

# 中美大豆品种间 $F_1$ 和 $F_3$ 杂种 优势与配合力分析\*

盖钧镒 胡蕴珠 马育华

(南京农学院大豆遗传育种研究室)

## 摘 要

当地良种 1138—2, 南农 493—1 和美国品种 hayne、SRF 400、Clark 63、Williams 间  $F_1$ 、 $F_3$  的杂种优势及配合力分析。(1) 杂种优势表现在主茎节数所致的营养生长优势, 从而荚/株、粒/株的优势, 其综合表现为单株粒重及小区产量的优势。产量的自交衰退明显, 而荚/株、粒/株衰退幅度较小。(2)  $F_1$ 、 $F_3$  表现大多数性状的 gca 变异均占绝对优势, 几乎没有显著 sca 变异。产量, 单株粒重、荚/株、粒/株的 gcaEMS% 比文献中的高。配合力分析结果因供试材料而异。同美国品种在长江下游杂种优势利用及品种改良中有其实际意义。

## 引 言

美国大豆生产曾成功地直接利用了中国的品种, 但迄今中国大豆生产还没有成功地直接应用美国品种的先例。七十年代从美国引进了一批商用品种。开始育种工作者对这批材料颇有兴趣, 后经各地大量试验, 无一能直接应用, 逐使人们回头来考虑其利用价值和途径问题。

大多数美国大豆品种, 包括北方和南方的品种, 均具有中国, 尤其中国东北资源的血缘。鉴于美国广泛利用国外引种材料的成效, 我们试图用一些成熟期组 III 及 IV 的美国品种作亲本以改良江淮下游地区的推广良种, 包括改进其早熟性。实际上, 利用这些美国品种, 也等于利用已经过美国加工改良了的的中国东北资源。当然在长期于美国杂交、选育及适应过程中, 这些品种的遗传体多已经与中国资源有所不同。

杂种优势方面, 许多研究结果表明  $F_1$  产量有高亲优势, 一般为 13—20% (Wentz 与 Stewart 1924, Veatch 1930, Woodworth 1932, 1933, Weiss 1947, Kalton 1948, Leffel 与 Weiss 1958, Brim 与 Cockerham 1961, Weber et al. 1970, Paschal 与 Wilcox 1975), Weber 等 (1970) 报告单株粒数及 Paschal 与 Wilcox (1975) 报告单株荚数有高亲优势,

\*江苏农学院陈建民曾参加本试验的部分田间工作。

株高也常表现有高亲优势。每荚粒数、百粒重、成熟期等则常表现为中间型。

马育华等(1983.a)从5个品种的双列杂交中发现产量的高亲优势约有20%；产量的优势主要与单株荚数及粒数的优势有关，凡亲本来源距离大的具有较高的平均超亲优势；产量有自交衰退。

配合力分析方面，Leffel和Weiss(1958)的结果，单株粒重、成熟期、株高和百粒重一般配合力(gca)显著；后三者特殊配合力(sca)也显著，gca MS比sca MS大得多。Welin等(1970)用5个品种的双列杂交进行配合力分析，产量、成熟期、株高的gca与sca变异均显著；产量的gca MS/sca MS为1.65，成熟期为6.15，株高为2.65。Paschal和Wilcox(1975)的研究，gca变异在9个性状显著，而sca变异仅有百粒重、成熟期和株高三性状显著；gca MS/sca MS在粒/荚为6.0，百粒重为21.1；产量、每株荚数、成熟期、倒伏性、单株重量及收获指数有显著的年份×gca交互；粒/荚、成熟期、倒伏性和收获指数有显著年份×sca交互。马育华等(1983b)研究连续四个世代所表现的性状配合力，产量、产量因素、生育期等14个性状在 $F_1$ — $F_4$ 均有显著gca变异； $F_1$  11个性状， $F_4$ 则仅7性状有显著sca变异；产量在四个世代均有显著gca及sca变异；总遗传变异中包括有加性、显性及一定加×加变异；世代×gca、世代×sca均显著，利用 $F_1$ 及杂种后代将可能有不同的最佳亲本组合。

