

杂交中稻产量构成因素与产量相关性的分析

胡 蓉

(福州市种子管理站, 福建 福州 350011)

摘 要: 通过对福州市 2007~ 2009 年中稻新品种联合区试的 30 个杂交中稻品种的产量和产量构成因素观测数据分析, 为鉴定、评选高产稳产中稻新品种及配套栽培技术提供科学依据。差异性分析表明, 粒重变异系数最小, 性状相对稳定; 回归分析结果显示 5 个产量构成因素与产量呈正相关关系, 其中丛穗数、穗实粒数和结实率相关性达显著水平; 偏相关分析表明, 丛穗数、穗实粒数和粒重与产量呈显著正相关, 穗总粒数和结实率与产量的偏相关系数为负值, 但不显著; 通径分析表明, 丛穗数、穗实粒数和粒重对产量的直接效应均为正值, 其中穗实粒数的直接贡献最大, 丛穗数、穗实粒数和粒重对产量的间接效应均为负效应, 其中丛穗数通过粒重的间接负效应值较大。综合上述分析结果, 在对福州地区杂交中稻新品种的筛选时, 穗实粒数和丛穗数应作为优先考察的因素, 同时兼顾粒重和穗总粒数, 并要求相对稳定的结实率。

关键词: 杂交中稻; 产量构成因素; 产量; 相关性; 效应

中图分类号: S 511 文献标识码: A

Correlation Between Yield and Yield Components of Hybrid Mid-season Rice

HU Rong

(Seed Management Station of Fuzhou City, Fuzhou, Fujian 351100, China)

Abstract: Yield and yield components of 30 mid-season rice hybrids were studied in a joint regional field test in Fuzhou during 2007-2009. Data for identifying and selecting new stable, high-yield, mid-season rice varieties, as well as, establishing the cultivation technology was obtained. A differential analysis indicated that the difference on the variation coefficients for grain weight was the smallest among all, and the characteristics of the varieties tended to be relatively stable. The regression analysis showed that the 5 yield components positively correlated with yield, with the panicle number, filled spikelets per panicle and seed-setting rate significantly correlated. The partial correlation analysis showed that the panicle number, filled spikelets per panicle and grain weight had significant positive correlations with yield, while the partial correlation coefficient between spikelets per panicle or seed-setting rate and yield was negative, and not significant. The path analysis indicated that the direct effects of the panicle number, filled spikelets per panicle and grain weight on yield were all positive, and the filled spikelets per panicle contributed most greatly to the effect. All indirect effects of the panicle number, filled spikelets per panicle and grain weight on yield were negative, with the panicle number affected by the grain weight relatively high. When all factors were taken into consideration, the filled spikelets per panicle and panicle number should be the critical criteria for selection. However, at the same time, the grain weight and spikelets per panicle, as well as a relatively stable seed-setting rate could not be neglected.

Key words: mid-season rice hybrids; yield components; correlation

高产稳产是考察参加区域联合比较试验水稻新品种的最主要指标, 而水稻的产量是由穗数、穗粒数、粒重等产量构成因素来决定的。相关研究表明, 不同品种、不同地区及不同栽培方式, 水稻的各构成因素对产量影响大小不尽一致^[1- 4]。利用福州市 2007~ 2009 年中稻新品种联合区试的 30 个杂

交中稻品种的产量和产量构成因素进行相关性和通径分析, 研究其产量各构成因素与产量的相关性及各产量构成因素间的相关性, 为鉴定评选高产稳产中稻新品种及配套栽培技术提供科学依据, 以期进一步提高鉴定评选的水平。

收稿日期: 2011- 02- 01 初稿; 2011- 03- 11 修改稿
作者简介: 胡蓉 (1961-), 女, 高级农艺师, 主要从事农作物新品种繁育工作 (E-mail: hurongfz@126.com)
基金项目: 福州市农业局良种繁育项目 (2007- 2009)

