

بررسی ترکیب پذیری شش صفت کمی در کرم ابریشم

ابراهیم طالبی^{۱*} و بهنام کامجو^۲

^۱ داراب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد داراب

^۲ ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گروه ژنتیک و اصلاح نژاد دام

تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۱

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۷

چکیده

در این تحقیق اثرات ترکیب پذیری عمومی و خصوصی بر روی برخی از صفات اقتصادی کرم ابریشم، شامل وزن پيله، وزن قشر پيله، درصد قشر پيله، طول الیاف، شاخص قطر و نسبت پيله به ابریشم خام به صورت طرح دای آیل بررسی شد. والدین با یکدیگر تلاقی و به همراه نتاج (F₁) در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار مقایسه گردیدند. با توجه به معنی دار بودن واریانس ژنوتیپ‌ها، از میانگین‌های موجود شامل ۴ والد (۲ والد دو نسله (Bivoltine) و ۲ والد چند نسله (Multivoltine))، ۶ تلاقی مستقیم و ۶ تلاقی معکوس در شرایط استاندارد پرورشی به منظور تخمین ترکیب پذیری صفات پيله با استفاده از مدل ۱ روش گریفینگ تجزیه دای‌آیل بعمل آمد. ترکیب پذیری عمومی ژنوتیپ‌ها از نظر تمامی صفات به جزء شاخص قطر بسیار معنی دار بود (P<۰/۰۱) که این امر دلالت بر تاثیر واریانس ژنتیکی افزایشی بر توارث این صفات دارد. نتایج حاصل از ترکیب پذیری خصوصی برای تمامی صفات به غیر از صفات شاخص قطر و نسبت پيله به ابریشم خام بسیار معنی دار بود (P<۰/۰۱). این نتایج حاکی از این است که اثر غالبیت برای این دو صفت نیز مهم می‌باشد. برای صفات وزن پيله و وزن قشر پيله مشخص شد که تاثیر تلاقی معکوس معنی دار است و معنی دار بودن تلاقی معکوس مرتبط با نقش اثر پایه مادری در بروز این صفات است. رتبه بندی والدین بر اساس مقادیر ترکیب پذیری عمومی برای هر صفت یکسان با رتبه بندی همان والدین بر اساس مقدار میانگین آن صفت می‌باشد که می‌تواند برای تخمین ترکیب پذیری والدین بر اساس میانگین هر صفت استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: ترکیب پذیری خصوصی، ترکیب پذیری عمومی، *Bombyx Mori L.*، کرم ابریشم.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۶۲۳۳۹۹۱ - ۰۷۳۲، پست الکترونیکی: talebi226@iaudarab.ac.ir

مقدمه

با تولید ۱۳۰۷۱۴ تن (آمار سال ۲۰۱۰) بعد از چین، در رتبه دومین کشور تولید کننده ابریشم جهان قرار گرفت که بیش از ۹۵ درصد ابریشم تجاری این کشور از طریق استفاده از تلاقی گری بین نژادهای چند نسله (نظیر Pure Mysore و Nistari) و دو نسله (همانند NB₄D₂ و CSR₂، CSR₄ و C₁₀₈) بدست می‌آید (۷). در طول سه دهه اخیر، تمایل به حرفه نوغانداری در این کشور به دلیل افزایش تولید ابریشم در اثر انجام مطالعات گسترده در تمامی زمینه‌های مرتبط با پرورش این حشره از طریق اصلاح نژاد کرم ابریشم و توت و بهبود مدیریت پرورشی افزایش یافته

