

3个旱稻品种杂交配合力及其应用分析

王昌贵¹ 赵鹏珂¹ 冯小磊¹ 王向东² 宋倩¹ 王化琪^{1*}

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院/旱稻研究中心,北京 100193; 2. 唐山市农业科学研究院,河北 唐山 063001)

摘要 选用1个传统农家旱稻品种和2个改良旱稻品种与国内外7个水稻品种进行不完全双列组配,获得21个杂交组合,对旱稻品种9个性状的配合力和遗传参数进行了分析研究。结果表明:传统农家旱稻品种的各性状有很高的一般配合力,改良旱稻品种一般配合力较低;改良旱稻品种虽然部分结合了传统农家旱稻的抗旱性和水稻的丰产性,但是传统旱稻中仍然有许多优良的基因有待挖掘利用。特殊配合力分析表明4个组合单株产量特殊配合力正向效应显著,主要源于单株总谷粒数、单株总实粒数、单株结实率和单株有效穗数的特殊配合力的显著正向效应。各性状遗传力分析表明,主茎穗长、株高有较高的狭义遗传力,适于早代选择;单株总谷粒数、单株总实粒数、单株产量、单株结实率和单株有效穗数的特殊配合力方差所占群体总方差比例均大于70%,所以应该在较晚的世代加以选择。

关键词 旱稻; 一般配合力; 特殊配合力; 杂种优势

中图分类号 S 511.6

文章编号 1007-4333(2010)06-0001-05

文献标志码 A

Research on combine ability and utilization of three upland rice

WANG Chang-gui¹, ZHAO Peng-ke¹, FENG Xiao-lei¹, WANG Xiang-dong²,
SONG Qian¹, WANG Hua-qi^{1*}

(1. College of Agronomy and Biotechnology/Upland Rice Research Center, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. Tangshan Academy of Agricultural Science, Tangshan 063001, China)

Abstract Three upland rice varieties, one traditional landrace (TL) and the other two modern varieties (MV) were tested with 7 abroad rice varieties in the design of uncomplete diallel crossing of NC II method to study combining ability and its genetic parameters of 9 characters. The results shows that TL had higher general compatibility in most tested traits than MV, indicating that MV had partially combined the drought tolerance of upland rice and the high yield potential of lowland rice, TL has more excellent genes for us to utilize in the upland rice breeding program. 4 crosses show Positive specific combining ability effect, it comes from Positive specific combining ability effect of Spikelet numbers per plant, filled grains per plant, seed set rate and productive panicles per plant. Main panicle and plant height should be selected in early generations because of its high narrow-sense heritability. And filled grain number per plant, spikelet number per plant, effective panicles per plant, grain weight and seed setting rate per plant should be selected in later generations regarding its low narrow-sense heritability.

Key words upland rice; GCA; SCA; heterosis

旱稻又称陆稻,性耐旱,泛指能适应生长于旱地、坡地及干旱生态环境下种植的栽培稻类型,是水稻的变异型。旱稻和水稻在形态、生理上有不少差别,如旱稻的粗根比例较大,根系发达,分布较深。

主根上产生均匀的细根,根冠比较高,抗旱性强^[1-3]。传统旱稻品种拥有优良的抗旱和耐瘠特性,但大多农艺性状不够优化,产量潜力有限。现代改良的旱稻品种通过育种家的选择除保持了原有旱稻的抗旱

收稿日期: 2010-03-18

基金项目: 引进国际先进农业科学技术项目(948)重大专项(2006G51)

第一作者: 王昌贵,博士研究生, E-mail:wang-713@sohu.com

通讯作者: 王化琪,教授,主要从事旱稻遗传育种研究, E-mail:wanghuaqi@cau.edu.cn

性外,还具有了水稻的一些优良农艺特性,并提高了旱稻产量^[4]。了解掌握旱稻资源主要数量性状的配合力状况,对应用旱稻这一特殊种质资源确定优良杂交组合具有重要的意义。本文对近年来选育的2个优良旱稻品种和1个农家旱稻品种进行主要数量性状配合力分析,筛选优良的旱稻亲本和优良的杂交组合,尝试通过旱稻和水稻杂交组配得到高产杂交稻品种的途径。

