

# 大豆杂种二代的遗传变异及其 与亲子代关系的研究

## 第Ⅱ报 株形性状(株高、主茎节数和分枝数)

陈 恒 鹤

(吉林省吉林市农业科学研究所)

### 提 要

大豆株高、主茎节数和分枝数在 $F_2$ 代的分离,因杂交组合不同,遗传背景不同,表现不同特点。总的看来,三种株形性状均属于较简单数量遗传, $F_2$ 与亲子代均呈显著正相关, $F_2$ 株形性状基本上都与当代或子代产量因素呈密切正相关,而产量性状在亲子代间的相关值,多数组合不显著。在早世代进行株形性状的间接选择,比直接选择产量因素更有效一些。但是组合间差别较大,对于不同遗传变异特点的组合要区别对待。

随着大豆单产水平不断提高,大豆育种的株型问题已引起重视。目前东北地区育成和推广的大豆品种,大多数由高大繁茂多分枝的园叶类型向降低株高、株形紧凑、以主茎密荚为主的披针叶类型发展。由于实际生产力水平和生态地理环境等多种条件差异,仍有多种株型品种并存的情况。大豆株型问题概括说来,就是植株地上部的冠层结构关系。既包括株高、主茎节数及分枝数等株形性状,也包括叶形、叶面积、叶柄的角度和长度等叶性状,还包括这些性状反映的生理、生化及生态学性状。作者曾论述过大豆理想株型应该是与生产力水平及生态条件相适应的动态概念,并指出株高、主茎节数和分枝数在株型育种中的重要性<sup>[1]</sup>。本文在第Ⅰ报生育期研究基础上,对三种株形性状在 $F_2$ 代的遗传变异及其与亲子代关系加以探讨,为株形性状在杂种早世代选择提供依据。

### 材 料 与 方 法

试验用的是5亲本双列杂交10组合 $F_1$ 、 $F_2$ 和 $F_3$ 代的材料。1979年杂交,1980年种植 $F_1$ ,1981年种植 $F_2$ 混合群体,1982年种植 $F_3$ 株系。行长和行距各代皆为4.75m和0.6m。株距在 $F_1$ 代为0.3m,其余均为0.1m。田间设计: $F_1$ 和 $F_2$ 代为随机区组,

本文于1987年4月22日收到。This paper received in April 22, 1987.

分别为2行区3次重复和6行区4次重复；根据F<sub>2</sub>代综合表现，从4个重点组合各选27株，6个一般组合各选10株，在F<sub>3</sub>代每株系种植一行。考种取样：F<sub>1</sub>为10×8，F<sub>2</sub>为30×4，F<sub>3</sub>为10株。

用EL—5100型计算器直接计算世代间和性状间简单相关系数，用亲子代回归估算狭义遗传力

$$\left(h_n^2 = \frac{W_1 F_{2.3}}{V_1 F_2}\right)$$

根据表型值预测遗传进度，

$$\Delta G = i \cdot \sigma_p \cdot h_n^2 \qquad \Delta G'(\%) = i \cdot \frac{\sigma_p}{M} \cdot h_n^2$$

式中：ΔG为遗传进度，ΔG' (%)为相对遗传进度，i为选择强度*(i = (F<sub>2</sub> - F<sub>2</sub>) / σ<sub>p</sub>)*，σ<sub>p</sub>为标准差，M为群体平均值。

