مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

استفاده از ارزن بعنوان جایگزین آرد گندم در تولید نان باگت با گلوتن کاهش یافته

نگین قلی زاده حمیدی [۱]، حجت کاراژیان [۱*]

[۱]گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تربت حیدریه، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت حیدریه، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۵

کلمات کلیدی:

آرد ارزن،

آرد گندم،

نان،

ارزیابی حسی،

بافت

DOI: 10.22034/FSCT.20.138.186

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.15.7

* مسئول مکاتبات:

Hojjat_Karazhiyan@yahoo.com

چکیده

آرد ارزن اگر چه فاقد گلوتن می‌باشد، اما از نظر ارزش غذایی در مقایسه با سایر دانه‌های غلات منبع غنی از پروتئین، اسیدهای آمینه ضروری، انرژی، ویتامین‌ها و مواد مغذی می‌باشد. علاوه بر آن سرشار از فیبرهای رژیمی، مواد فیتوشیمیایی و ریزمغذی‌هاست. در پژوهش حاضر اثر ترکیب آرد ارزن و گندم در تولید نان در سطوح جایگزینی مختلف (۳۰،۱۰و ۵۰ درصد) مورد بررسی قرار گرفت. خصوصیات پخت نمونه‌های مختلف ارزیابی شد و پارامترهای مرتبط با خواص نان از قبیل حجم، ارتفاع، خصوصیات بافتی (سختی، چسبندگی و پیوستگی)، رنگ نان و خصوصیات حسی اندازه‌گیری و با نان آرد گندم مقایسه شد. نتایج حاصل از تحقیق بیانگر آن بود که با افزایش سطوح جایگزینی آرد ارزن در فرمولاسیون، ارتفاع و حجم نان کاهش، سختی نان ها افزایش و مقادیر شاخص رنگی برای پوسته نان کاهش یافت، اما مغز نان رفتار مشابهی با پوسته نشان نداد. ارزیابی‌های حسی نتایج جالب توجهی را نشان داد. مقبولیت کلی نان آرد ارزن بدلیل طعم متفاوت و بافت، از نان آرد گندم بالاتر بود، اما این میزان مقبولیت کلی با افزایش آرد ارزن در ترکیب کاهش یافت. نتایج تحقیق حاضر بیانگر پتانسیل بالای آرد ارزن برای استفاده در فرمولاسیون‌های مواد غذایی مختلف است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.15.7]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.138.185]

۱- مقدمه

آرد ارزن یک بخش مهم فرآورده‌های غذایی سنتی در بسیاری از کشورهای آسیایی و آفریقایی است. از این گذشته ارزن حاوی میزان انرژی تغذیه‌ای و کیفی بالایی است. محققین خصوصیات تغذیه‌ای ارزن و خواص آن‌ها را بررسی کرده‌اند، اما بکارگیری ارزن در فرآورده‌های غذایی در مقایسه با گندم حداقل است و این بدلیل عدم آگاهی از ارزش تغذیه‌ای و عملگری و فقدان اطلاعات در خصوص فرآوری ارزن است. از اینرو ضروری است که امکان الحاق ارزن در فرآوری مواد غذایی از قبیل فرآورده‌های پخت نانوایی مورد ارزیابی قرار بگیرد[۱].

حضور گلوتن در محصولات خمیری تاثیر زیادی بر روی خواص رئولوژی خمیر و فرآیند تولید و کیفیت نهایی محصولات عاری از گلوتن دارد. خمیر عاری از گلوتن خاصیت الاستیک کمتری نسبت به خمیر آرد گندم دارد و خیلی شل و کار کردن با آن مشکل است. اجزای گلوتن شامل پروتئین‌های گلیادین و گلوتنین است که شبکه ویسکوالاستیک خمیر را بوجود می‌آورند. پروتئین‌های گلیادین کشش پذیرند و وظیفه ویسکوز بودن و پیوستگی خمیر را دارند و پروتئین‌های گلوتنین وظیفه کشش و ارتجاع پذیری خمیر را دارند لذا همراهی آرد ارزن بدلیل نداشتن گلوتن اثر منفی روی خواص رئولوژیکی خمیر آرد ترکیبی دارد [۲] .

جزء اصلی و مهم و پایه‌ای در صنعت نانوایی آرد گندم است که منبع عالی انرژی و پایه تغذیه‌ای است اما فاقد ریز مغذی‌ها، کربوهیدرات‌های پیچیده و فیبر است. کیفیت پروتئین گندم در مقایسه با غلات دیگر نامرغوب است [۳] و بطور ویژه مرتبط با پایین بودن میزان لیزین، میتونین و ترئونین پروتئین‌های گندم است [۴]. بنابراین ضروری است که جایگزین مناسبی جهت کم کردن این مضرات در صنعت پخت یافت. تهیه خمیر آرد و تولید فرآورده پخت نانوایی یک فرآیند فیزیکی شیمیایی و بیوشیمیایی پیچیده است و بسیار تحت تاثیر اجزاء آرد می‌باشد[۵].

