التحليل الوراثي للغلة ومكوناتها في هجن من فول الصويا

Genetic Analysis for Yield and its Components in Soybean Hybrids [*Glycine max* (L.) Merr.]

م. غرود العسود[1] أ.د. محمود صبوح[2] د. سعود شهاب[1] د. سمير علي الأحمد[1]

Ghrood Al-Aswd Mahmud Sabbouh Saoud Shehab Samir Ali Al-Ahmad

(1) إدارة بحوث المحاصيل، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سورية.

(2) قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

الملخص

أجريت الدراسة في محطة الأول من أيار التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية السورية ، خلال الموسمين الزراعيين 2008 و2009 وذلك بهدف تقدير القدرة العامة والخاصة على الائتلاف، وقوة الهجين لصفات الغلة البذرية وعدد القرون/نبات وعدد الأفرع/نبات، وعدد البذور/القرن، وارتفاع النبات. واستُخدم في الدراسة خمسة عشر هجيناً فردياً مستنبطاً بطريقة التهجين نصف التبادلي بين ستة طرز وراثية من فول الصويا. بينت النتائج أن للقدرة العامة والخاصة على الائتلاف تبايناً معنوياً لكل الصفات مشيرة إلى إسهام كل من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفات، وبينت نسبة GCA/SCA سيطرة الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة ارتفاع النبات، في حين سيطر الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة عدد القرون/نبات، وأبدى الطراز الأبوي Sb_{235} قدرةً عامةً جيدةً على الائتلاف لصفة الغلة البذرية، يليه الطراز Sb_{308}، وأظهر الهجين (Sb_{181}×Sb_{305}) قدرة خاصة جيدة على الائتلاف، تبعه الهجين (Sb_{235}×Sb_{298}) لصفة الغلة البذرية، وأظهر العديد من الهجن قيماً معنوية لقوة الهجين ومرغوبة قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل في الصفات المدروسة كافة.

الكلمات المفتاحية : فول الصويا، التهجين نصف التبادلي، المقدرة على الائتلاف، قوة الهجين، التحليل الوراثي.

Abstract

The present study was undertaken at the first of May Station, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), during 2008 and 2009 growing seasons to estimate General (GCA) and Specific (SCA) Combining Ability and heterosis for seed yield, number of pods and number of branches per plant, number of seeds / pod and plant height. The results showed that GCA and SCA mean squares were significant for all studied traits indicating that additive and non – additive gene actions were controlling inheritance of these traits. The ratios of GCA/SCA indicated that additive gene action was controlling inheritance of plant height while non-additive gene action was more important in inheritance of number of pods per plant. GCA effects showed that the genotype Sb_{235} and Sb_{308} were good combiner for seed yield trait. SCA effects showed that the hybrids (Sb_{181}×Sb_{305}) and (Sb_{235}×Sb_{298}) were the best F_1 combination for seed yield. Many hybrids showed significant useful values of mid and better parent heterosis in most studied traits.

Key words: Soybean, Half Diallel Crosses, Combining Ability and Heterosis, Genetic analysis.

©2015 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.
 ISSN:2305 - 5243

المقدمة

يُعد محصول فول الصويا *Glycine max* (L.) Merr. أحد محاصيل العائلة البقولية Leguminoseae، وهو محصول ذاتي التلقيح (2n=40)، تصل نسبة الخلط إلى نحو 2 %.كما يعد من المحاصيل الاقتصادية المهمة في العالم، تتميز بذوره باحتوائها على نسبة مرتفعة من البروتين والزيت (Schaafsma, 2000 ;FAO/WHO,1991)، إضافةً إلى أهميته في تحسين خصوبة التربة، كسائر العائلة البقولية التي تثبت الآزوت الجوي (Karpenstein و Stuelpuage, 2000)، ولأهمية هذا المحصول الاقتصادية توسعت مساحات زراعته عالمياً حتى بلغت في عام 2010 نحو 102 مليون هكتار بإنتاج بلغ 262 مليون طن وبمعدل إنتاجية قدره 2555 كغ /هكتار (FAO, 2012). ازداد الاهتمام في الآونة الأخيرة بإنتاج الأصناف الهجينة للاستفادة من ظاهرة قوة الهجين (Heterosis)، وكان لنجاحها الكبير في الذرة الصفراء الأثر الكبير عند مربي النبات لاستغلالها في المحاصيل الأخرى بما فيها ذاتية التلقيح (حسن، 1991)، الذي أدى إلى إنتاج الهجن على نطاق تجاري واسع، وإلى تضاعف الإنتاج الزراعي العالمي وتحسين نوعيته، و لاسيما فيما يخص المحاصيل الحقلية (Venkateswarlu وSingh 1981 وجابر، 1982 وحسن، 1991). وأكد العديد من العلماء أهمية قوة الهجين في زيادة الغلة البذرية في النباتات البقولية، مثل فول الصويا والبازلاء وغيرها (Gadag وUpadhyaya.1995; Pandini وزملاؤه، 2002 ; العايش وزملاؤه، 2006). تظهر قوة الهجين عند تلقيح نباتات من نوع واحد متباعدة وراثياً (Burton، 1997)، ولا يشترط لظهور قوة الهجين أن تكون آباء السلالات المستعملة في إنتاج الهجين ناتجة عن طريق التربية الداخلية (Crosisant وTorrie، 1971 ; Berenji، 1988).

