

# 利用 M 型质核互作不育系配制 高产组合的研究<sup>\*</sup>

李杰坤 张 磊 黄志平 张丽亚 戴瓯和

(安徽省农业科学院作物研究所, 合肥, 230031)

**摘要** 用大豆 M 型质核互作雄性不育系 W931A 作母本配制了 22 个杂交组合, 对其 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 进行产量测定表明: 所有杂交组合的 F<sub>1</sub> 都具有超亲优势, 变幅为 3.78%—132.16%, 平均超亲优势为 44.22%, 其中 19 个杂交组合的 F<sub>1</sub> 具有超标优势, 变幅为 6.04%—66.04%, 平均超标优势为 31.06%; F<sub>2</sub> 代的超亲优势平均为 3.18%, 超标优势平均为 -6.24%。统计结果认为: F<sub>1</sub> 的产量优势与恢复系(父本)的来源关系密切, 来自南方父本的杂交组合的超亲和超标优势分别比黄淮父本的杂交组合高 22.93%、24.83%; F<sub>2</sub> 代杂种优势衰退显著, 不宜利用。

**关键词** 大豆; 杂种优势; 产量测定

中图分类号 S 565.103.3 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2002)04-0241-04

作物杂种一代具有显著的杂交优势, 一般能增产 20%—40%, 有的甚至成倍增产。水稻、玉米、油菜、棉花等作物的杂种优势已在生产上得到广泛应用, 大豆的杂种一代同样具有显著优势。安徽省农科院作物所于 1997 年育成栽培大豆质核互作雄性不育系及同型保持系, 并实现了杂交大豆的“三系”配套。2000—2001 年对 22 个杂交大豆组合的 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 进行了产量优势测定, 从中筛选出了一批强优组合, 本研究的目的在于进一步明确大豆杂种优势的大小和 F<sub>2</sub> 代利用的可能性。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

2000 年利用 M 型质核互作雄性不育系 W931A 与 22 个恢复系配制杂交组合, 经冬季到海南岛加代, 得 F<sub>1</sub> 代种子。将 2000 年夏季杂交的种子和冬季加代的种子于 2001 年夏季同时播种, 秋季获得同组合的 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 种子, 亲本对照为各组合的父本(恢复系), 标准对照选用国家黄淮区试的对照品种中豆 20。

### 1.2 试验方法

试验采用间比法, 按组合顺序排列种植恢复系、F<sub>0</sub>、F<sub>1</sub> 种子, 3 次重复, 4 行区, 行长 4m, 行宽 0.5m, 小区面积 8m<sup>2</sup>, 每行定苗 20—24 株。成熟时全区收获考种计产, 对于部分熟期不一致的 F<sub>2</sub> 采用分期收获脱粒, 最后累计小区总产。

### 1.3 计算公式

本研究用超亲优势和超标优势对 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 的产量优势进行测定。

超亲优势% =

$$\frac{F_1 \text{ (或 } F_2 \text{) 子粒产量} - \text{恢复系子粒产量}}{\text{恢复系子粒产量}} \times 100\%$$

超标优势% =

$$\frac{F_1 \text{ (或 } F_2 \text{) 子粒产量} - \text{对照种子粒产量}}{\text{对照种子粒产量}} \times 100\%$$

## 2 结果与分析

### 2.1 F<sub>1</sub> 产量优势的测定

2.1.1 F<sub>1</sub> 产量的超亲优势 测定结果表明, 22 个组合的 F<sub>1</sub> 都有超亲优势, 平均超亲优势为 44.22%, 变幅在 3.78%—132.16% 之间, 超亲优势小于 20% 的组合有 HS0205、HS0088 等 6 个; 超亲优势在 20%

