جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۲، شماره ۳، سال ۱۳۸۰ (۵۱۳-۵۰۱)

بررسی تاثیر میزان پروتئین دانه در بروز خواص کیفی چهار رقم گندم نان در رابطه با ژنوتیپ گلوتنین‌های سنگین در آنها

گودرز نجفیان
عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه
تاریخ پذیرش مقاله ۷۹/۱۰/۲۱

خلاصه

به منظور بررسی خصوصیات کیفی گندم نان در رابطه با میزان پروتئین ذخیره شده در دانه و تاثیری که این فاکتور متاثر از محیط روی بروز اثر ژنوتیپ ارقام گندم برای زیرواحدهای گلوتنین سنگین دارد، این آزمایش طرح ریزی شد. در این آزمایش چهار رقم گندم نان انتخاب شده و پنج تیمار کود نیتروژنه ۰، ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (N) در هکتار برای بدست آوردن نمونه‌های گندم با درصد پروتئین متفاوت روی هر کدام از آنها اعمال گردید. آزمایش فاکتوریل ۵×۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به عنوان طرح آماری این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. ژنوتیپ ارقام فوق برای گلوتنین‌های سنگین (HMWGS) از طریق الکتروفورز با روش SDS-PAGE تعیین شد. صفات کیفی:میزان پروتئین دانه، خصوصیات فارینو گراف (درصد جذب آب، مدت زمان گسترش خمیر، پایداری خمیر،درجه سست شدن خمیر و ارزش والوریمتری)، حجم رسوب زلنی، حجم رسوب SDS، درصد بازدهی آرد و سختی دانه اندازه‌گیری شدند. سپس با استفاده از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها و نیز محاسبهٔ ضرایب همبستگی، رفتار و نحوه پیروی این صفات به عنوان معیارهای فنوتیپی از صفت میزان پروتئین دانه به عنوان یک فاکتوری که شدیداً تحت تاثیر محیط است و نیز ژنوتیپ گلوتنین‌های سنگین بررسی شد. نتایج نشان داد که با اعمال سطوح مختلف کود نیتروژنه و آن هم به صورت تقسیط شده در مراحل پنجه‌زنی تا دانه بندی میانگین میزان پروتئین دانه از ۱۱/۴ درصد به ۱۳/۴ درصد افزایش یافت. بررسی خصوصیات کیفی ارقام با ژنوتیپ‌های مختلف گلوتنین (ژنوتیپ‌های قوی و ضعیف از لحاظ امتیاز گلوتنین‌های سنگین برای قدرت گلوتن و کیفیت نانوایی) در درصدهای متفاوت پروتئین دانه نشان داد که عکس‌العمل خصوصیات کیفی ارقام با ژنوتیپ‌های مختلف به افزایش میزان پروتئین دانه متفاوت است. در این تحقیق رقم نیک نژاد که رقمی قوی بوده و برای مکانهای ژنی Glu-A1 و Glu-D1 آللهای کد کننده زیر واحدهای *۲ و ۵+۱۰ را دارد به افزایش میزان پروتئین دانه بیشتر از ۱۲ درصد عکس‌العمل کمتری نشان داد و پتانسیل کیفی خود را در همین میزان پروتئین دانه بروز داد، در حالیکه رقم M-70-4 که رقمی است که از لحاظ ژنتیکی زیر واحدهای گلوتنین سنگین کم امتیازتری دارد، عکس‌العمل خوبی به افزایش میزان پروتئین دانه نشان داد و خصوصیات کیفی آن از جمله حجم رسوب SDS، ارزش والوریمتری و مدت زمان گسترش خمیر با افزایش میزان پروتئین دانه بهتر شدند. در نهایت بنظر می‌رسد که ارقامی که قدرت گلوتن ضعیفی دارند با میزان پروتئین دانه بیشتر از ۱۲ و حدوداً ۱۳ درصد، پتانسیل ژنوتیپی خود را بروز می‌دهند در حالیکه ارقام با قدرت گلوتن بالا و مناسب احتمالاً با درصد پروتئین دانهٔ حدود ۱۲ نقش ژنوتیپ خود را بروز می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، خصوصیات کیفی، میزان پروتئین دانه، گلوتنین‌های سنگین

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مقدمه

تحقیقات مربوط به کیفیت نانوایی گندم در برنامه‌های به نژادی این محصول دارای اهمیت بسزایی است، چرا که بهینه کردن کیفیت نانوایی گندم یکی از طرق افزایش بهره‌وری تولید گندم است. اهمیت کلی این محصول استراتژیک ایجاب می‌کند تا در تمام جوانب تولید آن کاوشهای دقیق صورت گرفته و روشهای ارزیابی اصلاح شده و ارتقا یابند تا ارقام گندمی که در برنامه‌های به نژادی اصلاح و معرفی می‌شوند از هر جهت مناسب و مورد پسند مصرف کننده باشند. کیفیت نانوایی این محصول یکی از این جوانب است که مشخص کردن قواعد پیچیده آن ودلایل تنوع ارقام از لحاظ این صفت برای بهنژادگران گندم دارای اهمیت زیادی است.

کیفیت نانوایی خصوصیتی است پیچیده که هم تحت تاثیر ژنتیک یک رقم گندم واقع می‌شود و هم از محیط و فاکتورهای آن تاثیرپذیری دارد. تحقیقات نشان داده که از کل کروموزومهای گندم، گروه همیولوگ (1A , 1B و 1D) نقش مهمی رادر ارزش نانوایی آن دارند و برای ارتقای کیفیت تنها افزایش درصد پروتئین دانه کافی نیست بلکه کیفیت و نوع پروتئین نیز مهم است (۱۳).

تحقیقات نشان داده که صفات و خصوصیات گلوتن است که تنوع و تغییرات ارزش نانوایی گندم را تعیین می‌کنند. ۸۰ درصد گلوتن را پروتئین، ۸ درصد آن را چربی و بقیه آن را مواد معدنی و کربوهیدراتها تشکیل می‌دهند. از این اجزا پروتئین‌ها هستند که عامل ایجاد خاصیت منحصربفرد چسبندگی و کشسانی گلوتن بشمار می‌روند (۸، ۱۱ و ۲۳).

از چهار دسته پروتئین‌های مشخص شده در دانه گندم، دو دسته گلوتنین‌ها و گلایدین‌ها پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه به شمار می روند که هر کدام حدوداً ۴۰ درصد کل پروتئین آرد را تشکیل می‌دهند و تنها حدوداً ۱۰ درصد از کل پروتئین آرد مربوط به آلبومین و گلوبولین است (۱۴ و ۲۲).

در حالت طبیعی در دانه گندم گلایدین‌ها به صورت مونومر یا تک زنجیره وجود دارند در حالیکه گلوتنین‌ها به صورت توده‌های بهم پیوسته‌ای از رشته‌های پلی پپتید وجود دارند که گاهی وزن مولکولی آنها به ۲۰ میلیون دالتون می‌رسد. بهم پیوستگی رشته‌های گلوتنین توسط پیوندهای دی سولفید (S-S) صورت می‌گیرد که در محل بنیان آزاد اسید آمینه سیستئین شکل می‌گیرند (۱۷).

تحقیقات بسیاری در مورد نقش زیرواحدهای گلوتنین دارای وزن مولکولی زیاد در کیفیت نانوایی گندم صورت گرفته و در بیشتر آنها مشخص شده که تنوع ژنتیکی در آللهای کد کننده این زیرواحدها با تغییرات کیفیت مرتبط بوده و می‌تواند در تشخیص و پیشگویی قوی یا ضعیف بودن قدرت گلوتن و کیفیت نانوایی ارقام گندم بکار رود (۳، ۵، ۷، ۱۵، ۱۸ و ۲۰). اما نقشی که این تنوع ژنتیکی در کیفیت نانوایی ارقام گندم دارد وقتی آشکار می‌گردد که شرایط بروز اثر ژنوتیپ مهیا باشد. یکی از این شرایط کافی بودن مقدار و کمیت پروتئین در دانه است بدین معنی که از هر یک از رشته‌های پلی پپتیدی که وراثت و ژنتیک یک رقم آنها را ایجاد می‌کند بایستی به اندازه کافی در دانه ذخیره گردد تا بتوانند نقش خود را در خمیر و نان حاصل از آرد آن بروز دهند.