تم تقدير قوة الهجين لعدد من الصفات في خمسة وأربعين هجيناً من فول الصويا حيث كانت غلة البذور(طن/هـ) 43 %، وغلة البذور/نبات 17.4 %، وعدد البذور/نبات 12.4 %، وعدد القرون/نبات 6.5 %، ووعدد الأفرع/ نبات 7.1 %، وكانت صفتا عدد البذور وعدد القرون من أكثر مكونات الإنتاجية إسهاماً في إظهار قوة الهجين في الغلة البذرية(Kaw و Menon .1979)، وذكر Chaudary وSingh (1974) أن قيم قوة الهجين في فول الصويا متغيرة جداً، ولاسيما صفات مكونات الغلة البذرية، وأشارت بعض دراسات قوة الهجين لصفة الغلة البذرية ومكوناتها، ولاسيما صفتي عدد القرون وعدد البذور/نبات إلى أن قوة الهجين التي تظهر في الجيل الأول تتوقف على مدى قدرة السلالات على الائتلاف، وكلما كانت تراكيبها الوراثية مكملةً بعضها بعضاً تكون أكثر تأثيراً في قوة الهجين عند وجودها معاً في الفرد الهجين (حسن،1991). تعبر قدرة الطراز الوراثي العالية على الائتلاف عن مقدرته على نقل الأداء المرغوب إلى النسل الناتج عنه، وعليه فإن الهجين الحامل لقدرة خاصة عالية على الائتلاف والناتج عن آباء ذات قدرة عامة جيدة على الائتلاف، يُعد هجيناً متميزاً لتحسين الصفة المدروسة، ولديه إمكانية تحقيق تقدم حقيقي وملموس في هذه الصفة (Pandini وزملاؤه، 2002; Singh وزملاؤه، 1999; Aysh وزملاؤه، 2006).

عرّف Falconer (1960) المقدرة العامة على الائتلاف (General Combining Ability,GCA) لسلالة ما ولصفة ما، بأنها متوسط قيمة هذه الصفة في جميع الهجن التي نتجت عن مشاركة هذه السلالة، فهي بذلك مقياس للتأثير الأبويّ الناتج عن الأثر التراكمي للمورّثات ، أما مقدرة الائتلاف الخاصة Combining Ability (SCA) لهجين ما في صفة ما، فهي انحراف متوسط قيمة هذه الصفة لهذا الهجين عن المقدرة العامة المتوسطة لأبويه، وأوضح Matzinger (1963) أن مقدرة الائتلاف العامة تتضمّن الأثر الإضافي (التراكمي) للمورّثات والتفوّق من نوع الأثر الإضافي (التراكمي)، في حين تُشير مقدرة الائتلاف الخاصة إلى فعل السيادة وأشكال التفوّق كافّة، وبالتالي نحصل على مؤشر لتأثير المورثات المتحكمة بتوريث صفة ما (Oettler وزملاؤه، 2005). كما أشارت البحوث إلى أهمية تأثير المورثات التراكمية وغير التراكمية لصفات عدد الأفرع على النبات، وغلة البذور في النبات. وأشير في تحليل التباينات للمقدرة العامة والخاصة إلى أن كليهما كان معنوياً لكل الصفات، ما عدا ارتفاع النبات وعدد القرون/نبات، وهذا يؤكد أن الفعل الوراثي التراكمي وغير التراكمي اشتركا في التعبير عن هذه الصفات(Kunkaew وزملاؤه، 2006)، وأن تأثير المقدرة العامة على الائتلاف كان ذا دلالة إحصائية أكبر من تأثير المقدرة الخاصة للائتلاف لصفات مكونات الغلة البذرية ما عدا صفة غلة البذور/نبات، مشيرةً إلى التأثير الكبير للمورثات التراكمية في توريث هذه الصفات (Kunta وزملاؤه، 1997)، وبين Mebrahtu و Devine (2008) في دراسة على عشرة طرز وراثية من فول الصويا، أن قدرتي الائتلاف العامة والخاصة كانتا معنويتين لصفتي ارتفاع النبات ووزن الـ 100 بذرة، وبالتالي فإن تحديد قيم المقدرة على الائتلاف وتأثير النمط الوراثي يمكن أن يسهم في توجيه برنامج التربية من خلال الفعل الوراثي المتحكم بالصفات الكمية المهمة، والتي تساعد المربين على اختيار الآباء المناسبة وإتباع استراتيجية تحقق الهدف المنشود. كما أشار Wilcox و Sediyama (1981) إلى أن الهجن التي أظهرت تأثيراً سلبياً للقدرتين العامة والخاصة على الائتلاف لصفة ارتفاع النبات تكون مرغوبةً في الهجن غير محدودة النمو في نبات فول الصويا.

ومن هنا هدف هذا البحث إلى دراسة السلوكية الوراثية لبعض مكونات الغلة البذرية لعدد من طرز فول الصويا، من خلال تقدير المقدرة العامة على الائتلاف (GCA) للآباء والمقدرة الخاصة على الائتلاف (SCA) للهجن، وتحديد التأثير الوراثي المسيطر في ظهور كل صفة من الصفات المدروسة، و تقدير قوة الهجين للهجن المكونة.

مواد البحث و طرائقه

استُخدمت ستة طرز وراثية من فول الصويا في موسم 2008 متباعدة وراثياً وجغرافياً، مصدرها قسم بحوث المحاصيل الزيتية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (سورية)، وأجري التهجين نصف التبادلي بين هذه الطرز وهي: Sb_{181}، Sb_{235}، Sb_{239}، Sb_{298}، Sb_{305}، Sb_{308} (الجدول 1) في قسم بحوث الذرة في منطقة خرابو التابعة لغوطة دمشق، حيث زُرعت الطرز الأبوية في موعدين زراعيين بفاصل سبعة عشر يوماً، وتم في مرحلة الإزهار إجراء التهجين نصف التبادلي Half diallel cross للحصول على خمسة عشر هجيناً فردياً، وتم عند الحصاد الحصول على كمية كافية من البذور الهجينة.

الجدول 1. الطرز الوراثية المستخدمة في الدراسة.

الرمز	اسم الطراز الوراثي	لون الأزهار	مصدر العينة
Sb 181	WILLIA	**بنفسجي**	**اليونان**
Sb235	UNION	**أبيض**	**USA أمريكا**
Sb 239	DOUGLAS	**أبيض**	**USAأمريكا**
Sb 298	ROCIO	**بنفسجي**	**هنغاريا 1991**
Sb 305	ع 4	**أبيض**	**مركز البحوث الزراعية - مصر**
Sb 308	ع 66	**بنفسجي**	**مركز البحوث الزراعية - مصر**

