مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۱۳/ شماره ۲/سال ۱۳۹۱/ص ۱۰۸-۹۷

تأثیر افزودن سبوس خیس شده، آرد مالت گندم، و خمیر ترش بر کاهش اسیدفیتیک نان بربری

زهرا شیخ الاسلامی* و مهدی کریمی**

* نگارنده مسئول، نشانی: مشهد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، ص. پ. ۴۸۸، تلفن: ۴- ۳۸۲۲۳۰۱، پیام‌نگار: shivasheikholeslami@yahoo.com

** استادیاران پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان‌رضوی

تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۸

چکیده

هر فرد روزانه برای حفظ سلامتی و کمک به فعالیت دستگاه گوارش و پیشگیری از سرطان روده بزرگ باید ۳۵-۲۵ گرم فیبر رژیمی مصرف کند. این ماده در میوه‌ها و سبزی‌ها وجود دارد اما از طریق اضافه کردن مقدار سبوس (حاوی سلولز) به نان نیز تأمین می‌شود. سودمندی سبوس به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی اسیدفیتیک، که مانع جذب عناصر معدنی مهم مثل آهن، کلسیم، روی و ... می‌شود، مورد تردید است. اگر میزان اسیدفیتیک سبوس قبل از اضافه کردن به آرد کاهش یافته باشد یا در حین فرایند پخت نان کاهش یابد، می‌تواند به عنوان منبع غنی فیبر و بدون اثر زیان‌آور اسیدفیتیک به نان اضافه شود. در این تحقیق تیمار خیساندن سبوس در آب، استفاده از خمیر ترش، و افزودن پودر مالت جهت کاهش میزان اسیدفیتیک به کار گرفته شد. میزان اسیدفیتیک سبوس و نان حاصل ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که در مقایسه با خمیر و نان شاهد تیمارها سبب کاهش معنی‌دار اسیدفیتیک خمیر و نان بربری حاصل از آن خمیر می‌شوند. کمترین میزان اسیدفیتیک در خمیر و نان مربوط به تیمار استفاده از ٤ درصد پودر مالت و بیشترین میزان اسیدفیتیک مربوط به تیمار شاهد به دست آمد. اما چون استفاده از ٤ درصد آرد مالت به خواص کیفی نان لطمه می‌زند استفاده از تیمار ۱۰ درصد خمیر ترش یا ۲ درصد آرد مالت تیمارهای بهینه انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی

آرد مالت گندم، اسیدفیتیک، خمیر ترش، خیساندن، سبوس گندم

مقدمه

در سال‌های اخیر مصرف فیبر در رژیم غذایی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. مطالعات تغذیه‌ای تأثیرات مفید این ترکیبات را در مقابل بسیاری از بیماری‌ها نظیر سرطان کولون، امراض قلبی – عروقی و ... به اثبات رسانیده است. آرد کامل و سبوس گندم منابع غنی از فیبرهای رژیمی هستند. با وجود آثار مفید تغذیه‌ای، به دلیل اینکه غلظت اسیدفیتیک در سبوس گندم نسبت به غلظت اسیدفیتیک آندوسپرم بالاتر است، مصرف آرد کامل و سبوس گندم در صنایع پخت سبب بروز فقر برخی ریزمغذی‌ها می‌شود. اسیدفیتیک فرم ذخیره فسفر در دانه‌هاست و به دلیل ساختار مولکولی‌اش، قادر به کلات شدن با برخی ترکیبات نظیر کاتیون‌های دو و سه ظرفیتی است و سبب کاهش زیست‌فراهمی آنها می‌شود. با توجه به اهمیت کلسیم و آهن برای سلامتی انسان و با توجه به استفادهٔ سبوس در نان به منظور افزایش مواد سلولزی،

Archive of SID

www.SID.ir

ویتامین‌ها، و بهبود ارزش تغذیه‌ای نان، این تحقیق اجرا شد. در پخت نان، اضافه کردن سبوس سبب کاهش مصرف گندم می‌شود که از نظر اقتصادی اهمیت ویژه‌ای دارد. بنابراین، اجرای این طرح از نظر سلامتی افراد جامعه و اهمیت اقتصادی و اجتماعی توجیه‌پذیر است.

سبوس مصرفی در صنایع پخت کشور به صورت غیرعلمی و بدون هیچ‌گونه پیش فرآیندی جهت بهبود ارزش تغذیه‌ای آن، به خمیر افزوده می‌شود که ارزش تغذیه‌ای چندانی ندارد. در این تحقیق سعی شده است روش مناسبی جهت بهبود کیفیت سبوس و افزایش ارزش تغذیه‌ای نان، پس از اضافه کردن سبوس، ارائه شود.

در جوامع توسعه یافته، برای جلوگیری از کمبود آهن در بدن انسان، سبوس را به طور کامل جدا و پس از آن در فرآیند غنی‌سازی آهن و سایر ریز مغذی‌های از دست رفته را به آرد اضافه می‌کنند یا اینکه با فرآیندهایی اسیدفیتیک سبوس را کاهش می‌دهند و سپس آن سبوس را به آرد می‌افزایند. در تحقیقی، دانه‌های سورگوم پس از جوانه‌زنی به مالت تبدیل و با درصدهای مختلف به آرد سورگوم اضافه شد. در اندازه‌گیری اسیدفیتیک در نمونه‌های آرد سورگوم نشان داده شد که میزان اسیدفیتیک در صورت افزودن مالت کاهش و جذب پروتئین از آن افزایش می‌یابد. این روند با افزایش غلظت مالت افزایش پیدا می‌کند (Elkhali *et al*., 2001).

انکوباسیون سبوس گندم در pH برابر ۵/۲ و دمای ۵۵ درجه سلسیوس در دوره‌های زمانی مختلف، افزایش در میزان فسفر غیر آلی و اینوزیتول فسفات و در عین حال کاهش اسیدفیتیک را در پی خواهد داشت. وقتی نان عربی با سبوس بالا پخت شود تا میزان ۳۲ درصد اسیدفیتیک در فرایند تهیهٔ نان کاهش می‌یابد.

