

谢成林,姚义. 种植方式对粳稻武运梗24号生长发育及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(9):51-54.

# 种植方式对粳稻武运梗24号生长发育及产量的影响

谢成林,姚义

(江苏省扬州市农业委员会,江苏扬州 225002)

**摘要:**近几年江苏省的水稻种植方式以机插和直播为主,手栽和抛秧为辅,因此研究不同种植方式对指导当前水稻生产具有重要的现实意义。本试验采用机插、直播、抛秧、手栽等4种方式种植,系统比较了秸秆还田条件下不同种植方式对武运梗24号生长发育及产量的影响。结果表明:不同种植方式的武运梗24号的生育期、叶龄进程、茎蘖动态、叶面积指数、物质积累、株型以及抗倒能力等生育指标均有差异,产量表现为机插稻>手栽稻>抛秧稻>直播稻。

**关键词:** 粳稻;种植方式;生育特性;产量

**中图分类号:** S511.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)09-0051-04

随着经济的发展和社会的进步,近几年来江苏省水稻种植方式发生了巨大变化。传统的育秧移栽、手栽秧的面积越来越小,政府为了稳定粮食生产而主推的机插稻面积正逐年扩大,农民为了简化生产而粗放种植的直播稻面积正迅速扩大。为了明确不同种植方式对水稻生长发育的影响、探明不同种植方式的高产栽培技术,本研究选用超级稻新品种武运梗24号,开展机插、直播、抛秧、手栽等4种植植方式试验,系统比较秸秆还田条件下不同种植方式对武运梗24号生长发育及产量的影响,以期为指导大面积生产选用水稻的不同种植方式及高产栽培提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

试验材料选择超级稻新品种武运梗24号。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 种植方法** 试验于2012年在江苏省农业稻麦科技综合展示基地进行,基地位于江苏省扬州市江都区小纪镇,属于典型的江苏里下河农区,土壤类型为沙壤土,地力中等偏上,含有机质32.3 g/kg、全氮0.7 g/kg、有效磷15.8 mg/kg、有效钾78 mg/kg,前茬小麦实收产量约6 000 kg/hm<sup>2</sup>。麦收秸秆切碎后全量机械还田,选用的水稻品种为超级稻新品种武运梗24号,设置机插、直播、抛秧、手栽等4种植植方式,均采用高产栽培、病虫害综合防治技术,每种种植方式的试验面积0.3 hm<sup>2</sup>左右。4种植植方式的基本情况为:(1)机插稻。5月28日落谷,软盘育秧,每盘播芽谷160 g,秧大田比1:80;6月14日移栽,行株距为30 cm×12.7 cm,栽插密度26.3万穴/hm<sup>2</sup>、3.8苗/穴、基本苗99.9万/hm<sup>2</sup>;施纯氮316.5 kg/hm<sup>2</sup>,

基肥:分蘖肥:穗肥=3.5:2:4.5,N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=1:0.5:0.8。(2)直播稻。6月9日早直播,人工撒播,播量67.5 kg/hm<sup>2</sup>,施纯氮280.5 kg/hm<sup>2</sup>,基本苗158.3万/hm<sup>2</sup>,基肥:蘖肥:穗肥=3:3:4,N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=1:0.5:0.5。(3)抛秧稻。选用434孔软盘育秧,5月28日落谷,6月13日抛栽;870盘/hm<sup>2</sup>、33万穴/hm<sup>2</sup>、3.2苗/穴、基本苗105.6万/hm<sup>2</sup>;施纯氮276 kg/hm<sup>2</sup>,基肥:分蘖肥:穗肥=4:2:4,N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=1:0.5:0.8。(4)手栽稻。采用早育秧,5月18日落谷,6月19日人工栽插;行株距配置为26.4cm×14 cm,栽27万穴/hm<sup>2</sup>、3.5苗/穴,基本茎蘖数94.5万/hm<sup>2</sup>;施纯氮300 kg/hm<sup>2</sup>,基肥:分蘖肥:穗肥=4:2.4:3.6,N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=1:0.5:0.5。

**1.2.2 生育期的测定方法** 记载主要生育的时期(播栽期、拔节期、孕穗期、抽穗期、成熟期)。

**1.2.3 叶龄与茎蘖动态的测定方法** 选择具有代表性且生长整齐连续10穴机插稻、手栽稻进行定点标识,重复3次,活棵后至抽穗期每5 d调查1次叶龄与茎蘖增长情况。抛秧稻、直播稻取0.25 m<sup>2</sup>具有代表性的稻株进行定点标识,重复3次,抛栽或出苗至抽穗期每5 d调查1次叶龄与茎蘖增长情况。