قيمت الهجن الفردية الخمسة عشر، وكذلك الطرز الأبوية الستة في موسم 2009 في تجربة بتصميم القطاعات كاملة العشوائية، بأربعة مكررات، وبمعدل أربعة خطوط لكل قطعة تجريبية، بطول 3م للخط، وكانت المسافة بين النباتات في الخط 10سم، وبين الخطوط 60 سم، وأخذت القراءات على عشرة نباتات محاطة من كل قطعة تجريبية مساحتها 7.2 $م^2$ لكل من صفات عدد القرون/نبات، وعدد الأفرع/نبات، وعدد البذور/القرن، وارتفاع النبات، والغلة البذرية، وحُسبت قوة الهجين قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل وفقاً لما ورد في معادلتي Sneep وزملائه (1979) وSinha و khanna (1975)، وتم اختبار معنوية قيم قوة الهجين وفق اختبار T-test للعالم Wynne وزملائه (1970)، وحُلّلت القدرة على الائتلاف حسب الطريقة الثانية والموديل الأول لGriffing (1956) في تحليل الهجن نصف التبادلية، باستخدام برنامج MSTATC ووفق المعادلات الآتية:

S.S.due to GCA = $\left(\frac{1}{n+2}\right)\left[\sum(y_i + y_{ii})\right]$

S.S.due to SCA

$$\sum\sum y^2_{ij} - \frac{1}{n} + 2[\sum(y_i + y_{ii})^2] + [2/(n+1)(n+2)]y^2$$

GCA effects

$$gi = \left(\frac{1}{n+2}\right)\left[(y_i + y_{ii}) - \left(\frac{2}{n}\right)y..\right]$$

SCA effects

Sij=yij –( )-(yi+yii+yj+yjj)+

حيث:

GCA المقدرة العامة على الائتلاف.

SCA المقدرة الخاصة على الائتلاف.

n: عدد الآباء

وقُدرت درجة السيادة Degree of Dominance وفقاً لـ Mather (1949):

$$\bar{a} = \sqrt{V_D / V_A}$$

حيث:

V_D تباين السيادة.

V_A تباين الفعل التراكمي.

ā = 1 الصفة تخضع لكلا الفعلين التراكمي واللاتراكمي.

ā <1 الصفة تخضع للمورثات ذات الأثر اللاتراكمي (سيادة وتفوق).

ā > 1 الصفة تخضع للفعل التراكمي للمورثات.

النتائج والمناقشة

تحليل التباين والمتوسطات

بينت نتائج تحليل التباين (الجدول 2) وجود تباين عالي المعنوية لكل من الطرز الأبوية، وكذلك الهجن في الصفات المدروسة كافةً، وهذا يشير إلى التباعد الوراثي بين الطرز الأبوية المستخدمة في التهجين، وتوافقت هذه النتائج مع نتائج Semagn (1999) و Perez وزملائه (2009).

الجدول 2. مصادر ومكونات التباين للصفات المدروسة.

مصادر التباين	NP	NB	NS	HP	GY
Rep Genotype	867.0	1.69	0.53	146.60	12.28
Genotype	1547.10**	2.49**	1.36**	2978.90**	5.13**
Error	175.20	0.97	0.10	182.40	2.59
CV%	16.50	19.80	9.10	10.60	20.7
Rep Crosses	103.90	1.62	0.49	21.89	1.95
Crosses	1992.80**	3.40**	0.86**	2803.85**	32.47**
Error	300.6	1.30	0.38	40.18	1.79
CV%	14.30	18.80	19.30	5.80	23.25
GCA	1589.03**	4.56**	0.51	7869.59**	21.98**
SCA	3488.04**	5.03**	0.81*	1367.76**	27.27**
Error	3.29	1.16	0.35	42.89	2.51
مكونات التباين					
GCA/ SCA	0.46	0.91	-	5.75	0.81
Additive	3178.07	9.13	1.03	15739.18	43.95
Dominance	3488.04	5.03	0.81	1367.76	27.27
ā	1.05	0.74	-	0.29	0.79

NP:عدد القرون/نبات ، **NB**:عدد الأفرع /نبات، **NS**:عدد البذور/القرن ،**HP**: ارتفاع النبات (سم)، **GY**:الغلة البذرية (طن/هـ).

تراوحت متوسطات الطرز الأبوية (الجدول3) لصفة عدد القرون/ نبات من 63 قرناً في الطراز (Sb_{235}) إلى 106.8 قرن في الطراز(Sb_{239}) وبمتوسط عام وقدره 80.1 قرن، وفي صفة عدد الأفرع/نبات تراوح عدد الأفرع من 4 أفرع (Sb_{298}) إلى 5.7 أفرع (Sb_{239}) وبمتوسط عام بلغ 5.0 أفرع، وكان الطراز الأبوي (Sb_{239}) هو الأقل بعدد البذور/ قرن (2.7 بذور)، في حين كان الطراز الأبوي (Sb_{298}) هو الأعلى (4.0 بذرة)، وتراوحت متوسطات ارتفاع النبات من 93.0 سم (Sb181) إلى 145.8 سم (Sb_{235})، وأخيراً تراوحت متوسطات الغلة البذرية من 4.041 طن/هـ (Sb_{305}) إلى 6.472 طن/هـ (Sb_{308}).

تراوحت متوسطات الهجن المدروسة (الجدول4) لصفة عدد القرون/نبات من 79.2 قرن (Sb_{181}× Sb_{239}) إلى 157.0 قرن (Sb_{239}×Sb_{298}) وبمتوسط عام قدره 121.2 قرن، وفي هذا الصدد أشارت الدراسات إلى أن زيادة عدد القرون/نبات تسهم في زيادة الغلة البذرية. ومن ناحية أخرى تراوحت متوسطات الهجن في صفة عدد الأفرع /نبات من 4.8 (Sb_{308}× Sb_{298}) إلى 7.5 فرع (Sb_{239}×Sb_{298}) وبمتوسط عام قدره 6.1 أفرع، وزيادة هذه الصفة تعمل على زيادة الغلة البذرية، وهذا ما أكده Rajanna وزملاؤه (2000). وكان الهجين (Sb_{298}×Sb_{308}) الأقل بعدد البذور/ قرن (2.3 بذرة) في حين كان الهجين (Sb_{235}×Sb_{239}) الأعلى (3.8 بذرة) وبمتوسط عام وقدره 3.2 بذرة/قرن. وفي صفة ارتفاع النبات تراوحت متوسطات الهجن من 65.3 سم للهجين (Sb_{181}×Sb_{305}) إلى 142.8سم للهجين (Sb_{239}×Sb_{305})، وبمتوسط عام قدره 109.3 سم، بينما بالنسبة لصفة الغلة البذرية تراوحت المتوسطات بين 2.67 طن/هـ للهجين (Sb_{298}×Sb_{308}) إلى 11.01 طن/هـ للهجين (Sb_{239}×Sb_{308}) وبمتوسط عام بلغ 7.12 طن/هـ.

