مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بهینه سازی تولید نان باگت حاوی آرد بلوط و ارزیابی ویژگی های بافتی و حسی آن

علی فروهر[۱]، حامد صابریان[۲]*، محسن ابراهیمی همتی کیخا[۳]

۱- دکتری، عضو گروه پژوهشی فرآوری پسماند و ضایعات کشاورزی، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، اصفهان

۲- دکتری، استادیار گروه پژوهشی فرآوری پسماند و ضایعات کشاورزی، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، اصفهان

۳- دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۱۰/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۲/۲٦

کلمات کلیدی:

آرد بلوط،

نان،

ویژگی‌های حسی،

ویژگی‌های بافتی

DOI:10.22034/FSCT.21.154.1.

* مسئول مکاتبات:

Saberian@acecr.ac.ir

چکیده

بلوط دارای ترکیبات پلی‌فنولی و املاح سودمند می‌باشد که استفاده از آن در محصولات غذایی موجب افزایش ارزش غذایی محصولات تولید شده، ایجاد ارزش افزوده برای این میوه جنگلی و درنهایت، حفظ اراضی و جنگل‌های بلوط می‌شود. هدف از این تحقیق، غنی سازی نان باگت با استفاده از آرد بلوط بود. تأثیر جایگزینی ۱۰ تا ۳۰ درصد آرد بلوط با آرد گندم، به همراه ۱ تا ٤ درصد گلوتن بر خصوصیات کیفی نان تولید شده، بررسی شد. بهینه‌سازی فرمولاسیون نان بر اساس طرح سطح پاسخ انجام شد. نتایج نشان داد که استفاده از آرد بلوط منجر به افزایش سفتی در نان می‌گردد و افزودن گلوتن، بخشی از این اثر را تعدیل می‌کند. سفتی اولیه و حجم مخصوص نان‌های دارای کمترین و بیشترین میزان آرد بلوط به ترتیب در محدوده ۷/۳۱ تا ۹/۱۰ نیوتن و ۲/۹٤ تا ۳/۷۰ سانتی‌متر مکعب بر گرم به‌دست آمد. نتایج پردازش تصویر مرکز نان نشان داد که با افزایش درصد آرد بلوط، درصد تخلخل به شکل معنی‌داری کاهش یافت، هرچند که افزودن گلوتن، تخلخل را به‌طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) افزایش داد. همچنین مشخص شد که افزودن آرد بلوط، باعث کاهش روشنایی (L^*) مغز و پوسته نان گردید. در نهایت از نظر مصرف‌کننده، فرمول بهینه که دارای ۱۰ درصد آرد بلوط و ٤ درصد گلوتن بود، با امتیاز ٤/۸۳ نسبت به نمونه فاقد آرد بلوط با امتیاز ٤/۰۸، دلپذیرتر تشخیص داده شد. بنابراین، می‌توان معایب نان حاوی آرد بلوط را با افزودن گلوتن برطرف نمود و حتی به نان با پذیرش کلی مطلوبتر نسبت به نان گندم دست یافت.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-27]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.1]

۱-مقدمه

نان و محصولات تولید شده با استفاده از آرد گندم، سهم قابل توجهی را در تغذیه بخش اعظمی از جمعیت جهان به خود اختصاص می‌دهد. این بخش از هرم غذایی، تأمین کننده قسمت عمده کالری، پروتئین و ویتامین‌های گروه B است و از نظر مواد مغذی نیز دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. با این حال، غنی‌سازی آرد با ترکیبات سودمند، ارزش تغذیه‌ای نان را افزایش می دهد و در نهایت رژیم غذایی افراد را بهبود می‌بخشد [۱]. بنابراین با توجه به میزان مصرف نان، می‌توان با غنی‌سازی این محصول به‌عنوان یکی از گزینه‌های در دسترس برای عموم جامعه، سلامت عمومی را بهبود بخشید.

بلوط از حدود ۶۰۰ گونه تشکیل شده است و مورد توجه مردم بسیاری از کشورها، از جمله اسپانیا، ترکیه، کشورهای آسیایی، آمریکای مرکزی، شرقی و شمالی بوده است [۲, ۳]. بلوط به‌صورت خام و یا بعد از اعمال فرآیند حرارتی مصرف می‌شود. با این حال، با توسعه مواد غذایی ارگانیک و فراسودمند، بلوط به‌عنوان یک منبع غذایی و افزودنی مهم، مورد توجه است. بر این اساس، در برخی از کشورهای مدیترانه‌ای، از بلوط در بستنی و سایر دسرها استفاده می شود. در الجزایر، مراکش و شرق ایالات متحده، روغن بلوط تولید می‌شود [۴, ۵] در حالی که در شمال آفریقا، از بلوط در محصولاتی مانند نان سنتی و نوشیدنی استفاده می‌شوند [۶-۸]. بلوط منبع غنی از کربوهیدرات‌ها، عمدتاً نشاسته (۳۱ تا ۵۱ درصد) می‌باشد و همچنین حاوی ۲ تا ۸ درصد پروتئین و ۱ تا ۹ درصد چربی است. به همین دلیل، بلوط را می‌توان به‌عنوان ماده اولیه‌ی مناسبی برای تهیه نان و شیرینی در نظر گرفت [۹-۱۲]. بلوط دارای ترکیبات پلی فنول‌ها نیز می‌باشد که باعث تلخی محصول می‌شوند [۱۳]. معمولاً خواص سلامتی بخش آرد بلوط در فرآیند تولید آن، حفظ می‌شود. بر همین اساس، امکان استفاده از آن در محصولات غذایی وجود دارد.

شیشه‌بر و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند که مصرف نان غنی شده با بلوط در مقایسه با نان معمولی، منجر به افزایش احساس سیری در مصرف‌کنندگان می‌گردد [۱۴]. بلترا و همکاران (۲۰۲۰) با بکارگیری آرد شاه بلوط در نان، جنبه‌های تغذیه‌ای محصول نهایی را مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که در نمونه غنی‌شده با آرد بلوط نسبت به نمونه شاهد، میزان پتاسیم (K)، کلسیم (Ca) و منگنز (Mn) به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. همچنین این محققان گزارش نمودند که خاصیت آنتی‌اکسیدانی نان دارای آرد شاه بلوط نسبت به نمونه شاهد به شکل معنی‌داری افزایش یافته است. این نتیجه نشان دهنده امکان و مزیت سلامتی بخش استفاده از آرد بلوط در محصولات غذایی همانند نان می‌باشد [۱۵].

یکی از ویژگی‌های بلوط، وجود تانن و ایجاد طعم تلخ در این میوه می‌باشد که می‌تواند کاربرد آن‌را در محصولات غذایی با چالش روبرو گرداند. با این حال، مشخص شده است که اعمال فرآیند حرارتی بر روی بلوط، سطح تانن و به دنبال آن طعم تلخ را کاهش می‌دهد و در عین حال، محتوای ترکیبات آنتی اکسیدانی را به دلیل تجزیه ترکیباتی نظیر اسید گالیک، افزایش می‌دهد. این امر امکان استفاده از بلوط در نان را میسر می‌کند [۱۰].

