文章编号：1672 - 3317（2021）02 - 0024 - 08

旱作条件下水稻生长指标、产量对播期的响应特征

白晨阳[1]，姜 浩[1]，苏庆旺[1]，李韫哲[1]
魏晓双[1]，崔菁菁[1]，杨美英[2]，王东超[3]，武志海[1*]
（1.吉林农业大学 农学院，长春 130000；2.吉林农业大学 生命科学学院，
长春 130000；3.长春吉农大农业科技有限公司，长春 130000）

摘 要:【目的】研究播期与品种类型对生育期农艺性状的影响，为水稻旱作条件下不同类型品种选择适宜播期提供科学依据。【方法】以早熟粳稻、中熟粳稻、晚熟粳稻 3 种类型的水稻为供试材料，设置 5 个播期（分别为 4 月 25 日、30 日、5 月 5 日、10 日、15 日），研究各品种类型水稻旱作产量、生育表现及农艺性状的特点。【结果】水稻产量表现为早熟粳稻>晚熟粳稻>中熟粳稻。早熟品种在播期Ⅴ下灌浆期、晚熟品种在播期Ⅱ下拔节期 *SPAD* 相较于其他播期处理有明显提高，且早熟品种晚播，晚熟品种适当早播有利于上三叶叶面积的增加。随着播期推迟，干物质积累量呈先下降后上升的趋势，早熟品种的株高也同样表现出相同趋势。合理的播种期有利于籽粒增长，分期播种对水稻旱作千粒质量和结实率影响较小，但对穗数和穗粒数影响较大，变异系数达到 20.9%和 23.7%。【结论】在吉林省中部地区水稻旱作栽培，早熟粳稻品种在 5 月 10—15 日播种，中熟及晚熟粳稻品种在 4 月 30 日—5 月 5 日间播种，有利于提高产量。

关 键 词：水稻旱作；播种时期；品种类型；农艺性状
中图分类号：S352.1 **文献标志码**：A doi：10.13522/j.cnki.ggps.2020140 OSID：

白晨阳, 姜浩, 苏庆旺, 等. 旱作条件下水稻生长指标、产量对播期的响应特征[J]. **灌溉排水学报**, 2021, 40(2): 24-31.
BAI Chenyang, JIANG Hao, SU Qingwang, et al. The Effects of Planting Date on Growth Traits and Yield of Different Rice Cultivars Grown in Dry Conditions[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2021, 40(2): 24-31.

0 引 言

【研究意义】水稻旱作是在全程无淹水条件下进行的一种水稻栽培新模式，区别于以人工育苗移栽为主，种植方式劳动强度大，需水量高的传统水稻种植方式[1]。在水稻旱作栽培条件下，水稻的生育期会产生不同程度的变化。播期的改变，使得水稻品种类型必须做出相应的调整[2]。不同地区温光资源差异较大，水稻适宜播期也有所不同[3]。选择适宜的水稻品种类型，并确定合理的播期，对充分利用当地温光资源发挥品种产量潜力，确保水稻旱作高产稳产具有十分重要的意义[4-5]。【研究进展】前人针对播期对水稻生育的影响，已进行了大量的研究。凌启鸿[6]认为，明确合理的播种期使水稻灌浆期处于较好的光温状态是高产栽培管理中的重要技术，适宜播期可以有效利用温光资源，充分发挥水稻品种的生产潜力[7-8]。鲁昕等[9]研究认为，品种选用应根据不同的播期来确定，生育期长的品种应早播，反之则应适当晚播。余鹏等[10]研究认为，播期过早或过迟均会使直播稻生育期发生变化，从而对结实率、千粒重和产量产生影响，合理安排播期是获得高产稳产的关键。周建霞等[11]认为品种株高随播期延后呈先上升后下降的趋势。【切入点】纵观以往研究发现，多数学者针对单一品种或同一品种类型进行研究，且存在地理条件限制。在水稻旱作栽培条件下，针对播期及其配套水稻品种的系统研究还有待加强。【拟解决的关键问题】为此，本研究以 3 种熟期（早熟粳稻、中熟粳稻、晚熟粳稻）水稻为供试材料，在旱作栽培条件下，通过分期播种试验，研究播期与品种类型对水稻旱作产量、生育期及农艺性状的影响，明确不同播期不同品种类型的水稻旱作产量、生育期及农艺性状的差异，为旱作条件下不同播期科学配套水稻品种类型提供理论依据。

收稿日期：2020-03-10
基金项目：旱作优质水稻节本增效栽培关键技术研究项目（20190301061NY）；国家重点研发计划项目（2018YFD0300207-2）；中国工程院院地合作重点咨询项目（2019-JL-3-1）；吉林农业大学大学生科技创新基金项目
作者简介：白晨阳（1997-），男。硕士研究生，主要从事作物栽培学与耕作学研究。E-mail: 1056227151@qq.com
通信作者：武志海（1975-），男。教授，博士生导师，主要从事作物栽培生理研究。E-mail: wuzhihai1116@163.com

