

# 水稻机械化钵体摆栽密度试验研究

宋 微,刘华招,步金宝

(黑龙江省农垦科学院 水稻研究所,黑龙江 哈尔滨 150070)

**摘要:**为大面积推广水稻机械化摆栽技术,以龙稻5号、龙粳30和垦鉴稻6号3个优质水稻品种为试材,设置6种栽插密度,采用裂区试验方法,以筛选出2ZB-633型摆栽机最适宜的水稻栽插密度。结果表明:运用2ZB-633型摆栽机进行插秧,其摆栽密度为23 cm×10 cm时,水稻群体各重要性状最优,产量构成因素相互协调发展,可获得最高产量。

**关键词:**水稻品种;摆栽机;摆栽密度

**中图分类号:**S511.048

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2014)08-0043-04

水稻钵育苗是在水稻旱育稀植和盘育机插等育苗技术基础上发展而来的育苗技术,钵苗移栽具有播量少、可育成带蘖壮苗、出穗早、不伤根、移栽后无缓苗现象、前期生长旺盛、结实率高及优质、高产等特点<sup>[1]</sup>。钵育苗技术已经得到广泛的研究且技术十分成熟,但是本田的关键栽培技术尚不成熟,致使该技术在黑龙江垦区至今仍未大面积推广应用。因此,研制钵苗移栽配套机械与核心栽培技术是提升水稻综合生产能力、解决钵苗移栽综合技术推广的核心问题<sup>[2-3]</sup>。该试验选择新型水稻2ZB-633型摆栽机为试验对象,通过人工模拟不同摆栽密度条件,对黑龙江省3个优质水稻品种主要生长性状及产量构成因素的考察,探究摆栽机最适宜的水稻栽培密度,为钵育摆栽大面积推广奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地基本情况

试验于2013年在黑龙江农垦科学院水稻研究所哈尔滨试验站进行,土壤为坡地黑土碳酸盐土,前茬是水稻,有机质含量26.3 g·kg<sup>-1</sup>、全氮1.74 g·kg<sup>-1</sup>、全磷430.0 mg·kg<sup>-1</sup>、缓效钾701.5 mg·kg<sup>-1</sup>、碱解氮120.8 mg·kg<sup>-1</sup>、速效磷16.7 mg·kg<sup>-1</sup>、速效钾99.3 mg·kg<sup>-1</sup>,土壤pH7.84。

收稿日期:2014-04-16

第一作者简介:宋微(1987-),女,山东省潍坊市人,硕士,助理研究员,从事水稻遗传育种研究。E-mail: songweineau@163.com。

通讯作者:刘华招(1978-),博士,副研究员,从事水稻遗传育种研究。

### 1.2 材料

供试水稻品种为龙稻5号、龙粳30、垦鉴稻6号。试验用移栽机械为水稻2ZB-633型摆栽机。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验采用裂区设计,3次重复,插秧规格为主区设6个处理,分别是A1:23 cm×10 cm、A2:23 cm×13 cm、A3:27 cm×10 cm、A4:27 cm×13 cm、A5:30 cm×10 cm、A6:30 cm×13 cm。试验的水稻品种为副区设3个处理,分别是B1:龙稻5号、B2:龙粳30、B3:垦鉴稻6号。人工模拟钵育摆栽机,每处理插10行,行长20 m,小区面积260 m<sup>2</sup>。每穴固定插3株。

1.3.2 施肥标准及田间管理 施肥标准:采用N:P:K=2.0:1.0:1.5配比肥料,施肥量为尿素150 kg·hm<sup>-2</sup>、磷酸二铵97.5 kg·hm<sup>-2</sup>、50%硫酸钾135.0 kg·hm<sup>-2</sup>。

基肥用量:氮肥的40%、磷肥100%、钾肥50%;商品量为施用尿素60 kg·hm<sup>-2</sup>、磷酸二铵907.5 kg·hm<sup>-2</sup>、50%硫酸钾67.5 kg·hm<sup>-2</sup>、随整地耙入土中8~10 cm;蘖肥:氮肥的30%即尿素45 kg·hm<sup>-2</sup>,水稻返青后施入;调节肥:氮肥的20%即尿素30 kg·hm<sup>-2</sup>,8叶期前后看田施用;穗肥:氮肥的10%、钾肥50%,商品量为施用尿素15 kg·hm<sup>-2</sup>、50%硫酸钾67.5 kg·hm<sup>-2</sup>,在倒二叶长一半时施入;其它管理同大田。

