مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

تأثیر به‌کارگیری سبوس برنج هیدروترمال شده بر ویژگی‌های فیزیکی، بافتی و حسی نان

ماندانا طایفه[۱]، سید احمد شهیدی[۲*]، جعفر محمد زاده میلانی[۳]، سید مصطفی صادقی[٤]

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آیت‌الله آملی.

۲- دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آیت‌الله آملی.

۳- دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

٤- دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۹۹ /۰۷/۱۵

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۲۲

کلمات کلیدی:

اسیدفیتیک،

سبوس برنج،

ویژگی‌های بافتی،

ویژگی‌های حسی،

هیدروترمال.

DOI: 10.52547/fsct.18.03.05

* مسئول مکاتبات:

sashahidy@yahoo.com

چکیده

استفاده از منابع فیبری مانند سبوس برنج، یکی از مناسب‌ترین روش‌ها، جهت غنی‌سازی طبیعی نان محسوب می‌گردد. با این وجود، افزودن فیبر به دلیل دارا بودن اثر منفی بر ویژگی‌های فیزیکی، بافتی، تغذیه‌ای و حسی نان، تاکنون گستردگی نیافته است. این پژوهش به‌منظور تعیین اثر افزودن سبوس برنج هیدروترمال شده در شرایط بهینه به نان، به‌عنوان قوت غالب جامعه در مقادیر ۳، ٦ و ۹ درصد به آرد گندم انجام گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش درصد افزودن سبوس برنج هیدروترمال شده در مقادیر پایین، میزان حجم مخصوص نان افزایش و میزان دانسیته کاهش می‌یابد. بیشترین میزان رطوبت مغز نان نیز، در مقادیر بالای سبوس (٦ و ۹ درصد) مشاهده شد. نسبت پوسته به مغزی نیز با افزایش میزان درصد سبوس نسبت مستقیم نشان داد. تغییرات بافتی نیز حاکی از آن است که میزان سفتی و صمغیت نان با افزایش میزان سبوس هیدروترمال شده و طی روزهای نگهداری (روز اول تا پنجم) افزایش معنی‌داری به دست آمد. ولی میزان پیوستگی نان با افزایش میزان سبوس و همچنین در طول دوره نگهداری، روند نزولی معنی‌دار دارد. همچنین در بین مقادیر افزوده شده سبوس، تیمار حاوی ۳ درصد سبوس به‌طور معنی‌داری، نمرات بالاتری نسبت به نمونه شاهد و سایر تیمارها از نظر ویژگی‌های حسی به دست آورد. به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که از سبوس برنج هیدروترمال شده در مقادیر پایین می‌توان جهت تولید نان فراسودمند با ویژگی‌های حسی مطلوب استفاده کرد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.43]

۱- مقدمه

امروزه سبوس برنج به‌عنوان ضایعات حاصل از دومین غله پرمصرف در دنیا و یکی از بهترین منابع تأمین فیبر موردتوجه قرار گرفته است [۱]. سبوس برنج که حدود ۸ تا ۱۰ درصد وزن دانه کامل را به خود اختصاص می‌دهد، ضایعات صنعت برنج‌کوبی محسوب می‌شود [۲]. بر اساس آخرین آمار سازمان جهاد کشاورزی، سالانه حدود یکصد و ده هزار تن سبوس به صورت ضابعات کارخانجات برنجکوبی گیلان حاصل می گردد [۳]. ترکیب شیمیایی دانه، ویژگی‌های ژنتیکی، ضخامت لایه‌ها، ویژگی‌های فیزیکی دانه (اندازه، شکل و مقاومت در برابر شکست)، شرایط آب‌وهوا، نوع و میزان کود، شرایط فرایند در کارخانه برنج‌کوبی، درجه حرارت خشک‌کن‌ها، میزان رطوبت در طی فرایند، درجه سفید کردن و زمان و شرایط ذخیره‌سازی بر نوع، میزان ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های تغذیه‌ای سبوس مؤثر است [۱ و ٤]. سبوس برنج ۵۱-۲۰٪ فیبر رژیمی، ۱۱-۱۷٪ پروتئین، ۹٪ مواد معدنی و ۲۳-۱۵٪ چربی را شامل می‌گردد. حدود ۵۰٪ از چربی موجود در سبوس برنج به اسیدهای چرب غیراشباع تعلق دارد و ازنظر اسیدهای آمینه ضروری به‌ویژه لیزین و متیونین غنی است [۵ و ٦]. سبوس برنج به لحاظ ویتامین‌های گروه B نیز غنی بوده و از خانواده مواد معدنی میزان پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن قابل‌ملاحظه‌ای دارد. در نیم قرن اخیر با توجه به فواید مصرف فیبرهای غذایی در سلامت انسان ازجمله کاهش بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری‌های دستگاه گوارش، کلسترول خون و جلوگیری از سرطان، این موضوع مورد توجه قرار گرفته است. بر اساس تحقیقات انجام‌شده، میزان فیبر لازم برای هر فرد حدود ۳۵ـ ۲۰ گرم در روز است، این در حالی است که آمار، میزان مصرف سبوس را نصف میزان توصیه‌شده در بیشتر جوامع انسانی نشان می‌دهد [۱ و ۷]. اما علیرغم ویژگی‌های تغذیه‌ای مفید، فرم ذخیره‌ای فسفر در دانه‌ی برنج، اسید فیتیک که در طی مراحل رسیدگی دانه در لایه‌های خارجی دانه (پریکارپ و آلورون) شکل می‌گیرد، به دلیل خاصیت چلات کنندگی با املاح، باعث کاهش قابلیت دسترسی بیولوژیکی آنها شده و به دلیل ایجاد کمپلکس با پروتئین در شرایط اسیدی و خنثی، سبب تقلیل در میزان حلالیت، آبگیری و حتی کاهش فعالیت پروتئولیتیک پروتئین‌ها می‌گردد [۱].

