

双季稻机插育秧床土选择试验

张结刚^{1,2}, 张美良^{1*}, 王 璠², 潘晓华¹

(1. 江西农业大学农学院/江西省作物生理生态与遗传育种重点实验室, 南昌 330045; 2. 江西省农业科学院科技管理处, 南昌 330200)

摘 要:为选择适宜双季稻地区机插育秧床土,以双季杂交早稻组合金优 299 以及杂交晚稻组合天优 122 为材料,采用田间试验方法,研究分析了水稻干细土、菜园干细土及旱地干细土等不同类型床土对双季机插秧苗素质及产量的影响。结果表明,从秧苗素质及大田产量来衡量,3 种类型床土育秧优势排序为,菜园干细土>水稻干细土>旱地干细土。具体来说,菜园干细土处理秧苗的根系多而发达,茎基宽而百苗干重大,秧苗健壮成秧率高,成秧率比其它两处理分别平均高 3.53%、4.23%;漏蔸率低,机插质量好,漏蔸率平均分别低于其它两处理达 3.5%、2.5%;活棵返青快,基本苗充足,有效穗多产量高,实际产量平均分别高于其它两处理达 5.40%、7.10%。综上所述,菜园土是在江西等地区比较理想的机插双季稻育秧床土。

关键词:土壤;作物;生长;机插;双季稻;不同类型床土;秧苗素质;产量

doi:10.11975/j.issn.1002-6819.2016.01.023

中图分类号:S511

文献标志码:A

文章编号:1002-6819(2016)-01-0167-07

张结刚, 张美良, 王 璠, 潘晓华. 双季稻机插育秧床土选择试验[J]. 农业工程学报, 2016, 32(01): 167-173. doi:

10.11975/j.issn.1002-6819.2016.01.023 <http://www.tcsae.org>

Zhang Jiegang, Zhang Meiliang, Wang Fan, Pan Xiaohua. Experiment on screening seedbed soils for mechanical transplanted double-cropping rice[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2016, 32(01): 167-173. (in Chinese with English abstract) doi:10.11975/j.issn.1002-6819.2016.01.023 <http://www.tcsae.org>

0 引 言

近年来,随着农业经济的发展、农业科技水平的不断提高以及农机具及其配套技术的逐步完善,机械插秧这种省工节本的栽培方式得到了大面积的发展和推广^[1-3],截至 2012 年全国水稻机插秧面积已发展到播种面积的 26%^[4],江西作为国家重要的粮食输出省份,水稻播种面积稳定在 3.33×10⁶ hm² 左右^[5],然而水稻移栽机械化一直制约着其水稻种植全程机械化的进程^[1,4]。水稻机械插秧除了能发挥省工、节本等明显优势外,还能兼顾高产、稳产^[5-6]。然而水稻机插育秧成功并获得高产的关键是培育适宜秧龄的健壮秧苗^[7],而培育优良机插秧苗的基础条件则是优质的床土^[8-9]。

因此,为选出适合江西省等双季稻地区的机插育秧床土,本试验通过分析研究水稻干细土、菜园干细土、旱地干细土等 3 种类型床土对机插双季稻秧苗素质及产量的影响,以期获得双季稻区水稻机插育秧床土的适宜类型,为双季稻机插移栽发展和实际推广提供借鉴。

1 材料与方 法

1.1 试验地点和供试大田土壤

试验于 2010 年在江西农业大学科技园进行,供试大

田土壤为潴育性潮沙泥田,历年种植水稻。早稻大田试验田块土壤理化性质为:全氮(N)含量为 2.11 g/kg;速效氮(N)含量为 36.41 mg/kg;速效磷含量(P₂O₅)27.65 mg/kg;速效钾(K₂O)含量为 57.44 mg/kg;有机质含量为 48.28 g/kg;土壤 pH 值为 4.99。晚稻大田试验田块土壤理化性质为:全氮(N)含量为 1.91 g/kg;速效氮(N)含量为 86.41 mg/kg;速效磷(P₂O₅)含量为 23.65 mg/kg;速效钾(K₂O)含量为 95.45 mg/kg;有机质含量为 42.28 g/kg;土壤 pH 值为 5.27。

1.2 试验设计

试验床土经晒干,敲碎,过筛后备用^[10]。育秧采用毯状硬盘(58 cm×28 cm)进行,早稻于 3 月 26 日播种,每盘播种干谷 100 g,4 月 25 日插秧,7 月 20 日测产收获;晚稻于 6 月 26 日播种,播种量为每盘干谷 90 g,7 月 22 日插秧,11 月 4 日测产收获。

大田用机器旋耕平整,并保持淤泥状;机插移栽采用东洋 PF455S 步行式插秧机进行,机插深度为 1 cm,行距为 0.3 m,株距为 0.13 m,行长为 30 m 以上,每小区机插 8 行且重复 3 次,小区面积保证为 40 m² 以上。施肥方法:施氮肥量 210 kg/hm²,按基肥:分蘖肥:穗肥质量比为 5:2:3 施用。施钾量(K₂O)为 210 kg/hm²,按基肥:穗肥质量比为 7:3 施用;施磷量(P₂O₅)为 105 kg/hm²,全部作基肥施用。其他管理按常规管理进行^[10-11]。

