

长沙地区稻稻油三熟制机插双季稻适宜播期初探

李 波,郑华斌,王晓敏,陈其敏,张炎胜,唐启源*

(湖南农业大学农学院,长沙 410128)

摘要:优化油稻稻三熟制机插秧条件下双季稻适宜的播期可为三熟制全程机械化生产技术的推广提供指导。选用8个早晚稻品种,在湖南浏阳研究了播期对机插双季稻产量、生育期、干物质积累、冗余生长和辐射利用率(RUE)的影响。结果表明,随播期的推迟,早稻全生育期缩短、晚稻全生育期延长,水稻群体干物质积累呈先增后减变化趋势,同时,冗余度增加、RUE变小。水稻产量随播期的推迟呈先增后降的变化趋势,后期物质转化利用率降低影响结实率可能是推迟播种后产量下降的原因之一。本试验条件下,长沙地区机插双季早稻播期可推迟至4月7~12日,机插双季晚稻播期可推迟至7月5日,既能解决三熟制的季节矛盾,又能保证稳产和高产。

关键词:双季稻;播期;机插秧;三熟制

中图分类号:S511.042

文献标识码:A

文章编号:1001-5280(2017)04-0337-05

DOI:10.16848/j.cnki.issn.1001-5280.2017.04.01

Study on Suitable Sowing Date of Machine – transplanted Seedling of Double – season Rice under Rice – rice – oilseed Rape Triple – cropping System in Changsha

LI Bo, ZHENG Huabin, WANG Xiaomin, CHEN Qimin, ZHANG Yansheng, TANG Qiyuan*

(College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China)

Abstract: To optimize the suitable sowing date of machine – transplanted seedling in the double – season rice under the rice – rice – oilseed rape triple – cropping system can provide technical support for popularizing of the mechanized transplanting techniques in triple – cropping system. In this paper, eight early and late rice varieties were used to study the differences in yield, growth period, DMA (dry matter accumulation), redundant growth and RUE (radiation use efficiency) under different sowing date. The results were shown as follows: the growth duration of early rice was shortened and that of late rice was extended as the sowing date delayed; moreover, DMA was increased first and then decreased. In additional, redundancy was increased and RUE was decreased with the sowing date delayed. Rice yield was increased first and then decreased with the sowing date delayed, and its possible reason was the seed setting rate affected by decrease of utilization rate of dry matter after the full – heading stage. Therefore, the sowing date of machine – transplanted seedling in the early rice could be postponed until 7th April – 12th April, and that of late rice could be postponed till 5th July, which was relieved the seasonal contradictions between double season rice and oilseed rape season, and also to ensure stable and high yield.

Keywords: double cropping rice; sowing date; machine transplanting; triple – cropping system

收稿日期:2016-10-28

作者简介:李 波(1989-)男,硕士研究生,Email:506945346@qq.com。*通信作者:唐启源,教授,博士生导师,主要从事水稻栽培研究和教学工作,Email:cntqy@aliyun.com。

基金项目:“十二五”农村领域国家科技计划(2014AA10A605-3);国家水稻产业体系(CARS-01-30)。

全球气温升高和农村劳动力非农就业的刚性增长趋势等均对中国粮食生产和安全提出了许多新的挑战^[1]。全球气温升高对我国作物种植制度产生了重要影响,如作物种植由少熟制变为多熟制种植模式、种植界限北移、安全齐穗与安全成熟期推迟等^[2-9]。而越来越多农村劳动力向第二、三产业转移,传统的水稻生产模式无法适应社会经济的快速发展,多熟改两熟甚至一熟的现象普遍出现,这严重的减少了我国水稻种植面积,影响我国粮食安全。因此,在农村劳动力减少的前提下,实现三熟制双季稻全程机械化轻简栽培,既能稳定和提高我国水稻产量,又是保障粮食安全的必行之路。而现在我国南方油稻三熟制双季稻全程机械化生产水平和机械化生产的效益较低,主要原因之一是三熟制栽培中各季节的播种移栽安排存在矛盾。本试验通过播种期的设置初步探究双季稻全程机械化栽培的适宜播期,以为油稻三熟制的推广提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地点和材料

