

大豆杂种优势及其高优势组合选配的研究^{*}

I. F₁ 代子粒产量的杂种优势与高优势组合选配

王曙明¹ 孙 寰¹ 王跃强¹ 赵丽梅¹ 李 楠² 付连舜³
李卫东⁴ 齐 宁⁵ 邢 邯⁶ 李 磊⁷

(1. 吉林省农业生物技术重点开放实验室, 公主岭 136100; 2. 吉林市农科院, 九站 132101;
3. 铁岭市农科院, 铁岭 112616; 4. 河南省农科院, 郑州 450002; 5. 黑龙江省农科院合江农科所,
佳木斯 154007; 6. 山东省农科院, 济南 250100; 7. 阜阳市农科所, 阜阳 236031)

摘要 本研究的主要目的是明确大豆杂种优势的大小, 探讨大豆杂种优势的遗传规律, 筛选出一批高优势组合。试验共选用国内与国外引入的优良大豆品种(品系)715份做亲本, 其中国内品种(品系)624个国外引入品种(品系)91个从1996至2000年分别在七个地点配制杂交组合1326个并进行F₁代子粒产量测定。试验采用间比法按熟期组及组合顺序排列, 二次重复, 以当地相近熟期组的主推品种为对照品种。从中筛选出176个优势较高的组合, 进行第二次产量测定, 方法与第一次测产相同, 试验在二个地点同时进行。研究结果表明, 高亲优势率平均为6.8%, 对照优势率平均为11.9%, 高亲优势率超过30%以上的组合占19.8%, 对照优势率超过30%以上的组合占25.3%, 高亲与对照优势率同时超过20%以上的组合占18.3%。对不同组合杂种优势的分析显示, “本地品种×本地品种”组合的杂种优势低于“本地(引入)品种×引入品种”的组合, 而“本地(引入)品种×引入品种”组合的杂种优势又低于“中国品种×国外品种”的组合, 这种趋势是较为明显的。二次测产组合结果显示, 高亲优势率平均为22.5%, 对照优势率平均为21.1%, 高亲与对照优势率同时超过20%以上的组合占22.1%。这说明从一次测产组合中筛选出的高优势组合有大部分会被淘汰掉, 而通过二次测产所筛选出的高优势组合应具有一定的可靠性。通过二次测产, 最终筛选出39个高优势组合。

关键词 大豆; 杂种优势; 高优势组合

中图分类号 S 565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2002)03-0161-07

植物杂种优势的利用是大幅度提高作物产量最有效的措施之一。玉米、水稻、油菜等作物杂交种的广泛应用极大地促进了世界粮食产量的增长。迄今为止, 大豆是尚未在商业上利用杂种优势的主要农作物。尽管人们很早就注意到了大豆的杂种优势现象^[19]并发现了一些遗传雄性不育系^[17], 而且, 已有数个大豆不育系专利公诸于世, 然而, 这些专利均无法实施。直到大豆质核互作雄性不育系的发现及其“三系”配套, 才使得大豆杂种优势的利用成为可能^[6, 7, 12]。

利用杂种优势的前提之一是大豆杂种在子粒产量上需表现出足够的杂种优势。有关大豆杂种优势的研究, 国内外曾做过一些报导^[1-5, 8, 9, 13, 15, 16, 18]。Burton(1987)^[10]曾对9个试验共计275个组合进行过总结, 平均高亲优势为20.2%~3.3%, 平均中亲优势为35.5%~7.9%, 其中, 三个以小区、多环境(地点、年份)下的35个组合的结果, 平均高亲优势为20.4%~6.9%; 总体而言, 有85%的组合表现出中亲优势, 62%的组合表现出高亲优势。Raut等(1988)对8个组合的研究结果, 平均高亲优势为