بر اساس آمار و اطلاعات سال ۱۳۷۳، ایران با دارا بودن حدود ۱۷۰۰۰ هکتار توتستان و پرورش بیش از ۲۰۰۰۰۰ تن جعبه تخم نوغان، محصول تولیدی پيله تر آن به ۵۰۰۰ تن رسید که این مقدار تولید، درآمد جنبی برای بیش از ۸۰۰۰۰ خانوار روستائی فراهم نمود. پس از طی ۱۷ سال (سال ۱۳۹۰) و براساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO)، میزان تولید پيله تر کشورمان به ۷۰۰۰ تن به ارزش ۶۰ میلیارد و ۲۰۰ میلیون تومان ارتقاء یافت که با افزایش تولید طی این چند سال، رتبه پنجم جهانی را کسب نمود. از طرفی هندوستان با بهره‌گیری از هتروزیس

که هدف اصلاح‌گر استفاده از مزایای هتروزیس باشد، سنجش قابلیت ترکیب پذیری یک امر ضروری است. تجزیه دای آلل بعنوان یک روش با اهمیت جهت تعیین بهترین آمیخته و معرفی آن برای استفاده تجاری مد نظر می‌باشد. تعداد بسیاری از محققین اعتبار تجزیه دای آلل را تایید نموده‌اند (۱۶،۳،۱۸،۲۱،۲۴). نظر به اینکه در این تحقیق از نژادهای دو و چند نسله کرم ابریشم استفاده گردیده است تعیین مناسب‌ترین تلاقی با استفاده از تجزیه دای آلل در جهت بهره‌گیری از خصوصیات هر دو نژاد مد نظر می‌باشد.

مواد و روشها

در این تحقیق از نژادهای NB_4D_2 ، C108، Nistari و Pure Mysore (۷۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا، ۱۲/۲۰ درجه شمالی و ۷۶/۵۰ درجه شرقی) استفاده گردید. تلاقی نژادها در جدول ۱ نشان داده شده است:

جدول ۱- آمیخته‌های حاصل از چهار نژاد دو و چند نسله	
$C_{108} \times NB_4D_2^*$	Nistari \times C108
$C_{108} \times$ Nistari	Nistari \times NB_4D_2
$C_{108} \times$ Pure Mysore	Nistari \times Pure Mysore
$NB_4D_2 \times$ C108	Pure Mysore \times C108
$NB_4D_2 \times$ Nistari	Pure Mysore \times NB_4D_2
$NB_4D_2 \times$ Pure Mysore	Pure Mysore \times Nistari

*♀×♂

هر یک از چهار نژاد خالص به همراه آمیخته‌های بدست آمده از تلاقی‌های مستقیم و معکوس بین آنها در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از ۳ تکرار (هر تکرار در یک سینی جداگانه) پرورش داده شد (۱۵). تمامی لاروها با برگ توت وارسته Ms تغذیه گردیدند. برای ارزیابی عملکرد ژنوتیپ‌ها، از شش صفت اقتصادی

است که توجه به این نکات جهت افزایش تولید ابریشم نوغانداران کشورمان ضروری است.

با درک پدیده‌ی هتروزیس در سال ۱۹۰۷، تحقیقات فراوانی در ارتباط با هتروزیس و قابلیت‌های ترکیب پذیری در انواع محصولات کشاورزی آغاز گردید. پیشرفت در علوم آماری و ژنتیک کمی منجر به ابداع روش‌هایی برای انتخاب نژاد و لاین‌های مختلف والدی مورد استفاده در تلاقی‌ها شده است. ترکیب پذیری وابسته به اثر متقابل ژن‌های مختلف می‌باشد که به طور کامل نمی‌توان عملکرد فنوتیپی آن‌ها را نشان داد (۱۹،۱). تحقیقات نشان می‌دهد که می‌توان از سودمندی هتروزیس برای بسیاری از صفات کمی کرم ابریشم استفاده نمود (۲۲،۱۷،۱). یکی از روش‌های تجزیه ژنتیکی که می‌تواند نحوه کنترل صفات مهم اقتصادی کرم ابریشم به خصوص صفات کمی را مشخص کند، تجزیه تلاقی دای آلل می‌باشد. از آنجایی که تولید ابریشم در جهان رواج بسیاری دارد و بیش از ۱۵ میلیون نفر در این صنعت فعالیت دارند و چنین وضعیتی در کشور ما نیز حکم فرما است، بسیاری از کشاورزان جهت افزایش درآمد خود به این حرفه مشغول هستند که این خصیصه اهمیت این صنعت را چند برابر می‌سازد.

