مطالعه صفات کمی و کیفیت پخت تعدادی از ارقام برنج هیبرید در استان مازندران

مجید ستاری *

عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور(معاونت مازندران)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران

*پست الکترونیک نویسنده مسئول: majidsattari@yahoo.com

چکیده

استفاده از فناوری برنج هیبرید یکی از راهکارهای مهم افزایش عملکرد در واحد سطح می باشد که بر اساس گزارشات متعدد، ارقام هیبرید موجب افزایش ۲۵-۲۰ درصدی عملکرد نسبت به ارقام اصلاح شده پرمحصول می گردد. این تحقیق با هدف ارزیابی ویژگی‌های زراعی، عملکرد و کیفیت پخت دو رقم تجاری برنج هیبرید (zy-6 و zy-7) دریافتی از کشور چین و مقایسه آنها با رقم هیبرید دیلم و لاین هیبرید امید بخش HR1 به همراه دو رقم اصلاح شده پر محصول شیرودی وکشوری به عنوان ارقام شاهد در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقه آمل اجرا گردید. خصوصیات زراعی مورد ارزیابی شامل عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور در کپه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، طول خوشه و وزن هزار دانه وعوامل مؤثر برکیفیت پخت دانه شامل میزان آمیلوز (درصد)، قوام ژل، دمای ژلاتینی شدن و راندمان تبدیل بودند. نتایج نشان داد که اثر ژنوتیپ از لحاظ آماری برای اغلب صفات مورد مطالعه معنی‌دار شدند. براساس مقایسه میانگین‌ها، لاین هیبرید امید بخشHR1 با عملکرد ۸۸۴۹ کیلوگرم در هکتار و رقم شیرودی با عملکرد۸۴۵۱کیلوگرم در هکتار بالاترین متوسط عملکرد دانه را نسبت به سایر ژنوتیپ ها نشان داده و با دارا بودن ارتفاع بوته مناسب بین ۱۱۷ تا ۱۱۸سانتی‌متر، میزان بالای تعداد دانه پردرخوشه (۸۰-۸۲ درصد) و همچنین فاکتورهای-کیفیت پخت مطلوب از جمله آمیلوز متوسط (۲۱ درصد)، در محدوده مطلوب همانند ژنوتیپ های کیفی بومی ایران قرار دارند. در عین حال رقم شیرودی با توجه به سطح قابل ملاحظه زیر کشت و رقم پر محصول کیفی سازگار با شرایط محیطی منطقه می تواند همچنان به عنوان رقم با پتانسیل مطلوب در کنار هیبرید امید بخش ایرانی (HR1) جهت کشت و کار در شرایط مشابه موردتوجه قرار گیرد. در این ارزیابی دو رقم تجاری برنج هیبرید خارجی (zy-6 و zy-7) بدلیل عدم سازگاری با شرایط منطقه، وضعیت مطلوبی را نسبت به سایر ارقام نشان ندادند.

کلید واژه ها: برنج هیبرید، خصوصیات زراعی ، عملکرد دانه، کیفیت پخت

مقدمه

برنج بعد از گندم دومین محصول مهم غذایی در ایران است که قسمت عمده ای از غذای روزانه مردم، بخصوص در استان‌های شمالی‌کشور را تشکیل می‌دهد. در این راستا، رشد روزافزون جمعیت و افزایش میزان مصرف برنج باعث عدم توازن در میزان تولید

