

# 南粳 9108 机插秧宽窄行种植方式适宜密度探讨

王洁<sup>1</sup> 周有炎<sup>1</sup> 邢志鹏<sup>2</sup> 沙安勤<sup>1</sup> 陈春生<sup>1</sup> 钱有宏<sup>1</sup> 王继汉<sup>1</sup> 王正波<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 江苏省兴化市农业技术推广中心, 江苏 兴化 225700; <sup>2</sup> 扬州大学/江苏省作物遗传生理重点实验室, 江苏 扬州 225009; 第一作者: xhwj320@163.com)

**摘要:**以 30 cm 等行距种植为对照, 探讨了宽窄行(窄行行距 20 cm, 宽行行距分别为 30、35、40、45 和 50 cm)机插水稻产量的形成规律及适宜机插规格。结果显示, 与对照相比, 在宽行行距适宜范围内, 宽窄行机插增产 1.1%~6.5%, 差异显著, 增产主要归因于群体颖花量的增大、群体结构的优化和后期光合物质生产与转运能力的增强。其中, 窄行行距 20 cm、宽行行距 40~45 cm 的宽窄行栽插规格是实现高产的最优模式。

**关键词:**南粳 9108; 机插稻; 宽窄行; 密度; 产量

**中图分类号:**S511.048 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8082(2016)06-0098-04

宽窄行种植是采用宽行和窄行相间排列的种植方式, 其广泛应用于玉米、油菜等作物生产<sup>[1]</sup>。该种植方式的优势在于能够发挥边际效应作用, 改善群体通风透光条件, 形成优势的田间小气候, 构建植株高光效群体结构<sup>[1-2]</sup>。宽窄行种植方式在水稻生产上也有一定的应用, 但宽窄行插秧一直以来采用人工拉线来完成。而近年来, 依靠科技的投入, 以及科研人员的攻关, 与宽窄行种植方式配套的步行插秧机分插技术逐渐成熟, 相应机械已经制造并生产试用。因此, 探讨并明确宽窄行种植方式水稻产量特征及适宜行距配置, 可为宽窄行种植方式进一步改良与优化提供理论和数据支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点及供试材料

试验于 2014-2015 年在江苏省兴化市钓鱼镇进行, 土壤肥力中等, 前茬为小麦。供试水稻品种为南粳 9108, 由江苏省农业科学院粮食作物研究所提供。

### 1.2 试验设计

试验以大面积等行距机插(行距 30 cm)为对照(CK), 设置 5 个宽窄行处理(T1、T2、T3、T4、T5), 见图 1。各处理 3 次重复, 小区面积 25 m<sup>2</sup>, 共计 18 个小区。

试验于 5 月 30 日将浸种催芽至破胸露白的种子均匀撒播在机插塑料软盘上, 早育壮秧。于 6 月 17 日人工模拟宽窄行机械(富来威 2Z-455 机型)栽插, 用长竹竿画点控制行距, 秧苗靠点栽插, 株距为 13.3 cm, 每丛 3 苗。田间总施氮量 255 kg/hm<sup>2</sup>, 基肥: 追肥=6:4, 其中基肥和分蘖肥各占 50%, 穗肥分 2 次等量施用, 氮磷钾配比为 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=2:1:2, 磷肥全部基施, 钾肥分基肥和促花肥 2 次等量施用。水分管理及病、虫、草害防

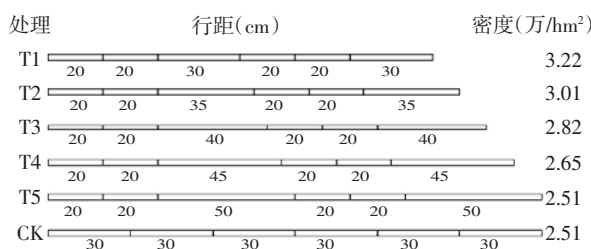


图 1 各处理行距设置及相应密度

治同当地大面积生产。

### 1.3 测定内容与方法

#### 1.3.1 生育期

记载各处理拔节期、抽穗期和成熟期的准确日子, 收集温光资源数据。

#### 1.3.2 干物质及叶面积

于拔节期、抽穗期、成熟期, 按每小区茎蘖数的平均数取代表性植株 5 丛, 105℃下杀青 30 min, 80℃下烘干至恒质量, 测定各器官干物质量, 并采用比重法测定叶面积。