供试品种及处理:早稻为杂交早稻组合金优 299(千粒质量 26.5 g)、杂交晚稻组合为天优 122(千粒质量 26.3 g)。试验设 3 个处理分别为水稻干细土(图表中以 S1 表示)、菜园干细土(图表中以 S2 表示)、旱地干细土(图表中以 S3 表示)3 种床土,床土理化性质如表 1。每个处理 3 次重复。

收稿日期:2015-08-26 修订日期:2015-11-29

基金项目:国家科技支撑计划(2006BAD02A04)资助。

作者简介:张结刚(1984-),男,江西余干人,助理研究员,主要从事水稻机械化、作物高产理论与技术研究及农业科技管理。南昌 江西省农业科学院科技管理处,330200。Email:zjg20168@163.com。

※通信作者:张美良(1962-),男,江西余干人,教授,主要从事作物高产理论与技术和作物生态研究。南昌 江西农业大学农学院,330045。

Email:zzmml62@163.com

表 1 三种类型土壤的理化性质

Table 1 Physicochemical property of three different source of soil

	土壤类型 Type of soil	pH 值 pH values	有机质 Organic matter(g·kg ⁻¹)	速效氮 Available N/ (mg·kg ⁻¹)	速效磷 Available P/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾 Available K/ (mg·kg ⁻¹)
早稻 Early rice	S1	5.61	26.70	129.14	86.23	135.62
	S2	5.06	29.60	136.67	91.42	181.33
	S3	6.42	15.40	82.37	70.81	110.75
晚稻 Late rice	S1	5.35	33.80	89.16	56.33	115.45
	S2	5.28	39.20	166.67	78.46	121.39
	S3	6.89	21.90	92.37	40.85	130.77

注:S1 表示水稻干细土、S2 表示菜园干细土、S3 表示旱地干细土,以下图表同。

Note: S1 said dry silt for rice, S2 said dry silt for vegetables field, S3 said dry silt from dryland, the same below.

1.3 测定指标与方法

1.3.1 成苗率、成秧率测定

机械移栽前,调查弱苗率、成苗率及成秧率。成苗率为选取秧块内出苗数与种子总数的比率;弱苗数为秧苗高度小于平均苗高 1/2 的秧苗数量,成秧数则为秧苗高度大于平均苗高 1/2 的秧苗数量。弱苗率为弱苗数与出苗数的比率;成秧率为成秧数与出苗数的比率^[9]。

1.3.2 秧苗株型考察

机械移栽前,每小区选取长势一致的秧苗 30 株,用于测定秧龄、苗高、单株根数、假茎宽度。

1.3.3 机插质量考察

机械移栽后 5~7 d,每小区随机选取连续 100 穴,考察其漏插穴数、漂苗数、死苗数、机械伤苗数用于测定漏蔸率、漂苗率、死苗率和伤苗率。并随机选取长势一致 30 穴考查机插后基本苗及新生根数。

1.3.4 实际产量及其构成测定

收获期,每个小区量 40 m² 左右(8 行×行距 0.3 m×行长 20 m 左右)用于实际测产,且每小区随机取 5 蔸稻株考察其产量构成。

1.3.5 干物质、全氮及可溶性糖含量测定

机械移栽前,每个小区选取秧苗 100 株,剪掉根系,用报纸包扎后于 105 ℃烘箱杀青 30 min 并用 80 ℃烘箱烘干后测定秧苗百苗干物质质量;烘干植株经粉碎后,用全自动凯氏定氮仪测定全氮,用硫酸蒽酮比色法测定可溶性糖含量。

1.3.6 床土及大田土壤农化性状

分析床土及大田土壤 pH 值、氮、磷、钾、有机质等的含量,以测定土壤基础肥力。土壤全氮:H₂SO₄-H₂O₂ 蒸馏法;土壤 pH 值:pH 计测定法;土壤碱解氮:碱解-扩散吸收法;土壤有效磷:碳酸氢钠浸提法;土壤速效钾:NH₄AC 浸提法;土壤有机质:重铬酸钾容量外加热法。

1.4 数据分析及制图

本文运用 DPS 和 Excel 软件进行数据分析和图表绘制。

2 结果分析

2.1 对机插双季杂交稻产量及其构成的影响

不同类型床土对机插双季杂交稻产量及有效穗影响

有显著差异,而对每穗实粒数、结实率以及千粒质量影响差异不显著(表 2)。早、晚稻均以 S2 处理实际产量及有效穗最高,其中 S2 处理早、晚稻实际产量分别高出 S1、S3 处理 358.16、293.89 kg/hm² 和 450.41、740.05 kg/hm²,增产幅度达 4.76%、3.87%和 6.04%、10.32%;S2 处理早、晚稻单位面积有效穗分别高出 S1、S3 处理 7.47%、5.60%和 8.57%、18.75%。证明不同类型床土通过影响机插双季杂交稻的单位面积有效穗来影响其实际产量,菜园干细土育秧可以帮助机插双季杂交稻获得高产。

表 2 不同类型床土对机插双季稻产量及其构成的影响

Table 2 Effect of different seedbed soil source on mechanical transplanted double cropping rice yield and yield components

