Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۱۹، شماره ۳، آذر ۱۳۸۲

بررسی هتروزیس و پسروی درون زادآوری در صفات زراعی و کیفیت روغن کلزا (*Brassica napus* L.)*

Study on Heterosis and Inbreeding Depression in Agronomic and Oil Quality Characters of Rapeseed (*Brassica napus* L.)

سید سعید پورداد و جی. ان. ساچان

دانشگاه کشاورزی و تکنولوژی جی. بی. پانت، هندوستان

تاریخ دریافت: ۸۱/۱۲/۱۱

چکیده

پورداد، س. س.، و ساچان، جی. ان. ۱۳۸۲. بررسی هتروزیس و پسروی درون زادآوری در صفات زراعی و کیفیت روغن کلزا (*Brassica napus* L.). نهال و بذر ۱۹: ۴۲۷-۴۱۳.

این تحقیق به منظور بررسی میزان هتروزیس و پسروی درون زادآوری درصفات زراعی و کیفیت روغن لاین‌های کلزا انجام شد. در این بررسی هفت لاین کلزا (*Brassica napus* L.) انتخاب و در تمامی حالات ممکن با یکدیگر تلاقی داده شدند. چهل و دو هیبرید و هفت والد در سه محیط در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. با خودگشن کردن بوته‌های F1 ، نسل F_2 به وجود آمد. هتروزیس صفات مختلف نسبت به والد برتر در هر محیط محاسبه گردید. پسروی درون زادآوری نیز با تقسیم اختلاف میانگین نسل‌های F_2 و F_1 به نسل F_1 به دست آمد. محاسبه پسروی درون زادآوری برای ۱۴ صفت زراعی و میزان هتروزیس نیز برای ۲۱ صفت زراعی و کیفیت روغن انجام شد. صفات میزان گلوکوزینولات، روغن و اسیدهای چرب به ترتیب به وسیلهٔ دستگاه‌های اسپکتروفتومتر، NMR و گازکروماتوگراف اندازه‌گیری شدند. هیبرید TERI(OE)R-983 × TERI(OE)R-15 دارای بیشترین مقدار هتروزیس منفی برای صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و رسیدن فیزیولوژیک بود. از این هیبرید در اصلاح برای زودرسی می‌توان استفاده نمود. برای صفت ارتفاع بوته حداکثر هتروزیس منفی برابر ۱۹/۲۲- درصد بود و میزان پسروی درون زادآوری در این حالت برابر ۱/۲۹- درصد بود. دامنه هتروزیس برای عملکرد دانه از ۵۵/۲-تا ۱۵۳/۲۴ درصد بود و هیبرید GSC3A00 × HNS9801 دارای بیشترین میزان هتروزیس و میانگین پسروی درون زادآوری آن برابر ۴۵/۶۳ درصد بود. نتایج نشان داد که در ارقام بررسی شدهٔ کلزا، اصلاح از طریق تولید ارقام هیبرید می‌تواند منجر به افزایش عملکرد دانه شود. هتروزیس برای میزان روغن دانه از۱۳/۶۹- تا ۵/۲۷ درصد و میانگین پسروی درون زادآوری برابر ۲/۳۹ درصد بود. نتایج حاکی از اندک بودن افزایش درصد روغن به علت هتروزیس است. دامنه هتروزیس برای میزان کل گلوکوزینولات‌ها ی موجود در کنجاله از ۵۷/۲۲- تا ۳۸/۱۴ درصد بود و هیبرید GSC3A00 × TERI(OE)R983 با میانگین ۸۰/۶ میکرو مول برگرم ماده خشک کمترین میزان گلوکوزینولات را داشت. برای میزان اسید اولئیک هیچیک از تلاقی‌ها دارای هتروزیس مثبت و معنی‌داری در سه محیط مورد بررسی نبودند. بیشترین هتروزیس منفی برای میزان اسید لینولنیک در هیبرید HNS9802 × NPN01 با میانگین ۱۰/۷ درصد بود. میزان هتروزیس برای کاهش اسید اروسیک نیز ناچیز بود و نتایج نشان داد که در ارقام مورد بررسی تولید هیبریدها روش مناسبی جهت اصلاح برای اسید اروسیک کم (ارقام یک صفر) نیست. همچنین می‌توان نتیجه گرفت صفاتی که پسروی درون زاد آوری بالا دارند ممکن است توسط ژن‌هایی با اثرات غیرافزایشی و صفات با پسروی درون زادآوری پایین به وسیلهٔ ژن‌هایی با اثرات افزایشی کنترل شوند.

واژه های کلیدی: کلزا، هتروزیس، پسروی درون زادآوری، خصوصیات زراعی، کیفیت روغن.

*قسمتی از پایان‌نامه دکتری نگارنده اول که به گروه ژنتیک و اصلاح نباتات دانشگاه جی. بی. پانت هندوستان ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

واژهٔ هتروزیس (Heterosis) برای اولین بار توسط شل (Shull) در سال ۱۹۱٤ ابداع گردید، سپس محققان دیگر از جمله هیز (Hayes)، آلارد (Allard)، ایست (East)، گوستاوسن (Gustafson)، گوون (Gowen)، هال (Hull) و تعداد زیادی از دانشمندان این پدیده را از جنبه‌های مختلف مورد بررسی قرار داده و تعاریف مختلفی برای آن ارائه نمودند. اصطلاح هتروزیس در واژه‌شناسی ژنتیک کمی عبارتست از برتری یک هیبرید (نسل F_1) نسبت به والدین خود که این برتری می‌تواند نسبت به والد برتر (Heterobeltiosis)، نسبت به شاهد یا استاندارد (Standard heterosis) و یا نسبت به میانگین والدین (Relative heterosis یا Mid-parent heterosis) باشد. علت وجود هتروزیس توسط سه تئوری توجیه شده است که شامل ۱ـ تئوری غالبیت ۲ـ تئوری فوق غالبیت و ۳ـ تئوری اپیستازی است، اما هیچ‌یک از این سه تئوری به تنهایی نتوانسته‌اند تمامی سوالات در خصوص وقوع هتروزیس را کاملاً پاسخگو باشند (Roy, 2000). میزان هتروزیس در گیاهان دگرگشن عمدتاً بیش از گیاهان خودگشن است به طوری که در عملکرد دانهٔ ذرت تا ۲۰۰٪ اما درعملکرد دانهٔ گندم‌حدود ۱۰٪ گزارش شده است (Labana *et al.*, 1992). در گیاهان خود دگرگشن نیز میزان هتروزیس تابعی از میزان دگرگشنی است.

گیاه کلزا حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد خودگشن و ۷۰ تا ۸۰ درصد دگرگشن است (Olsson, 1960). هتروزیس به میزان ٤۰ تا ۷۰ درصد برای عملکرد دانه در کلزا (*Brassica napus*) توسط محققین مختلف گزارش شده است (Shiga, 1976; Sernyk and Stefansson, 1983; Grant and Beversdorf, 1985; Lefort-Buson *et al.*, 1987; Srivastava and Rai, 1993). میزان هتروزیس برای عملکرد دانه در خردل هندی (*Brassica juncea*) بیشتر از کلزا (*Brassica napus*) بوده و توسط تعدادی از محققین تا ۲۰۰٪ گزارش شده است (Labana *et al.*,1975; Banga and Labana, 1984; Dhillon *et al.*,1990). میزان هتروزیس در کلزا برای تلاقی‌های دور بیشتر بوده است. به عنوان مثال تلاقی بین ارقام کانادایی با اروپایی (Grant and Beversdorf, 1985) یا تلاقی بین ارقام آسیایی با اروپایی (Lefort-Buson *et al.*, 1987) بیشترین میزان هتروزیس برای عملکرد دانه را داشتند. یو و همکاران (Yu *et al.*, 1995) روشی را برای پیش‌بینی هتروزیس در مرحلهٔ گیاهچه‌ای در کلزا ابداع نمودند. در این روش هفت لاین خالص کلزا به همراه ۲۱ نتاج F_1 آن‌ها در مرحلهٔ گیاهچه‌ای از نظر ایزوآنزیم اسید فسفاتاز به‌وسیلهٔ الکتروفورز مقایسه شدند. هیبریدهای

www.SID.ir

Archive of SID

واجد ۲ یا ۳ باند مشخص و نیز فعالیت بالای اسید فسفاتاز، هتروزیس بالایی را نشان دادند.

وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 1999) با تلاقی ۵ رقم دو صفر کلزا ، وجود هتروزیس را در ۲۰ تلاقی برای تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه گزارش نمودند. استارمر و همکاران (Starmer *et al.*, 1998) با ارزیابی دورگ های نسل F_1 و F_2 حاصل از تلاقی‌های دیآلل و والدین آن‌ها در کلزا در دو منطقهٔ گزارش نمودند که هتروزیس مثبت برای عملکرد دانه، میزان روغن و کیفیت روغن وجود داشت و بیشترین میزان هتروزیس متعلق به عملکرد دانه بود. این عملکرد بالا به علت افزایش تعداد غلاف در بوته، وزن دانه و نیز طول دورهٔ رویش بود.

پسروی درون زادآوری (Inbreeding Depression) به کاهش بنیه (Vigour) یا باروری گیاه بر اثر درون زادآوری اطلاق می‌شود. این کاهش در قدرت می‌تواند به علت کاهش در صفات زراعی باشد. بیشترین مقدار این پسروی در گیاهان دگرگشن و در اثردرون زادآوری نسل F_1 حاصل می‌شود. دمگرد و لئوسچک (Damgaard and Leoschcke, 1994) میزان پسروی درون زادآوری در کلزا را برای بیوماس ۱۷ درصد و برای تعداد گل در بوته ۱۵ درصد اعلام نمودند. سینگ و رای (Singh and Rai, 1995) میزان پسروی درون زاد آوری برای عملکرد دانه از نسل F_1 به F_2 را ۱٤/۷ درصد و از نسل F_2 به F_3 را ٦/۰۹ درصد برآورد نمودند. آن‌ها میزان پسروی درون زاد آوری برای تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته و عملکرد در بوته را پایین و برای وزن هزار دانه بالا گزارش نمودند.

در این تحقیق میزان هتروزیس برای صفات زراعی و کیفیت روغن و پسروی درون زادآوری برای صفات زراعی لاین‌های کلزا مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش ها

در این بررسی هفت لاین کلزا (*Brassica napus* L.) به اسامی HNS-9801 ،GSC3A00 ،TERI(OE)R-15، HNS-9802 ،TERI(OE)R-983 ،NPN-01 و NPN-02 انتخاب و در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه جی بی پانت هندوستان در تمامی حالات ممکن (تلاقی‌های مستقیم و متقابل) با یک‌دیگر تلاقی داده شدند. محل اجرای آزمایش در عرض جغرافیایی ۲۹درجهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۷۹ درجه و ۳۰ دقیقهٔ شرقی قرار داشته و ارتفاع آن از سطح دریا ۲٤۳/۸٤ متر با ۱۷۰۰ میلی‌متر بارندگی سالانه است. ٤۲ هیبرید و ۷ والد در سه محیط در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. محیط‌ها شامل کشت در زمان معمول در سال ۱۳۷۹ (E_1)، کشت در زمان معمول در

www.SID.ir

Archive of SID

سال ۱۳۸۰ (E_2)، کشت دیر هنگام در سال ۱۳۸۰ (E_3) بود. سپس هیبریدها به وسیله کیسه‌کشی قبل از باز شدن گل‌ها خودگشن شدند تا نسل F_2 به وجود آید. از آن جایی که هتروزیس بر اساس والد برتر دارای اهمیت بیشتری در اصلاح نبات است محاسبه هتروزیس از این روش در هر محیط انجام شد و میانگین محیط‌ها نیز محاسبه گردید. پسروی درون زادآوری نیز با تقسیم اختلاف میانگین نسل F_2 و F_1 به نسل F_1 در دو محیط E_2 و E_3 به دست آمد. صفات تحت بررسی برای محاسبه پسروی درون زادآوری شامل تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژی، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، تعداد شاخه‌های اصلی در بوته، ارتفاع بوته، طول شاخهٔ اصلی، تعداد غلاف در شاخهٔ اصلی، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه در بوته، درصد روغن دانه و شاخص برداشت بود. در هر کرت تعداد ده بوته به طور تصادفی انتخاب شد و صفات مورد نظر اندازه‌گیری بر روی آن‌ها انجام گردید و میانگین آن‌ها مورد استفاده قرار گرفت. میزان هتروزیس نیز برای صفات فوق و صفات کیفیت روغن شامل مجموع گلوکوزینولات‌های کنجاله و میزان اسیدهای چرب پالمتیک، استئریک، اولئیک، لینولئیک، لینولنیک، ایکوسینوئیک و اروسیک اندازه‌گیری شد. بذر نسل‌های F_1 و F_2 از نظر ترکیبات اسیدهای چرب به ترتیب به وسیلهٔ تکنیک‌های بالک (Bulk Seed Technique) و تک دانه (Single Seed Technique) تجزیه شده و استخراج روغن از طریق روش تغییر یافتهٔ هوگن و بودو (Hougen and Bodo, 1973) انجام شد. میزان ترکیبات اسیدهای چرب به صورت درصدی از کل اسیدهای چرب محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری درصد روغن، اسیدهای چرب و مجموع گلوکوزینولات‌ها به ترتیب از دستگاه‌های NMR، گازکروماتوگراف و اسپکتروفتومتر چند کاناله استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب هیبریدها و والدین بر روی سه محیط نشان داد که اثر محیط در تمامی ۲۱ صفت تحت بررسی به جز صفات تعداد شاخه‌های اولیه، میزان اسید اروسیک و گلوکوزینولات در سطوح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر ژنوتیپ (والدین و هیبریدها) و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نیز در سطح احتمال ۱ درصد برای تمامی صفات تحت بررسی معنی‌دار بود. این امر نشان داد که ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف از نظر صفات مورد بررسی عکس‌العمل‌های متفاوتی از خود نشان داده‌اند. نوبل و همکاران (Knobel *et al.*, 1997) اعلام نمودند که عوامل محیطی نقش مهمی را در ظهور هتروزیس ایفا می‌کنند و این گونه مطالعات می‌بایست در چند محیط صورت

