播期对不同类型品种直播稻生长特性的影响*

姚 义[1] 霍中洋[1,2] 张洪程[1,2]** 夏 炎[1] 倪晓诚[1] 戴其根[1,2] 许 轲[1,2] 魏海燕[1,2]
([1]扬州大学江苏省作物遗传生理重点实验室,江苏扬州 225009;[2]农业部长江流域稻作技术创新中心,江苏扬州 225009)

摘 要 以具有代表性的3种类型水稻品种为材料,通过分期播种试验,对不同播期条件下直播稻物质生产和产量形成进行了分析。结果表明:随着播期的推迟,3种类型品种水稻产量均显著下降,但变化程度不一;全生育期显著缩短;群体茎蘖消长动态逐渐趋于不平缓,此现象并随播期的推迟而加剧;叶面积指数在生长前期逐渐上升,生长中后期则相对下降;各阶段光合势呈降低的趋势;干物质累积在拔节期递增,在抽穗期和成熟期则递减,收获指数递减;各阶段群体生长率下降趋势显著。对直播稻安全适宜播期进行综合评价表明,该地区宜推广中熟中粳和迟熟中粳品种,可以使用早熟晚粳品种;各类品种在前茬滕茬时间允许的条件下尽可能早播,易取得高产,但从生育安全性来考虑,中熟中粳品种最迟要在6月下旬播种,迟熟中粳品种最迟要在6月中下旬播种,早熟晚粳品种最迟要在6月中旬播种。

关键词 直播稻;播期;生育期;产量

中图分类号 S511 **文献标识码** A **文章编号** 1000-4890(2010)11-2131-08

Effects of sowing date on the growth characteristics of direct seeding rice. YAO Yi[1], HUO Zhong-yang[1,2], ZHANG Hong-cheng[1,2], XIA Yan[1], NI Xiao-cheng[1], DAI QI-gen[1,2], XU Ke[1,2], WEI Hai-yan[1,2] ([1]*Key Laboratory of Crop Genetics and Physiology of Jiangsu Province, Yangzhou University, Yangzhou* 225009, *Jiangsu, China*; [2]*Innovation Center of Rice Cultivation Technology in the Yangtze Valley, Ministry of Agriculture, Yangzhou* 225009, *Jiangsu, China*). *Chinese Journal of Ecology*,2010,**29**(11):2131-2138.

Abstract: Taking three representative rice cultivars as test materials, a field experiment was conducted to study the matter production and yield formation of direct seeding rice under the conditions of different sowing dates. With the delay of sowing date, the grain yields of the three rice cultivars all decreased significantly, but the decrements varied. Under the delay of sowing date, the whole period of growth and development shortened notably, the growth dynamics of stems and tillers became not smooth and intensified as the sowing date further delayed, the leaf area index increased gradually at early growth stage but relatively declined at the middle and late growth stages, the photosynthetic potential at various growth stages displayed a declining trend, the dry matter accumulation increased at jointing stage but reduced at heading and maturity stages, the harvest index descended, and the population growth rate at various stages showed a significant decreasing trend. It was suggested that considering the suitable secure sowing date, the rice varieties favorable to promote in the study region would be the medium-maturing medium japonica and late-maturing medium japonica, and the early-maturing late japonica varieties could also be grown there. To attain high yield, all the rice cultivars should be sowed as early as the time for harvesting previous crop allows. Yet, from the view point of the security for reproduction, the medium-maturing medium japonica cultivars should be planted no later than June 30, the late-maturing medium japonica varieties no later than June 25, and the early-maturing late japonica varieties no later than June 20.

Key words: direct seeding rice; sowing date; growth and development period; yield.

* 国家粮食丰产科技工程项目(2006BAD02A03)、江苏省科技支撑计划项目(BE2008355)和江苏省农业支撑计划资助项目(BE2009399)。
** 通讯作者 E-mail: hczhang@yzu.edu.cn
收稿日期:2010-05-26 接受日期:2010-07-29

随着灌溉条件的改善、高效除草剂技术的成熟、早熟高产新品种的育成以及劳动力成本的升高,许多国家都改变了传统的水稻移栽种植方式,逐步采用直播方法:在美国和澳大利亚,水稻已全部采用机械直播,意大利直播稻面积达水稻种植面积的98%,斯里兰卡达80%,马来西亚达50%以上,葡萄牙的3.4万 hm^2 灌溉水稻也主要采用直播技术(王洋等,2007)。近年来,随着我国农村劳动力紧张以及粮食生产比较效益不高和条纹叶枯病对秧苗危害的加重等原因,直播稻凭借其省工、省力、节本的优势越来越受到青睐,并有逐年加速扩大发展的趋势(张涛等,2008)。就江苏省而言,2008年直播水稻面积已突破66.7万 hm^2,占全省水稻总面积近1/3(张洪程等,2009)。合理确定水稻播期是水稻栽培管理中的关键技术,是水稻高产、优质的基础(凌启鸿,1995;张洪程等,1996;杨文钰和屠乃美,2005)。适宜播种期的确定受光温资源、生产条件、品种特性和前后茬口等诸多因子的综合影响(陈金龙等,2003;张冬松等,2003;王成瑗等,2004),表现出较强的变动性和系统性(郑根龙等,1998;丁长命等,2001;汪继发等,2002)。围绕播期对水稻生长发育的影响,前人开展了较多的研究,多数认为,适宜的播期对有效利用温光资源、改善水稻生育进程、提高分蘖成穗率、保证个体正常发育和安全成熟、提高抗倒伏和减轻病虫草害发生等具有重要作用(夏维陆,1999;谢正荣等,2000;赵新华等,2001)。但不难发现,大多学者针对单一品种或同一类型不同品种进行研究,且研究对象大部分为移栽稻,针对现在农民自发快速扩展的直播稻对播期的效应缺乏系统的研究,报道相对较少。针对上述问题,本研究以3种类型的3个品种为材料,立足于江苏省里下河地区,观察了不同播期条件下直播稻的生长特性,总结出各类型品种试验所在地的最适播期,以期为里下河地区水稻直播高产高效生产提供理论与实践依据。

