3rd International Conference on
Food industry sciences, organic farming and food security

بررسی روش‌های کاهش اسید فیتیک و بهبود خصوصیات تغذیه‌ای سبوس گندم

پریسا پارسا[1]
دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
parisa.parsa@mail.um.ac.ir

مصطفی مظاهری طهرانی
استاد، گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
mmtehrani@um.ac.ir

چکیده

سبوس گندم منبعی ارزان و غنی از فیبرهای رژیمی، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی است و دارای فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی می‌باشد، با این وجود حاوی ترکیبات ضدتغذیه‌ای همانند اسید فیتیک است که مانع از زیست دسترس پذیری به مواد معدنی همچون آهن، منیزیم، کلسیم و روی، ویتامین‌ها و پروتئین‌های موجود در مواد غذایی می‌گردد. پیش‌فرآوری سبوس سهم به‌سزایی در کاهش اسید فیتیک و دیگر ترکیبات ضدتغذیه‌ای و افزایش ترکیبات مفید همچون ترکیبات فنولی، آرابینوزایلان‌های محلول، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و زیست دسترس پذیری به مواد معدنی، ویتامین‌ها و پروتئین‌ها را ایفا می-کند. روش‌های مختلف همچون کاهش اندازه ذرات، انکوباسیون با آرد مالت، تخمیر، هیدروترمال، اتوکلاوو و اکسترود کردن و تیمار با آنزیم؛ جهت کاهش اسید فیتیک مورد استفاده قرار می‌گیرند. مکانیسم فرآیند کاهش اندازه ذرات با افزایش غلظت ذرات لایه آلرون با اندازه کوچکتر، فرآیند تخمیر با استفاده از باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر با کاهش pH و فعال سازی آنزیم‌های داخل سلولی و میکروبی، فرآیندهای هیدروترمال و اتوکلاوو کردن همراه با تنظیم pH و اکسترودکردن به ترتیب با اعمال حرارت و فشار توام با حرارت، حرارت و نیروی برشی، انکوباسیون با آرد مالت و تیمار آنزیمی از طریق فعالیت آنزیم‌هایی همچون فیتاز موجب کاهش اسید فیتیک می‌گردند. تلفیق روش‌های مختلف فرآوری سبوس گندم بایکدیگر تأثیر بهتری در کاهش اسید فیتیک و افزایش ترکیبات مغذی خواهد داشت.

واژگان کلیدی: اسید فیتیک، مواد معدنی، سبوس گندم، پیش فرآوری، ضد تغذیه‌ای

[1] نویسنده مسئول

۱- مقدمه

امروزه تمایل بشر به توسعه‌ی فرآورده‌های حاصل از غلات کامل، به‌طور چشمگیری رشد یافته است که درنتیجه افزایش آگاهی مصرف کنندگان از مزایای این مواد غذایی می‌باشد. زیرا مصرف این فرآورده‌ها موجب کاهش خطر ابتلا به بیماری‌هایی همچون: دیابت، چاقی، برخی سرطان‌ها و بیماری‌های قلبی و عروقی می‌گردد (Aarestrup *et al*, 2012; Reicks *et al*, 2014). اثرات مفید فرآورده‌های غلات، مرتبط با ترکیبات مغذی همچون فیبرهای رژیمی، ریزمغذی‌ها (ویتامین‌ها و مواد معدنی)، ترکیبات فنولی و آنتی اکسیدان‌های موجود در سبوس و جوانه است (Beta *et al*, 2005). از سوی دیگر، ترکیبات ضدتغذیه‌ای همانند اسید فیتیک و تانین نیز در این بخش‌ها قرار دارند (Kumar *et al*, 2010). سبوس گندم محصول جانبی آسیابانی دانه گندم و محتوی ۵۰-۴۴ ٪ فیبر و منبع غنی از دیگر ترکیبات مغذی است؛ اما وجود ۸/۴-۵/۴ ٪ اسید فیتیک در آن موجب محدودیت مصرف این ترکیب می‌گردد (Javad *et al*, 2012; Heremy *et al*, 2007).

اسید فیتیک در اغلب دانه‌های غلات، حبوبات، آجیل‌ها، دانه‌های روغنی و ریشه‌ها یافت می‌شود. مقدار اسید فیتیک در غلات حدوداً ۲-۱٪ و حتی ۶-۳٪ از وزن دانه می‌باشد (Febles *et al*, 2002). این ترکیب به‌عنوان منبع اصلی ذخیره فسفر در دانه گیاهان محسوب می‌شود و در گونه‌های گیاهی ۹۰٪ از آن در لایه آلرون قرار دارد (Lopez *et al*, 2002). فیتات ترکیبی مشتق شده از میواینوزیتول است که از ۶ گروه فسفات با بار کلی منفی تشکیل شده است. وجود بارمنفی در گروهای فسفات، موجب ایجاد میل چشمگیری برای ترکیب شدن آن با اجزاء سازنده دارای بار مثبت موجود در مواد غذایی می‌گردد. اسید فیتیک با کاتیون‌های دارای بار مثبت چند بنیانی مانند کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و گروهای آمینی مشتق شده از پروتئین‌ها در مواد غذایی، پیوند برقرار می‌کند و باعث کاهش زیست دسترس پذیری آن‌ها در طی فرآیند جذب و هضم می‌گردند (Waters *et al*, 2015). همچنین این ماده از طریق ایجاد پیوند با باندهای هیدروژنی نشاسته مانع از هضم آن می‌شود (Otwey *et al*, 2001).

