

水稻重组自交恢复系配组后代杂种优势的 差异性分析

鲁伟林, 段仁周, 余新春, 梁成强, 严德远, 胡建涛, 余明慧
(信阳市农业科学研究所, 河南 信阳 464000)

摘要:以 27 个重组自交恢复系与不育系 II-32A 配组后代为材料, 通过聚类分析比较不同优势水平的差异。结果表明: 不同优势类型组合的产量差异达到显著水平, 产量构成因素上表现为单位面积穗数和结实率均少于对照品种(II 优 838), 每穗粒数均高于对照品种, 千粒重以 I 类最高, 其余 4 类均低于对照; I, II 类经济系数比对照品种高, 其余 3 类与对照相当; 所有组合类型的株高均小于对照, 着粒密度均大于对照; 5 类组合产量构成因素和生物学特性与产量均未达到显著水平, 谷草比与经济系数达到极显著水平。

关键词: 水稻; 重组自交恢复系; 杂种优势

中图分类号: S511 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2008)01-0023-04

在水稻恢复系的选育中, 恢恢交作为一种常用的方法, 被广大育种家所采用, 一批强优恢复系配制组合后代表现出较高的杂种优势^[1~4]。通过恢恢交, 使恢复基因以重组、累加、互补等方式, 聚合成新的恢复基因资源, 因杂交的两个亲本都具有恢复基因, 在杂种后代中出现具有恢复基因的植株频率较高, 容易选育出符合育种目标的强优恢复系。为此, 我们利用重组自交恢复系与不育系测交, 进行了杂种优势的差异性分析, 以期探讨出恢恢交后代恢复基因的遗传表现和特点, 为水稻育种提供理论依据。

1 材料和方法

2005 年用三系不育系 II-32A 与 27 个重组自交恢复系杂交, 获得足够的种子, 2006 年种植 F₁ 代。恢复系来源于辐恢 838 与绵恢 725 杂交 F₇ 群体, 每株系经 F₁ 单籽传产生, 各恢复系性状基本稳定。

试验在本所试验田进行。试验地土壤为黄胶泥土, 肥力中等, 前作为冬闲田。每组合种植 50 穴, 单本栽插, 株行距 13.3 cm×30.0 cm, 4 月 23 日播种, 5 月 24 日移栽。以 II 优 838 为对照, 在成熟期去除边行后, 普查有效穗数, 取具有平均穗数的植株 5 穴进行室内考种, 测定株高、穗长、单株穗数、每穗颖花数、实粒数、千粒重。以单株谷重进行产量折算。按

照高产栽培技术要求进行水浆管理, 根据田间病虫害发生情况及预报进行病虫害防治。数据处理用 SPSS 进行分析。

2 结果与分析

2.1 配组后代杂种优势的聚类分析

以配组后代的产量优势与对照品种的差异为标准, 进行系统聚类分析, 可以将 27 个组合分为 5 类。

第 I 类包括 2 个组合, 其产量比对照品种增产 26.86%~45.94%。

第 II 类包括 4 个组合, 其产量比对照品种减产 1.22%~9.43%。

第 III 类包括 7 个组合, 其产量比对照品种减产 10.77%~18.77%。

第 IV 类包括 7 个组合, 其产量比对照品种减产 20.81%~29.02%。

第 V 类包括 7 个组合, 其产量比对照品种减产 33.07%~39.55%。

2.2 不同优势类型组合的产量特点及构成因素分析

2.2.1 产量 由表 1 看出, 与对照品种 II 优 838 相比, 第 I 类组合产量最高, 比对照增产 36.40%, 其余类型组合比对照减产, 分别减产 6.17%, 15.83%, 26.39%, 37.60%。方差分析表明, 不同优势类型组合的产量差异达到显著水平, 除 II 类与对照

