بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی خمیر و نان حاصل از مخلوط آرد گندم و تریتیکاله

محمود فروزان‌تبار[۱]، مهدی کدیور[۱]، احمد ارزانی[۲] و بهمن بهرامی[۱]

چکیده

تریتیکاله غله جدیدی است که از طریق دو رگگیری بین گندم و چاودار ایجاد شده و از آن می‌توان برای غنی‌سازی و اصلاح فعالیت آنزیمی آرد گندم جهت تهیه نان استفاده نمود. در این تحقیق ابتدا خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو رقم تریتیکاله مورنو و سورنتو به همراه سه رقم گندم روشن، قدس و مهدوي مورد بررسی قرار گرفت. سپس تاثیر جایگزین نمودن مقادیر ۵ و۱۰ درصد از آرد ارقام تریتیکاله به جاي آرد ارقام گندم بر روی خصوصیات رئولوژیکي خمیر و بافت نان حاصل ارزیابی شد. نتایج آزمون‌هاي فیزیکي و شیمیایي نشان داد که ژنوتیپ‌های تریتیکاله در مقایسه با گندم‌های مورد مطالعه، وزن هکتولیتر، بازدهي آرد، شاخص گلوتن و درصد آمیلوز پایین‌تر و در مقابل درصد خاکستر و فعالیت آلفا آمیلازي بالاتری دارند. نتایج آزمون فارینوگرافي نشان داد که در اثر جایگزیني آرد تریتیکاله به جای آرد گندم، میزان جذب آب خمیر کم شده و درجه نرم شدن خمیر افزایش یافته و در مجموع خصوصیات رئولوژیکي خمیر اندکي ضعیف مي‌شود. نتایج آزمون بیاتي نان، نشان داد که با جایگزینی آرد تریتیکاله به جای آرد گندم میزان بیاتی نان حاصل افزایش می‌یابد. در مجموع از میان نان‌های تهیه شده از اختلاط آردهای گندم و تریتیکاله، نان حاوی ۹۵ درصد آرد روشن و ۵ درصد آرد مورنو دارای کمترین میزان بیاتی بود و حتی در مقایسه با نان‌های تهیه شده از آرد گندم قدس و آرد گندم مهدوی میزان بیاتی کمتری داشت. بنابراین می‌توان اختلاط ۹۵ درصد آرد روشن و ۵ درصد آرد مورنو را به عنوان اختلاط بهینه انتخاب نمود.

واژه‌های کلیدی: تریتیکاله، فارینوگراف، بیاتی، نان تافتون

مقدمه

همزمان با آغاز هزاره سوم میلادي و با توجه به جمعیت شش میلیاردي دنیا و رشد روز افزون آن به خصوص در کشورهاي در حال توسعه، افزایش

۱- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و مدیر آزمایشگاه‌های گروه علوم و صنایع غذایي، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

تولید محصولات کشاورزی به منظور تامین نیازهای غذایی مردم از اولویت خاصی برخوردار است. از آنجا که غلات از منابع غذایی ارزان قیمت و مطلوب برای تامین انرژی و پروتئین می‌باشند، تلاشهای زیادی در زمینه ایجاد غلات جدید با عملکرد بیشتر صورت گرفته است که تنها نمونه موفق آن تاکنون تریتیکاله بوده است [۲۰]. این غله جدید که در اثر ترکیب ژنوم-های گندم (جنس تریتیکوم) به عنوان والد مادري و چاودار (جنس سکاله) به عنوان والد پدري بوجود آمده است، از یک سو داراي خصوصیات مطلوب چاودار از جمله رشد سریع، مقاومت در مقابل سرما و امراض و بیماري‌هاي گیاهي و قابلیت تولید در اراضي فقیر و کم بازده و از سوي دیگر داراي خصوصیات برتر کیفي و زراعي گندم از قبیل پتانسیل عملکرد بالا و کیفیت مطلوب دانه مي‌باشد [۸ و ۲۵]. به علاوه در مقایسه با گندم مقدار پروتئین، اسیدهای آمینه ضروری، مواد معدنی و فیبر رژیمی محلول بیشتری داشته و بنابراین از لحاظ ارزش غذایی بر گندم برتری دارد [۱۲ و ۱۵].

بیش از ۳۰ سال است که تریتیکاله به صورت تجاري در دنیا تولید مي-گردد و هر سال به سطح زیر کشت آن افزوده مي‌شود، به طوری که سطح زیر کشت آن از ۱/۰۹ میلیون هکتار در سال۱۹۸۶، به ۲/۴۴ میلیون هکتار در سال ۱۹۹۲ با میزان تولید ۶ میلیون تن و به ۳ میلیون هکتار در سال ۲۰۰۲ با تولید ۱۰/۳ میلیون تن رسید [۸ و ۱۸]. در حال حاضر کشورهاي اصلی تولیدکننده تریتیکاله لهستان، روسیه، آمریکا، آلمان، استرالیا و برزیل می‌باشند [۲۵].

تاکنون مطالعات فراواني به منظور استفاده از تریتیکاله براي تهیه نان صورت گرفته است که نشان مي‌دهند کیفیت نانی که به طور کامل از آرد تریتیکاله تهیه شده است، حتي پس ازاعمال اصلاحات در فرایند تهیه خمیر، به دلیل کمیت و کیفیت نامناسب گلوتن، فعالیت‌هاي آمیلولیتیکي و پروتئولیتیکي بالا و مقدار فراوان گروه‌هاي سولفیدریلي، معمولا پایین‌تر از نان گندم است [۱۱ و ۲۲]. به همین لحاظ به منظور بهبود کیفیت نانوایي تریتیکاله دو راهکار اصلی شامل استفاده از مواد بهبود دهنده و اختلاط با آرد گندم به کار می‌رود [۲۳].

پتانسیل تریتیکاله به عنوان جایگزین جزیی و یا کامل گندم برای تهیه انواع نان توسط محققان زیادی مورد بررسی قرار گرفته است. آنرو و جنکینز (۱۹۶۴) و روني (۱۹۶۹) گزارش کردند که جایگزیني آرد تریتیکاله تا حد ۳۰ تا ۴۰ درصد با آرد گندم بر روي حجم و خصوصیات داخلي نان اثر سوء محسوسي نداشته و باعث تولید نان قابل قبولي مي‌گردد [۶، ۱۲ و ۲۴]. والجو و همکاران (۱۹۶۹) آرد تریتیکاله را با آرد یک رقم گندم اسپانیایي مخلوط کرده و بالاترین حجم نان و بهترین خصوصیات نان را با اختلاط ۸۰:۲۰ آرد تریتیکاله و گندم بدست آوردند. آنها به این نتیجه رسیدند که اثر بهبود دهندگي آرد تریتیکاله ناشي از فعالیت آلفا آمیلازي بالاي آن است که فعالیت پایین آلفا آمیلازي در آرد گندم را جبران مي‌نماید [۱۲]. سگوچي و همکاران (۱۹۹۹) با بررسي خصوصیات نانوایي پنج رقم معمول تریتیکاله در اختلاط با آردهاي گندم سخت قرمز بهاره دریافتند زماني که ۱۸/۳ درصد آرد تریتیکاله با آرد گندم مخلوط شود، نانی با بالاترین حجم ویژه بدست مي‌آید که دلیل آن احتمالاً فعالیت آمیلازي بالاتر در آرد تریتیکاله نسبت به آرد گندم است که با استدلال والجو مطابقت دارد [۱۹].

