

# 水稻广亲和品种农艺性状的配合力分析

李荣改 王玉珍 孟祥祯 王振圻 孟令启 冯瑞光 宁文书

(河北省稻作研究所,唐海 063200)

**摘 要** 用9个水稻不育系与3个广亲和品种进行不完全双列杂交,对其杂交组合10个性状的配合力效应分析结果表明,就杂种 $F_1$ 主要农艺性状而言,亲本的一般配合力效应比组合特殊配合力效应更为重要;株高、单株有效穗数、穗长、每穗实粒数、结实率、单株粒重、千粒重等性状,以一般配合力作用为主,而每穗总粒数、生育期、着粒密度等性状虽以一般配合力作用为主,但特殊配合力的作用也不可忽视;株高、单株有效穗数、穗长、每穗实粒数、结实率、单株粒重等性状以广亲和品种的一般配合力作用为主;生育期、每穗总粒数、千粒重、着粒密度等性状以不育系的一般配合力作用为主。

**关键词** 水稻 广亲和品种 不育系 配合力 农艺性状

自80年代中期发现广亲和基因后,相继发现和选育出了许多广亲和品种。近年来对其亲和性及配组后代的优势表现、性状间的相关性的报道颇多<sup>[1~5,8]</sup>,而对以其为亲本配制三系杂交稻主要农艺性状的遗传特点及与亲本配合力关系的研究很少。为此,我们对利用广亲和品种配制的杂交组合 $F_1$ 主要农艺性状的配合力及其遗传特点进行了探讨,旨在为评价广亲和品种在育种中的地位 and 作用提供依据。

## 1 材料和方法

以3个广亲和品种为父本和9个不育系为母本(见表3),按 $9 \times 3$ 不完全双列杂交法,于1992年配制成27个组合。1993年将配制的杂交组合种植于河北省稻作研究所试验田中,随机区组排列,3次重复。4月14日播种,5月26日移栽,单苗栽插,株行距为 $10\text{cm} \times 20\text{cm}$ ,每小区种植4行,行长为1.2m,栽培管理同大田。成熟时,每小区取样5株,考查株高、单株有效穗数、穗长、每穗总粒数、每穗实粒数、结实率、千粒重、单株粒重、着粒密度(每10cm着颖花数)、生育期(播种至出穗期)等10项,按莫惠栋的 $p \times q$ 交配模型<sup>[7]</sup>进行配合力遗传分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 水稻杂交组合性状的方差分析

方差分析结果(表1)表明,各性状组合间的差异均达到极显著水准,说明各组合间确实存

在着遗传差异,因此,有必要进一步进行配合力分析。配合力方差分析表明,父本广亲和品种和母本不育系各性状的一般配合力方差达到显著或极显著水平,组合的特殊配合力的方差穗长、株高、每穗总粒数、实粒数、生育期、着粒密度达到显著或极显著水平,表明在这 6 个性状的形成中,同时受亲本的一般配合力和组合特殊配合力的影响,而在结实率、千粒重、单株粒重和单株穗数上差异不显著,表明这 4 个性状主要受一般配合力的影响。从表 1 还可以看出,亲本的一般配合力方差均明显大于组合的特殊配合力方差,说明加性基因效应在利用广亲和品种配组中起着主要作用,也说明亲本的选择对选配强优组合是很重要的。从亲本间进一步比较还可看出,父本广亲和品种的一般配合力方差明显大于母本不育系的一般配合力方差,说明了广亲和品种在选配强优组合中起主导作用。