بیش از نیمی از پوشش گیاهی جنگل‌های زاگرس مربوط به درختان بلوط می‌باشد. متأسفانه امروزه کاربرد بلوط بیشتر به‌عنوان خوراک دام منحصر شده است. از طرفی، امروزه عمدتا چوب و ذغال بلوط مورد توجه قرار گرفته است و همین مسأله موجب قطع بی رویه و غیرمجاز درختان بلوط شده است. بنابراین، استفاده از میوه در مواد غذایی نه تنها منجر به ایجاد ارزش افزوده برای میوه بلوط می شود بلکه به حفظ جنگل‌های بلوط (با تغییر اشتغال از قطع درختان و تولید ذغال به جمع آوری و فروش میوه بلوط) نیز کمک می‌کند. با توجه به اینکه افزودن آرد بلوط

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-27]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.1]

به فرمولاسیون نان منجر به افت ویژگی‌های بافتی نان حاصل می‌شود، از گلوتن جهت اصلاح ویژگی‌ها استفاده شد. بنابراین، با توجه به عدم بررسی همزمان استفاده از آرد بلوط و گلوتن برای بهینه‌سازی فرمولاسیون نان در پژوهش‌های پیشین، در این تحقیق از درصدهای مختلف گلوتن و آرد بلوط جهت بهینه‌سازی فرمولاسیون نان باگت استفاده شد. همچنین ویژگی‌های کیفی محصول بررسی گردید تا فرمولاسیون نان با ویژگی‌های مطلوب مشخص گردد.

۲-مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده و تهیه آرد بلوط

مواد اولیه شامل آرد گندم با درجه استخراج ۸۲ درصد از کارخانه هرند، مخمر خشک فوری از شرکت درمایه، بهبود دهنده تجاری نان با نام S500 (شامل آرد، امولسیفایر، آنزیم‌های اکسیدکننده، پودر خمیر ترش)، نمک و شکر از بازارهای محلی اصفهان تهیه شدند. همچنین میوه بلوط از استان چهارمحال بختیاری تهیه گردید. مواد اولیه خریداری شده به آزمایشگاه صنایع غذایی جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان منتقل شد. در ابتد میوه‌های بلوط پوست‌گیری و سپس آسیاب گردید. نمونه آسیاب شده از الک با مش ۲۰ عبور داد شد.

بررسی درصد نگهداری آب آرد گندم و آرد بلوط

این آزمون بر اساس روش هانگ و همکاران (۲۰۲۱) با اندکی تغییر انجام شد. برای این کار، ۰/۵ گرم از نمونه با ۱۰ میلی‌لیتر آب طی مدت زمان ۱ دقیقه مخلوط و به‌مدت ۱ ساعت در دمای اتاق نگهداری شد. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شد و وزن نمونه مرطوب محاسبه شد. در پایان، ظرفیت نگهداری آب به صورت وزن آب به وزن نمونه از طریق فرمول (۱) محاسبه شد [۱٦]:

$$WAC = \frac{W_{S1} - W_{S0}}{W_{S0}} \quad (1)$$

تهیه نان

خمیر نان با استفاده از ۲ درصد مخمر، ۱ درصد شکر، ۱ درصد نمک، ۱ درصد بهبود دهنده (S500)، حدود ٦۲ درصد آب، آرد گندم و آرد بلوط (مطابق طرح آماری جدول ۱) در ۱۱ تیمار تهیه شد. در ضمن، با توجه به درصد متفاوت جذب آب آرد بلوط، گلوتن و آرد گندم، میزان آب تا دست یابی به خمیر مطلوب تعیین شد. همچنین میزان آرد گندم (۷۰ تا ۱۰۰ درصد با احتساب نمونه شاهد) بر اساس درصد جایگزینی با آرد بلوط (۰ تا ۳۰ درصد با احتساب نمونه شاهد) مطابق جدول ۱ تعیین شد. پس از تهیه خمیر، چانه‌های ۱۵۰ گرمی تولید و بعد از استراحت اولیه، چانه‌های خمیر، شکل‌دهی شدند و مرحله تخمیر انجام شد. مدت زمان این مرحله ٤۰ دقیقه انتخاب گردید. سپس با استفاده از فر پخت با برند آلتون (ساخت ایران) در دمای ۱٦۰ درجه سلسیوس و به‌مدت ۵۰ دقیقه، عملیات پخت انجام شد. پس از سرد شدن نان‌ها در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) به‌مدت ۱ ساعت، به منظور انجام آزمون‌های بعدی به درون کیسه‌های پلاستیکی منتقل شدند.

Table 1- Variables and levels used in the Central Composite method to evaluate and optimize bread enriched with acorn flour

Independent variable	symbol in the final model	Levels of variables used		
		1	0	-1
Gluten percentage	A	4	2.5	1
Acorn flour percentage	B	30	20	10

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-27]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.1]

بررسی رنگ نمونه

رنگ نمونه‌ها با استفاده از روش پردازش تصویر با کمک نرم افزار فتوشاپ (ورژن Cs5) مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار، با استفاده از دوربین ۲۰ مگاپیکسلی سامسونگ از سطح و مرکز نمونه‌ها در محفظه تصویربرداری (طول ٤٠ سانتی‌متر، عرض ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر) با زاویه ٤٥ درجه، تصویربرداری صورت گرفت. برای هر نمونه، تعدادی نقاط به صورت تصادفی انتخاب گردید و شاخص‌های رنگی شامل L^* (روشنایی نمونه) و a^* (تفاوت قرمز بودن و سبز بودن) و b^* (تفاوت زرد بودن و آبی بودن) محاسبه شد. در پایان با استفاده از کارت‌های رنگی استاندارد (شرکت رال) نمودار کالیبره محاسبه شد و در نهایت اعداد واقعی شاخص‌های رنگی محاسبه گردید [۱۷]. برای بررسی شدت رنگ نمونه‌ها شاخص کروما یا اشباعیت (C^*) از فرمول (۲) محاسبه گردید:

$$c^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \qquad (۲)$$

اندازه‌گیری حجم مخصوص و تخلخل نان

حجم مخصوص نمونه‌ها پس از سرد شدن نمونه‌ها بر اساس روش جابجایی دانه کلزا و روش استاندارد AACC (۲۰۰۰) مورد ارزیابی واقع شد. در این روش، وزن نمونه ها با استفاده از ترازوی با ۲ رقم اعشار اندازگیری و ثبت شدند. حجم مخصوص (میلی‌لیتر/گرم) نان به‌صورت حجم نان به وزن نان تعیین شد [۱۸]. برای سنجش تخلخل، نمونه‌ها از مقطع عرضی به ضخامت ۱ سانتی‌متر برش داده شدند و با وضوح ۳۰۰dpi تصویر برداری شدند. خصوصیات مورد نظر در هر تصویر به وسیله نرم‌افزار ImageJ 1.4 مورد بررسی قرار گرفتند [۱۹].

سنجش سفتی بافت نمونه

بافت‌سنجی بر اساس روش استفاده شده توسط مجذوبی و همکاران (۲۰۱۳) با اندکی تغییرات انجام شد. سنجش بافت نمونه‌ها بعد از سرد شدن، در روز ۱ و روز ٤ مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار از دستگاه بافت‌سنج سنتام مدل STM 20 (ساخت ایران) مجهز به لود–سل ۵۰ کیلوگرمی استفاده شد. در این آزمون از پروب با قطر ۱۰ میلی‌متر و سرعت حرکت ۲ میلی‌متر بر ثانیه استفاده شد. میزان نفوذ برای بررسی سفتی بافت نمونه‌ها برابر با ۱۵ میلی‌متر تنظیم گردید. این آزمون در دو نقطه از هر کدام از نمونه‌ها انجام شد [۲۰].

