精量穴直播晚稻的产量形成特性研究

舒时富[1]，郑天翔[1]，贾兴娜[1]，罗锡文[2]，黎国喜[1]，王在满[2]，陈伟通[2]，唐湘如[1]
(1 华南农业大学 农学院，广东 广州 510642；2 南方农业机械与装备关键技术省部共建教育部重点实验室，华南农业大学 工程学院，广东 广州 510642)

摘要：采用2种水稻密度的精量穴直播种植方式与人工移栽种植方式，对比研究了精量穴直播晚稻的产量形成特性. 结果表明，2种密度的精量穴直播的实际产量比人工移栽的实际产量显著增加，分别增产2.75% ~10.48%. 精量穴直播较人工移栽的有效穗数多、结实率高. 在孕穗期和齐穗期，精量穴直播的水稻叶片叶绿素含量显著高于人工移栽的，同时其光合速率也较高.

关键词：晚稻；精量穴直播；产量；干物质
中图分类号：S511；S233.71 **文献标识码**：A **文章编号**：1001-411X(2010)01-0096-03

Yield Formation Characteristics of Precision Hill-Direct-Seeding Late Rice

SHU Shi-fu[1], ZHENG Tian-xiang[1], JIA Xing-na[1], LUO Xi-wen[2],
LI Guo-xi[1], WANG Zai-man[2], CHEN Wei-tong[2], TANG Xiang-ru[1]
(1 College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;
2 Key Laboratory of Key Technology on Agricultural Machine and Equipment, Ministry of Education,
College of Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: The yield formation characteristics of two density precision hill-direct-seeding were studied in late season rice, compared with manual transplanting. The results showed that the yield of two density precision hill-direct-seeding was higher than that of manual transplanting, and increased 2.75% - 10.48% respectively. The effective panicle number and seed setting rate of precision hill-direct-seeding were significantly higher than that of manual transplanting. In booting stage and full heading stage, the leaf chlorophyll content and the photosynthetic rate of precision hill-direct-seeding was significantly higher than that of manual transplanting.

Key words: late season rice; precision hill-direct-seeding; yield; dry mass

直播稻因其具有节约成本、省工、省力等优点，简化了水稻栽培程序，在全世界的推广面积不断扩大，1997年亚洲直播水稻种植面积已经达到水稻种植面积的21% ~ 22%，美国等农业装备发达的国家已基本实现了水稻机械化直播[1-2]. 关于直播水稻的报道很多[3-8]，而水稻精量穴直播技术是一种先进的轻简播种方式，它作为水稻直播，不同于人工撒播，可以控制每穴播种粒数，行距可选，穴距可调，可控制基本苗数，通风透光性好[9-11]；作为穴播，又不同于普通栽培稻，根系入土浅，没有移栽稻的返青期，分蘖节位增加，分蘖发生快. 本文通过对比晚稻精量穴直播和人工移栽种植方式，探讨了精量穴直播晚稻的产量形成特性，为水稻精量穴直播技术的推广应用提供一些依据.

收稿日期：2009-08-06
作者简介：舒时富(1986—)，男，硕士研究生；通讯作者：唐湘如(1964—)，男，教授，博士，E-mail：tangxr@scau.edu.cn
基金项目：863计划项目(2006AA10A307)；广东省科技计划项目(2004B20101007)

1 材料与方法

优质超级杂交籼稻天优 998,由广东省农业科学院水稻研究所提供. 精量穴直播机,华南农业大学工程学院研制.

试验于 2008 年晚季在华南农业大学农场进行. 精量穴直播密度 25 cm × 14 cm(精量穴 25)、(35 + 15)cm × 14 cm(精量穴宽窄)及人工移栽(密度 30 cm × 14 cm) 3 个处理. 试验在 2 块田进行,分别施 6 和 8 kg/hm^2 的水稻专用肥. 采用单因素随机区组设计,小区面积为 120 m^2,3 次重复. 干物质与产量按照文献[12]的方法测定. 于分蘖期、孕穗期、齐穗期和成熟期测定叶片中的叶绿素含量和光合速率. 叶绿素采用 SPAD 仪测定其 SPAD 值,光合速率采用美国 CI-310 光合速率仪测定.

