Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:26 IRDT on Monday July 22nd 2019

بررسی تأثیر جایگزینی آرد سیب زمینی–برنج با آرد کینوآی جوانه‌زده بر ویژگی‌های بافتی و پذیرش کلی نان قالبی بدون گلوتن

غلامحسین حقایق[1*]، نفیسه زاوه زاد[2]

۱–استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملی زابل
۲–کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی

(تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۰۷)

چکیده

در این تحقیق از آرد کینوآی جوانه‌زده در سطوح صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به عنوان جایگزین آرد در فرمولاسیون نان قالبی بدون گلوتن بر پایه آرد سیب زمینی–برنج استفاده شد و میزان پروتئین، رطوبت، تخلخل، حجم مخصوص، سفتی بافت (۱ و ۷۲ ساعت پس از پخت) و پذیرش کلی نمونه‌های تولیدی ارزیابی گردید. یافته‌های این پژوهش نشان داد با افزایش سطح آرد کینوآی جوانه‌زده در فرمولاسیون اولیه، بر میزان پروتئین و رطوبت نمونه‌های تولیدی افزوده شد. این در حالی بود که نمونه حاوی ۱۰ آرد کینوآی جوانه‌زده از بیشترین میزان حجم مخصوص، نرم‌ترین بافت در دو بازه زمانی ۱ و ۷۲ ساعت پس از پخت و بیشترین امتیاز پذیرش کلی برخوردار بود. همچنین نتایج حاکی از آن بود نمونه حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد آرد کینوآی جوانه‌زده دارای بیشترین میزان تخلخل بافت در مقایسه با سایر نمونه‌ها بودند.

کلید واژگان: آلفاآمیلاز، پروتئین، کینوآ جوانه‌زده، نان قالبی بدون گلوتن.

*مسئول مکاتبات: haghayegh.2019@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:26 IRDT on Monday July 22nd 2019

۱-مقدمه

در سال‌های اخیر گندم سیاه، آمارانت و کینوآ به‌عنوان گیاهان جدید مطرح شده‌اند. این شبه غلات فاقد گلوتن بوده و برای بیماران سلیاکی و آن دسته از افراد که عدم تحمل گلوتن دارند، مناسب است [۱]. کینوآ با نام علمی (*Cheno podium quinoa Willd*) از خانواده *Chenopodiacea* است [۲]. میزان لیزین دانه‌های این گیاه بالاتر از گندم است و برای تعادل غذایی انسان مطلوب است. کینوآ از نظر سدیم فقیر بوده ولی از نظر کلسیم، فسفر، منیزیم، پتاسیم، آهن، مس و منگنز نسبت به گندم، جو و ذرت برتری دارد. هم‌چنین به لحاظ چربی، کربوهیدرات و ویتامین نیز غنی‌تر از گندم است [۱ و ۳]. جوانه غلات و شبه غلات حاوی مواد مختلفی مانند پروتئین، قندهای محلول، چربی (اسیدهای چربی نظیر اسید لینولئیک و اسید لینولنیک)، املاح و ویتامین ها شامل کاروتن، ویتامین E، B_1، B_6، فولیک اسید و پنتوتنیک اسید است [٤ و ٥]. اضافه کردن غلات و شبه غلات جوانه‌زده به غذا می‌تواند بافت و طعم آن را تغییر دهد. افزایش مواد عملگرایی مانند بتاگلوکان و گاما-آمینو بوتریک اسید پس از جوانه‌زنی و همچنین ضریب قابلیت هضم موادی مانند پروتئین، فسفر و کلسیم افزایش می‌یابد. به طور کلی ارزش تغذیه‌ای غلات و شبه غلات جوانه‌زده بسیار بالاتر از حالت معمولی آن هاست [٦ و ٧]. همچنین لازم به ذکر است آرد غلات و شبه غلات حاصل از دانه‌هایی که جوانه آن‌ها فعال نشده، دارای مقادیر زیادتری بتاآمیلاز بوده، اما فعالیت کم آلفاآمیلاز، تولید قندهای قابل تخمیر در خمیر را کاهش داده و باعث کاهش حجم نان و کم رنگ شدن رنگ و سخت شدن پوسته نان می‌شود که این امر دلیلی برای استفاده از جایگزین‌های آلفاآمیلازی است. عمل جوانه‌زنی غلات و شبه غلات می‌تواند برای خصوصیات رئولوژیکی خمیر و ویژگی‌های مغز و پوسته نان و بافت آن مؤثر باشد [۸]. هالن و همکاران (۲۰۰٤) درصدهای مختلفی از لوبیای چشم بلبلی (Cowpa) جوانه‌زده یا تخمیر شده را در آرد گندم برای تولید نان به کار بردند و اعلام کردند که با افزایش آرد این لوبیا میزان پروتئین، خاکستر و رنگ افزایش یافت. این محققان نیز گزارش کردند جذب آب نیز افزایش یافت و به طور کلی نتایج قابل قبول تری از نان آزمایشی نسبت به نمونه کنترل بدست آمد [۹]. لیم و همکاران (۲۰۰٤) کیفیت تغذیه‌ای و ویژگی‌های حسی نان و نوعی سوپ (Porridage) را ارزیابی نمودند که از نوعی حبوبات جوانه‌زده به نام بمبارا (Bambara) تولید شدند. میزان و قابلیت هضم پروتئین در این محصولات افزایش یافت، اما مقدار چربی، کربوهیدرات، فیبر خام و تانن کاهش یافت. در همه محصولات تولیدی تفاوت قابل ملاحظه‌ای در آزمون‌های حسی مشاهده نشد [۱۰]. محمدزاده میلانی و همکاران (۱۳۹۷) تأثیر آرد سویای جوانه‌زده و معمولی بر کیفت نان بربری را مطالعه نمودند. نتایج این محققان نشان داد میزان رطوبت نمونه‌های حاوی آرد سویای جوانه‌زده نسبت به نمونه نمونه حاوی آرد سویای معمولی بیشتر بود. همچنین نمونه حاوی آرد سویای جوانه زده از تقارن بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها برخوردار بود. ویژگی‌های حسی نیز حاکی از آن بود به جز شاخص رنگ بین شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد مشاهده نشد. نمونه حاوی آرد سویای جوانه نزده از امتیاز رنگ کمتری نسبت به نمونه حاوی آرد سویای معمولی برخوردار بود [۱۱]. ماکنین و آرنت (۲۰۱۲) از یولاف جوانه‌زده حاوی آنزیم آلفاآمیلاز با سطوح مختلف در فرمولاسیون نان استفاده نمودند و بیان کردند حداقل غلظت مورد استفاده جهت دستیابی به ویژگی‌های مطلوب بافت نان و افزایش حجم قرص آن، سطح ۵ درصد بود. این محققان علت این امر را بهبود پایداری حفره‌های گاز به علت فعالیت آنزیمی غله جوانه زده دانستند [۱۲].

