

不同农艺措施对机插水稻产量的影响

陶帅平¹, 李仿牙², 马国福³, 狄田荣⁴, 徐春松⁵, 管朝华⁶ (1. 江苏省溧阳市土壤肥料技术指导站, 江苏溧阳213300; 2. 江苏省溧阳市别桥镇农业综合服务站, 江苏溧阳213300; 3. 江苏省溧阳市溧城镇农业综合服务站, 江苏溧阳213300; 4. 江苏省溧阳市作物栽培技术指导站, 江苏溧阳213300; 5. 江苏省溧阳市种子管理站, 江苏溧阳213300; 6. 江苏省溧阳市天目湖镇农业综合服务站, 江苏溧阳213300)

摘要 [目的] 统计分析机插水稻产量形成的特点, 研究机插密度和肥料运筹对机插水稻产量的影响, 以优化机插水稻农艺配套措施。[方法] 分别设置3种机插秧规格和3种氮肥作基肥与穗肥配比田间试验, 考察产量及其构成差异。[结果] 结果表明, 机插水稻增产增收明显, 单产在5 737.5~10 315.7 kg/hm²时, 产量与总颖花量及每穗实粒数呈极显著正相关, 与千粒重呈显著正相关。适宜的机插规格应掌握在11.7~13.3 cm × 30.0 cm, 基本苗75万~105万/hm²。土壤肥力中等, 单产要求在9 000 kg/hm²以上时, 投入总氮(纯)应为270~300 kg/hm², N P₂O₅ K₂O为1.0 0.3 0.5, 氮素基肥与穗肥比例宜为5.5或6.4。[结论] 机插水稻高产栽培策略适宜走建立适中群体、抬升后期肥料运筹比重、提高成穗率、主攻大穗、增加千粒重之路, 穗数型增产与穗重型增产相结合。

关键词 机插水稻; 手栽水稻; 产量; 密度; 肥料运筹

中图分类号 S511 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)33-14463-03

Effects of Different Agronomic Measures on the Yield of Mechanical Transplanting Rice

TAO Shuai-ping et al (Liyang Fertilizer Technical Guidance Station in Jiangsu Province, Liyang, Jiangsu 213300)

Abstract [Objective] The research aimed to analyze the characteristics of yield formation of mechanical transplanting rice, study the effects of different agronomic measures on the yield of mechanical transplanting rice, and optimize the agronomic measures of mechanical transplanting rice. [Method] Three kinds of mechanical transplanting specification and three kinds of nitrogenous(N) fertilizer application methods were designed to observe the yield and the difference of yield components. [Result] The results showed that the yield and the income of mechanical transplanting rice increased significantly. When the yield was 5 737.5 - 10 315.7 kg/hm², the yield had the most significant positive correlation with the total amount of glinous flowers and the true grain amount per spike, the significant positive correlation with 1 000-grain weight. The suitable mechanical transplanting specification was 11.7 - 13.3 cm × 30.0 cm, the basis seedling 75 × 10⁴ ~ 105 × 10⁴/hm². When the soil fertility was middling and the yield was over the 9 000 kg/hm², the application amount of N fertilizer should be 270 - 300 kg/hm², the N P₂O₅ K₂O should be 1.0 0.3 0.5, the ratio of basal fertilizer and fertilizer for tillering to fertilizer for heading was 5.5 or 6.4. [Conclusion] The cultivation strategies for high yield in mechanical transplanting rice include establishing suitable colony, increasing the fertilizing ratios of later growth stages, elevating effective spikes and big panicles, raising grain weight. So the panicle quantity and weight will be combined to get high yield.