از مهمترین اهداف متخصصین اصلاح نژاد افزایش سطح تولید، بهبود کیفیت و ایجاد مقاومت نسبت به استرس‌های محیطی مختلف می‌باشد. هدف از اصلاح نژاد کرم ابریشم ایجاد ژنوتیپ‌های جدید و تعیین مناسب‌ترین تلاقی‌ها برای استفاده از هتروزیس است. به منظور ایجاد وارسته‌های مناسب با استفاده از پدیده هتروسیس شناخت ساختار ژنتیکی والدین مورد تلاقی برای انتخاب مناسب‌ترین روش اصلاحی بسیار حائز اهمیت است که به کارگیری تلاقی‌های دای آلل ما را در جهت کسب چنین اطلاعاتی رهنمون می‌سازد. با استفاده از انواع تلاقی‌های دای آلل می‌توان نسبت به تعیین پارامترهای ژنتیکی و قدرت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی اقدام نمود. در صورتی

شامل وزن پيله، وزن قشر پيله، درصد قشر پيله، طول فيلامنت، شاخص قطر (Denier) (وزن ابريشم بدست آمده ÷ طول فيلامنت) × (۹۰۰۰) و نسبت پيله به ابريشم خام

(Renditta) (نسبت بين مقدار پيله به ابريشم خام بدست آمده) رکورد برداری شد

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین و اختلاف آماری برای صفات مختلف پيله

نژاد/ آمیخته	وزن پيله (گرم)	وزن قشر پيله (گرم)	درصد قشر پيله (%)	طول الیاف (متر)	شاخص قطر	نسبت پيله به ابريشم خام
C ₁₀₈	۱/۹۵ ^a	۰/۳۲ ^b	۱۶/۴۲ ^{bcd}	۱۰۳۲/۳۱ ^{ab}	۲/۱۸	۷/۳۵ ^{cd}
C ₁₀₈ × NB ₄ D ₂	۱/۹۹ ^a	۰/۳۷ ^a	۱۸/۸۵ ^a	۱۱۶۶/۴۰ ^a	۲/۱۸	۷/۱۰ ^d
C ₁₀₈ × Nistari	۱/۵۵ ^{cde}	۰/۲۹ ^{bcd}	۱۸/۶۳ ^a	۸۳۸/۲۳ ^{bcd}	۲/۱۷	۷/۷۳ ^{abcd}
C ₁₀₈ × Pure Mysore	۱/۶۱ ^{bcd}	۰/۳۰ ^{bc}	۱۸/۷۳ ^a	۷۴۷/۰۹ ^{de}	۲/۶۸	۷/۸۹ ^{abcd}
NB ₄ D ₂	۱/۷۶ ^b	۰/۳۱ ^{bc}	۱۷/۹۸ ^{ab}	۸۹۶/۱۵ ^{bcd}	۲/۱۲	۷/۹۵ ^{abcd}
NB ₄ D ₂ × C ₁₀₈	۲/۰۳ ^a	۰/۳۷ ^a	۱۸/۴۲ ^a	۱۱۹۸/۷۶ ^a	۱/۹۵	۷/۵۷ ^{abcd}
NB ₄ D ₂ × Nistari	۱/۶۳ ^{bcd}	۰/۳۰ ^{bc}	۱۸/۱۳ ^{ab}	۹۷۸/۱۰ ^{bc}	۱/۹۷	۷/۴۷ ^{bcd}
NB ₄ D ₂ × Pure Mysore	۱/۶۱ ^{bcd}	۰/۲۹ ^{bcd}	۱۷/۸۶ ^{abc}	۸۱۷/۱۰ ^{cd}	۱/۷۵	۱۰/۴۲ ^{ab}
Nistari	۱/۱۴ ^h	۰/۱۴ ^f	۱۲/۱۴ ^e	۵۱۴/۲۹ ^{fg}	۲/۰۵	۱۰/۵۱ ^a
Nistari × C ₁₀₈	۱/۵۷ ^{cde}	۰/۲۸ ^{cd}	۱۷/۵۳ ^{abc}	۸۴۸/۴۷ ^{bcd}	۲/۰۳	۸/۶۹ ^{abcd}
Nistari × NB ₄ D ₂	۱/۴۹ ^{def}	۰/۲۵ ^d	۱۷/۱۳ ^{abc}	۷۸۴/۵۰ ^{cde}	۱/۸۵	۹/۷۴ ^{abcd}
Nistari × Pure Mysore	۱/۲۹ ^g	۰/۲۱ ^e	۱۵/۹۹ ^{cd}	۶۳۱/۹۷ ^{ef}	۲/۳۶	۸/۹۷ ^{abcd}
Pure Mysore	۱/۰۴ ^h	۰/۱۵ ^f	۱۴/۹۱ ^d	۴۰۸/۶۰ ^g	۲/۴۲	۱۰/۵۶ ^a
Pure Mysore × C ₁₀₈	۱/۶۷ ^{bc}	۰/۳۰ ^{bc}	۱۸/۱۲ ^{ab}	۷۹۲/۵۳ ^{cde}	۲/۱۷	۹/۵۲ ^{abcd}
Pure Mysore × NB ₄ D ₂	۱/۴۴ ^{efg}	۰/۲۵ ^d	۱۷/۲۳ ^{abc}	۷۱۲/۱۷ ^{de}	۲/۱۶	۹/۱۷ ^{abcd}
Pure Mysore × Nistari	۱/۳۹ ^{fg}	۰/۲۱ ^e	۱۴/۹۶ ^d	۶۲۴/۴۶ ^{ef}	۲/۱۱	۱۰/۱۴ ^{abc}