收稿日期: 2007-07-22

作者简介: 鲁伟林(1974-), 男, 河南信阳人, 助理研究员, 主要从事水稻育种及栽培技术研究。

品种差异不显著外, 其余组合均与对照达到了显著差异。说明重组自交恢复系配组后代的杂种优势差异

性较大。从分类上看, 比对照增产的组合较少, 大部分表现为减产, 所有材料的平均产量显著低于对照。

表 1 不同杂种优势类型组合的产量构成及产量表现

类别	项目	穗数 (万/ hm ²)	穗粒数 (粒)	结实率 (%)	千粒重 (g)	产量 (kg/ hm ²)	理论产量 (kg/ hm ²)
所有材料	X	221. 36	164. 95	68. 87	26. 12	6698. 40c	6557. 37
	cv(%)	11. 99	10. 26	10. 02	6. 46	23. 62	19. 76
I	X	257. 85	172. 44	78. 07	28. 77	11 208. 75a	9858. 68a
	cv(%)	13. 49	16. 70	9. 85	9. 02	9. 89	11. 40
II	X	227. 25	166. 69	69. 01	26. 12	7 710. 75b	6821. 55c
	cv(%)	13. 25	14. 77	4. 41	3. 46	3. 92	20. 43
III	X	241. 8	164. 35	66. 33	26. 69	6916. 50c	6918. 21c
	cv(%)	8. 96	16. 68	18. 23	11. 68	5. 26	6. 75
IV	X	204. 75	167. 07	72. 31	25. 84	6048. 60d	6355. 71c
	cv(%)	6. 64	8. 17	8. 30	2. 06	4. 64	7. 42
V	X	203. 85	160. 29	65. 25	25. 09	5 127. 60e	5 304. 00d
	cv(%)	9. 09	8. 52	6. 48	5. 10	3. 46	4. 12
CK		282. 45	131. 44	81. 54	27. 53	8 217. 45b	8 335. 35b

2.2.2 单位面积穗数和结实率 所有类型组合单位面积穗数和结实率均少于对照, 2 个性状由第 I 类到第 V 类总体上呈下降的趋势, 产量高的组合类型变异系数较高。

2.2.3 每穗粒数 所有类型组合每穗粒数均高于对照, 由第 I 类到第 V 类总体上呈下降的趋势, 分别比对照品种增加 41 粒、35. 25 粒、32. 91 粒、35. 63 粒和 28. 85 粒, 增幅分别达 31. 19%, 26. 82%, 25. 04%, 27. 11%和 21. 95%, 变异系数均较高。

2.2.4 千粒重 千粒重以第 I 类最高, 比对照品种增加 1. 24g, 其余 4 类均低于对照, 减幅在 0. 84 ~ 2. 44 g, 千粒重高的组合类型变异系数较高。

所有材料的产量构成除穗粒数比对照品种高外, 其余 3 个因素均低于对照。表明重组自交恢复系配组后代表现出大穗的优势。

2.2.5 经济系数 由表 2 可知, 第 I , II 类经济系数比对照高, 分别增加 16. 7%和 8. 3%, 其余 3 类与对照相当, 27 个组合平均经济系数与对照基本一致。杂种优势强的组合类型经济系数较高。

2.2.6 生物学性状 所有组合类型的株高均小于对照, 差异不大; 除第 I 类穗长比对照高外, 其余类型均小于对照; 所有组合类型的着粒密度均大于对照; 第 I , II 类谷草比比对照品种高, 其余 3 类比对照低。

表 2 不同杂种优势类型组合的生物学特性表现

类别	项目	株高 (cm)	穗长 (cm)	着粒 密度	谷草比	经济 系数
所有材料	X	125. 64	24. 00	6. 88	0. 91	0. 47
	cv(%)	4. 32	4. 00	9. 95	18. 43	9. 65
I	X	124. 75	25. 19	6. 85	1. 26	0. 56
	cv(%)	10. 03	0. 08	16. 79	1. 12	0. 70
II	X	124. 38	24. 35	6. 82	1. 10	0. 52
	cv(%)	3. 21	7. 20	8. 83	6. 47	3. 08
III	X	126. 86	24. 02	6. 86	0. 87	0. 47
	cv(%)	5. 31	3. 21	13. 17	9. 19	4. 75
IV	X	125. 99	23. 44	7. 13	0. 91	0. 48
	cv(%)	4. 10	3. 08	8. 46	8. 47	4. 42
V	X	125. 04	24. 01	6. 68	0. 75	0. 43
	cv(%)	3. 37	2. 69	8. 47	13. 13	7. 82
CK		128. 70	24. 53	5. 34	0. 93	0. 48

2.3 不同优势类型组合的产量与其构成要素间的相关性

由不同杂种优势类型组合产量与其构成因素的相关分析(表 3)可知, 5 类组合产量构成因素与产量均未达到显著水平。第 I 类由于组合数较少, 统计分析后相关性均较高。第 II 类各构成因素与产量均呈正相关。第 II 类每公顷穗数和穗粒数与产量呈负相关, 结实率和千粒重呈正相关, 穗粒数与结实率

