مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

بررسی تاثیر افزودن سبوس برنج بر محتوای اکریل‌آمید و ویژگی های بافتی نان قالبی

لیلی فدایی اشکیکی[1*]، ماندانا طایفه[2]

۱- دانشجوی ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۱۰/۰٤

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰۱/۲۱

کلمات کلیدی:

اسیدفیتیک،

اکریل‌آمید،

سبوس برنج،

نان قالبی،

هیدروترمال.

DOI: 10.52547/fsct.19.124.101

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.18.5

* مسئول مکاتبات:

Leili_fd97@yahoo.com

چکیده

سبوس برنج به دلیل دارا بودن مقادیر قابل توجهی از فیبر و پروتئین می‌تواند ترکیب مناسبی جهت غنی سازی نان باشد. با این وجود افزودن سبوس برنج به دلیل اختلال در ویژگی های بافتی و حسی و هم چنین وجود اسیدفیتیک در آن باید مورد بررسی بیشتری قرار گیرد. از طرف دیگر هنگام پخت نان با دماهای بالای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد از طریق واکنش میلارد، ترکیبی سرطان‌زا به نام اکریل‌آمید تولید می شود که می‌توان با از دسترس خارج کردن عوامل موثر در تولید آن، میزان تولید اکریل‌آمید را به حداقل رساند. در این پژوهش سبوس برنج (معمولی و هیدروترمال شده)در درصد های مختلف ۰ (شاهد)، ۳، ٦ و ۹ درصد جهت غنی سازی آرد گندم وتهیه نان حجیم مورد استفاده قرار گرفت. سپس تغییرات رنگ، میزان اکریل‌آمید و ویژگی های بافتی ارزیابی شدند. نتایج حاکی از آن بود که با افزایش میزان به کارگیری سبوس در نان، میزان تغییر رنگ و غلظت اکریل‌آمید نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت و هم چنین نمونه های حاوی سبوس هیدروترمال شده (با مقادیر مشابه سبوس معمولی) دارای مقادیر بیشتری اکریل‌آمید بودند. سختی، چسبندگی، صمغیت و مقاومت به جویدن با افزایش درصد سبوس روندی افزایشی نسبت به نمونه ی شاهد داشتند،در صورتی که پیوستگی و فنریت با افزایش درصد سبوس روندی کاهشی نشان دادند. با توجه به نتایج به دست آمده براساس حد مجاز مصرف روزانه اکریل‌آمید و با عنایت به کاهش میزان اسیدفیتیک در نمونه های نان حاوی سبوس فراوری شده، تیمار حاوی ۳٪ سبوس هیدروترمال شده، به دلیل دارا بودن کمترین میزان آکریل آمید بین تیمارهای حاوی سبوس برنج فراوری شده (۷۷ درصد بیشینه مجاز مصرف) و ویژگیهای بافتی و حسی قابل قبول پیشنهاد می گردد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-02]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.18.5]

[DOI: 10.52547/fsct.19.124.101]

۱-مقدمه

غلات در پایه هرم غذایی انسان قرار داردو با در بر داشتن پروتئین، موادمعدنی و ویتامین های گروه B دارای ارزش غذایی بالا بوده و به خوبی انرژی مورد نیاز انسان را فراهم می‌کند. نان با داشتن قیمت مناسب می‌تواند در دسترس عموم مردم قرارگیرد و از این نظر دارای اهمیت ویژه ای می‌باشد.افزایش ارزش غذایی نان با افزودن مواد مغذی، امکان پذیر است. از این رو استفاده از سبوس برنج که شامل پروتئین (آلبومین، گلوبومین، گلوتامین، پرولامین و...)، فیبرهای محلول و نامحلول، موادمعدنی، ویتامین های گروه Bو نیاسین می‌باشد، در نان مورد توجه قرار گرفته است. فیبر سبوس برنج شامل ۹٪ فیبر محلول و فیبر نامحلول است که به دلیل ارزش غذایی بالا در مواد غذایی عمل گرا افزوده می شود. فیبرها به بهبود عملکرد روده ها کمک کرده و با افزایش حرکات دودی شکل باعث کاهش و جلوگیری از ابتلا به سرطان روده خواهند شد و همچنین با افزایش حساسیت سلول ها به جذب انسولین می‌توانند باعث کاهش قند خون و متعاقبا کلسترول خون شوند که خود کاهش ابتلا به بیماری های قلب عروقی را سبب می‌شود[۱]. در کنار این ترکیبات مغذی عوامل محدودکننده ای نظیر اسیدفیتیک نیز در سبوس وجود دارد. اسیدفیتیک درواقع فرم ذخیره ای فسفر در گیاهان است. این ترکیب، الکلی حلقوی شامل یک حلقه ی اینوزیتول و ٦ گروه فسفات می باشد که به صورت نمک پتاسیم و منیزیم در آلرون و پریکارپ در دانه غلات یافت می‌شود. با مصرف سبوس، اسیدفیتیک، کاتیون های دو و چندظرفیتی نظیر آهن، کلسیم، روی، منیزیم، کروم و مس را کمپلکس نموده و از دسترس دستگاه گوارش خارج می‌کند و مانع جذب آنها می‌شود. اسیدفیتیک در شرایط خنثی و اسیدی می‌تواند با ایجاد کمپلکس با پروتئین ها میزان آبگیری، حلالیت و فعالیت پروتئولتیکی آن ها را کاهش دهد. میزان دسترسی اسیدفیتیک، به مواد معدنی، غلظت فیتات و نسبت آن‌ها به یکدیگر بستگی دارد. انسان و موجودات تک معده ای به دلیل کمبود آنزیم فیتاز قادر به هیدرولیز اسیدفیتیک نیستند و مصرف زیاد این ترکیب می‌تواند باعث بروز بیماری هایی نظیر کم خونی، پوکی استخوان و کاهش رشد و نمو بدن شود زیرا مواد مغذی را از رژیم غذایی حذف کرده اما نمی‌تواند موجب مسمومیت حاد شود. برای کاهش اسیدفیتیک روش هایی نظیر جوانه زنی و مالت، هیدروترمال، تخمیر و افزودن آنزیم فیتاز استفاده می‌شود. اسیدفیتیک ترکیبی مقاوم به حرارت بوده و در مراحل تولید و آماده سازی محصول از بین نرفته و باقی می‌ماند و از طرف دیگر آنزیم فیتاز حساس به حرارت بوده و در مراحل پختن و در مجاورت حرارت بالا غیرفعال می‌شود[۲و ۳]. در دهه های اخیر به دلیل مزایای بالای روش هیدروترمال از جمله ساده و اقتصادی بودن، سازگاری با محیط زیست و نیاز نداشتن به مواد شیمیایی که باعث بروز خوردگی شود، به این روش توجه بیشتری شده است. در این روش غنی سازی محصول باید پس از انجام فرایند هیدروترمال انجام شود تا بیشترین میزان ارزش و کیفیت موادغذایی در کنار کمترین میزان فیتات در محصول نهایی به دست آید[٤].

