

亲本差异与大豆主要性状的遗传变异及几个遗传参数关系的研究

田 佩 占

(吉林省农业科学院大豆所)

关于大豆主要性状的遗传变异及其遗传传递的研究已有不少报导⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾。但亲本不同,后代性状的遗传变异有什么差异?它们的相互关系怎样?亲本不同,对杂种后代群体性状的遗传力及遗传进度有什么影响?是育种工作者十分关心的问题。本试验拟通过对几个不同类型组合 F_2 群体的遗传变异,遗传力及遗传进度的研究,明确组合类型与它们的关系,为育种提供理论依据。

材 料 与 方 法

以1978年四个不同类型的杂交组合的亲本及 F_2 杂种后代为材料,这几个组合的亲本主要性状如表1。

表 1 供 试 组 合 亲 本 性 状

组 合 号	名 称		成 熟 期 类 型		结 荚 习 性		抗 倒 伏 性		叶 形		备 注
	早	晚	早	晚	早	晚	早	晚	早	晚	
7801	吉林15	长系S-17	中早	中晚	亚	无	较 强	强	尖	尖	代表差异较小类型
7817	东农72-806	长系S-17	早	中晚	亚	无	强	强	尖	尖	代表生育期差异大的类型
7821	吉林1号	十胜长叶	中	中	无	有	中	极 强	圆	尖	代表结荚习性差异大的类型
7827	吉林13	大金黄	中	中	亚	无	较 强	较 弱	尖	圆	代表差异最小的类型

于1980年4月下旬播种。田间设计用简单对比法,亲本与杂种后代相邻种植。行长4.5米,行距60厘米,株距15厘米。亲本各种4行。杂种后代种植20行。生育期间调查出苗期、开花期、成熟期;亲本调查120株左右,后代调查360株左右。生育中期选择每株最大完全展开叶取样测定叶长宽及面积。亲本取样50片左右,后代测定100片左右。收获考种调查株高、分枝数、单株荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重等亲本调查60株左右,后代调查150~200株。

对上述性状遗传力、遗传进度及相对遗传进度的估计,按下列公式进行:

$$h^2 = \frac{\sigma^2_{F_2} - \frac{1}{2}(\sigma^2_{P_1} + \sigma^2_{P_2})}{\sigma^2_{F_2}} \times 100$$

$$\Delta G = K \cdot GCV \cdot \sqrt{h^2}$$

$$\Delta G' = \frac{\Delta G}{\bar{X}} \times 100$$

上三式中 h^2 为广义遗传力, $\sigma^2_{F_2}$ 为后代的表型方差, $\sigma^2_{P_1}$ 、 $\sigma^2_{P_2}$ 为两亲本方差。
 GCV 为 F_2 代群体变异系数, ΔG 为遗传进度, K 为选择强度 (本试验采用 5% 选择率的选择强度 2.06), $\Delta G'$ 为相对遗传进度, \bar{X} 为 F_2 群体平均数。

试 验 结 果

一、主要性状的遗传变异及其相互关系

1、成熟期与开花期: 四个组合中 F_2 群体的变异各有差异。7801 型组合表现为同亲类型特别是同晚亲类型较多, 形成两个高峰。另外, 超早熟类型与超晚熟型类也有两个稍小的高峰。7817 组合以中间类型较多, 同晚亲类型次之。两亲生育期基本一致的 7827 组合以同亲类型较多。而有限型 \times 无限型的 7821 组合两亲成熟期虽相近, 但 F_2 群体分离出大量超晚亲材料 (图 1、2)。

2、株高: 在供试组合中, 由于早熟亲本为亚有限型, 晚熟亲本为无限型, 所以 F_2 群体中早熟株多为亚有限, 株高偏矮。相反, 晚熟者多为无限型, 株较高大。这就形成了与成熟期相近的分布特点。

3、分枝数: 不论何种类型组合, F_2 群体分枝数的分布均偏向小值亲本。

4、倒伏程度: 组合间的差异较明显。7801 组合从表型看 P_1 秆较强, P_2 强; 但 F_2 群体中分离出不少倒伏较严重的个体。这说明 P_1 在遗传上秆并不强, 而是被早熟性所掩盖。7817 组合两亲表现均强, F_2 代表现也均强, 说明两亲在遗传上秆也强。7821 组合中, P_1 秆强中等, P_2 十胜长叶极强, 但 F_2 群体却分离出大量的超晚熟秆较软的材料, 这与生育期偏晚有很大关系。7827 组合 P_1 吉林 13 秆较强, P_2 大金黄秆软倒伏严重, 但 F_2 代中偏

