

遗传距离在大豆品种资源研究上的应用

吕景良 杨光宇 吴百灵 陈光 宋艳丽

(吉林省农业科学院大豆所)

提 要

本研究选用12个数量性状,对35份大豆品种进行了遗传距离测定及其聚类分析。结果指出,主成份分析是评价品种综合性状优劣、鉴定优良种质的有效方法;遗传距离反映了品种间的亲缘关系,是度量品种的遗传差异,选配杂交亲本的重要参数。遗传距离及其聚类分析方法,对大豆品种资源研究具有重要的实用价值。

随着计算技术的进步与发展,多元统计分析方法逐渐广泛地应用于农业科学。自七十年代 G.M.Bhatt (1970), J.F.Grow、C.Denniston (1974), S.H.Hussoim、M.M.Goodman、D.H.Timothy (1977), 刘来福 (1979) 提出和介绍遗传距离的概念和估算方法以来,引起了遗传育种工作者的注意。遗传距离作为度量遗传差异的重要遗传参数,国内已先后在小麦、水稻、玉米等作物育种中开始应用^[1]。本研究则是尝试将遗传距离及其聚类分析方法应用于大豆品种资源研究。本文主要探讨对品种材料的估价及遗传距离与品种材料的亲缘关系。

材 料 与 方 法

本文所用分析资料为1983年大豆品种资源高肥鉴定试验数据。高肥鉴定试验区为淋溶黑土,有机质含量2.8157%;施口肥磷酸二铵每亩20市斤。供试品种150份,田间设计采用随机区组法,三次重复,4行区,小区面积4.8M²;收获中间两行,单株考种。按供试品种的类型分类,分别对各类材料进行遗传距离测定及其聚类分析。本文是35份东北三省主要优良品种及常用杂交亲本材料的测定分析结果。供试品种名称、保存编号列于表1。

考察了12个主要数量性状:(1)株高;(2)有效分枝数;(3)单株有效节数;(4)主茎有效节数;(5)单株荚数;(6)有效节荚数;(7)单株粒数;(8)每荚粒数;(9)生育期(出苗~成熟天数);(10)单株粒重;(11)收获指数(粒重与收获地上部重比率 $\text{Sin}^{-1}\sqrt{x}$);(12)百粒重。

统计分析原理与方法,主要根据参考文献^{[1][2][3]},用PDP-11/23微型电子计算机,自编程序进行计算。

表 1

供 测 品 种

序 号	保存编号 G,D	品 种 名 称	序 号	保存编号 G,D	品 种 名 称
1	2777	黑河 3 号	19	32E9	吉林 13 号
2	3052	黑农 23 号	20	594	金元 1 号
3	1482	满 仓 金	21	30200	秋 八
4	2942	克交 70—481	22	1524	荆 山 朴
5	3264	吉林 19 号	23	3077	九农 9 号
6	2571	东农 55—3075	24	2338	集体 3 号
7	3074	九农 13 号	25	36	金 元
8	2300	黑农 10 号	26	1100	大 金 黄
9	1661	浙大 455	27	3069	九农 10 号
10	3260	吉林 15 号	28	3263	吉林 18 号
11	3071	九农 6 号	29	3262	吉林 17 号
12	2385	东农 33 号	30	97	黄 宝 珠
13	1488	一 窝 蜂	31	3261	吉林 16 号
14	2347	早丰 2 号	32	2430	铁丰 18 号
15	1593	铁 荚 子	33	30017	十胜长叶
16	2832	吉林 3 号	34	2850	珲 春 豆
17	829	铁荚四粒黄	35	1362	小金黄 1 号
18	2259	吉林 1 号			

结 果 与 分 析

一、调查结果

供测品种 12 个数量性状的小区平均值, 统计结果列于表 2。

二、主成分分析

以小区为单位, 方差分析结果, 12 个性状均达到极显著标准 ($P < 0.01$)。然后进行

两两性状间的协方差分析, 根据公式 $\gamma_{gij} = \frac{\sigma_{gij}}{\sqrt{\sigma_{gi}^2 \sigma_{gj}^2}}$ 计算两两性状之间的遗传相关系

