بررسي فعاليت آنزيم فيتاز در سه رقم گندم و تاثير تيمارهاي تخمير، هيدراتاسيون گرم و حرارت دهي برآن

مرجانه صداقتي[۱] ، دكتر محمد شاهدي[۲] و دكتر مهدي كديور[۳]

چكيده

آنزيم فيتاز اسيد فيتيک را به ميواينوزيتول و فسفات هاي غيرآلي هيدروليز مي كند. اين آنزيم در دانه هاي گياهي نظير غلات و حبوبات يافت مي شود. گندم نيز از جمله غلاتي است كه فعاليت فيتازي بالائي دارد. اسيد فيتيک در دانه هاي گياهي نظير غلات و حبوبات يافت و مانع جذب فلزات دو ظرفيتي مانند روي، آهن، كلسيم و منيزيم مي‌شود. در اين تحقيق فعاليت فيتازي در سه رقم گندم و درصدهاي مختلف استخراج آرد اين ارقام اندازه‌گيري و مقايسه شد. همچنين تاثير فرايند تخمير، هيدراتاسيون گرم و تيمار حرارت دهي نيز بر فعاليت فيتازي اين ارقام گندم بررسي و مقايسه شد. نتايج آزمايش هاي فوق بر اساس آزمون فاكتوريل در قالب طرح كاملا" تصادفي، مورد تجزيه و تحليل قرار گرفت. نتايج حاصل نشان داد، فعاليت فيتازي در بين سه رقم گندم متفاوت است. در بين سه درصد استخراج آرد، آردهاي با درصد استخراج بيشتر، فعاليت فيتازي بيشتري نشان دادند. بر اساس اين نتايج تيمار تخمير اثر مثبت بر فعاليت فيتازي داشت و خمير تخمير شده فعاليت فيتازي بيشتري نشان داد. همچنين تيمار هيدراتاسيون گرم سبب كاهش قابل توجهي در مقدار اسيد فيتيک گرديد. در حاليكه حرارت پخت سبب كاهش اندكي در مقدار اسيد فيتيک شد.

كلمات كليدي : فيتاز، اسيد فيتيک، تخمير، هيدراتاسيون گرم وحرارت دهي

مقدمه

۱ - كارشناس ارشد صنايع غذايي
۲ - استاد صنايع غذايي
۳ - استاديار صنايع غذايي

نان گندم سبوس دار تامين كننده اصلي انرژي در رژيم غذايي مردم اغلب كشورها است و يكي از منابع اصلي مواد معدني است. سبوس گندم منبع اصلي فيبر رژيمي است و امروزه اثر ضد سرطاني فيبر رژيمي به اثبات رسيده است. اگر چه فيبر رژيمي به عنوان مكمل غذايي كاربرد دارد اما حاوي فيتات بالايي نيز مي‌باشد. اسيد فيتيک فرم ذخيره اي فسفر در گندم و ديگر غلات است. اسيد فيتيک از طريق شلاته كردن كاتيون هاي چند ظرفيتي نظير آهن، كلسيم، منيزيم و روي فيتات ها را تشكيل مي‌دهد. در غلات لايه آلورون محل اصلي ذخيره فيتات است. در دانه گياهان دو لپه اي، فيتات بطور غيريكنواخت در سراسر دانه توزيع شده است[۱۰].

ارتباط قوي بين فيتات ها و متابوليسم مواد معدني وجود دارد كه منجر به احتياط در بكارگيري سبوس گندم به عنوان فيبر رژيمي در مواد غذايي مي‌شود. مطالعات انجام شده نشان مي‌دهد ميزان جذب روي وآهن غذا با ميزان فيتات رژيم غذايي ارتباط دارد. اين كمپلكس‌هاي فيتات در pH فيزيولوژيكي نا محلول هستند و از جذب مواد معدني از غذا جلوگيري مي‌كنند. آنزيم فيتاز يک آنزيم هيدروليزكننده فيتات است كه كه حذف مرحله به مرحله ارتوفسفات معدني از اسيد فيتيک را كاتاليز مي كنند. اين آنزيم يک فسفو منواستراز غيراختصاصي، متعلق به گروه اسيد فسفاتازها مي باشد[۵]. دو نوع آنزيم فيتاز شناخته شده عبارتند از : ۳- فسفاتاز (EC3.1.3.8) با نام سيستماتيک ميو اينوزيتول هگزاكيس فسفات ۳- فسفو هيدرولاز، كه ابتدا استر را در محل ۳- اينوزيتول هيدروليز مي كند و به صورت تجارتي از آسپرژيلوس فسيوم[۴] استخراج مي شود و ۶- فيتاز(EC3.1.3.26) كه دفسفريلاسيون فيتات را در محل ۶ آغاز مي كند. در غلات ۶- فيتاز موجود است كه به صورت تجارتي از گندم استخراج مي شود. هر دو نوع فيتاز نهايتا" فيتات را بطور كامل دفسفريله مي كنند[۱۵]. چندين فرايند كه سبب حذف فيتات ها از زنجيره غذايي مي‌شوند شناخته شده است كه از اين طريق دسترسي به مواد معدني افزايش مي‌يابد. تحقيقات در زمينه فرايند تخمير، نشان مي‌دهد فيتات ها در طول فرايند تخمير كاهش مي‌يابند و علت اين كاهش فعاليت فيتاز مخمر و فيتاز اندوژنوس آرد است. ترسركيسيان و همكاران (۱۹۷۴) گزارش كردند تخمير حدود ۴ ساعت و بيشتر براي كاهش محتوي فيتات خمير نان گندم كامل به سطح تغذيه اي قابل قبول لازم است[۱۴]. تانگ كنگ چيتر (۱۹۸۱) گزارش كرد در طول ۳ ساعت تخمير در ۳۰ درجه سانتيگراد با ۲ درصد مخمر، مقدار فيتات ۲۵ درصد كاهش مي‌يابد و پس از ۵ ساعت تخمير

