

大豆不同结荚习性品种间杂交后代结荚习性的分离规律及产量性状的遗传力分析*

陈 怡 翁秀英

(黑龙江省农业科学院大豆研究所)

摘 要

本文对三种结荚习性的三个极早熟和中早熟品种的杂交后代进行了研究。不同结荚习性品种杂交的 F_1 代均表现为中间型或亚有限性,其 F_2 代的分离比率,有限 \times 无限分离出1无限:2亚有限:1有限性,无限 \times 亚有限性分离出3亚有限:1无限性;亚有限 \times 有限性分离出1无限:11亚有限:4有限性;表明两对基因影响大豆的结荚习性,而 dt_1 对 Dt_2-dt_2 有上位作用。不同结荚习性品种杂交后代的广义遗传力 h^2 (%)估值较高,其顺序为株高 $>$ 节数 $>$ 单株粒重 $>$ 单株粒数 $>$ 单株荚数 $>$ 百粒重 $>$ 分枝数。

前 言

结荚习性为大豆的重要生态性状,它是对环境条件适应的形态标志。在栽培大豆(*Glycine max.*)中有三种类型,即无限性($Dt_1 dt_2$),亚有限性($Dt_1 Dt_2$)和有限性($dt_1 dt_2$)。对结荚习性的研究已被许多国内外育种者所重视,早在1932—1933年,Woodworth⁽¹⁾研究了无限性品种‘Manchu’和有限性品种‘Ebony’的杂交 F_2 代,依据主茎的表现,有限植株占1/4,无限性占3/4,他设想一个基因对来解释这种现象。此后,大多数人同意他的看法(Ting, 1946; Van Schaik和Probst, 1958; Nagata, 1960; Haque, 1964, 1965; Caviness和Prongsiri vathana, 1968)。Bernard (1972)⁽¹⁾的研究指出,两对基因影响结荚习性,有限 \times 亚有限的 F_2 代分离率为1无限:11亚有限:4有限,期望的独立分离率 dt_1 对 Dt_2-dt_2 有上位作用, Thseng, F. 和 S. Hosokawa (1972)研究了生长习性以主茎开第一朵花后的增长量来划分,并研究了有限 \times 无限的 F_2 代17个性状的遗传相关和表现型相关。祝其昌研究了大豆不同结荚习性

* 本文承蒙何志鸿付所长审阅并提出宝贵意见谨此感谢。

本文于1985年5月31日收到。

的本质区别在于大豆茎秆顶端停止增节时的个体发育年龄不同。结荚习性通常认为无限对有限为显性,但江苏农学院用三个有限和三个无限的夏大豆杂交,表现有限对无限为显性, F_1 偏向亚有限, F_2 均接近 2 有限 (包括亚有限): 1 无限的分离比率。我们的目的在于研究结荚习性的分离规律,以及不同结荚习性品种杂交后代性状的变异和产量性状的遗传传递情况,为培育早熟高产品种,增强对亲本选配的预见性,为扩大变异幅度,有效地选配不同结荚习性的亲本提供依据。

材 料 和 方 法

亲本列于表 1,以极早熟材料为母本,中早熟的为父本,于 1977 年配制 9 个组合,1978—1983 年, F_1 — F_5 种植在哈尔滨。田间种植按组合顺序排列,行长 5 米,株距 10 厘米,每组合 种 父 母 本 各 一 行。每株的种子全部种下,生育期间逐株挂牌记载结荚习性及其成熟期。结荚习性于鼓粒期至落叶前调查,采用叶比值法^[4]。每个组合的各种结荚习性调查 4—5 个株系,并对 7 个性状进行了广义遗传力估算,狭义遗传力的估算采用下代系统的平均对上一代的回归。公式如下:

$$\text{广义遗传力: } h_s^2(\%) = \frac{V_{I2} - V_{e\frac{1}{2}}(p_1 + p_2)}{V_{I2}}$$

$$\text{狭义遗传力: } h_n^2 F_3 \cdot F_2 = \frac{W f_2 \cdot 3}{V_{F2}}$$

$$\text{假定杂种优势} = \frac{\overline{F_1}}{MP} \times 100$$

$$\text{真正杂种优势} = \frac{F_1}{ph} \times 100$$

$$\text{优势率} = \frac{F_1 - MP}{MP} \times 100$$

$$\text{相对优势 (显性程度)} = hp = \frac{2(\overline{F_1} - MP)}{(P_1 - P_2)}$$

结 果 与 分 析

一、三种结荚习性杂交后代结荚习性的表现

有限 ($dt_1 dt_2$) \times 无限 ($Dt_1 dt_2$) 的 F_1 表现为中间型或亚有限性 ($Dt_1 dt_1 dt_2 dt_2$), 无限为不完全显性, 有限为不完全隐性; 亚有限 ($Dt_1 Dt_2$) \times 有限 ($dt_1 dt_2$) 的 F_1 为