محققان می‌گویند در صورت استفاده از مالت گندم تغییری در میزان اسیدفیتیک نان مشاهده نمی‌شود اما اگر سبوس جداگانه تحت تیمار حرارتی و اسیدی بالا قرار بگیرد کاهش اسیدفیتیک در نان عربی حاصل بسیار چشمگیر خواهد بود. (Dagher *et al*., 2006). تأثیر افزودن مخمر و عصارهٔ مالت بر هیدرولیز اسیدفیتیک بررسی شد. نتایج نشان داد که میزان اسیدفیتیک نان در صورت افزودن مخمر و عصارهٔ مالت کاهش می‌یابد. با افزایش غلظت این دو ماده این کاهش بیشتر است (Chahabra & Sidhu , 1998).

محققان مالت سورگوم را به آرد سورگوم اضافه کردند و نتیجه گرفتند که جذب بیولوژیکی عناصر معدنی نظیر روی، آهن و ... از آرد سورگوم افزایش می‌یابد. این محققان می‌گویند که افزایش جذب عناصر معدنی به دلیل وجود آنزیم فیتاز در مالت سورگوم است که می‌تواند اسیدفیتیک را تجزیه و از اثر کلات‌کنندگی آن بر عناصر معدنی جلوگیری کند. هرچه زمان تهیهٔ مالت و انکوباسیون آن طولانی‌تر باشد میزان فیتاز و فعالیت آن بیشتر و تأثیرش بر تجزیهٔ اسیدفیتیک و بالطبع جذب بیولوژیکی عناصر نیز بیشتر خواهد بود (Idris *et al*., 2005).

محققان می‌گویند سبوس گندم منبع بسیار مهمی برای فیبر رژیمی است اما مقدار زیادی اسیدفیتیک دارد که مانع جذب مواد معدنی می‌شود. آن‌ها با تخمیر سبوس با درصدهای مختلف مخمر، درصدهای مختلف مالت جو، و نگهداری در pHهای مختلف نتیجه گرفتند که با اجرای این تیمارها اسیدفیتیک سبوس از ۹۶/۹ تا ۸۸/۴ درصد کاهش می‌یابد ولی استفاده از سبوس گندم بدون هیچ تیماری کاهشی حدود ۴۴/۹ درصد دارد و افزایش غلظت مالت و مخمر و کاهش pH تا ۳/۵ بر کاهش اسیدفیتیک تأثیری ندارد (Servi *et al*., 2008).

تأثیر خیساندن، فرآیند هیدروترمال و تخمیر با خمیر ترش بر کاهش اسیدفیتیک بررسی شد. فرایند خیساندن

Archive of SID

www.SID.ir

سبوس، فرایند هیدروترمال، و استفاده از خمیر ترش برای تخمیر نان به ترتیب باعث کاهش۳۱، ۳۵، و حدود ۴۵ درصد اسیدفیتیک نان می‌شود (Didar *et al*., 2008).

در اثر خیساندن سبوس گندم در آب به نسبت (W/V ۱:۱۰) به مدت ۶ یا ۱۸ ساعت در دمای اتاق (۲۷ -۲۳ درجه سلسیوس)، تغییرات معنی‌داری در خواص شیمیایی سبوس رخ می‌دهد اما میزان اسیدفیتیک آن به ترتیب ۷/۳ درصد برای ۶ ساعت و ۱۹/۵۱ درصد برای ۱۸ ساعت، کاهش می‌یابد (Tyaji & Verma, 1998). جوانه زدن گندم عاملی جهت کاهش اسیدفیتیک بیان شده که دیگر نیازی به خیساندن سبوس ندارد (Bekers, 2009).

در تحقیقی تأثیر منابع مختلف فیتاز را بر میزان اسیدفیتیک در محصول تارهانا (نوعی غذای تخمیری و مخلوطی از گندم، مالت، رب گوجه‌فرنگی و... است که به صورت خشک شده و آسیاب شده استفاده می‌شود) بررسی و میزان کاهش اسیدفیتیک در محصول نهایی ۹۵/۳ درصد نسبت به آرد گندم گزارش شد که این کاهش به فعالیت مخمر، مالت، و فیتاز میکروبی نسبت داده شده است. مطابق این تحقیق پس از تولید محصول نهایی مقدار کلسیم، منیزیم، روی و پتاسیم و اندیس قابلیت هضم پروتئین به ترتیب تا مقادیر ۸۵/۲، ۸۶/۴ ، ۷۳/۹، ۹۲/۶، و ۹۱/۹ درصد افزایش می‌یابد (Bilgicli *et al*., 2006).

محققان تأثیر زمان تخمیر، مقدار مخمر، و درصد استخراج آرد را بر میزان اسیدفیتیک نان لواش و سنگک بررسی کردند و ضمن تأکید بر این نتیجه که بیشترین کاهش اسیدفیتیک در مرحلهٔ تخمیر رخ می‌دهد، افزایش زمان تخمیر و مقدار مخمر را عامل کاهش اسیدفیتیک می‌دانند (Shekholeslami *et al*., 1998).

تأثیر فرایند تخمیر بر کاهش میزان اسیدفیتیک در ارزن مرواریدی بررسی شد. در این تحقیق ۶۰۰ گرم آرد با ۶۰۰ گرم آب مخلوط و ۱۵۰ گرم خمیری که قبلاً تخمیر شده به عنوان استارتر اضافه شد. بر اساس نتایج به دست آمده کاهش چشمگیر اسیدفیتیک در ۴ ساعت اولیه تخمیر رخ داده و پس از ۱۴ ساعت ۵۹/۹ درصد کاهش در میزان آن گزارش شده است. این روش بیشترین کاهش را در میزان اسیدفیتیک، نسبت با سایر ترکیبات ضدتغذیه‌ای، ایجاد می‌کند که علت آن کاهش pH است. این کاهش pH شرایط را جهت فعالیت فیتاز مناسب می‌سازد (EL Hag *et al*., 2002).