表 1 杂交组合 10 性状的方差、配合力方差分析							
性 状	区 组	组 合	母 本	父 本	母本×父本	机 误	备注
自 由 度	2	26	8	2	16	76	
株 高	114. 19	203. 46	269. 30	1013. 75	69. 25	23. 22	MS
	4. 92*	8. 76*	11. 60**	43. 66**	2. 98**		F
生 育 期	8. 25	198. 52	427. 06	281. 11	73. 93	2. 77	MS
	2. 97	71. 67**	154. 17**	101. 49**	26. 69**		F
穗 长	0. 85	8. 55	10. 83	39. 89	3. 49	1. 56	MS
	0. 54	5. 48**	6. 94**	25. 57**	2. 24*		F
单株穗数	3. 35	1. 93	2. 30	7. 54	1. 04	0. 73	MS
	4. 56*	2. 63**	3. 14**	10. 28**	1. 41		F
每穗总粒	230. 00	3398. 19	5907. 78	8270. 50	1534. 36	403. 13	MS
	0. 57	8. 43**	14. 65**	20. 52**	3. 81**		F
每穗实粒	20. 19	3160. 53	3144. 61	22792. 44	1426. 53	259. 95	MS
	0. 08	12. 16**	12. 10**	87. 68**	5. 49**		F
结 实 率	17. 17	140. 41	96. 66	961. 48	59. 65	37. 47	MS
	0. 46	3. 75**	2. 58*	25. 66**	1. 59		F
千 粒 重	0. 28	18. 21	34. 43	65. 12	4. 24	2. 91	MS
	0. 10	6. 26**	11. 83**	22. 38**	1. 46		F
单株粒重	31. 69	119. 90	117. 77	957. 44	16. 27	11. 02	MS
	2. 88	10. 88**	10. 69**	86. 88**	1. 48		F
着粒密度	0. 14	8. 02	15. 81	14. 13	3. 36	0. 85	MS
	0. 16	9. 44**	18. 60**	16. 62**	3. 95**		F

## 2.2 亲本性状的配合力分析

2.2.1 一般配合力(GCA)效应 12 个亲本 10 个性状的一般配合力相对效应值列于表 2。从表 2 可以看出同一亲本各性状间及同一性状各亲本间的 GCA 都表现明显差异,说明各亲本在各性状上的加性效应作用程度是不同的。从参试的 3 个广亲和品种来看,晚轮 422 的一般配合力效应值除千粒重外各性状的值均为三者中最大。这表明晚轮 422 对各性状的加性效应值贡献大,因其株高和生育期的一般配合力效应值较高,千粒重为负值,其杂交后代会出现株高偏高,生育期较长和千粒重低的缺点;02428 的千粒重 GCA 在三者中为最高,其株高和生育期的 GCA 为负值,说明以它为亲本可获得粒大、植株较矮、生育期较短的组合,但其后代的优势不明显,这也在品比试验中得到证实;MCP231 的各性状的 GCA 几乎全为负值,不是理想的亲本。

表 2 12 个亲本 10 个性状的一般配合力相对效应值

亲 本	株高	单株 穗数	穗长	每穗总 粒 数	每穗实 粒 数	结实率	千粒重	单株 粒重	生育期	着粒 密度
不育系										
72-75	-1.21	-0.47	-1.26	29.84	21.14	-0.65	-1.73	-1.00	6.94	1.94
六南早	-4.54	0.68	-0.08	-19.37	-31.27	-5.33	3.51	-5.97	-5.84	-0.85
台中 65	5.97	0.33	0.48	-23.69	-10.06	2.36	0.71	-0.11	-7.51	-1.30
台中 31	7.78	0.56	0.77	-14.57	-10.05	-0.47	1.09	-0.13	-7.51	-0.97
农虎 26	-8.23	0.10	-1.00	-43.36	-18.69	5.34	2.00	5.74	-7.06	-1.76
红 19	3.33	-0.90	1.27	18.29	19.87	1.99	-1.05	-2.86	8.05	0.40
红 12	-3.30	-0.30	-1.30	24.23	12.13	-1.52	-1.82	0.08	3.05	1.74
花 76-49	-3.86	0.14	-0.56	13.67	0.29	-3.60	-0.50	5.10	2.49	0.82
京 越	4.06	-0.14	1.62	14.96	16.64	1.89	-2.21	-0.95	7.38	-0.03
广亲和品种										
晚轮 422	7.06	0.12	1.18	17.60	29.76	6.17	-1.46	6.78	3.60	0.36
MCP231	-3.93	0.46	-1.25	-0.19	-1.46	-0.42	-0.16	-2.39	-0.99	0.47
02428	-3.13	-0.58	0.06	-17.41	-28.30	-5.75	1.63	-4.39	-2.62	-0.83

