

不同灌溉方式对寒地旱直播稻生产的影响及效益分析

李美娟¹, 乔 丹², 李铁男¹, 张喜娟³

(1. 黑龙江省水利科学研究院, 黑龙江 哈尔滨 150080; 2. 黑龙江省八五九农场, 黑龙江 佳木斯 156326; 3. 黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为了探明不同灌溉方式对旱直播稻的综合效应,以指导寒地旱直播的生产,进行了大田试验,研究了旱直播喷灌、旱直播控制灌溉、旱直播间歇灌溉和移栽常规灌溉对水稻生长的影响。结果表明:旱直播喷灌、旱直播控制灌溉、旱直播间歇灌溉分别比移栽常规灌溉节水 90.5%、84.1%和 77.8%,产量比移栽常规灌溉水稻降低 19.6%、15.4%和 18.0%,经济效益比移栽常规灌溉水稻提高 2.6、3.6 和 3.3 倍。旱直播控制灌溉产量高于其它直播稻的原因是其有效分蘖率、有效穗数和千粒重高,更有利于直播稻高产的形成。

关键词:寒地;旱直播稻;节水灌溉;产量;效益

中图分类号:S275;S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)05-0022-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.05.0022

随着大量农村劳动力向城市转移,农业劳动力锐减,机械化和轻简化的高效栽培模式成为现代农业发展的必然趋势。水稻直播是一种节水节本和增产增效的栽培模式,近年来发展较快^[1-3]。但水稻直播在发展过程中存在播种量大、出苗率低、群体密度过大、易倒伏、产量低等问题,没有形成规范化的栽培技术体系。为此许多学者开展了播期、播种量、播种方式、灌溉方式等对直播稻影响的研究^[4-8]。

受气候变暖、科技进步和劳动力短缺等多因素的影响,黑龙江省的直播稻面积也在不断扩大^[9]。但稻农们在直播稻的生产过程中,尤其是在田间水分管理上,没有科学的依据和规范,而凭根据直观经验去灌水,导致直播稻产量不稳定。本文以寒地旱直播稻为研究对象,对比分析旱直播喷灌、旱直播控制灌溉、旱直播间歇灌几种灌溉方式,对水稻产量构成因素的影响及其节水、省工、增效等综合效应,为寒地直播水稻的发展提供技术支撑和理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试水稻品种为 10 叶品种垦稻 9 号,生育天

数 126 d,活动积温 2 393 °C,适种于黑龙江省第四积温带中等肥力地块。

1.2 方法

水稻试验处理为:旱直播喷灌(W1)、旱直播控制灌溉(W2)、旱直播间歇灌溉(W3)和移栽常规灌溉(CK),每个处理 3 次重复。

试验于 2016 年 5-9 月在饶河县八五九农场试验区进行,该区属于典型的寒温带大陆性季风气候,多年平均降水量 575 mm,年平均气温 2.2 °C,无霜期 134 d。播种时采用大平原播种机,实现精密播种作业,播种量为 135 kg·hm⁻²,播深为 1.5~2.0 cm,播种行距为 15 cm 与 30 cm 宽窄行种植,播后视墒情及时进行镇压保墒。W1 采用中心支轴式喷灌机灌溉水稻,其余处理采用管道灌水,各处理的水分控制指标见表 1。土壤水分采用土壤水分速测仪观测,水层采用水尺观测,每隔 3 d 观测 1 次,每次 9:00 观测,灌水前后需加测。灌水量采用水表计量,并记录灌水日期、水表读数和灌水次数。观测记录水稻各生育期生物性状并测产,试验数据分析采用 Excel 和 SPSS 软件分析。

2 结果与分析

2.1 不同灌溉方式对直播稻株高的影响

由图 1 可知,3 种处理的水稻株高增长趋势接近一致,均为前期逐渐增长,在分蘖后期增长迅速,抽穗期至成熟期趋于稳定。在拔节期之前直播稻株高低于移栽稻,在进入拔节期之后直播稻

收稿日期:2017-03-27

基金项目:黑龙江省应用技术与开发计划重大资助项目(GA15B101)

第一作者简介:李美娟(1984-),女,山西省朔州市人,硕士,工程师,从事节水灌溉技术及水资源高效利用研究。E-mail: Limeijuan198411@163.com。