در بررسی‌های محققان این نتیجه به‌دست آمد که ریزمغذی‌هایی مثل روی را که کمبود آن یکی از مشکلات تغذیه‌ای شایع و در مدارس راهنمایی تهران ۳۱ درصد گزارش شده است، می‌توان از طریق مصرف نان کامل جبران کرد. این نان کامل حاوی اسیدفیتیک نیز هست که برای رفع این مشکل مصرف کودهای میکرو با مقادیر بهینه در مزارع گندم توصیه شده است که باعث حدود ۲۰ درصد افزایش گندم کشور و باعث پایین آوردن کیفیت و نسبت مولی اسیدفیتیک به روی می‌شود و بدین ترتیب عناصر معدنی برای انسان قابل جذب است و نیازی به سبوس‌گیری نخواهد بود. در چنین گندمی آهن به خوبی جذب می‌شود زیرا اسیدفیتیک موجود در آن اشباع شده و تمایلی برای ترکیب با آهن ندارد. از طرف دیگر، با مصرف نان کامل، تمام ریزمغذی‌های گندم که بیشتر در سبوس وجود دارد، مصرف می‌شود یعنی دور ریخته نخواهد شد. در نتیجه، علاوه بر آهن سایر ریزمغذی‌های مورد نیاز بدن نیز جهت مصرف افراد جامعه در دسترس خواهد بود (Fallah *et al*., 2005).

در این پژوهش تیمارهای مختلف مانند خیساندن سبوس در آب سرد، استفاده از خمیرترش، و افزودن گندم جوانه‌زده جهت کاهش میزان اسیدفیتیک نان به کار گرفته و سرانجام خواص خمیر و نان ارزیابی شد.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

مواد و ابزار

گندم از واریتهٔ فلات از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه شد. نمونه‌ها در انبار خنک با دمای ۱۵ درجه سلسیوس و در شرایط خشک تا پایان آزمایش‌ها نگهداری شدند. مخمر مورد استفاده از نوع خشک فعال از شرکت ایران ملاس تهیه گردید.

مواد دیگر مثل نمک و روغن مایع از بازار و مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایش‌ها از نوع مرک تهیه شد.

ابزار مورد استفاده مشتمل بودند بر: آون الکتریکی (Gerhardt)، آسیاب آزمایشگاهی غلتکی (Laupen)، pHمتر (Metrom)، ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱± گرم و ترازوی معمولی با دقت ۰/۱گرم، دستگاه خمیرگیر مارپیچی (اسپیرال)، فر ماشینی گردان، دستگاه گلوتن شوی (Swantech)، دستگاه فالینگ نامبر و دستگاه اسپکتروفتومتر (Biochrom).

روش اجرای طرح

۱- تهیهٔ آرد و سبوس: نمونه‌های گندم با آسیاب آزمایشگاهی غلتکی و پس از آماده‌سازی تبدیل به آرد (۱۸ درصد استخراج) شد. سبوس نیز با تنظیم درجات آسیاب و الک‌کردن جدا گردید.

۲ - تهیهٔ خمیر و نان: برای تهیهٔ خمیر از دستگاه خمیرگیر مارپیچی (اسپیرال) ساخت ایتالیا استفاده شد. خمیر به صورت توده به مدت ۶۰ دقیقه در ظرف خمیر آماده و به قطعات ۲۵۰ گرم تقسیم شد. چانهٔ خمیر به مدت ۱۵ دقیقه در انکوباتور مجهز به کنترل رطوبت در ۳۰ درجه سلسیوس و ۸۸ درصد رطوبت استراحت داده شد و سرانجام به شکل نان بربری درآورده شد که پس از خط انداختن و ۱۰ دقیقه استراحت در فر ماشینی گردان با حرارت ۲۲۰ درجه سلسیوس پخت گردید. فرمول تهیهٔ نان بربری عبارت بود از: (آرد ۱۰۰۰ گرم، آب ۶۰۰ گرم، نمک ۱۰ گرم، مخمر خشک فعال ۵ گرم و روغن ۱۰ گرم). به این فرمول، سایر مواد تیمار افزوده شد (Shekholeslami & Karimi, 2010).

۳- خیساندن سبوس: نمونهٔ سبوس به نسبت ۱:۱۰، w/v با آب مخلوط و به مدت ۶ و ۱۸ ساعت در دمای اتاق نگهداری شد. نمونه در این مدت زمان به طور مدام به‌هم زده می‌شد. سپس سبوس فرآوری شده به میزان ۴ درصد به خمیر اضافه شد (Didar *et al*., 2008).

۴-تهیهٔ آرد مالت : نمونه‌های گندم پس از خیساندن، روی صافی ریخته شد. نمونه‌ها پس از خروج کامل آب، در اتاقک رشد یا ژرمیناتور در دمای ۱۷ درجه سلسیوس رطوبت نسبی ۹۵ درصد به مدت ۳ تا ۴ روز قرار داده شدند تا طول جوانه در اکثر دانه‌ها به حدود ۴ میلی‌متر برسد. پس از خروج از ژرمیناتور، نمونه‌ها در دماهای زیر خشک شدند: ۲۴ ساعت در ۴۵ درجه سلسیوس، سپس افزایش دما به ۶۵ درجه در طی ۲ ساعت و سرانجام به مدت ۵ ساعت در این دما قرار داده شد تا کاملاً خشک شدند. پس از این مرحله، ریشه‌چه‌ها با ساییدن ملایم جدا، الک و با آسیاب به آرد تبدیل شدند (Yaghbani *et al*., 2009). آرد مالت در دو سطح ۲ و ۴ درصد در مرحله تهیهٔ خمیر و در مخلوط‌کن به خمیر اضافه شد.

