

克服大豆种间杂种蔓生、小粒等不良性状技术的初步研究*

杨光宇 郑惠玉 韩春风 胡金海

(吉林省农业科学院大豆研究所)

摘 要

本试验利用结荚习性不同的3个栽培大豆(*G. max*)作母本,以株高不同的2个野生大豆(*G. soja*)和2个半野生大豆(*G. gracilis*)作父本配制的12个杂交组合和8个回交组合,研究克服种间杂种蔓生、小粒等不良性状的技术。研究表明:选用植株较矮、主茎较粗、百粒重较大的有限、亚有限性栽培种作母本;选用植株较矮、百粒重较大的野生种作父本将有利于克服种间杂种蔓生、小粒等不良性状;野生亲本的选择似乎更为重要。从克服种间杂种蔓生、小粒等不良性状来看,选用半野生大豆作亲本更为有效。只有从直立、半直立植株的后代中才有可能分离出稳定的直立型材料。百粒重的遗传进度较小,对其进行选择似乎效果不明显。在 F_3 代进行选择性回交可以大幅度提高其后代直立、半直立型植株的分离频率和百粒重。只要亲本选配适当,仅需一次回交即可克服种间杂种蔓生、小粒的不良性状。我们从一次选择性回交的后代中已获得栽培型、百粒重20克以上,产量较高的优良品系。

关键词 栽培大豆;野生大豆;半野生大豆;种间杂交;回交

大豆育种遗传基础狭窄,是工作进展缓慢的原因之一。对大豆遗传脆弱性的关注及对新资源的需求,增加了人们利用野生资源的兴趣。国内外许多学者在开展利用野生种拓宽大豆遗传基础研究的同时,普遍认为种间杂种的蔓生性、小粒性是野生种利用的主要障碍。Williams(1948)曾用栽培种与种间杂种回交二次才获得少数直立型、具有栽培种特性的单株。Kaizuma, N. (1980)指出,经过二次回交可以克服蔓生性和小粒性。盖钧镒等(1982)报导,种间杂种后代经过二次回交以后可获得主要性状上接近于栽培大豆的类型。王金陵等(1986)的研究结果表明,选用有限、亚有限性栽培种回交,对降低株高、增强直立

* 本文承蒙徐豹研究员审阅,特此致谢! 此项研究得到国家自然科学基金的资助。
本文于1993年3月9日收到。
This paper was received on March 9, 1993.

性效果较好。吴岗梵等(1988)则指出,只要亲本选配得当,F₂代即可以分离出供育种者选择的材料。

本文以不同结荚习性的栽培种与野生、半野生大豆配制的12个杂交组合和8个回交组合,研究克服种间杂种蔓生、小粒性不良性状的技术;探讨亲本的选择和回交世代对其后代蔓生性、小粒性的影响,明确蔓生性、小粒性的遗传规律,为有效利用野生大豆资源提供依据。

材 料 和 方 法

本试验选用结荚习性各异的3个栽培大豆(*G. max*)品种:通农9号、吉林20号、吉林16号为母本;以株高不同的2个野生大豆(*G. soja*):GD50046、GD50320和2个半野生大豆(*G. gracilis*):GD50856、GD50432为父本配制12个杂交组合。为了描述时方便,我们把以通农9号为母本配制的组合简称为有限组合;以吉林20号为母本配制的组合简称为亚有限组合;以吉林16号为母本配制的组合简称为无限组合;把以GD50046(植株较高的野生大豆)为父本配制的组合简称为WH组合;把以GD50320(植株较矮的野生大豆)为父本配制的组合简称为WL组合;把以GD50856(植株较高的半野生大豆)为父本配制的组合简称为SWH组合;把以GD50432(植株较矮的半野生大豆)为父本配制的组合简称为SWL组合。通农9号×GD50856、通农9号×GD50320、吉林20号×GD50856、吉林20号×GD50320 4个组合分别于F₁代进行随机回交,于F₃代选择百粒重较大的直立或半直立型植株作非轮回亲本进行选择回交。供试组合的亲本表现见表1。

表1 亲本主要农艺性状表现 (公主岭,1988)

Table 1 Performance of the major agronomic characters of parents (Congzhuling,1988)