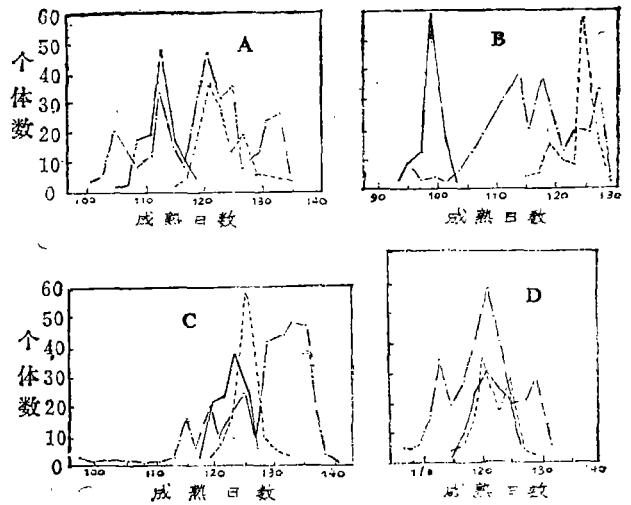


图 1 不同杂交组合 F_2 群体成熟期的分布

图 1~4 每个方格代表一个组合。A 为 7801, B 为 7817, C 为 7821, D 为 7827。实线代表母本, 虚线代表父本, 点—实线代表 F_2

向秆较强类型较多，又由于两亲及后代成熟期差异不大，可以推测，吉林13在此组合中秆强作用占优势地位。

5、主茎节数，与株高、结荚习性有密切关系，因而 F_2 代分布与株高、成熟期的分布呈相似的变化。

6、单株荚数、单株粒数、单株粒重，这几个性状与上述其他性状的表现很不一致。但组合间的表现却差异不大，均以两亲平均值类型为最多，向较大及较小方向依次减少。虽然7817、7821两组合中在大于亲本值的方向也分别有个高峰，但这又是与成熟期的高峰相对应（图3~4）。

7、叶长宽及面积：叶长度，尖叶×尖叶的7801组合 F_2 群体有两个同亲本类型的高峰。园叶×尖叶的7821、7827两组合多数为中间型。同时，这4个组合均有不同程度的超亲现象，而以7817较明显。叶宽度与叶长度有相似的趋势。叶面积与叶的长宽有密切相关，但

