

# 不同种植方式对陆两优 996 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:**以陆两优 996 为材料, 研究了不同种植方式对双季超级早稻陆两优 996 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早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、机直播、撒直播较低。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。人工移栽和翻耕抛秧条件下, 水稻最高茎蘖数出现的时间早, 生育前中期物质生产量大, 单株根系干质量大, 10~20 cm 深层根系所占比例大, 有效穗数较多; 直播条件下水稻营养生长期缩短, 前期分蘖增长速度快, 但分蘖下降的速度也较快, 成穗率较低, 有效穗少, 全生育期物质生产量特别是生育前中期物质生产量较小, 单株根系干质量小; 机插和免耕抛秧条件下水稻前期分蘖增长慢, 有效穗数不足。研究还表明, 不同种植方式对稻米的垩白度、胶稠度和蛋白质含量有较大影响。

**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)05-0859-07

## Effects of Planting Methods on Grain Yield and Quality of Early Rice Cultivar Luliangyou 996

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 early rice cultivar (Luliangyou 996) 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 6 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, mechanical drop drilling and manual drop drilling had a lower grain yield. By different planting methods,

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。

the grain yields were mainly affected by panicles number. Under the manual transplanting and tillage cast transplanting, the maximum tiller numbers appeared earlier, the dry matter production at the early and middle growth stages was high, the root dry weights per plant were high, the proportion of deep roots from 10 to 20 cm was large and the number of effective panicles was high. Under the drop drilling, the vegetative growth period was shorter, the tillering speed at the early growth stage was high, the percentage and number of effective panicles were low due to the fast reduction of tillers, thus resulting in the low root dry weights per plant and low dry matter production during the whole growth stage, especially at the early and middle growth stages. 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 degree of white core, gel consistency and protein content.

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

近年来,随着农村劳动力的转移及水稻栽插机械化的发展,水稻生产中种植方式呈现出多样化的现象。主要种植方式有:育秧移栽、塑盘育秧抛栽、人工撒直播、免耕抛秧、机插秧和机直播<sup>[1]</sup>。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在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。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稻产量和品质是否存在差异,目前未见报道。本研究以陆两优 996 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,为选择适宜种植方式提供依据。

表 1 不同种植方式对比试验设计

Tab.1 The treatment of different planting methods

u = 667 m<sup>2</sup>

种植方式 Planting methods	高产管理 High yield management	常规管理 Conventional management
MAT	旱育秧,每 u 用种量 2.0 kg; 13.3 cm × 23.3 cm 栽植,每穴 3 粒谷苗;施 25% 的复合肥 50 kg 做基肥;分蘖期施尿素 10.6 kg,氯化钾 6.8 kg;穗肥施尿素 2.4 kg,氯化钾 1.5 kg。计划穗数 80% 时晒田。始穗期喷施爱苗 15 mL,割前 5 d 断水	湿播旱育,每 u 用种量 1.5 kg; 20 cm × 20 cm 栽植,每穴 3 粒谷苗;施 25% 的复合肥 50 kg 做基肥;分蘖期施尿素 10 kg,氯化钾 3.3 kg;达计划穗数时晒田(比高产栽培晚 4 d),割前 10 d 断水
TCT	旱育秧,每 u 用种量 2.0 kg,秧盘 65 片。大田肥水管理同翻耕移栽	湿播旱育,每 u 用种量 1.5 kg,秧盘 50 片。大田肥水管理同翻耕移栽
NCT	与翻耕抛秧相同	与翻耕抛秧相同
MET	钵体硬盘育秧,床土旱育。每 u 用种量 2.0 kg,30 盘。大田肥水管理同翻耕移栽	普通硬盘育秧,稻田沟土育秧。每 u 用种量 2.0 kg,30 盘。大田肥水管理同翻耕移栽
MADS	田间开围沟 + 十字沟 + 畦沟,沟宽 20 ~ 30 cm,沟深 15 ~ 20 cm,畦宽 3 m。每 u 用种量 2.5 kg。大田肥水管理同翻耕移栽	田间开围沟 + 十字沟,沟宽 20 ~ 30 cm,沟深 15 ~ 20 cm。每 u 用种量 2.0 kg。大田肥水管理同翻耕移栽
MEDS	田间开围沟 + 十字沟,沟宽 20 ~ 30 cm,沟深 15 ~ 20 cm。每 u 用种量 2.5 kg。大田肥水管理同翻耕移栽	田间仅开围沟,留走道。每 u 用种量 2.0 kg。大田肥水管理同翻耕移栽

MAT 表示人工移栽; TCT 表示翻耕抛秧; NCT 表示免耕抛秧; MET 表示机插秧; MADS 表示撒直播; MEDS 表示机直播。

MAT manual transplanting; TCT tillage cast transplanting; NCT no-tillage cast transplanting; MET mechanical transplanting; MADS manual direct seeding; MEDS mechanized direct seeding.

