



凌宇飞,许方甫,卫平洋,等.水稻秸秆基质块无盘育秧对秧苗素质与栽插质量的影响[J].江西农业大学学报,2021,43(1):9-17.

LIN Y F,XU F F,WEI P Y,et al.Effects of rice straw matrix board on seedling quality and transplanting quality[J].Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis,2021,43(1):9-17.

水稻秸秆基质块无盘育秧对秧苗素质与栽插质量的影响

凌宇飞,许方甫,卫平洋,颜超,魏海燕*,张洪程*,刘国栋

(扬州大学 江苏省作物遗传生理重点实验室/扬州大学农业部长江流域稻作技术创新中心/粮食作物现代产业技术协同创新中心,江苏 扬州 225000)

摘要:【目的】探究如何使用秸秆基质块育出标准化秧苗并用于大田移栽。【方法】试验以南粳46为供试品种,开展秸秆基质块育秧条件下适宜播量、水分、养分的研究,比较了秸秆基质块与常规营养土所育秧苗的机械栽插质量的差异。【结果】(1)播量为180,150,120 g干种子的条件下,播量为150 g出苗率最高,单位面积苗数则随着播量下降显著下降,秧苗素质随着播量的下降而上升,移栽质量随着播种量的下降而下降;当播量为120 g时,出现漏插现象。(2)播量为180 g的基础上进行水分管理试验发现:在播种至出苗前,2 d浇水1次(如遇高温适量洒水降温)处理的出苗率最高、齐苗整齐度最佳。(3)一叶一心和二叶一心期喷施不同浓度叶面肥(苗壮丰)均能显著提升秧苗素质。(4)秸秆基质块与营养土育出的秧苗栽插质量无差异,但在移栽后12 d使用秸秆基质块育出的秧苗,其苗情显著好于营养土育出的秧苗。【结论】综合秧苗素质与移栽质量,播量在150~180 g较为适宜。出苗后至移栽前,在每日浇水2次,每次浇透处理下的秧苗素质最佳。试验发现于一叶一心期喷施常规浓度苗壮丰对秧苗素质的提升最佳。在不同速度下进行机插发现,中速机插最有利于提升秧苗的移栽质量。

关键词:水稻;机插秧;秸秆基质块;秧苗;秧苗素质

中图分类号:S511.04 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-2286(2021)01-0009-09

Effects of Rice Straw Matrix Board on Seedling Quality and Transplanting Quality

LIN Yufei, XU Fangfu, WEI Pingyang, YAN Chao, WEI Haiyan*,
ZHANG Hongcheng*, LIU Guodong

(Key Laboratory of Crop Genetics and physiology of Jiangsu Province, Yangzhou University/Yangtze River Basin Rice Cultivation Technology Innovation Center of the Ministry of Agriculture of Yangzhou University/ Collaborative Innovation Center of Modern Industrial Technology of Grain Crops, Yangzhou, Jiangsu 225000, China)

收稿日期:2020-08-18 **修回日期:**2020-11-30

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YD0300503)、江苏省农业科技自主创新资金(CX(19)2003)和江苏省苏北科技专项 Project supported by the State Key R & D Plan (2016yd0300503), Fund for Agricultural Science and Technology Independent Innovation in Jiangsu Province (Cx(19)2003), Jiangsu Provincial North Jiangsu Science and Technology Special Project

作者简介:凌宇飞, orcid.org/0000-01-9496-8909, 756674981@qq.com; *通信作者:魏海燕,教授,博士,主要从事作物优质高产高效栽培研究, orcid.org/0000-0002-1716-8403, wei_haiyan@163.com; 张洪程,教授,博士生导师,主要从事作物优质高产高效栽培研究, orcid.org/0000-0001-8478-5084, hc Zhang@yzu.edu.cn。