表 1 水稻灌溉水分控制
Table 1 Water control for rice irrigation

灌溉模式 Irrigation treatments	限度 Limit	返青/苗期 Returninggreen/ Seeding stage	分蘖 Tillering stage			拔孕 Jointing- booting stage	抽开 Tasseling stage	乳熟 Milky ripe stage	黄熟 Yellow ripening stage
			前期 Early	中期 Middle	后期 Late				
W1	上限/%	100	100	100	100	100	100	100	自然落干
	下限/%	85	90	90	80	90	90	80	
W2	上限/%	20	20	0	20	20	20	20	自然落干
	下限/%	85	85	60	85	85	70	85	
W3	上限/%	30	30	10	30	30	30	30	自然落干
	下限/%	0	0	0	0	0	0	0	
CK/%		50~30	晒田			30~0	30~0	30~0	落干

表中“%”是指返青期和分蘖期占 20 cm 土壤饱和含水率的百分数;拔节期占 30 cm 土壤饱和含水率的百分数;抽开期和乳熟期占 40 cm 土壤饱和含水率的百分数。
The “%” in the table refers to the percentage of saturated moisture content of the 20 cm,30 cm and 40 cm deep soil in the returning green and tillering stage,the jointing stage,the tasseling and the milky ripe stage respectively.

株高增长速率高于移栽稻。各处理株高相比,W1 株高较高,W2 和 W3 株高差异不大。直播稻的株高在分蘖前期之前低于移栽稻,但在分蘖后期以后,直播稻株高都超过移栽稻,是因为移栽稻在经移栽插秧后有植伤过程,后期植株生长速度减慢。

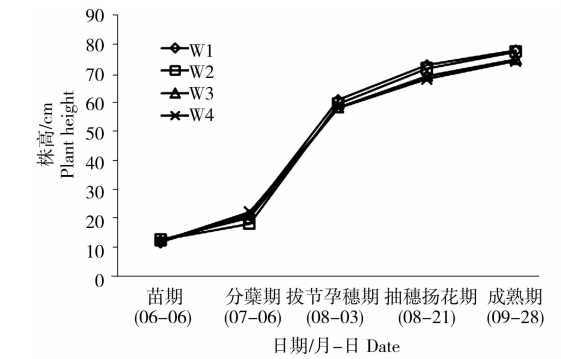


图 1 不同栽培灌溉模式下水稻各生育期株高
Fig. 1 The rice plant height in each growth stage under different cultivation and irrigation treatments

2.2 不同灌溉方式对直播稻分蘖的影响

由表 2 可见,在 7 月 8 日分蘖前期,早直播稻处理平均每株分蘖 1.5 株,移栽水稻平均每株分蘖 0.4 株。早直播稻前期分蘖速度较快,在 8 月中旬达到分蘖高峰期。W1、W2 和 W3 最终形成平均每株分蘖 2.0 株、3.0 株和 2.5 株。移栽水稻分蘖速度较慢,且有效分蘖率低为 0.8,最后形成平均每株分蘖 2.3 株。各处理有效分蘖数相比,W2>W3>CK>W1;有效分蘖率相比,W1>

W2>W3=CK。早直播稻种植密度小,导致直播稻的光、温、通风条件较好,进而促进了稻苗的分蘖,且分蘖期对水分的适当控制可提高水稻有效分蘖率。

表 2 各处理水稻分蘖对比
Table 2 Rice tillering comparison among different treatments

处理 Treatments	观测时间 /月-日 Observation time	分蘖苗 数/株 Tillering number	有效分蘖/株 Effective tillering number	有效分蘖率 Effective tillering rate
W1	07-08	1.5	1.5	1.0
	08-04	2.0	2.0	1.0
	08-23	2.0	2.0	1.0
	09-24	2.0	2.0	1.0
W2	07-08	1.5	1.5	1.0
	08-04	3.0	2.6	0.9
	08-23	3.0	2.6	0.9
	09-24	3.5	3.0	0.9
W3	07-08	1.5	1.5	1.0
	08-04	2.5	2.0	0.8
	08-23	2.5	2.0	0.8
	09-24	3.0	2.5	0.8
CK	07-08	0.4	0.4	1.0
	08-04	2.9	2.3	0.8
	08-23	3.0	2.3	0.8
	09-24	3.0	2.3	0.8

