

# 大豆不同杂交组合杂种优势分析

王艳玲<sup>1</sup>, 奚广生<sup>1</sup>, 王丕武<sup>2</sup>, 张 君<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>吉林农业科技学院, 吉林 吉林 132109; <sup>2</sup>吉林农业大学, 吉林 长春 130118)

**摘要:**为探讨国内与国外大豆杂交后杂种优势大小及规律, 利用9个亲本做了20个杂交组合, 并对其中亲优势和超亲优势进行了分析。结果表明: 大豆部分形态性状、产量性状、品质性状具有较高的杂种优势, 但不同类型杂交组合间差异显著。在单株粒重上被测组合多数超过双亲均值, 主茎节数与株高优势表现相似, 株高优势强的组合主茎节数的优势率也较高。单株荚数和单株粒数的中亲和超亲优势表现相似, 分别有6个和8个组合表现为负值, 表现为负向中亲优势的组合, 超亲优势也为负值。茎粗具有较好的中亲优势。百粒重多表现为超高亲优势。脂肪和蛋白质含量多数介于双亲之间, 超亲优势多数组合为负向。

**关键词:**大豆; 杂种优势; 中亲优势; 超亲优势

**中图分类号:** S565.1      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-9841(2008)05-0760-04

## Heterosis Analysis by Using Different Soybean as Parents

WANG Yan-ling<sup>1</sup>, XI Guang-sheng<sup>1</sup>, WANG Pi-wu<sup>2</sup>, ZHANG Jun<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Jilin Agriculture Science and Technology College, Jilin 132109; <sup>2</sup>Jilin Agricultural University, Changchun 130118, Jilin, China)

**Abstract:** In order to evaluate the heterosis of domestic and foreign soybean hybrid, the thesis analyzed the heterosis of twenty hybrid combinations with 9 soybean germplasm, 4 from China and 5 from abroad, as parents. The results showed that some of the morphological, yield and quality traits had higher heterosis, but there were obvious differences among different combinations. Seed weight per plant is heavier than average of parents. The heterosis of number of node and plant height was similar. The mid-parent heterosis (MPH) and the better parents heterosis (BPH) of pods per plant and seed number per plant had similar performance. Six combinations were negative in MPH of pods per plant and 8 combinations were negative in BPH of seed number per plant. Stem diameter is better in MPH. The majority of 100-seed weight in F<sub>1</sub> had higher BPH. Fat and protein content were between parents in majority of hybrid, and the majority of combinations were negative in BPH.

**Key words:** Soybean; Heterosis; Mid-parent heterosis; Better parents heterosis

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, 大豆利用杂种优势的前提之一是籽粒产量上需要表现出足够的杂种优势。有关大豆产量杂种优势的研究, 国内外曾做过一些报导<sup>[1-5]</sup>, 且不同杂交组合的杂种优势程度不同<sup>[6-10]</sup>。研究探讨国内大豆与国外大豆杂交后, 杂种优势的表现规律, 为大豆育种提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验设计

选择两组试验材料, 共计9份, 在亲本选择上, 注意高产、高油及高蛋白性状的适当搭配。第一组:

国内材料4份, 吉林30(代号为1)、吉林38(代号为2)、2002年系选(代号为3)和吉林47(代号为4); 第二组: 国外材料5份, 意3(代号为5)、PEMV<sub>γ</sub>(代号为6)、EXP(代号为7)、ARIRA(代号为8)和SAP-PRO(代号为9)。第一组材料为母本, 第二组材料为父本, 采用4×5 NCII设计, 于2006年进行做田间杂交, 2007年将20个杂交种及9个亲本种植于大田, 2行区, 2 m行长, 3次重复。

#### 1.2 测定项目与方法

在2007年秋天收获时各重复随机取5株考种, 共考察9个农艺性状, 分别为株高、主茎节数、有效分枝、单株荚数、单株粒数、虫食粒率、茎粗、百粒重、

收稿日期: 2008-01-25

基金项目: 科技部农业科技成果转化基金资助项目(05EFN212200075)。

作者简介: 王艳玲(1965-)女, 副教授, 硕士, 从事大豆育种工作。E-mail: jlnkzykx@126.com。

通讯作者: 张君, 副教授, 博士。E-mail: zhangjun969@yahoo.com.cn。

单株粒重; 2 个品质性状, 分别为粗蛋白质含量和粗脂肪含量。农艺性状用计数、称量及测量方法; 品质性状采用凯式定氮仪 (ATN-300) 及脂肪测定仪 (SZF-06)。

