رابطه بین کیفیت آردوزیرواحدهای گلوتنین باوزن مولکولی بالادرگندم

عبدالمجید رضائی

دانشیارگروه زراعت و اصلاح نباتات ،دانشکده کشاورزی

دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ پذیرش مقاله،نهم اسفند ماه ۱۳۷۴

خلاصه

روابط بین زیر واحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا و خواص کیفی آرد با استفاده از لاین های هموزیگوت تصادفی حاصل از تلاقی بین ۵ واریته با ارزش نانوائی کم و زیاد و واجد آللهای مختلف در ۳ لوکوس کنترل کننده پروتئین ذخیره ای گندم مورد مطالعه قرارگرفت. از روش الکتروفورزبا ژل پلی آکریلامید برای تعیین ترکیبات مختلف آللها استفاده شد. تنوع آللی درلوکوس GLU-D1 باعث وقوع حداکثر اختلافات مشاهده شده در مقدار رسوب ، زمان اختلاط ، مقاومت خمیر و حجم نان گردید. زیر واحدهای ۱۰+۵ که توسط آللهای GLU-D1 کنترل می شوند ، نسبت به زیر واحدهای ۱۱+۲ و ۱۲+۲ برتری داشتند. بطورکلی ، زیر واحدهای گلوتنینی که توسط آللهای کروموزوم 1D کنترل می شوند ، بیشترین تاثیر را بر ارزش نانوائی و خواص کیفی داشتند.

مقدمه

حدود ٦٥ درصد گندم تولیدی به صورت نان یا سایر محصولات صنایع پخت بمصرف انسان می رسد. ارزش نانوائی گندم تحت تاثیر عوامل محیطی و ژنتیکی است . شرایط اقلیمی و مدیریتهای زراعی نظیر میزان مصرف کود ، آلودگی با آفات و امراض و شرایط برداشت بر کیفیت آرد تاثیر می گذارد. نحوه نگهداری گندم تا زمان تبدیل به آرد ، روش تهیه آرد ، طرز تهیه خمیر و شرایط پخت نیز بر کیفیت نان موثر می باشند. علاوه بر این ترکیبات دانه نظیر درصدهای پروتئین و آنزیم ، نشاسته و کربو هیدراتهاوحتی چربی و ویتامین هادرکیفیت آردسهم به سزائی دارند.

ارزش نانوائی آرد به میزان و نوع پروتئین آن بستگی دارد . برای یک درصد معین از پروتئین ، ارزش گندم عمدتا" تابعی از ماهیت و ساختار پروتئینی بنام گلوتن است . این پروتئین ، خاصیت چسبندگی وکشش را به خمیر می دهد و همین خصوصیات انحصاری هستند که ارزش نانوائی را به گندم بخشیده اند (۱۰ ،۲۱). تفاوت بین واریته ها از نظر کیفیت پروتئین ، عمدتا" ناشی از وجود ترکیبات مختلف پروتئین های ذخیره ای آندوسپرم است (۲۲ و۲٦).

گلوتن گندم شامل دو نوع پروتئین اصلی یعنی گلوتنین و گلیادین است این پروتئینها در شبکه آندوپلاسمی سنتز شده و در پروتئین های ساختمانی ذخیره می شوند (۲۵). مولکولهای گلیادین از مخلوطهای کمپلکس پلی پپتیدها تشکیل شده اند و در الکتروفورز با ژل در PH پائین ، بر حسب بار الکتریکی به چهارگروه آلفا، بتا، گاما و امگا تفکیک می شوند. گلوتنین ها از زنجیره های پلی پپتید (زیر واحد) مشابه گلیادین تشکیل شده اند ، ولی این زنجیره ها بوسیله پیوندهای دی سولفید بطور متقاطع به یکدیگر متصل گردیده اند و به پلی مرهای بزرگتری تبدیل شده اند . مولکولهای گلوتنین در مجاورت احیاءکننده هائی نظیر سدیم دودسیل سولفات[1] (SDS) به زیر واحدهایی با وزن مولکولی متفاوت (بالا HMW و پائین LMW) تفکیک می شوند (۳ ،٦ و۹). تنوع بین واریته ها از نظر الگوی الکتروفورز برای زیر واحدهای با وزن مولکولی بالا بسیار زیاد است

1 - Sodium Dodecyle Solphate(SDS)

(۱۵،۱۷،۲۶ و۲۸).

در گندمهای هگزاپلوئید ،گلوتنین های با وزن مولکولی بالا بوسیله لوکوسهای GLU-A1 . GLU-D1 و GLU-B1 که در بازوهای بلند کروموزومهای همیولوگ گروه ۱ قرار دارند، کنترل می شوند (۶ ،۱۱،۲۱،۲۲،۲۶ و۲۹). تنوع آللی برای هر سه لوکوس گزارش شده‌است (۱۲،۲۲،۲۴،۲۸ و۲۹). در ژل پلی آکریلامید[1] هر آلل بوسیله یک یا چند نوار نمایان می گردد. پین ولاورنس (۲۷) گزارش نموده اند که کروموزمهای D,B,A بترتیب دارای ۳ ، ۱۱ و ۶ آلل مختلف برای کنترل ژنتیکی زیر واحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا می باشند، ولی در سایر مطالعات (۵ و۲۶) آللهای دیگری نیز گزارش شده است . ژنهای مربوط به زیر واحدهای گلوتنین با وزن مولکولی پائین روی کروموزومهای گروه همیولوگ ۱ قرار دارند. همچنین دو گروه لوکوس کمپلکس روی کروموزومهای گروههای ۱ و۶ کنترل سنتز گلیادین را بعهده دارند.

تعدادی آزمون سریع که به میزان کمی آرد یا خمیر برای تعیین کیفیت نیاز دارند،ابداع و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. آزمون رسوب در حضور SDS و استفاده از اطلاعات حاصل از دستگاههای فارینوگراف[2]،میکسوگرام[3] واکستنسوگرام[4] درخصوص زمان اختلاط آردوآب وکشش ومقاومت خمیرازاین جمله می‌باشند.دربسیاری از تحقیقات وجود زیر واحدهایی بااثرات مثبت ومنفی‌برارتفاع رسوب گزارش شده‌است(۲ ،۳،۵،۱۶،۱۸،۱۹،۲۵،۲۷ و۳۱). بدیهی است که آردهای با ارتفاع رسوب بیشتر ارزش نانوائی بهتری دارند. برتری زیر واحدهای ۵+۱۰ در لوکوس GLU-D1 برای خصوصیات خمیر ، میزان رسوب و حجم نان در مقایسه با زیر واحدهای ۲+۱۱ و ۲+۱۲ در چند گزارش (۵،۶،۱۱،۱۳،۱۴،۲۰،۲۳ و ۳۰) به چشم می خورد .کولسترو و همکاران (۱۲) گزارش نموده اند که در مقایسه با زیر واحدهای ۲+۱۲ ، خمیر حاصل از ژنوتیپهای با زیر واحدهای ۵+۱۰ مقاومت بیشتر ولی قابلیت کشش کمتری دارد. برنلاردوداردوت (۳) دریافته اند که زیر واحدهای گلوتنین*۲، ۵+۱۰ و ۷+۹ با مقاومت خمیر و چسبندگی آن و زیر واحدهای ۱ ، ۱۶+۱۳ و ۱۸+۱۷ با قابلیت کشش خمیر همبستگی مثبت دارند. در این مطالعه درصد پروتئین خمیر تاثیری بر این همبستگی نداشته است .