بنابراین در این تحقیق به جایگزین نمودن بخشی از مخلوط آرد سیب زمینی و برنج با سطوح متفاوت (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) آرد کینوآ جوانه‌زده (با توجه به مزایای تغذیه‌ای این شبه غله و افزایش ارزش غذایی و آنزیم آلفاآمیلاز در آن طی فرآیند جوانه‌زنی) در فرمولاسیون نان قالبی بدون گلوتن پرداخته شد و ویژگی‌های تکنولوژیکی و حسی محصول هدف بررسی گردید.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

آرد سیب زمینی با ۱۰/۰۹ درصد رطوبت، ۳/۱۷ درصد خاکستر، ۱۰/٦٦ پروتئین، ۷۹/۷ درصد نشاسته و آرد برنج با ۱۰/۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:26 IRDT on Monday July 22nd 2019

رطوبت، ۰/۳۲ درصد خاکستر، ۸۱ درصد نشاسته، ۷/۲۵ درصد پروتئین و صفر درصد گلوتن از بازار محلی تهیه شد. بدین منظور، آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات یکجا تهیه و در سردخانه نگهداری گردید. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل روغن، شکر و نمک از یک فروشگاه‌های معتبر و مخمر مورد استفاده (ساکارومایسس سرویزیه) که به شکل پودر مخمر خشک فعال و به صورت بسته‌بندی وکیوم بود، از شرکت خمیرمایه رضوی (مشهد، ایران)، صمغ گوار با نام تجاری MEYPROtm GUAR (E412) و صمغ گزانتان با نام تجاری RHODIGELTM (XANTHAN) GUM (E415) از شرکت رودیا (فرانسه) خریداری شد. همچنین دانه کینوآ از شرکت کیان فود (تهران-ایران) تهیه گردید. لازم به ذکر است دانه کینوآ با ٦٦/٩ درصد کربوهیدرات، ٦/١ درصد چربی، ١٦/١ درصد پروتئین، ١٠/٣ درصد رطوبت خریداری شد.

۲-۲-تهیه آرد کینوآ جوانه‌زده

جهت تهیه آرد کینوآ جوانه‌زده از روش صحرائیان (۱۳۹۵) و مامدی و همکاران (۱۳۹٦) با تغییراتی استفاده شد [۱۳ و ١٤]. ۵۰۰ گرم دانه کینوآی تمیز شده در آب ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو شبانه روز خیسانده شد. پس از رسیدن رطوبت دانه به مقدار مناسب برای جوانه‌زنی (٤٠ درصد) آب اضافی جدا و در اتاقک جوانه‌زنی (با ابعاد ۹×۲۲×۳۸) جهت رسیدن به حداکثر قدرت آنزیمی در دمای محیط-۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤ روز قرار گرفت. در ادامه دانه‌های جوانه‌زده در خشک کن هوای گرم (ممرت-آلمان) با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت حدود ۱۰ درصد خشک گردیدند. در انتها دانه‌های جوانه‌زده خشک شده جهت تبدیل به پودر به دستگاه آسیاب (پارس خزر، ایران) منتقل شد. آرد تهیه شده حاوی ٦٦/٧ درصد کربوهیدرات، ٦/٣ درصد چربی، ١٥/٦ درصد پروتئین و ١٠/٥ درصد رطوبت بود.

۲-۳-تهیه نان قالبی بدون گلوتن

جهت تهیه نان بدون گلوتن از فرمولاسیون صحرائیان و همکاران (۱۳۹۳) استفاده شد [۱۵]. البته از طریق آزمون و خطا در فرمولاسیون این محققان تغییراتی ایجاد شد. در نهایت برای تهیه خمیر نان قالبی بر پایه ۵۰ گرم آرد سیب زمینی و ۵۰ گرم آرد برنج از فرمول ذیل استفاده شد: آرد (۱۰۰ گرم)، آب (۱۰۰ گرم یا برابر با وزن آرد)، نمک (۱/۵ گرم)، شکر (۱ گرم)، روغن (۱ گرم)، مخمر ساکارومایسس سروزیه (۲ گرم) صمغ گزانتان ۲ درصد صمغ گوار و ۰/٦ درصد صمغ گزانتان تولید شدند. برای تولید نان ابتدا کلیه مواد جامد در مخزن همزن با یکدیگر مخلوط شدند و آب مورد نیاز به آن‌ها افزوده گردید و خمیر با ۱۵۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه هم زده شد و ۱ درصد روغن در دقیقه ششم به فرمولاسیون اضافه شد. تخمیر اولیه در محفظه تخمیر با رطوبت نسبی ۸۰ درصد و دمای ۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد. خمیرها به قطعات ۵۰ گرمی تقسیم شده و در قالب‌هایی با قطر و ارتفاع ٤ سانتی‌متر قرار داده شدند. تخمیر نهایی به مدت ٤٠ دقیقه در محفظه تخمیر با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد انجام شد. بعد از بخارزنی ۱۰ ثانیه‌ای عمل پخت در فر گردان با دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۲۰ دقیقه انجام شد. پس از سرد شدن (به مدت ۱ ساعت)، هر یک از نمونه‌ها در کیسه‌های پلی‌اتیلنی تا انجام آزمایشات، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند. لازم به ذکر است آرد کینوآ جوانه زده در سطوح صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد جایگزین بخشی از مخلوط آرد سیب زمینی-برنج شد. به طور مثال نمونه حاوی ۵ درصد آرد کینوآ جوانه‌زده حاوی ٤٧/٥ درصد آرد سیب زمینی و ٤٧/٥ درصد آرد برنج بود.