فیتاز آنزیمی است که با هیدرولیز پیوندهای فسفومونواستر در فیتات، منجربه تبدیل آن به میواینوزیتول و فسفوریک اسید می‌گردد. درنتیجه موجب کاهش اثرات ضدتغذیه‌ای آن می‌شود. غلاتی همچون گندم دارای فعایت آنزیمی در حدود U/Kg ۹۰۰ تا ۲۹۰۰ بر حسب ماده خشک غله می‌باشند (Steiner *et al*,2007; Greiner & Egli, 2003). اگرچه فعالیت فیتاز داخل سلولی در این غلات جهت کاهش مقدار فیتات در فرآیند پخت محصولاتی همچون نان، کافی نیست (Turk & Sandberg, 1992). به منظور هیدرولیز فیتات می‌توان از روش‌های آنزیمی و غیرآنزیمی بهره برد (Greiner & kon ietzny, 2006). تاکنون فرآیندهای متعددی همچون کاهش اندازه ذرات، انکوباسیون با آرد مالت، تخمیر، هیدروترمال، اتوکلاوو و اکسترود کردن و تیمار با آنزیم به جهت تجزیه فیتات به‌کاربرده شده است (Fekri *et al*, 2020; rezaei *et al*, 2019; Spaggiari *et al*, 2019; ozkaya *et al*, 2018; Coda *et al*, 2014; kaur *et al* ,2015; Majzoobi *et al*, 2012; Servi *et al*,2008).

در این مطالعه به بررسی تاثیر روش‌های به‌کار برده شده به‌منظور پیش فرآوری سبوس گندم بر کاهش ترکیبات مضری همچون اسیدفیتیک و افزایش ترکیبات مفیدی مانند فیبرها، آنتی اکسیدان‌ها، ترکیبات فنولی و آرابینوزایلان‌های محلول پرداخته می‌شود.

۲- انواع روش‌های پیش‌فرآوری سبوس گندم برای حذف اسید فیتیک

این بخش به بررسی روش های مختلف کاهش اسید فیتیک می پردازد.

۱-۲-کاهش اندازه ذرات

تحقیقات نشان می‌دهد که فرآیند کاهش اندازه ذرات در مواد گیاهی مختلف غنی از فیبر، باعث تغییر ساختار، مساحت سطح و خصوصیات عملکردی ذرات در این مواد می‌گردد (Hermery *et al*, 2011). نتایج حاکی از آن است که زیست دسترس پذیری فنولیک اسیدها و مواد معدنی با کاهش اندازه ذرت سبوس در نان‌های غنی شده با سبوس افزایش می‌یابد (Hermery *et al*, 2010). در پژوهش‌های انجام شده عموماً این فرآیند همراه با فرآیندهای دیگر همچون تخمیر، هیدراتاسیون و تیمار آنزیمی صورت گرفته است که نتایج تحقیقات نشانگر اثر متقابل این فرآیندها در کاهش اسید فیتیک بود.

محققان در بررسی اثر همزمان فرآیندهای کاهش اندازه ذرات، تخمیر، هیدراتاسیون و تیمار با آنزیم بیان داشتند که اساساً اندازه ذرات سبوس گندم می‌تواند بر روی مقادیر اسید فیتیک و فیبرهای محلول و نامحلول تاثیر گذار باشد. با کاهش اندازه ذرات مقادیر اسید فیتیک در هر دو نوع سبوس گندم تخمیری و غیرتخمیری به طور معنی داری کاهش می‌یابد. علت آن می-تواند به واسطه‌ی افزایش غلظت ترکیبات فسفات در لایه‌های بیرونی سبوس و افزایش سطح تماس سبوس با کاهش اندازه ذرات باشد. در خصوص مقادیر فیبرهای محلول و نامحلول نیز افزایش مقدار فیبرهای محلول می‌تواند به خاطر افزایش فعالیت آنزیمی مخمر و شکسته شدن ماتریکس پلی ساکاریدی سبوس باشد که در طی آن ترکیبات زایلوالیگوساکاریدی و آرابینوزایلان ها و سایر ترکیبات فنولیک آزاد شده و همچنین سنتز بتا-گلوکان به‌وسیله مخمر ساکارومایسس سرویزیه باشد (Rezaei *et al*, 2019). در پژوهش دیگری با اعمال فرآیندهای تخمیر و تیمار آنزیمی، بهبود قابل ملاحظه‌ای در فعالیت فیتازی ذرات سبوس با اندازه ریزتر مشاهده شد. به‌علاوه فعالیت فیتازی در نمونه‌های سبوس تخمیر شده حاوی آنزیم با اندازه ذرات ۵۰ µm و ۱۶۰ µm به‌ترتیب ۲ و ۳ برابر سایر نمونه‌ها با اندازه ذرات بزرگتر بود (Coda *et al*, 2014). همچنین تیمار سبوس گندم با آنزیم‌های فیتاز و آمیلاز قارچی توأم با کاهش اندازه ذرات آن تا ۲۸۰ µm موجب ۹۰ ٪ کاهش در میزان اسید فیتیک گردید (Penella *et al*, 2008). به‌علاوه اعمال فرآیند هیدروترمال پس از کاهش اندازه ذرات سبوس تا ۹۰ µm، موثرترین فرآیند در کاهش اسیدفیتیک در مقایسه با سایر تیمارها بود (Majzoobi *et al*, 2012).