لاورنس و همکاران (۱۵) ایزولاین های واریته های مختلف که دارای ترکیب های متفاوتی از زیر واحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا بودند را مورد مقایسه قرار دادند. در این مطالعه بیشترین تفاوت از نظر مقاومت خمیر بین ژنوتیپهایی که از لحاظ زیر واحدهای کروموزوم 1D (۵+۱۰ در برابر ۲+۱۲) متفاوت بودند مشاهده گردید. تفاوت بین ژنوتیپهای متفاوت از نظر زیر واحدهای لوکوس های GLU-A1 و GLU-B1 کمتر بود. همچنین در لوکوس D زیر واحدهای ۵+۱۲ بر ۲+۱۲ ، در لوکوس A زیر واحد*۲ بر ۱و۱بر عدم وجودآلل(نول[5])،ودرلوکوسB زیرواحدهای۷+۹ بر ۲۰و۸+۷بر۹+۷برتری داشتند.پین وهمکاران(۲۶)معتقدندکه زیر واحدهای ۸+۷،۱۶+۱۳و۱۸+۱۷سهم مشابهی رادرکیفیت آرد دارند،ولی‌گراماوهمکاران(۱۰)برتری زیرواحدهارابصورت۱ <*۲ ۱۸+۱۷>۸+۷،۹+۷>۱۶+۱۳و۱۲+۲>۱۰+۵گزارش‌کردند.

هدف از انجام این مطالعه بررسی رابطه بین زیر واحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا با ارزش نانوائی از طریق آزمون رسوب و اطلاعات حاصل از میکسوگراف با بهره گیری از لاین های ایزوژن تصادفی با زیر واحدهای گلوتنین متفاوت بوده است .

مواد و روشها

مواد مورد بررسی در این مطالعه در دانشگاه کالیفرنیا در دیویس تهیه شدند و آزمایشهای کیفی نیز در همین محل انجام گردیدند. لذا معیارهای کیفی و خواص نانوائی برای نان های حجیم مرسوم در آمریکا مصداق دارند، که تا حدود زیادی برای تهیه نان های پهن نیز قابل تعمیم هستند.

ژنوتیپ ها

در این مطالعه از لاین های ایزوژن[6]در نسل F8 که به طور تصادفی از تلاقی های کهیمی[7]×اردک[8]، ×انزا[9] × اینیا[10]و کهیمی × اینیا انتخاب شده اند ، استفاده گردید. بدین منظور از نسل F2 تا F5 در هر نسل از هر بوته یک بذر برداشت و به نسل بعد برده شد (روش تک دانه یا SSD[11]). در نسل F5 تعدادی بوته انتخاب گردید و در نسل F7 در یک ردیف کشت و تمام ردیف به طور یکجا برداشت شد. همچنین در دو تلاقی دیگر بین کهیمی × اینیا و کهیمی × اردک از نسل F2 تا F4 بر مبنای خصوصیات مطلوب زراعی تک بوته هایی انتخاب گردیدند و نسلهای F5 و F6 آنها در این مطالعه مورد آزمونهای کیفی قرار گرفت.ترکیب زیر واحدهای والدها و لاین های

1 - Polyacrilamide 2- Farinograph 3-Mixograph 4-Extensograph 5-Null 6-Isogenic
7- Kajeme 8-Ardek 9-Anza 10-Inia 11-Single seed Descend(SSD) 12-Electerophoresis

ایزوژن به روش الکتروفورز با ژل پلی آکریلامید در حضور SDS (۹ و ۱۲) و بر مبنای شماره گذاری پین و لارونس (۲۷) تعیین شد.

از نظر ترکیب زیر واحدها ، کهیمی که دارای ارزش نانوائی مطلوبی است ،درلوکوسهای GLU-A1 ، GLU-B1 و GLU-D1 بترتیب دارای آللهایی برای زیر واحدهای ۱ ، ۱۸+۱۷ و ۱۰+۵ می باشد. انزا دارای کیفیت نانوائی پائینی است و در روی کروموزم A ، فاقد آلل برای زیر واحدهای گلوتنین است ، ولی روی کروموزومهای BوD بترتیب زیر واحدهای ۸+۷ و ۱۲+۲ را دارد. اینیا به ترتیب دارای زیر واحدهای ۱، ۱۶+۱۳ و ۱۰+۵ در لوکوسهای GLU-A1 ،GLU-B1 و GLU-D1 بوده و از نظر ارزش نانوائی در حد مطلوب است. اردک که از نظر ارزش کیفی نامطلوب است در لوکوسهای مربوط به کروموزمهای D وB به ترتیب آللهای مربوط به زیر واحدهای ۸+۷ و ۱۱+۲ را دارد و همانند انزا در کروموزم A فاقد آلل برای زیر واحد گلوتنین است. قابل ذکر است که تنوع مواد مورد بررسی (تلاقیهای مختلف روش انتخاب متفاوت برای لاین هاو انجام آزمایش برای برخی از مواد در دو سال متفاوت) بر اعتبار نتایج در خصوص ارتباط بین خواص کیفی و ترکیب زیر احدهای گلوتنین افزوده است و در این مقاله مقایسه تاثیر زمینه ژنتیکی متفاوت و اثر سال بر نتایج مورد نظر نمی باشد.

آزمونهای کیفی

یک نمونه ۳۰ گرمی از بذور هر ردیف تمیز گردید و سپس با آسیاب آزمایشگاهی[1] آرد شد و با الک یک میلیمتری غربال گردید. درصد پروتئین آرد در رطوبت ۱۴ درصد به روش نورمادون قرمز و اسپکتروسکپی[2]تعیین شد . از آزمون رسوب[3]در حضور SDS(۲) برای تعیین مقاومت گلوتن استفاده شد .