#### 1.3.3 产量及产量构成因素

成熟期采用“五点法”每小区普查 50 丛, 计算有效穗数, 并根据平均成穗数取 10 丛调查每穗粒数、结实率, 测定千粒重, 计算理论产量, 并实收测产。

### 1.4 数据计算与统计分析

收稿日期: 2016-09-01

**基金项目:**江苏省农业科技自主创新资金项目[CX(15)1002]; 江苏省“农业三新”工程项目(SXGC[2015]256); 国家重点研发计划(2016YFD0200805); 江苏重点研发计划(BE2015340)

表 1 各处理产量及其构成因素

处理	有效穗数 (万/hm <sup>2</sup> )	每穗粒数 (粒)	群体颖花量 (万/hm <sup>2</sup> )	结实率 (%)	千粒重 (g)	2015 实产 (t/hm <sup>2</sup> )	2014 实产 (t/hm <sup>2</sup> )
T1	388.2 a	107.1 e	41 568.5 d	95.0 a	26.24 a	9.91 d	9.36 c
T2	379.8 b	118.1 d	44 853.1 c	95.6 a	26.37 a	10.92 c	10.13 b
T3	372.7 b	127.8 c	47 627.4 a	93.6 a	26.25 a	11.25 ab	10.96 a
T4	355.7 c	134.6 ab	47 890.6 a	93.2 a	26.47 a	11.46 a	10.99 a
T5	337.0 d	139.2 a	46 892.7 b	93.2 a	26.17 a	11.05 bc	10.44 b
CK	338.9 d	132.9 bc	45 028.9 bc	93.6 a	26.45 a	10.83 c	10.33 b

同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

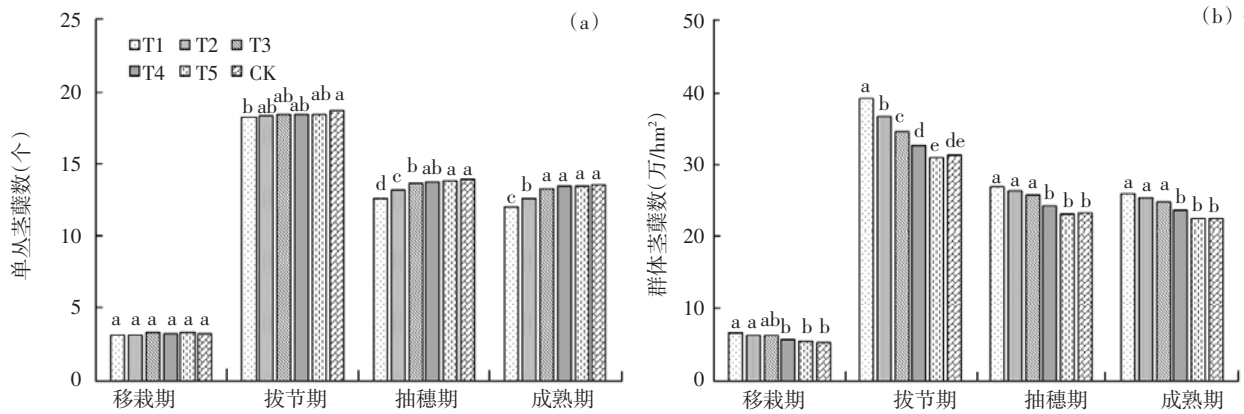


图 2 关键生育时期各处理单丛茎蘖数和群体茎蘖数

光合势( $\times 10^4 \text{ m}^2 \cdot \text{d}/\text{hm}^2$ )= $1/2(L_1+L_2) \times (t_2-t_1)$ , 群体生长率( $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ )= $(W_2-W_1)/(t_2-t_1)$ , 净同化率( $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ )= $[(\ln LAI_2-\ln LAI_1)/(LAI_2-LAI_1)] \times [(W_2-W_1)/(t_2-t_1)]$ 。式中, $L_1$ 和 $L_2$ 、 $W_1$ 和 $W_2$ 、 $LAI_2$ 和 $LAI_1$ 、 $t_1$ 和 $t_2$ 分别为前后 2 次测定的叶面积、干物质量、叶面积指数和时间。

由于 2 年数据趋势一致,故本文以 2015 年数据进行分析。相关数据采用 Microsoft Excel 2013 进行数据录入和计算,运用 DPS 7.05 软件进行相关统计分析。