و مصرف داخلی گردیده و در سال های اخیر این امر زمینه واردات مقادیر قابل توجهی برنج خارجی به کشور جهت جبران کمبود برنج را فراهم نموده است. از سوی دیگر محدودیت منابع آب و کاهش زمین‌های مستعد کشت برنج، کمبود نیروی کار و افزایش هزینه نهاده های تولید بیانگر آن است که یکی از اساسی ترین راه دستیابی به تولید برنج بیشتر، ارزان تر، افزایش عملکرد در واحد سطح میباشد که این امر از طریق تولید و استفاده از واریته های جدید پرمحصول به همراه اعمال روش های مناسب به‌زراعی امکانپذیر میباشد. از اینرو به‌منظور اصلاح و توسعه ارقام پرمحصول، محققان روش های متعددی را جهت افزایش عملکرد این محصول در پیش گرفتند. در بین روش های متداول اصلاح نژاد در برنج، استفاده از فناوری برنج هیبرید با بهره گیری از پدیده شناخته شده هتروزیس، یکی از مهمترین روش های کاربردی جهت افزایش پتانسیل تولید برنج در واحد سطح می باشد. برنج هیبرید در واقع بذر نسل اول (F_1) حاصل از تلاقی دو والد با زمینه ژنتیکی متفاوت است که به عنوان یک رقم تجارتی در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرد. از مزیت‌های اصلی برنج هیبرید افزایش عملکرد حدود ۲۰ الی ۲۵ درصد نسبت به ارقام اصلاح‌شده پرمحصول خالص به واسطه وجود پدیده هتروزیس در آن می‌باشد. ضمن‌آنکه ارقام برنج هیبرید در مقایسه با ارقام رایج، واکنش بهتری به شرایط نامناسب خاک ها از لحاظ حاصل‌خیزی نشان می‌دهند (بسرا، ۲۰۰۰ ؛ ویرمانی ، ۲۰۰۳؛ سینگ وکومار، ۲۰۰۴). نتایج مطالعاتی که جهت ارزیابی تعدادی از لاین‌های برنج هیبرید در آزمایش مقدماتی مقایسه عملکرد با تعداد شش ژنوتیپ هیبرید بهمراه هفت لاین والدینی و رقم خزر به عنوان شاهد، اجرا شد، نشان داد که لاین هیبرید حاصل از تلاقی (IR58025A/IR42686R) با عملکرد ۷۳۴۵ کیلوگرم در هکتار و هتروزیس استاندارد ۵۶ درصد نسبت به سایر ژنوتیپ ها برتری قابل توجهی داشت (درستی، ۱۳۸۱). همچنین در آزمایش دیگری هیبرید امید بخش (IR58025A/IR42686R) با عملکرد ۸/۵-۷ تن در هکتار و سازگاری مناسب در مناطق مختلف مورد توجه قرارگرفت و هتروزیس این هیبرید از ۲۴/۵ تا ۴۶ درصد برآورد گردید. با توجه به مطلوب بودن عوامل کیفی هیبرید مذکور در سال ۱۳۸۹ به عنوان رقم هیبرید دیلم به جامعه کشاورزان معرفی گردید (درستی، ۱۳۸۹). ضعف شکم سفیدی، پوکی، درصد خرد بالای دانه ونیز دیر رس بودن ارقام برنج هیبرید بزرگترین عیب آنها محسوب می شودکه توسعه و ترویج این نوع ارقام را به چالش می کشد. از اینرو ضرورت اصلاح لاین های جدید هیبرید و بهبود نقاط ضعف آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و مورد توجه اصلاح گران می باشد. مطالعه حاضر به منظور بررسی و مقایسه سه گروه از ارقام برنج شامل ارقام تجاری برنج هیبرید وارد شده از چین، ارقام هیبرید اصلاح شده داخلی و ارقام پرمحصول شیرودی وکشوری، با هدف مطالعه پتانسیل تولید ارقام هیبرید در شرایط زراعت برنج استان مازندران و ارزیابی خصوصیات زراعی، عملکرد و صفات مرتبط با کیفیت پخت در مقایسه با ارقام اصلاح شده اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در این تحقیق شامل دو رقم تجاری برنج هیبرید (zy-6 و zy-7) تولید شده در کشور چین که توسط شرکت کاسپین بذر وارد کشور گردید به همراه رقم برنج هیبرید دیلم و لاین هیبرید امید بخش HR1 و دو رقم پر محصول و کیفی شیرودی و کشوری به عنوان ارقام شاهد در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقه آمل اجرا گردید. برای