表3 不同杂种优势类型组合产量与其构成因素的相关分析

组合类型		相关系数				
		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	y
所有材料	x ₁	1.000	0.134	-0.135	0.156	0.581 *
	x ₂	0.134	1.000	-0.423 *	-0.184	0.110
	x ₃	-0.135	-0.423 *	1.000	0.376	0.405 *
	x ₄	0.156	-0.184	0.376	1.000	0.599 *
I	x ₁	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	x ₂	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	x ₃	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	x ₄	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
II	x ₁	1.000	-0.476	0.884	-0.425	0.606
	x ₂	-0.476	1.000	-0.015	0.941	0.232
	x ₃	0.884	-0.015	1.000	-0.011	0.771
	x ₄	-0.425	0.941	-0.011	1.000	0.419
III	x ₁	1.000	0.444	-0.745	-0.121	-0.277
	x ₂	0.444	1.000	-0.802 *	-0.604	-0.739
	x ₃	-0.745	-0.802 *	1.000	0.176	0.709
	x ₄	-0.121	-0.604	0.176	1.000	0.556
IV	x ₁	1.000	0.401	-0.795 *	0.202	0.662
	x ₂	0.401	1.000	-0.573	-0.179	0.700
	x ₃	-0.795 *	-0.573	1.000	-0.054	-0.621
	x ₄	0.202	-0.179	-0.054	1.000	0.503
V	x ₁	1.000	-0.292	-0.002	-0.777 *	0.558
	x ₂	-0.292	1.000	-0.859 *	-0.271	-0.108
	x ₃	-0.002	-0.859 *	1.000	0.534	0.179
	x ₄	-0.777 *	-0.271	0.534	1.000	-0.182

注: x₁: 每公顷穗数; x₂: 穗粒数; x₃: 结实率; x₄: 千粒重; y: 产量;
* 代表相关性达到显著水平, 下表同

之间达到显著负相关水平。第Ⅳ类除结实率与产量呈负相关外, 其余均呈正相关, 每公顷穗数与结实率之间达到显著负相关水平。第Ⅴ类穗粒数和千粒重与产量呈负相关, 每公顷穗数和结实率与产量呈正相关, 每公顷穗数与千粒重之间达到显著负相关水平, 穗粒数与结实率之间达到显著负相关水平。所有材料产量构成因素与产量均呈正相关, 其中, 每公顷穗数、结实率和千粒重与产量之间达到显著水平, 穗粒数与结实率之间达到显著负相关。综合分析发现, 5类组合每公顷穗数与穗粒数之间均未达到显著相关水平, 表明单位面积穗数对穗粒数影响小, 重组自交恢复系的恢复基因在两性状上的遗传是稳定的。同时, 产量高的组合类型产量构成因素之间显著性低, 产量低的组合类型产量构成因素之间显著性高, 表明重组自交恢复系配组高产后代产量各构

成因素之间协调性强, 对协调、稳定穗、粒重关系发挥了重要作用。

2.4 不同优势类型组合的生物学特性与产量的相关性

通过不同杂种优势类型组合的生物学特性与产量的相关分析(表4)表明, 5种类型组合的生物学特性与产量均未达到显著水平, 谷草比与经济系数的相关系数较高, 达到极显著水平, 其余性状之间均

表4 不同杂种优势类型组合的生物学特性与产量的相关分析

组合类型		相关系数					
		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	y
所有材料	x ₁	1.000	0.148	-0.244	-0.130	-0.128	0.078
	x ₂	0.148	1.000	-0.122	0.316	0.282	0.418 *
	x ₃	-0.244	-0.122	1.000	-0.042	-0.036	-0.057
	x ₄	-0.130	0.316	-0.042	1.000	0.993 **	0.787
	x ₅	-0.128	0.282	-0.036	0.993 **	1.000	0.749 *
I	x ₁	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	x ₂	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	x ₃	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	x ₄	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	x ₅	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
II	x ₁	1.000	-0.024	-0.622	0.374	0.378	-0.122
	x ₂	-0.024	1.000	0.797	0.455	0.422	0.201
	x ₃	-0.622	0.797	1.000	0.095	0.066	0.274
	x ₄	0.374	0.455	0.095	1.000	0.999 **	-0.735
	x ₅	0.378	0.422	0.066	0.999 **	1.000	-0.757
III	x ₁	1.000	0.406	-0.457	-0.398	-0.390	0.588
	x ₂	0.406	1.000	-0.526	-0.130	-0.115	0.304
	x ₃	-0.457	-0.526	1.000	-0.388	-0.379	-0.733
	x ₄	-0.398	-0.130	-0.388	1.000	0.999 **	0.279
	x ₅	-0.390	-0.115	-0.379	0.999 **	1.000	0.284
IV	x ₁	1.000	0.207	0.134	0.014	-0.002	0.429
	x ₂	0.207	1.000	-0.278	0.142	0.138	0.742
	x ₃	0.134	-0.278	1.000	-0.376	-0.416	0.398
	x ₄	0.014	0.142	-0.376	1.000	0.999 **	-0.169
	x ₅	-0.002	0.138	-0.416	0.999 **	1.000	-0.197
V	x ₁	1.000	0.496	0.552	-0.301	-0.275	0.191
	x ₂	0.496	1.000	-0.216	0.253	0.264	0.468
	x ₃	0.552	-0.216	1.000	-0.170	-0.145	-0.271
	x ₄	-0.301	0.253	-0.170	1.000	0.999	0.056
	x ₅	-0.275	0.264	-0.145	0.999 **	1.000	0.044