اکریل‌آمید با فرمول شیمیایی C_3H_5NO ترکیبی بی رنگ، بی بو، جامد و بلوریست که در آب، الکل ها، استون، استونیتریل و اتانول محلول است، وزن مولکولی پایینی دارد (۷۱/۰۸ دالتون) و نقطه ذوب آن ۸٤/۵ درجه سانتی گراد است. قطبیت بالایی دارد وفشار بخار آن پایین است. در حلال های غیر قطبی مثل هپتان و تتراکلراید کربن نامحلول است. پس از مصرف اکریل‌آمید تولیده شده در مواد غذایی، این ماده در بدن متابولیزه شده و به گلایسیدآمید تبدیل می شود که ترکیبی فعال بوده و باعث ایجاد جهش در DNA می‌شود و می‌تواند در طولانی مدت به سیستم عصبی انسان و حیوان آسیب وارد کند، در باروری اختلال ایجاد کرده و موجب بروز سرطان می‌شود. در واقع رابطه‌ی مستقیمی بین میزان جذب اکریل‌آمید و سرطان های ریه، پوست، پستان و غدد فوق کلیه تشخیص داده شده است. اکریل‌آمید به دلیل وزن مولکولی پایین به راحتی و با سرعت در خون جریان پیدا کرده و با هموگلوبین واکنش می‌دهد. این ماده سبب اختلال در هوشیاری، ضعف، تحرک پذیری شده و موجب تحریک و قرمزی پوست و چشم، عفونت چشم و سبب تومور در غدد تیروئید، بیضه، سینه، کبد و خون می‌شود. در غلظت های بالاتر اکریل‌آمید می‌تواند به سیستم عصبی انسان آسیب برساند. در سال ۱۹۹٤ آژانس بین المللی تحقیقات سرطان، اکریل‌آمید را به عنوان ماده ای سرطانزا معرفی کرد [۵] و سپس در سال ۲۰۰۲ موسسه ملی تغذیه سوئد و محققین دانشگاه استکهلم، وجود اکریل‌آمید را در برخی مواد غذایی غنی از کربوهیدرات که حرارت دیده اند، گزارش کرد. براساس آخرین گزارشات از سازمان های

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.18.5]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.101]

WHO و FAO میزان متوسط دریافت روزانه از اکریل‌آمید برای بزرگسالان ۰/۸- ۰/۳ و برای خردسالان ۰/٦- ۰/٤ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن اعلام شده است[٦]. بر طبق بررسی‌های انجام شده توسط FDA بیشترین میزان تولید اکریل‌آمید در محصولات غذایی مربوط به محصولات فراوری شده‌ی سیب زمینی است و ۷۰-٦۵٪ اکریل‌آمید ورودی به بدن از طریق مصرف چیپس و فرنچ فرایز (سیب زمینی سرخ کرده) بوده و ۲۵٪ آن از طریق مصرف نان است که البته این درصد ها می‌تواند با توجه به ذائقه هر منطقه متفاوت باشد. اما به طور کلی اجتناب از مصرف اکریل‌آمید مشکل بوده و باید روش های کاهش آن بررسی گردد[۱۰-۷].

اصلی ترین روش تولید اکریل‌آمید واکنش میلارد است ولی این ترکیب می‌تواند از روش های دیگری نظیر تجزیه چربی در دماهای بالاتر از نقطه دودشان نیزتولید شود. در این روش آکرولئین و اسیدآکرولئیک پیش‌ساز تولید اکریل‌آمید هستند. اکریل‌آمید می‌تواند به صورت تبدیل مستقیم آکرولئین در واکنش با آمونیاک به وجودآید. عواملی همچون میزان اسیدیته، دما، زمان، روش حرارتی، رطوبت و فعالیت آبی بر تولید اکریل‌آمید موثر هستند[۱۳-۱۱].

در این پژوهش تاثیر استفاده از سبوس برنج معمولی و فراوری شده به روش هیدروترمال بر تولید اکریل‌آمید و ویژگیهای بافتی در نان های قالبی مورد بررسی قرار گرفته است.

۲-مواد و روش ها

۲-۱-مواد

در این پژوهش، آرد گندم با میزان رطوبت ۱٤٪، گلوتن ۳۰، پروتئین ۱۲، چربی ۲/۲۱٪ و درجه استخراج ۸۲٪ از شرکت خوشه واقع در گیلان، شهرصنعتی رشت و بهبود دهنده از شرکت اماج تهیه شدند. سبوس برنج رقم هاشمی به صورت خام از برنجکوبی موسوی واقع در منطقه چوکام شهرستان خمام تهیه و در بسته بندی پلی اتیلنی در فریزر با دمای ۱۸- نگهداری شد. تمام مواد مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرک آلمان خریداری شد.

۲-۲-روش ها

۲-۲-۱-اجرای روش هیدروترمال بر روی سبوس برنج

سبوس برنج به مقدار ۵۰ گرم در میزان ۸ برابر حجم بافر استات pH برابر با ۷، در یک ارلن مایر ۵۰۰ میلیلیتری خیسانده شده و با فویل آلومینیوم دربندی گشت. نمونه آمادهسازی شده در آون با دمای (٤۷/۳۷ درجه سانتیگراد)به مدت (۹٤ دقیقه) قرار گرفت، سپس نمونهها در دمای ٦۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲٤ ساعت در آون نگهداری شدند. به دنبال آن چندین بار با آب مقطر شستشو شده (روی قیف و کاغذ صافی) تا pH نهایی به ۰/۲ ±٦/۲ رسانده و سپس در آون ۵۰ درجه سانتیگراد برای رسیدن به رطوبت ۱۱-۱۰ درصد به مدت ۸ ساعت خشک شدند[۱٤].

۲-۲-۲-اندازه‌گیری میزان اسیدفیتیک

برای تعیین مقدار اسید فیتیک از روش اندازه‌گیری میزان کاهش رنگ معرف wade (کلرید آهنIII +اسید سولفو سالیسیک) در حضور فیتات که آهن را از دسترس اسید برای انجام واکنش دور می‌سازد، با به‌کارگیری اسپکتروفتومتری (ساخت کشور انگلستان JENWAY-6300) در طول‌موج ۵۰۰ نانومتر استفاده شد.

۲-۲-۳-تهیه نان حجیم با سبوس برنج معمولی و هیدروترمال

برای تهیه نان ابتدا تمامی ترکیبات خشک پس از توزین مخلوط شدند. سپس ترکیبات توزین شده و آب اضافه گردید. خمیر مورد نیاز در مخلوط کن تهیه شد. مدت زمان مخلوط شدن با ارزیابی تجربی قوام خمیر حاصله، معین گردید و حدود ۸ دقیقه در مراحل تهیه خمیر با سرعت ۲ دور در دقیقه، هم زده شد. سپس خمیر در یک قالب از جنس گالوانیزه که دیواره ی آن ها چرب شده بود ریخته شد و خمیر به مدت ٤۵ دقیقه و در دمای ۳۵درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد گرمخانه گذاری شد تا عمل تخمیر در آن انجام گردد. سپس، پخت در دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۲ دقیقه در دستگاه فر(صنعتی کاوه مدل KF1800) صورت گرفت. پس از پخت، نان ها از قالب خارج شده و در دمای اتاق به مدت یک ساعت خنک شده و در کیسه های پلی پروپیلنی بسته بندی شده و تا زمان انجام آزمون های مربوطه در دمای اتاق نگه داری شد[۱۵]. جهت تهیه تیمارها در مقادیر ۰، ۳، ٦ و ۹٪ سبوس برنج معمولی و فراوری شده به روش هیدروترمال با نمونه های آرد گندم به طور یکنواخت مخلوط شدند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.18.5]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.101]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-02]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.18.5]

[DOI: 10.52547/fsct.19.124.101]