لورنز (۱۹۷۴) براي حفظ مزیت مقدار پروتئین بیشتر دانه تریتیکاله نسبت به گندم، از آرد دانه و سبوس تریتیکاله به جاي آرد سفید

استفاده کرد. وي گزارش کرد که نان تهيه شده از ۱۰۰ درصد آرد دانه و سبوس تريتيکاله رضايت بخش نيست. آنگاه نان‌هايي با مخلوط کردن ۱۰ تا ۵۰ درصد آرد دانه و سبوس تريتيکاله با آرد سفيد گندم تهيه کرد. نان‌هايي که تا ۳۰ درصد آرد دانه و سبوس تريتيکاله را در برداشتند کاملاً قابل قبول بودند. به علاوه اين نان‌ها مقدارپروتئين بيشتر و توازن اسيدهاي آمينه بهتري نسبت به نان‌هاي تهيه شده از آرد گندم خالص داشتند [۱۱].

جونيجا و همکاران (۱۹۸۰) از آرد تريتيکاله جهت توليد نوعي نان مسطح به نام چاپاتي[۳] استفاده کردند. آنها گزارش کردند که چاپاتي‌هايي که به طور کامل از آرد تريتيکاله تهيه شده بود کيفيت پاييني داشتند. با اختلاط ۶۰ درصد آرد گندم و ۴۰ درصد آرد تريتيکاله کيفيت چاپاتي بهبود يافت و پس از آن با استفاده از اختلاط ۴۰ درصد آرد گندم، ۴۰ درصد آرد تريتيکاله و ۲۰ درصد آرد نخود کيفيت چاپاتي حاصل باز هم افزايش يافت. افزودن آرد نخود ارزش غذايي چاپاتي را نيز افزايش داد [۹].

تحقيقات پنا و همکاران (۱۹۹۱) و پنا و آمايا (۱۹۹۲) نشان داد که نان حاصل از مخلوط ۱:۱ آرد گندم و تريتيکاله کيفيت مشابهي با نانی که تنها از گندم تهيه شده است، دارد [۶ و ۱۶]. همچنين نتايج تحقيق نعيم و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که اگرچه آرد تريتيکاله خصوصيات نانوايي نسبتاً ضعيفي دارد، ولي مي‌تواند تا حد ۵۰ درصد جهت تهيه نان جايگزين آرد گندم شود بدون آنکه اثر سويي بر کيفيت نان بگذارد. آنها به اين نتيجه رسيدند که خواص رئولوژيکي و نانوايي مخلوط آرد گندم و تريتيکاله ترکيبي غيرخطي از خواص رئولوژيکي و نانوايي آردهاي تشکيل دهنده است که به مقدار و ترکيبات آردهاي گندم و تريتيکاله وابسته است [۱۵].

سالديوار و همکاران (۲۰۰۴) آرد تريتيکاله را با نسبت‌هاي ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جايگزين آرد گندم کرده و جهت توليد تورتيلا[۴] مورد استفاده قرار دادند. نتايج نشان داد که آرد تريتيکاله مي‌تواند تا ۵۰ درصد جايگزين آرد گندم شود، بي آنکه اثر سويي در بافت، رنگ و طعم تورتيلا ايجاد کند. آنها همچنين گزارش کردند که برای تهيه تورتيلای قابل قبول از مخلوط حاوی ۷۵ درصد آرد تريتيکاله و ۲۵ درصد آرد گندم و نيز آرد تريتيکاله ۱۰۰ درصد، بايستی به ترتيب ۱ درصد و حداقل ۲ درصد گلوتن فعال[۵] به فرمولاسيون افزوده شود [۱۸]. توهور و همکاران (۲۰۰۵) با بررسي خاصيت نانوايي ارقام تريتيکاله زمستانه کشت شده در استوني دريافتند که بسياري از ارقام تريتيکاله هگزاپلوئيد مي‌توانند تا حد ۷۰ درصد با آرد گندم مخلوط شده و جهت توليد نان مورد استفاده قرار گيرند [۲۱].

دوگزاستاکيس و همکاران (۲۰۰۲) آردهاي لوپين، سويا و تريتيکاله را با نسبت‌هاي ۵ و ۱۰ درصد جايگزين آرد گندم نموده و اثرات آن را روي خواص رئولوژيکي و کيفي خمير و نان مورد بررسي قرار دادند. آنها دريافتند که افزودن آردهاي لوپين و سويا باعث تضعيف ساختار سه بعدي گلوتن مي‌شود. بدين منوال که حجم نان کاهش يافته و روي ساير خواص

۱- Chapati
۲- Tortilla
۳- Vital gluten

کیفي نان مثل تردي اثر منفي دارد. ضمن اینکه باعث تیره شدن رنگ سطح نان و زردتر شدن رنگ مغز نان مي‌شود. در حالي که با جایگزیني آرد تریتیکاله، حجم نان افزایش مي‌یابد. چون ساختار گلوتن گندم بوسیله گلوتن تریتیکاله تقویت مي‌شود [۶].

هم اکنون در برخي کشورهاي جهان به ویژه لهستان از آرد تریتیکاله براي تهیه نان استفاده مي‌شود[۲۵]. علاوه بر نان، از تریتیکاله براي تهیه کیک، شیریني، فرآورده‌هاي صبحانه‌اي اکسترود شده، محصولات پستا، مالت وآبجو، و کنسانتره پروتئینی نیز مي‌توان استفاده نمود [۱۲].

از آنجا که کشت ارقام مختلف تریتیکاله در ایران هنوز در مرحله آزمایشي است، هدف این پژوهش، بررسي خصوصیات فیزیکوشیمیایی تریتیکاله در قیاس با گندم و تاثیر جایگزینی آن در دو سطح ۵ و ۱۰ درصد به جای آرد گندم بر روی خصوصیات رئولوژیکی خمیر و بیاتی نان حاصل است.