۴- *Aspergillus ficuum*

مقدار فیتات ۲۷ درصد کاهش می‌یابد[۱۲]. در ارتباط با فرایند تیمار هیدراتاسیون گرم، فردلاند و همکارانش (۱۹۹۷) گزارش کردند تیمار هیدراتاسیون گرم دانه کامل که در طول تاریخ براي تسهیل پوست گیري بکارگرفته می‌شد به وسیله هیدرولیز هگزا وپنتا اینوزیتول فسفات به فسفات غیر آلي و اینوزیتول فسفات ها با تعداد فسفات کمتر اثر مثبت روي ارزش تغذیه اي غلات دارد[۲]. ملانبي (۱۹۵۰) گزارش کرد کاهش فیتات در دانه کامل گندم حدود ۸٤ درصد است، این در حالي است که از بافر با pH برابر با ٤/٥ و دماي ٤٥ درجه سانتیگراد در مدت ۱۲ ساعت استفاده کنیم [۷]. بررسي ها نشان می‌دهد فرایند حرارت دهي نیز سبب کاهش مقدار فیتات می‌شود. ترسرکیسیان و همکارانش (۱۹۷۴) گزارش کردند در طول تخمیر و ۳ تا ۴ دقیقه پخت نان، میزان فیتات ۳۹ درصد کاهش می‌یابد و به نظر می‌رسد فعالیت آنزیم فیتاز در طول حرارت‌دهي سبب کاهش فیتات می‌شود.[۱۴]. هدف از این مطالعه اندازه گیري فعالیت فیتازي در آرد با درصدهاي استخراج مختلف سه رقم گندم روشن، قدس و مهدوي بود. همچنین اثر تیمارهاي تخمیر، هیدراتاسیون گرم و تیمار حرارت دهي بر کاهش فیتات بررسي گردید.

مواد و روش ها

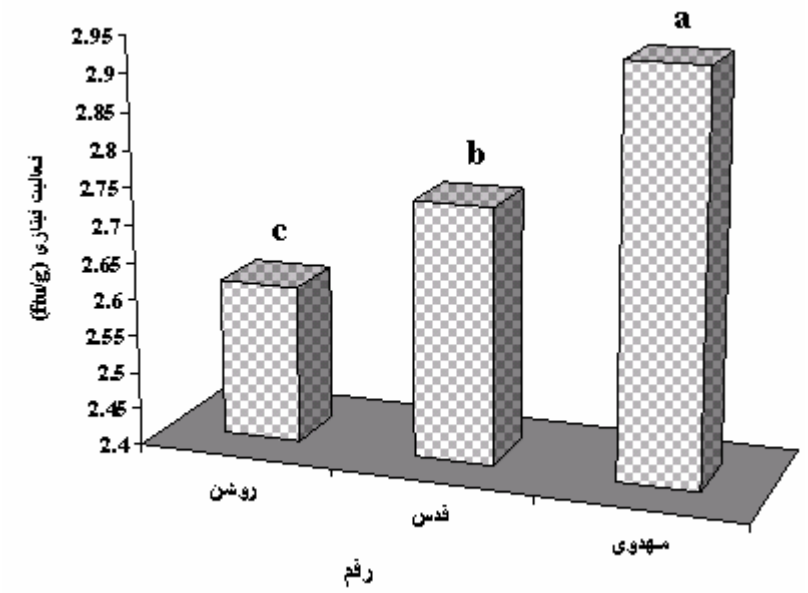
نمونه هاي سه رقم گندم روشن، قدس و مهدوي از انبار خدمات کشاورزي، چند روز پس از برداشت دریافت شد. سپس نمونه هاي گندم به موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج فرستاده شد و آنجا پس از چند ساعت خیساندن، عمل سبوس گیري به وسیله آسیاب بوهلر صورت گرفت و سبوس گندم ها و آرد ۷۰ درصد تهیه شد. سپس سبوس حاصل جهت تهیه آرد گندم با درصد استخراج ۷۵، ۸۵ و۱۰۰ مورد استفاده قرار گرفت. خمیرهاي شاهد و تخمیري از ارقام گندم قدس، روشن و مهدوي با درصدهاي استخراج ۷۵، ۸۵ و ۱۰۰ درصد تهیه شد. براي تهیه خمیر تخمیري از ۱ درصد مخمر استفاده و خمیر ها مدت ٦ ساعت در ۳۵ درجه سانتیگراد تخمیر گردید. خمیرهاي فوق بعد از تهیه به فریزر منتقل و منجمد شد. براي خشك کردن، خمیرهاي منجمد به دستگاه فریزدرایر انتقال یافت و در صفر درجه سانتیگراد و فشار ٤/٥۹ میلیمتر جیوه، عمل تصعید و خشك کردن خمیرها به مدت ۲٤ ساعت صورت گرفت. خمیرهاي خشك شده بوسیله آسیاب مجددا به آرد تبدیل شد و با الک با مش ۱۰۰ الک گردید. اندازه گیري فعالیت آنزیم فیتاز مطابق روشي که کیلمر و همکارانش در سال ۱۹۹٤ پیشنهاد

نمودند، انجام شد[۸]. در بخش اندازه گيري مقدار اسيد فيتيک از روش نهاپتيان و بصيري(۱۹۷۵) استفاده گرديد[۹].

نتايج و بحث

۳-۱ مقايسه ميزان فعاليت آنزيم فيتاز در آرد و سبوس سه رقم گندم

آنزيم فيتاز به همراه اسيد فيتيک در لايه آلورون غلات قرار دارد و عمل هيدروليز اسيد فيتيک را انجام مي دهد. در اين تحقيق فعاليت فيتازي در ارقام گندم روشن، قدس و مهدوي اندازه گيري شد. اين اندازه گيري در آردهاي ۷۵ درصد، ۸۵ درصد، ۱۰۰ درصد و سبوس اين ارقام گندم انجام گرديد و اين نتايج بدست آمد.



