

大豆种间杂交主要农艺性状和 蛋白质含量的遗传变异研究

张国栋 王金陵 孟庆喜 杨庆凯 吴忠璞 高凤兰

(东北农学院)

摘 要

本文对大豆种间杂交 (*Glycine max* (L) Merril × *G. soja* Sieb. and Zucc., *G. max* × *G. gracilis* Skvok Tzow) 后代的性状表现及基因效应进行了研究, 并初步分析了以栽培大豆为轮回亲本的回交效应。结果表明: F_1 代育性不完全正常。上位性基因效应是普遍存在的、不可忽视的重要遗传组成成分。种间杂交后代分离广泛, 类型丰富。利用野生资源成败的关键在于亲本选配。回交是利用野生资源的一条有效途径。半野生大豆的价值不容忽视。

关键词: *Glycine max* *G. gracilis* *G. soja* 分离基因效应 回交

前 言

大豆育种工作者通过对野生资源的调查研究, 提出了利用野生大豆的丰产性, 抗逆性和高蛋白特性等。Fukuda(1933), Ting(1946), Williams(1948), Weber(1950), Kaizma(1980), Gai(1981), Erickson(1982) 和王金陵(1984, 1986) 等, 都曾对野生和栽培大豆杂交后代某些性状的遗传做过研究; 但所用材料多为一、两个组合, 所得结论也不很一致, 并且普遍忽视了包括半野生大豆在内的遗传研究; 基因效应讨论很少, 对回交效应争议较大。本试验的主要目的, 是以较大的试验材料探讨野生、半野生大豆和栽培大豆杂交后代主要农艺性状的平均表现, 遗传变异和基因效应; 并初步分析回交效应, 摸索合理利用野生资源的有效途径, 为合理利用野生资源提供理论依据。

材 料 与 方 法

试验采用两个栽培大豆品种: 东农4号和东农33号; 两份半野生大豆材料: 龙79—1和龙79—4004; 一份野生大豆材料: 吉50192。1983年配成六个组合:

本文于1988年2月4日收到。

This paper was received on Feb. 4, 1988.

1097416

- 组合 I 东农 4 号 × 吉 50192 (栽培 × 野生)
 组合 II 东农 33 号 × 吉 50192 (栽培 × 野生)
 组合 III 东农 4 号 × 龙 79-3407-1 (栽培 × 半野生)
 组合 IV 东农 33 号 × 龙 79-3407-1 (栽培 × 半野生)
 组合 V 东农 4 号 × 龙 79-4004 (栽培 × 半野生)
 组合 VI 东农 33 号 × 龙 79-4004 (栽培 × 半野生)

1984 年对组合 I、II 分别用其双亲进行了回交。1985 年春天在哈尔滨香坊农场种植所有亲本, F_1 、 F_2 、 F_3 、 B_c (F_1 与栽培亲本回交子代)、 B_w (F_1 与野生亲本回交子代)、和 BF_2 代 (F_1 与栽培亲本回交的自交二代)。随机区组设计, 两次重复, 行长 6m, 行距 70 cm, 株距 25 cm, 出苗后搭架。所有材料均以单株为单位观察和收获。因组合不同每组合 F_1 考种 15—60 株, F_2 考种 110—150 株, F_3 考种 150—300 株, B_c 和 B_w 考种 10—60 株, BF_2 考种 51—100 株,

基因效应的分析采用了三参数和六参数模型 (Mather 和 Jinks, 1982)。

结 果 与 分 析

一、性状的平均表现与分离

部分组合的平均数和变异系数列入表 1; 并画出东农 33 号 × 吉 50192 组合几种性状的次数分布图以示性状的分离趋势。

蛋白质含量是所有研究性状中变异系数最小的一个, 说明蛋白质含量相对来说是最稳定的。从平均数看, 有四个组合的 F_1 蛋白质含量偏向甚至超过野生、半野生亲本。总的说来, 野生、半野生亲本的蛋白质含量表现部分显性或超显性。Williams (1948)、Weber (1950) 曾报导, 高蛋白质含量具有部分显性, 这是由于他们用的野生亲本蛋白质含量都比栽培亲本高所致。 F_2 、 F_3 代都表现出明显的超双亲分离, 其平均表现决定于双亲蛋白质含量的高低。 F_1 和栽培亲本回交后, 蛋白质含量明显降低, 并且分离幅度明显减小 (如图 1)。据此可认为, 以选择高蛋白材料为目的时, 回交次数不宜多。

