

播期对膜下滴灌水稻品种特性的影响

朱江艳¹, 银永安^{1,2*}, 黄东¹, 贾世疆¹, 郝玉峰¹, 刘小武¹, 李丽¹, 钱冠云¹, 钱鑫¹, 包芳俊¹

(1. 新疆天业(集团)有限公司, 新疆石河子 832000; 2. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆乌鲁木齐 830011)

摘要 为优化新疆石河子垦区最佳播期及最适的品种,以膜下滴灌水稻品种 T-66、T-69、T-294 和 T-43 为研究对象,对不同播期试验膜下滴灌水稻产量、生育期、产量构成因素及主成分进行分析。结果表明,随着播期的推迟,膜下滴灌水稻的生育进程也相应顺延,但整体来说生育期缩短;播期对各个品种的实粒数、千粒重和产量有极显著影响,对 T-66 各产量构成因素的影响最大;播期对 T-66 的结实率有影响,但对其他 3 个水稻品种的影响不显著。4 个品种适宜播期综合评价显示,膜下滴灌水稻品种 T-66、T-69、T-294 和 T-43 适合于 4 月 7 日播种。

关键词 水稻;膜下滴灌;播期;品种特性;生育期

中图分类号 S511 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)03-0034-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.03.009



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Sowing Date on the Characteristics of Rice Varieties Using Drip Irrigation under Mulch Film Planting Technology

ZHU Jiang-yan¹, YIN Yong-an^{1,2}, HUANG Dong¹ et al (1. Xinjiang Tianye Co., Ltd., Shihezi, Xinjiang 832000; 2. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, Xinjiang 830011)

Abstract Rice varieties T-66, T-69, T-294 and T-43 were selected to analyze the yield, growth period, yield components and main components using drip irrigation under mulch film planting technology with different sowing dates in order to optimize the best sowing date and varieties in Shihezi Reclamation Area of Xinjiang. The results showed that with the postponement of sowing date, the growth process of rice under mulch drip irrigation was postponed correspondingly, but the growth period was shortened as a whole, and sowing date showed extremely significant impact on the yield, 1 000-grain weight and filled grains of each variety, it had the greatest impact on yield component factors of T-66 among all the tested varieties. Sowing date showed certain impacts on the seed-setting rate of T-66, but had no significant impacts on other three varieties. The comprehensive evaluation of the suitable sowing date of four varieties showed that T-66, T-69, T-294 and T-43 were suitable to be sown on April 7th.

Key words Rice; Drip irrigation under mulch film; Sowing date; Variety characteristics; Growth period

随着进口水稻量的减少,我国水稻自身的产量和品质显得尤为重要。受到可用水的影响,膜下滴灌种植水稻面积逐年扩大,而膜下滴灌水稻田间生长、发育及产量形成主要受到土质、播种质量、播期、品种等因素影响,确定合理的膜下滴灌水稻时期是水稻种植的关键,也是水稻高产和优质的先决条件。适宜的水稻播期能够提高高温资源的利用率,改善膜下滴灌水稻的生育进程,提高成穗率,保证个体正常发育和完全成熟。关于播期对水稻生长特性影响的研究报道有很多,朱红霞等^[1]得出了南京地区适宜的水稻移栽期,陈林等^[2]研究了播期气象条件对产量及其构成因素的影响,认为水稻安全的播种期可适当提前。杜斌等^[3]以不同类型水稻品种为试验材料,研究了直播稻播期与生育期和产量构成因素的关系,得出水稻直播播期对产量有显著影响,播种期是获得高产的基础,水稻播期推迟,产量下降;笔者以 T-66、T-69、T-294 和 T-43 共 4 个膜下滴灌水稻品种为研究对象,进行了不同播期试验,得出了不同生育期的膜下滴灌水稻的最佳播期^[4]。在此基础上,笔者通过分期播种试验,研究在石河子垦区统一栽培管理措施水平下,生长状况和产量的形成变化特性,旨在为石河子垦区选择适宜播期、提高水稻产量和栽培管理水平提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验选用 4 个膜下滴灌水稻粳稻品种,即 T-66、T-69、T-294、T-43。