	处理	有效穗数	每穗实粒数	结实率	千粒质量	实际产量
	Treatment	Number of effective tillers/ (10 ⁴ ·hm ⁻²)	Full spikelets per panicle/ 粒	Seed setting rate/%	1000-grain weight/g	Yield/ (kg·hm ⁻²)
早稻 Early rice	S1	269.36bB	102.64aA	81.23aA	26.12aA	7524.46bB
	S2	289.48aA	105.77aA	82.68aA	26.78aA	7882.62aA
	S3	274.12bB	103.23aA	80.98aA	26.01aA	7588.73bB
晚稻 Late rice	S1	299.29bB	110.00aA	66.22aA	22.53aA	7460.12bB
	S2	324.94aA	111.67aA	63.44 bB	22.62aA	7910.53aA
	S3	273.63cC	110.21aA	63.13 bB	22.55aA	7170.48cC

注:同一列数值后的不同大写和小写字母分别表示在 0.01 和 0.05 水平上差异显著性,下同。

Note: Different capital letters and lowercases following the same list of numerical value show significance of difference between 0.01 and 0.05 respectively, the same below.

2.2 对机插双季杂交稻秧苗素质的影响

2.2.1 叶龄

不同类型床土对机插双季杂交稻秧苗叶龄影响差异显著(表 3)。早稻,S2、S3 处理叶龄显著高于 S1 处理,且 S2 处理秧苗叶龄最大分别高于 S1、S3 处理 6.89%、1.84%。晚稻,S2 处理秧苗叶龄最大且显著高于 S1、S3 处理,S2 处理晚稻秧苗叶龄分别高于 S1、S3 处理达 8.49%、5.80%。叶龄大则有利于形成带蔸秧苗,而带蔸机插是保证大田基本苗提高产量的基础。

2.2.2 苗高

已有研究表明机插秧苗较为理想的苗高为 12~19 cm 之间^[9,12],合理的苗高是机插质量的保证。S2 处理早、晚稻秧苗苗高均最大且显著高于 S1 处理,不同床土对秧苗苗高影响显著;早稻各处理秧苗苗高均在 15.24~18.25 cm 之间,在适合机插的理想苗高范围内^[9],而晚稻 S2、S3 处理苗高 27 cm 以上,已超出最适机插秧苗苗高,会增加机插伤苗的风险,为保证机插质量应用多效唑^[13-14]等育秧物质适度控制晚稻机插秧苗苗高。

2.2.3 根量

较高的根量是机插后迅速返青的保证,也是保证活棵的前提^[15]。不同床土类型对秧苗根量有显著影响。早稻,S2、S3 处理秧苗根量显著高于 S1 处理,S2 处理根量最大且分别高于 S1、S3 处理达 22.12%、4.47%。晚稻,S2 处理秧苗根量显著高于 S1、S3 处理,S2 处理根量最大且分别高于 S1、S3 处理达 5.78%、3.84%。S2 菜园干细土处理有利形成较高的根量从而保证机插后的迅速返青。

2.2.4 假茎宽

假茎宽是衡量秧苗是否健壮的直观指标^[9,16]。不同类型床土对秧苗假茎宽的影响显著。S2 处理早、晚稻秧苗假茎宽均最大且显著高于 S1、S3 处理, 分别达 25.00%、19.34%和 9.02%、6.62%。S2 处理菜园干细土床土育秧秧苗假茎宽大, 秧苗健壮。

2.2.5 百苗干物质质量

干物质质量是衡量健壮秧苗的形态指标之一。不同类型床土对秧苗干物质质量(百苗干物质质量)的影响显著(如表 3)。早稻, S2 处理百苗干质量显著高于 S1、S3 处理分别达 15.47%、11.17%。晚稻, S2、S3 处理百苗干物质质量显著高于 S1 处理, 其中 S2 处理百苗干物质质量最大且高于 S1、S3 处理达 18.53%、2.81%。S2 菜园干细土处理秧苗干物质质量较大, 有利于培育出健壮秧苗。

表 3 不同类型床土对机插双季稻秧苗素质的影响

Table 3 Effects of different seedbed soil source on mechanical transplanted double cropping rice seedling quality						
秧龄 Seedling age	处理 Treatment	叶龄 Leaf age/ 叶	苗高 Seedling height/cm	根数 Root number/根	假茎宽 Pseudostem width/cm	百苗干物质 量 DW per100 seedlings/g
早稻 Rarly rice/30 d	S1	3.63bB	15.35bB	11.03bB	2.32bB	3.36bB
	S2	3.88aA	18.25aA	13.47aA	2.90aA	3.88aA
	S3	3.81aA	15.24bB	13.43aA	2.436bB	3.49bB
晚稻 Late rice/ 26 d	S1	4.71cC	22.61bB	16.10bB	3.99bB	8.31bB
	S2	5.11aA	27.65aA	17.03aA	4.35aA	9.85aA
	S3	4.83bB	27.31aA	16.40bB	4.08bAB	9.58aA

2.3 对秧苗出苗率和成秧率的影响

不同类型床土早晚稻秧苗的出苗率、成秧率均有差异(表 4)。早稻以 S2 处理的出苗率以及成秧率最大, 且分别高于 S1、S3 处理达 2.58%、6.64%和 4.47%、1.81%; 晚稻同样以 S2 处理的出苗率以及成秧率最大, 且分别高于 S1、S3 处理达 0.65%、3.89%和 1.80%、1.58%。早、晚稻均以 S2 处理弱苗率最低, 分别低于 S1、S3 处理达 4.47%、1.81%和 1.80%、158%。良好的出苗率及成秧率是保证机插质量的关键^[16]。由此来看, S2 处理菜园土有利于机插秧的出苗及成秧, 从而降低漏插率保证机插质量。