www.SID.ir

Archive of SID

گیرد. میانگین هتروزیس بر اساس والد برتر برای ۲۱ صفت زراعی و کیفیت روغن در محیط‌های مختلف محاسبه گردید. به علت حجم زیاد داده‌ها تنها این برآوردها برای چهار صفت مهم در جدول ۱ آورده شده است. دامنه هتروزیس برای صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و رسیدگی به ترتیب ٤٦/٧٧- تا ٤١/٣٤ و ١٢/١٤- تا ٥/٦٩ درصد بود. هیبرید TERI(OE)R-15 × TERI(OE)R-983 با میانگین ٤٣/٢ و ١٢٧/٥ روز به ترتیب برای تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و رسیدن فیزیولوژیک زودرس ترین هیبرید بود (جدول ۲) و بیشترین میزان پسروی درون زاد آوری در این هیبرید برای دو صفت مذکور به ترتیب ١٦/٣٥ و ٣٧/١٤ درصد بود (جدول ۳). هیبریدهای زود رس الزاماً دارای هتروزیس بالا و منفی نبودند زیرا بیشترین میزان هتروزیس منفی اکثرا متعلق به F_1هایی بود که والدین آن‌ها دیررس بودند و نسبت به F_1های دارای والدین زودرس تا حدودی دیررس‌تر بودند. می‌توان از این هیبرید در برنامه‌های به‌نژادی جهت اصلاح برای زودرسی استفاده کرد. انکویست و بیکر (Engqvist and Becker, 1991) نیز هتروزیس منفی را برای دو صفت تعداد روز تا گلدهی و رسیدن در کلزا را گزارش نمودند. صفت ارتفاع بوته دارای دامنهٔ هتروزیس ١٩/٢٢- تا ٢٠/١١ درصد بود و هیبرید HNS9802 × TERI(OE)R-983 کمترین میانگین ارتفاع بوته را داشت. میزان پسروی درون زادآوری برای این هیبرید ١١/٩٧ درصد بود. نتایج نشان داد که اصلاح پاکوتاهی در این ارقام با استفاده از هتروزیس موفقیت زیادی را به دنبال نخواهد داشت. دامنه هتروزیس برای عملکرد دانه در بوته از ٥٥/٢- تا ١٥٣/٢٤ درصد بود و هیبرید GSC3A00 × HNS9801 با میانگین عملکرد دانه در بوته ١٤/٣ گرم بیشترین میانگین هتروزیس را داشت و میانگین پسروی درون زاد آوری آن برابر ٤٥/٦٣ درصد بود (جدول ۳). هیبرید NPN01 × HNS9801 دارای بیشترین عملکرد دانه در بوته برابر ١٦/٢ گرم بود. بررسی میانگین اجزاء عملکرد نشان داد که عملکرد بالا در این هیبرید به علت بالا بودن برخی از اجزاء عملکرد یعنی وزن هزار دانه، تعداد غلاف در شاخهٔ اصلی، تعداد شاخه‌های اولیه و نیز شاخص برداشت است. نتایج حاکی از موفق بودن هیبریدها در افزایش عملکرد به علت هتروزیس است. دایرز و همکاران (Diers *et al.*, 1991) نیز از بین صفات مورد بررسی در کلزا بیشترین هتروزیس را برای عملکرد دانه گزارش نمودند. کرزیمانسکی و همکاران (Krzymanski *et al.*, 1998) با انجام تلاقی‌های دیآلل در کلزای زمستانه وجود هتروزیس مثبت نسبت به والد برتر را برای عملکرد در ۱۸ تلاقی اعلام نمودند و اظهار داشتند که بیشترین میزان هتروزیس برای

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول ۱- برآورد هتروزیس نسبت به والد برتر در چهار صفت مهم کلزا در سه محیط مورد بررسی

Table 1. Estimation of heterobeltiosis for four important rapeseed characters in three environments

Sl. No.	تلاقی ها Crosses	درصد روغن Oil content			عملکرد دانه در بوته Seed yield/plant			اسید اروسیک Erucic acid			میزان گلوکوزینولات Glucosinolate concentration		
		E_1	E_2	E_3	E_1	E_2	E_3	E_1	E_2	E_3	E_1	E_2	E_3
1	HNS9802 × GSC3A00	3.90**	-4.28*	-10.96**	12.50**	22.13**	33.25**	-41.44**	-13.43**	-48.71**	-13.99	-9.73	2.02
2	HNS9802 × HNS9801	-4.09**	-4.87**	-6.90**	101.25**	44.60**	96.77**	-22.32**	-22.16**	-45.79**	-28.75*	23.57**	20.01*
3	HNS9802 × NPN01	-4.03**	-2.98	-5.67**	-15.31**	67.82**	83.83**	-38.46**	-10.44*	3.71	-35.19**	-41.22**	29.43**
4	HNS9802 × NPN2	1.29	-4.86**	-0.39	-20.35**	63.03**	17.17**	-39.06**	19.47**	20.51**	-17.14	-9.29	-15.05
5	HNS9802 × TERI(OE)R983	-0.65	-8.38**	-6.44**	-12.50**	29.32**	-9.16*	-36.44**	-74.60**	-4.74	-36.71**	9.11	-7.56
6	HNS9802 × TERI(OE)R15	-4.48**	-4.59*	-1.59	21.50**	-10.19**	-50.77**	-41.80**	-11.02*	-41.80**	-8.81	12.22	-2.75
7	GSC3A00 × HNS9802	-4.83**	-0.41	-0.94	-7.65	70.49**	50.24**	-62.16**	-9.21	-72.76**	-23.99*	-30.98**	-17.51*
8	GSC3A00 × HNS9801	-2.74	-4.35*	-4.96**	138.28**	119.35**	59.63**	-44.77**	-45.38**	-34.85**	-18.54	-26.38**	-23.80**
9	GSC3A00 × NPN01	1.65	0.22	-5.75**	58.16**	53.28**	42.92**	-42.86**	-36.67**	-21.18**	-44.14**	-57.22**	15.91
10	GSC3A00 × NPN2	-0.85	-1.48	1.09	138.28**	86.89**	-3.36	-45.59**	17.79**	14.72**	-13.37	-49.63**	-25.87**
11	GSC3A00 × TERI(OE)R983	2.53	-6.50**	-2.81	-7.86*	-18.85**	-14.66**	-3.03	-70.06**	-62.92**	-32.30**	-23.81**	-24.17**
12	GSC3A00 × TERI(OE)R15	1.58	-3.88*	-5.43**	-5.20	17.48**	16.28**	-31.20**	-38.09**	-83.26**	-33.93**	-10.96	-16.88*
13	HNS9801 × HNS9802	-6.02**	-6.19**	-5.79**	-5.00	6.47	8.18*	-50.89**	-22.36**	-24.35**	-21.33	-39.66**	3.26
14	HNS9801 × GSC3A00	-0.81	-3.49	-3.84*	95.27**	35.25**	65.55**	-44.39**	-42.11**	5.47	-11.76	-47.61**	-17.93*
15	HNS9801 × NPN01	0.06	3.81*	-3.91*	19.39**	25.18**	80.09**	-1.95	-10.86*	-24.65**	-27.12*	-15.60	5.35
16	HNS9801 × NPN2	0.91	-0.63	2.19	91.72**	23.74**	39.78**	-7.14*	8.79	53.00**	-6.46	-15.11	14.71
17	HNS9801 × TERI(OE)R983	-5.82**	-2.38	-1.54	72.52**	-4.33	1.29	-41.20**	-65.71**	-58.49**	-16.58	25.30**	-23.16**
18	HNS9801 × TERI(OE)R15	-7.65**	-4.05*	-3.94*	56.63**	22.73**	8.40*	-34.44**	-35.87**	-10.17**	22.61	-4.35	6.38
19	NPN01 × HNS9802	-0.08	-0.74	0.99	40.82**	74.73**	9.59*	-16.85**	-11.35*	-14.40**	-5.41	-29.06**	38.14**
20	NPN01 × GSC3A00	0.46	1.06	-6.81**	3.06	40.16**	9.36*	-48.47**	-63.19**	26.11**	-17.19	-41.80**	20.89*
21	NPN01 × HNS9801	-1.48	-0.63	-2.29	81.80**	153.24**	78.90**	-3.25	-31.56**	2.67	-43.26**	6.19	-2.41
22	NPN01 × NPN2	-2.40	-1.31	-5.76**	-19.80**	52.52**	11.53**	-10.26**	-30.17**	-16.93**	-25.30*	-0.39	9.79
23	NPN01 × TERI(OE)R983	-3.05*	0.85	1.66	-20.82**	12.85**	57.87**	-48.47**	-27.25**	-40.31**	-26.29*	-38.16**	-2.17
24	NPN01 × TERI(OE)R15	2.18	-2.64	-1.47	33.35**	16.75**	14.60**	-28.21**	-20.85**	-25.80**	-25.16*	-21.74*	13.09**
25	NPN2 × HNS9802	0.96	-8.96**	-1.55	57.00**	-35.46**	-37.15**	-22.04**	-50.31**	-28.76**	-26.20*	0.78	-1.23
26	NPN2 × GSC3A00	1.35	-13.69**	-12.77**	139.51**	-49.75**	-49.68**	-47.72**	-18.77**	-25.77**	-2.64	-4.63	52
27	NPN2 × HNS9801	-1.59	-5.21**	-2.72	95.27**	-33.81**	-28.70**	-13.39**	-25.92**	16.29**	-9.77	-19.66*	0.40
28	NPN2 × NPN01	-3.09*	-4.83**	1.52	1.02	-22.94**	25.79**	-11.11**	-50.46**	-32.16**	7.36	-20.33*	-15.85
29	NPN2 × TERI(OE)R983	3.04*	-12.45**	-7.56**	47.70**	-55.52**	-43.78**	-39.21**	-83.47**	-70.57**	-34.55**	-25.33**	-3.66
30	NPN2 × TERI(OE)R15	-1.92	-7.47**	-6.28**	90.80**	-19.09**	-38.78**	-26.44**	-69.94**	-68.32**	-23.41*	-26.76**	4.84
31	TERI(OE)R983 × HNS9802	-1.81	-4.02*	-4.08*	55.50**	-1.98	9.70*	-28.53**	-78.06**	-41.36**	-38.17**	5.73	6.14
32	TERI(OE)R983 × GSC3A00	1.99	-4.11*	-1.14	42.55**	9.02*	-20.15**	-19.70**	-90.16**	-80.76**	-12.90	18.29*	-27.19**
33	TERI(OE)R983 × HNS9801	-6.53**	-3.24	-8.11**	58.54**	-7.48	13.99**	-42.47**	-64.20**	-13.91**	-9.00	23.84**	-0.43
34	TERI(OE)R983 × NPN01	-4.07**	0.04	-0.87	8.16*	-3.95	51.83**	-46.15**	-50.93**	-19.78**	-30.15*	-33.66**	6.75
35	TERI(OE)R983 × NPN2	-0.96	0.89	4.58*	45.42**	48.60**	0.36	-52.13**	-16.36**	0.51	-45.51**	3.60	-3.53
36	TERI(OE)R983 × TERI(OE)R15	-0.45	-3.55*	-1.71	0.20	18.93**	-13.47**	-58.12**	-67.09**	-88.18**	-2.69	5.33	-5.27
37	TERI(OE)R15 × HNS9802	-1.50	-4.18**	-3.89*	37.50**	100.32**	19.38**	-29.13**	-66.10**	-60.93**	-27.15*	27.38**	8.75
38	TERI(OE)R15 × GSC3A00	-4.54**	-2.60	-2.79	54.04**	29.45**	16.79**	-36.75**	-66.79**	-86.23**	-14.82	-10.99	26.06**
39	TERI(OE)R15 × HNS9801	-8.05**	-2.96	-4.72*	18.34**	-10.79**	6.14	-26.66**	-45.33**	-20.82**	-3.49	6.45	8.92
40	TERI(OE)R15 × NPN01	-0.83	4.74**	0.26	51.02**	29.45**	36.23**	-44.81**	-37.99**	-41.94**	-28.13*	-34.90**	-3.40
41	TERI(OE)R15 × NPN2	-0.93	-0.97	5.27**	52.97**	33.74**	46.23**	-43.31**	3.00	12.06**	-11.64	-20.65*	-16.60
42	TERI(OE)R15 × TERI(OE)R983	-4.36**	-3.93*	-2.33	-12.74**	6.80	-29.31**	-40.17**	-83.88**	-49.17**	-5.84	6.84	-4.22