Abstract: [Objective] To explore the way of using straw matrix board to raise standardized strong rice seedlings for field transplanting. [Method] Nanjing 46 was used as the test variety to study the suitable sowing rate, water and nutrients management under the condition of straw matrix board seedling raising, and the differences in mechanical transplanting quality between straw matrix board and conventional nutrient soil were also compared. [Result] (1) With the sowing rate of 180 g, 150 g and 120 g dry seeds per straw matrix board, the seedling emergence rate of 150 g was the highest, while the number of seedlings per unit area decreased significantly with the decrease of sowing rate. The seedling quality increased with the decrease of seeding rate. The transplanting quality decreased with the decrease of sowing rate. When the sowing rate was 120 g, the phenomenon of missing transplanting appeared. (2) The experiment of water management based on the sowing rate of 180 g showed that the emergence rate and uniformity of seedlings were the best when irrigating once every two days from sowing to emergence. (3) Spraying different concentrations of foliar fertilizer (Miao Zhuang Feng) at the two or three leaf ages significantly improved the seedling quality. (4) There was no difference in the transplanting quality between the seedlings raised with straw matrix and nutrient soil. But 12 days after transplanting, the seedlings raised with straw matrix board were significantly better than those raised with nutrient soil. [Conclusion] According to the quality of seedling and transplanting, the sowing rate of 150–180 g is more suitable. Irrigating twice a day from emergence to transplanting showed the best seedling quality. The experiment found that spraying conventional concentration of Miao Zhuang Feng at the two leaf age improved the seedling quality the best. It was found that the medium speed machine transplanting was the best way to improve the quality of transplanting seedlings.

Keywords: rice; machine transplanting; straw matrix board; seedling

【研究意义】水稻是我国主要的粮食作物,全国约60%的人口以水稻为主要粮食^[1]。随着经济快速发展和劳动力的短缺,水稻机械化栽插已经成为水稻种植的主要方式之一。目前水稻机插秧技术已在全国大面积推广使用,2019年,中国水稻种植面积为2 969.4万hm²,并以机插种植和直播种植为水稻主要种植方式^[2]。水稻机插秧技术可提高插秧效率、节省人工^[3]。与直播相比,机插秧通过培育高素质标准化壮秧,提高了水稻对区域内温光资源的高效利用,增强了秧苗抗逆性,减少了田间杂草危害等^[4]。尽管机插秧技术具有上述诸多优势,但是在生产中依然存在一些问题,如水稻机插秧在培育标准化毯状秧苗过程中,需要提前配置营养土或育秧基质。一般情况下营养土多取肥沃的耕作层土壤,年年育秧,造成了土壤耕作层破坏,大量有机质流失,取土越来越困难等问题。而商品化的育秧基质也存在体积大,存放与运输成本高等一系列问题^[5]。同时,机插水稻育秧过程中,还会大量使用塑料硬盘或软盘,一方面增加育秧成本,另一方面,使用达到一定年限后会报废的塑料盘,造成环境了污染和资源的浪费^[6]。【前人研究进展】我国农业生产每年会产生大量的农作物秸秆,有数据显示,我国每年主要农作物可收集秸秆量达9.0亿t,约7.2亿t被回收利用^[7],全国秸秆回收主要用于肥料化、饲料化、燃料化、基料化和原料化,其占比分别为43.2%、18.8%、11.4%、4.0%、2.7%;未被回收利用的秸秆被废弃或焚烧,约为19.9%^[8]。其中,基料化秸秆主要制作成秸秆基质应用于瓜果蔬菜^[9]、水稻幼苗的培育工作^[10],还有一部分用于培育食用菌^[11]。但这部分秸秆主要制成颗粒基质。近年来,通过电气、机械、液压等加工技术,经过特殊的工艺处理,可生产一定密度并成型的秸秆基质块(板材),应用秸秆基质块育秧,不仅可以节省塑料秧盘,还可以避免育秧取土困难及取土带来的耕层破坏和有机质流失等问题^[12]。【本研究切入点】目前关于秸秆基质块用于培育水稻秧苗的相关研究相对较少,在秸秆基质块上如何确定稻种的播量尚不明确,且秸秆基质块与育秧土保水性完全不同,如何管理水分尚未得到解决。同时,基质块与育秧土在养分上也有差异,如何针对性地对基质块培育秧苗进行养分管理也需要进行探究。【拟解决的关键问题】本研究以优质食味粳稻南粳46为材料,开

展秸秆秧基质块育秧条件下适宜播量、水分、养分的研究,比较了秸秆基质块与常规营养土所育秧苗的机械栽插质量的差异。

1 材料与方法

1.1 试验地点与供试品种

在扬州大学校外试验基地江苏省常州市溧阳市岁丰农业科技有限公司的硬地育秧场地(31°26'42" N, 119°17'54" E)进行试验。供试品种为江苏优质食味水稻常规迟熟晚粳稻南粳46。秸秆基质块规格为57.5 cm×27.5 cm×1.5 cm,质量为240~260 g。