亲 本 性 状 Parents Characters	通农9号 Tongnong 9	吉林20号 Jilin 20	吉林16号 Jilin 16	GD50046	GD50320	GD50856	GD50432
结 荚 习 性 Growth habit	有 限 Det	亚 有 限 Semi-det	无 限 Ind	无 限 Ind	无 限 Ind	无 限 Ind	无 限 Ind
生 长 习 性 Growth type	直 立 Erect	直 立 Erect	直 立 Erect	蔓 生 Viny	蔓 生 Viny	蔓 生 Viny	蔓 生 Viny
株 高 (厘米) Plant height (cm)	76.0	79.9	118.2	203.5	162.7	267.3	184.7
主 茎 粗 (厘米) Main stem diameter (cm)	0.86	0.85	0.95	0.31	0.36	0.52	0.49
主茎有效节数(个) No. of nodes on main stem (No.)	15.8	16.0	18.0	25.1	23.6	28.2	25.3
百 粒 重 (克) 100-seed weight (g)	17.1	17.4	17.2	1.8	2.5	4.1	4.8
生 育 日 数 (天) Growth period (day)	125.8	117.1	126.6	125.2	120.1	128.1	129.6

1988年在吉林省农科院试验地种植各组合的亲本、F₂代群体。按组合顺序排列、单行

区、3次重复、行长4.5米、行距0.7米、株距0.25米。野生亲本、 F_2 代植株于4叶期人工搭架。1989年配制 F_1 代随机回交和 F_3 代选择性回交组合。1990年种植回交亲本和 BC_1F_2 群体,田间设计同前。利用一粒传选择法,各组合衍生到 F_4 代。

各组合的亲本、 F_2 、 BC_1F_2 群体,每次重复于收获时随机取10株考种,以3次重复的平均数代表各群体的表现。主要调查了株高、主茎有效节数、主茎粗、百粒重和生育日数(出苗至成熟的天数)。对各组合按一粒传选择法处理的 F_2 、 F_4 代群体于收获前调查直立、半直立型植株的分离频率,各组合随机收200株调查百粒重。利用测得的数据估算各性状 F_2 代的平均数、遗传变异系数(GCV)和遗传进度(GA); F_2 代主要农艺性状与亲本间的相关系数; F_2 、 F_4 代直立、半直立型植株的分离频率和百粒重的平均表现;不同世代回交 F_2 代直立、半直立型植株的分离频率和百粒重的平均表现。

结果与分析

一、 F_2 代主要农艺性状的平均数、遗传变异系数和遗传进度

将不同类型组合几个农艺性状 F_2 代的平均数、GCV和GA的估算结果列于表2。

表2的估算结果表明,不同类型组合之间各农艺性状的平均表现存在着明显的差异。不同结荚习性栽培大豆亲本的选择对种间杂种的株高、主茎粗有较大的影响,而对百粒重的影响似乎不大。从株高来看,无限组合的性状值明显地高于有限、亚有限组合;有限、亚有限组合的主茎粗值则显著地高于无限组合;经测定,3种结荚习性类型组合间百粒重的差异均未达到显著水准。不同类型野生种亲本的选择对 F_2 代也有很大的影响。SWH、SWL组合的百粒重、主茎粗值显著高于WH、WL组合。而WH、WL组合的株高值则大于SWH、SWL组合。这表明从克服种间杂种的小粒性、增加主茎粗、降低株高等方面来看,半野生类型组合明显优于野生组合。在同一进化类型(野生或半野生型)的组合中株高的性状值为 $WH > WL$ 组合, $SWH > SWL$ 组合,并且均达到显著水准。在主茎粗和百粒重方面均是 $WL > WH$ 组合, $SWL > SWH$ 组合,但均未达到显著水准。这表明,无论是在野生类型还是在半野生类型的组合中,选择植株较矮的野生种作亲本对其后代都有降低株高的作用。在同一进化类型的组合中,选择主茎较粗、百粒重较大的野生种作亲本有增加种间杂种主茎粗和百粒重的趋势。

遗传变异系数的估算结果表明,种间杂种后代存在着广泛的变异。遗传变异系数较大的性状为株高和主茎粗,较小的性状是百粒重和生育日数。在同一性状中,不同类型组合之间也有较大的差异。

各性状在5%选择强度下的遗传进度估算结果(表2)表明:各种类型组合间虽然有差异,但总的趋势一致。株高的遗传进度最大,百粒重和主茎粗的遗传进度较小。这一结果似乎表明,要想大幅度提高种间杂种的百粒重和主茎粗的性状值,必须用栽培种进行回交。

