

# 陆地棉产量性状的双列分析

朱 军 季道藩

(浙江农业大学农学系)

## 提 要

以陆地棉 (*Gossypium hirsutum* L.) 6个品种进行完全双列杂交, 分析了产量性状的杂种优势及其遗传效应。F<sub>1</sub>单株皮棉产量的杂种优势最强, 平均为33.13%; 单株结铃数、单铃重、衣分和纤维长度的平均杂种优势分别为17.38%、10.60%、2.90%和6.50%; 单株果节数的平均杂种优势为0.96%。所有6个性状的一般配合力和特殊配合力都极显著, 杂交组合的正反交差异均不显著。亲本品种的产量性状表现与其一般配合力的表现呈正相关, 亲本一般配合力与杂交组合的表现也存在一致的趨勢。因此, 可根据亲本的表现型预测其一般配合力表现和F<sub>1</sub>的表现。

除了单铃重外, 所有性状的加性遗传方差都大于显性方差。单株皮棉产量的狭义遗传力为28.24%; 除单铃重外, 其它产量性状的狭义遗传力都高于皮棉产量的狭义遗传力。在6个品种中, 单株皮棉产量和衣分的显性基因作用方向比较复杂, 其它性状的显性基因作用方向一致。单株果节数的显性基因起减少果节数的作用, 单株结铃数、单铃重和纤维长度的显性基因起增值作用。

棉花皮棉产量是由许多产量性状所组成, 受微效多基因控制。六十年代以来, 利用陆地棉品种间双列杂交进行产量性状杂种优势的分析及其遗传规律的研究报道很多。据Meredith (1984) 综述前人的研究指出, 陆地棉品种间杂种一代普遍表现明显的产量优势; 其产量性状的一般配合力方差常大于特殊配合力方差; 正反交效应的差异不显著。并指出产量性状主要受加性基因所控制, 产量及其有关的单铃重和纤维长度性状还受显性基因所控制。

由于双列分析选用的遗传材料和试验的环境条件不同, 获得的结果往往并不十分一致。因此, 有必要采用更多有代表性的遗传材料进行双列分析, 借以积累资料和总结性状遗传的规律。本试验采用国内陆地棉一些生产品种和某些有特殊性状的品种为材料进行双列杂交, 目的在于分析亲本品种和F<sub>1</sub>的产量及其产量性状的表现, 研究产量性状的一般配合力和特殊配合力, 并进一步剖析基因的遗传效应; 为选配陆地棉杂交亲本、从事杂种优势利用和杂交育种提供理论依据。

## 材 料 和 方 法

本试验选用具有一定代表性的6个陆地棉品种:

- (1) 徐州142, 来源于斯字棉系统, 结铃性强、衣分高;
- (2) 中棉所7号, 来源于非洲乌干达棉, 果节数多、铃大、纤维品质较好;
- (3) 岱字棉15号, 结铃性强、衣分高、纤维较长;
- (4) 协作2号, 选自岱字15号、浙江省的生产品种;
- (5) HG—H—12, 为高棉酚、无蜜腺品种;
- (6) GL—5, 为无腺体的大铃品种。

收稿日期: 1986年9月27日。

1980年以6个品种进行完全双列杂交,共有36个处理(6个亲本品种,30个正反交组合)。1981年进行田间试验,随机区组设计,4次重复。双行区,每小区22株,采用宽窄行种植,分别为2.5尺和1.3尺,株距0.8尺。田间管理与大田相同。试验主要观测单株皮棉产量及其有关的5个产量性状:单株果节数、单株结铃数、单铃重、衣分和纤维长度。各小区随机选7株正常棉花,调查果节数和单株结铃数。吐絮期在各小区收摘10~15个正常的棉铃,测定单铃重、衣分和纤维长度。单株皮棉产量按小区实收产量折算。