本文之目的为：(1)研究美国品种与本地良种的杂种优势及自交衰退；(2)测定美国品种与本地良种间的一般配合力和特殊配合力；(3)估计美国品种在本地区育种中的意义。

## 材料与 方法

本试验所用亲本材料的当地良种有：(1)1138—2长江流域夏大豆良种，奉贤穗稻黄的选系。大约相当于成熟期组V的晚熟类型。(2)南农493—1长江流域夏大豆良种，5—18的选系。相当于Ⅶ成熟期组的晚熟类型。美国品种有：(1)Wayne，其血统包含87.5%中国东北的种质，12.5%日本种质。属Ⅲ成熟期组，在Illinois带育成。(2)SRF400，包含98.63%中国东北种质，0.77%南京地区种质，0.38%朝鲜及0.02%日本种质。属Ⅳ成熟期组，由美国SRF公司育成。(3)Clark63，包含99.61%中国东北种质及0.39%南京地区种质，属Ⅳ成熟期组，在Illinois带育成。(4)Williams，包含93.75%中国东北种质及6.25%南京地区种质。属Ⅳ成熟期组，在Illinois带育成，曾为美国北方推广面积最大的品种。

1975年将上述两组亲本进行杂交(NCⅡ交配设计)。1976、77、78年分别进行 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 试验。其中， $F_1$ 、 $F_3$ 试验在江苏扬州进行； $F_2$ 因开花结荚期在启东遇特大暴风，生育极不正常，不参加本文的分析。 $F_1$  8个组合及6个亲本，随机区组设计，行距2尺，株距0.5尺，单行区，每行10株，行两端种493—1为保护株。 $F_3$ 为三次重复的随机区组试验，行长10尺，行距2尺，株距0.3尺，三行区，取中行计产，考种取每小区中行的10个连续单株。

考察研究的性状有: 产量(产量因素包括单株粒重、单株荚数、单株粒数、每荚粒数、瘪粒率及百粒重), 生育期(包括开花期、成熟期), 及其他产量有关性状(包括株高、底荚高度、主茎分枝数及主茎节数等, 共 13 个性状)。

配合力分析按 Comstock 等(1948、1952)的 NC II 设计固定模型进行(马育华, 1982)

## 试验结果与讨论

### 杂种优势

1. 产量 全部试验结果整理成表 1、2、3。表 1 中两个当地亲本品种生育及产量是正常的。四个来源美国的亲本, 同属 III、IV 成熟期组不适应于本地区自然条件及二熟制栽培条件, 故在  $F_1$ 、 $F_3$  试验中产量均甚低。

全试验综合的结果(表 2)表明中美两组品种在  $F_1$  有显著中亲优势, 并有高亲优势(优势率大于 1), 8 个组合中 5 个表现超高亲, 平均为 43.5 斤/亩, 为高亲本的 15.6%, 极显著, 这 5 个组合为 1138—2×SRF400、1138—2×Clark63、1138—2×Williams、493—1×SRF400 以及 493—1×Clark63(表 1)。其中 493—1SRF400 产量最高。杂种优势表现自交衰退,  $F_3$  无论个别组合或各组合平均表现都无显著的产量优势。

这结果与文献报导相一致。493—1×SRF400 和马育华等(1983a)报告相同, 均表现最高产。493—1 为本地良种, 而 SRF400 在试验条件下本身的表现很差。两者相结合产生最佳产量, 说明美国品种在杂种优势利用方面, 甚至杂交育种方面是有意义的。一个品种的育种价值应看其杂种的表现。美国大豆育种工作者对引种材料大量做配合力筛选是有重要意义的(Gai, 1982)。