**1.2.4 生物量、叶面积与株型的测定** 分别于拔节期、孕穗期、抽穗期、成熟期取具有代表性的植株30株,测定生物量和叶面积;于成熟期取有代表性的植株30株,测定株高及各节间长度。

**1.2.5 抗倒力矩的测定** 采用日产推拉量力计(佐藤商事, FORCE GAUGE FG-5005),在抽穗后40 d选择生长平衡的植株,以株为测定单位,在距地面20 cm处先保持推杆垂直于茎秆的状态,再推至使茎秆倾斜45°,显示的数值(最大作用力)即为茎秆抗倒力矩。

**1.2.6 产量及其构成因素的测定** 于成熟期普查各处理的穗数,根据每穴平均穗数,取10穴调查每穗粒数,再求得平均每穗粒数。机插稻和手栽稻取50穴,抛秧稻、直播稻取1 m<sup>2</sup>,重复2次,计算实产。

### 1.3 数据计算

$$\text{光合势} = 1/2(L_1 + L_2) \times (t_2 - t_1)。$$

式中: $L_1$ 、 $L_2$ 分别为前后2次测定的叶面积,m<sup>2</sup>;  $t_1$ 、 $t_2$ 分别为

收稿日期:2013-02-16

基金项目:江苏省农业三新工程项目[编号: SX(2011)028];江苏省“333工程”科研项目(编号: BRA2012088);江苏省“六大人才高峰”资助项目(编号: NY-037);江苏省扬州市科技攻关(编号: YZ2010056)。

作者简介:谢成林(1963—),男,江苏句容人,硕士,推广研究员,主要从事农作物栽培技术的研究与推广工作。Tel:(0514)87341112; E-mail: yztgz@163.com。

前后2次测定的时间,d;光合势,万(m<sup>2</sup>·d)/hm<sup>2</sup>。

$$\text{群体生长率} [g/(m^2 \cdot d)] = (m_2 - m_1) / (t_2 - t_1)。$$

式中:m<sub>1</sub>、m<sub>2</sub>分别为前后2次测定的干物重,g;t<sub>1</sub>、t<sub>2</sub>分别为前后2次测定的时间,d。

## 2 结果与分析

### 2.1 种植方式对水稻生育期的影响

由表1可以看出,采用机插、直播、抛秧、手栽等4种植方式,武运粳24号的全生育期相差较大。手栽稻的全生育期

表1 种植方式对生育期的影响

种植方式	播种期 (月-日)	移栽期 (月-日)	始穗期 (月-日)	抽穗期 (月-日)	齐穗期 (月-日)	成熟期 (月-日)	播种至抽穗 期(d)	抽穗至成熟 期(d)	全生育期 (d)
机插	05-28	06-14	08-26	08-29	09-01	10-27	93	59	152
直播	06-09		09-01	09-04	09-07	11-02	87	59	146
抛秧	05-28	06-13	08-25	08-28	08-31	10-25	92	58	150
手栽	05-18	06-19	08-24	08-27	09-01	10-24	101	58	159

### 2.2 种植方式对水稻叶龄进程的影响

由图1可以看出,不同种植方式的叶龄进程变化较大,同一时期的叶龄进程表现为手栽稻>抛秧稻>机插稻>直播稻。手栽稻由于播种最早,因而生育进程最快,同一时期可比直播稻早3~4叶,比抛秧稻、机插稻早1~2叶;由于机插稻缓苗期较长,因而同一时期的抛秧稻比机插稻早0.2~0.4叶。总叶片数以手栽稻最多,为17.6张;直播稻最少,为14.5张,比手栽稻少3.1张;机插稻总叶片数为15.3张,抛秧稻为15.4张,分别比手栽稻少2.3、2.2张。