所有性状都以小区为基础进行双列分析。按Griffing<sup>[6]</sup>的方法1、模型I进行配合力分析;采用Hayman<sup>[7]</sup>法,分析各性状的加性效应和显性效应;并按Crumpacker和Allard<sup>[8]</sup>应用的下列公式估算狭义遗传力:

$$h^2_N = \frac{1}{4}D / \left( \frac{1}{4}D + \frac{1}{4}H_1 - \frac{1}{4}F + E \right)$$

式中D是加性方差,  $H_1$ 是显性方差, F是加性效应和显性效应的协方差, E是环境误差。此外,按Johnson和Akse<sup>[8]</sup>的分析方法,用亲本品种产量性状的表现型值 $Y_r$ 和 $(W_r + V_r)$ 行列值作标准离差图,分析比较本试验的6个亲本品种的基因效应及其作用方向。

## 结果 和 分析

### (一) 亲本及其 $F_1$ 的产量性状表现

6个亲本品种及其 $F_1$ 的单株皮棉产量及其有关的单株果节数、单株结铃数、单铃重、衣分和纤维长度分别表现不同的差异(图1)。

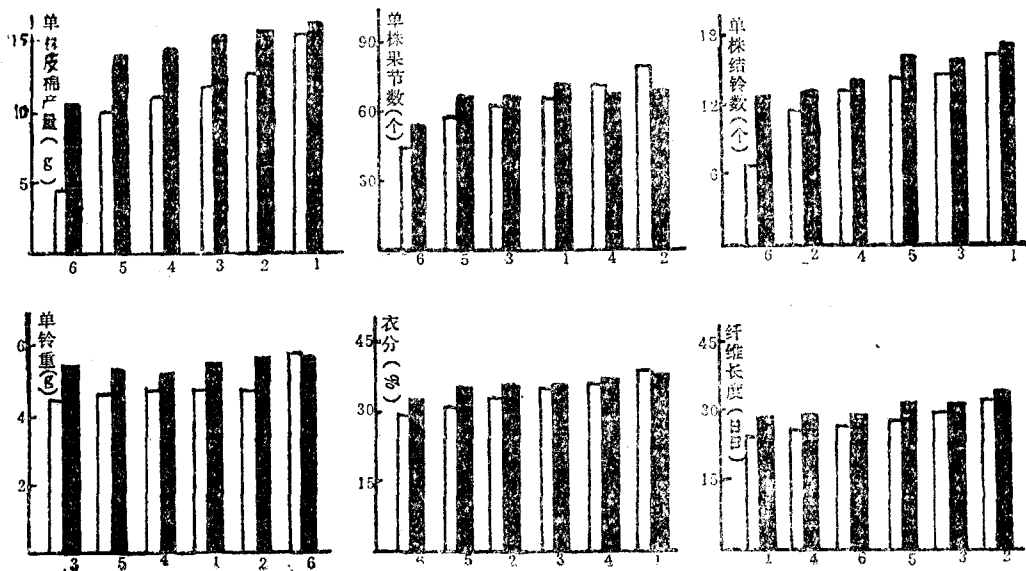


图1 棉花6个亲本品种及其杂交组合的产量性状平均值

注: 空心柱图为亲本品种实心柱图为杂交组合的平均值。品种代号: 1—徐州142; 2—中棉所7号; 3—信字15号; 4—协作2号; 5—HG—H—12; 6—GL—5。

Fig. 1 Mean values of yield traits of six parents and their crosses in cotton

由图1可见,各亲本品种所配制的 $F_1$ 的平均单株皮棉产量均高于亲本,平均增产33.13% (2.50~154.72%),表现出较强的杂种优势。亲本品种中,徐州142的单株皮棉产量最高,其次是中棉所7号和岱字棉15号,这3个品种所配制的 $F_1$ 平均产量也较高(单株皮棉产量分别为16.81克、16.69克和15.32克);协作2号和HG—H—12的单株皮棉产量表现一般,其所配制的 $F_1$ 单株皮棉产量分别为16.46和14.21克;GL—5的单株皮棉产量最低,其配制的 $F_1$ 平均单株皮棉产量虽比亲本表现出高达154.72%的杂种优势,但单株皮棉产量仅11.09克,远低于其它亲本品种的 $F_1$ 平均产量。这表明选配杂交亲本对于杂种一代的实际产量表现具有重要的作用。