نمودار ۳-۱- ميانگين هاي فعاليت فيتازي در سه رقم گندم

همانطور که نمودار مقايسه ميانگين ۳-۱ نشان مي دهد در بين سه رقم گندم رقم مهدوي بيشترين و رقم روشن کمترين فعاليت فيتازي را دارد. در نتيجه واريته عاملي موثر در ميزان فعاليت فيتازي است. نتايج اين تحقيق با نتايجي که ماسس و همکارانش بدست آوردند، مطابقت دارد[۸]. آنان در بررسي فعاليت فيتازي ۲۳ رقم گندم گزارش کردند، دامنه فعاليت فيتازي ارقام گندم قرمز از ۲ تا ۵/۵ FTU/g سبوس

قرار دارد. فعاليت فيتازي ارقام گندم روشن، قدس و مهدوي مطابق نمودار ۳-۱در دامنه فعاليت فيتازي گزارش شده توسط ماسس و همكارانش قرار دارد. ماسس و همكارانش تفاوت مشاهده شده در فعاليت فيتازي ارقام گندم را ناشي از تفاوت در واريته‌هاي گندم دانستند. همان طور كه ذكر شد، به نظر مي‌رسد تفاوت فعاليت فيتازي ارقام گندم روشن، قدس و مهدوي نيز ناشي از تفاوت در واريته‌هاي آنها باشد.

جدول ۳-۱ ميانگين‌ها ميزان فعاليت فيتازي تحت اثر متقابل سبوس و آرد با درصد استخراج مختلف سه رقم گندم *FTU/g*

	درصد استخراج			
رقم گندم	سبوس	آرد كامل	آرد ۸۵ %	آرد ۷۵%
روشن	۵/۰۳^{b}	۳/۱۰^{d}	۱/۵۰^{f}	۰/۸^{h}
قدس	۵/۱۱^{b}	۳/۱۴^{d}	۱/۶۳^{f}	۱/۰۹^{g}
مهدوي	۵/۴۸^{a}	۳/۴۲^{c}	۱/۶۴^{e}	۱/۰۷^{g}

ميانگين‌هاي داراي حروف غير مشترك با هم تفاوت معني دار دارند ($p<۰/۰۵$)

جدول مقايسه ميانگين ۳-۱ نشان مي دهد كه سبوس مهدوي بيشترين و سبوس روشن كمترين فعاليت فيتازي را دارد. همچنين بيشترين ميزان فعاليت فيتازي در هر رقم گندم نيز به ترتيب در سبوس، آردكامل، آرد۸۵% و آرد ۷۵% ديده شد و فعاليت فيتازي با كاهش درصد سبوس در آرد سه رقم گندم، كاهش مي يابد. با توجه به اينكه همراه با كاهش درصد سبوس، ميزان فعاليت فيتازي كاهش مي‌يابد، بنابراين مي‌توان نتيجه گرفت آنزيم فيتاز نيز مانند سوبستراي خود اسيد فيتيك، بيشتر در لايه هاي خارجي دانه خصوصا" لايه آلورون گندم واقع شده است و

چون لايه آلورون همراه با سبوس از دانه جدا مي‌گردد، با كاهش ميزان سبوس، فعاليت فيتازي نيز كاهش مي‌يابد.

اين نتايج با نتايج تحقيقات مشابه در اين زمينه قابل مقايسه است. پيرز به منظور تعيين نحوه پراكندگي آنزيم فيتاز در بخشهاي مختلف گندم، فعاليت فيتازي را در ۷ بخش اصلي دانه گندم اندازه گيري، بررسي و گزارش كرد كه اسكوتلوم[۵] (در جوانه قرار دارد و هنگام آسياب كردن همراه سبوس جدا مي‌شود) و آلورون بيشترين و آندوسپرم و لايه اپيدرم، كمترين فعاليت فيتازي را دارند. پيرز نتيجه گرفت، بيشترين مقدار آنزيم فيتاز در لايه آلورون و اسكوتلوم قرار دارد و احتمالا" آندوسپرم فاقد آنزيم فيتاز است[۱۱]. در اين تحقيق نيز سبوس-هاي سه رقم گندم روشن، قدس و مهدوي كه حاوي لايه اسكوتلوم و آلورون هستند، بيشترين فعاليت فيتازي را از خود نشان دادند در حاليكه آردهاي ۷۵ درصد سه رقم گندم كه حاوي كمترين مقدار سبوس و بيشترين مقدار آندوسپرم هستند، كمترين فعاليت فيتازي را از خود نشان دادند. بنابراين مي‌توان نتيجه گرفت، آنزيم فيتاز در بخشهايي از سبوس گندم قرار دارد و احتمالا" آندوسپرم فاقد آنزيم فيتاز است.

۳-۲ مقايسه فعاليت فيتازي در خمير عادي و تخمير شده

در تكنولوژي توليد نان از تيمار تخمير براي بهبود كيفيت نان و بهبود ارزش تغذيه اي نان استفاده مي‌كنند. فرايند تخمير بر فعاليت فيتازي و هيدروليز اسيد فيتيك نيز تاثير مي‌گذارد. نتايج آزمايشات نشان مي-دهد، در هر سه رقم گندم، خمير تخميري فعاليت فيتازي بيشتري نسبت به خمير شاهد دارد. زيرا در طول عمل تخمير بدليل توليد اسيدهاي آلي مختلف pH كاهش يافته و به pH مناسب براي فعاليت آنزيم فيتاز گندم نزديك مي-شود.