二、 F_2 代主要农艺性状与亲本间的相关系数

从表3可以看出,除了生育日数 F_2 代与栽培亲本(P_c)呈不显著的负相关以外,其余性状均为不同程度的正相关。其中株高、主茎粗达极显著水准,百粒重达显著水准。这表

表2 F_2 代主要农艺性状的平均数、遗传变异系数和遗传进度 (公主岭, 1988)Table 2 The means and GCV. s and genetic advances of major agronomic characters in F_2 (Gongzhuling, 1988)

组合类型 Cross type	组合数 No. of corss	参数 Proliminary	株高 Plant height	主茎有效节数 No. of nodes on main stem	主茎粗 Main stem diamater	百粒重 100—seed weight	生育日数 Growth period
有 限 Det	4	\bar{X}	156.5	19.6	0.76	8.2	129.8
		GCV.	36.71	25.31	30.18	18.73	14.63
		GA	57.3	3.2	0.10	1.5	13.6
亚有限 Semi-det	4	\bar{X}	167.6	19.3	0.72	8.8	124.2
		GCV.	34.83	27.56	36.17	13.65	15.43
		GA	51.6	3.0	0.09	1.6	18.1
无 限 Ind	4	\bar{X}	201.8	20.1	0.64	9.3	126.3
		GCV.	26.34	20.68	41.78	20.67	11.85
		GA	59.5	2.1	0.09	0.8	14.6
WH	3	\bar{X}	228.6	24.6	0.50	6.0	125.4
		GCV.	23.17	27.81	28.92	22.14	16.15
		GA	49.9	3.3	0.06	0.7	16.2
WL	3	\bar{X}	179.3	22.1	0.53	6.5	127.3
		GCV.	18.90	21.15	26.81	18.32	17.89
		GA	60.7	2.9	0.08	1.0	10.7
SWH	3	\bar{X}	178.6	18.6	0.81	9.4	126.4
		GCV.	27.11	30.15	33.13	17.22	16.13
		GA	53.4	2.6	0.08	1.1	15.5
SWL	3	\bar{X}	158.1	18.4	0.85	9.7	126.5
		GCV.	19.63	21.33	32.37	15.78	12.36
		GA	56.1	3.3	0.11	1.4	11.4

明栽培亲本的选择对 F_2 代的株高、主茎粗和百粒重有较大的影响。 F_2 代各性状与野生亲本(Pw)均呈不同程度的正相关。其中株高、百粒重、生育日数达显著以上水准。这表明,野生种亲本的选择对其后代有着重要的影响。 F_2 代与中亲值(MP)的株高、百粒重为极显著的正相关;与主茎粗为显著的正相关;其余性状则为不显著的正相关。这一结果表明,利用双亲的株高、百粒重和主茎粗的性状值似乎可以预测其 F_2 代这些性状的大致表现。

三、 F_2 、 F_4 代直立、半直立型植株的分离频率和百粒重的平均表现

表4的调查结果表明:只要亲本选配适当,在种间杂种中就可以分离出一定比例的直立、半直立型植株;不同类型组合之间的分离频率存在着显著差异。除了WH组合以外,其余类型组合的 F_2 代均有直立、半直立型植株的分离。以有限、亚有限、SWL组合直立、半直立型植株的分离频率较高;无限和WL组合的分离频率则较低;同为以有限结荚习

性栽培大豆作母本的 4 个组合之间分离频率也有显著差异,其变幅为 0—8.6%。这一结果表明:蔓生性状似乎不是由一、二对基因控制的简单性状;野生亲本的选择对克服种间杂种的蔓生性有着举足轻重的作用。

表 3 F_2 代主要性状与亲本间的相关系数 (公主岭,1988)

Table 3 The correlation coefficient of major agronomic characters between parents and F_2 (Gongzhuling,1988)

性 状 Characters	栽 培 亲 本 Pc	野 生 亲 本 Pw	中 亲 值 MP
株 高 Plant height	0.5673**	0.4917**	0.5371**
主茎有效节数 No. of nodes on main stem	0.2172	0.1143	0.1522
主 茎 粗 Main stem diameter	0.6531**	0.1583	0.4071*
百 粒 重 100—seed weight	0.4011*	0.7356**	0.5114**
生 育 日 数 Growing period	-0.1637	0.3435	0.1237

