

تعیین ویژگی‌های شیمیایی، حسی و بافت دستگای نان بربری با گلوتن کاهش یافته، حاصل از اختلاط آرد گندم و ارزن

حمیدرضا آذرباد^۱، مصطفی مظاهری تهرانی^۲ و حسن رشیدی^{۳*}

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۴

^۱ دانشجوی دکتری صنایع غذایی، گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی مشهد، پردیس بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد

^۲ استاد گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

^۳ استادیار گروه صنایع غذایی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد

*مسئول مکاتبه: Email: ha_rashidi@yahoo.com

چکیده

ارزن دارای ترکیبات بسیار با ارزشی است و به همین دلیل در محصولات غذایی مختلفی استفاده می‌شود. برای بررسی اثر جایگزینی آرد گندم با ارزن، آرد ارزن پوست گیری شده در مقادیر ۰،۲۵،۵۰ و ۷۵ درصد در فرمول اولیه آرد نان بربری مورد استفاده قرار گرفت و سپس خصوصیات شیمیایی (پروتئین، چربی و خاکستر)، حسی (سطح بالایی، زیرین، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن، بو و مزه) و بافتی (سفتی نان و خاصیت ارتجاعی نان) مخلوط آرد ارزن یا نان بربری تولید شده تعیین شد. با افزایش نسبی مقدار آرد ارزن و کاهش مقدار آرد ستاره، مقدار چربی و خاکسترمخلوط آرد افزایش معنی‌داری داشت ($P \leq 0/05$) اما در مقدار پروتئین نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری دیده نشد ($P \leq 0/05$). با افزودن آرد ارزن، مقدار گلوتن مخلوط آرد به گونه معنی‌داری کاهش یافت ($P \leq 0/05$). مقدار آب مورد نیاز برای تهیه خمیر و ضخامت نان حاصل از نمونه‌های دارای آرد ارزن، کمتر از نمونه بدون آرد ارزن بود. ارزیابی حسی نمونه‌های نان نشان داد که تمامی ویژگی‌های حسی رابطه معکوسی با مقدار ارزن اضافه شده دارند. در نمونه دارای ۷۵ درصد آرد ارزن، بافت نان سفت و شکننده و طعم آن نسبتاً تلخ و گس بود. آنالیز بافت دستگای نمونه‌های نان نشان داد که با افزایش مقدار آرد ارزن، سفتی نان افزایش و قابلیت ارتجاعی آن کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد استفاده از آرد ارزن در حد ۲۵ درصد فرمول آرد نان بربری ممکن و استفاده از مقادیر بیشتر نیازمند انجام پژوهش‌های بیشتر و استفاده از ترکیبات بهبود دهنده است.

واژگان کلیدی: ارزن، نان بربری، کاهش مقدار گلوتن، ارزش غذایی، ویژگی‌های نان

مقدمه

آرد ارزن اگر چه فاقد گلوتن می‌باشد، اما از نظر ارزش غذایی در مقایسه با سایر دانه های غلات منبع غنی از پروتئین، اسیدهای آمینه ضروری، انرژی، ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشد. علاوه بر آن سرشار از فیبرهای رژیمی، مواد فیتوشیمیایی و ریز مغذی‌ها است (چاوی و همکاران ۲۰۱۲؛ ناس ۲۰۱۲) که از بروز سنگ کیسه صفرا در خانم‌ها به دلیل کاهش مقدار استروژن، جلوگیری می‌کند (کاو و ساکی ۲۰۱۳). هضم آردن خیلی آسان می‌باشد و با توجه به اینکه سرعت هضم آن کم است باعث ایجاد سیری می‌کند و از پرخوری و چاقی جلوگیری می‌کند (چاپالار و همکاران ۲۰۱۳). ارزن دارای مقادیر زیادی فسفر به شکل لستین است که برای نگهداری ساختمان سلولی بدن و تشکیل شبکه معدنی استخوان و تقویت سیستم عصبی بسیار مفید بوده و جزء ضروری ATP (منبع انرژی بدن) می‌باشد. ارزن غنی از ویتامین‌های گروه B مخصوصاً نیاسین، B6 و اسید فولیک و مواد معدنی مانند کلسیم، آهن، پتاسیم، منیزیم و روی می‌باشد اما به دلیل آنکه فاقد گلوتن می‌باشد (تیلور و همکاران ۲۰۰۶) برای نانهای مسطح مناسب نمی‌باشد. لیگانه‌ها و لوتئونین فیتونوترینت های ضروری در ارزن هستند که برای بدن انسان بسیار مفید می‌باشند و در واقع یک نوع فیتو استروژن می‌باشند که به عنوان آنتی اکسیدان عمل کرده و در مقابل انواع سرطانها مانند سرطان مری، سینه موثر بوده و به کاهش ناراحتی های قلبی و عروقی مانند فشار خون بالا و کلسترول بالا کمک می‌کند. در کودکانی که از ارزن استفاده می‌کنند احتمال مبتلا شدن به آسم و خس خس سینه کمتر است مصرف منظم آن به دلیل داشتن منیزیم که به عنوان کوفاکتور برای تعدادی از واکنشهای آنزیمی عمل می‌کند، باعث تنظیم ترشح گلوکز و انسولین می‌شود و کاهش خطر ابتلا به دیابت نوع ۲ و تعداد حملات میگرنی را بدنبال دارد (چاپالار و همکاران ۲۰۱۳؛ چاوی و ساریتا ۲۰۱۲؛ کوا و