۵- روش تهیهٔ خمیر ترش: ۱۰۰ قسمت آرد، ۵۰ قسمت آب، ۳ درصد نمک، ۲ درصد مخمر و زمان تخمیر (۲۴۰ دقیقه). از این میزان خمیر ترش، ۵ و ۱۰ درصد به خمیر، در مخلوط‌کن در مرحلهٔ تهیهٔ خمیر اضافه شد.

۶- آزمایش‌های شیمیایی آرد و سبوس: در مورد آرد آزمایش‌های رطوبت، پروتئین، و خاکستر و در مورد سبوس آزمایش‌های رطوبت و خاکستر مطابق روش‌های متداول AACC (۱۰- ۰۸ و ۱۵-۴۴) اجرا شد. برای تعیین میزان گلوتن و گلوتن ایندکس از آزمون استاندارد AACC ۳۸ –۱۱ استفاده شد. آزمایش ارزیابی

Archive of SID

www.SID.ir

فعالیت آمیلازی آرد به روش AACC ۵۶-۸۱B اجرا شد (Anon, 2000).

۷- اندازه‌گیری اسیدفیتیک آرد و نان: به روش رنگ‌سنجی با معرف وانادو مولیبدات میزان اسیدفیتیک آرد و نان تعیین شد (Thompson & Erdman, 1983).

۸- pH: پس از سپری شدن زمان تخمیر معین، ۱۹ گرم از خمیر با ۹۱ میلی لیتر آب مقطر با استفاده از همزن مغناطیسی به مدت ۳ دقیقه به صورت سوسپانسیون در آمد و سپس pH سوسپانسیون با pHمتر خوانده شد (Shekholeslami *et al*., 1998).

طرح آماری

طرح آماری مورد استفاده، طرح کاملا تصادفی است که در آن ۶ تیمار آزمایش که عبارتاند از: زمان خیساندن سبوس (۶ و ۱۸ساعت)، درصد افزودن آرد مالت (۲ و ۴ درصد)، و درصد افزودن خمیر ترش (۵ و ۱۰ درصد). کلیه آزمایش‌ها با سه تکرار انجام شد.

برای بررسی نتایج و تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Mstatc برای آنالیز واریانس استفاده گردید. میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. نمودارهای مربوط رسم و تیمار بهینه انتخاب شد.

نتایج و بحث

خصوصیات آرد و سبوس مورد استفاده در آزمایش به شرح جدول ۱ است.

جدول ۱- خصوصیات آرد و سبوس مورد استفاده در آزمایش (اعداد میانگین سه تکرار هستند)

ویژگی‌ها	آرد	سبوس
رطوبت (درصد)	۱۴/۵	۱۱
پروتئین (درصد)	۱۳/۲	۱۴/۵
خاکستر (درصد)	۰/۷۱۲	۶
گلوتن مرطوب	۲۹/۵	-
اندیس گلوتن (درصد)	۷۲/۹۴	-
اسیدفیتیک (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)	۳۷۸/۴۰	۸۵۴/۲۶
عدد فالینگ (ثانیه)	۵۵۰	-

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود مقدار اسیدفیتیک در سبوس گندم، نسبت به آرد، بالاست. میزان اسیدفیتیک در سبوس به نوع گندم، شرایط آب و هوایی کشت، شرایط آسیاب شدن شامل اندازهٔ ذرات، اندیس جداسازی آندوسپرم و سایر عوامل بستگی دارد.

به‌طورکلی اسیدفیتیک سبوس گندم به دلیل تجمع این ترکیب در لایه‌های آلورون که همراه با سبوس در آسیاب جدا می‌شوند زیاد است. میزان اسیدفیتیک نمونه‌های سبوس گندم در واریته‌های نوع روشن، قدس، و مهدوی به ترتیب ۸۳۷/۶۶، ۸۶۱/۶۶، و ۸۷۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم گزارش شده است (Sedaghate *et al*., 2007). عدد فالینگ این واریته‌های گندم بالاست. عدد فالینگ به‌طورکلی در گندم‌های ایران و خراسان بالاتر از ۴۰۰ ثانیه است و حتی برای برخی ارقام تا ۶۰۰ ثانیه هم گزارش شده است. هرچه عدد فالینگ بیشتر باشد فعالیت آمیلازی پایین‌تر است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که فعالیت آمیلازی در این گندم‌ها پایین بوده و برای بهبود کیفیت نان لازم است آمیلاز به میزان مناسب به آنها اضافه

Archive of SID

www.SID.ir

شود. آرد مالت افزوده شده در این تحقیق یکی از منابع آمیلاز است. هدف از افزودن آرد مالت، وجود آنزیم فیتاز در آن است که به تجزیهٔ اسیدفیتیک کمک می‌کند و کیفیت نان حاصل را نیز از طریق افزایش فعالیت آمیلازی بهبود می‌بخشد. میزان خاکستر در سبوس بیش از درصد خاکستر در آرد است که با توجه به میزان بالای مواد معدنی در سبوس توجیه‌پذیر خواهد بود. میزان رطوبت آرد از رطوبت سبوس بیشتر بود که سبوس پس از تعدیل رطوبت مجددا به آرد اضافه شد تا رطوبت نهایی آرد تغییری پیدا نکند. بنابراین اگرچه میزان موادمعدنی در اثر افزایش سبوس، افزایش می‌یابد و ارزش تغذیه‌ای آرد بالا می‌رود، اما به همان نسبت میزان اسیدفیتیک در آن به سبب وجود سبوس بالا می‌رود.

آزمایش‌های خمیر

pH خمیر :

pH خمیر عاملی است که مستقیماً با تجزیه اسیدفیتیک در ارتباط است.

زیرا مهمترین عامل کاهش اسیدفیتیک آنزیم فیتاز است و این آنزیم حداکثر فعالیت خود را در pH بین ۴ تا ۵ نشان می‌دهد. در جدول ۲ میزان pH خمیر نان قید شده است.