表 3 27 个组合 10 个性状特殊配合力相对效应值

母本×父本	株高	单株 穗数	穗长	每穗总 粒 数	每穗实 粒 数	结实率	千粒重	单株 粒重	生育期	着粒 密度
72-75	-2.24	0.01	-0.43	22.12	23.58	1.73	-1.54	1.19	7.95	1.22
六南早	-2.07	0.69	-1.91	-26.92	-13.27	0.16	0.82	-0.71	-4.94	-0.61
台中 65	-2.95	0.08	-0.07	-27.29	-26.50	-1.37	0.79	0.18	-3.60	-1.13
台中 31	4.91	-0.49	2.11	5.97	19.72	7.20	1.43	1.38	-3.60	-0.36
农虎 26	-1.55	0.44	0.27	-17.60	-27.59	-5.45	0.40	1.21	-2.72	-0.83
红 19	3.70	-0.83	0.12	-0.35	-4.11	-1.35	-1.06	-2.51	6.84	-0.16
红 12	-3.68	-0.16	-0.30	-8.29	9.74	4.57	0.25	-0.08	-3.49	-0.35
花 76-49	-2.21	-0.30	-0.75	21.02	5.48	-1.84	-1.10	1.79	-3.94	1.26
京 越	6.10	0.55	0.98	31.36	12.95	-3.66	0.09	1.14	7.51	0.95
×晚轮 422										
72-75	1.22	0.07	0.77	-10.34	-3.74	1.63	0.46	0.50	-3.46	-0.74
六南早	3.66	0.15	0.18	30.39	15.05	-0.91	-1.48	3.13	1.65	1.31
台中 65	5.78	-0.06	0.09	-4.41	-6.62	-2.21	-0.91	0.96	0.99	-0.34
台中 31	0.73	0.21	-0.41	-23.70	-30.85	-6.90	0.03	-2.73	0.99	-1.09
农虎 26	3.18	0.03	-0.56	4.85	4.41	0.71	0.10	-2.99	0.54	0.37
红 19	-6.31	0.36	-0.44	8.12	14.26	2.98	2.18	-0.34	-4.23	0.64
红 12	-1.16	0.36	0.28	11.04	8.47	0.56	-0.35	2.15	3.43	0.59
花 76-49	1.34	0.06	0.73	-2.06	11.72	4.77	0.43	-1.79	2.65	-0.35
京 越	-8.44	-1.19	-0.65	-13.89	-12.68	-0.64	-0.46	-2.47	-2.57	-0.38
×MCP231										
72-75	1.01	-0.09	-0.34	-11.78	-19.84	-3.37	1.07	-1.69	-4.49	-0.48
六南早	-1.59	-0.84	1.73	-3.47	-1.77	0.75	0.66	-2.43	3.28	-0.70
台中 65	-2.83	-0.02	-0.02	31.70	33.12	3.58	0.13	-1.13	2.62	1.47
台中 31	-5.64	0.28	-1.70	17.73	11.13	-0.30	-1.46	1.36	2.62	1.45
农虎 26	-1.63	-0.47	0.29	12.76	23.18	4.74	-0.50	1.78	2.17	0.46
红 19	2.61	0.47	0.32	-7.76	-10.15	-1.63	-1.12	2.85	-2.60	-0.48
红 12	4.84	-0.20	0.02	-2.75	-18.21	-5.13	0.09	-2.07	0.06	-0.24
花 76-49	0.87	0.23	0.19	-18.96	-17.20	-2.93	0.67	0.01	1.28	-0.91
京 越	2.35	0.64	-0.33	-17.47	-0.27	4.30	0.45	1.32	-4.94	-0.57
×02428										

2.2.2 组合性状的特殊配合力(SCA)效应 表 3 列出了 27 个组合 10 个性状的 SCA 效应值。从中可以看出,同一广亲和品种所配组间和同一组合不同性状间的 SCA 差异很大,表现