^{*} 收稿日期: 2001-11-30

项目来源: 国家计委“九五”科技攻关重点项目(96-120-14)的一部分。

作者简介: 王曙明(1963-), 男, 研究员, 硕士, 从事大豆遗传育种与大豆杂种优势利用研究。

25.11%。Metha 等(1984)^[15]以 11 个亲本配制 12 个组合,高亲优势(单株产量)从 3.64%至 249%。东北农学院(1977)^[11]对 49 个组合的研究结果显示,平均中亲优势 11.2%,平均高亲优势—6.5%(—60.5~117.7%)。马育华和盖钧镒(1983)^[3]以 5 个亲本配制 10 个组合,平均中亲优势 59.1%,平均高亲优势 17.2%。黄承运等(1993)^[4]对 15 个组合的研究结果,平均中亲优势为 18.7%,平均高亲优势为 9.0%。贺春林等(1990)^[3]以 6 个夏大豆品种为亲本配制 15 个杂交组合,平均高亲优势达 60.5%。以上研究结果充分表明,大豆产量的杂种优势是较为明显的。但由于这些研究大多数试验规模较小,并且主要是侧重于遗传及常规育种方面。为此,从 1996 至 2000 年,吉林省农科院组织全国七家科研单位开展了大规模杂种优势的测定研究。本项研究的主要目的是:明确大豆杂种优势的大小,探讨大豆杂种优势的遗传规律,筛选出一批高优势组合,为将来大豆杂种优势的应用提供理论依据和物质基础。

1 材料和方法

1.1 材料

本研究共选用国内与国外引入的优良大豆品种(品系)715 份做亲本,其中国内品种(品系)624 个,国外引入品种(品系)91 个。

1.2 试验方法

从 1996 至 2000 年分别在佳木斯、九站、公主岭、铁岭、济南、郑州和阜阳配制杂交组合 1326 个,并进行 F₁ 代子粒产量测定。试验采用间比法按熟

期组及组合顺序排列,二次重复,单行区或二行区,每小区播种粒数不少于 30 粒,小区测产面积不低于 2.5m²。每组种植父母本及其 F₁,每隔 15 个组合种植一对照品种,对照品种采用当地相近熟期组的主推品种。对于从第一次产量测定中筛选出的高优势组合进行重新配制,次年进行第二次测产,方法与第一次测产相同,试验在二个地点同时进行。

大豆杂种优势计算方法如下:
高亲优势率(%)=(F₁—P_h)/P_h×100;
中亲优势率(%)=(F₁—M_p)/M_p×100;
对照优势率(%)=(F₁—CK)/CK×100。
F₁ 为杂种一代产量;P_h 为高值亲本产量;M_p 为两亲本平均产量;CK 为对照品种产量。

2 结果与分析

2.1 大豆杂种 F₁ 代子粒产量杂种优势的平均表现
各地点 F₁ 代子粒产量的杂种优势列于表 1。由表 1 可以看出,七个地点共测定 1326 个组合,其平均高亲优势率为 6.8%,平均中亲优势率为 21.0%,平均对照优势率为 11.9%,F₁ 平均产量为 3 073kg/hm²。但不同组合之间杂种优势有着明显的差异,高亲优势率的变化范围为—76.4%~182.0%,中亲优势率的变化范围为—70.1%~250.2%,对照优势率的变化范围为—66.1%~170.5%,F₁ 产量变化范围为 975~5 700kg/hm²。此外,不同地点之间杂种优势的表现也有较大变化,其中有三个地点的平均高亲优势率为正值,而有四

表 1 F₁ 代子粒产量杂种优势的平均表现(一次测产)

Table 1 Average performance of F₁ seed yield heterosis in soybean (The first yield test)

地点 Location	组合数 Cross No.	高亲优势率(%) High parent heterosis(%)		中亲优势率(%) Mid—parent heterosis(%)		对照优势率(%) CK heterosis(%)		F ₁ 产量(kg/hm ²) F ₁ seed yield(kg/hm ²)	
		平均 Mean	变幅 Range	平均 Mean	变幅 Range	平均 Mean	变幅 Range	平均 Mean	变幅 Range
佳木斯 Jiamusi	97	22.0	—30.1~84.3	34.0	—16.7~95.4	49.1	—5.6~99.6	3577	2459~5202
九站 Jiuzhan	218	—1.4	—60.1~69.2	7.6	—54.4~78.0	5.6	—41.1~78.1	3232	1650~5025
公主岭 Gongzhuling	280	12.2	—44.8~118.4	27.4	—33.4~121.7	1.8	—38.1~95.1	2777	1372~5434
铁岭 Tieling	252	—7.8	—76.4~61.8	7.9	—70.1~107.6	12.6	—63.1~170.5	3206	1217~5503
济南 Jinan	173	—13.2	—66.7~97.8	0.6	—63.3~102.9	—2.7	—66.1~109.6	2354	975~5700
郑州 Zhengzhou	188	—3.7	—54.8~101.6	9.1	—47.7~111.2	7.2	—44.2~82.7	3283	1628~5518
阜阳 Fuyang	118	73.7	—18.4~182.0	96.9	4.4~250.2	44.7	—28.0~98.7	3513	1770~5540
总计 Total	1326	6.8	—76.4~182.0	21.0	—70.1~250.2	11.9	—66.1~170.5	3073	975~5700

