



مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی-پژوهشی

تأثیر پودر شیر ارزن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک بدون گلوتن بر پایه آرد برنج

سمانه اکبری^۱، مهران اعلمی^{۲*}، یحیی مقصودلو^۳، علیرضا صادقی ماهونک^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- دانشیار، دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- استاد، دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۲۸

کلمات کلیدی:

آرد برنج،

پودر شیر ارزن،

کیک بدون گلوتن،

ویژگی‌های عملکردی.

امروزه تهیه محصولات بدون گلوتن با کیفیت مطلوب یکی از اولویت‌های بخش صنعت غذا جهت تغذیه بیماران سلیاکی می‌باشد. لذا هدف از این پژوهش در ابتدا تهیه پودر شیر ارزن (MMP) از دانه ارزن معمولی رقم پیشاهنگ و بررسی ویژگی‌های فیزیکی و عملکردی آن و سپس تهیه کیک بدون گلوتن بر پایه آرد برنج با سه سطح صمغ زانتان (صفر، ۰/۱۵، ۰/۳ درصد) و چهار سطح پودر شیر ارزن (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ درصد) و بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خمیرابه و کیک بدون گلوتن می‌باشد. نتایج خواص فیزیکی و عملکردی پودر شیر ارزن شامل دانسیته توده‌ای، جذب آب و جذب روغن به ترتیب 0.652 ± 0.09 ، 0.615 ± 0.01 ، 0.696 ± 0.05 بدست آمد. افزایش پودر شیر ارزن و اثر متقابل آن با صمغ زانتان باعث افزایش ویسکوزیته خمیرابه شد. بیشترین ویسکوزیته (pa.s) در نمونه با ۰/۳ درصد صمغ و ۱۵ درصد پودر شیر ارزن دیده شد. بدلیل افزایش ویسکوزیته حجم و تخلخل نمونه‌ها کاهش یافت. ارزیابی شاخص رنگ نیز نشان دهنده‌ی اثر معنادار پودر شیر ارزن بر پارامترهای a^* ، L^* و b^* بود. بطورکلی با افزایش پودر شیر ارزن، L^* و b^* کاهش و a^* افزایش یافت. نتایج آنالیز حسی برای نمونه‌های کیک نشان داد که با افزایش پودر شیر ارزن و صمغ زانتان بدلیل افزایش ویسکوزیته و کاهش حجم امتیاز بافت نمونه‌ها کاهش یافت، بیشترین امتیاز مربوط به نمونه با ۰/۱۵ درصد صمغ بود. در نهایت کیک تهیه شده با ۱۰ درصد پودر شیر ارزن به همراه ۰/۱۵ درصد صمغ زانتان بهترین تیمار از لحاظ ویژگی‌های حسی و کیفی بود.

DOI: 10.22034/FSCT.20.138.82.

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.7.9

* مسئول مکاتبات:

mehranalami@gmail.com

۱- مقدمه

مصرف مواد غذایی بدون گلوتن به عنوان جایگزینی برای غذاهای حاوی گلوتن در رژیم غذایی و تغذیه‌ی بیماران سلیاکی بسیار مهم است. بنابراین تولید محصولات فاقد گلوتن یکی از اولویت‌های بخش صنعت غذا جهت کمک به این دسته از افراد می‌باشد. سلیاک یک بیماری خود ایمنی گوارشی است که در اثر عدم تحمل توالی خاصی از اسیدهای آمینه موجود در پرولامین (بخشی از پروتئین‌های گلوتنی) گندم، چاودار، جو و احتمالاً یولاف بروز می‌کند [۱]. تنها راه درمان این بیماری پیروی از یک رژیم غذایی بدون گلوتن در تمام طول عمر بیمار است. در بین فرآورده‌های غله‌ای کیک بدلیل داشتن طعم مناسب، تنوع ظاهر و طعم و عمر ماندگاری طولانی مورد توجه قرار گرفته است. ماده‌ی اولیه اصلی در تهیه‌ی آن را آرد گندم تشکیل می‌دهد که برای بیماران سلیاکی مناسب نمی‌باشد و باید از غلات بدون گلوتن استفاده شود. برنج از جمله غلاتی است که بدلیل عاری بودن از گلوتن، طعم ملایم، مقادیر کم سدیم، پروتئین، چربی و فیبر و مقادیر بالای کربوهیدرات با قابلیت هضم بالا به عنوان جایگزین گندم در محصولات فاقد گلوتن استفاده می‌شود [۲].

ارزن ششمین غله‌ی مهم جهان از نظر میزان تولید جهانی است. ارزن به دلیل مقاومت در برابر خشکسالی، بیماری و آفات و فصل رشد کوتاه و همچنین بدلیل ارزش تغذیه‌ای فراوان حائز اهمیت است [۳]. امروزه به همراه فواید تغذیه‌ای، ارزن به علت فاقد گلوتن بودن، طعم ملایم و رنگ روشن مورد توجه قرار گرفته است. با افزایش جمعیت جهان و کاهش منابع آبی این محصول کشاورزی برای استفاده انسان در آینده اهمیت زیادی پیدا می‌کند [۴]. عصاره‌ی سفیدرنگی که از منابع گیاهی از جمله غلات، حبوبات، دانه‌های آجیلی و دانه‌های روغنی استخراج می‌شود را اصطلاحاً شیرهای گیاهی می‌نامند. شیرهای

