

王在满, 郑乐, 张明华, 等. 不同播种方式对直播水稻倒伏指数和根系生长的影响[J]. 江苏农业学报, 2016, 32(4): 725-728.  
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2016.04.002

## 不同播种方式对直播水稻倒伏指数和根系生长的影响

王在满<sup>1,2</sup>, 郑乐<sup>1,2</sup>, 张明华<sup>1,2</sup>, 王宝龙<sup>1,2</sup>, 莫钊文<sup>2,3</sup>, 罗锡文<sup>1,2</sup>

(1. 华南农业大学南方农业机械与装备关键技术教育部重点实验室, 广东 广州 510642; 2. 江苏大学现代农业装备与技术协同创新中心, 江苏 镇江 212013; 3. 华南农业大学农学院, 广东 广州 510642)

**摘要:** 为了探明不同播种方式对直播稻倒伏性状的影响, 以水稻精量穴直播机(行距 20 cm)进行开沟起垄, 试验以杂交稻品种培杂泰丰和常规稻品种玉香油占为材料, 比较分析人工穴播和人工条播 2 种播种方式下水稻各生育时期的根系生长动态以及抗倒伏性状。结果表明, 与条播方式相比, 穴播方式显著降低了培杂泰丰的重心高度和基部 3 节总长, 显著提高了培杂泰丰分蘖期的根系干质量和孕穗期的单茎根系体积以及玉香油占分蘖期的平均直径和单茎根系体积。说明开沟起垄方式下穴播较条播有利于提高水稻的抗倒伏能力。

**关键词:** 水稻; 直播; 倒伏指数; 根系生长

**中图分类号:** S511 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2016)04-0725-04

## Effects of seeding manners on lodging index and root growth of direct-seeded rice

WANG Zai-man<sup>1,2</sup>, ZHENG Le<sup>1,2</sup>, ZHANG Ming-hua<sup>1,2</sup>, WANG Bao-long<sup>1,2</sup>, MO Zhao-wen<sup>2,3</sup>, LUO Xi-wen<sup>1,2</sup>

(1. Key Laboratory of Key Technology on Agricultural Machine and Equipment, Ministry of Education, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2. Synergistic Innovation Center of Modern Agricultural Equipment and Technology, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China; 3. College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** To find out the influence of different seeding methods on lodging traits of direct-seeded rice, a field experiment was carried out on hybrid rice Peizataifen and conventional rice Yuxiangyouzhan. The rice root growth dynamics and lodging resistance were compared. Hole sowing lowered the height of gravitational center and the total length of three base internodes of Peizataifeng, whereas enhanced its root dry weight at tillering and root volume per tiller at booting. Hole sowing also improved the root diameter and root volume per tiller of Yuxiangyouzhan at tillering. The results suggest that hole sowing outplayed drill sowing in improving lodging resistance in rice.

**Key words:** rice; direct sowing; lodging index; root growth

收稿日期: 2016-06-24

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201203059); “948”计划项目[2011-G18(2)]; “863”计划项目(2012AA10A501-2); 江苏大学现代农业装备与技术协同创新中心项目(NZXT02201401)

作者简介: 王在满(1979-), 男, 广东汕头人, 博士, 助理研究员, 主要从事水稻机械化生产装备研究。(E-mail) wangzaiman@scau.edu.cn

通讯作者: 罗锡文, (E-mail) xwluo@scau.edu.cn

水稻直播方式除了常见的人工撒播、机械条播和机械穴播之外, 还有种绳直播和人工点播等方式, 水稻直播方式是现代稻作轻简化发展的重要方向。但是水稻直播特别是人工撒播存在缺苗、病虫草防治困难和倒伏易发生等诸多农艺问题<sup>[1-8]</sup>。这些农艺问题给直播栽培方式的发展提出了挑战。针对水稻直播的特点和配套农艺技术要求, 应从农艺

机两方面入手进行创新研究。从农艺方面出发,应研究适合水稻直播的品种、除草剂、肥料和农药等<sup>[9-12]</sup>;从农机方面出发,应研究适合不同直播方式的机具。罗锡文等<sup>[13-16]</sup>研制成功的水稻精量穴直播机具,实现了同步开沟起垄穴播,可保证水稻成行成穴有序生长,通风透气采光好,解决了直播水稻存在的一些农艺问题。

