

# 三系杂交稻优质不育系德 66A 主要经济性状的配合力分析

蒋钰东<sup>1,2</sup> 况浩池<sup>1,2</sup> 罗俊涛<sup>1,2</sup> 何兴材<sup>1,2</sup> 杨扬<sup>1,2</sup> 付均<sup>1,2</sup> 郑军<sup>1,2</sup> 陈光珍<sup>1,2</sup> 曾正明<sup>1,2\*</sup>

(<sup>1</sup>四川省农业科学院水稻高粱研究所/农业部西南水稻生物学与遗传育种重点实验室,四川德阳 618000;<sup>2</sup>国家水稻改良中心四川泸州分中心 四川泸州 646100; \* 通讯作者: zzmok783@163.com)

**摘 要:**选用 3 个不育系和 6 个恢复系,采用 3×6 不完全双列杂交设计配制 18 个组合,对新育成三系杂交稻不育系德 66A 主要经济性状的配合力进行分析。结果表明,德 66A 在有效穗数、千粒重、结实率和单株产量性状上一般配合力(GCA)效应值明显好于赣香 1A 和泸香 618A;所测组合中,杂交组合德 66A/成恢 727 在有效穗数、千粒重和单株产量性状上特殊配合力(SCA)效应值均最大。18 个杂交组合 F<sub>1</sub> 主要经济性状竞争优势大小受不育系的影响要大于恢复系。各性状狭义遗传力表现为单株产量>有效穗数>结实率>千粒重>穗长>每穗实粒数。

**关键词:**杂交水稻;不育系;经济性状;配合力;遗传力

**中图分类号:**S511.2+1 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8082(2018)06-0118-04

在三系杂交水稻新组合选育中,优良骨干亲本(不育系和恢复系)是选育优良组合的基础<sup>[1-2]</sup>。三系杂交水稻组合选育历史证明,一个优良骨干亲本的育成,可以配制育成众多的优良组合,创造出巨大的社会效益<sup>[3-4]</sup>。优良骨干亲本的创建是农作物育种攻关特别重要的研究内容之一<sup>[5]</sup>。育种工作者也将优良育种亲本的选育作为主要的突破性研究目标<sup>[6-7]</sup>。德 66A 就是在此背景下由四川省农业科学院水稻高粱研究所历经 10 多年育成的优质三系不育系。德 66B 经农业部稻米及制品质量监督检验测试中心测定,稻米品质达国颁《优质稻谷》二级标准。德 66A 于 2017 年 8 月通过四川省农作物品种审定委员会组织的技术鉴定。为了更好地应用德 66A 配组出优势组合,笔者对德 66A 主要经济性状的配合力、遗传力进行了初步分析。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

不育系 3 份:分别为四川省农业科学院水稻高粱研究所选育的德 66A、泸香 618A 和从江西引进的赣香 1A。

恢复系 6 份:分别为四川省农业科学院水稻高粱研究所选育的泸恢 37 和德恢 715,四川省绵阳市农科院选育的绵恢 1316、绵恢 1181 和绵恢 523 及四川省农科院作物研究所选育的成恢 727。

### 1.2 试验方法

供试材料根据播始历期分批次播种,2015 年 7 月

将不育系和恢复系按照不完全双列杂交在四川省农业科学院水稻高粱研究所德阳基地配制组合,2016 年将 F<sub>1</sub> 代种植于德阳基地试验田,试验采用随机区组排列,3 次重复。4 月 5 日播种,5 月 10 日移栽,株行距按 16.6 cm×26.5 cm 单本移栽,每个小区种 10 行,每行 10 株,采用大田常规管理技术。

观察各组合材料的株叶形态等特征特性,调查始穗期。成熟后,在小区中间随机取 5 株典型植株,风干考种,考查有效穗数、穗长、每穗实粒数、结实率、千粒重和单株产量等。不育系和恢复系配合力方差,亲本产量及相关性状的一般配合力和各组合特殊配合力方差分析均在 DPS 软件上进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 配合力方差分析

