

早籼恢复系明恢 2155 产量性状的配合力分析

卓伟¹, 郑师伟², 许旭明¹, 张受刚¹, 马彬林¹, 杨旺兴¹

(1 福建省三明市农业科学研究所, 福建 沙县 365509; 2 福建省建瓯市种子管理站, 福建 建瓯 353100)

摘要: 选用明恢 2155 等 5 个早熟恢复系与中九 A 等 5 个早熟三系不育系, 采用 5×5 不完全双列杂交试验设计 (NG-II), 研究了产量性状的配合力。结果表明, 所有性状的一般配合力方差和特殊配合力方差均达显著或极显著水平; 在小区产量、丛有效穗数、每穗总粒数、千粒重等性状上, 基因加性效应起主导作用; 除结实率和千粒重外, 其他性状受恢复系的影响较大。在结实率方面, 父母本互作效应也存在较大影响。明恢 2155 各产量性状上一般配合力效应值均表现最大; 所有组合中, 中九 A × 明恢 2155 在小区产量上的特殊配合力效应值最大。

关键词: 早籼恢复系; 明恢 2155; 产量性状; 配合力

中图分类号: S 152; S 603.8

文献标识码: A

Yield-trait combining ability of early indica restorer lines, Minghui 2155

ZHUO Wei¹, ZHENG Shiwei², XU Xu-ming¹, ZHANG Shou-gang¹, MA Bin-ling¹, YANG Wang-xing¹

(1. Sanming Agricultural Science Institute of Fujian, Shaxian, Fujian 365509, China;

2. Jianou Administrative Seed Station of Fujian, Jianou, Fujian 353100, China)

Abstract: Five early restorer lines, including Minghui 2155, and five early CMS-lines, including Zhong 9A, were chosen for the study to understand their combining abilities on yield traits. A 5×5 incomplete diallel cross (NG-II) design was employed. The results showed that the variances of the general combining ability (GCA) and the specific combining ability (SCA) were both highly significant on all characteristics. The genetic additive effects were found on the plot yield, panicles per plant, spikelets per panicle and 1000-grain weight (TGW). The characteristics were affected greatly by restorer lines, except seed setting rate (SSR) and TGW. The interaction between parents also played a significant role in SSR. Minghui 2155 had the greatest GCA effects on all yield traits. Among the cross combinations, Zhong 9A × Minghui 2155 showed the greatest SCA effects on yield in the plot test.

Key words: early indica restorer lines; minghui 2155; yield traits; combining ability

恢复系的配合力表现是杂交水稻杂种优势水平发挥的重要因素; 育种实践证明, 应用高配合力的优良恢复系进行测交配组, 是选育强优杂交水稻新组合的一条重要途径。明恢 2155 是三明市农业科学研究所利用籼粳亚种间杂交选育的中间材料 K59 与抗稻瘟病亲本多系一号杂交, 导入部分粳稻优势基因, 选育成的早熟优质籼型三系恢复系^[1], 具有适应性广、恢复力强、配合力强、抗性强等优良特性。目前, 应用明恢 2155 已配组育成 T78 优 2155、金优 2155、中优 2155、特优 2155 等杂交稻组合并通过审定, 在生产上进行了大面积推广应用, 取得显著成效。本研究通过对明恢 2155 系列杂交组合的遗传分析, 揭示了籼粳亚种间杂交育成恢复系明恢 2155 在水稻杂种优势利用中的一般配

合力和特殊配合力表现, 为今后进一步开发和应用该恢复系提供理论参考和技术支持。

1 材料与方法

1.1 供试材料

不育系: 选用中九 A、金 23A、T 78A、九丰 A 和 V20A 等 5 个早熟籼型三系不育系。恢复系: 选取明恢 2155、明恢 82、明恢 07、明恢 100 和明恢 77 等 5 个早熟恢复系。供试材料均由福建省三明市农业科学研究所提供。

1.2 试验方法

取上述亲本按 5×5 不完全双列杂交 (NG-II) 设计, 人工组配成一套包括亲本和 F_1 的遗传材料。试验材料于 2009 年春季在建瓯水稻中试基地种植,

3月6日播种, 4月10日移栽, 采用完全随机区组设计, 3次重复, 每个小区面积 6.67 m^2 , 四周设保护行、重复间走道0.5 m, 小区间不设走道, 双本栽插, 栽插规格 $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$, 常规栽培管理, 力求均匀一致; 成熟时, 从小区中间随机选取有代表性的5丛进行考种, 考查丛有效穗数(个)、每穗总粒数(粒)、结实率(%)、千粒重(g), 并对小区进行测产。

