

含维生素 A 两系特种杂交稻 主要农艺性状的配合力分析

刘克琦^{1,2}, 杨玉梁², 郭龙平¹, 黎毛毛³, 贺浩华^{1*}

(1. 江西农业大学 江西省作物生理生态与遗传育种重点实验室, 江西 南昌 330045; 2. 江西省玉山县特种水稻研究中心, 江西 上饶 334701; 3. 江西省农业科学院 水稻研究所, 江西 南昌 330200)

摘要: 选用研究中心培育的含维生素 A 的 4 个黑米两系不育系和 5 个黑米恢复系为试验材料, 以 4 × 5 不完全双列杂交设计配制 20 个杂交配组, 研究 9 个主要农艺性状的配合力。结果表明: (1) 不育系和恢复系 9 个农艺性状的一般配合力差异均达到极显著水平, 表明 4 个不育系和 5 个恢复系对所配组合的性状改良具有各自不同的作用。(2) 不育系 × 恢复系特殊配合力方差均达到极显著水平, 分析结果表明, 基因的非加性效应对播始历期和单株有效穗起主导作用, 基因的加性效应对株高、穗长、每穗总粒数和每穗实粒数起主导作用, 基因的加性效应和非加性效应对结实率、千粒重和单株重等性状的表达均有相对重要的作用。(3) 不育系 25 - 11 - 9S、24 - 11 - 3S 和恢复系 R 藤 06 - 4、R 玉黑海 07 - 4 的一般配合力效应值为正值的性状居多, 尤其是每穗总粒数、每穗实粒数和单株重的一般配合力效应值较高。分析认为, 25 - 11 - 9S、24 - 11 - 3S、R 藤 06 - 4 和 R 玉黑海 07 - 4 这 4 个亲本在生产中具有较大的应用潜力, 通过广泛的测交配组有可能选育出强优势组合。

关键词: 两系杂交水稻; 维生素 A; 农艺性状; 配合力

中图分类号: S511.032 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 - 2286(2010)02 - 0247 - 07

Analysis on Combining Ability of Major Agronomic Characteristics in Two - line Special Hybrid Rice with Vitamin A

LIU Ke-qi^{1,2}, YANG Yu-liang², GUO Long-ping¹, LI Mao-mao³, HE Hao-hua^{1*}

(1. JAU, Key Laboratory of Crop Physiology, Ecology, Genetic and Breeding, Nanchang 330045, China; 2. Special Rice Research Center, Yushan County, Jiangxi Province, Shangrao 334701, China; 3. Rice Research Institute, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China)

Abstract: Nine rich vitamin A two - line hybrid black rice parents rich in vitamin A, including 4 sterile lines and 5 restorer lines developed by this research center, were chosen to analyze the combining ability of 9 main agronomic characters by means of NC mating design. The results were as follows: (1) The mean squares of variance of the general combining ability (GCA) of all the characters determined were significant at a level of 1%. It means that both the 4 sterile lines and the 5 restorer lines had different effects on improving the agronomic characters. (2) The mean squares of variance of the specific combining ability (SCA) of all

收稿日期: 2009 - 12 - 31 修回日期: 2010 - 03 - 29

基金项目: 国家科技部项目 (2008GB2C500157)、江西省重大战略产品科技专项和江西省自然科学基金项目 (2009GZN0054)

作者简介: 刘克琦 (1965 -), 副教授, 博士生, 主要从事特种稻育种研究, E-mail: ysliukq@srgov.cn; * 通讯作者: 贺浩华, E-mail: hhhua64@163.com。

the characters determined for sterile line \times restorer line were significant' at a level of 1%. The analysis results showed that the non-additive effects were principal in the period from sowing to heading and the number of effective tillers per plant; plant height, panicle length, spikelets per panicle and full spikelets per panicle were controlled by the additive effects; and both the non-additive effects and the additive effects were principal on seed setting rate, 1 000-grain weight and grain weight per plant (3) In 25-11-9S, 24-11-3S, R Tang 06-4 and R Yuheihai 07-4, the effect values of general combining ability were positive in most characters, and they had high effect values of general combining ability in spikelets per panicle, full spikelets per panicle and grain weight per plant. The four parents had been proved to have comparatively large potential in rice production, and strong heterosis combinations might be developed by abroad testcross.

