

گروه‌بندی هتروتیک لاین‌های ذرت بر اساس ترکیب‌پذیری خصوصی با لاین‌های تستر Heterotic Grouping of Maize Inbred Lines Based on Specific Combining Ability with Tester Lines

رجب چوکان

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۱۳۸۴/۱۰/۱۱

چکیده

چوکان، ر. ۱۳۸۵. گروه‌بندی هتروتیک لاین‌های ذرت بر اساس ترکیب‌پذیری خصوصی با لاین‌های تستر. نهال و بذر ۲۲: ۴۰۹-۳۹۹.

تلاقی‌های ۴۰ لاین خالص ذرت با پنج لاین تستر K1264/1، K74/1، KL17/2-5، B73 و MO17 و تلاقی‌های بین لاین‌های تستر، در سال ۱۳۸۳ در دو منطقه کرج و گرگان مورد بررسی قرار گرفتند. براساس تجزیه لاین در تستر، ترکیب‌پذیری خصوصی هر یک از لاین‌ها برآورد شد. بالاترین عملکرد از تلاقی لاین استخراجی از رقم مصنوعی دیررس K3615/2 با تستر MO17 و لاین KLM7610/1-13 استخراجی از ژرم‌پلاسم سیمیت با تستر B73 به ترتیب با ۱۱/۲۰۰ و ۱۱/۰۸۰ تن در هکتار به دست آمد. لاین‌های استخراجی از منبع ژرم‌پلاسم سیمیت در مرحله اول با تستر MO17 و در مرحله بعد با تستر B73 و لاین‌های استخراجی از رقم مصنوعی دیررس با هر دو تستر MO17 و B73 ترکیب‌پذیری خوبی را نشان دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که علاوه بر دو گروه هتروتیک موجود یعنی لنکستر شور کراپ و ردیلودنت در ژرم‌پلاسم ذرت ایران، می‌توان دو گروه هتروتیک دیگر را نیز معرفی کرد. از الگوهای هتروتیکی امید بخش می‌توان الگوی لنکستر شور کراپ در ژرم‌پلاسم سیمیت و ردیلو دنت در رقم مصنوعی دیررس را براساس این تحقیق معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، گروه هتروتیک، هتروزیس، ترکیب‌پذیری خصوصی.

مقدمه

لاین‌های خالص هموزیگوت تولید کرد. این لاین‌ها یکنواخت ولی ضعیف بودند. وقتی این لاین‌ها در ترکیبات خاص تلاقی داده شدند قدرت آن‌ها بازیابی شده و عملکرد تلاقی‌های لاین‌های خاص (یا سینگل کراس‌ها) معمولاً از رقم اولیه بیشتر بود. این سینگل کراس‌ها

شول (Shull, 1908 and 1909) و ایست (East, 1908) برای اولین بار نشان دادند که یک رقم آزاد گرده‌افشان دارای دامنه وسیعی از ژنوتیپ‌های ناهمگن است که از آن‌ها می‌توان با خودگشنی کنترل شده برای پنج تا هفت نسل

این مقاله بر اساس نتایج به دست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی شماره ۸۳۰۱۲-۸۱۰۱-۱۲-۱۰۰ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شده است.

این امر از طریق تولید لاین‌های خالص از جمعیت‌های در حال تفرق به وسیله خودگشنی، گزینش ظاهری بین و درون نتاج بلال به ردیف و نهایتاً ارزیابی آن‌ها در ترکیبات هیبرید به دست می‌آید. با این وجود، شناسائی و تلاقی والدین مناسب برای نیل به حداکثر هتروزیس، چالش اصلی برنامه‌های تولید ارقام هیبرید ذرت می‌باشد. جهت نیل به این هدف، تعیین گروه‌های هتروتیک و به دنبال آن، شناسائی الگو(های) هتروتیک مناسب در هر کشور اجتناب ناپذیر است (Hallauer and Miranda, 1988). یک گروه هتروتیک نشان‌دهنده گروهی از ژنوتیپ‌ها است که ترکیب‌پذیری و واکنش مشابهی را در تلاقی با ژنوتیپ‌های متمایز از نظر ژنتیکی نشان می‌دهند. الگوی هتروتیک نیز به یک جفت خاص یعنی دو گروه هتروتیک که هتروزیس بالایی را در تلاقی با یکدیگر نشان می‌دهند اطلاق می‌شود. به‌نژاد گران ذرت در هنگام تولید ارقام هیبرید حداقل از دو خزانه ژنی استفاده می‌کنند و لاین‌های استخراج شده از این دو خزانه به عنوان والدین در تلاقی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. به این ترتیب هر خزانه به عنوان یک گروه هتروتیک و مجموعه این دو خزانه به عنوان الگوی هتروتیک تلقی می‌گردد (Lee, 1998). انتساب لاین‌های ذرت به گروه‌های هتروتیک باعث اجتناب از تولید و ارزیابی تعداد زیادی از تلاقی‌هایی می‌گردد که نهایتاً حذف خواهند شد و بدین ترتیب باعث