جدول ۲ - میزان pH خمیر پس از ۱ ساعت تخمیر (اعداد میانگین سه تکرار هستند)

تیمارها	سطوح	pH
نمونهٔ حاوی سبوس خیسانده شده	۶ ساعت	۵/۸۰
	۱۸ ساعت	۵/۶۸
نمونهٔ حاوی خمیر ترش	۵ درصد	۵/۳۹
	۱۰ درصد	۵/۰۸
نمونهٔ حاوی آرد مالت	۲ درصد	۵/۵۶
	۴ درصد	۵/۵۸
شاهد (حاوی سبوس بدون تیمار)		۵/۸۴

به‌طورکلی هرچه میزان سبوس آرد بالاتر باشد، pH خمیر بالاتر خواهد بود. یعنی در درصد استخراج‌های پایین، pH پایین‌تر است. اما این اختلاف چندان زیاد نیست (Shekholeslami & Jamalian , 2003).

در جدول ۲ مشاهده می‌شود که pH نمونهٔ شاهد از تمام تیمارها بالاتر است و در دامنهٔ pH فعالیت بهینهٔ آنزیم فیتاز قرار ندارد. pH نمونهٔ حاوی سبوس خیسانده شده نسبت به pH نمونهٔ شاهد پایین‌تر است. با افزایش زمان خیساندن، pH پایین‌تر می‌رود اما در دامنهٔ pH بهینه قرار نمی‌گیرد. این کاهش pH را می‌توان به فعالیت بیشتر لاکتوباسیل‌ها و آنزیم‌ها در اثر خیساندن و افزایش زمان آن نسبت داد.

با استفاده از خمیر ترش، pH به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد که دلیل آن شرایط تخمیر و اسیدی‌شدن خمیر است. با افزایش درصد خمیر ترش، کاهش pH بیشتر می‌شود که به میزان فعالیت بهینهٔ آنزیم فیتاز نزدیک است. با تخمیر سبوس توسط مخمر، خمیر ترش، و تخمیر خود به خود به مدت ۴ ساعت، تغییرات pH در مدت ۳۰۰ دقیقه به ترتیب معادل ۵/۹، ۴/۵، و ۶ گزارش شده است (Lopez *et al*., 2002).

Archive of SID

www.SID.ir

در مورد تیمار استفاده از آرد مالت نیز میزان pH خمیر کاهش نشان می‌دهد و با افزایش درصد آرد مالت، نیز این کاهش روند صعودی پیدا می‌کند. کاهش pH را باید به دلیل تشدید فرایند تخمیر در اثر افزودن آرد مالت دانست (Liang *et al.*, 2008). این نتایج با نتایج حاصل از توضیحات مبحث بعدی (میزان اسیدفیتیک خمیر) مطابقت دارد.

میزان اسیدفیتیک خمیر

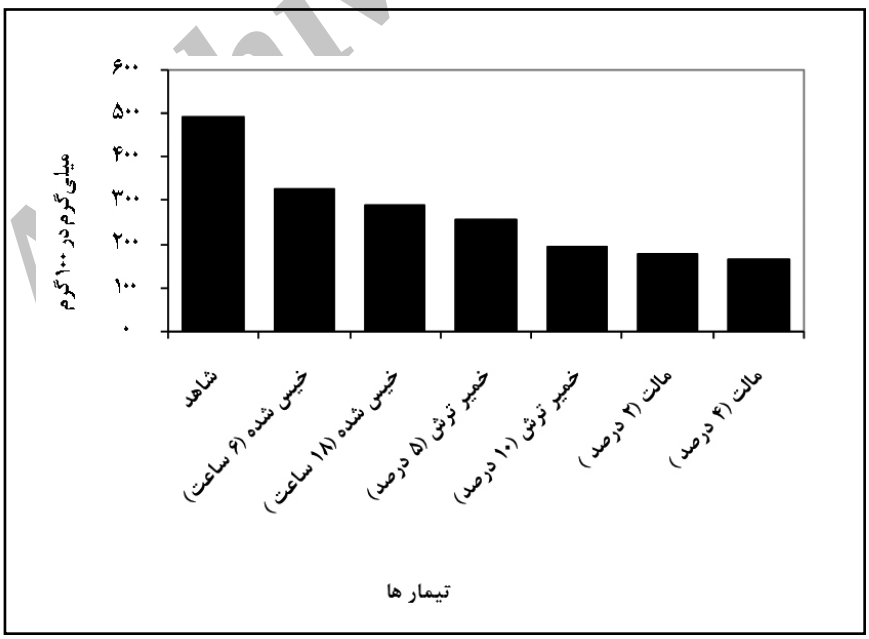
نتایج آنالیز واریانس در جدول ۳ آورده شده است. این جدول نشان می‌دهد که اختلاف بین تیمارها معنی‌دار است.

یعنی تیمار خیساندن، افزودن مالت، و افزودن خمیر ترش و مقادیر مختلف آنها موجب کاهش معنی‌داری در میزان اسیدفیتیک خمیر می‌شود.

جدول ۳- آنالیز واریانس اثر تیمارها بر اسیدفیتیک خمیر

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
تیمار	۶	۴۷۴۶۵/۳۱۵	۲۹۸۳/۳۳۲	۰/۰۰۰۰
خطا	۱۴	۱۵/۹۱۰		
کل	۲۰			

آزمایش مقایسهٔ میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین میزان اسیدفیتیک خمیر مربوط به تیمار شاهد و کمترین میزان آن مربوط به تیمار استفاده از ۴ درصد آرد مالت است (شکل ۱).



شکل ۱- میزان اسیدفیتیک خمیر در تیمارهای مختلف.

www.SID.ir

خیساندن در کاهش میزان اسیدفیتیک گندم مؤثر است که دلیل احتمالی آن فعالیت فیتاز آندوژنی است که در این شرایط حرارت و رطوبت فعالیت بیشتری را انجام می‌دهد (Liang, *et al*., 2008; Didar *et al*., 2008).

