مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۱۳/ شماره ٤/سال ۱۳۹۱/ص ٦٠-٥١

تأثیر فرآوری هیدراتاسیون گرم سبوس گندم با ذرات ریز بر ترکیبات شیمیایی آن و خواص نانوایی خمیر

منا ایوز و لاله مشرف[*،**]

[*] نگارنده مسئول، نشانی: اصفهان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ص. پ: ۱۹۹-۸۱۷۸۵، تلفن: ۷۷۶۰۰۶۱(۰۳۱۱)، پیام‌نگار: mosharaf@ag.iut.ac.ir

[**] به‌ترتیب: دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار؛ و استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱/۲۶

چکیده

در سال‌های اخیر فیبرهای رژیمی به دلیل داشتن آثار مفید فیزیولوژیکی و متابولیکی در بدن مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. میزان فیبرهای رژیمی مورد نیاز بدن، حدود ۳۰ گرم در روز توصیه شده است اما مصرف آن در تغذیهٔ روزانه معمولاً کمتر است. غنی‌سازی مواد غذایی با سبوس گندم به عنوان منبع غنی از فیبرهای رژیمی با توجه به ابعاد و آثار تخریبی آن بر شبکه گلوتنی، اغلب مشکلاتی در خصوصیات رئولوژیکی و کیفی خمیر و در نهایت نان تهیه شده به وجود می‌آورد. در این تحقیق از سیستم تحلیل و پردازش تصویری برای اندازه‌گیری اندازه ذرات سبوس استفاده شد. پس از آن به منظور کاهش آثار تخریبی سبوس بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر، هیدراتاسیون گرم در دمای ٤٥ درجه سلسیوس در مورد سبوس با اندازهٔ ریز قبل از اضافه کردن آن به آرد اعمال شد. نتایج آزمون فارینوگراف نشان می‌دهد که میزان جذب آب، زمان گسترش، پایداری و عدد والوریمتری خمیر حاوی سبوس فرایند شده به روش هیدراتاسیون به ترتیب حدود ۱، ۱۵، ۵۰، و ۱۰ درصد افزایش و درجهٔ نرمی خمیر از ۱۲۰ به ۷۰ درجهٔ برابندر کاهش یافت. تیمار مذکور مقادیر فیبر سبوس را حدود ۲۵ درصد افزایش و گلوتاتیون را ۵۵ درصد کاهش داد.

واژه‌های کلیدی

پردازش تصویر، سبوس گندم، خواص رئولوژیکی، فیبر رژیمی، هیدراتاسیون گرم

مقدمه

در نیم قرن اخیر، مصرف فیبرهای رژیمی به دلیل تاثیرات مفید فیزیولوژیکی و متابولیکی که بر سلامت بدن انسان دارد مورد توجه بسیاری از محققان و محافل علمی قرار گرفته است. فیبرهای رژیمی شامل تمام قسمت‌های موادغذایی گیاهی است که بدن انسان قادر به هضم و جذب آن‌ها نیست. اهمیت فیبرهای رژیمی در کاهش چربی، قند خون، درمان چاقی، کاهش ابتلا به سرطان‌های روده و دستگاه گوارش به خوبی شناخته شده است (Farvili *et al.*,1997; Jocobs & Gallaher, 2004; Larson *et al.*, 2005; Basman & Koksel, 1999).

یکی از بهترین راه‌های استفاده از فیبرهای رژیمی، غنی‌سازی نان با فیبرهای رژیمی مختلف مانند سبوس گندم است (Mosharraf *et al.*, 2009). در کشور ما مصرف عمده نان از نوع نان‌های مسطح نظیر لواش، سنگک، بربری و تافتون است. افزودن منابع حاوی فیبرهای غذایی به فرمول نان اغلب با ایجاد مشکلاتی در خواص کیفی خمیر و نان همراه است. افزودن سبوس

© 2015,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

سبب سفتی، تیرگی رنگ، کاهش حجم و گاهی تغییر مزهٔ نان می‌شود. به‌علاوه، خمیرهای حاصل جذب آب زیادی دارند که سبب کاهش تحمل خمیر می‌شود (Wang *et al*., 2002).

آثار منفی سبوس در ساختار خمیر به کاهش سهم گلوتن و افزایش ذرات سبوس در خمیر مربوط می‌شود (Katina *et.al*., 2006). گویلن و چامپ (Guillon & Champ., 2000) نشان دادند که آسیاب کردن و ریز کردن سبوس باعث کاهش آثار مخرب فیزیکی بر پارگی شبکهٔ گلوتن می‌شود. علاوه بر آن، نتایج تحقیقات محققان تأثیر شدید ابعاد سبوس را بر خصوصیات کیفی خمیر و محصولات نانوایی نشان می‌دهد (Mosharraf *et al*., 2009; Zhang & Moore, 1999). بنابراین، تعیین اندازهٔ ذرات سبوس به منظور مصرف در صنایع نانوایی حائز اهمیت است.