结果与讨论

一、不同组合 F<sub>2</sub> 株形性状的遗传变异特点

(一) 株高

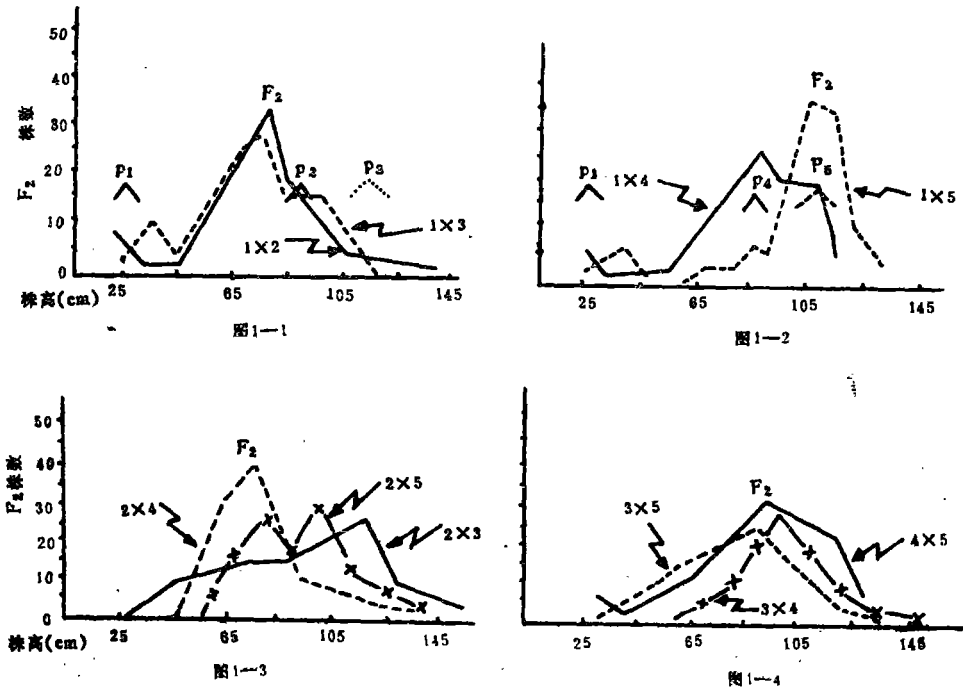


图1 10组合 F<sub>2</sub> 株高分离  
Fig. 1 F<sub>2</sub>'s segregation of plant height in 10 combinations

1. 矮秆×正常株高的组合(图1—1, 图1—2):  $P_1$  矮大豆为矮秆、早熟、有限性基因型,  $P_1$  与其它4个株高正常亲本杂交,  $F_2$  普遍呈现双峰分布, 并可明显区分矮秆株(45 cm以下)和正常株两大类。卡方测验表明, 矮秆性状受一对隐性主效基因控制。 $F_2$  正常株高部分的株高多数偏向较矮方向, 表明存在降低株高的矮化修饰基因作用。作者对此已有专论<sup>[3]</sup>, 这里不再赘述。

2. 中秆较晚熟基因型配制的组合(图1—3):  $P_2$  九农9号为较晚熟、中秆、主茎密莢型、亚有限性基因型。 $P_4$  黑河3号为中秆、分枝少、早熟、无限性基因型。 $P_5$  山东小金黄为高秆、多分枝、较晚熟、无限性基因型。 $P_3$  九农1号为高秆、多分枝、晚熟、有限性基因型。 $2 \times 4$  组合  $F_2$  株高分布高峰与  $P_4$  重叠、且与  $P_2$  接近。该组合变异幅度成倍扩大, 并有两向超亲表现, 表明成熟期差别较大起作用。 $2 \times 3$  组合因  $P_3$  为有限性,  $F_2$  群体中出现了双亲没有的矮秆株(40 cm以下), 与 Cooper 利用  $dt_1$  基因选育矮秆品种出现情况相同<sup>[4]</sup>。而且由于  $P_3$  更为晚熟,  $F_2$  株高的两向超亲变异幅度最大。 $2 \times 5$  组合两亲熟期相同,  $F_2$  变异幅度显然较小; 但双亲株高差异较大,  $F_2$  呈现双峰分布, 峰位分别与  $P_2$  和  $P_5$  重合。

(3) 高秆基因型配制的组合(图1—4):  $3 \times 4$  和  $3 \times 5$  两组合  $F_2$  群体分布高峰均在双亲之间, 由于  $P_3$  有限结莢习性基因( $dt_1$ )作用, 两组合均出现矮秆植株。 $4 \times 5$  组合双亲皆为无限性基因型, 不仅没有出现矮秆植株, 并因双亲株高差异较大,  $F_2$  变异幅度较大, 并出现超高亲植株。