۲-٤-پروتئین

مقدار پروتئین نمونه‌های نان با استفاده از روش کلدال و از استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۲-٤٦ اندازه‌گیری شد [١٦].

۲-۵-رطوبت

جهت انجام این آزمایش که در فاصله زمانی ۱ و ۷۲ پس از پخت بود، از استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ١٦-٤٤ استفاده گردید [١٦].

۲-٦-حجم مخصوص

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص در فاصله زمانی ۱ ساعت پس از پخت، قطعه‌ای به ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر از مرکز هندسی نان

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:26 IRDT on Monday July 22nd 2019

قالبی تهیه گردید و از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا[1] مطابق با استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد [۱۶].

۲-۷-تخلخل

به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز نان در بازه زمانی ۱ ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش تصویر استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از مغز نان با استفاده از چاقو اره‌ای برقی تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد. تصویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار Image J[2] قرار گرفت [۱۷ و ۱۸].

۲-۸-بافت

به منظور انجام آزمون فشاری از دستگاه بافت‌سنج QTS مدل CNS Farnell, UK ساخت کشور انگلستان ر بازه زمانی ۲ و ۷۲ ساعت پس از پخت استفاده شد. هدف اصلی این آزمون تعیین نیروی لازم جهت فشردن نمونه برای یک میزان فشردگی معین است. میزان استحکام به عنوان شاخصی از بیاتی نمونه در نظر گرفته می‌شود. برای انجام این آزمون از روش استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۷۴-۰۹ استفاده شد. بدین منظور یک نمونه ۲۵ میلی‌متری از قسمت مرکزی نان جدا گردید. با استفاده از پروب مربوطه به قطر ۲۱ میلی‌متر آزمون فشاری (تراکم) در سرعت ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه انجام شد. میزان سفتی و استحکام نان به عنوان ماکزیمم نیروی بدست آمده برحسب نیوتن طی اولین فشردگی است [۱۶].

۲-۹-ویژگی‌های حسی

بدین منظور ۱۰داور انتخاب گردیدند و سپس خصوصیات حسی از نظر فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، خصوصیات سطح پائینی، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو، طعم و مزه که به‌ترتیب دارای ضریب رتبه ٤، ۲، ۱، ۲، ۲، ۳ و ۳ بودند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. با داشتن این معلومات، پذیرش‌کلی (عدد کیفیت نان) با استفاده از رابطه ذیل محاسبه گردید.

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

Q= پذیرش‌کلی (عدد کیفیت نان)، P= ضریب رتبه صفات و G= ضریب ارزیابی صفات.

۲-۱۰-تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بدست آمده در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار Mstat-c نسخه ۱/٤۲ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. بدین ترتیب میانگین سه تکرار با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ($P<0.05$) مقایسه گردید و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. لازم به ذکر است برای آزمون حسی ۳۰ تکرار در نظر گرفته شد. تکرارها در ارزیابی حسی برابر با تعداد داورها بود و از آنجا که برای هر نمونه سه بار پخت لحاظ شد و در هر پخت، پنج داور چشایی نمونه‌ها را ارزیابی نمود، در نهایت پانزده تکرار برای هر نمونه نان (هر تیمار) وجود داشت.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-پروتئین

نتایج (شکل ۱) نشان می‌دهد با افزایش جایگزینی آرد سیب زمینی-برنج با آرد کینوآی جوانه‌زده بر میزان پروتئین نان‌های قالبی تولیدی به طور معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد افزوده شد. میزان پروتئین دانه کینوآ بین ١٤-۲۰ درصد متغییر است و این شبه غله به لحاظ میزان پروتئین و همچنین حضور اسیدهای آمینه ضروری مانند متیونین و لیزین نسبت به سایر غلات حتی گندم غنی‌تر است [۱۹]. کراپا-کوزاک و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه در زمینه محصولات بدون گلوتن گزارش نمودند، این دسته از مواد غذایی به لحاظ پروتئین و مواد معدنی فقیر هستند و نیازمند غنی‌سازی با غلات و حبوبات با درصد پروتئین بیشتری می‌باشند [۲۰]. در تحقیق پیش رو و جایگزینی بخشی از آرد موجود در نان قالبی بدون گلوتن با آرد کینوآ، بر محتوای پروتئینی این محصول افزوده شد و در واقع محصولی فراسودمند با محتوای پروتئین بیشتر نسبت به نمونه شاهد تولید گردید.

