

# 长江中下游籼稻品种籽粒性状分析

胡国辉 朱德峰 陈惠哲 向镜 张义凯 张玉屏\*

(中国水稻研究所/水稻生物学国家重点实验室, 杭州 310006; 第一作者: 229387537@qq.com; \* 通讯作者: cnrrizyp@163.com)

**摘要:** 利用长江中下游大面积应用的 47 个籼稻品种籽粒为材料, 通过自动考种及千粒重测定, 分析了水稻籽粒各性状。结果表明, 水稻籽粒各性状中, 长宽比与圆度的相关性最大, 相关系数达-0.98。提出可以将圆度作为水稻籽粒分类指标, 圆度 $>0.303$  时为偏圆型,  $0.248 < \text{圆度} \leq 0.303$  时为中粒型, 圆度 $\leq 0.248$  时为长粒型。

**关键词:** 水稻; 品种; 籽粒性状; 圆度

**中图分类号:** S511.2+1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8082(2018)06-0018-03

水稻(*Oryza sativa*)是我国重要的粮食作物, 其籽粒性状与稻米品质与人们的喜好息息相关。众多研究者在水稻籽粒性状方面做了大量研究, 也获得了一些重要成果。周广生等<sup>[1]</sup>研究表明, 孕穗期干旱导致水稻籽粒的体积、长、宽、厚、长宽比、千粒重等性状发生改变。黄招德等<sup>[2]</sup>首次将 1 个长粒主效显性基因定位于第二染色体上, 并暂命名为 *GL-2*。陈氏秋江等<sup>[3]</sup>检测到与粒长显著相关的标记位点有 45 个, 贡献率最高的是 RM5849(52.86%), M3766-140 是增加表型效应最大的等位变异, 载体品种是农香 25; 与粒宽显著相关的位点有 7 个, 贡献率最高的是 RM17(63.61%), 增加表型效应最大的等位变异是 RM17-145 和 RM573-235, 载体品种分别是宁粳恢 338 和早十日黄稻。高维维等<sup>[4]</sup>研究表明, 大部分籽粒性状受环境及环境与株系互作不同程度的影响; 而谷粒面积、谷粒圆度 2 个性状受环境、环境与株系互作的影响均不显著。

现在水稻生产正朝着全程机械化方向发展。机械直播是水稻生产未来发展的方向之一, 同时, 也是水稻机械化生产重要的一个环节。制定一个标准来区分不同品种水稻的籽粒对于控制机直播用种量来说有重要意义。本研究的切入点就是以大面积应用的籼稻品种籽粒为材料, 测定籽粒的千粒重、面积、周长、长度、宽度、长宽比等指标, 通过统计处理, 分析籽粒性状的变异及其各性状之间的相关性, 从而提出圆度(圆度是指工件的横截面接近理论圆的程度)这样一个指标来作为水稻粒型区分的标准。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

以长江中下游稻区大面积应用的 47 个籼稻品种

为供试材料(表 1)。

### 1.2 实验设计及测定指标

对 47 个品种的籽粒进行挑选, 选取每个品种比较饱满的, 有代表性的籽粒利用自动考种分析及千粒重测定仪进行考种, 测出千粒重、面积、周长、长度、宽度、长宽比、圆度等指标, 测定数据均是机器设备计算输出。

### 1.3 数据分析

利用 Excel 2010 计算籽粒性状各指标的平均值, 绘制散点图分析各性状的相关性。

## 2 结果与分析

### 2.1 籽粒性状变异程度

由表 1、表 2 可见, 圆度的标准差和极差最小; 而且圆度分布相对比较集中, 大部分品种的圆度都分布在 0.25~0.30 之间。可见, 圆度相较其他籽粒性状来说是一个比较稳定的指标。因此, 用圆度作为区为籽粒粒形的标准是可行的。