1.3 数据分析

采用DPS数据处理系统进行方差分析和F测验; 配合力分析根据NG-II交配设计模型I(固定模型)进行^[2]。

2 结果与分析

2.1 水稻早熟恢复系产量性状的方差分析

供试25个杂交组合的丛有效穗数、每穗总粒数、结实率、千粒重和小区产量等5个性状的方差分析结果(表1)表明, 区组间差异均不显著, 而

组合间、亲本间及双亲互作间的方差均达显著或极显著水平。表明5个产量性状间存在着加性和非加性遗传方差, 父、母本的一般配合力效应及其互作间的特殊配合力效应均对产量性状产生显著的影响, 需进一步作配合力效应分析。

2.2 亲本产量性状的一般配合力效应分析

10个亲本各产量性状的一般配合力相对效应值列于表2。由表2可知, 在恢复系中, 小区产量和丛有效穗数的一般配合力相对效应值表现为明恢2155>明恢82>明恢100>明恢07>明恢77; 每穗总粒数的一般配合力相对效应值表现为明恢2155>明恢82>明恢100>明恢77>明恢07; 结实率的一般配合力相对效应值表现为明恢2155>明恢82>明恢07>明恢100>明恢77; 千粒重的一般配合力相对效应值表现为明恢2155>明恢07>明恢82>明恢100>明恢77。由此看出, 明恢2155在5个主要产量性状中的一般配合力效应均表现最大, 表明明恢2155在强优组合的选配上, 极具应用价值。

表1 25个组合产量性状的方差分析

Table 1 Variance analysis for yield traits of 25 cross combinations

变异来源	自由度	丛有效穗数		每穗总粒数		结实率		千粒重		小区产量	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
区组间	2	0.111	1.026	1.294	0.139	0.427	0.392	0.053	1.450	13.354	0.342
组合间	24	2.825	26.213**	149.462	16.025**	12.795	11.762**	1.380	39.108**	2123.728	54.416**
P1	4	5.383	15.557**	322.486	8.133**	33.827	5.369**	7.356	59.121**	2111.575	4.728**
P2	4	10.181	29.424**	415.671	10.483**	17.740	2.816*	0.428	3.443*	8844.31	19.803**
P1×P2	16	0.346	3.211**	39.653	4.252**	6.301	5.792**	0.124	3.525**	4461.621	11.444**
机误	48	0.108		9.327		1.088		0.035		39.028	

注: * 表示差异达显著(5%)水平, ** 表示差异达极显著(1%)水平。

表2 亲本产量性状的一般配合力相对效应值

Table 2 General combining ability's relative effects on parents' yield traits

亲本	小区产量	丛有效穗数	每穗总粒数	结实率	千粒重
A1	0.249	5.055	1.017	-3.896	-0.845
A2	-1.248	-1.028	2.587	0.136	-0.821
A3	2.424	0.982	0.999	1.535	-3.356
A4	1.947	0.162	0.921	0.505	2.994
A5	-3.371	-5.171	-5.524	1.72	2.028
R1	7.207	6.696	5.222	2.381	0.724
R2	0.806	1.72	0.389	0.755	-0.024
R3	-1.619	-2.956	-0.868	-0.399	0.29
R4	-0.096	1.228	0.102	-0.759	-0.048
R5	-6.297	-6.688	-4.845	-1.978	-0.942

注: A1—中九A; A2—金23A; A3—T78A; A4—九丰A; A5—V20A; R1—明恢2155; R2—明恢82; R3—明恢07; R4—明恢100; R5—明恢77, 表3同。

2.3 亲本产量性状的特殊配合力效应分析

特殊配合力效应可反映不同亲本在组合中显性效应的大小。特殊配合力的表现较复杂，同一组合在不同性状上配合力表现不同，同一性状在不同组合中的特殊配合力效应也不相同。10个亲本各产量性状的特殊配合力相对效应值见表3。小区产量的特殊配合力效应值最大的组合是中九A×明恢2155(4.709)，其次是T78A×明恢07(3.391)；丛有效穗数的特殊配合力效应值最大的组合是金

23A×明恢100(4.801)，其次是中九A×明恢82(2.943)；每穗总粒数的特殊配合力效应值最大的组合是V20A×明恢77(3.762)，其次是九丰A×明恢2155(3.384)；结实率特殊配合力效应值最大的组合是V20A×明恢82(3.529)，其次是T78A×明恢82(2.718)；千粒重特殊配合力效应值最大的组合是T78A×明恢07(1.328)，其次是V20A×明恢82(0.966)。

