

亚种间杂交稻子粒充实度的遗传分析

李荣改, 孟令启, 冯瑞光, 宁文书

(河北省稻作研究所, 河北 唐海 063200)

摘要: 以 5 个粳型不育系和 5 个广亲和品种为亲本, 按 $p \times q$ 交配模式配制 25 个亚种间杂交稻组合, 进行了子粒充实度的遗传分析。结果表明: 子粒充实度差具有全穗性, 充实度以穗的上位、中位和下位依次递减; 子粒充实度的变异主要是由遗传因素引起的, 其广义遗传力在 0.82 以上, 以加性效应为主; 子粒充实度与其他性状之间存在着一定的相关关系。通径分析表明, 饱粒数、千粒重、结实率和受精粒数对子粒充实度有较大的影响。

关键词: 水稻; 亚种间杂交稻; 子粒充实度; 遗传

中图分类号: S511.03 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2000)02-0006-05

籼粳亚种间强大杂种优势的利用是今后水稻超高产育种的重要途径之一。特别是近年来对水稻广亲和特性的深入研究, 给利用亚种间杂种优势展示了美好的前景^[1]。但亚种间杂种存在着子粒充实度差等问题, 影响了其强大优势在生产上的应用。近几年育种工作者分别从生理、形态特征等方面对子粒充实度的成因进行了探讨, 但对其遗传特性的报道尚少。本研究是在对亚种间杂交稻物质生产转换和分配及造成子粒充实度差的生理研究基础上^[2], 对其遗传特性和效应进行分析, 为在育种实践中对亚种间杂交稻子粒充实度进行遗传改良和亲本选择提供参考信息, 并为深入进行充实度的研究提供基础资料。

1 材料和方法

利用 5 个广亲和品种 CPSLO17(粳)、培矮 64(粳)、晚籼 422(中间型)、MCP231(中间型)和 91082(中间型)为父本, 5 个不育系高 77A、冀粳 8 号 A、垦育 2 号 A、汉稻 4 号 A 和花 76-49A 为母本, 按 $p \times q$ 不完全双列杂交法, 于 1996 年配制 25 个杂交组合, 1997 年将配制的杂交组合种植于本所试验田中, 每组合为一小区, 随机区组排列, 3 次重复。4 月 14 日播种, 5 月 26 日移栽, 单本植, 株行距 10 cm \times 20 cm, 每小区种植 4 行, 行长 1.2 m。试验地肥力中等, 常规管理。成熟时每小区取样 5 株, 考查穗数、每穗受精粒数、饱粒数、结实率、千粒重、单株粒重和子粒充实度等性状。其中子粒充实度分上、中、下位枝梗考查, 子粒充实度 = (受精谷粒的千粒重/比重为 1 的饱谷粒千粒重) \times 100。按 $p \times q$ 交配模型^[3]进行子粒充实度的配合力、遗传力等有关遗传分析和与其他性状间的相关和通径分析。

收稿日期: 1999-04-22

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目

作者简介: 李荣改(1964-), 女, 副研究员, 农学学士, 主要从事农作物遗传育种的研究与教学工作。

2 结果与分析

2.1 子粒充实度在不同粒位上的表现

对同一稻穗不同粒位子粒充实度的考查结果表明, 子粒充实度与子粒在穗上的位置存在一定关系, 总的表现趋势是, 穗上位子粒充实度最好, 中位次之, 下位最差; 上位与中位之间的差异大于中位与下位之间的差异(表 1)。说明子粒充实度与粒位势强弱即获取灌浆物质的优