从表 1 可见,组合间各性状的方差均达到极显著水平,说明各性状遗传差异真实存在,可以进行配合力分析;P<sub>1</sub>(父本)有效穗数、穗长、每穗实粒数和千粒重的一般配合力方差均达到显著水平,其单株产量的一

收稿日期:2018-05-01

**基金项目:**四川省财政创新能力提升工程青年基金(2017QJJ-017);德阳重点科学技术研究项目(2017NZ002);水稻早、中熟亲本材料的创制与突破性新品种选育项目(2016-N-34);四川省财政创新能力提升工程专项资金(2016ZYPZ-034)

表 1 18 个组合 8 个农艺性状的配合力方差分析

变异来源	有效穗数	穗长	每穗实粒数	千粒重	结实率	单株产量
区组	70.13**	9.75**	668.77**	0.86**	0.43**	2.33**
组合间	35.96**	3.50**	675.62**	6.98**	86.73**	34.70**
P <sub>1</sub> (父本)	57.19*	7.55*	796.30*	6.27*	110.44	75.89**
P <sub>2</sub> (母本)	124.07**	6.62**	1614.18*	26.80*	371.66	81.61**
P <sub>1</sub> ×P <sub>2</sub>	7.72**	0.85	427.56*	3.37**	17.88	4.72**
环境误差	2.44	1.42	15.17	0.39	5.93	2.45

\* 和 \*\* 分别指达到 0.05 和 0.01 的显著性水平。

表 2 亲本主要农艺性状一般配合力(GCA)效应

亲本	有效穗数	穗长	每穗实粒数	千粒重	结实率	单株产量
德 66A	9.38	1.97	2.37	3.29	5.84	5.15
赣香 1A	4.72	-1.30	4.42	0.31	-3.77	-4.12
泸香 618A	-15.09	2.67	-0.95	-3.60	-2.07	-1.03
成恢 727	6.08	1.35	8.08	1.16	4.83	7.89
泸恢 37	-3.40	2.38	-3.45	-1.10	-0.58	-1.54
德恢 715	7.64	-2.55	-1.01	1.40	-2.30	3.03
绵恢 1316	-6.23	0.04	0.40	-0.12	1.90	2.01
绵恢 1181	-3.21	0.11	2.35	-0.82	-0.10	-0.03
绵恢 523	5.11	-1.32	-4.37	-3.52	-3.74	-6.36

般配合力方差达到极显著水平;P<sub>2</sub>(母本)有效穗数、穗长、单株产量的一般配合力方差均达到极显著水平,其每穗实粒数和千粒重的一般配合力方差达到显著水平。表明除结实率之外各性状的一般配合力(GCA)在参试亲本间存在显著差异。P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>除穗长和结实率之外各性状的特殊配合力(SCA)均达到显著或极显著水平,表明这些性状的特殊配合力对 F<sub>1</sub> 杂种的表现有明显作用。另外,各个农艺性状的一般配合力方差均显著大于特殊配合力方差,表明各供试材料在这些农艺性状上主要受到基因加性效应的控制。

2.2 配合力效应分析

2.2.1 亲本一般配合力效应分析

由表 2 可知,同一性状不同亲本间及同一亲本不同性状间的一般配合力(GCA)效应差别都很大。3 份不育系 GCA 效应分析,德 66A 在有效穗数、千粒重、结实率和单株产量性状上的 GCA 效应值明显优于赣香 1A 和泸香 618A。德 66A 在多个主要经济性状上 GCA 效应值较高,表明其是具有较好一般配合力的不育系材料。6 份恢复系 GCA 效应分析,成恢 727 在 6 个主要经济性状上的 GCA 效应值均达到较高水平,其中在每穗实粒数、结实率和单株产量的性状上 GCA 效应值最高,表明成恢 727 是具有较好一般配合力的恢复系材料。另外,恢复系德恢 715 在有效穗数和单株产量的性状上 GCA 效应值较高,其效应值分别为 7.64 和 3.03。