محلول مورد استفاده سولفات دو دسیل سدیم با وزن حجمی ۰/۹۱ درصد و اسید لاکتیک ۰/۰۸۶ درصد بود. از نمونه یک گرمی و از آرد دانه کامل و همزن مکانیکی استفاده گردید. مقدار رسوب (میلی متر) پس از ۲۰ دقیقه ته نشینی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد تعیین شد (۲). مقادیر بزرگتر SDS دلالت بر مقاومت بیشتر گلوتن دارند. آزمایش برای ۴ نمونه تکرار شد و میانگین نمونه ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آزمایش میکسوگراف روی نمونه های ۱۰ گرمی (۸) انجام شد. بدین منظور مقدار مساوی از بذر لاین های دارای یک ترکیب زیر واحد مخلوط گردیدند و پس از تنظیم رطوبت آنها بر مبنای ۱۵ درصد وزن حجمی به آرد تبدیل شدند. تمام نمونه ها از نوع سخت بودند و درصد استخراج آرد آنها بین ۷۷ تا ۷۹ درصد بود. زمان اختلاط آرد و آب (قله میکسوگراف[4]) و مقاومت در برابر خمیر و نان (عرض میکسوگراف در دو دقیقه پس از حصول قله) تعیین گردیدند. همچنین مقدار مساوی از بذر لاین های دارای هر ترکیب زیر واحد گلوتنین مخلوط و از نمونه های حاصل برای آزمونهای کیفی با فارینوگراف بر مبنای استانداردهای AACC (۱) و تعیین وزن هزار دانه استفاده شد.

تجزیه و تحلیل

تنوع ژنتیکی بین لاین هادر هر زیر واحد گلوتنین با وزن مولکولی بالا برای درصد پروتئین دانه و میزان رسوب با استفاده از روش عمومی خطی[5](برنامه کامپیوتری SAS) محاسبه گردید و در برابر خطای تجزیه واریانس آزمون شد. همبستگی بین صفات در هر زیر واحد گلوتنین نیز بطور جداگانه محاسبه شد. به علت محدود بودن مقدار بذر ، برای خصوصیات اندازه گیری شده با میکسوگراف وفارینوگراف تجزیه آماری انجام نشد ولی میانگین صفات روی دو نمونه محاسبه گردید و برای هر ترکیب از زیر واحد ها نیز جز چند مورداز مخلوط تعدادنسبتا "مناسبی لاین استفاده شد.(جدول های ۳و۴).

نتایج وبحث

در تمام تلاقیها کلیه ترکیبات مورد انتظار زیر واحدها مشاهده شد. در شکل ۱ ترسیم گرافیکی زیر واحدها نشان داده شده است. ضرائب همبستگی بین صفات در جدول ۱ آورده شده است. مقدار رسوب در اکثر زیر واحدهای گلوتنین همبستگی بالائی را با درصد پروتئین دانه ، زمان اختلاط و مقاومت خمیر نشان داد. همبستگی بین سایر خصوصیات به جز زمان اختلاط و مقاومت خمیر در برخی از زیر واحدها قابل ملاحظه نبود. بنابراین استنباط می شود که می توان از میزان رسوب در حضور SDS که آزمونی سریع و کم هزینه می باشد، در ارزیابی ارقام گندم از نظر خواص نانوائی استفاده نمود. عدم وجود همبستگی بین درصد پروتئین با زمان اختلاط و مقاومت خمیر و وجود همبستگی بین زمان اختلاط و مقاومت خمیر توسط دانگ و

1 - Udy Cyclone Sample Mill 2-Spectroscopy 3-Sedimentation 4-Mixograph peak 5-General linear model

جدول ۱ - ضرائب همبستگی بین چهار خصوصیت مرتبط با ارزش نانوائی‌به تفکیک زیر واحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا .

صفت	زیرواحد گلوتنین	مقدار رسوب	زمان اختلاط	مقاومت خمیر
	۰	۰/۷۵**	۰/۳۳	۰/۳۲
درصد	۱	۰/۸۳**	۰/۱۹	۰/۴۰
پروتئین	۷+۸	۰/۷۵**	۰/۱۱	۰/۲۱
	۱۳+۱۶	۰/۶۴	۰/۲۰	۰/۲۳
	۱۷+۱۸	۰/۴۶	۰/۲۵	۰/۳۸
	۲+۱۱	۰/۶۲*	۰/۴۸	۰/۳۰
	۲+۱۲	۰/۵۸*	۰/۴۰	۰/۲۲
	۵+۱۰	۰/۷۴**	-۰/۰۳	۰/۳۷
	۰	۰/۶۱*	۰/۵۴*	
	۱	۰/۷۵**	۰/۴۷	
	۷+۸	۰/۶۹**	۰/۵۵*	
	۱۳+۱۶	۰/۲۶	۰/۷۳	
مقاومت	۱۷+۱۸	۰/۷۳**	۰/۳۴	
خمیر	۲+۱۱	۰/۶۱*	۰/۱۹	
	۲+۱۲	۰/۵۸**	۰/۱۱	
	۵+۱۰	۰/۵۲**	۰/۰۷	
	۰	۰/۴۹		
	۱	۰/۴۶		
	۷+۸	۰/۵۱*		
	۱۳+۱۶	۰/۷۷*		
زمان	۱۷+۱۸	۰/۵۰*		
اختلاط	۲+۱۱	۰/۲۸		
	۲+۱۲	۰/۲۰		
	۵+۱۰	۰/۴۰		

* و ** بترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

همکاران (۷) و برنارد و داردوت (۴) نیز گزارش شده است .

در کلیه تلاقیها اثرات اصلی زیر واحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا در لوکوسهای GLU-A1 و GLU-D1 بر مقدار رسوب از نظر آماری معنی دار بود (جدول ۲) . اثرات اصلی زیر واحدهای کروموزوم 1B و اثرات متقابل آللها تفاوت معنی داری را بر ارتفاع رسوب ایجاد ننمودند. بنابراین چنین استنباط می شود که نقش آللهای موجود روی کروموزمهای 1A و 1D در ارزش نانوائی حائز اهمیت بیشتری است .

میانگین لاین هایی که هریک از ترکیب های زیر واحدها را دارا می باشند در جدول ۳ ارائه شده است. در بین زیر واحدهای مطالعه شده تنوع آللی در GLU-D1 تاثیر بسیار معنی داری را بر میزان رسوب گذاشت . مقدار رسوب ، زمان اختلاط و مقاومت خمیر در لاین هایی که دارای زیر واحدهای گلوتنین ۱۰+۵ می باشند ، بیشتر از لاین هایی است که زیر واحدهای ۱۱+۲ و ۱۲+۲ را دارا هستند (جدول ۳). این تفاوتها بجز برای مقدار رسوب برای زیر واحدهای مختلف کروموزم 1A برای سایر خصوصیات و سایر زیر واحدها بارز نبودند. زیر واحدهای ۱۰+۵ در آزمون فارینوگراف نیز در صد جذب و زمان اختلاط بیشتری را موجب شدند، و نان حاصل نیز حجیم تر و وزن مخصوص بیشتری را داشت (جدول ۴). بطور کلی نتایج حاصل (جداول ۳ و۴) نشان دادند که زیر واحدهای ۱۱+۲ و ۱۲+۲ کیفیت آرد راکاهش می دهند.