یکنواخت بوده و مفیدتر به نظر می‌رسیدند ولی به دلیل ضعیف بودن لاین‌ها استفاده از آن‌ها در ترکیبات سینگل کراس عملی نبود تا این که جونز (Jones, 1918) تلاقی دو سینگل کراس را برای تولید هیبریدهای دابل کراس و کشت آن توسط کشاورزان را پیشنهاد کرد. تا ۱۹۵۰ تقریباً اکثر ارقام آزادگرده‌افشان با هیبریدهای دابل کراس‌ها جایگزین شدند و تولید هیبریدهای دابل کراس‌ها تنها روش عملی تولید هیبریدهای ذرت بود. در اواخر ۱۹۵۰ و اوایل ۱۹۶۰، تعداد محدودی هیبرید سینگل کراس تولید و کشت شدند. با بهبود مدیریت مزرعه (علفکش‌ها، حشره‌کش‌ها و کودهای شیمیائی) و نیز اصلاح لاین‌های اینبرد از جنبه‌های مختلف در مقایسه با لاین‌های اولیه، زمینه اقتصادی شدن هیبریدهای سینگل کراس فراهم شد.

(Hallauer and Miranda, 1988) همچنین کوکرها (Cockerham, 1961) نشان دادند که از دیدگاه تئوری تنوع ژنتیکی مورد انتظار و پیشرفت ژنتیکی بین سینگل کراس‌های درون یک جمعیت باید حداقل دو برابر بین دابل کراس‌ها باشد. با توجه به تجارب به دست آمده در مزرعه و جنبه‌های مختلف تئوریک، تغییر از تولید و کشت دابل کراس‌ها به سینگل کراس‌ها در امریکا تقریباً از صفر در ۱۹۶۰ به حدود ۸۵٪ رسید (Hallauer and Miranda, 1988).

در واقع هدف از تولید هیبرید استفاده از پدیده هتروزیس است (Hallauer, 1990) و

لاین در تستر، از دیگر روش‌های متداول در انتساب لاین‌ها به گروه‌های هتروتیک است. تسترهای مورد استفاده معمولاً والدین هیبریدهای پرمحصول رایج هستند. مثال‌های بارز این روش، لاین‌های MO17 و B73 از ژرم‌پلاسما ذرت آمریکا است که به عنوان تستر جهت گروه‌بندی لاین‌ها در بیشتر کشورهای معتدل جهان استفاده می‌شوند (Hallauer *et al.*, 1988). انتساب ۹۲ لاین خالص ذرت سیمیت به گروه‌های هتروتیک حاره‌ای با استفاده از دو تستر ذرت دندان‌اسبی و دو تستر ذرت سخت (Vasal *et al.*, 1992a) از دیگر نمونه‌های موفق کاربرد این روش می‌باشند. منکی‌ر و همکاران (Menkir *et al.*, 2003) تعداد ۳۴ لاین ذرت موجود در مؤسسه بین‌المللی کشاورزی حاره‌ای را با دو تستر نماینده الگوی هتروتیک مناطق معتدله و حاره‌ای تلاقی داده و حدود ۶۰٪ لاین‌ها را به دو گروه هتروتیک منتسب کردند ولی ۴۰٪ از لاین‌ها در هیچ یک از دو گروه هتروتیک قرار نگرفتند. سینگاس و همکاران (Seengas *et al.*, 2003) نیز ارقام ذرت سخت را در تلاقی با چهار لاین تستر نماینده گروه‌های مختلف هتروتیک ریدیلودنت، لنکسترشور کراپ و ذرت سخت اروپائی مورد ارزیابی قرار دادند. در این مطالعه، در مقایسه با تسترهای ذرت سخت، ارقام ذرت سخت در تلاقی با تسترهای دندان‌اسبی عملکرد بیشتری را تولید کردند.

