

同源四倍体水稻主要农艺性状杂种优势分析[†]

李亚娟^{1,2*}, 房三虎^{1*}, 卢永根¹, 李金泉¹, 陈雄辉¹, 刘向东¹

(1 广东省植物分子育种重点实验室, 广东 广州 510642; 2 华南农业大学 公共基础课实验教学中心, 广东 广州 510640)

摘要: 分别利用12个不同生态类型的同源四倍体水稻作亲本, 采用NC II不完全双列杂交设计, 组配4×8不完全双列杂交组合, 对16个主要农艺性状进行了杂种优势分析. 结果表明, 同源四倍体水稻杂种一代主要农艺性状具有明显的杂种优势. 除抽穗期外, 其余15个供试性状均表现正向的中亲优势; 除了抽穗期、十粒长和十粒宽3个性状外, 其余13个供试性状在绝大多数组合中均表现正向的超亲优势. 与二倍体杂交稻培杂77比较, 同源四倍体水稻杂种在粒形、粒质量、叶面积和穗长上具有正向竞争优势. 选出2个结实率和单株粒质量具有竞争优势的组合.

关键词: 水稻; 同源四倍体水稻; 农艺性状; 杂种优势

中图分类号: S334.5

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2008)03-0117-03

Heterosis Analysis on Main Agronomic Traits in Autoteraploid Rice

LI Ya-juan^{1,2*}, FANG San-hu^{1*}, LU Yong-gen¹, LI Jin-quan¹, CHEN Xiong-hui¹, LIU Xiang-dong¹

(1 Guangdong Provincial Key Laboratory of Plant Molecular Breeding, Guangzhou 510642, China;

2 Center of Experimental Teaching for Common Basic Courses, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: To analyze heterosis of 16 main agronomic traits in autoteraploid hybrid rice, incomplete diallel cross (4 × 8) was designed according to NC II by using twelve autotetraploid rice lines. The results showed that the main agronomic traits have significant heterosis in hybrid of autoteraploid rice. Sixteen agronomic traits except heading stage showed positive heterosis over mid-parents. All agronomic traits except heading stage, 10-grain length and 10-grain width showed positive heterosis over highest-parents. The fact that autotetraploid excelled the CK hybrid rice, Peiza77 in shape of grain, mass of grain, area of flag leaf suggested utilization potential of autotetraploid rice. According to the results of heterosis analysis and comparison of agronomic traits, two crosses with significant competitive heterosis were selected.

Key words: *Oryza sativa*; autotetraploid rice; agronomic traits; heterosis

随着人口持续增长、耕地面积不断减少和人民生活水平的提高, 世界粮食问题愈来愈受到人们的关注. 虽然水稻杂种优势利用在增加粮食产量、解决人们温饱问题上曾发挥了极其重要作用, 但从20世纪90年代开始, 水稻产量一直处于徘徊状态. 为此, 水稻工作者开始探索利用同源四倍体水稻(以下简称“四倍体水稻”)的杂种优势. 四倍体水稻相对于

二倍体水稻而言, 基因组大1倍, 其杂种“异基因”的杂合性提高, 增加优良基因组合和互作的概率, 从而增加对不良环境影响的适应性, 最终达到稳定提高产量和改善米质的目的^[1]. 目前的研究表明, 四倍体水稻杂种具有明显的优势, 值得进一步研究^[1-2]. 本研究以不同类型的四倍体水稻组配得到的杂种为材料, 研究了四倍体杂种主要农艺性状的

收稿日期: 2007-12-10

作者简介: 李亚娟(1979—), 女, 实验师, 博士; 房三虎(1979—), 男, 硕士; * 同等贡献作者; 通讯作者: 刘向东(1965—), 男, 教授, 博士, E-mail: xdlu@scau.edu.cn

基金项目: 国家自然科学基金(30270814)

[†] 本文摘要部分内容曾在《2007年全国作物遗传育种学术研讨会》交流, 并被《湖南农业大学学报》(自然科学版)2007增刊收录

杂种优势表现,以期为育种上利用四倍体水稻杂种优势提供依据.

1 材料与方法

分别采用2个籼型和2个爪哇型四倍体水稻品系为母本,以8个不同类型的四倍体水稻品系为父本,采用NC II不完全双列杂交设计,组配32个组合.对照材料为广东省当前推广二倍体杂交稻培杂77(培矮64S×双七占).供试材料于2005年早季种植于华南农业大学教学农场.按随机区组设计,3次重复,每区3行,每行10株,单本植,株行距17.8 cm×23.1 cm.每小区取中间5株考种.田间性状测量及记载方法参照文献[3].采用SAS 8.01版软件和Excel进行统计分析.

