

籼型优质稻株型设计及选育指标研究^{*}

I. 主要性状的相关性及主成分分析

陈志强 李 静 李 卉

(华南农业大学农学系, 广州, 510642)

摘要 对广东优质稻3个当家品种及部分新育成优质品种18个性状及主成分分析的研究表明, 影响优质稻产量的主要因素均属穗部性状, 按其贡献率大小的排序为: 穗粒数→粒长→单株穗重→结实率→穗长→粒宽。冠层3片功能叶的叶宽与穗粒数、单株穗重和千粒重呈极显著或显著正相关。适当加大冠层3片功能叶叶宽是优质稻株型改良的一个侧重点。文中还结合性状间的关系及当前优质稻品种存在的问题进行了讨论。

关键词 优质稻; 株型; 相关性; 主成分分析

中图分类号 S 331

60年代水稻株型理论的提出和不断的深入研究, 使水稻高产品种的选育获得了巨大成功。进入80年代, 随着市场和生产上的需求, 水稻品种的品质改良已成为育种上十分突出的育种目标。从广东省“七五”和“八五”10年的优质稻育种状况来看, 虽然培育出不少新的优质品种, 但突出的特别是在产量上有较大突破的新品种太少。造成这种育种成效不大的原因虽然是多方面的, 但其中十分重要的一条是优质稻株型理论研究跟不上, 使育种工作处在一种靠碰运气的状态。

针对这种状况, 本研究采用过去对株型研究行之有效的性状相关性和主成分分析方法, 对广东省当前优质稻生产中的当家品种及部分新育成的优质高产品种进行研究, 以期找出籼型优质稻茎叶形态性状和产量性状结构上的最佳结合, 为籼型优质稻新品种选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料分别为当前广东省优质稻生产中的3个当家品种: 粳粳89、七山占和七桂早25, 以及3个新育成的品种(品系): 华粳占(华南农业大学)、三源921(佛山市农科所)和长丝占(广东省农科院)。

1.2 试验方法

田间试验于1995年早季在华南农业大学教学实验场跃进四区水稻育种基地进行。2月28日播种, 4月7日插秧。随机区组设计, 3次重复。插植规格为20 cm×20 cm, 单株植, 每小区插植60株。整个试验过程采用常规的大田生产管理。

1997-04-04 收稿 陈志强, 男, 40岁, 副教授

^{*} 广东省自然科学基金项目

每小区于中间定点 10 株进行田间调查并于成熟期取样进行室内考种。田间调查和室内考种的性状见表 1。性状调查的数据采用 SAS 系统进行方差分析、相关分析及主成分分析。

表 1 田间调查及室内考种的主要性状¹⁾

| 代号 | 性状 | 代号 | 性状 | 代号 | 性状 |
|-------|---------|----------|---------|----------|--------|
| X_1 | 株高/cm | X_7 | 倒三叶宽/cm | X_{13} | 实粒数 |
| X_2 | 剑叶长/cm | X_8 | 穗长/cm | X_{14} | 空粒数 |
| X_3 | 剑叶宽/cm | X_9 | 单株穗重/g | X_{15} | 结实率(%) |
| X_4 | 倒二叶长/cm | X_{10} | 单株穗数 | X_{16} | 千粒重/g |
| X_5 | 倒二叶宽/cm | X_{11} | 第一枝梗数 | X_{17} | 粒长/cm |
| X_6 | 倒三叶长/cm | X_{12} | 穗粒数 | X_{18} | 粒宽/cm |

1) 粒长、粒宽均为 10 粒谷排列 3 次重复平均值

2 结果与分析

2.1 方差分析

从方差分析的结果可以看出,除了粒长和粒宽两个性状外,其余所有性状均达显著水准(表 2),这为进一步的统计分析提供了可靠性,而粒长和粒宽两性状的 F 值未达显著水准,说明本次参试的品种均属粒型相近的优质稻品种。