1 材料和方法

1.1 供试品种及试验设计

供试粳稻品种有早熟品种：宏科 57 与绥粳 18；中熟品种：吉农大 738 与通院香 518；晚熟品种：吉农大 138 与吉农大 168。试验于 2019 年在吉林省长春市吉林农业大学国家农作物品种审定特性鉴定站进行，土壤质地为壤质黏土，前茬为玉米，有机质量为 18.1%，土壤碱解氮量为 119.02 mg/kg，速效磷量为 43.7 mg/kg，速效钾量为 231.33 mg/kg，pH 值为 6.7，试验地点气温和降水量如图 1 所示，试验设置 4 月 25 日（Ⅰ）、4 月 30 日（Ⅱ）、5 月 5 日（Ⅲ）、5 月 10 日（Ⅳ）、5 月 15 日（Ⅴ）5 个播期。每个处理 3 次重复，每小区长 6 m，宽 1.5 m。采用旱直播方式播种，播种量为 28.1 g/行，行长 6 m，每个品种 6 行，行间距为 30 cm，施肥量为氮 140 kg/hm^2，施肥方式为按基肥一次性施入，灌溉方式为定喷式 360 °雾化旋转喷灌，喷洒半径为 8 m，出水量为 0.7 m^3/h，使用 8 cm 主管道，间隔 12 m 安装 1 组喷洒装置，喷洒装置输水管直径 3.3 cm，上端旋转喷头入水口直径 1.3 cm，灌水控制的计划湿润层为 0~10 cm 土层，在记录天气、降雨量的同时结合植株的田间长势进行喷灌补水，补水后保持在田间持水率的 60%~80%，全生育期共喷灌 5 次，平均每次 2 h。其他措施均按高产栽培要求管理。

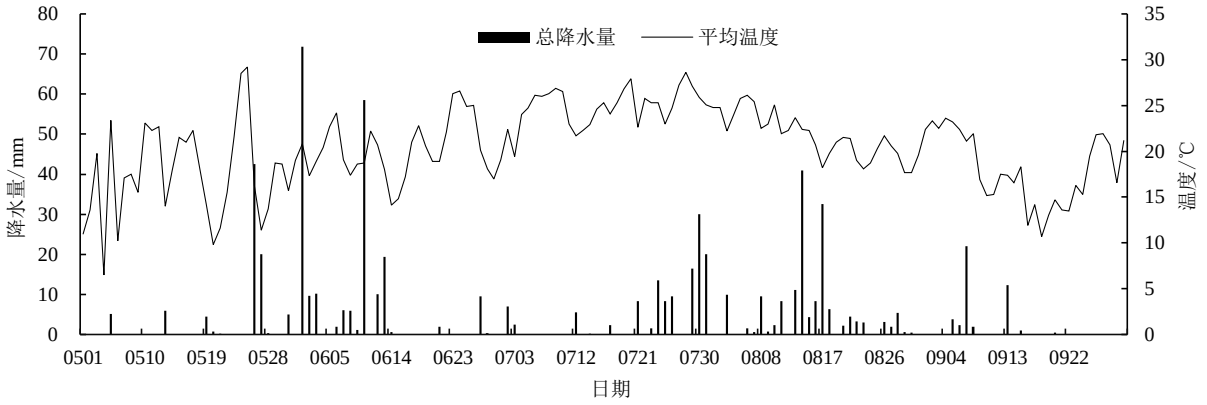


图 1 2019 年水稻旱作生长季的气温与降水量

Fig.1 Temperature and precipitation of rice under dry condition in the growing season of 2019

1.2 测定项目与方法

1.2.1 生育期观测

观测并记载供试水稻旱作品种拔节、抽穗、成熟等主要生育时期出现的日期。

1.2.2 叶绿素

采用叶绿素计直接测定 *SPAD* 值，每次测定倒 1 叶的 *SPAD* 值，重复 3 次。

1.2.3 干物质积累量

将成熟期取回的样品用烘箱 105 ℃杀青 30 min，后在 75 ℃烘干，分别测定叶片、茎秆和穗的干物质质量。

1.2.4 叶面积

利用长宽校正法，在抽穗、灌浆、成熟期植株上选取上三叶，测定水稻叶片的长度和最宽处叶片宽度，重复 3 次；计算式为：叶面积（cm^2）=长度×宽度×0.75。

1.2.5 籽粒增长速率测定

从花后对标记的长势一致的 20 个植株每隔 7 d 取 1 次样，每次在标记的植株中取 10 个长势相同的穗。取样烘干后分为强、弱势粒计算千粒质量。

1.2.6 产量

收获期随机取 15 株测量株高、主穗穗长、穗质量、实粒数、秕粒数。每小区随机选取 1 m^2 测产量，并计算理论产量。

1.3 数据处理方法

数据使用 SPSS、Microsoft Excel 2019 整理和分析

2 结果与分析

2.1 播期对旱作水稻产量及构成因素的影响

表 1 为水稻产量及其构成因素，由表 1 可知，随着播期推迟，3 种熟期水稻平均产量表现为：早熟品种>晚熟品种>中熟品种；早熟品种产量变异系数小于中、晚熟品种。随着播期的推迟，早熟品种穗数先增后减，穗粒数先减后增；晚熟品种结实率随着播期的推迟呈下降趋势。播期处理对旱作水稻的穗数和穗粒数影响较大。早熟品种结实率变化无显著差。

2.2 播期对水稻旱作生育期的影响

表 2 为水稻主要生育时期开始时间及时长，由表 2 可知，随着播期推迟，各类型水稻的生育时期相应延迟。各生育阶段显著缩短。播期每向后推迟 5 d，早熟品种、中熟品种、晚熟品种生育期平均分别缩短 2.6、2.7、4.1 d。