گیاهی از نظر رنگ و ظاهر شبیه به شیرهای لبنی، اما از نظر ارزش تغذیه‌ای و عطر و طعم متفاوت هستند [۵]. امروزه مصرف شیرهای گیاهی با افزایش تعداد بیماران مبتلا به عدم تحمل لاکتوز و به علت داشتن کالری و کلسترول کمتر رو به افزایش است [۶،۷]. ارزن یک غله مناسب برای تهیه شیر گیاهی است. شیر ارزن دارای پروتئین بالا و کالری کمی است بنابراین یک جایگزین ایده‌آل برای شیرهای لبنی به‌ویژه در شرایط فعلی که رژیم غذایی کم کالری ترجیح داده می‌شود، می‌باشد [۸]. پودر شیر ارزن دارای خواص کیفی و سلامتی بخش زیادی است که آن را برای استفاده در فرآورده‌های بدون گلوتن مناسب می‌کند. در پژوهشی که اثر صمغ زانتان را بر کیک بدون گلوتن بررسی کردند، نتایج نشان داد که صمغ زانتان باعث بهبود کیفیت کیک‌های بدون گلوتن می‌شود و افزودن صمغ در سطوح ۰/۳ و ۰/۴ درصد از نظر ویژگی‌های حسی و فیزیکوشیمیایی مشابه نمونه شاهد (نمونه تهیه شده با آرد گندم) بود [۹]. دوی و سانگتا (۲۰۱۳)، از پودر شیر ارزن حاصل از مخلوط آرد ارزن انگشتی و آرد ارزن مرواریدی در تولید فرآورده‌های اکستروود شده استفاده و بیان کردند پودر شیر ارزن حاصل دارای خواص فیزیکی و عملکردی مناسبی (از جمله دانسیته حجمی، اندیس تورم، ظرفیت نگهداری آب) به منظور استفاده در تولید فرآورده‌های اکستروود شده بود. همچنین نتایج ارزیابی ارگانولپتیکی نشان داد فرمولاسیون حاوی پودر شیر ارزن و کنترل به میزان ۵۰:۵۰ بالاترین قابلیت پذیرش از لحاظ محتوی تغذیه‌ای، رنگ، بافت، کیفیت پخت و پذیرش حسی را دارا بود [۱۰]. کرمی و همکاران (۲۰۱۹)، به بررسی ویژگی‌های عملکردی آرد ارزن به منظور استفاده در فرمولاسیون کوکی فاقد گلوتن بر پایه‌ی آرد برنج پرداختند و نتایج نشان داد که با افزایش ارزن جذب آب و میزان گسترش‌پذیری افزایش و میزان

و آبکش کردن آسیاب و با الک ۸۰ (اندازه منافذ ۱۸۰ میکرون) الک شد. سپس آرد برنج تا رسیدن به رطوبت حدود ۱۰ درصد خشک و در یخچال نگهداری شد. سایر مواد مورد نیاز کیک از فروشگاه‌های معتبر خریداری و صمغ زانتان با نام تجاری Rodia Gel (Xanthan Gel, E415 از شرکت Rodia Food تهیه شد.

۲-۲- تهیه پودر شیر ارزن: به منظور تولید پودر شیر ارزن ابتدا دانه‌های ارزن تمیز شده و به مدت ۱۲ ساعت در آب خیسانده و سپس آبکشی و شسته شدند. دانه‌های ارزن شسته شده بصورت مرطوب آسیاب و سپس با نسبت برابر آب بمدت ۸ ساعت مخلوط شد. در نهایت مخلوط حاصل با استفاده از پارچه صافی صاف و مایع بدست آمده بوسیله خشک‌کن در دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد برای مدت زمان ۱۵ ساعت خشک و سپس آسیاب و تا زمان مصرف در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و در یخچال نگهداری شدند [۱۴].

۲-۳- تهیه خمیر و تولید کیک: کیک‌های تهیه شده در این پژوهش از نوع کیک روغنی نسبت پایین بوده که با استفاده از روش عباس‌زاده و همکاران (۲۰۱۸) با کمی تغییرات در مواد اولیه تولید شدند [۱۵]. مواد اولیه تهیه کیک شامل: ۱۰۰ گرم آرد برنج، ۷۲ گرم پودر قند، ۵۷ گرم روغن، ۰/۵ گرم وانیل، ۷۲ گرم تخم‌مرغ، ۲ گرم بکینگ‌پودر و ۳۰ گرم آب و زانتان در ۳ سطح (صفر، ۰/۱۵، ۰/۳) و پودر شیرارزن در ۴ سطح (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ درصد) بودند (مقدار مواد براساس ۱۰۰ گرم آرد برنج در نظر گرفته شد).

به منظور آماده سازی کیک ابتدا پودر قند و روغن بمدت ۳ دقیقه با دور متوسط هم زده تا به مایع کرم رنگی تبدیل شود. در مرحله بعد تخم‌مرغ زده شده به ترکیب اضافه و ۲ دقیقه با دور تند هم‌زده شد. نصف آب را اضافه کرده و به مدت ۱ دقیقه با دور متوسط هم زده و سپس مواد پودری به مدت ۱ دقیقه با دور آهسته هم زده شدند. درنهایت نصف

روشنایی کاهش یافت. کوکی‌های حاوی مقادیر بیشتر آرد ارزن سفتی یافت، افت پخت بالاتر و فعالیت آبی کمتری داشتند [۱۱]. در بررسی اثر جایگزینی آرد ارزن باریار با آرد گندم در تهیه مافین نتایج نشان داد که در صورت افزایش سطوح آرد ارزن در فرمولاسیون میزان حجم، سفتی و وزن نمونه‌های مافین کاهش یافت. نتایج آنالیز حسی نشان داد که در نهایت تمام نمونه‌های مافین تهیه شده حتی نمونه‌ی حاوی ۱۰۰ درصد آرد ارزن از نظر حسی قابل قبول بودند [۱۲]. در بررسی اثر افزودن آرد مالت ارزن و صمغ زانتان بر خواص فیزیکی خمیر بدون گلوتن و کیک حاصل از آن، نتایج نشان داد که افزودن آرد مالت ارزن به فرمولاسیون، به دلیل فعالیت آنزیمی بالا و فقدان پروتئین گلوتن سبب تولید یک خمیر ضعیف شد که در آن افزایش سطح مالت ارزن منجر به کاهش معنی‌داری در ویسکوزیته و افزایش وزن مخصوص خمیر نسبت به نمونه شاهد گردید. اما صمغ زانتان با محصور کردن آب و افزایش ظرفیت نگهداری سبب بهبود پارامترهای فیزیکی خمیر شد [۱۳].

با توجه به اینکه تا کنون مطالعاتی پیرامون تولید پودر شیر ارزن و استفاده از آن در فرمولاسیون کیک انجام نشده است، هدف از این پژوهش تهیه‌ی پودر شیر ارزن و بررسی اثر آن در سطوح ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به همراه صمغ زانتان در سه سطح ۰، ۰/۱۵ و ۰/۳ درصد بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک بدون گلوتن می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه: ارزن مورد استفاده در این پژوهش ارزن معمولی رقم پیشاهنگ^۱ بود که از مرکز اصلاح بذر شهرستان خمین تهیه شد. برنج نیم‌دانه رقم فجر از شالیکوبی زمرد گرگان خریداری شد. برنج پس از خیساندن

1 -Panicum miliaceum Var.Pishahang

دیگر آب اضافه و ۱ دقیقه با دور متوسط مخلوط گردید. از خمیر کیک تهیه شده به میزان ۳۰ گرم درون قالب‌ها ریخته شد. سپس عمل پخت در فر برقی با دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۵ دقیقه انجام گردید. کیک‌ها پس از سرد شدن در کیسه‌های پلی‌اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند.