فیتیک اسید از طریق آنزیمی به فسفات یا به‌صورت شیمیایی به اینوزیتول فسفات با گروه فسفات کمتر در طی ذخیره‌سازی، تخمیر، جوانه‌زنی، فراوری و هضم در بدن هیدرولیز می‌شود [۸]. کاهش اندازه ذره سبوس، تخمیر، خیساندن، افزودن مالت، جوانه‌زنی و فراوری هیدروترمال شلتوک، راه‌های مؤثر در کاهش میزان اسیدفیتیک و نمک‌های آن می‌باشند. در بین تیمارهای مذکور، فراوری هیدروترمال مؤثرترین و اقتصادی‌ترین روش است [۱ و ۹]. یکی از محصولات مناسب جهت افزودن سبوس برنج و تولید ماده غذایی غنی‌شده فراورده‌های نانوایی ازجمله نان حجیم می‌باشد، به‌طوری‌که بر اساس آمار حدود ۵۰ درصد از مردم جهان از نان‌های حجیم در تغذیه استفاده می‌کنند [۱۰].

شرایط فراوری و فرمولاسیون اجزای غذایی نقش و تأثیر مستقیم بر رفتار بافتی مواد غذایی دارد. تحقیقات نشان می‌دهد که جایگزینی سبوس، اثرات شیمیایی و مکانیکی بر روی ساختار و شبکه گلوتنی خمیر اعمال می‌نماید [۱۱]. تخلخل نان با افزایش میزان درصد سبوس کاهش می‌یابد. کاهش گلوتن در فرمولاسیون، اختلال در نگهداری گاز به علت جذب آب زیاد به‌وسیله خمیر حاوی سبوس، غیرفعال کردن مخمر و کاهش میزان گاز می‌تواند دلایل کاهش تخلخل در نمونه‌های حاوی مقادیر بالای ۱۰٪ سبوس باشد [۱۲]. بعلاوه حجم مخصوص نان با افزودن سبوس، درنتیجه واکنش بین فیبر و گلوتن که منجر به کاهش ظرفیت نگهداری گاز می‌شود، کاهش می‌یابد. ویژگی‌های بافتی نقش مهمی را در قابلیت پذیرش هر محصول غذایی فرایند شده ایفا می‌کند [۱۳]. تقی نیا و همکاران (۲۰۱۵) افزایش سفتی نان را در نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد سبوس، ناشی از کاهش تولید گاز در حین تخمیر و همچنین انتقال رطوبت از مغزی به پوسته می‌دانند. بعلاوه جایگزینی سبوس گندم در نان می‌تواند منجر به کاهش روشنایی در بافت نان و تیره شدن آن گردد [۲]. مجذوبی و همکاران (۱۳۹۲) نیز معتقدند که افزایش میزان سبوس اثرات منفی بر طعم نان به همراه دارد. این پژوهش به‌منظور تعیین تأثیر افزودن سبوس برنج هیدروترمال شده در شرایط بهینه بر خواص فیزیکی، بافتی و حسی نان انجام شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.43]

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

در پژوهش حاضر، آرد گندم با میزان رطوبت ٪۱۳/۸۶، گلوتن ۲۶/۵، پروتئین ۱۰/۸، چربی ٪۲/۲۱ و درجه استخراج ۸۲ درصد از شرکت خوشه (گیلان، شهر صنعتی رشت)، بهبوددهنده، شکر، روغن و مخمر تر از مجتمع تولیدی نان سحر تهیه شدند. جهت تهیه تیمارها در مقادیر صفر، سه، شش و نه درصد سبوس تیمارشده با نمونه‌های آرد گندم به‌طور یکنواخت مخلوط شدند. همچنین تمام مواد مورداستفاده در این پژوهش از شرکت مرک آلمان خریداری گردید.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه سبوس برنج

سبوس برنج رقم هاشمی به‌صورت خام و با متوسط اندازه ذرات حدود ۲۵۰ میکرومتر از کارخانه برنج‌کوبی گیلتاز واقع در منطقه چاف شهرستان لنگرود تهیه شد و در بسته‌های پلی‌اتیلنی مقاوم به هوا و رطوبت در فریزر (۱۸-) نگهداری شدند.

۲-۲-۲- اجرای روش هیدروترمال با شرایط بهینه

شرایط بهینه فرایند هیدروترمال با کمک به‌کارگیری روش سطح پاسخ بر پایه طرح مرکب مرکزی و با استفاده از چهار متغیر مستقل شامل دمای ۴۳/۳۷ درجه سانتی‌گراد، زمان ۹۴/۳۸ دقیقه، pH برابر با هفت و نسبت حجمی بافر به سبوس برابر با هشت بود که تحت این شرایط غلظت اسیدفیتیک ۷۸۸ppm و میزان تغییر رنگ ۲۲ ارزیابی شد [۱۴]. سبوس برنج به مقدار ۵۰ گرم در میزان هشت برابر حجم بافر استات، pH برابر با هفت در یک ارلن مایر ۵۰۰ میلی‌لیتری خیسانده شده و با فویل آلومینیوم دربندی گشت. نمونه آماده‌سازی شده در آون با دمای ۴۳/۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹۴/۳۸ دقیقه قرار گرفت، سپس نمونه‌ها در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ 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 ± ۶/۲ رسانده و سپس در آون ۵۰ درجه سانتی‌گراد برای رسیدن به رطوبت ۱۱-۱۰ درصد به مدت هشت ساعت خشک شدند [۱، ۴، ۷، ۱۵].

۲-۲-۳- تهیه نان حجیم

برای تهیه خمیر از فرمول یکصد گرم آرد، ده گرم بهبوددهنده، شش گرم شکر، چهار گرم روغن، سه گرم مخمر تر و حدود شصت گرم آب استفاده گردید. در این روش تمامی مواد اولیه به‌طور هم‌زمان به دستگاه خمیرگیر اسپیرال منتقل و به مدت ۸ دقیقه مخلوط شدند. برای تهیه نان قطعات ۶۰۰ گرمی از خمیر چانه‌گیری و سپس به مدت ۴۵ دقیقه جهت طی شدن زمان تخمیر در گرمخانه با دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد و سپس پخت به مدت ۳۲ دقیقه انجام گرفت. نمونه‌های نان، پس از سرد شدن در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و در دمای اتاق، نگهداری شدند [۱۳].

