

- A. Ramezanzpour, (Corresponding Author; Tel: 09119173922), M.Sc. of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
- H. Pirdashti, Associate Professor of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
- Sh. Abdollahi Mobarhan, M.Sc. of Plant Breeding Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran
- S. H. Bahari Saravi, M.Sc. Student, of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

Received: April 2009

Accepted: August 2013

In order to study quality traits among 10 promising lines and 4 cultivars including Tarom Hashemi, Kaduos, Baharl (Hybrid) and Nemat, A field experiment was carried out at Rice Research Institute of Iran (Rasht) during 2008. Considered lines in this study were results of hybridizing of Nemat variety that were considered as maternal parent by any of local good quality variety as paternal variable parent. The experiment was laid out in randomized complete block design with 4 replications. Quality traits such as amylose content, gel consistency, gelatinization temperature, length and width, shape, grain elongation and aroma were evaluated after harvesting and milling in lab. According to the results, there was significant differences between promising lines and control varieties based on all of the studied traits. Line 223 had high quality because was classified in medium amylose (22.3), medium gelatinization temperature (4.63 score), good grain elongation. This Line, however, didn't show significant differences compared to Baharl (Hybrid) in terms of aroma trait. In spite of the highest yield (by 6736.6 kg/ha) in Line 415 but its quality traits were low when compared with other lines. Also, Lines 108 and 209 showed same physico-chemical properties and were aromatic. According to orthogonal comparisons, grain elongation in local varieties was more than improved varieties. There were positive and significant correlations among amylose content and gelatinization temperature with grain yield. However, several traits such as length of cooked and grain elongation showed negative and significant correlation with grain yield. Finally as a result, lines with high quality traits had lower grain yield.

Key Words: Grain yield, Promising line, Quality traits, Rice

صفات مربوط به کیفیت دانه خود به سه دسته بزرگ تقسیم می‌گردند: ۱- کیفیت تبدیل ۲- کیفیت پخت و خوراک ۳- کیفیت غذایی (ارزش غذایی). از طرف دیگر سه عامل مهم مقدار آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن و قوام ژل کیفیت پخت برنج را معین می‌سازند (شوشی و هنرنژاد، ۱۳۸۴). میزان آمیلوز در برنج پارامتر اصلی کیفیت پخت بوده و تعیین کننده میزان افزایش حجم و قدرت جذب آب نیز می باشد (Dipti et al, 2003). واریته‌های برنج بر اساس میزان آمیلوز به برنج‌های واکسی (۰ تا ۲٪)، خیلی کم آمیلوز (۳ تا ۹٪)، کم آمیلوز (۱۰ تا ۱۹٪)، آمیلوز متوسط (۲۰ تا ۲۵٪) و برنج‌های پر آمیلوز (بیش از ۲۵٪) طبقه‌بندی می‌شوند (Dela Cruz and Khush 2000). بطور کلی برنج‌های واکسی پس از پخت شکل ظرف را خواهند گرفت و دانه‌های برنج پس از پخت نرم، چسبنده و غیر قابل تفکیک خواهد شد. برنج‌های کم آمیلوز پس از پخت، نرم، چسبنده و لعابدار می‌شوند. برنج‌های متوسط آمیلوز پس از پخت، نرم، متورم و کاملاً جدا از هم شده و مدت‌ها پس از پخت نرم می‌مانند. برنج‌های پر آمیلوز پس از پخت به سرعت سفت و خشک شده و مصرف آنها مشکل می‌باشد (محمدصالحی، ۱۳۶۸).

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) محصول عمده بیشتر کشورهای آسیایی است که زراعت آن بیش از نیمی از زمین‌های تحت کشت را در این قاره به خود اختصاص داده است (سیادت و همکاران، ۱۳۹۲). کیفیت دانه برنج از لحاظ اصلاحی، صفت مهمی بوده و در اقتصاد بسیاری از کشورها نظیر ایران، پاکستان، هندوستان و تایلند نقش مهمی دارد (Nematzadeh, 1995). دوره کلیدی برای شکل‌گیری کیفیت برنج اوایل و اواسط دوره پر شدن بیان شده است (حبیبی، ۱۳۸۶). کیفیت برنج یک صفت نسبی است که با توجه به سلیقه مصرف کنندگان تعریفی که از آن می‌شود متفاوت است مثلاً مصرف کنندگان آلمانی برنج‌هایی را که راحت پخته می‌شوند می‌پسندند در حالیکه طول دانه و طعم و خواص کیفی که برای مصرف کنندگان آسیایی مطرح است، برای این مصرف کنندگان اهمیت چندانی ندارد (فرخزاد، ۱۳۷۲). عوامل متعددی بیانگر کیفیت دانه برنج می‌باشد اما آنچه بیشتر مد نظر است کیفیت پخت و خوراک است که ناشی از عوامل فیزیکی و شیمیایی می‌باشد (حبیبی، ۱۳۸۶).

بررسی صفات کیفی و روابط آنها با عملکرد در لاین‌های امید بخش برنج (*Oryza sativa* L.)