الجدول 3. قيم متوسطات الطرز الأبوية للصفات المدروسة.

GY	HP	NS	NB	NP	الطرز الأبوية
4.466	93.0	3.3	4.5	82.3	Sb_{181}
4.511	145.8	3.7	5.3	63.0	Sb_{235}
5.251	135.9	2.7	5.7	106.8	Sb_{239}
4.572	105.5	4.0	4.0	64.0	Sb_{298}
4.041	143.3	3.7	5.5	84.3	Sb_{305}
6.472	139.8	3.8	4.8	79.8	Sb_{308}
4.890	**127.2**	**3.5**	**5.0**	**80.1**	المتوسط العام
1.925	16.2	0.4	1.2	15.9	$LSD_{0.05}$

NP:عدد القرون/نبات ، **NB**:عدد الأفرع /نبات، **NS**:عدد البذور/القرن ،**HP** :ارتفاع النبات (سم)، **GY**:الغلة البذرية (طن/هـ).

الجدول 4. قيم متوسطات الهجن للصفات المدروسة.

GY	HP	NS	NB	NP	الهجن
8.40	114.3	3.3	5.0	130.2	$Sb_{181} \times Sb_{235}$
4.52	95.3	2.8	5.0	79.2	$Sb_{181} \times Sb_{239}$
4.24	70.1	2.8	5.8	92.8	$Sb_{181} \times Sb_{298}$
10.50	65.3	3.5	6.5	139.0	$Sb_{181} \times Sb_{305}$
4.92	91.4	3.5	5.0	99.0	$Sb_{181} \times Sb_{308}$
7.88	124.3	3.8	7.0	117.8	$Sb_{235} \times Sb_{239}$
10.64	123.1	3.5	6.8	133.5	$Sb_{235} \times Sb_{298}$
8.16	129.2	3.5	6.8	141.5	$Sb_{235} \times Sb_{305}$
8.35	126.2	3.8	7.0	102.5	$Sb_{235} \times Sb_{308}$
6.57	139.1	3.5	7.5	157.0	$Sb_{239} \times Sb_{298}$
5.75	142.8	3.0	6.3	114.5	$Sb_{239} \times Sb_{305}$
11.01	134.5	3.5	6.8	129.5	$Sb_{239} \times Sb_{308}$
2.88	86.2	2.5	5.0	116.0	$Sb_{298} \times Sb_{305}$
2.67	73.7	2.3	4.8	104.8	$Sb_{298} \times Sb_{308}$
10.28	124.8	3.0	5.8	154.5	$Sb_{305} \times Sb_{308}$
7.12	**109.3**	**3.2**	**6.1**	**121.2**	المتوسط العام
1.91	9.05	0.88	1.62	24.74	$LSD_{0.05}$

NP:عدد القرون/نبات ، **NB**:عدد الأفرع /نبات، **NS**:عدد البذور/القرن ،**HP** :ارتفاع النبات (سم)، **GY**:الغلة البذرية (طن/هـ).

القدرة على الائتلاف

عدد القرون/نبات: أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على الائتلاف (الجدول 2) إلى تباين عالي المعنوية لكلا المقدرتين العامة والخاصة على الائتلاف، وهذا يشير إلى إسهام كلا الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة، وبينت نسبة GCA/SCA التي كانت أقل من الواحد (0.46) سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة هذه الصفة، وأظهرت هذه النتيجة قيمة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (1.05)، حيث بلغ تباين الفعل الوراثي التراكمي (3178.07)، وتباين الفعل الوراثي السيادي (3488.04) وتوافقت هذه النتائج مع ماسجله Ponnusamy و Arer (1998) Kunkaew وزملاؤه (2006).

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف (الجدول5) من 10.10- (Sb_{181}) إلى 10.58 (Sb_{305})، وبينت هذه التأثيرات أن الطرازين الأبوين Sb_{239} وSb_{305} أظهرا قدرةً جيدةً على الائتلاف لصفة عدد القرون/نبات، بينما تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة (الجدول6) من23.30- للهجين (Sb_{181}×Sb_{239}) إلى 44.97 للهجين (Sb_{239}×Sb_{298})، وبينت هذه التأثيرات أن كلاً من الهجن (Sb_{239}×Sb_{298}) و (Sb_{181}×Sb_{235}) و (Sb_{305}×Sb_{308}) كانت أفضل الهجن من حيث قدرتها الخاصة على الائتلاف.

عدد الأفرع/نبات: كان تباين القدرة العامة والخاصة على الائتلاف عالي المعنوية (الجدول 2)، وهذا يشير إلى إسهام كلا الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة، وإن نسبة GCA/SCA التي كانت أقل من الواحد بقليل (0.91) تشير إلى سيطرة متساوية نسبياً لكلا الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي على وراثة صفة عدد الأفرع/نبات، وأظهرت درجة السيادة سيطرةً نسبيةً للفعل الوراثي التراكمي على وراثة هذه الصفة، حيث بلغ تباين الفعل الوراثي التراكمي (9.13) والفعل الوراثي السيادي (5.03) وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Agrawal وزملاؤه (2005) وMartin (2009).

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف (الجدول5) من 0.56- (Sb_{181}) إلى 0.40 (Sb_{239})، حيث تميز الطراز الوراثي Sb_{239} بقدرة عامة جيدة على الائتلاف، وهذا يشير إلى إمكانية إعطاء نسل يتسم بارتفاع عدد الأفرع، بينما تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة (الجدول6) من 0.54- للهجين (Sb_{298}×Sb_{308}) إلى 1.79 للهجين (Sb_{239}×Sb_{298})، وبينت هذه التأثيرات تميز ثمانية هجن بقدرة خاصة جيدة على الائتلاف لصفة عدد الأفرع/نبات.

الجدول 5. تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف GCA للطرز الأبوية للصفات المدروسة.