采用 SAS 6.12 统计软件中 ANOVA 程序进行方差分析,LSD 法进行多重比较.

2 结果与分析

2.1 产量与产量构成因素

表 1 的结果表明,精量穴 25 和精量穴宽窄较人工移栽实际产量显著增加,6 kg/hm^2 肥料条件下分别增产 10.48% 和 8.45%,8 kg/hm^2 肥料条件下分别增产 2.75% 和 5.81%. 在 2 个肥料条件下,精量穴 25 和精量穴宽窄每穗粒数与人工移栽没有显著差异,结实率精量穴宽窄较人工移栽显著增加. 在 6 kg/hm^2 肥料条件下,精量穴宽窄有效穗数较人工移栽显著提高. 在 8 kg/hm^2 肥料条件下有效穗差异不明显. 在 2 种肥料条件下,精量穴直播 25 和精量穴直播宽窄行的理论产量比人工移栽稍有增加. 3 个处理对千粒质量的影响差异并不显著.

表 1　精量穴直播晚稻的产量与产量构成因素[1)]

Tab. 1　Yield and yield components of precision hill-direct-seeding late rice

水稻专用肥/(kg · hm^{-2})	播种处理	有效穗数/(万穗 · hm^{-2})	总粒数/(粒 · 穗$^{-1}$)	结实率/%	千粒质量/g	理论产量/(t · hm^{-2})	实际产量/(t · hm^{-2})
6	精量穴 25	348.60b	149.38a	79.55a	24.87a	10.605a	8.829a
	精量穴宽窄	375.30a	150.19a	81.10a	24.96a	11.402a	8.667a
	人工移栽	351.60b	155.64a	75.29b	25.10a	10.305a	7.992b
8	精量穴 25	298.05ab	152.83a	79.17a	24.91a	9.234a	8.657a
	精量穴宽窄	318.90a	151.40a	81.53a	24.84a	10.083a	8.914a
	人工移栽	317.40a	154.75a	75.01a	24.79a	9.513a	8.425b

1)相同量水稻专用肥同列数据后不同小写字母表示差异达到显著水平(P < 0.05,LSD 法)

2.2 生物产量

表 2 的结果表明,分蘖期,6 kg/hm^2 肥料条件下,精量穴 25 和精量穴宽窄的生物产量均显著小于人工移栽;在 8 kg/hm^2 肥料条件下,精量穴 25 和精量穴宽窄的生物产量与人工移栽差异不显著. 孕穗期,6 kg/hm^2 肥料条件下,3 个处理之间差异不显著. 在 8 kg/hm^2 肥料条件下,精量穴 25 和精量穴宽窄的生物产量比人工移栽显著降低. 齐穗期,2 种肥料条件下,精量穴 25 和精量穴宽窄的生物产量均显著高于人工移栽. 成熟期,6 kg/hm^2 肥料条件下,3 个处理之间生物产量差异不显著,在 8 kg/hm^2 肥料条件下,人工移栽的生物产量显著高于其他处理.

表 2　精量穴直播晚稻的群体生物产量、SPAD 值和净光速合率[1)]

Tab. 2　Population biological yield, SPAD value and net photosynthetic rate of precision hill-direct-seeding late rice