1. Rape seed displacement
2. Image Processing and Analysis in Java

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:26 IRDT on Monday July 22nd 2019

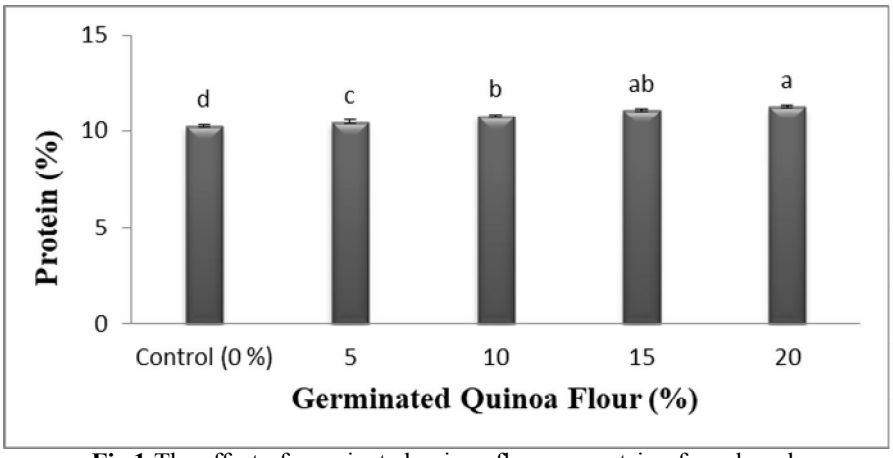

Fig 1 The effect of germinated quinoa flour on protein of pan bread.
Different letters show the statistically significant differences (P<0.05).

۳-۲-رطوبت

نتایج میزان رطوبت نان‌های قالبی در بازه زمانی ۱ و ۷۲ ساعت پس از پخت در جدول ۱ آورده شده است. نتایج ارزیابی رطوبت ۱ ساعت پس از پخت نشان می‌دهد با افزایش آرد کینوآی جوانه‌زده بر میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی به طور معنی‌داری ($P<0.05$)افزوده شد. این امر نشان‌دهنده افزایش آبگیری خمیر نان با افزایش جایگزینی آرد سیب زمینی-برنج با آرد کینوآی جوانه‌زده است. افزایش محتوای پروتئینی در فرمولاسیون نان قالبی با افزودن آرد کینوآی جوانه‌زده یکی از عوامل مؤثر در افزایش میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی است. زیرا گروه‌های قطبی موجود در طول پیوندهای پپتیدی پروتئین، خاصیت آبدوستی دارند و موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب (رطوبت) طی فرآیند پخت و پس از پخت می‌شوند. همچنین صحرائیان (۱۳۹۵) براساس نتایج تحقیق خود بیان نمود دانه‌های جوانه‌زده غلات و شبه غلات دارای فعالیت آنزیمی هستند و از این طریق می‌توانند در افزایش میزان رطوبت محصولات بدون گلوتن مؤثر باشند. این محقق با افزودن سورگوم جوانه‌زده (مالت سبز سورگوم) به کیک روغنی بدون گلوتن، افزایش میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی را گزارش نمود [۱۳]. علاوه بر این یقبانی (۱۳۹۰) به این نتیجه دست یافت که پودر مالت غلات دارای مقداری پنتوزان است که پنتوزان محلول در آب بوده و قدرت جذب آب دارد و به موجب آن محلولی چسبنده و ویسکوز ایجاد می‌شود که در نگهداری رطوبت محصول نهایی در مرحله پخت و پس از آن دخیل است [۲۱]. همچنین نتایج ارزیابی میزان رطوبت نان‌های قالبی در بازه زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت حاکی از برتری نمونه‌های حاوی آرد کینوآ در مقایسه با نمونه شاهد بود که این امر می‌تواند در به تأخیر انداختن بیاتی و حفظ نرمی و تازگی نان مؤثر باشد. البته لازم به ذکر است که از میزان رطوبت تمام نمونه‌های نان در بازه زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت در مقایسه با نان تازه تولید شده کاسته شد که میزان کاهش رطوبت در نمونه شاهد بیش از سایر نمونه‌ها بود.

Table 1 The effect of germinated quinoa flour on moisture of pan bread

(%) Germinated Quinoa Flour	Moisture (%)	
	1 hour	72 hours
Control (0)	13.1 ± 0.5 ^{e}	7.7 ± 0.3 ^{e}
5	15.7 ± 0.2 ^{d}	13.8 ± 0.4 ^{d}
10	17.4 ± 0.5 ^{c}	16.9 ± 0.5 ^{c}
15	20.1 ± 0.2 ^{b}	18.9 ± 0.3 ^{b}
20	21.7 ± 0.2 ^{a}	20.4 ± 0.5 ^{a}

Different letters in each column show the statistically significant differences (P<0.05).

۳-۳-حجم مخصوص

همانطور که نتایج (شکل ۲) نشان می‌دهد میزان حجم مخصوص تمام نمونه‌های تولیدی به طور معنی‌داری در سطح آماری ۵

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:26 IRDT on Monday July 22nd 2019