۲-۲-٤- اندازه‌گیری میزان اکریل‌آمید

جهت جدا سازی اکریل آمید، ابتدابه ۵ گرم نمونه، ۵ میلی لیتر هگزان و سپس به نسبت مساوی آب مقطر و استونیتریل آن اضافه شد و کاملاً مخلوط شد. آنگاه ۵ گرم مخلوط سولفات سدیم بدون آب و کلرید سدیم به آن افزوده، پس از سانتریفوژ شدن به مدت۱۰ دقیقه با سرعت ٤٥۰۰ دور در دقیقه، لایه استونیتریلی به طور کامل جداسازی شد. سپس لایه استونیتریلی جمع آوری شده، برای برومه شدن، از پتاسیم بروماید، اسید هیدروبرومیک و آب برم اشباع استفاده شد. محلول حاصله به مدت یک شب در یخچال در دمای ٤ درجه سانتی گراد قرارگرفت. سپس برم اضافی با افزودن مقدار لازم تیوسولفات سدیم ۰/۷ مولار بی رنگ شده و پس از افزودن سولفات سدیم محلول حاصله توسط ٦٥ میلیلیتر اتیل استات، طی دومرحله استخراج شد. فاز آلی حاصله پس از آبگیری توسط مقدار کافی سولفات سدیم، ابتدا به وسیله دستگاه تبخیر کننده چرخشی تحت خلأ تبخیر شد، سپس تحت گاز ازت تا حجم۲۵۰ میکرولیتر تغلیظ شد. نمونه آماده تزریق تا زمان آنالیز در فریزر نگهداری شد[١٦و ١٧]. تعیین مقدار اکریل‌آمید توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی Unicam مدل Crystal-200ساخت انگلستان، مجهز به آشکارساز دایود انجام شد. برای این منظور از ستون (ODS-3 c18) با مشخصات (250mm ×4.6mm, Intersil,Japan) استفاده شد [۱۸].

۲-۲-۵-اندازه‌گیری رنگ

اندازه گیری رنگ با استفاده از دستگاه هانترلب مدل hp-200 (سیستم L،a،b) صورت گرفت. مؤلفه L^* نشان‌دهنده میزان روشنایی تصویر است که بین صفر (مشکی) و ۱۰۰ (انعکاس نور) تغییر می‌کند. a^* بیانگر میزان سبزی – قرمزی (۱۲۰- تا ۱۲۰) است که مقادیر مثبت معادل رنگ قرمز و مقادیر منفی معادل رنگ سبز می‌باشد و b^* مؤید آبی – زردی (۱۲۰- تا ۱۲۰) نمونه است که مثبت معادل رنگ زرد و مقادیر منفی معادل رنگ آبی است. برای محاسبه تغییرات کلی رنگ (EΔ) پس از پخت نان از رابطه زیر استفاده شد. زیرنویس ۱ میانگین مؤلفه رنگی در تصویر نمونه نان شاهد(فاقد سبوس)و زیرنویس ۲ میانگین مؤلفه رنگی در نان حاوی سبوس (معمولی و هیدروترمال شده) می‌باشد[۱۹].

$$\Delta E = \sqrt{\left(L_2^* - L_1^*\right)^2 + \left(a_2^* - a_1^*\right)^2 + \left(b_2^* - b_1^*\right)^2}$$

۲-۲-٦-بافت سنجی نان

آنالیز بافت مغز نان بر اساس روش ارائه شده توسط گومز و همکاران (۲۰۱۱) و با استفاده از TA-CT3 ساخت آمریکا، انجام گرفت. بر این اساس اندازه‌گیریهای بافتی در قطعات با ابعاد ۲۵ میلیمتر صورت پذیرفت. بعد از برش قطعات، آزمون توسط پروب با قطر ۲۵ میلیمتر و با نفوذ ۵۰ درصدی در نمونه و با سرعت دو میلیمتر بر ثانیه و توقف ۳۰ ثانیه ای بین اولین و دومین فشردگی صورت گرفت[۲۰].

۲-۲-۷-تجزیه و تحلیل آماری

نتایج حاصل از آزمون‌های ۷ تیمار (۰، ۳، ٦ و ۹ درصد سبوس برنج هیدروترمال شده و سبوس معمولی)، در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار و با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها و جداول نیز توسط نرم‌افزار EXCELL صورت گرفت.

۳-نتایج و بحث

با به کارگیری معادله به دست آمده از منحنی کالیبراسیون اسیدفیتیک، غلظت اسیدفیتیک در سبوس برنج هیدروترمال شده ۲۹٦ ppm و سبوس معمولی ۵۳۸ ppm اندازه گیری شد. بنابراین با اعمال فراوری هیدروترمال، کاهش ۵۵ درصدی اسید فیتیک در سبوس فراوری شده نسبت به سبوس معمولی مشاهده می شود.

۳-۱- نتایج اندازه‌گیری اکریل‌آمید (ppb)

نتایج تجزیه واریانس حاکی ازتاثیر معنی‌دارمیزان افزودن سبوس بر غلظت آکریل آمید می‌باشد.به طوری بر اساس نتایج مقایسه میانگین، کمترین میزان اکریل‌آمید اندازه‌گیری شده متعلق به نمونه شاهد (بدون سبوس)، (٤۹/۷) و بیشترین میزان اکریل‌آمید مربوط به نمونه حاوی ۹٪ سبوس هیدروترمال شده (۹٤/٦٦) مشاهده شد. با افزایش درصد سبوس میزان تولید اکریل‌آمید نیزروند افزایشی داشته و در نمونه های دارای سبوس برنج فراوری شده به روش هیدروترمال مقدار بیشتری اکریل‌آمید مشاهده می‌گردد. به نظر می‌رسد با اضافه کردن سبوس، ترکیباتی که سبب افزایش واکنش میلارد می‌شود فراهم شده و از این طریق میزان اکریل‌آمید تولید شده نیز