单株粒重、单株粒数和分枝数是所有调查性状中变异最大的三个性状, 杂交后代的分离尤为广泛, 具有很大的选择潜力。三种性状在 F_1 都表现超高亲优势, F_2 明显降低。前二性状在 F_2 、 F_3 代都出现大量的超双亲植株, 分枝数只表现出超高亲现象。 F_1 和栽培亲本回交后, 单株产量没有明显变化。然而由于百粒重增大, 单株粒数明显减少。分枝数也明显减少。

百粒重是所有研究性状中少有的没有超亲遗传现象的性状之一, 并且 F_1 平均表现低于双亲的算术平均数, 近于几何平均数, 偏向于野生, 半野生低值亲本, 即小粒表现部分显性。除组合 V 之外, F_2 代平均百粒重都略低于 F_1 , F_3 和 F_2 接近, 这说明百粒

表 1 性状的平均数 (\bar{x}) 和变异系数 (CV) 和变异系数 (CV) of the characters (Harbin, 1985)

组合	蛋白质含量 (%)		单株粒重 (g)		单株粒数		百粒重 (g)		粒形指数		粒茎比		株高 (cm)		主茎粗 (mm)		分枝数		
	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	
组 合 I	Pw	45.85	9.48		576.0		1.78		2.06		0.6206		109.5		2.25		32.5		
	Pc	44.57		47.12		180.9		25.97		1.21		0.5886		90.8		11.40		5.6	
	F ₁	45.96	3.03	61.74	41.06	737.4	35.87	7.97	6.68	1.77	6.85	0.5698	12.03	187.8	12.11	5.89	14.47	37.1	28.64
组 合 II	F ₂	46.38	4.82	39.19	58.78	608.2	60.80	6.61	12.09	1.75	12.22	0.6443	14.53	137.2	20.40	5.49	18.96	25.6	44.08
	F ₃	45.50	5.59	34.15	66.15	562.1	47.06	6.33	22.48	1.67	12.81	0.6328	14.31	137.7	25.23	5.82	20.60	21.8	44.84
	Bw	46.90	5.35	29.67	61.30	869.5	45.74	3.74	20.22	1.95	10.01	0.6334	14.57	134.3	16.92	3.77	17.87	39.3	30.03
组 合 III	Bc	44.61	3.50	52.51	36.51	352.1	41.65	12.99	16.48	1.48	11.01	0.6181	13.04	124.7	20.51	8.44	13.85	17.0	59.08
	BF ₂	43.44	4.57	38.09	38.43	280.9	37.94	13.36	18.56	1.43	12.09	0.6104	8.17	112.3	21.64	8.47	18.55	11.5	28.98
	Pw	43.93		25.42		605.5		4.17		1.50		0.7213		137.5		4.52		18.0	
组 合 IV	Pc	40.59		29.27		147.7		19.76		1.38		0.5278		99.5		10.06		4.7	
	F ₂	41.92	5.04	35.59	47.76	340.7	49.41	10.59	16.01	1.49	8.43	0.6358	8.48	133.5	25.01	7.44	17.61	11.5	45.47
	F ₃	41.76		34.83	43.77	349.2	49.11	10.22	8.70	1.51	9.40	0.5728	14.27	149.3	25.21	7.84	17.03	13.5	49.95
组 合 V	Pw	42.21		17.52		356.8		4.93		2.28				138.9				14.7	
	Pc	44.57		47.12		180.9		25.97		1.31				90.8				5.6	
	F ₁	42.59	1.87	66.89	35.75	525.0	33.77	12.74	3.41	1.77	8.48			143.8	13.63			18.9	25.29
组 合 VI	F ₂	42.08	5.36	40.87	45.46	376.4	43.3	10.84	3.37	1.73	9.71			127.0	15.21			8.5	39.62
	F ₃	42.43		39.23	36.94	530.7	37.2	10.49	5.06	1.77	11.98			122.5	17.18			9.9	45.76

