

播量、育秧基质对不同秧龄郑稻 18 号机插秧苗素质和产量的影响

王生轩¹, 齐红志², 尹海庆^{1*}, 付 景¹, 王付华¹, 王 亚¹

(1. 河南省农业科学院 粮食作物研究所, 河南 郑州 450002; 2. 河南省农业科学院 农业经济与信息研究所, 河南 郑州 450002)

摘要:以机插水稻秧苗为研究对象,探讨播量(80、100、120 g/盘)、育秧基质(耕层土、耕层土+育秧伴侣、耕层土+壮秧剂、耕层土+有机质)对不同秧龄(20、25、30、35 d)机插水稻郑稻 18 号秧苗素质和产量的影响。结果表明:播量及育秧基质对不同秧龄郑稻 18 号的秧苗素质和产量有明显影响,在播量为 100 g/盘、秧龄为 25 d 时可获得高素质秧苗并且水稻产量最高,比同一秧龄播量分别为 80、120 g/盘处理的产量提高 11.7%、12.5%,比同一播量秧龄分别为 20、30、35 d 处理的产量提高 21.3%、12.5%、29.1%;在播量为 100 g/盘条件下,当基质为耕层土+有机肥、秧龄为 25 d 时可获得高素质秧苗并且水稻产量最高,比同一秧龄耕层土、耕层土+育秧伴侣、耕层土+壮秧剂处理的产量分别提高 15.3%、7.7%、5.2%,比同一基质秧龄分别为 20、30、35 d 处理的产量提高 23.7%、16.0%、27.7%。综上,在耕层土+有机肥为育秧基质、播量为 100 g/盘、秧龄为 25 d 时能培育出适合于机插的高素质秧苗,且可获得高产。

关键词:水稻;播种量;育秧基质;秧龄;秧苗素质;根系形态

中图分类号: S511 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2016)11-0014-05

Effects of Seeding Rates and Raising Materials on Mechanical Transplanting Rice Seedling Quality and Yield of Zhengdao No. 18 at Different Seedling Ages

WANG Shengxuan¹, QI Hongzhi², YIN Haiqing^{1*}, FU Jing¹, WANG Fuhua¹, WANG Ya¹

(1. Cereal Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China; 2. Agricultural Economy & Information Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The mechanical transplanting rice seedling quality and grain yield of Zhengdao No. 18 at different seedling ages were studied under different seeding rates (80 g per disc, 100 g per disc and 120 g per disc) and raising materials (topsoil, topsoil mixed seedling partner, topsoil mixed seedling, topsoil mixed organic fertilizer). The results indicated that the effects of seeding rates and raising materials on seedling quality and grain yield of mechanical transplanting rice Zhengdao No. 18 at different seedling ages were obvious. The seedling quality and grain yield were the highest at the seedling age of 25 d when the seeding rate was 100 g per disc, and grain yield increased by 11.7% and 12.5% compared with that under the seeding rates of 80 g and 120 g per disc at the same seedling age, respectively, and increased by

收稿日期: 2016-06-20
基金项目: 河南省水稻产业技术创新团队首席专家项目(S2010-04); 河南省重大科技专项(141100110600); 国家自然科学基金项目(31501214)
作者简介: 王生轩(1963-), 男, 河南南阳人, 副研究员, 主要从事水稻栽培研究。E-mail: 13017671205@163.com
* 通讯作者: 尹海庆(1965-), 男, 河南南阳人, 研究员, 主要从事水稻育种与栽培研究。E-mail: yinhq98@163.com
网络出版时间: 2016-11-04 15:20:00
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/41.1092.S.20161104.1520.002.html>

21.3% ,12.5% and 29.1% compared with that at the seedling ages of 20 d,30 d and 35 d at the same seeding rate,respectively. The seedling quality and grain yield were the highest at the seedling age of 25 d when the raising material was topsoil mixed organic fertilizer under the seeding rate of 100 g per disc,and grain yield increased by 15.3% ,7.7% and 5.2% compared with that under the raising materials of topsoil,topsoil mixed seedling partner,topsoil mixed seedling at the same seedling age,respectively,and increased by 23.7% ,16.0% and 27.7% compared with that at the seedling ages of 20 d,30 d and 35 d under the same raising material, respectively. In summary, high-quality seedling fitting mechanical transplanting rice and high yield would be obtained when the raising material was topsoil mixed organic fertilizer and seeding rate was 100 g per disc at the seedling age of 25 d.