مصرف گلوتن برای بعضی از افراد مشکل ساز نیست. اما مصرف آن برای بعضی از افرادی که شرایط بدنی خاصی دارند مثل بیماری سلیاک، حساسیت به گلوتن، آلرژی به گندم ممکن است باعث ایجاد مشکل شود. بیماری سلیاک، حادترین شکل عدم تحمل گلوتن است. بیماری سلیاک یک اختلال خودایمنی محسوب می‌شود که ورود گلوتن را به بدن مثل یک متجاوزگر خارجی می‌بینند. در نتیجه سیستم ایمنی به گلوتن و پوشش روده حمله می‌کند. این حمله به دیواره‌های روده آسیب رسانده و ممکن است باعث کمبود مواد مغذی، کم خونی، مشکلات گوارشی و ابتلا به بیماری‌های دیگر می‌شود. غلات فاقد گلوتن نظیر ذرت، برنج، کوینوآ، بذرک، ارزن، نشاسته کاساوا، گل تاج‌خروس غلاتی هستند که می توانند در صورت جایگزینی با آرد گندم در فرآورده های نانوایی اثرات بیماریزایی گلوتن و حساسیت به گندم را کاهش دهند[۵].

اگر چه که تشکیل شبکه گلوتنی یک ویژگی منحصربفرد پروتئین آرد گندم است اما امکان‌پذیر است که بخشی از این آرد را با سایر آردها در فرآورده‌های پخت جایگزین کرد. مثلاً برخی از محققین فرآورده‌های پخت با استفاده از غلات چاودار، سویا و غیره تحت عناوین آرد بدون گلوتن تولید کرده‌اند [۶و ۷]. بهرحال مطالعات صورت گرفته در خصوص استفاده از آرد ارزن بسیار محدود هستند.

هدف اصلی علاوه بر جایگزینی بخشی از آرد گندم با آرد ارزن در فرآورده‌های پخت، افزایش ارزش تغذیه‌ای و خصوصیات عملکردی فرآورده‌های پخت می‌باشد. افزودن یک چنین جایگزینی کیفیت فرآورده‌های پخت را تحت تأثیر قرار می‌دهد و همچنین مقبولیت کلی مصرف کننده نیز

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.15.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.138.185]

کاهش نمی‌یابد. مهمترین چالش تعیین حد بهینه یک چنین جایگزینی در صنعت پخت محصولات نانوایی است [۸].

بنابراین جهت بکارگیری بهتر ارزن در فرآورده‌های نانوایی، ارزیابی و مطالعه تغییرات در خصوصیات و ویژگی‌های آن در طی فرآیند پخت در کیفیت فرآورده‌های نانوایی و پخت حائز اهمیت می‌باشد. هدف از پژوهش حاضر کشف امکان تولید نان بر پایه ارزن با جایگزین آرد گندم با مجموعه‌ای از نسبت‌های آرد ارزن می‌باشد. هدف عمده در این جایگزینی افزایش ارزش تغذیه‌ای و عملکردی فرآورده‌های پخت و تولید محصول بدون گلوتن است. افزودن ارزن و افزایش میزان جایگزینی قطعا کیفیت پخت را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

۲-مواد و روش ها

۲-۱- مواد

ارزن از ناحیه‌ای در اطراف شهرستان گناباد، استان خراسان رضوی تهیه و سپس به دقت تمیز و ذرات خارجی آن از قبیل سنگ و شن حذف و سپس جهت دستیابی با آرد ریز، آسیاب شد. آرد گندم همه منظوره از یک فروشگاه محلی خریداری شد.

۲-۱-۱- تهیه خمیر و فرآیند تولید نان

آردهای ترکیبی با استفاده از آرد گندم و آرد ارزن در نسبت‌های اختلاط ۱۰٪، ۳۰٪ و ۵۰٪ تهیه شد. نمونه‌های خمیر با مخلوط کردن ۵۰ گرم از آرد ترکیبی با آب تولید شدند. آردهای ارزن در خمیر نان وارد و آزمون‌های پخت جهت فهم اثر آرد ارزن در فرآیند تولید نان روی آن‌ها انجام گرفت. خمیر نان تولیدی دارای فرمولاسیونی بصورت: ۲۵۰ گرم آرد – ۳ گرم مخمر – ۱۵ گرم شکر – ۱۲/۵ گرم چربی و ۴ گرم نمک بود. درجه حرارت آب دمای محیط (حدود^{o}C ۲۲) نگه داشته شد. نمونه‌های خمیر با استفاده از همزن آزمایشگاهی هم‌زده شدند (با سرعت ثابت و گردش یکنواخت همزن). زمان همزدن خمیر (۱۰ دقیقه) و زمان توقف خمیر (۱۵دقیقه) در طی مدت آزمون‌ها بدون تغییر باقی ماند. در مرحلهٔ بعد چانه گیری انجام شد و پس از شکل دهی خمیر با رولر (مشهد پخت)، رولها ۴۵ دقیقه در گرمخانه ۳۵ درجه سانتی گراد نگهداری شدند تا کاملا در نتیجهٔ فعالیت مخمر حجم بگیرند. فرایند پخت نان دردمای ۳۰۰ درجهٔ سانتی گراد و زمان ۱۵ دقیقه انجام شد. برای اعمال شرایط پخت یکسان، تمامی نمونه ها در یک طبقه از فر (مشهد پخت ۳ طبقه ثابت ساخت ایران) قرار گرفتند. نان های پخت شده به صورت طبیعی در زمان ۲ ساعت تا دمای محیط خنک شدند. بسته بندی نان ها در داخل پلاستیکهای پلی اتیلنی انجام شد و برای انجام آزمونهای لازم به آزمایشگاه منتقل شدند [۹].

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- ویژگی‌های فیزیکی نان

پس از هر بار پخت نان، نان از داخل آون خارج و سرد شد. سپس خصوصیات فیزیکی نان از قبیل حجم (مطابق استاندارد۲۰۰۰، AACC به شماره ۳۰-۵۴ از روش جابجایی دانه کلزا[۱۰]) و ارتفاع؛ بطور دستی اندازه‌گیری شد.