از مقدار رسوب در آزمون رسوب در حضورSDS بطور گسترده ای در ارزیابی خواص کیفی نان استفاده می شود. پین و همکاران (۲۲) از آن بعنوان معیاری برای تعیین اثر هر زیر واحد گلوتنین برکیفیت آرداستفاده‌نموده‌اند.رتبه آللها از نظر تاثیر بر مقدار بیشتر رسوب‌به‌صورت GLU-D1>GLU-A1>GLU-B1 بود از نظر زیر واحدهانیزاین‌تاثیربصورت ۱۱+۲ <۱۰+۵ ، ۱۸+۱۷< ۸+۷> ۱۶+۱۳ و ۱>- می باشد (جدول ۳). پین و همکاران (۲۵) معتقدند که اثر آللهای مختلف موجود در کروموزم B بر کیفیت نان یکسان است ، ولی در این مطالعه زیر واحدهای ۱۶+۱۳ تاثیر بیشتری را بر ارتفاع رسوب داشتند. این نتیجه با گزارش گراما وهمکاران (۱۰) مطابقت دارد. حجم نان و وزن مخصوص آن برای زیر واحد های ۱۶+۱۳ بطور محسوسی بیشتر از زیر واحدهای ۸+۷ و ۱۸+۱۷ می باشد (جدول ۴).

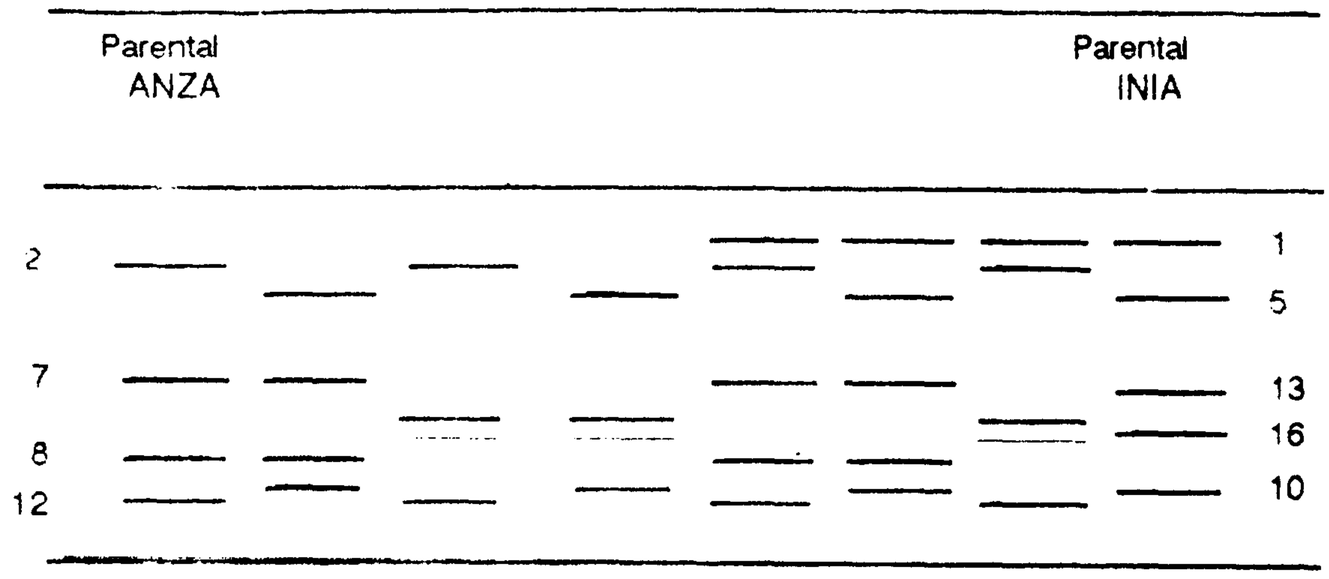
در بین زیر واحدهای مورد بررسی ،گلوتنین های ۱۰+۵، ۱۸+۱۷ به ترتیب بیشترین زمان اختلاط و گلوتنین های ۱۰+۵ و ۱۶+۱۳، ۸+۷ و ۱ بیشترین مقاومت خمیر را داشتند (جدول ۳) . در مطالعه دانگ و همکاران (۷) نیز زیر واحدهای ۸+۷ زمان طولانی تری برای اختلاط و مقاومت خمیر بهتری را ایجاد نموده اند. لاورنس و همکاران (۱۴) نیز گزارش نموده اند که زیر واحدهای ۱۸+۱۷ زمان اختلاط بیشتری را فراهم ساخته اند و نقش آنها در کیفیت آرد مشابه زیر واحدهای ۱۰+۵ می باشد. منلی و همکاران (۱۷) گزارش نموده اند که مدت زمان لازم تا رسیدن به قله

جدول ۲ - میانگین مربعات اثرات اصلی و متقابل زیر واحدهای گلوتنین برای درصد پروتئین و مقدار رسوب در لاین های ایزوژن حاصل از تلاقیهای مختلف

کروموزومهای حاوی آللهای گلوتنین	کهیمی × اردک (SDS)		کهیمی × اردک (F5)		کهیمی × اردک (F6)		انزا × اینیا (SDS)	
	درصد پروتئین	مقدار رسوب	درصد پروتئین	مقدار رسوب	درصد پروتئین	مقدار رسوب	درصد پروتئین	مقدار رسوب
A	۰/۲۱	۲۷/۷۸**	۳/۹۹	۴۷/۹۶**	۱/۸۷	۱۳/۹۱**	۰/۰۶	۱۱/۹۳**
B[1]	۰/۱۱	۵/۱۱*	۰/۰۱	۳/۲۶	۰/۰۹	۲/۲۳	۱/۰۹	۰/۳۹
D	۱/۰۹	۶/۲۶**	۰/۲۲	۳۸/۶۰**	۱/۵۱	۱۲/۸۹**	۲/۸۷	۳۸/۹۶**
AxB	۱/۱۰	۱/۳۸	۵/۲۸	۰/۱۳	۰/۵۴	۰/۳۷	۰/۲۴	۰/۳۸
AxD	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۸۵	۲/۰۵	۰/۰۱	۰/۹۵	۰/۵۳	۲/۸۸
BxD	۰/۰۹	۰/۵۸	۰/۱۶	۰/۰۴	۰/۳۸	۰/۳۸	۵/۱۵*	۰/۷۷
xBxD	۰/۳۱	۰/۰۱	۴/۳۲*	۰/۸۲	۰/۴۱	۰/۳۲	۱/۳۷	۰/۱۲

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

۱ - در تلاقی کهیمی × اینیا تنها عامل تنوع ، آللهای کروموزوم B1 بود که به ترتیب برای لاین های F6,F5,SDS میانگین مربعات درصد پروتئین آنها ۵۲ / ۲۰ ۰ و ۰/۳۰ و ارتفاع رسوب آنها **۸/۷۱، **۸/۲ و **۹/۵ بود.



شکل ۱ - الگوی زیر واحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا در ژل پلی اکریلامید در لاین های حاصل از تلاقی انزا× اینیا(بالا) و کهیمی × اردک (پائین).

جدول ۳ - میانگین چهار خصوصیت کیفی در لاین های حاوی ترکیب های مختلف زیر واحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا .

زیرواحدگلوتنین			تعداد		مقدارروسوب	زمان‌اختلاط	مقاومت‌خمیر	امتیاززیر
1A	1B	1B	درصدپروتئین	لاین	(میلی‌لیتر)	(دقیقه)	(سانتیمتر)	واحد
-	۷+۸	۲+۱۱	۱۴/۳۶±۱/۴	۷	(۱)	۶۸/۴۶±۱۱/۲	۲/۵۰	۱/۳۵	۶
		۲+۱۱	۱۶/۶۷±۰/۷	۷	(۲)	۷۷/۹۳± ۵/۰	۳/۰۰	۱/۱۰	۶
		۲+۱۱	۱۴/۶۸±۱/۰	۶	(۳)	۶۳/۶۷±۱۴/۵	۳/۰۰	۱/۲۰	۶
		۲+۱۲	۱۶/۸۵±۰/۹	۱۷	(۴)	۸۷/۹۶±۱۰/۷	۲/۵۰	۱/۳۵	۶
-	۷+۸	۵+۱۰	۱۴/۸۵±۰/۹	۶	(۱)	۷۷/۳۷± ۵/۴	۳/۵۰	۱/۳۵	۸
			۱۷/۱۰±۰/۹	۷	(۲)	۱۰۱/۶۴± ۶/۷	۴/۷۵	۱/۶۰	۸
			۱۵/۲۹±۰/۶	۷	(۳)	۷۴/۸۹±۱۰/۴	۴/۲۵	۱/۵۰	۸
			۱۶/۵۸±۰/۷	۲۳		۹۹/۳۹± ۹/۶	۳/۵۰	۱/۵۰	۸
-	۱۷+۱۸	۲+۱۱	۱۵/۰۵±۱/۰	۶	(۱)	۵۶/۹۲±۶/۴	۲/۲۵	۱/۰۰	۶
		۲+۱۱	۱۷/۹۰±۰/۹	۶	(۲)	۸۱/۰۰±۹/۷	۳/۵۰	۱/۴۰	۶
		۲+۱۱	۱۵/۰۲±۱/۵	۶	(۳)	۵۵/۹۲±۵/۹	۲/۷۵	۱/۲۰	۶
	۱۳+۱۶	۲+۱۲	۱۶/۰۹±۰/۶	۱۱	(۴)	۸۵/۸۲±۷/۱	۲/۵۰	۱/۳۵	۶
-	۱۷+۱۸	۵+۱۰	۱۵/۳۰±۰/۱	۲	(۱)	۷۲/۹۳± ۵/۵	۳/۷۵	۱/۶۰	۹
			۱۶/۷۰±۱/۶	۲	(۲)	۹۸/۷۵±۱۴/۵	۴/۰۰	۱/۳۰	۹
			۱۵/۵۰±۱/۱	۲	(۳)	۶۷/۵۶± ۷/۰	۴/۰۰	۱/۲۰	۹
			۱۷/۰۲±۰/۸	۱۲	(۴)	۱۰۱/۳۷±۶/۹	۳/۷۵	۱/۶۰	۹
۱	۷+۸	۲+۱۰	۱۴/۹۰±۰/۱	۲	(۱)	۸۶/۲۵± ۶/۸	۳/۰۰	۱/۶۰	۸
		۲+۱۱	۱۷/۶۰±۰/۱	۲	(۲)	۱۰۲/۵۰±۱۲/۰	۳/۵۰	۱/۳۵	۸
		۲+۱۱	۱۴/۷۵±۰/۳	۲	(۳)	۶۰/۲۵±۲۵/۵	۳/۰۰	۰/۹۰	۸
		۲+۱۲	۱۶/۶۴±۱/۲	۱۷	(۴)	۹۶/۱۲±۱۱/۰	۲/۷۵	۱/۳۰	۸
۱	۷+۸	۵+۱۰	۱۴/۷۳±۱/۱	۶	(۱)	۹۰/۵۰±۱۲/۰	۴/۲۵	۱/۶۰	۱۰
			۱۶/۸۶±۱/۴	۷	(۲)	۱۱۱/۵۲± ۳/۹	۵/۷۵	۱/۶۰	۱۰
			۱۴/۶۷±۱/۱	۷	(۳)	۸۷/۲۱±۱۵/۱	۵/۵۰	۱/۴۵	۱۰
			۱۶/۸۸±۰/۹	۱۱	(۴)	۱۰۲/۵۲± ۶/۲	۴/۰۰	۱/۷۰	۱۰
۱	۱۷+۱۸	۲+۱۱	۱۴/۰۵±۰/۷	۴	(۱)	۷۸/۶۹±۱۰/۶	۲/۲۵	۱/۱۵	۸
		۲+۱۱	۱۵/۵۵±۰/۶	۴	(۲)	۹۴/۵۰±۱۸/۳	۲/۷۵	۱/۴۵	۸
		۲+۱۱	۱۳/۶۳±۰/۷	۳	(۳)	۶۸/۲۵±۱/۲۹	۳/۰۰	۱/۲۰	۸
		۲+۱۲	۱۶/۲۰±۰/۷	۱۵	(۴)	۹۷/۶۲± ۸/۴	۳/۰۰	۱/۳۵	۸
۱	۱۷+۱۸	۵+۱۰	۱۴/۷۵±۱/۳	۶	(۱)	۹۱/۲۵±۱۸/۰	۴/۷۵	۱/۶۰	۱۰
			۱۶/۵۴±۱/۰	۸	(۲)	۱۰۹/۵۱± ۶/۹	۶/۵۰	۱/۵۵	۱۰
			۱۴/۶۶±۱/۶	۹	(۳)	۸۳/۹۳±۱۴/۳	۵/۲۵	۱/۲۵	۱۰
	۱۳+۱۶	۵+۱۰	۱۶/۸۱±۱/۴	۱۳	(۴)	۱۰۵/۷۸±+۸/۱	۴/۰۰	۱/۵۵	۱۰
۱	۱۳+۱۶	۵+۱۰	۱۷/۰۰	۱۶	(۵)	۱۰۸/۲۰	۴/۲۵	۲/۰۰	۸
			۱۴/۴۴	۱۸	(۶)	۹۳/۳۲	۳/۸۰	۱/۹۰	۸
			۱۶/۷۸	۵۹	(۷)	۱۰۶/۶۱	۳/۵۰	۱/۵۰	۸
۱	۱۷+۱۸	۵ +۱۰	۱۶/۹۳	۱۶	(۵)	۱۱۰/۰۶	۴/۵۰	۲/۲۵	۸
			۱۴/۳۹	۱۳	(۶)	۹۰۱/۱۰	۳/۸۰	۱/۸۵	۸
			۱۶/۶۹	۴۳	(۷)	۱۰۷/۶۳	۲/۷۵	۱/۷۵	۸

+ : ۱، ۲، ۳ - کهیمی ×اردک (به ترتیب SSD، F5 و F6؛ ۴ - انزا×اینیا (SSD)؛ ۵: ۶ و - ۷ کهیمی ×اینیا (بترتیب F5,SSD و F6)

* : برمبنای امتیاز بندی پین و همکاران (۲۴).