۵-Scutellum

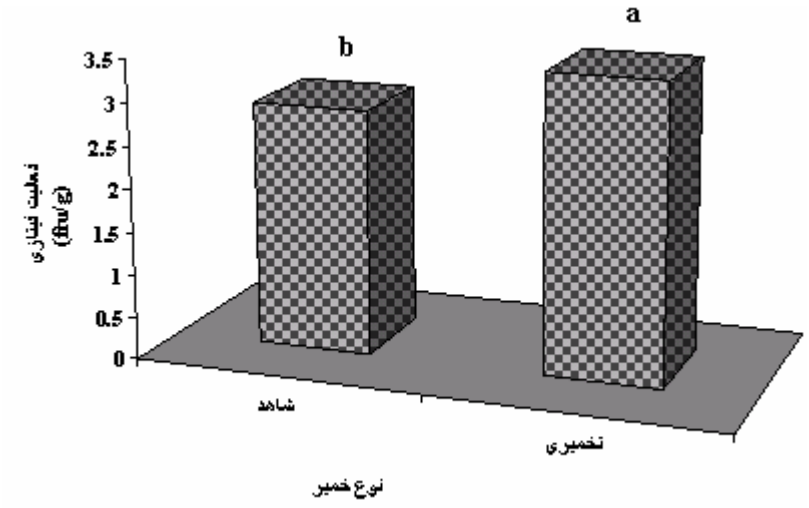
جدول ۳-۲ مقايسه ميانگين‌ها مربوط به تاثير متقابل رقم گندم و نوع خمير بر فعاليت فيتازي*FTU/g*

رقم گندم	نوع خمير	
	خميرشاهد	خميرتخميري
روشن	۱/۵۴ ^{e}	۲/۰۶ ^{bc}
قدس	۱/۷۲ ^{de}	۲/۱۸ ^{ab}
مهدوي	۱/۸۷ ^{cd}	۲/۳۱ ^{a}

ميانگين‌هاي داراي حروف غير مشترک با هم تفاوت معني دار دارند ($p<۰/۰۵$)

در فرآيند تخمير با مخمر، اسيدفيتيك به وسيله آنزيم هاي فيتاز دروني گندم و فيتاز مخمري هيدروليز شده و كاهش مي‌يابد. در طي فرايند تخمير به دليل توليد اسيدهاي آلي مختلف، pH خميركاهش مي يابد و به pH مطلوب براي فعاليت فيتاز دروني آرد گندم و همچنين فيتاز مخمري نزديك مي شود و آنزيم هاي فيتاز گياهي و فيتاز مخمري را فعال مي سازد. بنابراين هيدروليز فيتات درخميرهاي تخمير شده افزايش مي-يابد. pH مطلوب براي فعاليت فيتاز دروني گندم ۵/۱۵ است و فيتاز مخمري نيز در بازه pH ۳/۵ تا ۴/۵ فعاليت مي‌كند. بطور كلي افزايش فعاليت فيتازي در خمير تخميري ، ناشي از افزايش فعاليت هر دو آنزيم فيتاز گياهي دروني گندم و فيتاز مخمري است، اما تحقيقات مشابه نشان داده اند كه سهم فيتاز مخمري در افزايش فعاليت فيتازي ناچيز است و بخش عمده اين افزايش متعلق به فيتاز گياهي است[۴]. اگر چه مقدار فيتات در خميرهاي تخمير شده كاهش مي يابد، ولي فرايند تخمير سبب حذف كامل فيتات خمير نمي‌شود. زيرا در فرايند تخمير تا حدي pH مطلوب براي فعاليت فيتاز گندم ايجاد مي‌شود، ولي معمولا"از دماي ۳۰ تا ۳۷ درجه سانتيگراد براي تخمير استفاده مي‌كنند. اين دما بسيار كمتر از دماي مطلوب براي فعاليت فيتاز گندم است (۵۵ درجه سانتيگراد). باوجود اينكه فيتاز گندم از فعاليت فيتازي بالايي برخوردار است، در اين

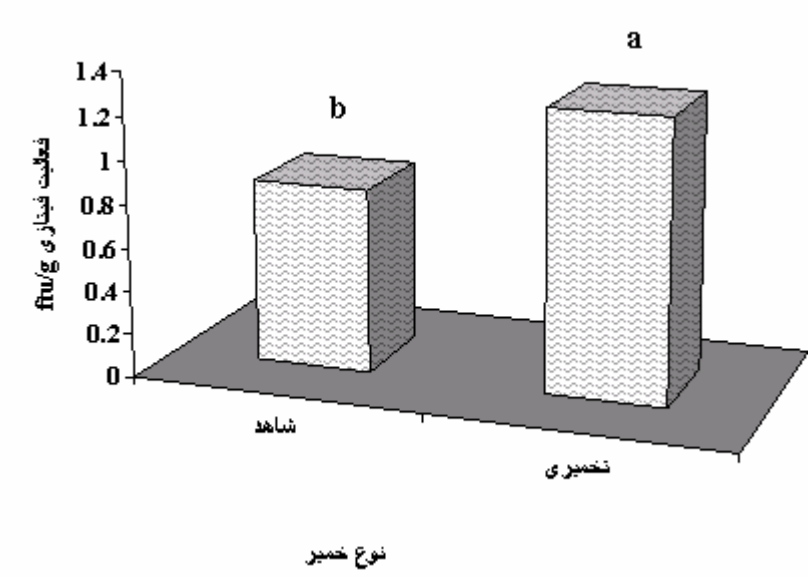
شرايط نمي‌تواند فيتات را كاملا" تجزيه كند. از طرفي به نظر مي‌رسد فسفر معدني آزاد شده در فرايند هيدروليز اسيد فيتيک به وسيله آنزيم فيتاز، اثر بازدارنده بر فعاليت آنزيم فيتاز دارد و مانع فعاليت بهينه آنزيم مي‌شود. همچنين فيتات در آرد به وسيله نشاسته، چربي و پروتئين محصور مي‌شود و آنزيم فيتاز در دستيابي به فيتات دچار محدوديت مي‌گردد.



