

陈志彬, 郭福泰, 赵建文. 水稻千粒重遗传分离模式初探 [J]. 福建农业学报, 2014, 29 (2): 133-135.

CHEN Z-B, GUO F-T, ZHAO J-W. A Preliminary Rice Genetic Model Based on 1000-grain Weight [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2014, 29 (2): 133-135.

水稻千粒重遗传分离模式初探

陈志彬, 郭福泰, 赵建文

(福建省漳州市农业科学研究所, 福建 漳州 363005)

摘要: 千粒重是水稻产量的重要构成要素。选用该性状差异较大的亲本, 进行杂交, 得 F_1 代, 再将 F_1 代自交获得 F_2 代, 构建 P_1 、 F_1 、 P_2 和 F_2 世代, 并对这 4 个世代的这个性状进行考查。利用亲本、 F_1 和 F_2 4 个世代进行数量性状主基因+多基因混合遗传分析, 选出最适模型, 并对模型的遗传估计值进行分析, 从而得出相关结论。经检测这 2 个组合的千粒重遗传分离模式均属于 C-0 模式, 且千粒重主基因遗传率为 0.86%~0.97%, 多基因遗传率为 68.06%~80.33%, 两者合计的遗传率为 68.92%~81.30%。

关键词: 水稻; 千粒重; 遗传分析

中图分类号: S 511

文献标识码: A

A Preliminary Rice Genetic Model Based on 1000-grain Weight

CHEN Zhi-bin, GUO Fu-tai, ZHAO Jian-wen

(Zhangzhou Institute of Agricultural Sciences, Zhangzhou, Fujian 363005, China)

Abstract: Thousand-grain weight (TGW) is one of the important indicators for rice yield determination. For the study, F_1 rice crossed from parents with significant difference on TGW and its F_2 by self-crossing the F_1 were used. The TGW traits of P_1 , F_1 , P_2 and F_2 were the basis for the evaluation. An optimal model was selected from the quantitative trait master + multi-gene mixed inheritance models. The genetic prediction by the model indicated that the TGW of the crossed rice varieties followed a C-0 mode, and the inherant rate of the main genes was 0.86% - 0.97% while that of the multiple genes 68.06% - 80.33%. The combined, overall rate for the genes to pass on from one generation to the next was 68.92% - 81.30%.

Key words: rice; 1000-grain weight; genetic analysis

千粒重是水稻产量的重要构成要素^[1]。籽粒大小则多以千粒重计量^[2]。董桂春等^[3]的研究结果表明, 千粒重是影响穗重的重要因子之一, 特别对于一些重穗型品种, 其千粒重均稳定在较高的水平, 增加饱粒可以提高单穗重及千粒重从而提高产量。前人对水稻结实率和千粒重的遗传进行了一些研究, 但由于研究材料与分析方法(遗传模型)的不同, 所得结论差异明显。由于数量性状遗传研究分析上的复杂性, 稻作界对水稻产量构成因素遗传研究需进一步深入。盖钧镒等^[4-8]提出了 1 套主基因+多基因混合遗传分析方法并建立了相应的遗传模型, 得到较好的应用。本研究是千粒重差异大的 2 个水稻亲本, 配制杂交组合, 构建的 P_1 、 F_1 、 P_2 和 F_2 4 个世代遗传分离群体, 考查各世代千粒重, 并利用遗传模型进行分析, 探讨水稻千粒重的遗传

特性, 为千粒重的遗传研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 亲本材料

本试验采用的 2 个亲本来自于漳州市农业科学研究所自选材料 R05 和 R13, 2 个亲本的平均千粒重分别在 22 g 和 32 g 左右, 相差较大。

1.2 F_1 和 F_2 世代的获得

用 R05 与 R13 做正反交, 获得 F_1 代种子, 将 F_1 代种子自交得 F_2 代。

1.3 性状考查植株的获得

为了避免环境因素, 气候因素, 及土地肥力的差异的影响, 将获得的种子 P_1 、 P_2 、 F_1 、 F_2 , 于 2012 年 8 月种于本所同一块水稻试验田, 并设保护行, 减少边际效应的影响。

收稿日期: 2013-10-14 初稿; 2013-12-03 修改稿

作者简介: 陈志彬 (1985-), 男, 硕士, 主要从事水稻育种研究 (E-mail: chenzhbin0595@163.com)

1.4 千粒重的考查

亲本各考查 30 株, F_1 考查 50 株, F_2 考查 500 株。

1.5 遗传分析方法

应用盖钧镒等提出的植物数量性状主基因+多基因混合遗传模型分析方法, 对 P_1 、 F_1 、 P_2 、 F_2 等 4 个世代进行遗传分析。通过极大似然法和 IECM (Iterated expectation and conditional maximization) 算法对混合分布中的有关成分分布参数做出估计, 然后通过 AIC 值的判别和一组适应性检验, 选择最优遗传模型, 并估计主基因和多基因效应值、方差等遗传参数。