数, 得到一个 12 阶遗传相关矩阵 R (表 3)。用 Jacobi 法进行相似变换, 将一实对称相关

矩阵转换成一对角矩阵, 求得 R 的特征根 (λ_i) 和相应的特征向量 (l_i)。特征根代表综

合指标遗传方差的大小, 按其累积贡献率 $\sum_{i=1}^{n'} \lambda_i / \sum_{i=1}^n \lambda_i \geq 85\%$, 选取累积贡献率达 92.23%

的前 4 个特征根和所对应的特征向量 (表 4)。按公式 $g_{ik} = \bar{X}_{iK} - \bar{X}_k / \sigma_k$ 计算标准代

基因型值, 根据公式 $\tilde{g}_{ij} = \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} \sum_{K=1}^n g_{ik} \cdot L_{jk}$ 计算出各供测品种的 4 个主成份值 (表

5)。

分别计算 4 主成份值的平均数 (\bar{X}_{gi}) 和平均数标准差 (S_{xgi}), 分别选取主成份

表2 调 查 结 果

序号	株高	有效分枝(个)	单株有效节数(个)	主茎有效节数(个)	单株荚数(个)	有效节数(个)	单株粒数(个)	每荚粒数(个)	生育期(天)	单株粒重(g)	收获指数 $\text{Sin}^{-1}\sqrt{\frac{\quad}{x}}$	百粒重 g
1	63	1.53	17.8	11.7	32.5	1.83	74.6	2.41	104	14.8	47.3	21.9
2*	89	1.30	26.6	17.9	56.9	2.24	136.9	2.41	112	16.0	37.3	17.0
3	123	2.80	31.3	17.3	58.3	1.88	144.9	2.48	115	15.0	38.6	16.5
4*	56	1.67	20.7	13.4	44.5	2.15	114.7	2.58	111	17.8	45.4	16.7
5*	85	0.67	19.0	15.2	42.4	1.88	117.9	2.79	114	14.4	45.0	15.3
6	48	2.53	19.8	15.5	46.1	2.09	97.4	2.11	117	11.6	38.1	13.5
7*	80	0.27	13.5	12.9	42.8	3.15	115.3	2.52	116	14.7	41.4	15.3
8	99	1.13	19.4	13.8	49.0	2.53	129.6	2.63	120	14.3	39.8	16.2
9	62	3.30	26.1	12.2	51.6	1.96	126.6	2.12	114	14.3	34.8	21.2
10*	75	1.60	22.0	13.9	59.6	3.20	166.3	2.81	120	16.2	56.5	13.6
11	97	1.13	19.9	15.3	54.9	3.05	129.8	2.15	119	14.3	36.6	14.6
12	86	2.50	23.5	14.5	36.2	1.67	108.2	2.15	127	15.3	48.4	24.8
13*	61	2.00	19.9	12.8	47.5	3.02	118.9	2.45	124	15.3	36.8	15.3
14	74	4.00	21.4	10.3	51.6	2.27	115.2	2.24	131	13.7	37.4	18.3
15	124	0.38	19.5	17.8	54.4	2.80	142.5	2.62	131	14.3	35.4	15.0
16	82	1.20	20.5	15.9	47.0	2.32	128.7	2.74	123	15.0	35.1	14.7
17	125	0.46	17.8	16.8	49.3	2.81	129.3	2.62	128	13.3	32.5	15.9
18	127	1.43	21.1	15.1	42.2	2.61	113.4	2.34	131	14.8	35.7	17.7
19*	77	1.80	18.3	12.1	50.0	3.13	141.9	2.84	134	17.5	42.1	14.5
20	112	1.30	19.2	14.9	53.4	2.46	131.0	2.45	134	16.8	39.8	15.4
21	96	2.00	21.3	13.4	37.8	1.78	87.9	2.31	138	11.2	37.4	16.4
22	101	1.60	26.7	17.5	54.7	2.11	146.8	2.69	120	17.2	37.8	13.2
23*	84	1.00	18.8	13.6	50.9	2.78	128.4	2.52	135	15.0	34.7	18.9
24	112	1.30	19.5	15.4	35.7	1.79	68.7	1.98	136	13.9	38.9	21.8
25	110	0.93	20.0	16.1	48.7	2.44	116.0	2.38	136	13.8	36.8	16.4
26	116	1.73	19.0	13.4	41.9	2.22	87.1	2.06	140	12.5	33.4	21.0
27*	81	0.86	18.9	14.5	58.1	3.03	136.1	2.35	131	16.6	40.0	15.5
28*	92	1.06	18.0	13.3	46.5	2.58	115.4	2.60	129	14.3	40.1	16.0
29	92	1.06	20.1	14.3	56.4	2.80	141.6	2.53	130	14.3	34.2	15.5
30	99	1.27	17.6	14.3	31.1	1.77	66.1	2.11	138	11.2	34.4	20.7
31	122	0.86	20.5	14.8	44.8	2.20	101.9	2.28	135	13.3	35.4	19.4
32	118	5.27	34.9	12.2	63.4	1.81	131.0	2.07	150	17.3	35.8	20.7
33	54	4.07	23.7	11.4	44.3	1.86	78.8	1.79	138	11.3	38.1	20.3
34*	84	1.13	18.3	14.2	54.6	2.97	113.9	1.95	135	14.7	41.8	13.9
35	113	0.77	12.6	11.7	31.3	2.45	67.9	1.60	157	6.4	23.5	22.2