表 1 子粒充实度在不同粒位间的表现

母本	粒位	父 本				
		CPSLO17	培矮 64	晚轮 422	MCP231	91082
高 77A	上	84. 3	93. 2	96. 6	98. 9	98. 1
	中	77. 4	91. 4	96. 8	96. 6	96. 2
	下	64. 7	83. 1	90. 3	94. 3	96. 3
	全穗	75. 4	89. 2	94. 6	96. 6	96. 9
冀粳 8 号 A	上	74. 9	97. 2	98. 4	89. 3	98. 5
	中	66. 5	94. 0	93. 1	83. 0	99. 2
	下	51. 5	87. 2	90. 2	75. 9	98. 9
	全穗	64. 3	92. 8	93. 9	82. 7	98. 9
垦育 2 号 A	上	70. 0	94. 3	97. 4	92. 6	95. 4
	中	63. 5	88. 0	95. 7	90. 2	91. 0
	下	51. 7	74. 2	91. 3	81. 5	89. 3
	全穗	61. 7	85. 5	94. 8	88. 1	91. 5
汉稻 4 号 A	上	80. 7	90. 2	94. 0	97. 0	98. 7
	中	71. 0	90. 3	87. 7	96. 6	97. 2
	下	58. 0	87. 1	88. 4	97. 3	97. 1
	全穗	69. 9	89. 2	90. 0	97. 0	97. 7
花 76- 49A	上	93. 7	96. 9	96. 8	95. 7	94. 2
	中	91. 5	93. 8	93. 2	95. 4	93. 5
	下	81. 9	89. 9	92. 5	94. 9	92. 6
	全穗	89. 0	93. 5	94. 2	95. 3	93. 4

先顺序存在一定关系, 这与前人研究所得同一穗先开花者优先获得灌浆物质, 处于强势位, 子粒充实度比较好; 后开花者获取灌浆物质的能力差, 处于弱势位, 子粒充实度较差的结果^[4]一致。从表 1 还可以看出, 子粒充实度好的组合, 上、中、下位子粒均表现出较高的充实度; 而子粒充实度差的组合, 上、中、下位子粒充实度均较差, 并且上、中、下位之间差异大。因此子粒充实度差的表现是全穗性的, 尽管上位子粒具有优先获取灌浆物质的优势, 也不能很好地改善子粒充实状况。另一方面, 从亲本的配组可以看出, 不同母本配制的组合之间子粒充实度的表现较一致, 而不同父本配制的组合之间子粒充实度表现差异较大, 以籼型品种 CPSLO17、培矮 64 配制的组合充实度最差。方差分析结果也显示出, 组合间、不同父本间上、中、下位子粒的表现差异达到极显著水平(表 2), 而母本之间差异不显著。

表 2 子粒充实度的方差分析

变异来源	自由度	F 测 验			
		上位	中位	下位	全穗
区 组 间	2	0.39	0.40	0.88	1.12
基 因 型 间	24	13.44**	16.24**	24.92**	25.95**
母本一般配合力	4	0.87	1.01	1.35	1.46
父本一般配合力	4	9.28**	8.88**	16.70**	12.42**
特 殊 配 合 力	16	5.65**	7.02**	6.49**	8.71**

注: ** 表示在 0.01 水平上显著。

2.2 子粒充实度的遗传分析

2.2.1 配合力分析 穗子上、中、下位及全穗的子粒充实度的方差分析结果表现一致,因此只对全穗的配合力进行分析。子粒充实度在组合间差异极显著,这由组合间基因型的不同引起。子粒充实度配合力方差的显著性测验显示,母本间的一般配合力(GCA)差异未达到显著水平,说明所利用的不育系对子粒充实度的影响没有差异。父本的一般配合力和母本的互作即特殊配合力(SCA)方差均达极显著水平,说明在子粒充实度的遗传中,加性效应和非加性效应共同决定了其性状表现。从一般配合力方差的相对值(表 3)来看,上、中、下位及全穗分别为 66.79%, 64.78%, 80.12% 和 72.85%,表明在子粒充实度的遗传中,主要受一般配合力的制约,以加性效应控制为主。尤其是下部的子粒充实度,受加性效应的控制程度最大。

表 3 子粒充实度的遗传参数

粒位	遗传方差 σ_G^2	环境方差 σ_E^2	遗传力 h_b^2	一般配合力方差 $Vg(\%)$	特殊配合力方差 $Vs(\%)$
上位	54.36	11.64	0.82	66.79	33.32
中位	73.04	12.84	0.85	64.78	35.22
下位	123.63	13.43	0.90	80.12	19.88
全穗	84.29	8.91	0.90	72.85	27.15