- افروز رمضان پور، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسئول)
- همت اله پیردشتی، دانشیار گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- شاپور عبدالهی مبرهن، کارشناس ارشد اصلاح نباتات مؤسسه تحقیقات برنج کشور
- سیده حدیثه بهاری ساروی، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

تاریخ دریافت: آبان ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: تیر ماه ۱۳۹۳

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۹۱۷۳۹۲۲

پست الکترونیک نویسنده مسئول: afrooz_6609@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی صفات کیفی 10 لاین امید بخش برنج و ۴ رقم هاشمی، کادوس، بهار ۱ و نعمت، آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت)، در سال ۱۳۸۷ به اجرا در آمد. لاین‌های مورد بررسی در این آزمایش، منتج از دورگ‌گیری واریته نعمت به عنوان والد مادری با تعدادی از والدین محلی خوش کیفیت به عنوان والد متنوع پدری تهیه شده است. صفات کیفی شامل مقدار آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینی شدن، تعیین قوام ژل، اندازه و شکل دانه، طویل شدن دانه، عطر بعد از مرحله برداشت و تبدیل برنج، در آزمایشگاه اندازه گیری شدند. طبق نتایج حاصله در تمام صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری بین لاین‌های امید بخش با ارقام شاهد وجود داشت. لاین 223، کیفیت بالاتری داشت زیرا دارای آمیلوز متوسط (۲۲/۲۸)، دمای ژلاتینی شدن متوسط (نمره ۴/۶۳) و افزایش دانه خوب بوده و از نظر عطر با هیبرید بهار ۱ اختلاف معنی‌داری نداشت. بالاترین عملکرد دانه مربوط به لاین 415 با عملکرد 74/6 تن در هکتار بدست آمد اما از نظر صفات کیفی نسبت به بقیه لاین‌هایی که عملکرد کمتری داشتند، در وضعیت پایین‌تری قرار گرفت. لاین‌های 108 و 209 از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مشابه و معطر بودند. طبق مقایسات گروهی انجام شده، طویل شدن دانه در رقم محلی (طارم هاشمی) بیشتر از ارقام اصلاح شده بود. همبستگی مثبت و معنی‌داری نیز بین درصد آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینی شدن با میزان عملکرد دانه وجود داشت. اما صفاتی مانند طول دانه بعد از پخت و طویل شدن دانه (ری آمدن) همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد نشان دادند. در این تحقیق لاین‌هایی با خصوصیات کیفی بالاتر عملکرد پایین‌تری داشتند.

کلمات کلیدی: برنج، لاین امید بخش، عملکرد دانه، صفات کیفی

غلظت ژل عبارت از حرکت ژل برنج پخته شده در لوله آزمایش است. ارقام برنج بر اساس طول ژل در لوله (میلی متر)، به برنج‌های با ژل سخت (کمتر از ۴۰) با ژل متوسط (۴۱ تا ۶۰) و برنج‌های با ژل نرم (بیش از ۶۱) طبقه‌بندی می‌شوند (Dela Cruz and Khush, 2000). معمولاً برنج‌هایی که دارای مقدار آمیلوز پایین‌تر هستند ژل آنها نرم‌تر است یعنی دارای طول حرکت ژل زیادتر می‌باشند (محمدصالحی، ۱۳۶۷). درجه حرارت ژلاتینی شدن محدوده درجه حرارتی است که در آن مولکولهای نشاسته به طور غیر قابل برگشت در آب گرم شروع به تورم می‌کنند. درجه حرارت ژلاتینی شدن (سانتی گراد) ممکن است پایین (۵۵ تا ۶۹)، متوسط (۷۰ تا ۷۴) و یا بالا (بیش از ۷۴) باشد (Dela Cruz and Khush 2000). چنانچه حرارت ژلاتینی رقمی بالا باشد برنج پخته آن سفت و خشک می‌شود. برعکس حرارت ژلاتینی پایین، موجب نرمی و چسبیده شدن برنج پس از پخت می‌شود (محمدصالحی، ۱۳۶۷). برنج‌های با کیفیت بالا مانند باسماتی هند و پاکستان، بحرایی افغانستان، دمسیاه ایران و باشغول بنگلادش بعد از پخت ۱۰۰٪ افزایش طول دارند. دانه‌های برنج از نظر طول (میلی متر) به دانه‌های خیلی بلند (بیش از ۵/۷)، بلند (۵/۷-۵/۶)، متوسط (۵/۵-۶/۶) و کوتاه (۵/۵) میلی متر و یا کمتر) تقسیم می‌شوند. شکل دانه از طریق نسبت طول به عرض دانه تعیین می‌شود. چنانچه این نسبت بیش از ۳ باشد، شکل دانه قلمی نامیده می‌شود. اگر نسبت طول به عرض دانه بین ۲ تا ۳ باشد، شکل دانه متوسط و در صورتیکه ۲ یا کمتر از ۲ باشد، شکل دانه گرد نامیده می‌شود (Dela Cruz and Khush 2000).