ساکی ۲۰۱۳؛ ناس ۲۰۱۲؛ اوگار ۲۰۰۸). طبیعت قلیایی آن برای افرادی که مبتلا به اسیدوز و زخم معده هستند مناسب است و به عنوان سوبسترا برای مواد غذایی پروبیوتیک استفاده می‌شود و طعم و بافت و پذیرش کلی نان را بهبود می‌دهد (ناس ۲۰۱۲). به دلایل ذکر شده در فوق تأثیر جایگزینی آرد ارزن به جای آرد گندم در نان بربری مورد بررسی قرار گرفت (هوبن و همکاران ۲۰۱۲؛ اورداچسو و همکاران ۲۰۱۳؛ تیلور و همکاران ۲۰۰۶). ارزن فاقد گلوتن است و ارزش غذایی آن بالا است و کمترین مقدار مواد آرژی زا و بیشترین مقدار هضم پذیری را در بین غلات دارا بوده است (سینگ و همکاران ۲۰۱۲).

عوامل محدود کننده ارزش تغذیه ای آرد ارزن حضور پوسته ضخیم، رنگدانه ها، فیتات ها، فنول ها، تانن ها و فاکتور های بازدارنده آنزیمی می‌باشند و عدم وجود تجهیزات ضروری جهت فرایند این دانه از موانع عمده ای می‌باشد که مصرف آن را محدود می‌نماید (سینگ و همکاران ۲۰۱۲). مقادیر بالای چربی، فیبر و مواد بی اثر همراه با رطوبت بالا منجر به آلودگی آن توسط حشرات و قارچها شده و در نتیجه امکان حضور افلاتوکسین ها و مایکو توکسین ها می‌شود که بسیار سمی و برای انسان و دام ضرر دارند. خیساندن، تفت دادن، جوشاندن، جوانه زدن و تخمیر بسته به نوع ارزن باعث کاهش محتوای تانن تا ۵۴ درصد می‌شود (سینگ و همکاران ۲۰۱۲). حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد اسید فیتیک در حین جوانه زنی و تخمیر کاهش می‌یابد. وجود بخشی از فیتات ها به دلیل داشتن اثر ضد دیابتی، ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضد سرطان باعث افزایش سلامتی می‌شود (سینگ و همکاران ۲۰۱۲).

حضور گلوتن در محصولات خمیری تأثیر زیادی بر روی خواص رئولوژی خمیر و فرایند 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 با آن مشکل است و شبیه به خمیر کیک است. به خاطر قدرت کم در نگهداری دی اکسید کربن حجم محصولات آن کم است. توان نگهداری آب در داخل بافت نان کم است و آب به سرعت از سطح نان خارج می شود و باعث سفتی بافت نان و نرمی پوسته می شود. زمان ماندگاری کم نان و احساس ذرات در دهان در حین مصرف نان و احساس خشکی دهان و عدم رضایت از طعم و مزه نان از نقاط ضعف نانهای فاقد گلوتن است. توسعه تکنولوژی جدید و استفاده از آردهای فاقد گلوتن، نشاسته، هیدروکلئیدها و افزودنیهای جدید غذایی اشکالات مطرح شده در فوق را اصلاح می کند. مثلاً هیدروکلئیدها ظرفیت نگهداری آب را در نان افزایش می دهد و استفاده از پروتئینهای مواد غذایی مانند سویا، تخم مرغ و شیر باعث بازسازی بافت نان می شود و همچنین استفاده از آنزیمها باعث افزایش کیفیت خمیر عاری از گلوتن و افزایش زمان ماندگاری و کیفیت نان می شود و جهت افزایش کیفیت تغذیه ای آن از فیبرهای رژیمی، آرد کامل و افزودن ویتامینها و مواد معدنی استفاده شده است (هوبن و همکاران ۲۰۱۲). ارزن دانه های ریزی دارد که به آب و هوای بسیار گرم سازگار است. در مناطقی که ارزن جزء اصلی غذای مردم است بخش زیادی از نیازمندیهای غذایی از جمله پروتئین، انرژی و ریز مغذیها از ارزن تأمین می شود لذا تأثیر افزودن آرد ارزن در نان سنتی عربستان سعودی بر روی نه ماده معدنی مهم تغذیه ای، بتا کاروتن و هفت ویتامین محلول در آب گروه B بررسی شده است (کاو و ساکی ۲۰۱۳). اگر چه ارزن از نظر مواد مغذی نسبت به سایر غلات در سطح بالایی است ولی استفاده از آن در دنیا هنوز گسترش پیدا نکرده و در غذاهای سنتی استفاده می شود. یکی از راههای گسترش استفاده از آن ترکیب آن با آرد گندم است که باعث تغییراتی در خواص فیزیکی شیمیایی، تغذیه ای و عملکردی آرد گندم می شود. این اطلاعات به