个地点的平均高亲优势率为负值。从各地点不同优势组合所占比例的统计结果

(见表 2)可知, 高亲优势率超过 30% 以上的组合占 19.8%, 对照优势率超过 30% 以上的组合占 25.3%, 高亲与对照优势率同时超过 20% 以上的组合占 18.3%, 但不同地点高优势组合所占比例亦有较大差异。

以上结果充分表明, 大豆子粒产量的杂种优势是较为明显的, 然而, 不同组合及不同地点之间的优势程度存在着较大差异, 这很可能与所用亲本材料

表 2 不同优势组合所占比例

Table 2 Percentage of F₁ seed yield heterosis in different crosses

地点 Location	组合数 Cross No	高亲优势率(%) High parent heterosis(%)					对照优势率(%) CK heterosis(%)					高亲与对照优势率同时≥20% HPH and CKH≥20% 组合数 比例(%) Cross number Percentage (%)	
		< 0	0—10	10—20	20—30	> 30	< 0	0—10	10—20	20—30	> 30		
佳木斯 Jiamusi	97	13 (13.4)	19 (19.6)	20 (20.6)	10 (10.3)	35 (36.1)	1 (1.0)	3 (3.1)	7 (7.2)	10 (10.3)	76 (78.3)	46	47.4
九站 Jiuzhan	218	120 (55.0)	47 (21.5)	24 (11.0)	15 (6.9)	12 (5.5)	94 (43.1)	45 (20.6)	31 (14.2)	21 (9.6)	27 (12.3)	16	7.3
公主岭 Gongzhuling	280	91 (32.5)	43 (15.3)	48 (17.1)	39 (13.9)	59 (21.1)	135 (48.2)	61 (21.8)	35 (12.5)	24 (8.6)	25 (8.9)	24	8.6
铁岭 Tieling	252	159 (63.1)	39 (15.4)	23 (9.1)	11 (4.3)	20 (7.9)	95 (37.7)	33 (13.1)	34 (13.5)	27 (10.7)	63 (25.0)	27	10.7
济南 Jinan	173	120 (69.0)	16 (9.2)	12 (6.9)	9 (5.2)	16 (9.2)	107 (61.8)	15 (8.7)	17 (9.8)	12 (6.9)	22 (12.7)	17	9.8
郑州 Zhengzhou	188	122 (64.8)	24 (12.7)	13 (6.9)	10 (5.3)	19 (9.2)	87 (46.2)	26 (13.8)	21 (11.1)	15 (7.9)	39 (20.7)	20	10.6
阜阳 Fuyang	118	3 (2.5)	1 (0.8)	7 (5.9)	5 (4.2)	102 (86.4)	7 (5.9)	4 (3.4)	9 (7.6)	14 (11.8)	84 (71.1)	93	78.8
总计 Total	1326	628 (47.3)	189 (14.3)	147 (11.1)	99 (7.4)	263 (19.8)	526 (39.6)	187 (14.1)	154 (11.6)	123 (9.3)	336 (25.3)	243	18.3

注: 上行数字为组合数, 括号内数字为该组合所占百分比。
Note: The upper numbers are cross ones and the data in parenthesis is percentage of the crosses

与对照品种以及环境条件不同有关。

2.2 不同组配方式对大豆杂种优势的影响

以亲本不同地理来源对测产组合分为三类, 即“本地×本地”(指来源于本地区的农家品种或本单位育成的品种或品系间配制的杂交组合)、“本地(引入)×引入”(指来源于本地区的农家品种或本单位育成的品种或品系与外地区或外单位引入的品种或品系间以及外地区或外单位引入的品种或品系间配制的杂交组合)、“中国×国外”(指来源于中国的农家品种、育成品种或品系, 包括本地与引进的品种, 与国外引入品种或品系间配制的杂交组合), 然后分别统计其杂种优势。从表 3 中可以发现, 除个别地点外, “本地×本地”组合的杂种优势低于“本地(引入)×引入”的组合, 而“本地(引入)×引入”组合的杂种优势又低于“中国×国外”的组合, 这种趋势是较为明显的。这个结果表明地理远缘品种间杂交产生高优势组合的机率要高于本地品种间杂交的组合。一般而言, 地理远缘的品种间其亲缘关系相对也较远。因而可以认为, 亲本的亲缘关系对大豆杂种优势的表现有着重要影响。