* and **: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

E_1= timely sowing in 2000; E_2= timely sowing in 2001; E_3= late sowing in 2001.

E_1: کشت در زمان معمول در سال ۱۳۷۹، E_2: کشت در زمان معمول در سال ۱۳۸۰، E_3: کشت دیر هنگام در سال ۱۳۸۰.

Archive of SID

Archive of SID

جدول ۲ـ میانگین بالاترین میزان هتروزیس و بیشترین مقادیر صفات مختلف در هیبریدهای کلزا در محیط‌های مورد بررسی

Table 2. Means of the best heterobeltiosis and the best performance rapeseed cross combinations along with their mean values over environments for various characters

Character صفت	تلاقی دارای بیشترین هتروزیس Best heterobeltiosis cross	میانگین Mean	بهترین تلاقی cross with the best performance	میانگین Mean
تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی Days to 50% flowering	HNS9801 × TERI(OE)R983	46.3	TERI(OE)R15 × TERI(OE)R983	43.2
تعداد روز تا رسیدن Days to maturity	GSC3A00 × TERI(OE)R983	131.7	TERI(OE)R15 × TERI(OE)R983	127.5
ارتفاع بوته Plant height (cm)	TERI(OE)R983 × HNS9801	154.0	TERI(OE)R983 × HNS9802	146.0
طول شاخهٔ اصلی (سانتی‌متر) Length of main shoot (cm)	HNS9801 × TERI(OE)R983	72.6	HNS9802 × HNS9801	87.4
تعداد شاخه‌های اولیه No. of primary branches	TERI(OE)R15 × NPN2	5.5	HNS9801 × NPN01	7.5
تعداد شاخه‌های ثانویه No.of secondary branches	HNS9802 × HNS9801	7.2	HNS9802 × TERI(OE)R15	7.4
تعداد غلاف در شاخهٔ اصلی No. of siliuqa on main shoot	NPN01 × HNS9801	73.4	HNS9801 × NPN2	81.9
طول غلاف Siliqua length (cm)	HNS9802 × NPN01	5.6	NPN2 × NPN01	6.3
تعداد دانه در غلاف No. of seeds/siliqua	GSC3A00 × HNS9802	21.7	GSC3A00 × NPN2	22.8
عملکرد دانه در بوته Seed yield/ plant (g)	GSC3A00 × HNS9801	14.3	NPN01 × HNS9801	16.2
وزن هزار دانه 1000-seeds weight (g)	NPN01 × TERI(OE)R15	3.5	NPN01 × TERI(OE)R15 NPN01 × HNS9801 NPN01 × HNS9802	3.5 3.5 3.5
درصد روغن Oil content (%)	TERI(OE)R15 × NPN01	43.3	HNS9801 × NPN2	43.7
شاخص برداشت Harvest index (%)	TERI(OE)R15 × NPN01	20.0	TERI(OE)R15 × NPN01 NPN01 × HNS9801	20.0 20.0
گلوکوزینولات Glucosinolate (µmol/g)	GSC3A00 × NPN2	88.6	GSC3A00 × TERI(OE)R983	80.6
درصد اسید پالمتیک Palmitic acid (%)	GSC3A00 × HNS9802	4.5	GSC3A00 × HNS9802	4.5
درصد اسید استریک Stearic acid (%)	GSC3A00 × HNS9801	0.9	GSC3A00 × TERI(OE)R983 NPN2 × NPN01	0.9 0.9
درصد اسید اولئیک Oleic acid (%)	TERI(OE)R983 × GSC3A00	36.3	GSC3A00 × TERI(OE)R983	37.3
درصد اسید لینولئیک Linoleic acid (%)	GSC3A00 × NPN01	18.6	HNS9801 × NPN2	17.0
درصد اسید لینولئیک Linolenic acid (%)	HNS9802 × NPN01	10.7	NPN01 × TERI(OE)R983	8.7
درصد اسید ایکوسینوئیک Eicosenoic acid (%)	GSC3A00 × HNS9802	9.3	GSC3A00 × HNS9802	9.3
درصد اسید اروسیک Erucic acid (%)	TERI(OE)R983 × GSC3A00	2.3	TERI(OE)R983 × GSC3A00	2.3