1 材料与方法

1.1 供试地点与品种

试验于2007—2008年在江苏省姜堰市河横村农业综合试验基地进行,前茬为小麦,土壤类型属潴育型亚类勤泥土,土壤有机质36.16 $g \cdot kg^{-1}$,全氮2.15 $g \cdot kg^{-1}$,速效磷5.80 $mg \cdot kg^{-1}$,速效钾164.03 $mg \cdot kg^{-1}$,pH值6.71。

选用不同类型水稻品种3个,其中包括中熟中粳徐稻3号,迟熟中粳淮稻9号,早熟晚粳武粳15。

1.2 试验设计

试验设置5月27日(Ⅰ)、6月3日(Ⅱ)、6月10日(Ⅲ)、6月17日(Ⅳ)、6月24日(Ⅴ)和7月1日(Ⅵ)6个播期,以播期为主区,品种为副区,3次重复,小区面积15 m^2(5 m×3 m),计54个小区。试验各处理分别于设置的播期日进行人工划行均匀播种(芽谷),播种量折干种45 $kg \cdot hm^{-2}$,播种行距为0.266 m,播后苗前进行化学除草,于3叶1心期进行人工定苗,定植密度为90万 $\cdot hm^{-2}$。氮肥施用量为270 $kg \cdot hm^{-2}$,氮肥运筹方法是基肥施总氮肥量的30%,断奶肥(1叶1心)施总氮肥量的20%,分蘖肥(4叶1心)施总氮肥量的20%,穗肥(倒4叶、倒2叶)施总氮肥量的30%。氮∶磷∶钾=1∶0.5∶0.5,其中磷肥一次性基肥,钾肥中基肥、拔节肥各施50%。其他措施均按高产栽培要求进行管理。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 生育期 主要生育期的准确记载,包括拔节期、抽穗期和成熟期等。

1.3.2 茎蘖动态 定点定时观察茎蘖的消长动态。每小区定1个观察点,每个观察点定点25穴,分别在有效分蘖临界叶龄期(N-n)、拔节期、孕穗期、抽穗期和成熟期观察茎蘖消长动态。

1.3.3 叶面积与干物重 分别于拔节期、抽穗期、成熟期,按每小区茎蘖数的平均数取10穴,测定叶面积和干物重。叶面积测定采用比重法。105 ℃下杀青30 min,80 ℃下烘至恒重,测定干物重。

1.3.4 光合势与群体生长率

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

式中:L_1 和 L_2 为前后2次测定的叶面积;t_1 和 t_2 为前后2次测定的间隔时间(d);光合势单位为 $m^2 \cdot d^{-1} \cdot m^{-2}$。

群体生长率(CGR) $= (W_2 - W_1)/[A(t_2 - t_1)]$

式中:W_1 和 W_2 为前后2次测定的干物重;t_1 和 t_2 为前后2次测定的间隔时间;A 为土地面积;CGR 单位为 $g \cdot d^{-1} \cdot m^{-2}$。

1.3.5 产量计算 在收获前各播期每品种查小区中央连续4行,每行3 m,计算每穴穗数,以平均穗数为标准,在小区不同区域取株高、穗型有代表性的植株50穴,装进塑料窗纱口袋内,风干后,脱粒、去杂质(不去空瘪粒),求出50穴的总粒数,进而求得每穗粒数;用水漂法去除空瘪粒,求取结实率;以1000实粒样本(干种子)称重,重复3次(误差不超过0.05 g)求

取千粒重。成熟期选割每小区中央连续5行,每行5 m,测定籽粒含水量,去除杂质,折算实产。

1.4　数据处理

由于2年试验趋势一致,故本文以2008年的数据进行分析。相关数据使用Microsoft Excel 2003录入和整理,用DPS 7.05软件进行相关分析及通径分析、方差分析(one-way ANOVA)和差异显著性检验(LSD)。