Key words Different agronomic measures; Mechanical transplanting rice; Manual transplanting rice; Yield; Density; Fertilizing management

机插水稻因省工、省种、省秧田和产量高、效益好、效率优而发展迅速^[1]。机插水稻主要由于对秧苗的特殊要求, 形成了有别于传统手栽水稻的自有生育特性^[1-2]。机插密度^[3]、肥料运筹等农艺措施对机插水稻产量均会产生一定影响。

1 材料与试验方法

1.1 大面积生产调查统计分析 调查地点为江苏省溧阳市, 调查内容分3部分。“十五”期间, 溧阳市机插水稻面积、产量情况, 并就产量与效益与手栽水稻作比较; 汇总分析2006年溧阳市别桥镇、溧城镇、南渡镇、竹箬镇4个镇水稻

栽培资料, 剖析机插水稻与手栽水稻产量及其构成差异性;

对2007年33块机插水稻田成熟期考察资料作统计分析, 研究机插水稻产量与其构成因子的相关性。

1.2 机插密度及肥料运筹试验

1.2.1 机插密度试验设计。2006年在别桥镇绸缪规模种粮大户处, 设置11.7 cm × 30 cm、13.3 cm × 30 cm、15.0 cm × 30 cm 3种机插秧规格田间试验, 每小区面积90 m × 3 m, 重复3次, 随机区组排列, 除机插密度不同, 其他生产条件及管理措施相同, 考察产量及其构成差异。

表1 江苏省溧阳市“十五”期间机插水稻情况

Table 1 The situations of machine-transplanted rice in Liyang City of Jiangsu Province during the period of the Tenth Five year Plan

年份 Year	机插稻面积 hm ² Area of machine-transplanted rice	机插稻单产 kg/hm ² Unit yield of machine-transplanted rice	手栽稻单产 kg/hm ² Unit yield of manual-transplanted rice	机插稻比手栽稻增产 kg/hm ² Increased yield of machine-transplanted rice than manual-transplanted rice	机插稻比手栽稻增效 元/hm ² Increased benefits of machine-transplanted rice than manual-transplanted rice
2001	21.3	9 925.5	9 022.5	903.0	2 435.4
2002	199.0	10 005.0	9 189.0	816.0	2 379.6
2003	933.3	8 917.5	7 941.0	976.5	2 853.8
2004	2 066.7	9 720.0	9 060.0	660.0	2 928.0
2005	4 800.0	8 697.0	8 133.0	555.0	2 811.6
平均		9 453.0	8 669.1	784.5	2 681.7

注: 单位面积增效为以下2项合计, 不包括省秧田和省种子增收部。因机插秧效率提高, 平均每公顷比手插秧省工45个, 平均每公顷省工增收1 583.4元; 按5年稻谷市场均价1.4元/kg计算, 每公顷增产增收1 098.3元。

Note: Expect the increased benefits because of saving rice seedling bed and seeds, the increase benefits per area included the following items: The transplanting efficiency of machine-transplanted rice increased than that of manual-transplanted rice. The increased benefits of machine-transplanted rice were 1 583.4 yuan/hm² because 54 labors were saved. The increased benefit was 1 098.3 yuan/hm² suppose the average market price of rice during 5 years was 1.4 yuan/kg.

基金项目 国家粮食丰产科技工程项目(2006BAD02A03)。
作者简介 陶帅平(1964-), 男, 江苏溧阳人, 高级农艺师, 从事平衡施肥与硒素开发方面的研究。

收稿日期 2008-09-11

1.2.2 肥料运筹试验设计。2007年在同处设置3种肥料运筹模式, 即在每公顷施纯氮270 kg、N P₂O₅ K₂O为1.0 0.3 0.5的条件下, 氮肥前期(基肥)与后期(穗肥)投施比分别为7.3:6.4:5.5, 每小区面积90 m × 30 m, 小区间筑埂护膜, 重

复3次,随机区组排列,除氮素运筹不同外,其他生产条件及管理措施相同,考察群体变化、产量及其构成差异。

2 结果与分析

2.1 水稻大面积生产调查资料结果与分析

2.1.1 机插稻与手栽稻效益比较分析。表1 资料表明,自2001年小面积试验示范以来,江苏省溧阳市的机插稻面积迅速发展,机插稻与手栽稻相比,无论单产或效益,年度之间均表现为增产增效,平均每公斤增产784.5 kg、增收2 681.7元。