1.2 试验设计

为探索应用秸秆基质块培育壮秧技术,本研究设置了秸秆基质块育秧播量试验,在适宜播量条件下设置了不同的水分、养分管理试验。同时,针对秸秆基质块培育的秧苗,以常规营养土育秧为对照,比较了栽插质量的差异。具体试验设置如下:播量试验:设置3种播量,每盘播干种子180,150,120 g。水分试验:适宜播量下齐苗前设置6种水分处理,每次均浇透,分别为1 d 2次、1 d 1次、2 d 1次、3 d 1次、4 d 1次、5 d 1次。齐苗后设置3种水分处理,每天浇水2次,分别为常规用量(浇透)、3/4常规、1/2常规。养分试验:适宜播量(180 g)、水分条件下:(1)一叶一心期时设置3种苗壮丰叶面肥浓度试验,分别为常规用量(150 mL兑12.5 L水)、0.75倍常规用量、0.5倍常规用量。(2)移栽前5~7 d使用绿速达常规用量进行喷施处理。(3)二叶一心期时设置2种苗壮丰叶苗肥浓度试验,分别为常规用量、0.5倍常规用量。移栽质量试验:适宜播量下(180 g)、水分条件下:(1)对使用营养土、秸秆基质块育出的秧苗进行机插试验。(2)使用久保田毯苗插秧机对秧龄为25 d秧苗进行中速、高速、最高速栽插试验。

1.3 测试项目与方法

1.3.1 出苗率测定 齐苗后在秧盘上取10×10 cm²的样品,将出苗和未出苗的种子分开进行出苗率测定。试验3次重复。

1.3.2 叶龄记载 记录50株播种后5,10,15,20,25 d叶龄。

1.3.3 株高动态 使用刻度尺记录50株播种后5,10,15,20,25 d株高动态变化。

1.3.4 白根数及发根力测定 记录播种后第15天各处理白根数后各取10株剪去所有根,使用干净的小纸杯加入适量自来水后置于常温,10 d后测定各处理发根力情况,并使用刻度尺测量每条根长。

1.3.5 茎基宽 使用电子游标卡尺记录播种后25 d各处理茎部最宽处宽度。

1.3.6 地上、地下部干物质量 将5,10,15,20,25 d地上、地下部样品经烘箱105℃杀青30 min、90℃烘干至恒质量后,使用百分天平称量百株干物质量。

1.3.7 盘结力测定 取播后25 d的完整秧块,秧块两端均使用小木板夹紧,其中一段固定,另一端使用电子测力器水平拉至秧块断裂,记录每次断裂时电子测力器的最大读数,重读3次。

1.3.8 秧苗移栽大田合格率测定 在田间观察各处理移栽大田后的秧苗各20穴,记录每穴株数及倒伏情况。

1.3.9 移栽大田后秧苗素质测定 取各处理移栽后4,8,12 d的田间秧苗,测定株高、叶龄、根长。

1.4 数据处理

用Excel 2016进行样本数据处理,SPSS 20.0件进行方差分析处理。

2 结果与分析

2.1 水稻秸秆基质块无盘育秧适宜播种量研究

2.1.1 不同播量对秧苗出苗情况的影响 由表1可知,3种播量处理的出苗率和出苗整齐度均无显著差异,但120 g播量处理的出苗最整齐,变异系数为17.57%。随着播量的减少,出苗率、株高变异系数及出苗数呈下降趋势,其中成苗数差异显著,3种处理中播量为180,150,120 g的成苗数分别为3.1,2.6,2.2 cm⁻²。

表 1 不同播量条件出苗情况差异
Tab.1 Difference of seedling emergence under different seeding conditions

播量/g Sowing	出苗率/% Emergence rate	株高变异系数/% CV Coefficient of variation of plant height	苗数/cm ⁻² Seedling number
180	81.3a	22.11ab	3.1a
150	83.2a	20.17ab	2.6b
120	80.8a	17.57b	2.2c

同列不同小写字母差异显著,相同小写字母差异不显著,下同

Different lowercase letters after the date in the same column indicate the significance of the difference ($P<0.05$), the same lowercase letters in the same column indicate no significance, the same as below

2.1.2 不同播量对秧苗素质的影响 由表 2 可知,不同播量处理条件下,各处理间的叶龄、株高和茎基宽无显著差异。地上部和地下部的干物质量则随着播种量的下降呈显著上升趋势。同样,单株根数和发根力随着播种量的降低显著增加。秧块的盘结能力随着播量的降低显著降低。