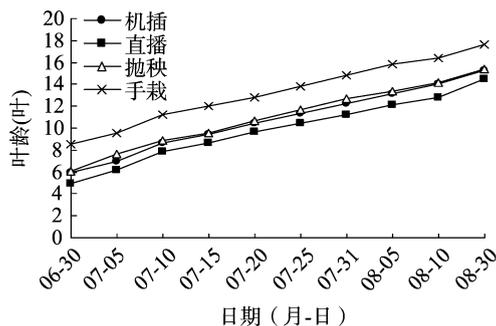


图1 种植方式对水稻叶龄进程的影响

### 2.3 种植方式对水稻茎蘖动态的影响

由图2可以看出,在不同种植方式下,武运粳24号的群体茎蘖增长和消亡的趋势不同。从群体茎蘖增长速率来看,由于直播稻没有缓苗期,因而其群体茎蘖增长速率明显高于

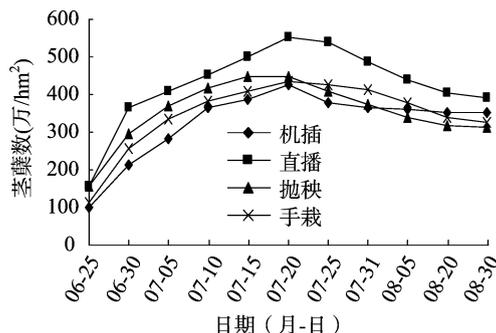


图2 种植方式对水稻茎蘖动态的影响

最长,为159 d;直播稻的全生育期最短,为146 d,比手栽稻短13 d;机插稻、抛秧稻的全生育期居中,分别为152、150 d。4种植方式的生殖生长期(即抽穗至成熟期)差异较小,变化区间为58~59 d。营养生长期(即播种至抽穗期)在不同种植方式间的变化较大,手栽稻的营养生长期最长,为101 d,直播稻的营养生长期最短,为87 d,比手栽稻短14 d,机插稻、抛秧稻的营养生长期介于两者之间,分别为93、92 d。可以看出,4种植方式水稻全生育期的变化主要表现为营养生长期的变化。

其他3种植方式。4种植方式的高峰苗数表现为直播稻>抛秧稻>手栽稻>机插稻。从高峰苗出现的时间来看,抛秧稻出现较早,估计在7月17日左右,其余3种植方式均出现在7月20日左右。高峰苗期后,群体茎蘖数开始下降,其中直播稻的群体茎蘖数消亡速率最大,其他3种植方式的群体茎蘖数消亡变化则比较平缓。

由图3可见,不同种植方式的成穗率差异较大,其中机插的稻成穗率最高,达到82.4%;直播稻的成穗率最低,只有70.7%,比机插稻低11.7个百分点;抛秧稻和手栽稻的成穗率差别不大,分别为75.2%、75.4%。

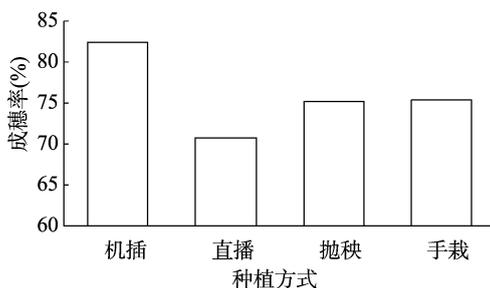


图3 种植方式对水稻成穗率的影响

### 2.4 种植方式对水稻物质积累的影响

由表2可见,武运粳24号4种植方式在拔节期的群体干物质重表现为手栽稻>抛秧稻>机插稻>直播稻,直播稻最低,比最高的手栽稻低0.07 t/hm<sup>2</sup>,即低1.4%;抽穗期的群体干物质重表现为机插稻>手栽稻>抛秧稻>直播稻,直播稻最低,比最高的机插稻低0.2 t/hm<sup>2</sup>,即低1.4%;成熟期的群体干物质重变化规律与抽穗期一致,也表现为机插稻>手栽稻>抛秧稻>直播稻,直播稻最低,比最高的机插稻低0.88 t/hm<sup>2</sup>,低4.0%。4种植方式中以机插稻的经济系数最大,为0.55;直播稻的经济系数最小,为0.50;手栽稻和抛秧稻居中,经济系数均为0.52。

由表3可见,种植方式不同,水稻各主要生育阶段的干物质积累量及其比例也有差异。播种期-拔节期的干物质积累量表现为手栽稻>抛秧稻>机插稻>直播稻,占成熟期总干物质积累量的比例表现为直播稻>手栽稻≈抛秧稻>机插稻;

表2 种植方式对物质积累和经济系数的影响

种植方式	群体干物质重( $t/hm^2$ )			经济产量( $t/hm^2$ )	经济系数
	拔节期	抽穗期	成熟期		
机插	5.09	13.85	22.23	12.17	0.55
直播	5.06	13.65	21.35	10.65	0.50
抛秧	5.10	13.73	21.79	11.41	0.52
手栽	5.13	13.77	21.96	11.50	0.52

