

种植模式、插秧密度对辽西盐碱土壤水稻产量性状的影响

王昌华, 唐志强, 付亮, 张丽颖, 何娜, 马作斌, 高虹, 郑文静, 王辉*
(辽宁省水稻研究所, 沈阳 110101)

摘要:为研究种植模式、插秧密度对辽西盐碱土壤水稻产量性状的影响, 本文采用覆膜机插秧和常规机插秧两种种植模式、3种插秧密度进行试验。结果表明: 覆膜能促进水稻早生快发, 促进茎蘖增长, 覆膜机插秧水稻的穗粒数、结实率、千粒重、有效穗数等产量性状均有较大幅度提高, 从而促进水稻产量水平显著提升; 不同插秧密度间, 水稻产量及相关性状差异较大, 产量和有效穗数随插秧密度增大而提高, 表明在盐碱土壤适当提高插秧密度有利于产量性状优化及水稻产量提高。在辽西盐碱土壤, 覆膜机插秧种植水稻密度行距 30 cm 时, 株距以 10~16 cm 较为适宜。

关键词:覆膜机插秧; 插秧密度; 产量; 有效穗数

中图分类号: S511

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2022)01-0001-04

Effects of Planting Pattern and Transplanting Density on the Yield and Its Characters of Rice Planted in Saline Soil in Western Liaoning

WANG Changhua, TANG Zhiqiang, FU Liang, ZHANG Liying, HE Na, MA Zuobin, GAO Hong, ZHENG Wenjing, WANG Hui*

(Liaoning Rice Research Institute, Shenyang 110101, China)

Abstract: To study effects of the planting pattern and the planting density on the yield and its characters of rice planted in saline soil in Western Liaoning, in this paper, 3 transplanting densities with film-covering & transplanting by machine and transplanting by machine were tested. The results were as follows. The rice could grow earlier and faster in film-covering field than in bare field. With grain number per panicle, setting rate, 1,000-grain weight and the number of effective panicle being higher, film-covering rice had higher yield. Rice yield and its characters were significantly different between 3 transplanting densities, further, the yield and effective panicle number would increase with the transplanting density getting larger. As a conclusion, the proper larger transplanting density can promote the rice yield in saline soil, & the better density of rice planted in film-covering saline soil in Western Liaoning is the planting-space 10-16 cm with row space 30 cm.

Key words: Transplanting with film mulching machine; Transplanting density; Yield; Effective panicle number

水稻单位面积产量是由有效穗数、实粒数和千粒重决定的。单位面积穗数、每穗粒数、结实率和千粒重等产量因素之间都存在着对立统一的关系, 在密度合理的条件下, 这些因素相互协调, 反之则处于相互制约状态。有效穗率与产量有显著或极显著正相关的趋势, 从群体结构来看, 移栽密度对单位面积的有效穗数影响较大,

一般表现为移栽密度下降, 有效穗数减少。不同的插秧密度对单位面积穗数有极显著的影响, 进而对水稻产量有极显著的影响。机械插秧密度决定基本苗, 进而影响分蘖、生长发育、有效穗数和产量^[1-4]。插秧密度还与种植区域、种植方式、施肥量、土壤肥力、秧苗素质、插秧早晚等有关, 所以在确定具体田块插秧密度应考虑综合因素^[5]。

在北方, 水稻覆膜栽培技术解决了寒地水稻产量及其稳定性受春季低温影响的问题。水田覆膜装置与大部分品牌的高速插秧机配套使用, 能够一次完成水田的覆膜、插秧工作, 加之生物降解地膜可以在稻田完全降解, 不会对稻田土壤生态造成不利的影

收稿日期: 2020-04-17

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFD0300304); 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-01-50)