表 4 不同类型床土对机插稻秧苗出苗率和成秧率的影响

Table 4 Effect of different seedbed soil source on mechanical transplanted rice rate of emergence and planting percentage								
秧龄 Seedling age	处理 Treat- ment	总粒数 Total grains/ 粒	出苗数 Seedling number/ 株	弱苗数		出苗率 Seedling rate/%	成秧率	
				Weak- Seedling number/ 株	Strong Seedling number/ 株		Weak Seedling rate/%	Strong Seedling rate/%
早稻 Rarly rice/30 d	S1	223	181	27	154	81.17	14.92	85.08
	S2	240	201	21	180	83.75	10.45	89.55
	S3	201	155	19	136	77.11	12.26	87.74
晚稻 Late rice/26 d	S1	241	213	23	190	88.38	10.80	89.20
	S2	237	211	19	192	89.03	9.00	91.00
	S3	222	189	20	169	85.14	10.58	89.42

2.4 对机插质量的影响

机插质量方面(表 5), 早、晚稻漏莪率均较大, 早稻可能是由于育秧期间温度较低, 使得出苗率较低, 最终影响

到了漏莪率; 而晚稻方面可能秧苗株高过大, 机插时机机械损伤而影响了漏莪率^[9]。尽管所有处理漏莪率均较大, 但 S2 处理漏莪率还是明显低于 S1、S3 处理, 早、晚稻分别低于 S1、S3 处理达 4.00%、2.00%和 3.00%、3.00%。调查中未发现伤苗、死苗。机插后大田生长调查发现, S2 处理秧苗机插大田后基本苗及新生根数均多余其他 2 个处理。早稻, S2 处理秧苗机插大田后基本苗分别高于 S1、S3 处理达 11.26%、12.33%, 新生根数则是 S1 处理最高, S2 处理其次。晚稻, S2 处理秧苗机插大田后基本苗及新生根数则分别高于 S1、S3 处理达 10.70%、22.48%和 13.31%、9.91%。充足的基本苗是机插稻高产的保证^[16-17]。总体来看, S2 菜园土处理秧苗机插质量较好, 基本苗充足, 新生根数多, 秧苗活棵返青更快, 有利于机插后大田生长。

表 5 不同床土类型处理对机插质量的影响

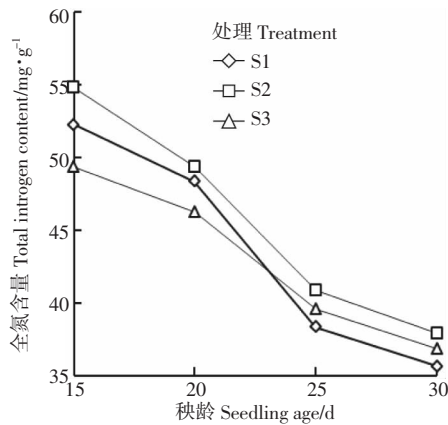
Table 5 Effect of different seedbed soil source on machine-transplanted quality							
处理 Treatment		漏莪率 Miss planting rate/%	漂苗率 Seedling drift rate/ %	伤苗率 Seedling break rate/%	死苗率 Seedling death rate/ %	基本苗 Basic seelings/ 株	新根数 Root number/ 根
早稻 Rarly rice	S1	10.00	5.00	0	0	2.13	2.50
	S2	6.00	2.00	0	0	2.37	2.37
	S3	8.00	5.00	1.00	0	2.11	2.23
晚稻 Late rice	S1	9.00	0	0	0	1.87	3.23
	S2	6.00	0	0	0	2.07	3.66
	S3	9.00	1.00	0	0	1.69	3.33

2.5 对秧苗苗体全氮含量的影响

分析苗体全氮含量可知(图 1), 随着秧龄不断增大, 各处理秧苗苗体含氮量均不断降低, 且至适栽期时, 早稻苗体含氮量保持在 35~38 mg/g, 晚稻保持在 30~32 mg/g。移栽时, 早稻苗体全氮含量高于晚稻, 这可能是有早稻育秧期温度较低的原因。早稻适栽时(秧龄 30 d), S2 处理秧苗苗体全氮含量最高, 且分别高于 S1、S3 处理达 5.16%和 1.68%。晚稻适栽时(秧龄 26 d), 也是以 S2 处理秧苗苗体全氮含量最高, 且分别高于 S1、S3 处理达 4.43%和 2.43%。早、晚晚表现一致, 适栽期苗体全氮含量均以 S2 处理最高。总体来看, 3 个不同类型床土中, 以 S2 菜园土处理秧苗苗体全氮含量最高, 培育的秧苗具有更强的生长势, 有利于机插后秧苗在大田的生长。