2.3 不同灌溉方式对水稻产量及其构成要素的影响

由表 3 可知,早直播喷灌(W1)、早直播控灌(W2)、早直播间歇灌溉(W3)、移栽常规淹灌(CK)水稻的产量分别为 6 030、6 345、6 150 和 7 500 kg·hm⁻²。各种处理产量比较,CK>W2>W3>W1。W1、W2、W3 水稻产量分别比 CK 低

1 470、1 155 和 1 350 kg·hm⁻²。早直播控灌水稻产量高于其它直播稻的原因是其有效穗数和千粒重高。由于 2016 年降雨量充沛,水稻整个生育期的降雨基本满足早直播稻的生长需要,早直播控制灌溉处理和早直播间歇灌溉处理在产量上差异不显著。

表 3 各处理水稻产量及构成因素

Table 3 Rice yield and component factors

处理 Treatments	有效穗数/(穗·m ²) Effective spike numbert	穗长/cm Ear length	每穗粒数 Grainnumber per ear	结实率/% Setting rate	千粒重/g 1000-grain weight	谷粒含水率/% Grain moisture content	产量/ (kg·hm ⁻²) Yield
W1	495 c	13.1 b	51 b	0.843 a	28.1 c	14 a	6030 b
W2	539 a	13.1 b	45 c	0.840 a	29.6 b	14 a	6345 b
W3	503 b	14.2 a	49 bc	0.843 a	28.7 bc	14 a	6150 b
CK	541 a	14.3 a	56 a	0.750 b	32.8 a	14 a	7500 a

表中同列数据中,不同字母的数据间达到 5%的显著差异水平。

In the same columnof the table,different lowercases mean significant difference at 0.05 level.

2.4 节水效应

2016 年度试验区降雨量充沛,5~8 月共降雨 602.5 mm,基本能满足直播稻生长需要,早直播喷灌、早直播控灌、早直播间歇灌在整个生育期分别灌水 450.0、750.0 和 1 050.0 m³·hm⁻²,移栽淹灌在整个生育期共灌水 4 725.0 m³·hm⁻²,乳熟

期、黄熟期停止灌水(见表 4)。早直播喷灌、早直播控灌、早直播间歇灌溉分别较移栽常规灌溉节水 90.5%、84.1%和 77.8%。各处理水分生产率可知(见表 4),各处理相比,W1>W2>W3>CK,早直播喷灌水稻的水分生产率最高为 13.4 kg·m⁻³,移栽淹灌最低为 1.6 kg·m⁻³。

表 4 2016 年度各处理生育期灌水量对比

Table 4 Comparision of irrigation water amount among different treatments in the growth period of 2016

处理 Treatments	灌水量/(m ³ ·hm ⁻²) Irrigation water amount						水分生产率/(kg·m ⁻³) Water productivity
	合计 Total	苗期 Seedling stage	返青期 Regreening stage	分蘖期 Tillering stage	拔孕期 Jointing-booting stage	抽穗开花期 Heading-flowering stage	
W1	450.0		-	450.0			13.4
W2	750.0		-	750.0			8.5
W3	1050.0		-	1050.0		0	5.9
CK	4725.0	-	1200.0	2775.0		750.0	1.6

2.5 经济效益分析

各处理的投入和产出见表 5,早直播喷灌、早直播控灌、早直播间歇灌、移栽常规灌溉的总投入分别为 11 445.0、9 945.0、9945.0 和 20 805.0 元·hm⁻²,

总产出分别为 17 607、17 766、17 220 和 22 500.0 元·hm⁻²。其中早直播控灌的纯效益最高为 7 821 元·hm⁻²,移栽常规灌溉的效益最低为 1 695 元·hm⁻²。

表 5 各处理投入与产出对比

Table 5 Comparision of input and output among treatments

投入与产出 Input and output		W1	W2	W3	CK
投入 Input	农业生产费/(元·hm ⁻²) Agricultural production costs	5445.0	5445.0	5445.0	16305.0
	喷灌机械费用/(元·hm ⁻²) Cost of sprinkling machine	1500.0	0	0	0
	土地承包费/(元·hm ⁻²) Land contract fee	4500.0	4500.0	4500.0	4500.0
	总投入/(元·hm ⁻²) Total input	11445.0	9945.0	9945.0	20805.0
产出 Output	单价/(元·kg ⁻¹) Unit price	2.9	2.8	2.8	3.0
	单产/(kg·hm ⁻²) Yield	6030.0	6345.0	6150.0	7500.0
	主产品收入/(元·hm ⁻²) Main income	17607	17766	17220	22500.0
	纯效益/(元·hm ⁻²) Pure benefit	6162	7821	7275	1695