2 结果与分析

2.1 千粒重在各世代中的数据描述

由表 1 可知, 重粒型亲本与轻粒型亲本杂交组合的 F_1 代千粒重介于 2 个亲本之间, 且正反交的 F_1 代千粒重相差不大, 表明千粒重这一性状主要是由核基因控制的。这与周元清等^[9] 研究是一致的。 F_2 中均无超亲现象, 均偏向于中亲值。

表 1 千粒重在各世代中平均数

Table 1 Average rice TGW for each generation (单位/g)

组合	I(R05/R13)	II(R13/R05)
P_1	22.27±1.21	31.89±1.37
F_1	27.81±2.30	26.61±2.37
P_2	31.89±1.37	22.27±1.21
F_2	26.69±2.60	25.93±2.91

2.2 模型的选择及遗传参数的估算

本试验是利用 P_1 、 P_2 、 F_1 和 F_2 4 个世代进行主+

多基因混合遗传分析, 各模型的 AIC 值见表 2, 选取 AIC 值最小及与最小 AIC 值最接近的 2 个遗传模型, 如组合 II, AIC 值最小的为 C-0 模型, 与之最接近的是 D-0 模型和 E-4 模型, 就选择这 3 个模型进行适合性检验, 即 U_{12} , U_{22} , U_{32} (均匀性检验)、 nW^2 (Smirnov 检验)、 D_n (Kolmogorov 检验), 选择统计量达到显著水平个数较少的模型作为最优模型。表 2 列出了各杂交组合千粒重的各种遗传模型的 AIC 值。

表 2 各杂交组合千粒重的各种遗传模型的 AIC 值
Table 2 AIC on genetic models of hybrid rice combinations based on TGW

模型	I	II	模型	I	II
A-1	903.90	962.02	B-2	877.63	950.18
A-2	903.88	966.30	B-3	874.81	952.21
A-3	988.37	1082.13	B-4	872.81	950.47
A-4	1005.48	1087.78	B-5	964.38	1059.32
D-0	867.71	940.08	B-6	962.38	1057.32
D-1	872.81	947.78	E-0	877.57	946.85
D-2	873.64	945.81	E-1	871.57	943.02
D-3	876.72	945.78	E-2	868.81	942.31
D-4	876.72	945.83	E-3	869.65	941.79
C-0	861.45	939.13	E-4	867.11	940.78
C-1	874.72	943.82	E-5	878.92	943.26
B-1	878.62	950.46	E-6	870.58	942.76

第 II 组合适合性检验详见表 3 (组合 I 适合性检验表略)。由表 3 可以看出, C-0 模型在检验中达到的显著水平个数较其他 2 个模型的少, 因此可以确定 C-0 为组合 II 的最适且最佳模型。

表 3 组合 III 的部分模型的适合性检验 (括号内为概率值)

Table 3 Fitness test on part of combination III model

模型	世代	U_{12}	U_{22}	U_{32}	nW^2	D_n
D-0	P_1	0.164(0.6852)	0.053(0.8179)	0.421(0.5163)	0.0762(>0.05)	0.1062(>0.05)
	F_1	0.017(0.8976)	0.262(0.6088)	6.479(0.0109)*	0.1350(>0.05)	0.2286(>0.05)
	P_2	0.026(0.8721)	0.987(0.3206)	21.126(0.0000)**	0.8012(<0.05)*	0.2761(<0.05)*
	F_2	0.001(0.9779)	0.000(0.9988)	0.010(0.9194)	0.0560(>0.05)	0.0540(>0.05)
C-0	P_1	0.164(0.6852)	0.053(0.8179)	0.421(0.5163)	0.0762(>0.05)	0.1062(>0.05)
	F_1	0.017(0.8976)	0.262(0.6088)	6.479(0.0109)*	0.1350(>0.05)	0.2286(>0.05)
	P_2	0.026(0.8721)	0.987(0.3206)	21.126(0.0000)**	0.8012(<0.05)*	0.2661(>0.05)
	F_2	0.045(0.8325)	0.020(0.8876)	0.065(0.7995)	0.0822(>0.05)	0.0736(>0.05)
E-4	P_1	0.000(0.9915)	0.015(0.9030)	0.199(0.6552)	0.0487(>0.05)	0.0916(>0.05)
	F_1	0.822(0.3645)	2.120(0.1454)	5.344(0.0208)*	0.1742(>0.05)	0.2626(>0.05)
	P_2	0.476(0.4901)	0.211(0.6464)	20.326(0.0000)**	0.8601(<0.05)*	0.2561(>0.05)
	F_2	2.053(0.1519)	1.932(0.1645)	0.000(0.9915)	0.2812(<0.05)*	0.1151(>0.05)

