

# 抛栽密度对赣南中低产田区双季晚稻产量的影响

钟珺<sup>1</sup>, 黎为兵<sup>1</sup>, 胡启锋<sup>2</sup>, 李祖章<sup>2\*</sup>, 张朝阳<sup>3</sup>, 连垚<sup>1</sup>, 李云<sup>1</sup>, 虞新华<sup>3</sup>

(1. 赣州市农业科学研究所, 江西赣州 341000; 2. 江西省农业科学院, 江西南昌 330200; 3. 兴国县农业技术推广中心, 江西兴国 342400)

**摘要** [目的] 研究赣南中低产田区双季晚稻适宜抛栽密度。[方法] 对晚稻品种欣荣优 2660 和五优 308 设置 4 种不同抛栽密度, 研究抛栽密度对其产量、茎蘖动态、叶面积指数、剑叶 SPAD 值及干物质生产的影响。[结果] 2 个品种的产量随密度增加而增加, 抛栽密度 34.5 万蔸/hm<sup>2</sup> 处理与抛栽密度 21.0 万蔸/hm<sup>2</sup> 处理相比, 欣荣优 2660 增产 5.89%, 五优 308 增产 2.3%; 有效穗数随抛栽密度增加而明显增加; 较高抛栽密度有利于孕穗后叶面积指数和剑叶 SPAD 值维持较高水平, 从而增强了光合能力, 增加了干物质累积量。[结论] 赣南中低产田区双季晚稻适宜抛栽密度为 34.5 万蔸/hm<sup>2</sup>。

**关键词** 中低产田; 双季晚稻; 抛栽密度

中图分类号 S511 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)36-051-03

## Effects of Seedling-throwing Density on Yield of Double-cropping Later Season Rice in Middle-yielding and Low-yielding Fields of Southern Jiangxi Province

ZHONG Jun<sup>1</sup>, LI Wei-bing<sup>1</sup>, HU Qi-feng<sup>2</sup>, LI Zu-zhang<sup>2\*</sup> et al (1. Ganzhou Municipal Institute of Agricultural Sciences in Jiangxi Province, Ganzhou, Jiangxi 341000; 2. Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang, Jiangxi 330200)

**Abstract** [Objective] To study the appropriate seedling-throwing density in middle-yielding and low-yielding fields of southern Jiangxi Province. [Method] By setting up four different seedling-throwing density, the two later season varieties Xinrongyou 2660 and Wuyou 308 was used to study the effects of seedling-throwing density on yield, tillering dynamic, LAI, flag leaf SPAD and dry matter production. [Result] The yield of two varieties increased. Compared with treatment of 210 000 clumps per hectare, the yield of 345 000 clumps per hectare treatment increased 5.89% with Xinrongyou 2660, and increased 2.3% with Wuyou 308. The effective panicle number increased obviously as the density increased. The higher seedling-throwing density treatments were conducive to keeping higher level of leaf area index, flag leaf SPAD value after booting stage, thus strengthening the photosynthetic production capacity, and increased the dry matter production and accumulation for whole growth stage. [Conclusion] The appropriate seedling-throwing planting density in middle-yielding and low-yieldin fields of southern Jiangxi Province is 345 000 clumps per hectare.

**Key words** Middle-yielding and low-yielding field; Double-cropping later season rice; Seedling-throwing density

原中央苏区赣南水田面积 26.7 多万 hm<sup>2</sup>, 是我国双季稻主产区江西省主要的中低产田区之一<sup>[1]</sup>。限制江西省中低产田区水稻产量的因素除农田基本建设投入不足、当地特有因素(如耕作层过薄、灾害性气候)、土壤有效磷和有效钾含量低等自然因素外<sup>[2]</sup>, 移植密度不足等人为因素也是导致水稻产量偏低的重要原因<sup>[3]</sup>。研究表明, 水稻低密度栽插处理下的产量明显低于高密度栽插处理<sup>[4-5]</sup>, 江西多个地区水稻单位面积蔸数及单位面积有效穗数不足是限制产量提高的主要因素<sup>[6]</sup>。适当增加大田移植密度确保足苗足穗, 是提高中低产田区水稻产量的重要途径。笔者选择在赣南兴国县有代表性的中低产田进行双季晚稻不同抛栽密度的试验, 旨在为赣南中低产田区双季晚稻的适宜抛栽密度研究提供技术参考。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 于 2013 年 7~10 月在江西省兴国县高兴镇大兴墩进行。该地全年气候温和, 光照充足, 水源条件好, 排灌方便。试验田常年双季稻产量 < 12 000 kg/hm<sup>2</sup>, 潴育型潮沙泥田, 耕层较浅, pH 5.09, 有机质 30.50 g/kg, 全氮 1.75 g/kg, 全磷 0.40 g/kg, 全钾 11.30 g/kg, 碱解氮 148.00 mg/kg, 有效磷 10.80 mg/kg, 有效钾 53.00 mg/kg。