Key words: two-line hybrid rice; vitamin A; agronomic characters; combining ability

杂交水稻是通过两个不育系和恢复系进行杂交配组,将两个亲本的优良性状组合在一起,使杂交 F_1 在产量、抗性等方面得到较大的提高。不育系育性的稳定性和配合力的高低、恢复系的可恢复性和配合力的强弱,均极大程度影响所配组合的杂种优势^[1]。周开达等^[2]研究认为,特殊配合力与杂种优势的关系甚为密切,就产量而言,特殊配合力效应值较高的组合,一般杂种优势较强,产量亦较高,但杂种产量的高低并不完全取决于特殊配合力,只有那些特殊配合力效应和一般配合力作用大的不育系、恢复系才有可能配成强优势杂交组合。何予卿等^[3]研究认为,用亲本的一般配合力可预测杂种优势。严钦泉等^[4]研究认为,特殊配合力效应值可以用来判断杂种 F_1 超亲优势的大小。粟学俊等^[5]研究表明,杂交水稻的农艺性状、经济性状的表现同时受到恢复系与不育系的一般配合力和组合的特殊配合力效应共同作用,但对不同的性状而言,两者的相对重要性不同。

杂交水稻的培育成功及大面积推广种植,为保障我国粮食安全作出了巨大贡献,但对于有色稻和功能稻杂种优势利用,至今国内外研究较少;特别是对富含维生素 A 的功能稻杂交组合及其亲本配合力研究尚未见报道。紫宝香糯(黑米)是本研究中心利用物理方法处理紫香糯、上沪乌贡米和黑米稻等品种获得的突变体,与地方品种八月香糯进行杂交和两代回交,再利用系统育种的方法选育而成的富含维生素 A 的水稻新品种,经浙江省食品质量监督检测站利用 GB/T5009-1996 和 GB/T12399-1996 等方法检测,其维生素 A 的含量为 110 U/kg,已在生产上进行大面积的推广运用^[6]。紫宝香糯的选育成功,为人类解决维生素 A 缺乏症提供了良好的途径。本研究对利用紫宝香糯为亲本培育的两系黑米不育系和恢复系为试验材料,对功能杂交水稻配合力特性进行分析,探索含维生素 A 功能稻杂交组合及其亲本农艺性状配合力的表现,旨在为富含维生素 A 功能稻杂种优势利用研究提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 供试材料

选用本研究中心选育的含维生素 A 的两系黑米杂交水稻亲本为试验材料,其中两系不育系 4 个: 25-11-9S, 24-11-3S, 25-16-1S 和 24-11-2S; 两系恢复系 5 个: R 紫恢 51-8, R 玉 A9-062, R 藤 06-4, R 玉黑海 07-4 和 R 明测 06-1。

1.2 试验方法

试验在江西省玉山县特种水稻中心试验田进行。于 2007 年 6 月将上述两系不育系和恢复系进行播种种植,按照 4×5 不完全双列杂交设计配制 20 个杂交组合。2008 年 5 月 20 日播种 20 个杂交组合及其亲本,6 月 15 日移栽;参试组合及亲本按随机区组排列,每个组合设 3 个重复,每小区种植 $10 \text{株} \times 5 \text{行} = 50 \text{株}$,株行距 $20 \text{cm} \times 20 \text{cm}$,单本移栽,常规管理。抽穗期间每两天观察记载各亲本及组合的始穗期,计算播始历期。成熟期,每小区取中间一行 10 株进行室内考种,调查各材料的株高、穗长、单株有效穗数、每穗总粒数、每穗实粒数、结实率、千粒重和单株重等农艺性状,以小区平均数为计算单位,根据 NC 杂交模型^[6-7]进行配合力分析,数据分析在微机机上完成。

