

# 中美半矮秆大豆杂交早期世代 农艺性状遗传变异研究\*

张淑珍 杨庆凯

(东北农业大学大豆研究所 150030)

**摘要** 以三个中美半矮秆大豆杂交组合为材料,通过对其自交及回交后代各主要农艺性状的遗传参数的分析,为半矮秆大豆后代的选择和品种选育育种提供了一定的理论依据。试验结果表明:中美半矮秆大豆品种间其性状特别是分枝性状的明显差异,加之地理远缘等原因,其 $F_1$ 代多数农艺性状具有明显的超亲优势,自交及回交后代分枝性状有着超常幅度的变异;除了与通常杂交组合中株高、主茎节数、百粒重等表现较大的遗传力相同外,此种组合后代的分枝性状也表现了较高的遗传力。中美半矮秆大豆杂交后代所有分枝性状变异广泛,相对预期遗传进度大,且与目标性状产量相关值较大,决定了在此组合中早代选择的必要性。

**关键词** 半矮秆;杂交;分枝性状;遗传变异

众所周知,第一次绿色革命的掀起使世界上水稻、小麦的产量有了突飞猛进的提高,而同为矮秆作物的大豆其产量水平的提高却是相对进展缓慢,特别是随着栽培条件的改善,高水肥下倒伏已成为限制其产量的主要因素。因此,为适应窄行密植的集约性栽培条件,选育出生育期适宜的、矮秆或半矮秆、抗倒伏的高产大豆品种已成为大豆育种的主要方向之一。由于黑龙江省还未有矮秆或半矮秆、抗倒伏、高产的大豆品种,所以开展半矮秆大豆育种已迫在眉睫。

在这方面,研究较早且取得较多成果的国家是美国,由于直接引种其已育成的品种(系)效果不佳,所以可作为亲本之一与我国现有的较适宜的半矮秆大豆进行有性杂交而得以间接利用。本实验就是通过对中美半矮秆大豆杂交后代早期世代各主要数量性状遗传参数的研究,为半矮秆大豆育种提供一定的理论依据;并且对引进美国大豆矮秆品种血缘、拓宽我国大豆品种的种质资源具有一定的意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

3个中美半矮秆大豆杂交组合 C13×东农 594(组合 I);G85×东农 87-104(组合

\* 收稿日期 1999-10-11  
Received on Nov. 10, 1999

II);S87×东巴 23(组合 III)。其中 C13、G85、S87 均为美国多分枝大豆品种或品系;东农 594、东农 87-104、东巴 23 为中国主茎型品种或品系。

### 1.2 方法

整个实验均在哈尔滨市东北农业大学香坊农场试验站进行。1996 年在田间作杂交,1997 年春天在大田播种繁殖 F<sub>1</sub> 代杂种,同时种植亲本重新组配杂交组合,并用双亲进行回交(由于人力有限只对组合 I 进行了回交)。1997 年冬季,将各组合 F<sub>1</sub> 代种子的一部分于海南加代繁殖,自交后代以单株分收。1998 年春天将所有的亲本、杂交当代种子、杂交一代种子、F<sub>2</sub> 代种子及回交当代种子按随机区组设计,两次重复播于大田。行长 2m,行距 70cm,株距 7cm。所有材料均以单株为收获单位收获,其中 B<sub>1</sub> 为 C<sub>13</sub> 与组合 I 的回交一代;B<sub>2</sub> 为东农 594 与组合 I 的回交一代,1998 年秋季在室内考种。

主要参数的估算方法如下:

(1) 计算广义遗传力时用双亲和 F<sub>1</sub> 估算环境方差。

$$h^2b = \frac{V_{F_2} - (V_{P_1} + V_{P_2} + V_{F_1})}{V_{F_2}}$$

(2) 狭义遗传力

$$h^2n = \frac{2V_{F_2} - (V_{B_1} + V_{B_2})}{V_{F_2}}$$

(3) 预期遗传进度

$$\Delta G = k\sigma_g \sqrt{h^2b}$$

相对预期遗传进度

$$\Delta G' = \Delta G / \bar{X}$$

## 2 结果与分析

### 2.1 性状的平均表现与分离

由于各组合杂交后代性状分离趋势基本一致,现仅以组合 I (C<sub>13</sub>×东农 594) 作出 P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>;B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>;MP、F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>;F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub>;的变化动态图。

以下各图中:1 代表株高,2 代表主茎节数,3 代表主茎荚数,4 代表分枝数,5 代表一级分枝长度,6 代表一级分枝节数,7 代表一级分枝荚数,8 代表百粒重,9 代表单株粒数,10 代表单株粒重。

