

# 不同种植方式对五丰优 T025 产量和品质的影响

曾勇军<sup>1</sup>, 潘晓华<sup>1\*</sup>, 石庆华<sup>1</sup>, 胡启锋<sup>1,2</sup>,  
尹冬<sup>1,3</sup>, 李木英<sup>1</sup>, 吴建富<sup>1</sup>, 吴自明<sup>1</sup>, 黄山<sup>1</sup>

(1. 江西农业大学 农学院/作物生理生态与遗传育种省部共建教育部重点实验室, 江西 南昌 330045; 2. 江西省农业科学院 土壤肥料与资源环境研究所, 江西 南昌 330200; 3. 江西省抚州市烟草公司乐安县分公司, 江西 乐安 344300)

**摘要:**以五丰优 T025 为材料, 研究了不同种植方式对双季超级晚稻五丰优 T025 产量和品质的影响。结果表明: 种植方式和管理水平对双季超级晚稻产量和品质均有影响, 其中高产管理条件下水稻产量高于常规管理, 不同种植方式下水稻产量以人工移栽和翻耕抛秧产量较高, 机插秧次之, 免耕抛秧最低。不同种植方式下水稻产量的高低受单位面积有效穗数影响较大。高产管理条件下, 人工移栽和翻耕抛秧处理水稻茎蘖增长和下降较为平稳, 成穗率较高, 生育前期物质生产量大, 单株根系干质量大, 10~20 cm 深层根系所占比例大; 机插和免耕抛秧条件下水稻前期茎蘖增长慢, 物质生产量小, 有效穗数较少。研究还表明, 不同种植方式对稻米的整精米率、垩白米率、垩白度、蛋白质含量等有一定影响。

**关键词:** 种植方式; 产量; 品质

中图分类号: S511.044 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2012)05-0866-06

## Effects of Planting Methods on Grain Yield and Quality of Late Rice Cultivar Wufengyou T025

ZENG Yong-jun<sup>1</sup>, PAN Xiao-hua<sup>1\*</sup>, SHI Qing-hua<sup>1</sup>, HU Qi-feng<sup>1,2</sup>,  
YIN Dong<sup>1,3</sup>, LI Mu-ying<sup>1</sup>, WU Jian-fu<sup>1</sup>, WU Zi-ming<sup>1</sup>, HUANG Shan<sup>1</sup>

(1. College of Agronomy, JAU/Key Laboratory of Crop Physiology, Ecology and Genetic Breeding, Ministry of Education, Nanchang 330045, China; 2. Institute of Soil Fertilizer and Resource Environment, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China; 3. Lean Branch of Fuzhou Tobacco Company in Jiangxi Province, Lean 344300, China)

**Abstract:** A hybrid late rice cultivar (Wufengyou T025) was used to study the effects of planting methods on grain yield and quality. The results showed that both planting and management methods had significant effects on grain yield and quality. The grain yield under high-yielding management was higher than that under conventional management. Of the 4 different planting methods, the manual transplanting and tillage cast transplanting had a higher grain yield followed by mechanical transplanting, while the no-tillage cast transplanting had the lowest grain yield. Among different planting methods, the grain yields were mainly affected by panicles number. Under the manual transplanting and tillage cast transplanting, the increase and decrease of

收稿日期: 2012-06-30 修回日期: 2012-09-26

基金项目: 江西省重大战略产品科技创新项目(2008AB00800)

作者简介: 曾勇军(1978—), 男, 副教授, 博士, 主要从事水稻高产理论与技术研究, E-mail: zengyj2002@163.com;

\* 通讯作者: 潘晓华, 教授, 博士, E-mail: xhuapan@163.com。

tiller numbers were more stable, the percentage of earbearing tiller, the dry matter production at the early stage and the root dry weights per plant were high, the proportion of deep roots from 10 to 20 cm was large. Under the mechanical transplanting and no-tillage cast transplanting, the tillering speed at the early stage was low and the number of effective panicles was small. The study also showed that planting methods had great effects on the milled rice rate, chalky grain rate, degree of white core, protein content, and so on.