2.2.2 组合间特殊配合力(SCA)效益分析

从表 3 可见,有效穗数 SCA 效应值最大的组合是

德 66A/成恢 727 (7.96), 其次是赣香 1A/绵恢 523 (6.04),第三是赣香 1A/绵恢 1316(4.91),最小的是赣香 1A/德恢 715(-10.38);穗长 SCA 效应值最大的组合是德 66A/绵恢 523 (4.49), 其次是赣香 1A/德恢 715 (3.20),第三是泸香 618A/绵恢 1181(2.51),最小的是泸香 618A/德恢 715(-2.95);每穗实粒数 SCA 效应值最大的组合是赣香 1A/德恢 715 (7.62), 其次是泸香 618A/绵恢 523(6.72),第三是德 66A/成恢 727(3.74),最小的是赣香 1A/绵恢 523(-7.76);千粒重 SCA 效应值最大的组合是德 66A/成恢 727 (5.94), 其次是德 66A/绵恢 1181 (4.54), 第三是赣香 1A/绵恢 1181 (3.78),最小的是泸香 618A/绵恢 1181(-8.32);结实率 SCA 效应值最大的组合是赣香 1A/德恢 715 (8.48),其次是赣香 1A/绵恢 1181(7.12),第三是泸香 618A/绵恢 523(5.85),最小的是泸香 618A/绵恢 1316(-7.05);单株产量 SCA 效应值最大的组合是德 66A/成恢 727 (9.45),其次是泸香 618A/绵恢 1181(3.70),第三是赣香 1A/绵恢 1316 (2.79), 最小的是赣香 1A/泸恢 37(-2.70)。

2.3 遗传效应分析与遗传力估算

利用固定模型算式估算各性状基因型方差遗传分量,结果(表 4)表明,除每穗实粒数之外,其他各性状中一般配合力(GCA)基因型方差占总方差的比率均超过 50%以上,表明这些性状更多受到加性效应影响。

从表 4 可以看出,本研究中,亲本不育系对除穗长性状之外的其他各性状的贡献率均大于亲本恢复系。

表 3 18 个组合主要农艺性状的特殊配合力(SCA) 相对效应值

杂交组合	有效穗数	穗长	每穗实粒数	千粒重	结实率	单株产量
德 66A/泸恢 37	-5.28	-0.58	-1.05	-1.57	1.88	2.07
德 66A/成恢 727	7.96	0.05	3.74	5.94	4.47	9.45
德 66A/德恢 715	0.94	-0.25	-2.38	-1.38	-1.79	-0.11
德 66A/绵恢 1316	4.34	0.07	2.59	1.54	3.92	-1.72
德 66A/绵恢 1181	3.21	-1.80	-1.92	4.54	-1.52	-1.51
德 66A/绵恢 523	-8.11	4.49	-4.97	-1.19	-6.96	-2.18
赣香 1A/泸恢 37	-3.02	0.61	0.64	-0.17	-0.50	-2.70
赣香 1A/成恢 727	3.77	1.69	-6.99	-0.56	-0.34	-1.76
赣香 1A/德恢 715	-10.38	3.20	7.62	-1.20	8.48	1.61
赣香 1A/绵恢 1316	4.91	-0.53	1.66	-0.07	1.13	2.79
赣香 1A/绵恢 1181	-1.32	-2.69	2.81	3.78	7.12	-2.20
赣香 1A/绵恢 523	6.04	-2.28	-7.76	-1.78	-6.89	2.25
泸香 618A/泸恢 37	3.81	-0.02	0.41	1.74	-1.38	0.63
泸香 618A/成恢 727	-8.68	-1.74	-3.75	2.50	4.87	-1.70
泸香 618A/德恢 715	4.43	-2.95	-5.24	2.59	2.88	-1.49
泸香 618A/绵恢 1316	-9.25	0.46	-4.25	-1.47	-7.05	-1.07
泸香 618A/绵恢 1181	-1.89	2.51	-0.89	-8.32	-5.60	3.70
泸香 618A/绵恢 523	2.08	-0.23	6.72	2.96	5.85	-0.07