۲-۴- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آرد برنج و پودر شیر ارزن: مقادیر رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی نمونه‌ها مطابق استاندارد AACC, 2000-44-16, AACC, 2000-08-01 و AACC, 2000-46-12 و AACC, 2000-30-10 اندازه‌گیری شد [۱۶].

۲-۵- ویژگی‌های فیزیکی و عملکردی پودر شیر ارزن

۲-۵-۱- دانسیته توده‌ای: برای اندازه‌گیری دانسیته توده‌ای، پودر شیر ارزن به آرامی درون یک استوانه مدرج ۱۰ میلی‌لیتری از قبل توزین شده ریخته شد. سپس انتهای استوانه چندین بار به آرامی بر روی میز کار زده تا فضای خالی بین پودرها از بین رفته و نمونه‌ی پودر شیر ارزن درون استوانه بصورت یکنواخت پراکنده شود. سپس تا رسیدن به خط ۱۰ نمونه درون استوانه ریخته شد. در انتها دانسیته توده‌ای از رابطه زیر محاسبه گردید [۱۷].

$$\frac{\text{وزن نمونه موجود در استوانه (gr)}}{\text{حجم نمونه موجود در استوانه (ml)}} = \frac{\text{دانسیته توده‌ای (gr/ml)}}{\text{حجم نمونه موجود در استوانه (ml)}} \times 100$$

۲-۵-۲- جذب آب: به منظور اندازه‌گیری این کمیت از روش بوچت (۱۹۷۷) با کمی تغییرات استفاده شد. ۳ گرم نمونه به همراه ۱۸ میلی‌لیتر آب مقطر در لوله سانتیفریژ ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و به مدت ۳۰ ثانیه مخلوط گردید. سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری و در نهایت ۳۰ دقیقه در ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتیفریژ شد. سوپرناتانت جدا شده از رسوب، خارج و لوله سانتیفریژ توسط دستمال

کاغذی کاملاً خشک و وزن آن اندازه‌گیری شد [۱۸]. (ظرفیت جذب آب بصورت مقدار آب جذب شده توسط ۱ گرم نمونه بیان شد).

۲-۵-۳- جذب روغن: به منظور اندازه‌گیری این کمیت از روش بوچت (۱۹۷۷) با کمی تغییرات استفاده شد. ۳ گرم نمونه به همراه ۱۸ میلی‌لیتر روغن ذرت در لوله سانتیفریژ ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. سپس به مدت ۳۰ ثانیه مخلوط و ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد. پس از آن در ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه سانتیفریژ شد. نمونه‌ها به آهستگی از داخل سانتیفریژ خارج و میزان روغن قسمت بالای رسوب جدا شد. وزن نمونه‌ها و لوله سانتیفریژ دوباره ثبت شد. اختلاف وزن نهایی و اولیه محاسبه و ظرفیت جذب روغن از گرم روغن جذب شده توسط ۱ گرم نمونه بدست آمد [۱۸].

۲-۶- اندازه‌گیری ویسکوزیته خمیرابه: جهت بررسی روند تغییرات ویسکوزیته خمیرابه کیک از دستگاه رئومتر Anton Paar (اتریش مدل MCR 301)، با استفاده از دو صفحه موازی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و فاصله صفحات ۱ میلی‌متر و نرخ برشی S^{-1} ۶۰/۵ استفاده شد [۱۹].

۲-۷- اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک

۲-۷-۱- اندازه‌گیری حجم مخصوص: از روش جابه‌جایی دانه کلزا جهت اندازه‌گیری حجم کیک استفاده شد. ابتدا دانسیته توده‌ای کلزا با استفاده از وزن و حجم مشخصی از دانه‌ها محاسبه شد. سپس در یک ظرف دارای ابعاد مشخص نمونه کیک به همراه دانه‌های کلزا قرار داده و توزین شد. در نهایت حجم براساس روابط زیر محاسبه گردید [۱۶].

$$W_{\text{کلزا}} = W_{\text{کل}} - W_{\text{کیک}} - W_{\text{ظرف}}$$

$$V_{\text{کلزا}} = \frac{W_{\text{کلزا}}}{\rho_{\text{کلزا}}}$$

روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱= نامطلوب، ۵= مطلوب) مورد ارزیابی قرار گرفت [۲۲].

۲-۹- تجزیه و تحلیل آماری: در این پژوهش داده‌های بدست آمده با استفاده از آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS آنالیز شد. تمام آزمون‌ها در سه تکرار انجام، و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آرد برنج، دانه ارزن و پودر شیر ارزن: نتایج آزمون‌های شیمیایی آرد برنج، پودر شیر ارزن و دانه ارزن در جدول ۱ آورده شده است.

Table 1. The results of chemical composition analysis of rice flour, millet milk powder and millet grain (wb, %)

	Moisture (%)	Ash (%)	Protein (%)	Lipid (%)	pH
Rice flour	10.41±0.1 ^a	0.45±0.02 ^a	8.87±0.05 ^a	1.23±0.01 ^b	6.14±0.11 ^a
Millet milk powder	5.2±0.11 ^b	2.75±0.12 ^b	13.33±0.14 ^b	3.12±0.1 ^a	6.29±0.05 ^a
Millet grain	9.48±0.08 ^c	2.88±0.15 ^b	15.18±0.05 ^c	3.94±0.1 ^a	6.70±0.14 ^a

Different superscripts indicate significant differences among samples ($p < 0.05$).

۳-۲- ویژگی‌های فیزیکی و عملکردی پودر شیر ارزن: خواص عملکردی مواد غذایی به عوامل مختلفی از جمله میزان کربوهیدرات، پروتئین، چربی، فیبر و یا سایر افزودنی‌ها وابسته است. مقادیر دانسیته توده‌ای ۰/۶۵۲±۰/۰۹ گرم بر میلی‌لیتر و جذب آب و روغن به ترتیب ۰/۶۵۱±۰/۱۰ و ۰/۶۹۶±۰/۰۵ درصد محاسبه گردید. جهت تعیین کیفیت عملکردی پودر شیر ارزن، نتایج با ایزوله پروتئینی سویا مقایسه شد. مقادیر جذب آب و روغن برای ایزوله پروتئینی سویا به ترتیب ۰/۱۲±۰/۱۲ و

$$V_{\text{کیک}} = V - V_{\text{ظرف}}$$

کلزا

۲-۷-۲- اندازه‌گیری تخلخل: جهت ارزیابی میزان تخلخل ابتدا حجم واقعی کیک تعیین شد. نمونه کیک داخل استوانه مدرج فشرده شد تا جایی که هیچ گونه خلل و فرجی باقی نماند. سپس بر طبق رابطه زیر درصد تخلخل محاسبه شد [۲۰].

$$\text{درصد تخلخل} = \left[1 - \frac{V_{\text{true}}}{V_{\text{bulk}}} \right] \times 100$$

V True: حجم واقعی

V bulk: حجم کل کیک اندازه‌گیری شده به روش جا به جایی دانه کلزا

۲-۷-۳- ارزیابی رنگ پوسته و مغز: آنالیز رنگ در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت از طریق تعیین ۳ شاخص L^* ، a^* و b^* صورت گرفت. شاخص L^* معرف میزان روشنی رنگ نمونه در محدوده‌ی صفر (سیاه مطلق) تا ۱۰۰ (سفید مطلق) است. شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ 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. مقایسه رنگ به کمک دستگاه هانتر لپ انجام شد و پارامترهای فوق اندازه‌گیری شدند [۲۱].