در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشابه نیستند با یکدیگر اختلاف معنی دار دارند ($P < 0.05$).

جدول ۳- تجزیه واریانس قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی صفات مختلف پيله (روش ۱ گریفینگ)

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن پيله	وزن قشر پيله	درصد قشر پيله	طول الیاف	شاخص قطر نسبت پيله به ابريشم خام
ژنوتیپ (Genotype)	۱۵	۰/۲۲۹ ^{**}	۰/۱۳۴ ^{**}	۹/۷۲۱ ^{**}	۱۳۸۹۳۸/۳۳۷ ^{**}	۴/۶۰۰ ^{**}
ترکیب پذیری عمومی (GCA)	۳	۰/۳۵۱ ^{**}	۰/۰۱۹ ^{**}	۸/۶۱۲ ^{**}	۱۹۴۴۴۷/۱۶۴ ^{**}	۴/۹۶۰ ^{**}
ترکیب پذیری خصوصی (SCA)	۶	۰/۰۱۷ ^{**}	۰/۰۰۲ ^{**}	۳/۵۶۵ ^{**}	۱۴۲۴۴/۷۵۳ [*]	۰/۳۶۴
تلافی معکوس (Reciprocal)	۶	۰/۰۱۱ [*]	۰/۰۰۱ [*]	۰/۶۷۰	۸۶۲۷/۴۶۱	۱/۹۷۵
خطای آزمایش (Error)	۳۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۵۵۲	۶۸۶۴/۰۶۷	۱/۴۱۷
نسبت GCA به SCA	-	۳/۳۴	۱/۸۴	۰/۳۳	۳/۱۸	-۰/۴۲
ضریب بیکر (σ^2_e/σ^2_d)	-	۱۰/۶۴	۵/۶۱	۰/۷۱	۹/۹۵	-۱/۷۴