(注) Pw, Pc, Bw, Bc 和 BF₂ 依次代表野生 (或半野生) 亲本, 栽培亲本、吉 50192X (亲本 33 号 X 吉 50192), 东农 33 号 X (亲本 33 号 X 吉 50192) 和 (东农 33 号 X (东农 33 号 X 吉 50192)) F₂

Pw, Pc, Bw, Bc 和 BF₂ represent wild (or semi-wild) parent, cultivated parent, Ji-50192 X (Dongnong 33 X Ji-50192), Dongnong 33 X (Dongnong 33 X Ji-50192) and (Dongnong 33 X (Dongnong 33 X Ji-50192)) F₂, respectively.

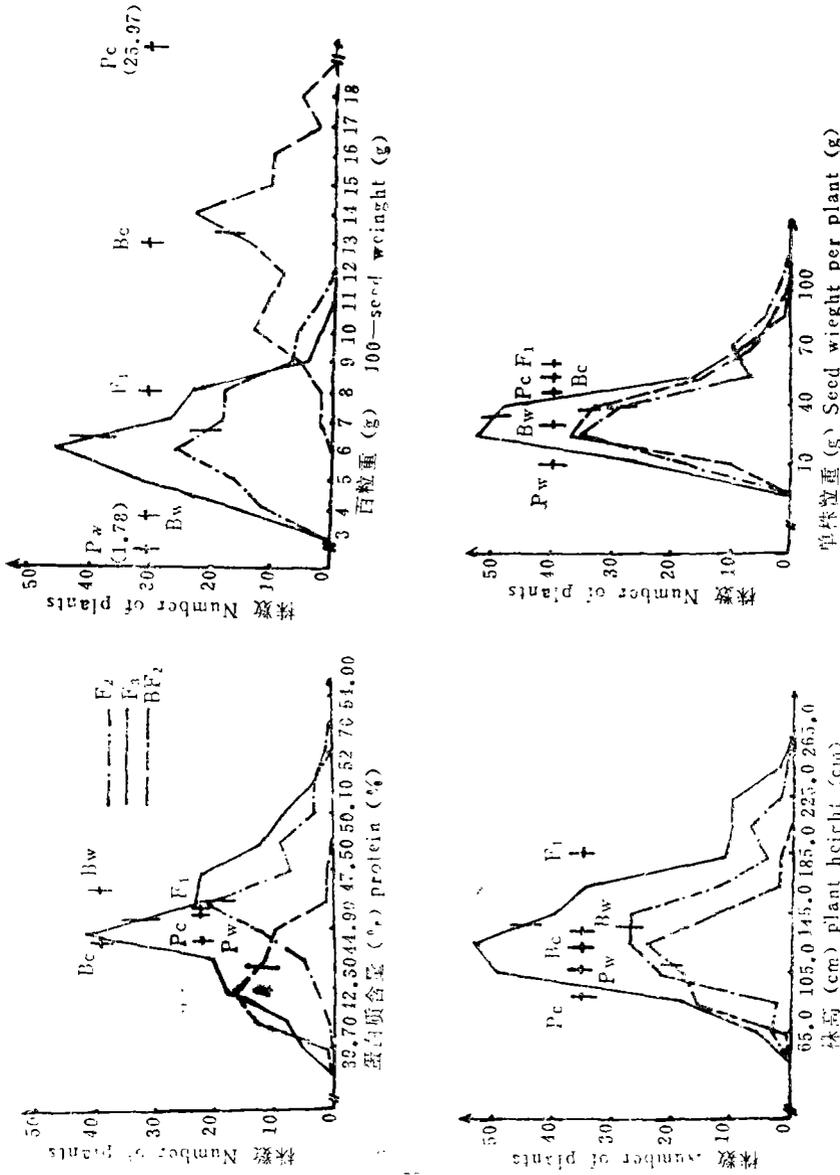


图1 [东农33号×吉50192] 组合后代蛋白质含量、百粒重、株高、单株粒重的次数分布图 (哈尔滨, 1985)
 Fig. 1 Frequency distributions of protein content, 100-seed weight, plant height and seed weight per plant for progenies of Dongnong 33 × Ji-50192 (Harbin, 1985)