*, ** 分别为达到 0.05, 0.01 显著水准。

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

各种类型组合 F_2 代直立、半直立型植株分离频率与 F_4 代比较略有不同,但总的趋势一致。我们多年的种间杂交育种实践亦表明:只有从 F_2 代直立、半直立型植株的后代中才有可能分离出稳定的直立型材料;而蔓生型植株的后代一直到 F_6 代也未分离出直立、半直立型的植株。这似乎表明,蔓生性状是由显性基因控制的,欲通过从蔓生型植株的后代中进行直立型植株的选择是无效的。

表 4 F_2 、 F_4 代直立、半直立型植株的分离频率和百粒重的平均表现 (公主岭,1989)

Table 4 The segregation frequency of erect semi-erect plant, the mean of 100—seed weight in F_2 and F_4 (Gongzhuling,1989)

组 合 类 型 Cross type	直立、半直立植株分离频率的变幅 (%) Range of separate frequency of erect and semi-erect plant (%)		百 粒 重 (克) 100—seed weight (g)	
	\bar{F}_2	\bar{F}_4	\bar{F}_2	\bar{F}_4
有 限 Det	0—8.6	0—8.9	8.2	8.5
亚有限 Semi-det	0—7.9	0—8.1	8.8	8.6
无 限 Ind	0—0.4	0—1.0	9.3	9.3
WH	0	0	6.1	6.6
WL	0—2.5	0—2.6	7.4	7.2
SWH	0—5.0	0—6.8	9.3	9.4
SWL	0.4—8.6	1.0—8.9	9.6	9.8

各类型组合 F_2 代的百粒重与 F_4 代差异不大,并且平均粒重均低于双亲平均值。由于百粒重的遗传进度较小,似乎欲通过人工定向选择的方法来使种间杂种的百粒重达到栽

培种亲本的水平是不可能的,但我们可以利用野生种的小粒性选育适合外贸出口的小粒黄豆品种。从表4可以看出,野生种亲本籽粒的大小对其后代百粒重的影响较大,SWL组合 F_2 代的百粒重达到9.6克,而WH组合仅为6.1克。

四、不同世代回交 F_2 代直立、半直立型植株分离频率和百粒重的平均表现

我们对4个组合分别于 F_1 进行随机回交、 F_3 代进行选择回交,其回交 F_2 代直立、半直立型植株的分离频率和百粒重的平均表现列于表5。

回交世代的不同,对其回交 F_2 代直立、半直立型植株的分离频率和百粒重的表现均有很大的影响(表5)。在 F_1 代进行随机回交对其后代的直立、半直立型植株的分离频率和百粒重虽然有提高,但幅度不大。在 F_3 代选择直立或半直立型、百粒重较大的植株进行回交,其后代直立、半直立型植株的分离频率和百粒重则显著提高;从其后代中可以选出植株直立型、百粒重20克左右的栽培型优良材料。我们利用在种间杂种晚期世代进行选择回交的方法配制的公野交85104、85098等组合已选育出丰产性好、百粒重20克左右的栽培型优良品系,现已参加省区试或省预试。试验结果表明,只要基础亲本选配得当,仅需一次回交就可以克服种间杂种的蔓生性、小粒性等不良性状,达到栽培品种的水平。

表5 不同世代回交 F_2 代直立、半直立型植株分离频率和百粒重的平均表现 (公主岭,1990)

Table 5 The segregation frequency of erect and semi-erect plant, the mean of 100-seed weight in F_2 of backcross on different (Gongzhuling, 1990)

组合类型 Cross type	回交世代 Backcross generation	直立、半直立型植株分离频率(%) Frequency of erect and semi-erect plant (%)	百粒重(克) 100-seed weight (g)		
			\bar{x}	变幅 Range	CV. (%)
有限×野生 Det×Wild	F_1	6.72	11.7	5.1-18.1	25.33
	F_3	24.74	15.9	7.8-20.3	23.75
有限×半野生 Det×Semi-wild	F_1	10.11	14.1	6.7-19.3	21.28
	F_3	56.83	17.6	9.5-22.1	19.87
亚有限×野生 Semi-det×Wild	F_1	5.65	11.3	4.9-16.8	26.71
	F_3	27.94	14.5	5.5-19.9	31.16
亚有限×半野生 Semi-det×Semi-wild	F_1	8.95	14.3	7.3-20.3	18.94
	F_3	43.67	18.2	8.1-23.4	24.18

