

种植密度对水稻湿润覆膜栽培群体结构及产量的影响

孙日丹¹, 孙海波², 赵鑫¹, 贾立辉¹, 丁博¹, 李善龙¹, 李涛¹, 曹铁华¹, 郭盛楠³, 张磊^{1*}, 梁烜赫^{1*}

(1. 吉林省农业科学院, 长春 130033; 2. 大安市烟草专卖局, 吉林 白城 131300; 3. 吉林市种子管理站, 吉林 吉林 132013)

摘要:以吉林省大面积种植的水稻品种“吉宏6”为材料, 研究湿润覆膜条件下不同种植密度对水稻群体结构及产量的影响。结果表明, 覆膜能够显著提高水稻生育期内的有效积温, 促进水稻早生快发。5个密度处理中, 株行距为30 cm×13.33 cm(T₁)、30 cm×16.67 cm(T₂)、30 cm×20.00 cm(T₃)3个处理的产量超过了500 kg/667 m², T₁处理的产量最高, 达到592.09 kg/667 m²。T₁、T₂、T₃处理的叶面积指数大, 干物质积累多, 单位面积有效穗数多, 产量高; T₃处理的单穴分蘖数多, 但单位面积有效分蘖数少, 产量低。以获得较高的产量为前提, 综合分蘖优势、群体结构、倒伏现象, 水稻湿润覆膜条件下的适宜插秧密度为(30 cm×16.67 cm)~(30 cm×20.00 cm)。

关键词:水稻; 种植密度; 湿润覆膜; 群体结构; 产量; 影响

中图分类号: S511.04

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2024)04-0001-04

Effect of Planting Density on Population Structure and Yield of Rice under Wet Film Mulching

SUN Ridan¹, SUN Haibo², ZHAO Xin¹, JIA Lihui¹, DING Bo¹, LI Shanlong¹, LI Tao¹, CAO Tiejia¹, GUO Shengnan³, ZHANG Lei^{1*}, LIANG Xuanhe^{1*}

(1. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033; 2. Da'an Tobacco Monopoly, Baicheng 131300; 3. Jilin Seed Management Station, Jilin 132013, China)

Abstract: Effects of different planting densities on population structure and yield were studied under the condition of moist film mulching using Jihong 6, a large-scale rice variety planted in Jilin Province. The results showed that plastic film mulching could increase the effective accumulated temperature during the rice growth period significantly and promote the early growth and rapid development of rice. Among the 5 density treatments, the yield of 3 treatments with row spacing of 30 cm×13.33 cm (T₁), 30 cm×16.67 cm (T₂), 30 cm×20.00 cm (T₃) exceeded 500 kg/667 m², and the yield of T₁ was the highest, reaching 592.09 kg/667 m². T₁, T₂ and T₃ had larger LAI, more dry matter accumulation, more effective panicles per unit area, and also reached high yield. T₃ treatment had more tillers per hole, but less effective tillers per unit area and low yield. The results showed that, on the premise of obtaining higher yield, population structure and lodging phenomenon, the optimum transplanting density of rice under the condition of wet film mulching is (30 cm×16.67 cm) – (30 cm×20.00 cm).

Key words: Rice; Planting Density; Wet Film Mulching; Population Structure; Yield; Effect

我国水稻种植面积约占粮食总种植面积的

28%, 耗水量却占全国总用水量的54%左右, 占农业总用水量65%以上^[1]。水稻覆膜栽培具有节水、增温、抑制杂草生长、减少病虫害发生等作用^[2-5]。与常规种植相比, 具有显著的增产潜力。在气温和土壤温度较低的地区, 这种优势尤其明显。近几年, 机插覆膜种植机具逐渐成为水稻绿色生态生产的有效途径。机插密度影响水稻群体结构、产量形成和稻米品质, 因此, 合理的种植密度是高产优质栽培的基本因素^[6-7]。本研究以吉

收稿日期: 2023-09-28

基金项目: 吉林省科技厅重大科技专项(20230302008NC); 吉林省科技发展计划项目(20230508103RC); 吉林省农业科技创新工程人才基金项目(CXGC2020RCG001)

作者简介: 孙日丹(1997-), 女, 研究实习员, 从事农艺与种业方面的研究。

通信作者: 张磊, 男, 副研究员, E-mail: cczl19860327@163.com
梁烜赫, 女, 研究员, E-mail: liangxuanhe_2004@163.com