拔节期-抽穗期的干物质积累量表现为机插稻>手栽稻>抛秧稻>直播稻,占成熟期总干物质积累量的比例表现为直播稻>抛秧稻>机插稻>手栽稻;抽穗期-成熟期的干物质积累量及其占成熟期总干物质积累量的比例均表现为机插稻>手栽稻>抛秧稻>直播稻。由此可见,机插稻在抽穗后的干物质积累量较高,产量潜力较大;直播稻由于播种期的推迟,虽然抽穗前群体干物质积累量所占比例较高,但由于个体生长相对不够健壮,导致抽穗前的单株干物质积累量较少,抽穗后的干物质积累量也较低,因而产量潜力较小。因此,在保证前期个体生长量较高的基础上提高直播稻中、后期的群体干物质生长量,是取得高产的有效途径。

表3 种植方式对不同生育阶段干物质积累及其比例的影响

种植方式	播种期-拔节期		拔节期-抽穗期		抽穗期-成熟期	
	干物质积累量( $t/hm^2$ )	比例(%)	干物质积累量( $t/hm^2$ )	比例(%)	干物质积累量( $t/hm^2$ )	比例(%)
机插	5.09	22.9	8.76	39.4	8.38	37.7
直播	5.06	23.7	8.59	40.2	7.70	36.1
抛秧	5.10	23.4	8.63	39.6	8.06	37.0
手栽	5.13	23.4	8.64	39.3	8.19	37.3

## 2.5 种植方式对水稻群体生长率的影响

群体生长率反映了干物质的日生产量,是描述群体生产速率的重要指标<sup>[1]</sup>。由图4可以看出,在播种期-抽穗期,不同种植方式的群体生长率表现为直播稻>抛秧稻>机插稻>手栽稻,直播稻最高,为 $15.69 g/(m^2 \cdot d)$ ,比最低的手栽稻的 $13.63 g/(m^2 \cdot d)$ 高 $15.1%$ ;在抽穗期-成熟期,不同种植方式的群体生长率表现为机插稻>手栽稻>抛秧稻>直播稻,机插稻最高,为 $14.20 g/(m^2 \cdot d)$ ,比最低的直播稻的 $13.05 g/(m^2 \cdot d)$ 高 $8.8%$ 。由此可以看出,抽穗期至成熟期水稻群体生长率的高低决定着产量的高低。

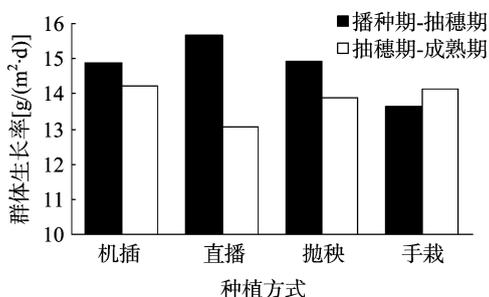


图4 种植方式对水稻不同生育阶段群体生长率的影响

## 2.6 种植方式对水稻叶面积指数的影响

籽粒产量主要来源于光合产物,由于叶片是进行光合作用、制造光合产物的主要器官,因此合理的叶面积动态和数值大小是实现水稻高产的重要保证。由表4可以看出,拔节期水稻的叶面积指数表现为直播稻>抛秧稻>机插稻>手栽

稻;4种植方式的叶面积指数均在孕穗期达到最大,并表现为机插稻>手栽稻>抛秧稻>直播稻;抽穗期、成熟期的叶面积指数变化趋势与孕穗期一致,均表现为机插稻>手栽稻>抛秧稻>直播稻。机插稻在中后期保持较大的叶面积指数为最终夺取高产提供了重要保证。

表4 种植方式对水稻叶面积指数的影响

种植方式	叶面积指数			
	拔节期	孕穗期	抽穗期	成熟期
机插	4.07	8.42	8.09	4.03
直播	4.13	7.96	7.58	3.66
抛秧	4.08	8.35	7.93	3.85
手栽	4.05	8.38	7.96	3.92

## 2.7 种植方式对光合势的影响

光合势是单位土地面积的绿叶面积与光合时间的乘积,由叶面积指数及其持续时间的长短共同决定<sup>[1]</sup>。不同种植方式的水稻由于叶面积指数、生育期的长短及生育进程的不同,各生育阶段的光合势存在一定的差异(图5)。由图5可以看出,播种期-抽穗期的光合势表现为手栽稻>机插稻>抛秧稻>直播稻,手栽稻最高,为 $402.0 万 m^2 \cdot d/hm^2$ ,比最低的直播稻的 $329.7 万 m^2 \cdot d/hm^2$ 高 $21.9%$ ;抽穗期-成熟期的光合势表现为机插稻>手栽稻>抛秧稻>直播稻,机插稻最高,为 $357.6 万 m^2 \cdot d/hm^2$ ,比最低的直播稻的 $331.6 万 m^2 \cdot d/hm^2$ 高 $7.8%$ 。说明抽穗期-成熟期光合势的大小与产量的高低密切相关。