**1.2 试验材料** 供试品种为欣荣优 2660 和五优 308。7 月 1 日播种, 塑盘育秧, 7 月 20 日移栽, 秧龄 20 d。

**1.3 试验设计** 采用 434 孔塑盘育秧, 播种量 22.5 kg/hm<sup>2</sup>, 按 1 050 盘/hm<sup>2</sup> 播种, 秧龄 20 d 移栽, 试验设 2 个品种, 4 种抛栽密度, 即 D<sub>1</sub>: 34.5 万蔸/hm<sup>2</sup>; D<sub>2</sub>: 30.0 万蔸/hm<sup>2</sup>; D<sub>3</sub>: 25.5 万蔸/hm<sup>2</sup>; D<sub>4</sub>: 21.0 万蔸/hm<sup>2</sup>, 共 8 个处理, 3 次重复, 随机区组排列, 每小区面积 30 m<sup>2</sup>, 小区间用 50 cm 间隔隔开。

**1.4 田间管理** 大田施用纯 N 195 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 45 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 180 kg/hm<sup>2</sup>。N 用尿素, P 用钙镁磷肥, K 用氯化钾, N、K 肥按 5:2:3 的方式使用, 即 50% 作基肥, 20% 作分蘖肥(栽后 5~7 d 施用), 30% 作穗分化肥(在晒田复水时施用), 磷肥全作基肥用。水分管理采用薄露灌溉技术。各处理其他管理措施(如病虫害防治)一致。

## 1.5 取样与测定

**1.5.1 基础土样。** 试验田翻耕前采用 5 点法取 1 kg 土样测定基础养分。

**1.5.2 分蘖动态。** 每小区定点 20 株, 在抛栽后第 0、5、10、15、20、25 天及孕穗期、抽穗期、成熟期调查茎蘖数及有效穗数。

**1.5.3 干物质。** 在孕穗期、抽穗期、成熟期每小区按平均取样法取有代表性的 5 株, 把叶、茎、穗分开包扎、烘干、称重。

**1.5.4 叶面积指数。** 在孕穗期、抽穗期、乳熟期、成熟期每小区取 10 株每株一根主茎上的叶片测定叶面积指数。

**1.5.5 SPAD 值测定。** 抽穗后开始每小区定点 15 株测定上

**基金项目** 国家科技支撑计划项目(2011BAD16B04; 2012BAD04B11)。  
**作者简介** 钟珺(1972-), 男, 江西瑞金人, 农艺师, 从事水稻栽培及病虫害防治研究。\* 通讯作者, 研究员, 从事植物营养与施肥研究。

**收稿日期** 2015-11-25

三叶叶片中部叶脉和叶缘之间 1/2 处 SPAD 值,以后每 5 d 测定一次,直到收获前 7 d 结束。

**1.5.6 考种与测产。**成熟期各小区按平均取样法取有代表性的 5 株用于考种,考察有效穗数、每穗粒数、结实率、千粒重。各小区实割实收晒干干重,折算产量。

**1.6 数据统计与分析** 常规数据处理和作图在 Excel 2003 中进行,相关性分析用 DPS 系统进行处理。

## 2 结果与分析

**2.1 抛栽密度对产量及产量构成的影响** 从表 1 可以看出,2 个品种的产量随抛栽密度的增加而增加,2 个品种的产量都是以抛栽密度  $D_1$  处理最高, $D_1$  处理与  $D_4$  处理相比,欣荣优 2660 产量差异显著,增产 5.89%,五优 308 差异不显著,增产 2.30%。