۲-۲-۴- اندازه‌گیری حجم مخصوص

حجم مخصوص با روش جایگزینی دانه کلزا و مطابق با استاندارد (A-A2012 6E) اندازه‌گیری شد [۱۶].

$$v_s = \frac{v_2 - v_1}{m}$$

V1 : حجم دانه در ظرف خالی، V_2: حجم دانه در فضای خالی ظرف‌های نمونه، m: جرم نمونه نان

۲-۲-۵- نسبت پوسته به مغز نان

بر اساس روش ملکی و میلانی (۲۰۱۳) انجام گرفت. جهت ارزیابی نسبت وزنی پوسته به مغز، لازم است که قسمت قهوه‌ای نان از قسمت مغزی توسط تیغ جدا شود [۱۷].

۲-۲-۶- رطوبت پوسته و مغز

در سه نوبت برای هر نمونه، در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت بر اساس روش ارائه‌شده توسط کروتی و همکاران (۲۰۱۳) انجام گرفت [۱۸].

۲-۲-۷- بافت سنجی نان

آنالیز بافت مغز نان بر اساس روش ارائه‌شده 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 ثانیه‌ای بین اولین و دومین فشردگی صورت گرفت [۱۳].

۲-۲-۸- ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی از آزمون توصیفی استفاده شد. این آزمون به‌منظور تعیین شدت ویژگی‌های حسی مدنظر (عطر و بو،

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.43]

طعم و مزه، رنگ، بافت و پذیرش کلی) انجام گرفت. نمونه‌ها بدون اسم به‌صورت کدگذاری شده به همراه یک فرم (بر اساس استاندارد AACC, 74-30) در اختیار ده ارزیاب آموزش دیده قرار داده شد [۱۹]. درجه‌بندی نان در این فرم‌ها به شرح زیر بود: امتیاز ۵: عالی، امتیاز ۴/۹۹-۴/۵: خیلی خوب، ۴/۴۹-۴: خوب، ۳/۹۹-۳: قابل‌قبول و کمتر از ۳: نامطلوب.

۲-۲-۹- تجزیه‌وتحلیل آماری

تیمارهای صفر، سه، شش و نه درصد سبوس برنج هیدروترمال شده در نمونه‌های نان، در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار اجرا و با نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. رسم نمودارها و جداول نیز توسط نرم‌افزار EXCELL صورت گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱ حجم مخصوص و دانسیته

بر اساس نتایج، با افزایش میزان سبوس در نان تا میزان شش درصد، افزایش معنی‌داری در میزان حجم مخصوص نان مشاهده شد. ولی شکل ۱ نشان داد که با افزایش میزان سبوس به نه درصد، میزان حجم مخصوص کاهش معنی‌داری یافت. از طرف دیگر با افزایش میزان سبوس تا شش درصد، دانسیته نان روند کاهشی نشان داد، به‌طوری‌که کمترین میزان دانسیته به تیمار حاوی شش درصد سبوس تعلق داشت و پس از آن با افزایش مقدار سبوس، میزان دانسیته نیز افزایش یافته به‌طوری‌که شکل ۱ نشان دهنده آن است که میزان دانسیته تیمار چهارم از میزان دانسیته نمونه فاقد سبوس نیز بیشتر است.

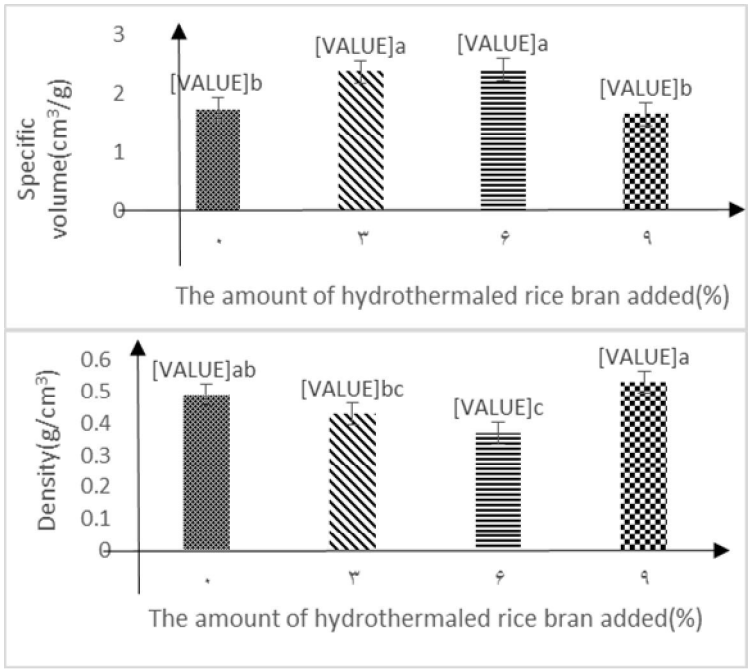

Fig 1 Specific volume and density of bread samples as a function of hydrothermaled rice bran wheat flour ratio

به نظر می‌رسد انجام فرآیند هیدروترمال بر روی سبوس و آبگیری سبوس قبل از افزودن به خمیر در طی فرآیند هیدروترمال منجر به تورم و ژلاتینه شدن نشاسته، ایجاد پیوندهای دی سولفیدی بیشتر، چسبندگی بیشتر بین گلوتن و نشاسته تا میزان شش درصد سبوس و منتهی به بهبود حجم نان می‌گردد. از طرفی دیگر افزایش میزان ترکیبات فیبر محلول در طی فرایند هیدراتاسیون گرم نیز می‌تواند منجر به تولید گاز دی‌اکسید کربن بیشتر در خمیر شده و حفظ آن در شبکه گلوتنی و درنهایت افزایش حجم گردد [۲۰]. اما با افزایش میزان سبوس برنج از شش درصد به نه درصد تأثیر منفی فیبر غالب بوده و کاهش معنی‌دار حجم نان را به همراه دارد. به‌طوری‌که رقابت سبوس با نشاسته برای جذب آب رقت شبکه گلوتنی را به همراه داشته، درنتیجه کاهش مقاومت آن در حفظ دی‌اکسید کربن، کاهش حجم رخ می‌دهد و اثر مثبت فیبر محلول از بین می‌رود [۱۸]. تقی نیا و همکاران (۲۰۱۵) نیز نتایج مشابهی را بر بررسی اثر افزودن سبوس تیمار شده بر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.43]