表 2 不同播量条件秧苗素质(25 d)
Tab.2 Seedling quality under different sowing rates

播量/g Sowing	叶龄 Leaf age	株高/cm Plant height	茎基宽/mm Stem base width	百株地上干物质量/g Dry weight of 100 plants above ground	百株地下干物质量/g Dry weight of 100 plants underground	根数 Number of roots	发根力 Rooting ability	盘结力/kg Root twining ability
180	3.89a	9.76a	2.26a	1.21b	1.38b	8.5b	5.55c	27.9ab
150	3.95a	9.8a	2.24a	1.36a	1.48b	9.1a	5.75b	26.3bc
120	3.87a	9.73a	2.27a	1.45a	1.77a	9.3a	6.2a	22.7d

2.1.3 不同播量对秧苗栽插质量的影响 由表 3 可知,随着播种量的减少,基本苗和穴株数显著降低,播种量为 120 g 时,秧苗穴株数变异系数最大。播种量为 120 g 时漏插率达到 10.6%,而播种量为 180 g 和 150 g 时,漏插率均为零。

表 3 不同播量对秧苗栽插的影响
Tab.3 Effects of different sowing rates on seedling transplanting

播量/g Sowing	667 m ² 基本苗/万 Basic seedling	每穴株数/(1.5 cm ⁻²) Number of plants per hole	每穴株数变异系数/% Coefficient of variation of plant number per hole	漏插率/% Missing insertion rate
180	12.07a	5.7a	42.6a	0
150	11.01a	5.2a	38.7a	0
120	8.26b	3.9b	59.1b	10.6

2.2 秸秆基质块育秧水分管理

2.2.1 播种-齐苗期水分管理 由表 4 可知,在第 1 次浇足后,不同水分处理间出苗率差异显著,随着浇水次数的减少,出苗率呈现先升高后降低的趋势,其中 2 d 1 次水分处理时秧苗出苗率最高,出苗率达到 83.2%。株高变异系数虽然差异不显著,但随浇水的次数减少呈先下降后上升的变化趋势,在 2 d 1 次时株高变异系数最低。

2.2.2 齐苗至移栽期水分管理 由表 5 可以看出,水分对秧苗各项指标影响很大,在每天浇水 2 次,浇水量为常规喷水(浸透所需水量)、浸透水量 3/4、浸透水量 1/2(Ck)。随着出苗至移栽期水分用量的减少,秧苗叶龄、株高、茎基宽、百株地上干物质量、根数和发根力和盘结力都显著下降。

2.3 秸秆基质块肥料用量研究

由表 6 可知,与对照相比叶龄、株高、茎基宽、百株地上干物质量和百株地下干物质量均随着施用苗壮丰浓度的下降而下降,但均显著高于对照。在发根力方面对秧苗使用 3/4 常规用量苗壮丰可显著提升发根力,其余处理发根力差异不显著。移栽前使用绿速达叶苗肥的处理盘结力显著低于施用苗壮丰常

表 4 不同水分处理对秧苗出苗情况的影响
Tab.4 Effects of different water treatments on seedling emergence

处理 Treatment	出苗率/% Emergence rate	株高变异系数/% CV of plant height
1 d 2 t	70.4c	20.1ab
1 d 1 t	75.2b	19.8ab
2 d 1 t	83.2a	19.2ab
3 d 1 t	78.5ab	20.1ab
4 d 1 t	71.5c	20.4ab
5 d 1 t	64.5d	23.5a

1 d 2 t:twice a day; 1 d 1 t:once a day; 2 d 1 t:once every two days; 3 d 1 t:once every three days; 4 d 1 t:once every four days; 5 d 1 t:once every five days

表 5 不同水分处理对秧苗素质的影响(25 d)
Tab.5 Effects of different water treatments on seedling quality

处理 Treatment	叶龄 Leaf age	株高/cm Plant height	茎基宽/mm Stem base width	百株地上干物质量/g Dry weight of 100 plants above ground	百株地下干物质量/g Dry weight of 100 plants underground	根数 Number of roots	发根力 Rooting ability	盘结力/kg Root twining ability
浸透水量 Conventional water volume	3.81a	8.51a	2.15a	1.18a	1.38a	8.7a	5.3ab	27.8a
浸透水量 3/4 3/4 conventional water	3.76a	8.37a	2.04b	1.13a	1.29a	8.3a	5.4a	24.9b
浸透水量 1/2 1/2 conventional water	3.12b	7.72b	1.84c	1.01b	1.18a	7.6b	4.8b	20.8c

