

大豆主要数量性状遗传 规律的双列杂交分析[※]

陈 恒 鹤

(吉林市农业科学研究所大豆研究室)

提 要

以大豆5亲本配制10组合 F_1 资料对以籽粒产量为主的12种数量性状进行双列杂交分析。估算了一般与特殊配合力均方的比值 ($M. S. g./M. S. s.$)，一般与特殊配合力效应值 (\hat{g}_i 与 \hat{S}_{ij})，一般与特殊配合力方差及其比值 ($\hat{\sigma}_{g_i}^2/\hat{\sigma}_{S_{ij}}^2$)。探讨了 F_1 遗传信息对指导亲本选配及其它育种原则的可能性。

引 言

双列分析 (diallel analysis) 是近代数量遗传学研究纯合体杂交一代遗传信息的重要方法。Leffel and Weiss (1958) 认为，在自花授粉作物中研究杂种一代的价值至少有2点：(1) 亲本和 F_1 的表现在预测后代潜力上可能有用；(2) 杂种表现的遗传学解释在有效育种法的选择中有作用^[9]。Leffel 等、庄巧生等 (1963) 和 Hanson 等 (1967) 都认为，与异花授粉作物相比，自花授粉作物中大豆、小麦的上位性效应对杂种优势的贡献可能更大些，其纯系后代的性状与 F_1 之间的关系较为密切^[9, 2, 8, 3]。目前国内外对小麦水初等多种作物的配合力分析已广泛开展研究，只是大豆方面在国内尚未见报道。再者，大豆 F_1 产量性状的优势表现不能预测后代表现的结论^[1, 12]，依然是大豆育种工作中的传统观点。本文旨在应用配合力理论探讨 F_1 遗传信息对指导大豆亲本选配、组合鉴定等育种原则的可能性。

材 料 和 方 法

1979年选择在育种要求上各有特点的5个亲本品种 ($p=5$)，按 Griffing 方法4进行双列杂交，共配置10组合 ($a=\frac{1}{2}p(p-1)$)。1980年将杂交种子采用随机区组法种植，三次重复，2行区，行长4.75米，行距60厘米，株距30厘米。每区取样5株，以单株为测定单位按固定模型对开花期、生育日数、抗倒伏性、株高、分枝数、主茎节数、单株荚数、单株粒数、一荚粒数、百粒重、主茎生产率 and 单株粒重等12种数量性状，分别进行一般和特殊配合力等遗传参数的估算^[1, 7]。其中开花期为自6月1日至开第1朵花的日数；抗倒伏性是以完全匍匐为2分、直立为10分，分五级评分计算；主茎

※ 本文承蒙东北农学院王金陵教授、孟庆喜副教授及扬庆凯同志审阅，特此致谢。

生产率为主茎粒重占单株粒重的百分率。

结果和分析

表1. 随机区组的方差分析

变异来源	自由度 df	株高 (厘米)	分枝数	主茎节数	单茎荚数	一荚粒数	单粒数	百粒重	单粒重	主生产率	抗伏性	开花期	生育日数
重复	b-1=2	8.5	4.3	0.2	7988	0.010	57605	0.76	1681	391.9*	4.85	4.8	53.4
组合	a-1=9	7925.0	61.9	151.6	34905	0.534	187486	29.00	7594	4569.3	67.10	520.8	860.3
组合×重复	(a-1)(b-1)=18	321.1	3.6	3.6	4396	0.028	28511	11.30	1472	344.7	4.88	8.6	65.5
机误	(ab)(c-1)=120	65.9	1.8	4.9	1356	0.022	7677	1.05	312	54.0	1.36	0.3	4.3
总计	abc-1=149												

注: * 和 ** 分别达到 L.S.D. 0.05 和 L.S.D. 0.01 水平, 以下各表同。

表2. 配合力方差分析

变异来源	自由度 df	株高	分枝数	主茎节数	单茎荚数	一荚粒数	单粒数	百粒重	单粒重	主生产率	抗伏性	开花期	生育日数
一般配合力均方 M.S.g.	p-1=4	922.5	8.33	14.7	3917	0.070	18657	2.76	674.9	599.4	6.65	75.2	122.7
特殊配合力均方 M.S.s.	$\frac{1}{2}p(p-3)=5$	213.0	0.78	6.4	1056	0.008	7574	1.27	371.0	68.9	2.65	2.5	5.1
机误 M.S.e	ab(c-1)=120	4.4	0.12	0.33	90	0.0015	512	0.07	20.8	3.6	0.09	0.02	0.3
狭义遗传力 \hat{h}^2_n (%) [注]		98.9	66.4	33.4	44.3	57.9	33.5	30.0	23.9	74.8	40.5	95.2	89.6
M.S.g/M.S.s 比值		4.33	10.68	2.30	3.71	8.75	2.46	2.17	1.82	8.70	2.51	30.08	24.06