**Key words:** planting methods; yield; rice quality

长期以来稻作学家们对水稻高产机理及高产栽培技术的研究基本上是基于某一种种植方式下进行的,很少比较不同种植方式下水稻生长发育和产量形成的差异。随着经济社会和科技的发展,双季晚稻的种植方式除了有传统的育秧移栽外,上世纪90年代又出现了塑盘育秧翻耕抛栽和免耕抛栽,近年来又出现了机插秧,水稻生产可谓是种植方式多样化<sup>[1]</sup>。但是,相同品种在不同种植方式下的产量表现如何?其生长发育特性是否存在差异?这方面的研究目前还不多。对一季中稻的研究表明<sup>[2-4]</sup>,不同种植方式下水稻的分蘖成穗特性、抗倒伏性、物质生产特性、根系形态及群体生产力存在差异。江西是我国重要的双季水稻产区,双季超级稻推广面积不断扩大和水稻种植方式的多样化也是近年生产中出现的一种趋势。但不同种植方式下双季超级晚稻产量和品质是否存在差异,目前未见报道。本研究以五丰优 T025 为材料,于2009年和2010年开展了不同种植方式的比较试验,旨在探明不同种植方式下的产量和品质是否存在差异,为双季超级晚稻选择适宜种植方式提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验设计及材料种植

试验于2009年和2010年分别在江西省进贤县架桥镇和温圳镇进行,试验地土壤母质为第四纪红粘土,肥力中等。设翻耕抛秧、免耕抛秧、机插秧和手工移栽4种植植方式,每种植植方式又设高产栽培与常规栽培(生产中农民采取的技术措施),供试品种为农业部认定的晚稻超级稻五丰优 T025,具体技术措施见表1。采用大区试验,每处理种植1333.4 m<sup>2</sup>,2009年和2010年移栽、抛秧、机插方式分别于7月2日和7月5日播种。

### 1.2 测定项目与方法

1.2.1 分蘖动态 每处理定点5个,每个点10蔸,每5d记载一次,直至抽穗期。

1.2.2 干物质生产 在秧苗素质考察基础上,于穗分化期(一次枝梗分化期)、抽穗期和成熟期按平均茎蘖数法5点取样,每点取样1蔸,按茎鞘、叶片、穗(抽穗后)3部分于烘箱105℃杀青15min,然后保持80℃至样品烘干。

1.2.3 根系分布 于乳熟期,采用田间土柱法<sup>[5]</sup>,按平均茎蘖数法5点取样,每点取样1蔸。将土柱分成0~10cm和10~20cm两部分分别装入网袋,用水小心冲洗干净后烘干。

1.2.4 考种与测产 成熟期每处理调查50蔸有效穗,按平均数法5点取样,每点1蔸,考察穗粒结构。同时,按3点法进行测产,每点实割10m<sup>2</sup>。

1.2.5 稻米产量及品质测定 本文产量以单位面积 $u$ ( $u=667\text{ m}^2$ )计,稻米品质由中国水稻研究所稻米品质测定中心测定。

### 1.3 数据处理

用Excel和DPS软件进行数据处理和显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同种植方式对双季晚稻产量及产量构成的影响

表2表明:(1)无论在高产栽培条件下还是常规栽培条件下,4种植植方式下稻谷产量均表现为:人工移栽 $\geq$ 翻耕抛秧 $>$ 机插秧 $>$ 免耕抛秧;(2)高产栽培条件下人工移栽、翻耕抛秧、机插秧和免耕抛秧的产量较常规栽培条件分别高10.53%、16.35%、8.76%和16.35%;(3)2009年人工移栽、翻耕抛秧、机插秧和免耕抛秧的产量较灌浆结实期受低温危害的2010年分别高2.95%、4.92%、12.79%和22.34%。说明,人工移栽和翻耕抛秧不仅产量高,稳产性也好,机插秧其次,而免耕抛秧不仅产量较低,且稳产性差。

表 1 晚稻不同种植方式对比试验设计  
Tab. 1 The treatment of different planting methods for late rice