حجم نان بیان نمودند و دلیل کاهش مشاهده‌شده در حجم نان را کاهش میزان گلوتن پس از افزودن سبوس گزارش کردند که درنتیجه آن قدرت نگهداری گاز کاهش می‌یابد؛ به‌عبارت‌دیگر، افزودن سبوس منجر به کاهش الاستیسیته و درنتیجه حجم مخصوص در نان می‌گردد؛ بنابراین به نظر می‌رسد فرآیند هیدراتاسیون گرم و به‌کارگیری ذرات سبوس ریز هیدروترمال شده به دلیل جذب آب اولیه و هیدراتاسیون ذرات سبوس قبل از اضافه شدن به خمیر و اندازه ریز ذرات، اثرات مفیدی بر روی حجم نان دارد؛ اما این تأثیر مثبت تابع مقدار سبوس مورد استفاده در فرمولاسیون نان می‌باشد. به‌طوری‌که اثر مخرب سبوس در تیمار نه درصد قابل مشاهده است. علت دیگر تفاوت بین تأثیر به‌کارگیری سبوس فرآیند نشده و فرآوری شده به روش هیدروترمال می‌تواند ناشی از مقدار اسید فیتیک باشد. کورک و همکاران (۲۰۱۷) معتقدند که به‌کارگیری آرد کامل در تهیه نان به دلیل دارا بودن اسید فیتیک بیشتر و کاهش فعالیت آنزیم آلفا – آمیلاز منجر به رهاسازی دکسترین کمتر برای تخمیر توسط مخمر شده و درنتیجه فعالیت مخمر زودتر متوقف گشته و درنهایت حجم نان کاهش می‌یابد [۲۱].

۳-۲- رطوبت پوسته ومغز نان و نسبت پوسته به مغزی

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، میزان رطوبت مغز نان با افزایش مقدار سبوس از صفر تا نه درصد روند کاهشی داشته است و بیشترین مقدار رطوبت مغز نان مربوط به تیمار حاوی سه و شش درصد سبوس، به ترتیب ۲۱/۳۱ درصد و ۲۱/۷۰ درصد می‌باشد که اختلاف معنی‌داری را با هم نشان نمی‌دهد. از طرف دیگر رطوبت پوسته نان از تیمار فاقد سبوس، با افزایش میزان سبوس تا سه درصد افزایش یافته و پس از آن تا تیمار نه درصد کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد (جدول ۱). بعلاوه با توجه به نتایج جدول ۱ میزان نسبت پوسته به مغز نان با افزایش درصد سبوس رابطه مستقیم داشته به‌طوری‌که بیشترین میزان تشکیل پوسته در تیمار حاوی نه درصد سبوس با میزان ۰/۱۴ مشاهده شده است. تشکیل پوسته و نسبت پوسته به مغز نان یک عامل مهم در کیفیت پخت نان محسوب می شود. به نظر می‌رسد که بین میزان رطوبت مغز نان و میزان تشکیل پوسته رابطه وجود دارد، به‌طوری‌که دلیل تشکیل پوسته با ضخامت کمتر در نان به فقدان آب در طی پخت نان در پوسته بر می‌گردد [۲۲]. بر این اساس با توجه به افزایش جذب آب در اثر افزودن سبوس برنج هیدروترمال شده به واسطه دارا بودن گروه‌های هیدروکسیل و آب‌دوست مهاجرت آب از مغز نان به پوسته در طی فرآیند پخت تشکیل پوسته و فرآیند قهوه‌ای شدن ناشی از حضور رطوبت در پوسته اتفاق می‌افتد. افزایش میزان سبوس هیدروترمال شده در فرمولاسیون نان به‌طورکلی باعث روند افزایشی نسبت پوسته به مغز نان می‌گردد. از آنجاییکه سبوس خام و تیمار نشده تمایل به جذب آب بیشتر، جلوگیری از مهاجرت آن به پوسته نان در طی پخت و در نتیجه عدم شرکت در واکنش قهوه ای شدن و تشکیل پوسته را دارد، به نظر می رسد این پدیده با اعمال فراوری هیدروترمال در سبوس تغییر نموده و در نتیجه با افزایش میزان سبوس هیدروترمال شده از میزان سه به نه درصد، امکان مهاجرت رطوبت جذب شده به واسطه حضور سبوس، از مغز به پوسته نان و سپس تمایل به شرکت در واکنش قهوه ای شدن، منجر به کاهش رطوبت در پوسته و به دنبال آن افزایش نسبت پوسته به مغزی درنان می گردد.

Table 1 Crust to crumb ratio and moisture content of breads as a function of hydrothemaled rice bran wheat flour ratio

HT-RB (%)	Crust moisture content(%)	Crumb moisture content(%)	Crust to crumb ratio
0	19.43±0.215^{c}	30.13±0.731^{a}	0.12±0.005^{b}
3	21.86±0.076^{a}	26.57±1.033^{b}	0.12±0.007^{b}
6	20.62±0.459^{b}	21.31±1.205^{c}	0.13±0.003^{ab}
9	17.88±0.446^{d}	21.70±1.412^{c}	0.14±0.004^{a}

* Values are reported as mean ± SD of three replications.
$^{a-d}$ Each column with the same code letters are not significantly different at $p<0.05$

۳-۳- ویژگی‌های بافتی

سفتی مهم‌ترین فاکتور در ارزیابی بیاتی نان محسوب می‌شود. روند تغییرات سفتی بافت به‌عنوان شاخصی از بیاتی نان از زمان پخت تا پنج روز بعد از آن به‌طور معنی‌دار با گذشت زمان افزایش می‌یابد. از طرف دیگر با افزایش میزان سبوس برنج هیدروترمال شده، میزان سفتی روند افزایشی داشته

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.43]