### 2.2 籽粒各性状间的相关性

由表 3 可以直观的看出, 籽粒宽度与千粒重和面积相关性弱; 圆度与千粒重存在显著负相关, 与宽度呈极显著正相关, 与长度、长宽比和面积存在极显著负相关。其中, 圆度与长宽比的相关性最大, 相关系数达到-0.98。可见, 籼稻籽粒的圆度最大的决定因子是籽粒的长宽比。

收稿日期: 2018-08-12

基金项目: 国家重点研发专项(2016YFD0200801; 2017YFD0300409); 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-01-22)

表 1 47 个籼稻品种籽粒性状变异比较

| 品种        | 长度<br>(mm) | 宽度<br>(mm) | 长/宽  | 面积<br>(mm <sup>2</sup> ) | 圆度   |
|-----------|------------|------------|------|--------------------------|------|
| C 两优 343  | 8.93       | 2.61       | 3.45 | 18.13                    | 0.30 |
| C 两优 608  | 8.68       | 2.66       | 3.29 | 17.95                    | 0.32 |
| H 优 518   | 9.51       | 2.37       | 4.04 | 17.96                    | 0.26 |
| T 优 272   | 9.21       | 2.26       | 4.10 | 16.52                    | 0.25 |
| Y 两优 1 号  | 8.86       | 2.45       | 3.64 | 16.86                    | 0.28 |
| Y 两优 2 号  | 8.64       | 2.37       | 3.68 | 16.00                    | 0.28 |
| Y 两优 555  | 8.78       | 2.45       | 3.61 | 16.75                    | 0.28 |
| Y 两优 896  | 8.82       | 2.52       | 3.54 | 17.31                    | 0.29 |
| Y 两优 5867 | 8.65       | 2.46       | 3.53 | 16.84                    | 0.29 |
| Y 两优 9918 | 8.92       | 2.50       | 3.60 | 17.39                    | 0.28 |
| 德优 8258   | 9.38       | 2.58       | 3.67 | 19.01                    | 0.28 |
| 丰两香 4 号   | 9.14       | 2.56       | 3.60 | 18.28                    | 0.29 |
| 丰两优 1 号   | 8.84       | 2.50       | 3.56 | 17.52                    | 0.29 |
| 丰两优香 1 号  | 8.94       | 2.50       | 3.61 | 17.65                    | 0.29 |
| 丰源优 272   | 9.37       | 2.66       | 3.55 | 19.56                    | 0.29 |
| 丰源优 297   | 9.35       | 2.54       | 3.70 | 18.70                    | 0.28 |
| 丰源优 299   | 9.19       | 2.59       | 3.58 | 18.82                    | 0.29 |
| 广两优 16    | 8.96       | 2.32       | 3.89 | 16.39                    | 0.26 |
| 广两优 476   | 9.44       | 2.52       | 3.78 | 18.73                    | 0.27 |
| 广两优 1128  | 9.08       | 2.60       | 3.53 | 18.39                    | 0.29 |
| 广两优 2010  | 9.49       | 2.55       | 3.75 | 19.05                    | 0.27 |
| 广两优香 66   | 9.45       | 2.54       | 3.76 | 18.85                    | 0.27 |
| 黄华占       | 9.11       | 2.23       | 4.13 | 16.22                    | 0.25 |
| 金优 38     | 9.13       | 2.52       | 3.66 | 18.01                    | 0.28 |
| 荆两优 1 号   | 9.39       | 2.48       | 3.81 | 18.31                    | 0.27 |
| 两优 6326   | 9.02       | 2.53       | 3.59 | 17.94                    | 0.29 |
| 荣优 390    | 9.12       | 2.55       | 3.61 | 18.12                    | 0.29 |
| 荣优华占      | 9.10       | 2.52       | 3.64 | 17.75                    | 0.29 |
| 深两优 1 号   | 8.63       | 2.65       | 3.27 | 17.79                    | 0.32 |
| 深两优 5814  | 8.44       | 2.39       | 3.56 | 15.72                    | 0.29 |
| 深优 9586   | 8.34       | 2.64       | 3.19 | 17.11                    | 0.32 |
| 天优华占      | 9.17       | 2.49       | 3.72 | 17.83                    | 0.28 |
| 皖稻 153    | 9.08       | 2.51       | 3.65 | 17.78                    | 0.29 |
| 五优 308    | 8.47       | 2.65       | 3.22 | 17.46                    | 0.32 |
| 湘晚籼 12 号  | 9.63       | 2.42       | 4.02 | 18.54                    | 0.26 |
| 湘晚籼 17 号  | 11.12      | 2.35       | 4.76 | 20.64                    | 0.22 |
| 欣荣优华占     | 8.30       | 2.65       | 3.15 | 17.13                    | 0.33 |
| 新两优 6 号   | 8.83       | 2.53       | 3.52 | 17.63                    | 0.29 |
| 新两优 223   | 9.05       | 2.39       | 3.81 | 17.01                    | 0.27 |
| 新优 188    | 9.36       | 2.34       | 4.04 | 17.32                    | 0.25 |
| 扬两优 6 号   | 9.43       | 2.56       | 3.72 | 18.91                    | 0.28 |
| 玉针香       | 12.02      | 2.38       | 5.08 | 22.47                    | 0.20 |
| 岳优 9113   | 9.11       | 2.38       | 3.85 | 17.20                    | 0.27 |
| 中 9 优 288 | 9.35       | 2.34       | 4.02 | 17.35                    | 0.26 |
| 中浙优 1 号   | 8.92       | 2.34       | 3.84 | 16.25                    | 0.27 |
| 中浙优 8 号   | 8.89       | 2.51       | 3.57 | 17.30                    | 0.29 |
| 准两优 608   | 9.53       | 2.49       | 3.85 | 18.79                    | 0.27 |

