Archive of SID

" نهال و بذر"
جلد ۱۸، شماره ۲، شهریور ۱۳۸۱

تجزیه ژنتیکی عملکرد و اجزاء عملکرد دانه در ذرت
Genetic Analysis of Grain Yield and Yield Components in Maize

رجب چوکان

موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت :۱۳۸۰/۵/۱۶

چکیده

چوکان، ر. ۱۳۸۱. تجزیه ژنتیکی عملکرد و اجزاء عملکرد دانه در ذرت . نهال و بذر ۱۸: ۱۷۸-۱۷۰.

به منظور مطالعه نحوه کنترل ژنتیکی عملکرد و اجزاء عملکرد دانه در ذرت، از تجزیه میانگین نسل های حاصل از تلاقی دو لاین اینبرد B73 و K18 با خصوصیات متفاوت استفاده گردید. نسل های P1، P2، F1، BC1، BC2 و F2 در طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۷۹ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر واقع در کرج کاشته شدند. در تجزیه میانگین نسل ها، برای صفت عملکرد دانه، آثار افزایشی، غالبیت و اپیستازی معنی دار بودند. در مورد وزن هزار دانه و تعداد ردیف دانه در بلال هر چند بیشترین نقش به آثار غالبیت تعلق داشت، ولی اثر افزایشی نیز وجود داشت. برای تعداد دانه در ردیف، بیشترین سهم مربوط به اثرات غالبیت بود ولی اثرات افزایشی منفی قابل توجهی نیز مشاهده شد. درجه غالبیت بالا نیز برای عملکرد دانه و عمق دانه حاکی از نقش اثرات غالبیت و فوق غالبیت ژن ها در کنترل این صفات می باشد.

واژه های کلیدی: ذرت، تجزیه میانگین نسل ها، واریانس افزایشی و غالبیت.

مقدمه

اصلاح عملکرد به طور مستقیم یا غیرمستقیم از طریق اجزاء عملکرد یکی از اهداف مهم در اصلاح ذرت می باشد و بالطبع، اطلاع از نحوه کنترل ژنتیکی آن ها به منظور انتخاب روش اصلاحی مناسب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای تفکیک واریانس افزایشی و غالبیت (با فرض عدم وجود اپیستازی) یک طرح دو عاملی لازم است در

این مقاله بر اساس نتایج به دست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی شماره ۷۹۲۳۶-۱۲-۱۰۰ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه گردیده است .

www.SID.ir

Archive of SID

حالی که برای برآورد واریانس اپیستازی، کاربرد یک طرح پیچیده‌تر یا ترکیبی از طرح‌ها ضروری می‌باشد (Dudley and Moll, 1969). در اغلب روش ها، ارزیابی بر مبنای یک نسل صورت می گیرد ولی در تجزیه میانگین نسل ها برای محاسبه اثرهای ژنتیکی از میانگین نسل های مختلف استفاده می گردد. روش های مختلفی برای این منظور توسط محققین مختلف به کار گرفته می شود و به تبع آن گزارش های مختلف نیز از نحوه کنترل ژنتیکی این صفات دیده می شود.

اوچینگ و کمپتون (Oching and Compton, 1994) با استفاده از شش نسل در تجزیه میانگین نسل ها نشان دادند که در کنترل عملکرد دانه در ذرت آثار غالبیت مهم تر از آثار افزایشی می باشند. دوفینگ و همکاران (Dofing *et al.*,1991) نیز در تجزیه میانگین نسل‌ها با استفاده از دو تلاقی بین یک لاین پاپ کورن (Ia28) و دو لاین دندان اسبی (MO17 و B73) نتیجه گرفتند که اثرات ژنتیکی غالبیت برای عملکرد دانه، وزن پنجاه دانه، طول بلال و قطر بلال در هر دو تلاقی وجود دارد. واعظی و همکاران (۱۳۷۸) در مطالعه نسل‌های تلاقی دو اینبرد لاین B73 و MO17 ذرت دریافتند که آثار غالبیت ژن ها بیشترین سهم را در کنترل تغییرات عملکرد دانه، وزن سیصد دانه و وزن بلال دارد. در این بررسی مقدار آثار افزایشی ناچیز و در کلیه صفات مورد بررسی به جزء عملکرد دانه، وزن بلال و طول بلال، آثار اپیستازی نیز ناچیز گزارش گردیده است.