به‌طوری‌که در تیمار حاوی نه درصد سبوس، میزان سفتی در روز اول به ٦/٥٩N افزایش می‌یابد و پس از طی کردن پنج روز نگهداری در دمای محیط، میزان سفتی ۱۳/۹۷N برآورد می‌شود که بیشترین میزان سفتی در بین تیمارها و روزهای نگهداری می‌باشد (جدول ۲). بیات شدن شامل تغییرات فیزیکی و شیمیایی است که کاهش کیفیت نان و تغییر ویژگی‌ها و خصوصیات آن را به همراه دارد. سبوس فرآوری شده به روش هیدروترمال به جهت دارا بودن گروه‌های هیدروکسیل در ساختار خود قابلیت جذب آب قابل‌ملاحظه‌ای دارد که درنتیجه آن میزان جذب آب در خمیر را افزایش می‌دهد و بنابراین انتظار می‌رود در طول دوره نگهداری حفظ رطوبت بیشتری در نان اتفاق بیافتد. بررسی سفتی نمونه‌های نان پس از پنج روز نگهداری مشخص می‌کند که سفتی نان‌های حاوی سبوس هیدروترمال شده تفاوت معنی‌داری را با نان فاقد سبوس نشان نمی‌دهد. دلیل این امر می‌تواند به جلوگیری از خروج رطوبت از نمونه در طی زمان و قابلیت نگهداری آب بهتر توسط سبوس هیدروترمال شده مربوط باشد و از این رو میزان رتروگراداسیون نشاسته و سفتی محصول با وجود افزایش میزان سبوس، در پایان دوره نگهداری نسبت به نمونه فاقد سبوس تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد و حتی سفتی کمتری نیز مشاهده می‌گردد. بعلاوه به‌کارگیری فرآیند هیدروترمال نیز می‌تواند دلیل ویژگی‌های مشابه با نان گندم فاقد سبوس در روزهای نگهداری باشد، زیرا فرآیند هیدروترمال سبب نرم شدن بافت چوبی سبوس شده و بدین ترتیب اثر منفی سبوس بر خواص ویسکوالاستیک خمیر را کاهش می‌دهد. درنتیجه بافت محصول حاوی سبوس، علی‌رغم افزایش سفتی در ساعات اولیه پخت، در روزهای نگهداری افت کیفیت کمتری را نسبت به نمونه فاقد سبوس نشان می‌دهد. همچنین کاهش رتروگراداسیون نشاسته به‌واسطه حضور سبوس برنج و چربی‌های موجود در آن نیز می‌تواند در این امر تأثیرگذار باشد [۲۲]. به‌طورکلی افزایش غلظت سبوس تأثیر منفی بر بافت نان حجیم دارد و به‌عبارت‌دیگر افزایش سفتی همزمان با افزایش غلظت سبوس، اتفاق می‌افتد. سفتی بالا در نمونه تیمار حاوی نه درصد سبوس در مقایسه با سایر تیمارها می‌تواند حاصل رقت گلوتن در فرمولاسیون باشد که نه تنها باعث مهاجرت رطوبت از مغز نان به پوسته شده، بلکه میزان تشکیل گاز در طی تخمیر را در بافت خمیر کاهش می‌دهد. گلی موحد و همکاران (۱۳۹۷) دلیل اثر منفی افزایش غلظت سبوس گندم بر بافت نان بربری را کاهش میزان گلوتن موجود در سیستم با جایگزینی سبوس و به تبع آن کاهش قابلیت نگهداری گاز بیان می‌نمایند. هیدروکلوئیدهای سبوس نیز به دلیل جذب آب و کاهش اثر روان کنندگی آن می‌توانند سفتی نان را افزایش دهند [۲۳]. بر اساس یافته ندلالا و همکاران (۲۰۱۹) 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. افزایش میزان سفتی در طی دوره نگهداری می‌تواند حاصل از دست رفتن رطوبت باشد، چراکه رابطه عکس بین میزان رطوبت و سفتی محصول وجود دارد [٢٤]. مجذوبی و همکاران (۱۳۹۲) معتقدند که سبوس فرآوری شده به روش هیدروترمال، مقدار فیبر بیشتری دارد و ازآنجایی‌که افزایش سفتی بافت، می‌تواند ناشی از وجود فیبر بیشتر در نمونه در مقایسه با سبوس فرآوری نشده باشد، بنابراین افزایش سفتی در نمونه‌های حاوی سبوس هیدروترمال شده قابل توجیه است [۷].

یکی دیگر از آزمون‌های مهم در تعیین بافت نان اندازه‌گیری پیوستگی می‌باشد. پیوستگی توصیف مقاومت درونی ساختار نان است [۷]. مقدار پیوستگی در روزهای نگهداری با گذشت زمان در تیمارهای مختلف به‌طور معنی‌داری روند کاهشی نشان می‌دهد که می‌تواند به دلیل تراکم برخی از قسمت‌های داخلی آن باشد که در اثر پدیده بیاتی اتفاق می‌افتد. روند کاهشی مذکور در تیمار فاقد سبوس بیشتر از سایر نمونه‌ها مشاهده می‌شود و بعد از گذشت پنج روز میزان پیوستگی در این تیمار به ۰/۳۹ کاهش پیدا می‌نماید و پس از آن در تیمار حاوی نه درصد سبوس روند نزولی پیوستگی منتهی به ۰/۳۱ در روز پنجم پس از پخت می‌شود (جدول ۲). کایی و همکاران (۲۰۱٤) بیان کردند که احتمال وقوع بیاتی در نمونه‌های دارای پیوستگی کمتر در طی دوره ذخیره‌سازی بیشتر است [۲۵]. به‌کارگیری فرآیند هیدروترمال و افزایش غلظت فیبرهای محلول می‌تواند دلیل افزایش ظرفیت نگهداری آب در طی روزهای نگهداری باشد. در واقع جذب آب مناسب ترکیبات فیبری می‌تواند مانع از اتلاف آب در طی روزهای نگهداری شده و واکنش میان ترکیبات فیبری و مولکول‌های نشاسته فرایند رتروگراداسیون مولکول‌های نشاسته

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.43]

را در بافت نان کند نماید. البته تأثیر افزودن به مقدار ماده افزوده شده نیز بستگی دارد [۵].