تومار (1987) با بررسی تجزیه ژنتیکی میزان آمیلوز در برنج گزارش داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درجه حرارت ژلاتینی و میزان آمیلوز وجود دارد. محتشمی و همکاران (۱۳۷۷b) به نقل از چنگ و لی (۱۹۸۱) با بررسی جمعیت 2F حاصل از تلاقی لاین‌های ژاپونیکا و ایندیکا گزارش نمودند که میزان آمیلوز با غلظت ژل همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار نشان داده است. همچنین محتشمی و همکاران (۱۳۷۷a) در بررسی‌های خود گزارش نمودند که غلظت ژل با درجه حرارت ژلاتینی همبستگی منفی معنی‌دار و با عطر و طعم دانه رابطه مثبت و معنی‌دار دارد. با تجزیه علیت مشخص گردید که میزان آمیلوز اثر مستقیم مثبت زیاد و اثر غیر مستقیم منفی و زیاد از طریق غلظت ژل روی عملکرد دانه داشته و درجه حرارت ژلاتینی شدن اثر مستقیم منفی روی عملکرد دانه داشت. اثر غیر مستقیم این صفت بر روی عملکرد دانه از طریق غلظت ژل منفی و زیاد و از طریق میزان آمیلوز مثبت و قابل توجه بود. ساراجوی و همکاران (۱۹۹۷) با مطالعه صفات کمی در ۱۲۸ نژاد برنج ایندیکا گزارش دادند که طول، عرض و ضخامت دانه می‌تواند شاخص برداشت را افزایش دهد. حسین زاده فشالمی (۱۳۸۰) نیز در بررسی‌های خود گزارش کرد که صفاتی مانند طول دانه قبل از پخت و شکل دانه همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دارند. همچنین در مطالعه خود همبستگی مثبت و معنی‌دار بالایی را بین طول دانه قبل از پخت با شکل دانه را گزارش نمود. کاو و دلا کروز (۱۹۹۰) در مطالعه‌ای که بر روی بذور نسل F1 که از تلاقی ۶ تیپ ایندیکا و لاین‌های الیت موسسه بین‌المللی تحقیقات

برنج (IRRI) به عنوان تستر و ۸ لاین ایندیکا و ۹ لاین ژاپونیکا انجام دادند گزارش نمودند که همبستگی بین میزان آمیلوز با میانگین درجه حرارت ژلاتینی شدن با غلظت ژل در والدین همبستگی مثبت و زیاد و با غلظت ژل در هیبریدها همبستگی منفی نشان داد. با توجه به اهمیت بحث کیفیت در کنار افزایش عملکرد برنج، هدف از این مطالعه بررسی خصوصیات کیفی لاینهای امید بخش و مقایسه آن‌ها با ارقام شاهد منطقه، و انتخاب بهترین لاین از نظر کیفیت در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش شامل 10 لاین امید بخش و پر محصول برنج و 4 رقم شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با چهار تکرار در بهار و تابستان سال 1387 در موسسه تحقیقات برنج کشور واقع در کیلومتر 10 جاده رشت - قزوین انجام گردید. لاین‌های برنج خالص شده این آزمایش که مشخصات آن در جدول ۱ نشان داده شده منتج از دورگ‌گیری واریته نعمت به عنوان والد مادری با تعدادی از والدین محلی خوش کیفیت به عنوان والد متنوع پدری تهیه شده است. تعدادی از F1های بدست آمده با والد نعمت تلاقی برگشتی داده شدند. سایر F1های بدست آمده قبل از تلاقی برگشتی به صورت تلاقی‌های سه والدی و چهار والدی دورگ‌گیری شدند. پس از تهیه خزانه و پرورش نشاء، هر تیمار در کرت‌هایی به ابعاد ۵/۳×۴ متر مربع با فاصله ۲۵×۲۵ سانتی متر مربع و تراکم ۱۶×۱۶ بوته به صورت تک نشاء در زمین اصلی نشاکاری و مراقبت‌های زراعی در زمین اصلی مطابق دستورالعمل فنی موسسه تحقیقات برنج کشور انجام گردید. پس از سپری شدن مراحل رویشی و زایشی، در زمان معین، برداشت انجام گردید و پس از مراحل خرمکوبی و تبدیل، دانه‌های برنج برای اندازه‌گیری صفات کیفی (مقدار آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینی شدن، تعیین قوام ژل، اندازه و شکل دانه، طویل شدن دانه، عطر) به آزمایشگاه کیفیت منتقل شدند.

| جدول ۱ - مشخصات لاین‌های مورد آزمایش | |
|--------------------------------------|------------|
| مشخصات لاین | شماره لاین |
| نعمت /دمسیاه // نعمت | ۴۱۶ |
| نعمت /اسالاری // نعمت | ۱۳۶ |
| نعمت /اسالاری // نعمت | ۱۰۸ |
| نعمت /دمسیاه // نعمت | ۲۲۳ |
| نعمت /اسالاری // نعمت | ۴۲۴ |
| نعمت /اسنگ جو // نعمت | ۴۱۵ |
| نعمت /دمسیاه // نعمت | ۲۰۳ |
| نعمت /اسنگ جو // نعمت | ۲۳۳ |
| نعمت /اسنگ جو // نعمت | ۲۰۹ |
| نعمت /اسالاری // نعمت | ۳۲۹ |
| طارم هاشمی | شاهد |
| کادوس | شاهد |
| هیبرید بهار ۱ | شاهد |
| نعمت | شاهد |