متخصصین صنایع غذایی کمک می کند تا محصولات تجاری بر اساس گندم و ارزن را فرموله کنند (ویجی کومار و همکاران ۲۰۰۹). از ارزن ماءالشعیر ارزن، نوشیدنی تخمیری ارزن^۱ و فرنی ارزن می توان تولید نمود (کاو و ساکی ۲۰۱۳؛ تیلور و همکاران ۲۰۰۶). ارزن محصول مناسب برای مردم فقیر است که عمدتاً در آسیا و آفریقای شرقی و مرکزی کشت می شود و در محصولات مختلفی از جمله نان، بیسکوئیت، کیک، شیرینی، غلات صبحانه ای، کیک های فنجانی و پای، اسنکها و مواد غذایی اکستروود شده استفاده می گردد (کاروپاسامی و همکاران ۲۰۱۳). ارزن به دلیل داشتن ارزش غذایی بالا از نظر اسیدهای آمینه ضروری، ویتامین A، ویتامین B، فسفر، کلسیم، آهن و ید منبع غذایی خوبی برای کودکان، زنان باردار، افراد مسن و بیماران مخصوصاً بیماران مبتلا به سلیاک و دیابت می باشد و به عنوان یک منبع غنی سازی برای شیرینی و نان استفاده شده است (چاپالوار و همکاران ۲۰۱۳). آرد ارزن به دلیل داشتن ارزش تغذیه ای در تهیه رشته فرنگی استفاده شده است (ویجیکومار و همکاران ۲۰۰۹). روشهای مختلف تهیه نان های فاقد گلوتن نشان می دهد که بیش از یک ماده در تهیه آن استفاده می شود. استفاده از آنزیم، نشاسته طبیعی یا اصلاح شده، خمیر ترش یا هیدروکلئید می تواند کیفیت نان و خمیر را افزایش دهد (هوبن و همکاران ۲۰۱۲). با این افزودنی ها می توان بافت، حجم زیاد و عطر و طعم خوبی را در نان فاقد گلوتن بوجود آورد. این جایگزینی چالش بزرگ فناوری غلات در قرن بیست و یکم می باشد. مورد دیگر عکس العمل این افزودنیهای فانکشنال با مواد اولیه می باشد. بزرگترین بهره مندی استفاده از خمیر ترش می باشد که باعث افزایش فعالیت آنزیمی، تولید مواد دارای اثر عملکردی و معطر و افزایش قابلیت نگهداری نان می شود. با استفاده از پروتئینهای اتصال دهنده و آنزیم

مدت ۵۵ دقیقه در دمای °C ۳۷ و رطوبت نسبی ۷۵ درصد تخمیر گردید. پخت نان توسط فرهای صنعتی مدل کونینگ آلمان در دمای °C ۲۲۰ و زمان ۱۲ دقیقه در شرکت نان صنعتی گندم دشت انجام شد.

آزمون‌های شیمیایی

ویژگی‌های شیمیایی آرد ستاره و آرد ارزن شامل رطوبت بر اساس روش AACC 44-19، پروتئین بر اساس روش AACC 46-10، خاکستر بر اساس روش AACC 08-03 و AACC 08-12 و چربی بر اساس روش AACC 30-10 انجام شد (AACC ۲۰۰۰). نتایج در جدول ۲ آمده است.

آزمون‌های حسی

ارزیابی حسی با آزمون چشایی توسط ۱۱ نفر از پرسنل آزمایشگاه و خط تولید شرکت نان صنعتی گندم دشت صورت گرفت. ارزیابان بر اساس دقت و علاقه انتخاب شدند و درباره آزمون امتیاز دهی به فرم و شکل ظاهری، ویژگی‌های سطح بالایی، ویژگی‌های سطح زیرین، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و طعم در قالب مقیاس ۵ نقطه‌ای (از ۱ تا ۵) آموزش داده شدند. حداکثر رضایتمندی با امتیاز ۵ مشخص می‌گردد. نمونه هادر اختیار ارزیابان قرار گرفت و از آنان خواسته شد قبل از انجام هر آزمون دهان خود را با آب بشویند.

آزمون بافت

جهت انجام آزمون بافت سنجی نان بربری از دستگاه بافت سنج مدل TA.XT.plus ساخت شرکت میکرو استیبل انگلستان استفاده شد. بدین صورت که از قسمت‌های مختلف نان بربری برشهایی با ابعاد ۵×۵ سانتیمتری و ضخامت ۲۵ میلیمتری جدا شد و با روش AACC و با استفاده از پروب استوانه‌ای با شعاع ۳۶ میلیمتری (P/۳۶ R) با سرعت ۱ میلی متر بر

های اصلاح‌کننده ساختار نشاسته می‌تواند باعث نرمی بافت نان و به کارگیری بهتر خمیر شود (هوبن و همکاران ۲۰۱۲). مثلاً استفاده از هیدروکلوئیدها ظرفیت نگهداری آبرای افزایش می‌دهد و استفاده از پروتئین‌های مواد غذایی مانند سویا، تخم مرغ و شیر باعث بازسازی ساختمان نان می‌شود. همچنین استفاده از آنزیمها باعث بهبود رفتار خمیر عاری از گلوتن و افزایش کیفیت و زمان ماندگاری نان می‌شود (هوبن و همکاران ۲۰۱۲).

مواد و روش‌ها

مواد اولیه

آرد ستاره‌ها از شرکت آرد سفید توس، مخمر از شرکت خمیر مایه رضوی، نمک مصرفی از شرکت تابان، شکر از کارخانه قند شیروان و روغن از فروشگاه‌های محلی تهیه گردید. آردن پوست گیری شده با نام علمی *miliaceum Panicum* که در اصطلاح محلی به آن آردن سفید می‌گویند و برای تهیه توگی (نوعی غذای محلی در شهرستان گناباد) استفاده می‌شود از بازار شهر گناباد تهیه گردید.

کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایشگاه شیمی ساخت شرکت مرک آلمان می‌باشند.