### 1.3 杂种优势计算

中亲优势 (MPH)% =  $(F_1 - \text{双亲平均值}) / \text{双亲平均值} \times 100$ ; 超亲优势 (OPH)% =  $(F_1 - \text{高值亲本}) / \text{高值亲本} \times 100$ 。

注: 对于大豆虫食粒率取负向超亲优势。

## 2 结果与分析

### 2.1 植株形态性状的杂种优势分析

根据考种结果计算了各组合  $F_1$  代形态性状的

表 1 植株形态性状的中亲和超亲优势

Table 1 MPH and BPH of plant morphic traits/%

组合 Combination	株高 Plant height		主茎节数 Number of node		分枝数 Branch number		茎粗 Stem diameter	
	MPH	BPH	MPH	BPH	MPH	BPH	MPH	BPH
	1 × 5	6.34	-13.49	-2.72	-11.26	-26.67	-42.86	8.75
1 × 6	-0.73	-5.23	-1.77	-4.67	6.54	-10.94	4.90	-1.58
1 × 7	3.51	1.47	4.21	1.90	49.02	28.81	27.11	25.54
1 × 8	5.79	5.66	1.59	-2.37	20.56	0.78	13.92	6.34
1 × 9	17.22	6.94	4.94	1.99	-20.35	-35.71	-17.49	-22.99
2 × 5	0.59	-17.12	6.84	-3.18	78.76	12.01	31.80	22.69
2 × 6	-13.54	-16.16	-2.79	-4.98	61.28	5.21	30.34	18.93
2 × 7	-5.49	-5.84	3.13	1.58	85.99	23.73	37.91	32.25
2 × 8	7.07	5.48	6.60	3.18	40.72	-8.20	32.11	26.89
2 × 9	7.91	-0.07	14.96	10.93	83.24	17.14	23.15	11.81
3 × 5	-2.30	-20.40	-4.26	-16.86	-34.38	-45.45	-8.69	-11.93
3 × 6	-4.04	-8.22	-4.40	-6.80	-0.87	-10.94	4.93	-0.88
3 × 7	-9.33	-10.95	-1.22	-4.44	60.00	49.15	27.77	27.10
3 × 8	-6.29	-6.34	-3.53	-5.03	-4.35	-14.06	0.26	-7.04
3 × 9	15.53	5.59	7.87	-0.59	-5.79	-18.57	-3.51	-9.32
4 × 5	-6.03	-26.37	-4.97	-17.07	-25.98	-38.96	4.28	3.43
4 × 6	-8.44	-16.59	-7.79	-9.58	-12.28	-21.88	-3.98	-5.27
4 × 7	1.23	-5.42	4.31	1.50	50.46	38.98	14.73	10.35
4 × 8	-8.65	-13.14	-7.48	-8.38	22.81	9.38	32.44	17.93
4 × 9	4.80	-8.53	-1.37	-8.61	-16.67	-28.57	-1.00	-2.87

MPH: mid-parent heterosis; BPH: better parent heterosis. Same as below.

在分枝数方面, 以 7 号为父本所配制的 4 个组合都表现出明显的超亲和中亲优势, 而 7 号本身分枝数并不是太多, 为 3.93 个。以 2 号为母本的组合表现出明显的中亲优势。其它组合大多趋近于双亲均值。茎粗有一定的杂种优势, 超高亲组合有 11 个, 优势率在 3.43% ~ 32.25%; 表现负优势组合有 9 个, 在 -0.88% ~ -22.99% 之间; 低

杂种优势 (表 1)。从表中可以看出, 性状不同杂种优势的表现是不同的。

在株高方面, 超高亲的有 5 个组合, 接近高亲的也有 5 个组合, 明显低于双亲的有 6 个组合, 正向优势率在 1.47% ~ 6.94%, 负优势率在 -0.07% ~ -26.37%, 明显低于双亲均值的有 5 个组合。主茎节数与株高呈极显著正相关 ( $r = 0.8457$ ), 主茎节数多则植株较高大。主茎节数与株高在杂种优势的表现上也很相似, 一般株高优势强的组合主茎节数的优势率也较高。从结果看, 双亲节数相差大的, 多表现为趋于双亲均值。因此在组配时, 要得到节数较多的组合, 双亲都不可选用节数过少的亲本。