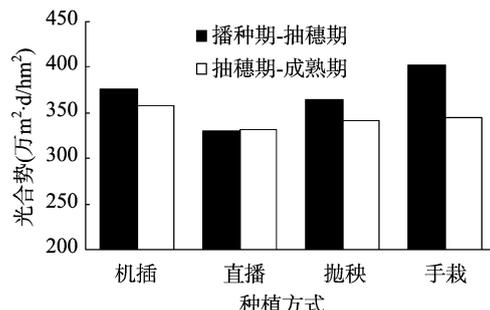


图5 种植方式对水稻不同生育阶段光合势的影响

## 2.8 种植方式对水稻株型的影响

由表5可以看出,在4种不同种植方式下,武运梗24号的株高及各节间长度均有差异。直播稻的株高最低,为 $93.7 cm$ ;手栽稻株高最高,为 $100.8 cm$ ,比最矮的直播稻高 $7.1 cm$ ;机插稻、抛秧稻的株高介于两者之间,分别为 $100.5$ 、 $100.7 cm$ 。不同种植方式的伸长节间变化较大,基部第1节间的长度表现为直播稻>机插稻>抛秧稻>手栽稻,由此可见直播稻倒伏的可能性最大。穗下节长度和穗下节间长度占株高比例均表现为机插稻>抛秧稻>手栽稻>直播稻。苏祖芳等认为,高产水稻的穗下节间长度占茎秆长度的比例宜在 $32% \sim 35%$ 之间,比例不能过高或过低<sup>[2]</sup>。本研究中直播稻的穗下节间长度占株高的比例过低,只有 $28.2%$ ;机插稻的比例适中,为 $31.3%$ ,说明机插稻的产量潜力最大,直播稻的产量潜力最小<sup>[3]</sup>。

## 2.9 种植方式对水稻抗倒性的影响

于成熟期对4种不同种植方式的武运梗24号进行了植

表5 不同种植方式对水稻株型的影响

种植方式	株高 (cm)	长度(cm)					穗下节间长度占 株高的比例(%)
		第1节间	第2节间	第3节间	第4节间	穗下节	
机插	100.5	6.4	10.6	14.1	19.5	31.5	31.3
直播	93.7	7.1	10.9	14.1	16.6	26.4	28.2
抛秧	100.7	2.6	5.5	10.0	13.6	30.8	30.6
手栽	100.8	2.4	7.6	11.7	13.9	30.1	29.9

株抗倒力矩的测定,以此来推测种植方式对植株抗倒性的影响。由图6可以看出,手栽稻茎秆的抗倒力矩最大,为46.9 g/茎,可以推测其抗倒性最强;其次为抛秧稻,平均抗倒力矩为43.1 g/茎;直播稻最小,为42.0 g/茎,比最大的手栽稻低10.4%。直播稻植株抗倒性最弱,可能与直播稻的倒1、倒2节间(即表5中的第1、第2节间)最长有关,此外直播稻的植株根系分布较浅,特别是在群体较大的情况下容易发生倒伏,因此抗倒性能是直播稻高产、稳产的主要限制因子之一<sup>[4-5]</sup>。

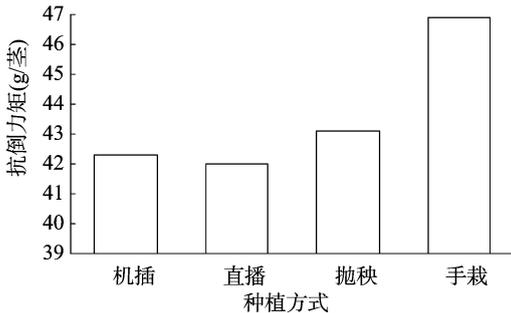


图6 种植方式对水稻抗倒力矩的影响

## 2.10 种植方式对水稻产量及其构成的影响

由表6可以看出,机插、直播、抛秧、手栽等4种种植方式下武运梗24号的产量差异较大。实收产量最高的为机插稻,达12.17 t/hm<sup>2</sup>;手栽稻次之,为11.50 t/hm<sup>2</sup>;直播稻最低,为10.65 t/hm<sup>2</sup>,比最高的机插稻少1.52 t/hm<sup>2</sup>,这可能与直播稻全生育期短、成穗率低、穗下节间长占株高的比例较低、中后期物质生产积累量较少有密切关系。