کالستر و همکاران (۱۲) با استفاده از صفت حجم نان در ۲۲۶ لاین به نژادی نشان داده‌اند که برتری آلل کد کننده زیر واحدهای ۱۰+۵ نسبت به اللی که ترکیب ۱۲+۲ را کد می‌کند بستگی به درصد پروتئین دارد و با درصد پروتئین زیر ۹/۲ تفاوتی بین دو آلل فوق وجود نداشته است.

نجفیان (۲) و نجفیان و عبد میشانی (۳) گزارش کرده‌اند که عدم بروز اثر زیرواحدهای گلوتنین * ۲ و ۱۰+۵ در برخی ارقام گندم که به عنوان آللهای مطلوب شناخته شده‌اند، در مقایسه با آللهای نول و ۱۲+۲ ممکن است بدلیل پایین بودن درصد پروتئین ارقام دارای این آللها باشد. کاریلو و همکاران (۶) با استفاده از تلاقی دو واریته قوی و ضعیف از لحاظ کیفیت نانوایی و با بدست آوردن ژنوتیپ‌های مختلف بین آنها برای گلوتنین‌های سنگین و کشت نتایج که بصورت خالص و لاین در آورده شده بودند، در یک طرح اسپلیت پلات با اعمال سه سطح کود نیتروژنه ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (N) در هکتار اقدام به بررسی اثر میزان پروتئین دانه در بروز اثر ژنوتیپ نمودند. پس از ارزیابی‌های کیفی مشخص گردید که عملکرد دانه و خصوصیات کیفی با افزایش کود نیتروژنه تاثیر پذیری نشان داده و کیفیت بهتر شد و تنها در صفت سختی دانه تاثیر پذیری ناچیز بود. آنها به وجود اثر اپی‌ستاتیک بین

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

کروموزومهای بسه گانه 1A ، 1B و 1D برای خصوصیات کیفی اشاره کرده‌اند. روست و همکاران (۲۱) در تحقیقی با نتیجه‌گیری مشابه فوق اظهار کرده‌اند که میزان پروتئین دانه در بروز خصوصیات کیفی دانه موثر بوده و اغلب باعث تغییراتی در بروز نقش زیرواحدهای گلوتنین سنگین می‌شود و لذا به عنوان یک فاکتور تحت تاثیر محیط می‌تواند در مشخص کردن نقش این زیرواحدها مشکل ایجاد کند. در این تحقیقات گاهی به نقش اثرات متقابل بین درصد پروتئین و مکانهای ژنی و یا اثر اپی ستاتیک بین مکانهای ژنی موثر در کیفیت اشاره شده است. مشخص کردن رفتار ژنوتیپی گندم در مقادیر متفاوت پروتئین دانه یک احتیاج مقدماتی برای اجرای ارزیابی‌های کیفی گندم است که می‌تواند در پیش‌بینی فنوتیپ کیفیت موثر واقع شود.

به طور کلی هدف از اجرای این تحقیق یافتن پاسخ سئوال‌های زیر است:

۱- در یک رقم گندم با ژنوتیپ خاص برای گلوتنین‌های سنگین خصوصیات کیفی در میزانهای متفاوت پروتئین دانه چگونه بروز می‌کنند؟

۲- برای اینکه اثر یک ژنوتیپ مطلوب کیفی بروز کند، حدوداً چه آستانه‌ای از درصد پروتئین در دانه لازم است؟

۳- وقتی میزان پروتئین دانه پایین است آیا می‌توان معیارهایی را برای ارزیابی و اندازه‌گیری کیفیت بکار برد که فنوتیپ این صفت را اندازه می‌گیرند؟ و آیا قضاوت حاصله صحیح است؟

مواد و روشها

عملیات مزرعه

مواد گیاهی این تحقیق عبارت از ۴ رقم گندم نان با نام‌های (کدهای): M-70-4، نیک نژاد، مهدوی و M-73-4 بود. با هدف بدست آوردن نمونه‌هایی از ارقام فوق با درصد پروتئین‌های متفاوت، یک آزمایش فاکتوریل ۵×۴ طرح گردید که فاکتور اول آن واریته و شامل ارقام چهارگانه فوق بود و فاکتور دوم کاربرد کود نیتروژنه اوره در ۵ سطح: ۰، ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (N) در هکتار بود. آزمایش فوق در قالب یک طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار کشت گردید. مشخصات هر کرت آزمایشی عبارت از طول کرت: ۴ متر، عرض کرت: ۱/۲ متر و فاصله بین دو کرت ۶۰ سانتی‌متر بود. مقدار ۵۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم در هکتار با توجه به نتیجه تجزیه خاک به زمین داده شد. بذر آزمایش برای مبارزه با سیاهک با قارچ کش مانکوز ب ضد عفونی گردید. میزان بذر مصرفی بر اساس وزن هزار دانه و تراکم ۴۰۰ دانه در متر مربع برای هر رقم تعیین گردید و کشت آزمایش در اوایل آبانماه صورت گرفت. آبیاری آزمایش به روش بارانی صورت گرفت و دور آن بر اساس مشاهدات ظاهری خاک و گیاه تعیین گردید. از میزان کلی کود اوره در نظر گرفته شده برای هر تیمار آزمایش، مقدار ۱/۳ آن در مرحله پنجه‌زنی ارقام در هنگام آبیاری به صورت سرک به کرتها داده شد. در بهار مبارزه با علفهای هرز به طریقه شیمیایی و مکانیکی صورت گرفت. از میزان ۲/۳ کود اوره باقیمانده هر تیمار مقدار ۱/۳ دیگر در مرحله ابتدای خوشه رفتن و ۱/۳ باقیمانده در مرحله دانه‌بندی به صورت سرک به کرتهای آزمایش داده شد. مبارزه شیمیایی با سن گندم در مرحله شروع پر شدن دانه انجام گرفت.

الکتروفورز و اندازه‌گیری‌های کیفی

الکتروفورز ارقام برای تعیین ژنوتیپ گلوتنین‌های سنگین در آنها با استفاده از روش بکار رفته توسط فولینگتن و همکاران (۹)با استفاده از ژل ۱۰ درصد پلی آکریلامایدانجام گرفت و روش نامگذاری پاین و لاورنس (۱۶) برای مشخص کردن باندهای الکتروفورزی بکار رفت.

باتوجه به اینکه بذر تازه برداشت شده گندم پتانسیل بالقوه کیفی خود را بروز نمی‌دهد، (با گذشت زمان و تجزیه لیپیدهای موجود در دانه به اسیدهای چرب توسط آنزیم‌های لیپاز ترکیبات هیدروپراکسید بوجود می‌آیند که تجزیه آنها باعث اکسیده شدن رادیکالهای آزاد SH (گروه سولفیدریل) به پیوندهای S-S (دی سولفید) می‌شود که به نوبهٔ خود این پیوندها باعث ایجاد پلی‌مرهای بزرگ گلوتنین و پیوستگی بیشتر اجزای گلوتن شده و قدرت گلوتن و کیفیت گندم مورد نظر را افزایش می‌دهند) لذا تجزیه‌های کیفی پس از حداقل ۳ ماه بعد از برداشت صورت گرفتند (۱).

آزمایش رسوب SDS با استفاده ازروش کوییک و دانلی (۱۹) باندک تغییرات مطابق روش بکار رفته توسط نجفیان (۲) انجام گرفت.

آزمایش فارینوگراف با استفاده از روش فارینوگرافی براباندر (۴) طبق دستورالعمل آن انجام شد و طی آن صفات درصد جذب آب، مدت زمان گسترش و پایداری خمیر به دقیقه، درجه سست شدن خمیر به واحد فارینوگراف و در نهایت عدد والوریمتری برای هر نمونه گندم بدست آورده شد.

صفات میزان پروتئین دانه، سختی دانه و حجم رسوب زلنی با استفاده از دستگاه NIR [1] که برای آنها کالیبره شده بود اندازه‌گیری شدند.