规用量(150 mL 兑 12.5 L 水)、3/4 常规用量、1/2 常规用量和不施叶面肥为对照,除施用绿速达叶苗肥处理外,各处理盘结力无太大差异。

表 6 叶面肥对水稻秧苗素质的影响
Tab.6 Effect of foliar fertilizer on rice seedling quality

处理 Treatment	叶龄 Leaf age	株高/cm Plant height	茎基宽/mm Stem base width	百株地上干物质量/g Dry weight of 100 plants above ground	百株地下干物质量/g Dry weight of 100 plants underground	根数 Number of roots	发根力 Rooting ability	盘结力/kg Root twining ability
常规用量 Conventional dosage	4.09b	9.22c	2.36a	1.47b	1.68a	8.77a	5.85ab	28.6a
常规用量 3/4 3/4 conventional dosage	4.06b	9.17c	2.35ab	1.43b	1.66a	8.68a	6.25a	28.1ab
常规用量 1/2 1/2 conventional dosage	4.08b	9.18c	2.3ab	1.4b	1.55b	8.47a	5.85ab	27.4b
绿速达 SAZOLENE	4.66a	12.54a	2.25b	1.68a	1.48b	8.47a	5.85ab	24.9c
对照 CK	3.89c	9.76b	2.26ab	1.21c	1.38c	8.45a	5.55b	27.9ab

于二叶一心期喷常规用量和 1/2 常规用量的苗壮丰发现(表 7),喷施叶面肥后叶龄、茎基宽、地上地下干物质量、根数均显著增加,而株高受到抑制。其中苗壮丰常规用量和 1/2 常规用量处理的下的百株地上干物质量较对照分别增加了 37.36% 和 32.97%,而地下百株干物质量则分别增加了 13.91% 和 7.95%。可见常规用量苗壮丰对秧苗地上百株干物质量的提升最大。

表 7 不同叶面肥处理对秧苗素质的影响
Tab.7 Effects of different foliar fertilizer treatments on seedling quality

处理 Treatment	叶龄 Leaf age	株高/cm Plant height	茎基宽/mm Stem base width	百株地上干物质量/g Dry weight of 100 plants above ground	百株地下干物质量/g Dry weight of 100 plants underground	根数 Number of roots
常规用量 Conventional dosage	3.46a	11.22b	2.18a	1.25a	1.72a	8.8a
常规用量 1/2 1/2 conventional dosage	3.34ab	11.68ab	2.12a	1.21a	1.63a	8.33ab
对照 CK	3.26b	11.93a	2.01b	0.91b	1.51b	8.03b

2.4 秸秆育秧块秧苗移栽及后期苗情

2.4.1 机插质量调查 由表 8 可知,秸秆基质块育秧条件下移栽大田后秧苗的均匀度、漏插率和邻接行距合格率无差异,伤秧率低,飘秧率和秧苗翻倒率虽无显著差异,但均略低于营养土处理。使用秸秆基质块进行育秧在提升机插作业质量方面有一定帮助。

表 8 不同育秧介质处理插秧机作业质量统计
Tab.8 Operation quality statistics of transplanter with different seedling raising media

育秧基质类型 Substrate types of seedling raising	每穴株数 Number of plants per hole	每穴株数 变异系数/% CV of plant number per hole	均匀度 合格率/% Uniformity pass rate	伤秧率/% Seedling injury rate	漂秧率/% Seedling floating rate	漏穴率/% The rate of missing	翻倒率/% Overturning rate	邻接行距 合格率/% Pass rate of adjacent row spacing
秸秆基质块 Straw matrix board	5.6a	36.3b	85.8a	0.1b	0.62a	0a	0.5a	100a
营养土 Seedling soil	5.7a	37.1a	85.9a	0.7a	0.21b	0a	0b	100a

由表 9 可知,在久保田毯苗插秧机对秸秆基质块育出的秧苗进行插秧发现,中速和高速插秧条件下相对于最高速机插作业中,平均每穴株数增加了 5.9% 和 3.9%,每穴均匀度提升了 12.8% 和 12.4%,均匀度合格率则上升了 7.9% 和 7.3%。伤秧率、漂秧率、漏穴率、翻倒率方面,也是中速和高速条件下机插与最高速机插之间存在显著差异。

表 9 不同插秧作业速度下秸秆基质块所育秧苗作业质量统计
Tab.9 Operation quality statistics of seedlings raised by straw matrix board under different transplanting speed