注: \hat{h}^2_n 系按随机模型公式计算的估值, 以便与 M.S.g/M.S.s 作相应比较。

随机区组方差分析资料表明,12种性状在组合间都存在极显著差异。表 2 的配合力方差分析进一步表明,各性状的一般配合力 (g. c. a.) 和特殊配合力 (s. c. a.) 均有极显著效应,说明这些数量性状的加性与非加性遗传效应均存在真实差异,而且加性效应普遍大于非加性效应。只是两类遗传效应的比率 (M. S. g./ M. S. s.) 在性状间有很大差别。用随机模型公式估算的 \hat{h}_N^2 与之相比,可显然看出 $\frac{M. S. g.}{M. S. s.}$ 与 \hat{h}_N^2 之间存在密切相关 ($r=0.725$, $n-2=10$ 时, $r_{0.01}=0.708$)。这就是说 M. S. g./M. S. s. 比值大的性状 \hat{h}_N^2 估值也较大;反之亦然。依照 M. S. g./M. S. s. 比值大小各性状顺序为:开花期>生育日数>分枝数>一荚粒数>主茎生产率>株高>单株荚数>抗倒伏性>单株粒数>主茎节数>百粒重>单株粒重。Baker (1978) 指出, $\frac{M. S. g.}{M. S. s.}$ 是衡量 g. c. a. 和 s. c. a. 相对重要性的指标^[7]。 $\frac{M. S. g.}{M. S. s.}$ 比值较大的性状如开花期、生育日数、分枝数、一荚粒数、主茎生产率和株高,以加性效应为主,受亲本影响较大,上下代间关系密切而比较固定,根据 g. c. a. 信息便可较可靠地予侧后代平均表现,早世代即有较好选择效果。反之, $\frac{M. S. g.}{M. S. s.}$ 比值较小的性状如单株荚数、抗倒伏性、单株粒数、主茎节数、百粒重、单株粒重,狭义遗传力较低,非加性效应相对较大,因此仅据 g. c. a. 不能可靠地预测后代表现;应该适当延迟个体选拔的世代,选配亲本更要周密考虑。

为了具体评价各亲本品种在不同性状上的遗传传递力和整齐度及各组合的特殊配合力,用固定模型公式估算了一般配合力效应值 (\hat{g}_i), 一般和特殊配合力方差及其比值 ($\hat{\sigma}_{gi}^2/\hat{\sigma}_{si}^2$), 以及特殊配合力效应值 (\hat{s}_{ij})。分别列入表3和表4。

表3. 5 个亲本系统的一般配合力效应值 (\hat{g}_i)、一般与特殊配合力方差及其比值 ($\hat{\sigma}_{gi}^2/\hat{\sigma}_{si}^2$)

亲 本 系 统	单 株 粒 重				单 株 荚 数			
	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{gi}^2$	$\hat{\sigma}_{si}^2$	$\hat{\sigma}_{gi}^2/\hat{\sigma}_{si}^2$	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{gi}^2$	$\hat{\sigma}_{si}^2$	$\hat{\sigma}_{gi}^2/\hat{\sigma}_{si}^2$
矮 大 豆 (1)	-12.6	153.2	220.4	0.70	-20.4	390.9	340.8	1.15
九 农 9 号 (2)	-12.7	155.7	73.7	2.11	-35.6	1244.1	454.7	2.74
九 农 1 号 (3)	23.6**	551.7	391.5	1.41	39.7**	1554.5	1344.1	1.16
黑 河 3 号 (4)	-2.4	0.2	315.6	0.0006	-11.0	97.2	1354.2	0.07
山 东 小 金 黄 (5)	4.1	11.3	166.2	0.07	27.3*	719.1	391.2	1.83
S.E. ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$)	3.7				7.7			
L.S.D. 0.05	7.4				15.4			
L.S.D. 0.01	9.7				20.3			

亲 本 系 统	单 株 粒 数				一 荚 粒 数			
	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{gi}^2$	$\hat{\sigma}_{si}^2$	$\hat{\sigma}_{gi}^2/\hat{\sigma}_{si}^2$	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{gi}^2$	$\hat{\sigma}_{si}^2$	$\hat{\sigma}_{gi}^2/\hat{\sigma}_{si}^2$
煙 大 豆 (1)	-61.6	3662	3306	1.11	-0.077	0.0055	0.0287	0.19
九 农 9 号 (2)	-87.1	7445	3569	2.09	0.016	-0.0001	0.0929	0.001
九 农 1 号 (3)	81.1 ^{**}	6436	10144	0.63	-0.167	0.0275	0.9990	0.03
黑 河 3 号 (4)	2.4	-131	9899	-0.01	0.239 ^{**}	0.0567	0.0682	0.83
山 东 小 金 黄 (5)	65.2 ^{**}	4115	2953	1.39	-0.011	-0.0003	0.0454	0.07
S.E. ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$)	18.5				0.032			
L.S.D. 0.05	36.6				0.062			
L.S.D. 0.01	48.5				0.082			