الطرز الأبوية	NP	NB	NS	HP	GY
Sb_{181}	-10.10*	-0.56*	0.03	-24.73*	-0.67*
Sb_{235}	0.11	0.34	0.21*	12.99*	0.80*
Sb_{239}	3.86*	*0.40	0	17.27*	0.45*
Sb_{298}	-4.38*	-0.31	-0.12	-11.51*	-1.26*
Sb_{305}	10.58*	0.12	-0.12	3.38*	-0.05
Sb_{308}	-0.07	0	0	2.59*	0.72*
SE[g(i)]	0.29	0.17	0.09	1.06	0.06

NP:عدد القرون/نبات ، **NB**:عدد الأفرع /نبات، **NS**:عدد البذور/القرن ،**HP**: ارتفاع النبات (سم)، **GY**:الغلة البذرية (طن/هـ).

عدد البذور/القرن: أشارت نتائج تحليل التباين للقدرة على الائتلاف (الجدول2) إلى تباين معنوي للقدرة الخاصة على الائتلاف، بينما كان تباين القدرة العامة على الائتلاف غير معنوي، ما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة عدد البذور/قرن، وتتوافق هذه النتيجة مع ما وجده Kunta وزملاؤه (1997) و KunKaew وزملاؤه (2006)، وتراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف (الجدول 5) من 0.12- (Sb_{305})، إلى 0.21 (Sb_{235})، وبينت هذه التأثيرات أن الطراز الأبوي Sb_{235} أظهر قدرةً عامةً جيدةً على الائتلاف لصفة عدد البذور/القرن، بينما تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة (الجدول6) من 0.91- للهجين (Sb_{298}×Sb_{308}) إلى 0.33 للهجين (Sb_{239}×Sb_{298})، وبينت هذه التأثيرات أن كلاً من الهجين (Sb_{239}×Sb_{298})، والهجين (Sb_{181}×Sb_{305}) كانا الأفضل من حيث القدرة الخاصة على الائتلاف.

ارتفاع النبات: أظهرت نتائج تحليل التباين للقدرة على الائتلاف (الجدول 2) أن تباين القدرة العامة والخاصة على الائتلاف كان عالي المعنوية، وهذا يشير إلى إسهام كلا الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة، وبينت نسبة GCA/SCA التي كانت أكبر من الواحد (5.75) سيطرة الفعل الوراثي التراكمي على وراثة هذه الصفة، وأكدت درجة السيادة هذا الاتجاه، حيث بلغت قيمتها (0.29) وبلغ تباين الفعل الوراثي التراكمي (15739.18) وتباين الفعل الوراثي السيادي (1367.76)، وهذا يتوافق مع ما وجده Kunta وزملاؤه (1985) و Mebrahtu وDevine (2008)، وتراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف (الجدول 5) من 24.73- (Sb_{181}) إلى 17.27 (Sb_{239})، وبينت هذه التأثيرات أن كلاً من الطرز الأبوية Sb_{308} ، Sb_{305}، Sb_{239}،Sb_{235} كانت أكثر السلالات تآلفاً بالنسبة لصفة ارتفاع النبات، الأمر الذي يؤكد قدرتها على إعطاء نسل يتصف بزيادة طول النبات، بينما تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة (الجدول6) من 32.56- للهجين (Sb_{298}×Sb_{308}) إلى 18.20 للهجين (Sb_{239}×Sb_{298})، وبينت هذه التأثيرات أن كلاً من الهجن (Sb_{239}×Sb_{298})، و(Sb_{181}×Sb_{235}) و (Sb_{239}×Sb_{305}) تميزت بقدرة خاصة جيدة على الائتلاف.

الغلة البذرية (طن/هـ): كان تباين القدرة العامة والخاصة على الائتلاف عالي المعنوية (الجدول 2)، وهذا يشير إلى إسهام كلا الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة، وبينت نسبة GCA/SCA التي كانت أقل بقليل من الواحد (0.81) سيطرةً متساويةً نسبياً لكلا الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي على وراثة صفة الغلة البذرية، وأظهرت درجة السيادة سيطرة نسبية للفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي على وراثة هذه الصفة، فبلغ تباين الفعل الوراثي التراكمي 43.95 والفعل الوراثي السيادي 27.27، وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Cho وزملاؤه (2000) و Agrawal وزملاؤه (2005).

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف (الجدول 5) من 1.26- (Sb_{298}) إلى 0.80 (Sb_{235})، حيث تميز الطراز الوراثي Sb_{235} بقدرة عامة جيدة على الائتلاف، وهذا يشير إلى إمكانية إعطاء نسل يتسم بارتفاع الغلة البذرية، بينما تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة (الجدول6) من 3.61- للهجين (Sb_{298}×Sb_{308}) إلى 4.40 للهجين (Sb_{181}×Sb_{305})، وبينت هذه التأثيرات تميز ثمانية هجن بقدرة خاصة جيدة على الائتلاف لصفة الغلة البذرية.

قوة الهجين

عدد القرون/نبات: بينت نتائج قوة الهجين وجود قيم عالية المعنوية قياساً على متوسط الأبوين والأب الأفضل (الجدول7)، حيث تراوحت معدلاتها بين 21.53 و 106.25 % قياساً على متوسط الأبوين، وكان أعلاها الهجين 106.25 (Sb_{235}×Sb_{298}). كما أبدت معظم الهجن قوة هجين إيجابية ومعنوية قياساً على الأب الأفضل، وتراوحت قيمها بين 17.64 و 105.44 %، وكان أعلاها الهجين (Sb_{235}×Sb_{298}) فبلغت 105.44% وهي تنسجم مع ما توصل إليه Loiselle وزملاؤه (1990).

عدد الأفرع: أظهر أحد عشر هجيناً قوة هجين إيجابية لصفة عدد الأفرع، وتراوحت قيمها بين 11.76 و76.47 %، ثمانية منها ذات دلالة إحصائية معنوية قياساً على متوسط الأبوين، كذلك أبدت ثمانية هجن أيضاً قوة هجين ذات دلالة إحصائية معنوية قياساً على متوسط الأب الأعلى، وكان أفضلها الهجين (Sb_{181}×Sb_{298}) الذي أظهر سيادة فائقة لهذه الصفة بلغت 53.33 %، وتدعم هذه النتائج ما توصل إليه Kaw وMenon (1980).