** در سطح ۱٪ معنی دار * در سطح ۵٪ معنی دار

هر دو رتبه بندی از شرایط یکسانی پیروی می‌کند. این موضوع می‌تواند برای تخمین ترکیب پذیری عمومی والدین بر اساس میانگین هر صفت استفاده شود. (۲). مناسب بودن این روش رتبه بندی را نشان داد. محققین (۲۰۰۵). نشان دادند که هم اثرات افزایشی و هم غیر افزایشی در برنامه های اصلاح نژادی بر اصلاح صفات مختلف نژادهای چند نسله تاثیر دارند (۸). نیز گزارش نمودند که اثرات افزایشی ژنها نقش مهمی را در کنترل برخی صفات اقتصادی کرم ابریشم دارند. همچنین تخمین مقادیر ترکیب پذیری خصوصی (جدول ۵) در آمیخته های $Nistari \times Pure Mysore$ و $C_{108} \times Nistari$ به ترتیب در صفات درصد قشر پيله و وزن پيله معنی دار می باشد.

امروزه در صنعت پرورش کرم ابریشم جهت افزایش کارایی جمعیت کرم ابریشم از والدین با قابلیت ترکیب پذیری عمومی بالا استفاده می‌شود. این والدین با هتروزیس بالا و بر اثر تلاقی اثرات افزایشی \times افزایشی بوجود آمده اند. قابلیت ترکیب پذیری خصوصی جزء اثرات غیر افزایشی ژن می باشد (۱۷،۱). درصد قشر پيله، شاخص قطر و نسبت پيله به ابریشم خام توسط اثر غالبیت ژن کنترل می گردند و این نتایج حاکی از اهمیت واریانس افزایشی (V_A) در توارث صفات می باشد. ترکیب پذیری خصوصی برای تمامی صفات به جزء صفات شاخص قطر و نسبت پيله به ابریشم خام بسیار معنی دار می باشد که این موضوع دلالت بر ناچیز بودن سهم واریانس غالبیت (V_D) در کل واریانس ژنتیکی (V_G) دارد (جدول ۳). ضریب بیکر محاسبه شده همانند نسبت GCA به SCA تایید کننده نحوه تاثیرگذاری ژن ها می باشد.

نتایج پژوهش حاضر با تحقیقات سایر محققین (۳،۱۴،۴). مشابهت دارد و به وجود ترکیب پذیری عمومی، ترکیب پذیری خصوصی، واریانس ژنتیکی افزایشی و غالبیت در کنترل صفات مختلف پيله اشاره دارد. همچنین تفاوت معنی داری بین تلاقی های مستقیم و معکوس در

پس از ثبت اطلاعات نسبت به تجزیه آماری داده ها توسط نرم افزار SAS و همچنین بمنظور محاسبه ترکیب پذیری بر مبنای مدل I و روش I گریفینگ (۱۹۵۶) اقدام گردید.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین ژنوتیپ ها (جدول ۲) نشان داد که نژاد C_{108} و هیبریدهای حاصل از آن (مستقیم و معکوس) با NB_4D_2 دارای بیشترین وزن پيله و نژادهای $Nistari$ و $Pure Mysore$ کمترین وزن پيله را به خود اختصاص دادند. آمیخته های $NB_4D_2 \times C_{108}$ و $C_{108} \times NB_4D_2$ بیشترین وزن قشر پيله و نژادهای $Nistari$ و $Pure Mysore$ برای این صفت نیز پایین ترین مقدار را دارا بودند. به جزء شاخص قطر، تمامی ژنوتیپ ها، اختلاف بسیار معنی داری ($P < 0.05$) در سایر صفات نشان دادند.

بطور کلی نژادهای مورد استفاده در این تحقیق قابلیت ترکیب پذیری عمومی بالایی داشتند. تجزیه واریانس ترکیب پذیری عمومی از نظر تمامی صفات به غیر از صفت شاخص قطر بسیار معنی دار بود. نسبت ترکیب پذیری عمومی به ترکیب پذیری خصوصی (جدول ۳) برای صفاتی نظیر وزن پيله، وزن قشر پيله و طول فیلامنت بیشتر از یک و برای صفات درصد قشر پيله، شاخص قطر و نسبت پيله به ابریشم خام کمتر از یک محاسبه شد.

