

粳稻穗部性状的遗传效应分析

马洪文¹, 王 昕¹, 代晓华², 殷延勃¹, 王 坚¹, 强爱玲¹, 刘 炜¹, 史延丽¹

(1. 宁夏农林科学院农作物研究所, 宁夏永宁 750105; 2. 宁夏大学农学院, 宁夏银川 750021)

摘 要: 采用数量性状加性-显性遗传模型(AD), 对粳稻 12 个杂交亲本和 36 个 F₁ 代组合穗部的穗长、穗总粒数、穗实粒数、一次枝梗数及二次枝梗数等性状进行遗传分析。结果表明, 5 个性状的加性及显性效应都达极显著水平, 加性遗传方差分量比率较显性大, 其遗传以加性效应为主, 受加性及显性基因共同控制; 各性状 F₁ 代显性效应预测值显性, 各性状在不同组合间的表现是不一致的, 穗总粒数与穗实粒数性状在各组合间的显性效应基本一致, 一次枝梗数和二次枝梗数性状在组合间有较大的差异。

关键词: 粳稻; 穗部性状; 加性-显性; 遗传

中图分类号: S511.2⁺2

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2006)04-0206-04

Analysis on Genetic Effects of Panicle Trait in Japonica Rice

MA Hong-wen¹, WANG Xin¹, DAI Xiao-hua², YIN Yan-bo¹,
WANG Jian¹, QIANG Ai-ling¹, LIU Wei¹ and SHI Yan-li¹

(1. The Crop Research Institute of Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yongning Ningxia 750105, China;

2. College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan Ningxia 750021, China)

Abstract: Genetic analysis of panicle traits were based on the experiment of japonica rice by using an additive-dominance genetic model (AD). The genetic analysis were made using twelve hybrid parents and thirty-six hybrid F₁ panicle traits, such as panicle length, total grain number of panicle, filled grain per panicle, primary branch number, secondary branch number etc. The results showed that additive-dominance effects of five traits were a significance level at 1% and additive genetic variance components rate was bigger than dominance, the genetic was mainly controlled by additive effects and controlled by both additive-dominance genetic effects too. Predicted dominance effects of every trait indicated were different tendency of development in both crosses, dominance effects of total grain number per panicle and filled grain per panicle had a similar tendency of development in crosses, primary branch number and secondary branch number have bigger difference.

Key words: Japonica rice; Panicle traits; Additive-dominance; Genetic

穗是水稻产量的最终表达部位, 水稻穗部形态是株型育种的重要研究内容, 穗部性状与产量的关系历来是国内外水稻育种科研工作者研究的重点。针对如何构建理想的水稻穗部形态, 优化产量构成因素, 前人都做了大量的研究和报道^[1,3], 杨守仁^[4,5]提出优化穗部性状组配, 解决超高产、穗大与穗多的矛盾, 并把直立大穗型指标

纳入株型设计。水稻是宁夏三大粮食作物之一, 自建国以来已进行了 6 次品种更新, 水稻生产有了较大的发展, 但近年来水稻单产水平已出现了徘徊不前的局面, 如何使宁夏水稻单产水平再次实现质的飞跃, 是水稻育种者面临的挑战。本研究应用数量性状加性-显性遗传模型, 对粳稻亲本及杂种 F₁ 代几个穗部性状的遗传效应进行分析

收稿日期: 2005-11-06 修回日期: 2006-02-10

基金项目: 宁夏自然科学基金项目(2004-AA003)资助。

作者简介: 马洪文(1966—), 男, 宁夏永宁人, 农艺师, 主要从事水稻新品种选育研究。E-mail: nxmhw @163. nx. cn 手机: 13895006183

及预测,以揭示水稻穗部性状的遗传机理,估算各亲本在水稻穗部性状改良中的效应,为宁夏水稻品种改良提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料 489A、216A、552A、中作 59A、16A、秋光 A、94FR30、2002FR11、2002FR24、1229、FR796、98FR2 等,均来自宁夏农林科学院农作物研究所水稻杂种优势利用研究课题组。

1.2 试验设计

于 2003 年配制(6×6)不完全双列杂交组合,2004 年在宁夏农林科学院农作物研究所水稻试验田种植全部亲本(P 不育系用相应的保持系代替)及杂交组合(F₁),采用随机区组设计,3 次重复,4 行区,行长 1 m,单株插秧,每行 11 株,田间管理同大田,成熟时除去最靠边的 2 株,各小区取样 5 穴,在室内对穗长、穗总粒数、穗实粒数、一次枝梗数及二次枝梗数等穗部性状进行考种。