2 结果与分析

2.1 亲本及杂种F₁主要农艺性状的平均表现

在F₁的16个农艺性状中,除抽穗期和粒长的表型值介于低值亲本和高值亲本之间外,其余14个性

状的表型值均大于高值亲本,表明四倍体水稻的主要农艺性状普遍存在杂种优势,且多数性状表现超亲优势.

2.2 四倍体水稻主要农艺性状的杂种优势分析

四倍体水稻主要农艺性状的杂种优势效应值列于表1.由表1可见,除抽穗期表现负向的中亲优势外,其余15个性状均表现正向的中亲优势,其中株高、单株有效穗数、每穗实粒数、结实率、着粒密度、剑叶长、剑叶宽、十粒宽、千粒质量、单株粒质量、单株草质量和谷草比等性状在绝大多数组合中都表现正向的中亲优势;分析各性状的超亲优势可以看出,除了抽穗期、十粒长和十粒宽3个性状表现负向的超亲优势外,其余性状在绝大多数组合中均表现正向的超亲优势,其中90%以上的组合均在单株有效穗数、每穗实粒数、结实率、单株粒质量、千粒质量和单株草质量等性状上表现正向的超亲优势.说明四倍体水稻主要农艺性状特别是产量构成性状普遍存在较强的杂种优势.

表1 同源四倍体水稻主要农艺性状的杂种优势¹⁾

Tab.1 Heterosis of agronomic traits in F₁ of autotetraploid rice

性状 trait	中亲优势				超亲优势				竞争优势			
	heterosis over mean of parents				heterosis over better of parents				heterosis over control			
	平均值 mean/%	变异系数 CV/%	+	-	平均值 mean/%	变异系数 CV/%	+	-	平均值 mean/%	变异系数 CV/%	+	-
抽穗期 heading stage	-2.11	1.71	9	23	-6.33	-1.72	7	25	12.50	0.97	28	4
株高 plant height	20.76	5.11	31	1	9.51	1.76	19	13	11.45	1.70	23	9
单株有效穗数 number of effective panicle per plant	56.49	1.25	32	0	42.62	0.53	32	0	-17.29	-0.58	2	30
穗长 panicle length	23.94	1.14	32	0	16.88	0.78	31	1	27.95	0.53	32	0
每穗总粒数 number of grain per panicle	40.61	1.22	31	1	25.13	1.98	25	7	-48.20	-0.27	1	31
每穗实粒数 number of filled grain per panicle	129.23	1.51	31	1	101.72	0.53	31	1	-59.10	-0.21	0	32
结实率 seed setting rate	68.38	1.57	31	1	43.26	0.94	31	1	-16.80	-1.28	7	25
着粒密度 grain density per panicle	11.41	1.28	26	6	0.14	1.63	26	6	-60.00	-0.12	0	32
剑叶长 first leaf length	11.74	-0.25	26	6	4.44	3.14	17	15	29.52	0.67	32	0
剑叶宽 first leaf width	12.44	4.28	30	2	4.53	1.74	23	9	3.77	2.17	21	11
十粒长 10-grain length	1.02	-0.19	16	16	-4.26	-1.63	7	25	25.85	0.43	32	0
十粒宽 10-grain width	6.82	0.21	27	5	-1.70	-4.56	18	14	38.78	0.32	32	0
千粒质量 1 000-grain mass	21.14	3.29	31	1	13.48	0.75	30	2	104.60	0.19	32	0
单株粒质量 grain mass per plant	352.38	1.45	32	0	277.27	0.42	31	1	-31.72	-0.72	2	30
单株草质量 straw mass per plant	90.97	1.12	30	2	63.36	0.82	30	2	66.10	0.78	30	2
谷草比 grain-straw ratio	121.58	1.58	31	1	76.09	0.98	27	5	-55.16	-0.35	0	32

1) +: 正优势组合数; -: 负优势组合数

分析各农艺性状的竞争优势可以看出,与对照培杂 77 比较,四倍体水稻杂种在粒长、粒宽、千粒质量、剑叶长、剑叶宽和穗长上具有正向竞争优势,显示了四倍体水稻的利用潜力,但单株有效穗数、每穗总粒数、每穗实粒数、结实率、着粒密度、单株粒质量和谷草比等性状表现负向的竞争优势。进一步分析发现,虽然四倍体水稻杂交组合的单株粒质量和结实率性状的竞争优势平均值为负值,但仍有几个组合的单株粒质量和结实率明显高于对照,如 Jackson - 4x × 96025 - 4x 和 L202 - 4x × 大叶白 - 4x,这 2 个组合不但穗长、剑叶长、剑叶宽、粒长和粒宽等性状优于对照,表现四倍体水稻器官的巨大性,而且结实率、理论产量(单株粒质量)和生物产量(单株粒质量 + 单株草质量)也超过对照,表现较强的竞争优势。