بهره‌برداری مؤثر از هتروزیس و ذخائر توارثی در برنامه‌های اصلاح ذرت هیبرید می‌گردد (Terron *et al.*, 1997).

برتری تلاقی‌های بین‌گروهی نسبت به درون‌گروهی در اصطلاح تظاهر هتروزیس در منابع مختلف بیان شده است. به عنوان مثال، در هیبریدهای بین‌گروهی در مقایسه با درون‌گروهی، افزایش عملکردی معادل ۲۱٪ (Dudley *et al.*, 1991) و ۱۶٪ (Dhillon *et al.*, 1993) گزارش گردیده است. نتایج این قبیل آزمایش‌ها برتری دو رنگ‌گیری بین‌گروهی را نسبت به درون‌گروهی و ضرورت تعیین گروه‌های هتروتیک را در برنامه اصلاح ذرت دو رنگ به وضوح نشان می‌دهد. در ابتدا، گروه‌های هتروتیک بر اساس داده‌های شجره‌ای و یا اطلاعات جغرافیائی تعیین شده‌اند (Hallauer and Miranda, 1988). گروه بندی اولیه ژرم‌پلاسما ذرت آمریکا به دو گروه ریدیلودنت و لنکسترشور کراپ از مثال‌های موفق این روش می‌باشد (Hallauer and Miranda, 1988). این اطلاعات فقط در مورد ارقام جدید با سابقه مشخص در دسترس است که معمولاً ناقص یا دارای اشتباه می‌باشند. تلاقی‌های دی‌آلل یک روش مؤثر در انتساب لاین‌ها به گروه‌های هتروتیک است (Gonzalez *et al.*, 1997؛ Terron *et al.*, 1997؛ Han *et al.*, 1991). ولی با این روش می‌توان فقط تعداد محدودی از لاین‌ها را ارزیابی کرد. استفاده از تلاقی‌های

اوره در زمان کاشت و نیمی دیگر از اوره در مرحله هفت برگی به صورت سرک استفاده شد. آبیاری براساس نیاز مزرعه و به صورت فارویی هر هفت تا ده روز یک بار انجام شد.

در زمان برداشت، درصد چوب بلال و درصد رطوبت دانه تعیین گردید و نهایتاً محاسبات آماری براساس ۱۴٪ رطوبت دانه برای داده‌های خط وسط با حذف حاشیه هر کرت انجام شد. تجزیه واریانس ساده در هر منطقه بر اساس طرح لاتیس انجام شد و تجزیه مرکب دو منطقه براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی پس از اعمال تصحیحات لازم روی عملکرد هر کرت انجام شد (یزدی صمدی و همکاران ۱۳۷۹). پس از حذف ترکیبات اضافی که جهت تکمیل تعداد هیبریدهای مورد نیاز اجرای طرح لاتیس ساده در نظر گرفته شده بودند، تجزیه لاین در تستر بر اساس روش پیشنهادی کمپتورن (Kempthorne, 1957) انجام شد. ترکیب‌پذیری خصوصی برای هر یک از لاین‌ها محاسبه گردید. گروه‌بندی هر یک از لاین‌ها بر اساس بالاترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت با یک تستر و منفی با تستر دیگر و عملکرد تست کراس مساوی یا بالاتر از $1 \pm SE$ نسبت به عملکرد تلاقی بین دو تستر انجام شد (Vasal et al., 1992c). تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC و تجزیه لاین در تستر با نرم‌افزار آماری SPAR1.1 انجام شد.

این بررسی به منظور انتساب ۴۰ لاین خالص ذرت به گروه‌های هتروتیك و شناسائی الگوهای هتروتیك احتمالی در بین لاین‌های موجود در برنامه اصلاح ذرت مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر انجام شد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۲۵ تلاقی ساده (۲۰۰ هیبرید حاصل از تلاقی ۴۰ لاین خالص با پنج تستر MO17 و B7، K1264/1، K74/1، KL17/2-5 و ۱۰ هیبرید حاصل از تلاقی بین تسترها به همراه ۱۵ هیبرید برگزیده از آزمایش‌های مقدماتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر) در قالب طرح لاتیس ساده در دو تکرار در سال ۱۳۸۳ در دو منطقه کرج و گرگان مورد بررسی قرار گرفتند.