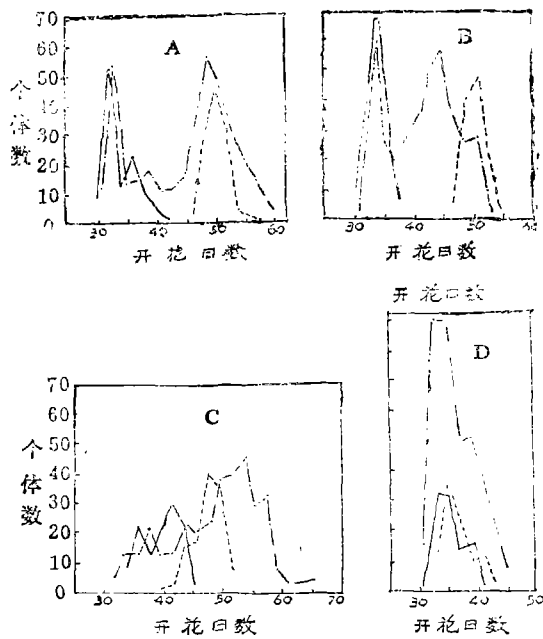


图2 不同杂交组合 F_2 群体开花期的分布

现象，而以7817较明显。叶宽度与叶长度有相似的趋势。叶面积与叶的长宽有密切相关，但

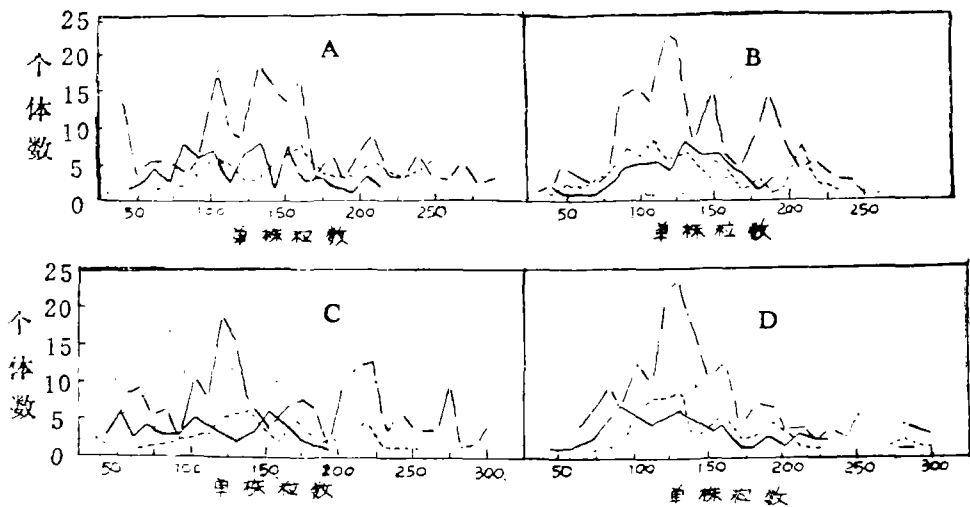


图3 不同杂交组合 F_2 群体单株粒数的分布

与叶宽度的关系更密切。 F_2 叶面积曲线与叶宽度更为接近，与叶长度有很大不同。7801组合以类似较小亲本的植株较多，但7817组合却出现了较多偏大值亲本的植株。而7821、7827两组合除了出现中间类型较多外，类似两亲个体也较多。此外，7817、7821组合，叶宽度与叶面积较多分布的类型与相应成熟期类型有一定的关系，说明叶片性状的表现也受

生态性状的影响。

二、性状遗传力的估计及其与亲本的关系

不同杂交组合13个性状的广义遗传力估值列表2。

从遗传力的平均估值的位次看以成熟日数与株高为最高,百粒重为最低。这个最低值出现在百粒重性状上,与前人研究结果不相符合。各性状遗传力位次的顺序是:

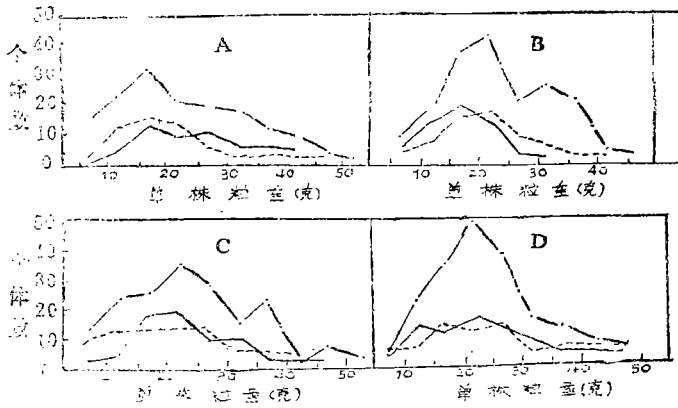


图4 不同杂交组合F₂群体单株粒重的分布

表2 不同杂交组合各主要性状广义遗传力的估值

组合	项目	生育日数	开花日数	株高	分枝数	节数	叶片长度	叶片宽度	叶片面积	单株荚数	单株粒数	单株产量	百粒重	倒伏程度
吉林15×长系S-17	σ_e^2	9.45	5.15	43.57	1.60	3.43	0.91	0.15	179.49	385.40	3108.95	77.97	2.62	0.19
	σ_g^2	63.08	57.91	593.57	1.13	14.89	0.71	0.45	196.92	622.06	6717.81	109.72	0.43	0.87
	h^2 (%)	86.97	91.84	93.17	41.98	81.27	43.71	75.16	52.31	61.74	68.36	58.46	26.30	81.97
	GCV (%)	6.63	16.94	30.15	46.98	19.48	4.69	11.25	21.75	43.95	53.96	45.15	4.8	35.79
东农72-806×长系S-17	σ_e^2	7.31	2.07	74.49	1.20	6.57	1.09	0.17	242.52	193.13	1664.73	41.74	2.23	0.14
	σ_g^2	57.58	32.30	239.51	1.06	2.86	0.41	0.60	405.52	83.09	709.63	45.68	2.65	0.70
	h^2 (%)	88.73	93.96	76.28	46.83	30.31	27.53	78.02	62.57	30.05	32.64	52.26	54.34	83.33
	GCV (%)	6.64	13.66	20.23	50.93	9.78	3.49	11.16	24.13	18.27	20.06	28.64	7.93	41.98
吉林1号×十胜长叶	σ_e^2	5.49	8.30	127.36	1.93	14.55	0.77	0.24	206.31	535.17	2543.22	109.83	3.66	0.17
	σ_g^2	50.46	48.65	698.62	1.57	6.15	1.72	1.73	547.28	476.07	2372.19	56.58	1.18	0.57
	h^2 (%)	90.19	85.43	84.58	44.90	29.71	69.13	87.62	72.62	47.08	48.26	34.00	24.30	76.77
	GCV (%)	5.55	14.48	26.10	68.85	19.95	8.22	15.63	26.89	32.37	32.90	31.83	5.78	25.01
吉林13×大金黄	σ_e^2	8.49	6.14	54.83	1.50	3.69	0.50	0.32	223.81	479.66	2869.48	89.60	4.23	0.34
	σ_g^2	22.25	5.42	241.01	0.06	0.07	1.34	1.55	393.60	63.23	393.22	6.64	0.45	0.57
	h^2 (%)	72.39	46.86	81.46	3.76	2.01	72.73	82.69	62.73	11.65	12.05	6.90	8.57	62.89
	GCV (%)	3.93	6.46	20.61	14.43	1.69	7.29	13.97	19.20	13.28	14.28	10.36	2.96	26.23
遗传力 h^2	平均估值	84.57	79.53	83.87	34.22	35.83	53.28	80.87	62.56	37.63	40.23	37.11	28.38	76.17
	位次	1	4	2	12	11	7	3	6	10	8	9	13	5
遗传变异系数GCV	平均估值	5.69	12.89	24.27	45.29	12.73	5.92	13.00	22.99	26.96	30.32	28.99	5.37	32.25
	位次	12	9	6	1	10	11	8	7	5	3	4	13	2

生育日数>株高>叶片宽度>开花日数>倒伏程度>叶片面积>叶片长度>单株粒

数>单株粒重>单株荚数>主茎节数>分枝数>百粒重。

表2表明,不同组合各性状的遗传力是不同的。与图1~4结合起来分析,可以看出:

成熟期:以7821组合的遗传力为最大,这是由于无限型×有限型组合 F_2 代分离出一些极早熟类型和超晚亲类型而使遗传方差增大的原因。亲本生育期相差较大的7817组合次之。7801组合两亲差异居中,但由于长系S-17开花较晚,后期发育很快使 F_2 群体有一定的变异,其遗传力较两亲差异极小。后代变异很小的7827组合大。

开花期:以亲本开花期差异较大的7817组合的遗传力为最大,亲本开花期差异较小的7827组合为最小。

株高:以两亲差异较小,但 F_2 群体两极分化较大的7801组合的遗传力为最高,其余三个组合的遗传力按亲本差异大小而定:7821>7827>7817。

分枝数:遗传力以两亲差异大小顺序而定:7817>7821>7827>7801。

节数:各组合的两亲差异相差不大。其遗传力依 F_2 变异幅度而定:7801>7817>7821>7827。

叶部性状:遗传力均随两亲差异大小及后代变异大小而变化:圆叶×尖叶的7821、7827组合的遗传力较大,而尖叶×尖叶的7801、7817组合则较小。

荚数、粒数:以两亲差异较大, F_2 变异幅度较大的7801组合的遗传力为最大。其次是两亲差异最大的7821组合。再次是两亲差异较小,但 F_2 群体有一定变异幅度的7817组合。以两亲差异较小、后代变异幅度也小的7827组合为最小。

单株产量、百粒重、倒伏程度有相同趋势:亲本差异小但后代又有一定变异幅度的7801、7817组合的遗传力较大,亲本差异虽较大但 F_2 群体分离差异较小的7821、7827两组合的遗传力较小。

综上所述,性状遗传力的大小与两亲差异大小及后代变异幅度密切相关,在后代具有相近变异幅度的情况下,两亲差异越大,遗传力越大。相反,亲本差异相近时,后代分离幅度越大,遗传力也越大。所以同一性状在不同组合中遗传力也是不同的,适宜选择世代也是有区别的。