عدد البذور/القرن: امتلكت أربعة هجن قوة هجين إيجابية تراوحت قيمها بين 3.70 و11.11 %، وكان الهجين (Sb_{235}×Sb_{308}) ذا دلالة إحصائية معنوية قياساً على متوسط الأبوين، وبالمقابل بلغ عدد الهجن التي تميزت بقوة هجين إيجابية مقارنةً بالأب الأعلى هجينين هما: (Sb_{235}×Sb_{239}) و(Sb_{308}×Sb_{235})، وسجلا القيمة نفسها (7.14%) وهي توافق نتائج Rahangdale و Raut (2002).

ارتفاع النبات: تراوحت قيم قوة الهجين للهجن المتفوقة سلباً على المتوسط الأبوي لصفة ارتفاع النبات بين 4.38-، و42.87- %، وقد امتلك الهجين (Sb_{239}×Sb_{298}) قوة هجين إيجابية مقدارها 4.95، في حين أبدت جميع الهجن قوة هجين سلبية مقارنةً مع الأب الأعلى، وكان أعلاها الهجين (Sb_{181}×Sb_{305}) بقيمة مقدارها 54.19-% ، وهذه النتائج مماثلة لما توصل إليه Gizlice وزملاؤه (1993).

الغلة البذرية: تراوحت معدلات قوة الهجين للهجن المتفوقة إيجابياً على متوسط الأبوين بصفة الغلة بين 19.36% للهجين (Sb_{235}×Sb_{239}) و 115.43 % للهجين (Sb_{181}×Sb_{305})، وقد تفوقت معنوياً سبعة هجن قياساً على متوسط آبائها. بالمقابل، أبدت خمسة هجن قوة هجين إيجابية ومعنوية مقارنةً مع الأب الأفضل، وكان أفضلها الهجين (Sb_{181}×Sb_{305}) بمقدار115.27 %، وتوافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Angela (2001).

الجدول 6. تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف SCA للهجن للصفات المدروسة

GY	HP	NS	NB	NP	الهجن
1.45*	10.90*	-0.28*	-0.38	31.19*	$Sb_{181} \times Sb_{235}$
-2.07	-12.45*	-0.56*	-0.45	-23.30*	$Sb_{181} \times Sb_{239}$
-0.64	-8.86*	-0.44*	1.01*	-1.05*	$Sb_{181} \times Sb_{298}$
4.40*	-28.55*	*0.30	1.33*	25.22*	$Sb_{181} \times Sb_{305}$
-1.95	-1.64	0.18	-0.04	0.62	$Sb_{181} \times Sb_{308}$
-0.20	-21.17*	0.24	0.64*	5.97*	$Sb_{235} \times Sb_{239}$
4.28*	6.44*	0.12	1.11*	27.97*	$Sb_{235} \times Sb_{298}$
0.59	-2.35	0.12	0.67*	23.00*	$Sb_{235} \times Sb_{305}$
0.01	-4.54*	0.24	1.04*	1.41*	$Sb_{235} \times Sb_{308}$
0.55	18.20*	0.33*	1.79*	44.97*	$Sb_{239} \times Sb_{298}$
-1.44	7.00*	-0.16	0.11	-7.74*	$Sb_{239} \times Sb_{305}$
3.00*	-0.50	0.21	0.73*	16.66*	$Sb_{239} \times Sb_{308}$
-2.63	-20.85*	-0.53*	-0.42	0.25	$Sb_{298} \times Sb_{305}$
-3.61	-32.56*	-0.91*	-0.54*	-1.58*	$Sb_{298} \times Sb_{308}$
2.78*	3.69*	-0.16	0.01	35.19*	$Sb_{305} \times Sb_{308}$
0.49	1.38	0.13	0.23	0.38	SE[S(i,j)]

الجدول 7. قيم قوة الهجين قياساً بمتوسط الأبوين (HMP) والأب الأفضل (HBP) للصفات المدروسة.

GY		HP		NS		NB		NP		الهجن
HBP	HMP	HBP	HMP	HBP	HMP	HBP	HMP	HBP	HMP	
56.67*	64.17*	-21.96*	-1.65	-13.33	-10.34	5.26	17.64	80.48*	91.14*	$Sb_{181} \times Sb_{235}$
-42.24*	-28.76	-38.22*	-20.68*	-26.66*	-21.42*	0	14.28	-19.43*	-7.08*	$Sb_{181} \times Sb_{239}$
-20.43	-16.89	-36.86*	-28.86*	-26.67*	-26.66*	53.33*	58.62*	29.26*	36.39*	$Sb_{181} \times Sb_{298}$
115.27*	115.43*	-54.19*	-42.87*	-6.67	0	30.00*	48.57*	46.44*	64.16*	$Sb_{181} \times Sb_{305}$
-39.69*	-24.49	-33.84*	-18.46*	-6.67	-3.44	0	14.28	20.42*	28.45*	$Sb_{181} \times Sb_{308}$
0.51	19.36	-19.41*	-17.35*	7.14	11.11	40.00*	43.59*	20.97*	46.44*	$Sb_{235} \times Sb_{239}$
98.50*	99.20*	-15.99*	-4.38	-6.66	-3.44	42.10*	63.63*	105.44*	106.25*	$Sb_{235} \times Sb_{298}$
52.23*	59.41*	-11.82*	-10.59*	0	3.70*	35.00*	38.46*	55.19*	82.93*	$Sb_{235} \times Sb_{305}$
2.42	23.60	-13.85*	-11.32*	7.14	7.14	40.00*	43.59*	33.84*	50.60*	$Sb_{235} \times Sb_{308}$
-16.11	-0.09	-9.76*	4.95	-6.67	0	50.00*	76.47*	56.26*	88.58*	$Sb_{239} \times Sb_{298}$
-26.61	-9.53	-7.36*	-3.69	-7.69	-7.69	25.00	25.00	17.64*	21.53*	$Sb_{239} \times Sb_{305}$
35.00*	37.71*	-12.74*	-7.95*	0	3.70	35.00*	35.00*	31.71*	43.25*	$Sb_{239} \times Sb_{308}$
-45.98*	-43.62*	-39.50*	-31.98*	-33.33*	-28.57*	0	17.64	25.41*	47.35*	$Sb_{298} \times Sb_{305}$
-67.22*	-60.34*	-46.66*	-40.84*	-40.00*	-37.93*	-5.00	11.76	24.69*	39.82*	$Sb_{298} \times Sb_{308}$
26.08	57.79*	-12.37*	-11.02*	-14.28	-11.11	15.00	15.00	68.30*	77.52*	$Sb_{305} \times Sb_{308}$