作者简介: 王昌华(1971-), 男, 研究员, 博士, 从事水稻新品种选育与应用研究。

通讯作者: 王辉, 男, 博士, 研究员, E-mail: daozuosuowh@126.com

促进北方寒地水稻的可持续生产^[6-9]。

本文就辽西苏打盐碱地区覆膜机械插秧与常规机械插秧两种种植方式下,插秧密度对水稻产量及相关性状的影响加以分析,以期当地水稻生产提供依据。

1 材料与试验方法

1.1 材料与试验地点

试验于2019年在辽宁省彰武县前福兴地镇农垦850农场水稻种植基地进行。试验地土壤质地为沙壤盐碱土,土壤有机质含量3.05 g/kg,水解性氮(N)含量30 mg/kg,全氮含量0.02%,有效磷(P_2O_5)含量24.5 mg/kg,全磷含量0.035%,有效钾(K_2O)含量45 mg/kg,全钾含量2.97%,pH值为8.0。彰武县地处辽宁省西北部,气候类型属北温带大陆性季风气候,四季分明,雨热同季,年平均气温为7.5℃,夏季平均气温为22.8℃,昼夜温差大,光照充足,春季多风沙,年平均降水量为509 mm,为半干旱、半湿润气候区^[10],水稻种植多以中早熟品种为主。本试验所用品种为优质早熟品种稻花香(五优稻4号)。

1.2 试验设计

设覆膜机插秧和常规机插秧两种种植模式,覆膜机插秧用久保田插秧机加挂覆膜机具,一次性完成覆膜插秧,一次插秧6行,地膜采用可降解膜,在水稻成熟时基本降解完毕;常规机插秧模式采用同一台插秧机不放置地膜完成。每种种植模式设3种栽植密度,行株距为30 cm×10 cm、30 cm×16 cm、30 cm×22 cm(表1)。采用大区试验,每区面积为666.7 m²。试验于4月20日育苗,5月28日插秧,田间管理按当地生产习惯进行。

表1 试验各因素及水平

种植方式(A)	插秧密度(B)
A ₁ :常规机插秧	B ₁ :30 cm×10 cm
	B ₂ :30 cm×16 cm
	B ₃ :30 cm×22 cm
A ₂ :覆膜机插秧	B ₁ :30 cm×10 cm
	B ₂ :30 cm×16 cm
	B ₃ :30 cm×22 cm

1.3 调查项目与数据分析

返青后,每区固定3点,每点固定连续10穴,每隔7天测定茎蘖数、株高等。成熟期对各区测产。各区取10穴用于考种,考察穗数、每穗粒数、结实率和千粒重。数据分析用Excel等软件进行。

2 结果与分析

2.1 水稻生长动态分析

2.1.1 茎蘖增长动态

图1表明,3种插秧密度下水稻茎蘖增长态势均是覆膜机插秧比常规机插秧快,表明覆膜有促进水稻早生快发作用。常规机插秧和覆膜机插秧两种种植模式下,水稻茎蘖增长态势不同密度均表现为30 cm×10 cm>30 cm×16 cm>30 cm×22 cm,即插秧密度越大,水稻茎蘖增长越快。

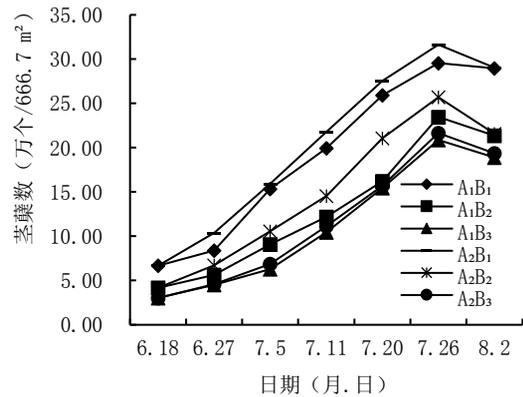


图1 各处理及水平下水稻茎蘖增长动态

2.1.2 株高生长动态

从图2可以看出,3种插秧密度下株高均表现为覆膜机插秧比常规机插秧增长快。表明覆膜有利于水稻株高增长。常规机插秧和覆膜机插秧两种种植模式下,水稻株高增长态势不同密度均表现为相似的增长态势,即水稻株高增长动态受插秧密度影响较小。