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2002-03-11

基金项目: 安徽省自然科学基金(项目编号: 01041109)和国家高科技计划“863”(项目编号: 2001AA241071)资助项目。

作者简介: 李杰坤(1968—), 男, 助理研究员, 从事大豆遗传育种研究工作。

—50%的组合有 HS0323、HS0531 等 7 个;超亲优势大于 50%的组合有 HS0379、HS0015 等 8 个,可见大豆杂种 F<sub>1</sub> 代存在着较显著的超亲优势(见表 1)。但超亲优势的大小与 F<sub>1</sub> 子粒绝对产量的高低并不成比例,超亲优势小的组合,其 F<sub>1</sub> 产量可能很高,例如组合 HS0088,它的超亲优势只有 7.19%,倒数第二位,但其 F<sub>1</sub> 产量却高达 285.84kg/667m<sup>2</sup>,位于 22 个组合 F<sub>1</sub> 产量的第二位;相反,超亲优势大的组合,其 F<sub>1</sub> 产量并不一定很高,例如组合 HS0608 和 HS0379,它们的超亲优势都达到了 60%以上,但其 F<sub>1</sub> 产量却只有 170kg/667m<sup>2</sup> 左右,位于 22 个测定组合 F<sub>1</sub> 产量的第 20 位和第 22 位。据对 22 个杂交组合的 F<sub>1</sub> 产量与 F<sub>1</sub> 超亲优势进行相关分析(r=0.4118),没有达显著相关水平。因此,超亲优势的大小,只能反映大豆杂种优势的内在潜力,这种潜力能否真正运用于生产,还要结合超标优势来考虑。

2.1.2 F<sub>1</sub> 产量的超标优势 测定结果表明,22 个组合中有 19 个组合的 F<sub>1</sub> 有超标优势,占 86.4%,F<sub>1</sub> 代平均超标优势为 31.06%,其变幅在 6.04%—66.04%间,超标优势小于 20%的有 6 个组合,在 20%—50%的有 6 个组合,大于 50%的有 7 个组合(见表 1)。F<sub>1</sub> 代的超标优势与超亲优势相比,大部分组合都有所下降,平均下降约 18 个百分点,这主要是因为超亲优势与超标优势所采用的比较对象不一样,前者以各自组合的恢复系作比较,不同组合的恢复系产量差异较大,故其超亲优势变幅也较大,而后者是用同一个对照品种作比较,更具有一致性和稳定性,变幅较小,也能更好地反映出 F<sub>1</sub> 的丰产性。从产量测定表中可看出,F<sub>1</sub> 的超标优势越大,丰产性越好;相反,F<sub>1</sub> 的超标优势越小,丰产性也较差。超标优势的大小对筛选强优组合具有指导意义,它更能体现不同组合在现实生产上的丰产价值,据以指导农业生产。

表 1 M 型杂交大豆 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 产量及其优势 中豆 20(CK)单产: 179.17kg/667m<sup>2</sup>

Table 1 Yield of F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations of M type hybrid soybean and its heterosis