另据初步统计,2008年溧阳市水稻机械化种植水平达88%,有望实现水稻生产全程机械化目标。

2.1.2 机插水稻与手栽水稻产量及其构成比较分析。机插水稻与手栽水稻相比增产,产量构成表现为穗数显增和穗粒数略减、结实率和千粒重差异不明显。表2显示,机插稻比手栽稻增25.5万穗/hm²,是增产贡献因子,每穗实粒数同比减少2.9粒。

表2 2006年机插稻与手栽稻产量及其构成比较

Table 2 Comparison of the yield and yield components between machine-transplanted rice and manual-transplanted rice in 2006

栽培方式 Cultivation pattern	穴数 万hm ² Hole number	穗数 万hm ² Spike number	总粒数 粒穗 Total grain number	实粒数 粒穗 Filled grain number	结实率 % Seed-setting rate	千粒重 g 1 000-grain weight	理论产量 kg/hm ² Theoretical yield
机插稻 Machine-transplanted rice	23.9	346.1	119.8	107.2	89.5	28.2	10 464.0
手栽稻 Manual-transplanted rice	25.5	320.6	122.2	110.1	90.1	28.3	9 988.5
比手栽稻± Increased than manual-transplanted rice	- 1.6	25.5	- 2.4	- 2.9	- 0.6	- 0.1	475.5

2.1.3 机插水稻产量与其构成因子相关性分析。对2007年溧阳市33块不同品种机插稻成熟期考察资料进行统计分析表明,单产在5 737.5~10 315.5 kg/hm²,总颖花量、每穗实粒数与产量呈极显著正相关(r 值分别为0.452^{**}、0.705^{**}),

千粒重与产量显著正相关(r 值为0.351^{**}),穗数、每穗总粒数、结实率、单穗重与产量相关性不显著(r 值分别为0.009、0.092、0.288、0.302)(表3)。

表3 机插稻不同产量等级的穗粒结构变化

Table 3 The spike-grain structure changes of machine-transplanted rice at different yield levels

产量水平 kg/hm ² Yield level	田块数 块 Field number	穗数 万hm ² Spike number	总粒数 粒穗 Total grain number	实粒数 粒穗 Filled grain number	结实率 % Seed-setting rate	颖花量 万hm ² Spikelet number	千粒重 g 1 000-grain weight	单穗重 g Single spike weight	理论产量 kg/hm ² Theoretical yield
>9 765	4	287.3	148.5	139.5	93.4	42 638.3	26.4	3.5	10 018.5
9 390~9 750	4	268.1	166.0	153.2	92.8	44 480.6	24.0	3.6	9 607.5
9 015~9 375	6	273.3	165.1	146.4	88.4	45 118.2	24.4	3.4	9 168.0
8 640~9 000	6	261.0	151.3	141.1	93.0	39 501.8	24.4	3.4	8 787.0
8 265~8 625	3	262.4	148.4	139.7	94.2	38 941.5	23.3	3.3	8 533.5
<8 250	10	287.1	126.0	111.1	88.2	36 165.9	23.8	3.4	7 516.5

2.2 机插密度及肥料运筹试验结果与分析

2.2.1 不同机插密度的产量及其构成差异。机插水稻单产随栽插密度提高而增加,11.7 cm×30.0 cm机插规格为最高,实产达9 643.5 kg/hm²,分别比13.3 cm×30.0 cm机插规格和15.0 cm×30.0 cm机插规格增产0.97%和3.88%。其产量构

成差别明显的是穗数,11.7 cm×30.0 cm机插规格有效穗数为272.3万/hm²,分别比13.3 cm×30.0 cm机插规格和15.0 cm×30.0 cm机插规格高16.1万、18.0万/hm²,而穗型、结实率、千粒重不同机插密度间差异性不大(表4)。