表 4 配合力方差分量及遗传力估值

性状	基因型方差							遗传力(%)	
	不育系	恢复系	不育系×恢复系	Vg(%)	VgA(%)	VgR(%)	Vs(%)	广义遗传力	狭义遗传力
有效穗数	5.50	6.46	1.76	87.18	47.12	40.06	12.82	84.88	74.00
穗长	1.32	1.76	0.99	75.68	32.44	43.24	24.32	52.82	48.86
每穗实粒数	65.92	40.97	137.46	43.75	26.98	16.77	56.25	94.15	41.29
千粒重	1.30	0.32	0.99	62.02	49.73	12.29	37.98	87.09	54.01
结实率	15.18	3.91	3.08	86.09	68.48	17.62	13.91	76.56	65.92
单株产量	7.91	4.27	0.76	94.50	61.13	33.02	5.85	84.07	79.15

Vg 为一般配合力基因型方差在总方差中的比率;Vs 为特殊配合力基因型方差在总方差中的比率;VgA(%)、VgR(%)分别表示不育系和恢复系基因型方差占一般配合力基因型方差的比率。

同时，在每穗实粒数和千粒重性状上，特殊配合力(SCA)方差占总方差的比重均较大,说明这些农艺性状上更应加强考虑对组合特殊配合力的筛选。

6 个主要经济性状遗传力估算结果(表 4)表明,各农艺性状的遗传力相差较大，狭义遗传力由大及小依次为单株产量>有效穗>结实率>千粒重>穗长>每穗实粒数;其中,具有高遗传力的性状分别是有效穗数、结实率和单株产量,其狭义遗传率均高于 60%。另外,在每穗实粒数和千粒重性状上广义遗传力和狭义遗传力数值相差较大，表明本试验这 2 个性状更多受到非加性效应的影响。

3 小结与讨论

水稻杂种优势利用的关键在于综合评价水稻亲本一般配合力(GCA)和特殊配合力(SCA)效应<sup>[9]</sup>。本试验利用遗传交配设计，初步评价新育三系不育系德 66A

一般配合力和特殊配合力水平。结果表明,德 66A 在有效穗数、千粒重、结实率和单株产量性状上的 GCA 效应明显好于赣香 1A 和泸香 618A，说明德 66A 是具有较好一般配合力的不育系。6 个恢复系的 6 个主要经济性状 GCA 效应来看,成恢 727 在每穗实粒数、结实率和单株产量性状上均高于其他 5 个恢复系的 GCA 效应值，表明成恢 727 是具有较好一般配合力的恢复系。从 18 个组合的特殊配合力(SCA)效应分析来看，德 66A/成恢 727 的(SCA)效应在有效穗数、千粒重和单株产量农艺性状上都大于其他杂交组合，分别到达 7.96、5.94 和 9.45，表明不育系德 66A 与恢复系成恢 727 不仅具备较好的一般配合力水平，同时也兼具较好的特殊配合力，其配制的组合德 66A/成恢 727 在多个主要经济性状上均处于较高的水平，具有较好的应用前景。可见，德 66A 可以作为新组合配制的骨干亲本,加大应用力度。

本研究的试验材料中, 杂交组合  $F_1$  代在性状上的竞争优势的贡献率表现为母本(不育系)大于父本(恢复系), 其中具有高遗传力的性状是有效穗数、结实率和单株产量。每穗实粒数和千粒重性状上广义遗传力与狭义遗传力相差较大, 表明这些性状更易受到环境和特定基因作用的影响。