2　结果与分析

2.1　产量及其构成

2.1.1　播期对直播稻产量的影响　由于迟熟中粳淮稻9号的第6播期和早熟晚粳武粳15的第5、6播期均未能完全成熟,文中相关数据均指试验小区收获日期11月2日取样所测数据。由表1可见,随着播期的推迟,各类型品种产量表现为逐渐下降的趋势,但变化程度不一,具体表现为早熟晚粳(EMLJ)>迟熟中粳(LMMJ)>中熟中粳(MMMJ),其变异系数分别为20.6%、18.4%和15.8%。

进一步分析播期(x,其值为实际播期自第一播期向后推迟的天数)与产量(y)的关系,发现二者存在极显著线性相关关系。可用方程 $y=ax+b$ 来描述,其决定系数 R^2 均达到极显著水平(表2)。

2.1.2　播期对直播稻产量构成的影响　由表1可见,3种类型品种直播稻产量构成因素随播期的推迟按变化程度大小可分为2类,变化较小的一类为千粒重和穗数,变异系数变化范围为0~2%;变化较大的一类为结实率和每穗颖花数,变异系数变化范围为6%~13%。在播期的影响下,各类型品种直播稻产量构成因素变化程度表现为早熟晚粳(EMLJ)>迟熟中粳(LMMJ)>中熟中粳(MMMJ),与之前分析的产量变化程度的大小趋势一致。

表1　播期对直播稻产量及其构成因素的影响

Tab.1　Effect of seeding date on yield and components of direct seeding rice

品种与类型	播期	穗数 ($\times10^4\cdot hm^{-2}$)	每穗颖花数	颖花量 ($\times10^4\cdot hm^{-2}$)	结实率 (%)	千粒重 (g)	理论产量 ($kg\cdot hm^{-2}$)	实际产量 ($kg\cdot hm^{-2}$)
中熟中粳	Ⅰ	352.4 aA	118.9 aA	41858.7 aA	90.6 aA	26.2 aA	9944.6	9412.5 aA
徐稻3号	Ⅱ	352.1 abA	117.9 aA	41542.1 bA	89.5 aA	26.2 aA	9732.9	9249.0 bA
	Ⅲ	351.5 abA	115.2 bB	40452.5 cB	87.4 bB	26.2 aA	9271.0	8928.0 cB
	Ⅳ	351.2 abA	111.0 cC	39011.0 dC	85.7 cB	26.1 aA	8718.4	8446.5 dC
	Ⅴ	349.2 abA	104.8 dD	36590.9 eD	80.2 dC	26.2 aA	7688.6	7291.0 eD
	Ⅵ	347.8 bA	96.9 eE	33697.0 fE	74.1 eD	26.1 aA	6517.0	6083.0 fE
	CV(%)	0.51	7.70	8.18	7.45	0.19	15.25	15.79
迟熟中粳	Ⅰ	338.7 aA	123.5 aA	41829.5 aA	88.7 aA	27.0 aA	10017.7	9481.5 aA
淮稻9号	Ⅱ	338.4 aA	121.7 bA	41183.3 bA	87.2 bAB	26.9 aA	9660.3	9313.5 bA
	Ⅲ	337.8 abA	118.4 cB	39995.5 cB	85.5 cB	26.9 aA	9198.8	8983.5 cB
	Ⅳ	337.1 abA	113.8 dC	38362.0 dC	81.5 dC	27.0 aA	8441.6	7987.5 dC
	Ⅴ	333.7 bcAB	106.8 eD	35633.8 eD	76.8 eD	26.9 aA	7361.7	6864.0 eD
	Ⅵ	329.8 cB	97.7 fE	32221.5 fE	70.3 fE	26.8 aA	6070.7	5786.0 fE
	CV(%)	1.04	8.67	9.62	8.61	0.28	17.79	18.42
早熟晚粳	Ⅰ	336.2 aA	124.3 aA	41783.4 aA	91.3 aA	26.9 aA	10261.9	9748.5 aA
武粳15	Ⅱ	336.0 aA	123.1 aA	41355.4 aA	90.4 aA	26.9 aA	10056.7	9565.5 bA
	Ⅲ	335.2 aA	119.4 bB	40016.9 bB	86.8 bB	26.9 aA	9343.6	8697.0 cB
	Ⅳ	332.8 aAB	112.9 cC	37573.1 cC	80.9 cC	26.8 aA	8146.3	7779.0 dC
	Ⅴ	328.3 bBC	104.4 dD	34274.5 dD	75.3 dD	26.7 aA	6890.9	6690.0 eD
	Ⅵ	323.7 cC	99.5 eE	32208.2 eE	65.5 eE	26.6 aA	5611.6	5572.5 fE
	CV(%)	1.51	8.96	10.37	12.21	0.47	22.13	20.63

同列不同小写和大写字母分别表示差异达5%和1%显著水平。下同。

表2　播期对直播稻产量影响的直线方程

Tab.2　Linear equation of the effect of seeding date on yield of the direct seeding rice