۲-۲- تخمیر

در فرآیند تخمیر سبوس گندم از باکتری‌های اسید لاکتیک، مخمر یا هردوی آن‌ها استفاده می‌کنند. باکتری‌های اسیدلاکتیک به‌عنوان منبع ایمن تولید کننده فیتاز برای انسان طلقی می‌شوند و آنزیم فیتاز حاصل از فعالیت این میکروارگانیسم‌ها می‌تواند به‌منظور انحلال پذیری یون‌های فلزی ازطریق تجزیه اسید فیتیک در غذاهای حاوی فسفات مورد استفاده قرار گیرد (Gueimonde *et al*, 2006). همچنین مخمر نیز دارای فعالیت فیتازی داخل و خارج سلولی است که به‌طور موثری می‌تواند موجب کاهش فیتات گردد (Nuobarien *et al*, 2011). به‌طورکلی فعالیت آنزیم فیتاز حاصل از باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر به‌ترتیب در دماهای ۴۰-۸۰° C و ۴۰-۷۵° C و pH های ۴-۷/۵ و ۴/۵-۵/۵ می‌باشد (Kaur *et al*, 2007; Song *et al*, 2019). در جدول ۱ نتایج حاصل از فرآیند تخمیر با استفاده از میکروارگانیسم‌های مختلف و شرایط اعمال تیمار بر سبوس گندم آورده شده است.

تاکنون تحقیقات گسترده‌ای دررابطه با استفاده از میکروارگانیسم‌های ایزوله شده از خمیرترش و دیگر منابع، باتوجه به فعالیت فیتازی آن‌ها، به‌منظور کاهش اسید فیتیک صورت گرفته است. تخمیر به‌وسیله باکتری‌های اسید لاکتیک موجب ایجاد اثرات مثبت متعددی همچون افزایش زیست دسترس پذیری به ترکیبات بیواکتیو، افزایش آرابینوزایلان‌های محلول، تجزیه ترکیبات ضد تغذیه‌ای و اصلاح ویژگی‌های حسی محصول می‌گردد (Filannino *et al*, 2018; Coda *et al*, 2014). اعمال

فرآیند تخمیر با استفاده از سویه‌های مختلف باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر ، نشان داد که مخمر *کلاورامایسس مارکسینس*[۱] بالاترین ظرفیت تولید فیتاز و کاهش در میزان اسید فیتیک را دارا می‌باشد (Fekri *et al*, 2020). اما در مطالعه دیگر بیشترین فعالیت فیتازی در بین گونه‌های اسید لاکتیک، متعلق به باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی*[۲] و موثرترین گونه باکتریایی در کاهش اسیدفیتیک باکتری *لاکتوباسیلوس پلانتاروم*[۳] بود (Haros *et al*, 2009). تخمیر سبوس گندم به‌وسیله باکتری *لاکتوباسیلوس رمناسیس*[۴] باعث ۳۴/۶ ٪ کاهش در میزان اسیدفیتیک به‌جهت فعالیت آنزیم‌های فیتاز و فسفاتاز در میکروارگانیسم و ماتریکس غذایی گردید (Spaggiari *et al*, 2019). فرآیند تخمیر علاوه بر کاهش حداکثری اسید فیتیک

جدول ۱- اعمال فرآیند تخمیر بر سبوس گندم به‌وسیله میکروارگانیسم‌ها در شرایط مختلف و نتایج حاصل از آن