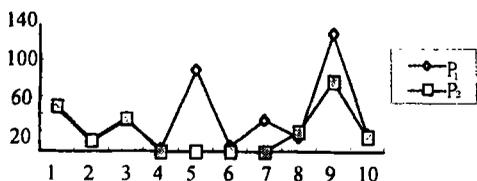


图 1 P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub> 各主要农艺性状平均数比较  
Fig. 1 The differences between means of main agronomic traits of P<sub>1</sub> and P<sub>2</sub>

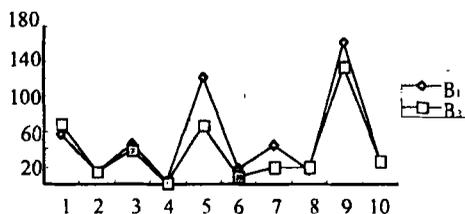


图 2 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 各主要农艺性状平均数比较  
Fig. 2 The differences between means of main agronomic traits of B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub>

图 1: 两亲本的分枝数及与分枝有关的性状(一级分枝长度、一级分枝节数、一级分枝

荚数)、单株粒数性状有明显差异。

图 2: B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 代间和各性状间的变化趋势较为一致, 只有一级分枝长度、一级分枝节数、单株粒数三性状代间差异较为明显。

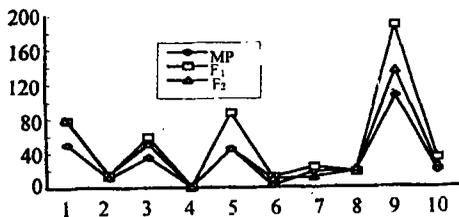


图 3 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> MP 的平均数比较

Fig. 3 The differences between means of main agronomic traits of F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> and MP

图 3: F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 和 MP 代间和各性状间的平均值变化趋势基本一致, F<sub>1</sub> 代的平均值一般高于 F<sub>2</sub> 代, 高于中亲值。

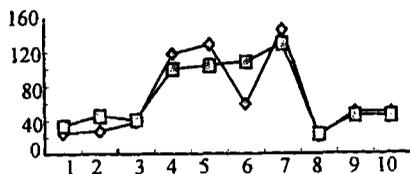


图 4 F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 变异系数比较

Fig. 4 The differences between coefficient of variation of F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub>

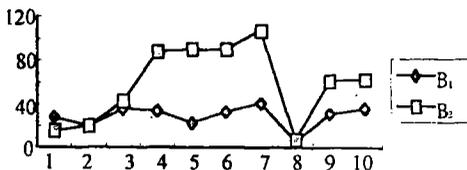


图 5 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 变异系数比较

Fig. 5 The differences between coefficient of variation of B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub>

图 4 可以看出: 自交世代 F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 代间和各性状间的变异系数的大小趋势基本一致。大致分为两类: 一类变异系数在 80% 以上, 基本上是分枝数及与分枝有关的性状; 第二类变异系数在 45% 以下, 多数位于 20-40% 之间, 主要有株高、主茎节数、主茎荚数、单株粒重、百粒重、单株粒重。其中一级分枝节数的变异系数在 F<sub>2</sub> 代较低, F<sub>3</sub> 代较高, 代间该性状的变异系数基本趋势是介于一级分枝长度和一级分枝荚数两性状间。

由图 5 可知: 回交世代 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 各性状代间和各性状间的变化趋势与 F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 相近, 只是 B<sub>2</sub> 代的变异系数普遍大于 B<sub>1</sub>。在分枝及与分枝有关的性状上 B<sub>2</sub> 与 B<sub>1</sub> 也较其它性状代间差异明显。

从以上结果可以看出:

(1) 中美半矮秆大豆杂交组合在 F<sub>1</sub> 代的杂种优势较普遍。

(2) 回交世代各性状平均表现是由双亲的农艺性状(特别是分枝性状)上的差别引起的, 同时说明了分枝性状的回交效应很明显。

(3) B<sub>2</sub> 在分枝性状上较大的变异幅度是由于其较大的方差和较小的平均值相互作用的结果。

### 2.2 各性状遗传力

由于遗传力的分析对于提高选择效果是有帮助的, 所以在此分析一下组合 I F<sub>2</sub> 代各性状遗传力的大小。由表 1 可以看出: 百粒重、株高、主茎节数的遗传力较高, 适合在