۲-۸- خصوصیات حسی: جهت مقایسه تیمارهای مختلف از لحاظ ویژگی‌های حسی مورد نظر ارزیابی توسط ۱۰ نفر از افراد نیمه آموزش دیده و آشنا با تکنیک‌های ارزیابی حسی انجام شد. نمونه‌های کیک ۲ ساعت پس از پخت در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفت و ویژگی‌های رنگ، سفتی، بافت، عطر و طعم، ظاهر نمونه و پذیرش کلی با استفاده از

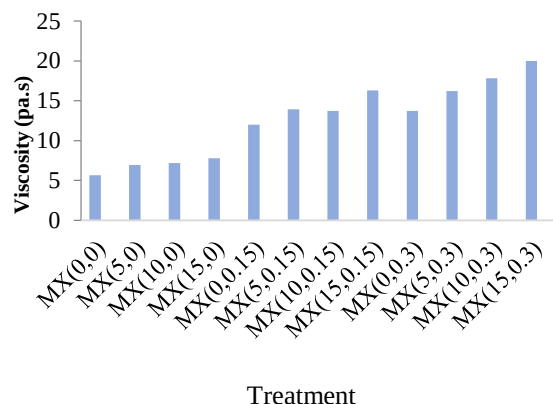


Figure 1. The effect of xanthan gum and millet milk powder on the viscosity batter cake.
Xanthan gum (X), Millet milk powder (M)

۳-۴- حجم و تخلخل کیک: نتایج حاصل از حجم و تخلخل نمونه‌های کیک در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به نتایج افزودن صمغ زانتان و پودر شیر ارزن باعث کاهش معنادار حجم و تخلخل نمونه‌ها شد که این امر به دلیل افزایش ویسکوزیته و کاهش قابلیت ورود هوا به خمیر و بزرگ شدن سلول‌های گازی طی فرایند پخت می‌باشد. بر طبق نتایج، هر دو ترکیب سبب کاهش معنی‌دار حجم و تخلخل نسبت به نمونه‌ی شاهد شدند ($p < 0.05$). میزان حجم نمونه‌های مختلف در دامنه ۵۷/۸۹ تا ۷۰/۲۰ سانتی‌متر مکعب تعیین شد که بیشترین حجم مربوط به نمونه شاهد و کمترین مربوط به نمونه ۰/۳ درصد صمغ و ۱۵ درصد پودر شیر ارزن بود. سطح ۰/۱۵ و ۰/۳ صمغ زانتان تفاوت معناداری با یکدیگر نداشتند. با افزایش صمغ زانتان به دلیل قابلیت جذب آب ویسکوزیته‌ی خمیرابه افزایش یافته و در نتیجه توانایی گنجانیدن گازهای ایجاد شده را ندارد بنابراین مانع افزایش حجم می‌شود [۲]. اثر افزودن پودر شیر ارزن بر نمونه‌ها نیز نشان دهنده کاهش حجم بود. سطح ۱۰ و ۱۵ درصد پودر شیر ارزن بدون صمغ زانتان تفاوت معناداری با یکدیگر نداشتند. درصد تخلخل در فرآورده‌های پخت ارتباط مستقیمی با حجم محصول دارد و هرچه حجم کمتر میزان تخلخل هم کمتر است. در این

۱/۴۶±۰/۰۹ درصد گزارش شد که نشان دهنده‌ی قابلیت پایین‌تر پودر شیر ارزن در جذب آب و روغن است. در مطالعه انجام شده بر روش‌های متفاوت خشک کردن برخواص عملکردی پودر شیر ارزن، میزان دانسیته توده‌ای در محدوده‌ی ۰/۵۳۳±۰/۰۰۳ تا ۰/۶۸±۰/۰۱۷ گرم بر میلی‌لیتر و جذب آب را در محدوده‌ی ۰/۹±۰/۰۰۵ تا ۰/۹۸±۰/۰۳۴ درصد گزارش شد [۱۰].

۳-۳- ویسکوزیته خمیرابه کیک: رفتار رئولوژیکی خمیرابه کیک نقش کلیدی در ویژگی‌های حسی و کیفی نمونه‌ها دارد در نتیجه ویسکوزیته‌ی نمونه‌ها در سرعت برشی میانی به منظور مطالعه‌ی ویژگی حسی و احساس دهانی مقایسه شدند. مقادیر ویسکوزیته نمونه‌ها در سرعت برشی S^{-1} ۶۰/۵ در شکل ۱ آورده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود با افزایش درصد صمغ زانتان و پودر شیر ارزن میزان ویسکوزیته خمیرابه کیک افزایش یافت. کمترین ویسکوزیته مربوط به نمونه آرد برنج بدون افزودن صمغ و پودر شیر ارزن بود. نمونه با ۱۵ درصد پودر شیر ارزن و ۰/۳ درصد صمغ بالاترین میزان ویسکوزیته را داشت. علت افزایش ویسکوزیته با افزودن پودر شیر ارزن را می‌توان به پروتئین، فیبر و همچنین افزایش ماده خشک نسبت داد. همچنین پروتئین‌های موجود به علت ظرفیت نگهداری آب باعث جذب آب و در نتیجه افزایش ویسکوزیته می‌شوند [۲۳]. کیم و یو (۲۰۰۶) و صالحی و همکاران (۲۰۱۸) افزایش ضریب قوام و ویسکوزیته ظاهری را با افزایش غلظت صمغ گزارش دادند که هم راستا با نتایج این پژوهش است [۲۴، ۲۵]. علت افزایش ضریب قوام و ویسکوزیته با افزایش صمغ بدلیل ظرفیت نگهداری بالای آب توسط این ترکیبات است [۲۶].