1.3.3 测定项目及方法 (1)茎蘖数调查:定点20穴,3次重复,在移栽后20 d开始调查,每隔5 d调查一次,至抽穗期结束。

(2)叶面积:分别于返青期、(N-n)有效分蘖

临界叶龄期,拔节期、孕穗期、抽穗期和成熟期选取3穴,测量叶面积。

(3)产量及产量构成因素:在成熟期,每处理取10穴,进行室内考种,测定株高、一次枝梗数、二次枝梗数、每穗粒数、千粒重和结实率,并折算成公顷产量。

1.3.4 数据处理与分析 所得数据均采用 Microsoft Excel 2003 和 DPSv7.05 数据处理系统进行数据统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同摆栽密度对水稻茎蘖的影响

从图1看出,在相同栽培管理条件下,分蘖盛期茎蘖数基本表现出随摆栽密度的增大而增大的趋势,即A1处理茎蘖数最多,各水稻品种在A6处理下,分蘖盛期茎蘖数略高于A4处理,推测可能由于摆栽密度增大,发挥水稻单株的生长优势,前期生长量较大,使得茎蘖数增加,出现摆栽密度大的水稻分蘖盛期茎蘖数更多的现象。分蘖盛期茎蘖数变化在水稻品种间表现基本一致。除A3处理外,各处理茎蘖数均表现为龙稻5号<龙粳30<垦鉴稻6号。

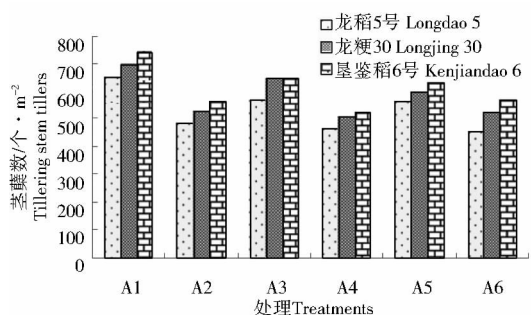


图1 不同摆栽密度下3个品种分蘖盛期茎蘖数

Fig. 1 Tillering stem tillers of three varieties under different growing densities

龙稻5号的茎蘖数基本随着摆栽密度的增大而增多,且A1处理茎蘖数最多,龙粳30和垦鉴稻6号的茎蘖数动态变化与龙稻5号基本一致,均在A1处理条件下茎蘖数达到最大,最高茎蘖数分别是648、695和739个·m<sup>-2</sup>。从各处理比较来看,龙稻5号在A1处理和A3处理分蘖数相差23~66个·m<sup>-2</sup>。龙粳30在A1处理和A3处理间相差3~48个·m<sup>-2</sup>。垦鉴稻6号在A1处理和A5处理间相差1~44个·m<sup>-2</sup>。

不同摆栽密度处理的茎蘖数在7月1日前增

长缓慢,分蘖发生少。从7月1~11日茎蘖数急剧增加,各处理茎蘖数增长趋势没有明显差别近乎平行。7月11日左右茎蘖数达到了最高。龙稻5号A4、A5处理后平方米茎蘖数下降快,说明无效分蘖稍微多些。在平方米基本苗数多的情况下,各时期的茎蘖数都保持了较高水平。A1处理在各生育期茎蘖数始终高于其它处理,比其它处理茎蘖数多52.7个·m<sup>-2</sup>,A4处理茎蘖数最低。

### 2.2 不同摆栽密度对群体叶面积的影响

由表1可知,龙稻5号各处理间主茎剑叶叶面积表现为A1>A3>A5>A2>A4>A6,A1和A3,A5和A2,A4和A6两两差异不显著,三组处理间差异极显著。倒二叶叶面积表现为A1>A3>A5>A2>A4>A6,A1和A3差异不显著,与其它处理间差异极显著。倒三叶叶面积变化趋势与倒二叶相一致。由此可以说明,龙稻5号随着密度的增加,主茎功能叶叶面积呈增加趋势。剑叶、倒二叶和倒三叶叶面积的变异系数分别为4.09%、3.16%和7.97%,因此各处理对主茎功能叶叶面积的影响大小依次为:倒三叶>剑叶>倒二叶。

龙粳30各处理主茎剑叶叶面积表现为A1>A3>A2>A5>A4>A6,A1处理与A2、A3处理差异不显著,与其它处理差异极显著。倒二叶和倒三叶叶面积在各处理下表现同剑叶叶面积一致,均在A1处理下获得最大值,其中倒二叶A1处理同其它处理差异均极显著,倒三叶A1处理与A3处理差异不显著,与其它处理差异极显著。由此可知,除A2处理外龙粳30主茎功能叶叶面积随摆栽密度的增大而增加。

垦鉴稻6号各处理主茎剑叶叶面积表现为A1>A3>A5>A2>A6>A4,A1与A3差异不显著,与其它处理差异极显著。倒二叶和倒三叶叶面积表现为A3>A1>A5>A2>A4>A6,倒二叶A3处理与其它处理差异极显著,倒三叶A3与A1差异不显著,二者显著高于其它处理。虽然垦鉴稻6号剑叶叶面积随摆栽密度变化规律不规则,但A1处理的叶面积仍为最高值。倒二叶和倒三叶叶面积在A3处理下获得最高值,但是倒三叶中A1与A3处理差异不显著。