3 结论与讨论

直播稻的株高在分蘖前期之前低于移栽稻,但在分蘖后期以后,直播稻株高都超过移栽稻,且旱直播喷灌水稻的株高呈现优势。

不同处理对水稻分蘖有较大影响。旱直播稻前期分蘖速度较移栽稻快,在 8 月中旬达到分蘖高峰期。旱直播喷灌、旱直播控制灌溉和旱直播间歇灌溉水稻最终形成平均每株分蘖 2.0 株、3.0 株和 2.5 株。移栽稻最后形成平均每株分蘖 2.3 株。有效分蘖率相比, W1>W2>W3=CK。分析原因是旱直播稻种植密度小,导致直播稻的光、温、通风条件较好,进而促进了稻苗的分蘖,且分蘖期对水分的适当控制可提高水稻有效分蘖率^[7]。

各处理产量比较, CK>W2>W3>W1。旱直播喷灌、旱直播控灌、旱直播间歇灌溉水稻产量分别比移栽常规灌溉低 19.6%、15.4% 和 18.0%。旱直播控灌水稻产量高于其它直播稻的原因是有效穗数和千粒重高。由于今年降雨量充沛,水稻整个生育期的降雨基本满足旱直播稻的生长需要,旱直播控制灌溉处理和旱直播间歇灌溉处理在产量上差异不显著。

2016 年度试验区旱直播喷灌、旱直播控灌、旱直播间歇灌在整个生育期分别灌水 450.0、750.0 和 1 050.0 m³·hm⁻²,移栽常规灌溉在整个生育期共灌水 4 725.0 m³·hm⁻²。旱直播喷灌、控灌、间歇灌溉分别较移栽常规灌溉节水 90.5%、84.1% 和 77.8%。各处理水分生产率相比, W1>W2>W3>CK,旱直播喷灌水稻的水分生

产率最高为 13.4 kg·m⁻³,移栽常规灌溉最低为 1.6 kg·m⁻³,直播稻节水效果明显。

旱直播喷灌、旱直播控灌、旱直播间歇灌和移栽常规灌溉的纯效益分别为 6 162、7 821、7 275 和 1 695 元·hm⁻²,旱直播控制灌溉的经济效益最高。旱直播喷灌、旱直播控灌、旱直播间歇灌溉水稻效益分别比移栽常规灌溉水稻经济效益提高 2.6 倍、3.6 倍和 3.3 倍。在保证产量稳定的前提下,直播稻的效益远远高于移栽稻,其节水、省工、增效效益明显^[10]。旱直播控制灌溉更有利于直播稻高产的形成。

参考文献:

[1] 郑天翔,唐湘如,罗锡文.不同灌溉方式对精量穴直播超级稻生产的影响[J].农业工程学报,2010,26(8):52-55.

[2] 赵理,王言玲,王新娟.不同播种方式对旱直播稻生长发育及产量的影响[J].山东农业科学,2016,48(10):58-61.

[3] 辛明金,任文涛,宋玉秋.旱直播对水稻生长及产量的影响[J].沈阳农业大学学报,2014,45(2):175-179.

[4] 王建飞.辽宁水稻机械旱直播高产栽培模式研究[D].沈阳:沈阳农业大学,2016.

[5] 许轲,唐磊,张洪程.不同机械直播方式对水稻分蘖特性及产量的影响[J].农业工程学报,2014,30(13):43-51.

[6] 徐家安,王健康,丁成伟.不同灌溉方式对徐淮稻区麦茬直播稻的影响[J].安徽农业科学,2015,43(26):33-35.

[7] 陈奇,唐翼骝,吴臻.两种不同肥水管理方式对直播稻产量的影响[J].上海农业科技,2016(4):90-91.

[8] 尹宇龙.寒地直播稻生长发育与产量特性形成[D].哈尔滨:东北农业大学,2015.