1.2 试验方法 试验在石河子总场天业农业研究所试验基地进行,采用 5 播期、4 品种、2 重复裂区组设计试验方案,播种期为主区,品种为副区(田间布置如表 1)。播期处理共 5 个,分别为处理 I:4 月 7 日、处理 II:4 月 14 日、处理 III:4 月 21 日、处理 IV:4 月 28 日和处理 V:5 月 5 日,间隔 7 d。

1.3 栽培模式与田间管理 采用一膜两管四行种植模式,膜宽 1.15 m,种植幅宽 1.40 m。株距 10 cm,每穴播种粒数 5~8 粒。播种后滴水出苗,不同播期不同时段滴水,做到一播全苗,全部出苗后进行统一管理、统一施肥。

1.4 测定项目与方法

(1) 发育期记载主要生育期,包括播种期、出苗期、三叶期、分蘖期、始穗期、齐穗、成熟期。生育期记载发育普遍期(即大于或等于 50%)的日期。

(2) 密度调查在主要发育期进行,查看基本苗、分蘖数和有效茎数。

(3) 产量性状收获期在长势均匀处每区 5.0 m×1.4 m 实收产量,取植株 5 穴进行考种,考种主要测株高、有效穗数、每穗总粒数、千粒重、无效分蘖数、有效分蘖数。

1.5 数据分析 对田间观测数据进行分析,将数据录入 Microsoft Excel 2007 进行处理,采用 SPSS 11.5 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同播期处理对水稻品种生育期的影响 膜下滴灌水

基金项目 中国博士后科学基金(2018M633657XB);新疆兵团中青年科技创新领军人才计划(2017CB006)。

作者简介 朱江艳(1979—),女,江苏沐阳人,助理研究员,硕士,从事膜下滴灌水稻育种研究。*通信作者,副研究员,博士,从事膜下滴灌水稻研究。

收稿日期 2020-06-15

稻生育期除了受自身的遗传特性影响外,还受外界环境因子、栽培技术等影响,播期不同导致膜下滴灌水稻生长发育进程不同。从表 1 可以看出,随着播种期的推迟,水稻的生育进程也延后,4 个水稻全生育期均缩短。晚熟品种 T-66 除播期 I 外,其他播期均未能到达成熟期。品种 T-66 的播期 I 和 V 的全生育期相差 30 d,若在正常成熟年份,全生育期将相差更大。品种 T-69 不同播期处理中,播期 II 和 III 的生育期差异不大。品种 T-294 和 T-43 不同播期处理间,全生育期相差 21~25 d。孕穗灌浆期是水稻产量形成的关键时

期,该时期水稻对温度等最为敏感。随着播期的延迟,4 个品种水稻都有孕穗期缩短的趋势,表明营养生长期所需时间缩短,其原因主要是早播水稻前期日均气温较晚播水稻低,昼夜温差也较大。因此早播水稻前期生长发育缓慢,随着播种期的推迟,温度逐渐升高,这有利于水稻品种的生长发育,齐穗至成熟期对温度敏感性最强,温度越高,灌浆期越快,灌浆持续时间也越短,因此灌浆期逐渐缩短。合理安排播栽期有利于孕穗和产量的形成。

表 1 不同播期处理对水稻品种生育期的影响

Table 1 Effects of different sowing dates on the growth period of rice varieties

品种名称 Variety name	播种期处理 Sowing date treatment	播期-出苗 Sowing-seedling	出苗-分蘖 Seedling-tillering	分蘖-齐穗 Tillering-full heading	齐穗-成熟 Full heading- mature	全生育期 Whole growth period
T-66	I	24	22	78	43	167
	II	17	21	80	41	159
	III	16	20	85	34	151
	IV	15	18	87	25	145
	V	12	16	87	22	137
T-69	I	21	22	56	51	150
	II	15	23	58	51	147
	III	14	26	60	47	147
	IV	13	20	66	37	136
	V	11	21	68	33	133
T-294	I	22	26	66	42	156
	II	15	28	72	34	149
	III	14	23	74	33	144
	IV	13	22	75	33	143
	V	11	15	79	30	135
T-43	I	21	30	61	42	154
	II	15	29	63	40	147
	III	14	28	68	34	144
	IV	13	23	70	31	137
	V	11	19	71	28	129