单株果节数是影响结铃数的一个基本因素。6个品种所配制的 $F_1$ 中,这一性状的平均杂种优势表现都很弱(0.96%)。如徐州142、岱字棉15号、HG—H—12和GL—5的 $F_1$ 平均单株果节数仅略高于其亲本值(1.75~18.85%),而中棉所7号和协作2号配制的 $F_1$ 平均单株果节数却低于其亲本值(-1.28~-14.22%)。

单株结铃数、单铃重和衣分是单株皮棉产量的直接构成因素。6个品种所配制的 $F_1$ 平均单株结铃数和平均单铃重均表现出较强的杂种优势(分别为17.38%和10.60%);而衣分表现的杂种优势较弱(2.90%)。根据这3个产量性状所表现的杂种优势,足以说明 $F_1$ 单株结铃数增多是杂种皮棉产量增产的最主要因素。6个品种所配制的 $F_1$ 的平均单株结铃数都高于其亲本品种(5.26~96.04%)。在平均单铃重上,除了大铃品种GL—5外,其余5个品种所配制的 $F_1$ 均表现明显的增重(11.72~17.78%)。在平均衣分性状上,除徐州142和岱字棉15号外,其余4个品种所配制的 $F_1$ 均略高于亲本品种(1.53~8.13%)。至于平均纤维长度,6个品种配制的 $F_1$ 的纤维平均长度稍长于其亲本品种,平均杂种优势为6.50%。

以上分析表明:陆地棉品种间杂种都普遍表现杂种优势现象,集中地表现在单株皮棉产量的增加。在5个产量性状中, $F_1$ 的单株结铃数的杂种优势最强,其次是单铃重、纤维长度和衣分;而单株果节数的杂种优势较弱。亲本品种的性状表现与其配制的杂交组合的平均表现有一定的相关性。优良亲本配制的杂交组合一般也表现较好。在6个品种中,徐州142的单株皮棉产量、单株结铃数和衣分都表现较突出,其所配制的 $F_1$ 在这3个性状上的平均表现也最优。中棉所7号及其 $F_1$ 的单株果节数和纤维长度也都表现较好。

## (二) 配合力的分析

配合力的表现是选择杂交亲本的重要因素。6个品种双列杂交的产量性状的配合力方差分析结果见表1。资料表明,所有性状的一般配合力和特殊配合力都达到极显著的水平。正反交效应均不显著,表明了这些产量性状都是受核基因控制的。

表1 棉花6个品种双列杂交的  
产量性状配合力的方差分析

Table 1 Variance analyses of combining ability for yield traits of six-parent diallel cross in cotton

性 状	一 般 配合力 (df=5)	特 殊 配合力 (df=15)	正反交 效 应 (df=15)	机 误 (df=105)
单株皮棉产量	68.14**	7.72**	1.04	0.88
单株果节数	593.80**	26.03**	3.65	6.72
单株结铃数	35.42**	2.64**	0.68	0.70
单 铃 重	0.63**	0.16**	0.04	0.06
衣 分	33.13**	5.83**	0.07	0.24
纤维长度	32.41**	2.29**	0.40	0.42

\*\* 达到0.01极显著水平。

为了比较6个亲本品种的一般配合力,进一步估算了产量性状的一般配合力效应( $\hat{g}_i$ );并分析了各产量性状的一般配合力与其亲本性状表现的相关性(表2)。

表2 棉花6个亲本品种产量性状的一般配合力效应( $\hat{g}_i$ )及其相关性

Table 2 General combining ability values and its correlation to mean values of yield traits in six parents of cotton