روش‌ها

پخت نان

آردن پوست گیری شده توسط آسیاب آزمایشگاهی آرد و از الک با مش ۵۰۰ میکرون عبور داده شد. خمیر نمونه‌های نان بربری فانتزی از اختلاط مقادیر محاسبه شده آرد ستاره، آرد ارزن، نمک، شکر، خمیر مایه خشک، روغن و آب (مطابق جدول شماره ۱) تهیه گردید. ترکیب‌های حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در مخلوط کن (مدل هوبارت آلمان) ورز داده شد. سپس با استفاده از دستگاه چانه گیر، چانه‌های ۳۰۰ گرمی تهیه و به

علت دیگر آن کاهش مقدار گلوتن است. اجزای گلوتن شامل پروتئینهای گلیادین و گلوتئین می باشند که شبکه ویسکوالاستیک خمیر را بوجود می آورند. پروتئینهای گلیادین کشش پذیرند و وظیفه ویسکوز بودن و پیوستگی خمیر را دارند در صورتی که پروتئینهای گلوتئین در مقابل کشش مقاومت می کنند و وظیفه قابلیت کشش و خاصیت ارتجاعی خمیر را دارند لذا همراهی آرد ارزن به دلیل نداشتن گلوتن اثر منفی روی خواص رئولوژی خمیر آرد ترکیبی دارد. محتوای فیبری هم اثر مثبت و هم اثر منفی روی کیفیت نان دارد فیبر با شبکه گلوتنی تداخل می کند و باعث محدود شدن انبساط سلولهای گازی در جهات مختلف می شود در صورتیکه مقدار آن مناسب باشد اثر مثبت روی جذب آب آرد و اختلاط خمیر و حجم نان دارد (بیسوا ۲۰۰۸). با اضافه شدن میزان آرد ارزن به آرد ستاره مقدار مواد معدنی، چربی و پروتئین (به صورت جزئی) افزایش یافت. یافته های دیگر محققین نیز نشان داد که با افزودن آرد ارزن به نان میزان فیبر، خاکستر، پروتئینو چربی نان افزایش می یابد و با توجه به اینکه منبع اصلی کالری و پروتئینها و ریزمغذی ها در رژیم غذایی ما گندم و برنج می باشد و معمولاً آن ها به صورت تصفیه شده مصرف می شوند و ما را از این ریزمغذی های با ارزش و فیبر محروم نموده است ترکیب آنها با آرد ارزن باعث افزایش محتوای پروتئینی (تعادل اسیدهای آمینه)، مواد معدنی، ویتامینها و فیبر می شود (چاوی و ساریتا ۲۰۱۲؛ ویجی کومار و همکاران ۲۰۰۹؛ سوبدی و همکاران ۲۰۱۲). از طرف دیگر مقدار آب لازم جهت تهیه خمیر کاهش یافت که علت آن می تواند به خاطر اندازه ذرات بزرگتر آرد ارزن باشد که میزان جذب آب آرد را کاهش می دهد (ویجی کومار و همکاران ۲۰۰۹). آرد ارزن با توجه به مقدار آن می تواند بخشی از کلسیم، روی، منیزیم، فسفر، آهن، ویتامین B₁₂، اسید فولیک، نیاسین، ریبولوین، پیرویدوکسین، تیامین و... را تأمین کند

ثانیه و نیروی ۵ گرم به کمک لودسل ۵ کیلوگرمی دستگاه میزان سفتی نان و خاصیت ارتجاعی آن اندازه گیری شد. سرعت پیش از آزمون و پس از آزمون به ترتیب روی ۱ و ۱۰ میلی متر بر ثانیه تنظیم شد. آزمایش برای نانهای حاصل از سه تکرار از هر تیمار تولیدی انجام شد. نمونه ها جهت آزمون در دمای ۲۲±۰/۵° نگهداری شدند.

طرح آزمایشات و آنالیز آماری

تیمارها بر اساس طرح کاملاً تصادفی تک فاکتوره (۴ سطح ارزن) با ۳ تکرار تولید و نتایج توسط نرم افزار MSTATC (Version:1.42) تجزیه و تحلیل گردید. مقایسه میانگین داده ها با آزمون دانکن و در سطح آماری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی های فیزیکی و شیمیایی

نتایج حاصل از آزمایشهای فیزیکوشیمیایی نمونه ها در جدول ۳ نشان می دهند که در اثر افزودن آرد ارزن به آرد ستاره سهم و نسبت گلوتن و مقدار آب لازم جهت تهیه خمیر کاهش یافت. کاهش میزان گلوتن در نان در اثر افزودن آرد ارزن باعث کاهش ارتفاع و طول نان و به عبارتی حجم نان می شود (کاراپاسامی ۲۰۱۳). ضمناً حجم نان و ضخامت نان حاصل از آن نیز کاهش یافت. نتایج دیگر محققان این موضوع را تأیید می کند به طوریکه با اضافه کردن آرد ارزن به نان حجم نان به طور قابل توجهی کاهش یافت. ضمناً نان های ترکیبی شکننده بودند که به خاطر کاهش مقدار گلوتن و افزایش میزان پنتوزان می باشد که با گلوتن برای جذب آب رقابت می کند. سبوس به عنوان عامل افزایش دهنده جذب آب شناخته شده است با توجه به اینکه ارزن آسیاب شده از الک ۵۰۰ میکرون عبور داده شد و سبوس باقیمانده جدا گردید میزان جذب آب کاهش یافت

