

水稻生产不同栽植方式的比较试验

罗锡文, 谢方平, 区颖刚, 李佰祥, 郑丁科

(华南农业大学工程学院, 广州 510642)

摘 要: 机械化种植是制约珠江三角洲地区乃至全国水稻生产机械化的瓶颈之一。为探索不同栽植方式对水稻生产的影响, 对人工直播与机械直播、人工插秧与机械插秧、人工抛秧等不同栽植方式进行了比较试验。试验结果表明, 在珠江三角洲地区相同条件下, 不同栽植方式的产量差异不大; 机械栽植能确保稳产, 与手工栽植方式相比不减产, 并能减少成本、增加工效; 机械直播是当前实现“两高一优”农业, 促进农业生产“节本增效”的一种重要栽植方式。

关键词: 栽植方式; 水稻移栽; 产量; 机械栽植

中图分类号: S233.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2004)01-0136-04

0 引言

水稻不仅是我国主要的粮食作物之一, 而且也是世界主要的粮食作物之一。我国水稻种植面积约占谷物播种总面积的 34%, 但机械化水平却只占 4%。

水稻的生长有很强的季节性, 必须按照农艺要求适时栽植。栽植作为水稻生产过程中一个重要的环节, 要求在较短的时间内, 完成播种和培育等工作, 使作物获得良好的生育生长条件。栽植质量的好坏, 直接影响到作物的出苗和分蘖, 进而影响水稻的产量。为探索农机与农艺的关系, 研究不同栽植方式对水稻生产的影响, 本文对人工直播与机械直播、人工插秧与机械插秧、人工抛秧等不同栽植方式进行了比较试验研究, 以探索有利于实现“两高一优”农业, 促进农业生产“节本增效”的机械化水稻生产技术体系。

1 试验条件与试验方法

1.1 试验地点和面积

试验地点选在广东番禺鱼窝头镇万亩水稻生产示范基地, 面积约 60 hm², 试验于 1999 年至 2002 年间进行, 共试验早晚稻生产 3 轮次, 试验的早稻品种为中二软占, 晚稻品种为番青占 4 号。

由于本研究主要是比较不同栽植方式对水稻生产的影响, 从二年来的统计数据看, 晚稻与早稻只是数量的区别, 所反映栽植方式的影响规律基本一致, 所以本文主要以 2002 年早稻生产为依据进行分析。

1.2 试验条件

1.2.1 试验材料与机械

机插秧苗采用人工撒播、苗床培育的毯状秧。苗床土壤是经筛选的河泥, 苗床平均厚度 1.98 cm, 苗高

14.13 cm, 秧苗密度 273 株/cm², 秧龄 350 片叶。插秧机械采用机动水稻插秧机 (SPU 60—I—U)。抛秧秧苗采用工厂化软塑穴盘培育, 每穴 3~5 株苗, 秧龄 250~350 片叶, 苗高 12.00~14.00 cm。人工插秧苗采用前述的毯状秧。直播方式采用播前催芽、破胸后, 机械播种, 所用直播机为上海沪嘉 J-2BD-10 型水直播机。

1.2.2 整地与田间管理

试验田前茬为菜地, 整地前施磷肥 375 kg/hm², 钾肥 (氯化钾) 127.5 kg/hm², 尿素 405 kg/hm², 直播田播前灭草灭鼠。采用机械化两犁三耙模式。整地要求田面平整, 栽植前留约 4 cm 水层, 以减少机器行进阻力、清洗秧爪等。试验施药和灌水与传统生产模式相同。各种栽植模式田间管理都由专人统一执行。

1.3 试验方法

将同一栽植方法的田块近似看作一个四边形大区 (机械直播区大小为 20 hm²、人工直播区大小为 10 hm²、机械插秧区大小为 15 hm²、人工插秧区大小为 5 hm²、人工抛秧区大小为 10 hm²), 分别取四边形 4 个顶点和对角线交点作为 5 个小区 (面积约为 0.5 hm² 的一丘田), 再将每个小区按照同样的方法取 5 个测试点 (1 m × 1 m 正方形), 分别测试株距、行距、苗数、病虫害、有效分蘖数、叶面指数和产量等数据。每种栽植方式的所测数据均取平均值。