表 1 水稻产量及其构成因素

Table 1 Rice yield and its components

品种		处理	有效穗数个/m^2	穗粒数/粒	结实率/%	千粒质量/g	理论产量/（kg·hm^{-2}）	实际产量/（kg·hm^{-2}）
早熟粳稻	宏科 57	Ⅰ	298.0 c	87.3 a	97.2 a	22.3 a	5 630.8 a	5 066.7 ab
		Ⅱ	453.0 b	61.7 b	96.5 a	22.2 a	5 972.8 a	4 533.3 c
		Ⅲ	520.6 a	62.0 b	93.9 ab	20.2 a	6 123.7 a	6 066.7 a
		Ⅳ	502.0 a	44.0 c	95.4 a	22.3 a	4 697.7 ab	5 866.7 ab
		Ⅴ	430.0 b	77.4 a	91.0 b	17.3 a	5 244.4 a	5 133.3 bc
		平均	440.72	66.48	94.8	20.86	5 533.88	5 333.3
		CV/%	20.0	25.0	3.0	11.0	10.0	11.8
	绥粳 18	Ⅰ	214.7 d	78.1 a	90.9 b	27.3 ab	4 163.4 a	3 533.3 c
		Ⅱ	551.0 a	35.1 c	96.9 a	24.7 a	4 632.5 a	4 600.0 ab
		Ⅲ	499.7 b	32.0 c	100.0 a	27.2 ab	4 193.4 a	4 133.3 bc
		Ⅳ	527.3 a	40.7 c	100.0 a	22.7 a	4 764.8 a	4 733.3 a
		Ⅴ	413.3 d	59.3 b	90.0 ab	23.1 a	5 133.8 a	4 933.3 ab
		平均	441.2	49.0	95.6	25.0	4 577.6	4 386.6
		CV/%	34.3	39.8	5.1	8.9	8.9	12.8
中熟粳稻	吉农大 738	Ⅰ	315.0 a	74.1 a	72.4 c	20.1 a	3 390.4 b	3 200.0 b
		Ⅱ	302.7 a	83.4 a	88.2 c	19.8 a	4 413.1 a	4 133.3 a
		Ⅲ	321.0 a	71.4 a	79.0 c	22.7 a	4 109.6 a	3 666.7 ab
		Ⅳ	348.0 ab	87.8 a	55.7 b	22.7 a	4 153.0 a	3 133.3 b
		Ⅴ	337.0 b	88.3 a	90.8 a	17.3 b	4 688.1 a	3 866.7 a
		平均	324.7	81.0	77.2	20.5	4 150.8	3 600.0
		CV/%	9.2	10.4	19.6	17.7	11.6	12.0
	通院香 518	Ⅰ	295.0 c	36.0 b	94.2 ab	27.9 a	2 841.8 b	2 733.3 c
		Ⅱ	317.3 c	57.6 a	95.6 a	28.8 a	5 025.1 a	4 800.0 ab
		Ⅲ	499.3 a	40.6 b	94.8 a	28.0 a	5 380.4 a	5 266.7 a
		Ⅳ	335.0 bc	59.6 a	91.6 bc	24.6 a	4 501.5 a	4 400.0 b
		Ⅴ	361.3 b	54.0 a	89.7 c	27.5 a	4 803.3 a	4 666.7 ab
		平均	361.6	49.6	93.2	27.4	4 510.4	4 373.3
		CV/%	22.3	21.4	15.0	5.9	21.9	22.2
晚熟粳稻	吉农大 138	Ⅰ	295.7 c	83.1 b	91.3 a	20.9 b	4 676.3 ab	4 533.3 ab
		Ⅱ	376.7 b	60.8 c	90.7 a	25.6 a	5 321.9 ab	5 133.3 a
		Ⅲ	291.7 c	113.7 a	83.5 a	22.9 ab	6 345.5 a	5 800.0 a
		Ⅳ	254.9 c	94.9 ab	72.4 ab	22.2 ab	3 674.8 b	3 533.3 b
		Ⅴ	402.7 b	95.0 ab	50.2 b	23.6 ab	4 531.9 ab	4 400.0 ab
		平均	324.3	89.5	77.6	23.0	4 910.1	4 680.0
		CV/%	18.8	21.7	22.1	24.8	20.2	18.1
	吉农大 168	Ⅰ	324.0 c	86.2 b	92.7 a	19.8 a	5 137.2 a	4 800.0 a
		Ⅱ	464.7 b	42.9 c	85.3 ab	27.8 a	4 728.4 a	4 533.3 a
		Ⅲ	550.0 a	39.4 c	87.3 ab	21.4 a	4 048.8 ab	4 133.3 bc
		Ⅳ	576.0a	45.8 c	85.8 ab	18.3 a	4 152.6 a	3 666.6 c
		Ⅴ	312.0c	118.3 a	61.7 b	18.0 a	4 097.2 ab	3 933.3 c
		平均	445.3	66.5	82.6	21.1	4 432.8	4 213.3
		CV/%	27.7	52.0	14.6	19.0	10.8	14.2