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- برآورد درصد پسروی درون زادآوری برای چهار صفت مهم زراعی در تلاقی‌های کلزا در دو محیط مورد بررسی[1]

Table 3. Estimation of percentage of inbreeding depression in four agronomic chracters of rapeseed over two environments[1]

SI. NO	Crosses تلاقی‌ها	عملکرد دانه در بوته Seed yield/ plant		وزن هزار دانه 1000 seed weight		میزان روغن دانه Oil content		شاخص برداشت Harvest index	
		E_2	E_3	E_2	E_3	E_2	E_3	E_2	E_3
1	HNS9802×GSC3A00	38.93**	36.89**	23.63**	-1.40	-6.71**	-11.84**	26.70**	-12.63**
2	HNS9802×HNS9801	58.46**	59.63**	12.20**	3.30**	-4.65**	-1.15	28.89**	-6.84**
3	HNS9802×NPN01	36.88**	66.34**	4.95**	8.05**	-2.74**	-0.75	10.38**	6.84**
4	HNS9802×NPN2	35.57**	28.53**	6.42**	23.05**	-0.71	0.06	40.73**	14.84**
5	HNS9802×TERI(OE)R983	9.55**	19.69**	-2.01	3.04**	-6.86**	-5.85**	9.16**	-3.69
6	HNS9802×TERI(OE)R15	49.55**	-20.99**	3.91**	-15.89**	-0.23	0.57	-21.20**	-17.52**
7	GSC3A00×HNS9802	61.63**	48.09**	17.61**	5.19**	0.00	-0.75	30.13**	-13.18**
8	GSC3A00×HNS9801	55.72**	35.54**	1.90	3.73**	-2.39**	-7.84**	17.83**	-8.92**
9	GSC3A00×NPN01	31.55**	44.23**	-15.03**	0.00	-2.21**	-7.95**	33.74**	-6.69**
10	GSC3A00×NPN2	58.33**	9.30**	9.54**	-25.00**	6.07**	0.83	16.72**	-14.97**
11	GSC3A00×TERI(OE)R983	43.43**	25.38**	-1.30	-15.33**	-6.24**	-3.76**	33.02**	-12.67**
12	GSC3A00×TERI(OE)R15	34.09**	18.52**	-17.78**	-32.09**	-5.37**	-11.87**	20.07**	-6.69**
13	HNS9801×HNS9802	25.68**	45.67**	6.59**	8.16**	-3.77**	-1.20**	13.58**	-0.41
14	HNS9801×GSC3A00	50.90**	44.93**	12.89**	-3.04*	-8.00**	-8.07**	19.48**	5.66**
15	HNS9801×NPN01	59.43**	55.17**	-15.44**	26.38**	5.73**	-3.00**	16.71**	29.33**
16	HNS9801×NPN2	54.07**	50.68**	12.18**	15.38**	-3.24**	-5.13**	21.98**	23.56**
17	HNS9801×TERI(OE)R983	17.29**	62.27**	10.95**	3.21*	-4.81**	-1.04	31.93**	17.72**
18	HNS9801×TERI(OE)R15	45.31**	44.99**	2.03	11.96**	-5.46**	-1.81*	9.02**	5.58**
19	NPN01×HNS9802	49.72**	-1.53*	20.05**	1.86	-6.02**	-2.00*	13.27**	-16.40**
20	NPN01×GSC3A00	54.39**	30.89**	9.55**	13.00**	-2.22**	-9.87**	8.56**	11.47**
21	NPN01×HNS9801	65.11**	45.49**	20.24**	28.83**	-1.75*	-4.51**	28.64**	21.13**
22	NPN01×NPN2	63.09**	32.82**	19.44**	-1.40	0.27	-5.70**	29.58**	21.45**
23	NPN01×TERI(OE)R983	35.04**	44.57**	-3.59**	0.00	-0.20	2.64**	18.86**	7.33**
24	NPN01×TERI(OE)R15	19.89**	44.94**	7.73**	5.63**	-1.39	-3.46**	-3.58	35.95**
25	NPN2×HNS9802	-21.09**	-19.42**	-10.25**	-18.25**	-5.27**	-2.24**	26.99**	-18.07**
26	NPN2×GSC3A00	2.28**	-7.51**	-3.56**	-26.50**	-9.14**	-15.07**	-2.18	-12.86**
27	NPN2×HNS9801	17.39**	-2.55**	0.78	6.16**	0.30	0.26	6.16**	4.08*
28	NPN2×NPN01	29.88**	53.07**	-18.68**	-2.22	-5.21**	0.85	10.11**	37.00**
29	NPN2×TERI(OE)R983	27.78**	2.42**	-28.13**	-24.66**	-12.34**	-11.50**	-10.79**	-14.85**
30	NPN2×TERI(OE)R15	35.00**	-10.98**	-23.19**	10.00**	-6.24**	-11.29**	5.95**	-23.43*
31	TERI(OE)R983×HNS9802	49.33**	60.71**	3.12**	-10.22**	0.50	0.70	27.07**	15.86**
32	TERI(OE)R983×GSC3A00	10.08**	-11.58**	-10.96**	-3.05*	-2.61**	-2.18**	19.37**	-21.73**
33	TERI(OE)R983×HNS9801	39.74**	31.26**	11.24**	8.97**	1.48	-4.53**	29.76**	10.65**
34	TERI(OE)R983×NPN01	18.95**	49.68**	-24.29**	8.93**	1.00	0.77	7.75**	20.61**
35	TERI(OE)R983×NPN2	32.37**	17.38**	4.29**	4.35**	3.53**	2.19**	21.23**	-2.05
36	TERI(OE)R983×TERI(OE)R15	34.01**	0.62	-25.00**	-20.97**	3.05**	-1.51	-22.21**	-22.14**
37	TERI(OE)R15×HNS9802	62.84**	26.75**	-14.29**	-19.34**	-2.93**	0.34	-0.86	-0.74
38	TERI(OE)R15×GSC3A00	23.13**	-15.15**	-3.90**	-4.17**	-1.57*	-6.47**	6.89**	-9.98**
39	TERI(OE)R15×HNS9801	39.52**	16.02**	-3.87**	8.55**	3.00**	-0.11	26.81**	-2.88
40	TERI(OE)R15×NPN01	48.44**	36.33**	13.41**	-12.14**	4.81**	-0.43	42.78**	6.57**
41	TERI(OE)R15×NPN2	58.44**	59.75**	-0.58	-1.33	1.73*	2.23**	44.69**	16.93**
42	TERI(OE)R15×TERI(OE)R983	65.61**	17.68**	-14.47**	-11.11**	0.16	4.46**	-1.35	-13.24**
	C.D at 5%	1.49	1.43	2.51	2.44	1.53	1.56	3.94	3.88
	C.D at 1%	2.00	1.92	3.35	3.27	2.05	2.08	5.27	5.19
	S.E	0.74	0.71	1.24	1.21	0.76	0.77	1.95	1.92

(۱) نسل F_2 برای محیط E_1 ایجاد نشد لذا پسروی درون زاد آوری برای این محیط محاسبه نگردید.

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

کشت در زمان معمول در سال ۱۳۸۰ (E_2)، کشت دیر هنگام در سال ۱۳۸۰ (E_3)،

(1) F_2 did not develop in E_1 so inbreeding depression did not calculate for this environment.

* and **: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

E_2 = timely sowing in 2001; E3 = late sowing in 2001.