ارزیابی حسی

گروه ارزیاب شامل ۱۲ نفر آموزش دیده با سن بیشتر از ۳۰ سال بود که نمونه‌های نان را از نظر رنگ، بافت، عطر و طعم و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار دادند. این آزمون در قالب آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای که در آن عدد ۱ کمترین امتیاز و عدد ۵ بیشترین امتیاز را داشت، انجام شد و نتایج مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت [۲۱].

آنالیز آماری و بهینه‌سازی

در این تحقیق، روش سطح پاسخ و طرح مرکب مرکزی و آنالیز رگرسیون غیرخطی برای آنالیز و بهینه‌سازی تأثیر متغیرها مورد استفاده قرار گرفت. معنی‌داری مدل‌ها با استفاده از نرم افزار Design-Expert 7.0.0 بررسی شد. همچنین مقایسه نمونه‌های شاهد و بهینه و همچنین صحت‌سنجی خصوصیت پیشنهادی نرم‌افزار بر اساس آنالیز واریانس و آزمون مقایسه t با نرم افزار SPSS 16 انجام شد.

۳-نتایج و بحث

ظرفیت جذب آب

آرد با قابلیت بالا در جذب آب، احتمالاً دارای میزان زیادی از ترکیبات آبدوست مانند پلی‌ساکاریدها می‌باشد [۲۲]. با این حال برخی دیگر از محققین، جذب آب آرد را تحت تأثیر محتوای پروتئین و میزان همی‌سلولز آن بیان نموده‌اند. دراین حالت، اسیدآمینه قطبی پروتئین‌ها، مولکول‌های آب بیشتری را جذب می‌کنند. هرچند پیچیدگی‌های دیگر ماتریس‌های غذایی، همراه با برهم‌کنش‌های نشاسته، فیبر،

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-27]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.1]

پروتئین، چربی و آب، اجازه نمی‌دهد که یک علت مستقیم برای افزایش یا کاهش در ظرفیت جذب آب بیان نمود [۲۳].

شاخص ظرفیت جذب آب آرد گندم به میزان ۰/۰۷ ±۱/۸۲ (گرم/گرم) به‌دست آمد و همچنین مشخص گردید که ظرفیت جذب آب آرد بلوط ۰/۰۹ ±۲/۳۳ (گرم/گرم) می‌باشد. این تفاوت در جذب آب احتمالاً به‌دلیل تفاوت در محتوای نشاسته، پروتئین و فیبر آرد بلوط در مقایسه با آرد گندم می‌باشد. درصد جذب آب ترکیبات محصولات غذایی روی برخی ویژگی‌های بافتی و حسی محصول تأثیرگذار است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مشخص می‌شود که درصد جذب آب آرد بلوط به میزان ۳/۰ ± ۲۷/۵ درصد نسبت به آرد گندم بیشتر بود. اندازه‌گیری این شاخص در آرد گندم و آرد بلوط با اهمیت می‌باشد چرا که بر میزان آب مورد نیاز برای تشکیل مناسب خمیر تأثیرگذار است. میزان آب یکی از شاخص‌های اساسی برای فرمولاسیون نان است، زیرا مقدار آبی که آرد می‌تواند جذب کند، نقش عمده‌ای در توسعه خمیر و در نتیجه در کیفیت محصول نهایی خواهد داشت.

سنجش سفتی بافت نان

بیاتی نان از دید مصرف‌کنندگان، بیشتر با سفت شدن نان شناخته می‌شود که می‌تواند با ازدست دادن رطوبت و یا بدون این پدیده، ایجاد شود. تغییر میزان رطوبت نان، انتقال رطوبت از مغز به سطح نان، تغییرات ساختار گلوتن، ایجاد پیوند گلوتن و سایر ترکیبات می‌تواند دلیلی بر پدیده بیاتی نان باشد [۸, ۲٤]. گلوتن مسئول خصوصیات ویسکوالاستیک خمیر است. از این رو، کاهش گلوتن یک چالش تکنولوژیکی برای تولید نان ایجاد می‌کند. لذا در این تحقیق، افزودن گلوتن خارجی به سیستم آرد گندم-آرد بلوط و آب با هدف جبران کاهش درصد گلوتن خمیر، مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج بررسی سفتی بافت نان در روز ۱ و ٤ تولید در جدول ۲ و شکل ۱ آورده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود، مدل چندجمله‌ای برای توصیف این ویژگی معنی‌دار می‌باشد. مطابق جدول ۲، تأثیر آرد بلوط، گلوتن و همچنین توان دوم این اثرات معنی‌دار می‌باشد. آرد بلوط منجر به سفت‌تر شدن نان شد و گلوتن تأثیر متضادی را نشان داد. این نتیجه حاکی از آن است که عمده تأثیر آرد بلوط، به‌دلیل کاهش سهم گلوتن، در راستای سفت‌تر شدن نان می‌باشد و با افزودن گلوتن، این امر جبران شده و بافت نان نرم‌تر گردیده است. شبکه گلوتن با آمیلوز خارج شده از گرانول نشاسته، فاز پیوسته نان را تشکیل می‌دهد و هیدراته شدن مناسب این سیستم منجر به بروز ویژگی‌های قابل تصور از نان تازه می‌شود [۲۵]. بعد از ٤ روز، روند تغییر سفتی بر اساس متغیرهای آرد بلوط و درصد گلوتن افزوده شده مطابق شکل ۲ تغییر نمود.

همچنین بر اساس جدول ۲، بعد از انبارمانی، تأثیر آرد بلوط بر روند سفتی نان با اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد و منجر به سفت‌تر شدن بافت نان شده است. انتظار می‌رود در طول نگهداری نان، شبکه گلوتن دچار تغییرات فیزیکی و شیمیایی شود (کاهش الاسیتسته، انعطاف پذیری و تغییر نوع واکنش پذیری با نشاسته)، که این عوامل احتمالاً به بیات شدن نان منجر می‌گردد [۲۵]. گلوتن از طریق پیوندهای هیدروژنی با نشاسته تا حدی از تبلور مجدد آن جلوگیری می‌کند و این مسأله می‌تواند دلیلی بر تأثیر مثبت گلوتن خارجی بر کاهش سفتی نان باشد. کورتی و همکاران (۲۰۱٤) نیز افزودن گلوتن را عاملی مهم در کاهش سفتی و بیاتی نان گزارش کردند. این محققان، ۱۵ درصد گلوتن را برای افزودن به نان جهت کاهش سفتی و بیاتی مناسب دانستند [۲۵].