表 2 水稻主要生育时期开始时间及时长

Table 2 The beginning and duration of the main growing period of rice

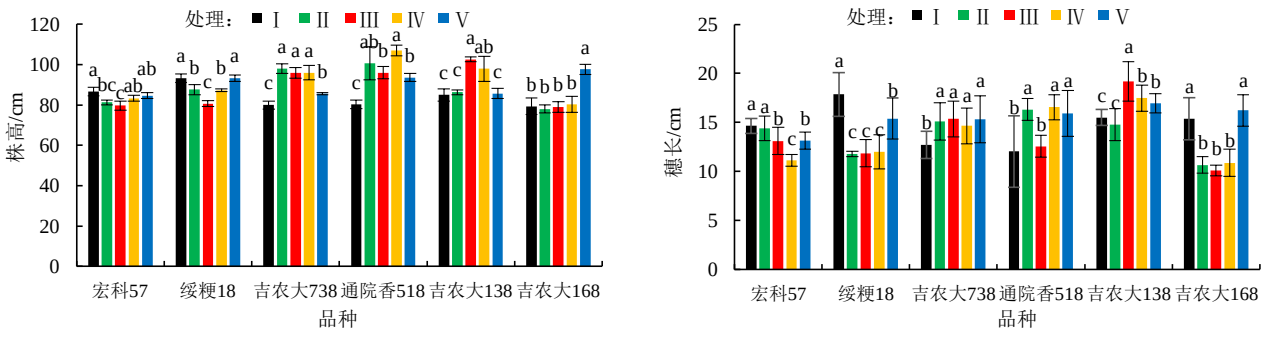
品种		处理	始穗期	齐穗期	成熟期	播种—始穗期/d	始穗期—齐穗期/d	齐穗期—成熟期/d	全生育期
早熟粳稻	宏科 57	Ⅰ	0811	0818	0906	108	7	19	134
		Ⅱ	0810	0816	0905	102	6	20	128
		Ⅲ	0811	0819	0905	98	8	17	123
		Ⅳ	0810	0819	0908	92	9	20	121
		Ⅴ	0815	0825	0915	92	10	21	123
	绥粳 18	Ⅰ	0801	0807	0829	98	6	22	126
		Ⅱ	0801	0808	0901	93	7	24	124
		Ⅲ	0802	0809	0903	89	7	25	121
		Ⅳ	0803	0810	0904	85	7	25	117
		Ⅴ	0804	0810	0908	81	6	29	116
中熟粳稻	吉农大 738	Ⅰ	0820	0826	0915	117	6	20	143
		Ⅱ	0821	0827	0917	113	6	21	140
		Ⅲ	0822	0828	0919	109	6	22	137
		Ⅳ	0824	0828	0920	106	4	23	133
		Ⅴ	0827	0831	0921	104	4	21	129
	通院香 518	Ⅰ	0818	0824	0908	115	6	15	136
		Ⅱ	0815	0826	0910	107	11	15	133
		Ⅲ	0818	0825	0916	105	7	22	134
		Ⅳ	0820	0827	0918	102	7	22	131
		Ⅴ	0825	0827	0920	102	2	24	128
晚熟粳稻	吉农大 138	Ⅰ	0820	0823	0917	117	3	25	145
		Ⅱ	0821	0825	0918	113	4	24	141
		Ⅲ	0823	0827	0919	110	4	23	137
		Ⅳ	0825	0830	0919	107	5	20	132
		Ⅴ	0827	0901	0920	104	5	19	128
	吉农大 168	Ⅰ	0816	0823	0911	113	7	19	139
		Ⅱ	0817	0824	0913	109	7	20	136
		Ⅲ	0818	0825	0914	105	7	20	132
		Ⅳ	0819	0827	0915	101	8	19	128
		Ⅴ	0821	0828	0915	98	7	18	123

2.3 播期对不同品种水稻农艺性状的影响

2.3.1 播期对株高、主穗穗长的影响

图 2 为不同播期各品种株高与穗长，由图 2 可知，宏科 57 株高在不同播期处理下较为稳定；中熟品种株高在播期Ⅰ—播期Ⅱ和播期Ⅳ—播期Ⅴ变化较大；吉农大 168 株高在播期Ⅴ有明显提高，吉农大 138 株高随播期的推迟表现为先增高后降低。

绥粳 18 在播期Ⅰ与播期Ⅴ处理穗长有明显增加；宏科 57 穗长在播期Ⅰ—播期Ⅱ下较高；通院香 518 穗长在播期Ⅰ和播期Ⅲ下相对其他播期较低；吉农大 738 穗长受播期影响较小；吉农大 138 在后 3 个播期处理平均大于前 2 个播期处理。