亲 本 系 统	百 粒 重				株 高			
	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{gi}^2$	$\hat{\sigma}_{si}^2$	$\hat{\sigma}_{gi}^2/\hat{\sigma}_{si}^2$	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{gi}^2$	$\hat{\sigma}_{si}^2$	$\hat{\sigma}_{gi}^2/\hat{\sigma}_{si}^2$
煙 大 豆 (1)	1.21 ^{**}	1.445	0.879	1.64	-16.1 ^{**}	258.7	215.0	1.20
九 农 9 号 (2)	-1.12	1.236	0.319	3.87	-13.6 ^{**}	182.4	36.1	5.05
九 农 2 号 (3)	0.45	0.181	0.639	0.28	19.6	383.4	48.5	7.91
黑 河 3 号 (4)	0.28	0.060	1.319	0.05	-8.2 ^{**}	65.2	73.2	0.89
山 东 小 金 黄 (5)	-0.82	0.654	0.835	0.78	18.2	330.4	135.2	2.44
S.E. ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$)	0.22				1.71			
L.S.D. 0.05	0.44				3.40			
L.S.D. 0.01	0.58				4.50			

亲 本 系 统	主 茎 节 数				分 枝 数			
	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{gi}^2$	$\hat{\sigma}_{si}^2$	$\hat{\sigma}_{gi}^2/\hat{\sigma}_{si}^2$	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{gi}^2$	$\hat{\sigma}_{si}^2$	$\hat{\sigma}_{gi}^2/\hat{\sigma}_{si}^2$
煙 大 豆 (1)	-2.71	7.26	6.07	1.20	-1.02	1.01	0.20	5.05
九 农 9 号 (2)	-0.75	0.47	0.53	0.89	-1.52	2.28	0.16	14.25
九 农 1 号 (3)	2.49 ^{**}	6.11	6.34	0.96	2.55 ^{**}	6.47	0.81	7.99
黑 河 3 号 (4)	-1.03	1.08	3.91	0.28	-0.75	0.53	0.78	0.68
山 小 东 金 黄 (5)	2.05 ^{**}	4.11	3.26	1.26	0.75 ^{**}	0.53	0.32	1.66
S.E. ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$)	0.5				0.28			
L.S.D. 0.05	0.9				0.55			
L.S.D. 0.01	1.2				0.73			

亲 本 系 统	主 茎 生 产 率				抗 倒 伏 性			
	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{ki}^2$	$\hat{\sigma}_{si}^2$	$\hat{\sigma}_{ki}^2/\hat{\sigma}_{si}^2$	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{pi}^2$	$\hat{\sigma}_{si}^2$	$\hat{\sigma}_{pi}^2/\hat{\sigma}_{si}^2$
魁 大 豆 (1)	11.76 ^{**}	137.3	27.6	4.97	1.43 ^{**}	2.02	1.58	1.28
九 农 9 号 (2)	11.89 ^{**}	140.4	48.4	2.90	1.79 ^{**}	0.60	0.79	0.76
九 农 1 号 (3)	-20.41	415.6	67.7	6.14	-1.81	3.25	2.87	1.73
黑 河 3 号 (4)	5.39 ^{**}	28.1	31.3	0.89	0.99 ^{**}	0.96	0.74	1.30
山 东 小 金 黄 (5)	-8.64	73.7	43.3	1.70	-1.41	1.96	2.55	0.77
S.E. ($\hat{g}_i - \bar{g}_i$)	1.55				0.25			
L.S.D. 0.05	3.07				0.49			
L.S.D. 0.01	4.06				0.64			

亲 本 系 统	开 花 期				生 育 日 数			
	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{ki}^2$	$\hat{\sigma}_{si}^2$	$\hat{\sigma}_{ki}^2/\hat{\sigma}_{si}^2$	\hat{g}_i	$\hat{\sigma}_{ki}^2$	$\hat{\sigma}_{si}^2$	$\hat{\sigma}_{ki}^2/\hat{\sigma}_{si}^2$
魁 大 豆 (1)	-3.89 ^{**}	15.13	2.03	7.45	-4.15 ^{**}	17.14	3.85	4.45
九 农 9 号 (2)	-1.15 ^{**}	1.32	0.51	2.59	0.68	0.38	2.27	0.17
九 农 1 号 (3)	8.08	65.28	2.09	31.23	7.78	7.70	3.35	2.30
黑 河 3 号 (4)	-4.15 ^{**}	17.22	2.58	6.67	-8.32 ^{**}	69.14	4.35	15.89
山 东 小 金 黄 (5)	1.11	1.23	0.99	1.24	4.01	16.00	2.25	7.11
S.E. ($\hat{g}_i - \bar{g}_i$)	0.12				0.45			
L.S.D. 0.05	0.23				0.89			
L.S.D. 0.01	0.30				1.17			

表4. 10组合 F_1 的特殊配合力效应值 (\hat{S}_{ij}) 和平均值 (X_{ij})