هر هیبرید در سه خط ۳۲ کپه‌ای (فاصله کپه‌ها ۲۰ سانتی‌متر) و فاصله خطوط ۷۵ سانتی‌متر کاشته شد. در هر کپه سه بذر کاشته و سپس در مرحله سه تا پنج برگی شدن ذرت، بوته‌های اضافی حذف و در هر کپه یک بوته نگهداری شد.

برای تهیه زمین در پائیز سال قبل شخم عمیق و در بهار شخم نیمه عمیق، دو بار دیسک عمود بر هم زده شد. قبل از دیسک سوم، علف‌کش ارادیکان (شش لیتر در هکتار) و کودهای فسفر (۳۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیم در هکتار) و نیتروژن (۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) استفاده شد. کل کود فسفات و نیمی از کود

نتایج و بحث

جدول‌های ۱ و ۲ به ترتیب عملکرد دانه و ترکیب‌پذیری خصوصی ۴۰ لاین مورد بررسی را در تلاقی با پنج لاین تستر (KL17/2-5، K74/1، K1264/1، B73 و MO17) نشان می‌دهند. بیشترین عملکرد مربوط به ترکیب لاین‌های مادری با تسترهای MO17 و B73 بود، هر چند دو ترکیب لاین‌ها با K74/1 نیز از عملکرد مطلوبی برخوردار بودند. تلاقی لاین K3615/2 (از لاین‌های استخراجی از یک رقم مصنوعی دیررس) با تستر MO17 با ۱۱/۲۰۰ تن در هکتار و لاین KLM7610/1-13 استخراجی از ژرم پلاسِم سیمیت) با تستر B73 با ۱۱/۰۸۰ تن در هکتار بیشترین عملکرد را تولید کردند. لاین‌های K3547/5 (استخراجی از ژرم پلاسِم سیمیت)، K3530/3 (استخراجی از ژرم پلاسِم سیمیت) و لاین KLM76005/2-3 (استخراجی از یک هیبرید فرانسوی) در تلاقی با MO17 و لاین‌های K3640/2 (از رقم مصنوعی دیررس)، K3640/3 (از رقم مصنوعی دیررس)، KLM75010/4-4 (استخراجی از یک هیبرید آمریکایی)، K2836/2 (با منشاء ناشناخته) در تلاقی با B73 از دیگر هیبریدهای پرمحصول در این بررسی بودند. هیبریدهای حاصل از تلاقی لاین‌های K18 و K19 که از لاین‌های خواهری MO17 هستند، در تلاقی با تستر K74/1 عملکرد بالایی تولید کردند (به ترتیب ۱۰/۶۲۰ و ۱۰/۱۳۰ تن در هکتار). با توجه به عملکردهای حاصل از این مطالعه (جدول ۱)، به

نظر می‌رسد لاین‌های استخراجی از منابع و ژرم پلاسِم‌های سیمیت ترکیب‌پذیری خوبی با MO17 و سپس با B73 دارند و نشان‌دهنده تفاوت کلی این نوع ژرم پلاسِم با این لاین‌ها که در واقع از دو گروه هتروتیک متفاوت هستند، می‌باشد. در اکثر موارد این لاین‌ها عملکردهای بسیار بالایی را در تلاقی با MO17 تولید کردند و در موارد خاصی مثل تلاقی KLM7610/1-13 و K2836/2 ترکیب بهتری را در تلاقی با B73 (به ترتیب ۱۱/۰۸۰ و ۱۰/۶۸۰ تن در هکتار) نسبت به تلاقی با MO17 (به ترتیب ۸/۱۶۰ و ۹/۰۲۰ تن در هکتار) ایجاد کردند. لاین‌های استخراجی از منشاء رقم مصنوعی دیررس نیز با هر دو تستر MO17 و B73 ترکیب‌پذیری خوبی را نشان دادند. این مسئله نشان می‌دهد که علاوه بر دو گروه هتروتیکی که لاین‌های MO17 و B73 به آن تعلق دارند (به ترتیب لنکسترشور کراپ و ریدیلودنت)، می‌توان ۱ تا ۲ گروه هتروتیک کاملاً متفاوت دیگر نیز برای ژرم پلاسِم ذرت ایران معرفی کرد که می‌تواند با یک یا هر دو گروه هتروتیکی فوق‌الذکر ترکیب‌پذیری خوبی را نشان دهند. این مسئله ضرورت استفاده از بیش از دو تستر را در گروه‌بندی ژرم پلاسِم ذرت نشان می‌دهد. واسال و همکاران (Vasal et al., 1992b) وقتی فقط از دو تستر برای تعیین گروه‌های هتروتیک ژرم پلاسِم مورد مطالعه استفاده کردند، توانستند بخش اعظم آن‌ها را در یکی از دو گروه مربوط به تسترهای