محاسبات آماری

تجزیه واریانس با استفاده از برنامه کامپیوتری MSTAT-C برای صفات کیفی اندازه‌گیری شده صورت گرفت. برای داده‌های مربوط به متغیرهای مدت زمان گسترش و پایداری خمیر که اعداد کمتر از ۱۰ بوده و اریبی از توزیع نرمال داشتند، تبدیل log(X+1) برای رفع اریبی بکار رفت. مقایسه میانگین‌های واریته‌ها و سطوح کود ازته به عنوان فاکتور تعیین کننده میزان پروتئین دانه برای هر صفت کیفی با استفاده از روش دانکن و سطح احتمال خطای ۰/۰۵ صورت گرفت. در واقع هدف از مقایسه سطوح مختلف کود نیتروژنه همانا تعیین تغییرات خصوصیات کیفی در درصد پروتئین‌های متفاوت دانه برای هر واریته بود و چون درصد پروتئین دانه حاصل از کاربرد تیمارهای مختلف کودی برای هر چهار واریته تحت بررسی به صورت گروه‌های مجزا و مساوی نبود، سطوح کود نیتروژنه که در مقادیر مساوی برای واریته‌های فوق‌الذکر اعمال شده بود و هر سطح مشخص کود نیتروژنه متناظر با درصد پروتئین خاصی بود، برای مقایسه میانگین بکار رفت. ضرایب همبستگی ساده نیز برای دو صفت سطوح کود نیتروژنه و میزان پروتئین دانه با سایر صفات کیفی اندازه‌گیری شده، محاسبه شدند.

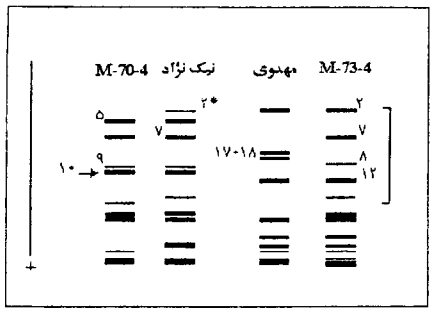
همانطوریکه ملاحظه می‌گردد روشهای اندازه‌گیری کیفیت گندم در این آزمایش روشهای غیر مستقیم هستند که با توجه به آنها هر جا در این متن لفظ کیفیت مطرح می‌گردد بیشتر اشاره به قدرت گلوتن و پتانسیل قوی بودن یک رقم برای تهیه نان از آنست و برای ربط دادن این صفات به کیفیت به معنای تام (دلپذیری، خوشمزگی، معطر بودن و خصوصیات مطلوب در رابطه با بیاتی و ماندگاری نان) بایستی در آزمایش‌هایی به هم ارتباط داده شوند که برای نان‌های مختلف ایرانی در منبع شماره (۱) معیارهایی از برخی از این صفات آورده شده است.

نتایج و بحث

I – ژنوتیپ الکتروفورزی ارقام

شکل ۱ ژنوتیپ گلوتنین‌های سنگین را برای چهار رقم بررسی شده نشان می‌دهد که برای مکانهای ژنی سه گانه به صورت زیر است:

رقم	مکان ژنی Glu-A1	Glu-B1	Glu-D1
M-70-4	Null	7+9	5+10
نیک نژاد	2*	7+9	5+10
مهدوی	Null	17+18	2+12
M-73-4	Null	7+8	2+12



شکل ۱-شمای الکتروفورزی ژنوتیپ ارقام چهارگانه برای گلوتنین‌های سنگین

اگر از لحاظ پتانسیل ژنتیکی و ژنوتیپی این ارقام را با سیستم امتیازدهی پاین و همکاران (۱۸) ارزیابی کنیم، امتیاز هر رقم با توجه به گلوتنین‌های سنگین جدول فوق به عنوان یک معیار کیفیت یا قدرت گلوتن به صورت زیر است:

نام رقم	مکان ژنی Glu-A1	Glu-B1	Glu-D1	امتیاز ژنوتیپ
M-70-4	۱	۲	٤	۷
نیک نژاد	۳	۲	٤	۹
مهدوی	۱	۳	۲	٦
M-73-4	۱	۳	۲	٦

با نگاهی به ژنوتیپ‌ها مشخص می شود که رقم نیک نژاد ژنوتیپ مطلوبی برای کیفیت و قدرت گلوتن دارد و طبق روش

1 . Near Infrared Spectroscopy

امتیازدهی پاین و همکاران (۱۸) برترین این چهار رقم است و همانطوریکه از جدول امتیازات مشخص است ۳ رقم دیگر تفاوت مهمی با هم نداشته و در یک حد هستند.

II – میزان پروتئین دانه

برای این ارقام با ژنوتیپ‌های متفاوت در ادامه بررسی نتایج به تفکیک صفات کیفی بحث خواهد شد اما قبل از آن بایستی به صفت میزان پروتئین دانه اشاره کرد که در این آزمایش برای ارقام مختلف تغییر داده شد.

در این آزمایش با در نظر گرفتن این موضوع که عامل مهم محدود کننده ذخیره پروتئین در دانه گندم، در دسترس بودن نیتروژن برای گیاه است، ۵ تیمار مختلف کود نیتروژنه برای تغییر میزان پروتئین دانه بکار رفت. همانطوریکه از جدول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های ارقام و سطوح مختلف کود نیتروژنه برای صفت میزان پروتئین دانه پیداست سطوح کودی، ۰، ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلوگرم N در هکتار در ذخیره‌سازی پروتئین در دانه موثر بوده و طبق جدول تجزیه واریانس، هم بین ارقام و هم بین سطوح کودی تفاوت وجود داشته است. مطابق مقایسه میانگین‌های ارقام، رقم نیک‌نژاد با میانگین ۱۳/۶۳ درصد دارای بیشترین درصد پروتئین در دانه بوده است و طبق میانگین سه تکرار، تیمار بدون استعمال کود ازته این رقم ۱۲/۴۰ درصد و تیمار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار آن ۱۴/۱۰ درصد پروتئین در دانه ذخیره کرده است. بعد از این رقم، ارقام مهدوی و M-73-4 بترتیب با میانگین‌های ۱۲/۸۹ و ۱۲/۷۰ در یک گروه قرار گرفته‌اند که دامنه تغییرات درصد پروتئین آنها از ۱۱/۷۰ تا ۱۳/۸۰ برای مهدوی و از ۱۱/۶۰ تا ۱۳/۴۰ برای M-73-4 بوده است. در نهایت رقم M-70-4 با میانگین ۱۱/۲۲ در یک گروه ضعیف قرار گرفته که دامنه تغییرات آن از ۹/۸۰ تا ۱۲/۲۰ درصد بوده است. از این نتایج مشخص می‌شود که این ارقام از لحاظ ژنتیکی پتانسیل متفاوتی برای ذخیره‌سازی پروتئین در دانه دارند و واکنش آنها نسبت به محیط مشابه نیست.

مقایسه میانگین‌های سطوح کود نیتروژنه برای صفت میزان پروتئین دانه نشان داد که این فاکتور باعث شده تا ارقام در سطوح مختلف کودی درصدهای متفاوتی از پروتئین دانه ذخیره کنند طوریکه مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بیشترین میزان پروتئین دانه را داشته (۱۳/۳۸) و با مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در یک گروه قرار گرفته است. بعد از این دو سطح، به ترتیب سطوح کودی ۴ با ۱۳۵ کیلوگرم، سطح ۲ با ۴۵ کیلوگرم در هکتار و سطح ۱ بدون استعمال کود نیتروژنه هر کدام در یک دسته جدا با میانگین‌های ۱۲/۹۷، ۱۲/۲۴ و ۱۱/۳۹ درصد پروتئین دانه قرار گرفتند. آنچه که مسلم است، کاربرد کود نیتروژنه به میزان حداقل ۱۳۵ کیلوگرم N در هکتار و با توجه به خصوصیات کود اوره از لحاظ رفتار در خاک، به صورت تقسیط شده حداقل در سه نوبت در مراحل حساس رشد گندم نظیر اواخر پنجه‌زنی و ابتدای ساقه رفتن، خوشه رفتن و دانه‌بندی می‌تواند در افزایش میزان پروتئین دانه موثر باشد. همبستگی بسیار معنی‌دار ($r=0/55$، $P<0/001$) بین سطوح مختلف کود نیتروژنه و میزان پروتئین دانه در این آزمایش موید نتایج فوق است.