افزایش پیدا می‌کند. از طرف دیگرمقدار خاکستر و مقدار پیش‌ساز های اکریل‌آمید با افزایش درجه استخراج آرد افزایش پیدا می‌کند. دلیل این امر می‌تواند افزایش فعالیت آنزیم های پروتئاز و آمیلاز باشد که با تجزیه ی کربوهیدرات ها و پروتئین های انتقال یافته از لایه ی آلئورون سبب تولید آسپارژین و قند های احیا کننده و در نتیجه تشدید پیش‌سازهای تولید کننده اکریل‌آمید می‌شوند[۲۱]. همچنین تحقیقات نشان داده است که با بالارفتن میزان درصد نشاسته ی آسیب دیده، به علت در دسترس بودن قند های احیای بیشتر، میزان تولید اکریل‌آمید در نان افزایش پیدا می‌کند[۲۲]. افزودن سبوس به آرد گندم در مقادیر ۱۰، ۲۰و ۳۰ درصد در فراوری کیک روغنی نشان داد که میزان رطوبت با افزایش درصد سبوس کاهش پیدا کرد، که کاهش رطوبت می‌تواند خود عاملی بر تشدید واکنش میلارد باشد. همچنین با اضافه کردن سبوس میزان پروتئین، فیبر و خاکستر نیز افزایش پیدا کرده که پیش ساز های مناسبی برای تشکیل اکریل‌آمید هستند. بعلاوه افزایش میزان سبوس، منتهی به افزایش میزان چربی می‌گردد. چربی ها در دمای بالاتر از نقطه دود می‌توانند از طریق تبدیل به آکرولئین در نهایت موجب تولید اکریل‌آمید شوند [۲۳]. از طرف دیگر فیبر های نامحلول نیز درمواد غذایی با کاهش میزان فعالیت آبی می توانند شرایط را برای انجام واکنش میلارد آسان کنند [۲٤]. بررسی‌ها نشان می‌دهد که افزودن لیزین و آلانین به آرد باعث افزایش میزان اکریل‌آمید در نان خواهد شد [۲۵]. همچنین سبوس برنج حاوی مقادیر زیادی از لیزین بوده و حضور لیزین، افزایش میزان تولید اکریل‌آمید را در پی دارد. بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیقات مهسا مجذوبی و همکاران، با هیدروترمال کردن سبوس گندم میزان ۱۲/٤۷ ٪ از پروتئین سبوس کاسته شد که دلیل این امر تجزیه پروتئین ها به واحد های سازنده (اسیدآمینه) که خود پیش ساز اکریل‌آمید است، می‌تواند باشد و همچنین درصد خاکستر و چربی نیز پس از انجام فرایند هیدروترمال افزایش نشان داد[۲٦و ۳]. عباس عابدفر و همکاران در طی پژوهشی خواص فیزیکی و شیمیایی آرد سبوس برنج و آرد نول را مقایسه کردند و نشان دادند میزان چربی، پروتئین، اسیدیته و خاکستر در آرد سبوس برنج به مراتب بیشتر است. اسیدیته بالاتر (٤/۱۱) به انجام واکنش میلارد و در نتیجه تولید اکریل‌آمید کمک می‌کند [۲۷]. ارزیابی تاثیر خمیر ترش های حاوی٤ سویه باکتری اسیدلاکتیک بر میزان اسیدفیتیک و اکریل‌آمید نان حجیم گندم نشان داد که استفاده از خمیر ترش برای کاهش اسیدفیتیک می‌تواند به خوبی میزان اسیدفیتیک را کاهش داده و سویه های باکتری با مصرف قند های احیا کننده موجود، می‌توانند میزان اکریل‌آمید تولید شده را به دلیل حذف مواد پیش ساز کاهش دهد[۲۸]. با افزایش درجه استخراج، میزان سبوس در آرد افزایش یافته و تحقیقات نشان داده که با افزایش درجه استخراج آرد، میزان آسپارژین آن نیز افزایش پیدا می‌کند [۲۹] و افزایش محتوای آسپارژین در آرد،منجر به افزایش معنی دار تولید اکریل‌آمید می‌گردد [۳۰]. براساس گزارشات WHO و FAO میزان متوسط دریافت روزانه اکریل‌آمید برای بزرگسالان ۰/۸-۰/۳ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن اعلام شده است، از طرف دیگر در بررسی های انجام شده توسط FDAحدود ۲۵٪ از آکریل‌آمید ورودی به بدن از طریق مصرف نان تامین می گردد[٦]. با توجه به نتایج به دست آمده، تیمار حاوی ۳٪ سبوس هیدروترمال دارای کمترین میزان اکریل‌آمید (میزان ۵۵/۵ ppb معادل ۷۷٪ از حداکثر مجاز مصرف روزانه) و در عین حال کمترین میزان اسیدفیتیک در بین نمونه ها (به جز شاهد) بود و نمونه حاوی ٦٪ سبوس هیدروترمال (میزان ۷۲/۲۳ ppb معادل با حداکثر میزان مصرف روزانه) و بعلاوه نمونه حاوی ۹٪ سبوس هیدروترمال دارای بیشترین میزان اکریل‌آمید (میزان۹٤/٦٦ ppb و ۳۱٪ بیشتر از حد مجاز مصرف روزانه) را نشان داد.

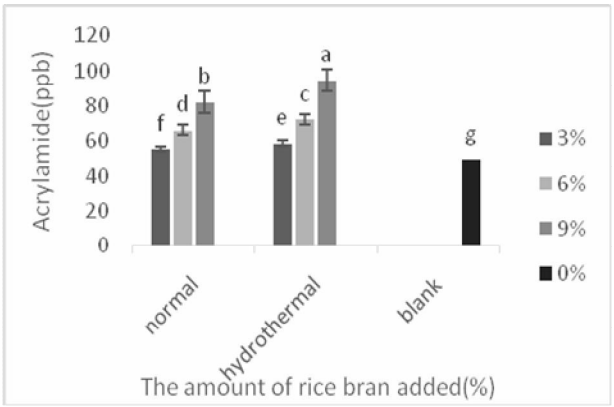

Fig 1 Acrylamide amount in bread samples with normal, hydrothermaled rice bran and blank sample

البته توجه به این نکته ضرورت دارد که اندازه گیری اکریل‌آمید تنها در پوسته نان صورت گرفته استکه بی شک دارای غلظت بالایی از اکریل‌آمیدنسبت به پوسته می‌باشد. با این حال با توجه به اینکه در طول روز نان تنها منبع دریافتی اکریل‌آمید

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.18.5]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.101]

نمی‌باشد، به کارگیری غلظت بالای ۳ درصد سبوس هیدروترمال شده در نان توصیه نمی‌شود.

۳-۲-نتایج رنگ پوسته نان

نتایج حاصل از افزودن درصد سبوس معمولی و هیدروترمال شده به آرد منجر به کاهش معنی‌دار روشنایی در نان گردید. به صورتی که بیشترین میزان روشنایی(L) مربوط به نمونه شاهد (٦٤/١٨) که فاقد سبوس است می‌باشد و کم ترین میزان شاخص روشنایی به نمونه حاوی ۹٪ سبوس هیدروترمال شده(٥٨/٥٧) تعلق دارد. اضافه شدن درصد افزودن سبوس برنج در نمونه ها سبب مشاهده روند کاهشی میزان روشنایی در نمونه ها شد و هم چنین به طور کلی نمونه های حاوی سبوس برنج هیدروترمال شده، دارای روشنایی کمتری نسبت به نمونه های حاوی سبوس معمولی بودند. همچنین کمترین میزان تغییر رنگ (ΔE) نمونه نسبت به شاهد مربوط به نمونه حاوی ۳٪ سبوس نرمال (۱/۹۷) و بیشترین میزان آن مربوط به نمونه حاوی ۹٪ سبوس هیدروترمال (۹/۹۷) می‌باشد. به نظر می رسد سبوس برنج حاوی پروتئین، فیبر و چربی بیشتری نسبت به آرد گندم بوده و با اضافه کردن سبوس برنج به نان مقادیر آن ها نیز افزایش خواهد یافت. این عوامل می‌توانند با فراهم کردن بستری برای واکنش میلارد، سبب ایجاد روند کاهشی در تغییرات شاخص روشنایی (L) و روند افزایشی در شاخص قرمزی (a)، شاخص زردی (b) و میزان تغییرات رنگ نسبت به نمونه شاهد شوند[۳۱]. رنگ یکی از عوامل مهم در مقبولیت محصول نزد مصرف کننده است به همین دلیل یکی از ویژگی های مهم و کلیدی در کیفیت محصول محسوب می‌شود. رنگ پوسته ی نان وابسته به میزان واکنش های میلارد و کاراملیزاسیونی است که در آن رخ می‌دهد که این واکنش ها خود وابسته به عوامل دیگری هم چون pH، میزان رطوبت و دما می‌باشد و رنگی قهوه ای-طلایی در پوسته نان ایجاد می‌کند. با اضافه شدن درصد سبوس و میزان فیبر در نمونه نان ها، به دلیل جذب رطوبت فیبر ها امکان واکنش میلارد افزایش یافته در نتیجه میزان روشنایی نیز کاهش پیدا کرده و زردی و قرمزی افزایش پیدا می‌کند[٢٤]. این نتایج با نتایج تحقیقاتی که بر روی رنگ بیسکوییت ها با استفاده از سبوس گندم هیدروترمال شده تهیه شده بود و هم چنین تاثیر سبوس برنج بر رنگ کیک اسفنجی خرمایی، مطابقت داشت [۳۲و ۳].