早期世代进行选择,而一级分枝总荚数、平均一级分枝总荚数、分枝数、分枝节/主茎节、分枝荚/主茎荚的遗传力较低,适于在晚期世代选择。平均分枝节数、平均分枝长度、一级分枝总长度、一级分枝总节数遗传力值相对很高,这是与两亲本的性状有关,因为  $C_{13}$  为美国多分枝品种而东农 594 为本地主茎型品系,双亲在分枝性状上的较大差异导致  $F_2$  代该性状有较高的遗传力。

表 1 组合 I ( $C_{13} \times$  东农 594) 各性状遗传力Table 1 Heritability of cross 1 ( $C_{13} \times$  Dongnong594)

性状 Character	株高 Plant height	主茎节数 No. of nodes on main stem	主茎荚数 No. of pods on main stem	分枝数 No. of fruiting branch	一级分枝长度 Length of first grade branch	平均分枝长度 Mean length of first grade branch	一级分枝节数 Nodes on first grade branch	平均一级分枝节数 Mean nodes on first grade branch
$h^2b$ broad heritability	63.12	65.89	36.99	35.22	62.98	87.67	55.59	95.93
$h^2n$ narrow heritability	50.21	49.30	27.37	0.00	47.33	73.51	12.40	92.42

性状 Character	一级分枝荚数 No. of pods on first grade branch	平均一级分枝荚数 Mean No. of pods on first grade branch	百粒重 Weight of 100 seeds	单株粒数 No. of seeds per plant	单株粒重 Weight of seeds per plant	一级分枝节数/主茎节数 No. of nodes on first grade branch/No. of nodes on main stem	一级分枝荚数/主茎荚数 No. of pods on first grade branch/No. of pods on main stem
$h^2b$ broad heritability	39.45	37.09	68.30	16.71	21.21	25.97	24.58
$h^2n$ narrow heritability	0.00	0.00	54.29	1.22	0.00	0.00	0.00

### 2.3 遗传进度的分析

表 2 组合 I ( $C_{13} \times$  东农 594) 预期遗传进度及相对预期遗传进度值Table 2 Genetic advance and expected genetic advance of cross 1 ( $C_{13} \times$  Dongnong 594)

性状 Character	株高 Plant height	主茎节数 No. of nodes on main stem	主茎荚数 No. of pods on main stem	分枝数 No. of fruiting branch	一级分枝长度 Length of first grade branch	平均一级分枝长度 Mean length of first grade branch	一级分枝节数 Nodes on first grade branch
$\Delta G$ Genetic advance	242.76	23.41	74.21	5.49	357.22	186.38	38.03
$\Delta G'$ Expected genetic advance	3.24	0.27	1.64	3.81	6.21	6.73	5.10

性状 Character	平均一级分枝节数 Mean nodes on first grade branch	一级分枝荚数 No. of pods on first grade branch	平均一级分枝荚数 Mean No. of pods on first grade branch	单株粒数 No. of seeds per plant	单株粒重 Weight of seeds per plant	百粒重 Weight of 100 seeds	一级分枝节数/主茎节数 No. of nodes on first grade branch/No. of nodes on main stem	一级分枝荚数/主茎荚数 No. of pods on first grade branch/No. of pods on main stem
$\Delta G$ Genetic advance	18.21	99.72	38.65	194.41	44.34	12.80	1.68	1.36
$\Delta G'$ Expected genetic advance	5.06	7.17	5.92	1.47	1.79	0.68	2.21	1.97

从表中我们可以看出:相对预期遗传进度大致可分为三类:一类是分枝性状(分枝荚

数、平均分枝长度、分枝长度、平均分枝荚数、分枝节数、平均分枝节数、分枝数),相对预期遗传进度在 3.81—7.17 之间,平均值为 5.71。二类是分枝节/主茎节、分枝荚/主茎荚和株高,多在 2—3 之间。三类为主茎节数、主茎荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重,多在 2 以下。同时应该指出的是,这里求得的相对预期遗传进度是根据性状株系的遗传力求得的,因此是株系的相对预期遗传进度,这表明在此种分枝变异大的组合中,对株系的分枝性状的选择是有效的。

特别应该指出的是在一般杂交组合中,荚数、粒数等产量性状的遗传力和相对预期遗传进度往往也不是很高的,而这里分枝荚数和平均分枝荚数的相对预期遗传进度也是相当大的(分别为 7.17 和 5.92),明显较通常组合大,这充分说明中美半矮秆大豆杂交组合遗传变异的特点及选择技术上的不同。

### 3 讨论

#### 3.1 中美半矮秆大豆杂交后代遗传变异特点

在杂交配制中中国品种东农 594、东农 87—104、东巴 23 均为主茎型,几乎无分枝,而美国品种均分枝较强。双亲地理的远缘及农艺性状上尤其是分枝性状的差异而导致该性状在自交及回交世代存在着超常的变异。