试验于2015年在湖南省浏阳市永安镇坪头村(28°14'15.36"N, 113°18'42.11"E)进行。供试土壤为第四纪红土发育的红黄泥, pH6.30, 有机质 18.4 g/kg, 总氮 1.09 g/kg, 有效磷和速效钾分别为 7.81 mg/kg 和 98.6 mg/kg。早稻供试品种为中早 39、中嘉早 17、株两优 211 和株两优 819, 晚稻供试品种为中早 39、中嘉早 17、H 优 518 和深优 123。

1.2 试验设计

早晚稻均设置 6 个播种期, 早稻分别为 3 月 28 日、4 月 2 日、4 月 7 日、4 月 12 日、4 月 17 日、4 月 22 日, 晚稻分别为 6 月 25 日、6 月 30 日、7 月 5 日、7 月 10 日、7 月 15 日、7 月 20 日。采用人工撒播毯状秧盘育秧, 常规稻每盘用种 100 g, 杂交稻每盘用种 70 g。早晚稻秧龄均为 20 d。大田试验采用随机区组设计, 小区面积 20 m², 3 次重复。早稻栽插密度为 25 cm × 14 cm, 晚稻栽插密度为 25 cm × 11 cm; 早稻施 N 120 kg/hm²、P₂O₅ 60 kg/hm²、K₂O 96 kg/hm², 晚稻施 N 165 kg/hm²、P₂O₅ 82.5 kg/hm²、K₂O 132 kg/hm²。其中氮肥按基肥(70%)和穗肥(30%)施用, 磷肥全部用作基肥, 钾肥按基肥和穗肥各 50% 施用。采用干湿交替灌溉和化学防控病虫害及田间杂草, 其他田间管理同当地高产栽培。

1.3 测定项目与方法

(1) 生育期。观测记录不同处理的播种期、移栽期、孕穗期、抽穗期、成熟期。

(2) 干物质积累。于齐穗期, 从每个处理选取生长均匀一致的植株 12 穴, 其中两株测叶面积, 其余的洗净泥沙, 测定株高、茎蘖数, 然后剪去根后按茎、叶、穗分类。105℃ 杀青 0.5 h 后转至 70℃ 烘干至恒重, 测定各部分干物质量。

(3) 辐射截获量的测定。参照文献[10]的方法, 测定出总辐射量和辐射截获率并计算截获量。辐射截获量 = 总辐射量 × 辐射截获率。

(4) 辐射利用率(RUE)的计算。辐射利用率是作物生长时段内干物质的积累量与该时段作物冠层拦截太阳辐射量中有效光合辐射的比值。以各时段的干物质和冠层拦截 PAR 累积量构建直线关系, 计算斜率作为各处理的 RUE 值。

(5) 生长冗余度。根据金良等^[11]研究, 冗余度包括营养生长冗余和生殖生长冗余, 营养生长冗余即无效分蘖率 = (最高苗数 - 有效分蘖数) / 最高苗数 × 100%; 生殖生长冗余即空粒率 = (实粒数 - 总粒数) / 总粒数 × 100%。

(6) 产量和产量构成因素。在成熟期, 每个小区分别从中心区选择 5 m² 作为测产小区, 采用人工脱粒, 晒干风选后称取风干重, 然后以 14% 的吸湿水来计算稻谷产量。在测产取样的同时, 取正方形测产区的对角线 12 蔸, 考察水稻产量构成因素。

1.4 数据处理

用 Excel 2007 整理数据, DPS 软件分析数据, LSD_{0.05} 法进行多重比较。

2 结果分析

2.1 播种期对产量的影响

由表 1 可见, 早稻随播期的推迟, 产量呈先增后减的趋势, 4 月 2 日和 4 月 7 日播种的产量显著高于 3 月 28 日, 4 月 12 日与 3 月 28 日播种的产量差异不显著, 播期继续推迟, 产量显著下降。从产量构成看, 4 月 18 日和 4 月 22 日播种的结实率显著低于其他播期。随播期推迟, 有效穗数呈先减后增趋势, 每穗粒数呈先减后增再减趋势, 4 月 12 日播种的有效穗数最低, 每穗粒数最高。千粒质量随播期推迟呈下降趋势。