۵-Firmness

۶-Springiness

افزایش می‌یابد پذیرش ظاهر پوسته نان کاهش می‌یابد که علت آن تیره تر شدن رنگ نان می‌باشد و مصرف کننده نان تیره را دوست ندارد (بیسوا ۲۰۰۸). آرد ارزن تا میزان ۳۰ تا ۴۰ درصد بدون هیچ گونه تغییرات فیزیکی و شیمیایی و ارگانولپتیک برای تهیه شیرینی‌ها استفاده می‌شود (چاپالوار و همکاران ۲۰۱۳). آرد ارزن باعث ایجاد ژل با ویسکوزیته کم می‌شود و با افزایش سینرژی باعث بهبود افزایش مقاومت نشاسته در حین نگهداری می‌شود (ویجی کومار و همکاران ۲۰۰۹). آرد ارزن به طور قابل توجهی خواص آردهای مخلوط را در تهیه پاستا^۱، بیسکوئیت، نان برشته یا تست^۲، کراکر^۳ و چاپاتی^۴ بهبود می‌دهد اما برای نان و کیک مناسب نمی‌باشد (ویجی کومار و همکاران ۲۰۰۹). پذیرش بافت نان‌های ترکیبی پایین تر از نان شاهد می‌باشد که به علت شکننده تر شدن بافت نان و خشک بودن و سرعت زیاد سفتی نان در اثر افزودن آرد های غیر گندم می‌باشد (بیسوا ۲۰۰۸).

ارزیابی آنالیز بافت

سفتی

نتایج حاصل از آزمون اندازه گیری سفتی بافت نان در شکل های ۱ و ۲ آمده است. همان گونه که مشاهده می‌شود در روز اول تولید بیشترین مقدار سفتی در نمونه با ۷۵ درصد جایگزینی آرد ارزن مشاهده گردید و در مجموع افزایش مقدار آرد ارزن باعث افزایش سفتی بافت نان گردید. سفتی از دیدگاه حسی نیروی لازم برای فشردن یک نمونه بین دندان‌های آسیاب و از دیدگاه مکانیکی نیروی لازم برای رسیدن به یک تغییر شکل مشخص می‌باشد. حضور ارزن در نان باعث سفتی و بیاتی بیشتر نسبت به نان شاهد می‌شود که علت آن می‌تواند به خاطر ترکیب نشاسته آن باشد.

(خلیل و همکاران ۱۹۸۴). بر اساس مقدار رژیم غذایی توصیه شده مصرف ۱۰۰ گرم نان ارزن تازه برای افراد بزرگسال چه زن و چه مرد مقدار ۳٪ کلسیم، ۶٪ روی، ۱۱-۱۲٪ منیزیم، ۳۱٪ فسفر، ۳۱-۱۷ آهن، ۲٪ ویتامین B₁₂، ۵٪ اسید فولیک، ۶-۵ نیاسین، ۸٪-۱۱-۱۲٪ پیرویدوکسین، ۱۱-۱۵٪ تیامین را تأمین می‌کند (خلیل و همکاران ۱۹۸۴).

ارزیابی حسی نان

نانهای تهیه شده توسط یک گروه ۱۱ نفره آموزش دیده مورد ارزیابی حسی قرار گرفت. بر اساس جدول شماره ۴ ارزیابی های حسی نشان داد که با افزودن مقادیر ۲۵، ۵۰، و ۷۵ درصد آرد ارزن ویژگیهای سطح بالایی، زیرین، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو و مزه به گونه معنی داری کاهش یافت به طوری که با افزودن ۷۵ درصد آرد ارزن بافت نان سفت و شکننده شد و طعم تلخ و گس مانند در آن کاملاً نمایان گردید. لذا حداکثر مقدار قابل قبول آن (با حفظ ویژگیهای حسی مطلوب) در نان بربری ۲۵ درصد تعیین گردید. نتایج دیگر محققین نشان داد که پذیرش کلی نان با افزودن آرد ارزن به آن تا سطح ۳۰ درصد افزایش یافت در صورتیکه نان شامل ۵۰ تا ۶۰ درصد آرد ارزن قابلیت پذیرش کمتری داشت و طعم و مزه تمامی نانهای تهیه شده با ارزن توسط پانلیستها متوسط ارزیابی شد (چاوی و ساریتا ۲۰۱۲؛ سوبدی و همکاران ۲۰۱۲). نتایج دیگر محققین نشان داد که با افزودن آرد ارزن به نان به علت افزایش میزان تانن مزه نان تلخ تر می‌شود (بیسوا ۲۰۰۸). همچنین بافت و سطح نان تیره شد که به علت وجود پوسته ارزن و پیگمانهای رنگی شامل ترکیبات فنلی آن در نان می‌باشد (بیسوا ۲۰۰۸). ایجاد برخی ترکیبات فعال در واکنشهای قهوه ای شدن غیر آنزیمی در حین پخت (مایلارد و کاراملیزاسیون) مانند قندها باعث ایجاد رنگ تیره در بافت و سطح نان می‌شود (کاروپاسامی و همکاران ۲۰۱۳). هنگامی که درصد آرد ارزن در نان