حال با توجه به اینکه در این آزمایش کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژنه منجر به ذخیره‌سازی درصدهای متفاوت پروتئین در دانه ارقام مختلف شده است، نحوه تغییرات خصوصیات کیفی در رابطه با میزانهای متفاوت پروتئین دانه برای هر رقم با ژنوتیپ خاص بررسی می‌گردد اما نکته‌ای که در اینجا شایان ذکر است، اینست که چون افزایش میزان پروتئین دانه از یک سطح کود به سطح دیگر برای هر چهار رقم مانند هم نیست بنابراین برای مقایسه میانگین‌ها، همان سطوح کود نیتروژنه بجای میزان پروتئین مورد استفاده قرار گرفتند. بدیهی است که هر سطح کودی N متناظر با درصد پروتئین خاصی در هر یک از ارقام چهارگانه مورد بررسی است.

III – خصوصیات کیفی

الف – حجم رسوب SDS

طبق جدول شماره ۱، نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که ارقام، سطوح مختلف کود نیتروژنه و اثر متقابل رقم × کود نیتروژنه در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار شده‌اند. تفاوت بین تکرارها در اثر غیر یکنواختی زمین آزمایش بوده که طرح RCBD برای تفکیک اشتباه مربوطه از اشتباه آزمایشی مناسب بوده است.

جدول ۱- نتیجه تجزیه واریانس برای صفات مختلف مورد بررسی (فقط مقادیر میانگین مربعات با نتیجه آزمون آنها که از جداول مختلف خلاصه شده‌اند، نشان داده شده‌اند.

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد پروتئین	حجم رسوب SDS	ارزش والوریمتری	درصد جذب آب	زمان گسترش خمیر
تکرار	۲	۰/۷۰۳*	۱۰۷/۴۵**	۶/۰۶۷	۰/۰۳۳	۰/۰۱۰
واریته (A)	۳	۱۵/۳۴**	۱۱۸۵/۶۶**	۱۲۲۳/۷۹**	۳۰/۸۳**	۶/۴۶**
سطوح نیتروژن (B)	۴	۷/۶۷**	۳۹/۶۴**	۳/۲۹	۳/۱۹**	۰/۲۲**
A x B	۱۲	۰/۲۰۰	۲۰/۵۱×	۴/۹۵	۰/۵۲	۰/۰۹×
اشتباه	۳۸	۰/۱۶	۹/۰۳	۳/۸۶	۰/۳۴	۰/۰۴۳

منابع تغییر	درجه آزادی	زمان پایداری خمیر	درجه سست شدن خمیر	درصد بازدهی آرد	میزان سختی دانه	حجم رسوب زلنی
تکرار	۲	۰/۲۴	۱۶/۸۲	۵/۶۲	۶/۴۵	۴۹/۸۲×
واریته (A)	۳	۲۴/۸۴**	۳۳۵۶۸/۸۲**	۶۹/۹۸**	۱۰۸۹/۶۴**	۶۴۵/۵۶**
سطوح نیتروژن (B)	۴	۰/۴۶	۱۶۹/۰۲۵	۴/۵۷	۹/۲۳×	۳۱۲/۲۶**
A x B	۱۲	۰/۲۳	۲۴۰/۴۱	۴/۵۳	۶/۳۱×	۵/۲۲
اشتباه	۳۸	۰/۲۲	۱۳۲/۸۷	۴/۶۳	۲/۹۲	۱۱/۱۵

* و ** : بترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد .

اما تفاوت بسیار معنی‌دار بین ارقام برای حجم رسوب SDS بیانگر این موضوع است که بین ارقام، حداقل دو رقم تفاوت بسیار معنی‌داری برای این صفت دارند. مقایسه میانگین‌ها این موضوع را روشن ساخته و همانطوریکه از دسته‌بندی میانگین‌های ارقام پیداست، رقم نیک نژاد با حجم رسوب بالاتری (۵۶/۸۷ ml) در گروه برتر قرار گرفته و پس از آن رقم M-73-4 با میانگین ۴۷/۲۰ میلی‌لیتر در گروه دیگر و دو رقم M-70-4 و مهدوی به ترتیب با میانگین‌های ۳۸/۹۳ و ۳۷/۶۰ میلی‌لیتر در گروه سوم قرار گرفته‌اند. این دسته بندی نشان می‌دهد که کیفیت نانوایی ارقام از نظر ژنتیکی با هم متفاوت بوده و منجر به تفاوت‌های فنوتیپی در آنها شده است. در قسمت امتیازدهی ژنوتیپ ارقام دیده شد که رقم نیک نژاد بهترین ژنوتیپ را داشت و در اینجا نیز با توجه به اینکه حجم رسوب SDS این رقم بیشترین بوده نتیجه‌گیری می‌شود که در شرایط مساعد محیطی، ژنوتیپ کیفی یک رقم خاص از لحاظ پروتئین‌های دانه نقش بسیار موثر و تعیین کننده‌ای در کیفیت آن رقم دارد. بعد از رقم نیک نژاد، رقم M-73-4 حجم رسوب بیشتری از دو رقم مهدوی و M-70-4 داشته که اگر چه امتیاز ژنوتیپ گلوتنین‌های سنگین این رقم با دو رقم مذکور تفاوت چندانی ندارد ولی خصوصیات دانه آن از جمله سختی دانه بالاتر و احتمالاً تفاوت در ژنوتیپ گلوتنین‌های سبک که مقدار آنها حدوداً ۳ برابر گلوتنین‌های سنگین است، باعث برتری این رقم شده است.

مقایسه میانگین‌های خصوصیات کیفی برای سطوح مختلف کود نیتروژنه به منظور پی بردن به نقش میزان پروتئین دانه در بروز اثر ژنوتیپ ارقام نشان داد که سطوح کودی ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلوگرم N در هکتار باعث افزایش حجم رسوب SDS در ارقام چهار گانه نسبت به دو سطح ۰ و ۴۵ کیلوگرم در هکتار شده است که سیر صعودی حجم رسوب از سطح کودی ۹۰ به طرف ۱۸۰ کیلوگرم است. این نتایج نشان می‌دهند که میزان پروتئین دانه به عنوان یک فاکتور تحت تاثیر محیط می‌تواند در بهتر ظاهر شدن نقش ژنوتیپ کیفی ارقام موثر باشد که مطابق با نتیجه‌گیری تحقیقات گوپتا و همکاران ۱۹۸۹، روست و همکاران ۱۹۹۲ و کاریلو و همکاران ۱۹۹۰ است. نگاهی به ضرایب همبستگی بین حجم رسوبSDS و سطوح مختلف کود نیتروژنه برای ارقام مختلف به صورت جداگانه به روشن شدن موضوع کمک می‌کند.

جدول ۲ـ مقایسه میانگین های صفات مختلف برای ارقام مورد بررسی و سطوح کود نیتروژنه

	درصد پروتئین دانه	حجم رسوب SDS	ارزش والوریمتری	درصد جذب آب	زمان گسترش خمیر
ارقام چهارگانه					
M-70-4	۱۱/۲۲c	۳۸/۹۳c	۳۱/۰۷c	۶۲/۴۵d	۱/۴۸۳c
نیک نژاد	۱۳/۶۳a	۵۶/۸۷a	۵۰/۱۳a	۶۵/۰۹b	۲/۸۹۳a
مهدوی	۱۲/۸۹b	۳۷/۶۰c	۳۱/۷۳c	۶۳/۴۵c	۱/۵۳۰C
M-73-4	۱۲/۷۰b	۴۷/۲۰b	۴۱/۴۰b	۶۵/۵۳a	۲/۰۸۰B
سطوح کود نیتروژنه (kg/ha N)					
۰	۱۱/۳۹d	۴۲/۷۵c	۳۸/۰۸a	۶۴/۳۳c	۱/۷۸۸b
۴۵	۱۲/۲۴c	۴۴/۰۰bc	۳۸/۳۳a	۶۳/۹۰b	۱/۹۴۶ab
۹۰	۱۳/۰۸ab	۴۵/۲۵abc	۳۸/۲۵a	۶۴/۳۸a	۲/۰۶۷a
۱۳۵	۱۲/۹۷b	۴۶/۵۸ab	۳۹/۳۳a	۶۴/۵۲a	۲/۰۵۴A
۱۸۰	۱۳/۳۸a	۴۷/۱۷a	۳۸/۹۲a	۶۴/۵۳a	۲/۱۲۹a