نمودار۳-۲- ميانگين هاي ميزان فعاليت فيتازي خمير شاهد و تخميري آرد كامل

نمودار مقايسه ميانگين ۳-۲ نشان مي دهد ميانگين افزايش فعاليت فيتازي در خمير هاي تخميري آرد كامل حدود ۲۰ درصد بيشتر از آرد شاهد است. در حاليكه نمودار مقايسه ميانگين ۳-۳ نشان مي دهد ميانگين افزايش فعاليت فيتازي در خمير هاي تخميري آرد ۷۵ درصد حدود ۵۱ درصد بيشتر از آرد شاهد است. به نظر مي رسد چون خمير هاي تهيه شده از آرد ۷۵ درصد آندوسپرم بيشتري نسبت به خمير هاي آرد كامل دارند، مخمر مواد غذايي بيشتري نسبت به آرد كامل در اختيار دارد. در نتيجه مخمر در آرد ۷۵ درصد بيشتر فعاليت كرده واسيد بيشتري توليد مي كند. در اين

شرايط pH كاهش يافته و به حدود ۵ كه مطلوب براي فيتاز گندم است نزديک مي شود. به اين دليل فعاليت فيتازي در خمير تخميري آرد ۷۵ درصد نسبت به خمير تخميري آرد كامل بيشتر افزايش مي يابد.



نمودار۳-۳- ميانگين هاي ميزان فعاليت فيتازي خمير شاهد و تخميري آرد ۷۵ درصد

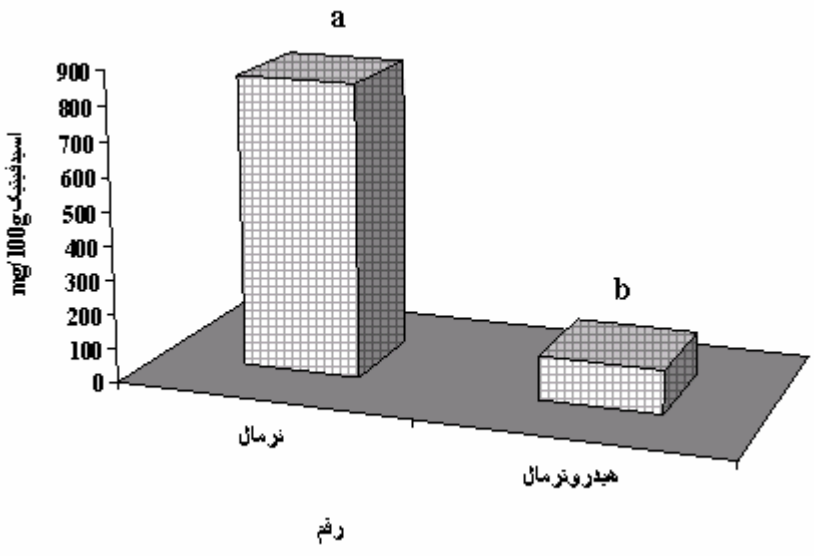
نتايج فوق با نتايج تحقيقات هارلند و همكارانش همخواني دارد[۴]. آنان در بررسي اثر مخمرهاي نروژي، آمريكايي و سوئدي بر كاهش فيتات، گزارش كردندكه درسوسپانسيون تهيه شده از آرد كامل پس از افزودن مخمر در دماي ۵۰ درجه سانتيگراد پس از ۶۰ دقيقه تخمير مقدار فيتات سوسپانسيون آرد كامل حاوي مخمر نروژي و آمريكايي به ترتيب ۷ درصد و۴ درصد وپس از ۱۲۰ دقيقه تخمير ۲۰ درصد و ۶ درصد كاهش يافت. آنان گزارش كردند علت اصلي كاهش مقدار فيتات در زمان تخمير، فعاليت فيتاز گياهي موجود در گندم است و فيتاز مخمري تاثير كمتري دارد. دراين تحقيق نيز در خميرهاي آرد كامل ارقام گندم روشن، قدس و مهدوي پس از تخمير،۲۰ درصد افزايش فعاليت فيتازي نسبت به خمير شاهد مشاهده شد.

اين نتايج با نتايج تحقيقات تانگ كنك چيتر و همكارانش نيز مطابقت دارد[۱۳]. آنان در بررسي تاثير تخمير بركاهش فيتات گزارش

كردند، در خمير آرد كامل و آرد سفيد حاوي ۲% مخمر، پس از ۳ ساعت تخمير در دماي $30^{o}c$ ، به ترتيب ۱۷ درصد و ۶۰ درصد كاهش مقدار فيتات مشاهده شد. در اين تحقيق نيز خميرهاي آرد كامل و آرد ۷۵ درصد ارقام روشن، قدس و مهدوي (حاوي ۱ درصد مخمر و پس از تخمير در ۳۵ درجه سانتيگراد) به ترتيب حدود ۲۰ درصد و ۵۱ درصد افزايش فعاليت فيتازي نشان دادند. علت كاهش بيشتر مقدار فيتات خميرآرد سفيد نسبت به خمير آرد كامل اين است كه در فرايند تخمير، pH خمير آرد سفيد نسبت به pH خمير آرد كامل كاهش بيشتري دارد. در نتيجه همان طور كه در اين تحقيق مشخص شد، آنزيم فيتاز فعالتر شده و مقدار فيتات در خميرآرد سفيد نسبت به خمير آرد كامل بيشتر كاهش مي‌يابد.

۳-۳ اندازه‌گيري مقدار اسيد فيتيک در سبوس هاي عادي و تيمارشده

اسيد فيتيک در غلات در لايه آلورون سبوس قرار دارد. برسي ها نشان مي‌دهد تيمارهايي نظير هيدراتاسيون سرد و گرم بر كاهش مقدار اسيد فيتيک موثر هستند. در اين بخش ابتدا مقدار اسيد فيتيک سبوس سه رقم گندم روشن، قدس و مهدوي اندازه‌گيري شد. همچنين سبوس سه رقم گندم روشن، قدس و مهدوي تحت تيمار هيدراتاسيون گرم قرار گرفتند. سپس مقدار اسيد فيتيک در سبوس‌هاي تيمارشده اندازه‌گيري شد و نتايج حاصل مقايسه گرديد.