2.2 不同播期处理对水稻品种产量及其构成因素的影响 从表 2 可以看出,品种的 $F=1.55 \times 10^4, P=0.008 < 0.01$,播期的 $F=7.72 \times 10^3, P < 0.01$,品种与播期的交互 $F=1.26 \times 10^3, P < 0.01$,表明品种、播期及品种播期交互对膜下滴灌产量有极显著的影响。由表 3 可知,随着播期的推迟,4 个品种的产量呈明显下降的趋势。水稻产量主要是由单位面积的有效穗数、成粒率、千粒重等产量构成因素组成,且高产的品种(系)并不是孤立依靠单一的某一个因子获得高产。只有

平衡产量构成因素,使之相互协调,才能获得高产。4 个品种表现为播期越早,产量越高。各处理产量由高到低依次是处理 I>处理 II>处理 III>处理 IV>处理 V,其中品种 T-66 表现较明显,播期处理 V 较播期处理 I 减产了 34%。其他品种播期处理 I 和 II 产量差别不大,随着播期的推迟,其他处理比播期 I 减产 2%~22%。从品种类型来看,平均产量由高到低表现为 T-69(8 080.45 kg/hm²)>T-43(7 390.72 kg/hm²)>T-294(7 116.05 kg/hm²)>T-66(5 180.40 kg/hm²)。

表 2 膜下滴灌水稻产量方差分析

Table 2 Variance analysis of the yields of different rice varieties under mulch drip irrigation

变异来源 Source of variation	III 型平方和 Quadratic sum of type III	df	均方 Mean square	F	Sig.
校正模型 Calibration model	1.38×10 ⁸	19	7.28×10 ⁶	4.90×10 ³	0
截距 Intercept	2.90×10 ⁹	1	2.89×10 ⁹	1.93×10 ⁶	0
品种 Variety	6.95×10 ⁷	3	2.32×10 ⁷	1.55×10 ⁴	0.008
播期 Sowing date	4.63×10 ⁷	4	1.16×10 ⁷	7.72×10 ³	0
品种×播期 Variety× sowing date	2.26×10 ⁷	12	1.89×10 ⁶	1.26×10 ³	0
误差 Error	6.00×10 ⁴	40	1.50×10 ³		
总计 Total	3.03×10 ⁹	60			
校正的总计 Total correction	1.38×10 ⁸	59			

表3 不同播期处理对水稻品种产量及其构成因素的影响

Table 3 Effects of different sowing date treatments on rice yield and its component factors