2. 产量因素 单株荚数与单株粒数两者表现甚相似,  $F_1$  有显著中亲优势及高亲优势, 自交衰退并不快,  $F_3$  仍表现有高亲优势。每荚粒数、瘪粒率及百粒重均无超亲优势, 而仅表现少量负向中亲优势, 其中每荚粒数在  $F_1$  及  $F_3$  和瘪粒率在  $F_1$  的中亲负优势有显著性。单株粒重乃以上多性状的综合表现,  $F_1$  有显著中亲优势, 并表现有高亲优势, 但至  $F_3$  则仅有显著的中亲优势, 虽有四个组合表现高亲优势而不显著。综上所述, 产量的高亲优势主要地与单株粒数及单株荚数有关, 而粒数实际上主要决定于荚数, 所以单株荚数的优势是产量优势最重要的因素, 这结果与 Welles 等(1970)、Paschal 和 Wilcox(1975)、马育华等(1983a)的结果是一致的。

3. 生育期性状 开花期在  $F_1$  表现有偏迟方向的中亲优势, 在  $F_3$  又出现偏早方向的中亲优势, 但均无超亲优势出现。成熟期在  $F_1$  及  $F_3$  均无显著中亲优势, 虽有少数组合表现高亲优势, 但并不显著。这与 Weiss(1947)、Paschal 和 Wilcox(1975)、及马育华等(1983a)的成熟期结果相一致。

4. 其他性状 株高、主茎节数的结果与单株荚数及单株粒数的情况相似,  $F_1$ 、 $F_3$  都有显著高亲优势, 自交衰退较小。底荚高度及主茎分枝数在  $F_1$ 、 $F_3$  都无显著超亲优势,

表 1

中美大豆杂种  $F_1$  与  $F_3$  产量的一般配合力及特殊配合力效应值组成(斤/亩)

亲 本	$F_1$				$F_3$					
	P	H	$\hat{gca}$		P	H	$\hat{gca}$			
Wayne	49.3	270.9	-38.7*		76.5	214.7	-45.3			
SRF400	65.5	337.5	28.0		141.7	266.8	6.7			
Clark63	69.1	349.9	40.0*		131.1	264.8	4.0			
Williams	49.9	277.2	-29.3		141.5	295.2	34.7			
1138-2	217.2	232.8	-77.3**		317.9	227.3	-33.3*			
493-1	372.7	386.3	77.3**		434.4	293.5	33.3*			
组 合	$\hat{\mu}$	$\hat{gca}_{\text{♀}}$	$\hat{gca}_{\text{♂}}$	$\hat{sca}$	产 量	$\hat{\mu}$	$\hat{gca}_{\text{♀}}$	$\hat{gca}_{\text{♂}}$	$\hat{sca}$	产 量
1138-2×Wayne	309.3	-77.3*	-38.7*	-22.7	171.5	260.0	-33.3*	-45.3	6.7	188.8
1138-2×SRF400			28.0	-17.3	243.6*			6.7	-12.0	221.5
1138-2×Clark63			40.0*	4.0	276.5*			4.0	-0.1	231.5
1138-2×Williams §			-29.3	36.0	239.6*			34.7	5.3	267.0
493-1×Wayne		77.3*	-38.7*	22.7	370.3		33.3*	-45.3	-6.7	240.7
493-1×SRF400			28.0	17.3	431.5*			6.7	12.0	312.3
493-1×Clark63			40.0*	-4.0	423.1*			4.0	0.1	298.0
493-1×Williams			-29.3	-36.0	320.0			34.7	-5.3	322.8

注: 1. P=亲本, H=半同胞.

2. #表示高亲优势, 不一定显著.

3. \*, \*\*表示 5% 及 1% 显著水准.