اندازه‌گیری میزان آمیلوز بر اساس روش استاندارد مرکز تحقیقات بین‌المللی برنج در فیلیپین (Tomar ۱۹۸۷)، در دو مرحله انجام گرفت. در مرحله اول آماده سازی نمونه‌ها و استانداردها برای اندازه‌گیری آمیلوز انجام شد و در مرحله بعد با استفاده از نمونه‌های استاندارد، اندازه‌گیری آمیلوز انجام گرفت. در این آزمایش از ارقام IR۶۴ (آمیلوز متوسط)، IR۲۴ (آمیلوز پایین) و سپیدرود (آمیلوز بالا) به عنوان شاهد استفاده گردید. برای تعیین درجه حرارت ژلاتینی شدن برنج از روش لیتل و همکاران (۱۹۵۸) استفاده گردید (محمدصالحی، ۱۳۶۸). به همین منظور از میزان تاثیر محلول هیدروکسید پتاسیم ۷/۱ درصد بر روی نمونه‌های برنج (۱۲ دانه سالم به صورت دو نمونه ۶ تایی) استفاده شد. از ارقام خزر با رتبه ۳ تا ۵ و سپیدرود با رتبه ۷ به ترتیب با درجه حرارت متوسط یا بالا و پایین استفاده گردید (توسلی لاریجانی، ۱۳۷۴؛ محتشمی و همکاران، ۱۳۷۷ b). بر این اساس تیمارهای مورد بررسی به صورتی که در زیر آورده شده است رتبه‌بندی شدند:

رتبه ۱- محلول هیدروکسید پتاسیم کاملاً بی‌تاثیر و دانه‌ها سالم؛
رتبه ۲- دانه‌ها سالم و متورم؛ رتبه ۳- دانه‌ها متورم گردیده و لایه خارجی سست و نازک شده است؛ رتبه ۴- دانه‌ها متورم با ترک‌های عرضی و زمینه ابری سیر؛ رتبه ۵- دانه‌ها خمیده و دارای ترک‌های طولی و عرضی شده و لایه خارجی به طور کامل داخل محلول پخش شده؛ رتبه ۶- دانه‌ها کاملاً پاشیده و رتبه ۷- دانه‌ها کاملاً حل شده و اثری باقی نگذاشته‌اند (بی‌رنگ). بر اساس این دسته‌بندی، هر چه رتبه پایین‌تر باشد، نمونه دمای ژلاتینی شدن بالاتری دارد و زمان لازم برای پخت آن نیز طولانی‌تر می‌شود. برای اندازه‌گیری پیوستگی ژل از روش کاکامپنگ، (۱۹۷۳) استفاده گردید. با استفاده از اتانول ۹۵ درصد با ۲۵ درصد تیمول بلو و محلول هیدروکسید پتاسیم ۲/۰ نرمال، از روی طول ژل حرکت کرده در لوله محیط کشت، میزان قوام ژل بر اساس میلی متر برآورد شد. برای تعیین طول و عرض دانه از دستگاه "فتو ان لارجر"^۱ با دقت یک دهم میلی متر استفاده شد و آنگاه از حاصل تقسیم میانگین طول به عرض دانه سفید، شکل دانه محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری طویل شدن دانه پس از پخت از روش عزیز و شفیع (۱۹۹۶)، ذکر شده در روش‌های آزمایشگاهی تعیین کیفیت برنج (محمدصالحی، ۱۳۶۸) استفاده گردید. پس از پخت، دانه‌های برنج با دستگاه فتو ان لارجر طول و عرض دانه‌ها اندازه‌گیری شد و از تقسیم طول برنج بعد از پخت بر طول برنج قبل از پخت، صفت طویل شدن دانه (ری آمدن) محاسبه گردید (توسلی لاریجانی، ۱۳۷۴؛ محمدصالحی، ۱۳۶۸). عطر برنج نیز از طریق بویدن دانه‌های برنج پس از پخت مستقیم و ویسکوزیته اندازه‌گیری شد و با استفاده از سامانه ارزیابی استاندارد برنج (IRRI 2002)^۲ به صورتی که در زیر آورده شده درجه‌بندی شد.

۱- بی بو نمره صفر ۲- سبک نمره یک ۳- خوشبو نمره دو. برای محاسبه عملکرد در هکتار ۱۶ بوته (مساحت ۱ مترمربع) برداشت گردید و پس از اندازه‌گیری رطوبت (۲ نمونه) عملکرد بر اساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. برای محاسبات آماری از نرم افزار آماری SAS و برای مقایسه میانگین‌ها از روش LSD استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بر اساس طرح بلوک کامل تصادفی

نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات مورد نظر تفاوت بسیار معنی‌داری دارند (جدول ۲).

عملکرد شلتوک

بالاترین عملکرد شلتوک مربوط به لاین ۴۱۵ با میانگین ۶/۷۴ تن در هکتار بود که لاین‌های ۴۲۴، ۱۰۸، ۲۰۹، ۴۱۶ و ۲۰۳ با آن اختلاف معنی‌داری نداشتند و در یک گروه قرار گرفتند. پایین‌ترین عملکرد متعلق به طارم هاشمی با میانگین ۲/۹۳ تن در هکتار بود (جدول ۳). در مطالعه مهدوی و همکاران (۱۳۸۳) روی ژنوتیپ‌های مختلف نشان داده شد که ژنوتیپ‌های اصلاح شده از ۱۷ درصد تا ۳۶ درصد عملکرد بیشتری نسبت به ارقام محلی نظیر طارم هاشمی داشتند.