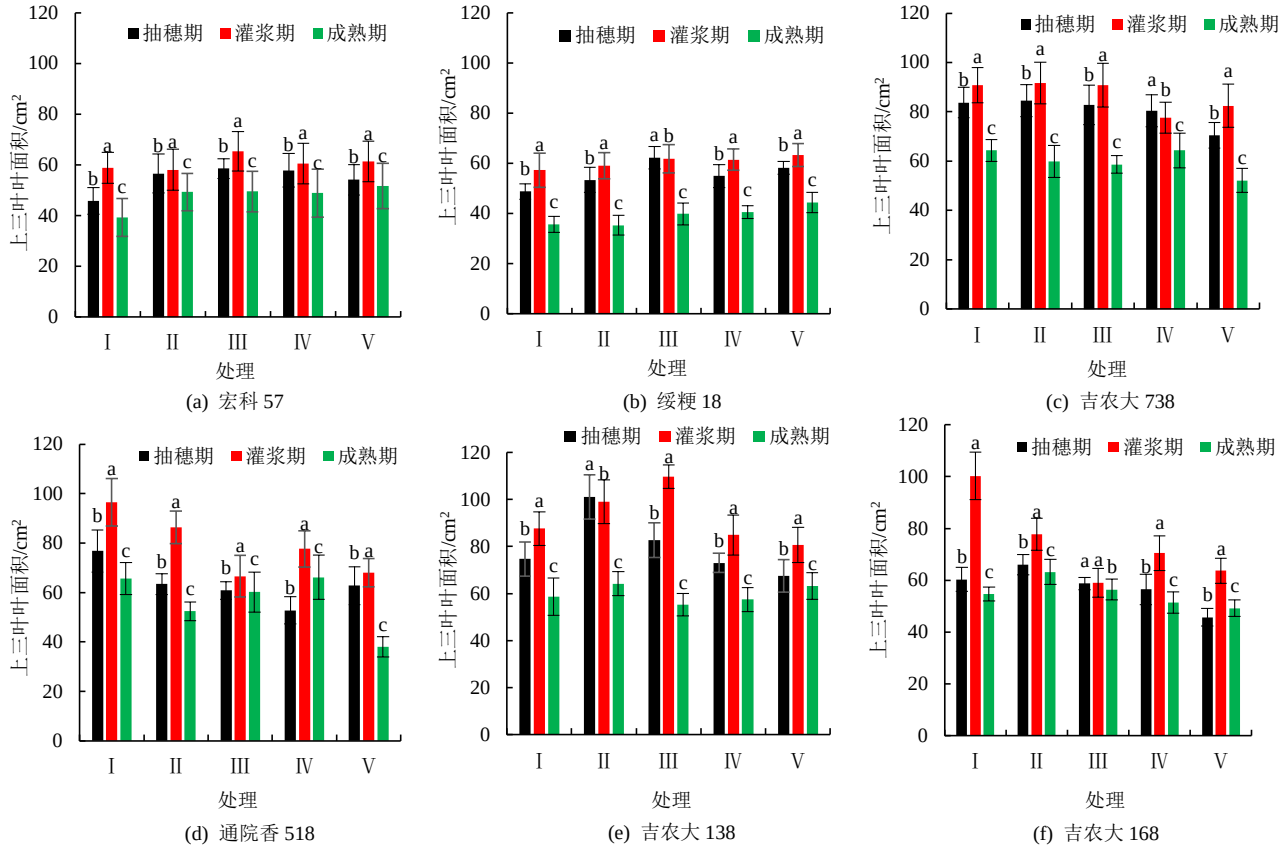
(a) 株高　　(b) 穗长

图 2 不同播期各品种株高与穗长

Fig.2 Plant height and spike length of each variety in different sowing dates

2.3.2 播期对叶面积的影响

由图 3 可知，各个品种上三叶叶面积在抽穗期到成熟期表现出先增加后降低的趋势，早熟品种在播期III—播期Ⅴ下上三叶叶面积较高，但各播期下差异不明显；吉农大 168 与通院香 518 灌浆期上三叶叶面积在播期III时较小于其他时期，吉农大 138 与吉农大 738 在播期Ⅱ—播期III时灌浆期上三叶叶面积平均值高于播期Ⅰ、Ⅳ、Ⅴ上叶面积平均值 19.8、7.5 cm^2。

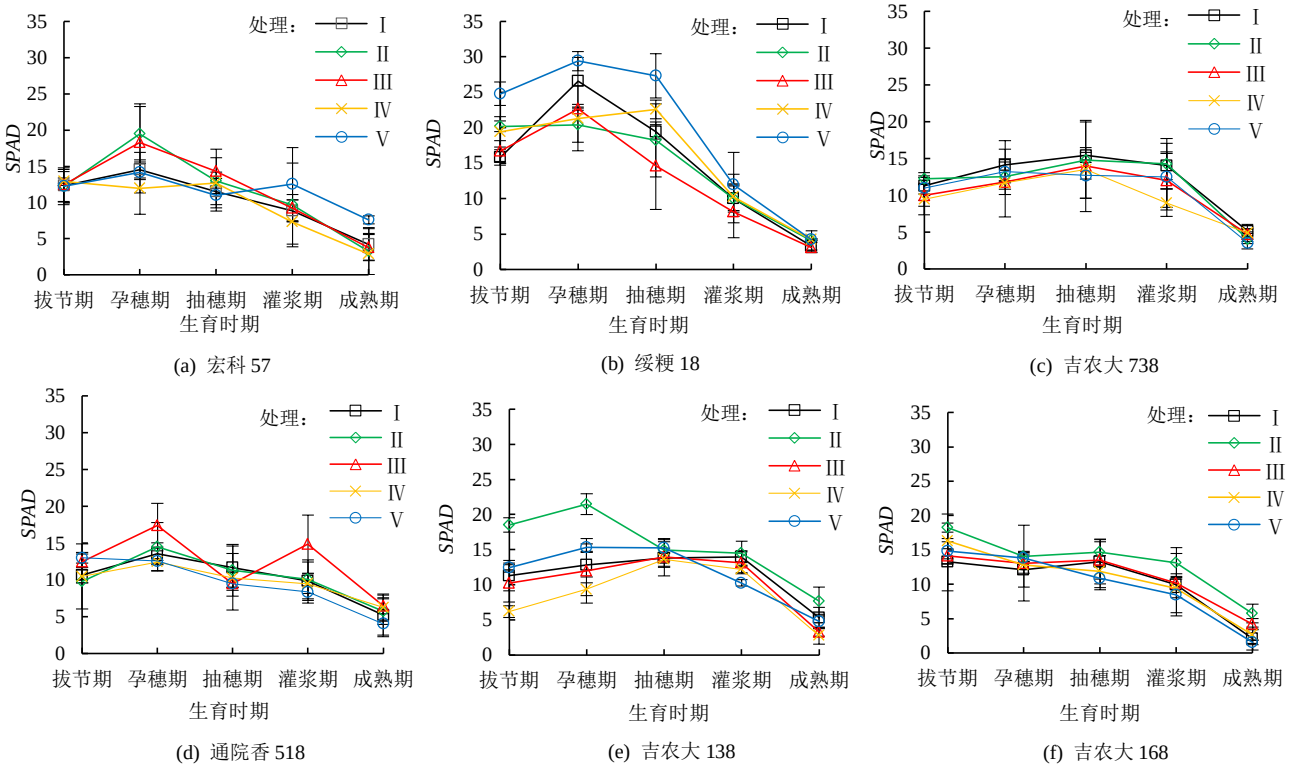


(a) 宏科 57　(b) 绥粳 18　(c) 吉农大 738

(d) 通院香 518　(e) 吉农大 138　(f) 吉农大 168

图 3 各品种抽穗期后上三叶叶叶面积

Fig.3 Leaf area of the top three leaves after heading stage of each variety



(a) 宏科 57　(b) 绥粳 18　(c) 吉农大 738

(d) 通院香 518　(e) 吉农大 138　(f) 吉农大 168

图 4 各品种不同生育期叶片 *SPAD* 值

Fig.4 *SPAD* value of leaves in different growth stages of each variety

2.3.3 播期对 *SPAD* 值的影响

图 4 为各品种不同生育期叶片 *SPAD* 值，由图 4 可知，宏科 57 在播期Ⅱ和播期Ⅲ条件下，孕穗期—抽穗期叶片 *SPAD* 值较高，在播期Ⅴ条件下，灌浆期开始叶片 *SPAD* 值高于其他时期；绥粳 18 在播期Ⅴ下各个时期 *SPAD* 值都高于其他处理；吉农大 738 在播期Ⅰ和播期Ⅱ条件下，叶片 *SPAD* 平均值高于其他处理；通院香 518 在播期Ⅲ处理下的灌浆期 *SPAD* 值较同时期其他播期处理平均上升 5.4；吉农大 138 孕穗期叶片 *SPAD* 值在播期Ⅱ下显著升高。