林省大面积种植的水稻品种“吉宏6”为试验材料,在湿润覆膜条件下进行不同移栽密度处理,测定不同密度下的生长和产量指标,探讨湿润覆膜条件下,种植密度对群体结构和产量的影响,以期水稻覆膜移栽提供技术参考。

1 材料与方 法

1.1 试验地基本概况

试验于2022~2023年连续两年在吉林省磐石市拐子炕村(42°59' N, 125°57' E)进行。年平均气温4.6℃,积温2 700~2 850℃·d,年平均降雨量699.6 mm,年平均无霜期125 d。试验地地势平整,排灌方便。供试土壤pH 6.07、碱解氮含量157.66 mg/kg、有效磷含量41.32 mg/kg、速效钾含量99.73 mg/kg、有机质含量6.15%。

1.2 试验材料

水稻品种“吉宏6”由吉林市宏业种子有限公司提供,为中晚熟偏早品种。生育期138 d,需 ≥ 10 ℃积温2 800℃·d左右,是吉林省主栽水稻品种。

1.3 试验设计

2022年4月18日播种,5月23日移栽;2023年4月16日播种,5月22日移栽。插秧前将试验区整理成畦,施肥量为N 120 kg/hm²,P₂O₅ 80 kg/hm²,K₂O 80 kg/hm²,所有肥料在整地打浆时一次性施入,整个生育期不再施肥。插秧密度设5个水平,分别为30 cm×13.33 cm(T₁)、30 cm×16.67 cm(T₂)、30 cm×20.00 cm(T₃)、30 cm×23.33 cm(T₄)、30 cm×26.67 cm(T₅),每穴3~5株,水稻插秧覆膜机将覆膜、打孔、插秧一次完成。全生育期除晒田需要外,采取湿润管理(即沟内有水,畦面不上水)。水稻生长期间的病虫害防治同一般生产田。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 地温测定

在水稻覆膜种植和不覆膜种植田块的5 cm、15 cm土壤深度处,利用ZDR-41温度记录仪监测插秧后到收获前的土壤温度,每隔2 h记录一次温度。

1.4.2 水稻分蘖数调查

插秧后每15 d调查1次水稻分蘖数。

1.4.3 水稻叶面积指数

从分蘖中期开始,每15 d按各小区的平均茎蘖数取代表性植株5穴,采用长宽法测量水稻叶面积。计算公式为:

$$\text{叶面积} = \text{长} \times \text{宽} \times 0.75$$

$$\text{单位土地面积内的水稻叶面积} = \text{单位土地面}$$

积内的水稻穴数×每穴水稻的总叶面积

叶面积指数=单位土地面积内的水稻叶面积/土地面积

1.4.4 水稻地上部干物质积累量

从水稻分蘖期开始,每隔15 d每个处理取有代表性水稻植株5穴,除去根部,于105℃杀青30 min后,75℃烘干至恒重,称重,并计算地上部干物质积累量。

1.4.5 产量与产量构成因素

成熟期每小区收获1 m²面积的长势均匀的水稻植株,风干后脱粒测定水稻的实际产量。再从每个处理中选取具有代表性的植株5穴,风干后进行室内脱粒考种,调查每穴的有效穗数、穗粒数、千粒重。

1.5 数据处理与分析

利用Excel 2007进行绘图,采用PASW Statistics 8.0对数据进行统计分析,利用LSD法进行处理间多重比较($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 覆膜对水稻生育期内日平均地温的影响

图1为6月8日~7月31日,水稻分蘖期内覆膜与不覆膜种植条件下,地表以下5 cm和15 cm处的日平均地温。从图1可以看出,覆膜对水稻田5 cm和15 cm处土壤都有增温作用。水稻的整个分蘖期内,地膜覆盖的日平均地温显著高于不覆膜,尤其是地表下5 cm处的地温显著高于不覆膜。整个分蘖期内,覆膜水稻的日平均地温比不覆膜高出1.57℃。