پتروویچ (Petrovic, 1998) با استفاده از تجزیه تلاقی لاین × تستر، به نقش مهم ژن های غالبیت در کنترل تعداد دانه در هر ردیف بلال، وزن صد دانه و عملکرد دانه اشاره نموده و نتیجه گرفت که در کنترل تعداد ردیف دانه در بلال اثرات افزایشی مهم تر از غالبیت می باشد. چوکان (۱۳۷۸) نیز در تجزیه تلاقی لاین × تستر در ذرت تحت دو شرایط تراکم بوته بالا و نرمال دریافت که در کنترل صفات تعداد دانه در هر دریف بلال در شرایط تراکم نرمال (۶۵۰۰۰ بوته در هکتار) و تعداد ردیف دانه در هر بلال در تراکم بالا واریانس افزایشی وجود دارد در حالی که برای عملکرد دانه در هر دو تراکم، واریانس افزایشی و غالبیت معنی‌دار است.

مواد و روش ها

در این بررسی از نسل های P1، P2، F1، F2، BC1 و BC2 تلاقی دو اینبردلاین K18 و B73 ذرت استفاده گردید. در سال ۱۳۷۷ اقدام به انجام تلاقی و تولید بذر F1 گردید و در سال

www.SID.ir

Archive of SID

۱۳۷۸ نسل های F2(با خودگشنی مصنوعی بوته‌ها)، BC1 و BC2(از طریق پوشاندن گل های نر وماده با پاکت انتقال دانه‌گرده از پایه پدری به کاکل های پایه مادری) تولید گردیدند. در سال ۱۳۷۹ کلیه نسل ها در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج کشت گردیدند. هر نسل در هر تکرار در چهار خط بیست کپه ای کشت شدند که در هر کپه برای اطمینان از سطح سبز کافی، دو بذر کاشته شد و در زمان سه تا پنج برگی یک بوته در هر کپه نگهداری و بوته های اضافی حذف گردیدند. فاصله بین ردیف های کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته ها در روی خط کاشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در طول فصل رشد و نمو مراقبت‌های لازم اعمال گردید و بر حسب نیاز گیاه اقدام به آبیاری شد. وجین علف های هرز سه بار به صورت دستی انجام شد. در زمان تهیه زمین در بهار مقدار ۳۰۰ کیلوگرم کود فسفات امونیم و ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار مصرف شد و در زمان ۷ – ۵ برگی نیز کود اوره بر مبنای ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک داده شد.

صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، عمق دانه و وزن هزار دانه (ابتدا وزن سه نمونه ۱۰۰ تائی محاسبه و تبدیل به وزن هزار دانه گردید) بر مبنای ۱۵ بوته هر کرت از نسل های P1و P2، ۲۰ بوته از نسل F1و ۳۰ بوته از نسل های BC1، BC2و F2 اندازه گیری شد. برای محاسبه عمق دانه از اختلاف قطر بلال و قطر چوب بلال تقسیم بر دو استفاده گردید. قبل از انجام محاسبات ، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بر مبنای ۱٤٪ رطوبت دانه محاسبه گردیدند.

تجزیه میانگین نسل ها برای هر یک از صفات مورد مطالعه با روش ماتر و جینکز (Mather and Jinks, 1982) انجام گرفت و برای برآورد پارامترهای ژنتیکی به دلیل تفاوت واریانس ها در هر نسل ، از روش حداقل توان‌های دوم وزنی استفاده شد. وزنه ها به صورت عکس واریانس میانگین هر نسل در نظر گرفته شدند. برای نشان دادن اثرات ژنی و اجزای واریانس ژنتیکی از علائم به کار رفته توسط کیرسی و پونی (Kearsey and Pooni, 1998) استفاده شد.