۲-۲-۲- خصوصیات بافتی نان

خصوصیات بافتی نمونه‌های نان با استفاده از آنالیزگر بافت (TA-XT, Stable Micro System، کشور انگلستان) ارزیابی شد. دستگاه مجهز به پروب استوانه‌ای به قطر ۲۵ میلیمتر با نیروی ۵۰ نیوتن بود. قرص‌های نان بصورت مکعب های (۲^{x}۲^{x}۲) تهیه شده و تحت آزمون قرار گرفتند. اسلایس‌های برش زده شده تا ۵۰٪ ضخامت آن‌ها با سرعت ۲۵ میلیمتر در هر دقیقه فشرده شدند. ۵ تکرار صورت گرفت و میانگین تکرارها گزارش شد. پارامترهای سختی، چسبندگی و پیوستگی از منحنی بدست آمده محاسبه شدند [۱۱].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.15.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.138.185]

۲-۲-۳- ارزیابی رنگ

پوسته و مغز نان با استفاده از روش پردازش تصویر مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزش L که بیانگر تیرگی و روشنی محصول است استخراج شد. جهت اندازه گیری این مولفه ابتدا برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتیمتر از مغز و پوسته نان تهیه شد و بوسیله اسکنر کانن با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد و سپس تصاویر در اختیار نرم افزار ایمیج جی قرار گرفت و مولفه مورد نظر محاسبه شد [۱۲].

۲-۲-۴- ارزیابی حسی نان

ارزیابی‌های حسی نمونه‌های نان توسط ۲۵ ارزیاب و با روش هذونیک ۱۰ نقطه ای انجام شد. برای این منظور یک اسلایس کدگزاری شده از نان تازه مورد استفاده قرار گرفت. ارزیابی‌های حسی از نقطه نظر ظاهر، رنگ، طعم و مزه، بافت و مقبولیت کلی بود. مقبولیت هر پارامتر از درجه ۱ تا ۱۰ ارزیابی شد و محصولی که امتیاز میانگینی بیشتر از ۵ برای مقبولیت کلی کسب کرد بعنوان قابل قبول گزارش شد.

۲-۲-۵- تجزیه و تحلیل داده ها

نتایج به دست آمده از آزمون های انجام گرفته از نان، بر پایه طرح فاکتوریل در قالب بلوک کاملا تصادفی با استفاده از نرم افزار SPSS (ورژن ۲۱) مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه ها شامل چهار سطح مصرفی آرد ارزن (۰، ۱۰، ۳۰ و ۵۰ درصد) بوده که میانگین نتایج با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های فیزیکی نان

۳-۱-۱- ارتفاع نان

تلفیق آرد ارزن به خمیر نان خصوصیات نان را تحت تاثیر قرار داد. افزودن آرد ارزن ارتفاع قرص نان را کاهش داد. ارتفاع نان‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. ارتفاع نان با افزایش آرد ارزن در خمیر نان کاهش پیدا کرد و کمترین کاهش در جایگزینی ۱۰٪ مشاهده شد. جایگزینی ۵۰٪ آرد ارزن در خمیر نان منجر به تولید نانی با کیفیت پایین شد. ارتفاع نان‌ها به پایین‌ترین میزان کاهش پیدا کرد.

چنانکه در جدول ۱ مشاهده می‌شود، افزایش جایگزینی ارزن ارتفاع نان را تحت تاثیر قرار می‌دهد، اما اختلاف معنی‌داری بین نان شاهد و نان حاوی ۱۰٪ آرد ارزن مشاهده نمی‌شود. و این بیانگر این نکته است که نان ارزن ۱۰٪ ارتفاعی معادل نان شاهد دارد.

ارتفاع نان به الاستیسیته و قدرت شبکه گلوتنی در خمیر بستگی دارد و تشکیل این شبکه گلوتنی اصولا به حضور فراکسیون‌های گلوتنین و گلیادین در آرد مرتبط است (گلیادین مسئول ویسکوزیته و گلوتنین مسئول ویسکوالاستیسیته می‌باشد). عدم حضور و یا مقادیر کم این فراکسیون‌های پروتئینی منجر به ایجاد خمیری الاستیک می‌شود. جدول ۱ بطور واضح نشان می‌دهد که افزایش ترکیب آرد ارزن ارتفاع نان را کاهش داد، این بیانگر این نکته است که خمیرهای بیشتر الاستیک توانایی نگهداری گاز تولید شده در طی فرآیند تخیمر را ندارند و یک چنین خمیری زمان خیزش (Rise time) سریعتری دارد در مقایسه با خمیر ویسکوز. بهرحال خمیر بدلیل فقدان پروتئین‌های گلوتنین (که مسئول خواص ویسکوالاستیک خمیر هستند) متلاشی می‌شود.

Table 1 Height of breads at different substitutions levels of millet flours

Sample	Height (Cm)
Control sample	6.81±0.03[a]
10%	6.55±0.03[a]
30%	5.21±0.01[b]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.15.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.138.185]

50%	4.11 ± 0.02^{c}

۲-۱-۳- حجم نان

حجم نان‌ها اندازه‌گیری شد و نتایج در جدول ۲ آورده شده است. حجم نان‌ها در نان‌های حاوی آرد ارزن کاهش پیدا کرد. بیشترین حجم نان در نان حاوی آرد گندم ۱۰۰ ٪ مشاهده شد. اثرمنفی آرد ارزن در حجم نان ممکن است به کاهش پروتئین‌های گلوتنی در نان‌های حاوی آرد ارزن باشد. از آنجایی که آرد ارزن فاقد گلوتن است که این پروتئین‌ها مسئول ایجاد ساختار در فرآورده های خمیری هستند و در این ارتباط یافته‌های تاییدکننده زیادی وجود دارند که این فرضیه را تقویت می‌کنند. بعنوان مثال اثر واریته‌های سورگوم در کیفیت نان توسط موراد و همکاران (۱۹۸۴) ارزیابی شد، ۵ واریته مختلف سورگوم برای پژوهش درنظر گرفته شد. آرد گندم با جایگزینی ۱۰٪، ۲۰٪ و ۳۰٪ آرد سورگوم جایگزین شد و مشاهده شد که حجم نان با افزایش آرد سورگوم کاهش پیدا کرد[۱۳].