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد برابر ۱۲٤/۷ درصد بوده است. هتروزیس برای درصد روغن دانه دارای دامنهٔ ۱۳/٦۹- تا ۵/۲۷ درصد بوده و اکثر هیبریدها دارای هتروزیس منفی بودند. هیبرید TERI(OE)R-15 × NPN01 با میانگین ٤۳/۳ درصد روغن بیشترین میزان هتروزیس را نشان داد. میانگین پسروی درون زاد آوری در این هیبرید برابر ۲/۳۹درصد بود. نتایج نشان داد که افزایش درصد روغن دانه از طریق تولید هیبریدها اندک بود و اصلاح از طریق هتروزیس در افزایش درصد روغن موفقیت زیادی نداشته است. هتروزیس منفی برای درصد روغن دانه در کلزا توسط شولر و همکاران (Schuler *et al.*, 1992) و تاکور و سگوال (Thakur and Sagwal, 1997) نیز گزارش شده است. اما نکتهٔ مهم این است که هیبریدها می‌توانند با تولید عملکرد دانهٔ بالا تولید روغن در واحد سطح بالایی نیز داشته باشند هر چند که درصد روغن دانهٔ آنها حداکثر نباشد.

هتروزیس برای میزان کل گلوکوزینولات‌های کنجاله نسبت به والد برتر (والد دارای گلوکوزینولات کمتر) از ۵۷/۲۲- تا ۳۸/۱٤ درصد متغیر بود و اکثر هیبریدها دارای هتروزیس منفی بودند. هیبرید GSC3A00 ×TERI(OE)R983 با میانگین ۸۰/٦ میکرومول برگرم ماده خشک کمترین میزان گلوکوزینولات را نشان داد. رامئه و همکاران (۱۳۸۱) نیز هتروزیس منفی و معنی‌داری نسبت به والد برتر را برای میزان گلوکوزینولات در کلزا گزارش نموده و اعلام کردند که دستیابی به گلوکوزینولات پایین از طریق دورگ‌گیری میسر است. اسید اولئیک هیچ یک از تلاقی‌ها دارای هتروزیس مثبت و معنی‌دار در سه محیط نبودند و بالاترین میانگین این اسید در هیبرید GSC3A00 × TERI(OE)R983 با ۳۷/۳ درصد مشاهده شد. بیشترین میزان هتروزیس منفی برای اسید لینولنیک متعلق به هیبرید NPN01 × HNS9802 با میانگین ۱۰/۷ درصد بود. دامنهٔ هتروزیس برای اسید اروسیک از ۹۰/۱٦- تا ۵۳/۰۰ درصد بود. این هتروزیس نسبت به والد دارای اسید اروسیک بالا محاسبه گردید. وجسی چاوسکی (Wojciechowski, 1995) نیز هتروزیس منفی را برای این صفت گزارش نموده است. هیبرید GSC3A00 × TERI(OE)R-983 با میانگین ٦۳/٥٤- درصد هتروزیس دارای کمترین میزان اسید اروسیک (۲/۳درصد) بود. در هیچ یک از هیبریدها میزان اسید اروسیک صفر نبود حتی در آن دسته از هیبریدها که یکی از والدین فاقد اسید اروسیک بود. نتایج نشان داد که ایجاد ارقام یک صفر از طریق هیبریدها روش موفقی نیست. پورداد و ساچان (Pourdad and Sachan, 2002) گزارش نمودند که توارث اسید اروسیک توسط دو ژن و با اثرات افزایشی کنترل می‌شود و گزینش روش مناسبی برای ایجاد ارقام یک صفر است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤ـ میانگین ژنوتیپ‌ها برای چهار صفت کلزا در محیط‌های مورد بررسی

Table 4. Mean performance of genotypes for four important rapeseed characters in three environments

Sl. No.	Genotype	درصد روغن Oil content (%)			عملکرد دانه در بوته (گرم) Seed yield/plant (g)		
		E_1	E_2	E_3	E_1	E_2	E_3
1	HNS9802	42.745	39.170	38.005	10.000	5.065	4.180
2	GSC3A00	41.610	40.615	38.410	7.985	6.100	3.790
3	HNS9801	46.245	42.885	41.960	8.450	6.950	4.645
4	NPN01	44.770	42.585	40.765	12.250	5.030	4.485
5	NPN2	43.725	43.800	39.750	7.665	5.950	5.505
6	TERI(OE)R983	43.060	42.775	39.445	9.225	6.070	4.640
7	TERI(OE)R15	44.060	41.475	37.400	7.650	6.180	3.900
8	HNS9802 × GSC3A00	44.910	38.875	34.200	14.250	7.450	5.570
9	HNS9802 × HNS9801	44.355	40.795	39.065	20.125	10.050	9.140
10	HNS9802 × NPN01	42.965	41.315	38.455	10.375	8.500	8.245
11	HNS9802 × NPN2	44.290	41.670	39.595	7.965	9.700	6.450
12	HNS9802 × TERI(OE)R983	42.780	39.190	36.905	8.750	7.850	4.215
13	HNS9802 × TERI(OE)R15	42.085	39.570	37.400	11.650	5.550	1.920
14	GSC3A00 × HNS9802	40.680	40.450	38.050	9.235	10.400	6.280
15	GSC3A00 × HNS9801	44.980	41.020	39.880	20.135	15.240	7.415
16	GSC3A00 × NPN01	45.510	42.680	38.420	19.375	9.350	6.410
17	GSC3A00 × NPN2	43.355	43.150	40.185	19.550	11.400	5.320
18	GSC3A00 × TERI(OE)R983	44.150	39.995	38.335	8.500	4.950	3.960
19	GSC3A00 × TERI(OE)R15	44.755	39.865	36.325	7.565	7.260	4.535
20	HNS9801 × HNS9802	43.460	40.230	39.530	9.500	7.400	5.025
21	HNS9801 × GSC3A00	45.870	41.390	40.350	16.500	9.400	7.690
22	HNS9801 × NPN01	45.800	44.520	40.320	14.625	8.700	8.365
23	HNS9801 × NPN2	46.665	43.525	41.040	16.200	8.600	7.695
24	HNS9801 × TERI(OE)R983	43.555	41.865	41.315	15.915	6.650	4.705
25	HNS9801 × TERI(OE)R15	42.705	41.150	40.305	13.235	8.530	5.035
26	NPN01 × HNS9802	44.735	42.270	41.170	17.250	8.850	4.915
27	NPN01 × GSC3A00	44.975	43.035	37.990	12.625	8.550	4.905
28	NPN01 × HNS9801	45.560	42.615	41.000	22.750	17.600	8.310
29	NPN01 × NPN2	45.195	43.225	38.415	9.825	9.075	6.140
30	NPN01 × TERI(OE)R983	43.000	43.140	41.440	9.700	6.850	7.325
31	NPN01 × TERI(OE)R15	45.745	41.445	40.165	16.335	7.215	5.140
32	NPN2 × HNS9802	44.145	39.875	39.135	15.700	3.840	3.460
33	NPN2 × GSC3A00	44.315	37.805	34.675	19.125	3.065	2.770
34	NPN2 × HNS9801	45.510	41.520	40.820	16.500	4.600	3.925
35	NPN2 × NPN01	43.385	41.685	41.385	12.375	4.585	6.925
36	NPN2 × TERI(OE)R983	45.055	38.345	36.745	13.625	2.700	3.095
37	NPN2 × TERI(OE)R15	43.215	40.530	37.255	14.625	5.000	3.370
38	TERI(OE)R983 × HNS9802	42.280	41.055	37.835	15.550	5.950	5.090
39	TERI(OE)R983 × GSC3A00	43.915	41.015	38.995	13.150	6.650	3.705
40	TERI(OE)R983 × HNS9801	43.225	41.495	38.555	14.625	6.430	5.295
41	TERI(OE)R983 × NPN01	42.950	42.790	40.410	13.250	5.830	7.045
42	TERI(OE)R983 × NPN2	43.305	44.190	41.570	13.415	9.020	5.525
43	TERI(OE)R983 × TERI(OE)R15	43.860	41.255	38.770	7.665	7.350	4.015
44	TERI(OE)R15 × HNS9802	43.400	39.740	36.525	13.750	12.380	4.990
45	TERI(OE)R15 × GSC3A00	42.060	40.395	37.340	12.300	8.000	4.555
46	TERI(OE)R15 × HNS9801	42.520	41.615	39.980	10.000	6.200	4.930
47	TERI(OE)R15 × NPN01	44.400	44.605	40.870	18.500	8.000	6.110
48	TERI(OE)R15 × NPN2	43.650	43.375	41.845	11.725	8.265	8.050
49	TERI(OE)R15 × TERI(OE)R983	42.140	41.095	38.525	8.050	6.600	3.280