از روش‌های اندازه‌گیری ذرات می‌توان به روش سیستم تحلیل و پردازش تصویر اشاره کرد. پردازش تصویر عبارت است از تکنولوژی تهیه و آنالیز تصاویر صحنه‌ای واقعی با کامپیوتر به منظور کسب اطلاعات فرآورده. نمونهٔ بارز کاربرد روش پردازش تصویر در صنایع‌غذایی است که در واقع عناصر تشکیل‌دهندهٔ آن قابل مشاهده و توصیف هستند، به نحوی که می‌توان تصاویر آن‌ها را استخراج و به عنوان شاخص کیفیت مطرح کرد (Zheng *et al*., 2006).

اگلیسیس و همکاران (Iglesias *et al*., 2010) طی تحقیقی نشان دادند که کیفیت نانوایی سبوس و خصوصیات تغذیه‌ای آن تحت تاثیر اندازه ابعاد سبوس است و از روش پردازش تصویر برای بررسی آن استفاده کردند. این محققان با جایگزینی ۱۰ درصد سبوس ریز در نان حجیم و با استفاده از سیستم پردازش تصویر نشان دادند که حجم نان کاهش و سفتی بافت مغز نان افزایش می‌یابد. ژنگ و همکاران (Zheng *et al*., 2006) در مقاله‌ای به ارزیابی و بازرسی کیفی محصولات غذایی، با استفاره از سیستم پردازش تصویر، پرداختند و اندازه، شکل، بافت و رنگ را که چهار زمینه کاربرد پردازش تصویر است بررسی کرده‌اند.

ذرات سبوس باعث ایجاد پارگی‌هایی در ساختار شبکهٔ گلوتن می‌شود در نتیجهٔ خروج گاز دی‌اکسیدکربن از این شبکه آسان می‌شود. در حقیقت، این ذرات به عنوان نقاط ضعف یا نقاط تمرکز تنش در دیوارهٔ سلول‌های هوایی ایجاد شدهٔ درون خمیر عمل کرده و باعث تخریب ساختار حجیم خمیر می‌شوند (Farvili *et al*., 1997). فرآوری‌هایی مانند شستشوی سبوس برای حذف ترکیبات مضر داخل آن، آسیاب کردن آن برای ریزتر کردن ذرات و تیمارهای حرارتی مختلف برای فعال کردن آنزیم‌ها (مانند آنزیم فیتاز) باعث بهبود خصوصیات کیفی و رئولوژیکی خمیر و نان حاوی سبوس می‌شود (Lai *et al*., 1989a; Lai *et al*., 1989b). با وجود خصوصیات تغذیه‌ای سبوس، وجود برخی ترکیبات نامطلوب در آن، مانند گلوتاتیون، بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر اثر منفی می‌گذارد (Nells *et al*., 1998). گلوتاتیون یک ترکیب احیاکننده (کاهنده) و از عوامل مؤثر در شکسته شدن پیوندهای دی‌سولفیدی در ساختار گلوتن است که دمای بالا باعث تجزیه آن می‌شود (Curic & Karlovic., 2001; Hamed *et al*., 1973; Mosharraf *et al*., 2009; Tea *et al*., 2005).

در این تحقیق از هیدراتاسیون گرم در دمای ۴۵ درجه سلسیوس استفاده شد. مشرف و همکاران (Mosharraf *et al*., 2009) طی فرآوری سبوس گندم به روش هیدروترمال در محیط بافر نشان دادند که میزان گلوتاتیون سبوس حدود۶۰ درصد کاهش می‌یابد که آن را دلیلی بر بهبود خصوصیات فارینوگرافی خمیر حاوی

سبوس فرآوری شده می‌دانند، ضمن این‌که میزان فیبر کل نیز طی فرآوری مذکور به میزان ۱۰ درصد افزایش یافته است.

تحقیقات نلز و همکاران (Nelles *et al.*, 1998) نشان می‌دهد که هیدراته کردن سبوس قبل از افزودن آن به خمیر باعث افزایش حجم نان و بهبود خصوصیات کیفی آن در نان گندم حاوی ۱۲ درصد سبوس می‌شود. گفته شده است که بهبود این خصوصیات کیفی به دلیل هیدراتاسیون اجزای آرد، افزایش فعالیت لیپوکسی ژناز و شستشو و خارج کردن گلوتاتیون آزاد از محیط است.