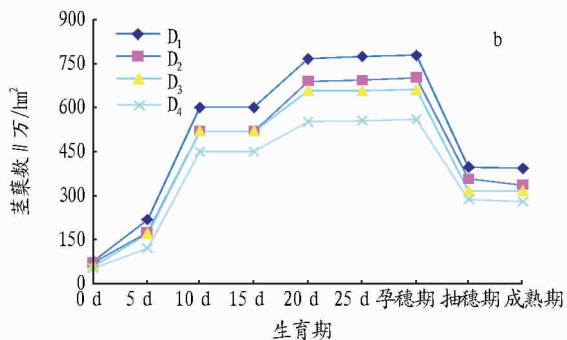
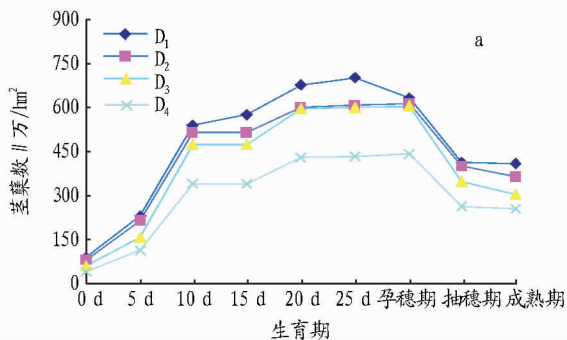
抛栽密度对产量构成因子的影响表现为:有效穗数随抛栽密度的增加而显著增加, $D_1$  处理的有效穗数显著高于  $D_4$  处理,欣荣优 2660  $D_1$  处理比  $D_4$  处理高 56.28%,五优 308  $D_1$  处理比  $D_4$  处理高 36.2%,2 个品种平均提高 46.24%;每穗粒数 2 个品种表现规律不一致,欣荣优 2660 随抛栽密度变化不规律,五优 308 随抛栽密度增加而降低;结实率和千粒重受抛栽密度的影响较小。

可见,增加抛栽密度主要是影响了晚稻有效穗数。因此,通过增加抛栽密度提高有效穗数是促进中低产田区双季晚稻增产的有效途径。

表 1 不同抛栽密度下晚稻产量及产量构成

品种	处理	有效穗数	每穗粒	结实	千粒	产量
		$10^4/\text{hm}^2$	数//粒	率//%	重//g	$\text{kg}/\text{hm}^2$
欣荣优 2660	$D_1$	429.00a	117.47a	88.50a	22.70a	9 584.55a
	$D_2$	381.75b	104.30a	90.17a	22.77a	9 114.75ab
	$D_3$	323.10c	115.30a	89.27a	22.53a	9 219.45b
	$D_4$	274.50d	104.30a	89.43a	22.07a	9 052.80b
五优 308	$D_1$	408.60a	97.47a	91.70a	22.60a	9 360.75a
	$D_2$	353.40b	105.07a	90.73a	22.53a	9 344.85a
	$D_3$	333.00bc	107.35a	92.03a	22.50a	9 270.30a
	$D_4$	300.00c	115.27a	92.93a	22.53a	9 149.70a

**2.2 抛栽密度对茎蘖动态的影响** 由图 1 可知,抛栽后,2 个品种各生育时期茎蘖数随抛栽密度的增加而增加, $D_1$  处理的茎蘖数明显高于  $D_3$ 、 $D_4$  处理,最终形成的有效穗数也较高。说明较高抛栽密度能保证晚稻有足够的基本苗,使晚稻更早进入够苗期,为获得较高的有效穗数奠定基础,更有利于晚稻增产。

