

水稻机插及基质育秧技术研究进展

周丽瑶¹ 吴军¹ 龚克成¹ 周红² 鲁超¹ 霍中洋^{3*}

(¹ 无锡市农业技术推广中心, 江苏 无锡 214021; ² 无锡市滨湖区农林局, 江苏 无锡 214071; ³ 扬州大学 农业部长江流域稻作技术创新中心 / 江苏省作物遗传生理重点实验室, 江苏 扬州 225009; * 通讯作者: huozy69@163.com)

摘要: 育秧的好坏直接关系到水稻机插秧的质量和产量, 育秧基质的选择则是机插育秧技术的核心之一。本文综述了机插育秧技术要点及存在问题、育秧基质的分类、理化性质和选择要点, 并对育秧基质在机插育苗中的应用进行了展望, 旨在提高和完善机插育秧技术。

关键词: 水稻; 机插秧; 育秧技术; 育秧基质

中图分类号: S511.043 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8082(2018)01-0020-04

世界上半以上的人口以稻米为主食, 我国作为世界栽培稻起源地之一, 水稻栽培历史悠久^[1]。随着经济的快速发展和人们生活水平的提高, 农村劳动力大量转移, 如何降低劳动强度和生产成本, 稳定提高水稻产量和市场竞争能力, 进一步增加水稻生产效益, 成为水稻生产的重点目标。因此, 轻简化栽培成为水稻未来发展的主要方向^[2-4]。当前普遍应用的水稻轻简化栽培方式主要有抛秧、直播和机插秧^[5-6]。在我国, 抛秧只是过渡性栽培措施, 最终还是要向机械化作业方向发展, 机械直播只是区域性措施, 而机械插秧则是我国大部分地区水稻栽培未来的发展方向。

1 机插育秧技术的发展趋势

水稻机械化育插秧技术, 是指通过培育适合机械栽插的壮秧, 然后采用插秧机械将秧苗按一定规格要求栽插到大田, 并采取相应的肥水运筹措施, 实现水稻种植机械化的一种栽植方式, 主要内容包括适合机械栽插要求的秧苗培育、插秧机的操作使用、大田管理、农艺配套措施等^[7]。

1.1 国外水稻机插育秧技术的发展趋势

日本机插育秧技术起步最早。1962年, 开口正夫研制出人力一行带状带土小苗插秧机, 使得带土毯状秧与插秧机正式结合, 一起完成机插秧作业, 后来出现了盘式带土小秧苗, 进而确定机插秧苗的基本形式为毯状苗^[8]。1966年日本成功研制出工厂化水稻育秧设备, 大大提高了工作效率。到了1980年, 机插秧面积已达到日本水稻种植面积的90%以上, 日本基本实现了水稻插秧机械化^[8-9]。目前日本机插育秧主要有两种形式, 一种是大规模公共育秧设备, 另一种是面向单个农

户的简易播种生产流水线^[10-11]。近年来, 日本开发了全自动秧盘堆装机和秧箱定位机, 减轻了装卸秧盘的劳动强度及秧苗质量^[12], 进一步降低了成本, 提高了效率。

韩国机插育秧目前主要采用带土盘育秧毯状苗, 为了降低水稻机插秧成本和提高水稻机插作业效益, 20世纪80年代韩国开始研究小苗、乳苗机插。研究表明, 小苗机插后秧苗的成活率高, 植伤轻, 抗低温能力强, 近年来小苗机插技术日趋成熟, 优势日益凸显, 已占韩国水稻种植面积的14%^[13]。

国外机插育秧方式主要有以下几种, 按照秧田水分状况分为湿润育秧和旱育秧; 按照秧苗生长期间的保温措施可分为多层薄膜育秧、无纺布育秧和工厂化育秧, 前两者适用于小苗和中苗育秧, 后者则在温室内采用多苗床育秧, 搁层可多达9层, 以充分利用温室空间, 提高育秧效率^[13]。

1.2 我国水稻机插育秧技术的发展趋势

国内机插秧可分为湿润秧田机插育秧和旱育机插秧。湿润秧田机插育秧一般适宜在稻田土壤粘重的地区应用, 旱育机插育秧适宜在土壤肥沃的沙壤或中壤土地地区应用。近年来, 有部分地区结合湿润育秧和旱育秧技术, 大胆创新采用“水育旱管”的育秧模式, 成功探索出“硬地硬盘育秧技术”、“硬地微喷灌育秧技术”等^[14]。机插育秧方式也可分为如下4种: 泥浆双膜育秧、硬盘基质育秧、双膜细土育秧和软盘细土育秧, 后2种方式的应用更为广泛。

收稿日期: 2017-09-28

2 机插育秧技术的要点及存在问题

2.1 机插育秧技术要点

能否培育出适合机插的壮苗关系到机插秧生产成功与否,与传统常规育苗相比,机插育秧最显著的特点是秧苗播种密度大、标准要求高。符合机插的秧苗标准如下:出苗齐匀、根系发达、盘根力强、秧苗个体健壮、根茎粗壮、无病斑虫迹、株高控制在 12~18 cm。