种植方式 Planting methods	高产栽培 High yield management	常规栽培 Conventional management
TCT	湿播旱育,每 u 用种量 1.25 kg,秧盘 55 片。每 u 大田施 25% 的复合肥 50 kg 做基肥;分蘖肥施尿素 11.7 kg,氯化钾 6.7 kg;穗肥施尿素 5.6 kg,氯化钾 3.3 kg;始穗期喷施爱苗。计划穗数 70% 时晒田,割前 7 d 断水	湿播旱育,每 u 用种量 1.0 kg,秧盘 45 片。每 u 大田施 25% 的复合肥 50 kg 做基肥;分蘖肥施尿素 17.3 kg,氯化钾 10 kg。晒田时间较高产栽培推后 4 d,割前 15 d 断水
NCT	同翻耕抛秧	同翻耕抛秧
MET	钵体硬盘旱育,每 u 用种量 1.5 kg,30 盘/u,50 g/盘。大田肥水管理同翻耕抛秧	普通硬盘湿润育秧,每 u 用种量 1.5 kg,30 盘/u,50 g/盘。大田肥水管理同翻耕抛秧
MAT (CK)	湿润育秧,栽插规格 13.3 cm × 26.7 cm,每穴 1 ~ 2 粒谷苗。大田肥水管理同翻耕抛秧	湿润育秧,栽插规格 20.0 cm × 26.7 cm,每穴 1 ~ 2 粒谷苗。大田肥水管理同翻耕抛秧

MAT: 人工移栽; TCT: 翻耕抛秧; NCT: 免耕抛秧; MET: 机插秧。

MAT: manual transplanting; TCT: tillage cast transplanting; NCT: no-tillage cast transplant; MET: mechanical transplanting.

从产量结构看,不同种植方式间的产量差异主要是有效穗数。相关分析表明,2009 年和 2010 年有效穗与产量的相关系数分别为 0.796 3 和 0.779 1,均达显著水平。年度间的产量差异主要是结实率不同所致。2010 年灌浆结实期间低温危害严重,结实率较低。

表 2 不同种植方式下五丰优 T025 的产量及产量构成  
Tab. 2 Yield and yield components of early rice WufengyouT025 under different planting methods

种植方式 Planting methods	有效穗/(10 <sup>4</sup> ·u <sup>-1</sup> ) Panicule number		每穗粒数/粒 Spiklets per panicle		结实率/% Seed setting rate		千粒质量/g 1000-grain weight		产量/(kg·u <sup>-1</sup> ) Yield		
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	
	高产管理 High yield management	MAT	18.47	20.06	147	148	89.42	83.92	25.61	24.20	560.0 a A
	TCT	19.18	19.96	145	142	85.75	79.11	25.77	23.92	559.5 a A	517.7 a A
	MET	17.53	20.33	152	147	90.42	73.68	24.93	23.20	532.5 a A	455.9 b B
	NCT	15.15	18.64	158	130	91.44	86.48	25.69	23.14	501.5 b A	416.5 c C
常规管理 Conventional management	MAT	17.42	20.50	137	142	90.92	80.07	25.97	23.62	501.5 a A	492.5 a A
	TCT	17.79	18.40	136	138	90.00	78.04	24.74	23.88	484.5 a A	441.3 b B
	MET	16.77	20.17	139	140	90.28	70.56	25.38	23.70	473.0 a A	435.7 b B
	NCT	14.24	17.17	154	131	91.17	81.14	25.38	23.08	442.0 b A	354.3 c C

相同栽培水平下同列数据不同字母分别表示差异达 0.01 和 0.05 显著水平。

Different letters of the the column under the same planting method stand for the significant at 0.01 and 0.05 level.