[۲۹]. علاوه بر آن، وضعیت فیزیکی سطح محصول نیز بر مؤلفه‌های رنگی آن مؤثر است. چنانچه سطح کیک صاف و بدون چین و چروک باشد میزان انعکاس نور بیشتر، در نتیجه مؤلفه L^* افزایش می‌یابد [۳۰]. نتایج آنالیز شاخص L^* پوسته و مغز نمونه‌های کیک در شکل ۲ آورده شده است. نتایج نشان داد که صمغ زانتان باعث افزایش شاخص L^* نمونه‌های کیک شد. این افزایش در مغز کیک و در سطح 0.3 درصد اختلاف آماری معناداری را نشان داد ($0.05 < p$). میزان این شاخص برای نمونه حاوی پودر شیر ارزن بطور معناداری نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. نتایج اثر متقابل صمغ زانتان و پودر شیر ارزن نشان دهنده‌ی کاهش شاخص L^* هم در پوسته و هم مغز نمونه‌های کیک است. همانطور که از جدول ۳ مشخص می‌شود پودر شیر ارزن دارای شاخص L^* کمی است بنابراین با افزودن آن به کیک آرد برنج این شاخص کاهش می‌یابد و دلیل دیگر این کاهش را می‌توان به بالاتر بودن میزان پروتئین پودر شیر ارزن نسبت به آرد برنج و در نتیجه تشدید واکنش میلارد دانست. در بررسی اثر مستقل و متقابل صمغ و پودر شیر ارزن بر شاخص a^* پوسته و مغز (شکل ۳) نتایج نشان داد که صمغ زانتان باعث کاهش شاخص قرمزی و پودر شیر ارزن باعث افزایش شاخص قرمزی نمونه‌ها شد ($0.05 < p$). اثر متقابل آن‌ها شاخص قرمزی را افزایش داد. اما این شاخص در پوسته و مغز در سطح صفر درصد پودر شیر ارزن در تمام سطوح صمغ اختلاف آماری معناداری نشان ندادند. نتایج شاخص b^* پوسته و مغز نمونه‌های کیک در شکل ۴ نشان داد که صمغ زانتان باعث کاهش این شاخص در پوسته و مغز کیک شد اما در مغز کیک فقط سطح 0.3 درصد اختلاف معناداری با شاهد داشت. اثر متقابل صمغ و پودر شیر ارزن این شاخص را کاهش داد. بدلیل قابلیت جذب آب توسط هیدروکلوئیدها میزان فعالیت آبی نمونه‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد بنابراین باعث تغییر پارامترهای رنگی در نمونه‌ها می‌شود. بطور کلی صمغ زانتان باعث

پژوهش نیز بین نتایج حجم و تخلخل رابطه مستقیم مشاهده شد. نتایج اثر متقابل زانتان و پودر شیر ارزن نشان داد که بیشترین میزان تخلخل مربوط به نمونه شاهد و کمترین آن در نمونه ۱۵ درصد پودر شیر ارزن و 0.3 درصد صمغ دیده شد. نتایج لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) و شویر و همکاران (۲۰۰۵) هم راستا با نتایج این پژوهش در کاهش حجم نان بدون گلوتن با افزایش صمغ زانتان بود [۲،۲۷]. در بررسی اثر کنساتره پروتئینی بادام شیرین در کیک بدون گلوتن نتایج نشان داد که با افزودن صمغ و پروتئین میزان حجم و تخلخل نمونه‌ها کاهش یافت که علت آن را به افزایش میزان پروتئین نسبت دادند که به همراه زانتان منجر به افزایش ویسکوزیته خمیرابه و در نتیجه فشرده‌تر شدن بافت می‌شود [۱۵]. در پژوهش‌های انجام شده بر روی مافین با آرد ارزن نیز کاهش حجم و تخلخل گزارش شد [۱۲،۲۸].

Table 2. Results of volume and porosity of cake samples containing xanthan gum and millet milk powder

Porosity (%)	Volume (Cm3)	Treatments
66.50±0.53 ^a	70.20±0.19 ^a	MX(0,0)
64.17±0.67 ^c	68.87±0.39 ^b	MX(5,0)
61.83±0.42 ^e	67.20±0.14 ^d	MX(10,0)
59.53±0.50 ^g	67.03±0.47 ^d	MX(15,0)
65.70±0.46 ^{ab}	67.88±0.22 ^c	MX(0,0.15)
63.43±0.57 ^{cd}	65.43±0.26 ^e	MX(5,0.15)
60.37±0.49 ^f	62.82±0.20 ^f	MX(10,0.15)
58.70±0.44 ^h	60.66±0.18 ^g	MX(15,0.15)
65.17±0.38 ^b	67.53±0.30 ^{cd}	MX(0,0.3)
62.77±0.21 ^d	62.38±0.09 ^f	MX(5,0.3)
60.97±0.57 ^f	60.37±0.33 ^g	MX(10,0.3)
57.77±0.35 ⁱ	57.89±0.48 ^h	MX(15,0.3)

Different superscripts indicate significant differences among samples ($p < 0.05$). Xanthan gum (X), Millet milk powder (M)

۳-۵- ارزیابی رنگ پوسته و مغز: رنگ یک پارامتر مهم در پذیرش محصول توسط مصرف کننده است. رنگ پوسته‌ی محصول حاصل واکنش‌های کاراملیزاسیون و میلارد است که طی فرایند پخت ایجاد می‌شود درحالی‌که رنگ مغز محصول تحت تأثیر ترکیبات تشکیل دهنده‌ی آن است

Table 3. Rice flour and millet milk powder color index value

Samples	L*	a*	b*
Rice Flour	94.1±0.33	2.4±0.15	4.7±0.28
Millet Milk Powder	74.9±0.20	7.1±0.10	11±0.45

افزایش شاخص L^* و کاهش شاخص a^* و b^* بدلیل کاهش سرعت واکنش قهوه‌ای شدن میلارد نسبت به نمونه شاهد می‌شود. در بررسی اثر صمغ کتیرا و زانتان بر کیک بدون گلوتن افزایش شاخص L^* و کاهش شاخص b^* گزارش شد [۳۱]. پاتل و تورات (۲۰۱۹) در کیک اسفنجی تهیه شده با آرد ارزن انگشتی و نقی‌پور (۲۰۱۶) در کیک بدون گلوتن تهیه شده با پودر شیر سویا کاهش شاخص L^* و b^* و افزایش a^* را گزارش دادند [۳۲،۳۳].