表4 不同机插密度对产量及其构成的影响

Table 4 Effects of different machine-transplanting density on the yield and yield components of rice

机插规格 Machine-transplanting size	密度 万穴/hm ² Density	基本苗 万hm ² Basic seedlings	穗数 万/hm ² Spike number	总粒数 粒穗 Total grain number	实粒数 粒穗 Filled-grain number	结实率 % Seed-setting rate	千粒重 g 1 000-grain weight	理论产量 kg/hm ² Theoretical yield	实产 kg/hm ² Actual yield
11.7 cm×30.0 cm	28.7	97.2	272.3	151.2	139.5	92.3	25.4	9 646.5	9 643.5
13.3 cm×30.0 cm	25.1	82.7	256.2	151.5	141.5	93.4	25.6	9 280.5	9 550.5
15.0 cm×30.0 cm	22.2	66.6	254.3	152.9	152.9	92.9	25.6	9 184.5	9 283.5

2.2.2 不同氮素运筹的产量差异。表5显示,单产随基肥肥量的减少、后期穗肥比重的加大而增加。氮素运筹前后比

5.5产量最高,实产为9 919.5 kg/hm²,分别比6.4和7.3两个处理增产0.38%和16.07%。产量构成总的趋势是,随后期

施肥比重增加,穗粒结构改善,穗型趋大(表5)。从茎蘖消长来看,群体发展随后期施肥比重增加稳发性趋好,成穗率趋高(表6)。说明适度控制前期氮素投入,相应增加后期氮素

运筹比重,宜于群体稳步发展和个体健壮发育,有利于改善产量构成,形成大穗增产模式。

表5 不同氮素运筹对机插稻产量及其构成的影响

Table 5 Effects of different N application on the yield and yield components of machine-transplanted rice

前后期氮素比例 N ratio in the early period to that in late stage	穗数 万/hm ² Spike number	总粒数 粒穗 Total grain number	实粒数 粒穗 Filled grain number	结实率 % Seed-setting rate	千粒重 g 1 000-grain weight	理论产 量 kg/hm ² Theoretical yield	实产 kg/hm ² Actual yield
7.3	262.1	133.6	124.0	92.8	25.6	8 319.0	8 542.5
6.4	272.7	146.6	140.8	96.0	25.4	9 753.0	9 882.0
5.5	264.5	159.8	150.6	94.2	26.2	10 424.0	9 919.5

表6 不同氮素运筹的茎蘖消长情况

Table 6 The tiller growth and decline status with different N application

前后期氮素比例 Nitrogen ratio in early stage to that in late stage	基本苗 万/hm ² Basic seedlings	达到穗数苗 Seedlings with certain spikes		最高苗 万/hm ² Highest seeding number	穗数 万/hm ² Spike number	成穗率 % Spike rate
		时间 Time	叶龄 Leaf age			
7.3	70.0	07-11	10.42	419.9	262.1	62.4
6.4	70.2	07-12	10.32	404.6	272.7	67.4
5.5	63.9	07-13	10.84	382.1	264.5	69.2

3 结语

(1) 机插稻是水稻栽培走优质、高产、高效和规模化、集约化之路的重要途径。其产量构成因子特点与手栽稻相比,表现为穗数显增、穗粒略减、结实率和千粒重差异不明显。

(2) 机插稻产量与总颖花量和穗实粒数呈极显著正相关,与千粒重呈显著正相关。机插稻高产栽培策略适宜走建立适中群体、提高成穗率、主攻大穗、增加千粒重之路,穗数型增产与穗重型增产相结合。

(3) 配套育好标准秧苗,适时抢插,栽足适宜基本苗,是机插水稻高产的基础。适宜的机插规格应掌握在11.7~13.3 cm×30.0 cm、基本苗75万~105万/hm²,有利于建立高产群体,争取更多的低节位分蘖成穗,确保穗足、穗重、穗齐。