Table1 Color Factors (L, A and B)on Bread's crumb

b	a	L	Bran(%)	Treatment
10.66 ± 0.27^{e}	5.03 ± 0.69^{cd}	63.38 ± 0.14^{ab}	3	1(N)
13.44 ± 0.28^{d}	5.42 ± 0.97^{c}	61.83 ± 0.31^{bc}	6	2(N)
14.57 ± 0.06^{c}	7.21 ± 0.02^{ab}	59.68 ± 0.40^{d}	9	3(N)
15.28 ± 0.22^{bc}	5.92 ± 0.35^{bc}	61.62 ± 0.60^{c}	3	4(H)
15.69 ± 0.20^{ab}	6.20 ± 0.05^{bc}	59.04 ± 0.22^{d}	6	5(H)
16.63 ± 0.34^{a}	7.79 ± 0.15^{a}	58.57 ± 1.21^{d}	9	6(H)
9.57 ± 0.68^{f}	3.65 ± 0.49^{d}	64.18 ± 0.67^{a}	0	7(B)

* Values are reported as mean ± SD of three replications
Values in the the same column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$
(N): Normal rice bran, (H): Hydrothermaled rice bran, (B): Blank

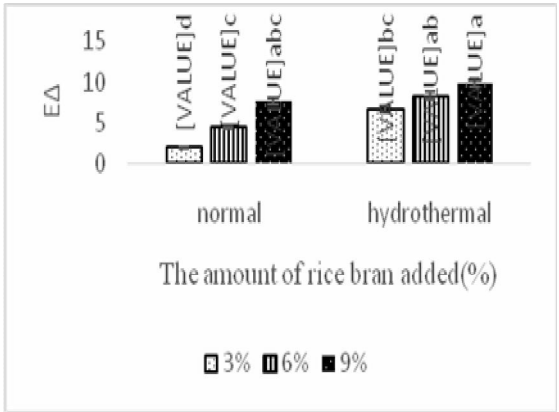

Fig 2 The rate of color change in in bread samples with normal, hydrothermaled rice bran and blank sample

۳-۳-نتایج آزمون بافت سنجی

نتایج جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد که کمترین میزان سختی مربوط به تیمار شاهد می باشد که در روز اول میزان سختی آن (N) ۱/۹۰ و در روز پنجم (N) ۲/٤٠ بود. بیش ترین میزان سختی مربوط به تیمار حاوی ٦٪ سبوس هیدروترمالشده در روز اول برابر(N) ٦/٦١ و در روز پنجم میزان سختی(N) ۷/۱٤ بود. روند تغییرات سفتی در نمونه های مورد بررسی پس از گذشت زمان، روندی افزایشی دارد. از طرف دیگر با افزایش میزان سبوس در نمونه های نان میزان

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.18.5]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.101]

سختی نیز افزایش یافت و به طورکلی نمونه های حاوی سبوس هیدروترمال شده دارای سختی بیشتری نسبت به نمونه های حاوی سبوس معمولی بودند.فرایند سفت شدن بافت نان بهطور عمده به دو علت میباشد؛ سفتی ای که ناشی از انتقال رطوبت از مغز به پوسته است و سفت شدن ذاتی مواد سلول که به کریستالیزاسیون مجدد نشاسته بر می‌گردد[۲۷]. بیاتی و رتروگراسیون دو پدیده مرتبط به هم بوده که با گذشت زمان و مهاجرت رطوبت از مغز نان به پوسته اتفاق می افتد و سبب سفتی نان خواهد شد. افزایش سختی نان حاصل از افزایش غلظت سبوس برنج می تواند به دلیل رقت گلوتن اتفاق افتاده باشد، زیرا گلوتن با قابلیت نگهداری گاز سبب ایجاد بافتی متخلخل در نان می‌شود و با افزایش میزان سبوس این قابلیت کاهش یافته و سختی نیز افزایش پیدا می‌کند. هم چنین افزایش سبوس می‌تواند با ضخیم کردن دیواره ی حباب های هوای نان، سبب سفتی شود. سبوس به دلیل داشتن فیبر بالا و هیدروکلوئید های جاذب آب، سبب کاهش روان کنندگی و در نتیجه افزایش سفتی می‌شوند [۳۳]. سبوس های هیدروترمال نیز به دلیل داشتن فیبر بیشتر نسبت به سبوس معمولی انتظار می‌رود که سبب سفتی بیشتری در نان شوند که با نتایج به دست آمده همخوانی دارد. در گذر زمان رطوبت بیشتری به پوسته مهاجرت کرده که دلیل بر افزایش میزان سفتی در طول پنج روز است. بعلاوه نشاسته پس از فرآیند پخت تمایل به رتروگراداسیون داشته و در فضای بین گرانولها تشکیل ژل می‌دهد که این امر می‌تواند به سخت شدن و افزایش سفتی نان منجر گردد[۳٤و ۱].

بر اساس جدول مقایسه میانگین، اندازه‌گیری چسبندگی در روز اول نشان داد کم ترین مقدار مربوط به تیمار های شاهد(۰/۱) و نمونه حاوی ۳٪ سبوس معمولی (۰/۱) بود که اختلاف معنی دار بین آن ها دیده نشد و بیشترین مقدار مربوط به نمونه‌ی حاوی ۹٪ سبوس هیدروترمال (۰/٤۸) بود. در روز سوم از اندازه گیری کم ترین و بیش ترین میزان چسبندگی به ترتیب مربوط به نمونه شاهد(۰/۰۸) و ۹٪ سبوس هیدروترمال (۱/۰۳) بود. در روز پنجم کم‌ترین میزان چسبندگی مربوط به نمونه شاهد (۰/۱۲) بوده و بیشترین میزان چسبندگی به نمونه حاوی ۹٪ هیدروترمال (۱/۳۲) تعلق دارد. به طو کلی نمونه ها حاوی سبوس معمولی در مقایسه با نمونه های حاوی سبوس هیدروترمال با درصد های مشابه از سبوس، دارای چسبندگی کمتری می‌باشند و با گذشت زمان میزان چسبندگی در تمامی نمونه روند صعودی داشت[۳۵].

بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین در روز اول میزان پیوستگی در نمونه حاوی ٦٪ سبوس هیدروترمال(۰/٤) دارای کمترین مقدار بود و در نمونه حاوی۳٪ (۰/٤۹) و ٦٪ سبوس معمولی (۰/٤۷) و شاهد(۰/۵)، بیشترین میزان پیوستگی را شاهد بودیم که این سه نمونه اختلاف معناداری باهم نداشتند. در روز سوم و پنجم اندازه‌گیری‌ها نشان داد کمترین و بیشترین میزان پیوستگی به ترتیب مربوط به نمونه های حاوی سبوس هیدروترمال و نمونه‌های حاوی سبوس معمولی به همراه شاهد بود. به طور کلی نمونه های حاوی سبوس معمولی در مقایسه با نمونه های حاوی سبوس هیدروترمال با درصد های مشابه دارای میزان بیشتری از پیوستگی بودند و با گذشت زمان میزان پیوستگی روند نزولی داشت.در حقیقت بیاتی سبب می شود مقاومت درونی ساختار نان کاهش پیدا کند. پیوستگی توصیف مقاومت درونی ساختار نان می‌باشد که با سختی نان رابطه‌ی عکس دارد به این معنا که نان هایی با بیاتی بیشتر، دارای پیوستگی کمتری خواهند بود که با نتایج به دست آمده همخوانی دارد[۳٦].

جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد در روز اول، کمترین میزان فنریت مربوط به نمونه حاوی ۹٪ سبوس هیدروترمال (۱۰/٦۳)و بیشترین میزان آن مربوط به نمونه های شاهد (۱٤/۵۵)و ۳٪ سبوس معمولی(۱٤/۵۵) بود که اختلاف معنا داری بین نمونه شاهد و ۳٪سبوس معمولی دیده نشد. در روز سوم و پنجم کمترین فنریت مربوط به تیمار ۹٪ سبوس هیدروترمال و بیشترین میزان آن در نمونه حاوی ۳٪ سبوس معمولی مشاهده شد و با گذشت زمان روند کاهشی در بین نمونه ها مشاهده گردید. به طور کلی نیز نمونه های حاوی سبوس معمولی نسبت به نمونه های دارای سبوس هیدروترمال در درصد های برابر سبوس، دارای فنریت بیشتری بودند. فنریت، حاصل برهمکنش بین نشاسته ژلاتینه شده و گلوتن در خمیر می‌باشد که افزایش الاستیسیته خمیر و ایجاد ساختار اسفنج مانند در نان را پس از حرارت دادن به دنبال دارد. بیاتی در طی ذخیره سازی سبب کاهش فنریت خواهد شد به این ترتیب با افزایش میزان سبوس در نان و افزایش بیاتی، فنریت نیز کاهش پیدا خواهد کرد. با افزایش بیاتی و ایجاد پیوند های داخلی نان، رفتار ویسکوز بافت افزایش یافته و رطوبت نیز

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.18.5]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.101]

کاهش پیدا می‌کند که می تواند علتی بر کاهش میزان فنریت باشد[۳٤و ۱].

براساس جدول مقایسه میانگین کمترین میزان صمغیت در روز اول و سوم مربوط به نمونه های شاهد و بیشترین صمغیت به نمونه ۹٪ سبوس هیدروترمال تعلق داشت در روز پنجم کمترین میزان صمغیت به نمونه های حاوی سبوس معمولی و شاهد تعلق داشت که باهم اختلاف معنی‌داری نداشتند. به طور کلی نیز نمونه های حاوی سبوس هیدروترمال نسبت به نمونه های حاوی سبوس معمولی با درصد های مشابه، دارای صمغیت بیشتری بودند. صمغیت در واقع مضربی از سفتی نان در میزان پیوستگی می‌باشد که رابطه ی مستقیم نیز با آن ها دارد[۳٦].

براساس جدول مقایسه میانگین مقاومت به جویدن اندازه گیری شده در روز اول کمترین و بیشترین میزان مقاومت به جویدن به ترتیب در نمونه شاهد (۱۳/۹۲) و نمونه ۹٪ سبوس هیدروترمال (۳۰/۰۲) مشاهده شد. در روز سوم نمونه های شاهد (۱۳/٦۱)و ٦٪ سبوس معمولی(۱٤/۳۳) اختلاف معنی داری نداشته و کم ترین میزتن مقاومت به جویدن را نشان دادند و هم چنین بیشترین مقدار آن مربوط به نمونه های ٦ (۲۳/۵۵) و ۹ ٪ سبوس هیدروترمال (۲٤/۳۵) بود. در روز پنجم از اندازه گیری کمترین میزان مقاومت به جویدن مربوط به نمونه شاهد و نمونه های حاوی سبوس معمولی بود که اختلاف معنی‌داری بین آن ها مشاهده نشد و بیشترین میزان آن نیز در نمونه های ٦ و ۹٪ سبوس هیدروترمال مشاهده شد. به طور کلی می‌توان گفت نمونه های حاوی سبوس هیدروترمال در مقایسه با نمونه های حاوی سبوس معمولی در درصد های برابر، مقاومت به جویدن بیشتری داشتند. گذشت زمان بر مقدار مقاومت به جویدن تاثیری نزولی داشت. مقاومت به جویدن رابطه مستقیم با صمغیت و فنریت داشته و با افزایش میزان این دو ویژگی میزان مقاومت به جویدن نیز افزایش پیدا می‌کند. هم چنین با افزایش میزان سفتی نیز، میزان مقاومت به جویدن افزایش پیدا خواهد کرد که با نتایج به دست آمده همخوانی دارد[۳۳].

Table 2 texture profile analyses of bread samples during storage

Chewiness (mj)	Gumminess (N)	springiness	cohesiveness	Adhesiveness (mj)	Hardness (N)	day	Bran (%)	treatment
15.66 ± 0.17^{cA}	1.07 ± 0^{cA}	14.55 ± 0.02^{aA}	0.49 ± 0^{aA}	0.10 ± 0.02^{eC}	2.17 ± 0.05^{fB}	1		
15.35 ± 0.19^{cA}	1.08 ± 0.01^{deA}	14.13 ± 0.01^{aB}	0.46 ± 0^{aB}	0.22 ± 0.01^{eB}	2.32 ± 0^{eAB}	3	3	1(N)
14.05 ± 0.30^{cB}	1.00 ± 0.02^{dB}	13.96 ± 0.01^{aC}	0.42 ± 0^{aC}	0.30 ± 0.01^{eA}	2.38 ± 0.02^{fA}	5		
14.59 ± 0.63^{cdA}	1.06 ± 0.04^{cdB}	13.72 ± 0.01^{bA}	0.47 ± 0.01^{abA}	0.20 ± 0.01^{eC}	2.24 ± 0.02^{eB}	1		
14.88 ± 0.59^{cdA}	1.12 ± 0.04^{dA}	13.21 ± 0.02^{cAB}	0.44 ± 0.01^{aB}	0.21 ± 0.03^{eB}	2.54 ± 0.03^{dAB}	3	6	2(N)
13.83 ± 0.31^{cB}	1.11 ± 0.02^{dA}	12.35 ± 0.01^{dB}	0.39 ± 0.01^{aC}	0.22 ± 0.01^{fA}	2.66 ± 0.02^{eA}	5		
15.77 ± 0.41^{cA}	1.15 ± 0.03^{cA}	13.63 ± 0.01^{cA}	0.45 ± 0.01^{bcA}	0.20 ± 0.01^{dC}	2.54 ± 0.01^{dB}	1		
15.06 ± 0.27^{cB}	1.14 ± 0.01^{dB}	13.17 ± 0.03^{cB}	0.44 ± 0^{aAB}	0.29 ± 0^{dB}	2.56 ± 0.01^{dB}	3	9	3(N)
14.48 ± 0.47^{cB}	1.14 ± 0.03^{dB}	12.63 ± 0.02^{cC}	0.39 ± 0.01^{abB}	0.38 ± 0.03^{dA}	2.89 ± 0.01^{dA}	5		
25.50 ± 0.45^{bA}	2.04 ± 0.03^{bA}	12.44 ± 0^{dB}	0.47 ± 0.01^{abA}	0.32 ± 0.02^{eC}	4.33 ± 0.03^{cB}	1		
21.09 ± 0.72^{bB}	1.66 ± 0.05^{bB}	12.56 ± 0.02^{dA}	0.38 ± 0.01^{bAB}	0.49 ± 0.01^{cB}	4.38 ± 0.02^{cB}	3	3	4(H)
19.66 ± 2.11^{bC}	1.64 ± 0.17^{cB}	11.96 ± 0.01^{eC}	0.34 ± 0.03^{cB}	0.53 ± 0.02^{cA}	4.78 ± 0.02^{cA}	5		
25.96 ± 0.63^{bA}	2.14 ± 0.05^{bB}	12.09 ± 0.03^{eA}	0.40 ± 0.01^{dA}	0.43 ± 0^{bB}	5.36 ± 0.01^{bC}	1		
23.55 ± 0.03^{aB}	2.09 ± 0^{bB}	11.21 ± 0.01^{eB}	0.36 ± 0^{bAB}	0.91 ± 0.01^{bAB}	5.82 ± 0^{bB}	3	6	5(H)
23.02 ± 1.03^{aB}	3.20 ± 0.09^{bA}	10.43 ± 0.01^{fC}	0.33 ± 0.01^{cB}	1.00 ± 0^{bA}	6.62 ± 0^{bA}	5		
30.02 ± 0.48^{aA}	2.82 ± 0.03^{aA}	10.63 ± 0.02^{fA}	0.42 ± 0^{cdA}	0.48 ± 0.01^{aB}	6.61 ± 0.02^{aB}	1		
24.35 ± 1.04^{aB}	2.49 ± 0.10^{aB}	9.76 ± 0^{fB}	0.37 ± 0.01^{bAB}	1.03 ± 0.02^{aAB}	6.67 ± 0.01^{aB}	3	9	6(H)
26.09 ± 1.57^{aC}	2.50 ± 0.14^{aB}	10.43 ± 0^{fA}	0.35 ± 0.02^{bcB}	1.32 ± 0.01^{aA}	7.14 ± 0.01^{aA}	5		
13.92 ± 0.59^{dA}	0.95 ± 0.04^{dB}	14.55 ± 0.01^{aA}	0.50 ± 0.02^{aA}	0.10 ± 0.01^{eAB}	1.90 ± 0.02^{gC}	1		
13.61 ± 0.45^{dA}	0.97 ± 0.03^{eB}	14.03 ± 0.03^{bB}	0.45 ± 0.02^{aB}	0.08 ± 0.01^{fB}	2.12 ± 0.03^{fB}	3	0	7(B)
12.93 ± 0.36^{cB}	0.98 ± 0.02^{dA}	13.11 ± 0.01^{bC}	0.41 ± 0.01^{aC}	0.12 ± 0^{gA}	2.40 ± 0.03^{fA}	5		