در مطالعه‌ای توسط سینگ و همکارن (۲۰۱۲)، نان با استفاده از آرد ترکیبی واریته‌های ارزن و گندم با افزودن گلوتن تهیه شد. مشاهده شد که با افزایش میزان گلوتن حجم قرص نان بهبود می‌یابد که بیانگر نقش کلیدی پروتئین گلوتن در ایجاد ساختار در حجم نان می باشد[۱۴].

Table 2 Volume of breads at different substitutions levels of millet flours

Sample	Volume (cm^3)
Control sample	450 ± 1.1^{a}
10%	420 ± 1.3^{b}
30%	340 ± 2.1^{c}
50%	265 ± 1.5^{d}

ارتفاع و حجم نان به سادگی نتیجه چگونگی گسترش و بلند شدن خمیر و نگهداری گاز در طی فرآیند تخمیر و در طی پخت هستند. حجم نان و ارتفاع نان همچنین به توانایی خمیر جهت نگهداری شکل آن در طی فرآیند پخت مرتبط هستند.

همچنانکه مشاهده شد حجم نان با افزایش ترکیب آرد ارزن کاهش پیدا کرد (جدول ۲). مشاهده شد که حجم و ارتفاع نان ارتباط خطی با یکدیگر دارند. در طی پخت مشاهده شد که در سطح نان چروکیدگی رخ نداد علی‌الخصوص در نسبت‌های کمتر آرد ارزن (۱۰٪ و ۳۰٪). همچنین مشاهده شد که حجم نان‌های با ترکیب بیشتر آرد ارزن کمتر بود با چروکیدگی پوسته نان که بیانگر عدم توانایی نان در نگهداری گاز در طی فرآیند پخت است (بدلیل فقدان پروتئین‌های گلوتنی). افزایش ترکیب آرد ارزن در خمیر منجر به افزایش میزان نشاسته در خمیر می‌شود که باعث می‌شود طبیعت خمیر بیشتر الاستیک باشد تا ویسکوالاستیک که توسط مدول‌های الاستیک و ویسکوز هم تایید می‌گردد.

۲-۳- ویژگی‌های بافتی نان

یکی از پارامترهای مهم در مقبولیت مصرف‌کننده نان، بافت نان است. سختی، ارتجاع‌پذیری، پیوستگی و چسبندگی مهمترین ویژگی‌های بافتی نان هستند [۱۵]. سختی می‌تواند تحت عنوان میزان نیروی لازم جهت گاززدن نان و ارتجاع‌پذیری، درجه یا میزانی که نان به اندازه اولیه خود بعد از تراکم برمی‌گردد. چسبندگی میزان چسبیدن نان به سقف دهان و پیوستگی به چگونگی اینکه توده نان به همدیگر در طی جویدن می پیوندند تعریف شود [۱۶].

سختی نان نیروی لازم برای تراکم نان بین دندان‌ها است و با واحد نیوتن نشان داده می‌شود. پیوستگی به درجه و میزانی که ماده به هم دیگر را در طی جویدن نگه می‌دارند، بستگی دارد. چسبندگی به کار لازم جهت فائق آمدن به نیروهایی جاذب بین سطح ماده غذایی و سطح اجسام دیگر که ماده غذایی در تماس با آنها است بستگی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.15.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.138.185]

دارد مثل زبان ، سقف دهان و یا دندان‌ها و کار لازم برای جدا کردن غذا از یک سطح است [۱۱]

۱-۲-۳-سختی نان

نتایج حاصله از سختی نمونه‌های نان در جدول ۳ آورده شده است. سختی نان تحت تأثیر ترکیب آرد ارزن قرار گرفته است و افزایش در نسبت ترکیب و جایگزینی، سختی بیشتر بافت نان را بهمراه داشته است (جدول ۳) حداقل میزان سختی نان در ۰٪ جایگزینی آرد ارزن بدست آمده است. از اینرو ترکیب ارزن درخمیر نان گندم بایستی تا یک حد و سطح مشخصی در جهت اطمینان از کیفیت قابل قبول نان انجام می‌گیرد.

تلفیق و ترکیب آرد ارزن در نان، جذب آب خمیر را تحت تأثیر قرار می دهد. جذب آب خمیر و سختی نان بطور معکوس با هم در ارتباط هستند. کاهش در جذب آب منجر به خمیری سفت و محکم و زمخت می‌گردد. افزایش میزان ترکیب آرد ارزن ارتفاع نان را کاهش داد که خود در ادامه منجر به ساختاری متخلخل و متراکم (پر منفذ) خواهد شد (در مقایسه با نان‌های حاوی ۱۰۰٪ آرد گندم) و این می‌تواند سختی بافت نان را بدلیل کاهش هوای موجود در ساختار افزایش بدهد و منجر به ساختاری متخلخل‌تر و سفت‌تر بشود.