品种与类型	线性方程	R^2
中熟中粳徐稻3号	$y=-93.89x+9878.07$	0.893**
迟熟中粳淮稻9号	$y=-109.48x+9985.19$	0.930**
早熟晚粳武粳15	$y=-124.18x+10181.93$	0.968**

y 为产量,x 为实际播期自第一播期向后推迟的天数。

对产量及其构成因素的相关分析及通径分析表明(表3),在播期的影响下,不同类型品种直播稻产量构成因素中,除千粒重(X_5)以外,其余各因素间均表现出显著或极显著的相关性。不同类型品种影响产量(Y)的主导因子有所不同,在总颖花量(X_3)、结实率(X_4)和千粒重(X_5)中,对于中熟中粳

表3 播期对直播稻产量构成因素的影响

Tab. 3 Effect of seeding date on yield components

品种与类型	产量构成因素	因素间相互关系					对 X_3 的效应	对 Y 的效应
		X_2	X_3	X_4	X_5	Y	P_i-X_3	P_i-Y
中熟中粳	X_1	0.991**	0.992**	0.997**	0.513	0.996**	0.057	
徐稻3号	X_2		1.000**	0.997**	0.620	0.997**	0.943	
	X_3			0.997**	0.614	0.998**		0.459
	X_4				0.576	0.999**		0.555
	X_5					0.578		−0.023
	Pe^2						0.000	0.001
迟熟中粳	X_1	0.982**	0.984**	0.980**	0.766	0.972**	0.076	
淮稻9号	X_2		1.000**	0.999**	0.700	0.995**	0.926	
	X_3			0.999**	0.705	0.995**		0.433
	X_4				0.688	0.997**		0.627
	X_5					0.646		−0.091
	Pe^2						0.000	0.003
早熟晚粳	X_1	0.978**	0.983**	0.990**	0.994**	0.976**	0.105	
武粳15	X_2		1.000**	0.987**	0.981**	0.996**	0.897	
	X_3			0.989**	0.985**	0.996**		0.851
	X_4				0.986**	0.993**		0.608
	X_5					0.974**		−0.464
	Pe^2						0.000	0.000

1) * 和 * * 表示差异分别达 $P<0.05$ 和 $P<0.01$ 水平。$r_{0.05}=0.811$, $r_{0.01}=0.917$。2) Y 为实际产量; X_1 为穗数; X_2 为每穗颖花数; X_3 为总颖花量; X_4 为结实率; X_5 为千粒重; Pe^2 为剩余通径。

(MMMJ)和迟熟中粳(LMMJ)2类品种而言,对产量起首要作用的是结实率(X_4),其次是总颖花量(X_3),最后是千粒重(X_5);对于早熟晚粳(EMLJ)品种而言,对产量起首要作用的是总颖花量(X_3),其次是结实率(X_4),最后是千粒重(X_5)。进一步分析不同类型品种总颖花量2个构成因素的作用,均表现为每穗颖花数(X_2)对增加总颖花量所起的作用远大于穗数(X_1)的作用。

2.2 生育期

随着播期的推迟,各类型品种直播稻的生育时期相应延迟。对于相对早熟的中熟中粳品种徐稻3号来说,在试验所设置的所有播期中均能安全成熟;对于熟期居中的迟熟中粳品种淮稻9号和相对迟熟的早熟晚粳品种武粳15来说,过迟播种会导致其不能正常成熟,生育安全性降低(表4)。

水稻生育期可分为播种至抽穗和抽穗至成熟

表4 播期对直播稻生育期的影响

Tab. 4 Effect of seeding date on period of duration of direct seeding rice

品种与类型	播期	拔节期	抽穗期	成熟期	播种至抽穗期(d)	抽穗至成熟期(d)	全生育期(d)
中熟中粳	Ⅰ	7-21	8-21	10-18	86 a	58 a	144 a
徐稻3号	Ⅱ	7-24	8-24	10-21	82 b	58 a	140 b
	Ⅲ	7-26	8-26	10-23	77 c	58 a	135 c
	Ⅳ	7-28	8-28	10-25	72 d	58 a	130 d
	Ⅴ	7-30	8-31	10-27	67 e	57 a	124 e
	Ⅵ	8-1	9-3	10-29	62 f	57 a	119 f
	CV(%)				11.28	2.45	7.73
迟熟中粳	Ⅰ	7-23	8-27	10-24	92 a	58 a	150 a
淮稻9号	Ⅱ	7-26	8-30	10-26	88 b	57 ab	145 b
	Ⅲ	7-29	9-1	10-28	83 c	57 ab	140 c
	Ⅳ	7-31	9-3	10-30	78 d	57 ab	135 d
	Ⅴ	8-2	9-5	11-1	73 e	57 ab	130 e
	Ⅵ	8-4	9-7	–	68 f	56 b	124 f
	CV(%)				11.31	1.11	7.00
早熟晚粳	Ⅰ	7-26	9-2	10-27	98 a	55 a	153 a
武粳15	Ⅱ	7-29	9-4	10-29	93 b	55 a	148 b
	Ⅲ	7-31	9-6	10-31	88 c	55 a	143 c
	Ⅳ	8-2	9-8	11-2	83 d	55 a	138 d
	Ⅴ	8-4	9-10	-	78 e	53 b	131 e
	Ⅵ	8-5	9-11	-	72 f	52 b	124 f
	CV(%)				12.23	0.89	7.21