در صنایع نانوایی کشور، سبوس مصرفی بدون در نظر گرفتن اندازهٔ ذرات آن و بدون هرگونه پیش‌فرآیند به خمیر نان اضافه می‌شود. بنابراین، در تحقیق حاضر به معرفی سیستم پردازش تصویر جهت اندازه‌گیری دقیق ذرات سبوس پرداخته می‌شود و پس از آن اثر فرآوری سبوس گندم با اندازه ریز به روش هیدراتاسیون گرم بر خواص فارینوگرافی خمیر حاوی آن و تغییرات میزان فیبر و گلوتاتیون سبوس طی این فرآوری بررسی خواهد شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های آرد گندم

به منظور اجرای این تحقیق، گندم واریتهٔ کراس آزادی به صورت خالص از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان تهیه شد. پس‌از آماده‌سازی دانه‌های گندم (در آب با دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت)، عملیات آسیاب نمونه‌ها با آسیاب بوهلر(Buhler AG, Mlu 202, Switzerland) آسیاب شدند. با تنظیم درجات آسیاب و الک کردن با مش ۱۰ و ۶، آرد با درجهٔ استخراج ۷۵ درصد و سبوس در دو اندازه ریز و درشت از یکدیگر جدا شدند. سبوس ریز در دمای ۴۵ درجه سلسیوس تحت فرآوری هیدراتاسیون قرار گرفت. در مرحلهٔ بعد سبوس معمولی و فرآوری‌شده به میزان ۱۲ درصد به دو نمونه آرد بدون سبوس اضافه شد و آرد نان تافتون با درجهٔ ۸۷ درصد به دست آمد.

فرآوری هیدراتاسیون گرم

سیصد گرم سبوس گندم به نسبت ۱ به ۱۰ با آب مقطر مخلوط شد. این مخلوط در دمای ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت در حمام آب گرم قرار داده شد. سبوس، پس از خارج کردن از محیط آبی، در آون در دمای ۳۷ درجه سلسیوس قرار داده شد تا خشک شود.

آزمون‌های شیمیایی

در این تحقیق خاکستر، رطوبت، فیبر وگلوتاتیون بر اساس استانداردهای AACC به شرح ذیل انجام شد.
به روش مصوب AACC به ترتیب به شماره‌های ۰۱-۰۸، ۴۶-۱۶، ۱۷-۳۲ و ۰۱-۱۰ انجام شد (Anon, 1984).

تعیین اندازهٔ ذرات سبوس به روش سیستم تحلیل و پردازش تصویر

تجزیه و تحلیل مبتنی بر پردازش تصویر عموماً پنج مرحله دارد. در مرحلهٔ تصویربرداری، تصاویر به فرم دیجیتالی تبدیل می‌شوند. در مرحلهٔ پیش‌پردازش، تصویر دیجیتالی بهینه‌سازی و به صورت تصویری با همان ابعاد تصویر اصلی ارائه می‌شود. در مرحلهٔ قطعه‌بندی، تصویر حاصل به مناطق گسترده‌ای که هم‌پوشانی ندارند تقسیم می‌شود و در مرحلهٔ اندازه‌گیری، ویژگی‌های جسم مورد نظر در تصویر، نظیر اندازه، شکل، و رنگ اندازه‌گیری می‌شود. در مرحلهٔ آخر، جسم مورد نظر بر اساس خواص اندازه‌گیری شدهٔ آن در گروه‌های جداگانه‌ای طبقه‌بندی می‌شود (Du & Sun., 2004).

در تحقیق حاضر نمونه‌هایی از سبوس با هر اندازه به صورت تصادفی جهت اندازه‌گیری طول و مساحت از طریق پردازش تصویر، انتخاب شد. این نمونه‌ها به صورت تصادفی و یکنواخت روی یک صفحهٔ مشکی رنگ، مات و با سطحی کاملاً صاف و یکنواخت پاشیده شدند. برای عکس‌برداری، از یک دوربین دیجیتالی رنگی canon مدل

Eoslo-18MP شامل یک لنز Sony مدل vcl-1012 by با فاصلهٔ کانونی ۱۲۰-۱۰ میلی‌متر استفاده شد. برای عکس‌برداری با ثبات و همچنین حرکت عمودی، یک سه‌پایهٔ مناسب استفاده شد. نور اتاق عکس‌برداری از نور محیط و به صورت یکنواخت تامین شد تا در حد امکان از وجود سایه جلوگیری شود. فاصلهٔ دوربین تا نمونه‌ها روی ۵۰ سانتی‌متر تنظیم شد. تحلیل وضوح تصویر ۱۶۰۷۲ میلی‌متر به پیکسل و اندازهٔ تصویرها ۲۵۹۲×۱۹۴۴ پیکسل بود.

عکس‌های به دست آمده از نمونه‌ها با نرم‌افزار Scion نگارش ۰.۴.۰.۳ پردازش و تحلیل شد. در مرحله اول برای بهبود کیفیت و به دست آوردن دقیق‌ترین تحلیل، نور و رنگ عکس‌ها با نرم‌افزار اصلاح شدند. در مرحلهٔ دوم مقیاس واقعی عکس‌ها با استفاده از شیء مرجع به دست آمد و در نهایت طول و مساحت تک‌تک قطعات سبوس به کمک نرم‌افزار محاسبه شد (Aghayeghazvini *et al*., 2009).