[9] 张喜娟,来永才,王俊河.黑龙江省直播稻的发展现状与对策[J].黑龙江农业科学,2015(8):142-144.

[10] 王贵龙.直播水稻的经济效益及关键栽培技术[J].安徽农学通报,2016,22(18):47-48.

高寒地区矿泉水稻试种栽培

陈木兰¹, 张显明², 郑红霞¹, 朝克图¹, 田淑华¹

(1. 兴安盟农业科学研究所, 内蒙古 乌兰浩特 137400; 2. 兴安盟农畜产品质量安全监督管理中心, 内蒙古 乌兰浩特 137400)

摘要:为调整阿尔山市种植业结构, 改造中低产田, 促进高寒水稻生产发展, 打造最北高寒矿泉水稻的生态农业, 提高种植业效益, 2016 年在内蒙古兴安盟阿尔山市明水河地区开展了高寒矿泉水稻种植试验。结果表明: 经过 1 a 的试验, 表现比较好的品种是黑粳 9 号, 平均估测产量为 $7\,455.60\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 第二是牡丹江 23-3, 平均估测产量为 $7\,139.10\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 第三是黑粳 10 号, 平均估测产量为 $6\,451.65\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。从田间表现来看, 黑粳 9 号、黑粳 10 号成熟度好于牡丹江 23-3。寒粳 1 号没有成熟, 建议继续试验种植。

关键词:高寒地区; 矿泉水稻; 试种栽培

中图分类号: S511 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2017)05-0026-05 DOI: 10.11942/j.issn1002-2767.2017.05.0026

明水河镇位于内蒙古兴安盟阿尔山市的最南端。地理坐标为 $N46^{\circ}39' \sim 46^{\circ}55'$, $E120^{\circ}43' \sim 121^{\circ}23'$, 属中低三高地貌, 海拔 $500 \sim 1\,600\text{ m}$, 河谷两侧海拔一般为 $500 \sim 900\text{ m}$ 。属于大陆性温带季风气候, 特殊的地理位置形成了得天独厚的

自然条件。境内拥有大小河流 10 多条, 水量充足; 水质良好无污染。土壤有灰色针叶森林土、棕色针叶森林沼泽土、草甸土, 土壤具有土体深厚、肥厚、养分含量高等特征。全年无霜期 90 d 左右, 年平均气温 $3.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的活动积温 $1\,900 \sim 2\,300\text{ }^{\circ}\text{C}$, 森林覆盖率 43%, 年降雨量 430 mm, 林区小气候特征十分明显, 由于特殊的地理位置及气候, 十分适宜种植小麦、大麦、油菜、马铃薯等作物。水稻的生育期仅为 105~120 d, 处于

收稿日期: 2017-03-12

第一作者简介: 陈木兰(1983-), 女, 辽宁省建平县人, 硕士, 助理研究员, 从事水稻栽培育种研究。E-mail: chenml184@163.com。

Effect of Different Irrigation Methods on Yield and Benefit of the Dry Direct-seeding Rice in Cold Region

LI Mei-juan¹, QIAO Dan², LI Tie-nan¹, ZHANG Xi-juan³

(1. Heilongjiang Province Hydraulic Research Institute, Harbin, Heilongjiang 150080; 2. Heilongjiang Province 859 Farm, Kiamusze, Heilongjiang 156326; 3. Crop Tillage and Cultivation Institution, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: In order to find out the comprehensive effect of different irrigation methods on dry direct-seeding rice, as to guide the production of dry direct-seeding rice, the field experiment has been carried out, effects of four irrigation methods on rice production were analyzed, including dry direct-seeding rice undersprinkler irrigation, control irrigation, intermittent irrigation and transplanting conventional irrigation. The results showed that comparison with the transplanting conventional irrigation, the dry direct-seeding rice undersprinkler irrigation, control irrigation and intermittent irrigations saved water by 90.5%, 84.1% and 77.8% respectively, decreased yield by 19.6%, 15.4% and 18.0%, increased economic benefit by 2.6 times, 3.6 times and 3.6 times. The yield of dry direct-seeding rice under control irrigation condition was higher than others, because the high effective tiller rate, high effective spike number and high 1000-grain weight, therefore, control irrigation was more advantageous to form high yield.

Keywords: cold region; dry direct-seeding rice; water saving irrigation; yield; benefits