این نتایج با نتایج تحقیقات مشابه سایر محققین هم‌خوانی دارد. از جمله ماریدولا و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی آرد گندم و سورگوم (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ درصد) را در فرمولاسیون بیسکویت بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که توسعه خمیر و قدرت خمیر با افزایش جایگزینی آرد سورگوم کاهش پیدا کرد درحالیکه سختی، نیروی متوسط شکنندگی بیسکویت‌ها و انرژی پارگی و از هم‌گسیختگی افزایش یافته است [۱۷].

ساها و همکاران (۲۰۱۱) آرد ارزن و آرد گندم را در فرمولاسیون بیسکویت بکار بردند. نسبت‌های ۳۰:۷۰ و ۴۰:۶۰ آرد ارزن و آرد گندم در خمیر و بیسکویت مورد ارزیابی قرار گرفت. آن‌ها نشان دادند که در نسبت ۶۰٪ آرد ارزن سختی بیسکویت‌ها افزایش پیدا کرده است در مقایسه با ۳۰٪ [۱۸].

بیسکویت‌هایی توسط چاکرا بورتی و همکاران، (۲۰۱۱) با آرد ارزن و آرد گندم تصفیه شده تولید شدند. آنها مشاهده کردند که افزایش آرد ارزن در ترکیب سختی بیسکویت‌ها را افزایش داد اما افزایش مدت زمان پخت، مقبولیت کلی را افزایش داد. میزان بهینه توصیه شده آرد ارزن جهت تولید بیسکویت ۱۰٪ توصیه شد [۱۹].

افزایش ترکیب آرد ارزن، سختی نان را افزایش داد (جدول ۳). در این تحقیق ۵۰٪ جایگزینی حداکثر سختی نان را ایجاد کرد. اختلاف آماری معنی‌داری بین ۱۰٪ و نمونه کنترل مشاهده نشد که نشان می‌دهد که اگرچه آرد گندم با آرد ارزن جایگزین شده است اما در میزان سختی اختلاف معنی داری مشاهده نمی شود. بطور مشابه اختلاف معنی‌داری بین ۱۰٪ و ۳۰٪ مشاهده نشد، اما به هر حال سختی در نمونه ۵۰٪ آرد ارزن بطور معنی‌داری با سایر نمونه ها متفاوت بود. نشان می دهد که نان حاوی ۵۰٪ آرد ارزن برای بازار مصرف کننده بدلیل سختی بالا مناسب بنظر نمی‌رسد. در عین حال ارزیابی‌های حسی جزئیات بهتری را در این ارتباط آشکار خواهد ساخت.

Table 3 Hardness of breads at different substitutions levels of millet flours

Sample	Hardness (N)
Control sample	1.81 ± 0.03^{c}
10%	2.91 ± 0.03^{bc}
30%	4.55 ± 0.05^{b}
50%	7.43 ± 0.02^{a}

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.15.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.138.185]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.15.7]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.138.185]

۲-۲-۳-پیوستگی نان

پیوستگی نمونه های نان در جدول ۴ آورده شده است. میزان پارامتر پیوستگی در ابتدا با افزودن آرد ارزن افزایش پیدا کرد ولی در نهایت با افزایش بیشتر آرد ارزن کاهش پیدا کرد، که به دلیل فقدان ساختارهای گلوتنی مورد نیاز می باشد که با افزودن بیشتر آرد ارزن در خمیر کاهش یافته است.

همچنان‌که قبلاً اشاره شد پروتئین‌های گلوتنی در خمیر مسئول تشکیل یک ساختار متخلخل واحد در نان هستند. این ساختار متخلخل ویژگی به هم پیوسته نان را تعیین می‌کند. افزودن آرد ارزن در خمیر منجر به کاهش پروتئین‌های گلوتنی می‌شود و همچنین فراکسیون‌های نشاسته حاضر در خمیر را تغییر می‌دهد و یک چنین تغییراتی ممکن است ساختار متخلخل در نان را تحت تاثیر قرار دهد و پیوستگی را تغییر دهد.

همچنان‌که از جدول ۴ مشاهده می‌شود اختلاف آماری معنی‌داری بین نمونه شاهد و نمونه نان حاوی ٪۱۰ آرد ارزن وجود ندارد و این بیانگر این است‌که نان حاوی ٪۱۰ آرد ارزن خصوصیت به هم پیوسته یکسانی با نمونه نان معمولی دارد.

Table 4 Cohesiveness of breads at different substitutions levels of millet flours

Sample	Cohesiveness
Control sample	0.091 ± 0.00^{a}
10%	0.10 ± 0.00^{a}
30%	0.045 ± 0.00^{b}
50%	0.025 ± 0.00^{c}

۳-۲-۳-چسبندگی نان

چسبندگی نان در مقایسه با پارامتر پیوستگی نان رفتار متفاوتی را نشان داد. میزان چسبندگی نان‌ها با افزایش آرد ارزن در فرمولاسیون افزایش یافت. حداکثر میزان چسبندگی در ترکیب ٪۵۰ آرد ارزن بدست آمد (جدول ۵). مقادیر چسبندگی بدست آمده نان‌های حاوی آرد ارزن بسیار بیشتر از نان‌های حاوی آرد گندم (نمونه شاهد) بود و این اساساً بدلیل این واقعیت است که ارزن در نان، فراکسیون‌های نشاسته را افزایش می‌دهد که منجر به افزایش چسبناکی محصول پخته شده نهایی خواهد شد.