2 结果与分析

2.1 配合力方差分析

对 20 个组合 9 个农艺性状进行的配合力方差分析结果 (表 1) 表明, 9 个农艺性状组合间的遗传差异均达极显著水平; 不育系 9 个性状的一般配合力差异均达到极显著水平, 表明 4 个不育系对所配组合的性状改良具有各自不同的特殊作用; 恢复系 9 个性状的一般配合力差异也都达到极显著水平, 表明 5 个恢复系对所配组合的性状表现作用均不相同。不育系 × 恢复系特殊配合力方差均达到极显著水平, 其中播始历期和单株有效穗特殊配合力方差明显大于一般配合力方差, 表明基因的非加性效应对播始历期和单株有效穗起主导作用; 株高、穗长、每穗总粒数和每穗实粒数的一般配合力方差明显大于特殊配合力方差, 表明基因的加性效应对株高、穗长、每穗总粒数和每穗实粒数起主导作用; 而结实率、千粒重和单株重的特殊配合力方差介于双亲本之间, 表明基因的加性效应和非加性效应对结实率、千粒重和单株重等性状的表达均有相对重要的作用。

表 1 9 个农艺性状的配合力方差分析

Tab 1 Mean squares of variance analysis and combining ability of 9 traits

性状 Traits	播始历期 Day from sowing to heading	株高 Plant height	单株有效穗数 Number of effective tillers per plant	穗长 Panicle length	每穗总粒数 Spikelets per panicle	每穗实粒数 Full spikelets per panicle	结实率 Spikelets per panicle	千粒重 1000 - grain weight	单株重 Grain weight per plant
组合 Combination	8.55**	63.95**	7.49**	8.00**	4038.61**	2793.04**	114.35**	4.41**	385.09**
不育系 Sterile line	277.97**	191.79**	3.68**	4.68**	3643.23**	1996.98**	71.06**	7.48**	112.67**
恢复系 Restorer line	277.82**	40.42**	3.57**	31.04**	14000.46**	7204.04**	305.77**	2.72**	766.04**
不育系 × 恢复系 Sterile line × Restorer line	1015.79**	27.21**	9.74**	3.35**	1679.95**	1955.64**	80.93**	3.81**	380.66**

**表示差异 1% 水平显著性。 ** significant at 0.01 level

2.2 亲本主要农艺性状的一般配合力效应分析

一般配合力的大小反映各性状基因加性效应的作用程度, 即亲本对后代影响的程度, 是评价亲本优劣的重要依据^[7]。表 2 列出了 9 个供试亲本的一般配合力相对效应值 (GCA), 结果显示, 同一性状不同亲本间和同一亲本不同性状间一般配合力相对效应值均存在明显差异。4 个不育系 9 个农艺性状一般配合力效应值变幅依次为: 播始历期 - 6.75 ~ 6.07, 株高 - 1.74 ~ 1.57, 单株有效穗数 - 5.11 ~ 3.21, 穗长 - 6.37 ~ 8.34, 每穗总粒数 - 13.33 ~ 10.12, 每穗实粒数 - 12.25 ~ 12.81, 结实率 - 6.45 ~ 4.88, 千粒重 - 1.21 ~ 2.68 和单株重 - 13.00 ~ 17.48。其中 25-11-9S 在穗长、每穗总粒数、每穗实粒数和单株重等性状上的一般配合力相对效应值较大; 24-11-3S 在播始历期、每穗总粒数、每穗实粒数和单株重等性状上的一般配合力相对效应值较大; 25-16-1S 在单株有效穗数和结实率等性状上的一般配合力相对效应值较大; 24-11-2S 在播始历期上的一般配合力相对效应值较大。5 个恢复系 9 个农艺性状一般配合力相对效应值的变幅依次为: 播始历期 - 3.88 ~ 3.81, 株高 - 4.78 ~ 4.71, 单株有效穗数 - 6.64 ~ 4.99, 穗长 - 2.97 ~ 3.17, 每穗总粒数 - 12.24 ~ 13.44, 每穗实粒数 - 9.69 ~ 9.84, 结实率 - 3.14 ~ 4.40, 千粒重 - 3.40 ~ 4.00 和单株重 - 8.10 ~ 8.01。其中 R 紫恢 51-8 在结实率和千粒重上的一般配合力相对效应值较大; R 玉 A9-062 在单株有效穗上的一般配合力相对效应值较大; R 藤 06-4 在每穗总粒数、每穗实粒数、千粒重和单株重等性状上的一般配合力相对效应值较大; R 玉黑海 07-4 在株高、每穗总粒数、每穗实粒数和单株重等性状上的一般配合力相对效应值较大。从各个亲本整体来看, 25-11-9S、24-11-3S、R 藤 06-4 和 R 玉黑海 07-4 的一般配合力相对效应值为正值的性状居多, 尤其是每穗总粒数、每穗实粒数和单株重的一般配合力相对效应值较高。分析认为, 25-11-9S、24-11-3S、R 藤 06-4 和 R 玉黑海 07-4 这 4 个亲本的一般配合力表现较好。