اجرای این آزمایش، بذور در شرایط آب و خاک معمولی و بصورت خزانه جوی و پشته بذرپاشی شدند و بعد از انتخاب وآماده سازی زمین، گیاهچه‌ها در مرحله ۳-۴ برگی در کرت‌هایی به ابعاد ۶ مترمربع به فاصله بوته ۲۵×۲۵ سانتی‌متر و به صورت ۳-۲ گیاهچه در کپه نشاء شدند. عملیات زراعی از قبیل مبارزه با علف های هرز بوسیله سموم شیمیایی و وجین دستی و کود دهی نیز در طول دوره رشد انجام پذیرفت. همچنین کنترل آفات و بیماری های برنج براساس توصیه های فنی انجام شد. در طول فصل رشد و در هنگام رسیدن خصوصیات زراعی شامل عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار)، که شامل وزن دانه‌های برداشت شده از هر کرت در رطوبت ۱۴ درصد، ارتفاع بوته، تعداد پنجه در بوته (زمان برداشت)، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی: تعداد روز از کاشت بذر در خزانه تا گلدهی ۵۰ درصد بوته ها (روز) و همچنین وزن هزار دانه، طول خوشه و درصد دانه پر در خوشه، تعیین گردید. خصوصیات موثر بر کیفیت پخت دانه شامل میزان آمیلوز (درصد)، درجه حرارت ژلاتینی شدن و غلظت ژل انجام شد. این خصوصیات بر اساس اندازه گیری میزان آمیلوز (AC) به روش جولیانو(۱۹۷۱) انجام شد و در سه گروه شامل درصد آمیلوز پایین (۱۰-۱۹ درصد)، متوسط (۲۵-۲۰ درصد) و بالا (بالاتر از ۲۵ درصد) دسته‌بندی گردید. اندازه‌گیری درجه حرارت ژلاتینی شدن (GT) به روش لیتل و همکاران (۱۹۵۸) و براساس مقیاس ۱ تا ۷ درجه‌بندی گردید. اندازه گیری غلظت ژل (GC) نیز بر اساس روش کاگامپانگ و همکاران (۱۹۷۳) صورت گرفت و در معیارهای سخت (۴۰- ۲۶ میلی‌متر)، متوسط (۶۰ –۴۱ میلی‌متر) و نرم (۱۰۰- ۶۱ میلی‌متر) گروه‌بندی شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها براساس مدل طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌های صفات در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس روش حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال یک و پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده نشان داد که بین ژنوتیپ های مورد ارزیابی برای تمام صفات مورد مطالعه اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد وجود داشت (جدول ۱). معنی دار شدن صفات مختلف می توانند ناشی از تفاوت در زمینه ژنتیکی ژنوتیپ ها از منابع مختلف وهمچنین واکنش های متفاوت و عدم سازگاری به شرایط محیطی در منطقه باشد. با توجه به مقایسه میانگین ها ژنوتیپ ها از نظر ارزیابی صفات زراعی درگروه های مختلف قرار گرفتند، به‌طوری که مشخص شد از لحاظ عملکرد دانه، میزان میانگین کل عملکرد ۷۵۰۴/۹ کیلو گرم در هکتار بود. ژنوتیپ شماره ۴ (هیبرید HR1) با عملکرد ۸۸۴۹ و رقم شیرودی با عملکرد ۸۴۵۱ کیلو گرم در هکتار، به ترتیب بالاترین میزان عملکرد ودر یک گروه قرار داشته و ژنوتیپ های شماره ۲ و ۱ بترتیب با ۶۰۰۱ و ۵۶۲۱ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد را داشته اند. میانگین کل ارتفاع بوته برابر ۱۱۲/۹ سانتی‌متر که رقم کشوری با میانگین ۱۲۴سانتی متر قد بلندترین و ژنوتیپ شماره ۲ با ۱۰۹ سانتی متر ارتفاع کوتاه قد ترین و ارتفاع سایر ژنوتیپ ها شامل ۱،۳،۴ ورقم شیرودی با دامنه ۱۱۴ تا ۱۱۸سانتی متر در شرایط مزرعه مذکور بوده اند. در عین حال، میانگین کل تعداد پنجه در بوته برابر ۱۶/۱۵ و تغییرات آن در دامنه ۱۴/۷ تا ۱۸/۵ بود که از نظر تعداد پنجه، رقم شیرودی و ژنوتیپ شماره ۳ دارای بیشترین تعداد پنجه در بوته و در یک کلاس قرار گرفتند. همچنین از نظر دوره رشد، ژنوتیپ های شماره ۱و۲ به ترتیب با ۱۱۳ و ۱۰۸/۷ روز، بیشترین دوره رشدی را از بذر پاشی تا مرحله ۵۰ درصدگلدهی را داشتند و ارقام کشوری و شیرودی به ترتیب با ۹۳/۷ و۹۷/۳ روز کوتاه ترین دوره رشد و زودرس تر از