		产量 (kg/ 667m <sup>2</sup> )			超亲优势(%)		超标优势(%)	
		(Yield)			Over—parent heterosis		Over—standard heterosis	
父本来源	组合	父本(Male)	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
Origin	Combinations							
南方生态区 South ecological area	HS0305	145.83	285.00	155.83	95.43	6.86	59.07	—13.03
	HS0088	266.67	285.84	175.00	7.19	—34.38	59.54	—2.32
	HS0608	101.67	177.50	129.17	74.58	27.05	—0.93	—27.91
	HS0554	156.68	297.50	241.67	89.88	52.24	66.04	34.88
	HS0547	177.50	201.67	220.83	13.62	24.41	12.56	23.25
	HS0022	162.50	285.84	/	75.90	/	59.54	/
	HS0531	180.83	240.83	/	33.18	/	34.41	/
	HS0532	191.67	282.50	170.83	47.39	—10.87	57.67	—4.66
	HS0316	185.00	270.83	136.67	46.39	—26.12	51.16	—23.72
	HS0304	119.17	276.67	154.17	132.16	29.37	54.42	—13.95
黄淮生态区 Huanghuai ecological area	HS0421	150.00	223.34	135.83	48.89	—9.45	24.65	—24.19
	平均 Average	167.05	257.05	168.89	53.87	1.10	43.47	—6.74
	HS0324	141.67	208.33	126.67	47.05	—10.59	16.28	—29.30
	HS0327	166.67	195.83	110.83	17.50	—33.50	9.30	—38.14
	HS0325	197.50	253.33	244.76	28.26	23.93	41.39	—36.6
	HS0323	145.00	175.83	140.00	21.26	—3.45	—1.86	—21.86
	HS0005	171.67	190.00	150.00	10.68	—12.62	6.04	—16.28
	HS0120	177.50	212.50	123.33	19.72	—30.52	18.60	—31.17
	HS0205	198.33	205.83	125.00	3.78	—36.97	14.88	—30.23
	HS0379	105.83	173.33	150.00	63.78	41.74	—3.26	—16.28
总平均 Total average	HS0063	116.67	215.83	231.67	84.99	98.57	20.46	29.30
	HS0015	152.50	260.00	250.00	70.49	63.93	45.11	39.53
	HS0030	170.83	247.50	187.50	44.88	9.76	38.14	4.65
平均 Average		158.56	212.57	167.25	34.06	5.48	18.64	—6.65
总平均		162.81	234.81	167.98	44.22	3.18	31.06	—6.24
Total average								

2.2 F<sub>2</sub> 产量优势的测定

杂交大豆目前虽已实现了“三系”配套,但杂种

一代的配制主要依靠人工授粉杂交或小面积网室昆虫传粉,生产的杂交种子数量有限,不能满足生产需求,因此我们想通过测定杂交大豆  $F_2$  的优势来寻找生产上可暂时利用杂二代的杂交组合,以适应目前生产上的需求,提高大豆的生产水平。

20 个供测  $F_2$  组合中,10 个组合的超亲优势为负值,其负优势大小范围在 3.45%—36.97%;10 个组合的超亲优势为正值,占所测组合的 50%,其优势大小的范围在 6.86%—98.57% 间,其产量波动呈以双亲产量平均值为中轴的正常态曲线(母本以其保持系的产量为基准)。  $F_2$  产量的平均超亲优势为 8.30% 与  $F_1$  超亲优势相比  $F_2$  显著衰退。测定结果表明,20 个组合的  $F_2$  只有 6 个有超标优势,约占 30%,20 个组合的  $F_2$  平均超标优势为 -6.24%,即表现为负优势,因此  $F_2$  的超标优势较  $F_1$  而言下降尤为突出,对于大部分组合来说, $F_2$  已失去生产上的应用价值。对于小部分有超标优势的组合同能否用于生产,还要看有无超亲优势,如果没有超亲优势或超亲优势较小,则也无生产利用价值。

### 2.3 $F_1$ 超标优势与亲本的关系

通过对  $F_1$ 、 $F_2$  超亲优势和超标优势的分析表明:无论  $F_1$  或  $F_2$  超亲优势都不能准确地反映出其杂种的丰产性状,而超标优势一般能够反映出杂种的丰产优势。 $F_2$  中有超标优势的组比例较少,且优势相对较低,因此本试验未对  $F_2$  超标优势与亲本的关系作深入分析,只对  $F_1$  超标优势与亲本关系作了进一步分析。