值 $g_i > \bar{X}_{g_i} + 3S_{xg_i}$ 和 $g_i < \bar{X}_{g_i} - 3S_{xg_i}$ 的品种材料, 用表2结果计算选取的品种各性状平均值, 绘于图1。

特征向量(L_i)表示品种各性状对综合指标贡献的大小; 主成份(g_i)为综合后的指标。由表4可以看出, 第一主成份的特征向量(L₁)单株粒数分量为正值, 其绝对值最大, 故称之为粒数因子。株高、有效分枝、生育期、百粒重四个分量为负值, 其余各分

表 3

遗传相关矩阵

株 高	有效分枝	单株有效节数	主茎有效节数	单株荚数	每节荚数	单株粒数	每荚粒数	生育期	单株粒重	收获指数	百粒重
1.000	-0.275	0.085	0.791	0.048	-0.671	0.044	-0.036	0.413	-0.132	-0.554	0.128
-0.275	1.000	0.753	-0.625	0.223	-0.501	-0.977	-0.355	0.118	0.011	0.055	0.402
0.085	0.753	1.000	0.035	0.534	-0.483	0.344	0.030	-0.116	0.382	0.139	0.154
0.791	-0.625	0.035	1.000	0.166	0.059	0.357	0.550	-0.184	0.219	-0.042	-0.450
0.048	0.223	0.534	0.166	1.000	0.473	0.871	0.390	-0.091	0.720	-0.166	-0.554
-0.071	-0.501	-0.483	0.059	0.473	1.000	0.594	0.384	0.013	0.313	-0.063	-0.620
0.044	-0.077	0.344	0.357	0.871	0.594	1.000	0.811	-0.366	0.776	0.256	-0.684
-0.036	-0.355	0.030	0.550	0.390	0.384	0.811	1.000	-0.544	0.740	0.496	-0.749
0.413	0.118	-0.116	-0.184	-0.091	0.013	-0.366	-0.554	1.000	-0.412	-0.699	0.423
-0.132	0.011	0.382	0.219	0.721	9.313	0.776	0.740	-0.412	1.000	0.700	-0.508
-0.554	0.055	0.139	-0.042	0.166	-0.063	0.256	0.496	-0.699	0.700	1.000	-0.403
0.128	0.402	0.154	-0.450	-0.554	-0.620	-0.684	-0.749	0.423	-0.508	-0.403	1.000