نتایج حاصل از این تحقیق (جدول ۴) نشان می دهد که دو والد NB_4D_2 و C_{108} برای بیشتر صفات به جزء شاخص قطر دارای اثرات ترکیب پذیری عمومی بسیار معنی دار و مثبت و برای نسبت پيله به ابریشم خام معنی دار و منفی می باشد، بنابراین هر دو نژاد می توانند در برنامه های اصلاح نژادی برای بهبود صفات وزن پيله، وزن قشر پيله و درصد قشر پيله استفاده شوند. در صورت رتبه بندی والدین بر اساس مقادیر ترکیب پذیری عمومی برای هر صفت (جدول ۳) و رتبه بندی همان والدین بر اساس مقدار میانگین هر صفت (جدول ۲)، مشخص می شود که

صفات وزن پيله و وزن قشر پيله مشاهده گرديد. اين امر دلالت بر احتمال وجود اثرات پايه مادري دارد (۶،۸).

جدول ۴- مقادير تركيب پذيري عمومي براي والدين

اثرات نسبت تركيب پذيري عمومي والدين						
والدين	وزن پيله	وزن قشر پيله	درصد قشر پيله	طول الياف	شاخص قطر	نسبت پيله به ابريشم خام
C ₁₀₈	۰/۲۲**	۰/۰۵**	۰/۸۱**	۱۴۵/۰۷**	۰/۰۶	-۰/۹۰*
NB ₄ D ₂	۰/۱۴**	۰/۰۴**	۰/۹۰**	۱۱۹/۲۲**	-۰/۱۲	-۰/۳۸
Nistari	-۰/۱۷**	-۰/۰۵**	-۱/۲۵**	-۹۵/۱۶**	-۰/۰۶	۰/۴۲
Pure Mysore	-۰/۱۹**	-۰/۰۴**	-۰/۴۶*	-۱۶۹/۱۳**	۰/۱۲	۰/۸۶*

جدول ۵- مقادير تركيب پذيري خصوصي در آميخته ها

اثرات نسبت تركيب پذيري خصوصي آميخته ها						
آميخته ها	وزن پيله	وزن قشر پيله	درصد قشر پيله	طول الياف	شاخص قطر	نسبت پيله به ابريشم خام
C ₁₀₈ × NB ₄ D ₂	۰/۰۷۷	۰/۰۱۸	-۰/۱۵	۱۰۶/۳۴۶	-۰/۰۰۶	-۰/۱۸۹
C ₁₀₈ × Nistari	-۰/۰۵۷	۰/۰۱۰	۱/۴۳۵**	-۱۸/۵۰۶	-۰/۰۳۰	-۰/۱۱۱
C ₁₀₈ × Pure Mysore	۰/۰۳۸	۰/۰۲۰	۰/۹۹۹	-۱۸/۰۷۱	۰/۱۰۶	-۰/۰۵۲
NB ₄ D ₂ × Nistari	۰/۰۱۹	۰/۰۱۳	۰/۹۰۲	-۴۵/۲۹۳	-۰/۰۴۱	-۰/۲۳۸
NB ₄ D ₂ × Pure Mysore	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۱۳۵	-۲/۵۹۹	-۰/۱۸۱	۰/۵۱۹
Nistari × Pure Mysore	۰/۱۲۷**	۰/۰۲۰	۰/۱۱۱	-۸۰/۵۵۸	۰/۰۳۸	-۰/۵۲۹

دليل وراثت پذيري زياد (۵۰-۴۰ درصد) كارايي انتخاب مستقيم روي آن ها بسيار بالا مي باشد (۱).