آزمون رئولوژی

آزمایش فارینوگراف با استفاده از دستگاه فارینوگراف (Brabender, Disberg, Germany) مطابق با استاندارد AACC با افزودن ۲۱۵ میلی‌لیتر آب به ۳۰۰ گرم نمونه‌های آرد تافتون انجام گرفت (Anon, 1984).

طرح آماری

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C در قالب طرح فاکتوریل تجزیه و تحلیل و میانگین‌های تیمارها نیز به روش دانکن انجام مقایسه شدند.

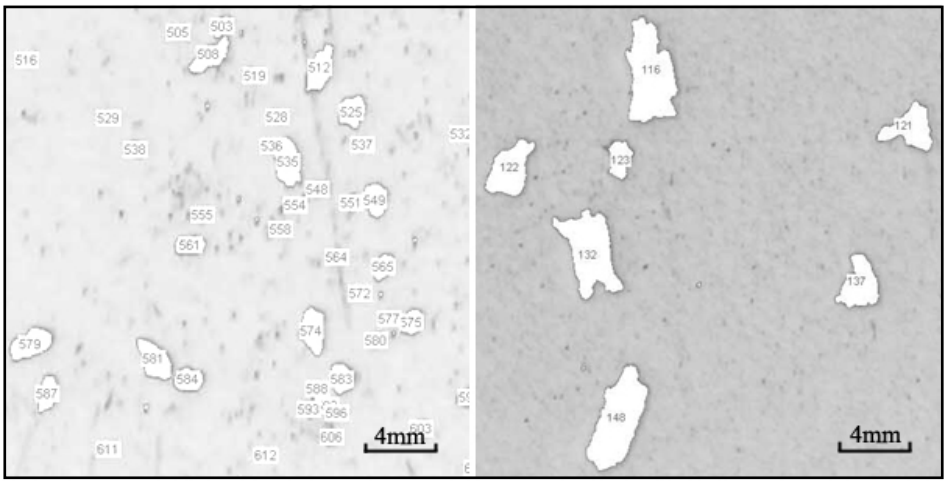
نتایج و بحث

پردازش و تحلیل تصاویر

جدول ۱ نشان‌دهندهٔ اندازه نمونه‌های سبوس مورد بررسی است. در این جدول طول و مساحت اندازه‌گیری شده به روش پردازش تصویر برای ذرات درشت و ذرات ریز سبوس دیده می‌شود. معمول‌ترین روش ارزیابی اندازهٔ ذرات سبوس استفاده از الک با مش‌های متفاوت به طور دستی یا ماشینی است که مبتنی بر عبور ذرات با اندازه‌های کوچکتر از الک است. معمولا در بیان اندازهٔ ذرات از محدوده‌ای از اندازه‌ها استفاده می شود. تقاضای روزافزون برای روش‌های عینی قابل اعتماد و کارا، در حقیقت عرضهٔ روش پردازش تصویر مبتنی بر تجزیه و تحلیل تصاویر نمونه‌ها را با استفاده از کامپیوتر ضرورت بخشیده است. این روش می‌تواند اندازه و شکل ذرات سبوس را به طور دقیق تعیین کند و جایگزین قابل قبولی برای تصمیم‌گیری مبتنی بر محدوده‌ای از اعداد باشد. شکل‌های ۱ و ۲ شکل فیزیکی نامنظم ذرات سبوس را نشان می‌دهند.

جدول ۱- اندازهٔ نمونه‌های سبوس

نمونه‌ها	میانگین طول (میکرومتر)	میانگین مساحت (میلی‌متر مربع)
سبوس ریز	۳۲۳	۰/۰۹۷
سبوس درشت	۳۲۱۳	۴/۸۳



شکل ۱- نمونه‌های سبوس درشت گندم.

شکل ۲- نمونه‌های سبوس ریز گندم.

استفاده از ابعاد ذرات سبوس، درک صحیحی از آسیب‌های مکانیکی وارده از طرف سبوس به بافت خمیر را امکان‌پذیر می‌سازد. اما، همان‌طور که در تصاویر مشخص است، به دلیل متفاوت بودن طول و عرض سبوس‌ها می‌توان به جای ابعاد ذرات از مساحت آن‌ها جهت تعیین اندازهٔ ذرات استفاده کرد.