2 试验结果分析

2.1 不同栽植方式与农艺要求的关系

为考察各栽植方式是否满足农艺要求, 对行距、株距、插深和基本苗数进行了测量。测试在移栽 1 d 后进行, 直播则是播种 7 d 后进行。机械直播每行平均 21.57 株/m, 人工直播的平均苗数 12 株/穴。机械插秧平均行距 300 mm, 平均株距 175 mm, 插深平均 7.01 cm, 平均苗数 6.8 株/穴。人工插秧平均行距 220 mm, 平均株距 150 mm, 插深平均 8 cm。

在南方对水稻栽植的农艺要求一般是行距 300 mm, 株距 150 mm, 单位面积内水稻种植的基本苗数为 30 万株, 试验结果表明, 机械移栽行距、株距较好地满足了农艺要求。机械直播采用条播, 出苗后, 禾苗成行分

收稿日期: 2003-06-05

基金项目: 广东省重大科技项目现代农业机械化示范工程部分研究内容

作者简介: 罗锡文 (1945-), 男, 汉族, 教授, 博士生导师, 主要从事农业信息技术应用与智能农业机械的研究。广州 华南农业大学工程学院, 510642

通讯作者: 谢方平, 广州市天河区五山路 华南农业大学研究生处南楼 405#, E-mail: hunanxie2002@163.com

布均匀。播栽 15 d 后发现两种机械栽植方式都能满足基本苗要求。农民由于受传统观念的影响, 人工插秧与直播时, 株距与行距均偏小, 单位面积基本苗偏多, 人工直播的株距与行距基本同人工插秧。抛秧是采用点抛, 大部分超过基本苗数。

2 2 不同栽植方式对水稻病虫害的影响分析

病虫害历来是影响水稻丰产的重要因素, 为研究栽植方式对常见病虫害分布、发病规律的影响, 对纹枯病株率、百棵飞虱率和颖枯病株率等进行了跟踪测试, 数据见表 1。

表 1 不同栽植方式病虫害对比表
Table 1 Comparison of rice pest under different transplanting methods

栽植方式		纹枯病株率 /%	颖枯病株率 /%	百棵飞虱 /个
早稻	机械直播	8.8	2.7	60
	人工直播	9.2	0.8	66
	人工抛秧	8.7	1.1	5
	机械插秧	1.29	0	15
	人工插秧	2.34	1.2	20
晚稻	机械直播	7.5	0	58
	人工直播	8.2	0	62
	人工抛秧	7.9	0	9
	机械插秧	6.2	0	18
	人工插秧	7.2	0	23

从表 1 可以看出, 在肥料、用水等基本情况相同的前提下, 机械直播、人工直播和人工抛秧的纹枯病株率较高, 在 8.7% 以上, 机械直播和人工直播的百棵飞虱率最高, 每百棵稻苗有 60 个以上稻飞虱, 产生这种现象的原因是插秧与直播、抛秧存在返青的时间差异, 直播禾苗生长快, 分蘖好, 加上直播稻整个生长期, 叶色常保青绿, 苗多、穗多、叶多、田面荫蔽, 容易招致病虫危害, 相对其它栽植方式来讲, 抛秧的每穴苗数较少, 不容易滋生纹枯病、稻飞虱。

人工插秧比机械插秧的病虫害多, 这主要由于初期基本苗数偏多, 分蘖后, 禾苗变大, 株距、行距减小, 间隙更小, 通风采光变差, 病虫害容易滋生、繁殖。

2 3 不同栽植方式对水稻分蘖和叶面指数的影响分析

对水稻有效分蘖数和叶面指数的测试在始穗期(6月1日)和末穗期(6月8日)进行, 末穗期数据见表 2。从测试现场直观来看, 由于不同栽植方式的株距、行距不同, 对水稻分蘖和叶面指数的影响规律也各不相同。试验结果表明, 机械直播与抛秧的有效分蘖数基本相同, 比其它几种栽植方式的分蘖数要高, 机械插秧比人工插秧分蘖好, 可能原因是机械插秧伤秧率较低, 空、倒穴和漂秧少, 立苗快, 基本无返青期; 抛秧的叶面指数最大, 机械插秧和人工插秧的叶面指数相差不多, 直播的相对较小, 但机械直播比人工直播的叶面指数大。

试验结果还表明, 由于机械直播与抛秧方式禾苗单体少, 分蘖有效空间大。机械插秧与抛秧的株距、行距能基本保持一致, 通风、采光性好, 叶面指数有增大的余地。试验中发现机械直播早期长势良好, 茎秆粗壮, 分蘖强, 根据播后 1 个月测试, 1 根苗至少分蘖到 5~ 8 根, 2