در مرحلهٔ خیساندن، پدیدهٔ دیفوزیون نیز در کاهش میزان اسیدفیتیک مؤثر است. این پدیده بیشتر در مورد حبوبات قابل توجیه است، زیرا اسیدفیتیک در این محصولات به صورت تقریباً انحلال‌پذیر مانند فیتات‌سدیم یا پتاسیم ذخیره است و از طریق دیفوزیون از بافت محصول خارج می‌شود. با افزایش زمان خیساندن، میزان اسیدفیتیک کمتر می‌شود. این نتایج با یافته‌های سایر محققان مطابقت دارد (Didar *et al*., 2008).

با افزودن پودر مالت نیز میزان اسیدفیتیک کاهش می‌یابد که دلیل آن را می‌توان به افزایش فعالیت فیتاز و وجود آن در آرد مالت و آرد جوانه زده نسبت داد (Idris *et al*., 2005)؛ بیشترین کاهش میزان اسیدفیتیک در صورت استفاده از این تیمار در سطح ۴ درصد دیده می‌شود. با افزایش درصد پودر مالت، میزان اسیدفیتیک کمتر می‌شود.

استفاده از خمیرترش نیز در مقایسه با نمونهٔ شاهد سبب کاهش در میزان اسیدفیتیک نان می‌شود. با افزایش زمان تخمیر و ایجاد سایر شرایط، نظیر استفاده از سوش‌های خاص در تخمیر می‌توان کاهش را تا ۹۰ درصد هم رساند. اصولاً در مراحل پخت نان، تخمیر مهمترین مرحله جهت کاهش اسیدفیتیک است که می‌تواند این ماده را ۳۱ تا ۸۵ درصد کاهش دهد.

این کاهش به دلیل افزایش فعالیت فیتاز و همچنین فعالیت فیتاز سوش‌های تخمیر است. در مورد تیمار استفاده از پودر مالت و خمیر ترش می‌توان کاهش اسیدفیتیک را به نزدیک شدن pH خمیر به pH بهینه برای فعالیت فیتاز هم نسبت داد. در مورد استفاده از ۱۰ درصد خمیر ترش مشاهده می‌شود که کاهش اسیدفیتیک روند شدیدتری دارد که به دلیل کاهش pH و نزدیکتر شدن آن به pH بهینه فعالیت آنزیم فیتاز است.

آزمایش‌های نان

میزان اسیدفیتیک نان

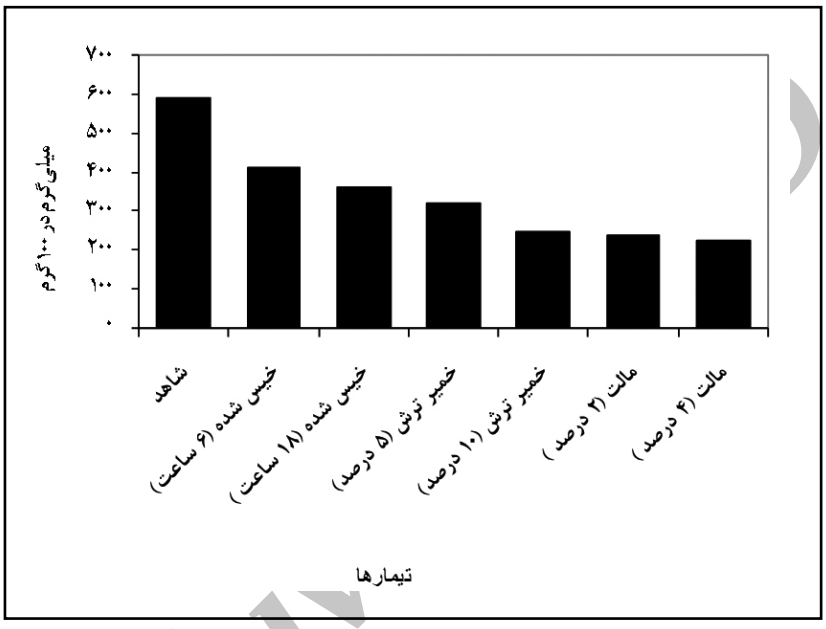
نتایج آنالیز واریانس در جدول ۴ آورده شده است. مطابق این جدول اختلاف بین تیمارها معنی‌دار است. یعنی تیمار خیساندن، افزودن مالت، و افزودن خمیر ترش و مقادیر مختلف آنها موجب کاهش معنی‌داری در میزان اسیدفیتیک نان می‌شود. به‌طورکلی، نتایج در مورد نان نیز از روندی مشابه با نتایج حاصل از خمیر تبعیت می‌کند. بیشترین میزان کاهش اسیدفیتیک در فرایند تهیهٔ نان در مرحلهٔ تخمیر رخ می‌دهد و بنابراین در مرحلهٔ پخت تنها عامل کاهندهٔ اسیدفیتیک حرارت است؛ قسمت اعظم اسیدفیتیک در مرحلهٔ تخمیر کاهش یافته است.

جدول ٤- آنالیز واریانس اثر تیمارها بر اسیدفیتیک نان

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
تیمار	۶	۳۶۹۴۹/۲۹۹	۳۶۱۳/۶۷۲	۰/۰۰۰۰
خطا	۱۴	۱۰/۲۲۸		
کل	۲۰			

www.SID.ir

پس از آزمون مقایسهٔ میانگین به روش دانکن مشخص شد که بیشترین میزان اسیدفیتیک نان مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به تیمار استفاده از ۲ درصد آرد مالت است (شکل ۲). کاهش اسیدفیتیک نان در روش استفاده از سبوس خیسانده شده حدود ۴۰ درصد، در روش استفاده از خمیر ترش تا ۶۰ درصد، و با استفاده از آرد مالت به ۷۰ درصد هم می‌رسد.



شکل ۲- میزان اسیدفیتیک نان در تیمارهای مختلف.

