

晚育晚插节水栽培对北方粳型超级稻产量和穗部性状的影响

王嘉宇, 赵 飞, 张世春, 徐正进*, 陈温福, 周淑清
(沈阳农业大学水稻研究所, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要: 通过分期播种和分期插秧试验研究晚育晚插节水栽培对北方粳型超级稻产量和穗部性状的影响。结果表明:在沈阳地区,沈农 602 晚播的最适期是 5 月上旬,插秧期在 6 月中上旬,可以取得 9 000 kg/hm² 以上的产量;而适期播种的秧苗,晚插最迟不应晚于 6 月 10 日;如想获得 7 500 kg/hm² 的产量,晚播不能迟于 5 月 20 日,插秧期在 6 月中上旬,而适期播种的秧苗,晚插的最后期限是在 6 月 20 日之前完成插秧,过晚不能完全成熟,结实率低,充实度差。

关键词: 水稻;节水栽培;产量;穗部性状
中图分类号: S352.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)05-0031-04

我国三北地区(即东北、西北、华北)水稻栽培一般都是在 4 月上、中旬育苗(除少数极早熟地区外),5 月上、中旬移栽,5 月末移栽结束。而此时恰逢该区干旱枯水期,风大雨少,日照充足,田间蒸发和渗漏量极大,此时是该区缺水最严重的时期和水稻用水最多的时期。水稻晚育晚插节水栽培技术,是指选用适宜熟期的品种,采用稀播种,适当增加苗期天数,培育长龄的带蘖壮秧,适当延迟移栽期可以有效地缓解插秧供水紧张,节约灌溉用水,秧苗移栽后雨季很快来临,充分利用雨水,实施雨养型节水稻作。水稻晚育晚插还可以错开常规插秧季节,使供水集中的矛盾得到缓解。这样既保证了适期插秧用水,又有利于农村劳动力合理安排,还可使晚栽水稻获得稳产高产。超级稻亦称水稻超高产育种,最早由日本提出。中国的超级稻育种始于 20 世纪 80 年代中期,1996 年农业部在沈阳召开“中国超级稻研讨论证”,正式确立并启动中国超级稻育种项目。目前,无论是南方超级杂交籼稻育种,还是北方常规超级粳稻育种,均处于国际同类研究的领先水平^[1]。本研究比较了常规和晚育晚插栽培条件下北方常规超级粳稻的产量、产量构成因素和籽粒充实的特点,以探讨晚育晚插的最适时期和超级稻高产节水栽培新方法。

1 材料与方法

1.1 试验材料
试验选用沈阳农业大学水稻研究所最近育成的

早熟优质超级稻新品系沈农 602 为试材。
1.2 试验设计
试验于 2004 年在沈阳农业大学水稻研究所北地水田进行;播种日期从 4 月 20 日开始,处于沈阳地区正常播种的最后时期,到 5 月 25 日结束,每 7 d 播 1 期,共计 6 期;插秧于 5 月 29 日开始,处于沈阳地区常规插秧的最后时期,6 月 28 日最后 1 次插秧,每 6 d 插秧 1 次,分期累积插秧,即第 1 次插秧为第 1 次播种(I-1)的材料;第 2 次插秧则包括第 1 次(I-2)和第 2 次播种(II-1)的材料;第 3 次插秧包括第 1 次(I-3)、第 2 次(II-2)和第 3 次(III-1)播种的材料,依此类推,具体如表 1 所示。为了保证试验的一致性,本试验所有处理每穴均插 3 苗,其它栽培管理措施同一般生产田。

2 结果与分析

2.1 播种期和插秧期对产量的影响
由表 2 可以看出,随着播种期的推迟,产量呈现显著下降的趋势,但在 4 月 27 日和 5 月 4 日播种的 2 个处理之间差异较小,说明播种期在 4 月下旬和 5 月上旬这段时间内,播种期对产量影响不大。随着插秧期的延迟,产量也相应降低。沈阳地区水稻常规育苗栽培的产量一般为 9 000 kg/hm² 左右,从产量在 9 000 kg/hm² 以上的处理看,其插秧期一般在 6 月上旬,因此在 6 月中上旬之前完成插秧,可以使产量达到 9 000 kg/hm² 以上。从播期和插秧期看,