تیمارها	نتایج	نویسنده و سال انتشار
اعمال فرآیند تخمیر با استفاده از ۱/۲۵ ٪ مخمر و ml ۲۰ از سوسپانسیون استارتر باکتری‌های اسید لاکتیک ماست و مخلوط کردن سبوس گندم نسبت ۱/۱ با آب	• ۲۷ ٪ کاهش در میزان اسید فیتیک • ۴ ٪ افزایش در مقدار فیبر محلول • ۴ ٪ کاهش در مقدار فیبر نامحلول • افزایش میزان آلدئیدها، استرها، اسیدها و کتون‌ها	(Zhao *et al*, 2017)
آسیاب کردن سبوس و سپس طبقه بندی اندازه ذرات سبوس گندم در ۳ سطح µm ۲۰۰-۱۰۰، ۳۰۰-۲۰۰ و ۴۰۰-۳۰۰ با الک شیکردار مخلوط کردن سبوس با نسبت ۱/۳/۵ با آب و انجام فرآیند تخمیر با مخمر در انکوباتور شیکردار در دمای ۳۰ °C و زمان ۲۴ h	• سبوس گندم تخمیر شده استریل با اندازه ذرات µm ۳۰۰-۲۰۰ دارای بیشترین درصد فیبر محلول (۷٪) بود. • سبوس گندم تخمیر شده استریل دارای مقادیر بالاتری پروتئین و خاکستر نسبت سایر تیمارها بود. • تاثیر کاهش اندازه ذرات بر کاهش pH سبوس، معنی‌دار بود. • بیشترین کاهش در مقدار اسید فیتیک به ترتیب در سبوس گندم تخمیر شده استریل با اندازه ذرات µm ۲۰۰-۱۰۰ و ۳۰۰-۲۰۰ به میزان ۶۱/۵ و ۵۳/۶ ٪ مشاهده شد.	(Rezaei *et al*, 2019)
افزودن ۹، ۶، ۳ ٪ مخمر فوری و انجام فرآیند تخمیر در مدت زمان = ۸ h، ۶، ۴، ۲ و دمای ۳۰ °C	• انجام فرآیند تخمیر در مدت زمان ۸ h و افزودن ۳ ٪ مخمر فوری، منجربه ۹۴ ٪ کاهش در میزان اسید فیتیک گردید.	(Servi *et al*,2008)
انجام فرآیند تخمیر سبوس با استفاده از باکتری لاکتوباسیلوس رمناسیس در مدت زمان ۲۴ h و دمای ۳۷ °C	• ۲۷ ٪ افزایش در میزان اسید فیتیک • افزایش ۳ برابری آرابینوزایلان‌های محلول	(Spaggiari *et al*, 2019)
آسیاب کردن سبوس گندم و سپس طبقه بندی اندازه ذرات سبوس در ۴ سطح µm ۷۵۰، ۴۰۰، ۱۶۰، ۵۰ انجام فرآیند تخمیر با استفاده از باکتری‌های لاکتوباسیلوس برویس[۵] و کازکستانیا اگزایگوا[۶] در مدت زمان ۲۴ h و دمای ۲۰ °C	• افزایش ۴ برابری فعالیت آنزیم فیتاز • افزایش ۴ برابری فعالیت آنتی اکسیدانی • ۴۰ ٪ افزایش در میزان پپتیدها و آمینواسیدهای آزاد و درنتیجه هضم پروتئین	(Coda *et al*, 2014)

۱ *Kluyveromyces marxianu*
۲ *Lactobacillus amylovorus*
۳ *Lactobacillus plantaruum*
۴ *Lactobacillus rhomnosus*
۵ *Lactobacillus brevis*

به‌وسیله سویه‌های اسیدلاکتیک، موجب افزایش انحلال فیبرها به‌ویژه تبدیل آرابینوزایلان‌های نامحلول به فرم محلول گردید که درنتیجه فعال شدن آنزیم زایلاناز[۷]به‌وسیله باکتری *پیچیا فرمانس*[۸] بود (Manini *et al*, 2014).

درخصوص اثر مخمر ساکارومایسس می‌توان گفت که نتایج تحقیقات، حاکی از ۹۰ ٪ کاهش در میزان اسید فیتیک در اثر تخمیر با این میکروارگانیسم بوده است (Servi *et al*, 2008). در پژوهشی دیگر محققان بیان داشتند که سویه‌های لاکتوباسیلوس باعث تجزیه بهتر اسید فیتیک درطی زمان تخمیر می‌گردند که کاهش اسید فیتیک پس از اعمال فرآیند تخمیر با باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر به‌ترتیب ۹۰-۸۰ ٪ و ۵۰ ٪ گزارش شده است (Reale *et al*, 2004).

۲-۳- اتوکلاوو کردن و هیدراتاسیون گرم

اسید فیتیک یک ترکیب مقاوم به حرارت است که در پی‌اچ طبیعی (۶/۵-۶) در در دمای بالا، کاهش قابل ملاحظه‌ای در مقدار آن اتفاق نمی‌افتد (Plaami *et al*, 1997). تجزیه حرارتی اسید فیتیک در pH های پایین و فشار بالا به‌واسطه‌ی افزایش حلالیت کمپلکس‌های اسید فیتیک - کاتیون تسریع می‌گردد (Champagne *et al*, 1985).