性 状	一般配合力效应 $\hat{g}_i$ 和性状表现位次						相关系数 $r_{p g i}$ (df-4)
	徐 州 142	中 棉 所 7号	岱 字 棉 15号	协 作 2号	HG—H—12	GL—5	
单株皮棉产量	2.59 (1)	1.34 (2)	0.62 (3)	-0.28 (4)	-0.61 (5)	-4.17 (6)	0.973**
单株果节数	4.41 (3)	4.83 (1)	1.90 (4)	4.08 (2)	-1.75 (5)	-13.46 (6)	0.940**
单株结铃数	2.22 (1)	-0.98 (5)	0.60 (2)	-0.21 (4)	1.07 (3)	-2.70 (6)	0.964**
单 铃 重	-0.06 (3)	0.18 (2)	-0.09 (6)	-0.21 (4)	-0.19 (5)	0.36 (1)	0.732
衣 分	1.94 (1)	0.14 (4)	0.15 (3)	0.86 (2)	-0.05 (5)	-3.04 (6)	0.957**
纤维长度	-1.24 (6)	3.08 (1)	0.23 (2)	-0.90 (5)	-0.11 (3)	-1.27 (4)	0.954**

括号内数字是亲本品种性状表现的位次。

• • 达到0.01显著水平。

一般配合力的分析结果表明:徐州142的单株皮棉产量、单株果节数、单株结铃数和衣分均表现较高,但纤维长度表现较低。中棉所7号的单株结铃数表现较低,其它产量性状都表现较高。岱字棉15号的单株皮棉产量、单株结铃数、衣分和纤维长度表现较高。协作2号的单株皮棉产量和纤维长度的一般配合力低于岱字棉15号,但其单株果节数和衣分表现较高。HG—H—12的单株结铃数和GL—5的单铃重表现较高的一般配合力,但这两个品种的其它产量性状都表现较低。这说明了单株皮棉产量一般配合力高的亲本品种,它们的多数产量性状都表现较高的一般配合力。

由表2可见,在亲本品种的产量性状中,除单铃重外,其它5个性状表现与一般配合力呈极显著的正相关。

本试验中最优杂交组合分别为:单株皮棉产量和单株果节数是中棉所7号×徐州142;纤维长度是HG—H—12×中棉所7号;这两个组合在该性状上也表现出较高的特殊配合力。单株结铃数是徐州142×HG—H—12;单铃重是中棉所7号×GL—5;衣分是徐州142×协作2号;这3个组合的特殊配合力却较低。值得指出的是,所有产量性状表现最优的组合,其双亲的一般配合力都较高。尽管 $F_1$ 的性状表现与其特殊配合力的表现不完全一致,仍然可以由亲本品种的一般配合力、或者直接根据亲本性状表现,预测 $F_1$ 的性状表现,筛选优良组合。

### (三) 基因效应的分析

采用Hayman<sup>[7]</sup>的方法进一步估算了单株皮棉产量及其5个产量性状的遗传方差及狭义遗传力(表3)。就加性方差(D)而言,除单铃重不显著外,其它5个性状都达到显著或极显著水平。就显性方差( $H_1$ )而言,单株果节数不显著,其它5个性状达到显著或极显著水平。从表3中加性和显性的方差值相对比,可见除了单铃重以外,其它产量性状的加性方差

均不同程度地大于显性方差。这显然说明单铃重主要受显性基因所控制, 其它产量性状主要受加性基因所控制。单株果节数的显性效应较弱, 所以其杂种优势值较低; 其它性状的显性效应较强, 因而表现较强的杂种优势。

$(H_1/D)^{\frac{1}{2}}$  是度量显性基因作用的显性度。由表3可见, 除单铃重的显性度为1.30外, 其它性状的显性度都小于1。这表明单铃重的显性基因表现了超显性, 而其它性状均受不完全显性基因所控制。由于单铃重的加性方差不显著, 因而其狭义遗传力很低, 未达到显著水平。单株皮棉产量的狭义遗传力也较低, 而单株果节数、单株结铃数、衣分和纤维长度性状的狭义遗传力都不同程度地高于单株皮棉产量。因此, 在杂交育种过程中对于单铃重和单株皮棉产量不宜在早代进行选择, 而其它4个性状的早代选择则较易取得预期的效果。