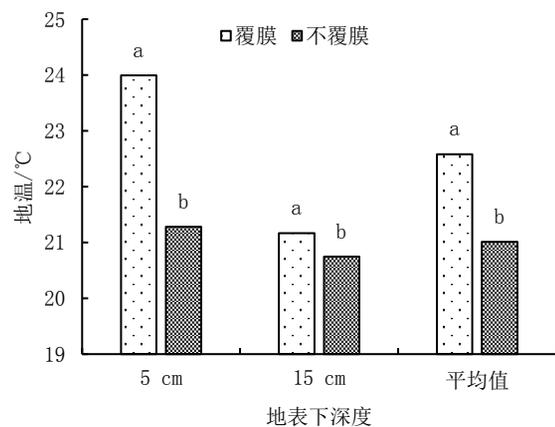


图1 覆膜与裸地条件下水稻田日平均地温比较

2.2 密度对覆膜水稻分蘖数的影响

由图2可知,随着移栽密度增加,单穴的分蘖数减少。各处理的分蘖数,在7月9日左右达到最大值。在达到最高分蘖数之前,T₅处理的分蘖

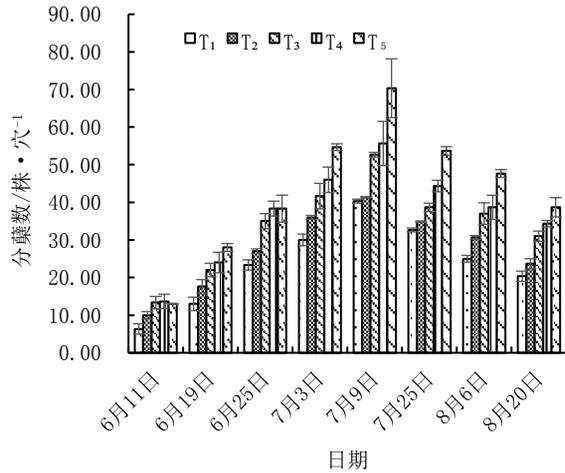


图2 不同移栽密度对水稻分蘖数的影响

数增加明显,上升速度快。分蘖盛期后,各处理分蘖数降低,形成有效分蘖。低密度处理T₅的单穴有效分蘖数最多,高密度处理T₁的单穴有效分蘖数最少。

2.3 密度对覆膜水稻叶面积指数的影响

由图3可知,水稻群体的叶面积指数随生育期的推进呈先升高后降低的趋势。前期,叶面积增加较快,7月25日后,由于无效分蘖的死亡,叶面积指数开始下降。在水稻孕穗后期,叶面积指数达最大值。T₁、T₂处理的叶面积指数最大。

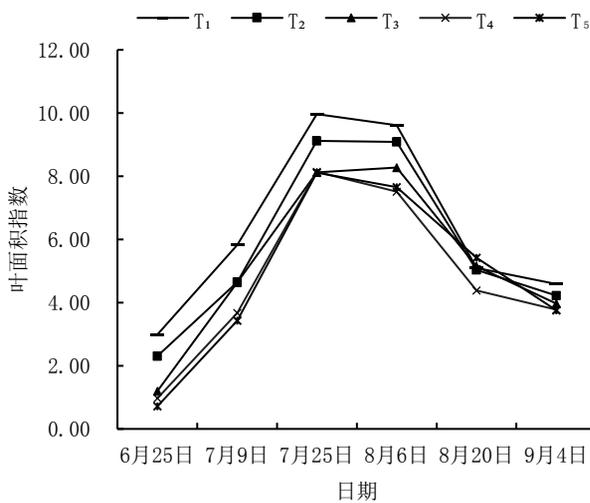


图3 不同移栽密度对水稻叶面积指数的影响

2.4 密度对覆膜水稻单位面积干物质积累量的影响

由图4可知,随着生育进程的推进,水稻地上部干物质积累量呈逐渐增加的趋势。不同密度处理间干物质积累量随密度的增加而增加。说明密度加大能有效提高水稻单位面积地上部生物量。