## 2.2 不同种植方式对双季晚稻生长发育的影响

2.2.1 不同种植方式对生育期的影响 表 3 显示,五丰优 T025 在不同种植方式下生育期存在差异,与人工移栽和翻耕抛秧相比,机插秧的生育期延长最多,两年分别延长 3 d 和 5 d,免耕抛秧方式下次之,两年均延长 2 d。生育期延长主要表现为抽穗期延后,抽穗后生育时期差异不大。与 2009 年相比,2010 年五丰优 T025 生育期大幅度延长,其原因主要是 2010 年后期遭遇低温。

表 3 不同种植方式下五丰优 T025 的生育期  
Tab. 3 Growth duration of early rice WufengyouT025 under different planting methods

种植方式 Planting methods	播种期/月-日 Sowing time		移栽期/月-日 Transplanting time		抽穗期/月-日 Heading time		成熟期/月-日 Ripening time		全生育期/d Growth duration	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
	MAT	07-02	07-05	07-25	07-29	09-12	09-19	10-17	10-30	107
TCT	07-02	07-05	07-20	07-28	09-12	09-20	10-17	10-30	107	117
MET	07-02	07-05	07-20	07-28	09-15	09-25	10-20	11-04	110	122
NCT	07-02	07-05	07-20	07-28	09-14	09-21	10-19	11-01	109	119

2.2.2 不同种植方式对分蘖的影响 表 4 为不同种植方式对双季晚稻五丰优 T025 分蘖的影响。结果表明,最高茎蘖数以人工移栽的最少,出现的时间也较其它 3 种方式早 5 d;分蘖增长速率以人工移栽的最小,其它 3 种植方式相近;分蘖下降速率以人工移栽最小,机插秧其次,翻耕抛秧与免耕抛秧相近;成穗率以人工移栽最高,其它 3 种植方式依次为翻耕抛秧、机插秧和免耕抛秧。相关分析表明,成穗率与产量呈正相关关系,相关系数为 0.949 4。

表 4 不同种植方式下五丰优 T025 分蘖特性  
Tab.4 Tillering of WufengyouT025 under different planting methods

种植方式 Planting methods	分蘖增长速率/ ( $10^4 \cdot d^{-1} \cdot u^{-1}$ ) Tiller increase rate	分蘖下降速率/ ( $10^4 \cdot d^{-1} \cdot u^{-1}$ ) Tiller decline rate	最高茎蘖数 ( $10^4 \cdot u^{-1}$ ) Maximum number of tiller	最高茎蘖出现时间 /月-日 Date of the maximum number of tiller	成穗率/% Percentage of productive tiller
MAT	2.084	0.511	33.81	08-05	54.63
TCT	2.295	1.261	50.07	08-10	43.19
MET	2.143	0.922	40.59	08-10	38.31
NCT	2.354	1.301	47.67	08-10	31.78

### 2.3 不同种植方式对物质生产的影响

不同种植方式对五丰优 T025 干物质生产的影响在年度间表现一致。表 5 为 2009 年的结果。结果表明:(1)无论是高产管理水平还是常规管理水平,生物产量均以机插秧的最小;(2)移栽至分蘖盛期,机插秧的干物质积累量最小,人工移栽的最大;(3)分蘖盛期至幼穗分化期,高产管理下不同种植方式间差异较小,但常规管理下机插秧的干物质积累量仍然明显低于其他种植方式;(3)幼穗分化期至抽穗期,高产管理下两种抛秧方式的干物质积累量明显高于人工移栽和机插秧,而常规管理下免耕抛秧和人工移栽处理明显低于机插秧和翻耕抛秧;(4)抽穗后,人工移栽和机插秧的干物质积累量较多,但翻耕抛秧的干物质积累量受栽培条件影响较大,高产管理下明显高于常规管理下的干物质积累量。说明机插秧生育前期的干物质积累受栽培水平影响较大,而翻耕抛秧生育后期的干物质积累量受栽培条件影响较大。这也是翻耕抛秧在不同栽培水平产量差异较大的重要原因。

表 5 不同种植方式下五丰优 T025 物质生产(kg/u)  
Tab.5 Dry matter accumulation of WufengyouT025 under different planting methods