فرآوری هیدروترمال گرم در pH های ۵/۲-۴/۸ و در دمای ۵۵ °C ازجمله فرآیندهای موثر جهت حذف اسید فیتیک می‌باشد. ایجاد شرایط اسیدی توأم با حرارت، موجب افزایش فیتاز داخل سلولی می‌گردد و همچنین شستشوی سبوس پس از اعمال فرآیند هیدروترمال در چند مرحله موجب حذف اسید فیتیک می‌شود. نتایج حاکی از ۷۶- ۵۵ ٪ کاهش در میزان اسید فیتیک در نمونه‌های حاوی سبوس فرآوی شده بود. اعمال شرایط اسیدی علاوه بر فعال‌سازی برخی از آنزیم‌ها، منجربه افزایش حلالیت فیبرها می‌گردد (Majzoobi *et al*, 2012; Mosharraf & Shahedi, 2009). از اسیدها و بافرهای اسیدی مختلفی برای کاهش pH استفاده می‌گردد که متداول‌ترین آنها اسید استیک است، اما در پژوهشی مشخص گردید که اسید سیتریک در کاهش میزان اسید فیتیک سبوس گندم موثرتر است (Yavar *et al*, 2019).

اتوکلاوو کردن سبوس نوع دیگری از فرآیندهای حرارتی است که با اعمال فشار، دمای ۱۲۰°C، pH پایین و زمانی کوتاه‌تر از فرآیند هیدروترمال گرم در حمام آب، به‌منظور تجزیه اسید فیتیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. اعمال این فرآیند در مقایسه با فرآیند هیدروترمال گرم در حمام آب، منجربه هیدرولیز بهتر اسید فیتیک و ۹۰ ٪ کاهش در مقدار آن می‌گردد (Ozkaya *et al*,2018, Ozkaya *et al*, 2017). در جدول ۲ نتایج حاصل از اعمال فرآیندهای حرارتی و شرایط آن‌ها بر سبوس گندم آورده شده است.

۲-۴- انکوباسیون با آرد مالت

مالت سازی یکی از روش‌های موثر برای تجزیه اسید فیتیک است زیرا در طی فرآیند جوانه زنی غلات در تولید مالت، فعالیت آنزیم فیتاز درنتیجه تولید و فعال سازی فیتازهای داخل سلولی افزایش می‌یابد (Elkhalil, *et al*, 2001).

افزودن آرد مالت در مقادیر مختلف، به‌عنوان منبع آنزیم فیتاز، باعث کاهش اسید فیتیک در مقادیر بالای ۹۰ ٪ گردید (Servi *et al*, 2008; Bilgicli *et al*, 2006).

۲-۵- اکستروژن

---

[۶] *Kazachstania exigua*

[۷] Xylanase

[۸] *Pichia fermentans*

تکنولوژی پخت اکستروژن، یک فرآیند چند مرحله‌ای، چند عملکردی و حرارتی/ مکانیکی است که کاربردهای زیادی در صنعت غذا دارد. اثرات مفید این تکنولوژی شامل کاهش فاکتورهای ضد تغذیه‌ای، افزایش حلالیت فیبرها و کاهش اکسیداسیون لیپیدها است (Kaur *et al*, 2015).

جدول ۲- فرآیندهای حرارتی اعمال شده بر سبوس و نتایج حاصل از آن

تیمارها	نتایج	نویسنده و سال انتشار مقاله
۱- اسید کلریدریک ۳ درصد به مقدار ۵، ۴، ۳٪ ۲- استیک اسید ۱ ٪ به مقدار ۲۲، ۲۰، ۱۸٪ ۳- کلسیم هیدرواکساید ۱ ٪ به مقدار ۲۲، ۲۰، ۱۸٪	بیشترین مقدار کاهش در بازدارنده تریپسین، اکسالات‌ها، پلی-فنول‌ها، اسید فیتیک و ساپونین با افزودن اسید استیک ۱ درصد به مقدار ۲۲ ٪ مشاهده شد.	(Kaur *et al*,2014)
مخلوط کردن سبوس گندم به نسبت ۱/۱۶ و ۱/۸ با آب مقطر دیونیزه ۱- فرآیند اتوکلاوو: تنظیم کردن pH مخلوط آب و سبوس در pH= ۳/۵، ۴، ۴/۵، ۵ با استفاده از استیک اسید و اعمال دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد و مدت زمان = h ۲، ۱/۵، ۱، ۰/۵ ۲- انکوباسیون با آرد مالت جو: افزودن ۱۰، ۷/۵، ۵، ۲/۵ ٪ مالت در مدت زمان = h ۸، ۶، ۴، ۲ و تنظیم pH با استیک اسید در pH= ۵/۲	۱-اعمال فرآیند اتوکلاوو در مدت زمان h ۰/۵ و pH= ۴/۵ باعث ۹۵ ٪ کاهش در میزان اسید فیتیک می-گردد. ۲-اعمال فرآیند انکوباسیون با ۵ و ۲/۵ ٪ آرد مالت جو در مدت زمان ۸ ساعت، به‌ترتیب باعث ۹۰ ٪ کاهش در میزان اسید فیتیک می‌گردد.	(Servi *et al*,2008)
تمیز کردن و مخلوط کردن نمونه‌های سبوس گندم به نسبت ۱/۱۵ با آب فرآیند اتوکلاوو: اعمال فرآیند اتوکلاوو در مدت زمان h ۰/ ۵ و تنظیم پی‌اچ با استفاده از استیک اسید در pH= 4	اعمال فرآیند اتوکلاوو باعث ۹۴/۳ ٪ کاهش در میزان اسید فیتیک گردید.	(Ozkaya *et al*,2018)
مخلوط کردن نمونه‌های سبوس به نسبت ۱/۱۵ با آب فرآیند اتوکلاوو: اعمال فرآیند اتوکلاوو در مدت زمان = h ۱/۵، ۱، ۰/۵ و تنظیم pH با استفاده از استیک اسید در ۴/۵، pH = ۳/۵ ،۴	• موثرترین تیمار انجام فرآیند اتوکلاوو در مدت زمان = h ۱/۵ و pH= ۴ بود که منجربه: • ۱۲ ٪ افزایش در فعالیت آنتی اکسیدانی • ۹۵/۲ ٪ کاهش در میزان اسید فیتیک • کاهش ترکیبات فنولیک • افزایش محتوی فیبرهای رژیمی نامحلول و کل با افزایش اسیدیته و زمان اتوکلاوو کردن و کاهش میزان فیبر رژیمی محلول	(Ozkaya *et al*,2017)
اعمال فرآیند اکستروژن با استفاده از اکسترودر دو مارپیچه، تنظیم دمای محفظه اکسترودر و رطوبت ماده به ترتیب در ۳ دمای °C ۱۶۵، ۱۴۰، ۱۱۵ و رطوبت ۲۰، ۱۷، ۱۴ ٪	• ۵۴/۵۱ ٪ کاهش در میزان اسید فیتیک • ۳۶/۸۴ ٪ کاهش در میزان اکسالات‌ها • ۷۲/۳۹ ٪ کاهش در میزان بازدارنده تریپسین	(Kaur *et al*, 2015)