1 材料与方法

材料取自 2007~ 2009 年福州市中稻新品种区域联合比较试验。联合区试点共 5 个, 分别是闽清、闽侯、永泰、连江和罗源, 地理位置从北纬 25°50′ 至 26°34′, 东经 118°25′ 至 119°23′, 海拔 180 ~ 530 m 的低海拔半山区、山区; 参试品种共 30 个次, 分别是双两优 623、8 两优 1128、两优 15、中浙优 1 号、谷丰 A/148、宜香 586、兴优 15、两优 1586、Y 两优 189、II 优 167、两优 3398、II 优 7612、冈优 122、天优 2176、乐优 2086、II 优 7610、两优 R47、宜优 527、II 优明 86、两优 2186、58s/3398*、川香优 561*、兴优 94*、金农 3 优 3*、信丰优 315* (带* 号的系复试品种)。

试验方案统一制定、统一执行记载项目及记载标准。试验地的肥力中等偏上, 地力均匀, 排灌方便, 施肥水平和田间管理按当地标准和习惯进行。试验采用随机区组排列, 3 次重复, 小区面积 13.34 m² (长 6.06 m, 宽 2.20 m, 栽植密度 20 cm × 20 cm, 丛插 2 粒谷), 四周设保护行。播种期在 4 月 23 日至 5 月 8 日, 插秧期为 5 月 22 日至 6 月 10 日。成熟期, 每小区取 2 点, 每点 10 丛, 调查

丛穗数并从中抽取有代表性的 5 丛植株进行室内考种。丛穗数 (X_1)、穗总粒数 (X_2)、穗实粒数 (X_3)、结实率 (X_4)、粒重 (X_5) 取各试点的平均值; 小区产量 (Y) 取各试点三重重复产量平均值。

采用 DPS 数据处理系统对观测数据进行差异性分析、相关分析、偏相关分析、多元回归分析及通径分析^[5-6]。

2 结果与分析

2.1 产量及产量构成因素差异性分析

产量及产量构成因素差异性分析结果见表 1。分析结果表明, 不同品种的产量及产量构成因素均存在较大的差异, 各品种的产量及产量构成因素等 6 个性状差异均达显著水平; 6 个性状的观测值变异系数在 7.79%~ 26.96% 之间, 变异系数大小依次为: 穗总粒数 (26.96%) > 小区产量 (23.90%) > 穗实粒数 (18.89%) > 丛穗数 (18.59%) > 结实率 (15.77%) > 粒重 (7.79%)。差异性分析表明, 各品种的粒重这一产量性状相对较稳定, 而穗总粒数、穗实粒数和丛穗数则有较大的变异性。

表 1 产量及构成因素变异分析
Table 1 Variation analysis on yield and yield components

| 项目 | 丛穗数 X_1 (条) | 穗总粒数 X_2 (粒) | 穗实粒数 X_3 (粒) | 结实率 X_4 (%) | 粒重 X_5 (g·千粒 ⁻¹) | 产量 Y (kg) |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------------------------|----------------|
| 最大值 | 12.5 | 224.96 | 146.24 | 91.14 | 31.32 | 11.04 |
| 最小值 | 7.65 | 124.74 | 105.16 | 64.85 | 24.12 | 7.32 |
| 变异幅度 | 4.85 | 100.22 | 41.08 | 26.29 | 7.7 | 3.72 |
| 平均值 | 9.59 | 156.87 | 126.74 | 81.58 | 28.12 | 9.47 |
| 标准差 | 1.78 | 42.29 | 23.93 | 12.87 | 2.19 | 2.26 |
| 变异系数 (%) | 18.59 | 26.96 | 18.89 | 15.77 | 7.79 | 23.90 |

2.2 产量及产量构成因素相关分析

2.2.1 产量及产量构成因素多元线性回归分析

产量及产量构成因素多元线性回归分析结果见表 2。从表 2 可看出, 各产量构成因素与产量均呈正相关, 相关程度依次为: 穗实粒数 (0.614 6) > 结实率 (0.478 2) > 丛穗数 (0.441 8) > 穗总粒数 (0.142 3) > 粒重 (0.056 3), 其中丛穗数、穗实粒数、结实率与产量相关显著, 而穗总粒数和粒重与产量相关不显著。

分析结果还表明, 丛穗数与穗总粒数、结实率呈显著负相关, 与穗实粒数和粒重呈负相关, 但不

显著; 穗总粒数与穗实粒数呈显著正相关, 而与结实率、粒重呈负相关, 与结实率负相关达显著; 穗实粒数与结实率呈正相关, 而与粒重呈负相关, 但均不显著; 结实率与粒重呈较弱的正相关。