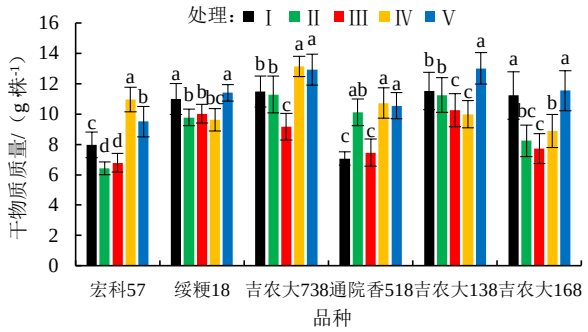


图 5 不同品种水稻干物质积累量

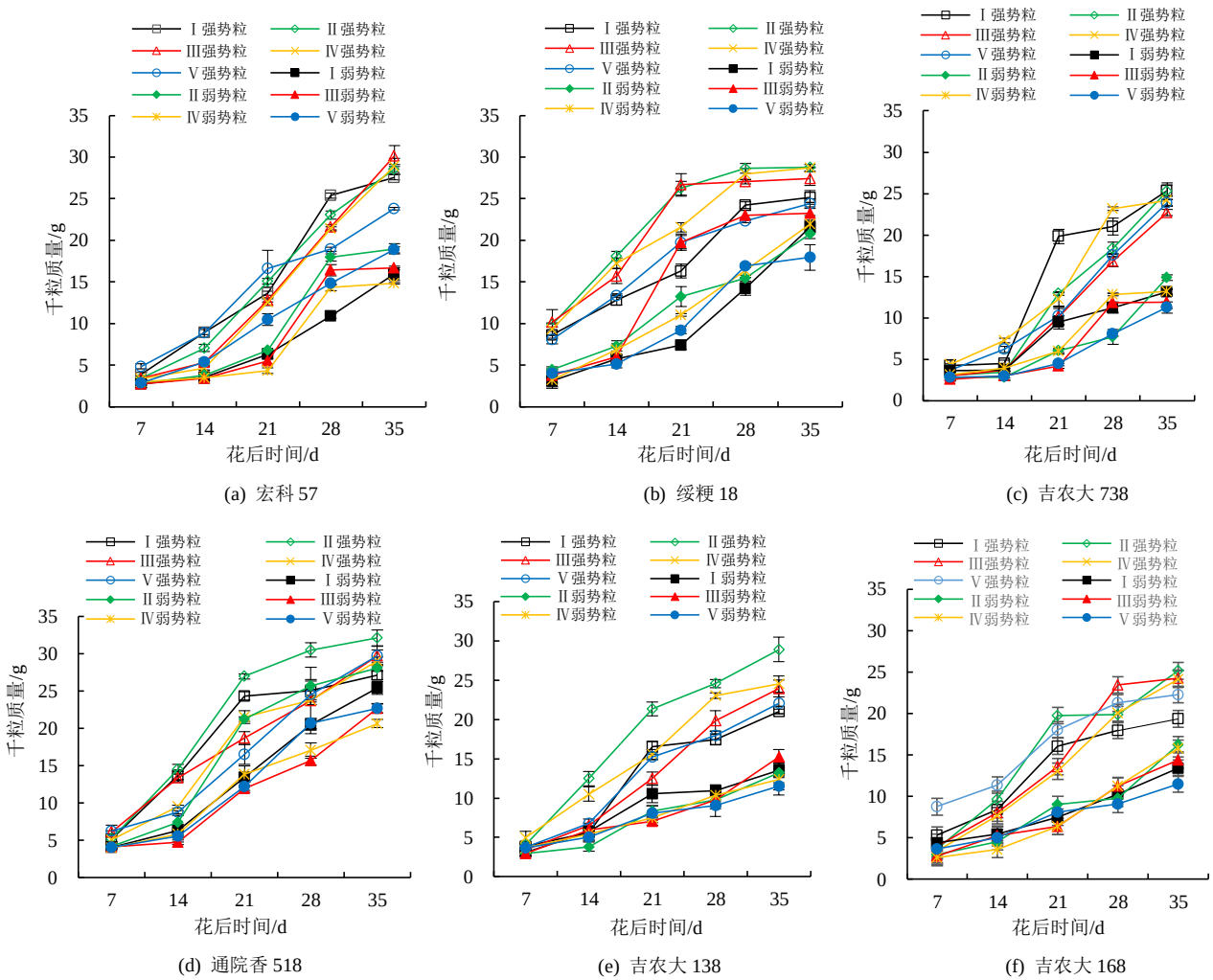
Fig.5 Dry matter accumulation of different varieties

2.4 播期对干物质积累量的影响

图 5 为不同品种水稻干物质积累量，由图 5 可知，宏科 57 成熟期单株干物质质量在播期Ⅳ下显著高于播期Ⅰ—播期Ⅲ处理时的平均值；绥粳 18 在播期Ⅰ和播期Ⅴ下单株干物质质量较播期Ⅱ—播期Ⅳ处理下的干物质质量有一定提高；中熟品种在播期Ⅳ下单株干物质质量达到最大；晚熟品种单株干物质质量在播期Ⅴ下达到最大。