表6 种植方式对产量及其构成因素的影响

种植方式	穗数 (万穗/hm <sup>2</sup> )	每穗粒数 (粒)	结实率 (%)	千粒重 (g)	理论产量 (t/hm <sup>2</sup> )	实收产量 (t/hm <sup>2</sup> )
机插	351.0	151.6	91.1	26.8	12.99	12.17
直播	390.0	120.7	88.4	26.8	11.15	10.65
抛秧	313.5	150.1	94.3	27.5	12.20	11.41
手栽	327.0	142.8	94.4	27.3	12.03	11.50

从产量结构来看,直播稻的穗数最多,为390.0万穗/hm<sup>2</sup>;其次为机插稻,为351.0万穗/hm<sup>2</sup>;再次为手栽稻,为327.0万穗/hm<sup>2</sup>;最少的是抛秧稻,为313.5万穗/hm<sup>2</sup>,比最高的直播稻少76.5万穗/hm<sup>2</sup>。机插稻穗型最大,每穗粒数最多,为151.6粒,比最少的直播稻的120.7粒多30.9粒。结实率以手栽稻最高,为94.4%,比最低的直播稻的88.4%高6个百分点。千粒重以抛秧稻最高,达到27.5 g,比最低的机插稻和直播稻的26.8 g高0.7 g(表6)。

综合产量构成因素可以看出,机插稻不仅能取得较充足的穗数,而且穗型较大,结实率均较高;而直播稻则在适宜的穗数基础上主攻大穗,从而提高结实率和千粒重;手栽稻与抛秧稻获得高产途径的应该是在能获取较大穗型、较高结实率与千粒重的基础上主攻足穗。

## 3 小结

武运梗24号是目前综合性状较好的迟熟中粳品种,由于2012年笔者所在试验地的整个水稻生长期间气候条件较有利于水稻的生长发育,未出现任何极端的气候灾害。因此,在本试验中,与手栽法相比,采用机插、抛秧、直播等轻简种植方式均取得了高产、高效的效果,但不同种植方式间仍有一定的差异。机插稻是现代种植技术发展的方向,是一项高产、稳产的轻简种植技术,但在大面积生产中存在因缓苗期过长而导致减产的技术难关,本试验中机插稻在培育适龄(移栽期3.5叶)壮秧的基础上狠抓了栽后水分管理,确保活棵前田间无水层,最大限度缩短机插稻缓苗期;在肥料运筹方面,机插稻重施了促花肥(复合肥150 kg/hm<sup>2</sup>,尿素187.5 kg/hm<sup>2</sup>),最终机插稻的穗型在4种种植方式中最大,每穗粒数达到151.6粒/穗。上述2项措施的有效落实为机插稻产量突破12.0 t/hm<sup>2</sup>提供了保证。由于抛秧稻缓苗期相对较短,且秧苗素质高、易早发、群体较为协调、抗倒性强、穗型较大,因此在生产中应通过主攻穗数的提高来夺取高产。直播稻因不育秧、不插秧等特点而简化了种植程序,降低了劳动强度,被广大农民自发应用,但直播稻产量低而不稳,产量构成特点是“穗多粒少”,且结实率偏低,群体矛盾较大,抗倒能力弱,高产隐患多,因此协调好群体矛盾是直播稻取得高产的关键<sup>[6]</sup>。

## 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 苏祖芳,许乃霞,孙成明,等. 水稻抽穗后株型指标与产量形成关系的研究[J]. 中国农业科学,2003,36(1):115-120.
- [3] 李稳林,李亚伟,张圆,等. 麦秸全量机械还田三种轻简稻作方式比较[J]. 中国稻米,2008(5):59-60.
- [4] 潘志文,葛胜,周开明,等. 麦秸全量还田不同轻简稻作方式生育特性及经济效益比较[J]. 江苏农业科学,2009(3):93-95.
- [5] 何瑞银,罗汉亚,李玉同,等. 水稻不同种植方式的比较试验与评价[J]. 农业工程学报,2008,24(1):167-171.
- [6] 谢成林,张菊芳. 不同稻作方式对淮稻13号生长发育及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2011,39(4):64-67.