品种名称 Variety name	播期处理 Sowing date treatment	有效穗数 Productive ears ×10 ⁶ 个/hm ²	实粒数 Filled grains 粒/穗	结实率 Seed-setting rate//%	千粒重 1 000-grain weight//g	实收产量 Actual yield kg/hm ²
T-66	I	18.83 aA	139.20 aA	87.00 aA	20.90 aA	7 110.00 aA
	II	19.00 aA	141.00 aA	86.50 aA	20.40 abA	6 460.50 bB
	III	17.30 abAB	130.33 bB	76.50 bB	20.20 abA	5 710.50 cC
	IV	18.10 aAB	130.33 bB	74.70 bB	19.30 bA	4 927.50 dD
	V	15.70 bB	95.00 cC	68.70 cC	19.60 bA	4 693.50 eE
	(平均)	17.79	127.17	78.68	20.08	5 180.40
T-69	I	22.61 a	118.43 aAB	89.80 a	23.62 a	8 998.70 aA
	II	22.80 a	119.50 aA	92.70 a	23.42 a	8 434.05 bB
	III	20.44 a	117.72 aAB	86.20 a	23.50 ab	8 062.38 cC
	IV	19.04 a	111.71 bBC	84.00 a	22.73 ab	7 445.13 dE
	V	21.76 a	105.97 cC	92.41 a	23.11 ab	7 461.99 eD
	(平均)	22.73 a	122.06	89.02 a	22.20 b	8 080.45
T-294	I	17.58 aA	139.38 aA	95.10 a	23.30 a	8 048.09 aA
	II	16.57 bA	135.42 bB	94.07 a	22.90 b	7 197.53 bB
	III	16.49 bA	132.42 cC	93.60 a	22.90 b	7 147.50 cC
	IV	17.25 abA	128.08 dD	93.42 a	22.50 c	6 918.78 dD
	V	16.72 bA	126.88 eE	91.83 b	21.70 d	6 268.36 eE
	(平均)	16.92	132.44	93.60 a	22.66	7 116.05
T-43	I	23.56 aA	110.91 aA	90.52 a	25.39 a	8 134.50 aA
	II	22.95 abA	95.15 bB	89.33 a	25.12 a	7 912.00 bB
	III	22.80 abA	95.78 bB	89.75 a	24.90 a	7 369.50 cC
	IV	21.66 abA	94.55 bB	89.52 a	24.56 a	7 005.00 dD
	V	21.28 bA	94.71 bB	89.99 a	24.60 a	6 532.61 eE
	(平均)	22.45	98.22	89.82 a	24.91 a	7 390.72

注:同列同一品种中不同小写字母表示在0.05水平差异显著;同列同一品种中不同大写字母表示在0.01水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column of the same variety indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column of the same variety indicated extremely significant differences at 0.01 level

2.3 不同水稻品种产量构成因素的主成分分析 为了能明确影响膜下滴灌水稻各因子在性状表型构成中的作用,对有效穗、实粒数、结实率和千粒重4个指标进行主成分分析(表4、5)。得出相关矩阵和特征根向量,膜下滴灌水稻的主要产量性状的主成分累计贡献率达到了81.045%。

根据各个主成分相应的特征向量各分量的绝对值和符号,第一主成分的贡献率为55.356%。有效穗、结实率和千粒重的分量值较高,分别为0.945、0.817和0.806。由该特

征作为线性组合系数而得到的综合指标如果较大,则对应的有效穗、结实率和千粒重都较高,而实粒数的贡献率为负数,说明其有降低的可能,可以把第一主成分设为有效穗因子(F₁)。第二主成分的贡献率是25.691%,以实粒数和结实率分量值较高,由该特征作为线性组合系数而得到的综合指标假设越大。但是考虑到有效积温对作物生长发育的影响,生育期稍长的品种在该地区不一定能成熟,所以在有效积温允许范围内的生育期是可选的。

表4 水稻产量构成因素的特征根及相应的贡献率的比较

Table 4 Comparison of the eigenvalue and corresponding contribution rate of yield component factors of rice

成分 Component	初始特征值 Initial eigenvalue			提取平方和载入 Extracting the sum of squares and load		
	合计 Total	贡献率 Contribution rate//%	累积 Accumulation//%	合计 Total	贡献率 Contribution rate//%	累积 Accumulation//%
有效穗数 Productive ears X1	2.214	55.356	55.356	2.214	55.356	55.356
实粒数 Filled grains X2	1.028	25.691	81.046	1.028	25.691	81.045
结实率 Seed-setting rate X3	0.580	14.492	95.539			
千粒重 1 000-grain weight X4	0.178	4.461	100			

表5 水稻产量构成因素的主成分分析

Table 5 Main component factor analysis of the yield component factors of rice

成分 Component	成分1 Component factor 1	成分2 Component factor 2
有效穗数 Productive ears X1	0.945	-0.020
实粒数 Filled grains X2	-0.041	0.982
结实率 Seed-setting rate X3	0.817	0.208
千粒重 1 000-grain weight X4	0.806	-0.139