	زمان پایداری خمیر	درجه سست شدن خمیر	درصد بازدهی آرد	میزان سختی دانه	حجم رسوب زلنی
ارقام چهارگانه					
M-70-4	۱/۱۶۷c	۱۷۳/۳a	۷۳/۶۰bc	۴۲/۶۷c	۳۰/۴۰c
نیک نژاد	۳/۹۶۷a	۷۸/۶۷c	۷۲/۱۳c	۴۵/۰۰b	۴۴/۶۷a
مهدوی	۱/۳۱۳c	۱۷۹/۷a	۷۴/۴۷b	۴۶/۱۳b	۴۰/۸۷B
M-73-4	۲/۱۰۰b	۱۲۳/۵b	۷۷/۲۷a	۶۱/۴۰a	۴۳/۸۰A
سطوح کود نیتروژنه (kg/ha N)					
۰	۱/۸۴۶b	۱۳۵/۸a	۷۴/۶۷a	۴۷/۵۰b	۳۲/۲۵c
۴۵	۲/۰۷۱ab	۱۴۰/۲a	۷۵/۰۸a	۴۸/۶۷ab	۳۷/۴۲b
۹۰	۲/۱۳۸ab	۱۴۴/۶a	۷۳/۴۲a	۴۸/۶۷ab	۴۲/۱۷a
۱۳۵	۲/۳۰۰a	۱۳۷/۹a	۷۴/۴۲a	۴۹/۸۳a	۴۲/۹۲A
۱۸۰	۲/۳۲۹a	۱۳۵/۴a	۷۴/۲۵a	۴۹/۳۳a	۴۴/۹۲a

مقایسه میانگین ها در هر ستون مستقل بوده و حروف غیر یکسان دارای اختلاف معنی دار حداقل در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

حجم رسوب رقم M-70-4 با ژنوتیپ ضعیف، عکس‌العمل خوبی نسبت به افزایش میزان پروتئین دانه داشته و ضریب همبستگی این دو صفت برای این رقم ۰/۷۰ (P< ۰/۰۱) بود که موید نتیجه‌گیری فوق است. همچنین رقم M-73-4 نیز همبستگی ۰/۵۳ (P<۰/۰۵) برای حجم رسوب SDS و میزان پروتئین دانه نشان داد. ولی حجم رسوب SDS رقم قوی‌تر نیک نژاد که ژنوتیپ بهتری داشته عکس‌العمل به افزایش میزان پروتئین دانه نشان نداد. البته بایستی در نظر گرفت که حداقل میزان پروتئین دانه در این ارقام متفاوت بوده و رقم نیک نژاد با تیمار بدون کاربرد کود نیتروژنه ۱۲/۴ درصد پروتئین در دانه ذخیره کرده که برای بروز پتانسیل کیفی ژنوتیپ آن کافی بوده است، در صورتیکه رقم ضعیف M-70-4 با ژنوتیپ کم امتیازتر

جدول ۳ـ ضرایب همبستگی بین صفات درصد پروتئین دانه و سطوح کود نیتروژنه با سایر صفات فنوتیپی مورد بررسی برای ارقام چهارگانه و نیز ارقام نیک نژاد و M-70-4 بعنوان ارقام با قدرت گلوتن خوب و ضعیف

	ارقام چهارگانه مورد بررسی		نیک نژاد (گلوتن خوب)		M-70-4 (گلوتن ضعیف)	
	درصد پروتئین	سطوح کود نیتروژنه	درصد پروتئین	سطوح کود نیتروژنه	درصد پروتئین	سطوح کود نیتروژنه
درصد پروتئین دانه	۱/۰۰	۰/۵۵**	۱/۰۰	۰/۶۵**	۱/۰۰	۰/۹۱**
حجم رسوب SDS	۰/۵۹**	۰/۱۹	-۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۷۰**	۰/۶۶**
ارزش والوریمتری	۰/۵۶**	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۲۵	۰/۴۵	۰/۵۴*
درصد جذب آب	۰/۷۰**	۰/۳۰**	۰/۸۳**	۰/۶۳**	۰/۸۹**	۰/۸۱**
زمان گسترش خمیر	۰/۶۳**	۰/۱۸	۰/۷۱**	۰/۷۱**	۰/۶۶**	۰/۷۰**
زمان پایداری خمیر	۰/۶۱**	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۷۵**	۰/۷۵**
درجه سست شدن خمیر	-۰/۴۸**	-۰/۰۱	۰/۰۷	-۰/۲۲	-۰/۴۲	-۰/۵۰
میزان بازدهی آرد	-۰/۱۳	-۰/۰۸	-۰/۵۲*	-۰/۳۴	-۰/۱۱	-۰/۲۸
میزان سختی دانه	۰/۱۸	۰/۰۹	-۰/۲۳	۰/۰۳	۰/۲۵	۰/۲۰
حجم رسوب زلنی	۰/۹۱**	۰/۵۵**	۰/۸۰**	۰/۶۷**	۰/۹۶**	۰/۹۲**

* و ** : بترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد .

بدون استعمال کود نیتروژنه ۹/۸ درصد پروتئین ذخیره کرده و افزایش میزان پروتئین از ۹/۸ به ۱۲/۲ باعث شده تا نقش ژنوتیپ آن بهتر بروز کرده و پتانسیل کیفی خود را در میزان پروتئین‌های بالاتر دانه نشان دهد طوریکه حجم رسوب آن از ۳۳ برای میزان پروتئین دانه ۹/۸ به ۴۲ برای میزان پروتئین ۱۲/۲ رسیده است. حجم رسوب رقم M-73-4 نیز با ژنوتیپی ضعیف‌تر از نیک نژاد از ۴۴ با درصد پروتئین دانه ۱۱/۶ به ۴۹ میلی‌لیتر در میزان پروتئین دانه ۱۳/۴ رسیده است که موید نتایج فوق است.

ب – ارزش والوریمتری

برای صفت ارزش والوریمتری طبق جدول تجزیه واریانس تنها منبع تغییر ارقام معنی‌دار شد که بیانگر آنست که ارقام از لحاظ ژنتیکی دارای پتانسیل کیفی متفاوت هستند وحداقل دو رقم دارای ارزش والوریمتری متفاوتی هستند.

با توجه به مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که همانند صفت حجم رسوب SDS، رقم نیک نژاد با میانگین ۵۰/۱۳ برترین رقم بوده است. بعد از آن رقم M-73-4 با میانگین ۴۱/۴۰ در رتبه دوم قرار گرفت. دو رقم مهدوی و M-70-4 به ترتیب با میانگین‌های ۳۱/۷۳ و ۳۱/۰۷ در گروه دیگر قرار گرفتند. این نتیجه‌گیری دقیقاًهمانند صفت حجم رسوب SDS است. در اینجا نیز مطلوب بودن ژنوتیپ ارقام نیک نژاد و M-73-4 نسبت به دو رقم دیگر (مهدوی و M-70-4) باعث شده تا فنوتیپ این صفت با تبعیت از ژنوتیپ شکل گیرد و تایید کننده این موضوع باشد که ژنتیک یک رقم نقش بسیار موثر و کلیدی در فنوتیپ صفات کیفی آن دارد.