جدول ۴ - میانگین خصوصیات [۱] مرتبط با ارزش نانوائی برای مخلوط بذر لاین های حاوی زیر واحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا .

ترکیب زیر واحد			فارینوگراف				مشخصات آرد						
1A	1B	1D	جذب آب درصد	قله زمان اختلاط (دقیقه)	تکامل خمیر [۲] (دقیقه)	شاخص مقاومت خمیر(واحد برابندر) [۴]	زمان اختلاط (دقیقه)	عملکرد آرد	درصد پروتئین	درصد گلوتن مرطوب [۵]	عددافت [۶] (ثانیه)	وزن هزار دانه (گرم)	حجم نان (سانتیمتر مکعب)	وزن نان	مخصوص (گرم بر سانتیمتر مکعب)
۱	۱۳+۱۶	۵+۱۰	۵۹/۴	۸/۰	۵/۰	۲۰	۲۰/۵	۶۸/۳۸	۱۲/۱۵	۲۳/۱۵	۵۵۹	۲۹/۴۱	۹۷۵	۷/۱۷	
۱	۱۳+۱۶	۲+۱۲	۵۸/۶	۷/۵	۴/۰	۲۰	۱۶/۰	۶۹/۸۴	۱۲/۱۵	۳۳/۷۵	۵۴۴	۲۷/۵۱	۹۲۰	۶/۸۱	
۱	۷+۸	۵+۱۰	۵۹/۸	۸/۵	۵/۵	۲۰	۱۷/۵	۶۹/۰۰	۱۲/۰۰	۳۱/۸۵	۴۵۱	۲۹/۷۸	۹۳۵	۵/۹۳	
۱	۷+۸	۲+۱۲	۵۹/۸	۶/۰	۳/۵	۴۰	۱۴/۰	۷۱/۱۶	۱۲/۰۰	۳۳/۳۶	۵۱۹	۳۰/۷۵	۹۱۵	۶/۷۲	
۰	۱۳+۱۶	۵+۱۰	۵۹/۶	۷/۵	۴/۵	۳۰	۱۶/۰	۷۱/۳۸	۱۲/۱۵	۳۳/۸۱	۵۵۷	۲۸/۴۰	۹۵۰	۶/۹۳	
۰	۱۳+۱۶	۲+۱۲	۵۹/۲	۵/۵	۳/۵	۳۰	۱۴/۵	۶۹/۸۷	۱۲/۱۰	۳۴/۶۷	۵۴۲	۲۵/۹۰			
۰	۷+۸	۵+۱۰	۶۰/۸	۶/۵	۴/۰	۴۰	۱۶/۵	۷۰/۰۳	۱۲/۱۵	۳۱/۹۸	۴۹۰	۲۷/۷۸	۹۱۵	۶/۶۳	
۰	۷+۸	۲+۱۲	۵۹/۶	۵/۰	۲/۵	۱۰	۱۲/۰	۷۰/۸۱	۱۱/۹۵	۳۳/۷۰	۵۵۱	۲۹/۰۷	۸۷۵	۶/۵۳	
۱	۱۳+۱۶	۵+۱۰	۵۹/۶	۸/۰	۵/۰	۲۰	۱۸/۶	۶۹/۸۹	۱۲/۷۳	۳۵/۳۸	۵۰۹	۳۷/۱۴	۱۰۰۰	۷/۱۱	
۱	۱۷+۱۸	۵+۱۰	۶۰/۱	۸/۲	۵/۰	۲۰	۲۱/۱	۶۹/۶۷	۱۳/۰۳	۳۵/۸۰	۵۵۷	۳۹/۴۰	۱۰۰۲	۷/۱۰	

۱ - کلیه خصوصیات بر مبنای استانداردهای (۱)AACC توسط آزمایشگاه بررسی کیفیت نان در شهر دیویس کالیفرنیا انجام شده است .

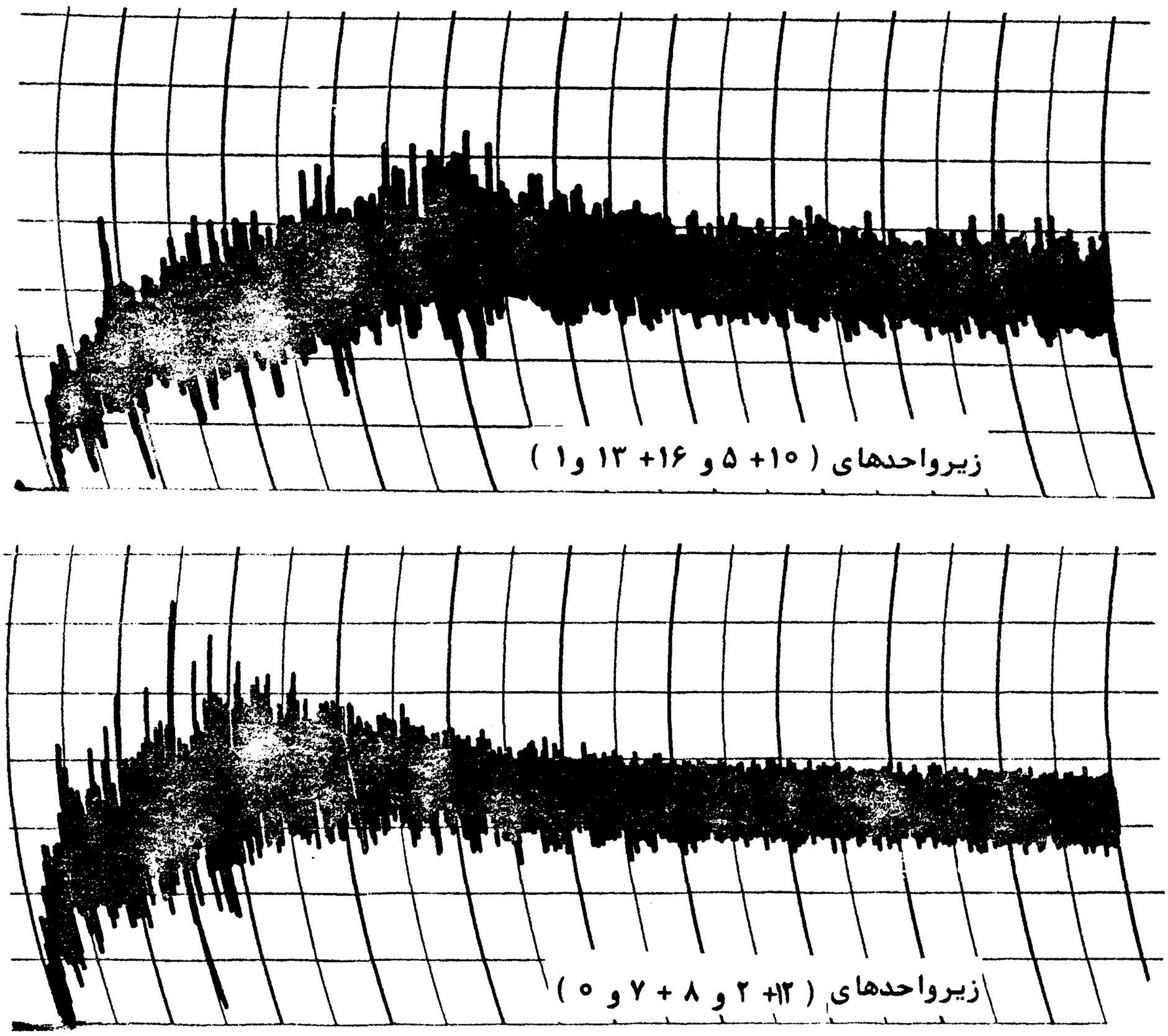
۲ - نقطه ماکزیمم مقاومت خمیر .