3 结论与讨论

水稻生育期除了受自身的遗传特性影响外,还受环境因子、栽培技术等影响。由于不同品系播种处理时间不同,同一品系在相同生育期内水稻遇到的光照、温度等自然条件存在差异,因此水稻生长发育进程不同。水稻的全生育期受温度和光照的影响最大,滴灌条件下由于滴灌的水量和灌溉次数对地温有影响,间接影响水稻的全生育期。从生育进程来看,不同播期对水稻不同生育期类型的全生育期长短有一定

(下转第39页)

表 4 不同种植密度下各处理对产量结构的影响

Table 4 Effects of different treatments on the yield structures under different planting densities

种植密度 Planting density 株/hm ²	处理 Treatment	穗粒数 Kernels per spike/g	千粒重 1 000-grain weight/g	秃尖 Bared tip cm	理论产量 Theoretical yield kg/hm ²	增产 Yield increase kg/hm ²	增产率 Yield increase rate/%
67 500	稀施保	487.6	327.8	0.91	10 788.9	998.7	10.2
	CK	448.9	323.1	1.53	9 790.2		
75 000	稀施保	464.2	323.9	0.97	11 276.6	880.1	8.5
	CK	432.6	320.4	1.55	10 396.5		
82 500	稀施保	442.9	320.3	1.09	11 703.5	794.0	6.8
	CK	415.7	318.1	1.61	10 909.5		
90 000	稀施保	436.5	317.9	1.22	12 488.7	727.2	6.2
	CK	413.3	316.2	1.65	11 761.5		

综合来看,随着种植密度的增加,玉米的产量增加,玉米的株高、穗位高和穗高系数均有增加趋势,但茎秆变细,空秆率变大,秃尖变长,倒伏风险变大。经稀施保处理后可有效增加各项指标,理论分析可知,90 000 株/hm² 密度水平时产量最高。但在实际机收时由于倒伏、空秆等原因,82 500 和 90 000 株/hm² 密度水平时产量相差不大,但 90 000 株/hm² 密度水平的玉米籽粒明显小于 82 500 株/hm² 密度水平,同时抗倒效果也不如 82 500 株/hm² 密度水平,增加机械收割难度。综合分析建议,苏玉 29 在 65 000 株/hm² 密度下可不使用化控剂,65 000~82 500 株/hm² 密度在大喇叭口后期喷施稀施保 375 mL/hm²;种植密度尽量不要高于 82 500 株/hm²。

参考文献

- [1] 丰光,刘志芳,李妍妍,等. 中国不同时期玉米单交种的产量变化[J]. 中国农业科学,2010,43(2):277-285.
- [2] TOKATLIDIS I S, HAS V, MELIDIS V, et al. Maize hybrids less dependent

on high plant densities improve resource-use efficiency in rainfed and irrigated conditions[J]. Field crops research,2011,120(3):345-351.

- [3] 郝玉波,于洋,钱春荣,等. 化控剂对东北春玉米抗倒伏性能及产量形成的影响[J]. 黑龙江农业科学,2017(10):1-3,8.
- [4] 杨可攀,顾万荣,王悦力,等. 化控剂对玉米光合、激素及茎秆力学特性的影响[J]. 玉米科学,2017,25(4):75-83.
- [5] 任红,周培禄,赵明,等. 不同类型化控剂对春玉米产量及生长发育的调控效应[J]. 玉米科学,2017,25(2):81-85.
- [6] 张世博,施龙建,俞春涛,等. 江苏省玉米生产情况调研与分析[J]. 江苏农业学报,2018,34(6):1410-1418.
- [7] 曹亦兵,黄收兵,王媛媛,等. 玉米群体生长与光截获的动态模拟及应用[J]. 中国农业科学,2017,50(11):1973-1981.
- [8] 陆卫平. 玉米高产群体质量指标及其调控途径[D]. 南京:南京农业大学,1997.
- [9] SHEKOOFA A, EMAM Y. Plant growth regulator (ethephon) alters maize (*Zea mays* L.) growth, water use and grain yield under water stress[J]. Journal of agronomy,2008,7(1):41-48.
- [10] 蔡永旺,张英华,周顺利,等. 利用乙烯利塑造夏玉米凹形冠层对产量及其相关性状的影响[J]. 玉米科学,2010,18(3):90-94,97.
- [11] 徐德利,刘冬玲,李国权. 苏北地区玉米生产存在的问题及技术创新思路[J]. 安徽农业科学,2016,44(5):282-283,327.