خصوصیات شیمیایی سبوس

نمونه‌های سبوس گندم با اندازهٔ ریز قبل و بعد از فرآوری هیدراتاسیون گرم جهت اندازه‌گیری فیبر، خاکستر، رطوبت و گلوتاتیون مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج این آزمون‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲ - ویژگی‌های سبوس معمولی و فرآوری شده به‌روش هیدراتاسیون گرم [۱]

ویژگی	سبوس معمولی	سبوس فرآوری شده
رطوبت (درصد وزنی)	۱۰/۶۰ ± ۰/۰۹a	۸/۵۸ ± ۰/۳۵b
فیبر (درصد وزنی)	۱۰/۸۰ ± ۰/۲۶b	۱۴/۲۴ ± ۰/۶۱a
خاکستر (درصدوزنی)	۶/۴۸ ± ۰/۴۸a	۳/۸۹ ± ۰/۳۷b
گلوتاتیون (میلی‌لیتر)	۱/۵۶ ± ۰/۰۱a	۰/۷۷ ± ۰/۰۴b

۱- اعداد، میانگین سه تکرار ± انحراف معیار هستند. اعداد دارای حروف غیر مشترک در هر ردیف تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

جدول ۲ نشان می‌دهد که مقدار فیبر در سبوس گندم حدود ۱۰ درصد است، اما این عدد میزان فیبر بر اساس رقم گندم، نوع خاک، شرایط آب و هوایی کشت، و زمان برداشت محصول تغییر می‌کند (Rehinan *et al.*, 2004). تحقیقات جنکینز و همکاران (Jenkins *et al.*, 2001) نشان می‌دهد که ۱۰۰ گرم سبوس خالص گندم حدود ۴۲ گرم فیبر رژیمی دارد.

تأثیر عملیات هیدراتاسیون گرم بر میزان فیبر و خاکستر نمونهٔ سبوس در جدول ۲ آورده شده است. میزان فیبر سبوس طی فرآوری افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند که دلیل آن جداشدن آندوسپرم گندم چسبیده به سبوس در اثر شستشو در محیط آبی و در نتیجه افزایش نسبت فیبر در نمونهٔ سبوس است. میزان خاکستر طی فرآوری به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. دلیل این

موضوع خارج و پخش شدن املاح سبوس در محیط آبی و در نتیجه کاهش نسبت خاکستر در نمونهٔ سبوس است. این نتایج با نتایج محققان دیگر مبنی بر افزایش میزان فیبر و کاهش میزان خاکستر در فرآوری‌های همراه با شستشوی نمونه‌های مختلف مطابقت دارد (Mosharraf *et al*., 2009; Rehinan *et al*., 2004; Wang *et al*., 2008).

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود میزان گلوتاتیون به هنگام فرآوری هیدراتاسیون گرم به میزان ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. در نتیجه، پیوندهای دی‌سولفیدی که در حضور گلوتاتیون و سایر مواد اکسید-کننده روی می‌دهد در فرآوری هیدراتاسیون گرم کمتر تخریب می‌شود و حفظ پیوندهای دی‌سولفیدی موجود باعث افزایش مقاومت خمیر خواهد شد. این نتایج با نتایج تحقیق قبلی نویسندگان (Mosharraf *et al*., 2009) و نیز نتایج تحقیقات نلز (Nelles *et al*., 1998) مطابقت دارد.

خصوصیات فارینوگرافی خمیر

جذب آب به دلیل بهبود کیفیت نگهداری نان و حل مشکلات فرآوری خمیرهای سفت، عامل مهمی در تولید نان است. نتایج حاصل از این تحقیق افزایش درصد جذب آب را در خمیر حاوی سبوس فرآوری شده به روش هیدراتاسیون گرم نشان می‌دهد (جدول ۳). این افزایش تنها در حدود یک درصد است، اما همین افزایش جزئی باعث هیدارته شدن کافی نشاسته و گلوتن به هنگام تهیهٔ خمیر و بالا رفتن کیفیت نانوایی آن است. این نتایج با نتایج نلز و همکاران (Nelles *et al*., 1998) مطابقت دارد. این محققان نشان داده‌اند که با هیدراتاسیون سبوس و سپس افزودن آن به آرد، مقدار جذب آب خمیر افزایش می‌یابد. یافته‌های پیشین (Mosharraf *et al*., 2009) نیز نشان می‌دهد که تیمار هیدروترمال با بافر در نمونه‌های سبوس، میزان جذب آب را در خمیر حاوی سبوس فرآوری شده به میزان ۱- ۰/۵ درصد افزایش می‌دهد.

بررسی هیدروکلوئیدهای مختلف نشان داده است که وجود تعداد زیاد گروه‌های هیدروکسیل در ساختار فیبرهای غذایی، جذب آب را با ایجاد پیوندهای هیدروژنی افزایش می‌دهد (Rosell *et al*., 2007). بر اساس نتایج این تحقیق زمان گسترش[1] در خمیر حاوی سبوس فرآوری‌شده طی عملیات هیدراتاسیون گرم حدود ۱۵درصد افزایش یافته است. هاریداس و همکاران (Haridas *et al*., 1991) نیز با بررسی اثر افزودن سبوس گندم، افزایش در زمان گسترش خمیر را گزارش کرده‌اند. اثر فرآوری سبوس گندم در خمیر حاوی آن بر زمان گسترش خمیر را می‌توان با واکنش‌های بین فیبرها و پروتئین‌های آرد گندم مرتبط دانست. تحقیقات چن و رابنتالر (Chen & Rubenthaler., 1988) در بررسی میکسوگراف مخلوط آرد گندم و فیبر نشان می‌دهد که دلیل تغییر خصوصیات مخلوط‌پذیری خمیر حاصل، رقیق شدن گلوتن در اثر مخلوط شدن آن با فیبر است.