于双亲均值的有 5 个组合, 优势率为 -1% ~ -17.49%。茎粗具有较好的中亲优势。从组合上看, 以 2 号为母本的 5 个杂种茎粗都表现为正向的超亲优势, 而以 3 号为母本的杂种都表现为负向的超亲优势。

### 2.2 植株产量性状的杂种优势分析

各组合  $F_1$  代产量性状的杂种优势列于表 2。从

表中可以看出,不同组合产量性状的杂种优势表现不同。单株荚数和单株粒数与产量关系密切(相关系数分别为  $r = 0.8985$  和  $r = 0.9517$ )。单株荚数和单株粒数的中亲优势率表现相似,都有6个表现为负值,其余14组合为正向中亲优势;单株荚数和单株粒数的超亲优势都有8个组合表现为负值,其余12个表现为正值;表现为负向中亲优势的组合,超亲优势也为负值。

表2 植株产量性状的中亲和超亲优势  
Table 2 MPH and BPH of plant yield traits/%

组合 Combination	单株荚数 Pods per plant		单株粒数 Seeds per plant		百粒重 100-seed weight		单株粒重 Seed weight per plant	
	MPH	BPH	MPH	BPH	MPH	BPH	MPH	BPH
1×5	22.97	18.78	2.79	0.15	12.55	11.04	12.16	10.39
1×6	22.81	19.27	28.65	23.84	8.06	3.27	36.29	31.58
1×7	65.32	49.28	55.41	33.32	-1.98	-6.73	61.65	28.17
1×8	25.17	22.06	9.84	1.79	14.64	13.88	39.55	22.29
1×9	-28.01	-40.36	-21.54	-29.98	15.88	15.11	-10.86	-18.50
2×5	104.10	73.17	115.53	74.84	11.63	1.25	137.67	112.50
2×6	58.92	35.47	84.15	57.38	1.33	-2.84	92.15	74.84
2×7	110.10	102.53	122.97	113.69	-0.31	-4.00	139.73	111.86
2×8	76.96	58.13	106.38	82.54	10.08	0.46	118.97	117.45
2×9	54.59	15.27	62.17	22.85	9.77	1.41	85.62	51.50
3×5	-21.69	-31.64	-22.46	-27.84	13.04	9.13	-15.46	-26.44
3×6	5.37	-8.45	12.02	-1.66	7.75	5.21	20.49	3.11
3×7	63.82	27.81	70.31	34.95	-4.75	-7.40	74.29	26.16
3×8	-6.35	-22.25	3.88	-11.85	10.66	7.55	11.85	-11.90
3×9	-19.91	-22.11	-8.19	-9.99	13.98	12.22	3.87	-0.15
4×5	-11.70	-13.54	-16.09	-18.19	12.47	4.39	-6.04	-16.81
4×6	1.66	-1.01	-0.34	-8.63	4.52	2.73	7.49	-6.43
4×7	48.20	27.43	52.59	25.50	2.32	1.01	60.87	17.94
4×8	27.89	18.19	23.46	9.19	6.49	-0.52	28.65	2.87
4×9	-24.69	-34.64	-27.20	-31.89	6.94	1.15	-20.98	-22.53

百粒重是构成产量的重要性状之一。从表2可见,杂种的百粒重表现超高亲优势为15个,超中亲的17个,超高亲优势率为1.01%~15.11%。根据选育品种的用途来选择双亲进行组配,以9号为父本的杂种,百粒重表现出较好的杂种优势。单株粒重的杂种优势很强,超高亲优势率在3.11%~117.45%,所观察的组合中仅有4个杂种表现负优势的,中亲优势中只有2个杂种低于双亲。从组合上看,以2号为母本的杂种,单株粒重优势最大。