بقیه ژنوتیپ‌ها بوده و در گروه با گلدهی زودتر قرار داشتند و ژنوتیپ های شماره ۳ و ۴ با حدود ۱۰۱ روز در کلاس بعدی قرار گرفتند. دراین ارزیابی ژنوتیپ شماره ۴ دارای بیشترین وزن هزار دانه (۴/ ۳۰ گرم) و ژنوتیپ شماره ۳ و رقم کشوری با حدود ۲۱ گرم وزن هزار دانه کمترین را نشان دادند. همچنین ارقام شیرودی و کشوری با حدود ۸۳ درصد دانه پر در خوشه، بیشترین سطح باروری و پر بودن دانه را نشان دادند و در یک کلاس قرار گرفتند سایر ژنوتیپ ها در دامنه ۷۶ تا ۸۰ درصد دانه پر در خوشه قرار داشتند. از طرف دیگر رقم شیرودی و ژنوتیپ شماره ۳ با طول خوشه حدود ۲۹ سانتی متر بلند ترین طول خوشه ودر یک کلاس قرار گرفتند (جدول ۲). نتایج حاصل از مشاهدات عوامل موثر درکیفیت پخت دانه نشان داد که میزان آمیلوز این دسته از ژنوتیپ‌های آزمایشی در دامنه بین ۵/ ۱۸ تا ۲۱/۹ درصد متغیر بود. ژنوتیپ شماره ۳ و ۱ پایین‌تراز حد مطلوب آمیلوز (۲۰-۲۵ درصد) را داشتند و ارقام شیرودی، کشوری و ژنوتیپ های ۲ و ۴ با متوسط ۲۱ درصد در دامنه حد مطلوب میزان آمیلوز قرار گرفتند. در عین حال غلظت ژل هیبرید امید بخش HR1 و رقم کشوری، به ترتیب با ۵۴ و ۵۱ میلی متر در بین دامنه حد مطلوب ۶۰-۴۱ میلی متر و سایر ژنوتیپ ها بالاتر از دامنه حد مطلوب برای غلظت ژل قرار داشتند. نسبت طویل شدن و قد کشیدن دانه بعد از پخت نیز از ۱/۶۷ تا ۱/۸۴ در بین ژنوتیپ‌ها متغیر بود که بیشترین نسبت مربوط به ژنوتیپ ۴ (HR1) با ۱/۸۴ و کمترین نسبت مربوط به ژنوتیپ ۲ بود. درصد راندمان تبدیل برای همه ژنوتیپ‌ها بالای ۷۰ درصد با بیشترین میزان ۷۵/۶ و ۷۵ درصد به ترتیب برای دو ژنوتیپ ۴ و ۳ یعنی هیبریدهای ایرانی،HR1 و دیلم بود(جدول ۳).

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس صفات زراعی و عملکرد هیبریدها و ارقام برنج در آمل

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		عملکرد	ارتفاع بوته	تعداد پنجه در کپه	روز تا ۵۰ ٪ گلدهی	وزن هزار دانه	٪ دانه پر در خوشه	طول خوشه
تکرار	۲	۹۰۹۰۵۹/۴	۴/۸	۰/۶۹	۱۲/۷۲	۱/۷۷	۹/۶	۱/۵۰
تیمار	۵	۸۷۶۰۶۳۵/۸**	۷۵/۱**	۸/۴۵**	۱۵۸/۲**	۳۹/۷ **	۲۱/۷۱**	۲۳/۰۱**
خطا	۱۰	۷۸۳۳۱۲/۶	۵/۳۹	۰/۸۳	۷/۹۹	۱/۴۱	۵/۰۹	۲/۲۹
میانگین		۷۵۰۴/۹	۱۱۲/۹	۱۶/۱۵	۱۰۲/۵۶	۲۵/۷	۸۰/۹	۲۷/۱
ضریب تغییرات		۱۱/۸	۱/۹۸	۵/۶۳	۲/۷۵	۴/۶۴	۲/۸۲	۵/۵۸