## 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(TCT)、免耕抛秧(NCT)、机插秧(MET)、撒直播(MADS)、机械直播(MEDS)和人工移栽(MAT)6种植方式,每种种植方式又设高产管理与常规管理(生产中农民采取的技术措施),供试品种为江西省农业厅认定的早稻超级稻陆两优996,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3月25日和3月29日播种;直播方式分别于4月10日和4月9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5 d记载1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)三部分于烘箱105℃杀青15 min,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0~10 cm和10~20 cm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10 m<sup>2</sup>。

1.2.5 稻米产量及品质测定 本文产量以单位面积 $u$ ( $u=667$  m<sup>2</sup>)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 不同种植方式对早稻产量及产量结构的影响

研究表明(表2),不同种植方式及不同栽培管理水平对陆两优996的产量均有显著影响。(1)高产栽培条件下,2009年和2010年6种植方式的平均产量分别为488.6 kg/u和422.8 kg/u,较常规管理下分别增产6.84%和8.41%。(2)不同种植方式下的产量差异无论年度间还是不同栽培水平下均以人工移栽产量最高,抛秧、机插秧其次,免耕抛秧、机械直播、撒直播较低。其中,高产管理下人工移栽处

表2 不同种植方式下陆两优996的产量及产量构成

Tab.2 Yield and yield components of early rice Luliangyou996 under different planting methods

种植方式 Planting methods		有效穗/(10 <sup>4</sup> ·u <sup>-1</sup> ) Panicle 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	22.46	17.90	106.6	125.4	89.92	88.40	27.39	27.82	527.8a	489.5a
	TCT	22.32	16.28	111.0	129.6	86.47	88.09	27.41	27.43	523.3a	472.4ab
	MET	17.79	16.16	118.8	123.8	89.19	88.42	28.78	26.88	498.6ab	446.5b
	NCT	15.18	14.41	125.8	127.2	93.71	82.95	28.51	27.15	481.4bc	371.5d
	MEDS	16.47	14.50	108.5	127.9	91.76	89.65	28.59	27.50	447.2d	415.1c
	MADS	16.70	14.31	116.9	117.6	89.58	88.57	27.99	27.04	453.0cd	342.6e
常规管理 Conventional management	MAT	18.37	16.03	119.5	135.0	91.99	89.77	28.16	26.64	501.6a	451.7a
	TCT	17.60	15.45	122.1	130.7	89.88	89.64	27.32	26.98	476.6abc	430.8ab
	MET	17.65	15.10	119.7	125.7	90.77	89.83	27.46	26.97	482.2ab	408.4bc
	NCT	15.00	14.10	119.6	117.6	92.76	87.17	27.67	27.47	421.9bcd	342.1d
	MEDS	14.82	14.04	119.7	130.9	89.97	89.84	28.51	27.51	450.5abc	395.7c
	MADS	14.98	14.05	132.7	119.1	80.67	85.53	27.34	27.94	413.5cd	311.5e

相同栽培水平下同列数据不同字母表示差异达0.05显著水平。

Different letter of the the column under the same planting method stand for the significant at 0.05 level.