درصد بیش از نمونه شاهد بود. این در حالی است که با ۱۰ درصد جایگزینی آرد، بیشترین حجم مخصوص مشاهده شد. به نظر می‌رسد حضور بیشتر پروتئین در نمونه‌های حاوی آرد کینوآ جوانه‌زده به عنوان یک عامل توانسته به ساختار نان استحکام بیشتری بخشد و به موجب آن میزان بیشتری سلول‌های گازی (نشأت گرفته از فعالیت مخمر) در خمیر نان و حتی حین پخت در محصول هدف باقی بماند. همچنین حضور آنزیم آلفا آمیلاز در غلات و شبه غلات جوانه زده را نباید نادیده گرفت. حضور آنزیم آلفا آمیلاز با تبدیل نشاسته آسیب دیده به دکسترین و ایجاد اندکی چسبندگی که برای محصولات بدون گلوتن مطلوب است و تا حدودی می‌تواند عیوب کشش‌پذیری در این محصولات را اصلاح کند، قابلیت نگهداری سلول‌های هوای تولیدی طی فرآیند تخمیر را مهیا می‌سازد که این هوای ورودی در طی فرآیند پخت بر اثر افزایش دما انبساط پیدا کرده و باعث افزایش حجم محصول نهایی می‌گردد [۱۳]. در راستای افزایش حجم در نتیجه افزودن آنزیم آلفا آمیلاز به فرمولاسیون محصولات خمیری اکتاویانی و ویبیانو (۲۰۰۷) به نتایج مشابهی دست یافتند و بیان کردند دکسترین تولیدی در نتیجه حضور آنزیم آلفاآمیلاز در فرمولاسیون نان به‌جز ایجاد بافت جهت نگهداری حباب‌های هوا می‌تواند به‌عنوان غذای مخمر مصرف شود و در افزایش تعداد حباب‌های هوا نقش داشت باشد [۲۲]. از سوی دیگر سیدهو و همکاران (۲۰۰۷) براساس یافته‌های تحقیق خود به این نتیجه دست یافتند تبخیر جزئی آب موجود در خمیر حین فرآیند پخت یکی از عوامل اثرگذار بر حجم محصولات نانوایی حجیم و نیمه حجیم است و هر عاملی که به طور کامل از تبخیر آب موجود در فرمولاسیون این دسته از محصولات ممانعت کند، بر کاهش حجم اثرگذار خواهد بود [۲۳]. در اینجا به نظر می‌رسد دو عامل بر روند نزولی حجم مخصوص نمونه‌های نان پس از جایگزینی ۱۰ درصد آرد موجود در فرمولاسیون با آرد کینوآی جوانه‌زده نقش داشته است. عامل اول تولید بیش از حد دکسترین و ایجاد بافت چسبنده بیش از نیاز محصول هدف و در نتیجه آن ممانعت از انبساط سلول‌های گازی و عامل دوم افزایش محتوای پروتئینی و باند شدن ترکیبات قطبی آن با آب موجود در خمیر نان و عدم تبخیر جزئی آب در حین فرآیند پخت است. اما نباید این نکته را نادیده گرفت که حتی نمونه‌های حاوی ۱۵ و ۲۰ درصد آرد کینوآی جوانه‌زده از حجم بیشتری در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار بودند ولی این احتمال وجود دارد با افزایش بیش از ۲۰ درصد آرد کینوآی جوانه زده در فرمولاسیون حجمی مشابه و حتی کمتر از نمونه شاهد مشاهده شود.

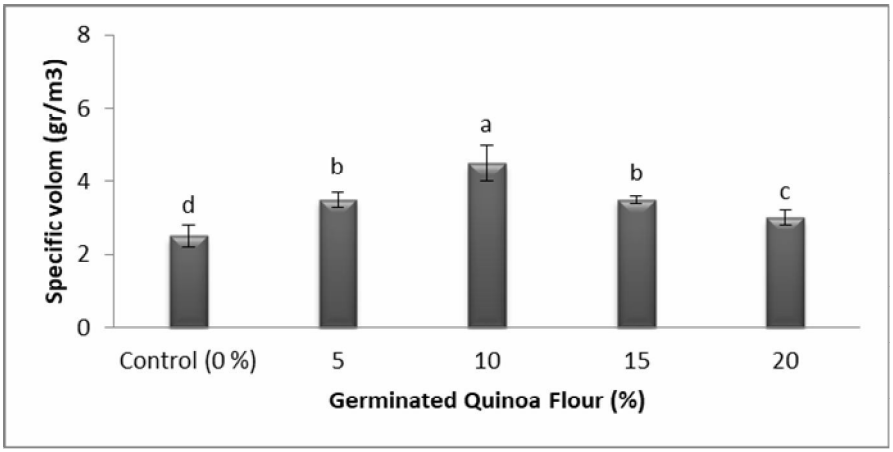

Fig 2 The effect of germinated quinoa flour on specific volume of pan bread. Different letters show the statistically significant differences (P<0.05).

۳-٤-تخلخل

همانطور که نتایج (شکل ۳) نشان می‌دهد دو نمونه حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد آرد جوانه کینوآی جوانه زده به طور معنی‌داری ($P<0.05$) از میزان تخلخل بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها برخوردار بودند. یکی دیگر از پارامترهای مهم مغز محصولات نانوایی، تخلخل است که به طور کلی اشاره به ساختار منافذ در مغز این دسته از مواد غذایی دارد و یکی از عوامل تأثرگذار در خواص کیفی مغز محصولات صنایع پخت محسوب می شود

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:26 IRDT on Monday July 22nd 2019

[۲٤]. از طرفی میزان تخلخل مغز بافت تحت تأثیر تعداد حفرات موجود در مغز بافت و هم‌چنین نحوه توزیع و پخش این حفرات می‌باشد، که هرچه تعداد حفرات و سلول‌های گازی بیشتر باشد و توزیع و پخش آن‌ها یکنواخت‌تر صورت گرفته باشد، میزان تخلخل محصول نهایی بیشتر خواهد بود. اوزاک و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه خود بیان نمودند چنانچه صمغ‌ها در فرمولاسیون مواد غذایی در سطوح مناسب استفاده شوند به طوری که در پخش حباب‌های هوای موجود در نمونه اختلالی ایجاد نکنند، از طریق کاهش بهم پیوستن سلول‌های گازی به دلیل ایجاد یک لایه ضخیم در سطح سلول‌ها، موجب پایداری سلول‌های گازی گشته، بنابراین هر سلول به طور مجزا و جداگانه باقی مانده و اندازه آن کوچکتر است که این موضوع خود بر افزایش تخلخل تأثیر چشمگیری دارد [۲۵]. در این پژوهش به نظر می‌رسد سطوح مصرفی ۱۰ و ۱۵ درصد آرد کینوآی جوانه‌زده در حفظ تعداد سلول‌های گازی و پخش یکنواخت آن ها بیش از سایر نمونه‌ها مؤثر بوده‌اند. این امر می‌تواند تحت تأثیر میزان پروتئین آرد کینوآ در سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد و همچنین میزان مناسب دکسترین (مؤثر در چسبندگی بافت و افزایش غذای مخمر جهت تولید میزان بیشتر گاز) در نتیجه حضور آنزیم آلفاآمیلاز در آرد جوانه‌زده باشد.