出基因互作方式的多样性:亲本一般配合力高,利用其配组的特殊配合力也高,如在单株产量性状上,亲本 GCA 高,组合的 SCA 也高的组合有农虎 26×晚轮 422,花 76-49×晚轮 422;性状 GCA 一亲本高,一亲本低所配制的 SCA 高的组合有 72-75×晚轮 422,农虎 26×02428;性状 GCA 效应值低的两亲本配的 SCA 高的组合有六南早×MCP231,台中 31×02428,京越×02428。GCA 高的二亲本配制的 SCA 低的组合有农虎 26 和 02428 的杂交组合。由此可知,组合特殊配合力效应的方向并非与其亲本一般配合力的方向一致,这一点从其它性状上也可以看出。

综上所述,杂交组合 SCA 与其杂交亲本 GCA 之间没有明显的对应关系,双亲的 GCA 高,由它们配制的组合的 SCA 不一定都高。因此,在杂种优势利用中应用广亲和品种时,在重视亲本的 GCA 的同时,还应十分重视组合 SCA 的测定及杂交组合的评鉴。从表 2、表 3 分析还可以发现亲本间性状的互补作用,如台中 31 和晚轮 422,前者的每穗总粒数、实粒数、结实率的 GCA 低,穗长、千粒重的 GCA 值较高,后者的上述性状的 GCA 值与前者互补,其组合的 F<sub>1</sub> 的这 5 个性状的 SCA 都较高。由此可得出,双亲在主要经济性状上若能互补,就有希望得到优势强的子代。这种性状间互补的组合既可利用加性效应又可利用非加性效应,这对杂种优势的表现非常重要<sup>[5]</sup>。

2.3 配合力对性状形成的相对重要性

表 4 10 个性状两种配合力方差的相对值

性 状	Vgca(%)	Vsca(%)	♀ Vgca(%)	♂ Vgca(%)
株 高	78.85	21.15	30.63	48.22
单 株 穗 数	79.14	20.86	29.21	49.94
穗 长	77.12	22.88	29.06	48.06
每穗总粒数	66.40	33.89	43.68	22.43
每穗实粒数	71.64	28.36	13.92	57.72
结 实 率	83.54	16.46	9.16	74.38
千 粒 重	92.66	7.34	55.41	37.25
单 株 粒 重	96.34	3.66	23.55	72.79
生 育 期	66.43	33.57	55.56	10.87
着 粒 密 度	68.01	31.99	52.19	15.22

将方差分析结果按随机模型估算亲本一般配合力和特殊配合力的方差相对应列于表 4,可以看出,各性状的一般配合力效应和特殊配合力效应的相对重要性表现不一。株高、单株穗数、穗长、每穗实粒数、结实率、千粒重、单株粒重的亲本一般配合力方差(Vgca)占总遗传方差的比重均在 71%以上,表明这些性状主要受一般配合力的制约,在 F<sub>1</sub> 的遗传变异中,以加性效应为主,说明在育种上应以选择这些性状优良的亲本为重点来提高杂种优势。每穗总粒数、生育期、着粒密度的一般配合力的 Vgca 值在 66%~68%之间,其特殊配合力的 Vsca 值在 31%~34%之间,加性和非加性效应的作用对这三个性状的影响都很重要。

进一步分析可以发现广亲和品种和不育系在 F<sub>1</sub> 性状形成中的不同影响。就株高、单株穗数、穗长、每穗实粒数、结实率、单株粒重性状而言,广亲和品种的一般配合力方差占亲本一般配合力方差的比重大,分别为 48.22%、49.94%、48.06%、57.72%、74.38%、72.79%,表明广亲和品种在 F<sub>1</sub> 的这几个性状的形成过程中起着主导作用;而对于每穗总粒数、千粒重、生育期、着粒密度等性状,不育系的一般配合力的方差的比重大,分别为 43.68%、55.41%、