理两年的产量(508.7 kg/u)较抛秧、机插秧分别高 2.17% 和 7.64% ,较免耕抛秧、机直播、撒直播分别高 19.27%、17.97% 和 27.88% ;常规管理下 ,人工移栽处理两年的产量(476.7 kg/u)较抛秧、机插秧分别高 5.07% 和 7.06% ,较免耕抛秧、机械直播、撒直播分别高 24.79%、12.67% 和 31.50% 。(3) 相同种植方式下 ,高产管理下的人工移栽、抛秧、机插秧、免耕抛秧、机械直播、撒直播产量 ,分别较常规管理高 6.71%、9.73%、6.12%、11.64%、1.90% 和 9.74% ;正常年份的 2009 年产量较 4 月、5 月低温的 2010 年分别高 9.37%、10.71%、14.73%、26.58%、10.72% 和 32.47% 。表明 ,传统的人工移栽和抛秧不仅在不同管理条件下可获得较高产量 ,而且在不同气候条件下具有较好的稳产性 ,而机插秧虽然产量较高 ,但若分蘖期气温较低不利高产;机直播虽然对栽培水平要求较高 ,但在不同气候条件下具有较好的稳产性;免耕抛秧和撒直播不仅产量低 ,对栽培水平要求高 ,而且在不同气候条件下稳产性差。

从产量构成因素来看(表 2) ,导致不同种植方式和不同栽培水平下的产量差异主要是有效穗。相关分析表明 ,有效穗与产量极显著相关 ,相关系数为 0.626 5<sup>\*\*</sup> ,每穗粒数、结实率和千粒质量与产量均相关不显著 ,相关系数分别为 -0.227、-0.133 和 -0.052。

## 2.2 不同种植方式对双季超级早稻生长发育的影响

2.2.1 不同种植方式对双季早稻生育期的影响 表 3 表明 ,育秧条件下不同种植方式对生育期没有影响 ,但较直播种植的生育期长 7~12 d ,其中 4、5 月气温正常的 2009 年缩短更多。直播生育期缩短主要是营养生长期缩短所致 ,对灌浆结实期长短没有显著影响。

表 3 不同种植方式下陆两优 996 的生育期

Tab. 3 Growth duration of eraly rice Luliangyou996 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
	早稻 Early rice									
MAT	03-25	03-29	04-26	04-29	06-19	06-23	07-19	07-23	116	116
MET	03/25	03-29	04-21	04-23	06-20	06-24	07-20	07-24	117	117
TCT	03-25	03-29	04-21	04-28	06-18	06-23	07-18	07-23	116	116
NCT	03-25	03-29	04-21	04-29	06-18	06-23	07-18	07-23	116	116
MADS	04-10	04-09	-	-	06-22	06-26	07-22	07-25	106	109
MEDS	04-10	04-09	-	-	06-21	06-26	07-21	07-25	105	109

2.2.2 不同种植方式对分蘖的影响 表 4 为 2009 年高产管理下不同种植方式对双季早稻陆两优 996 分蘖的影响。结果表明 ,最高茎蘖数出现的时间人工移栽和抛秧出现最早 ,较直播和机插秧早 6 d 和 16 d;分蘖增长速率以撒直播最大 ,人工移栽和翻耕抛秧其次 ,免耕抛秧和机械直播第三 ,机插秧最小;分蘖下降速率以撒直播和人工移栽最大 ,翻耕抛秧和机械直播其次 ,免耕抛秧第三 ,机插秧最小;最高茎蘖数以撒直播最大 ,人工移栽和翻耕抛秧其次 ,免耕抛秧和机械直播第三 ,机插秧最小;成穗率以机插秧最高 ,撒直播最低 ,其它种植方式相近。

表 4 不同种植方式下陆两优 996 的分蘖特性(2009)

Tab. 4 Tillering of eraly rice Luliangyou996 under different planting methods

种植方式 Planting methods	分蘖增长速率/ (10 <sup>4</sup> · d <sup>-1</sup> · u <sup>-1</sup> ) Tiller increase rate	分蘖下降速率/ (10 <sup>4</sup> · d <sup>-1</sup> · u <sup>-1</sup> ) Tiller decline rate	最高茎蘖数 (10 <sup>4</sup> · u <sup>-1</sup> ) 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	2.09	1.11	53.58	05-23	41.92
MET	0.63	0.26	26.25	06-08	67.77
TCT	2.17	0.93	52.20	05-23	42.76
NCT	1.33	0.57	33.35	05-23	45.52
MADS	2.88	1.19	60.56	05-29	27.58
MEDS	1.10	0.84	38.40	05-29	42.89