表 2 品种性状的方差分析

| 变异来源 | 自由度 | 方 差 | | | | | |
|-------|-----|----------|----------|----------|---------|----------|----------|
| | | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 | X_6 |
| 品种间 | 5 | 841.257 | 246.533 | 1.728 | 281.572 | 1.463 | 632.997 |
| 误差 | 174 | 15.678 | 28.225 | 0.029 | 33.710 | 0.021 | 18.621 |
| F 值 | | 53.66 ** | 8.730 ** | 58.60 ** | 8.35 ** | 71.53 ** | 33.99 ** |

| 变异来源 | 自由度 | 方 差 | | | | | |
|-------|-----|----------|----------|---------|----------|----------|-----------|
| | | X_7 | X_8 | X_9 | X_{10} | X_{11} | X_{12} |
| 品种间 | 5 | 0.867 | 23.472 | 158.036 | 65.876 | 55.606 | 31579.743 |
| 误差 | 174 | 0.031 | 1.717 | 36.980 | 7.392 | 1.165 | 1023.794 |
| F 值 | | 28.87 ** | 13.67 ** | 4.27 ** | 8.91 ** | 47.73 ** | 30.85 ** |

| 变异来源 | 自由度 | 方 差 | | | | | |
|-------|-----|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | X_{13} | X_{14} | X_{15} | X_{16} | X_{17} | X_{18} |
| 品种间 | 5 | 12918.846 | 7361.129 | 538.739 | 11.045 | 0.005 | 0.0003 |
| 误差 | 174 | 950.031 | 457.117 | 95.538 | 1.846 | 0.002 | 0.0002 |
| F 值 | | 13.60 ** | 16.10 ** | 5.64 ** | 5.98 ** | 2.10 | 1.59 |

2.2 相关分析

从图 1 可以看到,单株穗重与剑叶宽、倒二叶宽、单株穗数、穗粒数和实粒数呈极显著正相关;与株高、倒三叶宽、结实率和千粒重呈显著正相关。说明优质稻品种单株穗重性状的选择,除了应以穗数作基础,着重提高穗粒数,保证结实率,加重千粒重外,重视加大植株上

部 3 片叶的宽度是很有利的。株高与单株穗数、结实率和剑叶长呈极显著负相关(图 2), 与其它性状均呈显著或极显著的正相关关系, 由此可以看出, 保持一定的植株高度, 不单有利于大穗和增加粒数, 对保证植株上部 3 片叶的生长量进而保证单株穗重是很有利的。但也应注意株高不宜过高, 以免影响结实率。

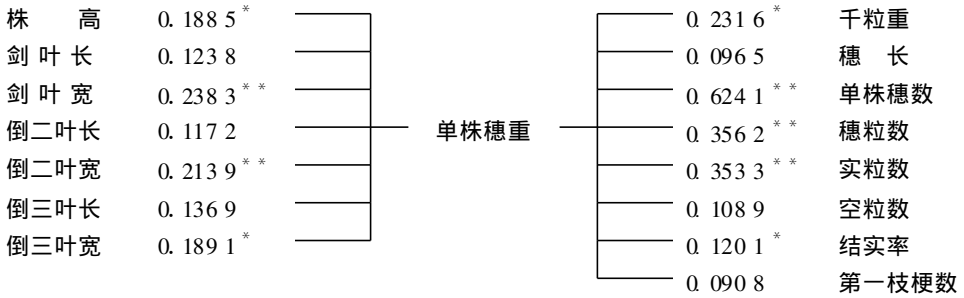


图 1 单株穗重与有关性状的相关关系

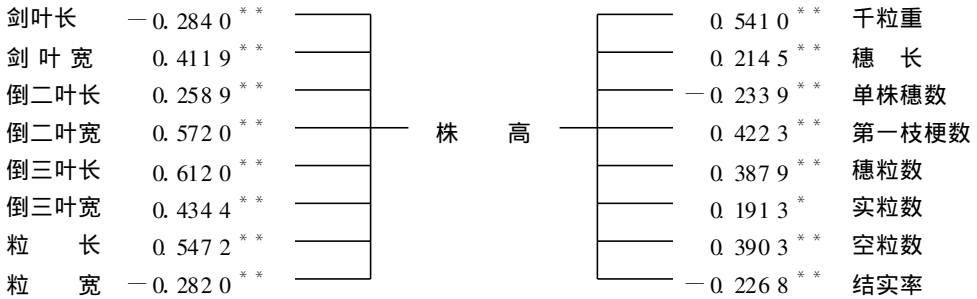


图 2 株高与有关性状的相关关系

从表 3 叶片性状与穗部性状的关系来看, 上部 3 片叶叶长与穗长均呈极显著正相关, 而倒二叶宽和倒三叶宽与穗长呈负相关关系。值得注意的是, 剑叶长与穗粒数、第一枝梗数和千粒重呈负相关, 但其它 5 个叶片性状则与这 3 个性状呈正相关或极显著正相关关系; 相反, 剑叶长与结实率呈正相关, 而其它 5 个叶片性状均与结实率呈负相关或极显著负相关关系。由此可以看出, 在注意结实率的前提下, 控制剑叶长度, 适当增加倒二和倒三叶长度, 加大上部三片叶宽, 对优质稻穗部产量性状的提高是有效的。