1)"-"表示此品种此播期未能完全成熟;2)未安全成熟播期的抽穗至成熟期和全生育期的天数以11月2日(收获日期)为截止日期进行计算。

2 个重要生长发育阶段。随着播期的推迟,各类型品种直播稻的全生育期显著缩短,主要因播种至抽穗阶段天数的明显减少所致,而抽穗至成熟阶段长短相对稳定。播期每向后推迟 7 d,中熟中粳品种徐稻 3 号和迟熟中粳品种淮稻 9 号的全生育期缩短 4 ~5 d,早熟晚粳品种武粳 15 的全生育期缩短 5 ~6 d(表 4)。

2.3　各生育期的茎蘖数

不同类型品种直播稻群体茎蘖消长动态随播期的推迟趋于不平缓,此现象并随播期的推迟而加剧,并且在不同类型品种间加剧程度不一致,具体表现为徐稻 3 号>淮稻 9 号>武粳 15,这也与最后成穗数的大小趋势一致。这种现象的出现可能由于迟播处理分蘖期正处于温度逐渐上升,光照日益充足的时段,能够更好地满足水稻分蘖对生长环境的温光要求。但是,随播期的推迟,分蘖生长期变短,分蘖增长过快,造成单个茎蘖干物质分配的明显减少,群体单茎个体过小,从而带来分蘖成穗率的下降和穗型的减小,最终造成产量的下降(图 1)。

2.4　叶面积指数与光合势

与各生育期茎蘖数的变化相类似,在播期的影响下,各类型品种直播稻的叶面积指数在生长前期(有效分蘖临界叶龄期至拔节)呈逐渐上升的趋势,生长中后期(孕穗至成熟)则表现为相对下降的趋势(表 5)。

不同播期间各类型品种直播稻不同生育期的光

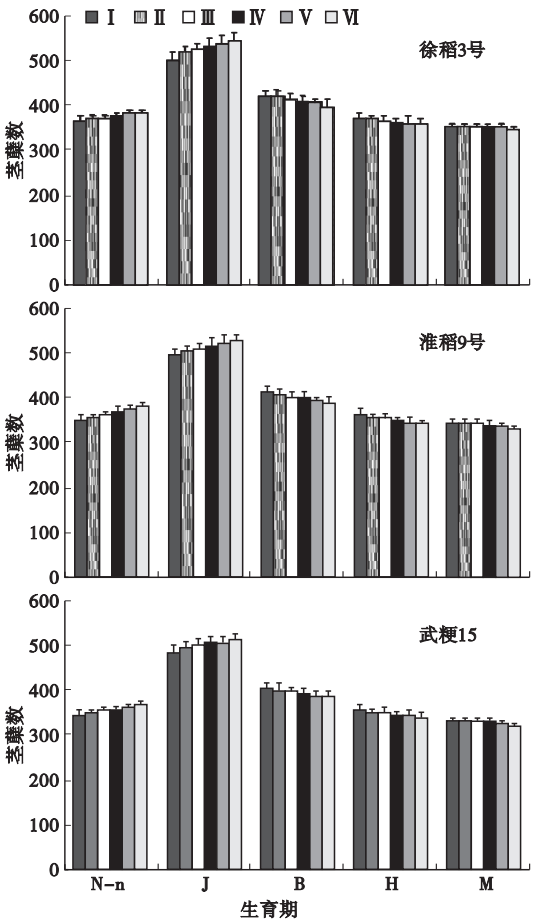

图 1　各类型品种直播稻不同播期条件下的茎蘖动态

Fig. 1　Dynamics of stems and tillers of the given types of direct seeding rice cultivars under different seeding date

N-n 为有效分蘖临界叶龄期; J 为拔节期; B 为孕穗期; H 为抽穗期; M 为成熟期。

表 5　播期对直播稻叶面积指数与光合势的影响

Tab. 5　Effect of seeding date on leaf area index and photosynthetic potential of direct seeding rice