表3 亲本产量性状的特殊配合力相对效应值

Table 3 Specific combining ability's relative effects on parents' yield traits

性 状		特殊配合力相对效应值(SCA)				
小区产量	A1×R1(4.709)	A1×R2(-1.82)	A1×R3(-1.861)	A1×R4(0.841)	A1×R5(-1.87)	
	A2×R1(-1.242)	A2×R2(-2.289)	A2×R3(1.855)	A2×R4(1.796)	A2×R5(-0.12)	
	A3×R1(-2.654)	A3×R2(-0.525)	A3×R3(3.391)	A3×R4(-0.692)	A3×R5(0.481)	
	A4×R1(0.932)	A4×R2(2.847)	A4×R3(-1.574)	A4×R4(-2.622)	A4×R5(0.417)	
	A5×R1(-1.746)	A5×R2(1.787)	A5×R3(-1.811)	A5×R4(0.677)	A5×R5(1.092)	
丛有效穗数	A1×R1(-0.535)	A1×R2(2.943)	A1×R3(0.236)	A1×R4(-3.332)	A1×R5(0.687)	
	A2×R1(-1.281)	A2×R2(-2.048)	A2×R3(-0.654)	A2×R4(4.801)	A2×R5(-0.818)	
	A3×R1(-1.035)	A3×R2(-0.572)	A3×R3(2.874)	A3×R4(-0.695)	A3×R5(-0.572)	
	A4×R1(1.426)	A4×R2(-0.162)	A4×R3(-1.843)	A4×R4(-0.08)	A4×R5(0.659)	
	A5×R1(1.426)	A5×R2(-0.162)	A5×R3(-0.613)	A5×R4(-0.695)	A5×R5(0.044)	
每穗总粒数	A1×R1(1.855)	A1×R2(-1.822)	A1×R3(-1.363)	A1×R4(-0.421)	A1×R5(1.750)	
	A2×R1(-1.649)	A2×R2(-0.275)	A2×R3(3.029)	A2×R4(1.377)	A2×R5(-2.482)	
	A3×R1(1.077)	A3×R2(0.904)	A3×R3(1.227)	A3×R4(-1.677)	A3×R5(-1.531)	
	A4×R1(3.384)	A4×R2(0.936)	A4×R3(-2.359)	A4×R4(-0.462)	A4×R5(-1.499)	
	A5×R1(-4.667)	A5×R2(0.258)	A5×R3(-0.534)	A5×R4(1.182)	A5×R5(3.762)	
结实率	A1×R1(-0.740)	A1×R2(-2.385)	A1×R3(2.617)	A1×R4(1.602)	A1×R5(-1.094)	
	A2×R1(-2.010)	A2×R2(-2.584)	A2×R3(1.352)	A2×R4(2.364)	A2×R5(0.878)	
	A3×R1(0.637)	A3×R2(2.718)	A3×R3(-2.065)	A3×R4(-2.165)	A3×R5(0.874)	
	A4×R1(1.540)	A4×R2(-1.279)	A4×R3(-0.924)	A4×R4(0.165)	A4×R5(0.498)	
	A5×R1(0.573)	A5×R2(3.529)	A5×R3(-0.980)	A5×R4(-1.966)	A5×R5(-1.156)	
千粒重	A1×R1(0.072)	A1×R2(0.338)	A1×R3(-0.821)	A1×R4(-0.241)	A1×R5(0.652)	
	A2×R1(-0.435)	A2×R2(-0.531)	A2×R3(0.241)	A2×R4(0.217)	A2×R5(0.507)	
	A3×R1(-0.435)	A3×R2(-1.014)	A3×R3(1.328)	A3×R4(0.338)	A3×R5(-0.217)	
	A4×R1(-0.024)	A4×R2(0.241)	A4×R3(0.048)	A4×R4(-0.338)	A4×R5(0.072)	
	A5×R1(0.821)	A5×R2(0.966)	A5×R3(-0.797)	A5×R4(0.024)	A5×R5(-1.014)	

注：括号中为特殊配合力相对效应值(SCA)。

2.4 群体配合力方差估计

5个产量性状的一般配合力(GCA)和特殊配合力(SCA)的基因型方差及其占总方差的比重见表4，由表4可见，一般配合力基因型方差在小区

产量、丛有效穗数、每穗总粒数和千粒重性状中占有的比重均在80%以上，说明该类性状基因的加性效应对杂种一代的表现起主导作用。在结实率性状中，特殊配合力的基因型方差占有的比重为

40.08%，表明基因互作对杂种一代结实率存在较大影响。根据不育系和恢复系的一般配合力基因型方差占总方差的比重（表2）可以看出，恢复系对小区产量、丛有效穗数和每穗总粒数的形成所起的