مواد و روشها

این تحقیق در کارگاه علوم و صنایع غذایی و آزمایشگاه‌های گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. بخشی از آزمون‌ها نیز در آزمایشگاه رئولوژی پژوهشکده غله و نان تهران و آزمایشگاه غلات دانشکده کشاورزي دانشگاه شیراز انجام گرفت.

تهیه ارقام گندم و تریتیکاله و روش آسیاب آنها

در این تحقیق سه رقم گندم روشن، قدس و مهدوي و دو رقم تریتیکاله مورنو و سورنتو از گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزي دانشگاه صنعتي اصفهان و سیلوي مرکز پشتیباني کشاورزي اصفهان واقع در ناحیه علویجه تهیه شد. سپس ارقام تهیه شده به طور جداگانه با آسیاب چکشي موجود در کارگاه علوم و صنایع غذایي آسیاب گردید.

آزمون‌های فیزیکی

بر روی دانه‌های ارقام گندم و تریتیکاله آزمون‌های فیزیکی شامل اندازه‌گیری وزن هزار دانه، وزن هکتولیتر، چگالی نسبی دانه، سختی دانه و بازدهی آرد انجام شد.

آزمون‌های شیمیایی

بر روی آرد ارقام گندم و تریتیکاله آزمون‌های اندازه‌گیری رطوبت، خاکستر، پروتئین، شاخص حلالیت نیتروژن، گلوتن مرطوب، شاخص گلوتن، عدد زلني، عدد فالینگ و گلوتاتیون بر طبق روشهای مصوب AACC انجام شد [۳]. همچنین اندازه‌گیري آسیب دیدگي نشاسته مطابق با روش غیرآنزیمي سریع مك درموت (۱۹۸۰)، اندازه‌گیري میزان آمیلوز بر طبق روش ویلیامز و همکاران (۱۹۷۰) و اندازه‌گیري مقدار گروه‌هاي سولفیدریل مطابق روش بوریدگ و همکاران (۱۹۷۴) انجام گرفت [۵، ۱۴ و ۲۷].

آزمون فارینوگرافی خمیر

میزان جذب آب و خصوصیات رئولوژیکي خمیر آرد ارقام گندم و تریتیکاله با استفاده از روش مصوب AACC به شماره ۲۱-۵۴ و دستگاه فارینوگراف تعیین گردید [۳]. ضمن اینکه در این مرحله آرد ارقام تریتیکاله در دو

سطح ۵ و ۱۰ درصد جایگزین آرد ارقام گندم شد و بر روی اختلاطهای بدست آمده نیز آزمون فارینوگرافی انجام گرفت.

روش تهیه خمیر، پخت نان و بسته‌بندي

فرمولاسیون کلی تهیه خمیر بر مبنای ۱۰۰ واحد آرد گندم، ۵ و ۱۰ درصد آرد تریتیکاله، ۶۵ تا ۷۰ درصد آب، ۲ درصد نمک، ۱/۵ درصد مخمر و ۱/۵ درصد شکر بود. براي تهیه خمیر از روش مستقیم استفاده گردید. در این روش، آرد و سایر مواد اولیه درون مخلوطکن ریخته شد و عمل اختلاط تا فرم گرفتن کامل خمیر ادامه یافت. سپس خمیر تهیه شده به مدت ۱/۵ ساعت در انکوباتور تخمیر که درجه حرارت آن قبلا به ۳۰ تا ۳۲ درجه سانتيگراد رسیده است، قرار داده شد تا عمل تخمیر صورت گیرد. پس از طي زمان مورد نظر، خمیر تهیه شده از انکوباتور بیرون آورده شد و به چانه‌هاي ۱۰۰ تا ۱۵۰ گرمي تقسیم گردید. چانه‌ها مجددا به مدت ۱۰ دقیقه در انکوباتور تخمیر قرار گرفتند و آنگاه چانه‌ها پهن و آماده پخت شد. عملیات پخت در تنور صنعتي در دماي ۲۴۹ تا ۲۸۹ درجه سانتيگراد به مدت ۸۰ ثانیه صورت گرفت. نان‌هاي تافتون تهیه شده پس از سرد کردن در کیسه‌هاي پلي‌اتیلني به ابعاد ۳۵× ۲۵ بسته‌بندي گردید.

آزمون بیاتي نان

آزمون بیاتي نان با استفاده از تست پانکچر[۶] و به کمك دستگاه اینستران انجام شد. نحوه انجام تست پانکچر بدین ترتیب بود که ابتدا یك پروب استوانه‌اي شکل روي دستگاه نصب و سپس دستگاه کالیبره گردید. نمونه مورد آزمایش (یك قطعه مربع یا مستطیل شکل نان) بعد از تعیین ضخامت بوسیله کولیس در جایگاه مخصوص روي دستگاه قرار داده شد. با روشن نمودن دستگاه پروب استوانه‌اي شکل با قطر معین (۱/۲۷ سانتيمتر) به داخل نمونه نفوذ کرد. سپس دستگاه با رسم یك منحني میزان نیروي مورد نیاز براي نفوذ پروب به داخل نان را نشان داد. هر چه نان به سمت بیاتي پیش رفته بود، این عدد بیشتر بود. سپس به کمك فرمول زیر میزان بیاتي نان محاسبه گردید.

$$S = \frac{F}{\pi DT}$$

S = حداکثر تنش برشي (بر حسب گرم بر سانتيمتر مربع)

F = نیرویي که اعمال مي‌شود (بر حسب گرم)

D = قطر پروب (بر حسب سانتيمتر)

T = ضخامت نمونه (بر حسب سانتيمتر)

در این تحقیق ارزیابي نان از نقطه نظر بیاتي در چهار مرحله مشتمل بر بلافاصله پس از پخت (زمان صفر)، ۲۴ ساعت، ۴۸ ساعت و ۷۲ ساعت پس از پخت انجام گردید. ضمن اینکه نان‌ها پس از پخت در کیسه‌هاي پلي‌اتیلني و در درجه حرارت اتاق و شرایط معمول نگهداري مي‌شد.

روش آماري تحلیل داده‌ها

۱- Puncture test

در این تحقیق تجزیه و تحلیل نتایج مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ارقام گندم و تریتیکاله در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. در مورد آزمون بیاتی، از طرح کرت‌های دو بار خرد شده استفاده گردید. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و MSTATC انجام گرفت.