دمای ژلاتینی شدن (GT)

نمره دمای ژلاتینه شدن بین ۱ الی ۷ متغیر می‌باشد (شاهسواری آهنگر و همکاران، ۱۳۹۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این مطالعه از لحاظ دمای ژلاتینی شدن در در گستره بین ۳/۵ تا ۷ قرار داشتند. رقم نعمت از دمای ژلاتینه شدن ۷ برخوردار بود که لاین‌های امید بخش ۳۲۹، ۲۰۳، ۴۱۵، ۴۲۴ و ۴۱۶ با آن اختلاف معنی‌داری نداشتند. در حقیقت دمای ژلاتینی شدن آنها پایین می‌باشد. در گروه دیگر ارقام طارم هاشمی و کادوس پایین‌ترین GT به ترتیب ۲۰/۳ و ۳/۵ را داشتند. میزان درجه حرارت ژلاتینه شدن از ۵۵ تا ۷۹ درجه سانتی گراد متغیر است (خوش و همکاران، ۱۹۷۹). طبق شاخص‌های کیفیت هرچه رتبه GT تیماری پایین‌تر باشد، دمای ژلاتینی شدن بالاتری داشته و زمان لازم برای پخت آن طولانی‌تر می‌شود و موجب سفت و سخت شدن دانه برنج پس از پخت می‌شود. لاین‌های مورد بررسی در این تحقیق GT زیر ۷ داشتند (به جزء لاین ۲۲۳ که GT ۶۳/۴ داشت). طبق مقایسات گروهی انجام شده (جدول ۴- نمودار ۱) می‌توان نتیجه گرفت که همه لاین‌ها از نظر کیفیت بهتر از رقم نعمت و در مقایسه با هاشمی، کادوس و هیبرید در وضعیت پایین‌تری قرار دارند.

قوام ژل

قوام ژل یکی از خصوصیات کیفی مهم در برنج می‌باشد. ژنوتیپ‌هایی که دارای غلظت ژل سخت هستند نسبت به ژنوتیپ‌های دارای قوام ژل نرم، سریع‌تر سفت و سخت می‌گردند ولی برنج‌های با غلظت ژل نرم، به صورت ملایم و به آرامی پخته شده و حتی بعد از سرد شدن نیز نرم باقی می‌مانند و از نظر اصلاحی و بازارپسندی نسبت به ژنوتیپ‌های نوع اول ارجحیت دارند (خوش و همکاران، ۱۹۷۹). از لحاظ قوام ژل تمام لاین‌های امید بخش GC زیر ۴۰ داشتند و در گروه سخت ژل به همراه نعمت قرار گرفتند، که بیانگر این واقعیت می‌باشد که این لاین‌ها پس از پخت سفت و خشک می‌گردند.

درصد آمیلوز

ارزش برنج سفید به وسیله خواص ظاهری، اختصاصات نشاسته ای بخصوص میزان آمیلوز آن مشخص می‌شود، چراکه میزان آمیلوز ارتباط زیادی با کیفیت پخت دانه دارد (شاهسواری آهنگر، ۱۳۹۲). از نظر آمیلوز تیمار نعمت دارای بالاترین آمیلوز (۸۸/۲۶) بود و تیمار هاشمی پایین‌ترین آمیلوز (۲۱) را داشت، که لاین بهار ۱ و ۲۲۳ به

ترتیب با آمیلوز ۱۰/۲۲ و ۲۸/۲۲ با آن در یک گروه قرار گرفتند. در واقع جزء آمیلوز متوسط محسوب می‌شوند برنج‌هایی که در این گروه قرار می‌گیرند پس از پخت نرم، متورم، کاملاً جدا از هم شده و مدتها پس از پخت نرم می‌مانند (محمدصالحی، ۱۳۶۷). رقم کادوس و لاین‌های ۲۳۳، ۴۱۶ و ۱۳۶ نیز در یک گروه قرار گرفتند و جزء آمیلوز متوسط محسوب می‌گردند. جولیانو و ویلاریل (۱۹۹۳) نشان دادند که اختلاف بین آمیلوز نقش بسیار تعیین کننده ای در کیفیت پخت و خوراک برنج دارد. مقدار کم آن سبب می‌شود که برنج بعد از پخت حالت چسبنده و لعابدار گردد و از نظر حجم انبساط پیدا نکند. در حالی که مقدار زیاد آن موجب سفت و خشک شدن برنج پخته شده می‌گردد. بنابراین مناسب ترین میزان آن حد متوسط است که در این حالت برنج نرم و ملایم است و پس از سرد شدن سخت نمی‌گردد (توسلی و همکاران، ۱۳۸۲).

طول و عرض دانه قبل از پخت

بلندترین طول دانه به لاین‌های ۱۳۶، ۲۰۳، ۳۲۹ (۵/۸ میلی متر) تعلق داشت که در جدول مقایسه میانگین در گروه a قرار گرفتند. و با لاین‌های ۴۱۶، ۱۰۸، ۴۱۵، ۲۰۹ و رقم کادوس اختلاف معنی‌داری نداشتند. رقم بهار ۱ دارای پایین‌ترین طول (۷ میلی متر) بود. بیشترین مقدار عرض دانه قبل از پخت متعلق به لاین ۳۲۹ (۰۳/۲ میلی متر) بود که با بهار ۱ (۲ میلی متر)، ۲۳۳ (۲ میلی متر)، ۴۱۶ (۹۷/۱ میلی متر) و ۲۲۳ (۹۵/۱ میلی متر) تفاوت معنی‌داری نداشت. و پایین‌ترین میزان متعلق به رقم کادوس بود. از نظر مصرف کنندگان ایرانی هر چه عرض دانه کمتر یا دانه باریک‌تر باشد بهتر است (حبیبی، ۱۳۸۶).