کفایت مدل افزایشی – غالبیت از طریق آزمون های A، B و C و برای تعیین کفایت مدل افزایشی – غالبیت از آزمون کای اسکور (χ^2) استفاده گردید. در مدل ٦ پارامتری به منظور داشتن درجه آزادی کافی از رگرسیون وزنی به روش نزولی استفاده شد و در هر مرحله کفایت مدل با آزمون کای اسکور

www.SID.ir

Archive of SID

(χ^2) ارزیابی شد با حذف کمترین اثر متقابل غیر معنی دار حذف شده از مدل، درجه آزادی مدل غیر صفر گردید. به منظور داشتن اطلاعات تکمیلی، علاوه بر تجزیه میانگین نسل ها، واریانس نسل ها نیز مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور نیز از روش کیرسی و پونی (Kearsey and Pooni, 1998) و از فرمول های زیر استفاده گردید.

$V_{AD}= \frac{1}{2}(V_{BC2}-V_{BC1})$ افزایشی × غالبیت

$V_E = \frac{1}{4}(V_{P1}+V_{P2}+2V_{F1})$ واریانس محیطی

$V_A=(2F_2-V_{BC1}-V_{BC2})$ واریانس افزایشی

$V_D=V_{BC1}+V_{BC2}-V_{F2}-V_E$ واریانس غالبیت

برای محاسبه A، B و C نیز از فرمول‌های زیر استفاده گردید (Mather and Jinks, 1982):

$A= 2\ BC1 - P1 - F1 \quad B= 2BC2 - P2 - F1$

$C= 4F2 - 2F1 - P1 - P2$ برای انجام تجزیه های مورد نظر از نرم افزار کامپیوتری SPSS-9 استفاده گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱ آزمون کای اسکور (χ^2) و مقیاس (A، B و C) را برای برازش و کفایت مدل افزایشی - غالبیت نشان می دهد که در هیچ مورد و برای هیچ صفتی معنی‌دار نمی‌باشد و در نتیجه نسبت به انجام تجزیه میانگین نسل ها اقدام گردید. به این معنی که برازش مدل صحیح بوده و مدل سه پارامتری نیز کفایت دارد. با این حال به منظور تعیین سایر اثرات از تجزیه شش پارامتری استفاده گردید.

برآوردهای اجزاء ژنتیکی واریانس در مدل ٦ پارامتری در جدول ۲ ارائه گردیده است . بر اساس مدل برازش داده شده در مورد عملکرد دانه ، اثرات افزایشی و غالبیت در سطح احتمال ۱٪ و اثرات متقابل (اپیستازی) افزایشی × افزایشی و افزایشی × غالبیت در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود. سهم اثرات غالبیت بیش از اثرات افزایشی بود و در اثرات متقابل نیز اثر متقابل افزایشی × غالبیت قابل توجه بود که این امر در برآورد اجزاء واریانس (جدول ۳) نیز به خوبی مشهود بود به طوری که در مورد این صفت واریانس غالبیت چندین برابر واریانس افزایشی بود. درجه غالبیت بالای این صفت نیز نمایانگر وجود اثرات غالبیت تا فوق غالبیت در کنترل این صفت بود. نقش اثرات غالبیت در تغییرات عملکرد دانه با گزارش های سایر محققین انطباق دارد (واعظی و همکاران، ۱۳۷۸؛ Dofing *et al.*, 1991; Oching and Compton, 1994) . در مورد وزن هزار دانه فقط آثار افزایشی معنی دار بود، به علاوه، اثرات اپیستازی غالبیت × افزایشی نیز در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود (جدول ۲). برآورد واریانس های ژنتیکی نیز مؤید این مسئله بود. علاوه بر این برآورد اجزاء واریانس

www.SID.ir

Archive of SID

(جدول ۳) نشان داد که واریانس افزایشی و واریانس اثر متقابل افزایشی × غالبیت برای این صفت قابل توجه می باشد و در مقابل واریانس غالبیت معادل صفر می باشد (دارای مقدار منفی بود که معادل صفر در نظر گرفته شد) . نتایج حاصل در مورد کنترل ژنتیکی وزن هزار دانه با یافته های پتروویچ (Petrovic, 1998) مبنی بر نقش اثرات غالبیت در کنترل ژنتیکی این صفت مغایرت دارد ولی واعظی و همکاران (۱۳۷۸) به اهمیت اثرات افزایشی در کنترل وزن سیصد دانه اشاره نموده اند. این محققین وجود اثرات غالبیت مثبت را نیز در کنترل این صفت گزارش نموده‌اند. در مورد صفت عمق دانه این مسئله برعکس بود یعنی سهم آثار غالبیت (جدول ۲)