اختلاف آماری معنی‌داری بین نمونه شاهد و کلیه نمونه‌های حاوی آرد ارزن در پارامتر چسبندگی مشاهده شد (جدول ۵)، اما بین سه نمونه ٪۱۰، ٪۳۰ و ٪۵۰ آرد ارزن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

Table 5 Adhesiveness of breads at different substitutions levels of millet flours

Sample	Adhesiveness (mJ)
Control sample	5.81 ± 0.01^{b}
10%	8.21 ± 0.01^{a}
30%	8.23 ± 0.01^{a}
50%	9.43 ± 0.02^{a}

۳-۳- رنگ نان

رنگ نان تحت تأثیر ترکیب آرد ارزن قرار گرفته‌است. نتایج پارامتر رنگ‌سنجی با ویژگی L در جدول ۶ آورده شده است. ارزش L در مورد هر نمونه‌ای میزان تاریکی محصول را بیان می‌کند و هرچه L کمتر باشد محصول تاریک‌تر است. جهت فهم بهتر ترکیب آرد ارزن بر روی رنگ نان ارزش L در نان هم برای پوسته و هم مغز نان اندازه‌گیری شد.

مقادیر پارامتر L برای پوسته نان‌ها با افزودن اولیه آرد ارزن کاهش یافته که بیانگر این واقعیت بود که تیرگی نمونه‌های نان با ترکیب آرد ارزن افزایش یافته است. بهرحال، رنگ پوسته نان، به نسبت‌های بالاتر جایگزینی آرد ارزن افزایش یافته است، که بیانگر روشنی نمونه‌های نان با آرد ارزن بیشتر است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.15.7]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.138.185]

اختلاف آماری معنی‌داری بین نمونه شاهد و نمونه‌های نان حاوی ٪۱۰ آرد ارزن وجود دارد و بطور مشابه اختلاف معنی‌داری بین ٪۱۰ و ٪۵۰ آرد ارزن مشاهده شد، اما این اختلاف بین نمونه‌های ٪۳۰ و ٪۱۰ مشاهده نمی‌شود.

مغز نان رفتار مشابهی را با پوسته نان نشان داد. ترکیب آرد ارزن، مقادیر L مغز نان را در مقایسه با نان آرد گندم کاهش داد؛ اما این کاهش در مقایسه با تغییر رنگ پوسته نان حداقل بود. بر خلاف رنگ پوسته‌های نان، در خصوص مغز نان‌ها، اختلاف معنی‌داری در ترکیب آرد ارزن بین جایگزینی ٪۱۰ و ٪۵۰ مشاهده شد. این تغییرات معنی‌دار در رنگ می‌تواند بدین دلیل باشد که مغز نان بستگی به رنگ اجزایی دارد که در مرحله اول مورد استفاده قرار گرفته‌اند و همچنین آردهای ارزن قدری تیره‌تر از آردهای گندم هستند. البته تحقیقات بیشتری لازم است تا مشخص شود که کدام ترکیبات آرد ارزن، رنگ نان را در طی فرآیند پخت تحت تأثیر قرار می‌دهند و اینکه آیا یک چنین انحراف رنگی، تمایل مصرف‌کننده را تحت تأثیر قرار می دهند.

Table 6 L value of crust and crumb for breads at different substitutions levels of millet flours

Sample	Crumb	Crust
Control sample	2.33^{a}±72.53	2.03^{b}±53.16
10%	2.01^{b}±67.52	1.43^{c}±41.31
30%	1.67^{c}±66.55	1.30^{c}±48.25
50%	1.98^{d}±61.25	1.14^{a}±71.99

۴-۳-ارزیابی‌های حسی

ارزیابی‌های حسی نان جهت تعیین مقبولیت نان حاوی ارزن ترکیب شده با آرد گندم صورت گرفت و نتایج در جدول ۷ آورده شده‌است. امتیازهای ارزیابی‌های حسی همچنین با آزمون‌های دستگاهی صورت گرفته در این تحقیق هم مقایسه شد و نتایج در اشکال ۱ و ۲ آورده شده‌است. ارزیابی‌های حسی نتایج جالب توجهی را نشان داد. مقبولیت کلی نان آرد ارزن بدلیل طعم دلپذیر متفاوت و بافت، بالاتر بود از نان آرد گندم به تنهایی. اما این میزان مقبولیت کلی با افزایش آرد ارزن در ترکیب کاهش یافت.

نان آرد ارزن با جایگزینی ٪۱۰ مقبولیت کلی بالاتر و طعم بهتری را در مقایسه با نان‌های آرد ارزن با جایگزینی های ۳۰ و ٪۵۰ نشان داد. پانلیست‌ها همچنین خاطر نشان کردند که نان ارزن، در مقایسه با نان گندم قابلیت جویدن کمتری نشان داد.

Table 7 Sensorial evaluation of breads at different substitutions levels of millet flours

Sample	Total Acceptance	Flavor	Taste and Odor	Crumb Color	Crust color	Texture	Appearance
Control sample	8.56 ± 0.68^{a}	7.96 ± 0.55^{c}	7.86 ± 0.45^{c}	8.00 ± 0.65^{a}	7.66 ± 0.45^{a}	7.76 ± 0.85^{a}	8.41 ± 0.60^{a}
10%	8.48 ± 0.55^{a}	8.58 ± 0.51^{a}	8.12 ± 0.41^{b}	7.68 ± 0.61^{b}	7.28 ± 0.51^{b}	7.68 ± 0.81^{a}	7.77 ± 0.55^{b}
30%	7.77 ± 0.54^{b}	8.22 ± 0.44^{b}	8.22 ± 0.44^{a}	7.22 ± 0.54^{c}	7.12 ± 0.54^{b}	7.22 ± 0.50^{b}	6.82 ± 0.50^{c}
50%	6.45 ± 0.61^{c}	7.25 ± 0.55^{d}	7.15 ± 0.35^{d}	6.20 ± 0.55^{d}	6.25 ± 0.35^{c}	6.15 ± 0.45^{c}	6.35 ± 0.45^{d}