收稿日期:2006-04-18
基金项目:国家 863 项目(2001AA241014)
作者简介:王嘉宇(1978—),男,辽宁法库人,博士,从事水稻生理生态及遗传育种研究。E-mail:ricewjy@126.com。
* 通讯作者:徐正进, E-mail: xuzhengjin@126.com。

播期最好在 5 月上旬之前或 5 月上旬完成,最晚不 完,否则产量大幅度的下降。从本试验看,适当的晚
不应迟于 5 月 10 日。插秧最晚应在 6 月 15 日之前插 播优于晚插。

表 1 试验各处理编号
Table 1 The code of treatments

插秧期 Transplanting stage	播种期 Sowing stage					
	I 4 月 20 日 April 20	II 4 月 27 日 April 27	III 5 月 4 日 May 4	IV 5 月 11 日 May 11	V 5 月 18 日 May 18	VI 5 月 25 日 May 25
5 月 29 日 May 29	I — 1					
6 月 4 日 June 4	I — 2	II — 1				
6 月 10 日 June 10	I — 3	II — 2	III — 1			
6 月 16 日 June 16	I — 4	II — 3	III — 2	IV — 1		
6 月 22 日 June 22	I — 5	II — 4	III — 3	IV — 2	V — 1	
6 月 28 日 June 28	I — 6	II — 5	III — 4	IV — 3	V — 2	VI — 1

表 2 播种期和插秧期处理对产量和穗部性状的影响
Table 2 Effect of sowing stage and transplanting stage on yield and panicle traits

处理 Treatment	产量 Yield (kg/hm ²)	每穗粒数 Seeds per panicle	结实率 Seed-setting rate (%)	千粒重 TGW(g)	充实率 Grain filling rate (%)	充实指数 Grain plumpness index	青米率 Green rice rate (%)
I — 1	11057.90	169.6	94.93	23.22	94.69	0.8989	16.6
I — 2	9641.16	152.2	94.60	23.67	94.70	0.8958	18.7
I — 3	9064.41	158.4	94.71	23.84	94.44	0.8944	24.6
I — 4	8976.04	167.2	89.35	22.95	93.84	0.8384	22.5
I — 5	8521.38	156.2	88.54	23.10	90.78	0.8038	32.1
I — 6	6645.82	150.6	82.76	23.00	86.98	0.7198	52.8
II — 1	10506.36	168.7	90.48	24.18	88.85	0.8038	21.4
II — 2	9171.78	157.7	91.28	23.34	90.75	0.8284	26.8
II — 3	8794.19	162.6	89.60	23.41	90.71	0.8127	23.5
II — 4	8572.04	164.4	88.16	23.39	90.10	0.7943	45.5
II — 5	6896.78	159.8	85.65	22.77	86.58	0.7416	48.8
III — 1	10450.14	164.7	91.72	23.00	92.77	0.8509	24.9
III — 2	8944.19	161.8	90.54	24.70	93.36	0.8452	24.2
III — 3	8478.27	185.2	85.98	22.60	88.33	0.7594	39.0
III — 4	6431.82	153.4	87.42	22.99	89.80	0.7850	44.2
IV — 1	9395.46	152.8	88.22	23.77	90.22	0.7959	28.8
IV — 2	7523.60	184.4	88.95	23.49	88.85	0.7903	36.5
IV — 3	6038.41	169.1	85.75	23.25	87.55	0.7507	41.7
V — 1	8396.61	187.5	85.88	23.26	85.70	0.7360	45.9
V — 2	6631.98	184.9	78.57	22.57	75.70	0.5948	58.0
VI — 1	6468.19	171.6	82.04	23.20	84.74	0.6952	73.4

2.2 播种期和插秧期对穗部性状的影响

由表 2 可以看出,推迟播种期和插秧期对每穗粒数的影响并不像产量变化有明显的规律,推迟播种期和插秧期,每穗粒数有的增加,同时也有较小的下降,这主要是因为播种期和插秧期发生变化,生育进程也发生了改变,同时不同处理间的秧苗所受温度条件有一定的差异,对其生长发育也有影响,

导致不同处理间的每穗粒数有一定差异。同一播种期的秧苗随着插秧期的推迟,结实率呈下降的趋势;不同播种期的秧苗,播种期推迟,结实率也呈下降的趋势;播种期和插秧期互作对结实率的影响要大于播种期或插秧期的单因素作用。播种期和插秧期对千粒重的影响并不显著,这主要是因为所测千粒重为饱粒重的缘故。但千粒重随播期和插秧期的推迟