3 讨论

我国有关四倍体水稻杂种优势的研究始于 20 世纪 50 ~ 60 年代,鲍文奎等^[4]研究发现四倍体水稻杂种一代的结实率比相应的籼粳二倍体杂种明显提高。蔡得田等^[5]报道选出了结实率接近正常而且理论产量明显比相应二倍体杂交水稻增加的四倍体亚种间杂交组合。涂升斌等^[6]也报道选育出一批同源四倍体的不育系、保持系和恢复系等材料,并选育出理论产量达 12 1800 kg/hm² 的四倍体水稻杂交组合。肖波等^[7]也选育出理论产量达 15 000 kg/hm² 以上的四倍体水稻杂交组合。本研究对四倍体水稻杂种主要农艺性状的杂种优势分析结果表明,四倍体水稻杂种优势是较普遍存在的。大多数性状表现正向的超亲优势,特别是在粒数、千粒质量、叶面积和穗长上具有正向竞争优势,但几个与结实有关的性状表现负向的竞争优势。可喜的是,虽然四倍体水

稻杂种的单株粒质量和结实率性状的竞争优势的平均值为负值,但仍有几个组合的单株粒质量和结实率明显高于对照,如 Jackson - 4x × 96025 - 4x 和 L202 - 4x × 大叶白 - 4x 这 2 个组合,不但结实率高于对照培杂 77,而且理论产量(单株粒质量)也超过对照,表现较强的竞争优势。表明通过大量组配组合,在四倍体水稻中选配出结实率正常而且产量高的杂交组合是可能的,显示了其利用的前景。

致谢:本实验室陈志雄博士、俞淑红女士、赵杏娟老师、本科生张洪胜和沈俊程等协助了部分田间工作,在此表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] 蔡得田,袁隆平,卢兴桂. 21 世纪水稻育种的新战略: II. 利用远缘杂交和多倍体双重优势进行超级稻育种[J]. 作物学报, 2001, 27(1):110-116.
- [2] 陈志勇,吴德瑜,宋文昌,等. 同源四倍体水稻育种的近期进展[J]. 中国农业科学,1987, 20(1):20-24.
- [3] 浙江农业科学编辑部. 农作物田间试验记载项目及标准[M]. 杭州:浙江科学出版社,1982.
- [4] 鲍文奎,严育瑞. 几种禾谷类作物的同源多倍体和双二倍体的研究初报[J]. 作物学报, 1956, 5(3):297-316.
- [5] 蔡得田,陈建国,陈冬玲,等. 两个具多倍体减数分裂稳定性的多倍体水稻品系的选育[J]. 中国科学:C 辑, 2007, 37(2):217-226.
- [6] 涂升斌,孔繁伦,徐琼芳,等. 水稻同源四倍体杂种优势利用技术新体系的研究[J]. 中国科学院院刊, 2003, (6):426-428.
- [7] 肖波,刘向东,卢永根,等. 同源四倍体水稻亚种间杂种胚囊的结构及受精特点[J]. 作物学报, 2005, 31(9):1150-1156.

【责任编辑 周志红】

(上接第 116 页)

参考文献:

- [1] 方开泰. 均匀设计:数论方法在试验设计的应用[J]. 应用数学学报,1980(4):363-372.
- [2] WANG Yuan, FANG Kai-tai. A note on uniform distribution and experimental design [J]. Chinese Science Bulletin, 1981(6):485-489.
- [3] 方开泰. 均匀试验设计的理论、方法和应用:历史回顾[J]. 数理统计与管理,2004(3):69-80.
- [4] 方开泰. 均匀设计及其应用[J]. 数理统计与管理, 1994(1):57-63.
- [5] 李孟. 纳米材料降解水中污染物的研究进展[J]. 中国给水排水,2001(9):26-28.
- [6] 丁永良. 纳米材料与水产养殖[J]. 中国渔业经济,2003(2):43-44.
- [7] 曹玉江,刘安勋,廖宗文,等. 纳米材料对玉米磷营养的影响初探[J]. 生态环境,2006, 15(5):1072-1074.
- [8] 方开泰. 均匀设计与均匀设计表[M]. 北京:科学出版社, 1994:98.
- [9] 杨有,李晓虹. 多重共线性的逐步回归检验分析[J]. 重庆三峡学院学报,2006(3):39-41.
- [10] 朱凯,李爱群,郭柏威,等. 逐步回归多元统计预测模型研究及其程序设计[J]. 贵州水力发电, 2005(3):72-76.
- [11] 刘安勋,曹玉江,廖宗文. 纳米器件处理水的植物营养效应及其应用前景[J]. 科学中国人,2007(1):97.

【责任编辑 李晓卉】