2.3 亲本生育期差异对大豆杂种优势的影响

根据双亲生育日数差异大小将测产组合分为二类(见表 4), 然后统计其杂种优势。由表 4 可知, 在大多数情况下, 一般双亲生育日数差异较大的组合其平均杂种优势及高优势组合所占比例要高于双亲生育日数差异较小的组合, 这个结果与田佩占(1981)^[8]对 191 个组合的分析结果基本一致。这也从另一侧面验证了亲缘关系的远近对大豆杂种优势的影响, 因为生育期差异较大的亲本一般其亲缘关系也较远。

2.4 二次测产组合杂种优势的平均表现

对从第一次测产中筛选出的优势较高的 176 组合进行了第二次产量测定, 结果见表 5 (表中所列数据为二年三个点次的平均值)。从表 5 中可以看出, 高亲优势率平均为 22.5%, 对照优势率平均为 21.1%, F₁ 平均产量为 3624kg/hm², 这个结果远高于第一次测产组合所得结果。因为这些组合通过了第一次测产的筛选。但从表中还可发现, 有些组合的高亲优势率或对照优势率为负值, 高亲与对照优势率同时超过 20% 以上的组合仅占 22.1%, 这说明

有些组合在多环境下(不同地点、不同年份)的表现选出的高优势组合有大部分会被淘汰掉, 而通过二次测产所筛选出的高优势组合应具有一定的可靠性。通过二次测产, 最终筛选出 39 个高亲与对照优势率同时超过 20% 以上的高优势组合(见表 6)。由

表 3 不同组配方式对大豆杂种优势的影响
Table 3 Heterosis influenced by parental origin in soybean

地点 Location	组配方式 Cross pattern	组合数 Cross No.	高亲优势率(%) High parent heterosis(%)					对照优势率(%) CK heterosis(%)				
			< 0	0—10	10—20	> 20	平均 Mean	< 0	0—10	10—20	> 20	平均 Mean
佳木斯 Jiamusi	本地×本地	27	3	6	3	15	23.7	0	2	0	25	46.2
	L×L		(11.1)	(22.2)	(11.1)	(55.5)		(0.0)	(7.4)	(0.0)	(92.5)	
	本地(引入)×引入	60	9	11	17	23	19.5	1	1	6	52	49.1
	L(I)×I		(15.0)	(18.3)	(28.3)	(38.3)		(1.7)	(1.7)	(10.0)	(86.6)	
九站 Jiuzhan	中国×国外	10	1	2	0	7	35.1	0	0	1	9	57.0
	C×F		(10.0)	(20.0)	(0.0)	(70.0)		(0.0)	(0.0)	(10.0)	(90.0)	
	本地×本地	30	18	3	7	2	−3.7	17	4	3	6	−1.3
	L×L		(60.0)	(10.0)	(23.3)	(6.6)		(56.7)	(13.3)	(10.0)	(20.0)	
公主岭 Gongzhuling	本地(引入)×引入	161	88	39	13	21	−1.4	69	36	22	34	5.7
	L(I)×I		(54.6)	(24.2)	(8.1)	(13.0)		(42.8)	(22.3)	(13.7)	(21.1)	
	中国×国外	27	14	5	4	4	0.6	8	5	6	8	12.7
	C×F		(51.8)	(18.5)	(14.8)	(14.8)		(29.6)	(18.5)	(22.2)	(29.6)	