2.5 密度对覆膜水稻产量及产量构成因素的影响

由表1可以看出,覆膜条件下的5个密度处理

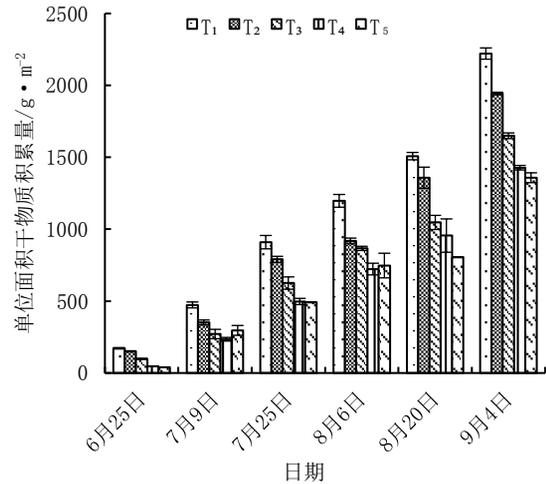


图4 不同移栽密度对水稻单位面积干物质积累量的影响

表1 覆膜条件下不同密度水稻产量及产量构成因素

处理	有效穗数 /穗·m ⁻²	每穴总粒数 /粒·穴 ⁻¹	千粒重 /g	产量 /kg·667 m ⁻²
T ₁	544.04a	1 855.78b	18.78b	592.09a
T ₂	505.51b	2 038.33ab	20.00ab	548.43ab
T ₃	487.39c	2 276.00ab	21.33ab	524.48b
T ₄	379.60cd	2 100.00ab	22.67a	448.69c
T ₅	362.67cd	2 332.33a	20.00ab	387.34d

注:数据为2022-2023年综合分析结果,小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)

中,T₁、T₂、T₃处理的产量超过500 kg/667 m²,3个处理的产量显著高于T₄、T₅处理。T₁处理与T₂处理,T₂处理与T₃处理的产量差异不显著。5个处理中,T₁处理的产量最高,达到592.09 kg/667 m²,各处理的产量顺序为:T₁>T₂>T₃>T₄>T₅。

在有效穗数方面,T₅处理的单位面积有效穗数最少,T₁处理的有效穗数最多,单位面积有效穗数随着密度的增加而增加;T₁处理的每穴总粒数最少,T₅处理的每穴总粒数最多;除T₅处理外,其余几个处理的千粒重随着移栽密度的减少而递增,T₁处理的千粒重最小。

3 讨论与结论

地膜覆盖可以改变植物生长的环境条件,尤其是土壤温度。覆膜在一定程度上隔离了土壤与外部的水分和热量交换,从而提高了土壤温度^[8]。韩淑艳等^[9]研究表明,地膜覆盖栽培的直观效应是增加土壤温度。地膜覆盖可以提高0~10 cm深

度的土壤温度,满足作物生长发育所需。大量研究表明,水稻生长前期覆膜增温效应明显,能促进水稻腋芽的萌发并较早形成分蘖,单株分蘖速度和数量都远远高于常规淹水种植^[10-11]。本研究中,地膜覆盖显著提高了地表以下15 cm内土层的温度,覆膜水稻的日平均地温比不覆膜高出1.57℃,促进了水稻生长初期早生快发。

种植密度与单位面积有效分蘖数密切相关。一定密度范围内,单位面积茎蘖数与种植密度呈正相关^[12]。研究表明,高密度处理下个体分蘖力明显受到抑制;稀植栽培分蘖迅速,单株分蘖超过高密度栽培的分蘖数,但由于覆膜稻田前期分蘖快,过早荫蔽以及没有“烤田效应”,导致无效分蘖过多,有效分蘖占分蘖总数的比例下降,不利于水稻稻穗的形成,并且分蘖有效期及高峰期后延^[13-14]。低种植密度下水稻植株分蘖能力增强,成穗率上升,但单位面积有效穗数变少。高种植密度下水稻分蘖能力降低,成穗率降低。移栽期至齐穗期,高种植密度能够提高单位面积最大茎蘖数,但无效分蘖较多,群体内竞争加剧,限制了有效分蘖的生长^[15]。本研究结果表明,在水稻分蘖期,高密度处理的单穴水稻分蘖数低于低密度处理的水稻分蘖数;在水稻成熟期,高密度处理的单位面积有效分蘖数高于低密度处理,这与前人的研究结果相一致。

栽培密度较小时,可以减少单个植株间光合养分的竞争,提高单株植株的分蘖能力,减少无效分蘖的发生,提高水稻在生育后期的成穗率;随栽培密度的增大,虽然降低了水稻个体的分蘖数,但却提高了水稻的群体茎蘖数^[16-17]。因此,适宜的栽培密度,既能保证植株个体对养分的吸收,充分展示出个体的分蘖能力,又能构建正常的群体结构,使植株个体和群体之间的生长协调统一,促进植株整体干物质的生产,进而增加水稻的产量^[18-19]。本研究中,覆膜条件下,两年的水稻平均产量随着种植密度的增加而增加,较高产量出现在T₁、T₂、T₃处理。但随着密度的增加,水稻的茎秆壁变薄,纤维素和木质素含量降低,充实度变差^[20],存在大面积倒伏的风险。2022年的试验中,T₁处理中存在零星倒伏现象,综合分蘖优势、群体结构、倒伏现象、丰产增收等因素,水稻湿润覆膜条件下,适宜的插秧密度可以在(30 cm×16.67 cm)~(30 cm×20.00 cm)。