2.5 播期对结实期旱作水稻强弱势粒的影响

图 6 为不同品种籽粒增长状态，由图 6 可知，宏科 57 强势粒和弱势粒质量差距较大；绥粳 18 强势粒质量增长于花后 21 d 后趋于平稳，但弱势粒灌浆速率提高；通院香 518 强势粒质量在播期Ⅱ下较其他时期平均高 3.2 g；吉农大 738 强势籽粒在后期增长比弱势粒较为明显，且播期Ⅰ的强势粒在花后 15~20 d 内增长最快；吉农大 138，在花后 21~28 d 内弱势粒质量上升速率较慢，在花后 28~35 d 内增长速率与强势粒基本一致，强势粒籽粒质量在播期Ⅱ下高于其他各个播期处理；吉农大 168 在播期Ⅱ下弱势粒后期增长较快。



(a) 宏科 57　(b) 绥粳 18　(c) 吉农大 738

(d) 通院香 518　(e) 吉农大 138　(f) 吉农大 168

图 6 不同品种籽粒增长状态

Fig.6 Grain weight gain status of different varieties

3 讨 论

水稻为喜温短日照作物，随着播期的推迟，温度升高，所需积温较早播减少。本研究表明在吉林省中部地区水稻旱作栽培条件下，各类型水稻旱作产量随着播期的推迟，导致生育时间缩短，这与许柯[12]研究结果一致。推测为晚播时地温升高使播种至抽穗阶段的生育进程加快。日长逐渐缩短亦可使播种至抽穗阶段的生育进程加快[13]。成臣等[14]研究认为，随着播期推迟，籼稻产量下降，粳稻呈先上升后下降的趋势。本研究中的晚熟粳稻吉农大 168 产量也表现出随播期推迟产量先增后减的趋势，晚熟品种晚播会导致灌浆时间不充足，灌浆期温度低，饱满程度不足，导致产量较低。本研究中不同熟期类型水稻旱作后随着播期推迟产量表现也不同，中晚熟品种适时早播有利于增产。早熟品种绥粳 18 在播期Ⅲ—播期Ⅴ之间，产量变化随着播期的推迟而增加，这与文浩[15]研究基本一致。

蒋军等[16]研究表明，叶面积随着播期的推迟而增加。本研究表明，中晚熟品种提前早播能够一定程度提高叶面积，造成这种差异的原因推测为中晚熟品种早播，能够延长播种到始穗期的时间，从而有利于叶器官的生长，进而有利于物质向穗部运输，提高灌浆速率，减少空瘪粒的形成，提高产量[17]。旱作水稻由于不需要育秧环节，所以对播种时间的把控尤为重要，播期可以人为调节，所以水稻旱作生产中，根据水稻的品种选取适宜的播期是十分重要的。

4 结 论

分期播种对旱作水稻的穗数和每穗粒数影响显著。早熟品种在 5 月 10—15 日播种能够提高叶片 *SPAD*，且有利于叶面积的提高。中、晚熟品种在 4 月 30 日—5 月 5 日播种，有利于叶绿素和灌浆速率的提高。在播期选择上，应根据品种熟期类型确定适当播期，中、晚熟品种适当早播有利于获得高产；早熟品种适当推迟播期，可以获得更高产量。

参考文献：

[1] 郑盛华, 陈红琳, 朱孟琦, 等. 播期对川西平原直播稻光合特性和产量的影响[J]. 核农学报, 2019, 33(3): 574-582.
ZHENG Shenghua, CHEN Honglin, ZHU Mengqi, et al. Effects of sowing date on photosynthetic characteristics and yield of direct seeding rice in western Sichuan plain[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2019, 33(3): 574-582.

[2] WANG Y L, ZHANG Y P, XIANG J, et al. Response of indica rice spikelet differentiation and degeneration to air temperature and solar radiation of different sowing dates[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2017, 28(11): 3 571-3 580.

[3] 孔飞扬, 江立庚, 文娟, 等. 直播水稻产量、产量构成因子和干物质积累的变化特点及其相互关系[J]. 华中农业大学学报, 2018, 37(5): 11-17.
KONG Feiyang, JIANG Ligeng, WEN Juan, et al. Changes and relationships of yield, yield components and dry matter accumulation of direct-seeded rice[J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2018, 37(5): 11-17.

[4] 马瑞, 黄成亮, 孟英, 等. 播期对三江平原主栽水稻品种品质的影响[J]. 中国稻米, 2020, 26(2): 80-83.
MA Rui, HUANG Chengliang, MENG Ying, et al. Effects of sowing date on quality of main rice varieties in Sanjiang plain[J]. China Rice, 2020, 26(2): 80-83.

[5] 郭建茂, 吴越, 杨沈斌, 等. 典型高温年不同播期一季稻产量差异及其原因分析[J]. 中国农业气象, 2017, 38(2): 121-130.
GUO Jianmao, WU Yue, YANG Shenbin, et al. Yield differences and its causes for one season rice under different sowing dates in typical high temperature year[J]. Chinese Journal of Agrometeorology, 2017, 38(2): 121-130.

[6] 凌启鸿. 关于水稻轻简栽培问题的探讨[J]. 中国稻米, 1997(5): 3-9.
LING Qihong. Discussion on Light and Simple Loading of Rice[J]. China Rice, 1997(5): 3-9.