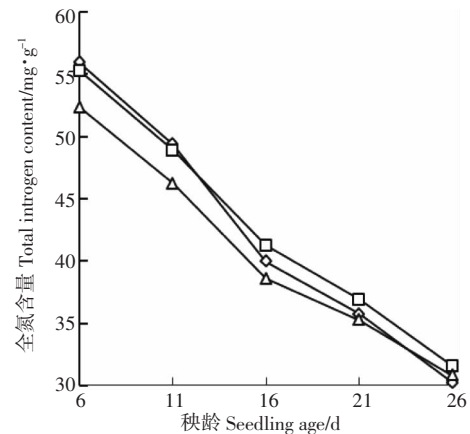
2.6 对秧苗苗体可溶性糖含量的影响

图 2 为不同类型床土处理下早、晚稻秧苗苗体中可溶性糖含量的变化图, 且由图可以得知: 随着秧龄的不断增大, 苗体可溶性糖含量均呈现不断降低的趋势, 适栽秧龄时, 苗体可溶性糖含量均稳定在 36.9 g/kg 至 62.3 g/kg 之间。早稻适栽时(秧龄 30 d), S2 处理秧苗苗体可溶性糖最高, 且分别高于其他两个处理达 12.56%和 6.31%。晚稻适栽时(秧龄 26 d), 也是以 S2 处理秧苗苗体可溶性糖含量最高, 且分别高于 S1、S3 处理达 11.65%和 7.01%。早、晚晚表现一致, 适栽期苗体可溶性糖含量均以 S2 处理最高。由此可以得出, 用菜园土作为床土培育秧苗能让苗体中可溶性糖的含量稳定在一个较高水平, 有利于得到健壮的适栽秧苗。



a. 不同床土类型对早稻秧苗苗体含氮量的影响

a. Effect of different seedbed soil source on early rice seedlings body nitrogen

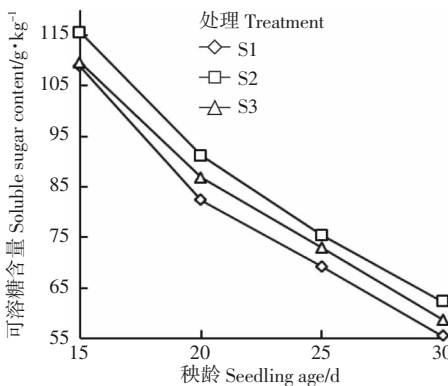


b. 不同床土类型对晚稻秧苗苗体含氮量的影响

b. Effect of different seedbed soil source on late rice seedlings body nitrogen

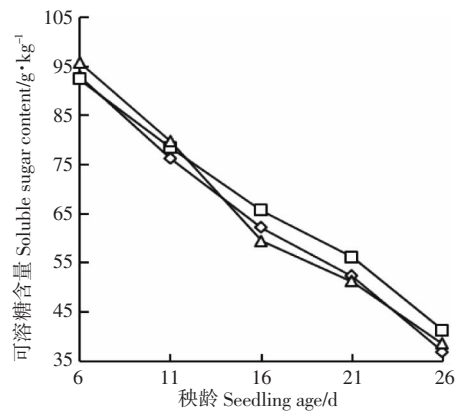
图 1 不同床土类型对机插双季稻秧苗苗体全氮含量的影响

Fig.1 Effect of different seedbed soil source on mechanical transplanted double cropping rice seedlings body nitrogen



a. 不同床土类型对早稻秧苗苗体可溶性糖含量的影响

a. Effect of different seedbed soil source on early rice seedlings body soluble sugar



b. 不同床土类型对晚稻秧苗苗体可溶性糖含量的影响

b. Effect of different seedbed soil source on late rice seedlings body soluble sugar

图 2 不同床土类型对机插双季稻秧苗苗体全氮含量的影响

Fig. 2 Effect of different seedbed soil source on mechanical transplanted double cropping rice seedlings body soluble sugar

3 讨论

3.1 关于不同床土类型对机插双季稻秧苗的影响

经双季早晚稻育秧试验证明:菜园干细土作为床土进行机插稻育秧秧苗具有明显优势。菜园干细土处理秧苗的根系多而发达,茎基宽而百苗干物质质量大,成秧率高秧苗健壮素质好;另外秧苗苗体全氮含量及可溶性糖含量相对较高,有利于提高秧苗的适应性及抗逆性^[9,18]。本试验结果与前人^[8,19-22]通过不同类型床土对比试验得出结论比较一致,均认为菜园土床土育秧可培育健壮秧苗,是一种比较理想的机插稻育秧适宜床土。这可能是因为菜园土的有机质、速效 N、P、K 含量较其他土壤类型高及 pH 值更适宜^[8]。在育秧没有进入工厂化之前,对于经济相对落后的江西等地区来说,为了节约成本,利用土壤肥沃、质地酥松的菜园土作为双季稻机插育秧床土是一个不错的选择。

3.2 关于不同床土类型对双季稻机插质量的影响

机插质量的高低体现出农机农艺配套程度。培育出适应机插的健壮秧苗一直是机插稻成功的关键^[8,23]。试验中不同类型床土处理秧苗素质差异较大,以菜园干细土处理秧苗最佳且出苗率成秧率最高,其秧苗机插漏插率

低而机插质量好。插秧机选用的是东洋 PF455S 步行式插秧机,其机插原理是通过将秧盘切割成固定面积的小块后插入大田中,因而成秧率高,且单位面积上秧苗多能降低漏插率提高机插质量。机插大田后,相对于其他处理,菜园干细土处理秧苗田间发根力及绿叶数多,活棵返青快,群体质量高为后续大田生长奠定基础。