表 3 叶片性状与穗部性状的关系

| 性状 | 剑叶长 | 剑叶宽 | 倒二叶长 | 倒二叶宽 | 倒三叶长 | 倒三叶宽 |
|-------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 穗长 | 0.2378** | 0.0893 | 0.3534** | -0.1423 | 0.2766** | -0.0274 |
| 单株穗数 | 0.3093** | -0.1746* | 0.0402 | -0.1361 | -0.1102 | -0.1077 |
| 第一枝梗数 | -0.0853 | 0.3551** | 0.4392** | 0.2115** | 0.4983** | 0.2121** |
| 穗粒数 | -0.0553 | 0.6216** | 0.3187** | 0.4683** | 0.3344** | 0.3861** |
| 实粒数 | 0.0215 | 0.4107** | 0.1971** | 0.2331** | 0.1424 | 0.1457 |
| 空粒数 | -0.1243 | 0.4917** | 0.2646** | 0.4683** | 0.3681** | 0.4514** |
| 结实率 | 0.1377 | -0.1926** | -0.0875 | -0.2785** | -0.2348** | -0.3118** |
| 千粒重 | -0.1867 | 0.4393** | 0.2532 | 0.3496** | 0.4251** | 0.4999** |

表4表明粒长和粒宽与大部分性状的关系不是很密切,但从粒长与穗长和第一枝梗数呈极显著正相关以及粒宽与千粒重呈显著正相关可以看出,通过加大粒宽和粒长,有利于大穗和粒重的增加。

表4 粒型性状与穗部性状的相关关系

| 性状 | 穗长 | 单株穗重 | 单株穗数 | 第一枝梗数 | 穗粒数 | 实粒数 | 空粒数 | 结实率 | 千粒重 |
|----|----------------------|--------|---------|----------------------|---------|---------|--------|---------|----------------------|
| 粒长 | 0.4464 ^{**} | 0.0266 | -0.1042 | 0.6375 ^{**} | -0.0135 | -0.1358 | 0.1517 | -0.2235 | 0.2743 |
| 粒宽 | -0.2226 | 0.0368 | -0.1177 | -0.2203 | 0.1783 | 0.2234 | 0.0209 | 0.1053 | 0.2797 ^{**} |

2.3 主成分分析

对参试的6个品种18个性状因子进行主成分分析,入选的前6个特征根和相应的特征向量,累积贡献率达86.03%(表5、表6)。

表5 主成分分析的特征根、贡献率及累积贡献率

| 顺序 | 特征根 | 贡献率/(%) | 累积贡献率/(%) |
|----|---------|---------|-----------|
| 1 | 6.02849 | 33.49 | 33.49 |
| 2 | 3.26936 | 18.16 | 51.65 |
| 3 | 2.43462 | 13.53 | 65.18 |
| 4 | 1.54603 | 8.59 | 73.77 |
| 5 | 1.30535 | 7.25 | 81.02 |
| 6 | 0.90203 | 5.01 | 86.03 |