بررسی‌ها نشان می‌دهد که متغییرهای اکستروژن نقش اساسی در کاهش خصوصیات ضد تغذیه‌ای دارا می‌باشند. موثرترین متغییرها در کاهش ضد تغذیه‌ای سبوس گندم، رطوبت ماده و دمای محفظه اکسترودر هستند (kaur *et al*, 2015). همچنین این فرآیند باعث افزایش انحلال فیبرهای رژیمی می‌گردد (Hemdane *et al*, 2016).

۳- نتیجه گیری

پیش فرآوری سبوس گندم با استفاده از روش‌های مختلف به‌منظور کاهش ترکیبات ضدتغذیه‌ای همچون اسید فیتیک و بهره-مندی از ترکیبات مغذی همانند فیبرهای رژیمی، ویتامین‌ها، مواد معدنی، ترکیبات فنولی و آنتی اکسیدانی لازم است. درمیان روش‌های فرآوری مختلف، اعمال فرآیندهای هیدراتاسیون گرم و اتوکلاوو کردن سبوس همراه با کاهش pH و همچنین تخمیر با استفاده از سویه‌های باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر با فعالیت فیتازی بالا جزو روش‌های موثر در کاهش اسید فیتیک و بهبود خصوصیات تغذیه‌ای هستند. ضمن آنکه تلفیق روش‌های ذکر شده همراه با کاهش اندازه ذرات سبوس، به جهت افزایش غلظت ترکیبات فسفات در لایه‌های بیرونی سبوس و افزایش سطح تماس سبوس با آنزیم فیتاز اثر بهتری بر کاهش این ترکیب ضدتغذیه‌ای دارد.

۴- منابع

Aarestrup, J., Kyrø, C., Christensen, J., Kristensen, M., Lund Würtz, A. M., Johnsen, N. F., ... & Olsen, A. (2012). Whole grain, dietary fiber, and incidence of endometrial cancer in a Danish cohort study. *Nutrition and cancer*, *64*(8), 1160-1168.

Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., & Sapirstein, H. D. (2005). Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal chemistry*, *82*(4), 390-393.

Bilgiçli, N., Elgün, A., & Türker, S. (2006). Effects of various phytase sources on phytic acid content, mineral extractability and protein digestibility of tarhana. *Food chemistry*, *98*(2), 329-337.

Champagne, E. T. (1988). Effects of pH on mineral-phytate, protein-mineral-phytate, and mineral-fiber interactions. Possible consequences of atrophic gastritis on mineral bioavailability from high-fiber foods. *Journal of the American College of Nutrition*, *7*(6), 499-508.

Coda, R., Rizzello, C. G., Curiel, J. A., Poutanen, K., & Katina, K. (2014). Effect of bioprocessing and particle size on the nutritional properties of wheat bran fractions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *25*, 19-27.

Elkhalil, E. A. I., El Tinay, A. H., Mohamed, B. E., & Elsheikh, E. A. E. (2001). Effect of malt pretreatment on phytic acid and in vitro protein digestibility of sorghum flour. *Food chemistry*, *72*(1), 29-32.

Febles, C. I., Arias, A., Hardisson, A., Rodríguez-Álvarez, C., & Sierra, A. (2001). Phytic acid level in infant flours. *Food chemistry*, *74*(4), 437-441.