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. درنتیجه افزایش الاستیسیته افزایش فنریت اتفاق می‌افتد [۱۹]. فنریت در روزهای نگهداری به‌طور معنی‌داری روند کاهشی را طی می‌کند و در همه تیمارها این روند مشابه است که می‌تواند یکی از دلایل بیاتی نان به شمار رود (جدول ۲). میلانی و حسینی (۲۰۱۸) در تحقیق خود فقدان رطوبت در طی ذخیره‌سازی را عامل اصلی کاهش فنریت بیان می‌کنند [۲۲]. بعلاوه در تحقیق دیگری مشخص شد که افزودن سبوس برنج در آرد گندم با درصد استخراج ۸۲ و ۸۸ نیز میزان کشش‌پذیری نان حاصل را در طی دوران نگهداری به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد [۵]. بررسی تأثیر افزایش سطوح جایگزینی سبوس برنج از ۱۰ تا ۴۰ درصد نیز در فرمولاسیون نان کاهش کشش‌پذیری بافت نان را نشان می‌دهد [۲۶]. چربی‌ها به پروتئین‌ها در طی مخلوط کردن و به نشاسته در طی مراحل پخت اتصال ایجاد می‌نمایند. در حضور مقادیر بالای فیبر، اتصال چربی – پروتئین و چربی – نشاسته به دلیل واکنش بین فیبر و منوپلی مرها کاهش می‌یابد. [۲۲]. درصورتی‌که با اعمال فرایند هیدروترمال، تفاوت معنی‌دار بین تیمارها مشاهده نشده است. از طرف دیگر، با بررسی گذشت زمان مشخص می‌شود که میزان صمغیت و مقاومت به جویدن در دوران نگهداری نیز به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. این سیر صعودی در همه تیمارها مشابه می‌باشد (جدول ۲).

Table 2 Crumb texture profile analyses of bread samples during storage

HT-RB (%)	Day	Hardness (N)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (N)	Chewiness (mj)	Adhesiveness (N)
0	1	4.21 ± 0.260^{cC}	0.62 ± 0.159^{A}	10.97 ± 0.950^{A}	2.38 ± 0.336^{bC}	25.00 ± 3.676^{bC}	0.60 ± 0.200^{Ab}
	3	8.97 ± 1.056^{bB}	0.43 ± 0.064^{B}	10.10 ± 0.282^{B}	3.85 ± 0.299^{abB}	38.90 ± 3.316^{aB}	0.87 ± 0.155^{Ba}
	5	11.74 ± 1.257^{aA}	0.39 ± 0.025^{B}	10.05 ± 0.422^{B}	4.83 ± 0.243^{aA}	50.17 ± 3.009^{aA}	0.90 ± 0.100^{abA}
3	1	4.83 ± 0.283^{bC}	0.53 ± 0.026^{A}	11.38 ± 1.259^{A}	2.42 ± 0.140^{bB}	27.73 ± 4.576^{abC}	0.77 ± 0.569^{Ab}
	3	9.28 ± 0.644^{bB}	0.41 ± 0.012^{B}	10.68 ± 0.748^{B}	3.17 ± 0.385^{bB}	35.27 ± 0.961^{aB}	1.27 ± 0.306^{abA}
	5	11.47 ± 1.326^{aA}	0.40 ± 0.055^{B}	9.52 ± 0.83^{C}	4.46 ± 0.287^{aA}	45.33 ± 2.650^{aA}	0.80 ± 0.173^{bB}
6	1	5.01 ± 0.212^{bC}	0.52 ± 0.010^{A}	12.35 ± 0.591^{A}	2.66 ± 0.145^{abC}	35.57 ± 2.875^{aB}	0.67 ± 0.155^{aB}
	3	8.88 ± 1.125^{bB}	0.36 ± 0.038^{B}	9.86 ± 1.507^{B}	3.44 ± 0.408^{bB}	37.77 ± 2.892^{aB}	1.43 ± 0.208^{aA}
	5	11.44 ± 0.046^{aA}	0.39 ± 0.012^{B}	9.59 ± 1.397^{B}	4.49 ± 0.133^{aA}	49.07 ± 2.309^{aA}	1.27 ± 0.231^{abA}
9	1	6.59 ± 0.099^{aB}	0.47 ± 0.012^{A}	10.32 ± 0.490^{A}	3.04 ± 0.056^{aB}	36.43 ± 2.554^{aC}	0.90 ± 0.100^{aB}
	3	12.00 ± 0.843^{aA}	0.34 ± 0.031^{B}	9.57 ± 0.755^{B}	4.57 ± 0.267^{aA}	42.07 ± 4.500^{aB}	1.57 ± 0.115^{aA}
	5	13.97 ± 1.905^{aA}	0.31 ± 0.32^{B}	9.00 ± 0.24^{B}	4.65 ± 0.12^{aA}	58.70 ± 12.477^{aA}	1.57 ± 0.146^{aA}

* Values are reported as mean ± SD of three replications.
[a-d] Each column with the same code letters are not significantly different at $p<0.05$
HT-RB: Hydrothermled rice bran