表 4

人选的特征根和特征向量

特 征 根	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	分量来源
	4.8222	2.707	2.0593	1.4966	
累 计 %	40.18	62.96	79.85	92.32	
特 征 向 量	-0.0378	0.3566	-0.5209	-0.2215	株 高
	-0.1159	-0.5315	-0.2213	0.1203	有效分枝
	0.0731	-0.4280	-0.4589	-0.1581	单株有效节数
	0.2052	0.3702	-0.2791	-0.4468	主茎有效节数
	0.3251	-1.1481	-0.3360	0.3352	单株荚数
	0.2454	0.2730	0.1208	0.5555	有效节荚数
	0.4162	-0.0261	-0.1982	0.1771	单株粒数
	0.4089	0.0752	0.0567	-0.1752	每荚粒数
	-0.2570	0.1599	-0.3030	0.3824	生 育 期
	0.3904	-0.1876	-0.0637	-0.0139	单株粒重
0.2543	-0.2928	0.3339	-0.2724	收 获 指 数	
-0.3839	-0.1442	-0.1194	-0.0903	百 粒 重	
L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	
主成分名称	粒数因子	分枝因子	株高因子	荚数因子	

量均为正值。此结果说明，供测品种单株粒数多者，并非是晚熟、多分枝、大粒类型材料；但主茎有效节数、单株荚数、有效节荚数、每荚粒数多，收获指数高。株高和单株荚数两个分量的绝对值很小，则对主成份的影响较小。显然，第一主成份值大的品种产量较高（见图1—A₁）。第二主成份的特征向量（L₂）分枝分量为负值，绝对值最大，故称之为分枝因子。绝对值较大的正值分量有株高、主茎有效节数、有效节荚数、生育期；负值分量依次为单株有效节数、收获指数、单株粒重、单株荚数、百粒重。此结果说明，供测品种分枝少者，熟期偏晚，植株较高，主茎有效节数多；但单株有效节数、单株荚数

表5

主 成 分 值

序 号	GD	品 种	~ g ₁	~ g ₂	~ g ₃	~ g ₄
1	2777	黑河3号	3.941	-1.281	-4.724	-1.483
2 *	3052	黑农23号	4.871	-1.268	-7.585	0.225
3	1482	满仓金	5.009	-0.983	-9.137	-1.346
4 *	2942	克交70-481	5.046	-1.318	-5.738	-0.625
5 *	3264	吉林19号	4.974	-0.169	-6.120	-1.510
6	2571	东农55-6075	3.974	-0.343	-6.896	-0.454
7 *	3074	九农13号	4.849	0.504	-5.358	0.710
8	2300	黑农10号	4.497	0.140	-6.486	-0.482
9	1661	浙大455	3.608	-1.786	-7.410	0.421
10 *	3260	吉林15号	5.814	-0.288	-7.256	1.556
11	3071	九农6号	4.804	0.312	-7.322	0.817
12	2385	东农33号	3.431	-1.114	-7.462	-1.051
13 *	1488	一窝蜂	4.691	-0.493	-6.365	1.392
14	2347	早丰2号	3.767	-1.699	-7.150	1.481
15	1539	铁 荚 子	5.152	1.322	-8.236	0.062
16	2832	吉林3号	4.921	0.577	-7.748	-0.483
17	829	铁荚四粒黄	4.669	1.477	-7.941	0.114
18	2259	吉林1号	4.165	0.481	-7.917	-0.169
19 *	3259	吉林13号	5.299	-0.483	-6.476	1.543
20	594	金元1号	4.886	0.167	-7.715	0.297
21	30200	秋 八	3.342	-0.215	-7.159	-0.384
22	1524	荆 山 朴	5.571	-0.286	-8.368	-0.878
23 *	3077	九农9号	4.434	0.162	-7.219	1.178
24	2338	集体3号	2.987	0.078	-7.370	-1.284
25	36	金 元	4.394	0.660	-7.762	0.025
26	1100	大金黄	3.044	0.267	-7.748	0.343
27 *	3089	九农10号	5.213	0.083	-7.016	1.375
28 *	3263	吉林18号	4.506	0.080	-6.622	0.440
29	3262	吉林17号	4.869	0.306	-7.594	1.199
30	97	黄 宝 珠	2.628	0.405	-6.926	-0.738
31	3231	吉林16号	3.808	0.579	-7.863	-0.259
32	2430	铁丰18号	3.880	-2.560	-10.435	1.067
33	30017	十胜长叶	2.905	-1.891	-6.851	0.937
34 *	2850	晖 春 豆	4.435	-0.023	-6.852	1.279
35	1362	小金黄1号	1.261	1.669	-7.307	1.869