**: معنی‌دار ی اثرات در سطح احتمال یک درصد.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات زراعی و عملکرد ژنوتیپ های برنج مورد مطالعه در آمل

ژنوتیپ	عملکرد دانه (kg/h)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد پنجه در کپه	روز تا ۵۰٪ گلدهی	وزن هزار دانه (گرم)	٪ دانه پر در خوشه	طول خوشه (cm)
۱*	۵۶۲۱ c	۱۱۸/۷ b	۱۴/۷ b	۱۰۸/۷ a	۲۴/۸ b	۷۹/۳ ab	۲۷/۲ ab
۲	۶۰۰۱ c	۱۰۹/۲ d	۱۴/۷۳ b	۱۱۳/۳ a	۲۸/۹ a	۷۶ b	۲۲/۰۷ c
۳	۷۸۲۲ b	۱۱۴/۲ c	۱۸/۵ a	۱۰۱ b	۲۱/۴ c	۷۸/۳ b	۲۹/۲ a
۴	۸۸۴۹ a	۱۱۷/۴ bc	۱۵/۴ b	۱۰۱/ ۳ b	۳۰/۴ a	۸۰ab	۲۶/۳ b
شیرودی	۸۴۵۱ a	۱۱۸/۳۴ b	۱۷/۹ a	۹۷/۳ bc	۲۶/۳ b	۸۲/۷ a	۲۹/۵ a
کشوری	۷۰۸۵ bc	۱۲۴/۲ a	۱۵/۴ b	۹۳/۷ c	۲۱/۸ c	۸۳ a	۲۸/۷ ab
LSD**	۱۶۱۰	۴/۲۲	۱/۶۵	۵/۱۴	۲/۱۶	۴/۱	۲/۷۵

* ۱: zy-6 ؛ ۲: zy-7 ؛ ۳: دیلم؛ ۴: HR1 -- **LSD: حداقل تفاوت معنی‌دار در ۵ درصد می‌باشد. میانگین‌های با حروف مشابه، تفاوت معنی داری با هم ندارند.

جدول ۳- میانگین خصوصیات کیفی ژنوتیپ‌های برنج

	کیفیت پخت و راندمان تبدیل دانه						
ژنوتیپ	آمیلوز (٪)	غلظت ژل (mm)	دمای ژلاتینی شدن	طول دانه قبل از پخت (mm)	طول دانه بعد از پخت (mm)	نسبت طویل شدن	راندمان تبدیل (٪)
۱*	۱۹/۱	۶۷/۵	۴/۲	۶/۷۲	۱۱/۴۲	۱/۷۰	۷۱
۲	۲۱/۲	۸۰	۴/۷	۶/۵	۱۰/۸۶	۱/۶۷	۷۰/۶
۳	۱۸/۵	۸۱	۴/۷	۶/۶۵	۱۲/۱	۱/۸۲	۷۵
۴	**۲۱/۶**	**۵۴**	**۶/۹**	**۷/۶۷**	**۱۴/۱۱**	**۱/۸۴**	**۷۵/۶**
شیرودی	۲۱/۹	۷۵	۳/۵	۷/۴۵	۱۳/۴	۱/۷۹	۷۲/۵
کشوری	۲۱/۲	۵۱	۴	۷/۴۱	۱۲/۸۹	۱/۷۴	۷۳

* ۱: zy-6 ؛ ۲: zy-7 ؛ ۳: دیلم؛ ۴: HR1 – (حدود مطلوب: آمیلوز ۲۵-۲۰٪؛ غلظت ژل ۶۰-۴۱ mm؛ دمای ژلاتینه شدن ۵-۴).