1 材料与方 法

1.1 材料及试验设计

本试验以改良旱稻品种旱稻 297、旱稻 502 和农家旱稻品种毫格劳为材料。以 OM997(越南改良水稻品种)、PsBRC28(菲律宾改良水稻品种)、江西丝苗(中国传统水稻品种)、C71(越南改良水稻品种)、Tek Si Chut(中国台湾传统水稻品种)、La110(美国改良水稻品种)和 754(来自 IRRI 的水稻品种)为测验亲本。其中 OM997、PsBRC28、江西丝苗、C71 和 Tek Si Chut 为籼稻品种,La110 为籼粳中间类型,754 为未知类型(表 1)。采用 NC II 遗传交配设计组配 21 个杂交组合。2006-05-27 于江西赣州育秧,6 月 20 日插秧移栽。试验采用随机区组设计共设 3 个区组,株距为 17 cm,行距为 20 cm,每材料插秧面积为 1.05 m²,田间管理同普通稻田。成熟后每材料取 15 株进行考种。

表 1 试验材料及其来源和类型

Table 1 Materials, their origin and type

品种名称	籼粳类别	来源	品种类型
OM997	I	越南	MV
PsBRC28	I	菲律宾	MV
754		IRRI	MV
江西丝苗	I	中国	TL
C71	I	越南	MV
Tek Si Chut	I	中国台湾	TL
La110	I/J	美国	MV
旱稻 297	J	中国	MV
旱稻 502	J	中国	MV
毫格劳	I	中国	TL

注: MV 表示改良品种; TL 表示传统农家品种。

1.2 数据分析方法

按照 NC II 设计的原理和方法进行一般配合力和特殊配合力分析,并估算群体遗传参数。其中数据分析部分采用 SPSS 16.0 和 Excel 完成。

2 结果与分析

2.1 各性状的方差分析

各性状的方差分析结果见表 2。在所测性状中各组间存在显著差异,表明在这 21 个不完全双列

表 2 各性状的方差分析(F 值)

Table 2 Analysis of variance for tested traits in 21 diallel crosses

变异来源	自由度	总实粒数	总谷粒数	主茎穗长	株高	产量	千粒重	结实率	有效穗数
区组间变异	2	1.18	2.51	1.94	2.04	1.37	0.96	1.64	1.77
组合间变异	20	7.83**	2.74**	11.49**	46.55**	8.70**	8.94**	61.745**	3.44**
父本	6	12.031**	3.580**	23.169**	96.51**	1.107	9.491**	15.706**	1.576
母本	2	18.573**	0.663	16.859**	133.404**	10.126**	0.027	250.175**	11.608**
父本×母本	12	9.449**	2.682**	4.446**	6.205**	11.098**	9.343**	50.522**	2.970**
误差	292	1	1	1	1	1	1	1	1

注: * 表示差异在 0.05 水平显著, ** 表示差异在 0.01 水平显著;各指标均为单株性状指标,下同。

杂交组合所研究的 8 个性状中存在真实显著的遗传差异。这种差异是由亲本基因的加性效应和亲本间基因互作共同作用的结果。差异来源可分为父本效应方差、母本效应方差以及父本和母本互作效应方差。经 F 测验表明父本的一般配合力效应对 F₁ 代

杂交种 6 个性状存在极显著的影响,母本一般配合力效应对其 6 个性状存在极显著影响;母本和父本效应对其 4 个性状存在极显著影响,分别为总实粒数、主茎穗长、株高和单株结实率;父本和母本互作效应对其 8 个性状有极显著影响。

2.2 亲本一般配合力分析

不同亲本同一性状的一般配合力存在很大的差异,表现为正向和负向两类效应(表3)。其中毫格劳在单株结实率的一般配合力效应呈极显著正效应,C71和Tek Si Chut的单株结实率一般配合力效应为显著正效应,说明毫格劳可以提高所配杂交组合的结实率;来自中国台湾的Tek Si Chut和来自越南的C71也可以显著提高结实率但是较毫格劳稍差;早稻297和来自IRRI的水稻品系754单株结实率配合力效应为显著负效应,表明这2个品种可以降低所组配杂交 F_1 植株的结实率。单株总实粒数这一性状有毫格劳和Tek Si Chut的一般配合力效应为正且达到极显著水平,表明毫格劳和Tek Si Chut可提高所配组合 F_1 植株的单株实粒数;早稻297、江西丝苗和PsBRC28的总实粒数一般配合

