کیک روغنی بدون گلوتن را داشت. از این رو با توجه به نتایج حاصله می‌توان گفت که شیر سویا توانایی استفاده به عنوان بهبوددهنده محصولات بدون گلوتن صنایع پخت به‌ویژه کیک روغنی را دارد.

## ۵- منابع

- [7] Haratian, P., Seyedin Ardbili, S.M., and Ghazizadeh, M. 2066. Effect of whey on the quality of hamburger bread. *Journal of Food Science*, 1: 75-82 [in Persian].
- [8] Stathopoulos, C.E., and Okennedy, B.T. 2008. The effect of salt on the reology and texture of casein based ingredient intended to replace gluten. *Milchwissenschaft*, 63: 430-433.
- [9] Moor, M.M., Schober, T.J., Dockery, P., and Arendt, E.K. 2004. Textural comparisons of gluten free and wheatbased doughs, batters and bread. *Cereal Chemistry*, 84: 567-575.
- [10] Gallagher, E., Kunkel, A., Gormley, T.R., and Arendt, E. 2003. The effect of dairy and rice powder addition on loaf and crumb characteristics and shelf life ( intermediate and long term) of gluten – free bread stored in modified atmosphere. *Food Research Technology*, 218: 44-48.
- [11] Anonymous. 2004. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Cake – Features and test methods, No 2553.
- [12] Naghipour, F., HabibiNajafi, M.B., Karimi, M., Haddad Khodaparast, M.H., Sheikholeslami, Z., and Sahraiyani, B. 2012. Production of sorghum gluten free cake by guar and xanthan gum for coeliac disease. *National Conference on Biotechnology, Biochemistry and Bioengineering*. Yazd [in Persian].
- [13] Ashwini, A., Jyotsna, R., and Indrani, D. 2009. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological characteristic and quality of flat bread. *Lebensm. Wiss. u. Technology*, 36: 18-193.
- [14] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN.
- [15] 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.
- [16] Haralick, R.M., Shanmugam, K., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45: 1995-2005.
- [17] Rajabzadeh, N. 1991. Iranian Flat Bread Evaluation. Pp. 1-50, *Iranian Cereal and*
- [1] Mazaheri Tehrani, M., and Razavi, S.M.A. 1991. *Soy milk for public use*. SID research project of Mashhad [in Persian].
- [2] Curic, D., Gabric, D., Bauman, I., Tusak, D., Novotni, D. 2007. Gluten free bread production by the corn meal and soybean flour extruded blend usage. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72: 227-232.
- [3] Shamsheer, M., Mirzaiee, H., Azizi, M.H., Alami, M., and Daraiee Garmeh Khani, A. 2010. Effects of soy-based infant formula and nutritional quality characteristics Barbari bread. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 1: 49-53 [in Persian].
- [4] Mashayekh, M., Mahmoudi, M.R., and Entezari, M.H. 2010. Effect of enrichment by defatted soy flour on sensory and biological properties of Taphton bread. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 3: 73-80 [in Persian].
- [5] Vittadini, E., and Vodovotz, T. 2003. Change in physicochemical properties of wheat soy containing breads during storage as studied by thermal analyses. *Journal of Food Science*, 68: 2022-2027.
- [6] Nilufer, D., and Vodovotz, Y. 2004. Effect of soluble and insoluble soy fiber on the properties of soy bread during storage. *IFT Annual meeting*; Las Vegas, USA.



- an emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*, 22: 305-312.
- [22] Belitz, H.D., and Grosch, W. 1987. *Food Chemistry*. Springer Verlag: New York.
- [23] Ribotta, P.D., Ausar, S.F., Morcillo, M.H., Perez, G.T., Beltramo, D.M., and Leon, A.E. 2004. Production of gluten free bread using soybean flour. *Journal of Science Food Agriculture*, 84: 1969-1974.
- [24] Doxastakisa, G., Zafiriadisb, I., Iraklib, M., Marlanib, H., and Tananakib, C. 2002. Lupin, soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties. *Food Chemistry*, 77: 219-227.
- [25] Fleming, S.E., and Sosulski, F.W. 1977. Bread making properties of flour concentrated plant proteins. *Cereal Chemistry*, 54: 1124-1140.
- Bread Research Institute*, Publication no.71, Tehran, Iran [in Persian].
- [18] Gacula, J.R., and Singh. 1984. Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc. U.S.A. 360-366.
- [19] Keyhani, V., Mortazav, S.A., Karimi, M., Garazhian, H., and Sheikholeslami, Z. 2011. Evaluate and compare the performance Choobak extract with common emulsifiers to improve the quality of oil cake. Azad University, Sabzevar branch, M.C. Faculty of Agriculture [in Persian].
- [20] Sahi, S.S., and Alava, J.M. 2003. Functionality of emulsifiers in sponge cake production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(11): 1419-1429.
- [21] Turabi, E., Sumnu, G., and Sahin, S. 2008. Rheological properties and quality of rice cake formulated with different gums and

Archive of SID

## Effect of Soy Milk Powder as a Natural Additive to Improve the Technological and Sensory Properties of Sorghum Flour Based Gluten-Free Oil Cake

Naghipour, F. <sup>1\*</sup>, Sahraiyani, B. <sup>1</sup>, Habibi Najafi, M. B. <sup>2</sup>, Karimi, M. <sup>3</sup>,  
Hadad Khodaparast, M. H. <sup>2</sup>, Sheikholeslami, Z. <sup>3</sup>

1. Ph.D of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad

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, Mashad, Iran.

(Received: 93/12/2 Accepted: 94/4/22)

Celiac disease is an autoimmune digestive disease that is caused by the digestion of gluten. and the only treatment of this disease is gluten-free diet. Therefore the production of gluten-free foods with acceptable quality to the patient is important. So the aim of this study was to investigate the effect of soy milk powder (0, 3, 5, 7 and 10%) as a natural additive on the technological and sensory properties of sorghum flour based gluten-free oil cake. Based on the results, the addition of soy milk powder to gluten free cakes formulation (especially at the level of 5%) decreased the specific weight of the dough. Also the results showed that soy milk powder increased moisture content of samples in all levels. Moreover the highest specific volume and porosity were observed in samples containing 5% soy milk powder. In addition, the results of texture evaluation showed by adding soy milk powder the firmness decreased in both periods (2hr and 1 week after baking). The sample containing 10% soy milk powder had firmer texture than the control sample during 2 hours after baking. Finally the samples containing less than 7% soy milk powder gain the highest scores in sensory evaluation and these samples introduced as the best gluten-free products to the market.

**Keywords:** Celiac disease, Gluten free cake, Soy milk powder, Texture, Sensory properties.

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: naghipoor\_f@yahoo.com