铁岭 Tieling	本地×本地	45	21	7	11	6	2.4	23	13	4	5	−3.0
	L×L		(46.6)	(15.5)	(24.4)	(13.3)		(51.1)	(28.8)	(8.9)	(11.1)	
	本地(引入)×引入	130	47	20	24	39	8.5	66	27	13	24	2.6
	L(I)×I		(36.1)	(15.4)	(18.5)	(30.0)		(50.8)	(20.7)	(10.0)	(18.5)	
26.9	中国×国外	105	23	16	13	53	20.8	46	21	18	20	2.9
	C×F		(21.9)	(15.2)	(12.4)	(50.4)		(43.8)	(20.0)	(17.1)	(19.0)	
	本地×本地	117	78	20	9	10	−10.0	43	22	8	44	6.3
	L×L		(66.6)	(17.1)	(7.7)	(8.5)		(36.7)	(18.8)	(6.8)	(37.6)	
济南 Jinan	本地(引入)×引入	78	38	14	12	14	0.6	37	9	17	15	11.7
	L(I)×I		(48.7)	(17.9)	(15.4)	(17.9)		(47.4)	(11.5)	(21.8)	(19.2)	
	中国×国外	57	43	5	2	7	−14.9	15	2	9	31	
	C×F		(75.4)	(8.7)	(3.5)	(12.2)		(26.3)	(3.5)	(15.8)	(54.3)	
郑州 Zhengzhou	本地×本地	50	34	5	3	8	−15.6	30	1	8	11	3.1
	L×L		(68.0)	(10.0)	(6.0)	(16.0)		(60.0)	(2.0)	(16.0)	(22.0)	
	本地(引入)×引入	97	68	9	6	14	−11.6	62	9	7	19	−6.5
	L(I)×I		(70.1)	(9.2)	(6.2)	(14.4)		(63.9)	(9.2)	(7.2)	(19.6)	
总计 Total	中国×国外	26	18	2	3	3	−13.2	15	5	2	4	0.3
	C×F		(69.2)	(7.7)	(11.5)	(11.5)	(57.7)		(19.2)	(7.7)	(15.4)	
	本地×本地	97	70	9	5	13	−7.4	46	14	10	27	6.0
	L×L		(72.1)	(9.2)	(5.2)	(13.4)		(47.4)	(14.4)	(10.3)	(27.8)	
	本地(引入)×引入	91	52	15	8	16	0.1	41	12	11	27	8.6
	L(I)×I		(57.1)	(16.4)	(8.8)	(17.6)		(45.0)	(13.2)	(12.1)	(29.7)	
	本地×本地	366	224	50	38	54	−5.5	159	56	33	118	6.9
	L×L		(61.2)	(13.7)	(10.4)	(14.7)		(43.4)	(15.3)	(9.0)	(32.2)	
	本地(引入)×引入	617	302	108	80	127	1.6	276	94	76	171	8.5
	L(I)×I		(48.9)	(17.6)	(12.9)	(20.4)		(44.7)	(15.2)	(12.3)	(27.7)	
	中国×国外	225	99	30	22	74	6.1	84	33	36	72	12.3
	C×F		(44.0)	(13.3)	(9.8)	(32.8)	(37.3)	(14.7)	(16.0)	(32.0)		