晚稻产量变化趋势与早稻基本一致, 随播期的

推迟呈先增后减的趋势,7月5日播期产量最高,7月5日与6月25日和6月30日播期处理差异不显著,显著高于7月10日及以后各播期的。从产量构成因素分析,结实率随播期的推迟而下降;7月10日播期之前无显著性差异,7月15日和7月20日播种的处理结实率显著下降;7月10日播种的有效

穗数最低,显著低于7月5日播期,其余播期间无显著差异;7月5日播期处理的每穗粒数最高,其余播期处理间差异不显著;6月25日和6月30日播期处理的千粒质量显著高于其他播期的,其余播期的千粒质量间无显著差异(表1)。

表1 不同播种期的早晚稻产量及产量构成

Table 1 Yield and yield components of early and late rice under different sowing dates

季别	播期	产量(t/hm ²)	结实率(%)	有效穗数(穗/m ²)	每穗粒数	千粒质量(g)
早稻	03-28	6.10 b	88.00 a	318.45 a	98.57 bc	25.28 a
	04-02	6.80 a	87.32 a	311.85 a	93.10 c	25.33 a
	04-07	6.78 a	83.77 a	298.80 ab	108.28 b	24.78 b
	04-12	6.35 ab	85.46 a	264.88 c	123.17 a	24.58 b
	04-18	5.28 c	72.11 b	277.48 bc	111.10 ab	24.08 c
	04-22	4.98 c	69.31 b	284.80 bc	86.92 c	24.98 ab
晚稻	06-25	6.24 a	80.00 a	338.10 ab	110.60 ab	24.73 a
	06-30	6.07 ab	80.86 a	332.75 ab	102.42 b	25.18 a
	07-05	6.52 a	79.41 a	354.18 a	125.32 a	24.10 b
	07-10	4.51 bc	80.14 a	304.18 b	117.67 ab	23.58 b
	07-15	5.05 bc	63.54 b	335.73 ab	112.10 ab	23.68 b
	07-20	3.95 c	59.84 b	332.73 ab	109.70 ab	23.70 b

2.2 播种期对生育期和干物质积累的影响

随播期的推迟,早稻全生育期呈缩短趋势,而晚稻随播期的推迟,全生育期呈延长趋势。早稻各播期处理间的全生育期积温无显著性差异;晚稻积温

随播期的推迟呈下降的趋势,7月5日前播种的各处理积温都超过了2800℃。早晚稻的干物质积累和生长速率都是随播期的推迟先增后减,在第三播期处理时达到最大(表2)。

表2 不同播种期的水稻群体干物质积累和生育期变化

Table 2 Variation of dry matter accumulation and growth period under different sowing dates

季别	播期	成熟期	全生育期(d)	积温(℃)	干物质积累(g/m ²)	生长速率(g/m ² ·d)
早稻	03-28	07-12	108	2104.8 a	1064.1 ab	12.18 ab
	04-02	07-14	105	2080.1 a	1040.1 ab	12.45 ab
	04-07	07-19	103	2113.8 a	1124.8 a	13.60 a
	04-12	07-22	103	2083.2 a	1110.2 a	13.45 a
	04-18	07-25	101	2085.3 a	1030.3 ab	12.63 ab
	04-22	07-30	100	2107.8 a	947.1 b	11.65 b
晚稻	06-25	10-14	112	2899.6 a	1224.6 ab	13.93 ab
	06-30	10-21	114	2859.2 ab	1176.9 abc	12.55 abc
	07-05	10-25	112	2811.2 bc	1350.9 a	14.68 a
	07-10	10-27	116	2755.4 c	1139.4 bc	11.98 bcd
	07-15	11-11	120	2823.0 bc	1096.9 bc	11.03 cd
	07-20	11-16	121	2767.9 c	987.3 c	9.90 d

2.3 播种期对干物质的分配和冗余生长的影响

从表3可见,花后干物质积累随播期的推迟总体呈下降趋势,与早晚稻全生育期干物质积累变化

规律一致,尤其早稻4月18日和晚稻7月15日之后播种的下降明显;而随播期推迟,早晚稻的花前干物质积累无显著变化;冗余生长一致,都随播期推迟而呈上升的趋势,早稻营养生长冗余4月7日之前