杂 交 组 合	单 株 粒 重		单 株 荚 数		单 株 粒 数		一 荚 粒 数	
	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}
魁大豆 × 九农9号 ($\hat{S}_{1 \times 2}$)	7.38	47.4	16.70	93.1	58.45	234.3	0.113	2.52
魁大豆 × 九农1号 ($\hat{S}_{1 \times 3}$)	-16.62	59.7	-18.43	133.3	-60.68	283.3	-0.093	2.13
魁大豆 × 黑河3号 ($\hat{S}_{1 \times 4}$)	-8.22	42.1	-16.20	84.8	-42.85	222.5	-0.010	2.62
魁大豆 × 山东小金黄 ($\hat{S}_{1 \times 5}$)	17.45 ^{**}	74.3	17.93	157.2	45.08	373.2	-0.006	2.37
九农9号 × 九农1号 ($\hat{S}_{2 \times 3}$)	4.38	80.6	-27.40	109.1	-71.45	247.1	-0.053	2.27
九农9号 × 黑河3号 ($\hat{S}_{2 \times 4}$)	-13.62	36.6	-9.77	76.0	-33.02	206.9	-0.001	2.72
九农9号 × 山东小金黄 ($\hat{S}_{2 \times 5}$)	1.85	58.6	20.47	144.5	46.02	348.7	-0.060	2.41
九农1号 × 黑河3号 ($\hat{S}_{3 \times 4}$)	26.68 ^{**}	113.2	55.10 ^{**}	216.2	149.55 ^{**}	557.6	0.040	2.58
九农1号 × 山东小金黄 ($\hat{S}_{3 \times 5}$)	-14.45	78.6	-9.27	190.1	-17.42	453.4	0.100	2.39
黑河3号 × 山东小金黄 ($\hat{S}_{4 \times 5}$)	-4.85	62.2	-29.13	119.5	-73.68	318.5	-0.027	2.67

杂 交 组 合	单 株 粒 重		单 株 荚 数		单 株 粒 数		一 荚 粒 数	
	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}
S.E. ($\hat{S}_{ij}-\hat{S}_{ik}$)	5.27		10.95		26.13		0.0447	
L.S.D. 0.05	10.43		21.68		51.74		0.089	
L.S.D. 0.01	13.79		28.70		68.38		0.117	
S.E. ($\hat{S}_{ij}-\hat{S}_{kl}$)	3.72		7.75		18.48		0.0316	
L.S.D. 0.05	7.37		15.35		36.59		0.063	
L.S.D. 0.01	9.74		20.33		48.36		0.083	

杂 交 组 合	百 粒 重		株 高		主 茎 节 数		分 枝 数	
	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}
煌大豆×九农9号 ($\hat{S}_{1 \times 2}$)	0.817 ^{**}	20.9	2.93	46.3	0.50	15.1	0.30	2.5
煌大豆×九农1号 ($\hat{S}_{1 \times 3}$)	0.150	21.8	-21.43 ^{**}	55.1	-3.53	14.3	-0.17	6.1
煌大豆×黑河8号 ($\hat{S}_{1 \times 4}$)	-1.383	20.1	6.53	55.3	0.63	14.9	-0.67	2.3
煌大豆×山东小金黄 ($\hat{S}_{1 \times 5}$)	0.417	20.8	11.97	87.1	2.40 ^{**}	19.8	0.53	5.0
九农9号×九农1号 ($\hat{S}_{2 \times 3}$)	0.083	19.4	6.70	85.8	0.90	20.7	-0.47	5.3
九农9号×黑河8号 ($\hat{S}_{2 \times 4}$)	-0.550	18.6	-1.43	49.9	-1.03	15.2	-0.37	2.1
九农9号×山东小金黄 ($\hat{S}_{2 \times 5}$)	-0.350	17.7	-8.20 ^{**}	69.5	-0.37	19.0	0.53	4.5
九农1号×黑河8号 ($\hat{S}_{2 \times 4}$)	0.883 ^{**}	21.6	6.70	91.2	2.53 ^{**}	22.0	1.37 ^{**}	7.9
九农1号×山东小金黄 ($\hat{S}_{3 \times 5}$)	-1.117	18.5	8.03	118.9	0.10	22.7	-0.73	7.3
黑河8号×山东小金黄 ($\hat{S}_{4 \times 5}$)	1.050 ^{**}	20.5	-11.80 ^{**}	71.3	-2.13	16.9	-0.32	4.5
S.E. ($\hat{S}_{ij}-\hat{S}_{ik}$)	0.3055		2.42		0.66		0.40	
L.S.D. 0.05	0.605		4.79		1.31		0.79	
L.S.D. 0.01	0.799		6.33		1.73		1.05	
S.E. ($\hat{S}_{ij}-\hat{S}_{kl}$)	0.0216		1.71		0.47		0.28	
L.S.D. 0.05	0.428		3.39		0.93		0.55	
L.S.D. 0.01	0.565		4.48		1.23		0.73	