个月后已达 30 根左右, 且禾苗高度比人工直播的高约 8 cm, 而人工直播尽管提早播种, 早出苗, 但用种多, 苗数也多, 导致分蘖差, 与机械直播同期测试比, 分蘖与基本苗数不成比例, 分蘖数分别为 16 根和 35 根, 比机械直播的分蘖少。测试结果表明机械直播的叶面指数和有效分蘖数都比人工直播的大。

表 2 不同栽植方式下水稻产量成分因素表

Table 2 The consisting factors of rice yields under different transplanting methods

栽植方式	有效分蘖数 /万穗	叶面指数 /cm ²	平均穗长 /cm	平均成粒数 /粒	实际产量 /kg
机械直播	33.9136	28.9575	22.65	141.62	961.3
人工直播	30.3262	25.2675	19.12	96.60	920.6
人工插秧	30.2949	36.0725	19.70	111.82	930.8
机械插秧	32.3795	36.7150	20.03	151.86	940.6
抛秧	33.7354	39.0525	22.02	111.73	954.9

抛秧与机械直播、插秧相比, 叶面指数较大, 有效分蘖数相差不大。手插与机插比较, 分蘖数不及机插, 两者叶面指数相差不大, 禾苗高度比机插矮约 10 cm, 手插是典型的密植, 而机插由于早期所育毯状秧单位面积秧苗数多, 所以每蔸苗数多, 禾苗分蘖后期, 整体上都较稠密, 这可能影响了叶面指数的变化。

2 4 不同栽植方式对水稻产量的影响分析

水稻产量的测试按照 1.3 方法划区后, 以测取的每点每平方米的产量取平均值后作为该栽植方式的湿产。表 2 数据为折合含水率为 13% 时的干产。从表 2 可以看出, 机械直播与抛秧方式穗长、有效分蘖数多; 机械插秧与机械直播方式的成粒数多, 所以机械直播、机械插秧与抛秧的产量高。机械直播与人工直播比, 人工直播分蘖数不够, 有效分蘖数、穗长和成粒数小, 所以产量相对较低。人工插秧则由于禾苗整体稠密, 有效成粒数少, 产量也较低。

试验结果表明, 直播由于没有移栽影响, 分蘖过程较为连续, 分蘖节位多。直播稻中期生长时间长, 有利于壮秆增穗。后期上层根量大, 有利于活熟增重。播种后通过露田炼苗和后期搁田, 形成二次发根高峰, 具有较强的生理活性, 单株发根数多, 构成强大的吸收体系, 保证了后期活熟, 籽粒饱满, 确保高产。抛秧没有明显的返青期, 根系发达, 分蘖节位低, 分蘖快而多, 尽管和机械直播一样, 有效穗也多, 但抛秧成穗率低, 有效穗成粒数也偏少, 产量受到一定的影响。机械插秧效率比人工高, 缩短了插秧期, 能保证两季水稻适时栽植, 同时机械插秧能保证株距、行距的一致性, 且保株、保穴; 秧苗深浅一致, 便于田间管理, 增加分蘖, 较人工插秧而言, 机械插秧能实现壮秆、大穗、促进增产。试验同时也证实了文献[3~ 8]的结果。

2 5 不同栽植方式成本与工效的分析

根据走访农民和调查统计测算各种栽植方式的生产成本见图 1。从图 1 可以看出, 机械直播总费用比现有试验其它任何方式低, 且产量最高, 是一种典型的农业“节本增效”措施, 值得研究与推广。人工栽植方式和抛秧费用较大, 机械插秧次之。这里所指费用不包括各

种栽植方式都必须开支的耕整地、收获、施肥、灌水、间苗和平时植保等田间管理所需费用[这些费用合计 5415 元/hm² (361 元/亩)]。

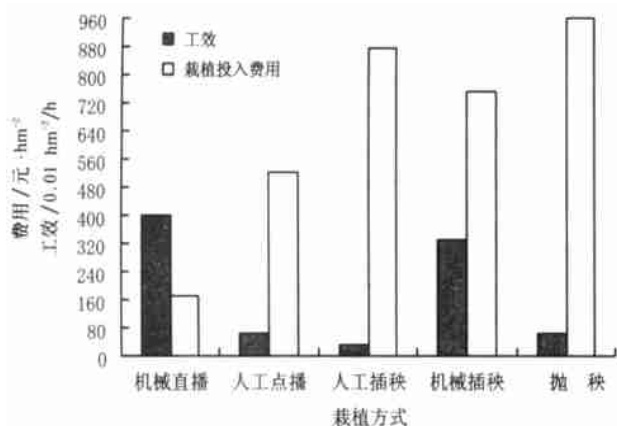


图1 不同栽植方式、工效与栽植成本比较

Fig. 1 Comparison of costs and working efficiency under different transplanting methods