برای صفت ارزش والوریمتری مقایسه سطوح کود ازته به عنوان شاخص‌هایی از درصد پروتئین ارقام نشان داد که برای این صفت همه سطوح کود نیتروژنه در یک گروه قرار گرفته و تفاوتی با هم نداشتند. علت این موضوع شاید اینگونه قابل تفسیر باشد که خود آزمایش فارینوگراف ماهیتی دارد که ممکن است نتواند اختلاف جزیی کیفی بین ارقام را در درصد پروتئین‌های متفاوت تفکیک کند و از طرفی شاید مدت زمان نگهداری و انبار کردن نمونه‌های گندم برای فراهم آوردن امکان اکسیده شدن رادیکالهای آزاد SH به پیوندهای دی سولفید که باعث تقویت قدرت گلوتن می‌شوند، کوتاه بوده و به حد لازم نرسیده است که این موضوع خود جای تحقیق دارد. با همه این تفاسیر رقم M-70-4 که رقم ضعیفی است، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفت ارزش والوریمتری و سطوح مختلف کود نیتروژنه نشان داده (P<۰/۰۵، r=۰/۵۴) که تایید کننده این نتیجه‌گیری است که ارقام ضعیف عکس‌العمل بهتری به افزایش

میـزان پروتـئین دانـه نشـان داده و ژنوتیـپ آنهـا در درصـد پروتئین‌های بالاتر، نقش بالقوه خود را بروز می‌دهد.

ج – درصد جذب آب

بـرای ایـن صفت جدول تجزیه واریانس نشان دهنده معنی‌دار شـدن واریـته و سطوح کود نیتروژنه است. با توجه به اینکه اعمال سـطوح مختلف کود نیتروژنه بخوبی توانسته است میزان پروتئین دانـه را در ارقـام مـورد بررسـی افـزایش دهد، طبیعی است که با افـزایش میـزان پروتئین دانه میزان گلوتن خمیر حاصل از آرد آن نیـز افـزایش یـابد و بالطـبع درصد جذب آب ارقام نیز تحت تاثیر قـرار گیـرد، زیـرا میـزان جـذب آب خمیـر خـود تـابعی از میزان گـلوتن در واحـد حجم خمیر نیز است. اما نتیجه‌گیری اینست که هـم خـود ارقـام دارای پتانسـیل مـتفاوتی بـرای جذب آب خمیر هسـتند و هـم سـطوح مختـلف کـود نیـتروژنه بـا تغییـر میـزان پروتـئین در دانـه باعث تغییر در میزان جذب آب هر رقم شده‌اند. در دسـته بـندی میـانگین‌هـای ارقـام هـر رقـم در یک گروه قرار گرفـته کـه بـه تـرتیب M-73-4 بـا میانگین ۶۵/۵۳ درصد، نیک نـژاد بـا ۶۵/۰۹ درصـد، رقـم مهدوی با ۶۳/۴۵ درصد و رقم M-70-4 با میانگین ۶۲/۴۵ درصد جذب آب قرار گرفته‌اند.

نکـته جـالب اینسـت کـه در بررسی‌های زیادی مشخص شده کـه سـختی دانـه بـاعث افزایش درصد جذب آب خمیر می‌گردد، زیـرا در آسـیاب کـردن خسـارت دیـدن نشاسـته بیشـتر بـوده و گـرانولهای صدمه دیده زیادترند و آب بیشتری جذب می‌کنند که ایـن وضـعیت را رقم M-73-4 نشان داده چون این رقم بیشترین مقدار سختی دانه را داشته است.

در مقایسـه میـانگین‌هـای سطوح مختلف کود ازته، به عنوان شـاخص‌هـایی از درصـد پروتـئین دانه مشخص شد که سه سطح برتـر کـود نیـتروژنه یعنی ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلوگرم N در هکتار در یـک گـروه بیشـترین مقـدار جذب آب را داشته‌اند و دو سطح ۴۵ کیـلوگرم و عـدم کاربـرد کـود نیتروژنه به ترتیب در دو گروه دوم و سـوم قـرار گرفـته‌انـد. همبسـتگی‌هـای معنی‌دار ارقام بین درصـد پروتـئین دانـه و مقدار جذب آب خمیر بیانگر تاثیرپذیری مقـدار جـذب آب از میـزان پروتـئین دانه در ژنوتیپ‌های مختلف اسـت کـه مطـابق با نتایج (۲۱) است. این موضوع در عمل‌آوری و نـانوایی گـندم اهمیـت دارد که آرد یک رقم گندم با درصد جذب آب بیشتر در واحد حجم خمیر، نان بیشتری بدست می‌دهد.

د – مدت زمان گسترش و پایداری خمیر

دو صـفت مدت زمان گسترش و پایداری خمیر رفتار مشابهی داشـته و در ارقـامی کـه قـوی یـا ضـعیف باشـند، ایـن دو صفت تغییـرات هـم سو و هماهنگ دارند. به عبارتی ارقام قوی که مدت زمـان گسـترش خمیـر آنهـا زیاد باشد، مدت زمان پایداری خمیر آنهـا نیـز بیشـتر و طولانـی‌تـر اسـت. بـا توجـه بـه جداول تجزیه واریـانس بـرای ایـن دو صـفت، ارقـام مورد بررسی همانند صفات کیفـی قـبل دارای تفـاوت معـنی‌دار بـوده و مقایسه میانگین‌های واریـته‌هـا بـا هـم نشـان داد کـه از لحاظ ژنتیکی این ارقام مدت زمـان گسترش و پایداری خمیر متفاوتی ازهم دارند. در مورد این دو صـفت نیـز همچـنان بـه تـرتیب ارقـام نیـک نژاد و M-73-4 قـوی‌تر بوده و هر کدام دریک گروه قرار گرفتند و دو رقم مهدوی و M-70-4 هـر دو در گـروه سوم قرار گرفتند. صفات مدت زمان گسـترش و پـایداری خمیـر شاخص‌های مطلوبی از قدرت گلوتن هستند.

مقایسـه سـطوح مختـلف کود نیتروژنه نشان داد که استعمال کـود نیـتروژنه حداقل به میزان ۹۰ کیلوگرم N در هکتار توانسته مـدت زمـان گسترش خمیر را نسبت به حالت عدم استعمال کود کـه درصـد پروتئین پایین بوده، ارتقا دهد. ضرایب همبستگی بین درصـد پروتـئین دانـه و مـدت زمان تکامل خمیر برای ارقام نیک نـــــــژاد (r=۰/۷۱ ،P<۰/۰۵) و M-70-4 (r=۰/۶۶ ، P<۰/۰۱) نشـان دهـنده تغییـرات هـم سـو و نشـان دهـنده هماهنگی این صفات با هم هستند.

در کـل یـک رقـم بـا ارزش والوریمـتری بـالا با حجم رسوب SDS بـالا، مـدت زمـان گسـترش و پـایداری خمیر بیشتری نیز نشـان مـی‌دهـد زیـرا ایـن صفات همه نشان دهنده قدرت گلوتن بـوده و انـدازه‌گیری همه این صفات برای یک رقم گندم، یک نوع تکرار اندازه‌گیری قدرت گلوتن است.

هـ- درجه سست شدن خمیر

ایـن صـفت نیز که یکی از اجزای فارینو گراف است با علامت مـنفی و در جهـت معکـوس بـا صـفات ارزش والوریمتری و مدت زمـان گسـترش و پـایداری خمیـر تغییـر مـی‌کند. جدول تجزیه واریـانس بـرای ایـن صفت نشان داد که حداقل دو واریته از ارقام مـورد بررسـی دارای اخـتلاف معـنی‌دار برای این صفت هستند و مقایسـه میـانگین‌های ارقام این موضوع را روشن ساخته است که

مطابق آن رقم مهدوی با میانگین ۱۷۹/۷ واحد فارینوگراف بیشترین درجه سست شدن خمیر را داشته و رقم M-70-4 بعد از آن در همان گروه قرار گرفته است. این دو رقم برای اکثر صفات در یک گروه ضعیف قرار گرفتند که در اینجا نیز درجه سست شدن خمیر بیشتری نشان دادند. بعد از این دو رقم بترتیب ارقام M-73-4 با میانگین ۱۲۳/۵ و رقم نیک نژاد با میانگین ۷۸/۶۷ واحد فارینوگراف قرار گرفتند. رقم نیک نژاد که قوی‌ترین این چهار واریته بود، کمترین درجه سست شدن خمیر را نشان داده که با نتایج قبل مطابق است.

برای صفت درجه سست شدن خمیر،افزایش میزان پروتئین دانه (در اثر استعمال کود نیتروژنه بیشتر) تاثیر نداشته است و منبع تغییر کود ازته برای این صفت معنی‌دار نشده است.