表 2 9 个亲本的一般配合力效应值

Tab 2 The effects value of GCA of 9 parents

亲本 Parents	播始历期 Day from sowing to heading	株高 Plant height	单株有效穗数 Number of effective tillers per plant	穗长 Panicle length	每穗总粒数 Spikelets per panicle	每穗实粒数 Full spikelets per panicle	结实率 Spikelets per panicle	千粒重 1000 - grain weight	单株重 Grain weight per plant
25 - 11 - 9S	- 6.75	- 1.74	3.21	8.34	10.12	10.38	- 6.45	2.68	17.48
24 - 11 - 3S	6.07	1.57	- 5.11	1.97	9.47	12.81	3.76	- 1.21	6.10
25 - 16 - 1S	- 2.55	0.54	2.39	- 6.37	- 13.33	- 12.25	4.88	- 1.01	- 10.58
24 - 11 - 2S	3.23	- 0.37	- 0.49	- 3.94	- 6.26	- 10.94	- 2.18	- 0.46	- 13.00
R紫恢 51 - 8 R Zihui 51 - 8	1.25	- 1.07	- 0.86	- 2.58	- 12.24	- 5.61	4.40	3.20	- 2.64
R玉 A9 - 062 R Yu A9 - 062	- 3.18	0.43	4.99	- 0.27	- 4.79	- 9.69	- 1.64	- 1.57	- 8.10
R藤 06 - 4 R Tang 06 - 4	2.01	0.71	- 6.64	3.17	9.07	5.29	- 3.14	4.00	3.85
R玉黑海 07 - 4 R Yuheihai 07 - 4	3.81	4.71	1.26	2.65	13.44	9.84	- 0.40	- 3.40	8.01
R明恢 06 - 1 R Mingce 06 - 1	- 3.88	- 4.78	1.27	- 2.97	- 5.47	0.16	0.77	- 2.24	- 1.11

2.3 特殊配合力效应分析

特殊配合力效应 (SCA) 反映杂交组合非加性效应的大小^[7]。表 3 列出了 20 个杂交组合 9 个农艺性状的特殊配合力效应值, 从表 3 可以看出, 同一不育系 (恢复系) 的不同组合间和同一组合各个性状间的特殊配合力效应值存在较大的差异, 表明供试材料各性状的特殊配合力的表现比较复杂。9 个农艺性状特殊配合力效应值的变幅分别为: 播始历期 - 7.58 ~ 5.93、株高 - 5.96 ~ 3.51、单株有效穗数 - 13.39 ~ 25.03、穗长 - 5.70 ~ 7.35、每穗总粒数 - 21.71 ~ 16.07、每穗实粒数 - 23.41 ~ 25.27、结实率 - 8.73 ~ 9.01、千粒重 - 5.07 ~ 9.11、单株产量 - 30.41 ~ 31.84。在与产量性状密切相关的性状中, 25 - 11 - 9S × R藤 06 - 4 的有效穗数、每穗总粒数、每穗实粒数、千粒重和单株重的特殊配合力效应值较高; 24 - 11 - 3S × R玉 A9 - 062 的每穗总粒数、每穗实粒数和单株重的特殊配合力效应值较高; 24 - 11 - 3S × R藤 06 - 4 的每穗总粒数和每穗实粒数的特殊配合力效应值较高; 24 - 11 - 3S × R玉黑海 07 - 4、25 - 16 - 1S × R明测 06 - 1、24 - 11 - 2S × R玉 A9 - 062 的有效穗数和单株重的特殊配合力效应值较高。从总体上分析, 某一性状特殊配合力效应值较大时, 其双亲该性状的一般配合力效应值往往有 1 个较大或 2 个均较大, 如 25 - 11 - 9S × R紫恢 51 - 8 单株重的特殊配合力效应值为 13.61, 其母本 25 - 11 - 9S 单株重的一般配合力效应值为 17.48; 24 - 11 - 3S × R玉黑海 07 - 4 单株重的特殊配合力效应值为 31.84, 其父母本单株重一般配合力效应值分别为 8.01 和 6.10。双亲某一性状一般配合力效应值较大时, 所配组合该性状的特殊配合力效应值不一定较高, 如 24 - 11 - 3S 和 R明测 06 - 1 每穗实粒数的一般配合力分别为 12.81 与 0.16, 而所配组合的特殊配合力为 - 23.41; 双亲某一性状一般配合力较小时, 所配组合该性状的特殊配合力不一定较低, 如 25 - 16 - 1S 和 R明测 06 - 1 单株重的一般配合力分别为 - 10.58 和 - 1.11, 其所配组合单株重的特殊配合力为 21.23。分析结果表明, 特殊配合力表现非常复杂, 组合间非加性效应值的变化较大。