杂 交 组 合	主 茎 生 产 率		抗 倒 伏 性		开 花 期		生 育 日 数	
	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}
煌大豆×九农9号 ($\hat{S}_{1 \times 2}$)	3.97	78.0	-0.85	10.0	-0.90 ^{**}	6.8	1.93	117.5
煌大豆×九农1号 ($\hat{S}_{1 \times 3}$)	5.07 [*]	46.8	1.75 ^{**}	10.0	0.77	17.7	-1.37 [*]	121.3
煌大豆×黑河8号 ($\hat{S}_{1 \times 4}$)	-2.53	65.0	-1.05	10.0	1.60	6.3	-2.07 ^{**}	104.5
煌大豆×山东小金黄 ($\hat{S}_{1 \times 5}$)	-6.50	47.0	0.15	8.8	-1.47 ^{**}	8.5	1.50	120.4
九农9号×九农1号 ($\hat{S}_{2 \times 3}$)	-8.17	33.7	-0.02	7.6	0.83	20.5	0.60	128.1

杂 交 组 合	主 茎 生 产 率		抗 倒 伏 性		开 花 期		生 育 日 数	
	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}	\hat{S}_{ij}	X_{ij}
九农9号×黑河3号 ($\hat{S}_{2 \times 4}$)	7.63 ^{**}	75.3	-0.42	10.0	-0.13	7.3	-1.50 [*]	109.9
九农9号×山东小金黄 ($\hat{S}_{2 \times 5}$)	-3.43	50.2	1.28 ^{**}	9.3	0.20	12.9	-1.03	122.7
九农1号×黑河3号 ($\hat{S}_{3 \times 4}$)	-5.97	29.4	0.58	8.4	-2.17 ^{**}	14.5	2.40	120.9
九农1号×山东小金黄 ($\hat{S}_{3 \times 5}$)	9.07 ^{**}	30.4	-2.32	3.1	0.57	22.5	-1.63 [*]	129.2
黑河3号×山东小金黄 ($\hat{S}_{4 \times 5}$)	0.87	48.0	0.88 [*]	9.1	0.70	10.4	1.17	115.9
S.E. ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ik}$)	2.19		0.346		0.163		0.63	
L.S.D. 0.05	4.34		0.685		0.32		1.25	
L.S.D. 0.01	5.73		0.905		0.43		1.65	
S.E. ($\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{kl}$)	1.55		0.245		0.115		0.45	
L.S.D. 0.05	3.07		0.485		0.23		0.89	
L.S.D. 0.01	4.06		0.641		0.30		1.18	

以上各项估值的计算公式如下:

$$\text{一般配合力平方和 } S.S._{g.} = \frac{1}{p-2} \sum_i X_{i.}^2 - \frac{4}{p(p-2)} X_{..}^2 \quad \text{特殊配合力平方和 } S.S._{s.} =$$

$$\sum_{i,j} X_{ij}^2 - \frac{1}{p-2} \sum_i X_{i.}^2 + \frac{2}{(p-1)(p-2)} X_{..}^2 \quad \text{机误均方 } M.S.e. = \frac{1}{bc} V_e$$

式中 p = 亲本数目, $X_{i.}$ = 某一亲本正交各组合总值,

$X_{..}$ = 全部组合总值, X_{ij} = 每组合平均值,

b = 重复数, c = 每区取样株数, V_e = 随机区组机误方差。

$$\text{一般配合力效应值 } (\hat{g}_i) = \frac{1}{p(p-2)} (pX_{i.} - 2X_{..})$$

$$\text{特殊配合力效应值 } (\hat{s}_{ij}) = X_{ij} - \frac{1}{p-2} (X_{i.} + X_{j.}) + \frac{2}{(p-1)(p-2)} X_{..}$$

$$\text{一般配合力方差 } (\hat{\sigma}_{g.}^2) = (\hat{g}_i)^2 - \frac{p-1}{p(p-2)} \hat{\sigma}^2$$

$$\text{特殊配合力方差 } (\hat{\sigma}_{s.}^2) = \frac{1}{p-2} \sum_{i \neq j} \hat{s}_{ij}^2 - \frac{p-3}{p-2} \hat{\sigma}^2$$

式中 X_{ij} = 第 i 亲本和第 j 亲本杂交组合的 F_1 平均值,

$X_{j.}$ = 另一亲本正交各组合总值, $\hat{\sigma}^2$ = 配合力机误方差, 余同上。

一、生育日数和开花期

这是二个以加性遗传效应为主的性状, 其 $M.S._{g.}/M.S._{e.}$ 比值分别为 24.06 和 30.08。这两种性状的遗传效应在方向和程度上是完全一致的。与其余10性状相比, 仅