### 2.3 不同种植方式对双季早稻物质生产的影响

表 5 为不同种植方式下两年干物质积累的平均值。结果表明,不同种植方式下的生物产量与产量趋势基本一致,两者的相关系数为 0.652 0,呈显著正相关关系。从不同生育阶段来看,移栽-分蘖阶段以抛秧和撒直播的干物质积累量较多,机插秧最少,这与其分蘖增长趋势基本一致。分蘖-抽穗期,高产栽培条件下,以人工移栽方式的干物质积累量最高,机插秧、抛秧和免耕抛秧其次,直播栽培的最少;在常规栽培下,直播栽培方式干物质积累最少,其他 4 种植方式相近。抽穗-成熟期,高产栽培条件下人工移栽和机械直播的干物质积累最多,机插秧和抛秧其次,免耕抛秧和撒直播最少;常规栽培下,机械直播的干物质积累最多,人工移栽和抛秧其次,机插秧、免耕抛秧和撒直播较少。

表 5 不同种植方式下陆两优 996 的物质积累 (kg/u)

Tab.5 Dry matter accumulation of eraly rice Luliangyou996 under different planting methods

管理 Management	种植方式 Planting methods	移栽-幼穗分化 Transplanting - full tillering stage		幼穗分化-抽穗 Panicle Initiation - heading		抽穗-成熟 Heading - ripening		生物产量 /(kg·u <sup>-1</sup> ) 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	
		高产管理 High yield management	MAT	44.56	4.25	660.75	63.01	
	MET	24.50	2.71	587.95	64.93	293.10	32.37	905.55
	TCT	51.14	5.49	580.12	62.26	301.45	32.32	932.71
	NCT	38.57	4.97	513.60	66.14	224.37	28.89	776.54
	MADS	29.52	4.14	443.59	62.23	239.73	33.63	712.84
	MEDS	31.67	3.53	493.87	55.09	370.94	41.38	896.48
常规管理 Conventional management	MAT	33.69	3.71	584.64	64.46	288.64	31.82	906.97
	MET	23.25	2.85	570.63	69.93	222.17	27.23	816.05
	TCT	39.32	4.41	580.17	65.04	272.54	30.55	892.03
	NCT	30.04	4.11	489.93	67.02	211.10	28.88	731.07
	MADS	25.81	3.72	440.18	63.48	247.45	35.68	693.44
	MEDS	29.82	3.53	493.51	58.50	320.32	37.97	843.65

表 6 不同种植方式下陆两优 996 的根系生长及分布

Tab.6 Roots growth and distribution of eraly rice Luliangyou996 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	2.88	86.75	
	MET	2.76	87.34	0.40	12.66	3.16
	TCT	2.85	89.06	0.35	10.94	3.20
	NCT	2.42	89.63	0.28	10.37	2.70
	MADS	2.56	89.20	0.31	10.80	2.87
	MEDS	2.51	88.70	0.32	11.30	2.83
常规管理 Conventional management	MAT	2.75	87.30	0.40	12.70	3.15
	MET	2.67	87.83	0.37	12.17	3.04
	TCT	2.70	89.11	0.33	10.89	3.03
	NCT	2.56	90.46	0.27	9.54	2.83
	MADS	2.13	90.64	0.22	9.36	2.35
	MEDS	2.32	88.22	0.31	11.78	2.63

2.4 根系生长与分布

研究表明(表 6),高产栽培条件下的单株根系干质量高于常规栽培,6 种植方式平均高 5.81%;相同栽培水平下,人工移栽、机插秧和翻耕抛秧的根系干质量高于其他处理,而 10~20 cm 根系所占比例人工移栽、机插秧和机直播较高,较其他处理高 2~3 个百分点。相关分析表明,根系干质量与产量极显著正相关,0~10 cm 根系所占比例与产量极显著负相关,而 10~20 cm 根系所占比例与产量极显著正相关(表 7)。

表 7 早稻根系生长及分布与产量的相关关系  
Tab.7 Correlation between grain yield and roots growth and distribution of early 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	0.818 4**	0.799 2**
0~10 cm 根系比例 Roots rate of 0-10 cm soil layer	-0.857 5**	-0.716 3**
10~20 cm 根系干质量 Roots weights of 10-20 cm soil layer	0.905 6**	0.815 5**
10~20 cm 根系比例 Roots rate of 10-20 cm soil layer	0.857 5**	0.716 3**
单株根系干质量 Root weight per plant	0.860 1**	0.831 8**