* Values are reported as mean ± SD of three replications

Values in the the same row and column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$

(N): Normal rice bran, (H): Hydrothermaled rice bran, (B): Blank

٤-نتیجه گیری کلی

با توجه به اینکه پژوهشهای پیشین، به کارگیری روش هیدروترمال را به عنوان روشی اقتصادی و موثر جهت کاهش اسیدفیتیک در سبوس بیان نمودند، روش مذکور جهت فراوری نمونه ها مورد استفاده قرار گرفت. سپس در درصد های مختلف ۳، ٦ و ۹٪ سبوس معمولی و سبوس هیدروترمال به آرد گندم برای پخت نان حجیم قالبی اضافه شد. نتایج نشان

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.18.5]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.101]

دادند که با افزودن میزان سبوس، میزان اکریل‌آمید نیز افزایش پیدا کرده و نمونه های دارای سبوس هیدروترمال شده، محتوی میزان بیشتری اکریل‌آمید بود. براساس آزمون رنگ، با افزایش سبوس، تغییررنگ افزایش و میزان روشنایی کاهش پیدا می‌کند. هم چنین به کارگیری سبوس هیدروترمال شده،منجر به تیره تر شدن محصول گردید. از طرف دیگر میزان سختی، چسبندگی، صمغیت و مقاومت به جویدن با افزایش درصد سبوس روندی افزایشی داشته و پیوستگی و فنریت روندی کاهشی را دنبال می کنند. تیمار حاوی ۳٪ سبوس برنج هیدروترمال شده با دارابودن کم ترین میزان اکریل‌آمید (۷۷٪ از بیشینه میزان مجاز مصرف روزانه) در بین نمونه های حاوی سبوس فراوری شده که دارای اسیدفیتیک کمتری نسبت به نمونه های مشابه خود با سبوس معمولی بودند،با دارا بودنویژگی های بافتی و ظاهری قابل قبول، به عنوان بهترین تیمارپیشنهاد می گردد.

۵- منابع

[1] Tayefe, M., Shahidi, S.A., Milani, J.M. and Sadeghi, S.M., 2020. Development, optimization, and critical quality characteristics of new wheat-flour dough formulations fortified with hydrothermally-treated rice bran. Journal of Food Measurement and Characterization, 14(5), pp.2878-2888.

[2] Zaarringol, M., Fazeli, M., Razmi, N., 2020. Comparison of baker's yeast and lactic acid bacteria isolated from sourdough on phytic acid. Razi Journal Medical Science, 23. 145.

[3] Majzoobi, M., Nematolahi, Z., Farahnaky, A., 2013. Effect of hydrothermal treatment on decreasing the phytic acid content of wheat bran and on physical and sensory properties of biscuits.Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 8, 3.

[4] Özkaya, B., Turksoy, S., Özkaya, H. and Duman, B., 2017. Dephytinization of wheat and ricebrans by hydrothermal autoclaving process and the evaluation of consequences for dietary fibercontent, antioxidant activity and phenolics. Innovative Food Science & EmergingTechnologies, 39, pp.209-215.

[5] International Agency on Research on Cancer. 1994. In IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. In some industrial chemicals. Vol. 60, Acrylamide, Lyon, France, IARC 1994. pp. 389-433.

[6] FAO/WHO. (2005). Consulation on health implications of acrylamide in food, Report of a joint FAO/WHO consultation, Geneva, Switzerland, Available from: http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/en. pdf: 25-27.

[7] Hasani, N., SHarayei, P., Jalali, H., 2015. The effect of blanching enzyme with ultrasonication and asparaginase enzyme on reduction of sacrylamide level in fries. Innovation in Food Science and Technology. 8, 3.

[8] Ghaeini, Z., Niazmand, R., Shahidi Noghabi, M., 2015. Effect of yeast, fermentation time and frying temperature on the amount of acryl amide and chemical properties of donut. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology. 4(4), pp. 283-298.

[9] Keshavarzi, E., Alami, M., Motamedzadegan, E., Maghsoudloo, Y., Ghorbani, M., 2014.Study of solubility, emulsion and foam production in Iranian rice bran protein concentrate. Journal of Food Science and Technology, 6(1), pp. 61-71.

[10] Nachi, I., Fhoula, I., Smida, I., Taher, I.B., Chouaibi, M., Jaunbergs, J., Bartkevics, V. andHassouna,M., 2018. Assessment of lactic acid bacteria application for the reduction of acrylamide formation in bread. LWT, 92, pp.435-441.

[11] Erabi, F., Keramat, J., Ardabili, M., Aminafshar, M., Sadeghian, Gh., 2012. Review of type of sweeteners used in biscuit formulation on acrylamide production in the product. Journal of Food Technology and Nutrition, 10(37).

[12] Rashidi, S., Niazmandi, R., Arianfar, A., 2017. Reduction of Acrylamide Content and Oil Absorption in Donuts, Using Antioxidant Properties and Unsaponifiable Components of Sesame Oil. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology, 6(1), pp. 1-10.

[13] Wang, S., Yu, J., Xin, Q., Wang, S. and Copeland, L., 2017. Effects of starch damage and yeast fermentation on acrylamide formation in bread. Food Control, 73, pp.230-236.

[14] Abka, R., Kadivar, M., Shahedi, M. 2017. 'Phytic acid reduction in four brans through fermentation, hydration and hydrothermal treatment', Journal of Food Research, 26(4), pp. 659-665.