表3 棉花6个品种双列杂交的产量性状的遗传方差及其他遗传参数

Table 3 Genetic variances and other genetic parameters of yield traits of six-parent diallel cross in cotton

性状	加性方差 D	显性方差 H <sub>1</sub>	显性度 $(H_1/D)^{\frac{1}{2}}$	狭义遗传力 $h_N^2$ %
单株皮棉产量	14.68**	12.06**	0.90*	29.99*
单株果节数	122.35**	77.69	0.77*	38.71**
单株结铃数	10.93**	2.31*	0.48*	39.67*
单铃重	0.20	0.35*	1.30*	16.66
衣分	10.56**	10.21**	0.98*	40.89**
纤维长度	6.85*	5.08**	0.92*	32.21*

\*, \*\* 分别达到0.05和0.01显著水平。

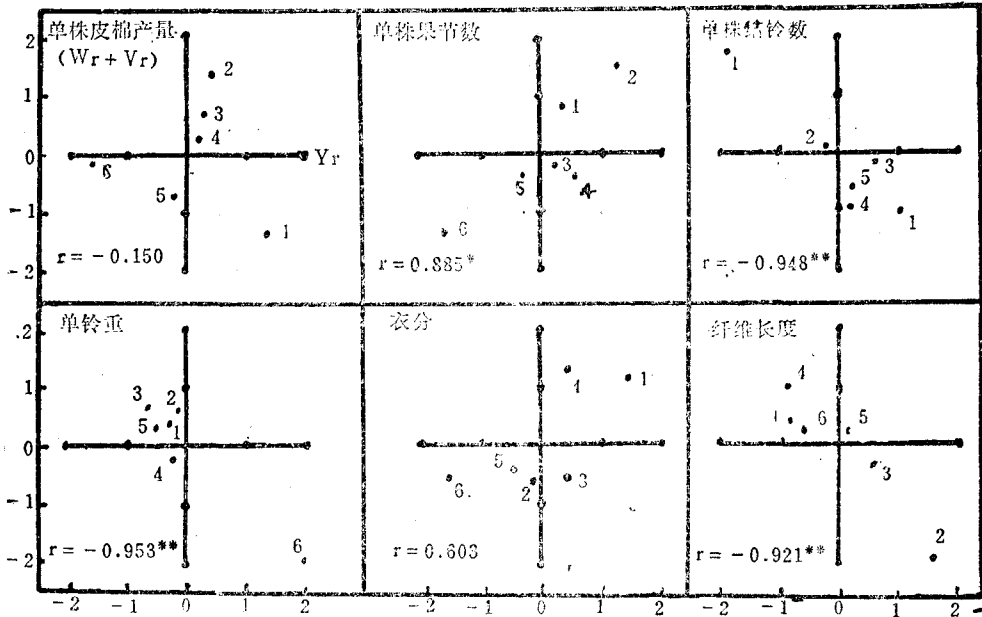


图2 棉花6个亲本品种产量性状的  $(W_r + V_r)$  和  $Y_r$  的标准离差

品种代号: 1—徐州142; 2—中棉所7号; 3—岱字15号; 4—协作2号; 5—HG—H—12; 6—GL—5。

Fig. 2 Standardized-deviations graphs of  $(W_r + V_r)$  and  $Y_r$  for yield traits of six parents of cotton

行列协方差 ( $W_r$ ) 与行列方差 ( $V_r$ ) 之和可以反映出亲本品种的基因效应。该值大, 表明含有较多的隐性基因; 该值小, 则表明含有较多的显性基因。因此用  $(W_r + V_r)$  值与