[7] 汪伟, 裘实, 朱大伟, 等. 播期对不同软米粳稻品种产量、生育期及温光资源利用的影响[J]. 中国稻米, 2018, 24(2): 79-83.
WANG Wei, QIU Shi, ZHU Dawei, et al. Effects of sowing date on yield, growth period and utilization of temperature and light in different japonica rice cultivars[J]. China Rice, 2018, 24(2): 79-83.

[8] 黄曦. 旱直播稻不同品种最佳播期及播种量研究[J]. 现代农业科技, 2018(5): 34-35.

[9] 鲁昕, 郝思军. 直播稻适宜品种与播期的初步探讨[J]. 现代农业科技, 2008(2): 125, 129.

[10] 余鹏, 李小华, 叶胜海, 等. 播期对浙江省常规晚粳稻品种农艺性状及产量的影响[J]. 核农学报, 2016, 30(5): 978-987.
YU Peng, LI Xiaohua, YE Shenghai, et al. Effect of seeding date on agronomic traits and grain yield of conventional japonica rice varieties[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2016, 30(5): 978-987.

[11] 周建霞, 陈晓阳, 蒋梅巧, 等. 播期对超高产杂交水稻超优千号生育期和产量性状的影响[J]. 杂交水稻, 2018, 33(4): 45-48.
ZHOU Jianxia, CHEN Xiaoyang, JIANG Meiqiao, et al. Effects of seeding date on growth stage and yield of super-high-yield hybrid rice chaoyou 1000[J]. Hybrid Rice, 2018, 33(4): 45-48.

[12] 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): 4 222-4 233.
XU Ke, SUN Zhen, HUO Zhongyang, et al. Effects of seeding date and variety type on yield, growth stage and utilization of temperature and

sunshine in rice[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2013, 46(20): 4 222-4 233.

[13] 姚义, 霍中洋, 张洪程, 等. 不同生态区播期对直播稻生育期及温光利用的影响[J]. 中国农业科学, 2012, 45(4): 633-647.
YAO Yi, HUO Zhongyang, ZHANG Hongcheng, et al. Effects of sowing date on growth stage and utilization of temperature and illumination of direct seeding rice in different ecological regions[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2012, 45(4): 633-647.

[14] 成臣, 黎星, 谭雪明, 等. 播期对南方优质晚粳稻产量及稻米品质的调控效应研究[J]. 中国稻米, 2018, 24(5): 58-63.
CHENG Chen, LI Xing, TAN Xueming, et al. Effects of sowing date on yield and quality of late japonica rice with high quality in Southern China[J]. China Rice, 2018, 24(5): 58-63.

[15] 文浩. 播栽期与密度对紫米稻产量形成与米质的影响[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2017.
WEN Hao. Effects of Sowing date and Density on Yield Formationand Rice Quality of Purple Rice[D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2017.

[16] 蒋军, 王明, 蒋小军, 等. 播期和半固态播种方式对直播早稻生长特性和产量的影响[J]. 湖南农业科学, 2020(1): 11-14.
JIANG Jun, WANG Ming, JIANG Xiaojun, et al. Effects of seeding modes and sowing time on the biological characteristics and yield of direct seeding early rice[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2020(1): 11-14.

[17] 姚义, 霍中洋, 张洪程, 等. 播期对不同类型品种直播稻生长特性的影响[J]. 生态学杂志, 2010, 29(11): 2 131-2 138.
YAO Yi, HUO Zhongyang, ZHANG Hongcheng, et al. Effects of sowing date on the growth characteristics of direct seeding rice[J]. Chinese Journal of Ecology, 2010, 29(11): 2 131-2 138.

The Effects of Planting Date on Growth Traits and Yield of Different Rice Cultivars Grown in Dry Conditions

BAI Chenyang[1], JIANG Hao[1], SU Qingwang[1], LI Yunzhe[1],
WEI Xiaoshuang[1], CUI Jingjing[1], YANG Meiying[2], WANG Dongchao[3], WU Zhihai[1*]
(1. College of Agriculture, Jilin Agricultural University, Changchun 130000, China;
2. College of Life Science, Jilin Agricultural University, Changchun 130000, China;
3. Changchun Jinong University Agricultural Technology Co., Ltd, Changchun 130000, China)

Abstract 【Objective】 Planting date is an important factor impacting plant growth and ultimate yield. The purpose of this paper is to investigate how sowing date affects growth traits and ultimate yield of different rice varieties cultivated in dryland, aimed to provide guidance for farmers to select optimal agronomic management practices. 【Method】The experiment was conducted in a field and examined three rice varieties: early-mature japonica, middle-mature japonica and late-mature japonica. For each variety, we compared the impact of five planting dates - 25 and 30 April, 5, 10 and 15 May - on its growth and yield traits.【Result】In terms of average yield, the three varieties were ranked in the order of early-mature japonica > late-mature japonica > medium-mature japonica. Delaying the planting date of the early-mature variety to 15 May significantly increased its *SPAD* at filling stage, while planting the late-mature variety on 30 April increased its *SPAD* at elongation stage compared to other sowing date. In general, delaying the planting date of the early-mature variety or early planting the late-mature variety can increase the areas of their top three leaves. As the sowing date delayed, dry matter accumulation in all three varieties first decreased followed by an increase. Similar trend was also found for the change of plant height of the early-mature japonica. A right sowing date can benefit the grain filling. The sowing date did not have a noticeable effect on seed-setting rate and 1 000-grain weight but could significantly impact both spike numbers and grain number, with the coefficient of variation of the former reaching 20.9% and that of the latter being as high as 23.7%. 【Conclusion】Our experimental results showed that under dry cultivation, planting the early-mature japonica between May 10 and May 15, and the late- and the medium-mature japonicas between April 30 and May 5 in central region of Jilin province could increase rice yield when other agronomic managements were the same.

Key words: rice cultivation; sowing date; rice variety; agronomic management practice

责任编辑：白芳芳