طول و عرض دانه پس از پخت

بالترین تیمارها از نظر طول دانه بعد از پخت نعمت (۲۰/۱۳ میلی متر) و طارم هاشمی (۱۰/۱۳ میلی متر) و پایین‌ترین هیبرید (۶۰/۱۰ میلی متر) بود. از نظر عرض دانه بعد از پخت بالاترین تیمار (۱۴/۳ میلی متر) و پایین‌ترین هیبرید (۷/۲ میلی متر) بود. هر چه افزایش عرض دانه در هنگام پخت کمتر باشد کیفیت پخت مطلوب‌تر می‌باشد.

طول شدن دانه

بیشترین افزایش طول پس از پخت یا ری آمدن متعلق به ارقام نعمت (۸۳/۱ میلی متر) و هاشمی (۸۰/۱ میلی متر) بود و لاین ۲۲۳ بعد ارقام نعمت و طارم هاشمی قرار گرفت. لاین‌های ۲۳۳، ۴۲۴، ۳۲۹ و ۲۰۹ نیز با هیبرید بهار ۱ و کادوس اختلاف معنی‌داری نداشتند. پایین‌ترین ری آمدن، مربوط به لاین ۱۳۶ بود. هر چه این صفت کمتر باشد از نظر ظاهر پخت مناسب‌تر می‌باشد. می‌توان نتیجه گرفت این صفت در ارقام محلی بیشتر از ارقام اصلاح شده می‌باشد (جدول ۴- نمودار ۲).

عطر

عطر نیز یکی از ویژگی‌های مهم در ارزیابی کیفی برنج می‌باشد، بطوری که برنج‌های معطر ارزش خاصی در بازاریابی و صادرات داشته و در تجارت جهانی نیز از قیمت بالاتری نسبت به برنج غیر معطر برخوردار است (شی و همکاران، ۲۰۰۸). در رابطه با صفت عطر، هاشمی در گروه a و بالاترین عطر، و ۱۳۶ در پایین‌ترین گروه (e) قرار گرفتند. لاین‌های ۲۲۳، ۳۲۹ و هیبرید بهار نیز بعد از طارم هاشمی در یک گروه قرار گرفتند.

همبستگی صفات مورد مطالعه

در بررسی همبستگی بین صفات با استفاده از روش پیرسون (جدول ۵)، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین میزان آمیلوز و عملکرد دانه وجود داشت (**۵۳/۰). همچنین بین عملکرد دانه و دمای ژلاتینی شدن همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. در حالیکه محتشمی و همکاران (۱۳۷۷a) همبستگی بین میزان آمیلوز و عملکرد دانه و دمای ژلاتینی شدن با عملکرد دانه را منفی و غیر معنی‌دار گزارش نموده‌اند. صفاتی مانند طول دانه بعد از پخت، طول شدن دانه همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد نشان دادند که نشان می‌دهد ارقام پر محصول از درجه ری آمدن پایین تری برخوردار می‌باشند (جدول ۴). صفاتی مانند طول دانه قبل از پخت و شکل دانه نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری به ترتیب در سطح ۱٪ و ۵٪ با عملکرد نشان دادند. در حالیکه حسین زاده (۱۳۸۰) این همبستگی را منفی و غیر معنی‌دار با عملکرد گزارش کرد و محتشمی (۱۳۷۷a) این همبستگی‌ها را مثبت ولی غیر معنی‌دار گزارش نموده‌است. درجه حرارت ژلاتینی شدن با غلظت ژل همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد که با گزارش کاو و دلکروز (۱۹۹۰) همخوانی داشت. شاهسواری آهنگر و همکاران (۱۳۹۲) نیز رابطه منفی معنی‌داری بین این دو صفت گزارش کرده بودند. میزان ری آمدن یا افزایش طولی دانه در هنگام پخت با میزان آمیلوز همبستگی منفی داشت (*۳۰/۰) که با گزارش حبیبی (۱۳۸۶) مطابقت دارد. آماراواتی و همکاران (۲۰۰۸) و همچنین شاهسواری آهنگر و همکاران (۱۳۹۲) نیز همبستگی منفی معنی‌داری را بین صفت طول دانه پس از پخت و درصد آمیلوز گزارش نموده‌اند. در واقع ارقام با آمیلوز متوسط دارای میزان ری آمدن بالایی می‌باشند. در این بررسی همبستگی بین میزان آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینی شدن مثبت و معنی‌دار شده که با یافته محتشمی (۱۳۷۷a) و تومار (۱۹۸۷) مطابقت دارد. همچنین طول دانه قبل از پخت با شکل دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار بالایی (**۸۴/۰ = r) نشان داد که بالاترین ضریب همبستگی را بین صفات کیفی داشت و با نتایج حسین زاده (۱۳۸۰) همخوانی داشت. اگرچه لاین ۴۱۵ از نظر عملکرد بالاتر بود ولی لاین‌های ۱۰۸ و ۲۰۹ از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شباهت داشتند و واجد عطر بودند (در گروه c قرار دارند) که از نظر کیفیت حائز اهمیت می‌باشد و بر عملکرد ارجحیت دارد. همانطور که در جدول همبستگی هم مشاهده می‌شود، عطر با عملکرد همبستگی منفی و معنی‌دار دارد (**۵۴/۰ = r). به طور کلی، تحقیقات زیادی در زمینه کیفیت برنج گزارش نشده‌است و اطلاعات کمی در این خصوص در دسترس می‌باشد.