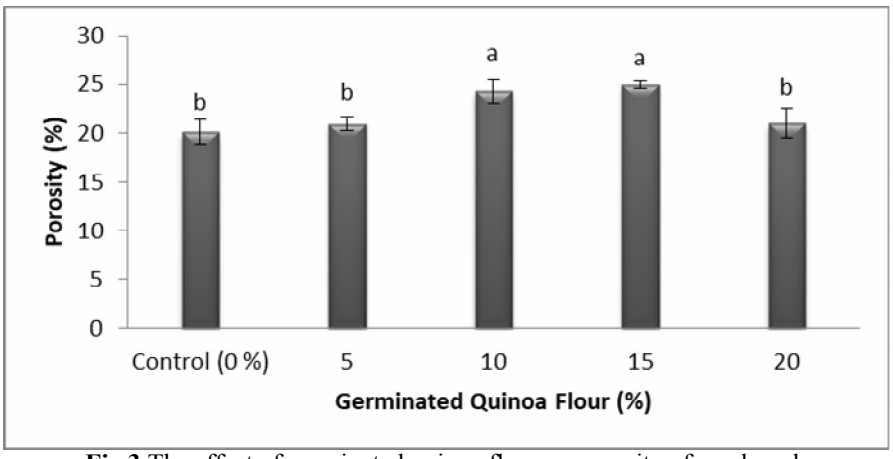

Fig 3 The effect of germinated quinoa flour on porosity of pan bread. Different letters show the statistically significant differences ($P<0.05$).

۳-۵-بافت

نتایج سفتی بافت در بازه زمانی ۱ ساعت پس از پخت (جدول ۲) نشان می‌دهد تنها دو نمونه حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد آرد کینوآی جوانه‌زده به طور معنی‌داری ($P<0.05$) دارای بافت نرمتری در مقایسه با سایر نمونه‌ها بودند. این در حالی است که نتایج ارزیابی سفتی بافت نمونه‌های تولیدی در بازه زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت بیانگر برتری بافت نمونه‌های آرد کینوآ جوانه زده در مقایسه با نمونه شاهد است. این در حالی است که سه نمونه حاوی ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد آرد کینوآی جوانه‌زده به صورت مشترک نسبت به سایر نمونه‌ها (شاهد و نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد کینوآی جوانه‌زده) از بافت نرم‌تری برخوردار بودند ($P<0.05$). عواملی نظیر میزان رطوبت، حجم مخصوص و تخلخل در میزان سفتی بافت نمونه‌های تولیدی در بازه زمانی بلافاصله پس از پخت دخیل است. اما مهمترین عامل در افزایش سفتی بافت محصولات نانوایی طی مدت زمان نگهداری، حفظ و نگهداری رطوبت است، زیرا این مورد به شدت بر میزان بیاتی محصول تولیدی و افزایش سفتی آن طی انبارمانی اثرگذار است، از این رو قابل پیش‌بینی بود نمونه حاوی آرد کینوآی جوانه زده بخصوص دو نمونه حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد ضمن محتوای رطوبتی بیشتر نسبت به نمونه شاهد به دلیل حجم مخصوص و تخلخل بالاتر از فشردگی کمتری برخوردار باشند و عدد سفتی گزارش شده توسط دستگاه بافت‌سنج که میزان نیروی لازم جهت فشردگی بافت را نشان می‌دهد، کمتر باشد و از آنجا که تمام نمونه‌های حاوی آرد کینوآی جوانه زده از رطوبت بیشتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند، انتظار تأخیر در بیاتی این نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد در بازه زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت وجود داشت. در این راستا میلانی و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی تأثیر آرد سویای جوانه‌زده و معمولی بر کیفیت نان بربری پرداختند. نتایج این محققان نشان داد نمونه‌های حاوی آرد سویای جوانه‌زده در مقایسه با نمونه حاوی آرد سویای معمولی

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:26 IRDT on Monday July 22nd 2019

به دلیل محتوای رطوبتی بیشتر از بافت نرمتری برخوردار بود [۱۱]. هالن و همکاران (۲۰۰٤) درصدهای مختلفی از لوبیای چشم بلبلی (Cowpa) جوانه‌زده یا تخمیر شده را در آرد گندم برای تولید نان به کار بردند و اعلام کردند که با افزایش آرد این لوبیا میزان پروتئین، خاکستر و رنگ افزایش یافت. این محققان نیز گزارش کردند جذب آب نیز افزایش یافت و به موجب آن بافت نان نرمتر شد [۹]. لیم و همکاران (۲۰۰٤) کیفیت تغذیه‌ای و ویژگی‌های حسی نان حاوی نوعی حبوبات جوانه‌زده به نام بمبارا (Bambara) بررسی نمودند. این محققان مخلوط‌هایی از بمبارا جوانه زده-سورگوم و بمبارا جوانه زده-ذرت در نان استفاده نمودند و حضور آرد بمبارا جوانه زده را در نان حاوی آرد سورگوم و نان حاوی آرد ذرت عاملی مؤثر بر افزایش رطوبت و نرمی بافت (کاهش سفتی) دانستند [۱۰].