Key words: rice; seeding rates; seedling raising substrate; seedling age; quality of rice seedling; root morphology

水稻是世界上重要的粮食作物,但随着农村劳动力的不断转移,传统的手工插秧方式已不能适应现代农业发展的需求。为了减轻水稻生产的劳动强度,近年来全国各地大力推广应用机械插秧技术,与之相配套的育秧技术体系研究也相应增多^[1]。机械化插秧是水稻高效栽培的主要发展方向,是水稻机械化、集约化、规模化及产业化的重要途径,对提高劳动生产率具有重要意义^[2]。但由于与其配套的农艺技术体系研究相对滞后,目前生产上尚未大面积应用,其原因除机械成本较高外,主要是由于机械化插秧对育秧要求高,不易育出高素质且符合机插的秧苗^[3]。培育满足机械化插秧的健壮秧苗是提高栽插质量、获得水稻高产稳产的关键因素之一。目前,生产上已有与机械栽插相配套的软盘育秧、双膜育秧等技术,但育秧基质仍以营养土为主^[4]。关于不同育秧方式、播种量及壮秧剂对机插秧苗素质的影响报道也较多^[3-9],但对于播量及育秧基质对不同秧龄机插水稻秧苗素质及产量的影响研究尚未见报道。为此,研究了播量及育秧基质对不同秧龄郑稻 18 号秧苗素质和产量的影响,以期筛选出适宜郑稻 18 号机插秧的育秧基质、播种量、秧龄,为水稻机插秧技术的推广应用提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验于 2013 年在河南省农业科学院原阳试验基地进行。试验地前茬作物为小麦,土壤为砂壤土,0~20 cm 耕层土壤(风干样)含有机质 12.7 g/kg、碱解氮 58.7 mg/kg、速效磷 19.4 mg/kg、速效钾 117.0 mg/kg。

1.2 试验设计

供试水稻品种为郑稻 18 号,属中晚熟品种,千粒质量为 25.1 g。试验采用塑料秧盘育秧,盘长 58 cm、宽 28 cm、厚 3 cm,盘孔数为 420 个(30×14),每个秧盘放置育秧基质厚度约为 2.5 cm。设置 4 种育秧基质:耕层土(CK)、耕层土+育秧伴侣(T1)、耕

层土+壮秧剂(T2)、耕层土+有机肥(T3),4 种育秧基质的基本理化性状见表 1。设置 3 种播量:80 g/盘(SD1)、100 g/盘(SD2)、120 g/盘(SD3)。设置 4 个秧龄:20、25、30、35 d,每个秧龄每个处理 9 盘,共计 432 盘。所有处理均于 6 月 15 日机械流水线插秧。株、行距分别为 12、27 cm,小区面积为 6.0 m×4.0 m,随机区组排列,重复 3 次。全生育期施用尿素(折合纯 N)240 kg/hm²,按基肥(移栽前 1 d):分蘖肥(移栽后 7 d):穗肥(叶龄余数为 2)=5:3:2 施用。移栽前各小区施过磷酸钙(含 P₂O₅ 13.5%)225 kg/hm²和氯化钾(含 K₂O 62.5%)225 kg/hm²。水分管理等按常规高产栽培管理,全生育期严格控制病虫害。

表 1 不同育秧基质的基本理化性状						
处理	pH	容重/ (g/cm ³)	有机质/ (g/kg)	碱解氮/ (mg/kg)	速效磷/ (mg/kg)	速效钾/ (mg/kg)
CK	6.78a	1.24a	12.6d	57.4c	18.7c	116.3b
T1	6.22a	1.15ab	17.4c	61.2b	20.4b	118.7b
T2	6.34a	1.17ab	19.8b	64.1b	21.5ab	120.7ab
T3	6.47a	1.07b	21.7a	68.4a	22.8a	124.9a