### 2.3 籽粒品质性状的杂种优势分析

脂肪和蛋白质呈极显著负相关( $r = -0.7808$ ),虫食粒率与蛋白质呈显著负相关( $r = -0.3588$ ),与

从表2看出,单株荚数的超高亲优势在15.27%~102.53%之间,单株粒数的超高亲优势在0.15%~113.69%之间,优势明显且普遍。从组合上看,以7号为父本的杂种,在单株荚数和单株粒数上普遍表现出强的超亲和中亲优势,而以2号为母本的杂种,也表现出强的杂种优势。因此,2号母本和7号父本杂交产生的杂种,在超亲和中亲优势上是20个组合中最高的。

脂肪呈显著正相关( $r = 0.3751$ ),因此虫食粒率与蛋白质及脂肪的关系较密切。

从表3中看到,杂种一代脂肪含量大多介于双亲之间,偏向于高值亲本的居多。在超亲优势上,多表现为负向优势。超高亲优势率在1.48%~6.14%之间,幅度不大,组合间无明显的规律。

在蛋白质方面,20个杂种中有13个介于双亲之间。仅有4个表现为超高亲优势,从组合上看,以2号为母本的杂种都表现为负向超亲优势。

虫食粒率是与品质密切相关的个性状,在20个杂种中,有12个组合虫食粒率介于双亲之间,有7个杂种表现为负超亲优势。以2号为母本的5个杂种都表现为负向超亲优势。

表3 籽粒品质性状的中亲和超亲优势  
Table 3 MPH and BPH of seed quality traits/%

组合 Combination	脂肪 Fat content		蛋白质 Protein content		虫食粒率 Rate of insect food	
	MPH	BPH of fat	MPH	BPH	MPH	BPH
1×5	-5.95	-8.21	3.90	3.32	-6.64	55.67
1×6	-1.01	-5.13	1.57	-1.74	8.50	103.44
1×7	3.93	1.24	-5.17	-7.05	-5.74	47.55
1×8	-5.16	-12.29	-1.03	-7.00	4.05	39.70
1×9	-0.61	-6.91	-0.53	-6.84	-27.13	21.75
2×5	1.36	-1.78	-0.11	-1.58	-44.74	-42.95
2×6	6.29	1.16	-1.00	-2.27	-20.91	-10.85
2×7	1.01	-2.29	-6.78	-6.83	-34.17	-33.21
2×8	-3.12	-11.01	2.19	-2.08	-34.89	-25.09
2×9	0.50	-6.51	1.77	-2.81	-27.73	-25.27
3×5	6.65	6.14	2.59	0.87	-32.49	-11.58
3×6	-1.94	-4.21	1.22	0.12	-56.00	-36.03
3×7	2.17	1.48	-5.77	-6.00	-2.89	20.32
3×8	0.89	-4.97	-1.05	-5.00	17.67	27.62
3×9	2.12	-2.55	3.82	-0.66	20.12	57.62
4×5	6.06	2.06	2.04	1.89	-24.85	12.01
4×6	2.18	-3.42	1.99	-0.93	-29.58	17.36
4×7	1.52	-2.49	-0.85	-2.41	-14.05	20.66
4×8	1.17	-7.67	-2.06	-7.60	13.31	37.67
4×9	2.26	-5.50	1.14	-4.90	-15.38	26.37

### 3 讨论

通过对不同组合 F<sub>1</sub> 代的杂种优势分析,证明大豆部分形态性状、产量性状及品质性状具有较高的杂种优势。其中大豆 F<sub>1</sub> 单株籽粒产量的杂种优势较为明显,这与谢甫绋等<sup>[11]</sup>的研究结果相似。不同类型大豆的杂交组合杂种优势存在明显差异,亲本的亲缘关系对大豆杂种优势有着重要的影响。地理远缘的亲本间杂交会产生明显的杂种优势,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,有些组合会表现出负超亲优势。从分析百粒重中发现,存在较强的优势,这个结果与李磊<sup>[12]</sup>的结论有差异。提高蛋白质和脂肪含量是品质育种的主要目标,由于虫食粒率与二者之间有密切关系,可以通过间接选择来改良大豆品质。

### 参考文献

[1] 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. (Tian P Z. Studies on heterosis of F<sub>1</sub> hybrids in soybean and its relationship to the corresponding parents [J]. Acta Agronomica Sinica, 1981, 7(4): 225-232.)