نمودار ۳-۴- ميانگين هاي مقدار اسيد فيتيک در سبوس شاهد و هيدروترمال

جدول ۳-۳ جدول مقايسه ميانگين اثر نوع سبوس بر ميزان اسيد فيتيک*FTU/g*

رقم	نوع سبوس	
گندم	سبوس عادي	سبوس هيدروترمال شده
روشن	۸۳۷/۶۶ [a]	۱۲۴/۱۶ [f]
قدس	۸۶۱/۶۶ [b]	۱۲۸/۱۶ [e]
مهدوي	۸۷۴ [c]	۱۳۰/۱۶ [d]

ميانگين‌هاي داراي حروف غير مشترک با هم تفاوت معني دار دارند ($p<۰/۰۵$)

جدول ۳-۳ نشان مي دهد بيشترين ميزان اسيدفيتيك مربوط به سبوس‌هايي است که تيماري بر روي آنها اعمال نشده است، بطوريکه بيشترين ميزان اسيدفيتيك مربوط به سبوس گندم مهدوي بدون اعمال تيمار مي‌باشد و سپس سبوس گندم هاي قدس و روشن در رده هاي بعدي قرار دارند. نتايج آزمايش هاي فوق نشان مي‌دهد تيمار هيدراتاسيون گرم سبب کاهش حدود ۸۵ درصدي ميزان اسيد فيتيک در سبوس هاي تيمارشده مي‌گردد. نتايج اعمال تيمار هيدروترمال بر سبوس گندم با نتايج تحقيقات فردلاند و همکارانش و ملانبي و همکارانش مطابقت دارد[۲ و۷]. فردلاند و همکارانش در بررسي کاهش فيتات در فرايند هيدروترمال در دانه هاي غلات گزارش

کردند، تیمار هیدراتاسیون گرم دانه کامل غلات با استفاده از دو محلول آب و بافر استات با دماي ۵۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت سبب کاهش ۷۷-۴۶ درصدي و ۹۹-۸۴ درصدي در مقدار فیتات میشود، که با توجه به نوع دانه متفاوت است. مقدار این کاهش براي دانه کامل گندم در آب و بافر استات به ترتیب ۴۶ و۹۱ درصد بود[۲]. چنانکه که در بررسي انجام شده بر روي ارقام روشن، قدس و مهدوي نیز مشخص شد، هیدراتاسیون گرم در بافر استات سبب کاهش مقدار فیتات مي شود. در نتیجه علت کاهش بیشتر فیتات در بافر استات نسبت به آب، پروتونه شدن گروه هاي هیدروکسیل فسفات، فیتات منیزیم در بافر است. زیرا پروتونه شدن فیتات منیزیم آن را از فرم نامحلول به فرم محلول تبدیل مي‌کند. با محلول شدن فیتات مقدار بیشتري از آن بوسیله آنزیم هیدرولیز مي شود. فردلاند و همکارانش همچنین ذکر کردند، دانه‌هاي خرد شده کاهش فیتات بیشتري نسبت به دانه کامل دارند، زیرا تماس فیتات و فیتاز در دانه‌هاي خرد شده بیشتر است[۲].

اگرچه از نظر درصد کاهش اسید فیتیک بین این تحقیقات تفاوت وجود دارد، اما به نظر مي‌رسد بخش عمده این اختلاف به علت تفاوت نوع نمک-هاي فیتاته موجود در گندم است که حلالیت متفاوتي دارند. یوربانو و همکارانش با انجام یك تیمار ملایم هیدروترمال بر روي نخود نشان دادند که با این روش مي‌توان مقدار اسیدفیتیك را از ۰/۳۳۹ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشك به ۰/۰۷۵گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشك کاهش داد، که کاهشي در حدود ۷۰ درصد مي‌باشد[۱۶]. آنها با افزودن فیتاز نیز توانستند میزان اسیدفیتیك را تا حدود ۹۳ درصد کاهش دهند. هان و همکارانش ضمن بررسي مقدار اسیدفیتیك در تعدادي از دانه‌هاي غلات و حبوبات دریافتند که انجام فرایندهایي همچون خیساندن و حرارت دادن بدلیل افزایش فعالیت فیتاز از مقدار اسیدفیتیك مي‌کاهد، ضمن آنکه همین فرآیندها را مي‌توان به نوعي مقدمه جوانه زدن محسوب نمود که طي آن فعالیت آنزیمي از جمله فیتاز افزایش خواهد یافت[۳]. همین محققان بخشي

از كاهش ميزان اسيدفيتيك را به نشت اين تركيب در دوره خيساندن مربوط دانسته اند. ماهوب و الهاج ضمن بررسي تاثيرات همين فرآيندها بر سورگوم، كاهش اسيدفيتيك را به علت حل شدن نمكهاي اسيدفيتيك در آب ذكر نموده اند[۶].