注:同列数据后不同小写字母表示处理之间差异显著(P<0.05),下同。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 秧苗素质 6 月 15 日,每个秧龄每个处理取 50 株测定主茎叶龄及带蘖数、叶绿素含量、株高、叶挺高、根数(5 mm 以上不定根数)、最长根长、总根长、根系活力、根系盘结力、发根能力和地上部、根干质量。其中,叶绿素含量采用乙醇提取法测定;根系活力采用 TTC 法测定;地上部及根干质量采用烘干法测定;根系盘结力:在秧块上随机取相邻的 3 株秧苗,用细线一端拴住秧苗的基部,一端用弹簧秤垂直上拉,直至秧苗离开秧盘,弹簧秤的最大读数即为 3 株秧苗的根系盘结力数值,每秧块测定 5 点;发根能力:每处理取 50 株秧苗,将根系全部剪掉,放在盛有蒸馏水的玻璃杯中,将玻璃杯放在科力 PYX-1250-B 智能人工气候箱中模拟当地 6 月中旬的气候条件(最高温度 32℃、最低温度 20℃、相对湿度

65%)进行培养,经常添加蒸馏水保持水分,7 d 后取出测定不定根的发生数,即发根数。

1.3.2 产量及其构成因素 于成熟期每小区取 50 穴考查穗数,取 10 穴考察穗粒数、结实率、千粒质量。各小区取 5 m² 实收计产。

1.4 数据分析

采用 Excel 2007 和 SPSS 16.0 等软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 播量对不同秧龄机插稻秧苗素质和产量的影响

结合水稻出苗情况、秧苗素质和机插后大田生长情况对 3 个播量处理进行比对分析,发现播量为 80 g/盘(SD1)时出苗较稀,个体秧苗素质好,同一秧龄单株秧苗地上部干质量和根干质量均最高($P<0.05$),但根系盘结力最差($P<0.05$),机插时掉苗漏苗严重,导致返青后田间密度较小,穗数少($P<0.05$),产量较低;播量为 120 g/盘(SD3)时出苗较密,个体秧苗较弱,同一秧龄单株秧苗地上部干质量和根干质量均最低($P<0.05$),根系盘结力强($P<0.05$),但是秧苗素质整体较差,机插时机械损伤严重,田间返青慢,死亡率高,导致田间密度小,穗数少($P<0.05$),产量低;播量为 100 g/盘(SD2)时,出苗均匀整齐,个体秧苗素质较好,同一秧龄单株秧苗地上部干质量、根干质量和根系盘结力均居 SD1 和 SD3 处理之间,机插时基本无掉苗漏苗现象,返青后田间密度适中,穗数最多($P<0.05$),产量最高($P<0.05$)(表 2)。

对机插秧龄进行分析(表 2)发现,随机插秧龄增加秧苗地上部干质量、根干质量和根系盘结力呈增加趋势;穗数和产量呈先增加后降低的趋势,均以插秧秧龄 25 d 时最高。综合来看,以播量 100 g/盘、秧龄 25 d 的机插秧苗素质最好,产量最高,比同一秧龄播量为 80、120 g/盘处理的产量分别增加 11.7%、12.5%,比同一播量秧龄分别为 20、30、35 d 处理的产量提高 21.3%、12.5%、29.1%。故育秧基质试验均以播量 100 g/盘进行。

表 2 播量对不同秧龄机插稻秧苗素质和产量的影响

播量处理	秧龄/d	地上部干质量/(mg/株)	根干质量/(mg/株)	根系盘结力/(kg/株)	穗数/(万穗/hm ²)	产量/(t/hm ²)
SD1	20	11.85h	4.94d	0.54g	256.7e	6.99f
	25	19.76f	6.18c	0.62f	297.5b	8.27b
	30	31.58c	7.22b	0.71e	268.6d	7.64c
	35	36.57a	8.76a	0.76d	248.9f	6.82g
SD2	20	9.54i	3.26e	0.84c	281.0c	7.62c
	25	15.26g	5.13d	0.87c	329.3a	9.24a
	30	28.45d	6.12c	0.91b	287.1c	8.21b
	35	33.46b	7.57b	0.92b	266.1d	7.16e
SD3	20	7.16j	2.71f	0.90b	243.8f	6.76g
	25	12.42h	3.54e	0.94ab	284.3c	8.21b
	30	21.54e	5.12d	0.97a	259.7e	7.44d
	35	29.84cd	6.08c	0.99a	231.8g	6.54h