## (二) 主茎节数

1. 具有  $P_1$  矮秆基因的4组合,  $F_2$  群体主茎节数也和株高分离一样出现少节类型, 呈现双峰分布, 并出现过渡类型(图2(1))。

2. 10组合中除  $1 \times 2$  和  $1 \times 3$  外, 其余8组合均出现超高亲分离(图2(2))。

3. 有限性基因型( $P_3$ )配制的  $2 \times 3$ 、 $3 \times 4$  和  $3 \times 5$  三个组合也和出现矮秆株一致, 出现少节类型(10节以下), (图2(3))。

## (三) 分枝数

1. 与株高及主茎节数不同,  $F_2$  分枝数的分离不呈常态分布, 10组合的众数都在下限“0”上, 次数分布由“0”到“6”直线减少(图3)。这是因为采用的亲本基因型本身次数分布的众数也在“0”上。

2.  $F_2$  分枝数的分离幅度, 一般均在双亲变异范围以内, 尽管在  $1 \times 3$ 、 $2 \times 3$  和  $3 \times 5$  等组合中出现个别单株的分枝数超过大值亲本, 但因环境因素对分枝数影响很大。这种个别单株还不足以证明是超亲遗传的分离。

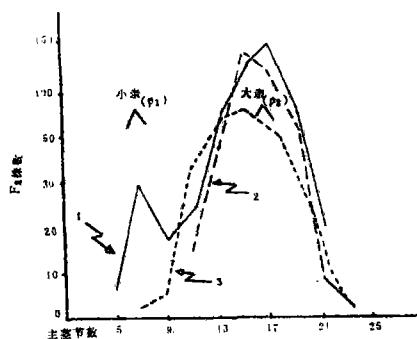


图2  $F_2$  主茎节数分离的三种类型  
Fig. 2  $F_2$ 's segregation of nodes per main stem of three types

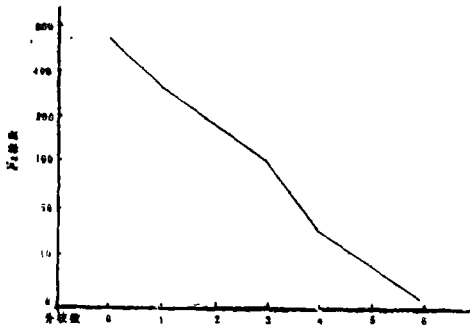


图 3 10 组合  $F_2$  分枝数分离

Fig. 3  $F_2$ 's segregation of No. of branches in 10 combinations.

性状在  $F_2$  代尚有一定的非加性效应。

### (二) 主茎节数

$F_1$  代主茎节数的显著杂种优势到  $F_2$  代明显减退。 $F_2$  介于双亲之间。大多数组合  $\bar{Y}$  值大于  $\bar{F}_3$ ，表明  $F_2$  代的主茎节数遗传还存在非加性效应。但组合间有区别， $1 \times 3$ 、 $2 \times 3$  和  $3 \times 4$  三个组合  $\bar{Y}$  值与  $\bar{F}_3$  很近似，其相应的  $r_{F_2, F_3}$  值均达到显著和极显著正相关；而  $1 \times 4$ 、 $2 \times 4$  和  $4 \times 5$  三个组合  $\bar{Y}$  值与  $\bar{F}_3$  差异较大，正相关值也不显著。

总的看来， $F_2$  主茎节数与亲本及  $F_1$  之间，均呈显著正相关， $F_2$  单株与  $F_3$  品系间也呈极显著正相关，而且  $h_a^2$  估值较高，可以根据亲本平均值预测杂种后代平均表现，在  $F_2$  代进行选择即可奏效。