خطای عدم برازش در مورد سفتی نان، معنی‌دار نیست که نشان دهنده مناسب بودن مدل می‌باشد. نتایج این بخش با نتایج بخش‌های بعدی از قبیل حجم و تخلخل نیز مطابقت دارد چرا که تراکم ساختاری بر روی بافت نمونه تأثیرگذار می‌باشد. یزدانی و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند که افزودن آرد بلوط به میزان ۱۲ درصد منجر به سفت‌تر شدن بافت نان می‌شود [۲٦].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-27]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.1]

مطابق جدول ۲، تأثیر افزودن گلوتن بر سفتی نمونه‌های نان بعد از انبارمانی، با درصد اطمینان ۹۵ درصد، معنی‌دار نمی‌باشد. این مسأله حاکی از آن است که با گذشت زمان، تغییرات واگشتگی نشاسته و همچنین اتصالات نشاسته و پروتئین تحت تأثیر افزودن آرد بلوط بوده است که حتی افزودن گلوتن خارجی نیز تأثیر معنی‌دار مشخصی را ایجاد نکرده است. این مشاهده مشخص می‌کند که تنها رقیق شدن گلوتن، عامل سفت‌تر شدن بافت نان نبوده است و احتمالاً بر همکنش‌های ایجاد شده و همچنین ممانعت از تشکیل شبکه گلوتنی یکنواخت پس از افزودن آرد بلوط، عاملی برای این مشاهده بوده است.

Table 2- Examining the coefficients of the bread texture measurement model enriched with acorn flour and gluten

	Firmness (N)	
Independent variable	**First day**	**Fourth day**
Fixed model	8.40***	20.54**
Gluten-percentage (A)	–0.38***	–2.19
Acorn flour - percentage (B)	0.54٥***	8.53**
AB	–	–
A^2	0.19	3.22
B^2	–0.34**	4.76*
Lack of Fit error	n.s	n.s
Model significance	***	***
R^2	0.97	0.95

* (P < 0.05), ** (P < 0.01) and *** (P < 0.001) indicate the significant effect of the model components on the investigated feature and the significance of the model.
n.s means non-significance. The coefficients of the model are given as coefficients of coded variables (-1 to 1).

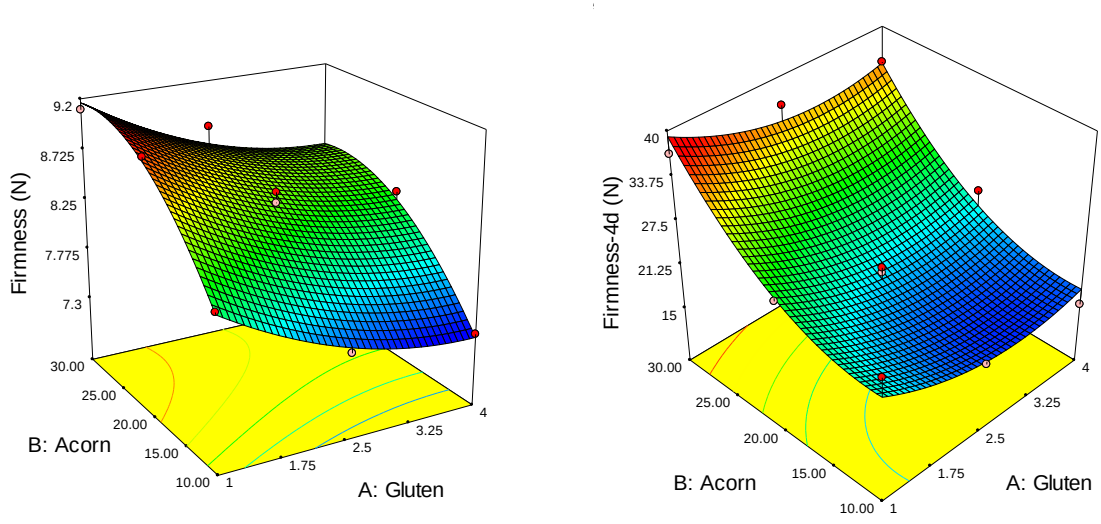

Fig. 1. The effect of gluten and acorn flour on bread firmness

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-27]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.1]

حجم مخصوص نان

بر اساس شکل ۲ (a) مشخص شد که استفاده از آرد بلوط در نان منجر به کاهش معنی‌داری در حجم مخصوص نان می‌گردد و افزودن گلوتن نیز تأثیر مثبت و معنی‌داری در راستای افزایش حجم و به عبارتی جبران تاثیر آرد بلوط بر نان ایجاد می‌کند. هر چند که آنالیز آماری نشان داد که تأثیر منفی آرد بلوط از تأثیر مثبت گلوتن بیشتر است. احتمالاً آسیب فیزیکی بر دیواره حباب‌های هوا به سبب وجود فیبر نامحلول آرد بلوط و کاهش سهم گلوتن در دیواره سازنده حباب هوا، در مجموع منجر به کاهش حجم چانه خمیر در حین و بعد از مرحله تخمیر شده است و این امر در نهایت منجر به کاهش حجم مخصوص نان شده است.

پلاکی و همکاران (۲۰۱۰) با مشاهده تصاویر میکروسکوپ الکترونی مغز نان غنی شده با آرد جو دوسر، گزارش کردند تخلخل یکی از شاخص‌های مهم در کیفیت نان می‌باشد و به‌طور کلی اشاره به ساختار منافذ موجود در مغز نان دارد. مواد متخلخل مانند مغز نان، ساختاری پیچیده و بی‌نظم دارند که نمی‌توان به راحتی ساختار فیزیکی آنها را به طور کمی توصیف کرد [۲۹]. پردازش تصویر به‌عنوان ابزاری کارامد در ارزیابی خصوصیت مغز نان مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۹].

با بررسی نتایجی که در شکل ۲ (b) آورده شده است مشخص گردید که افزودن آرد بلوط به شکل معنی‌داری تخلخل نان را کاهش می‌دهد که این اثر در حجم مخصوص نان نیز مشاهده شد. همچنین تأثیر آرد بلوط بیشتر از تأثیر گلوتن بود. هرچند که گلوتن توانسته است تأثیر منفی آرد بلوط را تا حدی جبران نماید. بر اساس شکل ۲ (b)، روند که ترکیبات افزوده شده ساختار گلوتن را، به‌صورت مکانیکی، تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲۷]. شکستگی ماتریس گلوتنی سبب می‌شود تا ساختار خمیر و بافت نهایی ضعیف‌تر شود. این اثر می‌تواند منجر به کاهش حجم خمیر طی تخمیر و حجم محصول نهایی گردد. این اثر فیبر نامحلول توسط کورتین و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش شده است [۲۵]. ربولا و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از ۱۲ درصد آرد چیا (*Salvia hispanica*) در نان، مشاهده کردند که سلول‌های هوا کوچکتر و بافت نان فشرده‌تر شد [۱۹]. همچنین نتایج این بخش مشابه گزارش کودینا و همکاران (۲۰۰۸) بود که نشان دادند که با افزودن گلوتن، حجم نان و ویژگی‌های حسی و طعم نان بهبود یافت [۲۸].