جدول ۱- نتایج آزمون کای اسکور (χ^2) و آزمون مقیاس برای عملکرد و اجزاء عملکرد دانه

Table 1. χ^2 and scaling test (grain yield and yield components)

Traits	صفات	χ^2	A	S_A	B	S_B	C	S_C
Grain yield(gr)	عملکرد دانه	1.681	42.749	105.729	139.004	-16.792	49.429	135.67
1000 Kernel weight (gr)	وزن هزار دانه	4.084	27.065	73.515	-37.8	101.226	21.621	175.353
Kernel depth(mm)	عمق دانه	0.1639	0.251	0.371	0.072	0.449	-0.061	0.814
Rows/ear	تعداد ردیف دانه	0.173	0.118	4.285	-0.595	4.624	-2.877	8.553
Kernels/row	تعداد دانه در ردیف	1.365	7.422	19.695	1.555	23.967	8.733	40.234

در کنترل این صفت بیشتر بود و آثار افزایشی سهم ناچیزی داشت، به طوری که سهم واریانس غالبیت دو برابر واریانس افزایشی بود (جدول۳). درجه غالبیت حدود ۲ نیز نمایانگر نقش اثرات غالبیت و فوق غالبیت در کنترل این صفت می باشد.

در خصوص تعداد ردیف دانه در بلال ، به‌طور کلی سهم واریانس ژنتیکی بسیار کم بوده، به طوری که فقط در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود ولی اثرات غالبیت نقشی را در کنترل این صفت نشان ندادند (جدول ۲). این مسئله در تفکیک واریانس ژنتیکی نیز مشخص بود (جدول ۳)، به طوری که میزان واریانس غالبیت معادل صفر بود . یافته های پتروویچ (Petrovic, 1998) نیز مؤید اهمیت اثرات افزایشی در کنترل تعداد دانه در ردیف بلال است ولی دوفینگ و همکاران (Dofing *et al.*, 1991) که به جای تعداد ردیف دانه در بلال، قطر بلال را مورد مطالعه قرار داده اند، اثرات غالبیت را برای قطر بلال بااهمیت گزارش نموده اند. در حالی که واعظی و همکاران (۱۳۷۸) ، هم اثرات غالبیت و هم اثرات افزایشی را برای تعداد ردیف دانه در بلال گزارش نمودند. در مورد تعداد دانه در ردیف ، سهم اثرات افزایشی منفی و ناچیز بود و بیشترین سهم مربوط به اثرات غالبیت بود (جدول ۳)، به

www.SID.ir

Archive of SID

طوری که اثرات غالبیت چندین برابر اثرات افزایشی و اثرات متقابل افزایشی × غالبیت و غالبیت × غالبیت نیز ناچیز بود (جدول ۲) . در تجزیه واریانس ها نیز سهم واریانس افزایشی معادل صفر و بیشترین سهم مربوط به واریانس غالبیت و سپس اثر متقابل افزایشی × غالبیت بود (جدول ۳). این نتایج با نتایج به دست آمده توسط واعظی و همکاران (۱۳۷۸) یکسان می باشد. نهایتاً نقش اثرات غالبیت در کنترل ژنتیکی عملکرد دانه، عمق دانه و تعداد دانه در ردیف در این بررسی کاملا مشهود بود که قبلا نیز توسط تورگوت و همکاران (Turgut *et al.*, 1995) به اهمیت بیشتر جزء غالبیت در اجزای عملکرد دانه اشاره شده است.