少, 收获指数低, 产量较低。显然, 第二主成份值小的品种产量较高 (见图1 A₂)。第三主成份的特征向量(L₃)株高分量为负值, 绝对值最大, 故称之为株高因子。绝对值较大的正值分量为收获指数; 单株粒重虽为负值, 但绝对值很小, 其他负值分量绝对值均较大。此结果说明, 熟期偏早、植株较矮类型材料, 在高肥条件下由于抗倒性强, 且干物质转化能力高, 所以产量并没有降低。显然, 第三主成份值大的品种耐肥 (见图1—

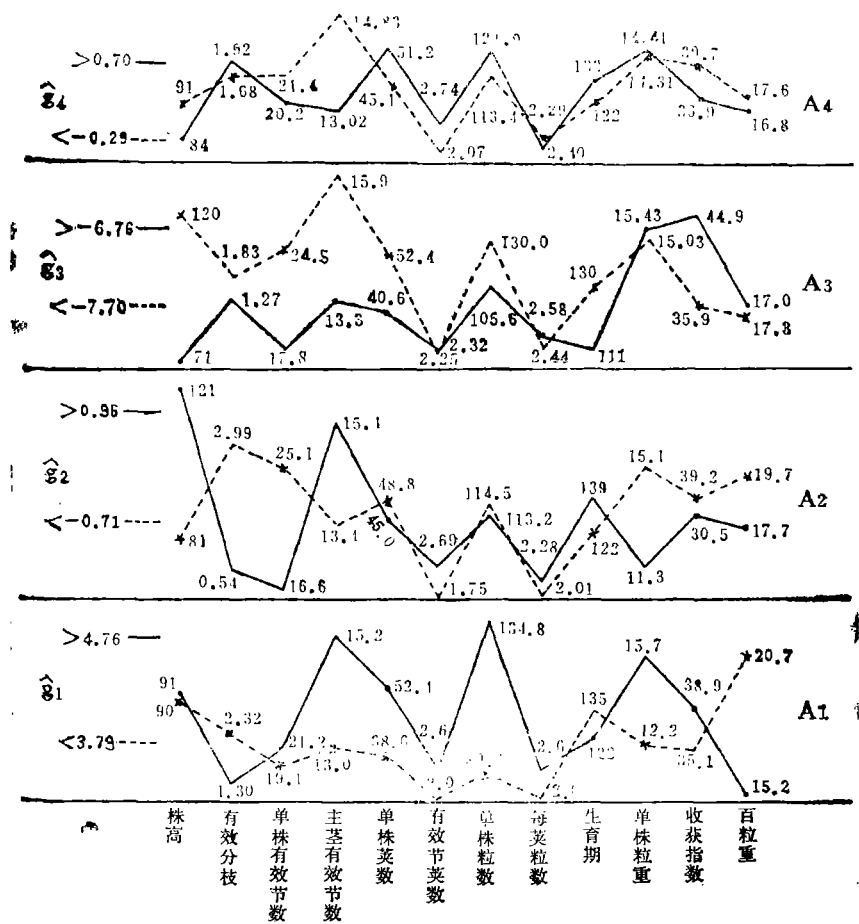


图1 主要成分分析

A₄)。第四主成份的特征向量(L₄)有效节莢数分量为正值, 绝对值最大, 故称之为第期数因子。绝对值较大的正值分量为生育期、单株莢数、单株粒数; 负值分量为主茎有效节数和株高。此结果说明, 熟期稍晚、株高偏矮的品种, 在高肥条件下, 莢数和粒数显著增加。可见, 第四主成份值大的品种, 这一特点明显(见图1-A₄)。

三、遗传距离测定及聚类分析

表6 类内类间遗传距离(D²)