۳ - تکامل خمیر از شروع منحنی فارینوگراف تا قله منحنی است.

۴ - Brabender Unit = BU.

۵ - بر حسب ۱۴ درصد وزن حجمی .

۶ - حاکی از فعالیت آلفاآمیلوز: مقادیر بین ۳۳۰ تا ۴۲۵ دلالت بر فعالیت مطلوب است (۲۹).



شکل ۲- منحنی های میکسوگرام برای مخلوط آردلاین های مطلوب حاوی زیرواحدهای (۱۰+ ۵ و ۱۶+ ۱۳ و۱) و نامطلوب حاوی زیرواحدهای (۱۲+ ۲ و ۸ + ۷ و ۵) .

میکسوگراف ، حداکثر ارتفاع اکستنسوگرام ، پایداری و قوی بودن خمیر بر مبنای آلوئوگرام[1] همگی با کیفیت خمیر ارتباط داشته و در این میان همبستگی های زیر واحدهای ۱۰ + ۵ مثبت و همبستگی های زیر واحدهای ۱۱ + ۲ منفی می باشند . در این مطالعه نیز همانگونه که درجداول ۳، ۴و ۵نشان داده شده است،ژنوتیپهایی که دارای زیر واحد های ۱۰ + ۵ در لوکوس GLU-D1 می باشند، دارای زمان اختلاط طولانی و مقاومت خمیر زیاد هستند. بنابر نظریه فینی و شورگن (۸) خمیری که دارای زمان اختلاط کوتاه (۱/۵ دقیقه و کمتر) است قابلیت ارتجاع کمتری نسبت به خمیرهای با زمان اختلاط (۲/۵ تا ۳ دقیقه دارد. بطور کلی با افزایش زمان اختلاط آرد و آب تا حد ۴ و ۵ دقیقه ، قابلیت کشش خمیر ، پایداری و مقاومت آن در برابر اختلاط افزایش پیدا می کند.

بنابر عقیده دانگ و همکاران (۶) هیچکدام از ژنوتیپهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا به تنهایی برای تمام خصوصیات کیفی مطلوب نیستند. در هر صورت این محققین گزارش نموده اند که ژنوتیپهایی که در کروموزم 1B دارای آللهای ۱۶+۱۳ یا ۸+۷ بوده و در کروموزم 1D آللهای ۱۰+۵ را دارند.

از نظر زمان اختلاط آرد و آب و پایداری خمیر مطلوب هستند. در این مطالعه نیز ژنوتیپ(۱۰+۵+ ، ۸+۷ و ۱) که بر مبنای امتیاز بندی پین و همکاران (۲۴) دارای امتیاز ۱۰ می باشد، دارای بالاترین

[1] Alueograme

مقدار رسوب ، بیشترین زمان اختلاط و مقاومت خمیر (جدول ۳) بود. همچنین ژنوتیپ (۱۰+۵،۱۶+۱۳ و ۱) که دارای همین امتیاز (۱۰) می باشد، نانی با حجم زیاد و بالاترین وزن مخصوص را فراهم ساخت و آرد آن یکی از بالاترین زمانهای اختلاط با آب را داشت (جدول ۴ و شکل ۲).

نتایج این بررسی تائید بیشتری را بر وجود رابطه بین ارزش نانوائی و برخی از زیر واحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا ارائه داد. همچنین این نتایج تائید دیگری را بر سهم بیشتر زیر واحدهای ۱۰+۵ بر کیفیت آرد ارائه نمود. آزمون رسوب در حضور SDS روشی سریع در تعیین ارزش آرد می باشد. نتایج نشان داد که لازم است در برنامه های به نژادی گندم با توسل به آزمونهای تعیین کیفیت آرد که بسیار سریع بوده و به مواد کمی نیز نیاز دارند ، علاوه بر خصوصیات مطلوب زراعی و عملکرد ، خواص نانوائی لاین های انتخابی نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله ازآقای دکتر کوالست در دانشگاه کالیفرنیا در دیویس که امکان انجام مطالعه را برای اینجانب فراهم ساختند تشکر می کنم. همچنین از راهنمائیها وهمکاریهای آقای دکتر بهرام گرامی در دانشگاه کالیفرنیا سپاسگزارم .

REFERENCES

1 - American Association of Cereal chemist.1983.Approved Methods.AACC Inc. ,St.Paul , Min. USA.

2 - Axford, D. W., E. E. McDermott, & D. G. Reduman.1978.Small Scale tests of breadmaking quality . Milling Feed Fert. 16:18-20.

3 - Axford , D. W. E. ,E. E. McDermott, & D.G. Reduman. 1979.Note on the sodium dodecyl sulphate test and breadmaking quality :Comparison with Pelshenke and Zeleny tests .Cereal Chem. 56:582-584.

4 - Branlard , G., & M.Dardevet. 1985.Diversity of grain protein and bread wheat quality.II. Correlation between high molecular weight subunits of glutenin and flour quality characteristics. J. Cereal Sci.3:345-354.

5 - Carrillo ,J.M. ,M. Rousset,C.O. Qualset, & 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.1.Grain yield and quality prediction tests. Theor .Appl.Genet. 79:321-330.

6 - Dong , H.,T.S. Cox , R.G. Sears ,& G.L. Lookhart.1991. High molecular weight glutenin genes: Effect on quality in wheat.Crop Sci. 31:947-979.

7 - Dong ,H.,R. G. Sears ,T.S.Cox ,R.C. Hoseney ,G.L. Lookhart, & M.D. Shogran. 1992. Relationships between protein composition and mixograph and loaf characterisics in wheat. Cereal Chem.69:132-139.

8 - Finney, K.F., & D.Shogren.1972.Ten-gram mixograph for determining and predicting functional properties of wheat flours . Bakers Digest 46(3):32-42.

9 - Fullington, J.G., E.W. Cole, & D.D. Kasarda.1983. Quantitative sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis of total proteins extracted from different wheat varieties: Effects of protein content. Cereal Chem.50: 35-43.