به طور کلی پائین بودن اثرات افزایشی (جدول ۲) برای عملکرد دانه، وزن هزار دانه ، عمق دانه و تعداد دانه در ردیف بلال با توجه به فرض چند ژنی بودن آن ها دور از انتظار نبود زیرا پارامترهائی که اثرات ژنی را مشخص می کنند در حقیقت اثرات متعادل یا متوسط اثر همه مکان های ژنی در حال تفرق می باشند و لذا با توجه به این که پارامتر افزایشی یا اثر متقابل مرتبط با اثر افزایشی تابعی از درجه پراکندگی ژن های افزایش دهنده بین والدین می باشد (قنادها، ۱۳۷۷ ; Kearsey and Pooni, 1998; Mather and Jinks, 1982)، برآوردهای اثرات افزایشی ممکن است کوچک باشد (در این آزمایش شامل وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف). از طرف دیگر از آنجائی که این لاین ها مدت ها تحت گزینش برای این صفات بوده اند، ممکن است برآوردهای کوچک اثرات افزایشی ناشی از این مسأله باشد . غیر معنی دار و ناچیز بودن اثرات غالبیت در مورد صفت تعداد دانه در ردیف نیز ممکن است ناشی از دو جهته بودن آن یا کوچک بودن واریانس ژنتیکی باشد (Kearsey and Pooni, 1998).

در محاسبه واریانس های افزایشی و غالبیت (جدول ۲)، برخی برآوردها دارای علامت منفی بودند که معادل صفر در نظر گرفته شدند. بر اساس نظر کیرسی و پونی (Kearsey anf Pooni, 1998) منفی بودن این برآوردها مربوط به خطای نمونه برداری می‌باشد ولی از آنجائی که V_{AD} یک کوواریانس می‌باشد، علامت آن بستگی به جهت غالبیت دارد به طوری که اگر آلل های کاهش دهنده فنوتیپ غالب باشند، علامت منفی و در غیر این صورت علامت آن مثبت خواهد بود. به این ترتیب در مورد صفات عملکرد و اجزاء عملکرد دانه مورد مطالعه در این طرح بایستی آلل های افزایش دهنده دارای فنوتیپ غالب باشند (جدول ۳).

از طرف دیگر ، برآورد آثار افزایشی برای صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه و عمق دانه همگی منفی بودند (جدول ۲)، ولی در برآورد واریانس ها (جدول ۳)، همه این صفات دارای واریانس افزایشی مثبت بودند. این امر نیز ناشی

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول ۲- برآورد اثرات ژنتیکی در مدل شش پارامتری تجزیه میانگین نسل ها

Table 2. Estimation of genetic effects in six parameteric models of generation mean analysis

Traits	صفات	میانگین m	اثر افزایشی a	اثر غالبیت d	افزایشی×افزایشی aa	افزایشی×غالبیت ad	غالبیت×غالبیت dd
Grain yield	عملکرد دانه	136.74**	-18.59**	61.59**	-24.64*	59.730*	-
1000 Kernel weight	وزن هزار دانه	291.32**	-38.05**	-	-	0.397*	-
Kernel depth	عمق دانه	0.88**	-0.082*	0.29**	-	-	-
Rows/ear	تعداد ردیف دانه	14.82**	1.19*	1.40ns	-	-	-
Kernels/row	تعداد دانه در ردیف	26.17**	-3.23**	22.98**	-	0.160*	0.16*

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ ns, * and **: Not significant , significant at %5 and %1 of probability levels, respectively.

جدول ۳- برآورد اجزاء واریانس و درجه غالبیت برای عملکرد و اجزاء عملکرد دانه در تجزیه میانگین نسل ها

Table 3. Estimation of variance components and degree of dominance for grain yield and yield components

Traits	صفات	واریانس افزایشی V_A	واریانس غالبیت V_D	افزایشی×غالبیت V_{AD}	واریانس محیطی V_E	درجه غالبیت Degree of dominance
Grain yield	عملکرد دانه	366.542	4184.958	561.447	1891.650	4.779
1000 Kernel weight	وزن هزار دانه	320.052	0	329.590	1238.510	-
Kernel depth	عمق دانه	0.004	0.008	0.008	0.021	2.000
Rows/ear	تعداد ردیف دانه	0	0.062	0.378	3.278	-
Kernels/row	تعداد دانه در	0	64.346	23.315	53.351	-

Archive of SID

Archive of SID

از این مسأله می باشد که در تجزیه میانگین نسل ها، پارامترهای افزایشی و یا اثر متقابل مرتبط با اثرات افزایشی تابعی از درجه پراکندگی ژن‌های افزایش‌دهنده صفت در بین والدین است ولی واریانس‌های ژنتیکی به وسیله اثرات متعادل تحت تأثیر قرار نگرفته و در واقع میانگین مربعات اثرات هر مکان ژنی می باشد و به صورت مجموع تنوع اثرات افزایشی بیان می شوند (قنادها، ۱۳۷۷).