تخلخل

تغییرات حجم مخصوص و تخلخل نان مشابه می‌باشد که تأییدی بر صحت اندازه‌گیری این شاخص‌ها است. همان‌گونه که در بخش قبل بیان شد، کاهش تخلخل نان در اثر افزودن آرد بلوط احتمالاً به‌دلیل تأثیر فیزیکی آرد بلوط بر دیواره حباب‌های تشکیل شده در حین تخمیر می‌باشد. در واقع، آرد بلوط نسبت به گلوتن قابلیت الاستیسیته کمتری دارد و همچنین به‌دلیل تأثیر تخریبی فیبرهای نامحلول موجود در آرد بلوط، حباب‌ها به خوبی گسترش نمی یابند و ترکیدن آنها در ابتدای پخت نیز می‌تواند تسریع شده باشد [۳۰]. آنجیولونی و همکاران (۲۰۰۹) کاهش تخلخل و افزایش ضخامت دیواره سلول‌های هوا، ناشی از تأثیر بکارگیری کربوکسی‌متیل سلولز و فروکتوالیگوساکارید بر نان را گزارش کردند [۳۱].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-27]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.1]

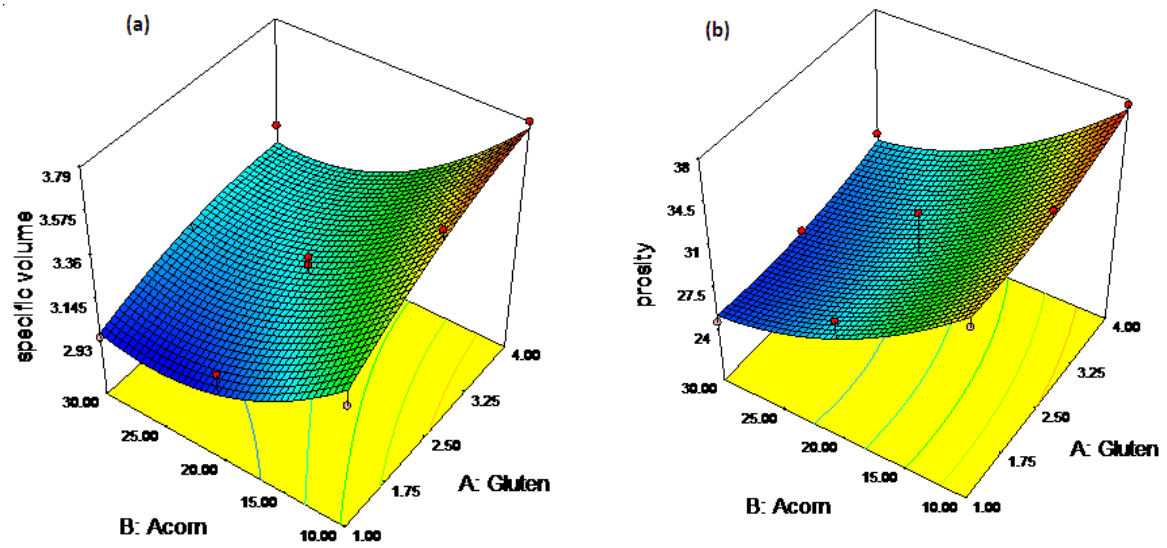

Fig. 2. The effect of acorn flour and gluten on the volume and porosity of bread

بررسی شاخص‌های رنگی

رنگ محصولات غذایی یک ویژگی مهم در مشتری‌پسندی آنها است که می‌تواند نقش مهمی در پذیرش محصول داشته باشد. امروزه علم پردازش تصویر در حال گسترش بوده و کاربردهای فراوانی نیز در علوم مختلف پیدا کرده است. یکی از کاربردهای آن آنالیز رنگ است. این روش توسط افشاری جویباری و همکاران (۲۰۱۱)، آنجیولنی و همکاران (۲۰۰۹) و یام و همکاران (۲۰۰٤) به ترتیب در سنجش نان و نان پیتزا استفاده شده است [۱۷، ۳۰ و ۳۱].

مطابق شکل ۳ (a، b)، با افزایش درصد آرد بلوط، روشنایی مغز (مرکز) و پوسته نان کاهش یافت. آنالیز آماری نشان داد که درصدهای مختلف گلوتن منجر به ایجاد تغییر معنی‌داری در این شاخص نشد. این مشاهده نشان می‌دهد که رنگ اولیه ترکیبات مورد استفاده، نقش غالب در رنگ مغز نان دارد هرچند که احتمالاً واکنش‌های کاراملیزاسیون و مایلارد نیز در بروز این ویژگی از نان مؤثر هستند. با این حال به علت تفاوت در دمای مغز نان نسبت به سطح نان در طول مرحله پخت، رنگ در این بخش بیشتر تابع رنگ ترکیبات تشکیل دهنده خمیر می‌باشد [۳۲]. بر همین اساس به‌دلیل تیره بودن آرد بلوط در مقایسه با آرد گندم، ایجاد چنین تغییری بر اساس تفاوت اولیه در رنگ این دو ترکیب، تفسیر می‌شود. کروس و همکاران (۲۰۱۵) نیز تیره شدن مغز نان را به‌علت تیره بودن آرد بلوط نسبت به آرد گندم گزارش نمودند [۱۰]. اشباعیت (C^*) یکی از شاخص‌های مهم در سنجش رنگ نان می‌باشد که شدت رنگ را در نمونه مشخص می‌کند.

بر اساس تجزیه و تحلیل آماری و بررسی شکل ۳ (c) مشخص می‌گردد که آرد بلوط بر روی شاخص اشباعیت در مغز نان تأثیر معنی‌داری داشته است اگرچه گلوتن تأثیر معنی‌داری بر روی این شاخص نشان نداد (داده های آنالیز آماری ذکر نشده است). بنابراین متغیری که تأثیر تعیین‌کننده‌ای بر رنگ مغز نان دارد، میزان آرد بلوط می‌باشد که با افزایش آن، شاخص اشباعیت افزایش می‌یابد. با این حال، اشباعیت رنگ پوسته با افزایش گلوتن افزایش یافت (شکل ۳ d). تأثیر درصد آرد بلوط نسبت به درصد گلوتن بیشتر بوده است که این اثر نشان دهنده چند عاملی بودن کنترل رنگ پوسته نان است. جیانوا و همکاران (۲۰۱٦) نیز در پژوهشی نشان دادند که افزودن گلوتن منجر به افزایش معنی‌دار اشباعیت رنگ پوسته نان تهیه شده از خمیر منجمد گردیده است و رنگ مغز نان تحت تأثیر افزودن گلوتن واقع نشد [۳۳]. واکنش قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی (مایلارد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-27]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.1]

و کاراملیزاسیون) عامل اصلی تشکیل رنگ سطح نان است. با وجود تأثیر قابل توجه ترکیبات افزوده شده بر رنگ سطح نان، تغییرات رنگ در این ناحیه بیشتر به واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی مربوط می‌شود. بنابراین وجود پیش نیازهای این واکنش‌ها می‌تواند تشکیل رنگ پوسته را تحت تأثیر قرار دهد. یکی از ترکیبات مورد نیاز قهوه‌ای شدن، وجود اسیدآمینه و ترکیبات فنولی می‌باشد [۳٤].