水稻专用肥/(kg · hm^{-2})	播种处理	生物产量/(t · hm^{-2})				SPAD 值				净光合速率/(μmol · m^{-2} · s^{-1})			
		分蘖期	孕穗期	齐穗期	成熟期	分蘖期	孕穗期	齐穗期	成熟期	分蘖期	孕穗期	齐穗期	成熟期
6	精量穴 25	4.365b	16.335a	18.006a	21.847a	39.46a	41.03a	42.66a	30.96a	22.78a	24.34a	24.12a	17.24a
	精量穴宽窄	4.344b	15.453a	18.096a	21.956a	40.40a	41.26a	42.06a	31.03a	22.67a	24.24a	24.34a	17.45a
	人工移栽	5.387a	15.229a	16.775b	21.631a	40.47a	39.00b	41.23b	30.60a	22.89a	23.89ab	23.67ab	16.78a
8	精量穴 25	4.771a	18.694b	21.307a	26.143b	40.13a	42.13a	42.46a	30.40a	21.34a	23.83a	24.12a	17.98a
	精量穴宽窄	4.954a	18.608b	21.603a	26.037b	40.80a	42.63a	41.33a	31.36a	21.23a	23.46a	23.89a	17.78a
	人工移栽	4.954a	19.126a	22.038a	28.168a	41.63a	41.30b	40.23b	30.80a	22.02a	23.14ab	23.39ab	17.56a

1)相同量水稻专用肥同列数据后不同小写字母表示差异达到显著水平(P < 0.05,LSD 法)

2.3 叶绿素含量

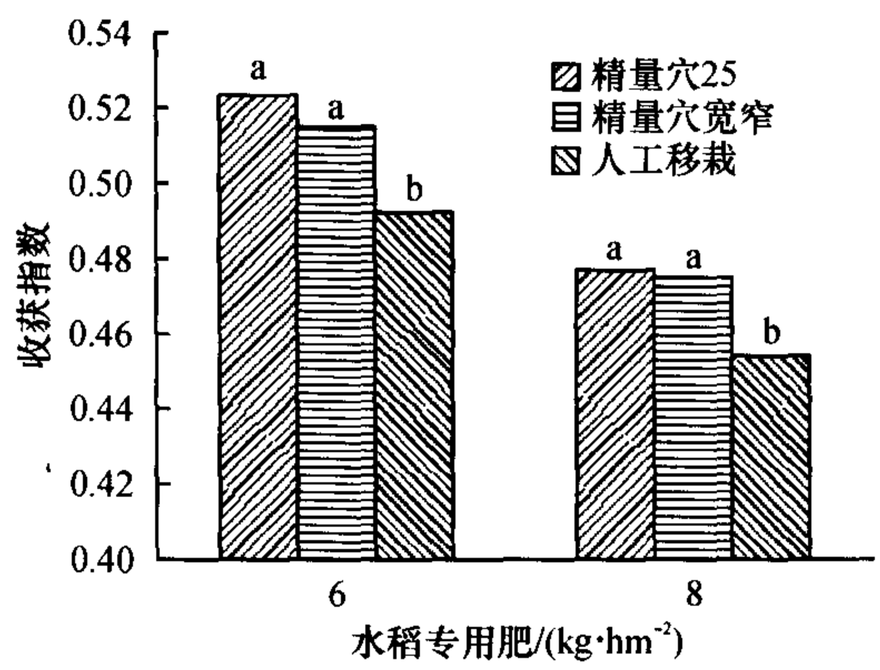
精量穴直播晚稻的叶绿素含量(SPAD 值)结果(表2)表明,分蘖期和成熟期,2 种肥料条件下的精量穴 25 和精量穴宽窄的叶绿素含量与人工移栽均没有显著差异. 但是在孕穗期和齐穗期,2 种肥料条件下的精量穴 25 和精量穴宽窄的叶绿素含量均显著高于人工移栽.

2.4 光合速率

精量穴直播晚稻的光合速率结果(表2)表明,在分蘖期和成熟期,2 种肥料条件下的精量穴 25 和精量穴宽窄的净光合速率与人工移栽的差异不显著. 在孕穗期和齐穗期,2 种肥料条件下的精量穴 25 和精量穴宽窄的净光合速率较人工移栽稍有增加.

2.5 收获指数

精量穴直播晚稻的收获指数结果(图1)表明,2 种肥料条件下的精量穴 25 和精量穴宽窄的收获指数均较人工移栽的收获指数显著增加.