有一定的下降趋势。随播期或插秧期的推迟,结实率显著下降,I-6 的结实率比 I-1 降低 12.17%,但秧龄在 35 d 左右增加的 50 d 左右对结实率影响较小,I-3 的结实率比 I-1 降低 0.22%,II-3 的结实率比 I-1 降低 0.88%,播期与插秧期的互作效应大于播期或插秧期的单独效应。

2.3 播种期和插秧期对籽粒充实的影响

播种期和插秧期对籽粒充实有显著的影响,正常播种,插秧越迟,籽粒充实率(充实率=受精粒平均千粒重/饱粒千粒重 $\times 100\%$ ^[2])越低,I-6 比 I-1 下降 8.14%,这是引起晚插产量下降的主要原因之一。播种期不同时,随着播种期的推迟,插秧期也相应延迟,充实率表现出显著下降的趋势,如表 2 所示,VI-1 比 I-1 下降 10.50%。插秧期对充实率的影响要大于播种期。徐富贤等^[3]提出用充实指数(充实指数=结实率 $\times$ 充实度)作为籽粒充实度的指标,并认为用充实指数研究籽粒充实更符合高产理论和生产实际,因此充实指数是综合衡量结实率和充实率的指标。无论是播种期推迟,还是插秧期延后,都会导致充实指数显著降低,I-1 的充实指数为 0.8989,I-6 和 VI-1 的分别为 0.7198、0.6952,分别下降了 0.1791 和 0.2037,同样,两者互作对充实指数的影响大于其中任何一个的单独影响。

2.4 播种期和插秧期对青米率的影响

青米粒的多少关系到稻米品质优劣,沈农 602 在正常播种和插秧时,青米率是 16.6%左右,推迟 20 d 插秧,青米率达 22.5%;推迟 1 个月插秧,青米率达 52.8%。当播种期推迟 20 d,适时插秧,青米率为 28.8%;推迟一个多月,适时插秧,青米率高达 73.4%。可见,晚插对青米率的影响要小于晚播。但是播种期在 4 月下旬至 5 月上旬期间,插秧期在 5 月下旬至 6 月中上旬对青米率的影响变化较小,一般在 22%~25%之间。播期和插秧期分别分布在这两时期内,沈农 602 的自我调节能力较强,播种期和插秧期对产量影响也不大。

3 结语与讨论

农业是第一用水大户,农业用水占我国总水量的约 70 %。在农业用水中,水稻又占 65%以上。因此,推行节水农业被认为是解决我国、特别是北方地区水资源日趋紧缺的首要途径^[4]。减少稻田的用水量,在不减少种植面积,保持水稻的总产量的前提下,主要靠减少单位面积灌溉用水来节水。减少单位面积灌溉用水除采用抗旱品种,提高水分利用

率外,就是靠采用一些农艺措施来节水,而晚育晚插是节水栽培的有效途径之一。

晚育晚插对超级稻沈农 602 产量影响主要是有效穗数减少,充实率和充实指数下降,导致产量下降。已有的研究表明,迟栽减产的主要原因是有效穗数降低,穗实粒数少,结实率低^[5]。本试验表明,在沈阳及以南的地区,要想取得 9 000 kg/hm²的产量,晚播的最适期是 5 月上旬,并且适时插秧,即插秧期在 6 月中上旬,最好不要晚于 6 月 15 日;而适期播种的秧苗,晚插的最适时期是 6 月上旬,最迟不应晚于 6 月 10 日;如想获得 7 500 kg/hm²的产量,晚播最晚不能晚于 5 月 20 日,并且适时插秧,即插秧期在 6 月中上旬,而适期播种的秧苗,晚插的最后期限是 6 月中旬,必须在 6 月 20 日之前完成插秧,过晚不能完全成熟,结实率降低,充实度差。通过晚育晚插可以将播种期和插秧期后移 20 d 左右,这 20 d 左右至少可以减少 2 次灌水,如每次灌水量约 70~80 m³ 水,每 667 m² 至少可节约 150 m³ 左右的水,如果辅以一些相关节水措施,节水潜力巨大。

晚插晚育栽培技术的提出和推广,要求在水稻育种过程中选育一些光温敏感性弱的广适性品种,这样在晚育晚插后,由于水稻对光温不敏感,对水稻的生长影响不大,产量降低的幅度很小;广适性可以使一些品种通过晚育晚插栽培后,种植范围更广。