الاستنتاجات

- امتلك الأبوان Sb_{235} و Sb_{308} فقط قيماً موجبة ومعنوية للمقدرة العامة على الائتلاف لصفة الغلة البذرية (*0.80. *0.72) على التوالي، وأنتجا الهجين (Sb_{235}×Sb_{308}) الذي يتميز بمقدرة خاصة على الائتلاف غير معنوية، وبالتالي يمكن متابعة العمل التربوي عليه في برنامج التربية الانتخابي لتحسين صفة الغلة البذرية لكونها واقعة تحت تأثير الفعل الوراثي التراكمي الذي يمكن أن يورث إلى الأجيال اللاحقة.
- أعطى الهجينان (Sb_{305} ×Sb_{181}) و (Sb_{298} ×Sb_{239}) قيم SCA عالية ذات دلالة إحصائية بالنسبة لصفة عدد القرون/نبات وعدد البذور/القرن معاً، وبالتالي يمكن العمل عليها لتحسين الصفتين معاً.
- أظهرت الهجن (Sb_{308}×Sb_{305}) و(Sb_{308}×Sb_{239}) و(Sb_{298}×Sb_{235}) و(Sb_{305}×Sb_{181})و (Sb_{235}×Sb_{181}) قيماً موجبةً ومعنويةً لتأثير المقدرة الخاصة على الائتلاف، وهي ناتجة عن التأثير الوراثي السيادي، لذلك ينصح باستخدام هذه الهجن في برنامج التربية لقوة الهجين.
- امتلكت الهجن (Sb_{308}×Sb_{239}) و(Sb_{305}×Sb_{235}) و(Sb_{298}×Sb_{235}) و(Sb_{305}×Sb_{181}) و(Sb_{235}×Sb_{181}) قيماً موجبة ومعنوية لقوة الهجين قياساً على الأب الأفضل لصفة الغلة البذرية، فهي بذلك خاضعة لتأثير السيادة الفائقة، وتشكل هذه الهجن معظم الهجن التي امتلكت SCA موجبةً ومعنويةً والتي ذُكرت سابقاً، ويستنتج من ذلك أن العلاقة الوراثية بينهما قوية لأن تأثيرهما مرتبط بوجود السيادة(Presence of dominance).

المقترحات

- متابعة العمل التربوي على الهجين (Sb_{235}×Sb_{308})، في برنامج التربية الانتخابي لتحسين صفة الغلة البذرية بسبب سيطرة الفعل الوراثي التراكمي الذي يمكن أن يورث إلى الأجيال اللاحقة.
- متابعة العمل على الهجن التي حققت قدرةً خاصةً على الائتلاف وقوة هجين إيجابية للصفات المدروسة والناتجة عن التفاعل الوراثي (تراكمي × تراكمي) أو (تراكمي × سيادي)، حيث تتيح هذه المورثات التراكمية إمكانية استمرار تفوق الطرز المنعزلة من هذه الهجن عبر الأجيال الانعزالية من خلال إنتاج انعزالات فائقة الحدود، والتي يمكن استنباطها بممارسة الانتخاب في الأجيال الانعزالية
- استخدام صفات عدد القرون/نبات، وعدد البذور/القرن، وعدد الأفرع/نبات في عمليات الانتخاب الهادفة لتحسين الغلة البذرية لفول الصويا.

المراجع

- العايش، فراس؛ غنيم، عفيف؛ خوجة، حسان.2006. دراسة مقدرة الائتلاف وقوة الهجين لبعض مؤشرات التبكير لستة طرز من البازلاء الخضراء (*Pisum sativum* L.)، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد (28) العدد (3): 22-1.
- جابر، بدر.1982. التحسين الوراثي للفاكهة والخضار. مديرية الكتب والمطبوعات، كلية الزراعة، جامعة تشرين.
- حسن، عبد المنعم.1991. أساسيات تربية النبات. الدار العربية للنشر والتوزيع ، مصر، 682 صفحة.
- Agrawal, A. P., P. M. Salimath, and S. A. Patil. 2005. Gene action and combining ability analysis in soyabean [*Glycine max* (L.) Merrill]. Legume Research-An international Journal , 28 (1).
- Al-Aysh, F., H. Khojha, and A. Ghneim. 2006. Genetic analysis of yield components in some varieties of garden peas (*Pisum sativum* L.). Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research - Biological Science Series 28 (2) :121 - 139.
- Angela, C. 2001. Seed yield combining ability among genotypes in two locations.Crop Breeding and Applied Biotechnology, 1(3): 221 - 228.
- Berenji, J. 1988. Evaluation of combining ability and heterosis and analysis of yield components in grain sorghum. Bitten Zohmelj, Sitak, Lekovito biljezo (5679-42:(57-.
- Burton, J. W. 1997. Soybean (Glycine max (L.) Merr.) Field Crops Res. 53:171186-.CSSA, SSSA, Madison, USA:417- 450.
- Chaudhary, D. N. and B. B. Singh. 1974. Heterosis in soybean. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, 34: (1): 69 - 74.
- Agrawal, A. P., P. M. Salimath, and S. A. Patil. 2005. Gene action and combining ability analysis in soyabean [*Glycine max* (L.) Merrill]. Legume Research-An international Journal , 28 (1).
- Al-Aysh, F., H. Khojha, and A. Ghneim. 2006. Genetic analysis of yield components in some varieties of garden peas (Pisum sativum L.). Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research - Biological Science Series 28 (2) :121 - 139.
- Angela, C. 2001. Seed yield combining ability among genotypes in two locations.Crop Breeding and Applied Biotechnology , 1(3): 221 - 228.
- Berenji, J. 1988. Evaluation of combining ability and heterosis and analysis of yield components in grain sorghum. Bitten Zohmelj, Sitak, Lekovito biljezo (56 - 57):42- 79.
- Burton, J. W. 1997. Soybean (Glycine max (L.) Merr.) Field Crops Res. 53:171186-.CSSA, SSSA, Madison, USA:417- 450.
- Cho, Y. K, R. A. Scott and K. Cho. 2000. Combining ability of seed vigor and seed yield in soybean Euphtica, 112 (2):145 - 150.
- Crosisant, G. L . and J. H. Torrie. 1971 . Evidence of non – additive effects and linkage in two hybrid populations of soybean