مدت زمان ماندن منحنی روی خط ۵۰۰ برابندر را مقاومت خمیر گویند و بیانگر تحلیل مقاومت آرد نسبت به مخلوط شدن است. جدول ۳ نشان می‌دهد که فرآوری سبوس باعث افزایش مقاومت خمیر حاوی آن شده است، به طوری‌که میزان مقاومت خمیر حدود ۵۰ درصد افزایش یافته است. طبق نتایج تحقیقات کوریک و کارلوویک (Curic & Karlovic., 2001). زمان گسترش و مقاومت خمیر با یکدیگر رابطه مستقیم و معنی‌داری دارند و نشان‌دهندهٔ مقاومت خمیر در مقابل مخلوط شدن هستند. مقادیر بالاتر زمان گسترش و مقاومت نشان‌دهندهٔ خمیرهای قوی‌تر است. از این‌رو آردهایی که زمان گسترش خمیر بالایی دارند قاعدتاً باید زمان مقاومت خمیر خوبی نیز داشته باشند. این مطلب در نتایج تحقیق حاضر نیز مشاهده شده است. همان‌طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود میزان افزایش مقاومت در خمیر حاوی

1- Development Time

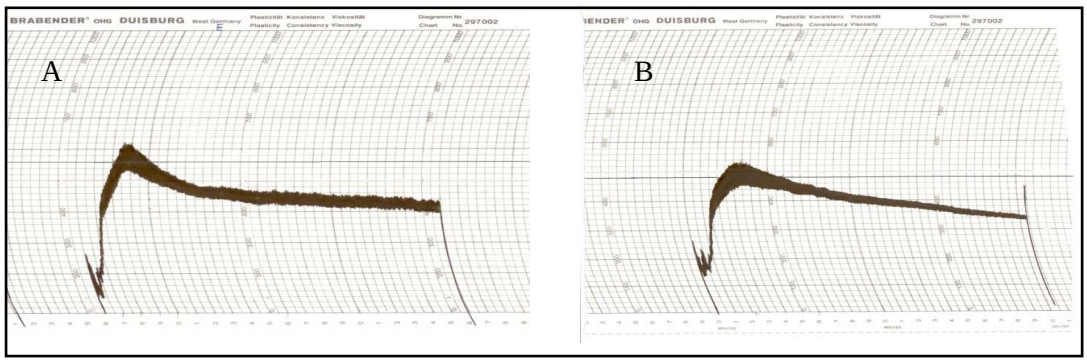
سبوس فرآوری شده به روش هیدراتاسیون گرم بیشتر از میزان افزایش مقاومت در خمیر حاوی سبوس معمولی است. در جدول ۳ مشاهده می‌شود که درجهٔ نرمی خمیر حاوی سبوس فرآوری شده به روش هیدراتاسیون گرم از ۱۲۰ درجهٔ برابندر به ۷۰ درجهٔ برابندر کاهش یافته است. درجهٔ نرمی خمیرها با مقدار مقاومت آنها رابطه معکوس دارد. هرچه مقاومت خمیر افزایش یابد، درجهٔ نرمی آن کمتر می‌شود. در شکل ۳ مشاهده می‌شود که خمیر حاوی سبوس فرآوری شده به روش هیدراتاسیون گرم نسبت به خمیر حاوی سبوس معمولی مقاومت بیشتر و درجهٔ نرمی کمتری را دارد. نتایج تحقیقات دیگر نیز موید این مطلب است (Mosharraf *et al*., 2009; Nelles *et al*., 1998).

عدد والوریمتری نشان‌دهندهٔ ارزش نانوایی خمیر است. خمیری که عدد والوریمتری بالاتری داشته باشد ارزش نانوایی آن نیز بیشتر است. جدول ۳ نشان می‌دهد که در خمیر حاوی سبوس فرآوری شده به روش هیدراتاسیون گرم عدد والوریمتری به میزان ۱۰ درصد افزایش یافته است. با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق، فرآوری سبوس به روش هیدراتاسیون گرم تا حدی بر بهبود خصوصیات نانوایی خمیر حاوی آن اثر مثبت گذاشته است.