و- درصد بازدهی آرد

برای صفت درصد بازدهی آرد فقط عامل واریته در جدول تجزیه واریانس معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم M-73-4 با میانگین بیشتر در گروه اول قرار گرفت. دلیل برتری این رقم سختی دانه آن است که همانطوریکه در قبل در مورد صفت جذب آب نیز اشاره شد، ارقامی که دارای سختی دانه بالا باشند اولاً بدلیل بهتر جدا شدن نشاسته از پوست دانه،بازدهی آرد بیشتری دارند و ثانیاًبدلیل خسارت دیدن بیشتر گرانولهای نشاسته در زمان آرد کردن، میزان جذب آب بیشتری دارند. سه رقم دیگر تقریباًبازدهی آردی در حدود هم داشتند اگر چه رقم مهدوی و M-70-4 میانگین‌های بیشتر از نیک‌نژاد داشتند. افزایش پروتئین دانه در اثر اعمال سطوح کود ازته تاثیری روی بازدهی آرد ارقام نداشت. صفت بازدهی آرد در بهره‌وری تولید گندم اهمیت داشته و بهتر است ارقام گندمی که برای تبدیل به نان اصلاح و معرفی می‌گردند، سختی دانه‌ای در حدود ۶۰ تا ۶۵ داشته باشند.به طور کلی گندم‌های با بافت اندوسپرم سخت برای تبدیل شدن به نان امتیازات بیشتری دارند.

ز- سختی دانه

برای صفت سختی دانه F مربوط به واریته بسیار معنی‌دار و از آن سطوح کود ازته و اثر متقابل واریته × کود نیتروژنه معنی‌دار شدند. مقایسه میانگین‌های ارقام نشان داد که رقم M-73-4 با سختی دانه ۶۱/۴ سخت‌ترین بافت اندوسپرم را داشت و بعد از آن دو رقم مهدوی و نیک نژاد با میانگین‌های ۴۶/۱ و ۴۵ قرار گرفتند و در نهایت رقم M-70-4 با میانگین ۴۲/۷ نرم‌ترین بافت اندوسپرم را داشت. درکل سه رقم مهدوی، نیک نژاد و M-70-4 در دسته گندمهای نرم قرار می‌گیرند. این صفت بیشتر تحت تاثیر ژنوتیپ رقم بوده و بهمین دلیل به عنوان یک مشخصه پایدار در شناسنامه گندمهای تجارتی ذکر می‌شود. در مقایسه میانگین‌های سطوح کود نیتروژنه، تیمارهای ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلوگرم N در هکتار در یک گروه برتر قرار گرفتند که بیانگر این موضوع است که با حداقل مساعدت محیط (در اینجا از لحاظ عنصر غذایی نیتروژن) این صفت ژنتیکی اثر کامل خود را بروز می‌دهد. معنی‌دار شدن اثر متقابل بدین دلیل است که در ارقامی که سختی دانه بالایی دارند،در میزانهای متفاوت پروتئین دانه ممکن است این صفت کمی تغییر کند. در اینجا در مورد رقم M-73-4 سختی دانه از ۵۸ با درصد پروتئین ۱۱/۶ به ۶۲ با درصد پروتئین ۱۳/۴ رسیده است و ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار این رقم برای درصد پروتئین و سختی دانه ($r=0/51$ ،$P<0/05$) موید این است که احتمالاً در دانه‌های سخت، درصد پروتئین دانه در میزان سختی دانه موثر است در صورتی که برای دانه‌های نرم بافت این حساسیت و تاثیرپذیری وجود نداشت.

ح-حجم رسوب زلنی

برای صفت حجم رسوب زلنی عوامل تکرار، واریته و سطوح کود نیتروژنه بسیار معنی‌دار شدند. معنی‌دار شدن منبع تغییر تکرار نشان دهنده تغییرات بین تکرارها و کارایی طرح بلوک برای تفکیک این غیر یکنواختی از اشتباه آزمایش است. مقایسه ارقام برای صفت حجم رسوب زلنی نشان داد که ارقام قوی‌تر حجم رسوب بالاتری دارند که در اینجا بترتیب ارقام نیک نژاد و M-73-4 در گروه اول، رقم مهدوی در گروه دوم و رقم M-70-4 در گروه سوم قرار گرفتند. معمولاًارقامی که قدرت گلوتن بالایی دارند، حجم رسوب آنها نیز بالا است. اما در بسیاری از مطالعات مشخص شده که حجم رسوب زلنی تبعیت شدیدی از میزان پروتئین دانه دارد (۲). در اینجا نیز مقایسه میانگین حجم رسوب زلنی برای سطوح مختلف کود نیتروژنه به عنوان شاخص درصدهای متفاوت پروتئین دانه ارقام نشان داد که سه سطح ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلوگرم N در هکتار، بیشترین حجم رسوب را

ایجاد کردند و بعد از این گروه سطح ۴۵ کیلوگرم در هکتار در گروه دوم قرار گرفت و در نهایت تیمار عدم استعمال کود نیتروژنه پایین‌ترین حجم رسوب زلنی را باعث شده است. ضرایب همبستگی بسیار معنی‌دار و مثبت حجم رسوب زلنی با درصد پروتئین ارقام تایید کننده این نتایج است.

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که میزان ذخیره پروتئین در دانه یک رقم خاص گندم اگر چه تابع پتانسیل ژنتیکی است ولی بشدت توسط محیط تحت تاثیر قرار می‌گیرد و پتانسیل بالقوه ژنتیکی یک رقم برای ذخیره‌سازی پروتئین وقتی به طورکامل بروز می‌کند که محیط کاملاًمساعد بوده و عنصر اساسی نیتروژن به صورت قابل جذب در دسترس گیاه باشد. در این آزمایش مشخص شد که استعمال حدوداً ۱۳۵-۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و آنهم به صورت تقسیط شده، حداقل در سه قسط می‌تواند باعث بروز پتانسیل ژنتیکی ارقام گندم آبی برای ذخیره پروتئین دانه به نحو مطلوب شود. ضمن اینکه کاربرد این روش باعث افزایش عملکرد دانه نیز می‌شود.

در رابطه با عکس‌العمل خصوصیات کیفی و نحوه بروز آنها در میزانهای متفاوت پروتئین دانه بایستی ذکر کرد که این عکس‌العمل در ارقام مختلف که ژنوتیپ‌های مختلف برای گلوتنین‌های سنگین دارند،متفاوت است. بدین گونه که احتمالاً ارقام قوی که قدرت گلوتن بالایی دارند و ژنوتیپ آنها برای گلوتنین‌های سنگین دارای امتیاز بالایی هستند، پتانسیل ژنتیکی خود را در میزانهای متوسط پروتئین حدود ۱۲ درصد بروز می‌دهند و با افزایش پروتئین از ۱۲ درصد بالا عکس‌العمل آنها محسوس نخواهد بود، در حالیکه ارقام ضعیف با قدرت گلوتن کمتر حداکثر پتانسیل ژنتیکی خود را برای خصوصیات کیفی در میزانهای پروتئین بالاتر از ۱۲ نشان می‌دهند و با افزایش پروتئین از ۱۲ به بالا عکس‌العمل خوبی نشان داده وخصوصیات کیفی آنها بهتر می‌شود. در این ارقام ممکن است که میزان پروتئین ۱۳ درصد برای بروزکیفیت بالقوه آنها مناسب باشد. در این آزمایش ارقام نیک نژاد و M-70-4 به ترتیب به عنوان ارقام قوی و ضعیف نشان دهنده این وضعیت بودند.

در این رابطه که آیا می‌توان وقتی درصد پروتئین دانه یک رقم زیر ۱۰ درصد است با روشهایی که فقط فنوتیپ صفات کیفی را اندازه می‌گیرند، در مورد کیفیت یک رقم قضاوت کرد یا نه؟بایستی خاطر نشان ساخت که اینکار اغوا کننده بوده و بهتر است قضاوتی صورت نگیرد، مگر با استفاده از روشهایی که از ژنوتیپ رقم اطلاع بدست می‌دهند، مانند الکتروفورز برای تعیین ژنوتیپ گلوتنین‌های سنگین و سبک که حتی اگر میزان پروتئین دانه بسیار کم باشد، ژنتیک کیفی یک رقم خاص را تا حدودی نشان می‌دهند.