تشكر و قدرداني

اين تحقيق با مساعدت پروفيسور جی سویرامانیا، مدير گروه بيوتكنولوژی كرم ابريشم، دانشگاه میسور و همكاري پرسنل آن انجام گرديد و نويسندگان مراتب سپاس خود را به دليل فراهم بودن امكانات اجرايي پژوهش ابراز مي دارند.

بنابراين براي بهبود صفات درصد قشر پيله، شاخص قطر و نسبت پيله به ابريشم خام استفاده از آميخته گري مي تواند در بهبود اين صفات موثر باشد و براي ايجاد سويه هاي جديد و تكامل آنها به منظور دستيابي به درصد قشر پيله بيشتر، شاخص قطر و نسبت پيله به ابريشم خام مناسب تر، توسط روش اصلاحي نوتركيبي، بهتر است كه انتخاب والدين برتر تا چندين نسل بعد به تاخير افتد. خصوصيات پيله از مهمترين صفات اقتصادي كرم ابريشم بوده و به

منابع

- ميرحسيني، س. ض، صيداوي، ع. ر، غني پور، م. ۱۳۸۳. برآورد پارامترهاي قابليت تركيب پذيري عمومي و خصوصي در لاین های جدید کرم ابريشم و هتروزیس هیبرید های حاصل از wheat (*Triticum durum*, Desf.) in vitro. J. Appl. Sci. Res., 2: 360-363.
- Abdel Hady, M.S.S. 2006. Heterosis and combining ability effects for callus growth of

3. Ahmad, R.D., Malik, A.J., Hassan, G. and Subhan, M. 2005. Estimation of combining ability for seed cotton yield and its components in inter-variety crosses of cotton. Gomal University J. Res., 21: 1-6.
4. Alireza Seidavi. 2011. Analysis of combining ability for some parameters in Iranian lines of silkworm *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). Annals of Biological Research, 2 (2): 158-163.
5. Chatterjee, S.N., Rao, P.R.M., Jayaswal, K.P., Ravindra Singh and Datta, R.K. 1993. Genetic variability in mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. breed with low silk yield. Indian J. Seric., 32:69-86.
6. Choudhary, N. and Singh, R. 2006. Heterosis in relation to combining ability in hybrids between multivoltine and bivoltine breeds of the silkworm, *Bombyx mori* L. Uttar Pradesh J. Zool., 26(1): 23-28.
7. Dandin, S.B., Jayaswal, J. and Giridhat, K. 2003. Handbook of sericulture technology. Central Silk Board, CSB Complex, BTML Layout, Madivala Bangalore, 560 068-287.
8. Datta, R.K. and Pershad, G.D. 1988. Combining ability among multivoltine × bivoltine silkworm (*Bombyx mori* L.) hybrids. Sericologia, 28:21-29.
9. Griffing, N. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biol. Sci., 9: 463-493.
10. Iftekher, M., Ismat Ara Ali and Tajimul haque. 2005. Combining ability estimation in popular bivoltine mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. Pakistan Journal of Biological, 8(1): 68-72.
11. Jogloy, S., Tula, W. and Kesmla, T. 2005. Combining ability analysis and phenotypic correlation of nodule parameters and agronomic traits in peanut (*Arachis hypogaea* L.). Songklanakarin J. Sci. Technol., 27(2): 213-221.
12. Mirhossieni, S.Z., Seidavi, A.R., Ghanipoorand, M. and Etebari, K. 2004. Estimation of general and specific combining ability and heterosis in new varieties of silkworm, *Bombyx mori* L. Journal of Biological Journal of Food, Agriculture & Environment, 4(6): 725-730.
13. Mirhosseini, S.Z., Bizhannia, A.R., Vishkaee, S. and Seidavi, A. R. 2007. Investigation on heterosis, general combining ability and special combining ability for cocoon characters in the five local groups and two breed pure lines of silkworm *Bombyx mori* L. Iranian Journal of Biology, 20(1): 138-143.
14. Nagalakshamma, K. and Naga Jyothi, P. 2010. Studies on the Combining Ability of the New Multi and Bi Voltine Hybrids by Line X Tester Analysis in the Silkworm *Bombyx mori* L. African Journal of Basic & Applied Sciences, 2 (1-2): 54-59.
15. Narasimhanna, M.N. and Krishnaswamy, S. 1972. Improved techniques of silkworm rearing. Paper presented at seminar on sericulture, 1-11, CSRTI, Mysore.
16. Okoh, J.O., Ojo, A.A. and Vange, T. 2007. Combining ability and heterosis of oil content in six accessions of castor at Makurdi. Nature and Science, 5(4): 18-23.
17. Rajanna, K.L. and Puttaraju, H.P. 1998. Heterosis among lines selected for pupal weight in the interline hybrids of the silkworm. Sericologia, 38(4): 312-318.
18. Rodero, A., Leguey, N., Rivasi, C. and Jordan, E. 1971. Genetic analysis of diallel crosses in laying hens. III Comparison of two annual tests with diallelic metric of 4×4 and 5×5. Arch. Zool. Tech., 20:57-65.
19. Satenahalli, S.B., Govindan, R. and Goud, J.V. 1991. Heterosis studies on cocooning, pupation, pupal weight and pupal duration in silkworm. Mysore Journal of Agricultural Science, 25:338-340.
20. Sen, S.K., Das, S.K., Rao, P.R.T., Ghosh, B., Das, N.K., Chattopadhyay, S., Roy, G.C. and Sinha, S.S. 1995. Studies on some important genetic parameters in the silkworm (*Bombyx mori* L.). Indian J. Plant Breed, 55: 238-242.
21. Shamsuddin, A.K.M. 1985. Genetic diversity in relation to heterosis and combining ability in spring wheat. Theor. Appl. Genet., 70: 306-308.
22. Singh, R., Nagaraju, J., Rao, P.R.M. and Sengupta, S.K. 1990. Heterosis analysis in the silkworm. Sericologia, 30(3): 293-300.
23. Thangavelu, K., Sinha, R.K., Mahadevamurthy, T.S., Radhakrishnan, S., Kumaresan, P., Mohan, B., Rayaradder, F.R. and Sekar, S. 2000. Catalogue on silkworm (*Bombyx mori* L.). Volume: 2, Central Sericultural Germplasm Resources Center, Central Silk Board.
24. Whitehouse, R.N.H., Thomson, I.B. and Riberio, M.D.V. 1958. Studies on the breeding of self-pollinating cereals-II. The use of diallel crosses analysis in yield production: Euphytica, 7: 147-169.