۳-۴- ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی توسط ارزیاب‌ها نشان داد که نان حاوی سه درصد سبوس به‌طور معنی‌داری نمرات بیشتری نسبت به نمونه فاقد سبوس و سایر تیمارها به دست آورده است. به‌طوری‌که پس از تیمار حاوی سه درصد سبوس، تیمار فاقد سبوس و بعدازآن سایر تیمارها (حاوی شش و نه درصد سبوس) قرار می‌گیرند (جدول ۳). از آنجائی که فرآیند هیدروترمال سبب نرم شدن ذرات سبوس می‌گردد، پس می‌تواند احساس دهانی بهتر و عطروطعم مطلوب را پس از فرآیند در مقادیر پایین ایجاد نماید. با توجه به اینکه سبوس معمولی دارای طعم تلخی است، فرآیند هیدروترمال با اصلاح آن سبب بهبود طعم و افزایش پذیرش کلی می‌گردد. کاهش امتیاز ارزیابی حسی در تیمارهای با درصد بالاتر سبوس می‌تواند به افزایش تیرگی و سفتی نمونه‌ها مربوط باشد [۲۷]. گومز و همکاران (۲۰۱۱) نیز کاهش نمره پذیرش نان دارای سبوس گندم خام و اکسترود شده را نسبت به فاقد سبوس گزارش نمودند [۱۳]. در تحقیقی دیگر تقی نیا و همکاران (۲۰۱۵) نیز به افزایش نمره پذیرش کلی نان بربری از نمونه شاهد تا نمونه حاوی ده درصد سبوس برنج تیمار شده اشاره نمودند [۱۳]. سایرام و همکاران (۲۰۱۱) نیز معتقدند که افزایش سبوس برنج در نمونه‌های نان در سطح پنج و ده درصد پذیرش کلی را نسبت به سایر تیمارها با درصد سبوس بالاتر افزایش می‌دهد [۲۸].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.43]

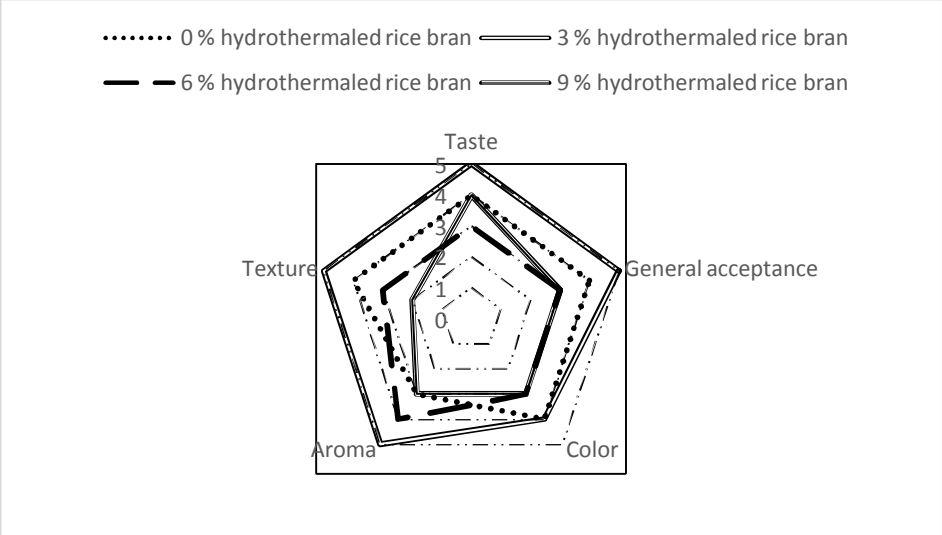

Fig 2 Radar plot of sensory evaluation of different bread samples as a function of hydrothermaled rice bran wheat flour ratio

٤- نتیجه‌گیری کلی

استفاده از فرایند هیدروترمال می‌تواند به‌عنوان یک تکنیک جهت کاهش اسیدفیتیک سبوس برنج محسوب شود. در مطالعه حاضر، تأثیر افزودن سبوس برنج فراوری‌شده به روش هیدروترمال در نان، با هدف به‌کارگیری ضایعات کارخانه‌های برنج‌کوبی و منبع طبیعی ترکیبات زیست فعال مورد ارزیابی قرار گرفت. آنالیز ویژگی‌های فیزیکی نیز حاکی از افزایش حجم مخصوص و به‌تبع آن کاهش دانسیته نان تا تیمار حاوی شش درصد سبوس برنج و برقراری روند معکوس با افزایش بیشتر درصد افزودن سبوس در تیمارهای دیگر بود. بیشترین میزان رطوبت و تغییر رنگ نیز در تیمار حاوی نه درصد سبوس برنج مشاهده گردید. تغییرات ویژگی‌های بافتی نیز نشان‌دهنده افزایش سفتی و صمغیت با افزایش میزان سبوس بود و درنهایت بررسی و آنالیز آزمون‌های حسی، تیمار حاوی سه درصد سبوس را دارای پذیرش کلی بالاتر نسبت به سایر تیمارها معرفی نمود. با توجه به نتایج کلی به نظر می‌رسد که استفاده از سبوس برنج هیدروترمال شده در مقدار سه درصد به لحاظ دارا بودن مقادیر بالای ترکیبات زیست فعال، مغذی و مقرون‌به‌صرفه می‌تواند به‌عنوان یک منبع مهم جهت غنی‌سازی محصولات نانوایی و تولید محصول با ارزش تغذیه‌ای بالا و عمل‌گرا مطرح باشد.

٥- منابع

[1] Abka, R., Kadivar, M., & Shahedi, M. (2016). Phytic acid reduction in four brans through fermentation, hydration and hydrothermal treatment. Journal of Food Technology Researches, 26(4), 659-665.
[2] Ertash, N., (2016). The effect of microwave autoclave and hot air oven stabilized wheat bran substitution on nutritional and sensorial properties of flat breads. Journal of food and health science, 2(4), 147-158.
[3] http://www.Ion.ir/news/483958
[4] Mosharraf, L., kadivar, M., & shahedi, M. (2009). Effect of hydrothermaled bran on physicochemical rheological and microstructural characteristics of Sangak bread. Journal of cereal science, 49,398-404.
[5] Milani, E., Pourazarang, H., & Mortazavi, S. A. (2009). Effect of rice bran addition on dough rheology and textural properties of Barbary bread. *Food Sciences and Technology*, 6, 23-21.
[6] Esmaeili, M., Rafe, A., Shahidi, S.A. & Ghorbani Hasan- Saraei, A. (2016). Functional properties of rice bran protein isolate at different pH levels. Cereal Chemistry, 93(1), 58-63.
[7] 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), 171-178.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]
[DOI: 10.52547/fsct.18.112.43]