2.5 不同种植方式对早稻稻米品质的影响

测定表明,无论是种植方式还是栽培水平,对粒长、长宽比、透明度、糊化温度和直链淀粉含量都没有影响,表 8 仅列出有影响的稻米品质指标。(1)不同栽培水平对垩白度、胶稠度和蛋白含量有明显影响。高产栽培条件下的蛋白质含量和垩白度较常规栽培分别高 5.05% 和 11.18%,而垩白度低 17.91%。(2)不同种植方式下,手工移栽的糙米率、精米率、和整精米率较高,尤其是整精米率,其中高产栽培条件下的整精米率较其他种植方式高 2~7 个百分点,常规栽培条件下高 0.5~13 个百分点;高产栽培条

表 8 不同种植方式下陆两优 996 的稻米品质

Tab.8 Rice quality of early rice Luliangyou996 under different planting methods

管理水平 Management	种植方式 Planting methods	糙米率	精米率	整精米率	垩白米率	垩白度	胶稠度	蛋白含量
		% Brown rice rate	% Milled rice rate	% Head rice rate	% Chalky grain rate	% Chalky degree	/mm Gel consistency	% Protein content
高产 High yield management	MAT	84.3	76.3	51.2	83	17.4	49	10.5
	MET	83.4	74.9	45.8	75	16.9	59	9.8
	TCT	83.5	75.2	48.9	76	19.4	51	11.3
	NCT	82.9	74.8	46.5	80	16.4	54	10.2
	MADS	82.6	74.4	44.3	72	21.2	52	10.2
	MEDS	83.8	75.5	45.4	70	15.8	63	10.6
	平均	83.4	75.2	47.0	76	17.9	55	10.4
常规 Conventional management	MAT	83.7	76.0	50.0	67	15.1	74	11.0
	MET	82.8	74.1	48.4	77	15.8	66	8.9
	TCT	80.7	72.6	48.4	85	14.9	74	10.2
	NCT	81.6	74.3	49.5	85	23.0	66	10.0
	MADS	82.5	74.1	40.6	67	11.4	61	10.1
	MEDS	82.6	73.8	37.5	81	16.6	59	9.3
	平均	82.3	74.2	45.7	77	16.1	67	9.9

件下,直播种植方式的垩白米率较低,而常规栽培条件下的垩白米率以手工移栽和撒直播的较低;垩白度高产栽培条件下以撒直播最高,而常规栽培下以免耕抛秧最高、撒直播最低;胶稠度在高产栽培下以机直播最高、手工移栽最小,常规栽培则以手工移栽和翻耕抛秧最高;蛋白质含量,在不同栽培水平下均以机插秧最低。可见,不同种植方式对稻米品质的影响,主要是手工移栽的碾米品质最高,而机插秧的稻米蛋白质含量较低,其他指标或其他种植方式对稻米品质的影响规律性不明显。

### 3 讨论

#### 3.1 关于双季超级早稻的适宜种植方式

水稻的产量与群体发展的关系密切相关。长期以来,人们对单一种植方式下的水稻产量与群体发育的关系进行了许多研究<sup>[6-7]</sup>,而对不同种植方式下水稻群体发育及产量差异的研究很少。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,手栽稻最高,直播稻最低。本研究表明,手工移栽和翻耕抛秧不仅产量高,而且稳产性好,而机插秧虽然产量较高,但由于分蘖增长慢,在分蘖期气温较低条件下不利于高产;机械直播稳产性好,但对栽培水平要求较高;免耕抛秧和撒直播不仅产量低,而且稳产性差。这与李杰等<sup>[3]</sup>的研究结论基本一致。因此,欲发挥超级稻的超高产优势,不宜采用免耕抛秧和撒直播种植方式;若采用机械插秧和机械直播方式,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

双季早稻有效分蘖期短,足穗是其高产的基础。本研究表明,不同种植方式下陆两优996产量差异主要与其有效穗数有关。人工移栽和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,但中后期干物质积累量多,尤其是生育中期的干物质积累量多,因此如何促进前期分蘖、提高动摇分蘖的成穗、增加生育中期的干物质积累是其获得高产的关键。免耕抛秧和机械直播尽管分蘖下降速率不高,但其分蘖增长速率也不高,以致有效穗较少,但这两种种植方式下生育中后期的干物质积累量较多,尤其是机械直播的生育后期干物质积累量大,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。撒直播分蘖增长快,最高茎蘖数高,但成穗率很低,因此如何控制最高茎蘖数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.