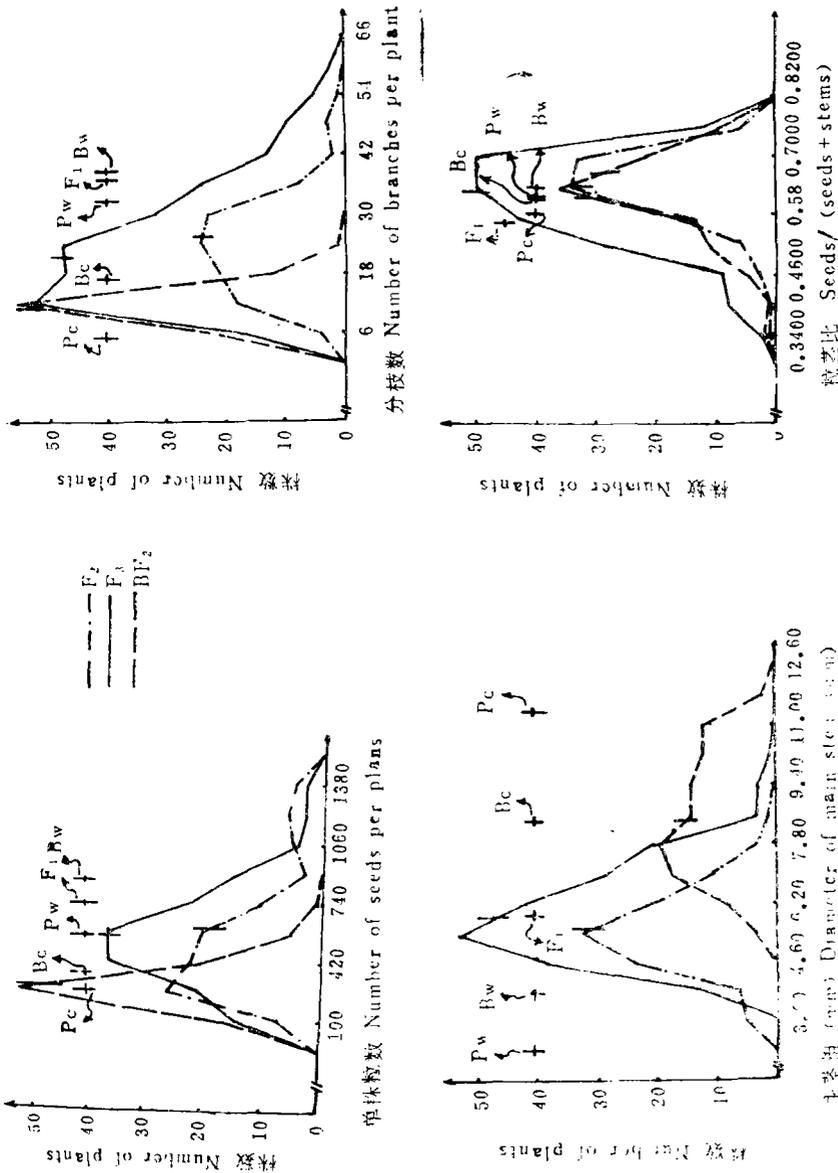


图 2 [东农 33 号 × 吉 50192] 组合后代单株粒数、分枝数、主茎粗、粒茎比的次数分布图 (哈尔滨, 1985)
Fig. 2 Frequency distributions of number of seeds per plant, number of branches per plant, diameter of main stem and seeds/ (seeds stems) for progenies of Dongnong 33 × Ji-50192 (Harbin, 1985)