Fekri, A., Torbati, M., Khosrowshahi, A. Y., Shamloo, H. B., & Azadmard-Damirchi, S. (2020). Functional effects of phytate-degrading, probiotic lactic acid bacteria and yeast strains isolated from Iranian traditional sourdough on the technological and nutritional properties of whole wheat bread. *Food chemistry*, *306*, 125620.

Filannino, P., Di Cagno, R., & Gobbetti, M. (2018). Metabolic and functional paths of lactic acid bacteria in plant foods: get out of the labyrinth. *Current opinion in biotechnology*, *49*, 64-72.

Greiner, R., & Konietzny, U. (2006). Phytase for food application. *Food Technology & Biotechnology*, *44*(2).

Greiner, R., & Egli, I. (2003). Determination of the activity of acidic phytate-degrading enzymes in cereal seeds. *Journal of agricultural and food chemistry*, *51*(4), 847-850.

Gueimonde, M., Frias, R., & Ouwehand, A. C. (2006). Assuring the continued safety of lactic acid bacteria used as probiotics. *Biologia*, *61*(6), 755-760.

Haros, M., Bielecka, M., Honke, J., & Sanz, Y. (2008). Phytate-degrading activity in lactic acid bacteria. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, *58*(1).

Hemdane, S., Jacobs, P. J., Dornez, E., Verspreet, J., Delcour, J. A., & Courtin, C. M. (2016). Wheat (Triticum aestivum L.) bran in bread making: a critical review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, *15*(1), 28-42.

Hemery, Y., Chaurand, M., Holopainen, U., Lampi, A. M., Lehtinen, P., Piironen, V., ... & Rouau, X. (2011). Potential of dry fractionation of wheat bran for the development of food ingredients, part I: Influence of ultra-fine grinding. *Journal of Cereal Science*, *53*(1), 1-8.

Hemery, Y. M., Mabille, F., Martelli, M. R., & Rouau, X. (2010). Influence of water content and negative temperatures on the mechanical properties of wheat bran and its constitutive layers. *Journal of food engineering*, *98*(3), 360-369.

Hemery, Y., Rouau, X., Lullien-Pellerin, V., Barron, C., & Abecassis, J. (2007). Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality. *Journal of Cereal Science*, *46*(3), 327-347.

Javed, M. M., Zahoor, S., Shafaat, S., Mehmooda, I., Gul, A., Rasheed, H., ... & Haq, I. (2012). Wheat bran as a brown gold: Nutritious value and its biotechnological applications. *African Journal of Microbiology Research*, *6*(4), 724-733.

Katina, K., Juvonen, R., Laitila, A., Flander, L., Nordlund, E., Kariluoto, S., ... & Poutanen, K. (2012). Fermented wheat bran as a functional ingredient in baking. *Cereal chemistry*, *89*(2), 126-134.

Kaur, S., Sharma, S., Singh, B., & Dar, B. N. (2015). Effect of extrusion variables (temperature, moisture) on the antinutrient components of cereal brans. *Journal of food science and technology*, *52*(3), 1670-1676.

Kaur, P., Kunze, G., & Satyanarayana, T. (2007). Yeast phytases: present scenario and future perspectives. *Critical Reviews in Biotechnology*, *27*(2), 93-109.

Kumar, V., Sinha, A. K., Makkar, H. P., & Becker, K. (2010). Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review. *Food chemistry*, *120*(4), 945-959.

Lopez, H. W., Leenhardt, F., Coudray, C., & Remesy, C. (2002). Minerals and phytic acid interactions: is it a real problem for human nutrition?. *International journal of food science & technology*, *37*(7), 727-739.

Majzoobi, M., Pashangeh, S., Farahnaky, A., Eskandari, M. H., & Jamalian, J. (2014). Effect of particle size reduction, hydrothermal and fermentation treatments on phytic acid content and some physicochemical properties of wheat bran. *Journal of food science and technology*, *51*(10), 2755-2761.

Manini, F., Brasca, M., Plumed-Ferrer, C., Morandi, S., Erba, D., & Casiraghi, M. C. (2014). Study of the chemical changes and evolution of microbiota during sourdoughlike fermentation of wheat bran. *Cereal chemistry*, *91*(4), 342-349.

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*(3), 398-404.

Nuobariene, L., Hansen, A. S., Jespersen, L., & Arneborg, N. (2011). Phytase-active yeasts from grain-based food and beer. *Journal of applied microbiology*, *110*(6), 1370-1380.

Oatway, L., Vasanthan, T. and Helm, J.H., 2001. Phytic acid. *Food Reviews International*, *17*(4), pp.419-431.

Özkaya, B., Baumgartner, B., & Özkaya, H. (2018). Effects of concentrated and pretreatment wheat bran and rice bran addition on bread properties. *Journal of texture studies*, *49*(1), 84-93.

Özkaya, B., Turksoy, S., Özkaya, H., & Duman, B. (2017). Dephytinization of wheat and rice brans by hydrothermal autoclaving process and the evaluation of consequences for dietary fiber content, antioxidant activity and phenolics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *39*, 209-215.