力效应为负值,表明这些品种可以降低杂交组合 F_1 植株的单株实粒数。千粒重性状中PsBRC28可以极显著提高所配组合 F_1 的千粒重,C71和Tek Si Chut可以显著降低所配组合 F_1 的千粒重,其余品种的一般配合力均未达显著水平。毫格劳和Tek Si Chut可以显著提高 F_1 植株的单株产量,早稻297和江西丝苗可以显著降低 F_1 植株的单株产量。Tek Si Chut和La110可以显著提高 F_1 的总谷粒数,江西丝苗和PsBRC28可以显著降低 F_1 的总谷粒数。毫格劳和Tek Si Chut可以显著增加 F_1 株高,OM997和早稻297可以显著降低 F_1 株高。754和La110可以显著增加 F_1 主茎穗长,江西丝苗、C71和早稻297可以显著缩短 F_1 主茎穗长。早稻297和Tek Si Chut可以显著增加 F_1 单株有效穗,毫格劳和C71可以显著降低单株有效穗。

表3 各性状的一般配合力(GCA)效应分析

Table 3 Analysis of GCA for the traits tested

品种名称	总实粒数	总谷粒数	主茎穗长	株高	单株产量	千粒重	结实率	有效穗数
OM997	-81.62	-32.20	0.31	-11.34*	-0.88	0.66	-0.04	0.99
PsBRC28	-108.69*	-246.80**	0.71	-3.40	-1.51	2.07**	0	-0.28
754	-61.49	41.46	2.27**	2.46	-0.64	0.13	-0.06*	-0.61
江西丝苗	-171.35*	-283.87**	-1.43*	-9.80	-4.40*	-0.38	-0.02	0.19
C71	-8.55	-27.47	-3.81**	-8.40	-0.22	-1.15*	0.09*	-1.15*
Tek Si Chut	322.38**	360.43**	0.27	26.43**	5.60*	-1.52*	0.06*	1.55*
La110	109.31*	188.46*	1.69*	4.06	2.05	0.18	-0.02	-0.68
早稻297	-169.98*	-33.01	-1.31*	-8.52*	-4.63*	-0.12	-0.11**	1.50*
早稻502	-46.07	-54.61	0.69	-1.86	-0.63	0.21	-0.04	-0.30
毫格劳	216.05**	87.63	0.61	10.38*	5.26*	-0.08	0.15**	-1.20*

2.3 各组合特殊配合力分析

从表4可以看出很多组合的特殊配合力效应达显著水平,说明大多数组合杂种优势以基因间显性以及基因间的互作起作用,从以上的21个组合中可以看出早稻297×PsBRC28、早稻297×江西丝苗、早稻297×La110、早稻502×PsBRC28、早稻502×江西丝苗、早稻502×Tek Si Chut、毫格劳×PsBRC28、毫格劳×PsBRC28、毫格劳×Tek Si Chut、和毫格劳×La110在单株产量的特殊配合力达到显著水平。其中表现为正向效应的组合为早稻

297×PsBRC28、早稻297×江西丝苗、早稻502×Tek Si Chut和毫格劳×La110,其余为负向效应。早稻297×PsBRC28和早稻502×Tek Si Chut的单株产量增加主要原因为单株结实率和单株总实粒数的极显著大幅增加,早稻297×江西丝苗的单株产量增加的主要原因是单株总谷粒数和单株总实粒数增加,而其千粒重并未发现显著变化。其他性状上各组合的特殊配合力效应以负效应为主,虽有个别组合在个别性状达到显著水平,但是对单株产量的贡献率不大。