www.SID.ir

Archive of SID

Table 4. Continued

ادامهٔ جدول ٤

Sl. No.	Genotype	درصد اسید اروسیک Erucic acid (%)			میزان گلوکوزینولات Glucosinolate concentration (µmol/g)		
		E_1	E_2	E_3	E_1	E_2	E_3
1	HNS9802	16.650	15.750	9.895	141.375	91.685	111.375
2	GSC3A00	3.300	9.320	9.100	44.965	68.580	84.945
3	HNS9801	39.200	38.375	25.670	106.055	105.415	130.760
4	NPN01	40.950	38.710	33.165	144.850	151.835	102.590
5	NPN2	32.900	19.310	23.750	123.420	123.755	130.175
6	TERI(OE)R983	2.400	24.385	9.925	109.645	94.275	126.110
7	TERI(OE)R15	11.700	8.085	22.370	106.345	95.185	119.585
8	HNS9802 × GSC3A00	9.750	13.635	5.075	121.600	82.765	113.625
9	HNS9802 × HNS9801	30.450	29.870	13.915	100.730	130.265	156.920
10	HNS9802 × NPN01	25.200	34.670	34.395	93.880	89.255	144.150
11	HNS9802 × NPN2	20.050	23.070	28.620	117.150	112.255	110.590
12	HNS9802 × TERI(OE)R983	10.600	6.195	9.455	89.475	102.865	116.570
13	HNS9802 × TERI(OE)R15	9.690	14.015	13.020	128.925	106.820	116.300
14	GSC3A00 × HNS9802	6.300	14.300	2.695	107.455	63.285	91.870
15	GSC3A00 × HNS9801	21.650	20.960	16.725	86.390	77.605	99.640
16	GSC3A00 × NPN01	23.400	24.515	26.140	80.920	64.955	118.915
17	GSC3A00 × NPN2	17.900	22.745	27.245	106.915	62.330	96.495
18	GSC3A00 × TERI(OE)R983	3.200	7.300	3.680	74.235	71.830	95.630
19	GSC3A00 × TERI(OE)R15	8.050	5.770	3.745	70.265	84.750	99.400
20	HNS9801 × HNS9802	19.250	29.795	19.420	111.225	63.610	135.020
21	HNS9801 × GSC3A00	21.800	22.215	27.075	93.580	55.225	107.310
22	HNS9801 × NPN01	40.150	34.505	24.990	105.560	128.150	137.750
23	HNS9801 × NPN2	36.400	41.750	39.275	115.450	105.050	150.000
24	HNS9801 × TERI(OE)R983	23.050	13.160	10.655	91.465	132.090	100.480
25	HNS9801 × TERI(OE)R15	25.700	24.610	23.060	130.385	100.620	139.100
26	NPN01 × HNS9802	34.050	34.315	28.390	137.015	107.715	153.850
27	NPN01 × GSC3A00	21.100	14.250	24.505	119.955	88.370	124.025
28	NPN01 × HNS9801	39.700	26.495	34.050	82.190	161.240	127.615
29	NPN01 × NPN2	36.750	27.030	27.550	108.210	151.250	142.925
30	NPN01 × TERI(OE)R983	21.100	28.160	19.795	106.775	93.895	123.375
31	NPN01 × TERI(OE)R15	29.400	30.640	24.610	108.405	118.825	147.200
32	NPN2 × HNS9802	25.650	9.595	16.920	104.330	124.725	115.550
33	NPN2 × GSC3A00	17.200	15.685	17.630	120.165	118.025	120.390
34	NPN2 × HNS9801	33.950	28.430	27.620	111.360	99.420	139.125
35	NPN2 × NPN01	36.400	19.175	22.500	155.510	120.970	109.540
36	NPN2 × TERI(OE)R983	20.000	4.030	6.990	80.775	92.410	125.405
37	NPN2 × TERI(OE)R15	24.200	5.805	7.525	94.525	90.640	136.475
38	TERI(OE)R983 × HNS9802	11.900	5.350	5.820	87.415	99.675	133.850
39	TERI(OE)R983 × GSC3A00	2.650	2.400	1.910	95.500	111.505	91.820
40	TERI(OE)R983 × HNS9801	22.550	13.740	22.100	99.780	130.550	130.195
41	TERI(OE)R983 × NPN01	22.050	18.995	26.605	101.180	100.730	134.625
42	TERI(OE)R983 × NPN2	15.750	20.395	23.870	67.255	128.215	125.575
43	TERI(OE)R983 × TERI(OE)R15	4.900	8.025	2.645	106.700	100.260	119.460
44	TERI(OE)R15 × HNS9802	11.800	5.340	8.740	102.990	121.250	130.050
45	TERI(OE)R15 × GSC3A00	7.400	3.095	3.080	90.585	84.725	88.420
46	TERI(OE)R15 × HNS9801	28.750	20.980	20.325	102.635	112.215	142.425
47	TERI(OE)R15 × NPN01	22.600	24.005	19.255	104.105	98.840	115.525
48	TERI(OE)R15 × NPN2	18.650	19.890	26.615	109.055	98.195	108.570
49	TERI(OE)R15 × TERI(OE)R983	7.000	3.930	11.370	103.245	101.700	120.785

www.SID.ir

Archive of SID

گزینش برای مقادیر کم اسید اروسیک باعث افزایش میزان اسید اولئیک نیز می‌شود.

بررسی هتروزیس و میانگین صفات (جدول ٤) در محیط‌های مختلف نشان داد که این مقادیر از محیطی به محیط دیگر متفاوت بود. در صفت درصد روغن، هیبرید TERI(OE)R983 × NPN2 در محیط E_1 دارای هتروزیس مثبت و معنی دار ۳/۰٤ درصد و در E_2 و E_3 به ترتیب با ۱۲/٤٥- و ۷/٥٦- درصد دارای هتروزیس منفی و معنی‌داری بود. میانگین درصد روغن این هیبرید برابر ٤٥/۰٥، ۳۸/۳٤ و ۳٦/۷٤ به ترتیب برای E_1، E_2 و E_3 بود. بیشترین تغییرات هتروزیس برای صفت عملکرد دانه در بوته متعلق به هیبرید HNS9801 × NPN2 با هتروزیس مثبت و معنی‌دار ۹٥/۲۷ درصد در محیط E_1 و منفی و معنی‌دار ۳۳/۸۱- و ۲۸/۷۰- درصد به ترتیب در دو محیط E_2 و E_3 بود. این هیبرید دارای میانگین عملکرد دانه در بوته ۱٦/٥۰، ٤/٦۰ و ۲/۹۲ گرم به ترتیب برای محیط‌های E_1، E_2 و E_3 بود. برای صفت میزان اسید اروسیک بیشترین تغییرات هتروزیس متعلق به هیبرید GSC3A00 × NPN01 با هتروزیس منفی و معنی‌دار ٤۸/٤۷- و ٦۳/۱۹- به ترتیب در دو محیط E_1 و E_2 مثبت و معنی‌دار ۲٦/۱۱ درصد در محیط E_3 بود. میانگین درصد اسید اروسیک این هیبرید در سه محیط E_1، E_2 و E_3 به ترتیب برابر ۲۱/۱۰، ۱٤/۲٥ و ۲٤/٥۰ درصد بود.