对 9 个亲本性状的配合力效应值与其组合特殊配合力效应值的大小作进一步直观分析。首先, 依据一般配合力效应值是否与 0 差异显著, 将 2 组亲本分别划分为高、中、低 3 种类型, 以显著高于 0 为高, 显著低于 0 为低, 与 0 差异不显著为中。然后, 取各性状特殊配合力效应值最高和最低的 5 个杂交组合, 根据上述一般配合力效应值分类标准, 分析比较特殊配合力效应值与一般配合力效应值的关系。结果表明, 特殊配合力效应值高的组合几乎可以在任一双亲一般配合力效应值类型组合中出现, 以结实率为例, 5 个最高特殊配合力效应值组合中, 双亲一般配合力效应值类型有: 低 × 中、低 × 高和高 × 低; 5 个最低特殊配合力效应值组合的双亲类型有: 低 × 中、低 × 高和高 × 高, 在其它性状的杂交组合中情况亦类似。这就直观地表明, 杂交组合特殊配合力效应值的高低与双亲一般配合力效应值的高、低组合无关。

表 3 20 个组合 9 个农艺性状的特殊配合力效应值
 Tab 3 The effects value of SCA on 9 traits of 20 hybridized combinations

组合 Combination	播始历期 Day from sowint to heading	株高 Plant height	单株有效穗数 Number of effective tillers per plant	穗长 Panicle length	每穗总粒数 Spikelets per panicle	每穗实粒数 Full spikelets per panicle	结实率 Spikelets per panicle	千粒重 1 000 - grain weight	单株重 Grain weight per plant
25 - 11 - 9S ×R 紫恢 51 - 8	- 2.23	0.39	4.31	- 1.18	- 4.66	4.17	7.24	4.38	13.61
25 - 11 - 9S ×R Zihui 51 - 8									
25 - 11 - 9S ×R 玉 A9 - 062	- 2.23	- 1.11	- 11.82	- 2.45	- 10.79	- 16.17	- 6.4	- 4.17	- 30.41
25 - 11 - 9S ×R Yu A9 - 062									
25 - 11 - 9S ×R 藤 06 - 4	- 2.28	0.31	9.83	4.58	11.51	8.27	- 0.82	9.11	31.5
25 - 11 - 9S ×R Tang 06 - 4									
25 - 11 - 9S ×R 玉黑海 07 - 4	5.01	1.17	- 11.95	4.74	4.14	13.6	8.7	- 4.9	- 8.76
25 - 11 - 9S ×R Yuheijai 07 - 4									
25 - 11 - 9S ×R 明测 06 - 1	1.74	- 0.76	9.64	- 5.7	- 0.19	- 9.87	- 8.73	- 4.41	- 5.94
25 - 11 - 9S ×R Mingce 06 - 1									
24 - 11 - 3S ×R 紫恢 51 - 8	1.27	- 1.5	- 3.56	- 0.85	- 6.37	- 10.23	- 3.51	- 2.76	- 16.27
24 - 11 - 3S ×R Zihui 51 - 8									
24 - 11 - 3S ×R 玉 A9 - 062	- 2.92	0.43	- 6.84	7.35	12.45	16.24	3.62	0.64	10.92
24 - 11 - 3S ×R 玉 A9 - 062									
24 - 11 - 3S ×R 藤 06 - 4	- 0.42	- 2.14	- 7.03	1.26	11.56	14.65	2.01	0.01	0.94
24 - 11 - 3S ×R Zihui 06 - 4									
24 - 11 - 3S ×R 玉黑海 07 - 4	- 0.36	1.28	24.13	- 2.1	4.08	2.75	- 0.63	1.46	31.84
24 - 11 - 3S ×R Yuheijai 07 - 4									
24 - 11 - 3S ×R 明测 06 - 1	2.44	1.93	- 6.71	- 5.67	- 21.71	- 23.41	- 1.49	0.64	- 27.42