作用大于不育系，而对结实率和千粒重的形成则不育系所起的作用要大于恢复系。这一结果说明，亲本遗传差异的协调与亲和力的搭配是选育强优势杂交组合的基础。

表4 父本、母本、互作基因型方差及其对产量性状的贡献率

Table 4 Genotypical variance and contribution of male, female and their interaction on total variance of yield traits

性状	不育系 GCA 的基因型方差 (P1)	恢复系 GCA 的基因型方差 (P2)	SCA 的基因型方差	环境方差	V _g (%)	V _{gl} (%)	V _{g2} (%)	V _s (%)
小区产量	110.997	559.850	135.864	39.028	83.16	13.76	69.40	16.84
丛有效穗数	0.336	0.656	0.079	0.108	92.62	31.37	61.25	7.38
每穗总粒数	18.856	251.068	101.109	91.327	811.29	341.90	461.39	181.71
结实率	11.835	01.763	11.738	11.088	591.92	421.32	171.60	401.08
千粒重	01.482	01.020	01.030	01.035	941.36	901.60	31.76	51.64

3 结论与讨论

3.1 早籼恢复系明恢2155产量性状的遗传特点

国内外许多研究表明，配合力是可以遗传的，选育高配合力的优良亲本进行组配是水稻杂交育种的关键。本研究结果表明，早籼恢复系明恢2155的小区产量、丛有效穗数、每穗总粒数和千粒重等性状主要受一般配合力效应的影响，而结实率性状主要受特殊配合力效应的影响，这与朱镇等的研究结果基本一致^[6-7]。恢复系明恢2155在5个产量性状中的一般配合力效应均表现最强，但其特殊配合力的表现，除了中九A@明恢2155和九丰A@明恢2155在小区产量和每穗总粒数上表现较高外，其余组合各产量性状的特殊配合力表现并不高。可见，一般配合力与特殊配合力之间不存在任何直接的关系，一般配合力高的亲本，其组合的特殊配合力并不一定高，这与齐绍武等的研究结果一致^[3-7]。对不育系和恢复系而言，许多学者研究认为，杂交水稻大多数农艺性状受恢复系的影响比受不育系的影响大，少数性状受不育系影响大于恢复系^[3-4, 6-7]，本研究表明，小区产量、丛有效穗数和每穗总粒数受恢复系影响较大，而结实率和千粒重主要受不育系的影响，这与前人的研究结果或同或异，可能是与所用的材料不同有关。生产应用表明，明恢2155具有高的一般配合力，用它测配的新组合，表现早熟、高产、优势强。因此，对杂交水稻育种而言，明恢2155是一个性能优越的早熟类型恢复系。

3.2 早籼恢复系明恢2155的生产应用成效

明恢2155于2000年选育成功，应用该恢复系配组育成的金优2155、T78优2155、中优2155和特优2155等水稻新组合已通过福建、广东和广西的农作物品种审定。这些强优组合在各地中试和示范推广中，表现丰产性好、增产潜力大、适应性较广。目前，应用明恢2155配组育成的杂交水稻组合累计推广面积达40万hm²以上。生产实践证明，明恢2155是一个具有突破性的早熟籼型三系恢复系，该恢复系具有恢复力强、配合力强，综合性能优良等特点，对其进行深入地研究和利用，对于现阶段杂交水稻育种具有重要的理论和现实意义。

参考文献:

- [1] 杨旺兴, 许旭明, 卓伟, 等. 高配合力早籼恢复系明恢2155的选育与应用 [J]. 杂交水稻, 2007, 22(1): 16-18.
- [2] 唐启义, 冯明光1. 实用统计分析及其计算机处理平台 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 34-98.
- [3] 齐绍武, 盛孝邦1. 籼型两系杂交水稻主要农艺性状配合力及遗传力分析 [J]. 杂交水稻, 2000, 15(3): 38-41.
- [4] 粟学俊, 韦鹏霄, 吕志仁1. 杂交水稻产量性状配合力研究 [J]. 广西植物, 2004, 24(1): 91-96.
- [5] 赖永红1. 籼型杂交稻产量和米质性状的配合力及遗传率分析 [J]. 福建农业学报, 2009, 24(3): 222-226.
- [6] 廖伏明, 周坤炉, 盛孝邦, 等. 籼型三系杂交水稻主要农艺性状配合力研究 [J]. 作物学报, 1999, 25(5): 622-631.
- [7] 朱镇, 赵凌, 宗寿余, 等. 籼型两系杂交水稻主要农艺性状的配合力分析 [J]. 江苏农业学报, 2004, 20(4): 207-212.

(责任编辑: 林海清)