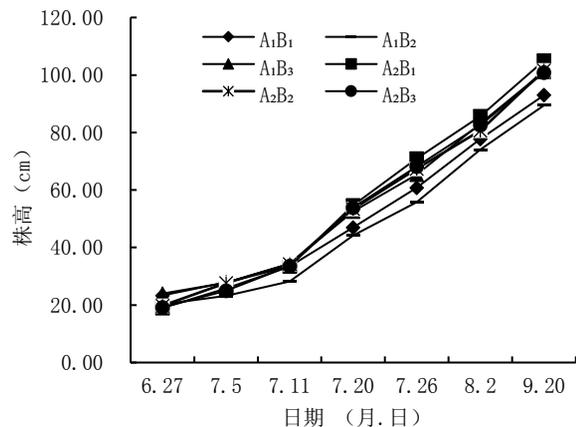


图2 各处理及水平下水稻株高增长动态

2.2 产量及产量性状

2.2.1 相关分析

对两种种植模式下水稻产量及产量性状进

行相关分析,结果见表2。由表2可知,覆膜机插秧产量与666.7 m²穴数、666.7 m²穗数呈极显著正相关,与穴穗数呈极显著负相关;常规机插

秧水稻产量与666.7 m²穗数呈极显著正相关。说明两种种植模式下水稻产量均受穗数的影响较大。

表2 水稻产量及其产量性状相关分析

	穗粒数	结实率	千粒重	666.7 m ² 穴数	穴穗数	666.7 m ² 穗数	产量
穗粒数		0.168 6	-0.409 3	-0.507 9	0.420 4	-0.364 4	0.179 5
结实率	-0.409 5		-0.048 6	0.328 9	-0.494 4	-0.026 1	0.341 1
千粒重	-0.377 7	0.163 4		0.504 8	-0.340 3	0.521 8	0.387 0
666.7 m ² 穴数	-0.097 3	-0.336 9	0.036 4		-0.745 5*	0.725 6*	0.577 7
穴穗数	-0.144 8	0.395 1	-0.165 4	-0.904 4**		-0.114 5	-0.073 1
666.7 m ² 穗数	-0.258 7	-0.270 0	0.065 8	0.964 2**	-0.772 6**		0.805 8**
产量	0.286 6	-0.232 3	0.007 2	0.851 9**	-0.834 9**	0.794 7**	

注:左下方为覆膜机插秧种植,右上方为传统机插秧种植。*表示差异显著($P<0.05$),**表示差异极显著($P<0.01$),下同

2.2.2 两种种植模式下不同密度水稻产量及相关性状方差分析

覆膜机插秧和常规机插秧两种种植模式间水稻产量差异达极显著水平,穗粒数和结实率差异

达显著水平;不同插秧密度间水稻产量和千粒重差异达显著水平,666.7 m²穗数和穴穗数差异达极显著水平(表3)。说明覆膜与否、插秧密度均对水稻产量及产量构成因素有较大影响。

表3 水稻产量及相关性状方差分析

变异来源	自由度	产量		穗粒数		结实率	
		均方值	F值	均方值	F值	均方值	F值
区组间	2	1 314.19		111.43		86.89	
A:种植方式	1	60 828.44	11.20**	1 663.06	6.66*	247.41	7.42*
B:密度	2	33 774.54	6.22*	201.17	0.81	1.48	0.04
A x B(互作)	2	2 936.07	0.54	134.23	0.54	34.39	1.03
试验误差	10	5 429.04		249.75		33.35	
总和	17	11 245.20		297.31		48.62	

变异来源	自由度	千粒重		666.7 m ² 穗数		穴穗数	
		均方值	F值	均方值	F值	均方值	F值
区组间	2	0.01		10.04		2.12	
A:种植方式	1	0.15	0.26	0.01	0.00	0.04	0.01
B:密度	2	2.70	4.61*	159.86	12.60**	52.51	14.77**
A x B(互作)	2	1.23	2.10	0.20	0.02	0.17	0.05
试验误差	10	0.58		12.69		3.55	
总和	17	0.82		27.48		8.54	

2.2.3 水稻产量及相关性状比较

由表4可知,与常规机插秧相比,覆膜机插秧水稻产量显著提高,除千粒重外,水稻的穗粒数、结实率、666.7 m²穗数、穴穗数等产量性状均有较大的提高。就产量性状看,产量、666.7 m²穗数和穴穗数均表现为30 cm×10 cm>30 cm×16 cm>30 cm×22 cm,即随插秧密度增大而提高,均达到显著或极显著水平。其中,产量最高的是A₂B₁处理,比其他各处理增产27.6%以上,其次为A₂B₂、A₁B₁处理,产量也相对较高。表明覆膜机插并适当提高插