4. § 表示  $F_1$  为其反交

**表 2 中美大豆品种间产量及产量因素性状的杂种优势及配合力分析**

	世 代	平均 $\hat{\mu}$	中亲优势 $\hat{\mu}-MP$	优 势 率 $\frac{\hat{\mu}-MP}{\frac{1}{2} P_1-P_2 }$	正向超亲		负向超亲		EMSg(L)	EMSg(E)	EMSs	gca EMS% $\frac{EMSg(L+E)}{EMSG}$ (%)
					组合 超亲量 组合数	组合 超亲量 组合数	组合 超亲量 组合数	组合 超亲量 组合数				
产 量 (斤/亩)	F <sub>1</sub>	309.5	132.7**	1.12	5	43.5**	0	0	11626.7**	1315.6**	888.9 <sup>a</sup>	93.5
	F <sub>3</sub>	260.4	10.9	0.09	0	0	0	0	1920.0**	604.4	604.4	80.7
单株粒重 (克)	F <sub>1</sub>	25.8	11.1**	1.12	5	3.6**	0	0	80.7**	9.2**	6.2 <sup>a</sup>	93.5
	F <sub>3</sub>	17.7	5.0**	0.91	4	0.8	0	0	2.2	0	0	100.0
每株粒数	F <sub>1</sub>	113.4	39.5**	1.71	7	19.9**	0	0	590.4**	81.3**	36.3	94.9
	F <sub>3</sub>	70.9	15.2**	1.90	8	8.7**	0	0	30.1*	13.1	0	100.0
每株荚数	F <sub>1</sub>	181.2	82.9**	2.04	8	42.1**	0	0	3152.2**	248.6**	160.4	95.9
	F <sub>3</sub>	125.3	22.8**	2.30	6	21.0**	0	0	0	0	0	/
每荚粒数	F <sub>1</sub>	2.12	-0.13**	-0.36	0	0	0	0	0.0047**	0.0063**	0.0002	98.0
	F <sub>3</sub>	2.19	-0.07*	-0.23	0	0	0	0	0.0137**	0.0099**	0	100.0
瘿 粒 率 (%)	F <sub>1</sub>	24.6	-15.6**	-1.00	0	0	4	-8.8**	140.8**	0.8	0	100.0
	F <sub>3</sub>	18.7	-5.1	-0.80	0	0	3	-10.4**	0	0	3.32 <sup>a</sup>	0
百 粒 重 (克)	F <sub>1</sub>	17.1	-0.38	-0.19	0	0	1	-0.5	0.73**	0.07	0.23	77.7
	F <sub>3</sub>	18.3	-0.11	-0.07	0	0	0	0	0	0.58**	0.33	63.7

注: 1.  $\Delta$ , \*, \*\* 分别表示10%, 5%, 及 1%显著水准。

2. EMSg(L) = 当地亲本的一般配合力期望均方; EMSg(E) = 美国亲本的一般配合力期望均方, EMSs = 特殊配合力期望均方; EMSg(L+E) = 当地亲本及美国亲本一般配合力期望均方之和; EMSg = 遗传型期望均方。

**表 3 中美大豆品种间生育期及其他性状的杂种优势及配合力分析**

	世 代	$\hat{\mu}$	$\hat{\mu}-MP$	$\frac{\hat{\mu}-MP}{\frac{1}{2} P_1-P_2 }$	正向超亲		负向超亲		EMSg(L)	EMSg(E)	EMSs	gca EMS% $\frac{EMSg(L+E)}{EMSG}$ (%)
					组合 超亲量 组合数	组合 超亲量 组合数	组合 超亲量 组合数	组合 超亲量 组合数				
开 花 期	F <sub>1</sub>	43.7	0.5*	0.06	0	0	0	0	4.24**	0.2 $\Delta$	0.3 $\Delta$	99.3
	F <sub>3</sub>	39.8	-3.8**	-0.49	0	0	0	0	0	0.3	0	100.0
成 熟 期	F <sub>1</sub>	117.4	0.2	0.07	3	2.2	1	-0.6	4.0**	0	2.0	66.7
	F <sub>3</sub>	117.8	0.5	0.19	1	1.6	0	0	6.9**	0	0	100.0
株 高 (厘米)	F <sub>1</sub>	78.1	20.1**	14.25	8	18.7**	0	0	14.0**	4.6*	1.9	90.7
	F <sub>3</sub>	74.5	10.0**	1.98	6	7.2*	0	0	1.4	0	0	100.0
结荚高度 (厘米)	F <sub>1</sub>	18.3	3.7**	0.63	1	0.40	0	0	8.0**	1.1*	0	100.0
	F <sub>3</sub>	19.8	2.4	0.27	0	0	0	0	1.7	0	11.9*	12.5
主 茎 分 枝 数	F <sub>1</sub>	5.4	0.6**	0.68	3	0.2	0	0	1.29**	0.18*	0	100.0
	F <sub>3</sub>	2.5	0.1	0.66	2	0.1	1	-0.7	0.24*	0.07	0	100.0
主茎节数	F <sub>1</sub>	22.9	4.4**	14.23	8	4.1**	0	0	0.29*	0.29*	0	100.0
	F <sub>3</sub>	19.8	2.1**	6.15	7	2.0**	0	0	0	0.07	0.63	11.1