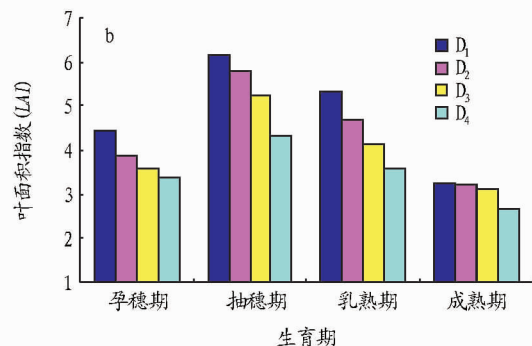
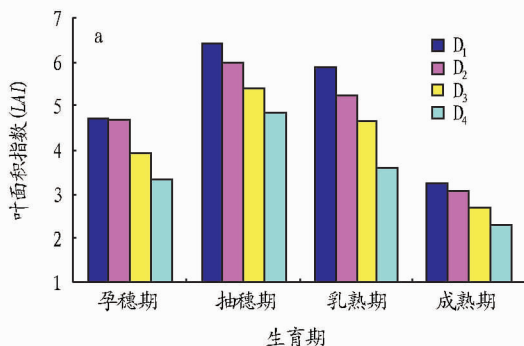


注:a. 欣荣优 2660;b. 五优 308。

图 1 不同抛栽密度下茎蘖动态

**2.3 抛栽密度对叶面积指数的影响** 由图 2 可知,2 个品种从孕穗期到成熟期叶面积指数随抛栽密度增加而增加,说明

适当增加抛栽密度对叶面积有明显增加作用,有利于提高其干物质的生产能力。



注:a. 欣荣优 2660;b. 五优 308。

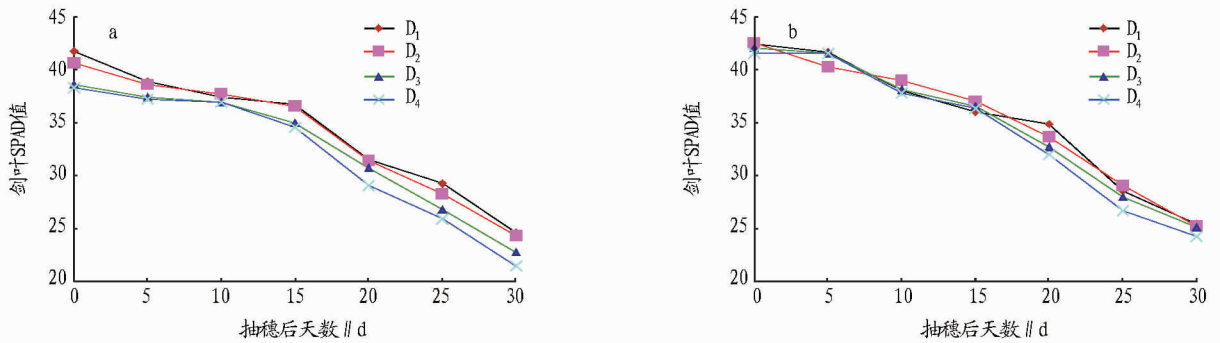
图 2 不同抛栽密度下叶面积指数

**2.4 抛栽密度对剑叶 SPAD 值的影响** 由图 3 可知,2 个

品种抽穗后剑叶 SPAD 值随生育时期的推进而逐渐下降,且

各时期较高抛栽密度处理下剑叶 SPAD 值较高,说明较高抛栽密度处理相比较低抛栽密度处理,到晚稻生育后期不仅未加快剑叶的衰老,反而有延缓衰老的作用,这可能与低密度

抛栽条件下晚稻为扩充群体数量,主茎产生的分蘖数量较多,影响了主茎对养分的吸收和积累,尤其是对氮素的吸收,从而使叶绿素含量下降有关。



注:a. 欣荣优 2660;b. 五优 308。

图 3 不同抛栽密度下剑叶 SPAD 值

**2.5 抛栽密度对干物质生产的影响** 由表 2 可知,不同抛栽密度下,2 个品种从孕穗期到成熟期干物质总量随抛栽密度的增加而增加。增加抛栽密度明显提高了抽穗 - 成熟期穗部干物质的累积量。抽穗 - 成熟期干物质质量,欣荣优 2660

D<sub>1</sub> 处理比 D<sub>4</sub> 处理高 19.6%,五优 308 D<sub>1</sub> 处理比 D<sub>4</sub> 处理高 11.82%。这表明适当增加抛栽密度可以明显提高全生育期干物质生产量,促进穗部干物质累积,从而提高晚稻产量。