表4 各性状的特殊配合力(SCA)效应分析

Table 4 Analysis of SCA for every trait

组合名称	总实粒数	总谷粒数	主茎穗长	株高	单株产量	千粒重	结实率	有效穗数
早稻 297×OM997	-37.55	229.95**	0.41	-0.15	-2.58	-1.74**	-0.07**	1.30*
早稻 297×PsBRC28	529.71**	714.75**	0.48	2.32	13.21**	-3.02**	0.12**	3.37**
早稻 297×754	-36.49	-64.52*	-0.57	3.25	-1.91	-0.56	-0.004	-0.70
早稻 297×江西丝苗	201.18**	271.41**	1.59*	2.72	5.17*	-0.56	0.04	1.30*
早稻 297×C71	126.38*	-358.39**	-0.61	1.92	2.95	-0.50	0.13**	0.03
早稻 297×Tek Si Chut	-149.55*	-549.89**	-2.05**	-7.51*	-0.43	1.11**	0.11**	-1.27*
早稻 297×La110	-633.69**	-243.32*	0.75	-2.55	-16.41**	5.28**	-0.32**	-4.03**
早稻 502×OM997	-14.67	-191.05*	-2.27**	-5.80*	-0.76	0.78*	0.08	-0.10
早稻 502×PsBRC28	-185.60**	-264.45*	0.37	-1.94	-5.60*	0.83	-0.03	-1.63*
早稻 502×754	-41.80	152.08*	0.55	-2.60	-2.50	-0.83	-0.03	-0.10
早稻 502×江西丝苗	-183.93*	-122.59*	-1.53*	-4.34*	-5.64*	0.51	-0.12**	-1.10
早稻 502×C71	-115.73*	-232.99*	-0.05	1.46	-3.78	0.002	-0.08*	-0.97
早稻 502×Tek Si Chut	164.33**	243.51*	2.19**	7.43**	7.36**	0.21	0.14**	0.93
早稻 502×La110	377.40**	415.48**	0.75	5.80*	4.78	-1.49*	0.13**	2.97**
毫格劳×OM997	52.22	-38.90	1.87**	5.95*	3.34	0.96	-0.005	-1.20*
毫格劳×PsBRC28	-344.11**	-450.30**	-0.85	-0.38	-7.61**	2.20**	-0.09*	-1.73*
毫格劳×754	78.29	-87.56	0.02	-0.65	4.41	1.39*	0.04	0.80
毫格劳×江西丝苗	-17.25	-148.83*	-0.06	1.62	0.47	0.05	0.08	-0.20
毫格劳×C71	-10.65	591.37**	0.66	-3.38	-4.60	0.50	-0.05	0.93
毫格劳×Tek Si Chut	-14.78	306.37**	-0.14	0.09	-6.94**	-1.32	-0.16**	0.33
毫格劳×La110	256.29**	-172.16*	-1.50**	-3.25	5.50*	-3.80**	0.19**	1.07*

2.4 各性状的遗传参数分析

从表5看出,8个农艺性状除单株产量外一般配合力方差均显著,其中单株总实粒数、单株总谷粒数、千粒重和单株结实率的一般配合力方差小于特殊配合力方差,说明群体中这4个性状的表现以基

因的显性效应和互作效应为主;而主茎穗长和株高的一般配合力方差大于特殊配合力方差,表明这些性状的表现以加性效应为主。单株有效穗数的一般配合力方差和特殊配合力方差约各占一半,表明加性效应和显性效应对该性状起同样重要的作用。

表5 各性状的遗传参数估算

Table 5 Estimate of hereditary parameter for every trait

遗传参数	总实粒数	总谷粒数	主茎穗长	株高	单株产量	千粒重	结实率	有效穗数
狭义遗传力	0.11	0.18	0.45	0.80	NS	0.26	0.30	0.33
广义遗传力	0.81	0.76	0.68	0.90	0.62	0.92	0.92	0.67
一般配合力方差	14 315.61	10 831.22	3.68	166.12	NS	0.05	0.01	3.36
特殊配合力方差	92 794.71	60 870.05	1.83	21.67	34.12	4.23	0.02	3.36

注:NS表示该性状差异未达到显著水平。

3 讨论

1)早稻品种与水稻品种杂交组合 F_1 在各被调查性状上都表现出极显著的差异。早稻品种中毫格

劳多数性状一般配合力效应为正效应且达到显著水平;早稻297多数性状一般配合力效应为显著负效应;早稻502一般配合力效应均未达到显著水平。毫格劳为传统早稻品种,而早稻297和早稻502为

改良旱稻品种,其来源为传统农家旱稻和水稻杂交后代选育而成。试验结果表明传统农家旱稻较改良旱稻品种具有高的正向一般配合力,表明传统农家旱稻中仍有许多有利的基因待挖掘利用,在今后的传统育种工作中可以利用传统旱稻品种来改良和提高普通水稻品种的抗旱性。

2)分析表明 21 个杂交组合在大部分性状特殊配合力效应都达到显著甚至极显著水平。表明特殊配合力效应是水旱稻杂交 F_1 群体差异的重要来源。单株产量特殊配合力效应达显著水平的组合有 4 个,其中有 2 个达极显著水平。进一步分析发现,单株产量特殊配合力显著的组合,其单株总实粒数的特殊配合力效应均为显著正向效应,3 个组合单株总谷粒数的特殊配合力效应显著,仅毫格劳 \times La110 为负向效应。单株结实率和单株有效穗特殊配合力效应表明,4 个组合中 3 个为显著正向效应,一个为正向效应但是未到达显著水平。这表明水旱稻单株产量的正向特殊配合力效应主要源于单株总实粒数、单株总谷粒数、单株结实率和单株有效穗数的正向配合力效应。因此水旱稻杂种优势利用中可以选择产量构成因素有较高特殊配合力的组合或用有较高特殊配合力的组合的材料来改良杂交组合,以期利用组合间的特殊配合力效应获得较高的杂种优势效应。