نتایج و بحث

آزمون‌های فیزیکی

جدول ۱ نتایج آزمون‌های فیزیکی انجام شده بر روی دانه‌های سه رقم گندم روشن، قدس و مهدوی و دو رقم تریتیکاله مورنو و سورنتو را نشان می‌دهد. همان طور که در این جدول مشاهده می‌شود، وزن هکتولیتر و بازدهی آرد هر دو رقم تریتیکاله کمتر از ارقام گندم مورد مطالعه بوده است که با نتایج بسیاری از محققان از جمله ولش و لورنز (۱۹۷۴) و مکری و همکاران (۱۹۸۶) همخوانی دارد [۱۳ و ۲۶]. علت این امر وجود خصوصیات مرفولوژیکی نامطلوب نظیر چروکیدگی، شکاف عمیق طولی و بلندی در دانه‌های تریتیکاله است. همچنین گندم رقم قدس بیشترین و تریتیکاله رقم سورنتو کمترین سختی دانه را داشته‌اند. بر اساس نظریه استنورت و کینگزوود (۱۹۷۷) تفاوت در سختی دانه‌ها به علت اختلاف در پیوستگی زمینه پروتئینی است [۱۷].

جدول۱- نتایج آزمون‌های فیزیکی بر روی دانه‌های ارقام گندم و تریتیکاله مورد مطالعه

رقم	وزن هزار دانه* (گرم)	وزن هکتولیتر* (کیلوگرم بر هکتولیتر)	چگالی نسبی دانه*	سختی دانه* (گرم بر میلی‌متر مربع)	بازدهی آرد** (درصد)
روشن	۴۹/۲۶^{b}	۸۰/۹۱^{a}	۱/۳۷^{b}	۱۴۸/۸۹^{c}	۶۹/۲۱
قدس	۳۸/۱۴^{c}	۷۸/۶۶^{ab}	۱/۴۲^{a}	۲۸۱/۶۵^{a}	۷۲/۳۱
مهدوی	۵۰/۴۲^{a}	۷۷/۷۷^{bc}	۱/۴۰^{ab}	۲۱۲/۴۲^{b}	۶۶/۵۴
مورنو	۳۷/۵۰^{d}	۷۶/۲۷^{bc}	۱/۴۲^{a}	۲۱۴/۳۷^{b}	۶۲/۲۴
سورنتو	۳۸/۰۹^{c}	۷۵/۳۷^{c}	۱/۴۲^{a}	۱۲۱/۷۴^{d}	۶۲/۶۰

در هر ستون، تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک با آزمون LSD در سطح ۵% معنی‌دار است.

*اعداد حاصل سه تکرار می‌باشند.

**بدون تکرار

آزمون‌های شیمیایی

جدول ۲ نتایج آزمون‌های شیمیایی انجام شده بر روی آرد ارقام گندم و تریتیکاله مورد بررسی را نشان می‌دهد. همان گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، میزان رطوبت آردهای کامل حاصل از ارقام گندم و تریتیکاله در محدوده ۴/۷ تا ۵/۸ درصد بوده است. از آنجا که حداکثر رطوبت آرد برای نگهداری ۱۴/۵ درصد است، بنابراین میزان رطوبت آرد ارقام گندم و تریتیکاله مورد بررسی در حد قابل نگهداری می‌باشد. به علاوه مشاهده می‌گردد که درصد خاکستر آرد

ارقام تریتیکاله به طور معنی‌داری بیشتر از آرد ارقام گندم مورد بررسی بوده، که با گزارشات هابر و همکاران (۱۹۷۶) و سید و مک‌دونالد (۱۹۷۴) همخوانی دارد. علت این امر را می‌توان به میزان مواد معدنی بیشتر دانه-های تریتیکاله در مقایسه با گندم نسبت داد [۷ و ۲۰].

نتایج اندازه‌گیری گلوتن مرطوب نشان داد که کمیت گلوتن آرد ارقام روشن و مورنو زیاد، آرد رقم قدس متوسط و آرد ارقام مهدوی و سورنتو کم بوده است. نتایج اندازه‌گیری شاخص گلوتن نشان داد که کیفیت گلوتن آرد ارقام گندم روشن، قدس و مهدوی خوب، تریتیکاله رقم مورنو متوسط و تریتیکاله رقم سورنتو بسیار ضعیف می‌باشد. به علاوه مشاهده شد که شاخص گلوتن آرد ارقام تریتیکاله به طور معنی‌داری کمتر از آرد ارقام گندم بوده است. بنابراین کیفیت گلوتن آردهای تریتیکاله پایین‌تر از آردهای گندم است، که این امر یکی از دلایل خاصیت نانوایی ضعیف آردهای تریتیکاله می‌باشد. مکری و همکاران (۱۹۸۶) نیز با بررسی عوامل موثر بر خاصیت نانوایی چهار رقم تریتیکاله هگزاپلوئید ثانویه گزارش کردند که یکی از دلایل خاصیت نانوایی ضعیف آردهای تریتیکاله کیفیت نامطلوب پروتئین تریتیکاله است [۱۳]. نتایج اندازه‌گیری عدد زلنی نشان دادکه عدد زلنی مربوط به آرد ارقام روشن و قدس متوسط و آرد ارقام مهدوی، مورنو و سورنتو ضعیف بوده است. با توجه به تحقیقات انجام شده در ایران،

جدول۲- نتايج آزمون‌هاي شيميايي بر روي آرد ارقام گندم و تريتيكاله مورد مطالعه

رقم	رطوبت* (درصد)	خاكستر* (درصد)	پروتئين** (درصد)	شاخص حلاليت نيتروژن** (درصد)	گلوتن مرطوب** (درصد)	شاخص گلوتن** (درصد)	عدد زلني* (ميلي-ليتر)	عدد فالينگ** (ثانيه)	گلوتاتيون* (ميلي‌ليتر يد N ۰/۰۰۵)	آسيب ديدگي نشاسته* (واحد فاراند)	آميلوز** (درصد)	سولفيدريل*** (ميلي‌مول بر گرم)
روشن	۴/۷۰ c	۱/۸۱ b	۱۴/۴۰ a	۲۹/۵۳ c	۳۳/۳۰ a	۴۷/۱۰ b	۲۵/۰۰ a	۳۲۲/۵۰ a	۰/۵۰ d	۱۰/۱۶ a	۲۹/۸۵ b	۱/۳۹
قدس	۵/۶۵ ab	۱/۷۲ c	۱۲/۵۶ b	۳۶/۴۲ b	۲۶/۶۵ b	۴۴/۰۷ c	۲۰/۵۰ b	۲۵۳/۰۰ c	۰/۶۰ c	۹/۷۸ ab	۳۰/۸۷ a	۱/۰۰
مهدوي	۵/۶۳ ab	۱/۷۵ bc	۱۱/۰۳ d	۴۰/۷۳ b	۱۹/۹۰ c	۵۹/۶۵ a	۱۳/۰۰ d	۲۷۲/۰۰ b	۰/۸۰ b	۸/۶۸ c	۳۰/۳۸ ab	۱/۴۴
مورنو	۵/۷۹ a	۱/۹۶ a	۱۴/۴۴ a	۳۷/۷۸ b	۲۷/۵۵ b	۳۲/۸۵ d	۱۳/۸۳ c	۲۰۱/۰۰ d	۰/۸۰ b	۹/۷۴ b	۲۷/۹۳ c	۱/۴۱
سورنتو	۵/۳۲ b	۱/۹۴ a	۱۲/۰۰ c	۴۹/۵۰ a	۱۰/۴۵ d	۳/۷۱ e	۹/۰۰ e	۱۱۷/۰۰ e	۰/۹۷ a	۹/۶۴ b	۲۵/۵۵ d	۲/۱۶

در هر ستون، تفاوت ميانگين‌هاي داراي حروف غيرمشترک با آزمون LSD در سطح ۵% معني‌دار است.