确定最佳组合后，通过软件运行，便可得到模型参数的极大似然估计值。采用相同的方法也可得到组合 I 值（表 4）。

表 4 各个世代最佳模型及模型参数极大似然估计值
Table 4 Optimal model and its prediction of parameters for each rice generation

Cross	I	II
Model	C-0	C-0
μ_1	22.27514	31.98315
μ_2	27.81083	26.66083
μ_3	31.89441	19.01874
μ_4	26.69017	24.83372
σ_{e2}	2.09416	1.39124
$\sigma(\sigma_{e2} + \sigma_{pg2})$	6.68009	10.25594

通过 P_1 、 P_2 和 F_1 同质群体提供环境误的无偏估计，可估计出二阶遗传参数见表 5。

表 5 各组合千粒重二阶遗传参数的估计值
Table 5 Predicted second order parameters and corresponding TGWs for rice combinations

参数	I	II	III	IV
$\sigma_{p2}(F_2)$	6.73824	8.45765	10.35651	7.34208
σ_{mg2}	0.05815	0.06659	0.10066	0.28379
σ_{pg2}	4.58594	6.34016	8.31961	6.15333
$h_{mg2}(\%)$	0.86291	0.78737	0.97200	3.86520
$h_{pg2}(\%)$	68.05840	74.96370	80.33210	83.80910
σ_{g2}	4.64408	6.40676	8.42028	6.43712
$h_{g2}(\%)$	68.92131	75.75107	81.30420	87.67430

由表 5 可见，千粒重主基因遗传率为 0.86%~0.97%，多基因遗传率为 68.06%~80.33%，两者合计的遗传率为 68.92%~81.30%。

3 讨论与结论

水稻籽粒的大小是水稻最重要的经济性状之一。选择适当千粒重无论是对水稻产量还是对稻米的品质均具有重要的意义。多数研究者认为水稻千

粒重性状具有较高的遗传力且为多基因控制的数量性状。

本试验正反交的 F_1 千粒重相差不大， F_2 世代主基因遗传力为 0.86%~0.97%，多基因遗传力为 68.06%~80.33%，两者合计的遗传力为 68.92%~81.30%。说明千粒重这个性状不仅是核基因控制的，而且它还是由多基因控制的数量性状，这与周清元^[9]、李仕贵^[10]、石春海^[11]、芮重庆^[12]的研究结果是一致的。了解千粒重性状的遗传规律，将为杂交水稻优质高产育种提供理论依据。

参考文献：

- [1] 袁隆平. 杂交水稻学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [2] 陈光辉, 周清明, 王建龙, 等. 两系杂交水稻千粒重的遗传研究 [J]. 热带作物学报, 2007, 28 (4): 57-61.
- [3] 董桂春, 王余龙, 吴华. 水稻品种间穗重构成因子的差异性研究 [J]. 扬州大学学报: 农业与生命科学版, 2003, 24 (4): 62-66.
- [4] 盖钧镒, 管荣展, 王建康. 植物数量性状 QTL 体系检测的遗传试验方法 [J]. 世界科技研究与发展, 1999, 21 (1): 34-40.
- [5] 盖钧镒, 王建康. 利用回交世代或 $F_2:3$ 家系世代鉴定数量性状主基因-多基因混合遗传模型 [J]. 作物学报, 1998, 24 (4): 402-409.
- [6] 王建康, 盖钧镒. 利用杂种 F_2 世代鉴定数量性状主基因-多基因混合遗传模型并估计其遗传效应 [J]. 遗传学报, 1997, 24 (5): 432-440.
- [7] 王建康, 盖钧镒. 数量性状主基因-多基因混合遗传的 P_1 , F_1 , P_2 , F_2 和 $F_2:3$ 联合分析方法 [J]. 作物学报, 1998, 24 (6): 651-659.
- [8] GAI J Y, J K WANG. Identification and estimation of a QTL model and its Effects [J]. Theor Appl Genet, 1998, 97: 1162-1168.
- [9] 周元清, 安华, 张毅. 水稻籽粒形态性状遗传研究 [J]. 西南农业大学学报, 2000, 22 (2): 102-104.
- [10] 李仕贵, 黎汉云, 周开达等. 杂交水稻稻米品质性状的遗传相关分析 [J]. 西南农业大学学报, 1995, 17 (3): 196-201.
- [11] 石春海, 申宗坦. 早灿粒形的遗传与改良 [J]. 中国水稻科学, 1995, 9 (1): 27-32.
- [12] 芮重庆, 赵安常. 籼稻粒重及粒形 F_1 遗传特性的双列分析 [J]. 中国农业科学, 1983 (5): 14-20.

(责任编辑: 柯文辉)