3.3 关于不同床土类型对机插双季稻产量的影响

产量是衡量育秧是否成功的关键,一切育秧技术及田间管理措施都是为了获得高产^[18,24-25]。试验表明,不同类型床土对机插双季杂交稻产量及有效穗的影响差异显著,而对每穗实粒数、结实率以及千粒质量影响差异不显著。菜园干细土处理通过增加机插双季杂交稻的单位面积有效穗来增加其实际产量。菜园干细土处理秧苗健壮分蘖多,成秧率高、漏插率低而机插质量高,从而保证了机插大田后的基本苗充足,有利于形成优势群体获得高产^[2,25]。

3.4 关于机插双季稻适宜育秧床土的选择

不同类型床土基础肥力有较大差距,早稻菜园干细土有机质、速效氮、速效磷、速效钾分别高于水稻干细土和旱地干细土达 10.86%、5.83%、6.02%、33.70%和 92.21%、65.92%、29.11%、63.73%;晚稻菜园干细土则分别高于水稻干细土、旱地干细土达 15.98%、86.93%、39.29%、5.15%和

78.99%、80.43%、92.07%、-7.17%。从试验中床土的采集过程中来看,菜园土的通透性、保肥保水性等物理性质均优于其他床土^[20]。在本试验中,从培育适宜机插的健壮秧苗、大田获得高产的角度看,菜园土明显优于水稻土及旱地土。在江西等双季稻地区因实际生产条件所限制,选择适宜的菜园土直接作为育秧床土进行双季稻机插育秧是一个经济高效的选择。本试验中因未能对床土的物理性质与床土培肥效果等进行分析,尚不清楚适宜床土的物理性质。在实际生产中,虽然小规模育秧能够自由选择床土,但从长远看应该重视通过现地床土的适当培肥,获得适宜培育机插壮秧的床土^[8,24,26]。

3.5 关于机插双季稻适宜育秧床土的培育

苗床床土的选取和配制是决定育秧成败的基础条件^[27]。本试验表明菜园土是机插双季稻育秧适宜的床土,这与前人研究结果较为一致^[19-20],但是对于未来机插育秧的工厂化进程,单单靠使用现成的菜园土来做机插稻育秧床土是不太现实的,因此通过床土培肥来达到培育健壮机插秧苗是未来更佳的选择^[27]。张祖建等人^[8]研究表明不同类型床土均可以经过培肥后达到培育适宜机插的水稻健壮秧苗的目标。在合适的肥力指标范围内,可通过床土培肥来培育适宜形态和地上、地下部生长均衡的健壮机插秧苗。在实际生产中,机插育秧能够自由选择床土的可能性并不大,因此应该重视通过现地床土的适当培肥来代替现成菜园土床土,以获得培育机插壮秧的床土基本条件^[28-29]。

4 结 论

1)采用不同类型床土培育机插双季稻秧苗,其秧苗素质差异显著,菜园干细土处理秧苗根量比水稻干细土和旱地干细土两处理分别高 13.95%、4.16%;菜园干细土作为床土培育的机插双季稻秧苗干物质质量、成秧率、秧苗苗体全氮含量及可溶性糖含量均优于其他处理,秧苗适应性、抗逆性强。因此菜园干细土作为床土优于水稻干细土和旱地干细土。

2)不同处理机插质量差异明显。菜园干细土处理出苗成秧率高、漏插率低、基本苗足而机插质量好,漏插率比其他两个处理平均低 3.50%、2.50%;机插大田后,活棵返青快,基本苗充足,群体质量高,基本苗比其他两个处理平均高 10.98%、17.41%。菜园干细土处理机插质量高。

3)不同处理双季稻产量、有效穗有明显差异,菜园干细土有效穗比其两个处理平均高 8.02%、12.18%,实际产量较其他两个处理高 5.40%、7.10%。而其每穗实粒数、结实率以及千粒质量差异相对不明显。不同类型床土处理通过影响机插双季稻的有效穗来影响其产量。菜园干细土处理有效穗及实际产量高。

[参 考 文 献]

- [1] 张洪程,龚金龙.中国水稻种植机械化高产农艺研究现状及发展探讨[J].中国农业科学,2014,47(7):1273-1289.
Zhang Hongcheng, Gong Jinlong. Research status and development discussion on high-yielding agronomy of mechanized planting rice in China[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2014, 47(7): 1273-1289.(in Chinese with English abstract)
- [2] 贾现文,朱起超,杨志远,等.移栽秧龄对机插杂交稻产量及群体质量的影响[J].农业工程学报,2014,30(12):18-25.
Jia Xianwen, Zhu Qichao, Yang Zhiyuan, et al. Effect of seedling age on yield and population quality of mechanized transplanted hybrid rice[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering(Transactions of the CSAE), 2014, 30(12): 18-25.(in Chinese with English abstract)
- [3] 陆朝梁.江西农业[M].南昌:江西人民出版社,2015.
- [4] 林洪鑫,曹开蔚,熊多根,等.不同育秧基质对双季早晚稻机插秧苗素质和产量的影响[J].湖南农业科学,2013,(7):35-38.
Lin Hongxin, Cao Kaiwei, Xiong Duogen, et al. Effects of different seedling raising matrixes on seedling quality and yield of mechanical transplanted double cropping rice[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2013,(7): 35-38.(in Chinese with English abstract)
- [5] 牛盾.我国农业机械化的新形势和水稻生产机械化问题[J].农业工程学报,2000,16(4):7-11.
Niu dun. New situation of agricultural mechanization and the development of paddy production mechanization in China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2000, 16 (4): 7-11.(in Chinese with English abstract)
- [6] 李泽华,马旭,齐龙,等.华南双季稻区水稻不同机械化栽植方式对比试验与评价[J].农业工程学报,2015,31(3):40-47.
Li Zehua, Ma Xu, Qi Long, et al. Comparison and evaluation of different rice mechanized transplanting methods in double cropping area of south China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(3): 40-47.(in Chinese with English abstract)
- [7] Hoshikawa K. In: Physiology of small rice seeding and the technology of seedling nursery Kiyochika Hoshigawa. Tokyo: Rural Culture Association, 1972(in Japanese).
- [8] 张祖建,于林惠,王君,等.机插稻床土培肥效应研究[J].作物学报,2006,32(9):1384-1390.
Zhang Zujian, Yu Linhui, Wang Jun, et al. Effect of seedbed soil fertilizing for mechanical transplanting rice seedling[J]. Acta Agronomica Sinica, 2006, 32(9): 1384-1390.(in Chinese with English abstract)
- [9] 王君.水稻机插秧苗的生长和超秧龄过程的分析及其调控