	I	II	III	IV	V	VI	VII
I	3.284						
II	6.123	4.756					
III	7.478	6.722	4.472				
IV	8.690	8.500	10.722	0.960			
V	10.089	7.830	9.191	13.021	4.370		
VI	17.068	14.080	19.662	33.255	13.906	0	
VII	21.094	19.824	11.927	13.457	33.584	17.685	0

根据公式 $D^2_{ij} = \frac{n'}{\sum_{k=1}^n (\hat{g}_{ik} - \hat{g}_{jk})^2}$ 计算35个品种两两间的遗传距离, 共为 $C^2_{35} =$

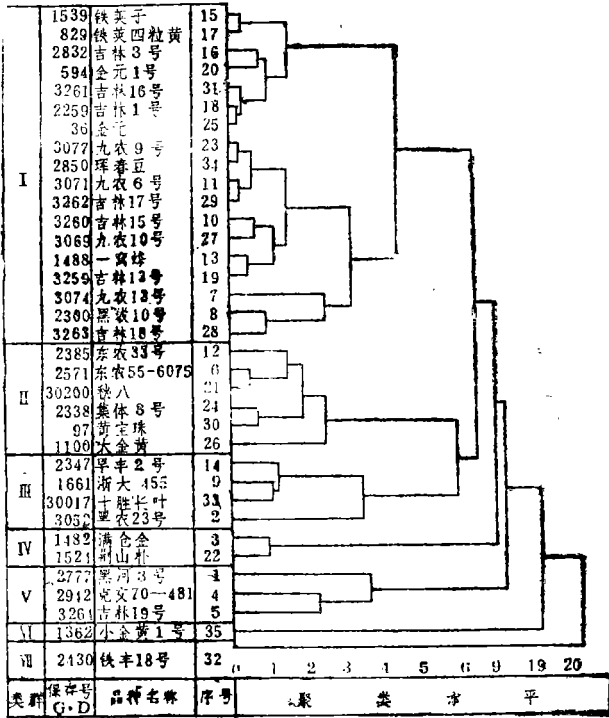


图2 35个大豆品种的聚类

表明, 选择具备上述特点的品种, 第一、三、四主成份值应越大越好, 第二主成份值应越小越好。按此原则, 我们从35份品种中选出11份材料, 用*号标于表2、表5内。

由表2可见, 供测品种生育期包括六个熟期组, 早熟组101~110天; 中早熟组111~120天, 中熟组121~130天; 中晚熟组131~140天; 晚熟组141~150天; 极晚熟组150天以上。选出的品种生育期平均为124天, 幅度111~135天, 中早熟组占46%, 中熟组和中晚熟组各占18%, 都不是晚熟材料。供测品种的株高可分为三级, 高秆100厘米以上; 中秆76~100厘米, 矮秆75厘米以下。选出品种的株高, 平均80厘米, 幅度56~92厘米, 矮秆占27%, 全是中矮秆材料。供测品种的有效分枝可分为四级, 分枝少1.0个以下; 分枝中等1.0~2.1个; 分枝多2.1~3.0个; 分枝极多3.0个以上。选出品种的有效分枝平均为1.29个, 幅度0.27~2.0个, 中等分枝品种占73%, 基本上属于中等分枝。供测品种的单株荚数可分为三级, 多荚45个以上, 中荚35~45个, 少荚35个以下。选出的品种单株荚数平均50.3个, 幅度42.4~59.6个, 中荚材料占18%, 大都是多荚材料。供测品种的单株粒数可分为三级, 多粒100粒以上, 中粒80~100个, 少粒80个以下。选出的品种单株粒数平均为127.8个, 全都属于多粒材料。供测品种的百粒重包括四级, 小粒12克以下, 中粒12~18克, 大粒18~28克, 极大粒24克以上。选出的品种百粒重平均为15.6, 幅度13.6~18.9, 15克以上的材料占82%, 基本属于中粒偏大材料。选出品种的倒伏指数, 幅度为0.00~

595个, 用类平均法进行聚类结果分为七个类群(见图2)。类内和类间的遗传距离计算结果列于表6。从表6可以看出, 同一类品种间的遗传距离相对较小; 类间的遗传距离相对较大, 与小麦、水稻等作物分析结果一致。