从图1可以看出,机械直播的工效最高,是人工直播的6倍,是人工插秧的12倍;机械插秧工效是人工插秧的10倍;由于本次试验未采用机械抛秧,抛秧是人工有序点抛,工效比人工插秧快,但比机械栽植方式慢。从经济性来看,人工直播用种量难以控制,比其它栽植方式多,相当于机械直播的2倍还多。机械栽植费用包括油耗、机手工资、补苗工时及人工工资等。人工插秧和人工播种是按时间给人工所开工资计算。育秧新增费用包括育秧机器设备折旧、电、水、人工工资等费用,人工插秧和机械插秧育秧新增费用主要是育苗准备、床土筛选、播种、设施增加、场地成本、秧苗管理和插秧时铲秧、运秧等的开支。如果人工插秧时农户用秧田培育则这费用可降低100元左右,但育秧效果很难保证。抛秧采用工厂化育秧,所以还包括工厂化育秧所需设备及温室大棚的费用,参照李志伟等对工厂化育秧的计算^[9],实际上这里由于受试验面积和经费的影响,插秧与抛秧的费用涉及到机械设备的原始投入,设备折旧、维护,以及其它相关设施的投入,因此其费用受使用年限和作业面积大小的影响,因此在本试验中成本偏大。

3 结 论

1) 在田间管理等前提条件基本一致的情况下,不同栽植方式,产量差异不大。

2) 机械栽植生产率高,能保证适时移栽,不误农时,同时,可以大大减轻劳动强度和为田间管理作业创

造良好条件。

3) 机械直播融育秧、栽植为一体,能大幅度地提高劳动效率,降低生产成本,具有明显的省工、节本、增效的特点。

4) 抛秧方式能增大禾苗叶面指数,增加有效分蘖数,有利于提高水稻产量,但由于成穗率低,产量的提高措施还有待进一步研究。

4 讨 论

1) 农业机械化是个复杂的系统工程,在实施过程中会遇到许多具体问题,特别是农民的思想意识有时会严重影响水稻生产的质量。根据有关经验^[10]和农艺要求,水稻稀植是促进高产、稳产的重要农艺技术措施,而传统农业生产思想给水稻稀植带来的阻力,值得我们去深思、去研究。

2) 机械栽植能确保水稻稳产,并以较少的投入和较高的工效,适当提高水稻产量,是农田作业机械化的重要环节,但要想成本与效益兼顾,必须大面积推广机械化生产。

3) 机械直播的实施与一定条件下的气候有关,气候的好坏也直接影响水稻生产的效益,因此要根据具体情况选择水稻的栽植方式。在气候不适宜直播时,应该寻找稳产、高产的突破口。

【参 考 文 献】

- [1] 聂洪伟,安晓峰,孙连花 机械化是水稻生产节本增效的有效措施[J]. 垦殖与稻作, 2001, (2): 38- 39
- [2] 罗锡文,赵华海,区颖刚 珠江三角洲水稻生产机械化进程的机遇与对策[J]. 农机化研究, 1999, (2): 8- 11
- [3] 戴其根,张洪程,霍中洋,等 抛秧稻生长发育特征及产量形成规律的探讨[J]. 江苏农业研究, 2000, 21(1): 1- 7
- [4] 迟振福,金诚谦,涂安富 水稻机械化播秧技术的实验研究[J]. 中国农机化, 2000, (2): 36
- [5] 腾宏飞,阚家寿 水稻机械化直播试验初报[J]. 南京农专学报, 2000, (16): 19- 21
- [6] 蒋岳南,徐继承 水稻机械化水直播初探[J]. 江苏农机与农艺, 2001, (2): 12- 13
- [7] 顾掌根,王岳钧 水稻直播高产机理研究初报[J]. 浙江农业科学, 2001, (2): 51- 54
- [8] 于林惠 对机插水稻生育特点及管理对策的初步探讨[J]. 中国农机化, 2002, (1): 29- 31
- [9] 李志伟,邵耀坚,郑丁科,等 水稻钵体苗工厂化播种育秧的设备设施配套技术及经济分析[J]. 中国农机化, 1999, 4: 24- 26
- [10] 刘继周,陈福祥,于永春 水稻稀植机插深施肥技术的效益分析[J]. 农机化研究, 1997, (3): 83- 86