Plaami, S. (1997). Myoinositol phosphates: analysis, content in foods and effects in nutrition. *LWT-Food Science and Technology*, *30*(7), 633-647.

Penella, J. S., Collar, C., & Haros, M. (2008). Effect of wheat bran and enzyme addition on dough functional performance and phytic acid levels in bread. *Journal of cereal science*, *48*(3), 715-721.

Reale, A., Mannina, L., Tremonte, P., Sobolev, A. P., Succi, M., Sorrentino, E., & Coppola, R. (2004). Phytate degradation by lactic acid bacteria and yeasts during the wholemeal dough fermentation: a 31P NMR study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *52*(20), 6300-6305.

Reicks, M., Jonnalagadda, S., Albertson, A. M., & Joshi, N. (2014). Total dietary fiber intakes in the US population are related to whole grain consumption: results from the National Health and Nutrition Examination Survey 2009 to 2010. *Nutrition research*, *34*(3), 226-234.

Rezaei, S., Najafi, M. A., & Haddadi, T. (2019). Effect of fermentation process, wheat bran size and replacement level on some characteristics of wheat bran, dough, and high-fiber Tafton bread. *Journal of cereal science*, *85*, 56-61.

Servi, S., Özkaya, H., & Colakoglu, A. S. (2008). Dephytinization of wheat bran by fermentation with bakers' yeast, incubation with barley malt flour and autoclaving at different pH levels. *Journal of cereal science*, *48*(2), 471-476.

Sharma, N., Angural, S., Rana, M., Puri, N., Kondepudi, K. K., & Gupta, N. (2019). Phytase producing lactic acid bacteria: Cell factories for enhancing micronutrient bioavailability of phytate rich foods. *Trends in Food Science & Technology*.

Song, H. Y., El Sheikha, A. F., & Hu, D. M. (2019). The positive impacts of microbial phytase on its nutritional applications. *Trends in food science & technology*, *86*, 553-562.

Spaggiari, M., Ricci, A., Calani, L., Bresciani, L., Neviani, E., Dall'Asta, C., ... & Galaverna, G. (2020). Solid state lactic acid fermentation: A strategy to improve wheat bran functionality. *LWT*, *118*, 108668.

Steiner, T., Mosenthin, R., Zimmermann, B., Greiner, R., & Roth, S. (2007). Distribution of phytase activity, total phosphorus and phytate phosphorus in legume seeds, cereals and cereal by-products as influenced by harvest year and cultivar. *Animal Feed Science and Technology*, *133*(3-4), 320-334.

Türk, M., & Sandberg, A. S. (1992). Phytate degradation during breadmaking: effect of phytase addition. *Journal of Cereal Science*, *15*(3), 281-294.

Waters, D. M., Mauch, A., Coffey, A., Arendt, E. K., & Zannini, E. (2015). Lactic acid bacteria as a cell factory for the delivery of functional biomolecules and ingredients in cereal-based beverages: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, *55*(4), 503-520.

Yaver, E., & Bilgiçli, N. (2019). Effects of different dephytinisation methods on chemical properties of commercial and traditional breads prepared from composite flour. *Food chemistry*, *276*, 77-83.

Zhao, H.M., Guo, X.N. and Zhu, K.X., 2017. Impact of solid state fermentation on nutritional, physical and flavor properties of wheat bran. *Food chemistry*, *217*, pp.28-36.

3rd International Conference on

Food industry sciences, organic farming and food security

Evaluation of phytic acid reduction methods and improvement of nutritional properties of wheat bran

Parisa Parsa[1]

M.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

parisa.parsa@mail.um.ac.ir

Mostafa Mazaheri Tehrani

Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

mmtehrani@um.ac.ir

Abstract

Wheat bran is a low cost and rich source of dietary fiber, proteins, vitamins, and minerals and possesses antioxidant activities, but it also contains phytic acid, an antinutrient compound that inhibits bioavailability of minerals such as iron, magnesium, calcium and zinc, vitamins and proteins in Food. Pretreatment of wheat bran using various methods enhancing beneficial compounds such as phenolic compounds, soluble arabinoxylans, antioxidant, and mineral bioavailability, vitamins, and proteins. Moreover, they play a significant role in reducing phytic acid and other anti-nutritional compounds. Methods of phytic acid reduction including particle size reduction, incubation with malt flour, fermentation, hydrothermal, autoclaving, extruding and enzyme treatment, each one has different mechanisms for such a purpose: Particle size reduction process by increasing the concentration of aleurone layer compounds in micron size, fermentation process using lactic acid bacteria and yeast by reducing the pH and activation of intracellular and microbial enzymes, hydrothermal processes and autoclave with adjustment of pH level and Extruding reduces phytic acid respectively by applying heat and pressure combined with heat, heat and shear force, incubation with malt flour, and enzymatic treatment through the activity of enzymes such as phytase. Combining different wheat bran processing methods will have a better effect on reducing phytic acid and increasing nutrients.

Keywords: Phytic acid, minerals, wheat bran, pretreatment, antinutrients