*اعداد حاصل سه تكرار مي‌باشند.

**اعداد حاصل دو تكرار مي‌باشند.

***بدون تكرار

آردي كه داراي عدد زلني بيش از ۱۸ ميلي‌ليتر باشد براي توليد نان‌هاي سنتي ايراني مناسب مي‌باشد. در ساير تحقيقات عدد زلني بالاي ۳۰ ميلي‌ليتر براي توليد نان حجيم مناسب گزارش شده است [۲]. بنابراين طبق نتايج بدست آمده براي اين آزمون، تنها آرد ارقام روشن و قدس از لحاظ عدد زلني براي توليد نان‌هاي مسطح مناسب مي‌باشند و هيچ يك از نمونه‌هاي آرد براي توليد نان حجيم مناسب نيستند.

نتايج اندازه‌گيری عدد فالينگ نشان داد كه فعاليت آلفا آميلازي ارقام تريتيكاله به طور معني‌داري بيشتر از ارقام گندم بوده است كه با نتايج ساير محققان از جمله لورنز (۱۹۷۴)، مكري و همكاران (۱۹۸۶)، سگوچي و همكاران (۱۹۹۹) و سالديوار و همكاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد [۱۱، ۱۳ و ۱۹]. تريتيكاله اين ويژگي را از والد چاودار خود به ارث برده است. وجود اين ويژگي در تريتيكاله يكي از دلايل خاصيت نانوايي پايين آن مي‌باشد، زيرا فعاليت بالاي آلفا آميلاز در زمان تهيه نان، نشاسته را بيش از اندازه تبديل به دكسترين مي‌كند. اين پديده، ظرفيت جذب آب آرد را كاهش داده و در نهايت بر بافت نان اثر نامطلوب مي‌گذارد [۱۱ و ۱۲]. با توجه به اينكه اكثر آردهاي گندم ايران از نظر فعاليت آلفا آميلازي در سطح پاييني مي‌باشند [۱]، بنابراين مي‌توان با افزودن درصد مناسبي از آرد تريتيكاله، فعاليت آلفا آميلازي آرد گندم را اصلاح نمود.

نتايج اندازه‌گيری محتوای آميلوز آرد نشان داد كه محتوای آميلوز آرد هر دو رقم تريتيكاله به طور معنی‌داری كمتر از آرد ارقام گندم بوده است، كه با يافته‌های كلاسن و هيل (۱۹۷۱) و بررري و همكاران (۱۹۷۱) مطابقت دارد [۴ و ۱۰].

نتايج اندازه‌گيری گلوتاتيون و گروه‌هاي سولفيدريل نشان داد كه آرد تريتيكاله سورنتو داراي بيشترين مقدار گلوتاتيون و گروه‌هاي سولفيدريل در بين ارقام مورد مطالعه بوده است. بالا بودن ميزان گلوتاتيون و گروه‌هاي سولفيدريل در آرد تريتيكاله سورنتو نسبت به ساير ارقام مورد مطالعه مي‌تواند از دلايل اصلی كيفيت نامناسب گلوتن آن و نيز مقاومت بسيار پايين خمير آن در برابر اختلاط طي آزمون فارينوگرافي باشد.

آزمون فارينوگرافی

نتايج اين آزمون به صورت خلاصه در جدول ۳ آورده شده است. همان طور كه در اين جدول مشاهده مي‌شود، آردهای تريتيكاله در مقايسه با آردهای گندم درصد جذب آب كمتري داشته‌اند كه با گزارشات تسن و همكاران (۱۹۷۳) و هابر و همكاران (۱۹۷۶) همخواني دارد [۷ و ۲۳]. به علاوه آرد ارقام تريتيكاله در قياس با آرد ارقام گندم زمان توسعه و پايداري كمتري داشته است. اكثر محققان دليل اصلی اين پديده را به كميت و كيفيت نامناسب گلوتن تريتيكاله نسبت داده‌اند. در اين تحقيق نيز با توجه به نتايج آزمون شاخص گلوتن مشاهده شد كه كيفيت گلوتن آرد ارقام تريتيكاله پايين‌تر از آرد ارقام گندم مي‌باشد. به علاوه آرد تريتيكاله داراي عوامل احيا كننده و پروتئازهاي بيشتري نسبت به آرد گندم است كه مي‌تواند ساختار ضعيف خمير تريتيكاله را بيش از پيش تضعيف كرده و در نتيجه زمان توسعه و پايداري خمير تريتيكاله را كاهش دهد. همچنين آردهای تريتيكاله در مقايسه با آردهای گندم درجه نرم شدن و شاخص تحمل به اختلاط بسيار بالاتري داشتند، كه نشان مي‌دهد خمير تريتيكاله ساختار بسيار ضعيفي دارد به طوري كه نمي‌تواند يك شبكه گلوتني قوي براي نگهداري و به دام انداختن گازها در طي تخمير و پخت تشكيل دهد. نتايج

بدست آمده با یافته‌های تسن و همکاران (۱۹۷۳)، هابر و همکاران (۱۹۷۶)، مکری و همکاران (۱۹۸۶) و سگوچی و همکاران (۱۹۹۹) مطابقت دارد [۷، ۱۳، ۱۹، و ۲۳]. در مجموع با توجه به نتایج آزمون فارینوگرافی می‌توان نتیجه گرفت که در بین سه رقم گندم مورد مطالعه، گندم رقم روشن و از میان دو رقم تریتیکاله مورد بررسی، تریتیکاله رقم مورنو از خصوصیات رئولوژیکی و کیفیت نانوایی بهتری برخوردار می‌باشند.