۳-۸ بررسي فعاليت فيتازي در سبوس هاي عادي و هيدروترمال

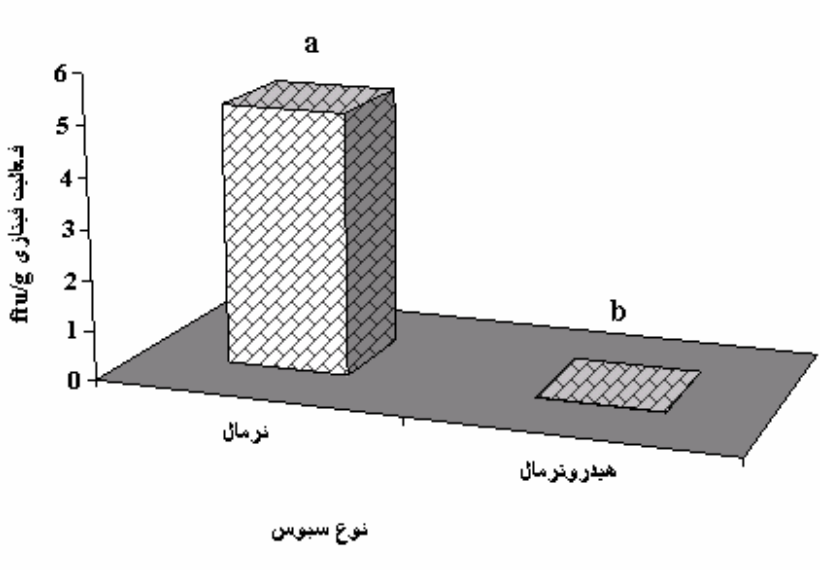
تيمار هيدراتاسيون گرم فرايندي است كه از بافر با دماي $55^{o}c$ و pH برابر با ۴/۸ به مدت ۲۴ ساعت استفاده مي‌شود. در اين تحقيق ابتدا فعاليت فيتازي در سبوس هاي تيمار نشده سه رقم گندم وسپس در سبوس هاي تيمارشده اندازه‌گيري گرديد. جدول (۳-۴) مقايسه ميانگين نتايج حاصل را نشان مي‌دهد.

جدول ۳-۴ مقايسه ميانگين اثر نوع سبوس بر فعاليت فيتازي*FTU/g*

رقم گندم	نوع نمونه: سبوس عادي	سبوس هيدروترمال شده
روشن	۵/۰۳^{b}	-۰/۰۲^{c}
قدس	۵/۰۸^{b}	۰/۰۵^{c}
مهدوي	۵/۴۶^{a}	-۰/۰۰۹^{c}

ميانگين‌هاي داراي حروف غير مشترك با هم تفاوت معني دار دارند($p<۰/۰۵$)

آناليز نتيج حاصل نشان مي‌دهد، تفاوت معني داري بين فعاليت فيتازي سبوس شاهد و هيدرو ترمال ($p<۰/۰۰۱$) وجود دارد. نمودار مقايسه ميانگين ۳-۱۴ نشان مي دهد سبوس شاهد فعاليت فيتازي بسيار بالاتري نسبت به سبوس هيدروترمال شده دارد و فعاليت فيتازي پس از ۲۴ ساعت در سبوس هيدروترمال متوقف شده است.



نمودار ۳-۵- ميانگين هاي فعاليت فيتازي در سبوس شاهد و هيدروترمال

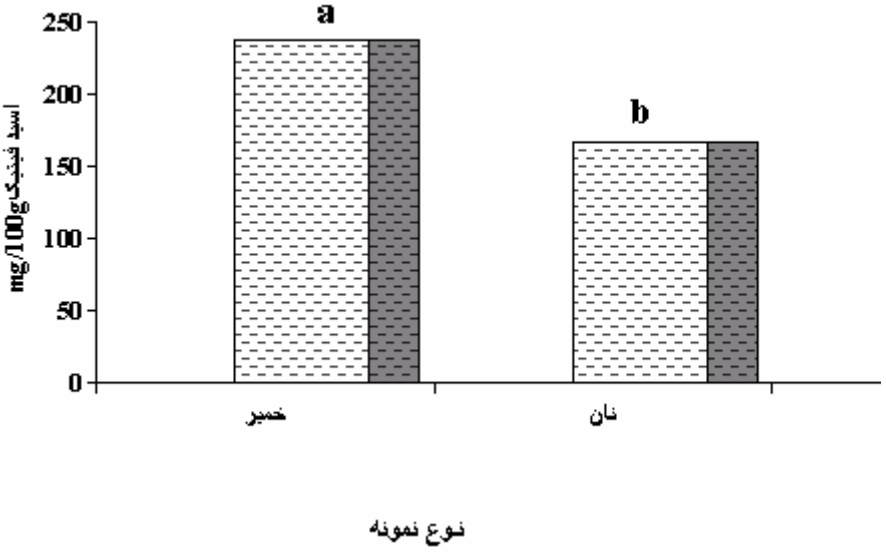
نتايج اين آزمايش‌ها نشان مي‌دهد، در فرآيند هيدراتاسيون گرم، اسيدفيتيك در سبوس به ميزان قابل توجهي كاهش مي‌يابد. به نظر مي رسد در ابتداي فرايند شرايط مناسبي براي فعاليت آنزيم فيتاز فراهم است و در اثر فعاليت فيتاز مقدار اسيد فيتيك كاهش مي يابد ولي با ادامه فرايند دماي ۵۵ درجه آنزيم را غير فعال مي كند. همچنين بخشي از كاهش فيتات به دليل آبشويي نمك‌هاي فيتات، مي باشد.

يوربانو و همكارانش نيز، در بررسي اثر فرآيند هيدروترمال ملايم بر نخود گزارش كردند، در طي اين فرآيند ميزان اسيدفيتيك ۷۸% كاهش مي‌يابد[۱۶]. آنان عنوان كردند دليل اين كاهش ممكن است فعال شدن فيتاز دروني نخود يا فرآيند هيدروترمال ملايم باشد. به نظر مي‌رسد نتايج اين تحقيق با نتايج آنها همخواني دارد.