参 考 文 献

- [1] 凌祖铭,李自超,余荣,等. 水、陆稻根部性状的研究[J]. 中国农业大学学报,2002,7(3):7-11
- [2] 凌祖铭,李自超,余荣,等. 水旱栽培条件下水、陆稻品种产量和生理性状比较[J]. 中国农业大学学报,2002,7(3):13-18
- [3] 李自超,刘文欣,赵笃乐. PEG 胁迫下水、陆稻幼苗生长势比较研究[J]. 中国农业大学学报,2001,6(3):16-20
- [4] 罗利军,张启发. 栽培稻抗旱性研究的现状与策略[J]. 中国水稻科学,2001,15(3):209-214
- [5] 陈亮,孙传清,李自超,等. 华北两系杂交粳稻优势生态型初步研究[J]. 中国农业大学学报,2000,5(3):30-40
- [6] 宗寿余,吕川根,邹江石,等. 粳型两系杂交水稻稻米品质性状的配合力及遗传力分析[J]. 金陵科技学院学报,2007,23(3):47-52
- [7] 王才林,邹江石. 水稻不同品种类群间的亲和性[J]. 江苏农业学报,1989,5(增刊):1-23
- [8] 王建军,徐云碧,申宗坦. 利用粳稻杂种一代若干问题的探讨[J]. 中国农业科学,1991,24(1):27-33
- [9] 严学东,王英,庄南生,等. 光敏水稻与旱稻的杂种 F_1 代主要农艺性状的配合力研究[J]. 安徽农业科学,2007,16(35):4778-4780
- [10] 王俊,刘正,李雪燕. 不同玉米自交系产量性状的配合力分析[J]. 安徽农业科学,2009,17(37):7925-7927
- [11] 李成业,熊昌明,魏仙君,等. 中国水稻抗旱研究进展[J]. 作物研究,2006,20(5):28-30
- [12] 李自超,王象坤. 美国稻与粳稻和籼稻杂交配合力及遗传参数研究[J]. 中国农业大学学报,1999,4(1):49-55
- [13] 袁隆平. 超级杂交水稻的现状和展望[J]. 粮食科技与经济,2003(1):2-3
- [14] 徐正进,陈温福,张文忠,权太勇. 对北方粳稻杂种优势利用若干问题的讨论[J]. 北京农业大学学报,1993(S3):11-14
- [15] 张海接,周毓珩,黄仁洙,等. 水陆稻杂交优势的研究 I、II、III[J]. 辽宁农业科学,1991(2):26-30,1991(3):10-14,1991(4):42-45
- [16] 陈顺辉. 水稻两系法亚种间杂种优势和配合力研究[J]. 北京农业大学学报,1993(S3):15-19
- [17] 罗利军,梅捍卫,余新桥,等. 水稻杂种优势表现与双亲遗传差异[J]. 中国水稻科学,1999,13(1):6-10
- [18] 孙传清,姜廷波,陈亮,等. 水稻杂种优势与遗传分化关系的研究[J]. 作物学报,2000,26(6):641-649
- [19] 谭震波,况浩池,阴国大,等. 杂交稻米白质的遗传及相关研究[J]. 北京农业大学学报,1993(S3):75-78
- [20] 程式华. 杂交水稻育种材料和方法研究的现状及发展趋势[J]. 中国水稻科学,2000,14(3):165-169
- [21] 王化琪,王象坤. 中国北方旱、中粳稻与云南陆稻配合力研究 I. 抽穗期的配合力[J]. 北京农业大学学报,1989,15(4):363-369
- [22] 李和标,邹江石. 水稻粳梗亚种间 F_1 生育期超亲表现与遗传分析[J]. 江苏农业报,1992,8(1):7-12
- [23] 吴长明,王象坤. 遗传距离在粳梗稻“桥梁”育种的杂交亲本选配中应用的研究[J]. 北京农业大学学报,1989,15(1):7-14
- [24] 罗润良,辛业云. 水稻杂种优势利用的现状与进展. 中国科学院科学发展报告[M]. 北京:科学出版社,1999:112-116
- [25] Singh N K, Kumar A. Combining ability analysis to identify suitable parents for heterotic rice hybrid breeding[J]. IRRN,2004,29(1):21-22
- [26] Yadav O P. Performance of landraces, exotic elite populations and their crosses in pearl millet (*Pennisetum glaucum*) in drought and non-drought conditions [J]. Plant Breeding,2008,127:208-210