[8] Gareia Estepq, R. M., Guerra Hernandez, E., & Garcia Villanova, B. (1999). Phytic acid content in milled cereal products and breads. Food research International, 32, 217-221.
[9] Vahabzadeh, M., Esfahani, M., Aalami, A., Shhadi-Koumleh, A., Fallah-Shamsi, S. A., & Hemmati, S. (2015). Effect of phosphorus fertilizer levels and parboiling of paddy on phytic acid and mineral content of three rice (Oryza sativa L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences, 17(4).
[10] Faria, S., Bassinello, P., & Penteado, M. (2012). Nutritional composition of rice bran submitted to different stabilization procedures. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, 4(48), 652-657.
[11] Soleimani Fard, M., Fadaeeyan Chegini, F., Najafian, G., Sadeghi Mahoonak, A., & Khamiri, M. (2012). Evaluation of effect of Kafiran on volume bread quality and shelf life. Journal of innovation in food science and technology, 5 (4).
[12] Taghinia, P., Ataye-saleh, E., & shei kholeslami, Z. (2015). Impact of preheated rice bran on wheat dough performance and Barbari bread quality. Journal of agriculture science and technology, 17, 135-144.
[13] 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, 2231-2237.
[14] Tayefe, M., Shahidi, S. A., Milani, J. M., & 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), 2878-2888.
[15] Didar, Z., Ardabili, S. M. S., Mizani, M., Khodaparast, M. H. H., & Ghaemi, A. (2008). Effect of different method of soaking, hydrothermal and fermentation on reduction of phytic acid content in wheat bran. Food Technology & Nutrition, 5(3), 88-99.
[16] A-A-20126E, February 26, 2004. Commercial Item Description Flour. The U. S. Department of Agriculture (USDA) has authorized the use of this commercial Item Description (CID).
[17] Maleki, G., & Milani, J. (2013). Effect of guar gum, cmc and hpmc on dough rheology and physical properties of Barbari bread. Food Sci. Technol. RES, 19, 353-358.
[18] Curti, E., Carini, E., Bonacini, G., Trihuzio, G., & Vahadini, E. (2013). Effect of the addition of bran fractions on bread properties. Journal of coral science, 57, 325 - 332.
[19] Bagherzadeh, S., Mohammadzadeh Milani, J., & Kasaee, M. R. (2018). The effect of tartaric ester of monoglycerides and maltogenic α-amylase on physical and textural properties of pan-bread. Journal of food science and technology, 78 (15), 143-156.
[20] Keogelenberg, D., & Chimphango, F. A. (2016). Effect of wheat bran arabinoxylan as partial flour replacer on bread properties. Food chemistry article in press.
[21] Kurek, M. A., Wyrwiz, J., Krap, S., Brzeska, M., & Weirzbicka, A. (2017). Comparative analysis of dough rheology and quality of bread baked from fortified and high-in-fiber flours. Journal of cereal sciences, 74, 210-217.
[22] Milani, J. M., & Hoseini, H. (2018). Application of coated wheat bream to produced Barbari Bread with increased nutritional value and improved bread torture and she if like. Acta Ali mentari, 47(3), 259-266.
[23] Movahhed, G. G., Milani, E., & Jafari, M. (2018). Utilization of extruded wheat bran in Barbary bread: Evaluation of sensory, color and texture properties of bread and rheological properties of dough. Food Sciences & Technology, 82(15), 129-137.
[24] Ndlala, F. N., Onipe, O. O., Mokhele, T. M., Anyasi, T. A., & Jideani, A. I. (2019). Effect of wheat bran Incorporation on the physical and sensory properties of a South African cereal fried dough. Foods, 8 (559), 1-15.
[25] Cai, L., Choi, I., Lee, C., Park, K., & Baik, B. (2014). Bran characteristics and bread-baking quality of whole grain wheat flour. Cereal chem, 91(4), 398-405.
[26] Sudha, M.L.R., Vetrimani, K., & Leelavathi, K. (2007). Influence of fiber from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. Food Chemistry, 100, 1365 - 1370.
[27] Majzoobi, M., Pashangeh, S., Farahnaky, A., Eskandan, M. H., & Jamaran, J. (2014). Effect of particle size reduction, hydrothermal and fermentation treatments on phytic acid content and some physicochemical properties of wheat bran, J food Sci technal, 55(10), 2755 - 2761.
[28] Sairam, S., Gopala, K., & vrooy, A. (2011). Physic- chemical characteristic of defatted rice bran and its utilization in s bakery product. Journal of food science and technology, 18(4), 478 - 483.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.43]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Effect of hydrothermaled rice bran addition on bread physical, textural and sensory characteristics

Tayefe, M. [1], Shahidi, S. A. [2]*, Mohammadzadeh Milani, J. [3], Sadeghi, S. M. [4]

1. PhD candidate of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol, Iran.
2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
3. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
4. Associate Professor, Department of Agriculture, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Lahijan, Iran.

ARTICIE INFO

Article History:

Received 06 October 2020
Accepted 12 December 2020

Keywords:

Hydrothermal,
Phytic acid,
Rice bran,
Sensory characteristics,
Textural characteristics.

DOI: 10.52547/fsct.18.03.05

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

ABSTRACT

Although one of the most suitable methods for natural fortification of bread is using fiber sources such as rice bran, due to its negative effect on the physical, textural, nutritional and sensory properties of bread, the addition of fiber has not yet been widespread. In this study, the effect of adding hydrothermaled rice bran to bread, as the dominant feed of the community, in optimal conditions and for amounts of 3%, 6% and 9% of wheat flour, was investigated. The results showed that by a slight increasing in the percentage of added hydrothermaled rice bran, the specific volume of bread was increased and the density was decreased. The highest crumb moisture content was observed for high amounts of added bran (6% and 9%). The ratio of crust to crumb also showed a direct relationship by increasing the percentage of bran. Textural changes also indicate that the degree of firmness and gumminess of bread has been significantly increased during storage days (first to fifth day) by increasing the amount of hydrothermaled rice bran. However, the cohesiveness of bread had a significant downward trend by increasing the amount of bran and also during the storage period. Also, among the added amounts of bran, the sample containing 3% bran significantly obtained higher scores in terms of sensory characteristics comparing with the control sample and other samples. Summing up, the results of this study showed that small quantities of hydrothermaled rice bran can be used to produce more useful bread with desirable sensory properties.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.43]