#### 参考文献

- [1] 周坤炉. 籼型杂交水稻三系不育系选育 [J]. 杂交水稻, 1994 (3-4): 22-26.
- [2] 彭少兵. 转型时期杂交水稻的困境与出路[J]. 作物学报, 2016, 42 (3): 313-319.
- [3] 谢华安, 郑家团, 张受刚. 籼型杂交水稻汕优 63 及其恢复系明恢 63 的选育研究[J]. 福建农业学报, 1987, 2(1): 1-6.
- [4] 李仕贵, 黎汉云, 周开达, 等. 水稻优良不育系冈 46A 的选育及应用研究[J]. 四川农业大学学报, 1995, 13(4): 432-436.
- [5] 赵一洲, 王绍林, 张战. 水稻骨干亲本育种价值分析[J]. 垦殖与稻作, 2006(4): 6-9.
- [6] 吴方喜, 张建福, 谢华安. 籼型杂交水稻恢复系的创制与应用[A] // 朱英国. 杂交水稻发展战略研究. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2016: 8-32.
- [7] 梁世胡, 李传国, 李锐, 等. 增城丝苗型水稻优质不育系广 8A 的选育[J]. 杂交水稻, 2010, 25(6): 8-10.
- [8] 张征, 张雪丽, 莫博程, 等. 籼型杂交水稻农艺性状的配合力研究 [J]. 作物学报, 2017, 43(10): 448-1 457.

## Analysis on Combining Ability of Main Economic Characters of Three-line Sterile Line De66A

JIANG Yudong<sup>1,2</sup>, KUANG Haochi<sup>1,2</sup>, LUO Juntao<sup>1,2</sup>, HE Xingcai<sup>1,2</sup>, YANG Yang<sup>1,2</sup>, FU Jun<sup>1,2</sup>, ZHENG Jun<sup>1,2</sup>, CHEN Guangzhen<sup>1,2</sup>, ZENG Zhengming<sup>1,2\*</sup>

(<sup>1</sup> Rice and Sorghum Institute, Sichuan Academy of Agricultural Science/ Key Laboratory of Southwest Rice Biology and Genetic Breeding, Deyang, Sichuan 618000, China; <sup>2</sup> Luzhou Branch, National Rice Improvement Center, Luzhou, Sichuan 646100, China; \*Corresponding author: zzmok783@163.com)

**Abstract:** In order to analyze the combining ability of major economic characters of three-line sterile line De 66A, 18 cross combinations from 3 sterile lines and 6 restorer lines were used by the 3×6 NCII genetic mating design. The results showed that the general combining ability value (GCA) of effective panicles, 1 000-grain weight, seed setting rate and grain weight per plant of De 66A were significantly higher than Ganxiang 1A and Luxiang 618A. The special combining ability value of effective panicles, 1 000-grain weight and grain weight per plant of De 66A/ Chenghui 727 were the highest in all of 18 hybrid combinations. 18 hybrid combinations heterosis of main economic traits were greatly influenced by the sterile lines than the restorer lines. The narrow sense heritability ranged from great to small as follows: grain weight per plant, effective panicles, seed setting rate, 1000-grain weight, panicle length and full grain per panicle.

**Key words:** hybrid rice; sterile line; economic characters; combining ability; heritability

·····  
(上接第 117 页)

## Breeding and Key Cultivation Techniques of Jianghangsimiao with Good Quality

LI Huizhu<sup>1</sup>, CHEN Shijun<sup>1</sup>, LIU Caodong<sup>1</sup>, TAO Jisan<sup>1</sup>, FU Rongfu<sup>1</sup>, WANG Hui<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Jiangmen Institute of Agricultural Sciences, Jiangmen, Guangdong 529060, China; <sup>2</sup>National Engineering Research Center of Plant Space Breeding, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** New rice variety Jianghangsimiao was selected by system breeding, derived from the progeny of new good strain Huahang 35, which was bred through cross breeding of new germplasms H-31 and Huahang 131. It was approved by Guangdong Provincial Variety Approval Committee in 2017. It has the characteristics of high and stable yield, dwarf and strong stem, lodging resistance, disease resistance, wide adaptability and good eating quality. The grain quality reached the National standard and Guangdong standard of quality 1. It is suitable for planting as early and late season rice in all Guangdong province except northern area.

**Key words:** rice; good quality; Jianghangsimiao; space mutation breeding; cultivation techniques