等量水稻专用肥不同字母表示差异达 0.05 显著水平(LSD 法)

图1 精量穴直播晚稻的收获指数

Fig. 1 Harvest index of precision hill-direct-seeding late rice

3 讨论与结论

直播稻因其简便的生产方式受到人们的普遍欢迎,但是因其本身存在的一些问题限制了进一步的推广. 精量穴直播较好地解决了直播稻易倒伏的问题[11]. 本研究结果表明,精量穴直播的实际产量比人工移栽的实际产量显著增加. 在 6 和 8 kg · hm^{-2} 的专用肥料条件下,精量穴直播 25 和精量穴直播宽窄行较人工移栽的实际产量显著增加,增产 2.75% ~ 10.48%. 精量穴直播较人工移栽的有效穗数多、结实率高,每穗粒数多. 说明精量穴直播是一种先进的、高产高效的水稻轻简栽培方式,是水稻栽培科学技术发展的方向之一[13]. 因此,水稻精量穴直播机及其配套栽培技术适合在生产上推广应用.

顾掌根等[14]研究结果表明,直播稻在光能利用上有明显的增产优势,而且营养生长期缩短,生育进程加快; 分蘖早生快发,分蘖势强,低节位分蘖成穗多,易获得足够的穗数; 群体结构协调,光合速率高,光合产物累积速度快,干物质积累多. 本研究结果也表明,精量穴直播水稻的叶绿素含量在孕穗期和齐穗期均较人工移栽显著增加,光合速率在孕穗期和齐穗期比人工移栽稍有增加,同时精量穴直播收获指数显著高于人工移栽. 说明精量穴直播技术有利于茎鞘中积累的物质向穗部转运,后期穗大,穗重,具有明显的穗部优势,从而达到高产.

参考文献:

[1] PANDEY S, MORTIMER M, WADE L, et al. Direct seeding: Research strategies and opportunities[M]. Manila: IRRI, 2002.

[2] PENG S, HARDEY B. Rice research for food security and poverty alleviation[M]. Manila: IRRI, 2001.

[3] HAYASHI S, KAMOSHITA A, YAMAGISHI J, et al. Spatial variability in the growth of direct-seeded rainfed lowland rice (*Oryza sativa* L.) in northeast Thailand[J]. Field Crops Research, 2009, 111(3): 251-261.

[4] MANIGBAS N L, SOLIS R O, BARROGA W V, et al. Development of screening methods for anaerobic germination and seedling vigor in direct wet-seeded rice culture[J]. Philippine Journal of Crop Science, 2008, 33(3): 34-44.

[5] HUSSAIN S, RAMZAN M, AKHTER M, et al. Weed management in direct seeded rice[J]. Journal of Animal and Plant Sciences, 2008, 18(2/3): 86-88.

[6] RAMESH S, CHANDRASEKARAN B, SATHYAMOORTHI K, et al. Enhancing productivity of hybrid rice (*Oryza sativa* L.) $CoRH_2$ through nitrogen management practices under transplanted and direct-seeding methods[J]. Journal of Food Agriculture & Environment, 2007, 5(3/4): 314-323.

[7] 廖如鉴,李愈,毛海仞,等. 初论直播水稻高产群体质量及优化调控技术[J]. 垦殖与稻作, 2000(1): 6-8.

[8] 吴爱珍. 水稻直播高产栽培技术[J]. 安徽农学通报, 2005, 11(3): 14.

[9] 罗锡文,刘涛,蒋恩臣,等. 水稻精量穴直播排种轮的设计与试验[J]. 农业工程学报, 2007, 23(3): 108-112.

[10] 罗锡文,欧洲,蒋恩臣,等. 抛掷成穴式水稻精量直播排种器试验[J]. 农业机械学报, 2005, 36(9): 37-40.

[11] 李小山. 机械直播技术获重大突破[J]. 现代农业装备, 2008(7): 32.

[12] 湖南农学院. 作物栽培学实验指导[M]. 北京: 农业出版社, 1988.

[13] 凌启鸿,张洪程,丁艳锋,等. 水稻高产精确定量栽培[J]. 北方水稻, 2007(2): 1-9.

[14] 顾掌根,王岳钧. 水稻直播栽培高产机理研究初报[J]. 作物研究, 2001(2): 5-9.

【责任编辑 周志红】