همبستگی بین خصوصیات بافتی نان‌های آرد ارزن زمانیکه با نتایج حسی مقایسه می‌شود (شکل ۱) نشان می‌دهد که برتری بافت از لحاظ ارزیابی حسی با افزایش جایگزینی آرد ارزن کاهش یافت. سختی اولین ویژگی

عمومی است که توسط پانلیست‌ها یا مصرف‌کنندگان حس می‌شود و بیانگر میزان سفتی یا نرمی ماده است و این حس نرمی / سفتی بطور معنی‌داری با مقبولیت کلی در ارتباط است. افزایش سختی، افزایش چسبندگی و کاهش پیوستگی با افزایش میزان جایگزینی آرد ارزن منجر به افت اولویت های بافتی نان های حاوی آرد ارزن شد.

مقادیر L پوسته و مغز نان با نتایج حاصل از ارزیابی‌های حسی همبستگی ایجاد شد (شکل ۲) اولویت پانلیست برای رنگ نان با افزایش میزان جایگزینی کاهش نشان می‌دهد که تا حدودی در تضاد با نتایج ارزیابی‌های دستگاهی است. رنگ مغز نان امتیازهای مشابهی با رنگ پوسته را در ارزیابی‌های حسی کسب کرد و بیانگر امتیازهای کاهشی با افزایشی جایگزینی آرد ارزن بود.

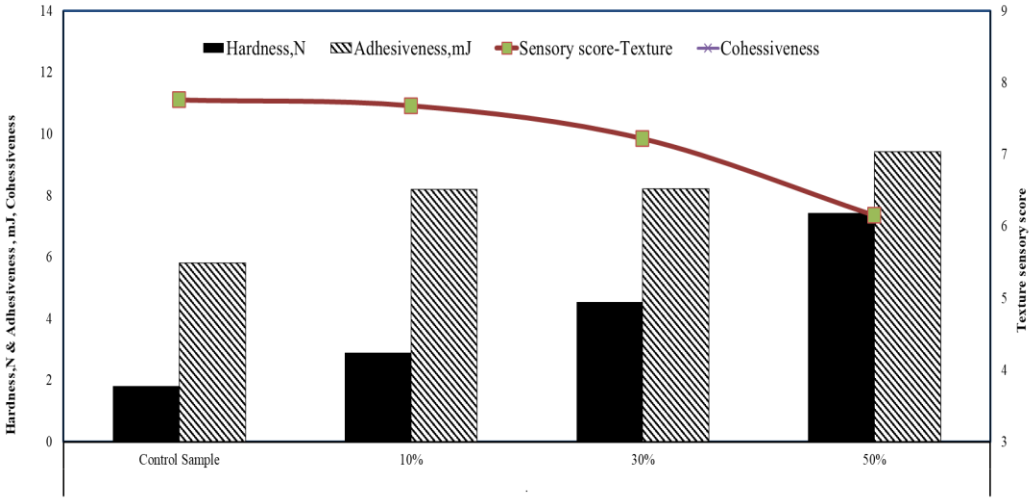

Fig 1 Sensorial evaluation versus texture profile of bread containing millet flour

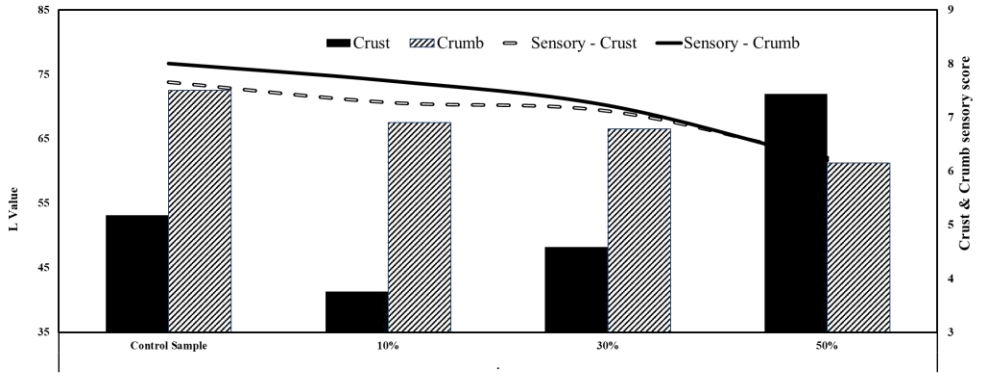

Fig 2 Sensorial evaluation versus L value of bread containing millet flour

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.15.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.138.185]

۴-نتیجه گیری کلی

این پژوهش جهت ارزیابی اولیه رفتار آرد ارزن در فرمولاسیون نان انجام گرفت. کارآیی خمیر و کیفیت پخت تحت تأثیر ترکیب‌های آرد ارزن قرار گرفتند. افزایش جایگزینی آرد ارزن در خمیر نان خصوصیات پخت خمیر را کاهش داد. جایگزینی‌های بیشتر آرد ارزن از نان منجر به ایجاد نانی سخت‌تر کرد و درارزیابی‌های حسی امتیاز کمتری بدست آورد. بهر حال ارزیاب های حسی بدلیل طعم دلپذیر و بافت متفاوت، نان‌های حاوی آرد ارزن را ترجیح دادند.