هر چند اظهار نظر قطعی در مورد نتایج به‌دست آمده، در مورد لاین های مورد استفاده صدق می نماید و قابل استفاده مستقیم در برنامه‌های اصلاحی با مشارکت این لاین ها می‌باشد، ولی وجود برخی تفاوت ها در یافته‌های این بررسی با برخی از محققین دیگر و همچنین بین یافته های دیگر محققین با یکدیگر نشان می‌دهد که نوع مواد مورد استفاده نمی‌تواند در این مورد بی تأثیر باشد به طوری که شاید انتخاب لاین‌های مختلف با دامنه وسیع‌تری از تغییرات برای هر یک از صفات که بتوان حداقل و حداکثر بروز صفات را در آن ها ایجاد و نسبت به انجام تلاقی های تکمیلی اقدام نمود، بتواند به نتیجه گیری عمومی تر و جامع تری بیانجامد. آن چه مسلم است از این لاین ها می‌توان در خصوص عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد دردیف دانه در بلال با توجه به وجود اثرات افزایشی، در ایجاد تنوع جدید و گزینش مجدد لاین های جدید و گزینش مجدد در جهت رفع کمبود این صفات بهره گرفت. به علاوه، وجود اثرات غالبیت برای عملکرد دانه و تعداد دانه در ردیف نیز نشان دهنده امکان استفاده مستقیم از این لاین ها در برنامه های تولید هیبرید است.

منابع مورد استفاده

References

قنادها، م . ر. ۱۳۷۷. مطالعه نحوه توارث طول دوره کمون در چهار رقم گندم نسبت به زنگ زرد. مجله علوم کشاورزی ایران ۱ (۱): ۷۱ – ۵۳.

واعظی ، ش.، عبدمیشانی، س.، یزدی صمدی، ب . و قنادها، م. ر. ۱۳۷۸. تجزیه ژنتیکی بعضی از خصوصیات کمی ذرت . ۱- تجزیه میانگین عملکرد و صفات وابسته به آن . مجله علوم کشاورزی ایران ۳۰ (٤) : ۸۵۰ – ۸۳۹.

چوکان، ر. ۱۳۷۸. برآورد قابلیت ترکیب پذیری، واریانس افزایشی و غالبیت صفات در لاین های ذرت با استفاده از تلاقی لاین × تستر . نهال و بذر ۱۵ (۱): ۵۵ – ٤۷.

www.SID.ir

Archive of SID

Dofing, S.M., Croz-Mason, N.D., and Thomas-Compton, M.A. 1991. Inheritance of expansion volume and yield in two popcorn x dent corn crosses. Crop Science 31: 715-718.

Dudley, J.W., and Moll, R.H. 1962. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding . Crop Science 9: 257-262.

Kearsey, M.J., and Pooni, H.S. 1998. Genetical Analysis of Quantitative Traits. Chapman and Hall, London.

Mather, K., and Jinks, J.L. 1982. Biometrical Genetics. Chapman and Hall, New York.

Oching, J.A.W., and Compton, W.A. 1994. Genetic effects from full-sib selection in Krug maize. Journal of Genetics and Breeding. 48: 191-196.

Petrovic, Z. 1998. Combining abilities and mode of inheritance of yield and yield components in maize. Novi Sad. 85 p.

Turgut, I., Yucw, S., and Altinbas, M. 1995. Inheritance of some agronomic traits in a diallel cross of maize inbreds. II. Grain yield and its components. Anadula 5: 74-92.

آدرس نگارنده:

رجب چوکان - بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه ای، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ٤١١٩، کرج ١٥٨٥.

www.SID.ir