جمع‌بندی و پیشنهادات

مطالعه و تعیین وضعیت ژنوتیپ‌های اصلاحی با زمینه ژنتیکی متنوع و طیف وسیع سازگاری آنها به محیط های مختلف زراعی یکی از مراحل فرآیند معرفی رقم در برنامه های اصلاحی برنج می باشد. این آزمایش با هدف ارزیابی خصوصیات زراعی، عملکرد دانه و عوامل مهم کیفیت شش ژنوتیپ متفاوت از لحاظ منشاء و زمینه ژنتیکی شامل دو رقم هیبرید تجاری از چین، دو رقم هیبرید اصلاح شده در ایران و همچنین دو رقم خالص پرمحصول وکیفی ایرانی، به منظور مقایسه بین ارقام هیبرید و ارقام خالص اصلاحی انجام شد. با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه و با در نظر گرفتن همه خصوصیات مهم زراعی ارزیابی شده و مقایسه میانگین آنها، ژنوتیپ ۴ (هیبرید HR1) با عملکرد ۸۸۴۹ کیلوگرم در هکتار و رقم شیرودی با عملکرد۸۴۵۱کیلوگرم در هکتار بالاترین متوسط عملکرد دانه را نسبت به سایر ژنوتیپ ها در منطقه آمل نشان دادند. همچنین این دو ژنوتیپ از لحاظ سایر صفات مانند ارتفاع (۱۱۸-۱۱۷سانتی‌متر) دارای قد متوسط با قابلیت مناسب برداشت مکانیزه و تحمل به ورس ودرصد بالای تعداد دانه پر (۸۰-۸۲ درصد) درخوشه وخصوصیات کیفیت دانه این دو ژنوتیپ هم در محدوده مطلوب همانند ژنوتیپ های کیفی بومی ایران قرار دارند. همچنین با توجه به وضعیت ظاهری هیبرید امید بخش ایرانی (HR1)، قابلیت پذیرش عمومی بهتری در مقایسه با سایر ژنوتیپ ها خصوصا هیبریدهای تجاری وارد شده از کشور چین برخوردار بود.از اینرو پیشنهاد می‌گردد که رقم شیرودی نیز به عنوان رقم پر محصول کیفی سازگار با شرایط محیطی منطقه و با سطح زیرکشت قابل ملاحظه و بازار پسندی خوب، می تواند همچنان به عنوان رقم با پتانسیل مطلوب در کنار هیبرید امید بخش ایرانی (HR1) جهت کشت وکار در شرایط مشابه با محل ارزیابی موردتوجه قرار گیرد.

منابع

در ستی، ح. (۱۳۸۱). برر سی تولید و مقایسه عملکرد مقدماتی بذور هیبرید در ا ستان گیلان. گزارش نهایی انتشارات مو سسه تحقیقات برنج کشور.۱۳ صفحه.

درستی، ح. (۱۳۸۹). معرفی اولین رقم برنج هیبرید با کیفیت مطلوب (رقم دیلم) . گزارش انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور.۲۷ صفحه.

Basra, A.S. (2000). Heterosis and Hybrid seed production in agronomic crops. Food products press.

Cagampang, G.B; C.M. Perez, and B.O.Juliano. (1973). A gel consistency test for eating quality of rice. J.Sci.
Food Agr. 24, 1589-1594.

Juliano, B.O.(1971). A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Sci. Today 16, 334-338.

Little, R.R; G.B.Hilder, and E.H.Dawson. (1958). Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal Chem. 35, 111-126.

Singh, N.K & Kumar A.(2004).Combining ability analysis to identify suitable parents for heterotic rice hybrid breeding. IRRN.29(1).

Virmani, S.S. (2003), Advances in hybrid rice research and development in the tropics. In: Virmani, SS. Mao CX, Hardy, B editors. (2003). Hybrid rice for food security, poverty alleviation and environmental protection. Proceedings of the 4th International Symposium on Hybrid rice, Hanoi, Vietnam, 14-17 May 2002. Los Banos (Philippines): International Rice Research Institute. p 7-20.