1.3 统计分析

利用数量性状加性-显性遗传模型^[6](AD),

对世代平均数资料采用最小范数二价无偏估算(MINQUE(1))法,无偏估算各项方差分量(加性方差 V_A 、显性方差 V_D 、机误方差 V_E)及遗传率。用线性无偏预测法(AUP 法)预测各项遗传效应值(加性效应值 A_i 或 A_j)和显性效应值($D_{\bar{j}}$)。试验数据用 QGA Station 1.0 版软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 粳稻穗部各性状遗传效应分析

从表 1 可看出,5 个穗部性状的加性效应及显性效应都达极显著水平,但加性遗传方差分量比率是显性的数倍,表明这几个穗部性状的遗传控制以加性基因为主,在遗传改良中应注重亲本的选择,几个性状的遗传率也较高,表明这几个穗部性状在早期分离世代进行选择可达到较好的效果;另穗部性状的显性效应也达极显著水平,表明穗部性状的遗传是受加性及显性基因共同控制,在杂交后代选择过程中还应重视组合的筛选;本研究的 5 个穗部性状的机误方差也达极显著水平,表明环境条件对这 5 个穗部性状的也有较大影响。

表 1 粳稻穗部性状遗传方差及其占表现型方差的比率

Table 1 Genetic variance of panicle trait in japonica rice and its ratio with phenotype variance

遗传参数 Genetic parameter	穗长/ cm Panicle length	穗总粒数/ 粒 Total grain per panicle	穗实粒数/ 粒 Filled grains per panicle	一次枝梗数/ 个 Primary branch number	二次枝梗数/ 个 Secondary branch number
加性方差 V_A Additive variances	1.511 ** (0.621 **)	741.937 ** (0.832 **)	310.410 ** (0.732 **)	1.070 ** (0.774 **)	40.237 ** (0.798 **)
显性方差 V_D Dominant variances	0.482 ** (0.198 **)	82.202 ** (0.092 **)	53.021 ** (0.125 **)	0.111 ** (0.081 **)	6.072 ** (0.120 **)
机误方差 V_E Residual error	0.441 ** (0.181 **)	67.810 ** (0.076 **)	60.724 ** (0.143 **)	0.200 ** (0.145 **)	4.138 ** (0.082 **)
表型方差 V_P Phenotypic variance	2.434 **	891.949 **	424.154 **	1.382 **	50.447 **
狭义遗传率 h_N^2 Heritability in the narrow sense	0.621 **	0.832 **	0.732 **	0.774 **	0.798 **
广义遗传率 h_B^2 Heritability in the broad sense	0.819 **	0.924 **	0.857 **	0.855 **	0.918 **

注: ()内数表示遗传方差分量占表现型方差的比率。
Note: ()Numbers means are ratio between genetic variances components to phenotype variance.

2.2 粳稻穗部各性状间基因效应的相关分析

粳稻穗部几个性状的相关分析表明(表 2),各性状间的加性基因效应均呈极显著的正相关,其中二次枝梗与穗总粒数间的加性相关达 0.97,二次枝梗与穗实粒数间的加性相关达 0.91,一次枝梗与穗实粒数间的加性相关达 0.77,表明在杂交组合后代选择穗总粒数及穗实粒数多的后代,可同时达到增加二、一次枝梗数的效果,可将穗粒

数作为改良一、二次枝梗数的间接选择指标。此外,5 个穗部性状也还存在着显性基因效应,除一、二次枝梗间的显性效应不显著外,其余几个性状间的显性相关呈极显著水平,其中二次枝梗与穗总粒数间的显性相关达 0.51,在表现型相关中穗总粒数与二次枝梗数间的相差系数达 0.87,穗实粒数与二次枝梗数间的相关系数为 0.79,同样表明在杂交后代的选择中可通过对穗总粒数及穗

实粒数选择来达到增加二次枝梗数的目的。

表 2 粳稻穗部性状的遗传相关系数
Table 2 Genetic correlation coefficient of the panicle trait in japonica rice

性 状 Character	穗长/cm X_1 Panicle length	穗总粒数/粒 X_2 Total grain per panicle	穗实粒数/粒 X_3 Filled grains per panicle	一次枝梗数/个 X_4 Primary branch number	二次枝梗数/个 X_5 Secondary branch number
穗长/cm X_1 Panicle length		0.67 ** 0.24 **	0.56 ** 0.18 **	0.38 ** 0.21 **	0.69 ** 0.14 **
穗总粒数/粒 X_2 Total grain per panicle	0.53 ** 0.56 **		0.95 ** 0.43 **	0.73 ** 0.29 **	0.97 ** 0.51 **
穗实粒数/粒 X_3 Filled grains per panicle	0.44 ** 0.46 **	0.83 ** 0.85 **		0.77 ** 0.21 **	0.91 ** 0.32 **
一次枝梗数/个 X_4 Primary branch number	0.31 ** 0.33 **	0.65 ** 0.67 **	0.65 ** 0.66 **		0.68 ** 0.01
二次枝梗数/个 X_5 Secondary branch number	0.51 ** 0.56 **	0.87 ** 0.90 **	0.75 ** 0.79 **	0.54 ** 0.56 **	