注: x₁: 株高; x₂: 穗长; x₃: 着粒密度; x₄: 谷草比; x₅: 经济系数;
y: 产量

未达到显著水平。所有材料的穗长和经济系数与产量的相关性达到显著正相关。

3 讨论

从配组后代的穗数、穗粒数、结实率和千粒重 4 个产量性状的变异特点分析, 无论所有材料还是不同优势类型的后代在产量性状上均存在较大的遗传变异, 表明恢复系经重组自交后恢复能力在各产量性状上的表现存在较大的差异, 高产组合的变异主要体现在穗数和穗粒数上。II 优 838 与 II 优 725 都是杂种优势表现比较突出的品种, 其父本经过杂交重组后, 自交恢复系配组后杂种优势有增强的表现。从产量结构上分析, 比对照增产的原因主要体现在穗粒数和千粒重上, 特别在穗粒数上增加较多。

辐恢 838 与绵恢 725 的恢复基因对不育系 II-32A 都具有强的育性恢复能力, 但经过杂交重组后, 仅少量自交恢复系配组后杂种优势增强, 因此可推测, 绵恢 725 与辐恢 838 的重组自交恢复系对不育系 II-32A 的育性恢复的遗传差异, 可能主要受微效基因以及基因间互作的影响。

比较重组自交恢复系多个测交组合群体的杂种

优势情况, 仅 7.41% 的组合杂种优势增强, 90% 以上的组合优势降低, 可以推测, 当父本遗传背景中导入新的恢复基因后, 重组自交恢复系群体中恢复基因的效应有少量增强, 或者控制育性恢复的基因数有少量增加, 但大多数表现为恢复基因的遗传效应减弱, 优势降低。可见恢复基因的重组、累加和互补所产生的优势效应未能充分表达, 或后代材料的选择范围较窄, 使选择的强优恢复系少, 造成配组后代优势小。应通过早期对后代材料测恢, 以减少工作量, 提高育种效率。

参考文献:

- [1] 李云武, 林纲, 贺兵, 等. 水稻重穗型恢复系宜恢 1577 的选育与应用[J]. 杂交水稻, 2005, 20(4): 11—13.
- [2] 竭润生, 刘福平, 杨春华, 等. 高配合力水稻新恢复系南恢 511 的选育[J]. 杂交水稻, 2005, 20(5): 15—16.
- [3] 王玉平, 李仕贵, 黎汉云, 等. 高配合力优质水稻恢复系蜀恢 527 的选育与利用[J]. 杂交水稻, 2004, 19(4): 12—14.
- [4] 文绍山, 况浩池, 刘国民, 等. 优质抗病籼稻恢复系泸恢 615 的选育与应用[J]. 杂交水稻, 2006, 21(3): 19—20.
- [5] 李玉玲, 鹿智江. 爆裂玉米与普通玉米杂交后代选系的膨爆特性研究[J]. 河南农业大学学报, 2000, 34(3): 210—212.
- [6] 李玉玲. 爆裂玉米膨胀特性的遗传及杂交种选育研究进展[J]. 中国农学通报, 2001, 17(1): 43—45.
- [7] Crumbaker D E, Johnson I J. Inheritance of popping volume and associated characters in cross between popcorn and dent corn[J]. Agron J, 1949, 41: 207—212.
- [8] Robbins W A, Asherman R B. Parent-offspring popping expansion correlation in progeny of dent corn × popcorn and flint corn × popcorn crosses[J]. Crop Sci, 1984, 24(1): 119—121.
- [9] 李玉玲, 王延召, 李志强, 等. 普 × 爆 F_1 代膨爆特性及其与穗粒性状的关系研究[J]. 河南农业大学学报, 2003, 37(1): 1—5.
- [10] 楼辰军, 王鹏文, 王国琴. 爆裂玉米研究现状[J]. 天津农业科学, 2000, 6(3): 45—48.
- [11] 李玉玲, 吴锁伟, 董永彬, 等. 不同普 × 爆后代群体膨爆特性的分离特征研究[J]. 玉米科学, 2004, 12(2): 3—6.

(上接第 22 页)