注: 上行数字为组合数, 括号内数字为该组合所占百分比。
Note: The upper numbers are cross ones and the data in parenthesis is percentage of the crosses.

L: Local variety or line; I: Variety or line introduced from other regions in China; C: Chinese variety or line; F: Variety or line introduced from foreign countries.

2.5 高优势组合的筛选

通过二次测产, 最终筛选出 39 个高亲与对照优势率同时超过 20% 以上的高优势组合(见表 6)。由

表 6 可知, 这 39 个高优势组合的平均高亲优势率为 39.6%, 平均对照优势率为 33.2%, F₁ 平均产量为 3624kg/hm²。在这 39 个高优势组合中, 有 31 个组

表 4 亲本生育期差异对大豆杂种优势的影响

Table 4 Heterosis influenced by difference of parental growth period in soybean

地点 Location	亲本生育日数之差(天) Difference of parental growth period(days)	组合数 Cross No.	高亲优势率(%) High parent heterosis(%)					对照优势率(%) CK heterosis(%)				
			< 0	0—10	10—20	> 20	平均 Mean	< 0	0—10	10—20	> 20	平均 Mean
佳木斯 Jiamusi	0 ~ 10	57	9 (15.7)	13 (22.8)	12 (21.0)	23 (40.3)	18.2	1 (1.7)	2 (3.5)	4 (7.0)	50 (87.7)	47.1
	≥11	40	4 (10.0)	6 (15.0)	8 (20.0)	22 (55.0)	27.5	0 (0.0)	1 (2.5)	3 (7.5)	36 (90.0)	53.2
九站 Jiuzhan	0 ~ 10	215	118 (54.8)	47 (21.8)	24 (11.1)	26 (12.1)	—1.3	93 (43.2)	44 (20.4)	31 (14.4)	47 (21.8)	5.7
	≥11	3	2 (66.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (33.3)	—10.2	1 (33.3)	1 (33.3)	0 (0.0)	1 (33.3)	0.4
公主岭 Gongzhuling	0 ~ 10	171	58 (33.9)	29 (16.9)	35 (20.4)	49 (28.6)	11.4	82 (47.9)	42 (24.5)	22 (12.8)	25 (14.6)	1.2
	≥11	109	33 (30.2)	14 (12.8)	13 (11.9)	49 (44.9)	13.2	53 (48.6)	19 (17.4)	13 (11.9)	24 (22.0)	2.8
铁岭 Tieling	0 ~ 10	160	107 (66.8)	21 (13.1)	10 (6.2)	22 (13.7)	—10.2	61 (38.1)	21 (13.1)	18 (11.2)	60 (37.5)	14.9
	≥11	92	52 (56.5)	18 (19.5)	13 (14.1)	9 (9.8)	—3.7	34 (36.9)	12 (13.0)	16 (17.4)	30 (32.6)	8.6
济南 Jinan	0 ~ 10	171	120 (70.1)	16 (9.3)	10 (5.8)	25 (14.6)	13.6 (61.9)	106 (8.7)	15 (9.9)	17 (19.3)	33	—2.7
	≥11	2	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (100)	0 (0.0)	13.8	1 (50.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (50.0)	13.6
郑州 Zhengzhou	0 ~ 5	182	120 (65.9)	23 (12.6)	13 (7.7)	26 (14.3)	—4.7	86 (47.2)	26 (14.3)	20 (10.9)	50 (27.5)	6.1
	6 ~ 10	6	2 (33.3)	1 (16.6)	0 (0.0)	3 (50.0)	26.0	1 (16.6)	0 (0.0)	1 (16.6)	4 (66.7)	39.7
阜阳 Fuyang	0 ~ 5	113	3 (2.6)	1 (0.9)	7 (6.2)	102 (90.2)	73.0 (6.2)	7 (3.5)	4 (7.1)	8 (83.2)	94	43.9
	6 ~ 10	5	0 (33.3)	0 (16.6)	0 (0.0)	5 (50.0)	91.0 (16.6)	0 (0.0)	0 (16.6)	1 (66.7)	4	63.5
总计 Total	0 ~ 10	1080	537 (49.7)	151 (13.9)	111 (10.3)	281 (26.0)	6.3	437 (40.5)	154 (14.2)	122 (11.3)	367 (33.9)	11.6
	≥11	246	91 (37.0)	38 (15.4)	36 (14.6)	81 (32.9)	8.9	89 (36.1)	33 (13.4)	32 (13.0)	92 (37.4)	13.2

注: 上行数字为组合数, 括号内数字为该类组合所占百分比。
Note: The upper numbers are cross ones and the data in parenthesis is percentage of the crosses.

表 5 二次测产组合 F₁ 代子粒产量杂种优势的平均表现

Table 5 Average performance of F₁ seed yield heterosis in soybean (The second yield test)

地点 Location	组合数 Cross No.	高亲优势率(%) High parent heterosis(%)		对照优势率(%) CK heterosis(%)		高亲与对照优势率同时≥20% HPH and CKH≥20%		F ₁ 产量(kg/ hm ²) F ₁ seed yield(kg/ hm ²)	
		平均 Mean	变幅 Range	平均 Mean	变幅 Range	组合数 Cross amount	比例(%) Proportion(%)	平均 Mean	变幅 Range
佳木斯 Jiamusi	16	31.5	7.9 ~ 66.1	23.2	—6.1 ~ 56.9	6	37.5	3208	2194 ~ 3777
九站 Jiuzhan	41	17.8	—31.9 ~ 69.2	31.7	—7.0 ~ 88.6	10	24.4	4123	3307 ~ 5007
公主岭 Gongzhuling	40	18.5	—6.1 ~ 75.7	22.3	—9.9 ~ 110.5	6	15.0	3310	2605 ~ 4568
铁岭 Tieling	33	33.1	16.7 ~ 61.8	6.9	—27.4 ~ 39.8	7	21.2	3135	2406 ~ 4357
郑州 Zhengzhou	46	19.6	—25.0 ~ 101.6	20.2	—7.7 ~ 61.1	10	21.7	3949	2935 ~ 5571
总计 Total	176	22.5	—31.9 ~ 101.6	21.1	—27.4 ~ 110.5	39	22.1	3624	2194 ~ 5571

注: 表中数据为二年三个点次的平均值。
Note: Numbers in the table are means of three locations in two years.