جدول ۱- میانگین عملکرد دانه (تن در هکتار) ترکیبات مختلف لاین‌ها و تسترها

Table 1. Mean grain yield (tha^{-1}) of different combinations of lines and testers

لاین‌ها Lines	Testers				
	MO17	B73	K1264/1	K74/1	KL17/2-5
K18	5.47	7.66	6.21	10.62	6.65
K19	5.61	7.70	7.27	10.13	7.78
K19/1	5.46	7.43	8.06	9.63	7.83
K3218	9.37	6.67	5.91	5.59	5.95
KL17/2-3	9.92	7.77	6.22	4.63	3.94
KL17/2-2	9.95	7.39	5.91	5.72	4.03
K1263/8	8.74	7.14	5.42	6.98	6.52
K1263/14-2	9.90	8.73	5.32	6.38	6.16
K3304/1-2	9.89	7.77	6.15	6.27	6.88
K3530/3	10.08	9.81	6.26	5.87	6.98
K3545/7	9.25	8.10	6.28	4.56	6.56
K3547/3	9.57	8.09	5.72	6.19	6.92
K3547/4	10.13	8.14	6.29	5.38	8.19
K3547/5	9.99	8.20	5.86	7.21	7.31
K3493/1	8.59	8.00	7.32	6.26	6.84
K1259	9.18	7.52	6.26	6.54	5.37
K1259/4	8.88	7.55	5.90	6.57	6.32
K2818	8.52	6.15	6.03	5.48	6.74
K760/7	7.01	9.84	6.03	7.20	7.10
K166A	5.96	9.38	7.34	7.51	8.19
K166B	7.09	8.30	6.61	7.09	7.39
NC992	9.33	7.22	6.33	7.40	4.92
K3615/1	7.48	9.70	6.33	6.44	6.24
K3615/2	11.20	9.04	7.09	7.09	6.79
K3651/1	9.97	7.13	4.91	5.76	5.55
K3651/2	9.42	8.56	5.30	5.29	5.88
K3653/2	9.68	8.68	5.49	6.52	7.63
K3653/4	8.62	9.41	6.36	5.59	7.61
K3640/2	7.52	10.46	7.22	5.18	8.81
K3640/3	9.80	10.42	6.94	6.44	5.77
K3640/5	9.95	8.52	5.64	5.32	6.18
K3640/6	8.27	9.12	6.76	4.53	7.68
K3640/8	7.94	8.81	5.41	5.03	6.23
K3640/10	6.95	9.63	6.34	6.31	6.73
KLM7610/1-13	8.16	11.08	6.71	8.52	6.45
KLM7611/1-12	8.72	7.82	6.16	6.63	5.99
KLM7510/4-4	10.46	6.97	6.87	6.35	7.3
K2836/2	9.02	10.68	5.99	7.66	7.32
KLM7605/2-3	10.56	9.94	7.33	7.13	7.27
K3047/2	8.93	9.63	7.52	6.60	5.83
Tester lines					
MO17	-	11.29	4.691	9.817	4.691
B73	-	-	9.493	8.784	6.573
K1264/1	-	-	-	7.030	6.167
K74/1	-	-	-	-	4.959
SE= 0.584		LSD5%= 1.619		LSD1%= 2.128	

مورد استفاده قرار دهند ولی برخی لاین‌ها در
هیچ یک از دو گروه قرار نگرفتند. مسئله مهم
دیگری که از این الگو نتیجه می‌شود این است
که به نظر می‌رسد در تعیین الگوی هتروتیک