据一般配合力 (g.c.a) 信息对单交后代开花期和生育日数的表现都可具有最可靠的预测性^[7]。按照早熟育种目标要求, 在表 3 中可见, 亲本 1 和 4 都有极显著的负向一般配合力效应值 (\hat{g}_i), 而且亲本 1 和 4 之间也有极显著差异, 尤以亲本 4 的负值为大。在 $\hat{\sigma}_{a_i}^2/\hat{\sigma}_{e_i}^2$ 比值上, 两亲本都较大, 只是在 $\hat{\sigma}_{a_i}^2$ 估值上, 亲本 4 稍大于亲本 1。说明亲本 4 的早熟性传递力较强而波动变化较大, 亲本 1 传递力稍差但较为整齐。在表 4 中可以进一步看出, 在成熟期上, $\hat{s}_{1 \times 4}$ 获得的 \hat{s}_{1i} 负值最大, 是属于两亲 \hat{g}_i 负值均极显著的组合; 在开花期上 $\hat{s}_{3 \times 4}$ 获得 \hat{s}_{1i} 负值最大, 是属于一个 \hat{g}_i 负值显著的亲本和一个 \hat{g}_i 正值显著的亲本交配的组合。在二性状上 \hat{s}_{1i} 表现显著负值的其余组合, 几乎都有一个早熟亲本 (亲本 1 或 4) 参与交配。由此进一步证明, 培育创造早熟品种必须具备早熟基因源^[5]。

二、株高、分枝数和主茎生产率

其 M.S._g/M.S._e 都较大, 分别为 4.33, 10.68 和 8.70, 表明也以加性遗传效应为主, 根据 g.c.a. 效应对后代表现也有较可靠的预测性。当前大豆高产育种的关键是抗倒伏, 因而在选择方向上要求株高偏矮、分枝偏少、主茎生产率偏高。

在株高上, 亲本 1、2、4 的 \hat{g}_i 都表现极显著 \hat{g}_i 负值。其中亲本 1 的 \hat{g}_i 负值最大, 而且 $\hat{\sigma}_{a_i}^2$ 值也最大, 表明亲本 1 的矮秆性状传递力强而变化大, 其杂交后代可能出现多种多样的株高类型, 是一个较理想的矮源。 $\hat{s}_{1 \times 3}$ 的 \hat{s}_{1i} 负值最大, 是属于一个 \hat{g}_i 负值最大的亲本与一个 \hat{g}_i 正值最大的亲本参与的杂交组合, 产生了基因互补作用。其余 \hat{s}_{1i} 为显著负值的组合, 也都具有一个 \hat{g}_i 为显著负值的亲本。

分枝数和主茎生产率是密切连系而表现相反的两种性状。因此在选择方向上必须协调一致才可奏效。按照选育适于密植的主茎型育种目标要求, 亲本 1、2 和 4 都具有减少分枝和增加主茎生产率的极显著遗传效应。尤以亲本 2 的效应值为最大, 是一个在减少分枝增加主茎生产率上有较好传递力的亲本。 $\hat{s}_{2 \times 4}$ 在两性状上获得最佳 \hat{s}_{1i} 是属于两个 g.c.a. 效应均好的亲本杂交的组合。

三、主茎节数和抗倒伏性

其 M.S._g/M.S._e 比值分别为 2.30 和 2.51, 表明加性效应仍成倍大于非加性效应, 但与上述五性状相比, 非加性遗传效应显然增加, 故据 g.c.a. 信息对后代表现缺乏足够的预测可靠性。

在主茎节数上, 亲本 3 和 5 的 \hat{g}_i 表现极显著, 二品种之间没有显著差异。 $\hat{s}_{3 \times 4}$ 产生了互补作用, 表现最大 \hat{s}_{1i} 估值, 属于一个 g.c.a. 效应好的亲本与另一个 g.c.a. 效应较差亲本杂交的组合。

在抗倒伏性上, 亲本 1、2 和 4 都有极显著 \hat{g}_i 值, $\hat{\sigma}_{a_i}^2/\hat{\sigma}_{e_i}^2$ 比值大小顺序是 4—1—2, 表明亲本 1 抗倒伏性的传递力较强而波动性较大, 亲本 4 则较为整齐。 $\hat{s}_{1 \times 3}$ 获得最佳 \hat{s}_{1i} 值, 是属于一个 g.c.a. 效应最佳的亲本和另一个 g.c.a. 效应最差的亲本交配

的组合, 表现了明显的互补效应。

由上可见, 主茎节数与抗倒伏性二性状间存在明显的反函数关系。主茎节数多的亲本 3 和 5 就不抗倒伏, 而抗倒伏的亲本 1、2 和 4, 则主茎节数较少。而 $\hat{s}_{3 \times 4}$ 和 $\hat{s}_{1 \times 5}$ 两组合在二性状上都获得 \hat{s}_{ij} 正值, 特别是主茎节数的 \hat{s}_{ij} 达到极显著水平, 说明基因互补效应是很明显的。

四、籽粒产量构成因素

1. 一荚粒数

$M.S._g/M.S._e$ 比值为 8.75, 表明以加性遗传效应为主, 据 g.c.a. 信息就可对后代表现有较可靠的可预测性。亲本 4 有极显著 \hat{g}_i 值, $\hat{\sigma}_{gi}^2/\hat{\sigma}_{ei}^2$ 比值最大, $\hat{\sigma}_{ei}^2$ 估值极小, 表明在增加一荚粒数上是一个传递力较强而整齐的亲本。 $\hat{s}_{1 \times 2}$ 获得最大 \hat{s}_{ij} 值, 是属于二个 g.c.a. 效应较差的亲本交配的组合。但从 F_1 平均值 (X_{ij}) 尚可看出亲本 4 参与的杂交组合仍有表现一荚粒数较多的趋势。