(4) 机插稻前期一方面因苗体小、根系不发达而吸肥量

少,另一方面分蘖节位多、分蘖势强、中后期群体大,在肥料运筹上,应适当控制前期氮素投入,降低基蘖肥比例,增加穗肥比重,有利于在足穗基础上攻大穗。土壤肥力中等,单产9 000 kg/hm²以上,投入总氮(纯)270~300 kg/hm²,N:P₂O₅:K₂O为1.0:0.3:0.5,氮素基蘖肥与穗肥比例宜为5.5或6.4,磷素用作穗肥中的促花肥约占1/2,钾素用作长粗肥约占45%。

参考文献

- [1] 于林惠,景启坚,薛艳凤.水稻机插秧实用技术[M].南京:江苏科学出版社,2004.
- [2] 凌励.机插水稻分蘖特点及配套高产栽培技术改进的研究[J].江苏农垦科技,2005(5):106-109.
- [3] 李世峰,刘蓉蓉,吴九林.不同播量与移栽密度对机插水稻产量形成的影响[J].作物杂志,2008(1):71-74.

遗传多样性分析、种质资源鉴定等研究奠定了一定的基础。

参考文献

- [1] 邵炳绪,唐子英.松江鲈鱼繁殖习性的调查研究[J].水产学报,1980,4(1):81-88.
- [2] 王武,刘利平,毕永红.松江鲈鱼(*Fachidrus fasciatus*)的研究进展[J].水产科技情报,2001,28(3):124-129.
- [3] 王金秋,石椿.松江鲈鱼(*Fachidrus fasciatus*)不同组织同工酶的研究[J].复旦学报,2001,40(5):465-470.
- [4] 刘立军,孙珍夏,彭定祥.苕麻ISSR PCR体系的优化[J].农业生物技术科学,2006,22(7):64-68.
- [5] 冒维维,马金骏,陈学好,等.正交设计优化菜薹ISSR反应体系研究[J].分子植物育种,2006,4(6):137-141.
- [6] 张君毅,郭巧生,杭悦宇.半夏ISSR PCR反应体系的建立及条件优化研究[J].江苏农业科学,2007(2):154-157.
- [7] 谢运海,夏德安,姜静.利用正交设计优化水曲柳ISSR PCR反应体系[J].分子植物育种,2005,3(3):445-450.
- [8] 王彦华,侯喜林,徐明宇.正交设计优化不结球白菜ISSR反应体系研究[J].西北植物学报,2004,24(5):899-902.
- [9] YUJ F,BAO F,HANX L,et al.Establishment and optimization of ISSR PCR system in *Fachidrus fasciatus* heckel[J].Agricultural Science & Technology, 2008,9(5):37-39,95.

(上接第14421页)

聚合酶1 U、dNTPs 浓度250 μmol/L、Mg²⁺ 浓度2.5 mmol/L和引物浓度0.25 μmol/L。此外,还有其他一些因素,如模板DNA 的量 and 质也是影响PCR 扩增的重要因素,该研究确定20 μl 反应体系中模板DNA 量为30 ng。

就整个PCR 反应过程而言,也有众多因素对PCR 结果产生影响,如变性、退火和延伸的时间和温度以及循环次数对反应结果都有一定的影响,尤其是退火温度对PCR 结果特别是对PCR 的成功与否和特异性影响很大。当然不同的引物有其适宜的退火温度,需通过试验优化,笔者主要研究了ISSR-63 引物,最终确立其退火温度为50.8℃,其循环次数主要根据以往的研究定位在40 个循环。

采用所确定的ISSR 标记的PCR 体系对野生松江鲈鱼基因组的扩增,能获得了清晰、重复性好、多态性高的DNA 谱带,表明已确立的ISSR PCR 反应体系稳定可靠,为松江鲈鱼