جدول ۲- ترکیب‌پذیری خصوصی ۴۰ لاین ذرت در ترکیب با لاین‌های تستر

Table 2. Specific combining ability of 40 maize inbred lines in combination with tester lines

لاین‌ها Lines	Testers تسترها				
	MO17	B73	K1264/1	K74/1	KL17/2-5
K18	-3.26	-0.81	-0.08	4.11	0.04
K19	-3.50	-1.15	0.60	3.25	0.79
K19/1	-3.63	-1.4	1.41	2.76	0.86
K3218	1.26	-1.17	0.24	-0.29	-0.04
KL17/2-3	2.02	0.12	0.75	-1.05	-1.84
KL17/2-2	1.95	-0.36	0.34	-0.07	-1.86
K1263/8	0.37	-0.97	-0.51	0.84	0.27
K1263/14-2	1.20	0.28	-0.95	-0.11	-0.43
K3304/1-2	1.09	-0.77	-0.21	-0.31	0.20
K3530/3	0.88	0.86	-0.51	-1.12	-0.11
K3545/7	0.89	0.00	0.36	-1.58	0.32
K3547/3	0.86	-0.35	-0.55	-0.29	0.33
K3547/4	1.10	-0.63	-0.31	-1.43	1.27
K3547/5	0.87	-0.66	-0.83	0.31	0.31
K3493/1	-0.22	-0.55	0.95	-0.32	0.14
K1259	0.80	-0.60	0.32	0.38	-0.89
K1259/4	0.43	-0.64	-0.11	0.34	-0.01
K2818	0.53	-1.58	0.48	-0.29	0.87
K760/7	-1.84	1.25	-0.37	0.58	0.38
K166A	-3.13	0.56	0.69	0.65	1.22
K166B	-1.62	-0.14	0.34	0.61	0.81
NC992	0.89	-0.97	0.32	1.17	-1.41
K3615/1	-1.16	1.32	0.12	0.01	-0.29
K3615/2	1.55	-0.35	-0.12	-0.33	-0.74
K3651/1	1.90	-0.68	-0.73	-0.09	-0.41
K3651/2	1.13	0.52	-0.56	-0.79	-0.30
K3653/2	0.67	-0.06	-1.09	-0.26	0.74
K3653/4	-0.31	0.75	-0.13	-1.11	0.80
K3640/2	-1.73	1.48	0.41	-1.84	1.68
K3640/3	0.51	1.40	0.09	-0.61	-1.39
K3640/5	1.42	0.25	-0.45	-0.98	-0.23
K3640/6	-0.41	0.70	0.52	-1.92	1.11
K3640/8	-0.15	0.97	-0.25	-0.83	0.26
K3640/10	-1.65	1.29	0.18	-0.07	0.25
KLM7610/1-13	-1.43	1.75	-0.44	1.15	-1.03
KLM7611/1-12	0.25	-0.39	0.13	0.38	-0.36
KLM7510/4-4	1.47	-1.77	0.31	-0.43	0.42
K2836/2	-0.53	1.40	-1.11	0.34	-0.10
KLM7605/2-3	0.71	0.35	-0.09	-0.50	-0.47
K3047/2	-0.18	0.78	0.85	-0.28	-1.16

SE_{SCA} = 0.47

سیمیت و رقم مصنوعی دیررس می باشد در حالی که گروه KL17/2-5 علاوه بر دو لاین خواهری KL17/2-2 و KL17/2-3، شامل لاین های با منشاء روسی و برزیلی و دو لاین از منشاء رقم مصنوعی دیررس است. گروه B73 نیز مخلوطی از لاین های با منشاء نامشخص، سیمیت، اسپانیا و مجارستان می باشد.

بر اساس نتایج این بررسی می توان دریافت که علاوه بر دو گروه هتروتیک شناخته شده قبلی یعنی لنکستر شورکراپ (مثل لاین MO17) و ریدیلودنت (مثل لاین B73)، بایستی حداقل دو گروه هتروتیک بالقوه متشکل از لاین های استخراجی از رقم مصنوعی دیررس و لاین های استخراجی از ژرم پلاسما سیمیت وجود داشته باشد. واسال و همکاران (Vasal et al., 1992c) نیز با استفاده از چهار تستر، دو گروه هتروتیک جدید را علاوه بر دو گروه موجود قبلی در ژرم پلاسما سیمیت گزارش کردند. احتمالاً تیپ ژرم پلاسما اولیه مورد استفاده و همچنین گزینش های انجام شده بر اساس آزمون تلاقی با لاین های B73 و MO17 باعث گردیده است که در مواد اصلاحی ذرت ایرانی، انواع ژرم پلاسما مشابه به این دو لاین کاهش و انواع جدید اضافه گردد.