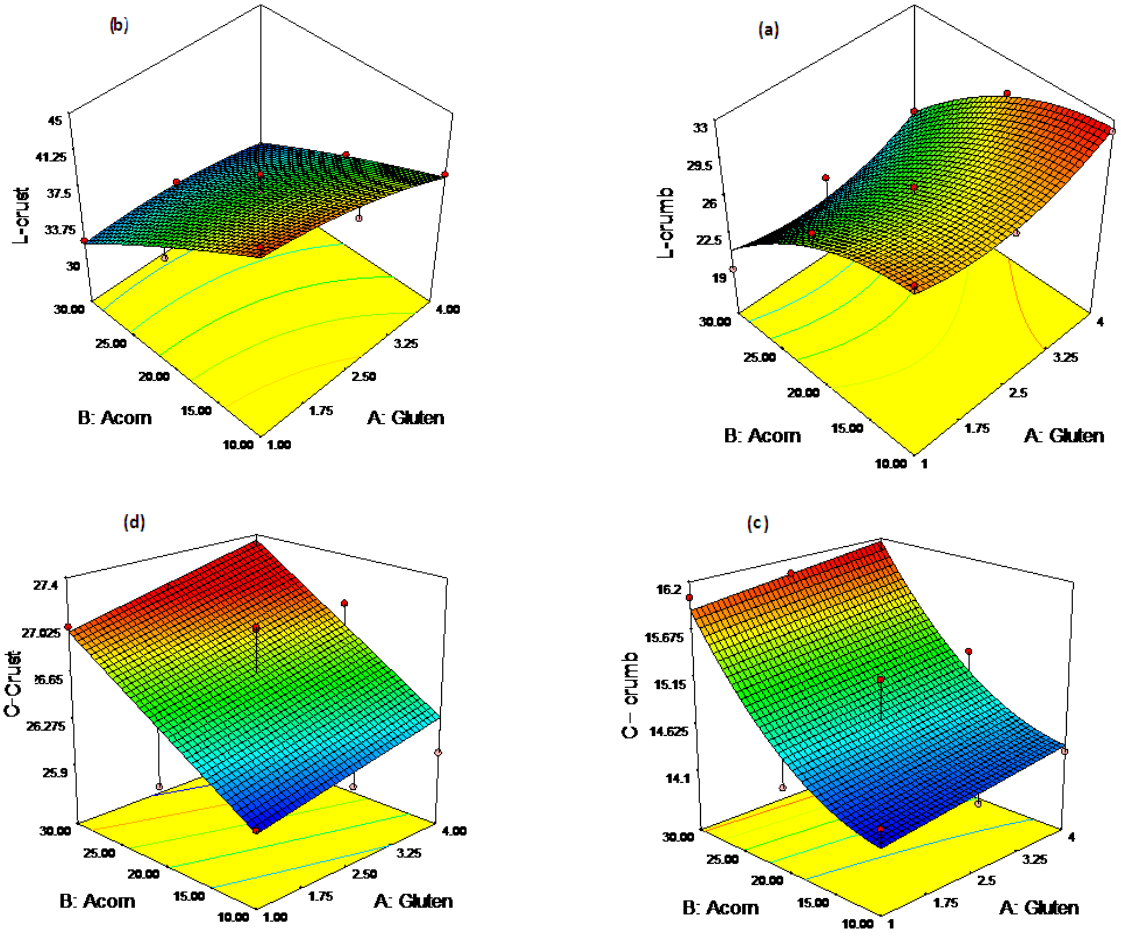

Fig. 3. Color characteristics of bread with acorn flour

انتخاب نمونه بهینه و مقایسه با نمونه شاهد

با استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی نرم افزار Design Expert و تنظیم شاخص‌های مد نظر از قبیل سفتی روز ۱ و روز ٤، حجم ویژه، تخلخل و اشباعیت، نمونه دارای ۱۰ درصد آرد بلوط و ٤ درصد گلوتن به‌عنوان تیمار بهینه نان توسط نرم‌افزار پیشنهاد شد و شاخص مطلوبیت آن ۹۲ درصد محاسبه گردید. این میزان مطلوبیت، نشان دهنده مناسب بودن شرایط پیشنهادی نرم افزار می‌باشد. برای بررسی صحت این پیشنهاد، تیمار بهینه تهیه شد و آزمون‌های سنجش کیفیت ذکر شده انجام شد و نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است. بر اساس آنالیز آماری به روش t-Test مشخص شد که داده‌های نرم‌افزار و داده‌های آزمایشگاهی سنجش کیفیت نمونه بهینه، دارای اختلاف معنی داری نبودند که این امر نشان دهنده صحت پیشنهاد متغیرها و آزمون‌های سنجشی می‌باشد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-27]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.1]

همچنین نمونه بهینه با نمونه شاهد (بدون آرد بلوط و گلوتن خارجی) نیز مورد مقایسه قرار گرفت. مشخص شد که سفتی اولیه و سفتی بعد از انبارمانی و همچنین حجم ویژه نان در تیمار بهینه و نمونه شاهد، دارای اختلاف آماری معنی‌داری نمی‌باشند. این امر نشان دهنده نقش گلوتن افزوده شده در بهبود ویژگی‌های نان دارای آرد بلوط می‌باشد.

مطابق جدول ۳، شاخص اشباعیت در دو نمونه بهینه و شاهد دارای اختلاف معنی دار آماری ($p<0.05$) بود. شاخص اشباعیت در نمونه شاهد نسبت به نمونه دارای آرد بلوط بیشتر بود که نشان دهنده افزایش شاخص‌های زردی و قرمزی در نمونه شاهد نسبت به نمونه دارای آرد بلوط می‌باشد. این امر احتمالاً به تفاوت در رطوبت این دو نمونه و یا قابلیت حفظ رطوبت در نمونه دارای آرد بلوط مربوط گردد. زیرا با افزایش رطوبت، تشکیل رنگ ناشی از واکنش‌های قهوه‌ای شدن دشوارتر می‌گردد [۲۰]. نتایج این بخش همخوانی مناسبی با آنالیز حسی نمونه بهینه و نمونه شاهد را نشان داد.

Table 3- Statistical comparison of model quality indicators with experimental data and statistical comparison of optimal and control samples

Quality measurement parameter	Optimal sample	Control sample	Sig (Anova)	Prediction results of optimization	Sig (Anova)
Stiffness (Newton)	7.97 ± 0.37	8.48 ± 0.56	Ns	7.32 N	Ns
Stiffness on day 4 (Newton)	18.03 ± 0.70	16.27 ± 0.81	Ns	17.79 N	Ns
Special volume	3.97 ± 0.27	4.04 ± 0.10	Ns	3.75	Ns
Chroma - crust	15.16 ± 0.71	21.11 ± 2.1	*	14.39	Ns
Porosity (percentage)	37.63 ± 1.03	37.09 ± 0.78	Ns	37.25	Ns

* indicates a statistical difference at the significance level of 95% and ns indicates no statistical difference among the samples.

*Sig(Anova): indicates the statistical difference between the control sample (without acorn flour) and the optimal sample.

*Sig(t-test) indicates the statistical difference between the software proposal and the laboratory measured characteristics in the optimal sample.

ارزیابی حسی نمونه بهینه و مقایسه با نمونه شاهد

ارزیابی مصرف‌کننده از محصولات غذایی، آزمونی مهم در سنجش کیفیت محصولات می‌باشد؛ چرا که پذیرش یا عدم پذیرش محصول تولید شده، با این ارزیابی مشخص می‌گردد. در این آزمون، ارزیابی نمونه‌های بهینه (۱۰ درصد آرد بلوط و ٤ درصد گلوتن) و شاهد از جنبه‌های عطر، طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی صورت گرفت. براساس نتایج جدول ٤، از نظر مصرف کنندگان رنگ پوسته نمونه دارای آرد بلوط و نمونه شاهد مشابه بودند. بررسی آماری امتیاز مصرف‌کنندگان به بافت و رنگ مغز نان شاهد و نمونه بهینه نشان داد که نمونه شاهد و نمونه بهینه در این دو ویژگی نیز دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند. این نتیجه نشان می‌دهد که تیره شدن مغز نان با افزودن بلوط (در میزان بهینه شده) به میزانی نمی‌باشد که از نظر مصرف‌

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-27]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.1]

کنندگان تفاوت قابل احساسی با نمونه فاقد آرد آرد بلوط ایجاد کند.