注: 注释同表 2。

而仅  $F_1$  有显著中亲优势。文献中报导的株高结果与本试验一致。

综上所述,迄今关于产量、产量因素、生育期、株高等性状  $F_1$  杂种优势表现的结果相对一致。中美大豆品种的杂种优势表现在主茎节数的优势而导致的营养生长优势,从而为单株荚数以至单株粒数的优势提供基础。其综合的结果表现为单株产量及小区产量的优势。产量表现明显的自交衰退,但单株荚数、单株粒数的衰退幅度较小。

## 配合力

1. 产量 表2、3中  $EMS_{g(L)}$  及  $EMS_{g(E)}$  分别为本地良种及美国品种一般配合力期望均方的估计值。 $EMS_{g(L+E)}$  则为二者之和,  $EMS_S$  为特殊配合力期望均方的估计值,  $EMS_G = EMS_{g(L+E)} + EMS_S$  表示总遗传变异。 $gcaEMS\% = \frac{EMS_{g(L+E)}}{EMS_G} \times 100\%$  为总遗传变异中一般配合力变异所占的百分数。

本地良种和美国品种  $F_1$  所表现的一般配合力变异均极显著,而特殊配合力变异不甚显著(仅达10%显著水准);本地良种一般配合力变异比美国品种间的大。在  $F_3$  表现的一般配合力变异,仅本地良种有显著性,而美国品种间并不显著;特殊配合力变异不显著。说明世代间配合力反应有不一致性。

这结果与 Paschal 和 Wilcox(1975)的相近,而与 Weles 等(1970)、马育华等(1983b)的结果并不甚一致。在马育华等(1983b)的报告中  $F_1$ — $F_4$  都有显著  $gca$  及  $sca$  变异,  $gcaEMS\%$  在  $F_1$  仅为 40%,随着世代的递推而增加。但本试验中  $F_1$  的  $gcaEMS\%$  为 93.5%,由此估计中美大豆品种间杂交种的主要遗传变异可能为加性部分,而显著性变异甚微。

既然供试中美大豆品种间一般配合力十分重要,组合的选配主要看亲本的一般配合力。尤其选好当地亲本更重要,而美国品种间的一般配合力变异小,在相同成熟期组范围内,差异并不很大。表1进一步说明当地良种间,493-1在  $F_1$ 、 $F_3$  均有比 1138-2好的一般配合力;美国品种间对利用  $F_1$  优势,Clark 63 与 SRF 400 有较好的一般配合力,对后代选育则 Williams 的一般配合力较好。这三个美国品种的良好一般配合力可能与含有南京地区种质资源的血缘或成熟期组 IV 有关。

马育华等(1983b)指出有高亲优势的组合同时具有较好的  $gca$  与/或  $sca$  效应值,虽然高亲优势不一定与配合力值相一致,表1中 1138-2 × Williams 的  $F_1$  只有显著负  $gca$  值,但仍表现有高亲优势,其原因马育华等已有讨论。但从本试验结果看来,若要获得高产(不仅高亲优势)则仍需有较好的配合力效应值。例如 493-1 × SRF 400、493-1 × Clark63 的高产是与 493-1 及 Clark63 的显著  $gca$  值分不开的。

2. 产量因素 单株荚数在  $F_1$   $gca$  变异显著,且当地良种大于美国品种。而  $sca$  变异不显著; $F_3$  则仅当地良种的  $gca$  变异显著。这与马育华等(1983b)的结果相似。单株粒数则与马育华等的不同, $F_1$  仅有  $gca$  变异显著, $sca$  变异不显著; $F_3$  则  $gca$  变异也不显著。每荚粒数的结果也不同, $F_1$ 、 $F_3$  均无显著  $sca$  变异,但均有显著  $gca$  变异,而且美国品种在  $F_1$   $gca$  变异大于当地良种,在  $F_3$  则相反。百粒重结果与马育华等的相