参考文献:

- [1] 茆智. 水稻节水灌溉及其对环境的影响[J]. 中国工程科学, 2002, 4(7): 8-16.
- [2] 石建初, 金欣欣, 李森, 等. 覆膜旱作稻田水均衡及蒸腾耗水规律分析[J]. 水利学报, 2016, 47(10): 1260-1268.
- [3] 石英, 松进, 沈其荣, 等. 覆盖旱作水稻的生物效应及吸氮特征[J]. 农村生态环境, 2001(2): 22-25, 44.
- [4] 党昆, 陈伟, 张洪淇, 等. 秸秆还田和地膜覆盖对稻区土壤理化性质及水稻产量的影响[J]. 东北农业科学, 2021, 46(4): 11-16.
- [5] 祝增荣, 吴良欢, 吴国强, 等. 水稻覆膜旱作对病虫害发生程度的影响[J]. 植物保护学报, 2000, 27(4): 295-301.
- [6] Hu Q, Jiang W Q, Qiu S, et al. Effect of wide-narrow row arrangement in mechanical pot-seedling transplanting and plant density on yield formation and grain quality of japonica rice[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2020, 19(5): 1197-1214.
- [7] 王昌华, 唐志强, 付亮. 种植模式、插秧密度对辽西盐碱土壤水稻产量性状的影响[J]. 东北农业科学, 2022, 47(1): 1-4, 10.
- [8] 王树森, 邓根云. 地膜覆盖增温机制研究[J]. 中国农业科学, 1991, 24(3): 74-78.
- [9] 韩淑艳, 侯霓霞, 朱丽丽. 北方花生地膜覆盖高产高效栽培技术[J]. 北方园艺, 2009(3): 164.
- [10] 刘军, 刘美菊, 官玉范, 等. 水稻覆膜湿润栽培体系中的作物生长速率和氮素吸收速率[J]. 中国农业大学学报, 2010, 15(2): 9-17.
- [11] 沈康荣, 李家军, 汪晓春, 等. 旱稻地膜覆盖栽培技术研究[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(4): 799-802.
- [12] 李建广, 张秀和, 张国新, 等. 移栽密度对水稻生长发育及产量的影响[J]. 垦殖与稻作, 2005(1): 18-19.
- [13] 秦炎, 秦亚平. 种植密度对水稻群体质量和产量形成的影响[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(12): 2222-2225.
- [14] 王占乔, 欧康泉, 杜同兴, 等. 水稻覆膜旱作分蘖期耐旱能力初步研究[J]. 安徽农学通报, 2000, 6(3): 33-35.
- [15] 陈剑峰, 范东恩, 曹栋栋. 密度对晚粳稻秀水14和宁84产量及经济性状的影响[J]. 浙江农业科学, 2020, 61(4): 647-648, 653.
- [16] 潘圣刚, 黄胜奇, 江洋, 等. 秧龄和栽插密度对水稻生物学特性的影响[J]. 华北农学报, 2011, 26(3): 134-138.
- [17] 田智慧, 潘晓华. 氮肥运筹及密度对超高产水稻中优752的产量及产量构成因素的影响[J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(6): 894-898.
- [18] 林洪鑫, 肖运萍, 袁展汽, 等. 水稻合理密植及其优质高产机理研究进展[J]. 中国农学通报, 2011, 27(9): 1-4.
- [19] 梁传斌, 李建国, 张雪, 等. 栽培密度对杂交粳稻辽优5206产量及光合特性的影响[J]. 东北农业科学, 2020, 45(5): 13-17.
- [20] 杨世民, 谢力, 郑顺林, 等. 氮肥水平和栽插密度对杂交稻茎秆理化特性与抗倒性的影响[J]. 作物学报, 2009, 35(1): 93-103.

(责任编辑:范杰英)