2 结果与分析

2.1 产量及其构成因素

由表 1 可知,T5 与 CK 密度相同,但较 CK 增产 1.1%~2.0%;T4 和 T3 处理密度高于 CK,分别较 CK 增产 5.8%~6.5%、3.9%~6.1%,增产显著。从产量构成因素分析,结实率和千粒重各处理间无明显差异,而 T3、T4 的群体颖花量显著高于 CK。进一步对穗数和穗粒数进行分析发现,T5 与 CK 穗数无明显差异,但 T5 的穗粒数显著高于 CK,T4、T3 与 CK 穗粒数差异不显著,但 T4、T3 的穗数显著多于 CK。说明在一定范围内,宽窄行处理具有显著增产效果,主要归因于群体颖花量的显著增加,源于穗数与穗粒数的优化组合。

从表 1 可见,宽窄行处理间,T4 和 T3 产量显著高于其他处理。从 T1 到 T5,各处理穗数呈显著下降趋势,穗粒数呈显著上升趋势,群体颖花量与产量趋势一致,并且 T3 与 T2 处理间穗粒数变化特别明显。说明宽窄行的最适密度应在 T3 和 T4 之间,高群体颖花量是增产的途径,较小的行距有效提升了穗数但显著降低了穗粒数。

2.2 茎蘖动态

从图 2 可见,在移栽期,单丛茎蘖数各处理间差异较小,但受各处理行距的影响,群体茎蘖数随密度降低呈减少趋势;单丛茎蘖数以 T1 最少,群体茎蘖数以 T1 最多,随着密度的降低,单丛茎蘖数呈上升趋势、群体茎蘖数呈下降趋势。抽穗期、成熟期趋势同移栽期,随密度降低,单丛茎蘖数呈增多趋势、群体茎蘖数呈减少趋势。

2.3 叶面积动态

从图 3 可见,叶面积指数在拔节期各处理间差异不大,但以 T1 最大;在抽穗期和成熟期各处理间差异显著,以 T4 最大。播种-拔节期的光合势处理间无显著差异,拔节-抽穗期和抽穗-成熟期均以 T4 的光合势最高。