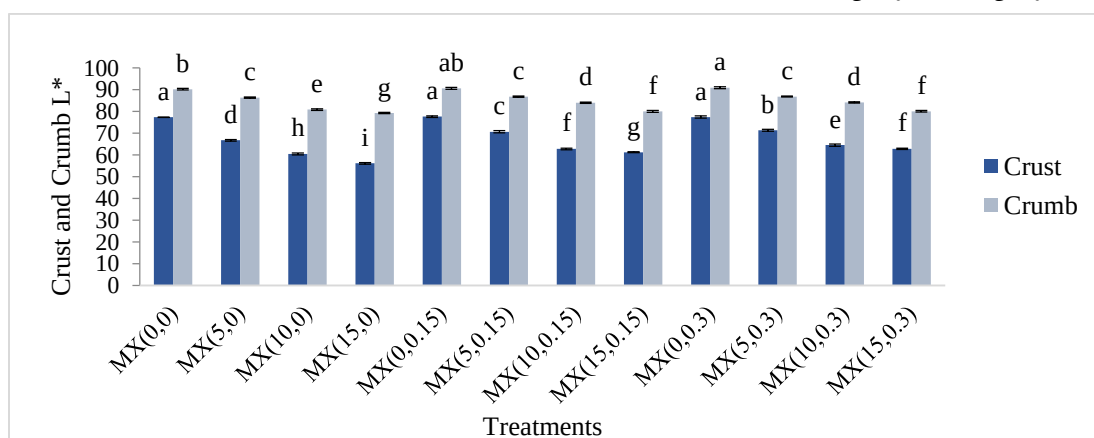


Figure 2. The effect of xanthan gum and millet milk powder on the color index L^* of crust and crumb cake
Different superscripts indicate significant differences among samples ($p < 0.05$).

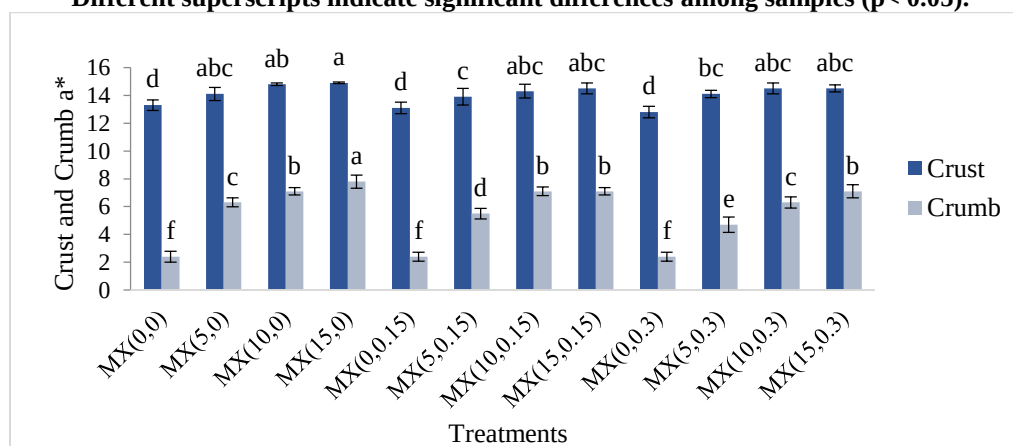


Figure 3. The effect of xanthan gum and millet milk powder on the color index a^* of crust and crumb cake
Different superscripts indicate significant differences among samples ($p < 0.05$).

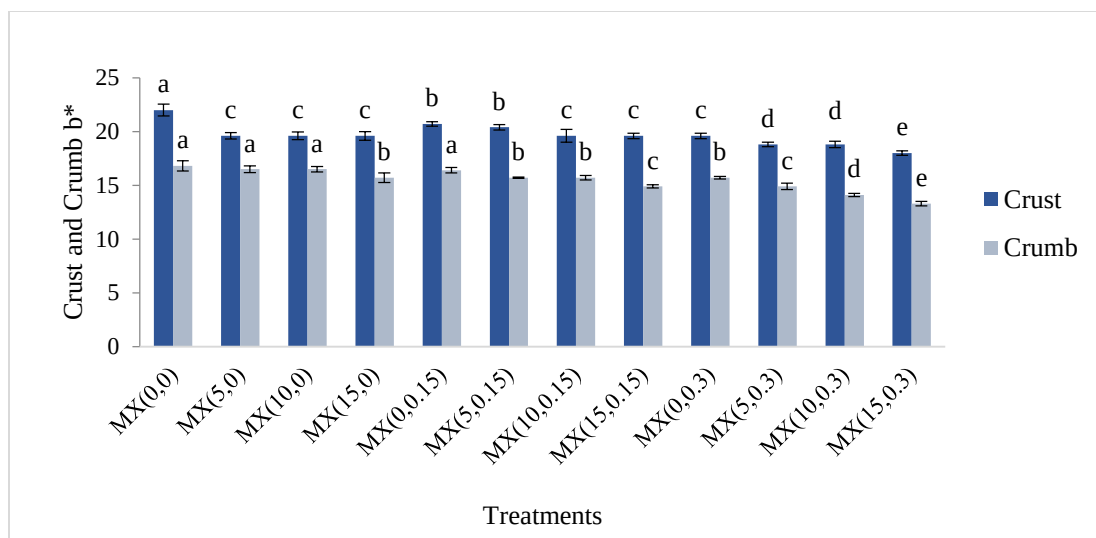


Figure 4. The effect of xanthan gum and millet milk powder on the color index b* of crust and crumb cake
Different superscripts indicate significant differences among samples ($p < 0.05$).

پودر شیر ارزن امتیاز بافت کاهش یافت که علت آن افزایش ویسکوزیته و عدم پخش یکنواخت سلول‌های گازی است. همچنین افزودن پودر شیر ارزن نمرات عطر و طعم را کاهش داد و نمونه با ۰/۳ درصد صمغ و ۱۵ درصد پودر شیر ارزن دارای پایین‌ترین امتیاز حسی بود. ارزیابی ظاهر نمونه‌های کیک نیز نشان داد که افزودن صمغ زانتان و پودر شیر ارزن باعث کاهش امتیاز حسی توسط پنلیست‌ها شد. بیش‌ترین امتیاز پذیرش کلی در نهایت مربوط به نمونه کیک با افزودن ۰/۱۵ درصد صمغ و ۱۰ درصد پودر شیر ارزن بود.