[2] 马育华, 盖钧镒, 胡蕴珠. 大豆杂种世代的遗传变异研究 II. 配合力及有关遗传参数[J]. 作物学报, 1983, 9(4): 249-257. (Ma Y H, Gai J Y, Hu Y Z. Studies on genetic variation of hybrid generations in soybean. II. Combining ability and related genetic parameters [J]. Acta Agronomica Sinica, 1983, 9(4): 249-257.)

[3] 孙寰, 赵丽梅, 王曙明, 等. 大豆杂种优势利用研究进展[J]. 中国油料作物学报, 2003, 25(1): 92-96. (Sun H, Zhao L M, Wang S M, et al. Progress in soybean heterosis utilization [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2003, 25(1): 92-96.)

[4] 王曙明, 孙寰, 王跃强, 等. 大豆杂种优势及其高优势组合选配的研究 I. F<sub>1</sub> 代籽粒产量的杂种优势与高优势组合选配[J]. 大豆科学, 2002, 21(3): 161-167. (Wang S M, Sun H, Wang Y Q, et al. Studies on heterosis and apogamy of highly heterosis combinations in soybean I. F<sub>1</sub> seed yield heterosis and apogamy of highly heterotic combinations [J]. Soybean Science, 2002, 21(3): 161-167.)

[5] 兰进好, 张宝石, 周鸿飞. 作物杂种优势遗传基础研究进展[J]. 中国农业学报, 2005, 12(1): 114-119. (Lan J H, Zhang B S, Zhou H F. Progress in the study on the genetic basis of heterosis in crops [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2005, 12(1): 114-119.)

[6] Wilcox J R. Soybeans: improvement, production and uses [M]. Madison, Wisconsin, 1987: 215-217.

[7] Rant V M, Halwanker G B, Patil V P. Heterosis in soybean [J]. Soybean Genetic Newsletter, 1988, 15: 57-60.

[8] Metha S K, Lal M S, Beohar A B L. Heterosis in soybean crosses [J]. Indian Journal of Agricultural Sciences, 1984, 54(8): 682-684.

[9] 马育华, 盖钧镒. 大豆杂种世代的遗传变异研究[C]//中美大豆科学讨论会论文集. 中国大豆科技情报交流中心, 1983: 94-103. (Ma Y H, Gai J Y. Studies on genetic variation of successive generations after hybridization in soybeans [C]//Sino-US soybean scientific discussion collection. Chinese soybean technology information exchange centre, 1983: 94-103.)

数强烈受大豆内在遗传机制的控制,但试验表明其仍然会被环境条件所影响。

光富集对大豆百粒重有一定影响,但多数未达到显著水平。仅在中密度条件下,光富集显著降低海 339 品种大豆的百粒重,对比自然光照,百粒重由 28.71 g 下降到 26.30 g。这可能是光富集极大增加了单株荚数和粒数(分别增加了 71.1% 和 85.7%),即库容增大导致相对源弱,从而导致同化物在单个籽粒内的积累有所减少,使得百粒重下降。

遮阴对大豆百粒重的影响与种植密度关系密切。在低密度条件下,遮阴显著增加海 339 和垦农 18 品种大豆的百粒重。这可能是在生殖生长期,遮阴极大减少了单株荚数(分别减少了 45.3% 和 47.6%),导致相对源强使得籽粒粒重有上升趋势,也是大豆补偿产量损失的一个方式。McAlister 和 Schonbeck 等提出:籽粒大小的增加可能是对去荚操作荚数目减少的一种补偿机制<sup>[10-11]</sup>。试验认为生殖生长期轻度遮阴(减少 25% 的光照)可以看作是源库调节中的去荚作用。在高密度条件下,除遮阴胁迫,株距过密导致土壤水分、养分竞争激烈使得海 339 籽粒粒重显著下降达 17%。

关于光富集和遮阴对每荚粒数和粒重也有不同的研究结果。Liu 等<sup>[12]</sup>研究发现,大豆以行距为 25 cm 的方式种植时,生殖生长期光富集有使籽粒粒重增加的趋势;遮阴(减少光照 52%)有使籽粒粒重减少的趋势。Liu 和 Herbet 研究认为,不同的行距引起大豆生长竞争激烈程度不同,不同大豆品种对行距变化的反映不同<sup>[13]</sup>。可以看出,光富集及遮阴影响籽粒粒重的效果,与大豆品种、遮阴强度、种植密度及大豆行距有密切关系。可以认为,大豆产量构成要素(荚数、粒数、每荚粒数、籽粒粒重)的改变就是大豆群体激烈竞争的最终反应结果。单株荚数和粒数是对产量变动贡献最大的因子。通过研究来评价不同粒重大豆基因型对不同群体或光环境的响应,将为确立合理的田间配置,增加株行间的光照,探讨适合的种植密度或方式,最终为提高产量提供