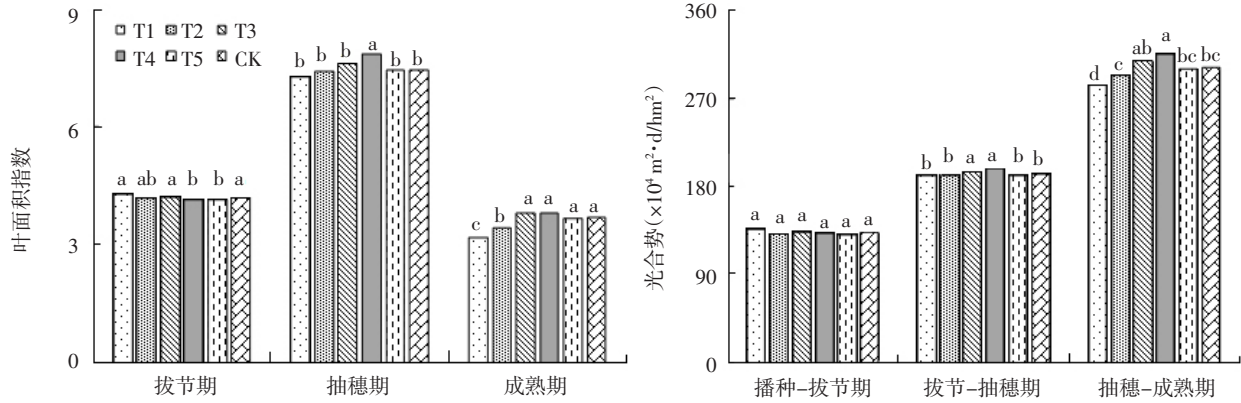


图3 关键生育时期各处理叶面积指数及阶段光合势

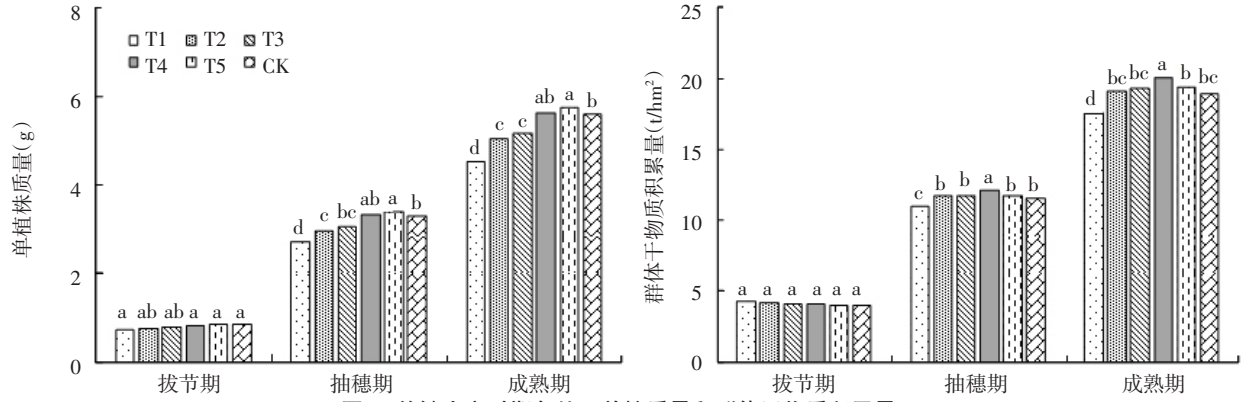


图4 关键生育时期各处理单株质量和群体干物质积累量

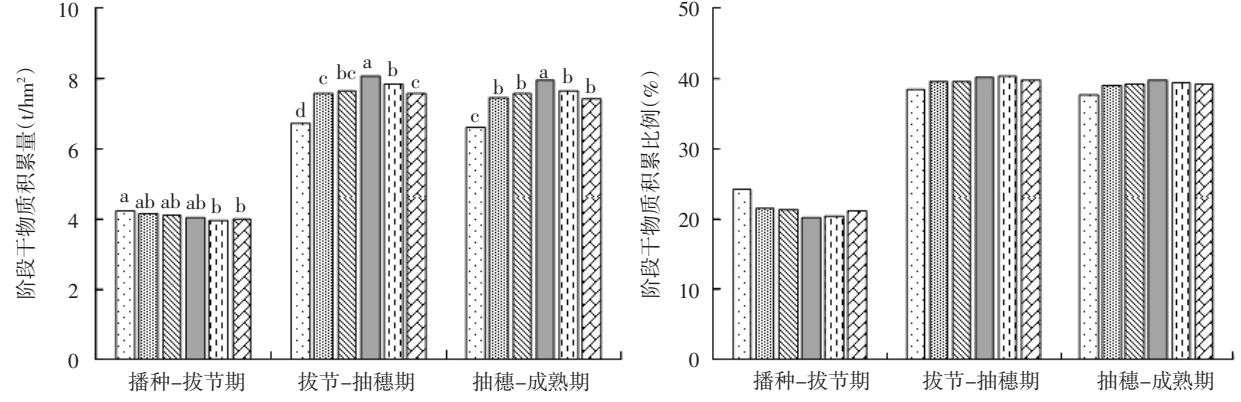


图5 阶段性各处理单株质量和群体干物质积累量

2.4 干物质积累

从图4可见,拔节期单株质量在低密度处理下显著高于高密度处理,而群体干物质积累量在低密度下高于高密度,但差异不显著;抽穗期单株质量和群体干物质积累量均存在显著差异,单株质量T4和T5处理明显高于CK及T1、T2和T3处理,且T4处理的群体干物质积累量显著高于其他处理;成熟期单株质量和群体干物质积累量与抽穗期趋势一致,但处理间差异增大。

2.5 阶段干物质积累特征

从图5可见,播种-拔节期群体干物质积累比例以T1处理最高,T4处理最低;拔节-抽穗期、抽穗-成熟期趋势一致,均表现为T4处理显著高于其他处理。

2.6 阶段群体生长率和净同化率

从图6可见,播种-拔节期群体生长率和净同化率均以T1处理最高;拔节-抽穗期群体生长率T4处理显著高于T5以外的处理,净同化率T4、T5处理显著高于其他处理;抽穗-成熟期群体生长率T4处理显著高于