秧密度有利于产量性状优化及水稻产量提高。

3 结论与讨论

盐碱地制约水稻产量的因素很多,前期抑制幼苗生长,导致有效分蘖数少,单位面积穗数不足,有效穗数低、穗粒数少是制约松嫩平原西部苏打盐碱稻区水稻产量的主要因素,不同栽培模式中有效穗数和每穗粒数与产量关系最为密切^[11]。盐碱环境降低了有效穗数和每穗颖花数^[12],盐碱胁迫推迟了一次分蘖的时间,降低了水

表4 种植方式与插秧密度互作水稻产量及产量性状

	产量(kg/666.7 m ²)	穗粒数	结实率(%)	千粒重(g)	666.7 m ² 穗数(万穗)	穴穗数
A ₁ B ₁	419.93ABabc	76	77.7ab	24.77ab	28.96Aa	13.0Be
A ₁ B ₂	297.89Bc	76	75.6ab	24.48abc	21.34ABb	15.4ABbc
A ₁ B ₃	312.80Bcc	94	72.0b	23.78bc	19.36Bb	19.2Aa
A ₂ B ₁	553.93Aa	99	80.7ab	23.85bc	29.04Aa	13.1Be
A ₂ B ₂	446.77ABab	102	82.4ab	25.30a	21.58ABb	15.5ABbc
A ₂ B ₃	378.71ABbc	102	84.5a	23.33c	18.89Bb	18.7Aab

注:同列不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

稻分蘖数和有效分蘖数约50%^[13]。本研究表明,覆膜能促进水稻早生快发,促进茎蘖增长,与传统机插秧相比,覆膜插秧水稻的穗粒数、结实率、千粒重、有效穗数等产量性状均有较大提高,从而促进水稻产量水平显著提升。水稻覆膜栽培体系的分蘖数、干物质积累量和产量显著高于常规栽培体系的分蘖数、干物质积累量和产量^[14]。

不同插秧密度间水稻产量和千粒重差异达显著水平,666.7 m²穗数和穴穗数差异达极显著水平,就产量性状看,产量、666.7 m²穗数和穴穗数均表现为30 cm×10 cm>30 cm×16 cm>30 cm×22 cm,即随插秧密度增大而提高,均达到显著或极显著水平,表明适当提高插秧密度有利于产量性状及水稻产量提高。单位面积有效穗数随种植密度的增加而增加;每穗粒数随种植密度的增加而逐渐减少;单位面积颖花量随种植密度的增加呈明显的先增加后减少的趋势^[15]。盐碱地条件下可以通过提高移栽密度、适度增加肥料特别是氮肥的施用量和优化肥料配比等栽培措施提高水稻产量。但在近年的生产中存在若干薄弱环节,主要表现在由于行距固定在30 cm,株距大于12 cm,往往因密度不足造成群体过小,有效穗偏少而影响产量^[16]。

不同插秧密度对每穴穗数和每穗粒数的影响相对较大。合理的插秧密度可以作为寒地粳稻高产的有效栽培措施,在黑龙江省第一积温带地区,松粳6号和超级稻松粳9号的最适插秧行株距为30 cm×13.3 cm和30 cm×16.7 cm,30 cm×13 cm是适合黑龙江省第二积温带的插秧密度^[17-18]。研究结果表明,水稻不同插秧密度对产量有一定影响,其中以30 cm×13.2 cm的插秧密度产量最高,随着穴距的加大,产量逐渐下降,穴距超过20 cm,减产幅度大^[19]。也有研究认为,通过提高单位面积插秧穴数,降低单穴分蘖数量,在保证单位面积穗数的前提下,提高主穗比例,有利于提高饱满粒率和稻米品质^[20],适当的行株距配置使水稻叶龄

进程加快,有利于促进水稻生育进程和籽粒充实;行株距配置对水稻穗部性状存在一定影响,适当的行株距配置对改善水稻穗部性状具有一定优势^[21-22]。

盐碱地水稻种植既要充分发挥覆膜栽培节水、抑盐的作用,也要全面考虑覆膜后合理移栽密度和肥料的有效供应,才能真正实现水稻高产^[23]。研究表明,水稻覆膜栽培密度为18万穴/hm²时产量最高,达10 064.85 kg/hm²,常规栽培(CK)密度为16.5万穴/hm²时产量最低,为6 685.65 kg/hm²,在册亨县覆膜栽培密度以18.0万穴/hm²和19.5万穴/hm²最佳^[24]。本研究结果表明,在辽西盐碱土壤,覆膜机插秧种植水稻密度行距30 cm时,株距以10~16 cm较为适宜。