Table 2 The effect of germinated quinoa flour on Firmness of pan bread

(%) Germinated Quinoa Flour	Firmness (N)	
	1 hour	72 hours
Control (0)	22.9 ± 1.5^{b}	37.9 ± 1.5^{a}
5	21.6 ± 0.7^{b}	27.1 ± 0.6^{b}
10	15.4 ± 1.1^{d}	19.9 ± 0.9^{d}
15	19.1 ± 1.1^{c}	22.1 ± 0.6^{c}
20	24.9 ± 0.9^{a}	27.5 ± 1.1^{b}

Different letters in each column show the statistically significant differences ($P<0.05$).

۳-٦-پذیرش کلی

نتایج (شکل ٤) نشان می‌دهد نمونه حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد آرد کینوآی جوانه‌زده به طور معنی‌داری ($P<0.05$) از امتیاز پذیرش کلی بیشتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند. حصول چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نبود زیرا بافت، حجم مخصوص و تخلخل در امتیاز فرم و شکل، سفتی و نرمی بافت و قابلیت جویدن مؤثرند و این پارامترها نیز به نوبه خود بر امتیاز پذیرش کلی بعد از اعمال ضرایب مربوطه که در بخش مواد و روش‌ها به آن پرداخته شده است، نقش دارند. همچنین ضمن اینکه داوران چشایی به نمونه‌های حاوی آرد کینوآ (بجز نمونه حاوی ۲۰ درصد از این آرد) امتیاز بیشتری به لحاظ بو و مزه دادند اما نوع بافت محصول را بر این پارامتر (بو و مزه) نباید نادیده گرفت. زیرا هرچه بافت نرم‌تر و قابلیت جویدن آن بیشتر باشد، رهایش مواد مولد عطر و طعم بیشتر خواهد بود و شاید وجود بافت سفت‌تر نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد کینوآی جوانه‌زده در مقایسه با شاهد بر کاهش امتیاز بو و مزه و در نهایت امتیاز پذیرش کلی نقش داشته است. همچنین براساس گزارشات داوران چشایی نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد آرد کینوآ به دلیل داشتن رنگ بهتر و سطح هموارتر از خصوصیات سطح بالایی و پائینی بهتری برخوردار بودند و در نهایت بیش از سایر نمونه‌ها بر افزایش امتیاز پذیرش کلی مؤثر بودند.

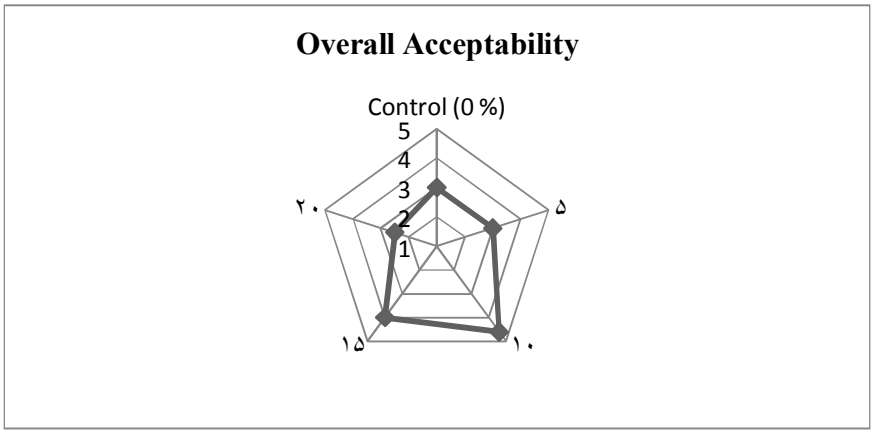

Fig 4 The effect of germinated quinoa flour on overall acceptability of pan bread.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:26 IRDT on Monday July 22nd 2019

٤-نتیجه‌گیری

براساس نتایج این پژوهش می‌توان گفت با جایگزینی ۱۰ تا ۱۵ درصد آرد سیب زمینی-برنج موجود در نان قالبی بدون گلوتن با آرد کینوآی جوانه زده، ضمن افزایش محتوای پروتئینی محصول هدف، نانی با ویژگی‌های بافتی و حسی مرغوب‌تر تولید می‌شود که امیدست بیشتر مورد توجه مصرف‌کنندگان به ویژه بیماران سلیاکی و آن دسته از افراد که عدم تحمل گلوتن دارند قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود از مزایای آرد کینوآی جوانه‌زده چه به لحاظ تغذیه‌ای و چه به لحاظ تکنولوژیکی در سایر محصولات نانوایی به ویژه دسته تخمیری نظیر انواع نان‌های حجیم و نیمه حجیم، پیراشکی، دونات، اشترودل و غیره استفاده شود و محصولی با کمیت و کیفیت برتر به بازار عرضه گردد.

٥- منابع

[1] Brady, K., Ho, C.T., and Rosen, R.T. 2007. Effects of processing on the nutritional profile of quinoa of Chemistry, 100(3): 1209-1216.

[2] Vega-Galvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L. and Martinez, E. A. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (Chenopodium quinoa Willd), an ancient Andean grain: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 95 (15), 2541-2547.

[3] Dini, I., Tenore, G.C., and Dini, A. 2010. Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter *Chenopodium* quinoa seeds. LWT - Food Science and Technology, 43(3): 447-451.

[4] Afify, A. E. M., Abbas, M. S., Abd El-lattefi, B. M. and Ali, A. M. 2016. Chemical, rheological and physical properties of germinated wheat and naked barley. International Journal of Chemistry of Technology of Research, 9(9): 521-31.