重具有较高遗传力。F₁和栽培亲本回交时，粒重迅速增加，效果十分明显（如图1），

并且组合I的BF₂代平均数明显低于组合II的BF₂代平均数，大粒材料出现的机率也显著不同。组合I百粒重大于12.5g的只占8%，组合II却占60.58%；组合I大于15.50g的只占2%，组合II却占16.35%，最高的达18.90g。这只能用东农33号的百粒重（25.97g）大于东农4号（19.76g）来解释。因此，要尽量选用大粒亲本作杂交以提高后代大粒出现的机率 and 速度。但也注意到有些组合在百粒重上表现较高的特殊配合力，

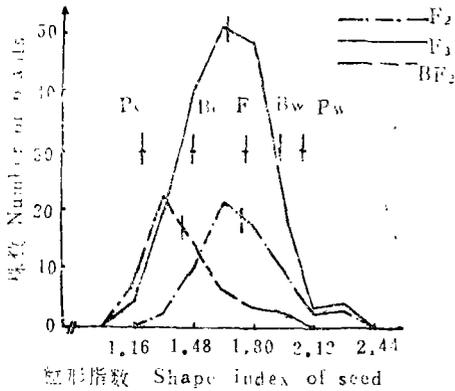


图3〔东农33号×吉50192〕组合后代粒形指数的次数分布图（哈尔滨，1985）

Fig.3 Frequency distributions of seed shape index for progenies of Dongnong 33 × Ji-50192 (Harbin, 1985)

粒形指数的F₁平均值略高于双亲平均值。F₂、F₃代平均数有降低趋势，有一定的超高亲分离，超低亲分离很少，但接近低亲的却不少。这表明粒形指数的遗传以加性效应为主，野生、半野生大豆的高粒形指数有

一定的显性效应，超亲分离是上位性效应作用的结果。Ting (1946) 曾报道野生类型有部分显性。F₁代和栽培亲本回交后粒形指数明显减小，圆形、椭圆形籽粒明显增加，甚至分离出一些比栽培亲本粒形指数更小的单株。粒形指数的变异系数在所研究性状中是较小的。

粒茎比的变异度和粒形指数的变异度相类似。野生组合的F₁代平均数低于中亲值，偏向于栽培亲本；F₂、F₃代则高于中亲值，倾向于野生亲本。半野生组合F₂、F₃代平均数都低于双亲平均值。用栽培亲本回交后代其粒茎比有降低趋势。

株高在F₁代表现超高亲（野生、半野生亲本）优势，F₂、F₃代明显降低。F₁和栽培亲本回交的BF₂代株高平均数显著低于F₂、F₃代平均值，并且分离范围也明显缩小。但在F₂、F₃和BF₂代普遍存在广泛的超双亲分离，这就为选择合适的株高提供了材料。

主茎粗在野生组合中，F₁接近或略低于中亲值，F₂、F₃代都没有超亲分离，但回交的BF₂代茎粗明显增加，出现了超高亲分离，选出满足栽培利用要求的茎粗是完全有把握的；在半野生组合中，F₂、F₃代就有一定的超高亲单株出现，这说明半野生组合不需要回交就能选到理想的茎粗。主茎粗的遗传加性效应比显性效应重要，上位性效应也存在。

二、性状的基因效应

对组合I、II利用八个世代进行了三参数和六参数分析。三参数分析表明，十二种性状均不符合加性—显性模型，但蛋白质含量，单株粒数、粒形指数，粒茎比、株高和分

枝数的卡方值明显低于其它性状，而这几种性状都是在六参数分析中适于加性—显性—上位性模型的。六参数分析一致表明，单株粒重、百粒重、主茎粗均不符合加性—显性—上位性模型。对这些性状观察值进行常用对数，自然对数和开平方转换后，仍不符合加性—显性—上位性模型的假设。因此，究竟使用何种数据转换才能使它们适合加性—显性—上位性模型，仍是一个有待探讨的问题。

表 2 组合 I、II 各性状的基因效应 (哈尔滨 1985)

Table 2 Gene effects of the characters in crosses I and II (Harbin, 1985)