表 1 亲 本 材 料 表
Table 1 Entry parent

品 种 名	结荚习性	基 因 型	生育日数	成 熟 期
Entry	growth habit	genotype	growth days	maturing period
北 呼 豆	无 限	Dt ₁ dt ₂	90	极 早
Beihudou	indeterminate			extreme-early
丰 收 10	无 限	Dt ₁ dt ₂	105	中 早
Fengshou 10	indeterminate			mid-early
黑 河 54	亚 有 限	Dt ₁ Dt ₂	90	极 早
Heihe 54	Semi-det			extreme-early
东农72-806	亚 限 有	Dt ₁ Dt ₂	105	中 早
Dongnong 72-806	Semi-det			mid-early
饶河八月忙	有 限	dt ₁ dt ₂	105	中 早
Yaoheshayuemang	determinate			mid-early
姬 小 金	限 极	dt ₁ dt ₂	90	极 早
Jixiaojin	determinate			extreme-early

表 2 无限×亚有限的 3 个 F₂ 株系的分离率 (3：1) 卡方测验
Table 2 Segregation ratio of 3 F₂ progeny lines
from indeterminate×semi-determinate

组 合	亚 有 限	无 限	x ²	p=0.05
Combination	Semi-det	indeterminate		x ²
北呼豆×东农72-806 Beihudou×Dongnong 72-806	94(97.5)	36(32.5)	0.47	3.84
黑河54×丰收10 Heihe 54×Fengshou 10	44(47.25)	19(15.75)	0.79	3.48

表 3 有限×无限的 3 个 F₂ 株系的分离率 (1：2：1) 的卡方测验
Table 3 Segregation ratio of 3 F₂ progeny lines
from determinate×indeterminate

组 合	无限	亚 有 限	有 限	x ²	p=0.05
Combination	ind	Semi-det	det		x ²
姬小金×丰收10 Ji×iaojin×Fengshou 10	59(55)	99(110)	62(55)	2.28	5.99

亚有限性 (Dt₁ dt₁ Dt₂ dt₂)；无限 (Dt₁ dt₂)×亚有限 (Dt₁ Dt₂) 的 F₁ 为亚有限性 (Dt₁ Dt₁ Dt₂ dt₂)。三种结荚习性的 6 个正反交组合，其 F₁ 均表现为亚有限性。F₂ 代的分离比率见表 2、3、4，无限×亚有限分离出 3 亚有限：1 无限；有限×无限分离出 1 无限：2 亚有限：1 有限；亚有限×有限分离出 1 无限：11 亚有限：4 有限的比率。不同结荚习性杂交 F₂ 代分离出的有限和无限性在 F₃ 代不再分离，杂合的亚有限性至 F₅ 代仍然分离，但大部分亚有限性趋于稳定。

表 4 亚有限×有限的 4 个 F₂ 株系的分离率 (1:11:4) 的卡方测验
Table 4 Segregation ratio of 4 F₂ progeny lines from semi-determinate×determinate

组 合 Combination	无 限 ind	亚 有 限 Semi-det	有 限 det	χ^2	p=0.05 χ^2
黑河54×饶河八月忙 Heihe 54×Yaohebayuemang	19(12.93)	141(142.31)	47(51.75)	2.43	5.99

二、平均数、标准差和变异系数

从 9 个组合的变异系数来看(表 5)，分枝的变异系数>单株荚数>株高>节数>生

表 5 大豆不同结荚习性品种杂交 F₂ 代 5 个性状的变异系数

Table 5 Coefficient of variation of 5 characters of F₂ from crossing between different growth habits

项目 组合 com- bina- tion	生育日数 growing days		株 高 plant height		分 枝 branches		节 数 number of nod		单株荚数 pods/plant	
	$\bar{x}\pm S$	C.V.	$\bar{x}\pm S$	C.V.	$\bar{x}\pm S$	C.V.	$\bar{x}\pm S$	C.V.	$\bar{x}\pm S$	C.V.
无×无 indet.× indet.	95± 5.85	6.16	52.65±13.68	25.98	1.65±1.17 70.9		12.85±2.67	20.78	37.46±15.8	42.18
无×亚 indet.× Semi-det	95± 6.36	6.69	49.95±12.13	24.27	0.89±0.91 102		12.27±2.4	19.6	37.73±14.43	41.55
无×有 indet.× det	97± 3.52	3.63	46.94±17.35	36.95	3.04±1.21 39.9		12.28±3.23	26.29	41.18±17.18	41.47
亚×无 Semi-det × indet	99± 3.12	3.15	42.54± 8.35	19.63	1.17±1.00 85.93		13.27±1.85	13.94	34.39±16.12	46.88
亚×亚 semi-det × semi- det	99± 2.57	2.6	51.31± 8.43	16.42	0.76±0.69 91.63		13.33±1.86	13.93	44.57±15.25	34.23
亚×有 semi-det × det	109±11.19	10.26	42.24±17.9	42.39	2.47±1.41 57.08		11.96±3.84	32.12	45.09±25.96	57.58
有×无 det× indet	109±16.52	15	61.84±29.58	47.83	2.12±1.3 61.17		14.63±5.44	37.23	36.36±20.41	56.13
有×亚 det× semi-det	104±13.59	13.07	42.9 ±25.56	59.58	1.2 ±1.25 104		11.65±4.85	41.69	31.98±19.36	60.54
有×有 det×det	97± 4.63	4.8	52.45±6.64	24.18	3.02±1.82 60.17		10.04±1.82	18.14	36.35±30.51	83.92