جدول۳- خلاصه نتایج آزمون فارینوگرافی انجام شده بر روی آرد ارقام گندم وتریتیکاله و اختلاط حاصل از آنها

نوع آرد	جذب آب (درصد)	زمان رسیدن (دقیقه)	زمان توسعه (دقیقه)	زمان مقاومت (دقیقه)	زمان افت (دقیقه)	درجه نرم شدن پس از۱۰ دقیقه (برابندر)	درجه نرم شدن پس از۲۰ دقیقه (برابندر)	شاخص تحمل به اختلاط (برابندر)
مورنو	۵۷	۱/۱	۱/۵	۱/۵	۲/۶	۲۲۵	۲۶۵	۲۱۵
سورنتو	۵۵/۸	۱	۱/۳	۰/۶	۱/۶	۲۹۵	۳۲۵	۲۹۰
روشن	۶۰/۷	۱/۷	۳	۳/۴	۵/۱	۶۰	۸۰	۸۰
روشن (۹۵%) +مورنو (۵%)	۶۰/۴	۱/۸	۲/۶	۳	۴/۸	۶۵	۹۵	۸۰
روشن (۹۵%) +سورنتو (۵%)	۶۰	۲	۳	۲/۷	۴/۷	۷۰	۱۰۵	۸۰
روشن (۹۰%) +مورنو (۱۰%)	۵۹/۸	۲/۲	۳	۲/۸	۵	۶۵	۱۰۵	۸۰
روشن (۹۰%) +سورنتو (۱۰%)	۵۹/۷	۲/۱	۳	۲/۶	۴/۷	۷۵	۱۲۵	۸۰
قدس	۶۲/۶	۱/۲	۲/۲	۲/۳	۳/۵	۱۴۰	۲۱۰	۱۳۰
قدس (۹۵%) +مورنو (۵%)	۶۲/۲	۱/۵	۲/۵	۲/۲	۳/۷	۱۴۰	۲۱۰	۱۳۰
قدس (۹۵%) +سورنتو (۵%)	۶۲/۱	۱/۵	۲/۲	۱/۷	۳/۲	۱۵۵	۲۲۰	۱۴۵
قدس (۹۰%) +مورنو (۱۰%)	۶۱/۹	۱/۵	۲/۵	۲	۳/۵	۱۵۵	۲۱۵	۱۴۵
قدس (۹۰%) +سورنتو (۱۰%)	۶۱/۷	۱/۵	۲/۲	۱/۷	۳/۲	۱۷۰	۲۴۰	۱۶۰
مهدوی	۵۸/۲	۱/۱	۲/۳	۲/۲	۳/۳	۱۱۰	۱۶۰	۱۱۰
مهدوی (۹۵%) +مورنو (۵%)	۵۷/۸	۱/۱	۲	۲/۱	۳/۲	۱۲۰	۱۶۵	۱۲۰
مهدوی (۹۵%) +سورنتو (۵%)	۵۷/۳	۱/۳	۲	۲	۳/۳	۱۳۰	۱۷۵	۱۲۵
مهدوی (۹۰%) +مورنو (۱۰%)	۵۷/۲	۱/۱	۲	۲	۳/۱	۱۳۵	۱۸۰	۱۲۵
مهدوی (۹۰%) +سورنتو (۱۰%)	۵۶/۸	۱/۳	۲	۲	۳/۳	۱۴۰	۱۸۰	۱۳۵

در مورد اختلاط حاصل از آردهاي گندم و تريتيكاله، همانطور كه در جدول ۳ مشاهده مي‌گردد، با جايگزيني آرد تريتيكاله و افزايش درصد آن از ۵ به ۱۰ درصد، مقاومت خمير اندكي كاهش مي‌يابد. دوگزاستاكيس و همكاران (۲۰۰۲) نيز آرد تريتيكاله را در دو سطح ۵ و ۱۰ درصد جايگزين آرد گندم نموده و كاهش مقاومت خمير را مشاهده كردند [۶]. علت اين امر را با توجه به نتايج آزمون شاخص گلوتن، مي‌توان به كيفيت پايين‌تر گلوتن آردهاي تريتيكاله در قياس با آردهاي گندم نسبت داد. به علاوه با جايگزيني آرد تريتيكاله به جاي آرد گندم درجه نرم شدن خمير و شاخص تحمل به اختلاط، نسبت به نمونه شاهد اندكي افزايش يافت كه با نتايج دوگزاستاكيس و همكاران مطابقت دارد. نكته ديگری كه با توجه به جدول ۳ می‌توان به آن پی برد اين است كه در يک سطح جايگزينی برابر، آرد تريتيكاله سورنتو بيش از آرد تريتيكاله مورنو باعث كاهش زمان مقاومت خمير و افزايش درجه نرم شدن خميرمی‌شود. بنابراين مي‌توان نتيجه گرفت كه در يک سطح جايگزينی، آرد تريتيكاله سورنتو بيش از آرد تريتيكاله مورنو باعث تضعيف خصوصيات رئولوژيكی و نانوايی خمير می‌شود. علت اين امر را با توجه به نتايج آزمون‌های شيميايی، می‌توان به كميت و كيفيت پايين‌تر گلوتن تريتيكاله سورنتو در مقايسه با تريتيكاله مورنو نسبت داد.

آزمون بياتی نان

نتايج تجزيه واريانس مربوط به مقاومت برشي بافت نان در آزمون بياتي، در جدول ۴ ارائه شده است. اين جدول نشان می‌دهد كه نان‌های تهيه شده از ارقام مختلف گندم اختلاف بسيار معنی‌داری از لحاظ بياتی داشته‌اند. به علاوه جايگزيني آرد تريتيكاله و مدت زمان نگهداري نيز بر مقاومت برشي بافت نان تاثير بسيار معني‌دار داشته است. همچنين كليه اثرات متقابل بين تيمارهاي آزمايشي بر مقاومت برشي بافت نان معني‌دار بوده است. به عبارت ديگر روند تغييرات مقاومت برشي براي سطوح يك تيمار در سطح تيمار ديگر متفاوت بوده است.

جدول۴- تجزيه واريانس مقاومت برشي بافت نان در تيمارهای جايگزينی آرد تريتيكاله به جای آرد گندم و زمان‌های مختلف نگهداری

منبع تغيير	درجه آزادی	ميانگين مربعات
ارقام مختلف گندم (w)	۲	۱۶۷۱۵۲۴/۳۰***
خطای a	۲	۵۰/۸۲
سطوح جايگزيني آردهای تريتيكاله (t)	۵	۱۵۲۲۹۷/۷۰***
w × t	۱۰	۱۰۳۸/۹۱***
خطای b	۱۵	۲۳/۰۰
مدت زمان نگهداری (d)	۳	۸۱۵۶۱۰۹/۰۰***
w × d	۶	۲۰۳۳۰/۳۳***
t × d	۱۵	۵۵۴/۹۱***
w × t × d	۳۰	۸۴/۹۵**

خطای c	۵۴	۳۲/۰۱	

** = تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد (P< ۰/۰۱)
*** = تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱ درصد (P< ۰/۰۰۱)

با توجه به جدول ۵ مشاهده می‌گردد که در یک زمان، نان حاصل از آرد روشن دارای کمترین و نان تهیه شده از آرد مهدوی دارای بیشترین میزان مقاومت برشی بوده است. علت این امر با توجه به نتایج آزمون‌های شیمیایی و فارینوگرافی می‌تواند آن باشد که در بین سه آرد گندم مورد آزمون، آرد روشن دارای بالاترین میزان گلوتن است درحالی که آرد مهدوی کمترین میزان گلوتن و درصد جذب آب را دارا می‌باشد.