ارزیابی حسی: نتایج آنالیز ارزیابی حسی اثر افزودن صمغ زانتان و پودر شیر ارزن در جدول ۴ آورده شده است. بر اساس نتایج افزودن پودر شیر ارزن و صمغ زانتان در سطوح ۱۰ درصد با ۰/۱۵ درصد صمغ باعث بهبود شاخص رنگ شد. پودر شیر ارزن بدلیل داشتن رنگ تیره‌تر و شاخص L^* پایین، زمانیکه در سطوح بالا به نمونه کیک آرد برنج اضافه می‌شود باعث تیره شدن رنگ محصول و کاهش پذیرش توسط مصرف کننده می‌شود. نمرات بافت نمونه‌ها نشان داد که صمغ زانتان تفاوت معناداری ایجاد نکرد ($p < 0.05$). بطورکلی در تمام نمونه‌ها با افزایش صمغ و

Table 4. Intraction effect of xanthan gum and millet milk powder on sensory evaluation of cake

Total acceptability	Appearance	Odor and Taste	Hardness	Color	Treatment
4.00±0.70 ^{abc}	4.20±0.92 ^{ab}	3.90±0.57 ^a	4.50±0.53 ^a	2.60±0.70 ^f	MX(0,0)
4.00±0.52 ^{abc}	4.30±0.82 ^{ab}	3.70±0.67 ^a	4.30±0.48 ^a	3.70±0.67 ^{abcde}	MX(5,0)
4.00±0.70 ^{abc}	4.40±0.70 ^a	3.90±0.74 ^a	3.90±0.74 ^{abc}	4.20±0.92 ^{ab}	MX(10,0)
3.30±0.95 ^{cdef}	3.50±0.71 ^{bc}	4.10±0.99 ^a	3.90±1.10 ^{abc}	3.30±0.95 ^{cdef}	MX(15,0)
3.90±0.88 ^{abcd}	3.90±0.74 ^{ab}	4.30±0.82 ^a	4.50±0.71 ^a	3.00±0.94 ^{ef}	MX(0,0.15)
4.00±0.82 ^{abc}	3.70±0.67 ^{ab}	4.20±0.63 ^a	4.00±0.67 ^{ab}	3.90±0.99 ^{abcd}	MX(5,0.15)
4.10±0.57 ^{ab}	3.80±0.92 ^{ab}	3.60±1.07 ^{ab}	3.30±0.67 ^{cd}	4.00±0.82 ^{abc}	MX(10,0.15)
3.00±0.82 ^{ef}	3.80±0.79 ^{ab}	3.90±0.74 ^a	3.20±0.63 ^{de}	4.40±0.52 ^a	MX(15,0.15)
3.60±1.07 ^{bcde}	4.00±1.05 ^{ab}	4.10±0.99 ^b	4.30±0.67 ^a	3.40±1.07 ^{bcdef}	MX(0,0.3)

3.20±0.63 ^{def}	3.70±0.95 ^{ab}	3.50±0.85 ^{ab}	3.50±0.97 ^{bcd}	4.40±0.97 ^a	MX(5,0.3)
3.10±0.74 ^{ef}	2.90±0.74 ^c	2.50±1.08 ^c	2.60±0.52 ^{ef}	3.70±0.67 ^{abcde}	MX(10,0.3)
2.70±0.82 ^f	2.80±0.63 ^c	2.80±1.14 ^{bc}	2.30±0.48 ^f	3.10±0.74 ^{def}	MX(15,0.3)

Different superscripts indicate significant difference among samples ($p < 0.05$).

Xanthan gum (X), Millet milk powder (M)

[3] Singh, R. B., Khan, S., Chauhan, A. K., Singh, M., Jaglan, P., Yadav, P., Juneja, L. R. (2019). Millets as functional food, a gift from Asia to Western World. In *The Role of Functional Food Security in Global Health* (pp. 457-468): Elsevier.

[4] Kumar, A., Metwal, M., Kaur, S., Gupta, A. K., Puranik, S., Singh, S., Sood, S. (2016). Nutraceutical value of finger millet [*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.], and their improvement using omics approaches. *Frontiers in Plant Science*, 7, 934.

[5] Aydar, E. F., Tutuncu, S., & Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, 70, 103975.

[6] Iorio, M. C., Bevilacqua, A., Corbo, M. R., Campaniello, D., Sinigaglia, M., & Altieri, C. (2019). A case study on the use of ultrasound for the inhibition of *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes* in almond milk. *Ultrasonics Sonochemistry*, 52, 477-483.

[7] Sethi, S., Tyagi, S. K., & Anurag, R. K. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 53:9. 3408-3423.

[8] Sheela, P., Kanchana, S., Maheswari, T. U., & Hemalatha, G. (2018). Optimization of Parameters for the Extraction of Millet Milk for Product Development. *Research Journal of Agricultural Sciences*, 9:6. 1345-1349.

[9] Preichardt, L. D., Vendruscolo, C. T., Gularte, M. A., & Moreira, A. d. S. (2011). The role of xanthan gum in the quality of gluten free cakes: improved bakery products for coeliac patients. *International journal of Food Science & Technology*, 46:12. 2591-2597.

[10] Devi, M. P., & Sangeetha, N. (2013). Extraction and dehydration of millet milk powder for formulation of extruded product. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 7:1. 63-70.

[11] karami, f., Aalami, M., Shahiri Tabarestani, H., & sadeghimahonak, a. (2019). Evaluation of functional properties of millet flour ready for use in gluten-free cookie formulations based on rice flour.

۴- نتیجه گیری

امروزه با توجه به افزایش شناسایی بیماران سلیاکی تهیهی محصولات نانوائی بدون گلوتن در سرتاسر جهان رو به افزایش است. بنابراین متخصصان صنعت غذا در تلاش برای تولید و بهبود کیفیت این فرآورده‌ها هستند. در این پژوهش از صمغ زانتان به همراه پودر شیر ارزن بر اساس تیمارهای مشخص شده در تهیهی کیک بدون گلوتن بر پایه‌ی آرد برنج استفاده و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی آن‌ها بررسی شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی کیک تحت تأثیر اثر متقابل صمغ زانتان با پودر شیر ارزن قرار می‌گیرد. افزایش یا کاهش حجم و تخلخل نمونه‌ها وابسته به ویژگی‌های خمیرابه است. با توجه به افزایش ویسکوزیته خمیرابه، صمغ زانتان و پودر شیر ارزن تأثیر منفی بر حجم و تخلخل نمونه‌های کیک داشت. اما در سطوح پایین مورد استفاده به دلیل افزایش ارزش غذایی و میزان پروتئین، رنگ و طعم مطلوب می‌توان از آن استفاده کرد. در نتایج ارزیابی حسی نمونه‌ی حاوی ۰/۱۵ درصد صمغ زانتان و ۱۰ درصد پودر شیر ارزن بالاترین امتیاز حسی را داشت و جهت تهیه کیک با ویژگی‌های مطلوب می‌تواند مناسب باشد.

۵- منابع

[1] Ghergherehchi, R., RAFIEI, M., Majidi, J., & Majidi, S. (2010). Prevalence of celiac disease in Type 1 diabetic children and adolescents in East Azarbaijan.

[2] Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., & Biliaderis, C. G. (2007). Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*, 79:3. 1033-1047.