2.2.2 产量及产量构成因素之间的偏相关分析

通过偏相关分析, 可以得到与产量真实联系密切的因素。从表 3 可看出, 产量与穗总粒数、结实率的偏相关系数为负值, 经 t 测验为不显著, 说明穗总粒数和结实率与产量之间关系真实相对不密切, 而丛穗数、穗总粒数、粒重均与产量呈显著正相关, 说明它们与产量之间关系密切。

表 2 产量构成因素与产量的相关系数
Table 2 Correlation coefficient between yield and yield components

| 因子 | 丛穗数 X_1 | 穗总粒数 X_2 | 穗实粒数 X_3 | 结实率 X_4 | 粒重 X_5 |
|--------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|----------|
| 丛穗数(穗) X_1 | | | | | |
| 穗总粒数(粒) X_2 | - 0.3466* | | | | |
| 穗实粒数(粒) X_3 | - 0.1563 | 0.6748* | | | |
| 结实率(%) X_4 | - 0.2743* | - 0.5913* | 0.1821 | | |
| 粒重($g \cdot \text{千粒}^{-1}$) X_5 | - 0.0042 | - 0.2122 | - 0.2305 | 0.0695 | |
| 小区均产(kg) Y | 0.4418* | 0.1423 | 0.6146* | 0.4782* | 0.0563 |

注：“*”表示差异达显著水平。

表 3 产量构成因素与产量的偏相关系数
Table 3 Partial correlation coefficient of yield and yield components

| 类别 | 偏相关 | t 值 | 显著水平 P |
|-------------|----------|---------|----------|
| $r(Y, X_1)$ | 0.9251 | 11.9382 | 0.0000 |
| $r(Y, X_2)$ | - 0.0806 | 0.3962 | 0.6953 |
| $r(Y, X_3)$ | 0.5118 | 2.9184 | 0.0073 |
| $r(Y, X_4)$ | - 0.0330 | 0.1615 | 0.8730 |
| $r(Y, X_5)$ | 0.8739 | 8.8070 | 0.0000 |

2.2.3 产量及产量构成因素多元回归分析 通过逐步多元回归分析，筛选出与产量较为密切的 3 个性状，即丛有效穗 (X_1)、穗实粒数 (X_3) 和结实率 (X_4)，建立多元回归方程：

$$Y = -14.9533 + 0.8200X_1 + 0.0806X_3 + 0.2797X_5$$

该方程的相关系数为 0.960 2，达显著水平，表明丛穗数、穗实粒数和粒重这 3 个产量构成因素与产量有真实密切关系，并且可以通过方程预知产量。

2.2.4 产量及产量构成因素通径分析 利用与产量较为密切的 3 个性状进行通径分析，分析结果见表 4。从表 4 可见，穗实粒数对产量的直接效应最大，通径系数为 0.876 0，说明穗实粒数对产量起最主要作用，穗实粒数多的品种产量高；但穗实粒数通过丛穗数、粒重对产量均呈负向间接作用，其中通过丛穗数的负向作用较大，达显著水平，说明丛穗数增多会导致穗实粒数对产量的贡献显著减少，在鉴定评选品种时应两者兼顾。丛穗数对产量的直接效应略小于穗实粒数，通径系数为 0.812 2，说明丛穗数对产量的提高起主要作用，有效穗多的品种产量高；而丛穗数通过穗实粒数、粒重对产量呈间接负向作用，但都不显著，其中穗实粒数的负

向作用较大，这也进一步说明穗实粒数与丛穗数之间的关系应协调均衡。粒重对产量的直接效应虽然是这 3 个性状中最小的，通径系数为 0.583 3，但也达显著水平，说明粒重对产量的贡献也不能忽略；粒重通过丛粒数、穗实粒数对产量均呈负间接作用，但都不显著，说明粒重这一性状相对稳定。