جدول ۳- خصوصیات فارینوگرافی نمونه‌های خمیر [۱]

خصوصیات فارینوگرام	نمونه‌ها	
	آرد حاوی سبوس ریز معمولی	آرد حاوی سبوس فرآوری شده
جذب آب (درصد)	۷۲±۰/۱۹b	۷۲/۷±۰/۰۹a
زمان رسیدن (دقیقه)	۲±۰/۱۲b	۲/۲۵±۰/۱۴a
زمان گسترش(دقیقه)	۳±۰/۱۰b	۳/۵±۰/۱۳a
پایداری (دقیقه)	۲±۰/۲۵b	۴±۰/۱۳a
درجهٔ نرم شدن بعد از ۱۰دقیقه (واحد برابندر)	۱۲۰±۵/۰۰a	۷۰±۱۸/۲۵b
ارزش والوریمتری (واحد برابندر)	۴۴/۷۵±۰/۹۵b	۴۹/۰۰±۰/۵۰a

۱- اعداد، میانگین سه تکرار± انحراف معیار هستند. اعداد دارای حروف غیر مشترک در هر ردیف تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.



شکل ۳- فارینوگرام‌های آرد حاوی سبوس معمولی (A) و سبوس فرآوری شده (B)

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر سیستم پردازش تصویر به عنوان یک روش دقیق، کارا، و قابل اعتماد برای اندازه‌گیری اندازهٔ ذرات سبوس در کنار سایر روش‌ها معرفی شده است. نتایج کلی حاصل از آزمایش‌ها در این تحقیق نشان می‌دهد که فرآوری هیدراتاسیون گرم و بافت ریز دانهٔ سبوس موجب فراهم شدن شرایط مناسب جهت تجزیهٔ اسید فیتیک سبوس می‌شود و شرایط جذب عناصر دو ظرفیتی مانند کلسیم، روی، و آهن را در سیستم گوارش بهبود می‌بخشد ضمن این‌که ارزش تغذیه‌ای را هم افزایش می‌دهد. فرآوری سبوس به روش هیدراتاسیون گرم روشی آسان و کاربردی است و نه تنها باعث افزایش میزان فیبر نمونه‌های سبوس می‌شود بلکه با وارد شدن سبوس فرآوری شده به جای سبوس معمولی در آرد گندم، میزان جذب آب و قدرت خمیر حاصل از آن را نیز افزایش می‌دهد. بهبود خصوصیات فارینوگرافی خمیر حاوی سبوس ریز فرآوری شده به روش هیدراتاسیون گرم نسبت به خمیر حاوی سبوس ریز معمولی را می‌توان به کاهش میزان گلوتاتیون موجود در سبوس فرآوری شده مربوط دانست. سرانجام این‌که بهبود این خصوصیات منجر به بهبود خصوصیات کیفی و نانوایی خمیر خواهد شد.

مراجع

Aghayeghazvini, H., Afzal, A., Heidari-Soltanabadi, M., Malek, S. and Mollabashi, L. 2009. Determining Percentage of Broken Rice by Using Image Analysis. In: Li, D. and Chunjiang, Z. (Eds.) Computer and Computing Technologies in Agriculture II. Vol. 2. Springer. Boston.

Anon. 1984. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists (AACC).

Basman, A. and Koksel, H. 1999. Properties and composition of Turkish flat bread [Bazlama] supplemented with barley flour and wheat bran. Cereal Chem. 76(4): 506-511.

Chen, H., Rubenthaler, G.L and Schanus, E. G. 1988. Effect of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour. J. Food Sci. 53(1): 304-305.

Curic, D., Karlovic, D., Tusak, D., Petrovic , B. and Dugum, J. 2001. Gluten as a standard of wheat flour quality. J. Food Technol. Biotech. 39(4): 353-361.

Du, C. J. and Sun, D. W. 2004. Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. Trends. Food Sci. Tech. 15(5): 230-249.

Farvili, N., Walker, C. E. and Qarooni, J. 1997. The effects of protein content of flour and emulsifiers on Tanoor bread quality. J. Cereal Sci. 26(1): 137-143.

Guillon, F. and Champ, M. 2000. Structural and physical properties of dietary fibers, and consequences of processing on human physiology. Food Res. Int. 33(3-4): 233-245.

Hamed, M., Refai, F. Y. and Hussein, M. F. 1973. Effect of dehydrated sweet potato flour on the rheological properties of wheat Flour dough. Egyptian J. Food Sci. 1(2): 215-224.

Haridas Rao, P. and Malini Rao, H. 1991. Effect of incorporating wheat bran on the rheological characteristics and breadmaking quality of flour. J. Food. Sci. Technol. 28(2): 92-97.

Iglesias, E., Sanz Penella, J. M., Tamayo Romos, J. A., and Haros, M. 2010. Effect of different wheat bran fractions on bread making performance and quality. Proceeding of the International Conference on Food Innovation. Oct. 25-29. Valencia. Spain.