2.2 育秧基质对不同秧龄机插稻秧苗素质和产量的影响

2.2.1 地上部性状 由表 3 可知,不同育秧基质对不同秧龄水稻秧苗地上部性状的影响存在明显差异。随着机插秧龄增加,不同育秧基质处理的叶龄、带蘖数、苗高、叶挺高、叶绿素含量、地上部干质量均有所增加;同一机插秧龄不同育秧基质处理上述指标总体均表现为 T3>T2>T1>CK。

表 3 育秧基质对不同秧龄机插稻秧苗地上部性状的影响

基质处理	秧龄/d	叶龄	带蘖数/个	苗高/cm	叶挺高/cm	叶绿素含量/(mg/g)	地上部干质量/(mg/株)
CK	20	3.08d	1.77e	8.64d	6.81b	2.03b	9.54g
	25	4.14c	1.87d	11.52c	6.93b	2.12b	15.26f
	30	5.34b	1.91cd	13.47b	7.27b	2.23b	28.45de
	35	6.07a	2.31b	15.67a	7.68a	2.38ab	33.46d
T1	20	3.06d	1.82de	8.56d	6.92b	2.13b	11.25fg
	25	4.17c	1.91cd	11.48c	6.99b	2.21b	21.46e
	30	5.33b	2.04c	13.52b	7.64a	2.37ab	35.12d
	35	6.11a	2.44b	15.52a	7.89a	2.49a	43.98c
T2	20	3.07d	1.89c	8.95d	6.97b	2.22b	14.27f
	25	4.16c	1.97c	11.58c	7.04b	2.37ab	25.00e
	30	5.39b	2.11bc	13.73b	7.78a	2.46a	42.56c
	35	6.14a	2.57b	15.62a	8.05a	2.58a	58.67b
T3	20	3.09d	1.94c	8.57d	7.05b	2.37ab	21.86e
	25	4.23c	2.01c	11.73c	7.13b	2.48a	34.58d
	30	5.47b	2.34b	13.67b	7.94a	2.67a	58.64b
	35	6.24a	2.87a	15.65a	8.37a	2.84a	68.59a

2.2.2 地下部性状 在进行水稻机插秧作业时一部分秧苗的根系会受到损坏,因此水稻秧苗根系发育的优劣对机插秧苗移栽后的生长和分蘖的形成有一定的影响,根系的发育水平是评价水稻秧苗素质的重要指标。由表 4 可见,随着机插秧龄增加,不同

育秧基质处理的根数、最长根长、总根长、根系盘结力、根系活力、发根数和根干质量均有所增加;同一机插秧龄不同育秧基质处理根系盘结力总体表现为 T3 > T2 > CK > T1,上述其他指标总体均表现为 T3 > T2 > T1 > CK。