- [23] Ziobro, R., Witczak, T., Juszczak, L., & Korus, J. (2013). Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic. *Food Hydrocolloids*, 32:2. 213-220.
- [24] Kim, C., & Yoo, B. (2006). Rheological properties of rice starch-xanthan gum mixtures. *Journal of Food Engineering*, 75:1. 120-128.
- [25] Salehi, F., Amin Ekhlās, S., Pavee, S., Zandi, F. (2018). Effect of Balangu Seed Gum on Rheological, Physical and Sensory Properties of Gluten Free Rice Cake. *Food Science and Nutrition*, 15:4. 61-68.
- [26] Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., & Sahin, S. (2010). Rheological properties of gluten-free bread formulations. *Journal of Food Engineering*, 96:2. 295-303.
- [27] Schober, T. J., Messerschmidt, M., Bean, S. R., Park, S. H., & Arendt, E. K. (2005). Gluten-free bread from sorghum: quality differences among hybrids. *Cereal Chemistry*, 82:4. 394-404.
- [28] Rajiv, J., Soumya, C., Indrani, D., & Venkateswara Rao, G. (2011). Effect of replacement of wheat flour with finger millet flour (*Eleusine corcana*) on the batter microscopy, rheology and quality characteristics of muffins. *Journal of Texture Studies*, 42:6. 478-489.
- [29] Ameer, L. A., Mathieu, O., Lalanne, V., Trystram, G., & Birlouez-Aragon, I. (2007). Comparison of the effects of sucrose and hexose on furfural formation and browning in cookies baked at different temperatures. *Food Chemistry*, 101:4. 1407-1416.
- [30] Purlis, E., & Salvadori, V. O. (2009). Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42:7. 865-870.
- [31] Hojjatoleslami, M., & Azizi, M. H. (2015). Impact of tragacanth and xanthan gums on the physical and textural characteristics of gluten-free cake. *Nutrition and Food Sciences Research*, 2:2. 29-37.
- [32] Patel, P., & Thorat, S. (2019). Studies on chemical, textural and color characteristics of decorticated finger millet (*Eleusine coracana*) fortified sponge cake. *The Pharma Innovation Journal*, 8:3. 64-67.
- [33] Naghi Poor, F., Sahraian, B., Habibi Najafi, M. B., Karimi, M., Khoda Parast, M. H., & Sheikholeslami, Z. (2016). *Journal of Food Science and Technology(Iran)*, 13:61. 86-77.
- Journal of Food Science and Technology(Iran)*, 16:87. 1-15.
- [12] Goswami, D., Gupta, R., Mridula, D., Sharma, M., & Tyagi, S. (2015). Barnyard millet based muffins: Physical, textural and sensory properties. *LWT-Food Science and Technology*, 64:1. 374-380.
- [13] Maleki Tabrizi, H., & Aalami, M., & Maghsuodlou, Y., & Ziiaifar, A., (2018). Effect of malted millet flour and xanthan gum on physical properties of gluten free batter and cake. *Journal of Food Science and Technology(Iran)*, 15:83. 359-366.
- [14] Hassan, A. A., Aly, M., & El-Hadidie, S. T. (2012). Production of cereal-based probiotic beverages. *World Applied Sciences Journal*, 19:10. 1367-1380.
- [15] Abbaszadeh, F., Aalami, M., Sadeghi Mahoonak, A.R., Kashaninejad, M. (2018). The effect of sweet almond protein concentrate (SAPC) and xanthan gum on the properties of gluten free cakes. *Journal of Food Science and Technology(Iran)*, 15:81. 163-176.
- [16] AACCC. (2000). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists (10 ed). St. Paul, MN.
- [17] Kaur, M., & Singh, N. (2005). Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Food Chemistry*, 91:3. 403-411.
- [18] Beuchat, L. R. (1977). Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 25:2. 258-261.
- [19] Aalami, M., Rahbari, M., Avazsufiyan, A. 2017. Rheological properties of sponge cake based on the rice and wheat germ flour. *Food Processing and Preservation Journal*. 10:1. 17-32.
- [20] Turabi, E., Sumnu, G., & Sahin, S. (2008). Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*, 22:2. 305-312.
- [21] Sun, Y., Fisher, R., Wang, F., & Gomes, H. M. (2008). A computer vision model for visual-object-based attention and eye movements. *Computer vision and image understanding*, 112:2. 126-142.
- [22] Singh, K., Mishra, A., & Mishra, H. (2012). Fuzzy analysis of sensory attributes of bread prepared from millet-based composite flours. *LWT-Food Science and Technology*, 48:2. 276-282.



Scientific Research

Effect of millet milk powdre on the physico-chemical properties of gluten-free cake based on rice flour

Samaneh Akbari¹, Mehran Alami^{*2}, Yahya Maqsoodlou³, Alireza Sadeghi Mahonak³

- 1- Master's student, Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
- 2- Associate Professor, Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
- 3- Professor, Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

ABSTRACT

In recent years, the production of gluten-free products with good quality is one of the priorities of the food industry to meet the needs of celiac patients. The aim of this research work was to study the effects of MMP on some physico-chemical properties of rice flour-based gluten free batter and cake. MMP was prepared from common millet grain (Pishahang variety) and its physical and functional characteristics were evaluated. Gluten-free batters and low-ratio cakes based on rice flour with three levels of xanthan gum (0, 0.15, 0.3%) and four levels of MMP (0, 5, 10, 15 %) were produced then evaluated for their physico-chemical and sensory characteristics. The results of physical and functional properties of millet milk powder including bulk density, water absorption and oil absorption respectively 0.652 ± 0.09 , 0.615 ± 0.1 , and 0.696 ± 0.05 was obtained. Increasing levels of MMP along with xanthan gum increased the viscosity of the batter. The highest viscosity (20 pa.s) was observed in the sample with 0.3% xanthan gum and 15% MMP, which led to a decrease in the volume and porosity of the resulting cakes. Evaluation of the color indices showed the significant effect of MMP on L*, a* and b*. In general, with the increase of MMP, L* and b* decreased and a* increased. The results of sensory analysis for the cake samples showed that with the increase of MMP and xanthan gum, due to the increase in viscosity and decrease in volume, the texture score of the samples decreased, and the highest score was related to the sample with 0.15% gum. It was concluded that the cake sample prepared with 10% MMP with 0.15% xanthan gum was the best treatment in terms of sensory and quality characteristics.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2022/11/2

Accepted : 2023/6/18

Keywords:

Rice flour,
millet milk powder,
gluten-free cake,
functional properties

DOI: 10.22034/FSCT.20.138.82.

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.7.9

*Corresponding Author E-Mail:
mehranalami@gmail.com