在供试的母本材料中,一般配合力的大小顺序依次为花 76-49A、高 77A、汉稻 4 号 A、冀粳 8 号 A 和垦育 2 号 A,分别为 3.285, 1.693, 0.280, -1.496 和 -3.762。花 76-49A 和高 77A 显著高于其他母本。在供试的父本中,91082 具有较高的一般配合力,达 7.052,其次是晚轮 422 和 MCP231,分别为 3.746 和 2.812,培矮 64 为较小的负值,而 CPSLO17 表现出较大的负效应(-13.609)。

供试组合的特殊配合力效应变化幅度为-7.703~9.449,组合间存在极显著的差异。具有较大正向效应的组合有花 76-49A × CPSLO17(9.449)、冀粳 8 号 A × 91082(6.596)和垦育 2 号 A × 晚轮 422(5.229);具有较大负向效应的组合有冀粳 8 号 A × MCP231(-7.703)、花 76-49A × 91082(-6.973)和冀粳 8 号 A × CPSLO17(-5.418)。

2.2.2 遗传力分析 穗上、中、下位及全穗的子粒充实度在不同基因型之间表现出显著的差异,因此可以估计基因型效应方差 σ_G^2 和广义遗传力 h_b^2 (表 3)。基因型效应的方差是遗传因素对性状效应大小的表示,遗传力则是基因型方差对性状变异贡献的度量。遗传方差和环境方差 σ_E^2 相比,遗传方差很大。穗上、中、下位及全穗子粒充实度的遗传力分别为 0.82, 0.85, 0.90 和 0.90,表明遗传因素在子粒充实度的变异中占有主导地位,遗传力高,可以从杂种一代

中选出子粒充实度好的组合。

2.3 子粒充实度的相关与途径分析

2.3.1 相关分析 每株穗数、每穗饱粒数、结实率、单株粒重、千粒重和子粒充实度的相关系数列于表 4。结实率、单株粒重、千粒重与子粒充实度为极显著的正相关。子粒充实度是建立

表 4 子粒充实度与其他性状的相关途径系数

	$X_1 \rightarrow Y$	$X_2 \rightarrow Y$	$X_3 \rightarrow Y$	$X_4 \rightarrow Y$	$X_5 \rightarrow Y$	$X_6 \rightarrow Y$	r
穗 数 X_1	0.277	- 0.527	0.154	0.094	- 0.033	- 0.301	- 0.337
饱 粒 数 X_2	- 0.134	1.093	- 0.677	- 0.100	- 0.057	0.258	0.384
受精粒数 X_3	- 0.051	0.880	- 0.840	0.003	- 0.036	0.003	- 0.041
结 实 率 X_4	- 0.147	0.620	0.016	- 0.177	- 0.035	0.316	0.593 ^{**}
单株粒重 X_5	0.066	0.450	- 0.221	- 0.044	- 0.138	0.543	0.657 ^{**}
千 粒 重 X_6	- 0.099	0.336	- 0.003	- 0.066	- 0.089	0.841	0.919 ^{**}

注: 对角线为直接途径系数。

在结实基础上的, 只有结实率高, 才可能有充实度好的稻穗。受精粒数与子粒充实度之间不存在显著的线性相关关系, 由此可知, 两性状在不同基因型间的表现相互独立, 受精率高的材料不一定充实度差, 受精率低的组合也不一定充实度高。因此, 在进行子粒充实度的遗传研究中可作为独立性状进行分析。

2.3.2 途径分析 从直接途径系数的大小看(表 4), 对子粒充实度直接作用最大的是饱粒数, 其次是千粒重和受精粒数。饱粒数、千粒重对子粒充实度有较大的正向作用, 受精粒数对子粒充实度有较大的负向作用。从作用途径来看, 穗数、受精粒数、结实率、单株粒重和千粒重通过饱粒数对子粒充实度起着重要的间接作用, 穗数和单株粒重通过千粒重对子粒充实度也起着较大的间接作用。以上结果说明采取适当的育种和栽培管理措施, 增加饱粒数, 提高千粒重, 适当减少受精粒数, 可望提高子粒充实度。