از نظر مصرف‌کنندگان، عطر و طعم نان بهینه بر نمونه شاهد ترجیح داشت و همچنین امتیاز پذیرش کلی نمونه بهینه نیز به شکل معنی‌داری از نمونه شاهد بیشتر بود که این نتیجه می‌تواند گویای پذیرش مناسب نمونه بهینه، به عنوان محصولی با ارزش تغذیه‌ای افزوده، باشد. شاید مهم‌ترین قسمت آزمون حسی، پذیرش کلی محصول از دیدگاه مصرف‌کننده باشد. این عامل معیاری برای رد یا پذیرفته شدن محصول در نظر گرفته می‌شود. مجذوبی و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که افزودن آرد بلوط منجر به تغییر معنی‌داری در ویژگی‌های حسی نان حجیم نشد، هرچند که مصرف‌کنندگان، تغییر طعم و عطر را در نمونه‌های دارای آرد بلوط (بیش از ٤۰ درصد) گزارش کردند. همچنین این محققان نشان دادند که تغییر رنگ نان ناشی از افزودن آرد بلوط نیز از نظر مصرف‌کنندگان مطلوب بوده است [۳۵].

Table 4- Sensory evaluation of bread enriched with acorn

Sample	Bread crust color	Bread core color	Bread texture	The aroma of bread	Overall acceptance
Control	4.50± 0.90 [a]	4.42± 0.60 [a]	4.42± 0.66 [a]	4.17± 0.57 [a]	4.08± 0.90 [a]
Optimum (10% acorn flour)	4.41± 0.88 [a]	4.66± 0.42 [a]	4.75± 0.45 [a]	4.75± 0.45 [b]	4.83± 0.38 [b]

***Same letters indicate no significant difference in an index**

٤-نتیجه‌گیری

استفاده از آرد بلوط در نان، منجر به کاهش معنی‌داری در حجم مخصوص نان می‌گردد و افزودن گلوتن نیز تأثیر مثبت و معنی‌داری بر این ویژگی دارد. همچنین افزودن آرد بلوط منجر به سفت‌تر شدن نان می‌گردد و افزودن گلوتن منجر به کاهش اثر آرد بلوط بر بافت شده و سفتی نمونه را کاهش می دهد. بنابراین با افزودن گلوتن، رقیق شدن پروتئین آرد جبران شده است و بافت نان نرم‌تر شده است. بعد از مدت زمان انبارمانی، تأثیر افزودن گلوتن بر سفتی (با اطمینان ۹۵ درصد) معنی‌دار نبود. بنابراین تأثیرات آرد بلوط بر سفتی، تنها به رقیق شدن گلوتن آرد گندم معطوف نمی‌شود. افزودن آرد بلوط به شکل معنی‌داری تخلخل نان را کاهش داد که این اثر در حجم مخصوص نان نیز مشاهده شد. همچنین آرد بلوط به علت اختلاف رنگ طبیعی خود و آرد گندم منجر به کاهش روشنایی مغز نان شد؛ هرچند مصرف‌کنندگان این امر را مطلوب دانستند. نتایج بهینه‌سازی نمونه نشان داد که نمونه بهینه (دارای ۱۰ درصد آرد بلوط و ٤ درصد گلوتن) و نمونه شاهد (فاقد آرد بلوط) از جنبه‌های سفتی، حجم مخصوص و تخلخل دارای اختلاف آماری معنی‌داری نیستند که نشان دهنده نقش گلوتن در حفظ کیفیت نان بعد از افزودن آرد بلوط بود. بررسی آزمون حسی نشان داد که مصرف‌کنندگان، نمونه بهینه را بر نان شاهد ترجیح دادند.

۵-سپاسگزاری

این مقاله با حمایت مالی بنیاد ملی نخبگان و جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان و در قالب طرح احمدی روشن با عنوان «کسب دانش فنی تولید انواع محصولات با ارزش افزوده از بلوط» با کد ۷۳۱۰۱۵ طی سال‌های ۱٤۰۱-۱٤۰۲ انجام شده است. بدین‌وسیله از واحدهای مزبور تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-27]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.1]

٦- منابع

[1] Davoudi, Z., Shahedi, M., & Kadivar, M. (2019). Effect of zucchini powder incorporation on the dough rheology and physico-chemical, sensory and quality of Taftoon bread. Journal of food science and technology (Iran), 16(91), 305-314.

[2] Bainbridge, D. A. (1986). Use of acorns for food in California: past, present, future. Paper presented at the Symposium, November.

[3] Rakić, S., Povrenović, D., Tešević, V., Simić, M., & Maletić, R. (2006). Oak acorn, polyphenols and antioxidant activity in functional food. Journal of Food Engineering, 74(3), 416-423.

[4] Klaochanpong, N., Puttanlek, C., Rungsardthong, V., Puncha-arnon, S., & Uttapap, D. (2015). Physicochemical and structural properties of debranched waxy rice, waxy corn and waxy potato starches. Food hydrocolloids, 45, 218-226.

[5] Makhlouf, F. Z., Squeo, G., Difonzo, G., Faccia, M., Pasqualone, A., Summo, C., . . . Caponiob, F. (2020). Effects of storage on the oxidative stability of acorn oils extracted from three different.

[6] Al-Rousana, W., Ajoa, R., Al-Ismailb, K., Attleec, A., Shakerd, R., & Osailid, T. (2013). Characterization of acorn fruit oils extracted from selected Mediterranean Quercus species. Grasas y Aceites, 64, 5.

[7] Claudia, P. (2013). Acorn bread: A traditional food of the past in Sardinia (Italy). Journal of Cultural Heritage, 14(3), S71-S74.

[8] García-Gómez, E., Pérez-Badia, R., Pereira, J., & Puri, R. K. (2017). The Consumption of Acorns (from Quercus spp.) in the Central West of the Iberian Peninsula in the 20th Century. Economic Botany, 71(3), 256-268.

[9] Akcan, T., Gökçe, R., Asensio, M., Estévez, M., & Morcuende, D. (2017). Acorn (Quercus spp.) as a novel source of oleic acid and tocopherols for livestock and humans: discrimination of selected species from Mediterranean forest. Journal of Food Science and Technology, 54, 3050-3057.

[10] Korus, J., Witczak, M., Ziobro, R., & Juszczak, L. (2015). The influence of acorn flour on rheological properties of gluten-free dough and physical characteristics of the bread. European Food Research and Technology, 240, 1135-1143.

[11] Rababah, T. M., Ereifej, K. I., Al-Mahasneh, M. A., Alhamad, M. N., Alrababah, M. A., & Muhammad, A. (2008). The physicochemical composition of acorns for two mediterranean Quercus species. Jordan Journal of Agricultural Sciences, 4(2), 131-137.