育日数。以有限为母本的三个组合，除分枝外，生育日数、株高、节数和单株荚数的变异系数均大于以无限和亚有限为母本的组合。说明以有限为母本的组合，5个性状的变异程度较大。

三、遗传力

1. 广义遗传力 ($h_b^2\%$)，对不同结荚习性组合的广义遗传力估算值均偏高，特别

表 6 9 个组合的 F_2 代 7 个性状的广义遗传力估算 h_b^2 (%)

Table 6 Estimation of broad Sense heritability of 7 characters of the F_2 of 9 combinations

项 目 组 合 Combination	组合类型 type of crossing	株高 plant height	分枝 branches	节数 nods	单株荚数 pods/ plant	单株粒重 seed we- ight per plant	百粒重 100-seed weight	单株粒数 seeds/ plant
北呼豆×丰收10 beihudou×Fengshou 10	无×无 ind×ind	94	65	84	57	79	88	79
北呼豆×东农72-806 beihudou×Dongnong 72-806	无×亚 ind×semi-det	87	52	69	64	86	23	86
北呼豆×饶河八月忙 beihudou×Yaohebayue mang	无×有 ind×det	85	59	95	69	77	57	71
黑河54×丰收10 Heihe 54×Fengshou 10	亚×无 semi-det×ind	86	7	80	68	—	46	17
黑河54×东农72-806 Heihe 54×Dongnong 72-806	亚×亚 semi-det× semi-det	68	19	52	38	—	—	—
黑河54×饶河八月忙 Heihe 54× Yaohebayuemang	亚×有 semi-det×det	97	78	92	71	19	83	55
姬小金×丰收10 Jixiaojin×Fengshou 10	有×无 det×ind	99	17	97	91	94	81	86
姬小金×东农72-806 Jixiaojin×Dongnong 72-806	有×亚 det×semi-det	94	43	90	43	84	41	60
姬小金×饶河八月忙 Jixiaojin×Yaohebayue- mang	有×有 det×det	67	58	80	63	74	72	63

在 F_1 表现杂种优势大的组合，其 F_2 代的广义遗传力尤其高。如有限×无限的姬小金×丰收10组合，其 F_1 株高的真正杂种优势为 157.3%，节数是 127.3%，单株荚数为 203% 和单株粒重 166%，在 9 个组合中是最高的^[3]，其 F_2 代的广义遗传力，株高为 99%，节数 97%，单株粒重 94%，单株荚数 91% 和单株粒数 86%（表 6）。姬小金×东农 72—806 和黑河 54×饶河八月忙的组合也是如此。有限×无限，有限×亚有限的正反交组合，其广义遗传力平均高于无限×亚有限及相同结荚习性杂交的组合，表明结荚习性差异大的其后代诸性状的遗传力高，这是由于结荚习性差异大的品种杂交产生了较强的杂种优

势，此种优势在 F_2 代仍然较大，所以由等位基因互作引起的变异量称作显性方差在总遗传方差中占的比例较大，致使估算的广义遗传力值偏高。广义遗传力估值的顺序为株高>节数>单株粒重>单株粒数>百粒重>分枝数。百粒重在相同结荚习性的组合中遗传力较高，在不同结荚习性的组合中则偏低，这是因为结荚习性差异大是指植株的形态而言，粒重差异并不大，显性方差占的成分较少，所以该性状在 F_2 代与其它性状比较遗传力值偏低。

2. 狭义遗传力，对 9 个组合的两个产量性状进行了估算（表 7），相同和不同结荚习性组合的单株重的狭义遗传力均较低， F_3 分别为 35.02% 和 38.01%， F_4 为 51.67 和 51.82%，可见随着世代的增进有逐渐提高的趋势，因此对遗传力低的性状若从低代开始进行连续定向选择，在其过程中逐渐提高其遗传力，最后将其优良性状固定下来。相同结荚习性组合百粒重的狭义遗传力高于不同结荚习性的组合，这与 F_2 代的百粒重广义遗传力相一致，但不同结荚习性组合百粒重的狭义遗传力有随着世代的推进而增高的趋势。就我们试验的遗传背景，相同结荚习性组合，在 F_3 代对粒重进行选择是有效的。而不同结荚习性组合在 F_4 代以后选择粒重为好。