都在 21% 以下,生殖冗余在 4 月 12 日之前都小于 20%;晚稻营养生长冗余和生殖冗余在 7 月 5 日之前都小于 30%,差异不显著。

表 3 不同播期的水稻群体干物质分配动态和冗余生长

Table 3 Effects of sowing date on the dry matter accumulation and redundant growth of rice population

季别	播期	花前干物质积累(g/m ²)	花后干物质积累(g/m ²)	营养生长冗余(%)	生殖冗余(%)
早稻	03-28	249.95 a	843.15 a	7.03 d	15.83 b
	04-02	253.65 a	813.75 a	12.45 cd	16.48 b
	04-07	298.82 a	872.98 a	20.60 bc	19.88 b
	04-12	280.88 a	749.17 ab	26.98 ab	18.25 b
	04-18	302.33 a	616.95 b	31.13 a	31.03 a
	04-22	262.57 a	641.27 b	28.13 ab	33.70 a
晚稻	06-25	633.45 ab	591.13 a	29.77 b	25.40 b
	06-30	701.98 a	474.87 a	27.71 b	24.60 b
	07-05	732.00 a	618.90 a	24.23 b	25.95 b
	07-10	554.77 b	584.65 a	32.34 ab	25.28 b
	07-15	673.15 ab	423.75 ab	32.68 ab	40.75 a
	07-20	745.28 a	241.98 b	39.21 a	44.20 a

2.4 播种期对辐射截获量和辐射利用率的影响

从表 4 可知,随播期的推迟辐射截获量(iPAR)呈先增后减趋势,早稻以 4 月 7 日播期处理的截获量最大;晚稻各播期间的辐射截获量之间无显著差异;早晚稻的辐射利用率(RUE)均随播期的推迟整体呈下降趋势,早稻 RUE 与产量呈正相关($r = 0.4136$),晚稻 RUE 与产量呈显著正相关($r = 0.8806^*$)。

表 4 不同播期的水稻群体 iPAR 和 RUE 变化

Table 4 Effect of different sowing dates on iPAR and RUE of rice population

季别	播期	iPAR($\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)	RUE
早稻	03-28	610.2 c	1.79 a
	04-02	702.4 b	1.52 bc
	04-07	755.7 a	1.56 abc
	04-12	606.8 c	1.70 ab
	04-18	693.7 b	1.33 c
	04-22	609.4 c	1.51 bc
晚稻	06-25	825.7 a	1.51 a
	06-30	846.1 a	1.47 ab
	07-05	942.9 a	1.45 ab
	07-10	878.3 a	1.33 abc
	07-15	1001.9 a	1.20 c
	07-20	868.8 a	1.14 c

3 结果与讨论

多熟制生产存在的最大问题是季节矛盾。油菜

一般在 9 月下旬至 10 月上旬播种,5 月上中旬成熟。但油菜早熟品种生育期在 180 d 左右,可在 10 月中下旬播种,4 月 25 日收获^[12]。本研究表明,早稻播种期推迟至 4 月 7 日至 4 月 12 日之间时,早稻移栽可以推至 4 月 25 日至 5 月 2 日,同时早稻平均产量与常规播期(3 月 28 日)相比无显著差异;晚稻播期推至 7 月 5 日时,晚稻各品种均能在 10 月 25 日前收获,同时产量与常规播种(6 月 25 日)相比差异不显著。一般认为气温和光照是影响生育期的主要气象因子^[13~16]。早稻随播期的推迟带来温度升高,作物生长所需积温时间缩短从而导致全生育期的缩短(表 2),能更充分的利用温光资源,适当的推迟播期同时也能提高日平均生长速率,提高干物质积累效率;晚稻适当推迟播期同样能提高日平均生长速率,提高干物质积累效率(表 2),但播期过迟将带来低温,从而影响积温导致生育期的延长。

随播期的推迟,早稻结实率降低,4 月 18 日和 4 月 22 日两个播种期处理结实率显著下降的原因是灌浆结实期受到高温热害胁迫所致,其余因素受影响相比较小,但粒数和有效穗数同样受温度影响而下降。晚稻随播期的推迟主要是后期低温影响灌浆结实速率,结实率和千粒质量下降,而对穗数和粒数影响不大。从表 3 和表 4 可知,播期过于推迟之后,花后干物质积累和 RUE 都下降,RUE 下降导致物质转运效率降低从而导致产量下降,后期可通过激素处理等来提高转运率,从而增加结实率。