(上接第 36 页)

的影响,表现为随着播期的推迟,全生育期缩短。全生育期缩短的主要因为营养生长天数减少,这与播期对机械插秧水稻生长特性的影响相同,即随着播期推迟,主要生育时期相对延后,生育进程加快,在灌浆时期尤为明显,全生育期显著缩短,主要缩短了营养生长期^[1,4-7],因此在条件允许的情况下宜实时早播。

产量构成因素之间是相互制约、相互影响的平衡关系,因此生态环境对他们的影响更为复杂。该试验中,播期推迟对各产量构成因素均为不利影响,造成产量的降低。随着播期的推迟,由于温度的升高,水稻的营养生长和生殖生长期重叠,存在营养竞争,造成群体生长量受阻,主要影响了水稻的产量,孕穗时间的缩短影响了颖花的形成和灌浆时间缩短,减少了籽粒形成的基数。该研究对新疆石河子垦区水稻品系 T-66、T-69、T-294 和 T-43 设置不同的播种时期,使得膜下滴灌水稻生育期气候条件不同,研究播期对膜下滴灌水稻生长特性的影响,结果显示随着播期的推迟,水稻产量呈下降趋势。关于播期对膜下滴灌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,结果有所不同。

采用主成分分析法对试验材料的众多性状进行综合分析,被广泛用于作物种质资源评价与品种选育中,均取得了显著的应用效果^[8-11]。该研究对不同播期膜下滴灌

水稻产量相关性状进行主成分分析,结果显示有效穗数和单株实粒数分量值较高,应进一步提高有效穗从而提高产量。因此,在膜下滴灌水稻品种种植时,应当适当选择多穗的品种,适时播种,利用栽培技术,加大水肥调控力度,控制无效分蘖,提高有效穗,进而提高单产。

参考文献

- [1] 朱红霞,杨沈斌,吴鹏飞,等. 播期对不同类型水稻生长及产量构成因素的影响[J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版),2014,6(3):240-243.
- [2] 陈林,王芬,费永成,等. 播期对水稻产量及构成因素的影响分析[J]. 安徽农业科学,2011,39(30):18448-18450.
- [3] 杜斌,陈留根,赵田芬,等. 直播播期对不同类型水稻品种生育期及产量形成的影响[J]. 湖南农业科学,2012(15):18-21.
- [4] 陈林,赵双玲,朱江艳,等. 膜下滴灌水稻的农艺性状相关性和主成分分析[J]. 安徽农业科学,2012,40(22):11202-11204.
- [5] 邢志鹏,曹伟伟,钱海军,等. 播期对机插水稻产量构成特征的影响[J]. 农业工程学报,2015,31(13):22-31.
- [6] 程方民,钟连进. 不同气候生态条件下稻米品质性状的变异及主要影响因子分析[J]. 中国水稻科学,2001,15(3):187-191.
- [7] 黄惠芳,沈建勋,赵捷,等. 播期对籼粳杂交稻生育期、产量及其构成因子的影响[J]. 上海农业学报,2020,36(1):19-24.
- [8] 杨学辉,袁洁,陈惠查,等. 贵州早稻种质资源主要农艺性状的主成分分析[J]. 西南农业学报,2009,22(5):1204-1208.
- [9] 李朝峰,孟维初,王贵才. 不同早稻品种产量与性状的主成分分析[J]. 北方水稻,2010,40(5):19-21.
- [10] 李建国,韩勇,刘博,等. 水稻品种农艺性状与产量的相关分析[J]. 北方水稻,2008,38(3):78-80.
- [11] 姜龙. 有机栽培方式对不同水稻品种农艺性状和产量的影响[J]. 现代农业科技,2010(14):49,51.