### (三) 分枝数

$F_1$  代分枝数有明显杂种优势，到  $F_2$  代  $\bar{F}_2$  甚至少于  $MP$ 。 $\bar{Y}$  值与  $\bar{F}_3$  接近，表明  $F_2$  分枝数的遗传变异非加性效应不大。而  $r_{F_3, F_2}$  值普遍较小、用亲子代回归估算的  $h_a^2$  值较小，说明环境影响对分枝数的遗传变异起着较大作用。从  $\sigma_p$  和  $c.v.$  值之大可以看出组合内的变化是很大的。从平均数看，分枝数属于中间遗传， $\bar{F}_2$  显著大于  $\bar{LP}$  并显著小于  $\bar{BP}$ ，而与  $MP$  差异不显著。总的看来， $F_2$  分枝数与亲本及  $F_1$  都呈显著正相关，10 组合合计  $F_2$  与  $F_3$  代也呈显著正相关，只是每个组合内部  $r_{F_3, F_2}$  值都不显著， $1 \times 3$  组合甚至表现负相关。本试验中分枝数的  $h_a^2$  估值偏小。但是本试验材料在  $F_1$  代进行配合力分析时，分枝数的  $h_a^2$  估值为 0.664，列于 12 种性状的第 5 位<sup>[4]</sup>，表明分枝数的遗传以加性效应为主。由于分枝数的遗传可以根据双亲平均值预测后代平均表现，亲子代间普遍呈现正相关，所以在早世代进行粗略选择还是可行的。但不宜选择过严，要防止因环境作用对个体的较大影响而造成选择上的失误。

## 二、 $F_2$ 株形性状与亲子代的关系

### (一) 株高

表 1 资料表明， $F_1$  株高有一定的杂种优势，但到  $F_2$  代已明显减退， $\bar{F}_2$  与  $\bar{MP}$  已无显著差异。 $F_2$  与亲本及  $F_1$  均呈显著正相关。 $F_2$  与  $F_2'$  及  $\bar{F}_3$  也均呈显著正相关。说明株高属于比较简单遗传的数量性状，根据亲本平均值可预测杂种后代平均表现。株高的狭义遗传力估值较高，在  $F_2$  代即可有较好的选择效果。 $\bar{Y}$  值普遍大于  $\bar{F}_3$ ，表明该

表 1 10 组合  $F_2$  三种株形性状与亲后代关系 (平均)Table 1 Relationship between  $F_2$  and parents or progeny of three kind of plant architectural character in ten combinations (Average)

性 状	Character	株 高 Plant height	主 茎 节 数 Nodes/main stem	分 枝 数 No. of branches
$F_2$ 平均值 $\bar{F}_2$		91.8	15.2	1.01
群体标准差 $\sigma_p$		22.3	3.1	1.07
变异系数 c. v. (%)		24.3	19.7	117.1
狭义遗传力 $h_n^2$		0.73	0.66	0.17
$F_2/MP$		1.07	1.14	0.90
$F_1/MP$		1.33	1.26	1.18
$F_1$ 平均值 $\bar{F}_1$		73.0	18.1	4.70
大值亲本 BP		97.3	15.5	1.47
小值亲本 LP		63.1	11.6	0.74
中亲值 MP		80.2	13.6	1.11
入选 $F_2$ 平均值 $\bar{F}_2'$		108.2	17.7	2.07
予期遗传进度	$\Delta G$	14.3	1.7	0.09
	$\Delta G'(\%)$	16.4	11.3	9.8
予期 $F_3$ 平均值 $\bar{Y}$		100.2	16.9	0.99
$F_3$ 株系平均值 $\bar{y}_3$		82.9	15.9	0.89
$F_2$ 与 $F_3$ 相关	n	168	168	168
	$r_{F_2-3}$	0.505**	0.433**	0.195*
$F_3$ 与 $F_1$ 相关	n	10	10	10
	$r_{F_3-1}$	0.632*	0.425	0.833*
$F_2$ 与 BP 相关	n	40	40	40
	r	0.441**	0.149	0.697**
$F_2$ 与 LP 相关	n	40	40	40
	r	0.478**	0.481**	0.611
$F_2$ 与 MP 相关	n	40	40	40
	r	0.651**	0.443**	0.752**
$\bar{F}_2$ 与 $\bar{F}_2'$ 相关	n	10	10	10
	r	0.717*	0.780*	0.807**