亲本品种表现型值 ( $Y_r$ ) 的相关系数能够分析显性基因的作用方向, 并可用 ( $W_r + V_r$ ) 和  $Y_r$  的标准离差表示各亲本品种的基因效应。现将本试验所分析的产量性状的 ( $W_r + V_r$ ) 和  $Y_r$  的标准离差列于图2。

由图2可见, 6个品种的单株皮棉产量和衣分的基因作用方向比较分散, 其趋势比较复杂, 因而它们的 ( $W_r + V_r$ ) 与  $Y_r$  的相关系数不显著。徐州142的单株皮棉产量和衣分均较高, 其单株皮棉产量的 ( $W_r + V_r$ ) 为负值, 衣分的 ( $W_r + V_r$ ) 则为正值。这表明徐州142有高产的显性基因和高衣分的隐性基因。高产品种中棉所7号和岱字棉15号的 ( $W_r + V_r$ ) 均为正值, 表明它们具有高产的隐性基因。此外, 岱字棉15号还有高衣分的显性基因。

单株果节数的 ( $W_r + V_r$ ) 与  $Y_r$  的相关系数为显著的正值, 这表明显性基因起减少单株果节数的作用。中棉所7号有增多果节数的隐性基因。GL—5有减少果节数的显性基因。单株结铃数、单铃重和纤维长度的 ( $W_r + V_r$ ) 与  $Y_r$  呈极显著的负相关, 这些性状的显性基因都起正向的作用。徐州142增铃数的显性基因效应较强, GL—5增铃重的显性基因作用很强, 中棉所7号有较多的增长纤维的显性基因。

( $W_r + V_r$ ) 和  $Y_r$  的相关分析只适用于显、隐性基因效应。事实上, 产量性状主要受加性基因所控制。因此, 各亲本品种产量性状的表现是由于加性基因和各种非加性基因综合作用的结果。

## 讨 论

本试验配制的  $F_1$  的单株皮棉产量的平均优势高达33.13%。其中以中棉所7号×142和岱字棉15号×中棉所7号两个组合的  $F_1$  优势比较突出, 分别比高产品种徐州142增产37.55%和31.02%。这表明在棉花杂种优势的利用中, 应注意选用生产上推广的品种与距离较远的优良品种作为杂交亲本。

本试验证明了  $F_1$  皮棉增产主要是由于单株结铃数较多, 其次是棉铃较重。Meredith<sup>[10]</sup> 曾综合分析了近二十年棉花产量性状的杂种优势研究资料, 指出在所有产量性状中, 皮棉产量、铃数和单铃重的平均优势最强。国内其它研究结果也表明, 皮棉产量和其它产量性状存在不同程度的杂种优势<sup>[1, 2, 3]</sup>

单株果节数能在一定程度上反映了棉花营养体的大小。本试验中, 该性状  $F_1$  的平均优势很低(0.96%)。而且观测  $F_1$  的平均株高也表现了类似的趋势(平均优势为0.63%)。Kime和Tilley<sup>[9]</sup> 也曾报道杂种  $F_1$  株高接近双亲平均值。陆地棉品种间杂交种的生殖生长较强, 营养生长相对较弱; 这对于利用杂种优势, 提高皮棉产量是有利的。

杂交育种的最终目的是选育遗传组成纯合的优良品种, 主要利用基因的加性效应。而杂种优势的利用, 不仅利用基因的加性效应, 而且利用基因的非加性效应(显性效应和上位性效应)。本试验所分析的产量性状的特殊配合力均极显著, 表明了棉花杂种优势的利用是有价值的。

选择合适的杂交亲本是杂种优势利用和杂交育种工作中的首要前提。Baker<sup>[4]</sup> 在评述双列分析时曾指出, 当性状的一般配合力方差大于特殊配合力方差时, 可以只根据亲本的一般