24 - 11 - 3S ×R Yuheijai 07 - 4									
25 - 16 - 1S ×R 紫恢 51 - 8	0.81	1.53	3.84	0.41	5.03	2.95	- 1.38	- 2.87	2.33
25 - 16 - 1S ×R Zihui 51 - 8									
25 - 16 - 1S ×R 玉 A9 - 062	5.93	2.02	- 6.37	- 2.83	4.88	3.98	- 0.8	- 0.14	- 0.73
25 - 16 - 1S ×R Yu A9 - 062									
25 - 16 - 1S ×R 藤 06 - 4	2.14	1.46	0.63	- 2.86	- 11.81	- 9.21	1.95	- 5.07	- 13.52
25 - 16 - 1S ×R Tang 06 - 4									
25 - 16 - 1S ×R 玉黑海 07 - 4	- 1.29	- 5.96	- 8.56	- 1.65	- 3.92	- 5.74	- 0.99	5.04	- 9.31
25 - 16 - 1S ×R Yuheijai 07 - 4									
25 - 16 - 1S ×R 明测 06 - 1	- 7.58	0.96	10.46	6.94	5.83	8.01	1.22	3.05	21.23
25 - 16 - 1S ×R Mingce 06 - 1									
24 - 11 - 2S ×R 紫恢 51 - 8	0.15	- 0.41	- 4.59	1.62	6.01	3.11	- 2.35	1.25	0.33
24 - 11 - 2S ×R Zihui 51 - 8									
24 - 11 - 2S ×R 玉 A9 - 062	- 0.78	- 1.34	25.03	- 2.06	- 6.54	- 4.06	3.58	3.68	20.22
24 - 11 - 2S ×R Yu A9 - 062									
24 - 11 - 2S ×R 藤 06 - 4	0.56	0.37	- 3.43	- 2.98	- 11.26	- 13.71	- 3.15	- 4.05	- 18.92
24 - 11 - 2S ×R Tang 06 - 4									
24 - 11 - 2S ×R 玉黑海 07 - 4	- 3.34	3.51	- 3.62	- 0.99	- 4.29	- 10.61	- 7.08	- 1.59	- 13.77
24 - 11 - 2S ×R Yuheijai 07 - 4									
24 - 11 - 2S ×R 明测 06 - 1	3.41	- 2.13	- 13.39	4.41	16.07	25.27	9.01	0.71	12.14
24 - 11 - 2S ×R Mingce 06 - 1									

3 讨 论

3.1 亲本一般配合力与特殊配合力之间的相互关系

前人对杂交水稻亲本一般配合力和特殊配合力的相互关系做了大量的分析研究,所得的结论不完全一致。多数研究认为,杂交稻组合特殊配合力与亲本一般配合力是相对独立的,两者之间没有明显的

对应关系,一般配合力高的亲本,其组合的特殊配合力并不一定高^[8-13]。廖佩言^[14]研究则认为,杂交水稻亲本特殊配合力与一般配合力表现基本一致。吕建群等^[15]研究认为,一般配合力基因型方差在播抽期、穗长、株高、每穗总粒数、千粒重和产量等性状中所占的比重较大,说明在这些性状中亲本的基因加性效应起主导作用;特殊配合力基因型方差在有效穗和结实率等性状中的比重较大,说明这些性状中遗传变异主要来自基因的非加性效应。本研究结果表明,双亲某一性状一般配合力较大时,所配组合该性状的特殊配合力值不一定较高;而双亲某一性状一般配合力较小时,所配组合该性状的特殊配合力不一定较低,如 25-16-1S 和 R 明测 06-1 单株重的一般配合力分别为 -10.58 和 -1.11,其所配组合单株重的特殊配合力为 21.23。基因的非加性效应对播始历期和单株有效穗起主导作用,基因的加性效应对株高、穗长、每穗总粒数和每穗实粒数起主导作用,而基因的加性效应和非加性效应对结实率、千粒重和单株重等性状的表达均有相对重要的作用。分析认为,特殊配合力表现非常复杂,组合非加性效应的变化大。