همان‌طور که عنوان شد در مرحلهٔ پخت، کاهش اسیدفیتیک مرتبط با دمای پخت است. به‌طورکلی، قسمت اعظم کاهش اسیدفیتیک در فرایند تهیهٔ نان مربوط به مرحله اولیهٔ تخمیر است (۷۵ درصد) و فرایند پخت تأثیر ناچیزی دارد (۳ درصد) (Kelbessa & Narasimha, 2005). با افزایش دمای پخت و کاهش زمان آن، میزان کاهش اسیدفیتیک بیشتر است و بالعکس. این کاهش را می‌توان با فعالیت آنزیم فیتاز توجیه کرد. دمای بهینه جهت فعالیت فیتاز ۵۰ تا ۵۵ درجه سلسیوس است. دمای بالای پخت باعث می‌شود تا آنزیم در حین پخت غیرفعال شود. در صورت پایین آمدن دمای پخت و نرسیدن حرارت به مغز نان، فعالیت اندک فیتاز پخت ادامه می‌یابد که باعث هیدرولیز اسیدفیتیک و کاهش آن می‌شود.

با استفاده از آرد مالت، در خواص کیفی خمیر و نان تغییراتی مثبت مشاهده می‌شود. این تغییرات در سطح ۲ درصد آرد مالت است و وقتی این عدد به ۴ درصد برسد علی‌رغم کاهش بیشتر اسیدفیتیک، در خواص کیفی نان نقصان به وجود می‌آید. به‌طورکلی، فعالیت آمیلازی در ارقام گندم ایران پایین است و برای جبران آن باید از آرد مالت استفاده کرد. اگر فعالیت آلفا آمیلاز بسیار پایین باشد، نشاسته تجزیه نمی‌شود و نان حالت سفت و سخت پیدا می‌کند. بنابراین، رعایت فاکتور میزان آلفا آمیلاز به خصوص در نان‌های حجیم و نیمه‌حجیم، اهمیت

www.SID.ir

بسزایی دارد تا نان حالت نرمی و حجیم‌بودن خود را تا مدت زمان زیادی حفظ کند.

استفاده از آرد مالت اگر از حد لازم بیشتر باشد نه تنها خصوصیات حجم و ارگانولپتیک را بهبود نمی‌بخشد، بلکه باعث تخریب آنها نیز می‌شود. بنابراین، تیماری که هم کاهش قابل قبول در اسیدفیتیک ایجاد کند و هم به خواص تکنولوژیکی نان صدمه نزند، استفاده از ۲ درصد آرد مالت یا ۱۰ درصد خمیر ترش است (البته این میزان آرد مالت با توجه به فعالیت آمیلازی پایین گندم‌های مورد استفاده، توجیه‌پذیر است. در مورد سایر واریته‌های گندم باید به فعالیت آمیلازی توجه شود).

نتیجه‌گیری

امروزه استفاده از فیبر در رژیم‌های غذایی اجتناب‌ناپذیر است. یکی از منابع مهم فیبری سبوس گندم است. سبوس گندم علاوه بر اینکه منبع خوبی برای فیبر است از نظر دارا بودن املاح و موادمعدنی هم اهمیت بالایی دارد. برای سبوس گندم خواص تغذیه‌ای فراوانی برشمرده شده است. از جمله اینکه مصرف طولانی مدت سبوس گندم خطر ابتلا به بیماری‌های متابولیکی، قندی، دیابت‌ها، سرطان‌ها، و چاقی را کاهش می‌دهد.

- با وجود اثرهای مفید تغذیه‌ای، غلظت برخی مواد نامطلوب، نظیر اسیدفیتیک، در سبوس گندم بیش از غلظت این مواد در آردهای سفید است. این ترکیب قادر است با کاتیون‌های دو و سه ظرفیتی مانند آهن، کلسیم، روی و ...کمپلکس تشکیل دهد؛ به‌طوری‌که بدن قادر به استفاده از آنها نخواهد بود. آهن از مهمترین این عناصر است که کمبود آن منجر به ایجاد بیماری کم‌خونی می‌شود. واکنش بین پروتئین و اسیدفیتیک بر قابلیت هضم و دسترسی بدن به پروتئین تأثیر می‌گذارد و از نظر عملکردی و نیز از نظر تغذیه‌ای تأثیر منفی دارد.

- برای اینکه بتوان از سبوس در نان استفاده کرد تا هم از خواص مفید تغذیه‌ای آن بهره برد و هم از زیان‌های ضدتغذیه‌ای آن جلوگیری کرد باید راهکارهایی را در پیش گرفت. کاربردی‌ترین این راه‌ها عبارت‌اند از: خیساندن سبوس، استفاده از آرد مالت، و استفاده از خمیر ترش.

- با خیساندن سبوس در آب، میزان اسیدفیتیک آن کاهش می‌یابد که میزان کاهش بسته به مدت زمان خیساندن و دما متفاوت است. بهترین حالت خیساندن به مدت ۱۸ ساعت و دمای حدود ۵۰ درجه سلسیوس است.

– استفاده از آرد مالت به میزان ۴ درصد بیشترین کاهش را در میزان اسیدفیتیک نان به دست می‌دهد. اما در سایر خواص نان حاصل مشکل به وجود می‌آورد. آرد مالت اگر به میزان ۲ درصد اضافه شود علاوه بر کاهش اسیدفیتیک خواص کیفی نان را نیز بهبود می‌بخشد (با توجه به فعالیت آمیلازی گندم).

- خمیر ترش اگر به میزان ۱۰ درصد استفاده شود سبب کاهش pH خمیر و در نتیجه تجزیهٔ بیشتر اسیدفیتیک می‌شود. استفاده از خمیر ترش و رعایت زمان مناسب تخمیر علاوه بر کاهش اسیدفیتیک، به خواص کیفی نان لطمه‌ای وارد نمی‌سازد. تجزیهٔ کامل اسیدفیتیک سبوس ناممکن است. اما با استفاده از آرد مالت، کاهش اسیدفیتیک سبوس به ۷۰ درصد می‌رسد.