许轲等研究了水(湿润)点播和条播2种机械直播方式下水稻分蘖发生和成穗特性及其对群体产量的贡献<sup>[17]</sup>。对机条播水稻的肥料运筹也有研究报道<sup>[18]</sup>。但对条播和穴播2种播种方式的根系生长动态以及抗倒伏性状方面的研究目前尚未见报道。

本研究采用华南农业大学研制的水稻精量穴直播机(行距20 cm)进行开沟起垄,人工穴播和条播,比较分析2种播种方式下水稻各生育期的根系生长动态以及抗倒伏性状,以期水稻直播方式的选择提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

选用杂交稻品种培杂泰丰和常规稻品种玉香油占进行试验。

### 1.2 试验设计

试验于2012年在华南农业大学实验农场的薄膜大棚中进行,7月29日播种,先采用华南农业大学研制成功的水稻精量穴直播机(行距20 cm)进行开沟起垄,共10行,总长10 m。然后采用人工进行穴播和条播,为了保证两者播种量一致,条播时采用单粒播种,株距为5 cm,穴播时每穴播种粒数为4粒,穴距为20 cm,每个品种各播5行进行对比,田间水肥管理按当地高产栽培方法进行。在水稻各个生育期(分蘖期、孕穗期、齐穗期、成熟期)定点对水稻植株的根系生长特性进行动态调查。

### 1.3 测定方法

**1.3.1 根系样品采集** 水稻每个生育时期每个小区取30穴,计算平均茎蘖数。按照每次调查的平均茎蘖数,每个小区选取4株代表性植株,根据长×宽×高=20 cm×20 cm×20 cm的体积取水稻根系,用慢水冲洗根部泥块,冲洗过程中将断根捡回并放好,冲洗去泥后把根部剪下,将所有根带水装入透明胶袋放入冰箱待测。

**1.3.2 根系扫描分析** 将根系再次冲洗干净后摆放在EPSON V700根系扫描仪扫描器皿中,放入根系扫描仪中进行扫描,3~5 d内完成扫描,扫描完之后进行根系干物质测定。

**1.3.3 抗倒伏性状** 抗倒伏性状的测定参考魏中伟等<sup>[19]</sup>的方法进行,弯曲力矩( $\text{cm} \cdot \text{g}$ )=第2节间(N2)基部至穗顶长度(cm)×第2节间基部至穗顶鲜质量(g);倒伏指数=弯曲力矩( $\text{cm} \cdot \text{g}$ )/抗折力( $\text{g}$ )×100。倒伏指数越大,表明越容易倒伏。抗折力采用自行设计的支架,利用砝码重力下压茎秆,直至茎秆折断时测定砝码的重力即为抗折力<sup>[20]</sup>。

## 1.4 数据处理与分析

采用Excel 2010和Statistic 8.0软件进行试验数据处理和分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 水稻群体根系干质量

由表1可知,对培杂泰丰而言,穴播处理显著提高了分蘖期单位面积的根系干质量,提高了18.78%;对孕穗期、齐穗期和成熟期的影响差异不显著。对玉香油占而言,播种方式对单位面积的根系干质量影响不显著。

表1 播种方式对水稻群体根系干质量的影响

Table 1 Effect of sowing manners on root dry weight of rice

品种	处理	根系干质量( $\text{g}/\text{m}^2$ )			
		分蘖期	孕穗期	齐穗期	成熟期
培杂	穴播	44.46±3.78a	38.72±2.38a	57.49±1.33a	38.85±1.09a
泰丰	条播	37.43±2.44b	28.75±4.26a	58.94±4.85a	42.33±6.53a
玉香	穴播	44.46±3.78a	44.67±3.69a	58.75±3.80a	44.46±3.78a
油占	条播	43.05±6.12a	47.00±2.25a	59.39±2.18a	53.75±6.60a

同列中同一品种不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。

### 2.2 水稻根系平均直径

由表2可知,对培杂泰丰而言,在各生育时期,穴播处理的水稻根系平均直径均较条播的稍有增加,但差异不显著。对玉香油占而言,穴播处理显著提高了其分蘖期的根系平均直径,增加19.41%,但其他生育时期穴播处理下的水稻根系平均直径均较条播的稍有增加,但差异不显著。

### 2.3 水稻单茎根系体积

表3显示,对培杂泰丰而言,穴播处理提高了单

茎根系体积,分蘖期、孕穗期、齐穗期和成熟期的单茎体积分别提高了 1.10%、87.04%、1.50%和 3.37%,其中孕穗期达显著水平。对玉香油占而言,穴播处理提高了玉香油占的单茎根系体积,分蘖期、孕穗期、齐穗期和成熟期的单茎根系体积分别提高了 20.52%、4.58%、11.30%和 4.53%,其中分蘖期达显著水平。