冗余是作物的存储能量,出现逆境时可随时补充所需能量,对维持系统的稳定性非常重要^[17]。但冗余生长过大将造成资源浪费,冗余度过小又难以保持相对稳定^[11],所以作物生长中存在最佳的冗余度。本试验下早稻机插秧移栽种植中营养生长冗余的最佳范围是12%~20%,生殖生长冗余是16%~20%,即保证80%~88%的有效穗,80%~84%的结实率早稻能获得高产,晚稻保证70%~74%的有效穗,75%以上的结实率能获得高产。

4 小结

油稻稻三熟制生产因劳动强度大、茬口时间紧,农民难于接受而面临着困难。本试验表明,早晚稻适宜的播期调整能解决三熟制之间的季节矛盾,同时为保证和提高三熟制双季稻的产量提供了理论依据。在长沙地区,机插秧双季早稻将播期推迟至4月7日至4月12日,机插秧双季晚稻将播期推迟至7月5日,既能协调好季节矛盾,同时又不影响双季稻的产量,从而可提高复种指数达到增产增收的目的。

参考文献:

- [1] 吕新业,冀县卿. 关于中国粮食安全问题的再思考[J]. 农业经济问题,2013(9):15-24.
- [2] 石春林,金之庆,葛道阔,等. 气候变化对长江中下游平原粮食生产的阶段性影响和适应性对策[J]. 江苏农业学报,2001,17(1):1-6.
- [3] 张厚瑄. 中国种植制度对全球气候变化响应的有关问题 I. 气候变化对我国种植制度的影响[J]. 中国农业气象,2000,21(1):9-13.
- [4] 张厚瑄. 中国种植制度对全球气候变化响应的有关问题 II. 我国种植制度对气候变化响应的主要问题[J]. 中国农业气象,2000,21(2):10-13.
- [5] 李祎君,王春乙. 气候变化对我国农作物种植结构的影响[J]. 气候变化研究进展,2010,6(2):123-129.
- [6] 刘颖杰,林而达. 气候变暖对中国不同地区农业的影响[J]. 气候变化研究进展,2007,3(4):229-233.
- [7] 赵锦,杨晓光,刘志娟,等. 全球气候变暖对中国种植制度可能影响 II. 南方地区气候要素变化特征及对种植制度界限可能影响[J]. 中国农业科学,2010,43(9):1860-1867.
- [8] 孙智辉,王春乙. 气候变化对中国农业的影响[J]. 科技导报,2010,28(4):110-117.
- [9] 杨晓光,刘志娟,陈阜. 全球气候变暖对中国种植制度可能影响 I. 气候变暖对中国种植制度北界和粮食产量可能影响的分析[J]. 中国农业科学,2010,43(2):329-336.
- [10] 张运波. 超级杂交稻辐射利用率的研究[D]. 长沙:湖南农业大学硕士学位论文,2008.
- [11] 金良,隗溟,董清泉,等. 水稻分蘖生长冗余和补偿的研究[J]. 西南农业学报,2007(5):895-898.
- [12] 官春云,陈社员,吴明亮. 南方双季稻区冬油菜早熟品种选育和机械栽培研究进展[J]. 中国工程科学,2010(2):4-10.
- [13] 梁秀兰,张振宏. 不同播期对玉米生长发育和产量构成因素的影响[J]. 华南农业大学学报,1991,12(2):56-61.
- [14] 侯雯嘉,耿婷,陈群,等. 近20年气候变暖对东北水稻生育期和产量的影响[J]. 应用生态学报,2015(1):249-259.
- [15] 许轲,孙圳,霍中洋,等. 播期、品种类型对水稻产量、生育期及温光利用的影响[J]. 中国农业科学,2013,46(20):4222-4233.
- [16] 李杰,张洪程,董洋阳,等. 不同生态区栽培方式对水稻产量、生育期及温光利用的影响[J]. 中国农业科学,2011,44(13):2661-2672.
- [17] 韩明春,吴建军,王芬. 冗余理论及其在农业生态系统管理中的应用[J]. 应用生态学报,2005(2):375-378.