插秧机作业速度 Working speed of transplanter	每穴株数 Number of plants per hole	每穴株数 变异系数/% CV of plant number per hole	均匀度 合格率/% Uniformity pass rate	伤秧率/% Seedling injury rate	漂秧率/% Seedling floating rate	漏穴率/% The rate of missing	翻倒率/% Overturning rate	邻接行距 合格率/% Pass rate of adjacent row spacing
中速 Medium speed	5.4a	44.3b	85.5a	1.1b	0.8c	0.1c	0.9c	100a
高速 High speed	5.3b	44.5b	85a	0.5c	0.95b	0.8b	2.1b	100a
最高速 Top speed	5.1c	50.8a	79.2b	2.9a	1.1a	3.3a	6.8a	100a

2.4.2 移栽后苗情调查 由表 10 可知,秸秆基质块秧苗株高、根长在移栽后 4,8,12 d 均显著大于营养土育出的秧苗。秸秆基质块秧苗相对于营养土秧苗叶龄方面则基本无差别,而每株根数除了在移栽后 4 d 时,基质块秧苗的根数显著高于营养土秧苗外,每株根数在 8 d、12 d 时则无显著差异。

表 10 不同育秧介质处理移栽后苗情调查

Tab.10 Investigation on seedling condition after transplanting with different seedling raising media

育秧基质类型 Substrate types of seedling raising	4 d				8 d				12 d			
	株高/cm	叶龄/张	根数	根长/cm	株高/cm	叶龄/张	根数	根长/cm	株高/cm	叶龄	根数	根长/cm
	Plant height	Leaf age	Number of roots	Root length	Plant height	Leaf age	Number of roots	Root length	Plant height	Leaf age	Number of roots	Root length
秸秆基质块												
Straw matrix board	13.5a	4a	11.29a	1.72b	13.9a	4.4a	11.7a	4.13a	14.2a	4.7a	12a	4.5a
营养土												
Seedling soil	10.7b	4a	8.3b	1.90a	11.7b	4.4a	11.5a	3.76b	12.2b	4.7a	11.8a	3.96b

由表 11 可知,使用久保田毯苗插秧机对秸秆基质块育出的秧苗,在移栽 4,8,12 d 对中速、高速和最高速这 3 种速度下秧苗进行对比发现,在中速作业下秧苗的株高、叶龄、根数、根长均显著高于最高速机插作业。中速条件下对秸秆基质块秧苗进行毯苗机插有利于秧苗加速返青活棵。

表 11 不同插秧作业速度下移栽后苗情调查

Tab.11 Investigation on seedling condition after transplanting at different transplanting speed

插秧机作业速度 Working speed of transplanter	4 d				8 d				12 d			
	株高/cm	叶龄/张	根数	根长/cm	株高/cm	叶龄	根数	根长/cm	株高/cm	叶龄	根数	根长/cm
	Plant height	Leaf age	Number of roots	Root length	Plant height	Leaf age	Number of roots	Root length	Plant height	Leaf age	Number of roots	Root length
中速												
Medium speed	12.1a	4.9a	10.2b	1.74a	12.5a	5.2a	12.1a	3.96a	13.3a	5.4a	12.3a	5.52b
高速												
High speed	11.4c	4.8b	10.4a	1.63b	12.2b	5.1b	11.1b	3.78b	12.8b	5.4a	11.6b	5.56a
最高速												
Top speed	11.7b	4.8b	9.8c	1.61c	12.0c	5.1b	10.8c	3.12c	12.7b	5.4a	11.2c	5.25c

3 讨 论

3.1 播量对秧苗素质及栽插质量的影响

于林惠等^[13]认为水稻秧苗素质随播量提高而下降,盘结力则随播量的提升而提升。本研究发现植株的地上、地下百株干物质量、平均单株根数及发根力均随播量的上升而下降,盘结力则随播量的上升而上升,与前人探索一致,这可能是由于播种量的减少,单株根数和发根力随着播种量的降低显著增加,导致单位体积内的根拥有更大的生长空间和范围,从而使低播量处理的根数及发根力增加。秧块的盘结能力随着播量的降低显著降低,播种量的减少导致单位体积内根的减少,从而降低盘结力。播量的降低会使单位面积内基本苗数降低,在播量为 120 g 时出现漏插的情况(漏插率 10.8%),而播量为 150 g 和 180 g 时则无漏插现象,原因是播量的减小使单位面积的苗数降低,导致机器在取秧时部分秧块无苗可取,从而出现漏插现象。