جدول۵- مقایسه میانگین آثار متقابل ارقام مختلف گندم و زمان‌های مختلف نگهداری بر مقاومت برشی بافت نان

رقم گندم	مقاومت برشی (گرم بر سانتی‌متر مربع)			
	صفر	۲۴	۴۸	۷۲
روشن	۱۱۵۷/۷۲ l	۱۳۶۷/۷۴ j	۱۷۰۵/۵۸ g	۲۱۴۸/۹۳ c
قدس	۱۳۰۶/۴۲ k	۱۵۳۱/۳۱ h	۱۹۰۶/۴۳ e	۲۴۷۲/۲۶ b
مهدوی	۱۴۸۶/۲۰ i	۱۷۱۸/۹۲ f	۲۰۵۸/۹۲ d	۲۶۰۵/۰۴ a

تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک با آزمون LSD در سطح ۵% معنی‌دار است.

با توجه به جدول ۶ مشاهده می‌شود که در سطوح مختلف جایگزینی دو رقم تریتیکاله، نان فاقد آرد تریتیکاله (نان شاهد) کمترین و نان حاوی ۱۰ درصد سورنتو بیشترین میزان مقاومت برشی را در یک زمان برابر دارا می‌باشند. با توجه به نتایج آزمون‌های شیمیایی و فارینوگرافی مشاهده می‌شود که در بین آردهای گندم و تریتیکاله مورد آزمون، آرد تریتیکاله سورنتو نسبت به سایر آردها دارای کمیت و کیفیت گلوتن و نیز درصد جذب آب پایین‌تری می‌باشد. در نتیجه در اثر جایگزینی آن با آرد گندم میزان بیاتی نان بیشتر افزایش می‌یابد.

جدول۶- مقایسه میانگین آثار متقابل سطوح جایگزینی آردهای تریتیکاله و زمان‌های مختلف نگهداری بر مقاومت برشی بافت نان

سطوح جایگزینی دو رقم تریتیکاله	مقاومت برشی (گرم بر سانتی‌متر مربع)			
	صفر	۲۴	۴۸	۷۲
صفر (شاهد)	۱۲۴۰/۵۸ t	۱۴۴۸/۷۰ o	۱۷۹۱/۴۳ j	۲۳۲۰/۹۷ e
۵ درصد مورنو	۱۲۹۸/۱۰ s	۱۵۱۹/۱۰ n	۱۸۶۸/۲۳ i	۲۴۰۰/۰۲ d
۵ درصد سورنتو	۱۳۴۴/۶۹ r	۱۵۷۵/۱۲ m	۱۹۲۹/۷۷ h	۲۴۳۳/۲۹ c
۱۰ درصد مورنو	۱۳۶۲/۷۴ q	۱۵۹۴/۰۴ l	۱۹۴۲/۷۹ g	۲۴۶۵/۹۶ b
۱۰ درصد سورنتو	۱۴۱۳/۹۹ p	۱۶۵۰/۲۸ k	۲۰۱۸/۲۰ f	۲۵۱۱/۲۵ a

تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک با آزمون LSD در سطح ۵% معنی‌دار است.

جدول ۷ نشان مي‌دهد كه ميزان بياتي نان‌هاي تهيه شده از ارقام مختلف گندم در اثر جايگزيني آردهاي تريتيكاله در دو سطح ۵ و۱۰ درصد به طور معني‌داري افزايش پيدا كرده است. اين نتيجه، با يافته‌هاي تسن و همكاران (۱۹۷۳) كه گزارش كردند نان‌هاي تريتيكاله حتي با وجود استفاده ازمواد بهبود دهنده در قياس با نان‌هاي گندم سريع‌تر بيات مي‌شوند، هماهنگی دارد. تسن و همكاران اعتقاد داشتند كه حجم و ساختمان نسبتا" متراكم نان‌هاي تريتيكاله دليل است. آنها همچنين عنوان كردند كه اختلاف در تركيبات شيميايي آردهاي گندم و تريتيكاله مي‌تواند دليل ديگر اين پديده باشد [۲۳]. يكی از اين اختلافات با توجه به يافته كلاسن و هيل (۱۹۷۱)، ضريب رسوب بالاتر آميلوز تريتيكاله در مقايسه با آميلوز گندم است[۱۰]. لورنز (۱۹۷۴) نيز گزارش كرده است كه نان‌های تهيه شده از تريتيكاله به علت پايين بودن ظرفيت جذب آب نشاسته تريتيكاله، در مقايسه با نان‌های گندم سريع‌تر رطوبت خود را از دست داده و خشک می-شوند [۱۱].

در مجموع رقم مورد استفاده نقش مهمی در كيفيت نان دارد، به طوری كه در ميان ارقام گندم و تريتيكاله مورد مطالعه، گندم رقم روشن و تريتيكاله رقم مورنو دارای بالاترين كيفيت نانوايی می‌باشند. به علاوه با توجه به نتايج اين تحقيق، مي‌توان از بين اختلاط‌های تهيه شده، اختلاط حاوی ۹۵ درصد آرد گندم روشن و ۵ درصد آرد تريتيكاله مورنو را به عنوان اختلاط بهينه انتخاب نمود. چون اين اختلاط در قياس با ساير اختلاط-ها و نيز نسبت به آرد گندم قدس و آرد گندم مهدوی دارای خصوصيات رئولوژيكی بهتری است (جدول ۳). به علاوه نان حاوی ۹۵ درصد آرد گندم روشن و ۵ درصد آرد تريتيكاله مورنو در مقايسه با نان‌های تهيه شده از ساير اختلاط‌های آرد گندم و تريتيكاله دارای كمترين ميزان بياتی بوده و حتی در مقايسه با نان‌های تهيه شده از آرد گندم قدس و آرد گندم مهدوی ميزان بياتی كمتری دارد (جدول ۷).