3.2 不育系和恢复系一般配合力对杂交组合主要农艺性状的影响

廖伏明^[9]、张利华^[10]、朱镇^[11]、冯瑞光^[16]、宋宇^[17]等研究认为,杂交稻组合中大多数农艺性状受恢复系的影响要比受不育系的影响大,少数性状受不育系的影响较大。游年顺等^[12]研究认为,组合的特殊配合力相对效应值的大小不能完全由不育系和恢复系的一般配合力相对效应值所决定,而是两亲本基因相互作用的结果。张名位等^[18]对稻米微量元素的研究结果表明,铁以特殊配合力效应为主,锌和锰则以一般配合力效应为主;同一亲本 3 种元素之间一般配合力效应差异大,同一元素不同亲本之间差异也较大;同一元素不同组合之间特殊配合力表现较大的变幅。本研究结果表明,组合的特殊配合力效应值的大小不能完全由不育系和恢复系的一般配合力效应值决定,但相对恢复系而言,多数农艺性状受不育系的影响比恢复系大;一般配合力效应值较大且正值性状居多的不育系与一般配合力较大的恢复系配组,其组合的特殊配合力往往较高,更易育成强优势组合,创造出超亲分离组合。因此,选育两系杂交稻组合时,应特别重视对不育系单株有效穗数、每穗实粒数、千粒重和单株重等性状的选择,结合恢复系改良有利于进一步提高杂交水稻的优势水平。

3.3 亲本利用价值的评价

杂交稻大幅增产的关键取决于遗传上有突破性的不育系和恢复系的选育,在强调基因加性效应利用的同时,还要注重基因非加性效应的利用。吕建群等^[15]通过对父本、母本及其互作对 F_1 贡献率分析认为,大多数农艺性状受恢复系的影响要比不育系大得多。王仁春^[19]、徐静斐等^[20]研究认为,要选配农艺性状优良的杂交组合,恢复系的选育至关重要,不育系在有效穗和结实率等性状上的作用也较大。本研究参试的 4 个两系不育系 25-11-9S、24-11-3S、25-16-1S 和 24-11-2S,其维生素 A 含量分别为 50 U/kg、96 U/kg、50 U/kg 和 96 U/kg; 5 个两系恢复系 R 紫恢 51-8、R 玉 A9-062、R 藤 06-4、R 玉黑海 07-4 和 R 明测 06-1,其维生素 A 含量分别为 59 U/kg、44 U/kg、73.6 U/kg、208 U/kg 和 59 U/kg。经检测分析,其杂交 F_2 糙米中均含有维生素 A,且变幅为 36~80 U/kg。在本研究中,不育系 25-11-9S、24-11-3S 和恢复系 R 藤 06-4、R 玉黑海 07-4 的一般配合力效应值为正值的性状居多,尤其是每穗总粒数、每穗实粒数和单株重的一般配合力效应值较高;在 20 个组合中,综合性状良好、单株重特殊配合力最高的 2 个组合均为上述两个不育系和两个恢复系的杂交后代。分析认为,25-11-9S、24-11-3S、R 藤 06-4 和 R 玉黑海 07-4 这 4 个亲本的一般配合力表现较好,在生产中具有较大的应用潜力,通过广泛的测交配组有可能选育出强优势组合。

参考文献:

- [1] 徐兴伟,张利华,王建军,等.几个籼型三系杂交水稻亲本的配合力及遗传力分析[J].种子,2003(3):1-4
- [2] 周开达,黎汉云,李仁端,等.杂交水稻主要性状配合力、遗传力的初步研究[J].作物学报,1982,8(8):146-1521.
- [3] 何予卿,戚华雄,王长义.两系杂交梗稻主要亲本配合力测定[J].华中农业大学学报,1995,14(3):220-224
- [4] 严钦泉,阳菊华,伏军.两系杂交稻亲本籼粳程度与配合力及杂种优势的关系[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2001,27(3):163-166
- [5] 粟学俊,韦鹏霄,吕志仁.杂交水稻产量性状配合力研究[J].广西植物,2004,24(1):91-96