表 1 不同摆栽密度下各水稻品种功能叶叶面积比较

Table 1 Comparison on functional leaf area of rice varieties in different densities

处理 Treatments	叶面积/cm <sup>2</sup> Area								
	龙稻 5 号 Longdao 5			龙粳 30 Longjing 30			垦鉴稻 6 号 Kenjiandao 6		
	剑叶	倒二叶	倒三叶	剑叶	倒二叶	倒三叶	剑叶	倒二叶	倒三叶
	Flag leaf	Top second leaf	Top third leaf	Flag leaf	Top second leaf	Top third leaf	Flag leaf	Top second leaf	Top third leaf
A1	62.71 aA	73.72 aA	74.58 aA	82.33 aA	92.66 aA	88.56 aA	79.55 aA	85.22 bB	105.1 aA
A2	59.15 bB	71.63 bB	65.84 cC	80.29 aA	83.72 cC	80.05 bB	74.58 bB	80.22 cC	98.3 cC
A3	61.72 aA	73.06 aA	74.03 aA	81.44 aA	87.62 bB	88.36 aA	78.67 aA	87.06 aA	106.3 aA
A4	56.5 cC	69.9 bB	61.63 dD	67.73 cC	76.72 dD	72.3 dD	69.52 dD	75.82 dD	96.4 dD
A5	60.16 bB	72.06 bB	70.29 bB	79.55 bB	82.66 cC	75.95 cC	75.42 bB	84.66 bB	102.3 bB
A6	55.8 cC	68.3 cC	60.98 dD	66.73 cC	69.08 eE	70.56 eE	70.67 cC	74.22 dD	95.1 eE
均值 Average	59.34	71.44	69.28	76.35	82.07	79.3	74.75	81.2	100.6
CV/%	4.09	3.16	7.97	10.44	11.33	9.01	3.22	9.87	6.82

注:表中同列大、小写字母分别表示 0.01 和 0.05 差异显著性水平。

Note:Different capital letters and lowercases mean significant at 0.01 and 0.05 level respectively.

2.3 不同栽培密度对产量及产量构成因素的影响

由表 2 可知,从株高、穗粒数和千粒重这 3 个指标来看,各处理间 3 个品种株高变化均不明显,同时与摆栽密度没有形成特定的变化规律,说明水稻株高、穗粒数和千粒重主要决定于品种特性,受摆栽密度影响不大。其它产量构成因素中,穗

数受摆栽密度影响较大,龙稻 5 号穗数变化规律为 A1>A3>A5>A2>A4>A6,龙粳 30 穗数变化规律为 A1>A3>A5>A2>A6>A4,垦鉴稻 6 号每平米穗数变化规律为 A1>A5>A3>A6>A2>A4,从总体趋势来看,3 个试验品种穗数随摆栽密度的增加而增多。对于结实率来说,龙稻 5 号结实率表现为 A2>A5>A3>A6>A1>

表 2 不同摆栽密度对产量及产量构成因素的影响

Table 2 Yield and components in different densities

品种 Varieties	处理 Treatments	株高/cm Height	穗数/穗·m <sup>2</sup> Spike number	穗粒数 Kernel number	千粒重/g 1000-grain weight	结实率/% Seed setting rate	产量/ kg·hm <sup>2</sup> Yield
龙稻 5 号 Longdao 5	A1	93.5	566	88	25.8	92.6	8679.0 aA
	A2	94.2	424	92	26.3	96.4	7651.5 bAB
	A3	94.0	500	90	26.3	95.3	7749.0 bAB
	A4	93.8	398	94	25.7	91.3	7747.5 bAB
	A5	94.0	488	95	26.0	95.5	7477.5 bB
	A6	93.3	396	95	26.1	93.8	7284.0 bB
龙粳 30 Longjing 30	A1	87.1	639	109	24.8	94.6	10278.0 aA
	A2	86.8	530	113	25.0	96.8	8560.5 cdBC
	A3	86.8	633	109	25.0	93.7	8728.5 bcBC
	A4	85.7	494	115	25.4	96.6	8089.5 dC
	A5	87.1	589	116	25.1	97.2	9219.0 bB
	A6	86.9	504	118	25.3	95.8	8334.0 cdBC
垦鉴稻 6 号 Kenjiandao 6	A1	95.8	723	78	25.6	95.3	9228.0 aA
	A2	95.1	556	80	26.8	95.4	7878.0 abAB
	A3	96.3	635	83	25.1	96.7	7932.0 abAB
	A4	96.2	514	86	26.5	94.4	7549.5 abAB
	A5	96.2	685	84	26.9	95.8	8380.5 bAB
	A6	95.2	570	86	27.1	94.5	7341.0 bB