参考文献:

- [1] 魏才强.寒地水稻有效穗率与产量的关系探讨[J].中国稻米,2017,23(5):42-45.
- [2] 王记安,谢春甫,刘长兵,等.机械插秧密度对水稻广两优5号生长及产量的影响[J].湖北农业科学,2014,53(14):3236-3238.
- [3] 田先雷,卿勤.不同插秧密度对水稻产量构成的影响[J].黑龙江生态工程职业学院学报,2008(3):48-49.
- [4] 王丽萍,解保胜,顾春梅,等.不同施氮量与插秧密度对寒地水稻生长发育及稻米品质的影响[J].黑龙江农业科学,2019(7):46-52.
- [5] 杨春刚,王金明,邱志刚,等.氮肥用量和栽插密度对吉粳513产量及品质的影响[J].东北农业科学,2017,42(2):8-11.
- [6] 邢春秋,冯天佑,邵铭泉,等.寒地有机水稻覆膜机插栽培技术试验与评价[J].中国农机化学报,2019(6):39-42.
- [7] 吴家安,许春林.水稻覆膜插秧及配套机具技术展望[J].农机使用与维修,2018(1):37-38.
- [8] 胡国辉,朱德峰,徐一成,等.水稻覆膜栽培研究进展[J].中国农业科技导报,2019(6):163-170.
- [9] 牟雪雷,于磊,韩休海,等.有机水稻覆膜插秧技术研究[J].农业科技与装备,2015(6):67-68.
- [10] 张建国,孙宝利,舒海燕.辽宁省彰武县1953-2010年气候变化特征分析[J].干旱区资源与环境,2012,26(8):148-152.

(下转第10页)

的磷肥会导致产量下降,适宜的施磷量应根据土壤基础供磷能力调整,在土壤速效磷含量丰富的地块应适当降低施磷量。根据水稻产量(Y)与施磷量(X)拟合,在滨海稻区土壤速效磷含量(21.68 mg/kg)较丰的西安试验点,适宜的施磷量为78.75~111.47 kg/hm²;在速效磷缺乏(9.32 mg/kg)的新建试验点,适宜的施磷量是105~120.80 kg/hm²。产量构成因素中颖花数贡献最大,合理施磷应通过攻取大穗,确保群体颖花数高,促进库容充实,从而获得高产,与郭鑫年^[11]、侯云鹏^[12]、邓九胜^[13]等研究结果一致。

本试验是在滨海盐碱稻区进行的,合理施磷对盐碱胁迫下水稻的生长发育及产量起到一定的促进作用,过量施用磷肥并不能有效增产,甚至影响产量的形成^[14-15]。今后应对耕地盐碱化程度进行分级,加强对不同盐碱胁迫下水稻最佳施磷量的研究。

参考文献:

- [1] 马震. 磷肥不同施用量对龟裂碱土种植水稻产量的影响试验[J]. 南方农业, 2014, 8(36): 32-34.
- [2] 王苏影, 潘晓华, 吴建富, 等. 施磷量对双季早、晚稻产量及稻米品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2011(2): 39-43.
- [3] 刘海涛, 童良军, 赵立琴, 等. 寒地水稻磷素适宜施用量的研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2011(4): 15-19.
- [4] 李珣, 付立东, 齐春华. 氮磷钾不同施入量对水稻产量的影响[J]. 北方水稻, 2010(4): 19-21, 24.
- [5] 付立东, 王宇, 李旭, 等. 磷肥不同施用量对水稻产量及磷肥利用率的影响[J]. 北方水稻, 2011(4): 20-24.
- [6] 李文西, 张月平, 毛伟, 等. 水稻磷肥施用效果、经济效益及推荐用量[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(10): 61-63.
- [7] 郭朝晖, 李合松, 张杨珠, 等. 磷素水平对杂交水稻生长发育和磷素运移的影响[J]. 中国水稻科学, 2002, 16(2): 151-156.
- [8] 戴高兴, 邓国富, 周萌. 水稻低磷胁迫研究进展[J]. 广西农业科学, 2006, 37(6): 671-674.
- [9] 丁效东, 张士荣, 娄金华, 等. 有机肥与磷肥配施对滨海盐渍化土壤磷素淋洗风险的影响[J]. 生态环境学报, 2016, 25(7): 1169-1173.
- [10] 龚金龙, 张洪程, 李杰, 等. 施磷量对超级稻南粳44产量和品质的影响[J]. 中国水稻科学, 2011, 25(4): 447-451.
- [11] 郭鑫年, 孙娇, 梁锦绣, 等. 栽培方式与施磷量对水稻养分累积、分配及磷素平衡的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2017(4): 104-111.
- [12] 侯云鹏, 杨建, 孔丽丽, 等. 施磷对苏打盐碱土区水稻养分吸收、转运及分配的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2017, 39(1): 60-66.
- [13] 邓九胜, 张玮, 荣松, 等. 基于土壤有效磷水稻磷肥施用推荐体系的探讨[J]. 西北农业学报, 2011, 20(2): 81-84.
- [14] 侯立刚, 马巍, 齐春艳, 等. 磷对移栽期低温影响水稻生长发育及产量的调节效应[J]. 沈阳农业大学学报, 2012, 43(6): 731-735.
- [15] 田志杰. 盐碱胁迫下水稻磷素吸收利用转运特征的研究[D]. 长春: 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 2017.
- (责任编辑: 刘洪霞)
-
- (上接第4页)
- [11] 刘晓亮, 侯立刚, 齐春艳, 等. 苏打盐碱水田不同肥水耦合模式对“吉粳511”产量及其构成因素的影响[J]. 中国农学通报, 2017, 33(12): 7-11.
- [12] 周婵婵, 王术, 黄元财, 等. 不同水稻品种产量和品质对盐碱胁迫的响应[J]. 种子, 2017(11): 32-36.
- [13] 孙彤, 杜震宇, 张瑞珍, 等. 松嫩平原盐碱土盐碱胁迫对水稻分蘖及产量的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2006, 28(6): 597-600.
- [14] 王海鹏, 梁伟伶. 寒地覆膜水稻栽培技术初探[J]. 北方水稻, 2017(5): 28-30.
- [15] 马卉, 徐红, 殷育峰, 等. 机插秧不同株行距配置生产力对比试验简报[J]. 上海农业科技, 2014(5): 45.
- [16] 张耀明, 刘建民, 吴德明, 等. “保龙34”机插秧不同基本苗、不同密度对产量及其构成因素的影响[J]. 上海农业科技, 2009(4): 52-53.
- [17] 高扬, 刘化龙, 杨亮, 等. 插秧密度对寒地粳稻的产量及产量构成因素的影响[J]. 作物杂志, 2009(6): 64-68.
- [18] 王麒, 张小明, 卞景阳, 等. 不同插秧密度对黑龙江省第二积温带水稻产量及产量构成的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(5): 60-61.
- [19] 于佩锋, 路敬文, 年月, 等. 水稻不同插秧密度对产量及精米率的影响[J]. 北方水稻, 2014, 44(4): 41-43.
- [20] 侯文平, 王成媛, 张文香, 等. 栽培方式对有机栽培水稻产量与品质的影响[J]. 东北农业科学, 2020, 45(1): 1-7.
- [21] 金峰, 王帅, 邵玺文, 等. 株行距配置对吉林省水稻产量及群体微气象因子的影响[J]. 东北农业科学, 2017, 42(5): 6-14.
- [22] 金峰, 邵玺文, 李彦利, 等. 株行距配置对吉林省水稻生长发育动态及物质生产的影响[J]. 东北农业科学, 2016, 41(5): 17-23.
- [23] 黄立华, 梁正伟, 王明明, 等. 覆膜栽培对盐碱地水稻生长的影响及节水潜力初探[J]. 华北农学报, 2012, 27(S1): 106-110.
- [24] 李斌. 册亨县水稻覆膜密度试验研究[J]. 现代农业科技, 2014(8): 34.
- (责任编辑: 刘洪霞)