表 4 产量构成因素与产量的通径分析
Table 4 Path analysis of yield and yield components

| 因子 | 直接效应 | 间接效应 | | |
|--------------------------------------|--------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | $X_1 \rightarrow Y$ | $X_3 \rightarrow Y$ | $X_5 \rightarrow Y$ |
| 丛穗数(穗) X_1 | 0.8122 | | - 0.1369 | - 0.1344 |
| 穗实粒数(粒) X_3 | 0.8760 | - 0.3250 | | - 0.2334 |
| 粒重($g \cdot \text{千粒}^{-1}$) X_5 | 0.5833 | - 0.1269 | - 0.2019 | |

注： $r^2=0.9301$ ， $P_e=0.2644$ 。

3 讨论与结论

通过以上对福州市 2007~ 2009 年中稻联合区试的 30 个杂交水稻品种的产量及其构成因素的综合分析表明，5 个产量构成因素在变异性、与产量的相关性、对产量的直接效应和间接效应存在较大的差异：

3.1 产量及产量构成因素的变异性分析表明，穗总粒数的变异系数最大，其他依次是穗实粒数、丛穗数、结实率、粒重，说明穗总粒数及丛穗数、穗实粒数在选择上有较大的空间，而粒重这一性状则相对较稳定，选择的余地较小。

3.2 产量及产量构成因素间的多元线性回归分析表明，丛穗数、穗总粒数、穗实粒数、结实率、粒重均与产量呈正相关关系，其中丛穗数、穗实粒数、结实率三因素相关性达显著水平。产量构成因素间相关性达显著水平的是：丛穗数与结实率、穗

总粒数呈显著负相关；穗总粒数与穗实粒数呈显著正相关，与结实率呈显著负相关。

3.3 偏相关分析表明，丛穗数、穗实粒数和粒重均与产量呈显著正相关，丛穗数、穗实粒数和粒重这 3 个性状与产量的真实关系密切。穗总粒数和结实率与产量的偏相关系数为负值，但不显著，说明穗总粒数和结实率与产量真实关系不密切。

3.4 通过对丛穗数、穗实粒数、粒重 3 个与产量真实关系密切的性状进行通径分析表明，丛穗数、穗实粒数、粒重对产量的直接效应均为正值，其中穗实粒数的直接贡献最大，其次是丛穗数、粒重，但穗实粒数通过丛穗数对产量的间接负效应值较大，其多元回归方程： $Y = -14.9533 + 0.8200X_1 + 0.0806X_3 + 0.2797X_5$ 。

综上所述，杂交中稻产量与其产量构成因素、各产量构成因素间存在较复杂的相关关系，穗实粒数是影响产量的最大因素，其次是丛穗数；穗实粒数通过丛穗数对产量呈显著水平的负向间接作用，因此，在鉴定筛选本地区杂交中稻新品种时，应首先考察穗实粒数这一性状，其次是分蘖力，同时考虑穗实粒数与丛穗数之间的关系协调均衡。在栽培

上，应注意插足基本苗，施足基肥，早施追肥，促分蘖，够苗适时烤田，提高成穗率，适当增加单位面积的丛穗数；同时 N、P、K 肥要配合施，增施磷钾肥，促壮秆；巧施穗肥，促大穗；齐穗后要根外追肥，增强后劲，合理管水，确保正常转色，提高结实率与粒重，从而实现高产稳产。

参考文献:

[1] 高良艳, 周鸿飞. 水稻产量构成因素与产量的分析 [J]. 辽宁农业科学, 2007, (1): 26-28.
[2] 袁伟玲, 曹凑贵, 程建平. 水稻产量性状相关性通径分析 [J]. 垦殖与稻作, 2005, (4): 6-8.
[3] 陈明章. 杂交晚稻产量构成因素与产量的分析 [J]. 福建农业科技, 2010, (3): 3-5.
[4] 郭玉春, 梁康逵, 吴杏春, 等. 新株型水稻物质生产与产量形成的生理生态研究. (III) 单株产量与穗部性状的相关和通径分析 [J]. 福建稻麦科技, 2002, (2): 1-4.
[5] 唐启义, 冯明光. DPS 数据处理系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
[6] 周以飞, 黄华康. 农作物品种试验与统计 [M]. 福州: 福建科学技术出版社, 2004: 10.

(责任编辑: 柯文辉)