2.3.1  $F_1$  超标优势与亲本的丰产性 杂交大豆  $F_1$  超标优势的大小因组合而不同,本试验各组合母本(不育系)均选用 W931A,因此恢复系亲本丰产性的不同就成为  $F_1$  优势大小的重要因素。22 个供测组合中,HS0608、HS0323、HS0379 三个组合的  $F_1$  超标优势为负值,而相应的恢复系产量也都较低,分别为 101.67kg/667m<sup>2</sup>、145kg/667m<sup>2</sup>、105.83kg/667m<sup>2</sup>;而超标优势大于 50% 的 7 个组合中有 5 个恢复系产量都超过了 150kg/667m<sup>2</sup>。据对 22 个杂交组合  $F_1$  超标优势与相对应的恢复系(亲本)产量的相关分析( $r=0.4930^*$ ),达到了显著相关水平。因此就一般情况而言,亲本的丰产性较好,其  $F_1$  代的杂种优势就较大,所以在筛选恢复系配制强优组合时,应充分考虑恢复系的丰产性状。

2.3.2  $F_1$  超标优势与亲本的亲缘关系 亲缘关系较远,性状差异较大的两个亲本进行杂交组配,常常可以提高杂种异质结合程度并丰富其遗传基础,表

现出很强的杂种优势;如果两亲本有相近的亲缘关系,尽管农艺性状良好,也很少表现出强大的杂种优势。

根据恢复系亲本原产地,供测的 22 个组合可分为二类生态区,以淮河为界(32°N),分为黄淮生态区组合(共 11 个)和南方生态区组合(共 11 个)。统计表明:①南方生态区和黄淮生态区的亲本平均产量分别为 167.05kg/667m<sup>2</sup> 和 162.81kg/667m<sup>2</sup>,两者产量差别不大;②用南方生态区品种作父本, $F_1$  超亲优势为 60.42%,比用黄淮生态区品种作父本的  $F_1$  超亲优势(37.49%)高 22.93%;③用南方生态区品种作父本的  $F_1$  超标优势为 43.47%,比用黄淮生态区品种作父本的  $F_1$  超标优势(18.64%)高 24.83%。

### 2.4 $F_1$ 、 $F_2$ 的利用

测定结果表明,杂交大豆  $F_1$  代普遍有着较高的杂种优势,据对 22 个组合的杂种  $F_1$  代的测定统计, $F_1$  代平均产量超亲优势为 44.22%,平均超标优势为 31.06%,且各杂交组合  $F_1$  代的农艺性状不出现分离,田间长相整齐,花色、茸毛色等性状一致。因此,杂交大豆的  $F_1$  代在生产上有应用价值,但要选择优势强的组合,通过适度稀植,增施肥料,加强田间管理等措施,充分发挥其杂种优势,来提高单产。

据测定, $F_2$  代的平均超亲优势为 3.18%,平均超标优势为 -6.24%,与  $F_1$  代相比杂种优势显著衰退,除个别组合外,大多表现为负优势。因此对于  $F_2$  的应用,要持谨慎态度,首先要对  $F_2$  进行超亲、超标优势测定,对于优势强的组合还应调查其  $F_2$  代的育性分离和性状分离情况,只有  $F_2$  超亲超标优势均较强,育性无分离、性状分离不显著,熟期较一致,群体内个体间生长互相影响较小,才可为生产所用,否则不能使用  $F_2$  代,以免造成损失。

## 3 结论和讨论

3.1 杂交大豆产量优势来自于超亲优势和超标优势。从表 1 资料可以看出,凡是采用地理或血统远缘的品种作父本,其超亲优势都很高,凡是采用近距离、近血统的品种作父本,其超亲优势则不很显著。因此,超亲优势的高低是衡量大豆杂种优势内在潜力的一项关键指标,具有显著超亲优势的组其绝对产量虽然比亲本增产很多,但并不能说明比生产上的对照品种产量高;具有产量优势的组还要用超标优势来衡量,欲获得在生产上能够应用、增产幅度明显高的组合,就必须选用地理或血缘较远、绝对

产量较高的品种作父本。例如 HS0554 父本是湖北省的春大豆, 属生态远缘杂交,  $F_1$  单产达  $297.50\text{kg}/667\text{m}^2$ , 超亲优势  $89.88\%$ , 超标优势  $66.04\%$ , 该组合是既具超标又具超亲优势的高产组合。