از مواد مورد مطالعه، بیشتر لاین ها ترکیب پذیری خوبی را با لاین MO17 نشان می دهند که این امر نیز خارج از انتظار نمی باشد زیرا در مسیر گزینش لاین های ذرت، اکثراً لاین

مناسب کشور بایستی از حداقل ۴-۳ تستر استفاده گردد که یکی از والدین از گروه های لنکستر شورکراپ (MO17) و ریدیلودنت (B73) باشد و بدین ترتیب می توان الگوهای لنکستر شورکراپ × ژرم پلاسما سیمیت و ریدیلودنت × رقم مصنوعی دیررس و حتی لنکستر شورکراپ × رقم مصنوعی دیررس را به عنوان الگوهای امیدبخش مطرح کرد، به ویژه این که ژرم پلاسما سیمیت دارای منشاء کاملاً متفاوت می باشند. محمدی (Mohammadi, 2001) و منکیر و همکاران (Menkir et al., 2003) نیز به ضرورت استفاده از بیش از دو تستر در گروه بندی ژرم پلاسما ذرت اشاره کرده اند. منکیر و همکاران (Menkir et al., 2003) وقتی از دو تستر برای گروه بندی استفاده کردند نتوانستند ۴۰٪ لاین ها را در یکی از دو گروه هتروتیک قرار دهند. بررسی ترکیب پذیری خصوصی منفی لاین های مورد بررسی (جدول ۳) نشان می دهد که در گروه های B73، MO17، K74/1، K1264/1 و KL17/2-5 به ترتیب ۸، ۹، ۱۰، ۶ و ۷ لاین قرار می گیرند. لاین های حاصل از رقم مصنوعی دیررس عمدتاً در گروه K74/1 قرار می گیرند. لاین های خواهری K18، K19 و K19/1 و لاین های حاصل از تلاقی P33/MO17 (با منشاء سیمیت شامل K166A و K166B) نیز در گروه MO17 قرار گرفتند. گروه K1264/1 شامل مخلوطی از لاین های حاصل از ذخایر توارثی

جدول ۳- گروه‌بندی ۴۰ لاین ذرت بر اساس حداقل ترکیب‌پذیری خصوصی با لاین‌های تستر

Table 3. Grouping of 40 maize inbred lines based on least specific combining ability with tester lines

گروه KL17/2-5	گروه K1264/1	گروه K74/1	گروه MO17	گروه B73
KL17/2-3	K1263/14-2	K3530/3	K18	K3218
KL17/2-2	K3547/3	K3545/7	K19	K1263/8
K1259	K3547/5	K3547/4	K19/1	K3304/1-2
NC992	K3653/2	K3651/2	K760/7	K1259/4
K3615/2	K3653/4	K3653/4	K166A	K2818
K3640/3	K3651/1	K3640/2	K166B	K3493/1
K3047/2		K3640/5	K3615/1	KLM7611/1-12
		K3640/6	K3640/10	KLM7510/4-4
		K3640/8	KLM7610/1-13	
		KLM7605/2-3		

K3640/3 از گروه رقم مصنوعی دیررس و KLM7610/1-13 از گروه ژرم پلاسِم سیمیت می‌توانند به عنوان تسترهای امیدبخش توصیه گردند. واسال و همکاران (Vasal *et al.*, 1992c) نیز ضمن معرفی دو گروه هتروتیک جدید، دو تستر جدید را در گروه‌بندی ژرم پلاسِم‌های ذرت معرفی کردند.

MO17 یا لاین‌های خواهری آن به عنوان تستر مورد استفاده بوده‌اند. به منظور اجتناب از کاهش تنوع ژنتیکی، لاین‌های مناسب از گروه‌های هتروتیکی امیدبخش دیگر از جمله ژرم پلاسِم سیمیت و ژرم پلاسِم رقم مصنوعی دیررس به عنوان تستر گزینش گردند. در این بین لاین‌های K3640/2، K3615/2 و

References

منابع مورد استفاده

یزدی صمدی، ب.، رضائی، ع. م.، و ولی زاده، م. ۱۳۷۹. طرح‌های آماری در پژوهش‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران.