Experimental investigation of different transplanting methods in paddy production

Luo Xiwen, Xie Fangping, Ou Yinggang, Li Baixiang, Zheng Dingke

(College of Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Mechanized planting is a key project in the Pearl River Delta region even whole national rice production. In order to investigate the effects of different transplanting methods on rice production, the different patterns such as manual and mechanized sowing, manual and mechanized transplanting, and manual throwing rice seedling were studied. The results showed that the yields did not vary slightly with different transplanting methods, the mechanized planting could ensure stable yield and would not decrease yield under the same conditions. Compared with manual transplanting patterns, it could decrease costs and increase working efficiency, and the results also suggested that mechanized sowing be the most important transplanting model to achieve the target of high yield, high efficiency and high quality, and promote agricultural production of reducing investment and increasing benefits.

Key words: planting method; rice transplanting; yield; mechanized transplanting

“2003 国际农业生物环境与能源工程论坛”纪要

时间: 2003 年 11 月 21~ 23 日

地点: 北京

“2003 国际农业生物环境与能源工程论坛”由中国农业工程学会、农业部规划设计研究院、九三学社中央社会服务部、中国农业大学、沈阳农业大学共同主办, 江苏大学协办, 11 月 21~ 23 日在北京金码大厦召开。会议旨在交流当前国内外农业工程在这一领域的最新成就; 就农业生物工程技术、信息技术与能源工程技术在现代农业发展中的作用和关键技术进行深入研讨; 为提升我国优势农产品竞争力, 在技术政策、人才培养、教育改革等方面, 提出切实可行的建议。来自美国、以色列、日本、澳大利亚、丹麦以及我国的 70 名专家及 40 名学生代表出席了会议。

中国农业工程学会常务副理事长、农业部规划设计研究院院长朱明研究员主持了开幕式。中国农业工程学会名誉理事长、九三学社中央副主席洪绂曾教授、中国农业工程学会名誉理事长、中国工程院院士汪懋华教授、中国农业大学校长陈章良教授、中国科协学会部杨文志副部长、农业部科技司代表王久臣先生、FAO 驻华代表处代表徐及先生、以色列驻华公使衔参赞 AMARM OLMERT 先生均先后在开幕式上发表讲话。会议邀请了国际农业工程学会前任主席 Bill Stout 教授、美国工程院院士美国康乃尔大学前任副校长 Norm Scoot 教授和朱明研究员分别以“21 世纪的生物能源”、“构筑乡村发展的能源、物质流的农业生态工业化”和“中国农业生物环境与能源工程发展现状、问题和对策”为题作大会主题报告。

出席会议并作大会报告的贵宾和专家还有国际农业工程学会农业建筑/设备/结构/环境分会主席丹麦农科院的 SO-EREN PEDERSEN 教授、日本无土栽培学会会长池田英男教授、以色列沃尔凯尼中心 YEHEZKEL COHEN 教授、美国伊利诺伊大学张元辉教授、中国农业大学李保明教授、九三中央社会服务部的王丽芬副部长、沈阳农业大学副校长李天来教授、江苏大学副校长赵杰文教授、农业部能源环保中心王海先生等 18 位中外专家作了大会报告, 32 位中外学者在分组会上作了发言。会议文集《2003 国际农业生物环境与能源工程论坛论文集》由中国农业科学技术出版社出版, 收录论文 85 篇。

会议期间, 教育部常务副部长吴启迪教授到会设宴招待论坛部分国内外代表并座谈, 强调要充分重视学科教育发展和加强国际间的合作。

会后提交了“农业生物环境与能源工程如何能够继续为 21 世纪人类社会的进步和可持续发展做出应有贡献”的专家建议。国际农业工程学会前任主席 BILL STOUT 先生, 在参观农业部规划设计研究院时, 对会议组委会主席朱明常务副理事长表达了他对会议的感受: “我衷心地祝贺您在北京举办这次成功的论坛! 您很有战略眼光, 我相信会议的总结对中国和世界的农业生物环境与能源工程将具有深远的影响。您已经踏上了生物能源未来发展的道路。”

“论坛”为“全国农业科技年”系列活动之一。中国农业信息网、《科技日报》新华社信息中心对该项活动进行了报导。

(本刊辑)