- 的研究[D]. 扬州:扬州大学,2007.
- Wang Jun. Studies on the Growth and Regulation of the Seedling Growth and the Long-term Age Stage of Mechanical Transplanting of Rice[D]. Yang Zhou: Yang Zhou University, 2007.(in Chinese with English abstract)
- [10] 石庆华. 江西双季晚稻机插高产栽培技术规程[J]. 南方农机, 2015, (3): 8-9.
- [11] 曹永辉. 双季稻全程机械化生产模式的攻关与推广[J]. 作物研究, 2015, 29(3): 308-310.
- [12] 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 Linhui, Ding Yanfeng, Xue Yanfeng, et al. Factors affecting rice seedling quality of mechanical transplanting rice [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2006, 22 (3): 73-78. (in Chinese with English abstract)
- [13] 翟孝勋. 多效唑在水稻群体质量控制中的作用[D]. 南京: 南京农业大学, 2005.
- Zhai Xiaoxun. The Effect of Paclobutrazol in Controlling Population Quality on Rice[D]. Nan Jing: Nanjing Agricultural University, 2005. (in Chinese with English abstract)
- [14] 张结刚, 张美良, 吴华茂, 等. 不同育秧物质对机插晚稻秧苗生育特性及产量的影响[J]. 江西农业大学学报, 2014, 36(6): 1185-1190.
- Zhang Jiegang, Zhang Meiliang, Wu Huamao, et al. Effects of different seedling culture substances upon the growth characteristics of mechanical transplanted seedlings of late hybrid rice and its yield[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2014, 36(6): 1185-1190. (in Chinese with English abstract)
- [15] 胡雅杰, 曹伟伟, 钱海军, 等. 钵苗机插密度对不同穗型水稻品种产量、株型和抗倒伏能力的影响[J]. 作物学报, 2015, 41 (5): 743-757.
- Hu Yajie, Cao Weiwei, Qian Haijun, et al. Effect of planting density of mechanically transplanted pot seedlings on yield, plant type and lodging resistance in rice with different panicle types [J]. Acta Agronomica Sinica, 2015, 41 (5): 743-757. (in Chinese with English abstract)
- [16] 龙瑞平, 邓安凤, 刘冲发, 等. 播种量对机插稻产量和生物学特性的影响[J]. 中国稻米, 2013, 19(4): 109-110.
- [17] 钱银飞, 张洪程, 吴文革, 等. 机插穴苗数对不同穗型粳稻品种产量及品质的影响[J]. 作物学报, 2008, 34(2): 297-304.
- Qian Yinfei, Zhang Hongcheng, Wu Wenge, et al. Effects of seedlings number per hill on grain yield and quality in different panicle types of mechanical transplanted japonica rice[J]. Acta Agronomica Sinica, 2008, 34(2): 297-304. (in Chinese with English abstract)
- [18] 张祖建, 王君, 郎有忠, 等. 机插稻超秧龄秧苗生长特点研究[J]. 作物学报, 2008, 34(2): 297-304.
- Zhang Zujian, Wang Jun, Lang Youzhong, et al. Growing characteristics of rice seedlings of over-optimum age for mechanical transplanting[J]. Acta Agronomica Sinica, 2008, 34 (2): 297-304. (in Chinese with English abstract)
- [19] 叶慧平, 单烈文. 水稻机插育秧技术要点[J]. 上海农业科技, 2007(1): 37.
- [20] 林云峰. 水稻机械插秧与旱地育秧配套技术[J]. 福建农机, 2005(4): 13-14.
- [21] 冯建波, 朱军, 张锁荣, 等. 水稻机插秧软盘育苗技术[J]. 中国种业, 2007(4): 59-60.
- [22] 朱永. 机械化栽插水稻软盘育秧技术[J]. 农业装备与车辆工程, 2006(5): 55-56.
- [23] 张洪程, 朱聪聪, 霍中洋, 等. 钵苗机插水稻产量形成优势及主要生理生态特点[J]. 农业工程学报, 2013, 29(21): 50-59.
- Zhang Hongcheng, Zhu Congcong, Huo Zhongyang, et al. Advantages of yield formation and main characteristics of physiological and ecological in rice with nutrition bowl mechanical transplanting[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2013, 29 (21): 50-59. (in Chinese with English abstract)
- [24] 姚雄, 杨文钰, 任万军. 育秧方式与播种量对水稻机插长龄秧苗的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 25(6): 152-157.
- Yao Xiong, Yang Wenyu, Ren Wanjuan. Effects of seedling raising methods and sowing rates on machine-transplanted long-age rice seedling[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2009, 25 (6): 152-157. (in Chinese with English abstract)
- [25] 宋其福. 杂交稻早晚两季机插配套育秧技术探索[J]. 湖南农机, 2005(1): 28-29.
- Song Qifu. Explore to the techniques of sprout cultivation with machine-transplanted for double-season hybrid rice[J]. Hunan Agricultural Machinery, 2005 (1): 28-29. (in Chinese with English abstract)
- [26] 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.
- Shen Jianhui, Cao Weixing, Zhu Qingsen, et al. Effects of different seedling raising methods on rice seedling quality by mechanical transplanting[J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2003, 26(3): 7-9. (in Chinese with English abstract)
- [27] 福建省农业机械管理局, 福建省农业机械鉴定推广总站. 福建省水稻机械化育秧技术实施规范[J]. 福建农机, 2006(4): 39-43.
- [28] 於长杰, 徐长青. 水稻机插双膜育秧床土培肥研究[J]. 内蒙古农业科技, 2003(2): 31-33.
- [29] 施正连. 水稻机插育苗床土培肥对秧苗素质的影响[J]. 农业技术装备, 2004, 30(1): 24-26.