似,  $F_1$ 、 $F_3$  均无显著 sca 变异, 但  $F_1$  表现有当地良种的显著 gca 变异,  $F_3$  则有美国品种的 gca 变异。瘪粒率,  $F_1$  仅有当地良种的显著 gca 变异,  $F_3$  则无 gca 变异。单株粒重为各因素性状的综合表现, 仅  $F_1$  有显著 gca 及近乎显著的 sca 变异,  $F_3$  则不表现任何配合力的显著变异。

总之, 本试验产量因素的配合力分析结果与马育华等 (1983b) 的有所不同。杂种一代 gca EMS% 除百粒重与每荚粒数外, 其他均比马育华等的高, 说明中美大豆品种间杂种的主要遗传变异为一般配合力或加性部分, 也说明配合力分析的结果对亲本品种的相对性。

3. 生育期 开花期在  $F_1$  表现当地良种有显著 gca 变异, 而 sca 及美国品种的 gca 变异均不甚显著;  $F_3$  则无任何显著配合力差异反应。成熟期则表现有  $F_1$ 、 $F_3$  的当地良种 gca 变异, 似乎供试中美大豆品种间杂种所反映的遗传变异, 加性部分占绝对优势。成熟期 sca 变异不显著与马育华等 (1983b) 的结果是有不同的。

4. 其他性状 株高、结荚高度、主茎分枝数及主茎节数等性状, 与马育华等 (1983b) 的结果主要差别是除  $F_3$  的结荚高度外, 其他无论  $F_1$  或  $F_3$  均无显著特殊配合力变异, 主茎节数表现在  $F_1$  当地良种的 gca 变异与美国品种相同。其他三性状当地良种均几倍于美国品种。

综上所述, 本试验配合力分析结果与文献报导有许多不一致。供试中美大豆品种间不论  $F_1$  或其后代  $F_3$ , 一般配合力变异在大多数性状均占绝对优势, 而特殊配合力变异均甚小, 几乎没有显著的。尤其产量、单株粒重、单株荚数、单株粒数等性状 gca EMS% 比马育华等 (1983b) 报告的高得多。Baker (1978) 认为进行双列杂交分析, 模型的选择极为重要。一般用少量商用品种做亲本时, 应该用固定模型进行品种的一般配合力及特殊配合力估计为宜。比较文献上的大豆配合力分析, 本试验结果说明其结果与所用亲本品种有相对性。

## 美国品种在本地区育种中的意义

美国品种在中国的大豆生产上并没有像中国品种在美国生产上起那么大的作用。这是可以理解的, 因为大豆的原产地在中国。然而这并不意味着中国的大豆育种不需要或不可能借鉴国外已经取得的进展。本试验的供试材料是杂种后代群体, 试验结果是每一群体的平均数。从这平均结果证明美国品种在长江下游地区利用其杂种优势是很有价值的。这个试验及马育华等 (1983a) 的结果均说明 493-1 $\times$ SRF400 有很好的高亲优势, 而且都表现最高产。至于美国品种对杂种后代的选育利用, 本试验  $F_3$  代 Williams 等美国亲本的半同胞平均及一般配合力值均说明是有潜力的。另据盖钧镒 (1984) 的报告, 美国育种家们在中国引入材料的基础上已经进行了多方面的加工提高, 通过基因累加作用将一些优良性状综合在一起, 已经大大超过原来的引入种, 非常明显的改进表现在耐肥、抗倒性及抗炸荚性方面以及产量方面, 可供中国大豆育种中利用。另外在抗病性、抗虫性 (包括抗孢囊线虫、细菌性斑疹病、夜食性害虫等) 的改良及转育方面, 美