讨 论

一、主成份分析与品种鉴别

从上述主成份分析过程中可以看出, 在高肥条件下, 综合性状好, 产量较高品种的特点是: 熟期稍早, 中大粒, 中矮秆, 有效分枝中等, 多荚, 多粒。综上主成份分析结果

(I); 吉林16号由(吉林1号×十胜长叶)杂交育成, 吉林16号和吉林1号聚为一类(I); 吉林1号与吉林3号为姊妹系, 吉林3号和吉林1号聚为一类(I); 吉林13号由(吉林3号×琿春豆)杂交育成, 吉林13号和吉林3号聚为一类(I); 九农9号和九农10号都以九农2号为母本杂交育成, 二者聚为一类(I); 满仓金和黄宝珠, 吉林16号和黑农10号没有聚为一类。符合率达75%。

不同类间品种遗传距离相对较大, 优良品种(品系)的双亲基本是不同类的品种材料。早丰2号(Ⅲ)×大金黄(Ⅱ)育成吉林9号; 黄宝珠(Ⅱ)×金元(I)育成满仓金; 吉林1号(I)×十胜长叶(Ⅲ)育成吉林16号; 集体3号(Ⅱ)×铁荚四粒黄(I)育成吉林5号; 黑农10号(I)×秋八(Ⅱ)育成吉林19号; 满仓金(Ⅳ)×金元1号(I)育成公交5111-1; 吉林3号(I)×十胜长叶(Ⅲ)育成公交7015。优良品种双亲为同一类的有: 金元1号(I)×铁荚四粒黄(I)杂交育成吉林3号; 吉林3号(I)×琿春豆(I)杂交育成吉林13号和吉林14号。吉林3号的育种目标主要是抗大豆食心虫和适于机械化收获, 铁荚四粒黄是大豆食心虫抗源; 琿春豆, 经本所有关育种人员鉴定, 已不是吉林3号原来的亲本。另外, 小金黄1号是“东辽小金黄1号”, 晚熟类型材料, 也不是吉林10号(吉林11号)原来的亲本材料。

由上可见, 遗传距离反映了品种间的亲缘关系, 同类群的品种遗传距离较小, 亲缘关系较近; 不同类群品种遗传距离较大, 亲缘关系较远。品种间的遗传距离与亲缘关系基本上是一致的。但优良品种的双亲绝大多数为相邻两类的材料, 遗传距离相对较小; 优良品系的双亲绝大多数为较远两类的材料, 遗传距离相对较大。遗传距离是度量品种遗传差异, 选配亲本的重要参数。大豆品种资源, 在数量性状鉴定的基础上, 应用遗传距离测定及其聚类分析方法, 将可能更有效地为大豆育种提供亲本材料, 选配杂交组合。

主要参考文献

- [1] 明道绪: 1983, 遗传距离, 四川农学院印(油印本)。
- [2] 刘垂玕: 1981, 关于作物性状的遗传距离, 安徽农业科学, 水稻数量遗传论文专辑, 93-109。
- [3] 徐静斐, 汪路应: 1981, 水稻杂种优势与遗传距离, 安徽农业科学, 水稻数量遗传论文专辑: 65-71。
- [4] 潘佩堂: 1983, 小麦品种资源的聚类分析, 安徽农业科学: 28-32。

欢迎订阅《种子》双月刊

《种子》是贵州省种子学会主办的普及与提高相结合, 全面介绍各种农作物、果蔬、林木、花卉、牧草等有关种子方面科技知识的综合性刊物。主要刊登有关遗传育种、良种繁育、品种资源、种子生理、种子贮藏、种子精选、种子检验、仓贮害虫、种子经营管理等方面的学术论文、经验总结、专题调查报告、专题讲座、学术活动简讯等。同时, 设有新品种介绍专栏, 介绍省内外新育成的品种和新方法以及国内外种子工作动态。

本刊主要读者对象是农林院(校)师生, 农业科技人员及管理干部, 原(良)种场职工, 农村工作干部, 农村知识青年, 种子专业户等。

本刊代号66-22, 每期定价0.55元, 欢迎各单位和个人在当地邮局办理订阅手续。