表 7 不同和相同结荚习性杂交其后代狭义遗传力比较
Table 7 Comparison of narrow sense heritability of progenies of crosses between same growth habit and different growth habit

组合类型 Crossing type	组合数 number of combination	单株粒重 h_B^2 (%) seed weight/ plant F_3 F_4		百粒重 h_B^2 (%) 100-seed weight F_3 F_4	
不同结荚习性 different growth habit	6	38.01	51.82	60	69
相同结荚习性 Same growth habit	3	35.02	51.67	85	—

讨论与小结

1. 结荚习性的分离，通常认为无限对有限为显性，我们的试验结果表明，无限×有限的 F_1 为亚有限性，与江苏农学院的结果相同，其 F_2 代的分离比率与 Bernard (1972) 的结果相符合。有限×无限和亚有限的后代均可分离出三种结荚习性的材料来。从生态差异看，虽然亚有限是介于无限和有限性之间，但无限与亚有限的差异小于有限与亚有限的差异。
2. 不同结荚习性杂交，其 F_2 代的广义遗传力偏高，在 7 个性状中，株高、节数和单株粒重的遗传力较高，而且株高和节数与单株产量呈显著地正相关(4)，可以作为选择产量的间接指标，在早期世代选择效果明显。产量是大豆各性状的综合表现及与环境互作的产物，我们的试验结果是单株粒重的遗传力较高，因此对产量的直接选择，按单株重来选较为方便和有效。

在相同结荚习性的组合中，百粒重的广义遗传力较高，与前人的研究结果相符合，表明变异力小的性状^[4]，其遗传力高。在不同结荚习性的组合中，百粒重的广义遗传力有高有低，可能是由于粒重性状在各组合里互补的程度不同所致。

3. 不同结荚习性的品种杂交能产生较强的杂种优势^[3]，这主要取决于双亲性状间的相对差异和互补程度。在一定范围内，双亲间的亲缘关系，生态类型和生理特性上差异越大的，双亲间的相对性状的优缺点越能彼此互补，而表现出较强的杂种优势，在 F_2 代分离广泛^[4]，有利于育种者按照不同的目标去选择。

4. 关于结荚习性的调查方法，目前有三种，（1）落叶法，视其植株顶端着生的荚数，确定是属于那种结荚习性的，这是育种普遍采用的方法；（2）THSENG, F. 和 S. HOSONAWA (1972) 提出的方法^[2]，以开第一朵花后的主茎增长占成熟时株高的百分数表示，增长量等于零的为有限性，50%以内的为亚有限性，50%以上为无限性；（3）叶比值法，有限性以大豆植株最顶端的叶与本株最大叶的比值为1；亚有限性的叶比值大于1/2而小于7/8；无限性叶的比值小于1/2。于鼓粒期到落叶前调查三出复叶的中央小叶。我们认为这三种方法都是可用的。在育种实践中，调查该性状要在鼓粒期按叶比值法调查一次，落叶后再按荚着生情况调查一次，两种方法结合进行是比较准确的。

主 要 参 考 文 献

- [1] R. L. Bernard 1972, Crop Science, Vol. 12, 235—239.
- [2] THSENG, F. and S. HOSOKAWA (1972) Vol. 22, 《Japanese Journal of Breeding》
- [3] 陈怡、翁秀英, 1982, 《中国油料》第一期。
- [4] 陈怡、翁秀英, 1984, 《大豆科学》第一期。

**Segregation Ratio of Growth Habit and Heritabilities of Yield Traits
in Soybean Crosses with Parents of Different Growth Habit**

Chen Yi Wong Xiuying

*(Soybean Research Institute of Heilongjiang
Academy of Agricultural Sciences)*

The performance of F_1 of crosses between parents with different growth habits showed intermediate type or semi-determinate type. In F_2 generation, the crosses between determinate and indeterminate gave a ratio of 1 indeterminate : 2 semi-determinate : 1 determinate, indeterminate x semi-determinate gave a ratio of 3 semi-determinate : 1 indeterminate, Semi-determinate x determinate gave a ratio of 1 indeterminate, : 11 semi-determinate : 4 determinate. The results indicated that the growth habit of soybean is a qualitative character controlled by two pair of genes, and dt_1 is epistatic to Dt_1-dt_2 .

The broad sense heritability values were highly significant in crosses between different growth habits, especially in crosses which show high heterosis in F_1 generation. The sequence of the heritability values is plant height > nodes per stem > seed weight per plant > number of seeds per plant > 100—seed weight > branches per plant.