三、遗传进度及其与亲本关系

在估算遗传力的基础上,进一步预估了上述性状的遗传进度(表3)。在5%入选率时,对这些性状提高或降低的速度是不同的,有如下顺序:倒伏程度>分枝数>株高>单株粒重>单株粒数>叶面积>单株荚数>开花日数>叶宽度>主茎节数>生育日数>叶长度>百粒重。

如果将这些性状的相对遗传进度($\Delta G'$)加以比较可以看出组合间的差异:7801组合在生育日数、开花日数、株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数、单株粒重等方面有较高的遗传进度。而7821组合在分枝数、叶长宽、叶面积等营养体繁茂度性状方面有较高的遗传进度。7817组合在百粒重、抗倒伏性方面有较高的遗传进度,而在叶长宽方面有低的遗传进度。而7827组合大多数性状均有较低的遗传进度。与遗传力相对照,可见大多数性状如果遗传力较大,也有较大的相对遗传进度。例如,株高、分枝数、节数、叶长宽、荚数、粒数、单株产量、百粒重、倒伏程度等组合间遗传力大小的顺序与组合间相对遗传进度的顺序是一致的,而只有成熟期、开花期、叶面积三个性状略有出入,原因出在遗传变

表 3

不同杂交组合主要性状的遗传进度估值

性 状	项 目	吉林15×长系	东农72—806×	吉林1号×十	吉 林13×	平 均
		S—17	长系S—17	胜 长 叶	大 金 黄	
生 育 日 数	$\sqrt{h^2}$	0.933	0.942	0.949	0.851	0.919
	σ_g	7.94	7.59	7.10	4.72	6.84
	\bar{x}	119.85	114.34	128.41	120.08	120.67
	ΔG	15.26	14.73	13.88	8.27	13.04
	$\Delta G/\%$	12.7	12.9	10.8	6.9	10.8
开 花 日 数	$\sqrt{h^2}$	0.958	0.969	0.924	0.685	0.884
	σ_g	7.60	5.68	6.97	2.33	5.65
	\bar{x}	44.93	41.61	48.18	36.08	42.69
	ΔG	15.00	11.34	13.27	3.29	10.73
	$\Delta G/\%$	33.4	27.3	27.5	9.1	24.3
株 高	$\sqrt{h^2}$	0.965	0.873	0.920	0.903	0.915
	σ_g	24.36	15.47	26.43	15.52	2.04
	\bar{x}	80.80	76.52	101.26	75.33	83.46
	ΔG	48.43	27.82	50.09	28.87	38.78
	$\Delta G/\%$	59.9	36.4	49.5	38.3	46.0
分 枝 数	$\sqrt{h^2}$	0.643	0.684	0.670	0.194	0.547
	σ_g	1.06	1.03	1.25	0.25	0.89
	\bar{x}	2.26	2.01	2.28	1.68	2.06
	ΔG	1.40	1.45	1.73	0.10	1.17
	$\Delta G/\%$	62.1	72.2	75.7	6.0	53.9
主 茎 节 数	$\sqrt{h^2}$	0.901	0.551	0.545	0.142	0.535
	σ_g	3.86	1.69	2.48	0.26	10.70
	\bar{x}	19.82	17.28	19.86	16.28	18.31
	ΔG	7.16	1.92	2.78	1.13	3.25
	$\Delta G/\%$	36.2	11.1	14.0	6.9	17.0
叶 片 长 度	$\sqrt{h^2}$	0.661	0.525	0.831	0.853	0.717
	σ_g	0.84	0.64	1.31	1.16	0.99
	\bar{x}	17.91	18.42	15.97	15.89	17.05
	ΔG	1.14	0.69	2.24	2.04	1.53
	$\Delta G/\%$	6.4	3.8	14.0	12.8	9.3
叶 片 宽 度	$\sqrt{h^2}$	0.867	0.883	0.936	0.909	0.899
	σ_g	0.67	0.77	1.32	1.25	1.00
	\bar{x}	5.95	6.92	8.41	8.91	7.55
	ΔG	1.20	1.40	2.55	2.34	1.87
	$\Delta G/\%$	20.1	20.2	30.3	26.3	24.2