表6 主成分分析的特征向量

| 变量 | 特征向量 | | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | L_1 | L_2 | L_3 | L_4 | L_5 | L_6 |
| | (第1主成分) | (第2主成分) | (第3主成分) | (第4主成分) | (第5主成分) | (第6主成分) |
| 株高 | 0.297978 | 0.093612 | -0.072699 | -0.388764 | -0.129755 | 0.116908 |
| 剑叶长 | -0.097930 | 0.345261 | 0.269308 | 0.259110 | 0.117950 | -0.205177 |
| 剑叶宽 | 0.317679 | -0.177502 | 0.083777 | 0.087416 | -0.123078 | -0.262832 |
| 倒二叶长 | 0.205272 | 0.338858 | 0.144670 | 0.258643 | 0.058158 | -0.192019 |
| 倒二叶宽 | 0.300846 | -0.244804 | -0.009851 | -0.069208 | -0.287388 | -0.126238 |
| 倒三叶长 | 0.273012 | 0.247748 | -0.001004 | -0.155523 | -0.285163 | 0.047329 |
| 倒三叶宽 | 0.287489 | -0.261793 | -0.031924 | 0.054963 | -0.246775 | -0.167554 |
| 穗长 | 0.143019 | 0.305293 | 0.051577 | 0.018152 | 0.438072 | 0.021416 |
| 单株穗重 | 0.169688 | 0.057547 | 0.451900 | 0.116816 | -0.227385 | 0.413310 |
| 单株穗数 | -0.064931 | 0.198078 | 0.354532 | 0.283734 | -0.422292 | 0.258692 |
| 第一枝梗数 | 0.295606 | 0.239427 | -0.125098 | -0.050774 | 0.123300 | -0.042786 |
| 穗粒数 | 0.335757 | -0.114214 | 0.180877 | 0.114382 | 0.253428 | -0.127971 |
| 实粒数 | 0.219724 | -0.105436 | 0.417395 | -0.204413 | 0.261567 | -0.219423 |
| 空粒数 | 0.283296 | -0.057227 | -0.228761 | 0.452684 | 0.091751 | 0.065065 |
| 结实率 | -0.146895 | 0.005500 | 0.442287 | -0.481604 | 0.019765 | -0.142488 |
| 千粒重 | 0.296013 | -0.089650 | -0.012361 | -0.123579 | 0.238551 | 0.444302 |
| 粒长 | 0.135449 | 0.402605 | -0.242085 | -0.249181 | -0.008428 | 0.246933 |
| 粒宽 | -0.034693 | -0.381031 | 0.176817 | 0.095051 | 0.300565 | 0.452280 |

从表 5、表 6 可以看出, 第一主成分的特征向量以穗粒数的正值最大, 称粒数因子。次为剑叶宽、倒二叶宽、株高、千粒重、第一枝梗数和倒三叶宽。表明第一主成分值大的材料, 上部 3 片叶较宽, 穗较大, 千粒重较重。

第二主成分的特征向量以粒长的绝对值最大, 称为粒长因子。次为粒宽、剑叶长、倒二叶长和穗长, 表明第二主成分值大的材料, 粒形细长, 上部 3 片叶窄长, 穗较长但粒数较少。

第三主成分以单株穗重的分量最大, 称为穗重因子。次为结实率、实粒数和单株穗数。表明第三主成分值大材料, 结实率高, 穗数较多。

第四主成分的特征向量以结实率的贡献最大, 称为结实因子。次为空粒数、株高、单株穗数、剑叶长和倒二叶长, 表明结实率低, 株矮穗数多, 且剑叶和倒二叶长。

第五主成分以穗长的份量最大, 称穗长因子。次为单株穗数、粒宽、倒二叶宽和倒三叶长。表明第五主成分值大, 穗少叶窄但粒较宽。

第六主成分的特征向量以粒宽最大, 称为粒宽因子, 次为千粒重, 单株穗重。表明粒宽增大, 粒重和穗重同时增加。

从上述主成分分析结果可以看出, 对优质稻产量影响最大的因素都属穗部性状。而从穗粒数→粒长→单株穗重→结实率→穗长→粒宽这几个因素的贡献率大小排序可以进一步发现, 优质稻产量的改良和突破重点应放在穗粒数、粒长和单株穗重, 有效地提高结实率, 增加穗长及粒宽对提高单株穗重会起到很大的作用。