2. 单株荚数和单株粒数

$M.S._g/M.S._e$ 比值分别为 3.71 和 2.46。虽然加性遗传效应仍显著大于非加性效应, 但对这二种性状后代表现的可预测性, 显然远不如一荚粒数。亲本 3 和 5 在此二性状上都有极显著 \hat{g}_i 值, 其中亲本 3 的 \hat{g}_i 值和 $\hat{\sigma}_{gi}^2$ 值都较大, 表明传递力和波动较大。 $\hat{s}_{3 \times 4}$ 二性状都获得最佳 \hat{s}_{ij} 值, 属于一个 g.c.a. 效应较好的亲本与一个 g.c.a. 效应较差而波动方差 ($\hat{\sigma}_{ei}^2$) 大的亲本交配的组合, 产生互补效应。

3. 百粒重

$M.S._g/M.S._e$ 比值为 2.17, 表明加性效应较非加性效应为大, 但与以上诸性状相比, 据 g.c.a. 信息预测后代表现的可靠性就更差一些。亲本 1 有极显著 \hat{g}_i 值, $\hat{\sigma}_{gi}^2/\hat{\sigma}_{ei}^2$ 比值也较大, 表明是一个较好的大粒型亲本。 $\hat{s}_{4 \times 5}$ 获得最大 \hat{s}_{ij} 值, 是属于二个 g.c.a. 效应均较差的亲本参与的组合。但从 F_1 平均值 (X_{ij}) 可见, 亲本 1 配制的组合百粒重普遍较大。

4. 单株粒重

$M.S._g/M.S._e$ 比值最小, 为 1.82。与以上 11 种性状相比, 据 g.c.a. 效应预测后代表现的可靠性最差。但仍表明加性效应显然大于非加性效应, 这就为不断创造高产新品种提供了遗传基础。亲本 3 的 \hat{g}_i 值极显著, $\hat{\sigma}_{gi}^2/\hat{\sigma}_{ei}^2$ 比值和 $\hat{\sigma}_{gi}^2$ 值都比较大, 表明传递力较强而波动变化较大。 $\hat{s}_{3 \times 4}$ 获得最大 \hat{s}_{ij} 值, 表现明显的互补作用, 是属于一个 g.c.a. 效应较好而 $\hat{\sigma}_{gi}^2$ 值较大的亲本与一个 g.c.a. 效应较差, $\hat{\sigma}_{ei}^2$ 值较大的亲本交配的组合。

另外, 按照 Singh (1975) 的论点, 籽粒产量的 \hat{s}_{ij} 为显著负值, 表明该组合的上位性效应在杂种优势中起到更大的作用^[6]。本试验的 $\hat{s}_{1 \times 3}$ 、 $\hat{s}_{2 \times 4}$ 和 $\hat{s}_{1 \times 4}$ 三组合的 \hat{s}_{ij} 都达到极显著或显著负值, 而且其平均优势率分别达到 159.7、136.6 和 162.5%, 表明三组合中都可能出现早熟高产的优良后代。 $\hat{s}_{3 \times 5}$ 组合的 \hat{s}_{ij} 虽也达到极显著负值并具有较强优势, 因缺乏早熟其因源, 难以出现符合早熟要求的优良后代。

讨 论

本试验所用5亲本在不同性状上表现了不同的g.c.a.效应。g.c.a.效应与亲本的品种特点有密切关系,如矮秆大粒型的亲本1虽然一般产量性状表现较差,但对降低株高、增加百粒重、提高抗倒伏性都有最佳g.c.a.效应。密植主茎型的亲本2对提高主茎生产率有最佳 \hat{g}_1 值。繁茂丰产型的亲本3对增加单株粒重、单株荚数、单株粒数、主茎节数及分枝数都有最大 \hat{g}_1 值,是较好的高产亲本,缺点是成熟晚,容易倒伏。早熟主茎型的亲本4对提早成熟、增加一荚粒数有最佳 \hat{g}_1 值,并对降低株高、提高主茎生产率和抗倒伏性都有极显著g.c.a.效应。另一个繁茂丰产型的亲本5,其大部分产量性状的品种平均值优于亲本3,但在g.c.a.效应上显然不如亲本3优越。由此表明,g.c.a.效应虽与亲本的品种特点有关,但特点相似的不同亲本品种之间可能出现显著不同的g.c.a.效应。在育种工作中,如能测验多种特点相似的品种类型的g.c.a.效应,就可以根据广泛的育种目标,选择改良所要求的具有一定特点的性状并且g.c.a.效应较好的亲本来配置杂交组合,从而事半功倍地提高育种效率。