- [6] 杨玉梁. 紫色糯性香米型水稻雄性不育系“玉紫 A”的选育 [J]. 江西农业大学学报, 2001, 23 (增刊): 14 - 16
- [7] 刘来福, 毛盛贤, 黄远樟. 作物数量遗传 [M]. 北京: 农业出版社, 1984: 250 - 262
- [8] 齐绍武, 盛孝邦. 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.
- [9] 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研究 [J]. 作物学报, 1999, 25 (5): 622 - 631.
- [10] 张利华, 王建军, 李旭晨, 等. 籼型三系杂交水稻主要农艺性状的配合力分析 [J]. 浙江农业学报, 2003, 15 (1): 1 - 7.
- [11] 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
- [12] 游年顺, 雷捷成, 黄利兴, 等. 杂交水稻配合力分析及高产地区组合选配的探讨 [J]. 福建稻麦科技, 1994, 12 (4): 11 - 17.
- [13] 粟学俊, 陈彩虹. 几个杂交水稻亲本配合力的测定 [J]. 广西农业科学, 2001 (1): 1 - 3.
- [14] 廖佩言. 水稻主要性状配合力的分析 [J]. 遗传, 1980, 2 (5): 22 - 24.
- [15] 吕建群, 陈林, 曾宪平. 7 个籼型新不育系和 7 个新恢复系的配合力及利用价值评价 [J]. 西南农业学报, 2009, 2 (1): 12 - 18
- [16] 冯瑞光, 孟令启, 宁文书. 粳型光敏核不育系主要农艺性状的配合力及杂种优势 [J]. 华北农学报, 1997, 12 (4): 7 - 12
- [17] 宋宇, 邹小云, 贺浩华, 等. 籼型三系杂交水稻产量及相关性状的配合力分析 [J]. 江西农业大学学报, 2004, 26 (5): 719 - 725.
- [18] 张名位, 彭仲明, 杜应琼. 特种稻米中微量元素铁、锌、锰的含量的配合力和稳定性分析 [J]. 中国水稻科学, 1996, 10 (4): 201 - 206
- [19] 汪仁春. 粳型杂交水稻优势和配合力的初步研究 [J]. 浙江农业科学, 1981 (5): 205 - 212
- [20] 徐静斐, 汪路应. 水稻杂种优势和配合力的初步研究 [J]. 遗传, 1980, 2 (2): 17 - 19.

(上接第 222 页)

- [5] Michael W P. A new mathematical model for relative quantification in real - time RT - PCR [J]. Nucleic Acids Research, 2001, 29 (9): 2002 - 2007.
- [6] Vandesompele J, Katleen D P, Filip P. Accurate normalization of real - time quantitative RT - PCR data by geometric averaging of multiple internal control genes [J]. Genome Biology, 2002, 3 (7): 1 - 12.
- [7] Dodd R B, Drickamer K. Lectin - like proteins in model organisms: Implications for evolution of carbohydrate - binding activity [J]. Glycobiology, 2001, 11 (5): 71 - 79.
- [8] Rabinovich G A, Baum L G, Tinari N, et al. Galectins and their ligands: amplifiers, silencers or tuners of the inflammatory response [J]. Trends in Immunology, 2002, 23 (6): 313 - 320.
- [9] Rossiter H, Alon R, Kupper T S. Selectins, T - cell rolling and inflammation [J]. Molecular Medical Today, 1997, 3 (5): 214 - 222.
- [10] Cooper D N W, Barondes S H. God must love galectins: he made so many of them [J]. Glycobiology, 1999, 9 (10): 979 - 984.
- [11] Junko Niio, Yasuhiko Kon, Toshihiko Iwanaga. Differential cellular expression of galectin family mRNAs in the epithelial cells of the mouse digestive tract [J]. Journal of Histochemistry & Cytochemistry, 2005, 53 (11): 1323 - 1334.
- [12] Ohtsuka K, Shimada N, Uchida H, et al. Approach for identification of protein S - nitrosation in mouse gastric mucosa treated with S - nitrosoglutathione [J]. J Proteomics, 2009, 72 (5): 750 - 760.