管理 Management	种植方式 Planting methods	移栽-分蘖盛期 Transplanting - full tillering stage		分蘖盛期-分化 Full Tillering stage - panicle Initiation		分化-抽穗 Panicle Initiation - heading		抽穗-成熟 Heading - ripening		生物产量 /( $kg \cdot u^{-1}$ ) Total dry mass production
		物质生产 Dry mass production	比例/% Percentage	物质生产 Dry mass production	比例/% Percentage	物质生产 Dry mass production	比例/% Percentage	物质生产 Dry mass production	比例/% Percentage	
高产管理 High yield management	MAT	96.29	8.46	251.21	22.08	485.36	42.66	305.00	26.80	1 137.86
	TCT	76.79	6.54	263.31	22.44	592.71	50.52	240.48	20.50	1 173.29
	MET	27.64	2.66	251.73	24.20	482.95	46.43	277.94	26.72	1 040.26
	NCT	52.16	4.72	235.62	21.33	610.45	55.27	206.20	18.67	1 104.43
常规管理 Conventional management	MAT	102.91	9.75	217.03	20.56	421.89	39.97	313.73	29.72	1 055.55
	TCT	58.32	5.76	259.54	25.65	551.45	54.49	142.66	14.10	1 011.97
	MET	24.93	2.57	144.40	14.90	526.93	54.38	272.67	28.14	968.92
	NCT	51.85	5.24	247.18	24.98	458.45	46.33	232.10	23.45	989.58

### 2.4 根系生长与分布

不同种植方式下的单株根系干质量和根系分布两年规律一致。表 5 为 2009 年的测定结果。结果表明(表 6),单株根系质量以人工移栽、翻耕抛秧和机插秧较高,免耕抛秧的最少。在不同土层的分布,

表 6 不同种植方式下五丰优 T025 乳熟期的根系分布

Tab. 6 Roots growth and distribution of WufengyouT025 under different planting methods

管理 Management	种植方式 Planting methods	0 ~ 10 cm 土层根系 Roots of 0 - 10 cm soil layer		10 ~ 20 cm 土层根系 Roots of 10 - 20 cm soil layer		单株根系 总干质量/g The total root weight per plant
		干质量/g Weights	所占比例/% Percentage	干质量/g Weights	所占比例/% Percentage	
		高产管理 High yield Management	MAT	2.89	85.00	
	TCT	2.51	89.32	0.30	10.68	2.81
	MET	2.74	91.33	0.26	8.67	3.00
	NCT	2.24	92.95	0.17	7.05	2.41
常规管理 Conventional Management	MAT	2.76	87.90	0.38	12.10	3.14
	TCT	2.95	91.90	0.26	8.10	3.21
	MET	2.65	94.64	0.15	5.36	2.80
	NCT	2.11	95.05	0.11	4.95	2.22

0 ~ 10 cm 土层中抛秧处理的根系分布比例高于人工移栽和机插秧,而 10 ~ 20 cm 土层中的分布则相反。相关分析表明(表 7),五丰优 T025 的产量与 0 ~ 10 cm 以及 10 ~ 20 cm 根系质量及 10 ~ 20 cm 根系所占比例呈正相关,而与 0 ~ 10 cm 根系所占比例呈负相关。

2.5 不同种植方式对五丰优 T025 稻米品质的影响

研究表明,不同种植方式对五丰优 T025 的糙米率、精米率、透明度、直链淀粉含量没有影响(数据未列出)。其他稻米品质性状(表 8),抛栽种植方式的整精米率略

高于手工移栽和机插秧,而其垩白米率和垩白度则略高于手工移栽和机插秧;糊化温度手工移栽处理最小,其他 3 种方式相近,而胶稠度则相反;稻米蛋白质含量,机插秧和手工移栽方式高于抛栽方式。

表 7 晚稻根系生长及分布与产量的相关关系

Tab. 7 Corelation between grain yiedl and roots growth and distribution of late rice

因子 Factors	与产量的相关系数 Correlation coefficient to yield	
	2009	2010
0 ~ 10 cm 根系干质量 Roots weights of 0 - 10 cm soil layer	0.460 4	0.749 9*
0 ~ 10 cm 根系比例 Roots rate of 0 - 10 cm soil layer	-0.710 4*	-0.905 4**
10 ~ 20 cm 根系干质量 Roots weights of 10 - 20 cm soil layer	0.687 3	0.868 2**
10 ~ 20 cm 根系比例 Roots rate of 10 - 20 cm soil layer	0.710 4*	0.905 4**
单株根系干质量 Root weight per plant	0.569 3	0.773 9*