品种与类型	播期	叶面积指数					光合势($m^2 \cdot d^{-1} \cdot m^{-2}$)		
		有效分蘖临界叶龄期	拔节期	孕穗期	抽穗期	成熟期	有效分蘖临界叶龄期至拔节期	拔节至抽穗期	抽穗至成熟期
中熟中粳	Ⅰ	3.2d	5.7e	7.9a	7.5a	2.9a	66.8a	211.2a	286.0a
徐稻 3 号	Ⅱ	3.2d	5.9d	7.8a	7.4ab	2.8b	63.7b	206.2b	280.5b
	Ⅲ	3.3c	6.0cd	7.6b	7.3bc	2.8b	60.5c	199.5c	277.8b
	Ⅳ	3.4b	6.1bc	7.5b	7.2c	2.6c	57.0d	199.5c	269.5c
	Ⅴ	3.5a	6.2ab	7.3c	6.9d	2.6c	53.4e	190.0d	251.8d
	Ⅵ	3.5a	6.3a	7.0d	6.6e	2.5d	49.0f	187.1d	236.6e
	CV(%)	4.11	3.58	4.40	4.74	5.73	11.30	4.63	7.14
迟熟中粳	Ⅰ	3.3e	5.8e	8.0a	7.6a	3.0a	72.8a	234.5a	307.4a
淮稻 9 号	Ⅱ	3.4d	5.9de	7.9ab	7.5a	3.0a	69.8b	234.5a	299.3b
	Ⅲ	3.4d	6.0cd	7.8b	7.3b	2.9b	61.1c	226.1b	290.7c
	Ⅳ	3.5c	6.1bc	7.5c	7.1c	2.8c	57.6d	224.4bc	282.2d
	Ⅴ	3.6b	6.2ab	7.2d	6.9d	2.7d	53.9e	222.7bc	273.6e
	Ⅵ	3.7a	6.3a	7.0e	6.7e	2.6e	50.0f	221.0c	260.4f
	CV(%)	4.22	3.09	5.33	4.85	5.76	14.67	2.59	6.02
早熟晚粳	Ⅰ	3.5e	5.9c	8.2a	7.7a	3.2a	75.2a	258.4a	316.1a
武粳 15	Ⅱ	3.5e	6.0bc	8.1a	7.5b	3.1b	71.3b	256.5a	307.4b
	Ⅲ	3.6d	6.1ab	7.9b	7.4b	3.0c	67.9c	249.8b	301.6b
	Ⅳ	3.7c	6.1ab	7.6c	7.2c	2.9d	63.7d	246.1bc	292.9c
	Ⅴ	3.8b	6.2a	7.5c	7.0d	2.8e	60.0e	244.2cd	279.3d
	Ⅵ	3.9a	6.2a	7.3d	6.8e	2.7f	55.6f	240.5d	270.8e
	CV(%)	4.45	1.92	4.58	4.57	6.34	11.10	2.83	5.84

表6 播期对直播稻干物质累积与群体生长率的影响

Tab. 6 Effect of seeding date on dry matter accumulation and population growth rate of direct seeding rice

品种与类型	播期	干物质累积 ($t \cdot hm^{-2}$)					群体生长率($m^2 \cdot d^{-1} \cdot m^{-2}$)		收获指数
		拔节期	抽穗期	成熟期	拔节至抽穗期	抽穗至成熟期	拔节至抽穗期	抽穗至成熟期	
中熟中粳	Ⅰ	5.91e	11.23a	18.96a	5.32a	7.73a	17.16a	13.80a	0.50a
徐稻3号	Ⅱ	5.96de	11.15a	18.58b	5.19b	7.43b	16.74b	13.27b	0.50a
	Ⅲ	6.06d	11.08a	18.19c	5.02c	7.11c	16.73b	12.70c	0.49a
	Ⅳ	6.19c	11.03a	17.59d	4.84d	6.56d	16.13c	11.93d	0.48b
	Ⅴ	6.52b	10.78b	15.49e	4.26e	4.71e	14.69d	8.56e	0.47c
	Ⅵ	6.93a	10.35c	14.66f	3.42f	4.31f	11.79e	7.84f	0.41d
	CV(%)	6.28	2.97	10.20	15.35	23.00	13.06	22.27	6.57
迟熟中粳	Ⅰ	5.93d	11.37a	18.70a	5.44a	7.33a	15.54a	13.09a	0.51a
淮稻9号	Ⅱ	5.95d	11.26ab	18.42a	5.31b	7.16b	15.17b	13.02a	0.51a
	Ⅲ	6.01d	11.15ab	17.96b	5.14c	6.81c	15.12b	12.38b	0.50a
	Ⅳ	6.29c	11.07b	16.78c	4.78d	5.71d	14.06c	10.38c	0.48b
	Ⅴ	6.45b	10.84c	15.46d	4.39e	4.62e	12.91d	8.40d	0.44c
	Ⅵ	6.68a	10.26d	14.54e	3.58f	4.28f	10.53e	7.78e	0.40d
	CV(%)	4.93	3.65	9.96	14.62	22.06	13.72	21.70	9.20
早熟晚粳	Ⅰ	6.47e	12.02a	19.16a	5.55a	7.14a	14.61a	12.98a	0.51a
武粳15	Ⅱ	6.57de	12.00a	18.95a	5.43b	6.95b	14.29b	12.63b	0.50a
	Ⅲ	6.68cd	11.81a	18.07b	5.13c	6.26c	13.86c	11.38c	0.48b
	Ⅳ	6.75c	11.51b	17.36c	4.76d	5.85d	12.86d	10.64d	0.45c
	Ⅴ	6.93b	11.16c	16.02d	4.23e	4.86e	11.43e	8.84e	0.42d
	Ⅵ	7.14a	10.59d	14.67e	3.45f	4.08f	9.32f	7.42f	0.38e
	CV(%)	3.63	4.84	10.06	16.84	20.42	15.93	20.42	11.22