晚育晚插虽然在一定程度降低产量,但可以采取一些栽培措施来进行调节,同样能获得较高的产量。本试验为了保证试验的一致性,插秧密度为 30 cm $\times$ 14 cm,3 苗插植。在实际生产中,可以根据品种特性、土壤肥力和移栽的时间确定插秧密度和插秧量,在栽培管理中可以通过化学方法调控,如为防止贪青晚熟,可以用植物生长调节剂促进早熟,可在孕穗期喷施一次 KH₂PO₄ 促进灌浆早熟。

参 考 文 献:

[1] 陈温福,徐正进,张龙步. 北方粳型超级稻育种的理论与方法[J]. 沈阳农业大学学报,2005,36(1):3-8.
[2] 朱庆森,王志琴. 水稻籽粒充实程度的指标研究[J]. 江苏农学院学报,1995,16(2):1-4.
[3] 徐富贤,熊 洪,朱永川,等. 强化栽培对杂交中稻籽粒充实度的影响及其与源库结构的关系[J]. 中国水稻科学,2004,18(6):522-526.
[4] 山 仑. 我国节水农业发展中的科技问题[J]. 干旱地区农业研究,2003,21(1):1-5.
[5] 郑家国,张大学,张 鸿. 水稻受旱迟栽的栽培技术对策[J]. 西南农业学报,1998,11(4):44-49.

Effect of late-sowing and late-transplanting on yield and panicle traits of super japonica rice in northern China

WANG Jia-yu, ZHAO Fei, ZHANG Shi-chun, XU Zheng-jin, CHEN Wen-fu, ZHOU Shu-qing
(Rice Research Institute, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The effect of water-saving culture of late-sowing and late-transplanting on grain yield and panicle traits of super japonica rice in northern China was studied with different sowing and transplanting stage treatments. The results showed that the most suitable late-sowing stage and late-transplanting stage of Shennong602 were the first ten-days of May and the middle to the last ten-days of June, respectively, under which the grain yield was over 9 000 kg/hm²; As for the seedlings sowed at suitable stage, the inferior limit of late-transplanting stage was June 10; In order to get the yield of more than 7 500 kg/hm², the inferior limit of the late-sowing was May 20, and the transplanting stage was the first and the middle ten-days of June. When the sowing and transplanting stage was too late, the grains could not fully ripe, the seed-setting rate was decreased, and the grain filling rate was lowered.

Keywords: rice; water-saving culture; yield; panicle traits

(上接第 30 页)

参 考 文 献:

[1] 秦大河. 中国西部环境演变评估[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 29—70.

[2] 马国柱, 符淙斌. 中国北方干旱区地表湿润状况的趋势分析[J]. 气象学报, 2001, 59(6): 737—746.

[3] 李庆祥, 刘小宁, 李小泉. 近半世纪华北干旱化趋势研究[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(3): 50—56.

[4] 钱林清, 郑炎谋, 郭慕萍, 等. 山西气候[M]. 北京: 气象出版社, 1991. 1—165.

[5] 缪启龙, 林文实, 吴 息, 等. 地球科学概论[M]. 北京: 气象出版社, 2001. 190—215.

[6] 赵聚宝, 李克煌. 干旱与农业[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995. 213—427.

[7] 丁裕国, 夏芝萍, 柳又春, 等. 长江上游地区气候干湿期分析及其前期环流因子统计普查[J]. 南京气象学院学报, 1978, (1): 81—89.

Effects of integrated drought-resistant technologies in north part of Shanxi Province

WANG Zhi-wei^{1,2}, HAO Shou-chang³, ZHU Lin-hong³, WANG Zheng-ze⁴, ZHANG Rui-lan⁴
(1. Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Climate Center of Shanxi Province, Taiyuan 030006, China; 3. Meteorological Bureau of Shanxi Province, Taiyuan 030002, China; 4. Meteorological Society of Shanxi Province, Taiyuan 030002, China)

Abstract: This paper analyzes the relationships among precipitation, runoff and crop water requirement, and investigates the effects of integrated drought-resistant technologies during whole growth period on the production of corn and millet in north part of Shanxi Province, based on the forecasting of long-term climate trend and the objective assessment of annual water supply and demand on farmlands. Significant social, economic and ecological achievements have been obtained in the process of experimentation and application for three years.

Keywords: drought-resistant technology; integrated; north part of Shanxi Province; application