注: 上三角为加性(上)、显性(下)相关系数, 下三角为表现(上)、基因型(下)相关系数
Note: Up triangle are additive (up)、dominance (down) correlation, down triangle are expression (up)、genotypes (down) correlation

2.3 粳稻各亲本穗部性状加性效应预测值

加性效应可以稳定地传递给后代, 因此, 可根据亲本加性效应预测值的大小和方向判别其育种利用价值。在表 3 中, 489A、216A、秋光 A 这几个亲本的 5 个穗部性状的加性效应均存在着极显著的负效应, 表明其在水稻穗部性状改良中有较强的负向作用, 94FR30、1229、2002FR11 的穗长存在着极显著的正效应, 94FR30、2002FR24、16A 的穗总粒数及穗实粒数二者存在着极显著的正效

应, 16A、94FR30、2002FR24 的一次枝梗数存在着极显著的正效应, 94FR30、2002FR24、16A 的二次枝梗数存在着极显著的正效应。从以上分析中可以看出, 不同的亲本材料其穗部性状的遗传有较大的差异, 在穗部性状改良中应先了解亲本性状的遗传特性, 再根据性状互补原理选配亲本配制杂交组合; 从各亲本加性效应预测值分析, 94FR30、2002FR24、16A 是改良水稻穗部性状的优良亲本。

表 3 粳稻不同亲本穗部性状加性效应预测值(A_j)

Table 3 Predicted additive effects for parent panicle traits in japonica rice

亲 本 Parent	穗长/cm Panicle length	穗总粒数/粒 Total grain per panicle	穗实粒数/粒 Filled grains per panicle	一次枝梗数/个 Primary branch number	二次枝梗数/个 Secondary branch number
489 A	— 1.040 **	— 28.868 **	— 21.918 **	— 1.251 **	— 5.372 **
216 A	— 0.907 **	— 14.797 **	— 7.414 **	— 0.604 **	— 4.207 **
552 A	— 0.600 **	6.147 **	4.113 *	0.079	1.511 **
中作 59A	0.408 **	— 3.708 *	— 1.453	— 0.558 **	— 0.858 *
16 A	0.194	11.151 **	11.411 **	1.269 **	1.816 **
秋光 A	— 0.849 **	— 17.334 **	— 11.914 **	— 0.521 **	— 4.823 **
94FR30	1.395 **	44.779 **	22.474 **	0.989 **	10.514 **
2002FR11	0.914 **	5.689 **	0.061	0.273 **	1.440 **
2002FR24	— 0.291 **	17.415 **	17.355 **	0.422 **	4.249 **
1229	1.279 **	— 0.569	— 1.454	— 0.619 **	0.857 *
FR796	— 0.747 **	— 12.478 **	— 7.737 **	0.319 **	— 3.117 **
98FR2	0.245 *	— 7.428 **	— 3.524 **	0.203 *	— 2.009 **

2.4 粳稻穗部性状 F_1 代显性效应值的预测

杂交组合的显性效应是等位基因显性作用的结果, 显性效应为正值, 表明存在正向优势, 反之, 则存在负向优势。从各组合 F_1 代穗部性状显性效应预测值中(表 4 中仅列出了部分组合的数据)可以看出各杂交组合的杂种优势表现, 穗长性状有 8 个组合的显性效应值为正且达显著以上水平, 组合 489A/98FR2 能极显著增加穗长, 组合 489A/2002FR11 能极显著减少穗长, 穗总粒数与

穗实粒数的显性效应基本一致, 在穗实粒数中, 有 6 个组合的显性效应值为正且达显著以上水平, 组合 216A/94FR30、16A/98FR2、489A/98FR2、秋光 A/94FR30 等能极显著的增加穗实粒数, 有 7 个组合的一次枝梗数性状的显性效应值为正且极显著以上水平, 组合 16A/94FR30、16A/FR796、216A/2002FR24 等能极显著增加一次枝梗数, 仅有 3 个组合的二次枝梗数的显性效应值为正且达显著以上水平, 组合 552A/2002FR11

能极显著增加二次枝梗数。在各穗部性状 F₁ 代显性效应预测值中, 各性状在不同组合间的表现是不一致的, 没有一个组合各性状的显性效应均达显著以上水平, 组合 216A/94FR30、16A/

98FR2 各性状的显性效应值均为正且有 4 个达显著以上水平, 穗总粒数与穗实粒数性状在各组合间的显性效应基本一致, 一次枝梗数和二次枝梗数性状在组合间有较大的差异。

表 4 粳稻穗部性状部分组合 F₁ 代显性效应预测值(D_{ij})

Table 4 The predicted dominant effects for panicle traits in some F₁ crosses of japonica rice