1-Pasta

2-Rusk or suji toast

3-cracker

۴-chapati

نتیجه گیری

در این پژوهش امکان افزودن حداکثر مقدار آرد ارزن در آرد ستاره برای تهیه نان بربری با گلوتن کاهش یافته مورد بررسی قرار گرفت. آرد ارزن به دلیل داشتن ارزش غذایی بالا و نداشتن گلوتن جایگزین مناسبی برای آرد گندم در محصولات کاهش داده شده گلوتن می باشد. از طرف دیگر عدم حضور گلوتن در محصولات تخمیری تأثیر زیادی بر روی خواص رئولوژی خمیر و فرایند تولید و کیفیت نهایی محصول با گلوتن کاهش یافته می گذارد و به خاطر کم بودن مقدار دی اکسید کربن حجم محصولات حاصل از پخت خیلی کمتر است و به دلیل فعل و انفعالات انجام شده مولکول های آب در داخل بافت نان باقی نمانده و سریع تر از سطح نان خارج و باعث سفتی بافت نان و نرمی پوسته می شود. زمان ماندگاری کم و تشخیص ذرات در دهان حین مصرف، احساس خشکی در دهان و عدم رضایت از مزه بعضی از نقاط ضعف نانهای دارای گلوتن کمتر است. لذا در این تحقیق حداکثر میزان آرد ارزن در نان مورد بررسی قرار گرفت که حدود ۲۵ درصد می باشد. لازم است تا در بررسی های تکمیلی با استفاده از ترکیبات دیگر شامل آردهای دیگر و مواد بهبود دهنده فرمولاسیون نان بدون گلوتن بهینه گردد.

جدول ۱- ترکیبات تشکیل دهنده خمیر در تیمارهای

مختلف

مواد اولیه (واحد)	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
آرد ستاره (گرم)	۳۰۰۰	۲۲۵۰	۱۵۰۰	۷۵۰
آرد ارزن (گرم)	۰	۷۵۰	۱۵۰۰	۲۲۵۰
خمیر مایه خشک (گرم)	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹
شکر (گرم)	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵
نمک (گرم)	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶
روغن (گرم)	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵
آب (سی سی)	۱۸۵۰	۱۸۴۰	۱۷۵۰	۱۷۰۰

رتروگراداسیون نشاسته عامل اصلی بیاتی نان و آمیلوپکتین نقش مهمی را در بیاتی نشاسته دارد. تحقیقات جدید نشان می دهد که میزان کمتر آرد ارزن در نان منجر به نگهداری بیشتر رطوبت در بافت نان و به تأخیر انداختن بیاتی و افزایش مدت زمان نگهداری نان می شود (کاروپاسامی و همکاران ۲۰۱۳). تحقیقات دیگر نیز تأیید می کند که با افزودن آرد ارزن به نان بافت نان سفت تر می شود (بیسوا ۲۰۰۸). اضافه شدن مقدار بیشتر فیبر منجر به سفت شدن بافت و سطح نان می شود (کاروپاسامی و همکاران ۲۰۱۳). در شکل ۲ تأثیر زمان بر سفتی بافت نان در تیمارهای دارای ۰، ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزینی آرد ارزن نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می شود با گذشت زمان سفتی بافت نان بیشتر می شود ضمن آنکه نان های دارای آرد ارزن بیشتر بافت سفت تریدارند. خشک بودن بافت نان های ترکیبی و سرعت زیاد سفت شدن بافت نان در اثر افزودن آردهای غیر گندمی می باشد (بیسوا ۲۰۰۸).

خاصیت ارتجاعی

نتایج حاصل از آزمون اندازه گیری خاصیت ارتجاعی بافت نان در شکل های ۳ و ۴ آمده است. همانگونه که مشاهده می شود در روز اول تولید بیشترین مقدار خاصیت ارتجاعی در نمونه شاهد مشاهده گردیده است و در مجموع افزایش مقدار آرد ارزن باعث تأثیر مستقیم بر خاصیت ارتجاعی بافت و کاهش آن گردیده است. در شکل ۴ تأثیر زمان بر خاصیت ارتجاعی بافت نان در تیمارهای دارای ۰، ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزینی آرد ارزن مشاهده می گردد. همانگونه که مشاهده می شود با گذشت زمان خاصیت ارتجاعی کمتر می شود. نتایج دیگر محققان نشان داده است با اضافه شدن آرد ارزن خاصیت ارتجاعی، انسجام و انعطاف پذیری نان حاصل کاهش یافت (کاروپاسامی و همکاران ۲۰۱۳).

جدول ۲- نتایج آزمونهای فیزیکی و شیمیایی آرد ستاره و آرن

ویژگیها	آرد ستاره	آرد آرن
خاکستر (%)	۰/۹۳	۱/۷۷
پروتئین (%)	۱۱/۱۷	۱۱/۹۷
چربی (%)	۰/۹۳	۰/۳۴
گلوتمنرطوب (%)	۲۸/۴۳	۰
pH (دمای ۲۷/۵ C°)	۶/۳۸	۶/۴۵
رطوبت	۱۱/۳	۸/۸

جدول ۳- اثر تیمارها بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی آرد ترکیب شده، خمیر و نان حاصل (میانگین ± انحراف استاندارد)

تیمار	آب جذب شده خمیر	چربی (%)	پروتئین (%)	خاکستر (%)	گلوتمن مرطوب (%)	ضخامت نان (mm)
۱	۱۸۴۹/۳۳ ^a ±۶۹	۰/۹۳ ^a ±۰/۰۷	۱۱/۱۷ ^a ±۰/۲۹	۰/۹۳ ^a ±۰/۱	۲۸/۴۳ ^a ±۰/۴۵	۲۴/۶۷ ^a ±۰/۵۲
۲	۱۸۴۰/۶۷ ^{ab} ±۴۹	۲/۰۳ ^b ±۰/۲۲	۱۱/۳۷ ^a ±۰/۳	۱/۱۴ ^a ±۰/۱۲	۲۱/۶۵ ^b ±۰/۱۸	۱۸/۱۷ ^b ±۰/۷۶
۳	۱۷۵۰ ^{ab} ±۶۰	۳/۱۴ ^c ±۰/۲۳	۱۱/۶۰ ^a ±۰/۴	۱/۴۲ ^b ±۰/۱۹	۱۴/۲۵ ^c ±۰/۷۳	۱۶/۴ ^b ±۰/۶۶
۴	۱۷۰۵ ^b ±۹۷	۴/۳۲ ^d ±۰/۴۲	۱۱/۷۱ ^a ±۰/۳۴	۱/۶۷ ^b ±۰/۱۳	۷/۲۱ ^d ±۰/۷۲	۱۲/۴۲ ^c ±۰/۹۵
مقدار F	۲/۹۳*	۹۰/۷۴***	۱/۵۷ ^{ns}	۱۶/۹۷***	۷۰/۷۱***	۳۷/۹۴***