[5] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Cereals and their products-Germinated Wheat Product. ISIRI no 5833. Karaj: ISIRI, 2003. [in Persian].

[6] Panfil, P., Dorica, B., Sorin, C., Emilian, M., Ersilia, A. and Iosif, G. 2014. Biological characterization of flour obtained from germinated cereals (wheat, barley and oat). Romanian Biotechnological Letters, 19(5): 9772-7.

[7] Sharma, P. and Gujral, H. S. 2010. Antioxidant and polyphenol oxidant activity of germinated barley and its milling fraction. Food Chemistry, 120 (3): 673-8.

[8] Poutanen, K. 1997. Enzymes: An important tool in the improvement of the quality of cereal foods. Trends Food Science. Technology, 8: 300-306.

[9] Hallen, E., Banoglu S. and Ainsworth, P. 2004. Effect of fermented germinated cowpa flour addition on the rheological and baking properties of wheat flour. Journal of Food Engineering, 63: 177-84.

[10] Lyimo, M., Berling, E. S. and Sibuga, K. P. 2004. Evaluation of the nutritional quality and acceptability of germinated Bambara nut (VIGNIA-SUBTERRANEA (L) VERLE) based products. Ecology of Food and Nutrition, 43: 181-91.

[11] Milani, J. M., Sedighi, N. and Mirzaei, H. 2018. Effect of germinated and non germinated soybean flour on quality of Barbari bread. EJFPP, 10(1): 73-84. [in Persian].

[12] Makinen , O.E., and Arendt, E.K. 2012. Oat malt as a baking ingredient- A comparative study of the impact of oat, barley and wheat malts on bread and dough properties. Journal of Cereal Science, 56: 747-75.

[13] Sahraiyan, B. 2016. Production of sorghum malt powder by using microwaves and its evaluation as a sugar replacer in gluten free cup cake. Ph.D. thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Department of Food Science and Technology. [in Persian].

[14] Mamedi, A., Tavakol Afshari, R. and Sepahvand, N. A. 2017. Quantifying seed germination response of quinia (*Chenopodium quinoa Willd*) under temperature and drought stress regimes. Iranian Journal of Field Crop Sience, 48(3): 615-623. [in Persian].

[15] Sahraiyan, B., Karimi, M., Habbibi Najafi, M. B., Haddad Khodaparast, M. H., Ghiafeh Davoodi, M., Sheikholeslami, Z. and Naghipour, F. 2014. The effect of Balangu Shirazi (*Lallemantia royleana*) gum on quantitative and qualitative of sorghum gluten-free bread. JFST, 42(11): 129-139. [in Persian].

www.SID.ir

Archive of SID

[16] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

[17] Naji-Tabasi, S. & Mohebbi, M. 2015. Evaluation of cress seed gum and xanthan gum effect on macrostructure properties of gluten-free bread by image processing. Journal of Food Measurement and characterization, 9: 110-119.

[18] Sabanis, D., Tzia, C. & Papadakis, S. 2008. Effect of different raisin juice preparations on selected properties of gluten-free bread. Food and Bioprocess Technology, 1: 374–383.

[19] Valencia-Chamorro, S. A. 2000. Encyclopedia of Quinoa grain science. Australia: Elsevier/CRC 2000. P. 4885-4892.

[20] Krupa-Kozak, U., Wronkowsk, M. and Soral-S mietana, M. 2011. Effect of buckwheat flour on microelements and proteins. Czech Journal of Food Science, 29(2): 103-108.

[21] Yaghbani, M. 2011. Comparison of barley and wheat malt on properties of Barbari bread. Journal of Agricultural Engineering Research, 12(2): 41-50. [in Persian].

[22] Octaviani, V., and Weibiao, Z. 2007. Frozen bread dough: Effect of freezing storage and dough improvers. Journal of Cereal Science, 45: 1-17.

[23] Sidhu, J.S., Al-saqer, J.M., Al-hooti, S., and Alothman, A. 2007. Quality of pan bread made by replacing sucrose with datesyrup produced by using pectinase/cellulase enzymes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58: 1–8.

[24] Armero, E. and Collar, C. 1996. Anti-stailing Additives. Flour type and sourdough process effect on functionality of wheat dough. *Journal of food science*, 61: 299-303.

[25] Ozkoc Ozge, S., Summe, G. and Sahin, S. 2009. The effect of gums on macro and micro-structure of breads baked in different ovens. *Food hydrocolloids*, 23: 2182-2189.

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:26 IRDT on Monday July 22nd 2019

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of replacement of potato-rice flour by germinated quinoa flour on textural properties and overall acceptability gluten-free pan bread

Haghayegh, GH. [1*], Zavehzad, N[2]

1. Department of Food Science and Technology, Agricultural Faculty, Zabol University, Zabol, Iran.
2. MSc in Food Science and Technology

(Received: 2019/01/22 Accepted:2019/04/27)

In this study germinated quinoa flour in five levels (0, 5, 10, and 15%) was replaced by part of flour in gluten-free pan bread formulation. For this purpose, protein, moisture, specific volume, porosity, firmness (1 and 72 hours after baking) and overall acceptability were evaluated. Protein and moisture were increased by increasing of germinated quinoa flour in the formulation. The samples containing 10 % germinated quinoa flour had the highest specific volume and overall acceptability score and the lowest firmness after 1 and 72 hours after baking. Also, the result indicated the samples containing 10 and 15 % germinated quinoa flour had the highest porosity.

Keywords: A-amylase, Germinated quinoa, Protein, Gluten-free pan bread.

* Corresponding Author E-Mail Address: haghayegh.2019@yahoo.com

www.SID.ir

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 9:26 IRDT on Monday July 22nd 2019