جدول۷- مقايسه ميانگين آثار متقابل ارقام مختلف گندم و سطوح مختلف جايگزينی دو رقم تريتيكاله بر مقاومت برشي بافت نان

رقم گندم	مقاومت برشی (گرم بر سانتی‌متر مربع)				
	صفر (شاهد)	۵ درصد مورنو	۵ درصد سورنتو	۱۰ درصد مورنو	۱۰ درصد سورنتو
روشن	۱۴۹۹/۳۱ [o]	۱۵۷۲/۷۴ [n]	۱۶۴۱/۶۰ [m]	۱۶۵۴/۱۰ [l]	۱۷۰۲/۹۰ [k]
قدس	۱۷۲۸/۲۹ [j]	۱۷۹۱/۱۶ [i]	۱۸۱۸/۱۲ [h]	۱۸۵۳/۱۸ [g]	۱۹۰۵/۵۹ [e]
مهدوی	۱۸۷۳/۶۶ [f]	۱۹۵۰/۲۰ [d]	۲۰۰۲/۴۳ [c]	۲۰۱۶/۸۷ [b]	۲۰۸۶/۸۰ [a]

تفاوت ميانگين‌های داراي حروف غيرمشترک با آزمون LSD در سطح ۵% معني‌دار است.

سپاسگزاری

در پايان از همكاری‌های آقايان ردانی‌پور و مولايی و نيز خانم مهندس شفيعی، كارشناس آزمايشگاه گروه علوم و صنايع غذايي دانشگاه شيراز، در

طول انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

[۱] رجب زاده، ن. ۱۳۸۲. *تکنولوژي نان*. انتشارات دانشگاه تهران.

[۲] ناصري، ا. ۱۳۸۱. *ارزیابي خصوصیات شیمیایي و نانوایي واریته هاي غالب گندم استان فارس و ارائه نسبت مناسبي از آرد این گندم ها براي تولید نان*. پایان‌نامه کارشناسي ارشد، دانشکده کشاورزي، دانشگاه شیراز.

[3] American Association of Cereal Chemists. 2003. Approved Methods of the AACC, St. Paul MN.

[4] Berry, C. P., Dappolonia, B. L., and Gilles, K. A. 1971. The characteristics of triticale starch and its comparison with starches of rye, durum, and HRS wheat. *Cereal Chem.* 48: 415-426.

[5] Beveridge, T., Toma, S., and Nakai, S. 1974. Determination of SH- and SS- groups in some food proteins using ellmans reagent. *J. Food Sci.* 39: 49-51.

[6] Doxastakis, G., Zafiriadis, J., Irakli, M., Marlani, H., and Tananaki, C. 2002. Lupin, soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties. *Food Chem.* 77: 219-227.

[7] Haber, T., Seyam, A. A., and Banasik, O. J. 1976. Rheological properties, amino acid composition, and bread qualitiy of hard red winter wheat, rye, and triticale. *Bakers Digset.* 50: 24-27.

[8] Horlein, A. J., and Valentine, J. 1995. Triticale (X *Triticosecale*). PP. 187-225. *In:* J. T. Williams (Ed), *Cereals and Pesudocereals,* Chapman and Hall, London.

[9] Juneja, P. K., Kawatra, B. L., and Bajaj, S. 1980. Nutritive value of triticale and the effects of its supplementation to wheat and bengal gram (*Cicer arietinum*) flour. *J. Food Sci.* 45: 328-330.

[10] Klassen, A. J., and Hill, R. D. 1971. Comparison of starch from triticale and its parental species. *Cereal Chem.* 48: 647-654.

[11] Lorenz, K. 1974. Triticale: a promising new cereal grain for the baking industry? *Bakers Digest.* 48: 24-32.

[12] Lorenz, K. 1974. The history, development and utilization of triticale. *CRC Cirtical Rev. Food Technol.* 5: 175-280.

[13] Macri, L. j., Ballance, G. M., and Later, E. N. 1986. Factors affecting the breadmaking potential of four secondary hexaploid triticale. *Cereal Chem.* 63: 263-267.

[14] McDermott, E. E. 1980. The rapid non-enzymic determination of damaged starch in flour. *J. Sci. Food Agric.* 31: 405-413.

[15] Naeem, H. A., Darvey, N. L., Gras, P. W., and Macritchie, F. 2002. Mixing properties, baking potential, and functionaltiy changes in storage proteins during dough development of triticale-wheat flour blends. *Cereal Chem.* 79: 332-339.

[16] Pena, R. J., and Amaya, A. 1992. Milling and bread making propertise of wheat-triticale grain blends. *J. Sci. Food Agric.* 60: 483-487.

[17] Pomeranz, Y. 1978. *Modern Cereal Science and Technology*. VCH Publishers, NY.

[18] Saldivar, S. O., Flores, S. G., and Rios, R. V. 2004. Potential of triticale as substitute for wheat in flour tortilla production. *Cereal Chem.* 81: 220-225.

[19] Seguchi, M., Ishihara, C., Yoshino, Y., Nakatasuka, K., and Yoshihira, T. 1999. Breadmaking properties of triticale flour with wheat flour and relationship to amylase activiy. *J. Food Sci.* 64: 582-586.

[20] Syed, R. A., and Macdonald, C. E. 1974. Amino acid composition, protein fractions and baking quaity of triticale. PP. 137-149. *In*: C. C. Tsen (Ed.), *Triticale: First Man-Made Cereal,* AACC, St. Paul, MN.

[21] Tohver, M., Kann, A., Taht, R., Mihhalevski, A., and Hakman, J. 2005. Quality of triticale cultivars stuitable for growing and breadmaking in northern conditioin. *Food Chem.* 79: 125-132.

[22] Tsen, C. C. 1974. Bakery products from triticale flour. PP. 234-242. *In*: C. C. Tsen (Ed.), *Triticale: First Man-Made Cereal,* AACC, St. Paul, MN.

[23] Tsen, C. C., Hoover, W. J., and Farrell, E. P. 1973. Baking quality of triticale flours. *Cereal Chem.* 50: 16-26.

[24] Unrau, A. M., and Jenkins, B. C. 1964. Investigations on synthetic cereal species. milling, baking and some compositional characteristics of some "triticale" and parental spacies. *Cereal Chem.* 41: 365-375.

[25] Varughese, G., Pfeiffer, W. H., and Pena, R. J. 1996. Triticale: a successful alternative crop. *Cereal Foods World.* 41: 474-482.

[26] Welsh, J. R., and Lorenz , K. 1974. Enviromental effects on utilization and agronomic performance of Colorado-grown triticales. PP. 252-260. *In*: C. C. Tsen (Ed.), *Triticale: First Man-Made Cereal,* AACC, St. Paul, MN.

[27] Williams, P.C., Kuzina, F. D., and Hlynka, I. 1970. A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.* 74: 411-421.