3.2 水肥管理对秧苗素质的影响

水分对稻种的出苗及秧苗素质有着重要影响^[14]。出苗前在每次浇透(秸秆基质块饱和含水率 70%)的前提下浇水,浇水次数按 1 d 2 次、1 d 1 次、2 d 1 次、3 d 1 次、4 d 1 次和 5 d 1 次进行观察,研究发现种子出苗率呈先上升后下降的趋势,株高变异系数呈相反趋势,在 2 d 1 次的浇水处理中出苗率最高为 82.3%,且株高整齐度最高。赵言文等^[15]研究发现当土壤水分含量低于的萎蔫系数时,使根部受水分胁迫导致发根为零,无法成苗;当土壤水分高于萎蔫系数时则促进生根。杨长明等^[16]研究发现,在水分过多和长期淹水的条件下会导致根系活力下降导致秧苗素质下降。长期淹水会导致地下部氧气不

足,还原物质增多,限制根部发育并使其老化^[17]。在出苗后至移栽前每天浇水2次,每次浇水量为常规、3/4常规和1/2常规水量的处理中各数值均呈下降趋势,可见在每天2次浇水的前提下,每次浇透最有利于促进壮秧的生长。

影响秧苗素质的因素除天气和水分管理外还有养分管理,农业生产上有着“秧好半熟稻,苗好产量高”的说法^[18],由于机插秧在移栽时定会对秧苗根部造成不同程度的损伤^[19],因此培育壮秧是十分有必要的。陈厚存等^[20]研究发现喷施苗壮丰可有效提升秧苗各项素质,本试验结果与其研究结果基本一致,无论是在一叶一心期喷施,还是在二叶一心期喷施苗壮丰均可显著提升秧苗素质。随着苗壮丰用量的减少,秧苗素质的提升也相应减小。

3.3 栽插质量与移栽后苗情差异

使用秸秆基质块育出的秧苗与传统营养土育出的秧苗使用同种插秧机进行栽插,栽插质量基本无差异。同时,秸秆基质块育秧条件下,插秧机在中速与高速下的栽插质量无明显差异,但在最高速栽插条件下栽秧时,其栽插质量明显低于在中速和高速条件下的栽插质量。使用秸秆基质块和营养土育出的秧苗在移栽后的田间秧苗素质基本一致。同时,插秧机在中速条件下进行栽插,有利于提升栽插质量,秧苗早生快发。

4 结 论

秸秆基质块在播量为150~180 g时,秧龄20 d,可在保证秧苗素质的同时提高田间栽插质量。秸秆基质块育秧条件下,播种到出苗期以2 d浇水1次为最佳,中途可视天气情况略微洒水,防止温度过高导致嫩芽因高温死亡。在出苗后每日浇水2次,每次浇透为最佳。于一叶一心期时使用常规用量的叶面肥“苗壮丰”可使移栽前的秧苗素质最佳。使用久保田插秧机在中速条件下对秸秆基质块和营养土育出的秧苗进行机插,秸秆基质块育秧机插质量最佳,且在移栽后以秸秆基质块育出的秧苗的苗情最佳。

参考文献 References:

- [1] 朱德峰,张玉屏,陈惠哲,等.中国水稻高产栽培技术创新与实践[J].中国农业科学,2015,48(17):3404-3414.
ZHU D F, ZHANG Y P, CHEN H Z, et al. Innovation and practice of high-yield rice cultivation technology in China[J]. *Scientia agricultura Sinica*, 2015, 48(17): 3404-3414.
- [2] 李建平. 稻谷 播种面积先减后增,产量增速放缓[J].农产品市场,2020(10):10-11.
LI J P. The planting area of rice decreased first and then increased, and the growth rate of yield slowed down[J]. *Farm produce mart*, 2020(10): 10-11.
- [3] 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.
- [4] FAROOQ M, SIDDIQUE K H M, REHMAN H, et al. Rice direct seeding: Experiences, challenges and opportunities[J]. *Soil and tillage research*, 2011, 111(2): 87-98.
- [5] 林育炯,张均华,胡志华,等.我国水稻机插秧育秧基质研究进展[J].中国稻米,2015,21(4):7-13.
LIN Y J, ZHANG J H, HU Z H, et al. Research on rice mechanized seedling substrate in China[J]. *China rice*, 2015, 21(4): 7-13.
- [6] 伍德春,常昌龙,刘丰国,等.秸秆育秧盘在水稻上的应用效果[J].湖北农业科学,2018,57(3):16-18.
WU D C, CHANG C L, LIU F G, et al. Application effects of straw seedling cultivation plat on rice[J]. *Hubei agricultural sciences*, 2018, 57(3): 16-18.
- [7] 我国主要农作物秸秆综合利用率超过80%[J].农业机械,2016(6):31.
China's main crop straw comprehensive utilization rate is more than 80%[J]. *Rural science and technology*, 2016(6): 31.
- [8] 毕于运,高春雨,王红彦,等.我国农作物秸秆离田多元化利用现状与策略[J].中国农业资源与区划,2019,40(9):1-11.
BI Y Y, GAO C Y, WANG H Y, et al. Research on the present situation and corresponding strategies of off-field straw collection and comprehensive utilization in china[J]. *Chinese journal of agricultural resources and regional planning*, 2019, 40