表 4 育秧基质对不同秧龄机插秧苗地下部性状的影响

基质处理	秧龄/d	根数/条	最长根长/cm	总根长/cm	根系盘结力/(kg/株)	根系活力/[μg/(g·h)]	发根数/条	根干质量/(mg/株)
CK	20	5.95c	9.31c	16.83e	0.84a	78.25h	5.75b	3.26c
	25	9.65bc	10.86bc	26.46d	0.87a	92.51g	2.46d	5.13bc
	30	10.85b	11.55b	34.63c	0.91a	106.65f	2.33d	6.12b
	35	12.55ab	12.65b	39.25b	0.92a	121.27e	1.94d	7.57b
T1	20	6.64c	9.55c	22.19d	0.31b	91.52g	6.17a	3.90c
	25	10.65b	12.25b	36.59bc	0.36b	99.58g	3.12c	5.40bc
	30	11.76b	12.55b	38.93b	0.45b	112.59f	3.44c	6.73b
	35	13.45a	13.75a	44.57b	0.51b	131.50d	3.11c	7.87b
T2	20	6.86c	9.15c	23.16d	0.81a	98.37g	6.45a	4.07c
	25	10.89b	12.50b	36.05bc	0.84a	108.25f	3.47c	6.43b
	30	11.98b	13.50a	40.43b	0.97a	124.36e	3.45c	8.21b
	35	14.16a	13.85a	45.13b	0.99a	145.82b	3.66c	9.25b
T3	20	7.08c	9.82c	30.03c	0.85a	102.58fg	7.84a	5.74bc
	25	11.24b	11.63b	43.37b	0.89a	124.25e	6.11a	8.68b
	30	13.45a	13.45a	52.34a	0.99a	138.95c	5.24b	12.51a
	35	15.34a	14.55a	54.57a	1.08a	157.25a	4.31bc	14.24a

2.2.3 产量及其构成因素的影响 由表 5 可以看出,不同育秧基质对不同机插秧龄郑稻 18 号的产量影响明显。随着机插秧龄增加,不同育秧基质处理的穗数、穗粒数、产量均先升高后降低,总体均以秧龄 25 d 时最高;同一秧龄,不同育秧基质处理的穗数总体表现为 T3 > T1 > T2 > CK,产量总体表现为 T3 > T2 > T1 > CK,穗粒数、结实率和千粒质量在不同育秧基质处理间差异不明显。总体来看,以育秧

基质为耕层土 + 有机肥(T3)、秧龄为 25 d 时,机插稻产量最高,为 10.65 t/hm²,较同一秧龄 CK、T1、T2 处理的产量分别增加 15.3%、7.7%、5.2%;比同一基质秧龄分别为 20、30、35 d 处理的产量提高 23.7%、16.0%、27.7%。

3 结论与讨论

机械化是水稻生产的发展方向,机械化栽插及配套农艺措施是一项省工省种、节本增效的先进技术,其示范推广能有效解决水稻生产全程机械化的“瓶颈”难题,具有十分广阔的应用前景^[10]。水稻育秧技术是机插秧技术的关键环节,对水稻机械生产有重要影响。而选用合适的播量、优质的育秧基质培育适合机插的健壮秧苗,则是提高栽插质量、保证水稻高产的关键。有研究认为,播量低,则植株矮壮,叶鞘较短,基茎粗大,外观叶色较绿;但播量越低,根系盘结力越小,秧块不能很好成形,群体指标达不到机插秧要求;播量过高,田间通风透光条件较差,苗高秆细,秧苗素质变劣,故认为播量 800 ~ 920 g/m²、秧龄 20 d 左右为佳^[11]。而孔德友^[10]研究表明,一般按 300 ~ 600 g/m² 落芽谷,培育苗高 18 cm,叶龄 3 叶,单株 5 ~ 7 条根,是适于机插秧的优质秧苗。由上述研究可以看出,不同研究者的机插秧适宜秧苗素质指标不尽一致,虽然都认为播量低秧苗个体素质好,但提出的适宜播量之间却差异较大。本研