[12] Rosenberg, D. (2008). The possible use of acorns in past economies of the Southern Levant: a staple food or a negligible food source? Levant, 40(2), 167-175.

[13] Pleszczyńska, M., & Szczodrak, J. (2005). Taniny i ich rozkład enzymatyczny. biotechnologia, 1(68), 152-165.

[14] Shishehbor, F., Salimi, Z., Veissi, M., Malehi, A. S., Shiri-Nasab, M., & Helli, B. (2020). Effect of oak flour on glycemic index and satiety index of white bread. Iranian Red Crescent Medical Journal, 22(1).

[15] Beltrão Martins, R., Gouvinhas, I., Nunes, M. C., Alcides Peres, J., Raymundo, A., & Barros, A. I. (2020). Acorn flour as a source of bioactive compounds in gluten-free bread. Molecules, 25(16), 3568.

[16] Huang, J.-y., Liao, J.-s., Qi, J.-r., Jiang, W.-x., & Yang, X.-q. (2021). Structural and physicochemical properties of pectin-rich dietary fiber prepared from citrus peel. Food hydrocolloids, 110, 106140.

[17] Afshari-Jouybari, H., & Farahnaky, A. (2011). Evaluation of Photoshop software potential for food colorimetry. Journal of Food Engineering, 106(2), 170-175.

[18] Siddiq, M., Nasir, M., Ravi, R., Butt, M., Dolan, K., & Harte, J. (2009). Effect of defatted maize germ flour addition on the physical and sensory quality of wheat bread. LWT-Food Science and Technology, 42(2), 464-470.

[19] Farrera-Rebollo, R. R., Salgado-Cruz, M. d. l. P., Chanona-Pérez, J., Gutiérrez-López, G. F., Alamilla-Beltrán, L., & Calderón-Domínguez, G. (2012). Evaluation of image analysis tools for characterization of sweet bread crumb structure. Food and Bioprocess Technology, 5, 474-484.

[20] Majzoobi, M., Mortazavi, S., Asadi Yousefabad, S., & Farahnaki, A. (2013). The effect of acorn flour on Characteristics of dough and Barbari bread. Research in science and Food industry, 23(2), 271-280.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-27]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.1]

[21] Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). Sensory evaluation of food: principles and practices: Springer Science & Business Media.
[22] Modipuram, M. U. (2013). Assessment of functional properties of different flours. African Journal of Agricultural, 38(8), 4849-4852.
[23] Martins, R. B., Gouvinhas, I., Nunes, M. C., Ferreira, L. M., Peres, J. A., Raymundo, A., & Barros, A. I. (2022). Acorn flour from holm oak (Quercus rotundifolia): Assessment of nutritional, phenolic, and technological profile. Current Research in Food Science, 5, 2211-2218.
[24] Cauvain, S. (2004). Improving the texture of bread. In Texture in food (Vol. 2, pp. 432-450). New York: CRC Press.
[25] Curti, E., Carini, E., Tribuzio, G., & Vittadini, E. (2014). Bread staling: Effect of gluten on physico-chemical properties and molecular mobility. LWT-Food Science and Technology, 59(1), 418-425.
[26] Ehsan Yazdanpanah, M., Hojjatoleslamy, & Molavi, H. (2020). Effect of Persian Acorn Flour on Physicochemical and Sensory Properties of Baguettes. food engeneering research, 19(2).
[27] Polaki, A., Xasapis, P., Fasseas, C., Yanniotis, S., & Mandala, I. (2010). Fiber and hydrocolloid content affect the microstructural and sensory characteristics of fresh and frozen stored bread. Journal of Food Engineering, 97(1), 1-7.
[28] Codina, G. G., Bordei, D., & Paslaru, V. (2008). The effects of different doses of gluten on rheological behaviour of dough and bread quality. Romanian Biotechnological Letters, 13(6), 37-42.
[29] Gonzales-Barron, U., & Butler, F. (2008). Fractal texture analysis of bread crumb digital images. European Food Research and Technology, 226, 721-729.
[30] Sanz Penella, J., Collar, C., & Haros, M. (2008). Effect of wheat bran and enzyme addition on dough functional performance and phytic acid levels in bread. Journal of Cereal Science, 48(3), 715-721.
[31] Angioloni, A., & Collar, C. (2009). Bread crumb quality assessment: a plural physical approach. European Food Research and Technology, 229, 21-30.
[32] Pycia, K., & Ivanišová, E. (2020). Physicochemical and antioxidant properties of wheat bread enriched with hazelnuts and walnuts. Foods, 9(8), 1081.
[33] Giannou, V., & Tzia, C. (2016). Addition of vital wheat gluten to enhance the quality characteristics of frozen dough products. Foods, 5(1), 6.
[34] Martins, S. I., Jongen, W. M., & Van Boekel, M. A. (2000). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. Trends in Food Science & Technology, 11(9-10), 364-373.
[35] Majzoobi, M., Radi, M., Farahnaky, A., Jamalian, J., Tongtang, T., & Mesbahi, G. (2011). Physicochemical properties of pre-gelatinized wheat starch produced by a twin drum drier. Journal of Agricultural Science and Technology, 13(2), 193-202.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-27]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.1]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

bread containing acorn flour and evaluating Optimization of producing baguette its characteristics

Ali Forouhar[1], Hamed Saberian*[2], Mohsen Ebrahimi Hemmati Kaykha[3]

1- Ph.D. Researcher of Department of Agro-industrial Waste Processing, Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR) on IUT, Isfahan, Iran.

2- Ph.D. Assistant Professor of Department of Agro-industrial Waste Processing, Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR) on IUT, Isfahan, Iran.

3- Ph.D. student, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:
Received:2024/1/3
Accepted:2024/5/15

Keywords:

Acorn flour,

Bread,

Texture analysis,

Sensory analysis.

DOI: **10.22034/FSCT.21.154.1.**

*Corresponding Author E-Saberian@acecr.ac.ir

ABSTRACT

In addition to the nutrients, acorn fruits contain a large amount of Polyphenolic compounds. For this reason, acorn can be considered as a suitable raw material for making bread and sweets. The use of acorn flour in food products leads to enhancing their nutritional value, creating added value for this forest fruit and then, helps to preserve oak lands and forests. Therefore, the purpose of this research was to enrich bread using acorn flour. So, the effect of replacing 10-30% acorn flour with wheat flour along with 1-4% gluten on the quality characteristics of the produced bread was investigated. Optimization of bread formula was done based on response surface method. The results showed that the use of acorn flour leads to an increase in hardness in bread and the addition of gluten moderates part of this effect. The initial hardness and specific volume of the samples were obtained in the range of 7.31 to 9.1 N and 2.94 to 3.7 cm3/g corresponding to the samples with the lowest and highest amount of acorn flour. The results of image processing of bread crumb showed that with the increase in the percentage of acorn flour usage, the percentage of porosity decreased significantly, although the porosity value was increased by the addition of gluten ($p<0.05$). It was also found that the addition of acorn flour caused a decrease in the brightness of the crumb and crust of the bread. Finally, the optimized formula with 10% acorn flour and 4% gluten was more accepted by the panel taste, with a score of 4.83, compared to the sample without acorn flour, which scored 4.08. Therefore, it is possible to remove the disadvantages of bread containing oak flour by adding gluten and even achieve bread with a more favorable overall acceptance than wheat bread.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-27]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.1]