表 2 籼稻品种籽粒性状总变异比较

| 品种    | 长度<br>(mm) | 宽度<br>(mm) | 长/宽 | 面积<br>(mm <sup>2</sup> ) | 粒重<br>(mg) | 圆度   |
|-------|------------|------------|-----|--------------------------|------------|------|
| Av    | 9.2        | 2.5        | 3.7 | 17.9                     | 24.7       | 0.28 |
| Stdev | 0.6        | 0.1        | 0.3 | 1.3                      | 2.6        | 0.02 |
| CV(%) | 6.5        | 4.0        | 8.1 | 7.3                      | 10.5       | 7.1  |
| Min   | 8.2        | 2.2        | 3.1 | 15.0                     | 20.2       | 0.20 |
| Max   | 12.2       | 2.7        | 5.1 | 23.1                     | 31.7       | 0.34 |

表 3 籼稻品种籽粒各性状间相关性比较

| 性状  | 千粒重    | 长度      | 宽度      | 长/宽     | 面积      | 圆度 |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|----|
| 千粒重 | 1      |         |         |         |         |    |
| 长度  | 0.67** | 1       |         |         |         |    |
| 宽度  | 0.24   | -0.30*  | 1       |         |         |    |
| 长/宽 | 0.39** | 0.89**  | -0.70** | 1       |         |    |
| 面积  | 0.85** | 0.82**  | 0.28    | 0.48**  | 1       |    |
| 圆度  | -0.33* | -0.82** | 0.77**  | -0.98** | -0.38** | 1  |