三、三种株形性状与产量因素的关系

(一)F<sub>2</sub>株形性状与当代产量因素的关系：以4个重点组合的资料分析结果(表2)表明，F<sub>2</sub>代的株高、主茎节数、分枝数大多数与当代的单株荚数、单株粒重呈显著正相关，而在一荚粒数、百粒重关系不大。但组合间有差别，1×5组合的分枝数、2×4组合的三种株形性状与单株荚数、单株粒重的正相关不显著，1×3组合的分枝数与百粒重和1×5组合的株高与百粒重、主茎节数与一荚粒数均呈显著正相关。

表2 F<sub>2</sub>三种株形性状与当代及子代产量因素的相关。  
Table 2 Correlation between F<sub>2</sub>'s plant architectural characters and yield components

	单株 荚数		一荚粒数		百粒重		单株粒重		世代间 Between generat- ions
	Pods/plant		Seeds/pod		g/100 seed		Seed weight (g) plant		
	F <sub>1</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>3</sub>	
1 × 3									
株高 Plant height	0.708**	0.404*	0.051	0.111	0.017	-0.066	0.605**	0.428*	0.393*
主茎节数 Nodes/main stem	0.720**	0.466*	0.159	0.116	0.041	-0.335	0.646**	0.449*	0.731**
分枝数 Branches No.	0.401*	-0.187	0.063	-0.080	0.490**	0.272	0.450*	0.068	0.339
世代间 Between generation	0.096		0.004		0.273		0.234		
1 × 5									
株高 Plant height	0.665**	0.471*	0.384*	0.209	0.596**	-0.047	0.764**	0.478	0.718**
主茎节数 Nodes/main stem	0.686**	0.456*	0.396*	0.133	0.355	-0.190	0.760**	0.339	0.484*
分枝数 Branches No.	0.359	0.279	-0.215	-0.115	-0.018	0.166	0.224	0.404*	0.317
世代间 Between generation	0.534**		0.466		0.497**		0.501**		
2 × 4									
株高 Plant height	0.222	0.123**	0.169	0.419*	-0.017	0.432*	0.253	0.567**	0.715**
主茎节数 Nodes/main stem	0.334	0.576**	-0.005	0.182	-0.056	0.062	0.320	0.487**	0.183
分枝数 Branches No.	0.369	0.208	-0.209	-0.272	-0.089	0.043	0.323	0.117	0.070
世代间 Between generation	0.158		0.393*		0.387*		0.300		
3 × 4									
株高 Plant height	0.557**	0.344	0.132	0.071	0.277	-0.065	0.482*	0.199	0.563**
主茎节数 Nodes/main stem	0.712**	0.249	0.282	0.190	0.198	-0.073	0.675**	0.189	0.430*
分枝数 Branches No.	0.558**	-0.322	0.153	-0.199	0.131	-0.096	0.512**	0.440*	0.382
世代间 Between generation	0.122		0.502**		-0.101		-0.010		

注(Note): n=27, r<sub>0.05</sub>=0.381, r<sub>0.01</sub>=0.487

(二) F<sub>2</sub>株形性状与F<sub>3</sub>代产量因素的关系：总的趋势是F<sub>2</sub>代的三种株形性状与F<sub>3</sub>代的单株荚数、单株粒重有密切正相关，多数达到显著和极显著。但也有例外，如1×3和2×4组合的分枝数与单株荚数及单株粒重，1×5组合的分枝数与单株荚数的正相关均未达到显著水平。1×3和3×4两组合F<sub>2</sub>分枝数与F<sub>3</sub>单株荚数还呈现不