۱. میانگین های دارای حروف متفاوت به گونه معنی داری متفاوت هستند ($p < 0.05$).

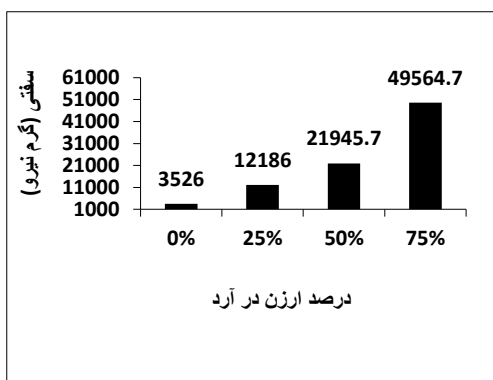
۲.***: معنی دار بودن در سطح ۰/۱ درصد، *: معنی دار بودن در سطح ۵ درصد و ns: معنی دار نشدن

جدول ۴- اثر تیمارها بر ویژگی های حسی (میانگین ± انحراف استاندارد)

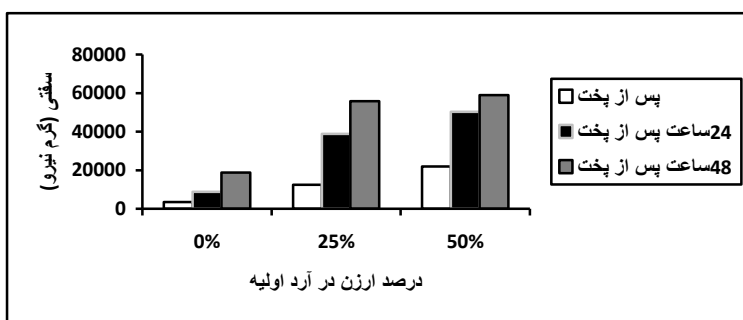
تیمار	فرم و شکل ظاهری	ویژگیهای سطح بالایی	ویژگی های سطح زیرین	پوکی و تخلخل	سفتی و نرمی بافت	قابلیت جویدن	طعم
۱	۴/۵ ^a ±۰/۲۵	۴/۵۵ ^a ±۰/۲۵	۳/۹ ^a ±۰/۲	۴/۰۶ ^a ±۰/۴۵	۴/۱۶ ^a ±۰/۲	۳/۷ ^a ±۰/۵	۴/۰۷ ^a ±۰/۴
۲	۳/۷ ^b ±۰/۱۸	۳/۰۹ ^b ±۰/۴	۳/۸ ^a ±۰/۷	۳/۱۶ ^b ±۰/۳۵	۳/۰۷ ^b ±۰/۴	۳/۰۵ ^b ±۰/۲۴	۳/۱۵ ^b ±۰/۱۹
۳	۲/۴۱ ^c ±۰/۱	۲/۸ ^b ±۰/۴	۲/۹۳ ^b ±۰/۱۵	۳/۰۹ ^b ±۰/۴	۲/۶۷ ^b ±۰/۲۲	۲/۹ ^b ±۰/۲	۲/۵۴ ^c ±۰/۴۱
۴	۲/۳۵ ^c ±۰/۲۵	۲/۸ ^b ±۰/۵	۲/۲۶ ^b ±۰/۲۴	۲/۰۸ ^c ±۰/۲۳	۲/۱۷ ^c ±۰/۱۶	۲/۰۹ ^c ±۰/۲	۱/۷۴ ^d ±۰/۱۶
مقدار F	۶۸/۹۷***	۱۳/۲**	۱۱/۹۱**	۱۴/۶۵**	۳۱/۲۶***	۱۳/۶**	۲۹/۹۱***

۱. میانگین های دارای حروف متفاوت به گونه معنی داری متفاوت هستند ($p < 0.05$).

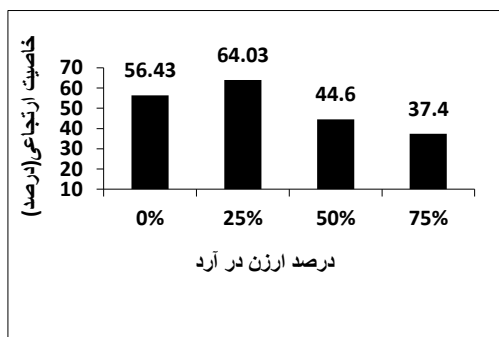
۲.***: معنی دار بودن در سطح ۰/۱ درصد و **: معنی دار بودن در سطح ۵ درصد