组合 Combination	穗长/cm Panicle length	穗总粒数/粒 Total grain per panicle	穗实粒数/粒 Filled grains per panicle	一次枝梗数/个 Primary branch number	二次枝梗数/个 Secondary branch number
489 A/98 FR2	1. 174 **	9. 493 **	7. 936 **	0. 307	— 0. 193
216 A/94 FR30	0. 850 **	11. 465 **	17. 239 **	0. 473 **	2. 398
216 A/2002F R24	0. 042	5. 161	5. 361	0. 503 **	— 1. 874 **
552 A/94 FR30	— 0. 005	4. 506	1. 588	0. 439 *	— 3. 282 *
552 A/2002F R11	0. 324	7. 360	— 4. 530	0. 244	2. 381 **
中作 59A/ 2002FR 11	— 0. 794 *	1. 911	1. 989	— 0. 040	— 1. 012
16 A/94 FR30	— 0. 125	8. 479	9. 379 *	0. 815 **	0. 566
16 A/2002F R11	0. 398	22. 546 *	12. 768	0. 647	5. 873 *
16 A/2002F R24	— 0. 026	9. 140	7. 101 *	0. 282	2. 995
16 A/ FR796	0. 442 *	0. 842	2. 582	0. 500 **	0. 224
16 A/98 FR2	0. 472 **	11. 586 **	8. 604 **	0. 418 **	0. 401
秋光 A/ 94F R30	0. 928 **	3. 885	7. 719 *	0. 241 *	— 0. 599

3 讨论

水稻的穗部性状与其产量密切相关, 是水稻产量的主要构成因素, 也是水稻理想株型育种的重要研究内容, 构建理想的水稻穗部形态, 进一步优化穗部性状的组配, 是解决水稻高产或超高产、穗大与穗多等矛盾的有效途径。本研究结果表明, 粳稻穗长、穗总粒数、穗实粒数、一次枝梗数及二次枝梗数等穗部性状的加性效应及显性效应都达极显著水平, 但加性遗传方差分量比率均是显性的数倍, 表明这几个粳稻穗部性状遗传以加性效应为主, 受加性及显性基因共同控制, 同时环境因素对粳稻穗部性状也有较大的影响, 这同前人的研究基本相同^[7, 8]。

在粳稻穗部性状加性基因效应及显性基因效应的相关分析中, 除一、二次枝梗间的显性效应不显著外, 各性状间的基因效应均达极显著的正相关水平, 表明在粳稻品种改良中可将穗总粒数、穗粒数作为一、二次枝梗数的间接选择指标。

亲本选配是杂交育种的关键, 在水稻超高产育种穗部性状研究上, 国际水稻所认为^[9] 少穗大穗型品种更适于高产要求; 崔成焕^[10] 认为在保证穗数的前提下, 穗应偏大, 重视调整穗型; 郝宪彬^[11] 认为北方粳稻进一步增产的切入点是水稻的杂种优势利用, 突破口是大穗型超级杂交粳稻

的培育。本试验结果表明, 亲本 94FR30、2002FR24、16A 在育种中可明显增加杂交组合的穗总粒数、穗实粒数及二次枝梗数, 是改良水稻穗部性状的优良亲本, 这预示着用这些亲本配制杂交组合, 在其杂种后代中选择易获得大穗后代。

参考文献:

[1] 陈温福, 徐正进, 张文忠, 等. 水稻新株型创造与超高产育种 [J]. 作物学报, 2001, 27(5): 665~672.

[2] 徐正进, 陈温福, 张文忠, 等. 水稻的产量潜力与株型演变 [J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(6): 534~536.

[3] 邱福林, 隋国民. 水稻穗部性状研究进展 [J]. 辽宁农业科学, 2003, 5: 26~28.

[4] 杨守仁. 水稻超高产育种的新动向——理想株型与优势利用相结合 [J]. 沈阳农业大学学报, 1987, 18(1): 1~5.

[5] 杨守仁. 水稻高产栽培与高产论丛 [M]. 北京: 农业出版社, 1990.

[6] 朱 军. 遗传模型分析方法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1997. 66~87, 175~201.

[7] 梁康迺. 粳稻杂交稻穗部性状的遗传效应及其与环境互作 [J]. 应用生态学报, 2000, 11(1): 78~82.

[8] 王雪仁, 梁康迺, 兰 斌. 粳稻杂交稻穗部性状的加性—显性遗传分析 [J]. 福建稻麦科技, 2000, 18(3): 1~3.

[9] 杨仁崔. 国际水稻所的超级稻育种 [J]. 世界农业, 1996, 2: 25~27.

[10] 崔成焕. 黑龙江稻作生态环境与种植区划. [M]. : , 1998. 73~95.

[11] , , , . [J]. , 2002, 17(4): 1~3.