مراجع

Anon. 2000. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists. 10th Ed. The American Association of Cereal Chemists (AACC). St. Paul. MN.

Bekers, S. 2009. Phytic acid friend or foe: the soaking of grains investigated. www. breadbakers. com/articles by SueBakers.

Archive of SID

www.SID.ir

Bilgicli, N., Elgun, A. and Tuker, S. 2006. Effects of various phytatse sources on phytic acid content, mineral, extractability and protein digestibility of Torhana. Food Chem. 98, 329-337.

Chahabra, P. and Sidhu, J. S. 1998. Fate of phytic acid during bread making. Food Nahrungo. 32,15-19.

Dagher, S. M., Shudrevian, S. and Birbor, W. 2006. Preparation of high bran Arabic bread with low phytic acid content. J. Food Sci. 52(6):1600-1603.

Didar, Z., Seiden, M., Hadad, M. and Gaimi, A. 2008. Effect of different methods of hydrothermal soaking and fermentation on phytic acid reduction of barn. Food Technol. Nutrition. 5(3): 2-13.(in Farsi)

EL Hag, M. E., EL Tiany, A. H. and Yousif, N. E. 2002. Effect of fermentation on anti nutritional factors content of pearl millet. J. Nut. 6(5): 463-467.

Elkhalil, M., Tinay, A. H. EL., Mohamad, B. E. and Elsheikh, A. E. 2001. Effect of malt pretreatment on phytic acid and in vitro protein digestibility of sorghum flour. Food Chem. 72(1): 29-32.

Fallah, A., Mohtadinia, J. and Mahbob, S. 2005. Effect of consumption of whole bread enriched with micro manures on serum. Yafte J. Medical Sci. 4(23): 3-10.(in Farsi)

Idris, W. H., Hassan, A. B., Babiker, E. and Tinay, A. H. E. 2005. Effect of malt pretreatment on antinutritional factors and HCl extractability of minerals of sorghum cultivars. Pakistan J. Nut. 4(6): 396-401.

Liang, J., Zhing Han, B., Naut, R. and Hamer, J .R. 2008. Effects of soaking, germination and fermentation on phytic acid, total and in vitro soluble zinc in brown rice. Food Chem. 110(4): 821-828.

Lopez, H., Leenhardt, F., Coudray, C. and Remesy, C. 2002. Minerals and phytic acid interaction. J. Food Sci. Technol. 37, 727-759.

Kelbessa, U. and Narasimha, H. V. 2005. Traditional sour dough bread (Difo Dabbo) making: I. Effects on phytic acid destruction. Ethiop. J. Health Dev. 12(3): 167-174.

Sedaghate, M., Shahedi, M. and Kadivar, M. 2007. Investigation on phytase activity in 3 varieties of wheat and the effects of fermentation, warm hydratation and heating on it. 2nd Conference on Food Industries. (in Farsi)

Servi, S., Ozkaya, H. and Abdullaho, S. 2008. Dephytinization of wheat bran by fermentation with bakers' yeast, incubation with barley malt flour and autoclaving at different pH levels. J. Cereal Sci. 48(2): 471-476.

Sheikholeslami, Z., Jamalian, J., Karbasi, A. and Shahidi, H. 1998. Investigation on phytic acid content of Iranian flours and breads and methods of its elimination. Ph. D. Thesis. Shiraz University. (in Farsi)

Sheikholeslami, Z. and Jamalian, J. 2003. Investigation on phytic acid contents of wheat flour, dough and Lavash and Sangak Breads. J. Sci. Technol. Agric. Natural Res. 7(2): 185-192. (in Farsi)

Sheikholeslami, Z. and Karimi, M. 2010. Selection and optimization rapid methods for evaluation wheat and flour in flat bread to fast quality estimation. Research Report. Khorasane Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center. (in Farsi)

Thompson, D. B. and Erdman, J. W. 1983. Structural model for ferric phytate. Implications for phytic acid analysis. Cereal Chem. 59, 525-528.

Tyaji, P. K. and Verma, S. V. 1998. Water soaking wheat brlan on phytate phosphorus autolysis and its feeding value to chick. Indian J. Animal Sci. 68(7): 66-71.

Yaghbani, M., Noorinia, A. A. and Qudsvali, A. 2009. Study on quality of malt produced from hull-less barley superior cultivars in Golestan province. Research Report. Golestan Agricultural and Natural Resources Research Center. (in Farsi)

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.13/No.2/2012/P:97-108

Effect of Soaked Bran, Wheat Malt Flour and Sourdough on Reducing Phytic Acid in Barbari Bread

Z. Shekholeslami * and M. Karimi

* Corresponding Author: Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Agricultural and Natural Resources Research Center.khorasane Razavi, P.O.Box: 91735-488, Mashhad, Iran.Email: shivasheikholeslami@yahoo.com
Received: 10 September 2011, Accepted: 28 January 2012

Individual daily requirements recommend 25-35 g dietary fiber to maintain overall health and aid digestion. Dietary fiber exists in fruits and vegetables, but can also be obtained by adding wheat bran to bread. Wheat bran, however, contains high levels of phytic acid that is known to chelate iron, calcium, zinc, and magnesium and form complex phytic acid cations that reduce their bioavailability in food. If the phytic acid content of wheat bran can be reduced, it can be a rich source of fiber with no harmful effects. In this study, soaking wheat bran in water, and adding sourdough or malt powder were tested for their effects on reducing phytic acid. Results showed that all treatments significantly reduced phytic acid in dough and bread over the control. The lowest and highest phytic acid contents were for 4% malt powder and the control, respectively. The use of 4% malt powder, however, damaged bread quality, thus, 10% sourdough and 2% malt powder were selected as the best treatments.

Keywords: Malt powder, Phytic acid, Soaking, Sourdough, Wheat bran

Archive of SID

www.SID.ir