[15] Atay Salehi, E., Rostamian, M., Milani, J., 2001. Textural and thermal evaluation of gluten-free bread prepared from corn flour and chickpeas, Journal of Food Science and Technology, 3(4), pp.35-40.

[16] Lehotay, J. & Mastovska, K. (2006).Rapid sample preparation method for LCMS/MS or GC-MS analysis of acrylamidein various food

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.18.5]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.101]

and evaluation of quality characteristics of pan bread by using Response Surface Method. Journal of Innovative Food Technologies, 6(3), pp.379-397.

[28] Nasiri Esfehani, B., Kadivar, M., Shahedi, M., Soleimanian-Zad, S., 2018. Evaluating The Effect of Sourdough Fermentation Containing Four Lactic Acid Bacteria Strains on Phytic Acid and Acrylamide Content of Whole-Wheat Loaf Bread.Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 13(1), pp. 53-62.

[29] Vahedi, H., Azizi, MH., Kobrafard, F., Barzegar, M., Hamidi Esfehani, Z., 2012. The effect of flour extration rate, amount of asparaginase enzyme, and baking temperature and time on acrylamide formation in Sangak bread.Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 7(3), pp. 51-60.

[30] Fink, M., Andersson, R., Rosen, J., and Aman, P. 2006. Effect of added asparagines and glysin on acrylamide content in yeast-leavened bread. Cereal Chemistry, 83, pp. 218-222.

[31] Baumgartner, B., Özkaya, B., Saka, I. and Özkaya, H., 2018. Functional and physical properties of cookies enriched with dephytinized oat bran. Journal of Cereal Science, 80, pp.24-30.

[32]Eftekhareddin, M., Hosseini Ghaboos, SH., 2020. The Effect of Rice Bran on the Physicochemical,Textural Characteristics and Shelf Life of Date Sponge Cake. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 12(1), pp.135-144.

[33] Alzuwaid, N.T., Pleming, D., Fellows, C.M., Laddomada, B. and Sissons, M., 2021. Influence of Durum Wheat Bran Particle Size on Phytochemical Content and on Leavened Bread Baking Quality. Foods, 10(3), pp.489.

[34] De Erive, M.O., Wang, T., He, F. and Chen, G., 2020. Development of high-fiber wheat bread using microfluidized corn bran. Food chemistry, 310, pp.125921.

[35] Taeneh, H., Arabshahi-Delouee, S., 2019. The Effect of Black Cumin Seed (Nigella sativa) Meal on Physicochemical, Textural and Sensorial Properties of Sponge Cake. Food Engineering Research, 18(67), pp. 167-182.

[36] Doan, N.T.T., Lai, Q.D., Vo, H.V. and Nguyen, H.D., 2021. Influence of adding rice bran on physio-chemical and sensory properties of bread. Journal of Food Measurement and Characterization, 15(6), pp.5369-5378.

matrices. Journal ofAgricultural and Food Chemistry, 54, pp.7001-7008.

[17] Tareke, E., Rydberg, P., Karlsson, P.,Eriksson, S. & Törnqvist, M. 2002.Analysis of Acrylamide, a CarcinogenFormed in Heated Foodstuffs. Journal ofAgricultural and Food Chemistry, 50, pp.4998-5006.

[18] Geng, Z., Wang, P. and Liu, A., 2011. Determination of acrylamide in starch-based foods by HPLC with pre-column ultraviolet derivatization. Journal of chromatographic science, 49(10), pp.818-824.

[19] Shahidi, F., Mohebbi, M., Noshad, M., Ehtiati, A., Fathi, M. 2011. 'Effect of Osmotic and Ultrasound Pretreatments on Some Quality Characteristics of Air-Dried Banana', Iranian Food Science and Technology Research Journal, 7(4), pp.263-272.

[20] Gomez, M., Jimenz, S., ruiz, E., & oliete, B. (2011). Effect of extruded wheat bran on dough rheology and bread quality. Lwt –food sci.technol, 44, pp. 2231-2237.

[21] Claus, A., Mongili, M., Weisz, G., Schieber, A., and Carl, R. 2008. Impact of formulation and technological factors on the acrylamide content of wheat bread and bread rolls. Journal of Cereal Science, 47, pp. 546-554.

[22] Wang, S., Yu, J., Xin, Q., Wang, S. and Copeland, L., 2017. Effects of starch damage and yeast fermentation on acrylamide formation in bread. Food Control, 73, pp.230-236.

[23] Gharib Bibalan, S., Atay salehi, E., Mohammadi Sani, A., 2012. The effect of rice bran addition on rheological properties of dough and chemical composition of oil cake, Journal of Food Science and Technology, 5(2), pp. 1-7.

[24] Palermo, M., Fiore, A. and Fogliano, V., 2012. Okara promoted acrylamide and carboxymethyl-lysine formation in bakery products. Journal of agricultural and food chemistry, 60(40), pp.10141-10146.

[25] Shen, Y., Chen, G. and Li, Y., 2019. Effect of added sugars and amino acids on acrylamide formation in white pan bread. Cereal Chemistry, 96(3), pp.545-553.

[26] Žilić, S., Aktağ, I.G., Dodig, D., Filipović, M. and Gökmen, V., 2020. Acrylamide formation in biscuits made of different wholegrain flours depending on their free asparagine content and baking conditions. Food research international, 132, pp.109109.

[27] Abedfar, A., Hosseininezhad, M., Sadeghi, A., Abbaszadeh, F., 2019. Optimization of controlled fermentation in rice bran sourdough

[DOI: 10.52547/fsct.19.124.101] [DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.18.5] [Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-02]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

The effect of rice bran addition on bread acrylamide content and textural properties

Fadayi Eshkiki, L. [1*], Tayefe, M. [2]

1. Msc student of Food Science and Technology, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
2. Assiciate Professor, Department of Food Science and Technology, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.

ABSTRACT

Rice bran can be a suitable compound for bread enrichment due to its considerable amounts of fiber and protein. However, the addition of rice bran can cause disorders in textural and sensory properties as well as the presence of phytic acid in it should be further investigated. On the other hand, when bread bakes at temperatures above 120 °C through millard reaction, a carcinogenic compound called acrylamide is produced which can be minimized by removing the effective factors in its production.In this study, rice bran (normal and hydrothermal) was used in different percentages of 0 (control), 3, 6 and 9% to enrich wheat flour and prepare molded bread. Then, color changes, acrylamide levels and textural characteristics were measured.The results showed that by increasing the use of bran in bread, the amount of discoloration and acrylamide increased compared to the control sample and the samples containing hydrothermaled bran (similar percentage to normal bran) had higher acrylamide levels.Hardness, adhesiveness, gumminess and chewiness had an increasing trend compared to the control sample by increasing bran percentage, while cohesiveness and springiness showed a decreasing trend with increasing bran percentage.According to the results obtained based on the permissible daily consumption limit of acrylamide and considering the reduction of phytic acid in bread samples containing processed bran, treatment containing 3% hydrothermal bran, due to having the lowest acrylamide between treatments containing processed rice bran (77% more than allowed consumption) and acceptable textural and sensory properties is suggested.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2021/ 12/ 25
Accepted 2022/ 04/ 10

Keywords:

Phytic acid,
Acrylamide,
Rice bran,
Molded bread,
Hydrothermal.

DOI: 10.52547/fsct.19.124.101

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.18.5

*Corresponding Author E-Mail:
Leili_fd97@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-02]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.18.5]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.101]