- (9):1-11.
- [9] LIU X Y, LI S T. Temporal and spatial distribution characteristics of crop straw nutrient resources and returning to farmland in China[J]. Transactions of the Chinese society of agricultural engineering, 2017, 33(21): 1-19.
- [10] 钱丽君, 李加友, 杨鹏, 等. 秸秆生物质板用于水稻育秧的效果初探[J]. 浙江农业科学, 2019, 60(4): 548-549.
- QIAN L J, LI J Y, YANG P, et al. Effect of straw biomass board on rice seedling raising[J]. Journal of Zhejiang agricultural sciences, 2019, 60(4): 548-549.
- [11] 李昕竺, 曾先富, 沈鹰, 等. 秸秆栽培食用菌的现状与发展趋势(综述)[J]. 食药菌, 2015, 23(4): 222-224.
- LI X Z, ZENG X F, SHEN Y, et al. Status and development trend of edible fungi cultivated with straw (review)[J]. Edible and medicinal fungi, 2015, 23(4): 222-224.
- [12] 刘辉, 王译阳, 王岩. 膨化稻壳做基质育秧试验结果分析[J]. 农民致富之友, 2014(16): 148-149.
- LIU H, WANG Y Y, WANG Y. Analysis of experiment results of rice husk as substrate for seedling raising[J]. Friends of farmers, 2014(16): 148-149.
- [13] 于林惠, 丁艳锋, 薛艳凤, 等. 水稻机插秧田间育秧秧苗素质影响因素研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(3): 73-78.
- YU L H, DING Y F, XUE Y F, et al. Factors affecting rice seedling quality of mechanical transplanting rice[J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(3): 73-78.
- [14] MING D F, YUAN H M, WANG Y H, et al. Effects of silicon on the physiological and biochemical characteristics of roots of rice seedlings under water stress[J]. Scientia agricultura Sinica, 2012, 45(12): 2510-2519.
- [15] 赵言文, 丁艳锋, 黄丕生, 等. 水稻苗床土壤水分与秧苗根系建成的关系[J]. 江苏农业学报, 1998, 14(3): 3-5.
- ZHAO Y W, DING Y F, HUANG P S, et al. Effects of nursery soil moisture content on the rootage formation of rice seedlings[J]. Jiangsu journal of agricultural sciences, 1998, 14(3): 3-5.
- [16] 杨长明, 杨林章, 欧阳竹. 不同养分与水分管理对水稻植株根系形态及其活力的影响[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(4): 88-91.
- YANG C M, YANG L Z, OUYANG Z. Effects of different nutrient and water regimes on the morphology and activity of rice root system[J]. Chinese journal of eco-agriculture, 2004, 12(4): 88-91.
- [17] 何春林, 郭荣发, 陈彪. 沟灌渗透对直播水稻根系形态及功能的影响[J]. 农业现代化研究, 2003, 24(6): 452-455.
- HE C L, GUO R F, CHEN B. Influence of irrigation and penetration through ditch on shape and function of direct-seeding rice root system[J]. Research of agricultural modernization, 2003, 24(6): 452-455.
- [18] 付为国, 汤涓涓, 尹淇淋, 等. 不同基质育秧对机插秧秧苗素质的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(5): 83-85.
- FU W G, TANG J J, YIN Q L, et al. Effect of different substrates on qualities on seedlings by mechanical transplanting[J]. Jiangsu agricultural sciences, 2014, 42(5): 83-85.
- [19] 张胜. 不同基质育秧和机插秧对水稻生长及产量的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2014.
- ZHANG S. Effects of different seedling substrates and mechanical transplanting on growth and yield of rice[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2014.
- [20] 陈厚存, 张洪程, 魏海燕, 等. 水稻新型苗床调理剂: 苗壮丰的开发与应用[J]. 中国稻米, 2019, 25(3): 33-36.
- CHEN H C, ZHANG H C, WEI H Y, et al. Development and application of new liquid rice seedbed conditioner-miaozhuang-feng[J]. China rice, 2019, 25(3): 33-36.