\* p<0.05; \*\* p<0.01。

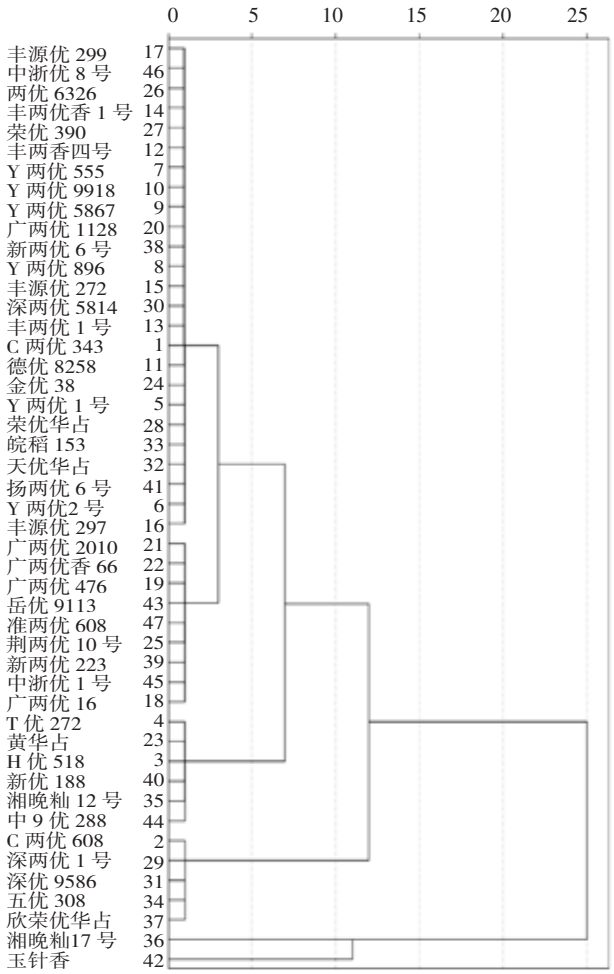


图 1 籼稻各品种籽粒圆度聚类分析图

2.3 籼稻籽粒圆度及长宽比划分标准

根据图 1 的聚类分析和表 4 可知, 籼稻品种籽粒的圆度 85.1%分布在 0.248~0.303 之间。以圆度为指标

可以将水稻籽粒分为 3 种类型: 偏圆型, 圆度>0.303; 中粒型, 0.248<圆度≤0.303; 长粒型, 圆度≤0.248。

表 4 47 个籼稻品种籽粒圆度及长宽比划分占比情况

| 籽粒类型 | 圆度范围        | 长/宽范围       | 品种占比(%) |
|------|-------------|-------------|---------|
| 偏圆型  | 0.318~0.329 | 3.151~3.272 | 10.6    |
| 中粒型  | 0.248~0.303 | 3.448~4.124 | 85.1    |
| 长粒型  | 0.202~0.216 | 4.763~5.082 | 4.3     |

3 讨论

吴琼<sup>[5]</sup>的研究表明,籽粒长度对籽粒千粒重、面积和长宽比均有正面影响,宽度对长宽比有负面影响,与本文籽粒性状相关性研究结果一致。周海庆<sup>[6]</sup>进行了水稻粒形遗传方面的研究,揭示了水稻籽粒性状的一般遗传规律,同时也得出了一些籽粒性状的基因定位。但宫李辉等<sup>[7-8]</sup>研究阐述了水稻粒形的遗传是多基因共同作用的数量性状遗传,相对于单一基因控制的性状,研究要相对复杂。张卫星等<sup>[9]</sup>研究了不同水分条件下水稻籽粒形态及其与粒重的关系表明,环境条件也会对籽粒性状产生影响。王嘉宇等<sup>[10]</sup>对水稻穗不同部位的籽粒品质性状差异进行比较研究,指出稻穗不同部位的籽粒性状也会出现差异。因此,对于水稻籽粒性状的遗传规律还需进一步研究。而本实验利用 47 个长江中下游大面积应用的籼稻品种,对其籽粒性状的变异和相关性进行分析,得出圆度与千粒重存在显著负相关,与

宽度呈极显著正相关,与长度、长宽比和面积都存在极显著负相关。因此,可以按照圆度这一相对稳定的籽粒性状对籽粒粒型进行划分,为水稻不同品种籽粒性状的判断标准提供了分类依据。