合势(单位土地面积的绿叶面积与光合时间的乘积)并未和叶面积的变化完全一致。原因在于,随着播期的推迟,虽然叶面积在某些生育阶段有所上升,但生育天数相对减短,最终导致有效分蘖临界叶龄期至拔节期、拔节期至抽穗期和抽穗期至成熟期的光合势均呈下降的趋势(表5)。

2.5 干物质累积与群体生长率

随着播期的推迟,各类型品种直播稻的干物质累积在拔节期表现为递增的趋势,在抽穗期和成熟期则表现为递减的趋势。进一步分析干物质阶段性累积情况可以看出,对于拔节至抽穗期和抽穗至成熟期来说,累积量均随播期的推迟而降低,且播期越迟,下降幅度越大。还可以看出,各类型品种这2个阶段的干物质累积量占成熟期干物质量的比例也随播期的推迟而降低,以徐稻3号为例,6个播期拔节至抽穗期所占的比例为28.1%、27.9%、27.6%、27.5%、27.5%和23.3%;抽穗至成熟期所占的比例为40.8%、40.0%、39.1%、37.3%、30.4%和29.4%。在播期的影响下,各类型品种直播稻的收获指数均有所下降(表6)。

各类型品种直播稻各播期拔节至抽穗期的群体生长率均高于抽穗至成熟期,且随播期的推迟,上述2阶段的群体生长率有显著的下降趋势(表6)。

3 讨 论

3.1 不同播期直播稻的产量结构和物质生产力

关于播期对水稻生长发育及产量形成的影响,由于试验地点、参试品种、栽培方式及播期设置的不同,研究结果不尽相同(李秀芬等,2004)。随着播期的推迟,受影响的首先是结实率,其次是千粒重,再次是每穗颖花数,而穗数受影响最小,直观表现为成熟期推迟,籽粒充实度降低,成熟度下降。若深究之,是由于水稻灌浆期生境潜热即积温不足造成的(王夫玉和张洪程,2001)。有研究认为,杂交稻在湖南省作一季栽培,早播和晚播均不利于形成高产,这是由于早播的杂交稻在抽穗结实阶段常有高温热

害,晚播又常有低温冷害,并且,杂交水稻的经济产量约70%来自于抽穗后的干物质积累,高产栽培应在保持前、中期有一定的干物质积累基础上,重视抽穗后的光合生产和干物质积累,同时还表明,供试杂交稻组合前、中、后期的干物质生产的比例顺调,且不同播期处理差异不大,拔节期干重约占成熟期总干重的28% ~38%、孕穗期约占49% ~54%、抽穗期约占68% ~72%,抽穗后约积累30%(杨稚愚等,2004)。推迟播期对各产量构成因素均为负面影响,造成产量的降低,随着播期的推迟,水稻营养生长期缩短,造成群体生长量减少,那些分蘖力较强,二级甚至三级分蘖对群体组成贡献较大的品种所受影响更大,孕穗时间的缩短影响了颖花的形成,减少了籽粒形成的基数,推迟播栽期将使抽穗期后延,灌浆期的日平均温度和有效积温下降,再加上前期营养物质积累的减少,从而影响了籽粒的灌浆速度和时间,这造成子粒充实度差,空秕粒数增加,结实率和千粒重均下降,其中大穗品种更明显(李秀芬等,2004)。对感光性比较强的品种来说,推迟播种实质上是缩短了水稻营养生长期,使得水稻生长量变小,有效穗减少,穗型变小,而由于其能在正常生长季节抽穗,灌浆结实期气候条件差异不大,使得其结实率和千粒重变化都不大(张在金等,2008)。

本文对3种类型品种直播稻的研究,由于试验地点和栽培方式的区别,研究结果与前人不尽相同:随着播期的推迟,各类型品种的千粒重和穗数表现相对稳定,略有下降,而结实率和每穗颖花数则呈显著的下降趋势,最终导致产量也表现出随播期的推迟而显著降低的趋势。从受影响程度来看,产量及其构成因素均表现为早熟晚粳>迟熟中粳>中熟中粳。由于作物产量是由干物质生产总量和收获指数所决定的,本试验中,随着播期的推迟,各类型品种直播稻的干物质生产总量和收获指数均明显下降,故可对产量的变化趋势作出解释。对于拔节至抽穗期和抽穗至成熟期来说,干物质累积量均随播期的推迟而降低,且播期越迟,变化量越大。同时,这2个阶段的干物质累积量占干物质生产总量的比例也随播期的推迟而降低。群体生产率(*CGR*)即单位面积上群体干物质的积累速率,是描述群体生产速率的重要指标。本试验中,各类型品种直播稻各播期拔节至抽穗期的群体生长率均高于抽穗至成熟期,且随播期的推迟,上述2阶段的群体生长率有显著的下降趋势。