۵- منابع

[1] Devi, P. B., Vijayabharathi, R., Sathyabama, S., Malleshi, N. G., and Priyadarisini, V. B. (2011). Health benefits of finger millet (Eleusine coracana L.) polyphenols and dietary fiber: a review. *Journal of Food Science and Technology*, pp 1021-1040.

[2] Gallagher, E., Gormleya, T. R., and Arendtb, E. K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten free cereal based. *Food Science and Technology*, 15: 143-152.

[3] Eggum, B.O. (1973). A Study of Certain Factors Influencing Protein Utilization in Rats and Pigs. Publication 406, *National Institute of Animal Science Copenhagen*, Denmark.

[4] Chavan, J.K., Kadam, S.S., and Reddy, N.R. (1993). Nutritional enrichment of bakery products by supplementation with non wheat flours. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33(3): 189-226.

[5] Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W.S., Courtin, C.M., Gebruers, K., and Delcour, J.A. (2005). Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science & Technology*, 16(1–3): 12-30.

[6] Ribotta, P.D., Ausar, S.F., Morcillo, M.H., Pérez, G.T., Beltramo, D.M., and León, A.E. (2004). Production of gluten-free bread using soybean flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(14): 1969-1974.

[7] Rosales-Juárez, M., González-Mendoza, B., López-Guel, E., Lozano-Bautista, F., Chanona-Pérez, J., Gutiérrez-López, G., Farrera-Rebollo, R., and Calderón-Domínguez, G. (2008). Changes on Dough Rheological Characteristics and Bread Quality as a Result of the Addition of Germinated and Non-Germinated Soybean Flour. *Food and Bioprocess Technology*, 1(2): 152-160.

[8] Mohtarami, F., and Pirsa, S. (2019). The Effect of Carrot Pomace Powder on Physicochemical, Textural and, Sensory Properties of Gluten Free Bread. *Food Science and Technology*, 16(86):373-85

[9] Caballero, P.A., Go'mez, M., and Rosell, C.M. (2007). Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. *Journal of Food Engineering*, 81(1): 42–53.

[10] AACC, 2000, *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*, 10th ed., St. Paul, American Association of Cereal Chemists, Inc.

[11] Armero, E., and Collar, C. (1997). Texture properties of formulated wheat doughs Relationships with dough and bread technological quality. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung a*, 204(2): 136-145.

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

[13] Morad, M.M., Doherty, C.A., and Rooney, L.W. (1984). Effect of sorghum variety on baking properties of US. Conventional bread, Egyptian pita "Balady" bread and cookies. *Journal of Food Science*, 49(4): 1070-1074.

[14] Singh, K., Mishra, A., and 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.

[15] Carson, L., and Sun, X.S. (2001). Creep-Recovery of Bread and Correlation to Sensory Measurements of Textural Attributes. *Cereal Chemistry Journal*, 78(1): 101-104.

[16] Setser, C. (1993). Sensory Evaluation. in: *Advances in Baking Technology*, (Eds.) B.S. Kamel, C.E. Stauffer, Blackie Academic & Professional. Glasgow, UK, pp. 254-291.

[17] Mridula, D., Gupta, R.K., and Manikantan, M.R. (2007). Effect of incorporation of sorghum flour to wheat flour on quality of biscuits fortified with defatted soy flour.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.15.7]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.138.185]

American Journal of Food Technology, 2(5): 428-434.

[18] Saha, S., Gupta, A., Singh, S.R.K., Bharti, N., Singh, K.P., Mahajan, V., and Gupta, H.S. (2011). Compositional and varietal influence of finger millet flour on rheological properties of dough and quality of biscuit. *LWT - Food Science and Technology*, 44(3): 616-621.

[19] Chakraborty, S., Kumbhar, B., Chakraborty, S., and Yadav, P. (2011). Influence of processing parameters on textural characteristics and overall acceptability of millet enriched biscuits using response surface methodology. *Journal of food science and technology*, 48(2): 167-174.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.15.7]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.138.185]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Use of millets flours for partial wheat replacement in production of reduced gluten Baguette bread

Negin Gholizadeh Hamidi [1], Hojjat Karazhiyan[*1]

1–Department of Food Science and Technology, Torbat-e Heydarieh Branch, Islamic Azad University, Torbat-e Heydarieh, Iran

ABSTRACT

Although millet flour lacks gluten, however it is a rich source of protein, amino acids, energy, vitamins and nutritional ingredients in comparing with other cereal grains. In addition, it is overfilled of dietary fibers, phytochemical materials and micronutrients as well. In current research the effect of millet and wheat flour combinations in bread making was evaluated at different percentages of substitutions (10, 30 and 50 %). Baking properties of different bread samples were evaluated and related parameters with bread quality including volume, height, textural attributes (hardness, adhesiveness and cohesiveness), bread color and sensorial characteristic analyzed and compared with control bread. Results revealed that height and volume decreased but bread hardness increased with increase in substitution level. Color indices decreased for crust; however similar behavior was not observed for crumb. Interesting results observed by sensorial analysis. Total acceptance was higher in comparison with control bread due to different texture and taste. But this total acceptance decreased with substitution. The results of current research revealed high potential of millet flour for further usage in different food formulation.

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2023/4/29
Accepted:2023/6/26

Keywords:

Millet flour,

Wheat flour,

Bread,

Sensorial properties,

Texture

DOI: 10.22034/FSCT.20.138.186
DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.15.7

*Corresponding Author E-Mail:
Hojjat_karazhiyan@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.15.7]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.138.185]