表 5 育秧基质对不同秧龄机插稻产量及其构成因素的影响

基质处理	秧龄/d	穗数/(万穗/hm ²)	穗粒数	结实率/%	千粒质量/g	产量/(t/hm ²)
CK	20	281.0f	112.3b	91.8a	26.3a	7.62h
	25	329.3c	115.4ab	92.1a	26.4a	9.24d
	30	287.1f	117.8a	92.3a	26.3a	8.21f
	35	266.1g	111.5b	92.1a	26.2a	7.16i
T1	20	300.0e	109.5b	92.5a	26.2a	7.96g
	25	362.4ab	112.3b	92.4a	26.3a	9.89c
	30	322.5c	109.7b	92.5a	26.4a	8.64e
	35	305.6de	106.7c	91.9a	26.1a	7.82g
T2	20	296.7e	114.8ab	92.1a	26.2a	8.22f
	25	349.7b	118.5a	92.5a	26.4a	10.12b
	30	307.9d	109.5b	92.6a	26.3a	8.21f
	35	305.5de	106.7c	91.8a	26.2a	7.84g
T3	20	310.1d	114.8ab	92.3a	26.2a	8.61e
	25	368.1a	118.6a	92.4a	26.4a	10.65a
	30	340.0bc	111.5b	92.1a	26.3a	9.18d
	35	325.6c	106.9c	91.8a	26.1a	8.34f

究结果认为,播量为 100 g/盘(615.8 g/m²)、秧龄为 25 d 时秧苗整体素质高且产量最高,比同一秧龄播量为 80 g/盘(492.6 g/m²)和 120 g/盘(738.9 g/m²)的产量分别增加 11.7% 和 12.5%。

本研究中秧苗素质考察结果显示,3 种育秧基质耕层土 + 育秧伴侣(T1)、耕层土 + 壮秧剂(T2)、耕层土 + 有机肥(T3)与对照耕层土(CK)相比,都能提高秧苗素质,进而提高产量。这可能主要是因为以上 3 种育秧基质都含有较为丰富的营养物质,有利于秧苗吸收利用,促进生长发育。进一步深入比较发现,耕层土 + 有机肥培育的秧苗素质总体较好,秧苗最健壮。这可能是因为有机肥富含充足的肥料,并且肥效缓释,持续时间较长,由此保证了整个育秧期内养分的持续稳定供应,更利于秧苗吸收与生长,而且该基质还具有孔隙大、保水性强等特点,相比耕层土 + 育秧伴侣(T1)、耕层土 + 壮秧剂(T2)、耕层土(CK)可以更有效地促进秧苗生长发育。其中,耕层土 + 有机肥基质处理在秧龄为 25 d 时产量最高,比同一秧龄 CK、T1、T2 处理产量分别增加 15.3%、7.7%、5.2%。

综上,本研究初步得出在基质为耕层土 + 有机肥、播量为 100 g/盘、秧龄为 25 d 时秧苗素质较好,适合机插,可获得高产。

参考文献:

[1] 周青,陈新红,丁静,等.不同基质育秧对水稻秧苗素

质的影响[J].上海交通大学学报(农业科学版),2007,25(1):76-79,85.

[2] 朱德峰,陈惠哲.水稻机插秧发展与粮食安全[J].中国稻米,2009(6):4-7.

[3] 沈建辉,邵文娟,张祖建,等.苗床落谷密度、施肥量和秧龄对机插稻苗质及大田产量的影响[J].作物学报,2006,32(3):402-409.

[4] 张建民,孙健,吴龙根,等.早稻机插秧不同播种量试验[J].内蒙古农业科技,2010(6):38-39.

[5] 沈建辉,邵文娟,张祖建,等.水稻机插中苗双膜育秧落谷密度对苗质和产量影响的研究[J].作物学报,2004,30(9):906-911.

[6] 王光俊,高云峰,蒋祖明,等.不同育秧基质对机插秧不同秧龄秧苗素质的影响[J].现代农业科技,2013(1):31-32.

[7] 赖清云,李伟海.不同基质在机插水稻旱育秧中的应用研究[J].现代农业科技,2014(13):28-30.

[8] 沈建辉,曹卫星,朱庆森,等.不同育秧方式对水稻机插秧苗素质的影响[J].南京农业大学学报,2003,26(3):7-9.

[9] 邵文娟,沈建辉,张祖建,等.水稻机插双膜育秧床土培肥对秧苗素质和秧龄弹性的影响[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2004,25(2):22-26.

[10] 孔德友.水稻机械化栽插配套简化育秧技术[J].安徽农学通报,2004,10(6):26,28.

[11] 瞿廷广,许鸿鸽,沈志坚.水稻盘育带土小苗机插秧田播种量研究[J].安徽农业科学,2003,31(1):93-94.