从12种性状获得最佳 \hat{s}_{1j} 值的组合来看,除百粒重和一荚粒数外,都属于有一个或二个都是g.c.a.效应好的亲本参与交配的组合。产量育种是对各种性状的综合选择。亲本选配比较理想的组合应该是:一个是尽可能多地在产量性状上有较好g.c.a.效应的亲本,另一个是能在弥补前者缺陷的选择性状上有好的g.c.a.效应,并在产量性状上是波动方差($\hat{\sigma}_{s_1}^2$)较大的亲本。这样的组合可以在综合性状上产生最佳互补效应。如亲本3,单株粒重、单株荚数、单株粒数和主茎节数都表现最佳g.c.a.效应,主要缺点是晚熟易倒伏,百粒重较小、一荚粒数较少。而亲本1和4虽然产量性状的g.c.a.效应较差,但分别在增加百粒重和一荚粒数、提早成熟和提高抗倒伏性上有最好或较好的g.c.a.效应。因而 $\hat{s}_{3 \times 4}$ 组合在最多的产量性状和其它农艺性状上获得最佳 \hat{s}_{1j} 值并达显著和极显著水平。这样的组合比较有可能出现综合性状都较好的后代。 \hat{s}_{1j} 组合在提早成熟、降低株高、提高主茎生产率和抗倒伏性上表现最佳 \hat{s}_{1j} 值并达到显著水平,而单株粒重—单株粒数、单株荚数的 \hat{s}_{1j} 表现显著和极显著负值,并且都具有较强的杂种优势,表明该组合的产量性状上位性效应起重要作用,自交后代较易保持优势,所以也有可能出现综合性状较好的早熟高产后代。

上述试验结果可以表明,配合力分析的 F_1 遗传信息确有指导亲本选配、组合鉴定等育种原则的可能性。比单纯根据 F_1 平均值评价亲本和预测后代表现,显然有了进一步的充分依据。北京农大在小麦育种经验总结中提到: F_1 产量性状与后代平均值有密切相关^[3]。王金陵教授提倡大豆早世代建立按组合混合的群体测产区^[1]。这些结论和论点的遗传学基础,都与 F_1 产量性状杂种优势中上位性效应作用的大小及配合力原理有关。关于大豆配合力分析的研究目前还进行不多,尤其缺乏国内资料借鉴。本试验限于采用亲本较少只宜应用固定模型的统计分析^[6,7],因此,对于文中得出的难免具有局限性的论点,尚需重复验证和深入研究其适用范围和有效程度。

参 考 文 献

1. 王金陵等：1979。大豆杂交组合早期世代鉴定的研究。遗传学报 6（2）：216—223。
2. 庄巧生等：1963。冬小麦亲本选配的研究，I. 杂种第一代优势和配合力的分析，作物学报 2（2）：117—129。
3. 张树榛等：1980，小麦抗锈育种工作中几个问题的探讨，作物学报 6（2）：75—84。
4. 廖佩言：1980，水稻主要性状配合力的分析，遗传 2（5）：22—24。
5. 陈恒鹤：1981，大豆早熟高产的遗传规律及其在育种程序中的应用，中国农业科学第1期：29—32。
6. Griffing, B.: 1956, (莫惠栋等译1980年)，双列杂交系统的一般与特殊配合力概念，转载：江苏农学院学报 1（1）：62—64，1（2）：55—63，1（4）：55—64。
7. Baker, R.J. 1978. Issue in diallel analysis. Crop Science 18:533—536.
8. Hanson, W.D., et al. 1967. Evaluation of a population of soybean genotypes with implications for improving self-pollinated crops. Crop Science, 7: 99—103.
9. Leffel, R.C. and Weiss, M.G., 1958. Analysis of diallel crosses among ten varieties of soybeans. Agronomy Journal 50: 528—534.
10. Paschal, H.E., H., and J.R. Wilcox: 1975. Heterosis and combining ability in exotic soybean germplasm. Crop Science, 15: 344—349.
11. Weber, C.R. et al.: 1970. Heterosis performance and combining ability of twoway F_1 soybean hybrids. Crop Science, 10: 159—160.
12. Weiss, M.G., et al., 1947. Early generation testing in soybeans. Jour. Amer. Soc. Agron. 39: 791—811

DAILEL ANALYSIS OF INHERITABLE ROLES OF MAIN QUANTITATIVE CHARACTERS IN SOYBEANS

Chen Heng-he

(Research Laboratory of Soybean Jilin Institute of
Agricultural Sciences, Jilin Province)

Abstract

Diallel analysis of 12 kinds of seed yielding components and other quantitative characters based on F_1 data of 10 crosses of five parental lines in soybean are proceeded. Estimation of the ratio of general and specific combining ability mean square (M.S.g/M.S.s.), general and specific combining ability effects (\hat{g}_i and \hat{s}_{ij}), general and specific combining ability variance ($\hat{\sigma}_{gi}^2$ and $\hat{\sigma}_{sij}^2$), and the ratio of general and specific combining ability variance ($\hat{\sigma}_{gi}^2 / \hat{\sigma}_{sij}^2$) are made. The probability of F_1 's genetic information for leading in choose parents, and other breeding principles are approached.