Jacobs J. R. and Gallaher, D. D. 2004. Whole grain intake and cardiovascular disease: a review. Curr. Atheroscler Rep. 6(6): 415-423.

Jenkins, D. J., Kendall, C. W., Popovich, D. G., Vidgen, E., Mehling, C. C., Vuksan, V., Ransom, T. P., Rao, A.V., Rosenberg-Zand, R., Tariq, N., Corey, P., Jones, P. J., Raeini, M., Story, J. A., Furumoto, E. J., Illingworth, D. R., Pappu, A. S. and Connelly, P. W. 2001. Effect of a very-high-fiber vegetable, fruit, and nut diet on serum lipids and colonic function. Metabolism. 50(4): 494-503.

Katina, K., Salmenkallio – Marttila, M., Partanen, R., Forssell, P. and Autio, K. 2006. Effect of sour dough and enzymes on staling of high – fibre wheat bread. LWT. Food Sci. Technol. 39(5): 479-491.

Lai, C. S., Davis, A. B. and Hoseney, R. C. 1989a. Production of whole wheatbread with good loaf volume. J. Cereal Chem. 66(3): 224-227.

Lai, C. S., Hoseney, R. C. and Davis, A. B. 1989b. Effect of wheat bran in breadmaking. J. Cereal Chem. 66(3): 217-219.

Larsson, S. C., Giovannucci, E., Bergkvist, L. and Wolk, A. 2005. Whole grain consumption and risk of colorectal cancer: a population-based cohort of 60,000 women. Brit. J. Cancer. 92(9): 1803-1807.

Mosharraf, L., Kadivar, M. and Shahedi, M. 2009. Effect of hydrothermaled bran on physicochemical, rheological and microstructural characteristic of Sangak bread. J. Cereal Sci. 49(3): 398-404.

Nelles, E. M., Randall, P. G. and Taylor, J. R. N. 1998. Improvement of brown bread quality by prehydration treatment and cultivar selection of bran. J. Cereal Chem. 75(4): 356-440.

Rehinan, Z., Rashid, M. and Shah, W. H. 2004. Insoluble dietary fibre components of food legumes as affected by soaking and cooking processes. Food chem. 85(2): 245-249.

Rosell, C. M., Rojas, J. A. and Benedito de Barber, C. 2007. Influence of hydrocolloids on dough rheology and breed quality. Food Hydrocolloids. 15(1): 75-81.

Tea, I., Genter, T., Violleau, F. and Kleiber, D. 2005. Changes in the glutathione thiol – disulfide status in wheat grain by foliar sulphur fertilization: consequences for the rheological properties of dough. J. Cereal Sci. 41 (3): 305-315.

Wang, J., Rosell, C. M. and de Barber, C. B. 2002. Effect of the addition of different fibers on wheat dough performance and bread quality. Food Chem. 79(2): 221-226.

Wang, N., Hatcher, D. W. and Gawalko, E. J. 2008. Effect of variety and processing on nutrients and cretain – nutrients in field peas (*Pisum sativum*). Food Chem. 111(1): 132-138.

Zhang, D. and Moore, W. R. 1999. Wheat bran particle size effects on bread baking performance and quality. J. Sci. Food Agric. 79(6): 805-809.

Zheng, C., Sun, D. W. and Zheng, L. 2006. Recent developments and applications of image features for food quality evaluation and inspection – a review. Trends Food Sci. Technol. 17(12): 642-655.

Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.13/No.4/2013/P:51-60

Chemical Characteristics and Properties of Dough Made with Fine Wheat Bran Particles after Hydrothermal Treatment

M. Aivaz and L. Mosharraf*

* Corresponding Author: Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Agriculture and Natural Resources Research Center, P. O. Box: 81785-199, Isfahan, Iran. E-Mail: mosharaf@ag.iut.ac.ir
Received: 26 July 2011, Accepted: 14 April 2012

The importance of dietary fiber in normal and therapeutic diets has been acknowledged by numerous authors in recent years. Dietary fiber has different physiological effects on human health. The recommended daily intake of dietary fiber is about 30 g, but less than this is often consumed. Wheat bran is an excellent source of dietary fiber and is used to fortify foods. The nutritional benefits of fiber have led to an increase high-fiber bread; however, incorporating wheat bran into dough changes its properties. In this study, digital image analysis was used to measure bran particle size. Both small and large bran samples were prepared. The effect of processed small bran on dough rheology during mixing was determined using a farinograph. Water absorption, dough development time, stability and the valorimetric value of dough containing hydrothermaled bran increased about 1, 15, 50 and 10 %, respectively. The treatment decreased the degree of softening from 120 to 70 BU and increased fiber content 25%. The results indicated a reduction in glutathione content of about 55% in hydrothermaled bran.

Key words: Dietary fiber, Digital image analysis, Hydrothermal treatment, Rheological properties, Wheat bran