表 2 播种方式对水稻根系平均直径的影响

Table 2 Effect of sowing manners on average diameter of rice root

品种	处理	根系平均直径 (mm)			
		分蘖期	孕穗期	齐穗期	成熟期
培杂	穴播	0.471±0.017a	0.398±0.016a	0.422±0.013a	0.496±0.006a
泰丰	条播	0.429±0.004a	0.398±0.012a	0.408±0.017a	0.496±0.006a
玉香	穴播	0.418±0.008a	0.418±0.005a	0.406±0.005a	0.505±0.025a
油占	条播	0.350±0.008b	0.399±0.002a	0.399±0.006a	0.441±0.015a

同列中同一品种不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

表 3 播种方式对水稻单茎根系体积的影响

Table 3 Effect of sowing manners on root volume per tiller of rice

品种	处理	单茎根系体积 (cm <sup>3</sup> )			
		分蘖期	孕穗期	齐穗期	成熟期
培杂	穴播	0.930 ± 0.051a	0.924 ± 0.096a	1.425 ± 0.029a	1.318 ± 0.027a
泰丰	条播	0.920 ± 0.055a	0.494 ± 0.074b	1.404 ± 0.032a	1.275 ± 0.167a
玉香	穴播	0.875 ± 0.035a	1.097 ± 0.113a	1.724 ± 0.106a	1.223 ± 0.099a
油占	条播	0.726 ± 0.073b	1.049 ± 0.082a	1.549 ± 0.130a	1.170 ± 0.081a

同列中同一品种不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

### 2.4 抗倒伏性状

表 4 显示,在播深一致的情况下,对培杂泰丰而言,穴播较条播显著降低了重心高度,降低 4.94%;穴播处理下培杂泰丰基部 3 节总长较条播处理降低了 7.22%,差异显著;穴播处理较条播处理降低了培杂泰丰的倒伏指数,但差异不显著。对玉香油占而言,穴播对重心高度、倒伏指数和基部 3 节总长均有一定降低作用,但差异不显著。

表 4 播种方式对水稻抗倒伏性状的影响

Table 4 Effect of sowing manners on rice lodging-resistant traits

品种	处理	重心高度 (cm)	倒伏指数	基部 3 节总长 (cm)
培杂泰丰	穴播	45.75 ± 0.39b	224.59 ± 3.51a	20.83 ± 0.93b
	条播	48.13 ± 0.81a	233.65 ± 6.31a	22.45 ± 0.51a
玉香油占	穴播	46.78 ± 1.04a	205.16 ± 4.00a	19.53 ± 1.62a
	条播	47.38 ± 1.05a	206.16 ± 4.63a	20.03 ± 1.06a

同列中同一品种不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

### 2.5 相关性分析

由图 1 可以看出,倒伏指数和基部 3 节总长达显著正相关关系 ( $Y = 10.441 0x + 1.195 7, R^2 = 0.904 9^*$ )。基部 3 节间越短越有利于提高穴播水稻的抗倒伏能力。

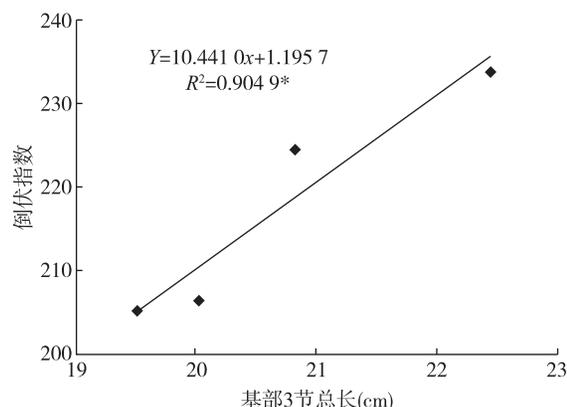


图 1 倒伏指数与基部 3 节总长的相关性

Fig. 1 Correlation relationship between lodging index and length of base internodes

## 3 讨论

水稻倒伏问题可以通过倒伏指数来反映<sup>[17]</sup>,有研究者认为,株高是引起倒伏的主要原因<sup>[18]</sup>。本研究采用华南农业大学研制的水稻精量穴直播机(行距 20 cm)进行开沟起垄,进行人工穴播和人工条播 2 种播种方式的对比研究,比较分析两者各生育时期的根系生长动态以及抗倒伏性状,结果表明,穴播水稻基部 3 节长度缩短,水稻的重心高度降低,提高了水稻抗倒伏能力。