国已经取得的进展也是值得借鉴利用的。所以尽管我国有着丰富的大豆种质资源,应用国外已经取得的成果及资源作为中国材料以缩短我们的育种过程也同样是十分必要的。

### 参 考 文 献

1. 马育华: 1982, 植物育种的量遗传学基础, 江苏科学技术出版社.
2. 马育华、盖钧镒、胡蕴株: 1983a. 大豆杂种世代的遗传变异研究 I. 杂种优势及其自交衰退. 中国农业科学1983(5): 1—6.
3. 马育华、盖钧镒、胡蕴株: 1983b. 大豆杂种世代的遗传变异研究 II. 配合力及有关遗传参数作物学报9: 249—258
4. 盖钧镒: 1983. 美国大豆育种的进展和动向, 大豆科学2: 225—231, 327—341; 3: 70—80.
5. Baker, R. J.: 1978. Issues in diallel analysis Crop Sci. 18: 533—536.
6. Brim, C. A. C. C. Cöckerham: 1961, Inheritance of quantitative characters in soybeans. Crop Sci. 1: 187—190
7. Brim, C. A.: 1973, Quantitative genetics and breeding. In B. E. Caldwell et al. (eds). Soybeans: Improvement, production, and uses. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.
8. Comstock, R. E., H. F. Robinson: 1948, The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. Biometrics 4: 254—266.
9. Comstock, R. E., H. F. Robinson: 1952, Estimation of average dominance of genes. pp. 494—516. In J. Gowen (ed.) Heterosis. Iowa state College press, Ames, Iowa.
10. Kalton, R. R.: 1948, Breeding behavior at successive generations following hybridization. Iowa State Coll. Agr. Expt. Stat. Res. Bull. 358: 671—732.
11. Leffel, R. C., M. G. Weiss: 1958, Analysis of diallel crosses among ten varieties of soybean. Agron. J. 50: 528—534.
12. Paschal, E. H., J. R. Wilcox: 1975, Heterosis and combining ability in exotic soybean germplasm. Crop Sci. 15: 344—349.
13. Veatch, C.: 1930, Vigor in soybeans as affected by hybridity. J. Amer. Soc. Agron. 22: 289—310.
14. Weber, C. R., L. T. Empig J. C. Thorne: 1970, Heterotic performance and combining ability of two-way  $F_1$  soybean hybrids. Crop Sci. 10: 159—160.
15. Weiss, M. G., C. R. Weber; R. R. Kalton: 1947, Early generation testing in soybeans. J. Amer. Soc. Agron. 39: 791—811.
16. Wentz, J. B., R. T. Stewart: 1924, Hybrid vigor in soybeans. J. Amer. Soc. Agron. 16: 534—540.
17. Woodworth, C. M.: 1932, Genetics and breeding in improvement of the soybean. Ill. Agr Stat. Bull. 384.
18. Woodworth, C. M.: 1933, Genetics in soybean. J. Amer. Soc. Agron. 25: 36—51.

## HETEROSIS AND COMBINING ABILITY PERFORMED IN $F_1$ AND $F_3$ HYBRIDS BETWEEN SOYBEAN CULTIVARS FROM THE PRC AND US

Gai Junyi

*(Soybean Research Laboratory, Nanjing Agricultural College)*

### Abstract

The analyses of heterosis and combining ability performed in  $F_1$  and  $F_3$  hybrids between soybean cultivars from the PRC (1138-2 and 493-1) and those from the U.S. (Wayne, SRF 400, Clark 63, and Williams) were conducted in Yangzhou, Jiangsu.

$F_1$  yield heterosis based on pods/plant and seeds/plant heterosis, based on, in turn, vegetative growth heterosis, in turn again, on nodes/stem heterosis was significant. Inbreeding depression in yield was obvious, while that of pods/plant and seeds/plant not too large.

The expected gca mean squares of the most characters in  $F_1$  and  $F_3$  were dominant, while there were few expected sca mean squares significant. The gca MS/S of single plant yield, pods/plant, and seeds/plant were higher than these reported in the literature.

The results of combining ability varied from materials to materials.

Cultivars from the US seem to be of significance in the utilization of heterosis and in the improvement of soybeans in the Lower Yangtze valley.