A study on combining ability for six quantitative traits in the Silkworm, *Bombyx mori* L.

Talebi E.¹ and Kamjoo B.²

¹ Darab branch, Islamic Azad University, Darab, I.R. of Iran

² Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I.R. of Iran

Abstract

In this investigation, the effect of general combining ability and specific combining ability were estimated on six quantitative traits *viz.*, cocoon weight, shell weight, shell ratio, filament length, denier and renditta in silkworm, *Bombyx mori* L. utilizing two bivoltine races and two multivoltine races namely NB₄D₂, C₁₀₈, Nistari and Pure Mysore, respectively. Combining ability analysis was carried out for six cocoon characters in an 4×4 diallel cross using Griffing's Method-I, Model-I. The parents and their hybrids (F₁) have compared together with using RCD design with three replications. The mean of genotypes variance was highly significant for all traits. Combining ability analysis revealed that specific combining ability variance was greater in magnitude and more important for the all cocoon characters except denier and renditta, indicating the involvement of non-additive type of gene action for the expression of these parameters. The GCA/SCA variance ratio exhibited that cocoon weight, shell weight and filament length was predominantly under additive control and other traits were under non-additive control. The ranking of parents according to the effect of GCA was almost are equal with the ranking of parent according to their mean values. The present results clearly indicate that we can predict the GCA values of parents based on their mean values and it is very important in silkworm breeding programme.

Keywords: General combining ability, Specific combining ability, *Bombyx mori* L., Silkworm