.Crop Sci.11:675 - 677.
- Falconer, D.S. 1960. Introduction to quantitative genetics. Printed in great Britain for Olivier and boyd, by Robert maclehose and comp. lim. Glasgow, (1972) :281 - 286.
- FAO .2012. http//www. faostat. fao. org.
- FAO/WHO. 1991 . Protein quality evalution. Report of joint FAO/WHO expert consultation ,Food and Agriculture organization of the united nations , FAO food and nutrition paper No. 51, Rome.
- Gadag, R. N .and H. D. Upadhyaya. 1995. Heterosis in soybean [*Glycine max* (L.)Merrill]. Indian Journal of genetics and plant breeding, 55: (3): 308 – 314.
- Gizlice, Z., T.E. Carter, and J.W. Burton. 1993. Genetic diversity in North American soybean: II. Prediction of heterosis in Populations of southern founding stock using genetic similarity measures. Crop Sci. 33:620 - 626.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Bio. Sci, 9:463 - 493.
- Iqbal, Sh., T. Mahmood, M. Ali, and M .Sarwar. 2003. Path Cofficient Analysis in different genotypes of Soybean [*Glycine max* (L) Merril.] Pakistan Journal of Biological Science 6(12):10851087-.
- Karpenstein, M. M. and I. R . Stuelpuage. 2000. Biomass yield and nitrogen fixation of legumes monocropped and intercropped with Rye and rotation effects on a subsequent Maize crop. Plant and Soil 218: 215 - 231.
- Kaw, R. N. and P. M. Menon. 1979. Heterosis in ten parents diallel cross in soybean .Ind. J. Agric. Sci 49(5):322 - 324.
- Kaw, R. N. and P. M. Menon. 1980. combining ability in soybean. Ind .J. Genet. PL. Breed. 40(1):305 - 309.
- Kunkaew, W., S. Julsrigival, C. Senthong, and D. Karladee. 2006. Estimation Of Heterosis and combining ability In Azuki bean under highland crowing conditions In Thailand. CMU. Journal, Vol.5(2) ,163.
- Kunta, T., L. H. Edwards, and K. R. Keim.1997. Heterosis, inbreeding depression and combining ability in soybean (*Glycine max* L.). Sabrao Journal 29(1):21 - 32.
- Loiselle, F., H.D.Voldeng, P. Turcotte and C.A. Pierre. 1990. Analysis of agronomic characters for an eleven parent diallel of early-maturing soybean genotypes in eastern Canada. Canadian Journal of Plant Science, 70: 107 - 115.
- Martin, R. F. 2009. Heterosis and inbbreeding depression in Glycine Max thesis Doctor of philosophy crop science Raleigh, north Carolina .p105
- Mather, K. 1949. Biometrical genetics. dover publication, Inc., New York.
- Matzinger, D. F. 1963. Experimental estimates of genetic parameters and their application in self – fertilizing plant. In kohle, R. J, lewis, C.F. (1984).Cotton .pp.135.
- Mebrahtu, T. and T. E. Devine. 2008. Combining ability analysis For selected green pod yield components of vegetable soybean genotypes (Glycine Max). Newzeland Journal of Crop and Horticultural Science, 36 (2).
- Oettler, G., S. H. Tams, H. F. Utz, E. Beuer and A. E. Melchinge. 2005. Prospects for hybrid breeding in winter triticale: Heterosis and combining ability for agronomic traits in european elite germplasm. Crop SCi, 45:1476 - 1482.
- Pandini, F., N .Antonio and A .Almeida lopes. 2002. Heterosis in soybean for seed yield components and associated traits. Braz. Arch. Biol. Technol .45(4).
- Perez, P. T, S. R Cianzio and R. G. Palmer. 2009. Evaluation of soyabean [*Glycine max* (L.) Merrill] f1 hybrids. Journal of Crop Improvement, (23):1 - 18.
- Ponnusamy, K. H and P. N. Arer. 1998. heterosis and combining ability in soybean. journal of Maharashtra Agricultural Univer Sities, 23 (2).
- Rahangdale, S.R. and V.M. Raut. 2002. Heterosis and inbreeding depression in soybean (*Glycine max*). Indian Journal of Agricultural Research. 43:135144-.
- Rajanna, M. P., S. R. Viswanatha, R. S. Kulkarni and S. Ramesh. 2000. Correlation and path analysis in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. Crop Research Hisar., 20(2): 244 - 247.
- Schaafsma, G. 2000. The protein digestibility corrected amino acid score. Journal of Nutrition 130: 18651867-.
- Semagn, K. 1999. Prediction of combining ability and heterosis based on diversity estimates, can it be useful ?. Agricultural University of Norway, Dept. Horticulture and Crop Sciences, P.O.Box 5022, N-1432 As.
- Singh, H., S. N. Sharma and R. S. Sain. 1999. Combining ability for some quantitative characters in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.em.thell). Rajasthan Agriculture university, Agricultural Research Station, Durgapora. Jaipur, India :302 - 318:.
- Sinha , S. K. and R. Khanna. 1975. Physiological, biochemical and genetic basis of heterosis. Adv. Agron. 27: 123 - 174.
- Sneep, J., A. J. Hendrkisen and T. Holbek. 1979. Plant breeding perspective. Center Agr. Pub. and Doc., Wageningen. 435 p.
- Venkateswarlu, S. and R. B. Singh. 1981. Heterosis and combining ability in single crosses of corn. J. Amer. Sci. Agron. 34:923 - 932.
- Wilcox, J. R. and T. Sediyama. 1981 . Interrelationships among height, lodging and yield in determinate and indeterminate soybean. Euphytica, 30:323 - 326.
- Wynne, J. C , D. A. Enery and P.W. Rice. 1970. Combining ability estimation in Arachis Hypogeal ?. field performance of F1 hybrids. Crop Sci. 1: 713 - 715.

Nº Ref- 253