۳-۹ اندازه‌گيري مقدار اسيدفيتيك در خمير و نان تافتون

نان تافتون نوعي نان ايراني است كه براي پخت نان تافتون از آرد با درصد استخراج ۸۵% استفاده مي‌كنند. در اين بخش براي بررسي

تاثير حرارت بر تجزيه فيتات از آرد ۸۵ درصد استخراج سه رقم گندم روشن، قدس و مهدوي خمير تهيه و پس از تخمير نان تهيه گرديد. سپس ميزان اسيدفيتيك در خميرها و نان حاصل اندازه‌گيري شد. نمودار مقايسه ميانگين ۳-۷ نشان مي دهد مقدار اسيد فيتيك پس از پخت حدود ۳۰ درصد كاهش مي يابد. از آنجا كه فيتات‌ها مقاوم به حرارت هستند، علت كاهش آنها تجزيه نمك هاي فيتات در اثر حرارت نمي باشد. بلكه در فرايند پخت با افزايش دما و ايجاد دماي مطلوب براي فعاليت آنزيم فيتاز، فعاليت آنزيم براي مدت كوتاهي افزايش مي يابد و بخشي از اسيدفيتيك تجزيه مي شود. اما افزايش دما به بالاتر از ۵۵ درجه سانتيگراد، باعث تجزيه و از بين رفتن آنزيم فيتاز مي شود. بنابراين بنظر مي رسد كاهش اسيد فيتيك در طي فرايند پخت حاصل فعاليت آنزيم فيتاز در زمانيست كه دما حدود ۵۵ درجه سانتيگراد است. با افزايش دما به بيش از ۵۵ درجه سانتيگراد، آنزيم فيتاز تجزيه مي شود و ميزان اسيد فيتيك بدون تغيير باقي مي ماند. نتايج حاصل با نتايج آلمانا و همكارانش همخواني دارد[۱]. آنان ميزان كاهش فيتات را در طول پخت نان، ۳۸ درصد ذكر كردند. همچنين ترسركيسيان و همكارانش ميزان كاهش فيتات را در طول تخمير و ۳ تا ۴ دقيقه پخت نان، ۳۹ درصد عنوان كردند[۱۴].



نمودار۳-۶- ميانگين هاي مقدار اسيد فيتيك در خمير و نان سه رقم گندم

منابع

[1] Almana، H. A.، 2000، "Extent of phytate degradation in breads and various foods consumed in Saudi Arabia"، *Food Chem.*، Vol. 70، pp. 451 – 456. [14]

[2] Fredlund، k.، Asp، N. G.، Larsson، M. and Sandberg، A. S.، 1997، "Phytate reduction in whole grains of wheat، rye، barley، and oats after hydrothermal treatment"، *J. Cereal Sci*.، Vol. 25، pp. 83-91. [34]

[3] Han، O.، Failla، M. L.، Hill، A. D.، Morris، E. R. and Smith. J. C.، 1994، "Inositol phosphates inhibit uptake and transport of iron and zinc by human intestinal cell line"، *J. Nutr*.، Vol. 124، pp. 580- 587. [37]

[4] Harland، B. F. and Frolich. W.، 1989، "Effects of phytases from three yeasts on phytate reduction in Norwegian whole wheat flour"، *Cereal Chem*.، Vol. 66، pp. 357-358. [38]

[5] Liu، B. L.، Rafiq، A.، Tzeng، Y. M. and Rob، A.، 1998، "The induction and characterization of phytase and beyond"، *Enz. Microbiol. Technol.*، Vol. 22، pp. 415 – 424. [50]

[6] Mahgoub، S. E. O. and Elhag، S. A.، 1998، "Effects of milling، soaking، malting، heat–treatment and fermentation on phytate level of flour Sudanese sorghum cultivars"، *Food Chem*.، Vol، 61، pp. 77 – 80. [54]

[7] Mellanbey، E.، 1950، "*Some points in the chemistry and biochemistry of phytic acid and phytase*،" *A Story of Nutritional Research*، The Williams and Wikins Company، Baltimore. [58]

[8] Moses، O. K.، Yong، K. J.، Bagorogoza. K. and Liavoga، A.، 2003، "Phytase activity in extracts of flour and bran from wheat cultivars: enhanced extractability with β-glucanase and endo-xylanase"، *Cereal Sci*.، Vol. 38، pp. 307-315. [60]

[9] Nahapetian، A.، and Bassiri، A.، 1975، "Changes in concentrations and interrelationships of phytate، phosphorus، magnesium، calcium، and zinc in wheat during maturation"، *J. Agric. Food Chem.*، Vol. 23، pp. 1179 – 1182. [62]

[10] Peers، F. G.، 1953، "The phytase of wheat"، Biochem. J.، Vol. 53، pp. 101 – 110. [65]

[11] Rukma. Redy. No.، sathe، sharidhar. K.، *Food phytate*، CRC press، 2002. [75]

[12] Tangkongchitr، U.، Seib، P. A. and Hosenez، R. C.، 1981، "Phytic acid. I. determination of three forms of phosphorus in flour، dough، and bread"، *Cereal Chem.*، Vol. 58، pp. 226- 228. [82]

[13] Tangkongchitr، U.، Seib، P. A. and Hoseney، R. C.، 1981، "Phytic acid. II. its fate during bread making". *Cereal Chem.*، Vol. 58. pp. 229-234. [83]

[14] Ter – Sarkissian، N.، Azar. M.G. H.، Ferguson، T. and Headayat، H.، 1974، "High phytic acid in Iranian breads"، *J. Am. Diet. ASS*.، Vol. 65، pp. 651–655. [84]

[15] Turk، M.، Sandberg، A. S.، Carlsson، N. G and Andlid، T.، 2000، "Inositol hydrolysis by bakers yeast. Capacity kinetics and degradation products"، *J. Agric. Food Chem*، Vol. 48، pp. 100 – 104. [87]

[16] Urbano، G.، Aranda، P.، Gomez، E.، Frejnagel، S.، Porres، J. M.، Frias، J.، Vidal – valver، C. and Lopez – Jurado، M.، 2003، "Nutritional evaluation of pea protein diets after mild hydrothermal treatment and with and without added phytase"، *J. Agric. Food Chem*.، Vol. 51، pp. 2415 – 2420. [88]