55.56%和 52.19%,表明不育系对这几个性状起着主导作用。

### 3 讨论

根据上述结果可知,利用广亲和品种配制杂交组合,在杂种的性状形成上,一般配合力的作用大于组合特殊配合力的作用,亦即亲本对杂种  $F_1$  性状的形成起主要作用,其中广亲和品种的作用大于不育系的作用,这与孟祥祯等<sup>[6]</sup>的研究结果不完全一致。这一结果说明利用广亲和品种配制杂交组合有其特定的遗传方式,不能以经典的三系杂交稻的遗传方式对其亲本进行选择和后代的估测。因此,在利用广亲和品种配组时,要特别注意广亲和品种的选择,在其自身性状优良且具有较高的一般配合力基础上,再选用特殊配合力方差大、亲和性好、恢复性能强的广亲和品种来配组,同时尽可能使之与母本不育系在经济性状上互补,这样才会配制出强优组合。

就参试的三个广亲和品种来看,晚轮 422 在经济性状上的一般配合力好,而其杂交后代植株较高,生育期较长,但用它与生育期较短、矮秆、多穗、谷壳体积大、灌浆快的不育系杂交,就能够得到综合性状好、产量高、株高适中、生育期适宜的强优组合,这已在配组实践中得到证实,如黎明 A $\times$ 晚轮 422,其  $F_1$  生育期为 166 天,株高 121.9cm,单株穗数 8.6 个,每穗总粒数 170.9 粒,实粒数 138.2 粒,结实率为 80.9%,表现出很强的优势。因此我们认为,晚轮 422 是一个很好的杂交亲本,颇有利用前景。以 02428 为父本配组可以获得粒大、生育期和株高适宜的杂种,但其优势不显著。以 MCP231 为亲本不易得到强优组合。

### 参 考 文 献

- 1 李新奇. 利用广亲和性基因提高籼粳杂种育性研究. 杂交水稻, 1988, 4(3): 31~33
- 2 李荣改. 利用广亲和品种配制亚种间杂交稻的研究. 华北农学报, 1993, 8(1): 113~118
- 3 李成荃, 许克农, 王守海等. 水稻亚种间杂交组合的产量优势和选育对策. 见: 两系法杂交稻研究论文集. 北京: 农业出版社, 1990, 309~317
- 4 周开达. 杂交水稻主要性状配合力、遗传力的初步研究. 作物学报, 1982, 6(3): 145~152
- 5 孟祥祯. 杂交粳稻农艺性状配合力的分析. 河北农业大学学报, 1986, 6(2): 23~32
- 6 阴国大, 谭震波等. 利用广亲和品种开展籼粳杂交育种的遗传分析. 西南农业学报, 1992, 6(2): 1~7
- 7 黄金龙, 孙其信, 张爱民. 计算机在农业作物遗传育种中的应用. 北京: 农业出版社, 1991, 193~201
- 8 Araki H et al. Utilization of wide compatibility gene ( $S_5^a$ ) for rice breeding. IRRI Newsletter, 1986

## Analysis on the Combining Ability of Main Agronomic Traits of Rice Wide Compatible Varieties

Li Ronggai Wang Yuzhen Meng Xiangzhen Wang Zhenqi

Meng Lingqi Feng Ruiguang Ning Wenshu

(Hebei Rice Research Institute, Tanghai 063200)

**Abstract** A partial diallel cross including 9 rice male sterile lines as female parents and 3 wide compatible varieties as male parents was made to study combining ability for 10 characters of  $F_1$  hybrid. The main results were as follows: 1. The GCA of parents played a more important role as compared with their SCA; 2. The GCA of parents played major role in 7 agronomic traits (grain weight per plant, 1000-grain weight, seed setting, grains per panicle, panicle length, panicles per plant and plant height) of  $F_1$  hybrids. Both the GCA and SCA of parents played an important role in 3 agronomic traits (total grains per panicle, days to heading and grains per 10cm panicle); 3. The effects of GCA of wide compatible varieties were important on 6 characters. The GCA of male sterile lines had major effect on 3 characters.

**Key words:** Rice; Wide compatible variety; Sterile line; Combining ability; Agronomic traits