3 讨论

在亚种间杂交稻组合中, 子粒充实度的好坏直接影响产量的形成, Samonte 等通过对 15 个不同水稻基因型品种中 14 个与产量相关的农艺性状进行途径分析表明, 充实度好的子粒数是对产量影响最大的二级因子^[5], 而影响子粒充实度的主要因素就是结实率。结实是充实的前提, 只有结实好了, 才可能充实好; 再有受精粒数也严重制约亚种间杂交稻产量水平的提高。本研究证明, 子粒充实度和受精粒数在不同基因型间的表现是独立的, 遗传上可分开研究, 但在生产上两者密不可分, 高产组合必须同时具有高的受精粒数和子粒充实度, 因此, 在育种实践中选配出两者均高的优良亚种间杂交稻组合, 才能实现产量的突破。

杂种优势的遗传基础研究一直是水稻遗传育种家关注的课题, 余四斌等对杂交组合汕优 63(珍汕 97×明恢 63)的杂种优势研究表明上位性效应(非加性遗传效应)是影响产量性状表现和杂种优势形成的主要遗传基础^[6]; 而对一个水稻籼粳交组合进行 QTL 分析后认为显性效应对该组合的杂种优势起主要作用^[7]。本研究中, 子粒充实度的遗传力较高, 受环境的影响小, 加性遗传效应占主导地位, 因此在育种中, 可以选择一般配合力高, 子粒充实度好, 特别是下位子粒充实度好的材料作亲本配制组合, 得到高子粒充实度组合的几率大。在粳型不育

系×籼型恢复系这一类型的亚种间杂交稻配组中,籼型广亲和亲本子粒充实度的制约作用最大,因此要特别重视其选择。

参考文献:

- [1] 袁隆平. 两系法杂交稻研究进展[J]. 中国农业科学, 1990, 23(3): 1- 6.
- [2] 李荣改, 孟祥祯, 王玉珍, 等. 不同类型的水稻组合(品种)干物质生产和光合特性与子粒充实度的比较研究[J]. 华北农学报, 1998, 13(3): 31- 36.
- [3] 莫惠栋. $p \times q$ 交配模式的配合力分析[J]. 江苏农学院学报, 1982, 3(3): 51- 57.
- [4] 朱庆森, 曹显祖, 骆亦其. 水稻子粒灌浆的生长分析[J]. 作物学报, 1988, 14(3): 182- 192.
- [5] Samonte S O P B, Wilson L T, McClung A M. Path analyses of yield and yield related traits of fifteen rice genotypes [J]. Crop Sci, 1998, 38: 1130- 1136.
- [6] 余四斌, 李建雄, 徐才国, 等. 上位性效应是水稻杂种优势的重要遗传基础[J]. 中国科学(C 辑), 1998, 28(4): 333- 342.
- [7] Xiao J, Li J, Yuan L, *et al*. Dominance is the major genetic basis in rice as revealed by QTL analysis using molecular markers [J]. Genetics, 1995, 140: 745- 754.

Genetic Analysis of Grain Plumpness in Intersubspecific Hybrid Rice

LI Rong-gai, MENG Ling-qi, FENG Rui-guang, NING Wei-shu

(Rice Research Institute of Hebei, Tanghai 063200, China)

Abstract: The grain plumpness was genetically analyzed on 25 intersubspecific hybrid rice combinations from 5 japonica sterile lines each crossed with 5 wide-compatible varieties. It was found that the grain plumpness was better on upper spikelet but worse on lower spikelet for a given panicle. The grain plumpness was genetically controlled with major additive effect, and the inheritance ability was over 0.82. Path analysis further revealed that this grain plumpness was also influenced by other factors, mainly plump grains, 1000-grain weight, seed-setting ratio and fertilized grains.

Key words: Rice; Intersubspecific hybrid rice; Grain plumpness; Genetics