合为“本地(引入)×引入”或“中国×国外”的组合,这再次表明双亲的亲缘关系确是影响大豆高优势组合选配的重要因素。此外,从表中还可看出,这39

个高优势组合是由62个亲本构成的,说明有些高优势组合的亲本之一具有共同的来源,显示某些亲本具有较高的配合力。

表6 高优势组合杂种优势的平均表现及其组配方式

Table 6 Average performance of heterosis and their parental origin in highly heterotic combinations

地点	高亲优势率(%)		对照优势率(%)		F ₁ 产量(kg/hm ²)		亲本数	组配方式		组合数
	High parent heterosis(%)		CK heterosis(%)		F ₁ seed yield(kg/hm ²)					
Location	平均	变幅	平均	变幅	平均	变幅	Parental number	Cross pattern	Cross No.	
	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range				
佳木斯 Jiamusi	40.7	20.3~56.9	36.5	22.9~55.3	3103	2826~3777	9	本地×本地	L×L	1
								本地(引入)×引入	L(I)×I	5
九站 Jiuzhan	31.2	20.0~69.2	42.1	23.7~65.1	4336	3568~5007	19	本地×本地	L×L	1
								本地(引入)×引入	L(I)×I	7
公主岭 Gongzhuling	40.6	25.6~75.7	26.6	20.0~43.6	3762	3106~4568	9	中国×国外	C×F	2
								本地(引入)×引入	L(I)×I	2
								中国×国外	C×F	4
								本地×本地	L×L	1
铁岭 Tieling	33.8	20.2~44.5	25.0	20.0~39.8	3383	2883~4357	12	本地(引入)×引入	L(I)×I	4
								中国×国外	C×F	2
郑州 Zhengzhou	50.8	23.5~101.6	31.9	20.0~61.1	4348	3701~5359	13	本地×本地	L×L	5
								本地(引入)×引入	L(I)×I	5
								总计 Total	39.6	20.0~101.6
								本地(引入)×引入	L(I)×I	23
								中国×国外	C×F	8

Note: L₂: Local variety or line; I: Variety or line introduced from other regions in China; C: Chinese variety or line; F: Variety or line introduced from foreign countries.

3 讨论

3.1 本文通过对大量组合的杂种优势分析,基本明确了大豆子粒产量具有较高的杂种优势,但不同组合之间差异相当大。通过选择适当的亲本是完全有可能选育出产量超过对照品种30%以上、绝对产量达5 000kg/hm²的高优势组合的,这就解除了一些人对于大豆杂种优势不高的担心,从而为大豆杂种优势的利用提供了充分的依据。

3.2 关于大豆杂种优势的表现与亲本之间的关系,本研究的试验结果初步表明,亲本的亲缘关系对大豆杂种优势有着重要的影响。一般来讲,地理远缘或生育期差异较大的亲本间杂交产生高优势组合的机率要大些,盖钧镒(1984)^[14]也曾得有类似结果,但这并非等于亲缘关系较远的品种间杂交就一定会产生高优势组合,因为大豆产量的遗传是相当复杂的,且受环境条件影响较大。有人试图利用分子生物学的方法来预测大豆的杂种优势,但并未获得理想效果^[11, 14]。因此,亲缘关系只能作为亲本选配的参考,在目前情况下欲选育高优势组合,实际的田间产量测定是必不可少的。

3.3 高优势组合的筛选需配制大量的杂交组合,并应在多环境(年份、地点)下进行产量测定,这就需要

有足够数量的F₁种子,如果采用人工杂交的方法工作量相当大,理想的方法是应用不育系和恢复系在网室内制种,然后进行多点产量测定,从中筛选出高优势组合。我们目前正在对所筛选出的高优势组合进行恢保关系测验及不育系的转育。

参 考 文 献

- 1 东北农学院农学系大豆课题组. 大豆杂交种第一代优势的研究[J]. 遗传学报, 1977, 4(3): 228—232.
- 2 盖钧镒. 中美大豆品种间F₁和F₃世代杂种优势与配合力分析[A]. 第二次中美大豆科学讨论会论文集[C]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1986, 172—177.
- 3 贺春林, 盖钧镒, 柳家荣. 黄淮夏大豆亲本经济性状的遗传研究, I. 杂种优势与配合力分析[A]. 大豆育种应用基础和技术研究进展(盖钧镒主编)[C]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1990, 109—115.
- 4 黄承运, 满为群, 陈怡, 等. 东北大豆种质的拓宽与改良, I. 品种间杂交F₁代杂种优势与配合力分析[J]. 大豆科学, 1993, 12(3): 190—196.
- 5 马育华, 盖钧镒. 大豆杂种世代的遗传变异研究[A]. 中美大豆科学讨论会论文集[C]. 中国大豆科技情报交流中心, 1983, 94—103.
- 6 孙襄, 赵丽梅, 黄梅. 大豆质—核互作不育系研究[J]. 科学通报, 1993, 38(16): 1535—1536.
- 7 孙襄, 赵丽梅, 黄梅. 质核互作雄性不育大豆及生产大豆杂交种

的方法, 中国专利号 97112173.7 [J]. 中华人民共和国国家知识产权局, 2000.