هتروزیس برای صفت گلوکوزینولات در هیبرید HNS9802 × NPN01 نیز در دو محیط E_1 و E_2 به ترتیب ۳٥/۱۹- و ٤۱/۲۲- منفی و معنی‌دار و در محیط E_3 مثبت و معنی‌دار برابر ۲۹/٤۳ درصد بود. میانگین میزان گلوکوزینولات در این هیبرید در محیط‌های E_1، E_2 و E_3 به ترتیب ۹۳/۸۸، ۸۹/۲٥ و ۱٤٤/۱٥ گرم بر مول مادهٔ خشک بود.

در کل نتایج نشان داد که محیط بر روی میزان هتروزیس تلاقی‌های کلزا اثر معنی‌داری دارد به طوری که حتی در برخی از تلاقی‌ها علامت هتروزیس از محیطی به محیط دیگر تغییر کرد. اصلاح از طریق هتروزیس (Heterosis Breeding) روش مناسبی برای ایجاد گیاهان زودرس و با عملکرد دانهٔ بالا می‌باشد امّا این روش برای تولید گیاهان پا کوتاه و نیز افزایش درصد روغن و کاهش اسید اروسیک مناسب نیست و برای این صفات گزینش روشی کارا خواهد بود.

صفات تعداد روز تا رسیدن، درصد روغن، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول غلاف، تعداد روز تا ٥۰٪ گلدهی و تعداد دانه در غلاف دارای میزان پسروی درون زادآوری پایینی بودند و آن دسته از هیبریدها که دارای پایینترین پسروی درون زادآوری برای این خصوصیات باشند می‌توانند به عنوان والدین در تهیه واریته‌های کمپوزیت مورد استفاده قرار گیرند

www.SID.ir

Archive of SID

زیرا می‌توان از این واریته‌ها در چند نسل استفاده نمود.

در صفات تعداد شاخه‌های ثانویه در بوته، عملکرد دانه در بوته، شاخص برداشت، طول شاخه اصلی و تعداد غلاف در شاخه اصلی میزان پسروی درون زادآوری بالا بود و اصلاح از طریق هتروزیس کارایی داشت.

References

منابع مورد استفاده

رامنه، و.، رضایی، ع.، و سعیدی، ق. ۱۳۸۱. مطالعهٔ ژنتیکی عملکرد، میزان گلوکوزینولات، روغن و پروتئین در ارقام و لاین‌های اصلاح شدهٔ کلزا. چکیده مقالات هفتمین کنگرهٔ علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج. صفحهٔ ۷۰۹.

Banga, S.S., and Labana, K. S. 1984. Heterosis in Indian mustard (*Brassica juncea* L.) Pflanzenzuecht 92:61-70.

Damgaard,C., and Leoschcke, V. 1994. Inbreeding depression and dominance-suppression competition after inbreeding in rapeseed (*Brassica napus*). Theoretical and Applied Genetics 88: 321-323.

Dhillon, S. S., Labana, K. S., and Banga, S. K. 1990. Studies on heterosis and combining ability in Indian mustard (*Brassica juncea* L.). Journal Research of Punjab Agricultural University 27: 1-8.

Diers, B.W., McVetty, P. B. E., and Osborn, T. C. 1996. Relationship between heterosis and genetic distance based on restriction fragment length polymorphism markers in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Crop Science 36: 79-83.

Engqvist, G. M., and Becker, H. C. 1991. Heterosis and epistasis in rapeseed estimated from generation means. Euphytica 58: 31-41.

Grant, I., and Beversdorf, W. D. 1985. Heterosis and combining ability estimates in spring planted oilseed rape *(B. napus)*. Canadian Journal of Genetics and Cytology 27: 472-478.

Hougen, F. W., and Bodo, V. 1973. Extraction and methanolysis of oil from whole or crushed rapeseed for fatty acid analysis. Journal of American Oil Chemistry Society 50: 230-234.

Knobel, H. A., Labuschagne, M. T., Deventer, C. S., and Van Deventer, C. S. 1997. The expression of heterosis in F1 generation of a diallel cross of diverse hard red winter wheat genotypes. Cereal Research Communications 25: 911-915.

www.SID.ir

Archive of SID

Krzymanski, J., Pietka, T., Krotka, K., and Michalski, K. 1998. Relationship between seed yield and glucosinolate content in F_1 hybrid generation of double low winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Rosliny-Oleiste 19: 389-398.

Labana, K. S., Banga, S. S., and Banga, S. K. 1992. Breeding Oilseed Brassicas. Narosa Publishing House. New Delhi.

Labana, K. S., Badwal, S. S., and Churassia, B. D. 1975. Heterosis and combining ability analysis in *Brassica juncea* (L.) Czern and Coss. Crop Improvement 2: 46-51.

Lefort-Buson, M., Guillot-Lemoine, B., and Dattee, Y. 1987. Heterosis and genetic distance in rapeseed (*Brassica napus* L.): crosses between European and Asiatic selfed lines. Genome 29: 413-418.

Olsson, G. 1960. Self-incompatibility and outcrossing in rape and white mustard. Hereditas (Lund, Swed.) 46: 241-252.

Pourdad, S. S., and Sachan, J. N. 2002. The inheritance of erucic acid content in summer rapeseed (*Brassica napus* L*)*. In: Proceedings of the Second International Conference on Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry, Beijing, September 2002.Xiedao Green Ecology Holiday Village. Volume II, 1129-1134.

Roy, D. 2000. Plant Breeding, Analysis and Exploitation of Variation. Narosa Publishing House. New Delhi. 701 p.

Schuler, T. G., Hutcheson, D. S., and Downey, R. K. 1992. Heterosis in intervarietal hybrids of summer turnip rape in western Canada. Canadian Journal of Plant Science 72: 127-136.

Sernyk, J. L., and Stefansson, B. R. 1983. Heterosis in the summer rape (*B.napus* L.). Canadian Journal of Plant Science 63: 407-413.

Shiga, T. 1976. Studies on heterosis breeding using cytoplasmic male sterility in rape. Bulletin of National Agricultural Science 27: 1-101.

Singh, P. K., and Rai, B. 1995.Study of inbreeding depression from F1 to F3 generation in some intervarietal crosses of Indian rapeseed *B. campestris* L. Prain. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 55: 208-213.

Srivastava, K., and Rai, B. 1993. Expression of heterosis for yield and its attributes in rapeseed (*Brassica napus*). Indian Journal of Agricultural Science. 63: 243-245.

Starmer, K. P., Brown, J., and Davis, J. B. 1998. Heterosis in spring canola hybrids grown in Northern Idaho. Crop Science 38: 376-380.

www.SID.ir

Archive of SID

Thakur, H. L., and Sagwal, J. C. 1997. Heterosis and combining ability in rapeseed (*Brassica napus* L.). Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 57(2):163-167.

Wang, W. R., Liu, H. J., Fang, G. H., Zhao, H., Li, Y. L., Qian, X. F., and Sun, C. C. 1999. Analyses of heterosis and combining abilities of five rapeseed cultivars (lines) in *Brassica napus* L. Acta Agriculture Shanghai 15 (2): 45-50.

Wojciechowski, A. 1995. Evaluation of the heterosis effect in F1 hybrids from crosses of the synthetic winter swede rape strain 207/8/3 with the variety Jantar. Rosliny Oleiste 16: 25-34.

Yu-Xiao, L. I., Tang, Z., Yu, X. L., and Tang, Z. J. 1995. Prediction of heterosis at the seedling stage of rape (*Brassica napus* L.) with acid phosphatase isozyme analysis. Journal of Southwest Agricultural University of China 17: 399-403.

آدرس نگارندگان:

سید سعید پورداد- معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم، صندوق پستی ۱۱٦٤، کرمانشاه ٦٧١٤٥.

جی. ان. ساچان- گروه ژنتیک و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و تکنولوژی جی. بی. پانت، پنتگر، هندوستان.

www.SID.ir