		蛋白质含量 Protein	单株粒重 Seed weight per plant	单株粒数 No. seeds per plant	百粒重 100-seed weight	粒形指数 Seed shape index	粒茎比 Seeds/(Seeds+ stems)	株高 Plant height	主茎粗 Diameter of main stem	分枝数 No. branches per plant
组合 I Cross I	m	47.15**	19.64**	812.24**	4.40**	2.0864**	0.6014**	152.91**	1.1117	5.43
	(d)	2.63**	9.39**	-198.73**	-8.99**	0.3425**	0.0164	5.03	3.9053**	-13.32**
	(h)	-2.73	53.88**	-747.79**	2.85**	-0.1899*	0.0523	5.34	11.4309**	22.59**
	(i)	-3.93**	9.74	-465.81**	6.37**	-0.3689*	0.0028	-42.43**	5.0470**	12.59**
	(j)	0.83	56.18	447.90	2.58**	0.0043	0.0184	-50.55	3.9193**	0.06
	(l)	2.31	-15.37	650.29	-0.31	0.6651*	-0.0295	34.62**	-6.3512**	5.39
	x ²	3.28	479.01	2.71	95475.00	0.0899	7.1521	4.03	9969.75	6.13
	p	0.100~ 0.250	<0.005	0.250~ 0.500	<0.005	0.950~ 0.975	0.025~ 0.050	0.100~ 0.250	<0.005	0.023~ 0.050
组合 II Cross II	m	48.31**	40.56**	383.55**	6.85**	1.7518**	0.6668**	121.23**	4.3763**	9.34**
	(d)	0.64*	18.35**	-212.97**	-12.09**	0.4250**	0.0161	9.35**	4.5713**	-14.03**
	(h)	-5.37	-23.66	544.67**	-2.11	-0.0369	0.0071	-32.53	2.9507	37.22**
	(i)	-3.10**	-11.79	10.32	7.02**	-0.1168**	-0.0622**	-31.08**	2.4483**	10.29
	(j)	2.69**	-11.62	-608.87**	5.68**	0.0820	0.0194	0.48	0.2040	-13.47**
	(l)	3.03	47.84**	-190.78	3.22**	0.0522	-0.1941**	33.10**	-1.4417	-9.43
	x ³	2.23	302.29	1.44	174801.59	8.6012	2.222	3.97	1255933.00	2.57
	p	0.250~ 0.500	<0.005	0.250~ 0.500	<0.005	0.010~ 0.025	0.250~ 0.500	0.100~ 0.250	<0.005	0.250~ 0.500

[注] ** 分别表示达到 0.05 和 0.01 显著水平。

*** Significant at the 0.05 and 0.01% possibility level, respectively.

对适合加性—显性—上位性模型的性状的研究结果如下：

蛋白质含量的(d)效应在组合 I 和 II 分别达到 0.01 和 0.05 显著水平；(h)效应大于 (d)效应值，但不显著。因而可以说二者起着重要作用，只是(h)效应标准差较大，容易变化。所以，蛋白质含量既有较高遗传力，又表现部分显性或超显性遗传；稳定的、显著的上位性效应是其遗传力较高的原因之一。

单株粒数的(d)、(h)效应都达到极显著水平，但(h)效应明显大于(d)效应。所以，F₁具有极大优势，F₂代明显衰退，狭义遗传力偏低，上位性效应是其遗传结构中

一个重要的组成成份。

粒形指数〔d〕效应大于〔h〕效应， F_1 表现接近中亲值。在组合Ⅰ中，〔i〕、〔l〕效应都达到显著水平；在组合Ⅱ中，〔i〕效应达到极显著水平，说明上位性效应不可忽视。该性状有高的遗传力，适宜早代选择。

粒茎比变化较大。在组合Ⅰ加性、显性、上位性效应均不显著；在组合Ⅱ也只有〔j〕和〔l〕效应达到极显著水准。

株高的〔i〕和〔l〕上位性效应均极显著。组合Ⅱ的〔d〕效应达到0.01显著水平，但从绝对值上看，还是〔h〕效应大于〔d〕效应。

两个组合分枝数的〔h〕、〔d〕效应均达到极显著水平，同时组合Ⅰ的〔i〕效应和组合Ⅱ的〔j〕效应也达到极显著水平。这说明，加性、显性、上位性效应都在起作用，但〔h〕效应明显较大， F_1 表现超亲优势，而 F_2 明显降低。