显著的负相关。

大部分组合  $F_2$  代三种株形性状与  $F_3$  代的一荚粒数及百粒重无密切联系。例外的是  $2 \times 4$  组合的  $F_2$  株高与  $F_3$  的一荚粒数及百粒重呈显著正相关。

(三) 相同性状的世代间相关: 产量构成因素四种性状大多数组合在  $F_2$  与  $F_3$  世代间呈不显著的正相关和负相关。只有  $2 \times 4$  组合的一荚粒数和百粒重在世代间呈显著正相关。

四组合的三种株形性状大多数在世代间均呈显著正相关。例外的是  $1 \times 3$ 、 $1 \times 5$  和  $2 \times 4$  组合的分枝数和  $2 \times 4$  组合的主茎节数在世代间正相关值不显著。

## 结 语

一、总的趋势是三种株形性状在  $F_2$  代的遗传变异均表现为中间遗传。但在不同遗传背景下, 另有不同的表现: 1. 在矮秆基因和  $dt_1$  基因作用下, 出现矮秆、少节类型。2. 在双亲成熟期差异较大时, 晚熟基因促使三种株形性状变幅扩大, 并提高超亲个体出现频率。3.  $F_2$  分枝数分离不呈常态分布, 而是由“0”到“6”直线下降, 因为双亲基因型本身次数分布的众数也在“0”上。

二、三种株形性状在早期世代间的相关比产量性状更为密切, 并且与单株荚数及单株粒重普遍存在显著正相关, 因此在早期世代对株形性状进行间接选择, 要比直接选择产量性状更为有效。

三、以上是一般规律。但由于组合间差别较大, 株高与主茎节数在  $F_2$  代还存在非加性效应、分枝数受环境影响较大, 因此进行株形性状间接选择时, 针对不同杂交组合特点, 选择强度要有所区别。特别是对分枝数的选择不可过严, 防止环境作用对个体影响较大, 而造成选择上的失误。

## 参 考 文 献

- [1] 陈恒鹤, 李楠: 1984, 大豆株型性状的相对遗传进度与配合力, 大豆科学 Vol. 3 No. 4, 268—280.
- [2] 陈恒鹤, 1984, 大豆杂种二代的遗传变异及其与亲后代关系的研究, 第Ⅱ报生育期, 中国油料, No. 3, 11—17.
- [3] 陈恒鹤, 1985, 大豆矮秆基因遗传及其育种改良效果的研究, 作物学报 Vol. 11 No. 2, 95—102.
- [4] 陈恒鹤, 1982, 大豆主要数量性状遗传规律的双列杂交分析, 大豆科学 Vol. 1 No. 1, 127—131.
- [5] Cooper, R. L. 1981, Development of shortstatured Soybean cultivars. Crop Sci. Vol. 21 No. 1: 127—131.
- [6] Hartung, R. C. et al. 1981, Modification of soybean plant architecture by genes for stem growth habit and maturity. Crop Sci. Vol. 21 No. 1: 51—56.

STUDIES ON  $F_2$ 'S HEREDITARY VARIABILITY AND ITS RELATIONSHIP  
BETWEEN PARENT AND PROGENY IN SOYBEANS II. PLANT  
ARCHITECTURAL CHARACTERS (PLANT HEIGHT, NO. OF  
NODES PER MAIN STEM AND NO. OF BRANCHES)

Chen Henhe

*(Jilin Municipal Institute of Agricultural Sciences)*

Abstract

Three plant architectural characters performed distinct characteristics of  $F_2$ 's frequency distribution in each of the ten combinations with different genetic background. These characters all belong to quantitative characters with simple hereditary form. There are significant positive correlation of the three characters between both  $F_2$  and parent,  $F_2$  and progeny. There are also significant positive correlation both between plant height, No. of nodes, No. of branches of  $F_2$  and yield components of same generation or next generation. The correlation of yield component between  $F_2$  and  $F_3$  was not significant. Thus it can be seen that to select plant architectural characters indirectly will be superiorer than directly to select yield components during early generation. Different selective procedure should be taken for each combination with different genetic background.