در مجموع بررسی نتایج این آزمایش نشان داد که لاین ۲۲۳، کیفیت بالاتری نسبت به سایر لاین‌ها دارد زیرا دارای آمیلوز متوسط (۲۲،۲۸٪)، دمای ژلاتینی شدن متوسط (نمره ۶۳/۴)، افزایش دانه خوب و عطر مناسب می‌باشد. این در حالی می‌باشد که عملکرد این لاین در مقایسه با سایر لاین‌های مورد بررسی در این آزمایش پایین‌تر بود بنابراین با بالاتر رفتن کیفیت عملکرد پایین می‌آید.

جدول ۱- مشخصات لاین‌های مورد آزمایش

| شماره لاین | مشخصات لاین |
|------------|----------------------|
| ۴۱۶ | نعمت ادمسیاه // نعمت |
| ۱۳۶ | نعمت اسالاری // نعمت |
| ۱۰۸ | نعمت اسالاری // نعمت |
| ۲۲۳ | نعمت ادمسیاه // نعمت |
| ۴۲۴ | نعمت اسالاری // نعمت |
| ۴۱۵ | نعمت اسنگ جو // نعمت |
| ۲۰۳ | نعمت ادمسیاه // نعمت |
| ۲۳۳ | نعمت اسنگ جو // نعمت |
| ۲۰۹ | نعمت اسنگ جو // نعمت |
| ۳۲۹ | نعمت اسالاری // نعمت |
| شاهد | طارم هاشمی |
| شاهد | کادوس |
| شاهد | هیبرید بهار ۱ |
| شاهد | نعمت |

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و صفات کیفی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

| منبع تغییرات | میانگین مربعات (MS) | | | ضریب تغییرات |
|---------------------|---------------------|----------|-----------------|--------------|
| | بلوک | تیمار | خطای آزمایش (%) | |
| درجه آزادی | ۳ | ۱۳ | ۳۹ | |
| دمای ژلاتینی شدن | ۰/۴۲** | ۴/۹۸** | ۰/۰۷ | ۴/۴۶ |
| قوام و ثبات ژل | ۷۶/۶۷** | ۳۷۹/۹۵** | ۷/۵۵ | ۷/۶۴ |
| میزان آمیلوز | ۱/۰۳ ^{ns} | ۱۲/۲۶** | ۱/۶۴ | ۵/۲۰ |
| طول دانه سفید | ۲/۱۹** | ۱/۴۳** | ۰/۱۴ | ۴/۷۶ |
| عرض دانه سفید | ۰/۰۰۲ ^{ns} | ۰/۰۳۶** | ۰/۰۰۴ | ۳/۳۴ |
| شکل دانه | ۰/۶۱** | ۰/۶۸** | ۰/۰۷ | ۶/۳۰ |
| طول دانه بعد از پخت | ۰/۶۶** | ۱/۸۹** | ۰/۱۵ | ۳/۱۹ |
| عرض دانه بعد از پخت | ۰/۰۰۶ ^{ns} | ۰/۰۶۴** | ۰/۰۰۵ | ۲/۳۸ |
| افزایش طول | ۰/۰۳** | ۰/۰۹** | ۰/۰۰۴ | ۴/۰۵ |
| عطر | ۰/۰/۰ | ۱/۱۴** | ۰/۰/۰ | ۰/۰/۰ |
| عملکرد شلتوک | ۰/۴۱* | ۴/۷۴** | ۰/۱۲ | ۶/۱۳ |

ns، * و ** به ترتیب به مفهوم غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و صفات کیفی مورد بررسی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