对于组合Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ，利用 P_{\downarrow} 、 P_{\circ} 、 F_2 、 F_3 进行了三参数分析。结果表明，在组合Ⅰ、Ⅱ中符合加性—显性—上位性模型的性状在组合Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ中卡方值都较小，而其它性状卡方值明显地较大，这说明半野生组合的基因效应表现基本上与野生组合一致。

讨 论

Fukuda (1933)、Karasawa (1936)、Ting(1946)和Weber (1950)等都报道，野生大豆 (*G. soja*)、半野生大豆 (*G. gracilis*) 与栽培大豆 (*G. max*) 杂交后育性正常。Williams (1948)发现有半不育现象。而本试验则显示：种间杂交虽然可育， F_1 代也能大量结实，但 F_1 的疵粒和一粒荚明显较多，这说明 F_1 卵细胞有部分败育现象，花粉也可能出现败育，减数分裂可能有些不正常。Ahmad, Britten和Byth (1977, 1979)曾报道，野生大豆与栽培大豆杂交后代减数分裂有一定量的倒位现象，这是减数分裂不很正常而引起败育的证据。

野生大豆，半野生大豆和栽培大豆性状表现差别很大，而染色体数目和大小都基本相等 (Fukuda, 1933)。这说明它们之间的性状差异主要是等位基因的变化引起的，等位基因的变化又导致了基因效应的变化，进而使性状表现明显差异。倒位现象可能也在大豆的进化中发挥了作用。

种间杂交在单株粒重、单株粒数、株高、分枝数和生育期等性状上都表现极大的杂种优势，这不是仅仅用加性和显性作用就能解释的，非等位基因间的上位性效应在这里也起了重要作用。也就是说，上位性效应普遍存在，是重要的遗传组成成份之一。

种间杂交后代的广泛变异和较大的超亲分离，使我们可以从中选出各种各样的材料。创造出新的类型。

用栽培大豆作轮回亲本回交时，后代迅速倾向栽培化，各种性状都迅速接近栽培大豆。例如，在组合Ⅰ、Ⅱ中，仅用栽培亲本回交一次， BF_2 代就出现了百粒重达17—18g、直立性较好、黄种皮、无泥膜的植株。这说明利用野生资源时，回交是一种有效

的方法。然而，除非作为回交亲本的栽培大豆的蛋白质含量很高，否则回交就会使蛋白质含量降低。所以，在以利用野生资源的高蛋白性状为目的时，回交次数要尽量少些。只要亲本选择适当，野生组合回交一、两次、半野生组合不回交或回交一次就可能出现理想类型。关于回交时期，到 F_2 、 F_3 代选择比较理想的材料进行回交将更为有效。若进行第二次回交，也要选择优株进行回交。

能否有效地利用野生、半野生大豆，亲本选配是相当关键的。野生、半野生亲本的百粒重最好要大些，分枝数少些，主茎相对发达些。蛋白质含量要高，但不必过分强调，要全面考虑综合的经济性状。如果某一材料有许多优点，即使蛋白质含量不太高也无妨，因为杂交后代蛋白质含量有明显的超亲分离现象，特别是超高亲分离。栽培亲本，最好不用低蛋白的，要选用粒大，茎粗、主茎发达、秆强度好，生育期较短，蛋白质含量较高的类型，生产力水平不必要求太高，因为种间杂交后代有明显的产量优势。

长期以来，有一种观点，比较强调野生大豆高蛋白性状的利用研究，而很少有人注意半野生大豆。其实，半野生大豆中也不乏高蛋白的材料，况且有些半野生大豆与栽培大豆杂交不需要回交就能分离出粒重、粒形、直立性等符合栽培要求的材料，这就避免或减轻了利用野生资源时，因回交次数多而造成蛋白质含量降低的弊病。