续表 3

性 状	项 目	吉林15×长系 S-17	东农72—806× 长系S-17	吉林1号×十 胜 长 叶	吉 林 13× 大 金 黄	平 均
叶 片 面 积	$\sqrt{h^2}$	0.723	0.791	0.852	0.792	0.789
	6g	14.03	20.14	23.39	19.84	19.35
	\bar{x}	64.53	83.46	87.01	103.31	84.58
	ΔG	20.90	32.82	41.05	32.37	31.78
	$\Delta G/\%$	32.4	39.3	47.2	31.33	37.6
单 株 荚 数	$\sqrt{h^2}$	0.786	0.548	0.686	0.341	0.590
	6g	24.94	9.12	21.82	7.95	15.96
	\bar{x}	56.75	49.90	67.41	60.09	58.54
	ΔG	40.38	10.29	30.84	5.58	21.77
	$\Delta G/\%$	71.2	20.6	45.7	9.29	36.7
单 株 粒 数	$\sqrt{h^2}$	0.827	0.571	0.695	0.347	0.610
	6g	81.96	26.64	48.71	19.83	43.54
	\bar{x}	151.90	132.80	147.80	138.8	142.83
	ΔG	139.63	31.33	69.74	14.17	63.72
	$\Delta G/\%$	91.92	23.6	47.2	10.2	43.2
单 株 粒 重	$\sqrt{h^2}$	0.765	0.756	0.583	0.263	0.592
	6g	10.47	6.76	7.52	2.58	6.83
	\bar{x}	23.21	23.65	23.63	24.87	23.84
	ΔG	16.49	10.53	9.53	6.71	10.69
	$\Delta G/\%$	71.1	44.5	38.21	26.9	45.2
百 粒 重	$\sqrt{h^2}$	0.513	0.737	0.493	0.293	0.509
	6g	0.66	1.63	1.09	0.63	1.00
	\bar{x}	18.58	20.52	18.75	21.33	19.80
	ΔG	0.70	2.47	1.11	0.38	1.17
	$\Delta G/\%$	3.75	12.06	5.9	1.8	5.9
倒 伏 程 度	$\sqrt{h^2}$	0.905	0.913	0.876	0.791	0.871
	6g	0.93	0.84	0.75	0.75	0.82
	\bar{x}	2.61	1.66	30.1	2.17	2.36
	ΔG	1.73	1.57	1.35	1.22	1.47
	$\Delta G/\%$	66.4	95.2	44.9	56.3	65.7

异系数上。

为进一步了解相对遗传进度与遗传变异系数(GCV)及遗传力(h^2)的关系, 根据表2、3中的有关数据绘出图5、6, 可以看出, 相对遗传进度与遗传变异系数的关系比与遗传力的关系更为密切。欲获得较好的选择效果, 必须使选择群体有丰富的变异。

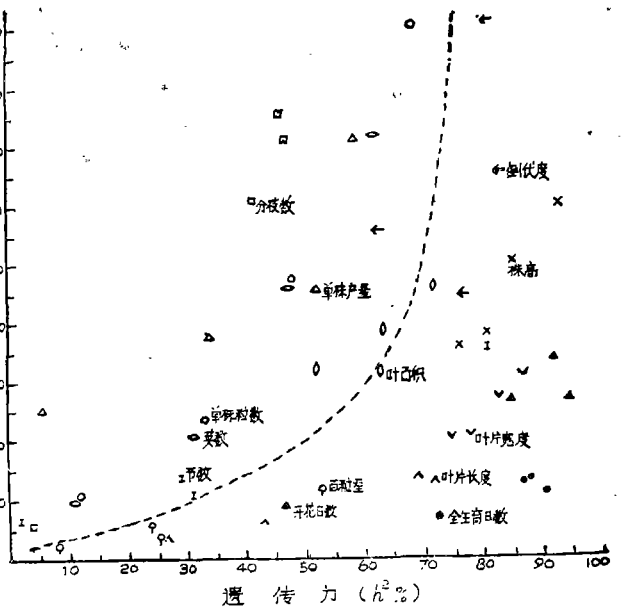
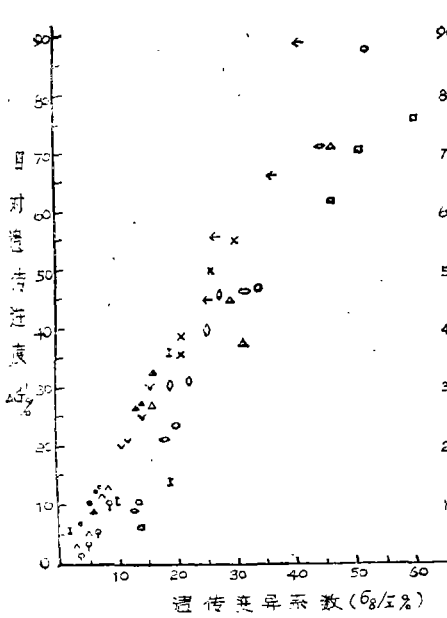