| ژنوتیپ | عملکرد شلتوک (تن در هکتار) | دمای ژلاتینی شدن (تن در هکتار) | قوام و ثبات ژل (میلیمتر) | میزان آمیلوز (درصد) | طول دانه سفید (میلیمتر) | عرض دانه سفید (میلیمتر) | شکل دانه | طول دانه پخته (میلیمتر) | عرض دانه پخته (میلیمتر) | افزایش طول عطر |
|--------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|----------------|
| 416 | ۶۱۳۴ abcd | ۶۱۶۸ abc | ۳۰/۲۵ cd | ۲۴/۱۰ bcd | ۸/۲۸ ab | ۱/۹۷ abc | ۴/۲۵ cde | ۱۲/۴۷ b | ۲/۸۷ cd | ۱/۴۷ cd |
| 136 | ۶۱۱۶ bcd | ۶۱۴۲ cd | ۳۱/۲۵ cd | ۲۵/۱۰ abcd | ۸/۵۴ a | ۱/۷۷ g | ۴/۱۸۴ a | ۱۱/۸۶ cde | ۲/۹۳ bc | ۱/۳۲ g |
| 108 | ۶۱۵۲ abc | ۶۱۵۲ bcd | ۳۴/۰۰ bc | ۲۵/۱۲ abcd | ۸/۲۵ ab | ۱/۷۹ g | ۴/۶۸ ab | ۱۱/۷۴ cde | ۲/۷۹ de | ۱/۳۸ efg |
| 223 | ۴۱۹۰ e | ۴۱۶۲ f | ۳۱/۲۵ cd | ۲۲/۲۸ ef | ۷/۱۴ de | ۱/۹۵ abcd | ۳/۶۶ gh | ۱۱/۴۸ e | ۲/۷۲ e | ۱/۵۹ b |
| 424 | ۶۱۶۲ ab | ۶۱۷۸ abc | ۳۰/۵۰ cd | ۲۶/۰۸ abc | ۷/۱۴ bc | ۱/۷۷ g | ۴/۴۴ bcd | ۱۱/۵۴ de | ۲/۷۲ e | ۱/۴۹ c |
| 415 | ۶۱۷۴ a | ۶۱۸۰ abc | ۲۹/۶۳ d | ۲۴/۴۹ abcd | ۸/۴۵ a | ۱/۸۸ def | ۴/۵۱ abcd | ۱۱/۶۸ cde | ۲/۹۸ b | ۱/۳۶ fg |
| 203 | ۶۱۲۵ abcd | ۶۱۹۰ ab | ۳۰/۱۰ d | ۲۵/۴۲ abcd | ۸/۵۴ a | ۱/۸۴ efg | ۴/۶۲ abc | ۱۲/۰۳ bcd | ۲/۹۸ b | ۱/۳۹ defg |
| 233 | ۵/۸۴ d | ۶/۱۵ d | ۲۹/۵۰ d | ۲۴/۲۹ cd | ۷/۶۰ de | ۲/۰۰ ab | ۳/۸۱ fgh | ۱۱/۵۷ de | ۲/۷۸ de | ۱/۵۰ c |
| 209 | ۶/۵۰ abc | ۶/۴۳ cd | ۳۰/۸۸ cd | ۲۶/۳۱ ab | ۸/۴۲ a | ۱/۸۵ efg | ۴/۵۷ abcd | ۱۲/۱۳ bc | ۲/۹۴ bc | ۱/۴۳ cdef |
| 329 | ۶/۱۶ bcd | ۶/۷۰ abc | ۳۵/۵۰ b | ۲۵/۸۴ abc | ۸/۵۰ a | ۲/۰۳ a | ۴/۱۹ def | ۱۲/۴۵ b | ۳/۱۴ a | ۱/۴۶ cde |
| هاشمی | ۲/۹۳ f | ۴/۳۰ g | ۵۲/۰۰ a | ۲۱/۰۰ f | ۷/۲۰ de | ۱/۹۰ cde | ۳/۹۰ efg | ۱۳/۱۰ a | ۲/۸۶ cd | ۱/۸۰ a |
| کادوس | ۵/۱۲ e | ۳/۵۰ h | ۵۵/۰۰ a | ۲۴/۰۰ de | ۸/۰۶ abc | ۱/۷۶ g | ۴/۵۸ abc | ۱۲/۳۲ b | ۳/۰۰ b | ۱/۵۰ c |
| بهار ۱ | ۶/۰۴ cd | ۵/۶۰ e | ۵۴/۰۰ a | ۲۲/۱۰ f | ۷/۰۰ e | ۲/۰۰ ab | ۳/۵۰ h | ۱۰/۶۰ f | ۲/۷۰ e | ۱/۵۰ c |
| نعمت | ۶/۰۳ cd | ۷/۰۰ a | ۳۰/۰۰ d | ۲۶/۸۸ a | ۷/۲۱ de | ۱/۹۳ bcde | ۴/۳۰ bcd | ۱۳/۲۰ a | ۲/۹۳ bc | ۱/۸۲ a |
| LSD | ۰/۵ | ۰/۴ | ۳/۹ | ۱/۸ | ۰/۵ | ۰/۱ | ۰/۴ | ۰/۵ | ۰/۱ | ۰/۱ |

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد در آزمون LSD می‌باشند.

14. Cagampang, G. B., Prez, C. M. and Juliano, B. O. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. Journal of the Science of Food and Agriculture. 24:1589-1594 .
15. Dela Cruz, N. and G. S. Khush. 2000. Rice grain quality evaluation procedures. 15-29. In: Singh. R. K; U. S. Singh and G. S. Khush (eds). Aromatic Rices. Science Publishers Inc., Enfield, NH, USA, Printed in India. 289pp.
16. Dipti, S. S., Bari, M. N. and Kabir, K. A. 2003. Grain quality characteristics of some Beruin rice varieties of Bangladesh. Pakistan Journal of Nutrition. 4(2): 242-245.
17. IRRI. 2002. Standard Evaluation System for Rice. P: 86.
18. Juliano, B.O. and Villareal, C.P. 1993. Grain quality evaluation of world rices. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. 99 pp.
19. Kaw, R. N. and Dela Cruz, N. M. 1990. Analysis of amylose content, gelatinization temperature and gel consistency in rice. Journal of Genetics and Breeding. 44: 103-112.
20. Khush, C. S., Pauleand, C. M., Dela Cruz, N. M. 1979. Rice grain quality evaluation and improvement at IRRI. In proc. Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain quality, Los Banos, Philippines, International Rice Research Institute (IRRI): 21-31pp.
21. Nematzadeh, Gh. 1995. Mapping gene(s) for grain quality in rice (*Oryza sativa L.*) using RAPD and RFLP marker. Thesis Ph.D. University of Philippines. Los Banos. Philippines. 99pp.
22. Sarawgi, A. K., Rastogi, N. K. and Soni, D. K.. 1997. Correlation and path analysis in rice accessions from madhya pradesh. Field Crops Research. 52(1-2): 161-167.
23. Shi, W. W., Yang, Y., Chen, S. H. and Xu, M. L. 2008. Discovery of a new fragrance allele and the development of functional markers for the breeding of fragrant rice varieties. Molecular Breeding 22: 185-192.
24. Tomar, J. B. 1987. Genetics analysis of amylose content in rice. Agriculture Journal. 1: 242-245.