参 考 文 献

- 〔1〕 王金陵等：1984. 野生和半野生大豆产量和蛋白质资源潜力的研究 (I). 东北农学院学报, 第 3 期: 20—26.
- 〔2〕 王金陵等：1986. 野生和半野生大豆蛋白质含量和性状间相关和通径分析. 东北农学院学报, 第 1 期: 1—4.
- 〔3〕 中国农业科学院油料作物研究所主编：1982. 中国大豆品种资源目录. 农业出版社.
- 〔4〕 刘来福等：1984. 作物数量遗传. 农业出版社.
- 〔5〕 陈恒鹤：1984. 大豆主要农艺性状遗传的基因效应分析. 大豆科学, 3(2): 91—100.
- 〔6〕 费家驊：1985. 江苏大豆生态特性的研究. 大豆科学, 4(2): 91—104.
- 〔7〕 Erickson, L. R., W. R. Beversdorf & S. T. Ball. 1982. Genotype x environment interactions for protein in *Glycine max* x *G. soja* crosses. *Crop Sci.* 22(6): 1099—1101.
- 〔8〕 Fukuda, Y. 1933. Cyto-genetical studies on the wild and cultivated Manchuria soybeans. *Jap. J. Bot.* 6: 489—500.
- 〔9〕 Gai, J. Y., W. R. Fehr & R. G. Palmer. 1981. Performance of lines from four generations of a backcrossing program involving *G. max* and *G. soja*. *Soybean Genet. Newsl.* 8: 111—114.
- 〔10〕 Karasawa, K. 1936. Crossing experiments with *Glycine soja* and *G. ussuriensis*. *Jap. J. Bot.* 8: 113—118.
- 〔11〕 Mather, S. K. & J. L. Jinks. 1982. *Biometrical Genetics*.
- 〔12〕 Ting, C. L. 1946. Genetic studies on the wild and cultivated soybeans. *J. Amer. Soc. Agron.* 38: 381—383.
- 〔13〕 Weber, C. R. 1950. Inheritance and interrelation of some agronomic and chemical characters in an interspecific cross in soybean, *Glycine max* x *G. ussuriensis*. *Iowa Agric. Exp. Sta. Bull.* 374: 767—816.

INHERITANCE OF AGRONOMIC CHARACTERS OF INTERSPECIFIC CROSSES AND CONTAIN PROTEIN IN SOYBEANS

Zhang Guodong Wang Jinling Meng Qingxi
Yang Qinekai Wu Zhongpu Gao Fenglan

(Northeast Agricultural College)

Abstracts

An attempt was made to investigate the variation, segregation and gene effect of some agronomic characters of interspecific crosses in soybeans (*Glycine max* x *G. soja*, *G. max* x *G. gracilis*). Effect of backcrossing with cultivated soybean as recurrent parent was analysed in order to find out reasonable and effective methods for utilizing wild and semi-wild soybean germplasms.

Parents (P_w , P_c) and F_1 , F_2 , F_3 , B_w , B_c , BF_2 generations of two *G. max* x *G. soja* crosses and four *G. max* x *G. gracilis* crosses were investigated in the present study. The results show that F_1 generation is not completely fertile; epistatic gene effect is a common existing and important genetic component. There exists a wide range of variation of the characters studied in F_2 and F_3 generations so that in interspecific crosses potential of selection for new types is high. The key point in utilizing wild and semi-wild soybean germplasms lies on choosing appropriate parental materials for crossing.

Backcrossing is an effective method to utilize wild and semi-wild soybean germplasms. But backcrossing induces reduction of protein content, so it is not proper to take too numerous cycles of backcrossing. If suitable parents are used, it is possible to obtain an ideal type through one or two cycles of backcrosses in *G. max* x *G. soja* crosses, and one or even no backcross in *G. max* x *G. gracilis* crosses.

From a long-term point of view, the high protein content and some other desirable characters of wild soybean (*G. soja*) are very valuable. At present, however, it seems more effective and more rapid to use semi-wild soybeans (*G. gracilis*) as parental materials to develop new lines or cultivars.

Key word: *Glycine max*, *Glycine gracilis*, *G. soja*, segregation, Gene effects, Backcross