参考文献

[1] 周广生,靳德明,梅方竹. 水稻孕穗期干旱对籽粒性状的影响[J]. 华中农业大学学报,2003,22(3):219-222.  
[2] 黄招德. 水稻籽粒性状的遗传分析及粒长基因 *GL-2* 的定位[D]. 福州:福建师范大学,2008.  
[3] 陈氏秋江,党小景,刘强明,等. 水稻籽粒性状的 SSR 关联分析[J]. 中国水稻科学,2014,28(3):243-257.  
[4] 高维维,陈立凯,胡朝旭,等. 基于籼粳杂交重组自交系的水稻籽粒性状的遗传变异研究 [J]. 西北农业学报,2016,25 (7):979-988.  
[5] 吴琼. 水稻籽粒性状的遗传研究[D]. 延吉:延边大学,2012.  
[6] 周海庆. 水稻粒形及千粒重的遗传研究 [D]. 延吉: 延边大学, 2014.  
[7] 宫李辉,高振宇,马伯军,等. 水稻粒形遗传的研究进展[J]. 植物学报,2011,46(6):597-605.  
[8] Yu Y H, Xie H J, Tang G H. Progress of genetic research on grain shape in rice[J]. *Agric Sci Technol*, 2009, 10(5): 1-5.  
[9] 张卫星,朱德峰,徐一成,等. 不同水分条件下水稻籽粒形态及其与粒重的关系[J]. 作物学报,2008,34(10):1 826-1835.  
[10] 王嘉宇,徐正进,张世春,等. 水稻穗不同部位籽粒品质性状差异的比较[J]. 华北农学报,2008,23(1):96-100.

Analysis of Grain Characters of *Indica* Rice Varieties in the Middle and Lower Reaches of Yangtze River

HU Guohui, ZHU Defeng, CHEN Huizhe, XIANG Jin, ZHANG Yikai, ZHANG Yuping\*

(China National Rice Research Institute/State Key Laboratory of Rice Biology, Hangzhou 310006, China; 1st author: 229387537@qq.com; \*Corresponding author: cnrizyp@163.com)

**Abstract:** Grains of 47 main varieties in the middle and lower reaches of Yangtze River were used as materials in this research, the statistics of each grain character were output by the automatic seed test analysis and 1 000 grain weight instrument. The results showed that, the correlation between length-width ratio and roundness is greatest among grain characters, the correlation index is -0.98. According to the roundness, grains of rice could be divided into 3 types, the circular type's roundness is more than 0.303, the oval type's is between 0.248 and 0.303, the long type's is less than 0.248.

**Key words:** rice; varieties; grain characters; roundness

·····  
(上接第 17 页)

15.37% respectively, as a consequence of 1 000-grain weight significantly increased. At booting stage, the root volume of  $\geq 15$  cm soil of mechanical deep fertilization treatment was increased compared to artificial fertilization treatment, root volume was increased by 100.78% significantly compared to no fertilizer treatment; total root dry weight was significantly improved by 84.11%(compared to artificial fertilization treatment)and 139.19% (compared to no fertilizer treatment). At flowering stage, the root volume at 0~5 cm soil of mechanical deep fertilization treatment was significantly increased by 31.99% (compared to artificial fertilization treatment) and 42.43% (compared to no fertilizer treatment), the total root volume was significantly enhanced by 26.60% (compared to artificial fertilization treatment) and 34.39% (compared to no fertilizer treatment). At mature stage, the root volume at  $\geq 15$  cm soil of mechanical deep fertilization treatment was significantly increased by 142.62% (compared to artificial fertilization treatment) and 158.56% (compared to no fertilizer treatment), the total root dry weight was significantly enhanced by 104.20% (compared to artificial fertilization treatment) and 163.87% (compared to no fertilizer treatment).

**Key words:** mechanical deep fertilization; super rice; yield; root volume; root dry weight; root distribution