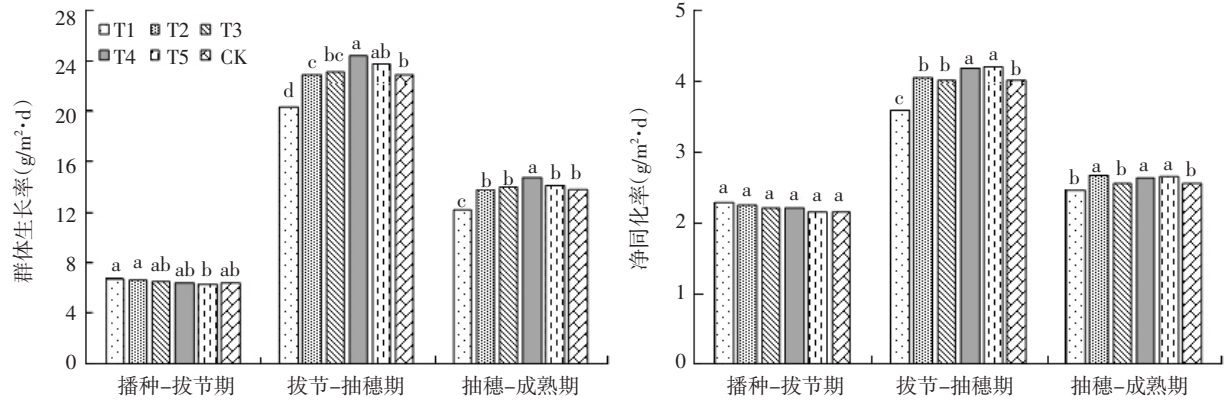


图 6 阶段性各处理群体生长率和净同化率

其他处理,净同化率 T2、T4 和 T5 显著高于其他处理。

3 小结与讨论

本研究以大面积生产应用的 30 cm 等行距机插为对照,探讨“双窄一宽”的宽窄行配置下机插稻产量及光合物质生产特征及差异。与对照相比,宽行行距为 40~50 cm 时,宽窄行机插方式比对照增产 1.1%~6.5%。在适宜的宽行行距范围内,宽窄行机插水稻群体颖花量显著高于对照,且水稻中、后期群体生长率和净同化率相对较高,抽穗后群体光合势、干物质积累量及积累比例也明显高于对照<sup>[3]</sup>。说明宽窄行机插水稻增产的主要特征为:群体颖花量增大、群体结构优化和后期光合物质生产及转化能力增强。

通过行距的不同配置,宽窄行栽插方式使水稻群体移栽期栽插密度呈规律性变化。窄行行距固定为 20 cm,宽行行距从 30 cm 增加到 50 cm,栽插密度从 3.22 万丛/hm<sup>2</sup> 减少到 2.51 万丛/hm<sup>2</sup>,产量呈先升高后降低

趋势,最高产量出现在宽行行距为 40~45 cm 之间。与低产的宽窄行配置相比,高产的宽窄行配置方式能有效协调群体大小,实现穗数和穗粒数的优势组合,增大群体颖花量;充分发挥水稻单株生产力,于抽穗期构建优化的群体结构;并且显著提升抽穗后光合势、群体生长率和净同化率,促进了光合物质生产与转化,从而攻取高产<sup>[3]</sup>。

参考文献

[1] Wang R, Cheng T, Hu L Y. Effect of wide - narrow row arrangement and plant density on yield and radiation use efficiency of mechanized direct-seeded canola in Central China [J]. *Field Crop Res*, 2015, 172: 42-52.  
[2] 王子平, 何登骥. 水稻试验小区边际效应的估算 [J]. *作物学报*, 1999, 25(1): 105-108.  
[3] 张洪程, 李杰, 戴其根, 等. 机插稻“标秧、精插、稳发、早搁、优中、强后”高产栽培精确定量关键技术[J]. *中国稻米*, 2010, 16(5): 1-6.

Study on Suitable Planting Density of Wide-narrow Row Machine Transplanting Method of Nangeng 9108

WANG Jie<sup>1</sup>, ZHOU Youyan<sup>1</sup>, XING Zhipeng<sup>2</sup>, SHA Anqin<sup>1</sup>, CHEN Chunsheng<sup>1</sup>, QIAN Youhong<sup>1</sup>, WANG Jihan<sup>1</sup>, WANG Zhengbo<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup> Agricultural Technology Extension Center of Xinghua City, Xinghua, Jiangsu 225700, China; <sup>2</sup> Key Laboratory of Crop Genetics and Physiology of Jiangsu Province/ Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225009, China; 1st author: xhwj320@163.com)

**Abstract:** Discussion on the yield formation characteristics and suitable planting density of machine transplanted rice under wide-narrow row (narrow row spacing is 20 cm, and wide rows spacing are 30 cm, 35 cm, 40 cm, 45 cm and 50 cm respectively) method, the equal row(spacing is 30 cm) method as the control. The results showed that, compared with CK, the yield of wide-narrow row method increased by 1.1%~6.5% under suitable wide row range, the reason for the increase of yield were the total spikelets increased, rice population structure optimized and photosynthetic production and transportation during grain-filling phase improved. Wide row spacing of 40~45 cm and narrow row spacing of 20 cm is the optimal density to achieve high yield.

**Key words:** Nangeng 9108; machine transplanted rice; wide-narrow row; density; yield