سپاسگزاری

این مقاله از طرح تحقیقاتی شماره ۷۵۰۱۰ اجرا شده در مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه استخراج شده که بدینوسیله از کلیه اشخاص که در اجرای طرح همکاری نموده‌اند، تقدیر می‌گردد. از آزمایشگاه تکنولوژی و شیمی غلات بخش تحقیقات غلات بخاطر همکاری در انجام برخی ارزیابی‌ها سپاسگزاری می‌شود.

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

۱. رجب زاده،ن. ۱۳۶۸. تکنولوژی غلات. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۴۴۸ صفحه.
۲. نجفیان، گ. ۱۳۷۳. تعیین رابطه زیرواحدهای گلوتنین دارای وزن مولکولی بالا با کیفیت نانوایی گندمهای نان کشت شده در ایران از طریق تکنیک الکتروفورز. پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
۳. نجفیان، گ. و س، عبد میشانی . ۱۳۷۴. رابطه بین گلوتنین‌های دارای وزن مولکولی زیاد با کیفیت نانوایی گندمهای کشت شده در ایران. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۶، شماره (۲):۴۰-۳۱.
4. Brabender co. Testing method with Farinograph. Duisburg, West GER.

5. Campbell, W. P., C. W. Wrigley, P. J. Cressey, and C. R. Slack. 1987. Statistical correlations between quality attributes and grain protein composition for 71 hexaploid wheats used as breeding parents. Cereal Chem. 64(4): 293-299.
6. Carillo, J. M., M. Rousset, C. O. Qualset, and D. D. Kasarda. 1990. Use of recombinant inbred lines of wheat for study of associations of high molecular weight glutenin subunit alleles to quantitative traits. I – Grain yield and quality prediction tests. Theor. Appl. Genet. 79: 321-330.
7. Cressey, P. J., W. P. Campbell, C. W. Wrigley, and W. B. Griffin. 1987. Statistical correlations between quality attributes and grain protein composition for 60 advanced lines of crossbred wheat. Cereal Chem. 64(4): 299-301.
8. Finney, K. F. 1943. Fractionating and reconstituting techniques as tools in wheat flour research. Cereal Chem. 20: 381.
9. Fullington, J. G., E. W. Cole, and D. D. Kasarda. 1983. Quantitative SDS-PAGE of total proteins from different wheat varieties: effects of protein content. Cereal Chem. 60: 65-70.
10. Gupta, R. B., N. K. Singh, and K. W. Shepherd. 1989. The cumulative effect of allelic variation in LMW and HMW glutening subunits on dough properties in the progeny of two bread wheats. Theor. Appl. Genet. 77:57-64.
11. Hoseney, R. C. 1986. Principles of cereal science and technology. AACC. Inc. Minnesota, USA. 327 pp.
12. Kolster, P., F. A. Van Eeuwijk, and W. M. J. Van Gelder. 1991. Additive and epistatic effects of allelic variation at high molecular weight glutenin subunit loci in determining the bread making quality of breeding lines of wheat. Euphytica 55: 277-285.
13. Mansur, L. M., C. O. Qualset, D. D. Kasarda, and R. Morris. 1990. Effect of "Cheynne" chromosomes on milling and baking quality in Chinese spring wheat in relation to glutenin and gliadin storage proteins. Crop Sci: 30: 593-602.
14. Osborne, T. B. 1907. The proteins of wheat kernel. Cargenie Inst. Washington, Publ. No.84.
15. Payne, P. I., K. G. Corfield , L. M. Holt, and J. A. Blackman. 1981. Correlations between inheritanc of certain high molecular weight subunits of glutening and bread making quality in progenies of six crosses of bread wheat. J. Sci. Food Agri. 32: 51-60.
16. Payne, P. I., and G. J. Lawrence. 1983. Catalogue of alleles for the complex gen loci, Glu–A1, Glu-B1 and Glu-D1 which code for high molecular weight subunits of glutenin in hexaploid wheat. Cereal Research Communications 11(1): 29-35.
17. Payne, P. I., L. M. Holt, R. D. Thompson, D. Bartlet, N. P. Harberd, P. A. Harris, and C. N. Law . 1983. The high molecular weight subunits of glutenin: classical genetics, molecular genetics and the relationship to bread making quality. pp 827-834 in: Proc. Of 6th Int. Wheat genet. Symp., Kyoto, Japan.
18. Payne, P. I., L. M. Holt, E. A. Jackson, and C. N. Law. 1984. Wheat storage proteins: Their genetics and their protentail for manipulation by plant breeding. Philos. Trans. R. Soc. London ser B, 304: 359-371.
19. Quick, J. S., and B. J. Donnelly. 1980. A rapid test for estimating durum wheat gluten quality. Crop Sci. 20: 816-818.
20. Rogers, W. J., J. M. Rickatson, E. J. Sayers, and C. N. Law. 1990. Dosage effect of chromosomes of homoeologous groups 1 and 6 upon bread making quality in hexaploid wheat. Theor. Appl. Genet. 80: 281-287.
21. Rousset, M., J. M. Carrillo, C. O. Qualset and D. D. Kasarda. 1992. Use of recombinent inbred lines of wheat for study of association of high–molecular–weight glutening subunit alleles to quantitative traits. Theor. Appl. Genet. 83: 403-412.
22. Schofield, J. D., and M. R. Booth. 1983. Wheat proteins and their technological significance. In B. J. F. Hudson, (ed). Developments in food proteins. Vol.2, Applied Science Publishers, London.
23. Wall, J. S. 1979. The role of wheat proteins in determining baking quality. Pp 275-311. In: Lidman, D. L. and R. G. Wynjones, (eds.) Recent advances in the biochemistry of cereals. Academic Press, London.

Iranian, J. Agric. Sci. Vol.32, No.3, 2001

Investigation of the Effects of Kernel Protein Content on Expression of Quality Attributes in Four Cultivars of Bread Wheat as Related to Their HMW Glutenin Subunits

G. NAJAFIAN
Member of Scientific Board, Agricultural Research Centre of Kermanshah, Iran.
Accepted Jan. 10, 2001

SUMMARY

In order to investigate the phenotypic performance for quality characteristics of bread wheat in relation to kernel protein content and the effects of this environmental affected trait on expression of genotypic effects of bread wheat cultivars for high molecular weight glutenin subunits (HMWG) this study was conducted. To obtain different levels of kernel protein content in four cultivars of wheat, 5 levels of nitrogen fertilizer (0, 45, 90, 135 and 180 kg/ha N) were applied in a factorial experiment (4x5) within a RCBD of 3 replications. The HMWG genotypes of the cultivars were determined by SDS-PAGE. The quality characters: protein content, Farinographic components (Water absorption, dough development and stability duration, dough weakening rate and Valorimetery value), Zeleny and SDS sedimentation volume and finally kernel hardiness were determined for investigated cultivars. Then using ANOVA and mean comparison as well as correlation analyses, follow up of characters as the phenotypic factors of protein content and the HMWG genotypes of the cultivars were assayed. Results indicated that by applying of different levels of Nitrogen, in two to three times in the stages of tillering to kernel development, the mean protein content increased from 11.4 to 13.4%. Investigation of phenotypic performance of quality characters in different genotypes for HMWG subunits (the good and poor genotypes according to genome score for gluten strength and bread making quality) in different levels of protein content showed that the response of quality characters will be different in different varieties. In this study Niknejad as a good quality cultivar holding alleles encoding subunits 2* and 5+10 for Glu-A1 and Glu-D1 respectively showed less response to increase in protein content over 12% and its potential for gluten strength was expressed in this amount of protein content, while M–70-4 as a poor cultivar for gluten strength and genome score, showed a good response to increasing of protein content and its quality characteristics like SDS sedimentation volume, Valorimetery value and dough development time got better. Finally it appears that the cultivars with poor gluten strenth express their genotypic potential for bread making quality in protein content of over 12% and approximately 13%, while the cultivars with good strength of gluten appear to express their genotypic potential for quality in approximately 12% protein content.

Key words: Bread wheat, Quality characteristics, Kernel protein content , HMW glutenins.