A4, 龙粳 30 结实率表现为  $A5 > A2 > A4 > A6 > A1 > A3$ , 垦鉴稻 6 号结实率表现为  $A3 > A5 > A2 > A1 > A6 > A4$ 。3 个品种在 A1 密度下结实率较低, 而在相对 A2、A3、A5 密度下结实率较高, 由此分析推断, 群体密度过大及穗粒数较多的情况下, 产量构成因素之间相互制约, 导致结实率下降, 而在群体密度相对小的条件下, 各因素都得到充分发挥, 结实率上升。从总体趋势来看, 3 个试验品种结实率均呈现随摆栽密度的增加而减小的趋势。综合不同摆栽密度下的实际单产可以看出, 3 个品种在 A1 处理下各产量构成因素协调发展, 产量最高。

产量结果方差分析得出, 不同插秧规格间产量差异显著; 摆栽密度和水稻品种没有互作, 是彼此独立的。对摆栽密度各处理产量作新复极差测验得出, A1 处理和其余处理产量差异极显著; A5 处理与 A6 处理差异显著。A2、A3 和 A4 产量结果差异不显著。

### 3 结论与讨论

试验的 3 个品种虽然在产量上有所差异, 但都是在摆栽密度  $23\text{ cm} \times 10\text{ cm}$  处理下产量最高, 与其它处理相比产量构成各因素都较均衡, 协调性较好, 龙稻 5 号、龙粳 30 和垦鉴稻 6 号最高产量与最低的处理相比分别增产  $1\,395.0$ 、 $2\,188.5$  和  $1\,887.0\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 增产率分别为  $19.1\%$ 、 $27.1\%$  和  $25.7\%$ 。

从产量结果看出, 插秧规格  $10\text{ cm}$  的各组合产量均表现突出, 3 个品种的平均产量达到

$7\,968.5$ 、 $9\,408.5$  和  $8\,513.5\text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。说明通过缩小行距增加单位面积穴数、保持合理的空间分布可以显著提高产量。因此, 寒地水稻生产在一定范围内保持较高基本苗数和合理的空间分布是获得高产的关键<sup>[4]</sup>。

对产量结果方差分析表明, 摆栽密度对水稻产量的影响达显著水平。可见保证基本苗数量要以调整插秧规格为主, 但同时要注意单穴插秧株数, 要防止增加摆栽密度后, 水稻群体密度过大造成贪青晚熟和倒伏, 病害加重, 品质下降<sup>[5-6]</sup>。

试验表明龙稻 5 号、龙粳 30 和垦鉴稻 6 号的最适摆栽密度均为  $23\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ , 单穴插秧株数控制在 2~3 株为宜。由此证明, 运用 2ZB-633 型摆栽机在实际生产过程中, 摆栽密度为  $23\text{ cm} \times 10\text{ cm}$  时可获得较高产量。

### 参考文献:

- [1] 黄大山. 播期、播量和移栽密度对宁粳 1 号机插稻产量形成及氮素吸收的影响[D]. 扬州: 扬州大学, 2008.
- [2] 郝宪彬, 韩勇, 李全英, 等. 不同插栽密度与插栽苗数对辽优 0201 制种产量性状的影响[J]. 杂交水稻, 2004, 19(5): 14-19.
- [3] 崔一龙, 金明淑, 朴哲, 等. 密度对不同品种水稻生育及产量构成因素的影响[J]. 延边农学院学报, 1996(1): 37-42.
- [4] 李木英, 石庆华, 王涛, 等. 种植密度对双季超级稻群体发育和产量的影响[J]. 杂交水稻, 2009, 24(2): 72-77.
- [5] 贾汝志, 王丽余. 水稻不同插秧密度试验总结[J]. 北方水稻, 2007(2): 39-44.
- [6] 张怀选, 张文忠, 陈志银, 等. 水稻超高产栽培密度与肥料试验总结[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(17): 5112-5168.

## Experimental Study on Rice Planting Density by Pendulum Planting Machine

SONG Wei, LIU Hua-zhao, BU Jin-bao

(Rice Research Institute of Heilongjiang Academy of Land Reclamation Sciences, Harbin, Heilongjiang 150070)

**Abstract:** In order to promote the rice planting technology of mechanization, taking three high quality rice varieties of Longdao 5, Longjing 30 and Kenjiandao 6 in Heilongjiang province as materials, the optimum density of rice cultivation suitable for 2 ZB-633 type planted machine was explored from six densities by split plot experiment. The results showed that the important traits of rice population, production factors and yield could obtain the maximum under the pendulum of  $23\text{ cm} \times 10\text{ cm}$  for planting density by ZB-633.

**Key words:** rice varieties; pendulum planting machine; plant density