在遗传力方面大家一致的公认是株高、主茎节数、百粒重的遗传力一般相对较高,本试验也得出了类似的结论。前人研究认为分枝性受环境影响大,早期世代遗传力小不稳定。本实验首次进一步研究了分枝性诸多性状(平均分枝节数、平均分枝长度、一级分枝总长度、一级分枝总节数、平均分枝节数、一级分枝荚数、平均一级分枝荚数)的遗传变异,而以其  $F_2$  株系求得的遗传力却相对较高,这是与前人不同的,这主要是中美杂交亲本分枝性差异大形成的此种特点,是值得育种中注意和应用的。

#### 3.2 中美半矮秆大豆杂交后代选择的特点

由于株高、主茎节数、百粒重的遗传符合常规其遗传力值较大,可在早期世代选择。对于分枝性状,其株系平均表现可以代表后代表现,这可以从求得的  $h^2$  和  $\Delta G$  看出,这是这种组合的特点,也正是这种组合选择的特殊性。

#### 3.3 半矮秆大豆育种方面

窄行密植技术的引进与推广使尽快育出适宜的品种迫在眉睫,传统的观念是适合窄行密植的品种应为主茎型,但通过本实验可以看出:  $C_{13}$ 、 $G_{85}$ 、 $S_{87}$  是从美国引进的适合窄行密植的品种,并且都是多分枝性状较明显。由它们作亲本所配的杂交组合也是分枝及主茎对产量的贡献都很大,可见多分枝品种不一定不适合窄行密植,是用主茎型还是用分枝型应以产量为主要判断依据。

本研究首次较全面地研究了大豆分枝性状的遗传变异与选择,分析了分枝性状对产量的作用,表明在这种组合中选择分枝性可能是获得高产的另一途径。对当前品种均以主茎为主和这些品种在密植高产试验中一直未有较明显进展,是一个有益的启示。

## 参 考 文 献

- 1 陈恒鹤,大豆杂种优势的遗传分析,中国油料,1982,4:12-16
- 2 陈恒鹤,大豆主要农艺性状遗传的基因效应分析,大豆科学,1983,3(2):91-100
- 3 陈怡,大豆杂种后代的籽粒性状的遗传,中国油料,1991,4:12-16
- 4 崔润芝等,夏大豆产量性状的遗传力和配合力分析,华北农学报,1994,9(4):59-64
- 5 贺春林等,黄淮夏大豆主要农艺性状的遗传分析,中国油料,1993,9(4):59-64
- 6 黄承运等,东北大豆丰产种质的拓宽与改良,大豆科学,1993,12(3):190-195
- 7 王金陵等,大豆杂种材料世代间数种主要性状变异性差别的初步研究,中国作物学会学术讨论会论文选编,1964,74-75
- 8 杨庆凯,大豆杂交材料主要农艺性状早期遗传变异的试验分析,遗传学报,1975,3:225-229

## STUDY ON GENETIC VARIATION IN EARLY GENERATION OF CHINA—AMERICA SEMI—DWARF SOYBEAN CROSSES

Zhang Shuzhen Yang Qingkai

(Soybean Research Institute of North—East Agricultural University 150030)

**Abstract** Three China—America semi—dwarf soybean crosses were made, and the progenesis had been used for study on genetic variation in early generation for those crosses. The objective of this study was to provide theoretical bases for semi—dwarf soybean breeding, and to explore the meaning for widening soybean seed resources. The experimental results showed that:

Heterosis of  $F_1$  of many agronomic characters is very prevalent. The evident differences of parents in branches give rise to great variation of progenesis in these characters.

Heritability of plant height, nodes on main stem, weight of 100 seeds is comparatively high, and the heritability of branch characters is also very high.

The variation of all the branch characters of progenesis is very wide, and the comparatively expected genetic advances of these characters in the  $F_2$  are quite great, and this means that selecting potential on these characters will be fruitful.

**Key words** Semi—dwarf; Cross; Branch—character; Genetic variation

---

### 欢迎订阅 2001 年《粮食与油脂》

《粮食与油脂》系由上海市粮食科学研究所主办有关粮食、油脂、食品综合性专业期刊。国内外公开发行,邮发代号:4-675。

《粮食与油脂》为月刊,标准大 16 开,每期定价 4.20 元,全年 50.4 元,邮发代号:4-675,请向当地邮局订阅,也欢迎通过邮局汇款至本刊订阅。

地址:上海市光复西路 441 号,邮编:200063,电话:(021)52919870 传真:(021)52906722