Cockerham, C. C. 1961. Implications of genetic variances in a hybrid breeding program. *Crop Science* 1: 47-52.

Dhillon, B. S., Boppenmaier, J., Pollmer, W. G., Herrman, R. G., and Melchinger, A. E. 1993. Relationship of restriction fragment length polymorphisms among European maize inbreds with ear dry matter yield of their hybrids. *Maydica* 38: 245-248.

Dudley, J. W., Saghai Maroof, M. A., and Ruffener, G. K. 1991. Molecular markers and grouping of parents in maize breeding programs. *Crop Science* 31: 718-723.

- East, E. M. 1908.** Inbreeding in corn. Connecticut Agriculture Experimental Station. 1907 Report. pp. 419-428.
- Gonzalez S., Cordova, H., Rodrigue, S. Z., DE Leon, H., and Serrato, V. M. 1997.** Determinacion de un patron heterotico a parti de la evaluacion de un dialelo de diez lineas de maiz subtropical. Agron. Mesoamericana 8: 1-7.
- Hallauer, A. R. 1990.** Methods used in developing maize inbreds. Maydica 35: 1-16.
- Hallauer, A. R., and Miranda, J. B. 1988.** Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University Press/Ames.
- Hallauer, A.R., Russell, W.A., and Lamkey, K. R. 1988.** Corn breeding. pp. 463-564. In: Sprague, G. F., and Dudley, J. W. (eds.) Corn and Corn Improvement, 3rd edn. Agronomy Monograph 18, ASA, CSSA and SSSA, Madison, Wisconsin.
- Han, G. C., Vasal, S. K., Beck, D. L., and Elis, E. 1991.** Combining ability of inbred lines derived from CIMMYT maize (*Zea mays* L.) germplasm. Maydica 36: 57-64.
- Jones, D. F. 1918.** The effects of inbreeding and cross-breeding upon development. Connecticut Agriculture Experimental Station Bulletin 207: 5-100.
- Kempthorne, O. 1957.** An introduction to genetic statistic. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Lee, M. 1998.** DNA marker for detecting genetic relationships among germplasm for establishing heterotic groups. Maize Training Course, CIMMYT, Mexico, August 25, 1998.
- Mankir, A., Badu-Apraku, B., The, C., and Adepoju, A. 2003.** Evaluation of heterotic patterns of IITA's lowland white maize inbred lines. Maydica 48: 161-170.
- Mohammadi, S. A. 2001.** Analysis of genetic diversity in Indian maize inbred lines using microsatellite markers. Ph.D. Thesis. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.
- Shull, G. H. 1908.** The composition of a field maize. American Breeders' Association Report 4: 296-301.
- Shull, G. H. 1909.** A pure line method of corn breeding. American Breeders' Association Report 5: 51-59.
- Seengas, P., Bordas, B., Malvar, R. A., Revilla, P., and Ordas, A. 2003.** Performance of flint maize crosses with testers from different heterotic groups. Maydica 48:85-89.

- Terron, A., Preciado, E., Cordova, H., Mickelson, H., and Lopez, R. 1997.** Determinacion del patron heterotico de 30 lineas de maiz derivadas del la poblacion 43 SR del CIMMYT. Agron. Mesoamericana 8: 26-34.
- Vasal, S. K., Srinivasan, G., Crossa, J., and Beck, D. L. 1992a.** Heterosis and combining ability of CIMMYT's subtropical and temperate early-maturity maize germplasm. Crop Science 32: 884-890.
- Vasal, S. K., Srinivasan, G., Han, G. C., and Gonzalez, F. 1992b.** Heterotic patterns of eighty-eight white subtropical CIMMYT maize lines. Maydica 37: 319-327.
- Vasal, S. K., Srinivasan, G., Pandey, S., Cordova, H., Han, G. C., and Gonzalez, F. 1992c.** Heterotic pattern of ninety-two white tropical CIMMYT maize lines. Maydica 37: 259-270.

آدرس نگارنده:

رجب چوکان- بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ۴۱۱۹، کرج ۳۱۵۸۵.