3 讨论

穗数、穗粒数和千粒重是影响水稻产量的 3 个基本要素。过去, 从株型的角度把水稻品种分为穗重型和穗数型。近年来, 在水稻高产、超高产研究中, 对如何协调穗多和穗大的矛盾, 黄耀祥(1990)提出“早长”大穗超高产型设想; 杨守仁等(1996)在原来“两偏理论”(偏矮秆和偏大穗)基础上提出“三好理论”(植株高矮好、稻穗大小好和分蘖力强弱好)。一些研究也指出穗重较之穗数与产量的关系更为密切(黄超武等, 1995; 程式华等, 1988)。本研究中主成分分析结果表明, 对产量贡献较大的都属穗部性状, 特别是穗粒数、粒长和单株穗重 3 个性状贡献最大。这一结果反映出广东省当前生产上应用的优质稻品种产量性状存在的几个问题: 一是穗粒数不够; 二是谷粒细短, 千粒重小, 特别是与泰国和澳洲的优质品种相比, 大部分品种的千粒重与之相差 5~8 g; 三是结实率普遍不稳定。这三方面存在的问题直接影响单株穗重从而影响优质稻产量。作者认为, 要改良优质稻品种的产量, 重点在穗粒结构的改良, 特别是应从增加穗粒数, 增加谷粒长度及适当加大宽度以改良粒重性状, 从而达到提高单株穗重。由于单株穗重与单株穗数呈极显著正相关, 与株高呈显著正相关; 而株高又与单株穗数呈极显著负相关, 因此, 将株高控制在 100 cm 左右、分蘖力控制在中等水平对发挥穗粒结构性状的优势是有利的。

水稻株型的研究指出, 叶片的形态性状, 特别是上部 3 片功能叶的形态性状直接影响群体的叶面积指数和受光效率从而影响产量的高低。本研究结果表明, 上部 3 片叶叶宽与单株穗重、第一枝梗数、穗粒数和千粒重均呈极显著正相关, 但与单株穗数和结实率呈负相关或极显著负相关; 3 片叶的叶长均与穗长呈极显著正相关, 但剑叶长则与第一枝梗数、穗粒数和千粒重呈负相关。作者认为, 优质稻品种在叶片性状改良上可考虑对倒二叶和倒三叶加长加宽, 而剑叶则应该是短、直并适当加宽。这对于提高优质稻生长中后期群体的叶面积

指数和受光效率,对提高穗长、穗粒数和千粒重以致增加穗重是有利的。

本次试验由于客观因素的影响未能将叶片角度和叶片厚度两个性状的调查数据一起进入分析,是一个缺憾。另外,理想株型的研究往往涉及形态和机能两个方面,例如生育期长短、耐肥抗倒性、后期茎叶转色、茎蘖集散度以及穗颈大小、茎壁厚度等等,这些性状也直接或间接地制约着产量结果。这些均有待进一步研究。

致谢 本研究在计算过程中得到了黎祖强、区靖祥、陈伟栋老师和罗伟钦同学的帮助和支持。在此一并表示衷心的感谢。

参 考 文 献

- 杨守仁,张龙步,陈温福,等. 1996. 水稻超高产育种的理论和方法. 中国水稻科学, 10(2): 115~120
- 程式华,黄超武. 1988. 华南地区水稻品种发展中产量及有关性状的演变研究. 华南农业大学学报, 9(1): 17~29
- 黄耀祥. 1990. 水稻超高产育种研究. 作物杂志, (4): 1~2
- 黄超武,倪 曲. 1995. 籼稻品种株型性状构成研究. 广州: 广东科技出版社, 144~160
- 熊振民,王建林. 1992. 我国水稻超高产品种选育的理论与实践. 水稻文摘, 11(4): 1~8
- IRRI Goal. 1991. A New Plant Type. The IRRI Report, (3): 2~3

STUDIES ON PLANT TYPE DESIGN AND SELECTION TARGET OF HIGH QUALITY VARIETIES IN INDICA RICE I . CORRELATIVITY AND PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS OF MAJOR CHARACTERES

Chen Zhiqiang Li Jing Li Hui

(Dept. of Agronomy, South China Agr. Univ., Guangzhou 510642)

Abstract

The correlativity and principal components analysis of 18 characters of 6 quality varieties were studied in 1995. The results indicated that the principal factors which had influence on yield of quality rice varieties fell into the head characters and that their contributive proportion were arranged as follows: grain number per panicle→grain length→panicle weight→setting percentage→panicle length→grain width. The width of the top three functional leaves was found to have extremely significantly or significantly positive correlation with grain number per panicle, panicle weight and 1000 grain weight. It was pointed out that adding appropriately width of the top three functional leaves will be emphasized on plant type improvement of quality rice varieties. The relations among characters and, at present, some question exposed in quality rice varieties were also discussed in the paper.

Key words quality rice variety; plant type; correlativity; principal components analysis