3.2　不同类型品种直播稻最适播期的确定

中国水稻生产地域辽阔,随着地理位置的不同、环境条件的变化,以及研究目的和栽培方式的不同,各地不同类型品种水稻生产的适宜播种期存在较大的差异(姜文超等,2001)。对江苏省南京市江宁区直播稻武运粳7号分播期研究发现,作为水稻高产、高效轻型栽培技术应用,麦油茬直播稻应在6月15日前播种结束,瓜后稻等腾茬迟的茬口,直播稻播种要在7月上旬结束,并增加播种量,加强肥水管理和草害防治,如作为救灾补种的特殊措施,直播稻播种也要在7月15日结束,这样才能确保安全齐穗,否则应改种其他作物(潘俊等,2007)。两优培九在江苏省镇江市的适宜播期范围较宽,但早播仍有利于高产形成(姜文超等,2001)。直播稻的最佳播期不是一成不变的,它随应用的品种不同以及其他因素的改变而变化,鉴于宝应县的茬口主要为油菜和小麦茬,其腾茬时间大致在5月下旬—6月上旬,该地区直播稻的播期总体来讲宜早不宜迟,播种偏早的可以通过选用早熟晚粳品种和适当减少播量来调节(鲁昕和郝思军,2008)。

综合分析播期对本试验中各类型水稻品种在里下河地区直播的产量、产量构成因素等的影响结果,可对里下河地区不同类型品种直播稻安全适宜播期提出以下参考意见:该地区宜推广应用中熟中粳和迟熟中粳品种,可以使用早熟晚粳品种。各类品种在前茬滕茬时间允许的条件下尽可能早播易取得高产,但从生育安全性来考虑,中熟中粳品种最迟要在6月下旬播种,迟熟中粳品种最迟要在6月中下旬播种,早熟晚粳品种最迟要在6月中旬播种。

参考文献

陈金龙, 陆凤珍, 周纪平, 等. 2003. 不同播期同期移栽对常优1号粳稻生长发育的影响. 江苏农业科学, (5): 29-30.

丁长命, 邵达孚, 戈长水, 等. 2001. 单季粳杂"8优161"播期效应初探. 上海农业科技, (2): 22-25.

姜文超, 孙龙泉, 肖伯群, 等. 2001. 播种期对两优培九产量及生育特性的影响. 杂交水稻, **16**(1): 38-40.

李秀芬, 贾　燕, 黄元才, 等. 2004. 播栽期对水稻产量和产量构成因素及生育期的影响. 生态学杂志, **23**(5):

98-100.
凌启鸿. 1995. 水稻群体质量理论与实践. 北京：中国农业出版社.
鲁 昕, 郝思军. 2008. 直播稻适宜品种与播期的初步探讨. 现代农业科技, (2)：125-129.
潘 俊, 潘海云, 邹建祥, 等. 2007. 播期对直播稻的影响. 上海农业科技, (3)：50.
汪继发, 宋昌云, 吕孝林, 等. 2002. 水稻丰两优1号分期播种对生育期及产量结构的影响. 安徽农业科学, **30**(3)：369-372.
王 洋, 张祖立, 张亚双, 等. 2007. 国内外水稻直播种植发展概况. 农机化研究, (1)：48-50.
王成瑗, 王伯伦, 张文香, 等. 2004. 栽培密度对水稻产量及品质的影响. 沈阳农业大学学报, **35**(4)：318-322.
王夫玉, 张洪程. 2001. 播期对淮北粳稻产量构成因素的影响. 上海交通大学学报, **19**(3)：211-215.
夏维陆. 1999. 双晚两系粳杂"70优04"播期试验初探. 安徽农业科学, **27**(1)：22-26.
谢正荣, 郭秧全, 沈小妹, 等. 2000. 太湖农区水稻不同类型品种及播期对生育期与实产的影响初探. 上海农业学报, **16**(1)：28-32.
杨文钰, 屠乃美. 2005. 作物栽培学各论. 北京：中国农业出版社.
杨稚愚, 汪汉林, 邹应斌. 2004. 播种期对杂交水稻生育期和产量的影响. 耕作与栽培, (3)：18-20.
张 涛, 黄秀华, 贾 军. 2008. 江淮地区直播稻生产现状及高产栽培措施. 农业科技通讯, (4)：91-93.
张冬松, 饶鸣钿, 林玉棋, 等. 2003. 不同播种期对两优2186产量和品质的影响. 江西农业大学学报, **25**：28-29.
张洪程, 戴其根, 霍中洋, 等. 1996. 偏迟熟水稻北移及配套高产栽培技术的研究. 江苏农学院学报, **17**(3)：51-56.
张洪程, 李 杰, 姚 义, 等. 2009. 直播稻种植科学问题研究. 北京：中国农业科学技术出版社.
张在金, 马玉银, 周炳庆, 等. 2008. 不同播期对迟熟中粳稻扬20238产量的影响. 安徽农业科学, **36**(28)：12132-12133.
赵新华, 段祥茂, 徐宗进, 等. 2001. 播期对不同类型粳稻品种产量构成因素的影响. 甘肃科学学报, **13**(4)：51-54.
郑根龙, 葛 翔, 方守地, 等. 1998. 杂交早稻不同播种期对生育期影响初报. 杂交水稻, **13**(增刊)：56-57.

作者简介 姚 义,男,1985年生,博士研究生。主要从事水稻栽培技术研究。E-mail：YZUYY@163.com

责任编辑 李凤芹