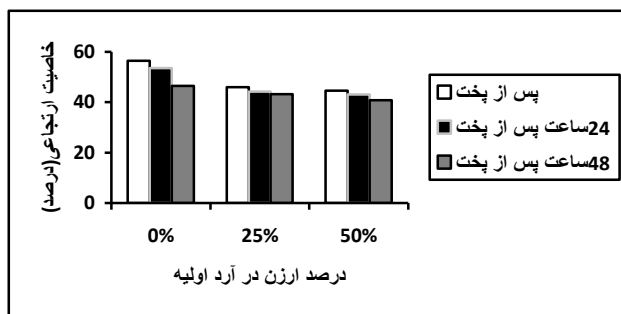
شکل ۱- سفتی نان دارای ۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد آرد ارزن



شکل ۲- سفتی نان حاوی ۰، ۲۵ و ۵۰ درصد آرد ارزن در طی زمان



شکل ۳- خاصیت ارتجاعی نان دارای ۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد آرد ارزن



شکل ۴- خاصیت ارتجاعی نان دارای ۰، ۲۵ و ۵۰ درصد آرد ارزن در طی زمان

منابع مورد استفاده

- A.A.C.C, 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists, 10a. Editionst. Paul, Minnesota. Am. Assoc. Cereal Chemists.
- BeswaD, 2008. Assessment Of the feasibility of using a wheat-finger millet composite flour for bread making, Submitted in fulfilment of the requirement for the degree master technology in food technology in the faculty of science at the university of Johannesburg.
- ChappalwarVM, PeterD, Bobde H, John SM, 2013. Quality characteristics of cookies prepared from oats and finger millet based composite flour. IRACST-Engineering Science and Technology: An International Journal (ESTIJ) 3: 677-683.
- Chhavi A, Sarita S, 2012. Evaluation of composite millet breads for sensory and nutritional qualities and glycemicroresponse. Malaysian journal of Nutrition 18(1):89-101.
- Houben A, Höchstötter A, Becker T, 2012. Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. European Food Research and Technology 235:195-208.
- IordăchescuG, Neagu C, Costea T, 2013. Sensory evaluation of functional bread obtained on rice and millet flour basis. Inside Food Symposium.
- KaruppasamyP, MalathiD, BanumathP, VaradharajuN, Seetharaman, K, 2013. Evaluation of Quality Characteristics of Bread from Kodo Little and Foxtail Millets, International Journal of Food and Nutritional Sciences 2:35-39.
- Khalil J k, SawayaWN, 1984. Mineral and Vitamin contents of Saudi Arabian pearl millet flour and bread. Cereal chem. 6:301-304.
- Kwaw E, Sackey AS, 2013. Nutritional and sensory analysis of millet based sponge cake. International Journal of Nutrition and Food Sciences 2(6): 287-293.
- NAAS, 2012. Integration of Millets in Fortified Foods, National Academy of Agricultural Sciences, New Delhi. Policy Paper No. 54:15p.
- Singh P, Singh Raghuvanshi R, 2012. Finger millet for food and nutritional security, African Journal of Food Science 6:77-84.
- Subedi I, Harnisch C, Kater G, Adhikari T, 2012. Millet (Eleusine coracana) flour fortification in composite bread, Journal of Food Science and Technology. Nepal 7:86-89.
- Taylor JRN, Schober TJ, Bean SR, 2006. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. Journal of Cereal Science 44: 252-271.
- Ugare R, 2008. Health benefits, storage quality and value addition of barnyard Millet. Thesis submitted to the university of agricultural sciences, Dharwad in partial fulfilment of the requirement for the degree of master of home science in food science and nutrition, College of rural home science, University of agricultural sciences.
- Vijayakumar TP, Mohankumar JB, Srinivasan T, 2009. Quality evaluation of noodles from millet flour blend incorporated composite flour. Journal of scientific & industrial research 69:48-54.
- Vijayakumar TP, Mohankumar JB, 2009. Formulation and characterization of Millet flour blend incorporated composite flour, International Journal of Agriculture Sciences 1: 46-54.

Determination of chemical, sensory and mechanical texture characteristics of reduced gluten Barbari bread made from Wheat flour and Millet flour blend

H Rashidi^{*3} HR Azarbad¹ and M Mazaheri Tehrani²

Received: November 11, 2014

Accepted: August 26, 2015

¹PhD Student, Food Science and Technology Faculty, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

²Professor, Food Science and Technology Faculty, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

³Food Industries Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

*Corresponding author: Email: Ha_rashidi@yahoo.com

Abstract

Millet contains several valuable compounds, therefore is used in different food products. To investigate the effect of replacement of wheat flour with millet flour, 0, 25, 50 and 75% of the initial formula was replaced by millet flour and then chemical properties (protein, fat and ash) of flour mixture were determined. Furthermore, sensory (underscores, and loss of porosity, hardness and softness of texture, chewiness, smell and taste) and texture (hardness and elasticity) of bread samples were determined. The level of fat and ash increased significantly ($P < 0.05$) with an increase in the amount of millet flour but differences between protein quantity of samples weren't significant. By increasing of millet flour in composite flour, gluten content decreased significantly ($P < 0.05$). The amount of water required to prepare the dough and thickness of bread samples with millet flour, was lower than control sample. Sensory evaluation showed that the sensory properties of bread samples are inversely related to the amount of millet flour. Bread sample with 75% millet flour, had hard and brittle texture and the taste was quite bitter and astringent. Instrumental texture analysis of bread samples showed that by increasing the amount of millet flour, stiffness and elasticity of breads increased and reduced respectively. It seems that the use of millet flour bread in the amount of 25% in the flour formula of Barbari bread is possible and using higher amounts of millet flour is required additional researches to modify and improved bread characteristics.

Key words: Millet, Barbari bread, Gluten reduction, Nutrition value, Bread characteristics