配合力表现预测 $F_1$ 的性状表现。本试验结果证实,陆地棉品种间杂交种的产量性状表现主要取决于双亲的一般配合力。由于亲本品种性状表现与其一般配合力呈正相关,所以,在杂种优势利用工作中,为了选配强优势的组配,可以根据产量性状的表现适当筛选杂交亲本品种。

通过双列分析了解各性状的基因效应和不同亲本品种的遗传表现,对于杂种后代的选择具有实际的指导意义。就本试验的单株皮棉产量为例,徐州142具有较多的高产显性基因,适宜作为利用杂种优势的高产亲本;中棉所7号和岱字15号具有较多的高产隐性基因,在其杂交后代中对产量进行选择较易收效,其高产性状的基因纯合较快,因此适宜作为杂交育种的亲本。显性基因作用方向不一致的亲本品种间相互杂交,杂种后代常会出现超越分离,可能选到表现优于双亲、甚至超过 $F_1$ 的优异材料;从而可以根据不同性状的遗传特点,针对性地进行选择,提高选择效果。

### 参 考 文 献

- [1] 王亚加, 韦贞国, 尚庆容: 陆地棉5个品种互配二十个正反交组合的杂种优势, 《湖北农业科学》, 1978(2): 16—29
- [2] 邵游: 陆地棉品种间杂种优势的初步研究, 《棉花》, 1979(4): 13—16
- [3] 周雁声: 陆地棉品种间杂种一代优势及配合力研究初报, 《湖北农业科学》, 1979(10): 17—21
- [4] Baker, R. J.: 1978, Issues in diallel analysis. *Crop Sci.* 18: 533—536
- [5] Crumpaker, D. W. and Allard, R. W.: 1962, A diallel cross analysis of heading date in wheat. *Hilgardia.* 32: 275—318
- [5] Griffing, B.: 1956 Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 13: 397—343
- [7] Hayman, B. I.: 1954, The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* 39: 789—809
- [8] Johnson, L. P. V. and Aksel, R.: 1959, Inheritance of yielding capacity in a fifteen—parent diallel cross of barley. *Can. J. Genet. Cytol.* 1: 208—265
- [9] Kime, P. H. and Tilley, R. H.: 1947, Hybrid vigor in Upland cotton. *J. Am. Soc. Agron.* 39: 308—317
- [10] Meredith, W. R.: 1984, Quantitative genetics. in R. J. Kohel and C. F. Lewes (ed.): *Cotton* P. 131—150 ASA, CSSA, SSSA

## DIALLEL ANALYSES OF YIELD TRAITS IN UPLAND COTTON

Zhu Jun Ji Daofan

( Department of Agronomy, Zhejiang Agricultural University )

### Abstract

Dialled crosses of six parents in Upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) were analysed for heterosis and genetic effects of yield traits.  $F_1$  hybrids showed the highest heterosis for lint yield per plant with the average value of 33.13%. There were positive heterosis for number of bolls per plant (17.38%), boll size (10.60%), lint percentage (2.90%) and fiber length (6.50%). Average heterosis for number of fruit nodes per plant of  $F_1$  hybrids was 0.96%. Variance associated with general and specific combining ability was highly significant for every trait, but no significant reciprocal differences were noted. For every trait studied, the parental performance was positively related to its general combining ability which was also associated with the performance of the  $F_1$  hybrids. It is, therefore, possible to predict the performance of general combining ability and of the  $F_1$  hybrids by the parental phenotype.

Additive genetic variances predominated over all traits except boll size, for which the main component of genetic variance was of the dominance type. The dominance effect was relatively small for number of fruit nodes per plant, but large for other traits. The narrow-sense heritability of lint yield per plant was found to be 28.24%. Except for boll size, the yield components had higher heritability than lint yield per plant. Lint yield per plant and lint percentage showed ambidirectional dominance. But other traits were governed by uni-directional dominant genes, and those for number of fruit nodes per plant had negative effect, while those for number of bolls per plant, boll size and fiber length had positive effects.