水稻根系对水稻抗倒伏能力的强弱影响较大,研究结果表明地下部根系越发达,地上部植株茎秆相对越粗,而茎秆越粗,植株的抗倒能力相对越强<sup>[21]</sup>。本研究在分析倒伏指数的基础上进一步分析了水稻根系的生长动态,发现水稻穴播方式较条播方式显著提高培杂泰丰分蘖期的根系干质量,玉香油占分蘖期根系平均直径,培杂泰丰孕穗期的单茎根系体积和玉香油占分蘖期的单茎根系体积。

基于开沟起垄直播开展穴播和条播的研究结果表明,穴播方式的水稻倒伏指数较低,重心高度较低,基部 3 节总长较短,且根系生长具有一定优势。

### 参考文献:

[1] 何金均,王立臣,宋建农,等. 水稻种植机械化发展现状及制

- 约因素分析[J]. 农机化研究, 2009, 31(2): 1-4.
- [2] 叶靖,董立强,王术,等.种植方式对水稻产量及相关性状的影响[J].江苏农业科学,2015,43(6): 73-75.
- [3] 陈翻身,许四五.水稻直播栽培三个技术瓶颈问题形成原因及对策[J].中国稻米,2006(2):33-34.
- [4] 刘红江,蒋银涛,陈留根,等.不同播栽方式对水稻根系生长及产量形成的影响[J].江苏农业学报,2015,31(2): 310-316.
- [5] 滕志英,周凤明,张安存,等.不同种植方式对粳稻华粳5号农艺、经济性状及经济效益的影响[J].江苏农业科学,2015,43(12): 86-89.
- [6] 李杰,张洪程,龚金龙,等.不同种植方式对超级稻植株抗倒伏能力的影响[J].中国农业科学,2011,44(11): 2234-2243.
- [7] 刘红江,陈留根,郑建初,等.不同播栽方式对水稻产量形成和经济效益的影响[J].江苏农业学报,2014,30(3):474-479.
- [8] 刘小林,李就好,邹一平,等.机械精量穴直播技术对水稻产量与抗逆性的影响[J].江苏农业学报,2010,26(3): 658-660.
- [9] 张文忠,苏悦,殷延勃,等.北方水稻直播栽培的农艺问题与对策[J].沈阳农业大学学报,2012,43(6): 699-703.
- [10] 王海峰,崔立波,尹亚清.水稻直播的生育特点与配套技术[J].农业与技术,2013,33(12): 115.
- [11] 李伟群,刘晓亮,黄秀枝.30%吡蚜酮悬浮种衣剂对水稻的安全性及对稻飞虱的防控效果[J].南方农业学报,2014,45(11):1976-1980.
- [12] 苏柏元,陈惠哲,朱德峰.水稻直播栽培技术发展现状及对策[J].农业科技通讯,2014(1): 7-11.
- [13] 罗锡文,刘涛,蒋恩臣,等.水稻精量穴直播排种轮的设计与试验[J].农业工程学报,2007,23(3): 108-112.
- [14] 罗锡文,蒋恩臣,王在满,等.开沟起垄式水稻精量穴直播机的研制[J].农业工程学报,2008,24(12): 52-56.
- [15] 唐湘如,罗锡文,黎国喜,等.精量穴直播早稻的产量形成特性[J].农业工程学报,2009,25(7): 84-87.
- [16] 王在满,罗锡文,唐湘如,等.基于农机与农艺相结合的水稻精量穴直播技术及机具[J].华南农业大学学报,2010,31(1): 91-95.
- [17] 许轲,唐磊,张洪程,等.不同机械直播方式对水稻分蘖特性及产量的影响[J].农业工程学报,2014,30(13): 43-52.
- [18] 陈可伟,陈俊义,解平,等.机条播水稻肥料运筹试验初报[J].上海农业科技,2014(4): 128-130.
- [19] 魏中伟,马国辉.超高产杂交水稻超优1000的生物学特性及抗倒性研究[J].杂交水稻,2015,30(1): 58-63.
- [20] ISLAM M S, PENG S B, VISPERAS R M, et al. Lodging related morphological traits of hybrid rice in atropical irrigated ecosystem [J]. Field Crops Research, 2007, 101(2):240-248.
- [21] 孙旭初.水稻茎秆倒伏性研究[J].中国农业科学,1987,20(4): 32-37.

(责任编辑:陈海霞)