Experiment on screening seedbed soils for mechanical transplanted double-cropping rice

Zhang Jiegang^{1,2}, Zhang Meiliang^{1*}, Wang Fan², Pan Xiaohua¹

(1. College of Agronomy, Jiangxi Agricultural University, Key laboratory of Crop Physiology, Ecology and Genetic Breeding of Jiangxi Province, Nanchang 330045, China; 2. Science and Technology Management Department of Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China)

Abstract: A crucial factor for rice seedling cultivation which is applicable for mechanical transplanting, and obtaining high yield is to raise strong seedlings with right seedling age, while a qualified seedbed soil is the most basic and important requirement. A scientific trial was set up in Jiangxi agricultural university in 2010 to find out the proper seedbed soil source for mechanical-transplanting of double-cropping rice seedling raising, Tested soil included dry silt for rice, dry silt from vegetables field and dry silt from dryland, which were aired, smashed and screened carefully. 2 rice varieties were used in this trial, one is Jinyou 299 (hybride early for double-cropping rice), and the other one is Tianyou122 (hybrid late). Seeds were planted in carpet like plate, 100 grains each, and 3 applicants per treatment. Seedlings transplanted with TOYOPF455S walking transplanter, planted 8 row*30 m in each plot. We evaluated afterwards the source effect of different soil on seedling quality, mechanical-transplanting quality and rice yield. According to seedling quality performance and yield result, it turned out that seedlings raised in seedbed soil from vegetables field performed the best for mechanical-transplanting of double cropping rice, followed by that of from rice soil. There were significant differences in seedling quality among different soil source treatments, which showed that dry silt for vegetables field > dry silt for rice > dry silt from dryland (of which ">" means better than). The double-cropping rice seedlings grew in dry silt for vegetables field got strong root system, and its total root quantity was on average 13.95% and 4.16% more than that in other treatments. Stem diameter and dry matter for seedlings grew in vegetable soil also performed the best among treatments, whose stem diameter was on average 17.01% and 12.98% larger than that in other treatments, and dry matter weight of 100 plants was 17.0% and 6.99% more on average. Strong seedlings and high seedling survival rate was obtained in dry silt for vegetable field, which was on average 3.53% and 4.23% higher than that of in other two treatments. Also seedlings in vegetable soil, the total N and TSS content were relatively high, which made the seedlings have a good capability and anti-stress ability; total N content was 4.80% and 2.06% higher, while the TSS was 12.05% and 6.66% more than that of grew in rice soil and dryland soil. There were significant differences in mechanical transplanting quality among different seedbed soil source. Treatment with dry silt for vegetables got a high seedling survival rate while a low miss planting rate which led to enough transplanted basic seedlings. The miss planting rate was 3.50% and 2.50% lower than that of treated with rice soil and dryland soil. Seedlings had short turning green time after field mechanical transplanting, with enough basic seedlings and well population quality, so the basic seedling quantity was 10.98% and 17.41% more than that of other treatments. There were difference in double-season yield and effective spikes among treatments with different seedbed soil sources. The effective spikes in dry silt from vegetables field was 8.02% and 12.18% higher and its actual yield was 5.4%, 7.10% more than that of in other treatments. There were no significant differences among treatments in grain/head, filled grain rate and 1000 grain weight. Different seedbed soil can affect yield of mechanical transplanted rice of double-cropping, because it has significant effects on numbers of effective spikes. In summary, soil from vegetables field is an ideal seedbed soil source for mechanical transplanting of double-cropping rice seedling cultivation in Jiangxi province, and it may also works in other area.

Keywords: soils; crops; growth; mechanical transplanting; double-cropping rice; seedbed soil source; seedling quality; yield