10- Grama, A. ,D.S.C.Wright , P. J. Gressey ,& T. Lindley.1987. Hexaploid wild emmer wheat derivatives grown under New Zealand conditions . 1 . Relationship between protein composition and quality parameters .N.Z.J. Agric. Res.30:35-43.

11- Kolster, P.,C.F. Krechting ,& M.W.J. Van Gelder.1988. Variation in high molecular weight glutenin subunits of Triticum aestivum and T. tungidum spp.dicoccoides. Euphytica Supplement:141-145.

12- Kolster, P. , F.A. Van Eeuwijk, & M.W.J. Van Gelder 1991. Additive and epistatic effects of allelic variation at the high m molecular weight glutenin subunit loci in determining the bread-making quality of breeding lines of wheat. Euphytica 55:277-285.

13- Lagudah , E.S, L.O Brien, & G. M. Halloran .1988. Influence of gliadin composition and high molecular weight subunits of glutenin on dough properties in an F3 poplation of a bread wheat cross.J. Cereal Sci .7 :33-42.

14- Lawrence ,G.J, F. Mac Ritchie, & C.W. Wrigley .1988. Dough and baking quality of wheat lines deficient in glutenin subuints

controlled by the GLU-A1, GLU-B1 and GLU-D1 loci. J.Cereal Sci. 7:109- 112.

15- Lawrence ,G.J,H.J.Moss, K.W. Shepherd, & C.W. Wrigley. 1987. Dough quality of biotypes of eleven Australian wheat cultivars that differ in high-molecular-weight glutenin subunit composition.J. Cereal Sci. 6:99-101.

16- Lorenzo A.,W.E. Kronstad, & L.C.E. Vieira.1987. Relationship between high molecular weight glutenin subunits and loaf volume in wheat as measured by the sodium dodecyl sulfate sedimentation test. Crop Sci . 27:253-257.

17- Manley , M.,P.G. Randall, & A.E.J. McGill. 1992. The prediction of dough properties of South African wheat cultivars by SDS-PAGE analysis of HMW-glutenin subunits . J.Creal Sci.15:36-47.

18- Moonen ,J.H.E.,A. Scheepstra, & A. Graveland .1982. Use of the SDS- sedimentation test and SDS-Polyacrylamide gel electrophoresis for screening breeders samples of wheat for breadmaking quality Euphytica 31:677-690.

19- Moonen J.H.E, A. Scheepstra & A.Graveland. 1983.The positive effects of the high molecular weight subunits 3+10 and 2 of glutenin on the bread-making quality of wheat cultivars. Euphytica 32:735-742.*

20- Odenbach ,W., & El-S. Mahgoub.1988. Relationships between HMW glutenin subunit composition and the sedimentation value in reciprocal sets of inbred backcross lines derived from two winter wheat crosses. pp 987-991.In:Miller T.E. and R.M.D. Koebner (Eds), proc 7 th Int. Wheat Genet.Symp. Cambridge, England.

21- Payne , P.I.,& K.G. Corfield .1979. Subunit composition of wheat glutenin proteins isolated by gel filtration in a dissociating medium. Planta 145:83-88.

22- Payne, P.I.,K.G. Corfield,& J.A. Blackman.1979. Identification of a high molecular weigh subunit of glutenin whose presence correlates with breadmaking quality in wheats of related pedigree.Theor .Appl.Genet.55:153-157.

23- Payne , P.I., K.G. Corfield , L.Holt & J.A. Blackman.1981. Correlations between the inheritance of certain high-molecular weight subunits of glutenin and breadmaking quality in progenies of six crosses of bread wheat.J. Sci.Food. Agric. 32:51-60.

24- Payne ,P.I., L.M.Holt ,K.Harinder, D.P. McCarthney & G.J. Lawrence .1987. The use of near-isogenic lines with different HMW glutenin subunits in studying breadmaking quality and glutenin structur.pp 100-105 .In: Lasztity, R.D. and F. Bekes (eds), Proc.3rd Int . Workshop Gluten , Proteins , Budapest , Hungary. World Scientific, Singapore.

25- Payne,P.I., L.M. Holt , E.A. Jackson , & C.N. Law .1984. Wheat storage protenis:Their gentics and thier potential for manipulation by plant breeding .Philos .Trans.R.Soc .Lond.Ser.

26- Payne ,P.I.,L. Holt ,& C.N. Law .1981. Structural and genetic studies on the high molecular genetics subunits of wheat glutenin. 1.Allelic variation in subunits amongst varieties of whea(T.aestivum).Theor .Appl.Genet.60:229-236.

27- Payne ,P.I.,& G.J. Lawrence.1983. Catalogue of alleles for the complex gene loci, GLU-A1, GLU-B1 and GLU-D1 which code for the high- molecular - weight subunits of glutenin in hexaploid wheat. Cereal Res. Cummun. 11:29-35.

28- Pogna, N.E.,A.Mellini, A.Beretta, & A. Dal Belin Peruffo.1989. The high-molecular - weight glutenin subunits of common wheat cultivars grown in Italy.J.Genet .Breed. 43:17-24.

29- Rogers, W.J. , P.I. Payne ,J.A. Seekings,& J. Sayers .1991. Effect on breadmaking quality of X-type and Y-type high molecular weight subunits of glutenin. J. Cereal .Sci .14:209-221.

30- Rousset , M., J.M.Carrillo,C.O.Qualset, & D.D. Kasarda.1992. Use of recombinant inbred lines of wheat for study of associations of high-molecular -weight glutenin subunit alleles to quantitiative traits.2. milling and bread-baking quality.Theor .Appl.Genet. 83:403-412.

31- Van Gelder, W.M.J., P.Kolster, J.Mesdag ,& F.A. Van Eeuwijk.1987.The relationship between high-molecular -weight glutenin subunits, bread-making quality and yield of winter wheat .pp 159-172. In :Biorghi, B.(ed),Agriculture. Hard wheat agronomic technological , biochemical and genetic aspects. Commission of the European communities ,Luxembourg.

Iranian.J.Agric.Sci.Vol,27.No,1.1996.

Association Between High Molecular Weight Glutenin Subunits and Quality in Common Wheat (Triticum aestivum L.)

A . REZAI

Associate prof.,Department of Agronomy , College of Agriculture,Isfahan University of Technology

Accepted, 28 Feb.1996

SUMMARY

The relations of the high molecular weight glutenin subunit alleles and flour quality traits have been studied using random homozygous lines selected from crosses between 5 high and low quality cultivars containing different allels at 3 GLU-1 seed storage protein loci. Derived lines were classified by SDS-PAGE for all possible combination of the alleles. The allelic variation at the GLU-D1 locus accounted for most of the variations observed for SDS-sedimentations , mixing time and tolerance , and loaf volume.

the GLU-D1 allele encoding subunits 5+10 was superior to its allelic conuterpart, encoding 2+12 and 2+11.In generality , subunits encoded by the glutenin alleles on chromosome 1D had the most effects on breadmaking quality traits.