表 2 不同抛栽密度下干物质生产情况

品种	处理	孕穗期			抽穗期				成熟期				孕穗 - 抽	抽穗 - 成
		茎	叶	总重	茎	叶	穗	总重	茎	叶	穗	总重	穗期	熟期
欣荣优 2660	D <sub>1</sub>	2.418	1.614	4.032	7.040	2.099	1.748	10.887	4.628	0.884	9.402	14.914	6.854	4.028
	D <sub>2</sub>	2.175	1.493	3.668	6.869	2.009	1.689	10.567	4.575	1.043	8.928	14.546	6.899	3.980
	D <sub>3</sub>	2.055	1.454	3.509	6.245	1.706	1.703	9.654	4.248	0.912	8.247	13.407	6.144	3.755
	D <sub>4</sub>	1.955	1.434	3.389	5.706	1.674	1.532	8.912	3.609	0.788	7.886	12.283	5.525	3.368
五优 308	D <sub>1</sub>	2.124	2.022	4.146	6.930	1.796	1.778	10.504	4.524	1.076	8.874	14.474	6.354	3.972
	D <sub>2</sub>	2.301	1.677	3.978	6.801	1.805	1.553	10.159	4.427	1.106	8.589	14.251	6.185	3.959
	D <sub>3</sub>	2.291	1.551	3.842	6.420	1.934	1.748	10.102	3.951	1.061	8.718	13.730	6.260	3.629
	D <sub>4</sub>	2.028	1.385	3.413	5.985	1.722	1.575	9.282	3.779	0.939	8.027	12.745	5.780	3.552

### 3 结论与讨论

抛栽密度对水稻个体和群体协调发展有重要影响,合理的抛栽密度可使群体充分利用光能,从而获得高产。该研究表明,中低产田区抛栽密度对双季晚稻有效穗数、群体叶面积指数、剑叶 SPAD 值及干物质生产都有明显影响,适当增加抛栽密度能明显提高晚稻产量。这与胡启锋等<sup>[7]</sup>、陈海飞等<sup>[8]</sup>研究的移植密度对中低产田水稻的产量及相关指标影响的结论较为一致。该试验条件下,较高的抛栽密度明显增加了晚稻的基本苗数和分蘖数量,显著提高了晚稻有效穗数,有利于中低产田区晚稻足苗足穗。同时,较高的抛栽密度提高了孕穗期以后的叶面积指数,使剑叶在生育后期保持较高的 SPAD 值,有利于降低剑叶后期衰老速度,增强了群体光合生产能力,促进了晚稻生育后期干物质积累,从而达到增产的作用。这说明适当增加抛栽密度有利于构建双季晚稻高质量大群体结构,从而达到提高产量的目的。该试验结

果表明,赣南中低产田区双季晚稻适宜抛栽密度为 34.5 万 茈/hm<sup>2</sup>。

### 参考文献

- [1] 江西省土地利用管理局,江西省土壤普查办公室. 江西土壤[M]. 北京: 中国农业科技出版社,1991:529-534.
- [2] 赵小敏,艾亮辉,郭熙. 基于 CIS 的江西省中低产田等级评价和改造研究[J]. 江西农业大学学报,2003,25(4):519-522.
- [3] 夏建国,魏朝富,朱钟麟,等. 中国中低产田土改造研究综述[J]. 中国农学通报,2005,21(4):212-217.
- [4] 潘圣刚,曹凑贵,蔡明历,等. 栽插密度对杂交水稻/红莲优 6 号产量和品质的影响[J]. 江西农业大学学报,2008,28(6):845-849.
- [5] 杨波,任万军,杨文钰. 密度对优化定抛水稻产量和群体质量的影响[J]. 杂交水稻,2006,21(5):64-68.
- [6] 石庆华,潘晓华,黄黄金,等. “江西双季稻丰产高效技术集成与示范”项目的实施效果分析[J]. 江西农业大学学报,2005,27(3):371-373.
- [7] 胡启锋,钟珺,虞新华,等. 栽插密度对赣南中低产田区双季早稻产量的影响[J]. 江西农业大学学报,2014,26(12):21-23,27.
- [8] 陈海飞,冯洋,蔡红梅,等. 氮肥与移栽密度互作对低产田水稻群体结构及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2014,20(6):1319-1328.