表 8 不同种植方式下五丰优 T025 的稻米品质

Tab. 8 Rice quality of WufengyouT025 under different planting methods

种植方式 Planting methods	整精米率/% Head rice rate	垩白米率/% Chalky grain rate	垩白度/% Chalky degree	糊化温度/级 Gelatinization temperature	胶稠度/mm Gel consistency	蛋白质含量/% Protein content
MAT	56.5	10	0.8	6.1	55	9.5
TCT	57.6	12	1.8	6.8	48	9.7
MET	61.2	18	3.3	6.7	48	9.2
NCT	60.0	22	3.0	6.4	46	9.0

### 3 结论与讨论

#### 3.1 关于双季超级晚稻的适宜种植方式

长期以来,人们对水稻产量及品质形成的研究都是在手工移栽或抛栽等单一种植条件下开展的<sup>[6-10]</sup>,而对不同种植方式下水稻产量及品质的影响研究很少。李杰等<sup>[3]</sup>对一季稻的研究表明,不同种植方式水稻产量差异极显著,以手栽稻最高,直播稻最低。本研究表明,手工移栽和翻耕抛秧产量较高;机插秧产量略低;免耕抛秧不仅产量低,而且稳产性也较差。与普通水稻相比,超级稻具有较高的产量潜力,为充分发挥超级稻的产量潜力,在栽培方式上,不宜采用免耕抛秧种植方式;如采用机插秧种植方式,则应十分重视技术措施的到位。

#### 3.2 关于不同种植方式下的高产技术对策

本研究表明,不同种植方式下五丰优 T025 产量差异主要与其有效穗数有关。人工移栽技术较为成熟,产量也较稳定;翻耕抛秧有效穗较多,但最高茎蘖数高,提高成穗率是其进一步高产的关键;机插秧分蘖慢、前期干物质积累量少、最高茎蘖数少且出现时间迟,因此如何促进机插后秧苗早发、增加生育前中期的干物质积累是其获得高产的关键;免耕抛秧前期分蘖增长慢,导致有效穗少,因此如何促进前期分蘖、增加中后期的干物质积累是其获得高产的关键。

#### 参考文献:

- [1]朱德峰. 双季稻高效配套栽培技术[M]. 北京: 金盾出版社, 2010.
- [2]李杰, 张洪程, 常勇, 等. 高产栽培条件下种植方式对超级稻根系形态生理特征的影响[J]. 作物学报, 2011, 37(12): 2208 - 2220.
- [3]李杰, 张洪程, 龚金龙, 等. 稻麦两熟地区不同栽培方式超级稻分蘖特性及其与群体生产力的关系[J]. 作物学报, 2011, 37(2): 309 - 320.
- [4]李杰, 张洪程, 常勇, 等. 不同种植方式水稻高产栽培条件下的光合物质生产特征研究[J]. 作物学报, 2011, 37(7): 1235 - 1248.
- [5]胡启锋, 曾勇军, 石庆华, 等. 淦鑫 203 根系生长特征与产量及产量构成的相关性研究[J]. 江西农业大学学报, 2010, 32(1): 1 - 8.
- [6]李木英, 陈关, 石庆华, 等. 播种量对直播早稻群体质量和产量的影响[J]. 江西农业大学学报, 2010, 32(3): 419 - 424.
- [7]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.
- [8]张军, 张洪程, 段祥茂, 等. 地力与施氮量对超级稻产量、品质及氮素利用率的影响[J]. 作物学报, 2011, 37(11): 2020 - 2029.
- [9]肖炜. 播种期对超级稻产量形成及稻米品质的影响[J]. 中国稻米, 2008(5): 41 - 43.
- [10]李武, 唐湘如. 穗肥增氮对超级稻产量、品质及源库特性的影响[J]. 中国稻米, 2010, 16(3): 9 - 11.