一定科学参考。

## 参考文献

- [1] Board J E, Harville B G. Explanations for greater light interception in narrow- vs- wide- row soybean [J]. *Crop Science*, 1992, 32: 198-202.
- [2] Purcell L C, Ball R A, Reaper J D, et al. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities [J]. *Crop Science*, 2002, 42: 172-177.
- [3] 董钻. 大豆产量生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 20-25. (Dong Z. Soybean yield physiology [M]. Beijing: Agricultural Press, 2000: 20-25.)
- [4] Mathew J P, Herbert S J, Zhang S H. Differential response of soybean yield components to the timing of light enrichment [J]. *Agronomy Journal*, 2000, 92: 1156-1161.
- [5] Schou J B, Jeffers D L, Streeter J G. Effects of reflectors, black boards, or shades applied at different stages of plant development on yield of soybeans [J]. *Crop Science*, 1978, 18: 29-34.
- [6] Jiang H, Egli D B. Shade induced changes in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean [J]. *Agronomy Journal*, 1993, 52: 84-86.
- [7] Kakiuchi J, Kobata T. Shading and thinning effects on seed and shoot dry matter increase in determinate soybean during the seed-filling period [J]. *Agronomy Journal*, 2004, 96: 398-405.
- [8] Dominguez C, Hume D J. Flowering, abortion, and yield of early-maturing soybeans at three densities [J]. *Agronomy Journal*, 1978, 70: 801-805.
- [9] Herbert S J, Litchfield G V. Partitioning soybean yield components [J]. *Crop Science*, 1982, 22: 1074-1079.
- [10] McAlister D F, Krober O A. Response of soybean to leaf and pod removal [J]. *Agronomy Journal*, 1958, 50: 674-677.
- [11] Schonbeck M W, Hsu F C, Carlsen T M. Effect of pod number on dry matter and nitrogen accumulation and distribution in soybean [J]. *Crop Science*, 1986, 26: 783-788.
- [12] Liu X B, Herbert S J, Hashemi A M. Yield-density relation of glyphosate-resistant soybeans and their responses to light enrichment in northeastern USA [J]. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 2006, 192: 140-146.
- [13] 刘晓冰, 金剑, S. J. Herbert. 行距对大豆竞争有限资源的影响 [J]. *大豆科学*, 2004, 23(3): 215-221. (Liu X B, Jin J, Herbert S J. Influences of row-spacing on competing limited resources in soybean [J]. *Soybean Science*, 2004, 23(3): 215-221.)

(上接第 763 页)

- [10] 黄承运, 满为群, 陈怡, 等. 东北大豆丰产种质的拓宽与改良 I. 品种间杂交 F<sub>1</sub> 代杂种优势与配合力分析 [J]. *大豆科学*, 1993, 12(3): 190-195. (Huang C Y, Man W Q, Chen Y, et al. Improvement of soybean high yield germplasm in northeast I. Analysis heterosis and combining ability of F<sub>1</sub> intervarietal cross [J]. *Soybean Science*, 1993, 12(3): 190-195.)
- [11] 谢甫锦, 丑晓奇, 张惠君, 等. 大豆品种远缘杂交 F<sub>1</sub> 代的杂种优势分析 [J]. *大豆科学*, 2007, 26(6): 857-861. (Xie F T,

Chou X Q, Zhang H J, et al. F<sub>1</sub> Heterosis of soybean crossed from varieties released in different geographic places and decades [J]. *Soybean Science*, 2007, 26(6): 857-861.)

- [12] 李磊, 李智, 王敏, 等. 大豆杂种优势及其与双亲遗传关系的研究 [J]. *安徽农业科学*, 1998, 26(4): 293-295. (Li L, Li Z, Wang M, et al. Studies of heterosis and genetics relations of parents in soybean [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 1998, 26(4): 293-295.)