讨 论

如何克服种间杂种蔓生性、小粒性等不良性状,国内外许多学者开展这方面研究较为一致的观点是选用有限、亚有限性栽培种作亲本和进行回交改良。本文的研究和我们配制500多个种间杂交、回交组合的试验观察结果表明,除了选择有限、亚有限性栽培种作亲本以外,选择植株较矮、百粒重较大的野生种作亲本也十分重要。同是一个有限性栽培种与不同野生种杂交,其后代表现出显著的差异;只要亲本选配适当,后代处理合理,就可以克服种间杂种的蔓生性,分离出可供育种工作者选择的材料。我们从“平顶四(*G. max*)

×GD50177(*G. soja*)”组合中直接选育出栽培型的出口创汇小粒黄豆新品种“吉林小粒1号”,现已累计出口创汇700多万美元。

种间杂种的百粒重低于中亲值,并且遗传进度较小;直立、半直立型植株的分离频率较低。但是只要基础亲本选好, F_3 代通过一次选择性回交就可以大幅度提高直立、半直立型植株的分离频率,使百粒重达到栽培亲本的水平,进而达到克服种间杂种蔓生性、小粒性的目的。以前一些学者回交几次仍未选出理想的栽培型品系,似乎与其回交时期以及亲本的选择不当有关。本试验及我国一些学者的研究结果表明,种间杂种的蔓生性、小粒性可以克服,展示出野生种在大豆育种程序中利用的广阔前景。

参 考 文 献

- [1] 王金陵等,1986,大豆科学,5(3):181-187
- [2] 盖钧镒等,1982,遗传学报,9(1):44-56
- [3] 郑惠玉等,1991,吉林农业科学,(3):9-11
- [4] 张国栋等,1989,大豆科学,8(4):315-321
- [5] 吴尚梵等,1988,中国油料,36(2):4-7
- [6] 李文斌等,1989,大豆科学,8(3):207-216
- [7] 杨光宇等,1991,中国农业科学,24(1):89-90
- [8] 杨光宇等,1992,作物学报,18(6):439-446
- [9] 杨光宇等,1992,中国油料,(1):15-18
- [10] Yang Guangyu et al.:1992,Soybean Genetics Newsletter Newsletter 19:33-37
- [11] Williams, L. F.:1948, Genetics 33:131-132
- [12] Katozuma, N. et al.:1980, Jour. of the Faculty of Agri., Iwate Univ. 15(1):11-28

A PRELIMINARY STUDY ON OVERCOMING VINY AND SMALL SIZE SEED HABIT OF SOYBEAN INTERSPECIFIC HYBRIDS

Yang Guangyu Zhen Huiyu Han Chunfen Hu Jinhai

(Soybean Research Institute, Jilin Academy of Agri. Sci.)

Abstract

Progenies from 12 crosses and 8 backcrosses were used in this experiment. 12 crosses were made with three cultivated soybean having different inflorescence and two wild soybean (*G. soja*) and two semiwild soybeans (*G. gracilis*) as parents. The results showed that, in the interspecific cross, choosing the cultivated genotype with determinate and semi-determinate inflorescence, lower plant height, thick main stem and higher 100-seed weight as female parentage, choosing the wild genotype with lower

plant height, higher 100—seed weight as the male parentage is feasible for overvoming the viny and small size seed habit. It seems that the choosing of wild parent is more im-
potant than that of cultivated soybean, It is more effective to choose the semi—wild soy-
bean as the parents in interspecific cross. The stable erect line only segregated out from
the erect and semi—erect progenitor plants. The genetic advance of 100—seed weight
was smaller in F_2 generation. It seems that the selection of 100—seed weight is ineffec-
tive in interspecific cross. The weight of 100—seed and the range of erect and semi—
erect plant can be increased significantly, if backcross was made in F_3 generation. The
characters of viny and small seed can be overcome by backcross only once, if the parents
are suitable. We have obtained some lines with cultivated type, high yield and 100—
seed weight over 20 g. through interspecific crosses.

Key words *G. max*; *G. soja*; *G. gracilis*; Interspecific cross; Backcross

讣告

我国著名大豆专家、“大豆科学”杂志编委、吉林省农业科学院大豆研究所研究员徐豹先生,因病医治无效,于1993年11月9日22时20分在北京逝世,享年67岁。

徐豹先生1949年毕业于原中央大学农艺系,同年到东北农业科学研究所工作。先从事小麦生理、栽培研究。八十年代开始从事大豆生理生化研究,为我国的大豆研究,尤其在野生大豆基础生物学研究领域做出了突出贡献,是我国野生大豆研究的学科带头人、国内外知名专家。

“大豆科学”编辑部
一九九三年十一月十五日