图5 相对遗传进度与遗传变异系数的关系

图6 相对遗传进度与遗传力的关系

讨 论

一、亲本生态性状的差异对后代遗传变异的影响

在大豆诸性状中，生态性状是最重要的性状，它对其他性状的表现有很大的影响，特别是应用生态类型相差较大的材料作亲本。由于控制这些性状的基因较少，后代常常受这些基因的作用而产生相应的分离，其他性状也因此受到某些影响。比如本试验中，无限型×有限型的7821组合，由于 p_1 吉林1号开花后期较长， p_2 十胜长叶前期较长， F_2 分离出大量的晚熟无限型材料。其他性状如株高、节数、叶面积、甚至单株粒重、粒数等都随之发生表型上的变化。所以在选择材料时，应该把这部份影响考虑进去，这样才能更了解性状的实质。

二、关于后代遗传力、相对遗传进度与两亲差异的关系

$$\text{根据 } h^2\% = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_{F_2}^2} = \frac{\sigma_{F_2}^2 - \sigma_e^2}{\sigma_{F_2}^2}, \quad \sigma_e^2 = \frac{1}{2} (\sigma_{p_1}^2 + \sigma_{p_2}^2)$$

如果亲本是稳定品系或品种， $\sigma_{p_1}^2$ ， $\sigma_{p_2}^2$ 常相差不大，因而 h^2 的大小主要受 $\sigma_{F_2}^2$ 的影响，而 F_2 的变异大小又受 p_1 、 p_2 性状差异的影响。所以在本试验中，凡是两亲差异较大的组合， F_2 变异也大，遗传力也大。而在两亲差异相近的情况下，遗传力的大小又决定于 F_2 的变异幅度。

又根据 $\Delta G = K \cdot GCV \cdot \sqrt{h^2}$ ，遗传进度的大小与GCV成正比，与 h^2 的平方根成正

比。由于遗传变异大的群体一般又具有较大的遗传力，也具有较大的遗传变异系数，所以遗传进度也较大，遗传力与遗传进度的顺位在多数性状中组合间有相同的趋势。

所以要获得遗传进度大且综合水平高的群体，应该选择综合水平较高所需要性状差异较大的材料作亲本。比如：要进行高产育种，应选择产量水平较高，但在产量因素上又有较大差异的材料作亲本。此外，也应有足够的群体规模，亲本差异越大，规模也应越大。

三、关于遗传力在育种中应用的价值问题

在育种实践中，从分离群体中进行选择，只是其中符合育种目标的材料中选。这部份材料出现的机率对选择效果有很大的影响。象成熟期、结荚习性、抗倒伏性主要性状符合目标的个体越多，与丰产性相结合的机率越大，选择效果也较好。但在本试验中这类组合有较低的遗传力和遗传进度。这显然对育种成效是不利的。那么哪个方面的作用大呢？实践证明，前者的作用大于后者。这是因为，两亲差异小的组合由于适应性好的个体数较多，后代表现虽因遗传力低仍有一定的变异幅度，但也都在育种目标要求的范围之内。而两亲差异大的组合，由于生态性状适宜的个体较少，虽然遗传力大，其后代也不容易分离出适应性好又丰产的单株。我们应该正确估计遗传力在育种中应用的价值。正象有人⁽⁵⁾谈到的“在早期世代过分依靠遗传力高的性状的选择是危险的，会引起后代产量变异的降低”。

参 考 文 献

- (1) 吉林市农科所 1973, 8 吉林省大豆学术论文选编 68—79
- (2) 吉林农业大学农学系 1973, 大豆品种间杂种第二代主要性状变异、相关和遗传力的初步研究
- (3) 王金陵 1962 大豆农艺性状的遗传传递规律及大豆杂交育种 中国农业科学 12, 1—5 页
- (4) Johnson H.W and Bernard R.L 1963, Soybean genetics and breeding
- (5) Brim, C. A 1973 Soybean: Improvement production and uses 157—183