3.2 近年来的研究使大豆杂种优势在生产上的利用前进了一大步。在作者测定的 22 个组合中, 平均超标优势为  $31\%$ , 其中有 9 个组合绝对的单产达到  $250\text{kg}/667\text{m}^2$ , 比大面积推广品种中豆 20 增产  $41.39\sim 59.54\%$ 。我国杂交大豆研究已处于国际领先地位, 近年来经科技人员的艰苦奋斗, 已在恢复系筛选, 强优组合选育方面获得了实质性的进展。一些单位的强优组合已参加省级品种(组合)区域试验, 加之昆虫制种技术的改进和完善, 使大豆杂种优势利用越来越靠近生产实际了。

3.3 在本试验中用南方生态区的品种作父本配制杂交组合, 超亲和超标优势均比黄淮生态区强。大豆 M 型质核互作雄性不育系 W931A 是属黄淮生态区类型的材料, 它与南方生态区的品种进行杂交, 是属生态类型远缘杂交范畴, 两者遗传背景差别较大,

因而易获强优组合。本试验证实, 采用南方生态区品种作父本与 W931A 配制的 11 个组合在超亲和超标优势上分别比采用黄淮生态区品种高  $22.93\%$  和  $24.83\%$ 。

## 参 考 文 献

- 1 张磊, 戴瓯和. 大豆质核互作不育系 W931A 的选育研究[J]. 中国农业科学, 1997, 30(6): 90—91.
- 2 张磊, 戴瓯和, 黄志平, 等. 大豆 M 型质核互作雄性不育系 W931A 三系配套及强优组合的研究[J]. 安徽农业科学, 2001, 29(1): 16—17.
- 3 盖钧镒. 中国大豆品种间  $F_1$  和  $F_3$  杂种优势与配合力分析[J]. 大豆科学, 1984 3(3): 183—191.
- 4 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): 79.
- 5 王继安, 杨庆凯. 大豆不育系的研究和利用[J]. 大豆科学, 1995, 14(1): 74—79.
- 6 潘家驹. 作物育种学总论[M]. 北京: 农业出版社, 1994 92—93.
- 7 王曙明, 孙襄, 王越强, 等. 大豆杂种优势及高优势组合选配的研究[J]. 第七届全国大豆学术讨论会论文摘要集, 61—62.

## STUDY ON MAKING SOYBEAN CROSS COMBINATION WITH M TYPE MALE STERIL LINES HETEROSIS OF $F_1$ AND $F_2$ GENERATION YIELDS OF HYBRID SOYBEAN AND ITS UTILIZATION

Li Jiekun Zhang Lei Huang Zhiping Zhang Liya Dai Ouhe

(Crop Institute of Anhui Academy of Agricultural Sciences Hefei 230031)

**Abstract** Heterosis of  $F_1$  and  $F_2$  generations yield of 22 cross combinations with soybean M type male sterile lines W931A as female parent had been tested. The results showed: average over—parent heterosis of all  $F_1$  generations yield reached  $48.96\%$ , ranging from  $3.78\%$  to  $132.16\%$ . Among these combinations, average over—standard heterosis of  $F_1$  generation yield of 19 combinations reached  $31.06\%$ , ranging from  $6.04\%$  to  $66.06\%$ . Over—standard heterosis and over—parent heterosis of  $F_2$  generations yield reached  $8.30\%$  and  $-6.24\%$  respectively. The results also showed: heterosis of  $F_1$  generations yield was closely related to the geographical origin of restoring lines (male parent). Over—parent heterosis and over—standard heterosis of the combinations yield from south ecological area were stronger  $22.93\%$  and  $24.83\%$  than that from Huanghuai ecological area respectively. Heterosis of  $F_2$  generation yield depressed obviously and was unsuitable to be utilized.

**Key words** Soybean; Heterosis; Yield