8 田佩占. 大豆杂种一代优势及其与亲本关系的研究[J]. 作物学报, 1981, 7(4): 225—232.

9 Bruno J. Heterosis in soybean. [J]. Soybean Genet. Newsl. 1997, 24: 25—28.

10 Burton J. W. Heterosis. Soybeans: improvement, production and uses (edited by Wilcox, J. R.) [M]. Madison, Wisconsin. 1987, 215—217.

11 Cerna F. J., S. R. Cianzio A. Rafalski et al. Relationship between seed yield heterosis and molecular heterozygosity in soybean [J]. Theor. Appl. Genet. 1997, 95(3): 460—467.

12 Ding Derong, Zhanglin Cui, Junyi Gai. Development and cytological features of the cytoplasmic—nuclear male sterile soybean line NJCMS1A [J]. Soybean Genet. Newsl. 1998, 25: 34—35.

13 Gadgil R. N. H. D. Upadhyaya. Heterosis in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) [J]. Indian J. Genet. Plant Breed. 1995, 55(3): 308—314.

14 Manjarrez—Sandoval P., T. E. Jr. Carter, D. M. Webb et al. Heterosis in soybean and its prediction by genetic similarity measures [J]. Crop Sci. 1997, 37(5): 1443—1452.

15 Metha S. K., M. S. Lal A. B. L. Beohar. Heterosis in soybean crosses [J]. Indian J. Agric. Sci. 1984, 54(8): 682—684.

16 Nawracak J., G. Konieczny. Heterosis effect in the cool climate of Wielkopolska region of Poland [J]. Soybean Genet. Newsl. 1991, 18: 159—164.

17 Palmer R. G., G. L. Winger, M. G. Albertsen. Four independent mutations at the *ms1* locus in soybeans [J]. Crop Sci. 1978, 18 (4): 727—729.

18 Raut V. M., G. B. Halwanker V. P. Patil. Heterosis in soybean [J]. Soybean Genet. Newsl. 1988, 15: 57—60.

19 Woodworth C. M. Genetics of soybean [J]. J. Am. Soc. Agron. 1933, 25(1): 36—51.

STUDIES ON HETEROSIS AND SCREENING OF HIGHLY HETEROTIC COMBINATIONS IN SOYBEAN
I. F₁ SEED YIELD HETEROSIS AND SCREENING OF HIGHLY HETEROTIC COMBINATIONS

Wang Shuming¹ Sun Huan¹ Wang Yueqiang¹ Zhao Limei¹ Li Nan² Fu Lianshun³
Li Weidong⁴ Qi Ning⁵ Xing Han⁶ Li Lei⁷

(1. Jilin Province Key Open Lab on Agro—biotechnology, Gongzhuling 136100; 2. Jilin Agricultural Research Institute, Jiuzhan 132101; 3. Tieling Agricultural Research Institute, Tieling 112616; 4. Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002; 5. Hejiang Agricultural Research Institute, Jiamusi 154007; 6. Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100; 7. Fuyang Agricultural Research Institute, Fuyang 236031)

Abstract The objectives of this research were to (i) determine F₁ seed yield heterosis in soybean, (ii) explore genetic performance of soybean heterosis and (iii) screen some highly heterotic combinations. 715 elite soybean varieties or lines were used as parents to make 1326 crosses from 1996 to 2000 at seven locations, in which 624 varieties or lines come from China and 91 from foreign countries. To evaluate heterosis of these crosses, their F₁ seed yields were tested with two replications at seven locations respectively. The most popular cultivars released in local area were used as check varieties. 176 combinations were selected according to their heterosis and used as the second yield test. The experiment of each location was conducted at two sites simultaneously. The results showed that the average high parent heterosis(HPH), mid—parent heterosis(MPH) and check variety heterosis(CKH) was 6.8, 21.0, and 11.9% respectively, the percentage of crosses with HPH & CKH over 20% was 18.3% in the first yield test, while the average HPH & CKH was 22.5 and 21.1% respectively, the percentage of crosses with HPH & CKH over 20% was 22.1% in the second yield test. The analyses for different patterns of crosses indicated that combinations made of distant parents might have higher heterosis. Through two times yield tests, 39 highly heterotic combinations were screened, which average HPH & CKH was 39.6 and 33.2% respectively.

Keywords Soybean; Heterosis; Highly heterotic combinations