机插育秧技术要点包括品种选择、秧池田准备、育秧和田间管理等 4 个方面内容。首先宜选择生育期相对较短的品种(一般以 138~140 d 为宜),确保水稻安全齐穗,避免由于后期低温导致灌浆不足、结实率降低的减产现象,此外还可以选择感温性不强的水稻品种,确保低温时继续生长,减少产量损失。宜选择排灌方便、邻近大田的熟田作为秧田,按照“实、平、光、直”的要求精做秧田,然后选择适宜的园土和基质作为育秧土,对秧盘进行装土和摆盘,将处理好的种子均匀撒播至秧盘,并做好盖膜保温催苗。最后要求进行细致的田间管理,确保齐苗,并提供稳定的水分、养分和空气,促进水稻根系生长和茎基部增粗,形成壮苗。

2.2 机插秧育秧存在的主要问题

2.2.1 秧苗素质相对较差

插秧机对秧苗素质要求高,首先要保证秧盘出苗整齐,无缺苗,秧龄控制在 15~20 d,叶龄 3~4 叶,苗高 12~18 cm,苗挺叶绿,基部扁宽有弹性,单株白根数 10 条以上,根系盘结好,提起不散。但是实际生产中,由于播量过大、营养土质量差、苗期管理不当,常造成机插育秧的秧苗素质不符合机插的标准从而导致水稻减产。

2.2.2 机插秧秧苗适栽期短

实际生产中常采用中小苗机插,常规技术下秧苗的适栽期只有 3~5 d,由于受到前茬作物收获延迟、土地耕收、供水、降雨等多种因素影响,经常出现秧苗不能按期栽插,出现超龄秧。超龄苗易徒长超高,不能机插,导致秧苗报废,无秧可插。对此,部分育秧大户推迟了播种时间,压缩机插秧生育期,严重影响了机插秧的产量。另外在高密度播种条件下,秧苗生长细弱,营养不良,难以形成高度适宜的壮苗,且后期分蘖力不高,产量较低。

2.2.3 育秧土获取困难,质量难以保证

随着机插秧技术的大面积推广,机插育秧的规模日益扩张,传统育秧土取自秧田、周边农田或者菜园

土,一方面破坏了大量的优质耕层土^[15]和生态环境;另一方面整地、取土劳动强度大,营养土的配置也常常达不到壮秧的要求^[16]。由于各地土壤状况不一,营养成分优劣不一,病虫草害携带情况难以控制,使用传统育秧土育秧,不同地方、不同批次易出现营养不良,苗期病害暴发等不利后果。

2.2.4 育苗期管理措施不当,秧苗达不到壮秧标准

俗话说“秧好半年粮”,特别是对水稻来说,秧苗素质的的好坏,对产量的高低起着重要作用。播种后前期管理主要目的是“高温高湿促齐苗”,过早揭膜易导致出苗不齐,过迟揭膜易导致高温烧苗、秧苗徒长;中期肥水补充不当,易出现营养不均或者肥害烧苗;后期控水不及时,缺少炼苗环节,难以培育壮苗。

3 机插秧育秧基质研究进展

我国水稻机插技术与欧美国家相差甚远,深耕其原因,最重要的一点就是传统取土育秧技术,难以大规模培育出整齐统一的高素质秧苗,致使机插秧质量得不到突破。育秧基质是秧苗生长发育的介质,直接影响到秧苗养分和水分的运输,理想的育秧基质不仅要能够为秧苗提供稳定的水分、养分,还能够充当外来水分及养分的“中转站”。

3.1 传统取土育秧的局限性

传统机插育秧基质主要来自于田土,在当前生产条件下具有如下局限性:(1)取土将破坏农田或者林地耕作层,打破生态平衡,破坏自然环境,按照常规本田秧田比例计算,培育 100 hm² 机插秧,将要消耗掉 667 m² 农田或者林地的耕作层,持续取土后优质的耕作土壤将消耗殆尽,最终无土可取;(2)育秧床土在取土、制作、运输和储存过程中,要消耗大量人力物力,尽管如此,还常常达不到机插秧培育壮秧的要求,严重影响机插的质量和产量;(3)育秧土的培肥、调酸、灭菌等难以做到均匀一致,床土质量亦难保证,容易造成秧苗素质参差不齐,影响产量发挥^[17]。育秧土的制备已严重阻碍了机插秧技术的大面积推广,可持续地大量获取适宜的育秧基质将成为机插秧的重中之重。

3.2 新型育秧基质的分类

3.2.1 无机物基质

无机物基质主要包括蛭石、沸石、河沙、珍珠岩^[18]、炉渣、膨化沙^[19]以及一些天然矿物质,此类物质无生物活性,化学性质稳定,且营养成分少,透水透气功能好,但是保水保肥性较差。无机基质颗粒结合松散,不利于

秧苗盘根不倒,故在实际生产中几乎看不到用单一无机基质来育秧的例子,反而更多是作为改良剂掺杂到其他基质中去。

3.2.2 有机物质基

有机物质基一般是由具有生物活性的动植物残渣经过发酵或者腐熟而制成的,其富含多种营养元素,具有较强的保肥保水能力,但透气性、稳定性欠佳。常见有机物质基有秸秆、稻壳^[20]、草木灰^[21-22]、食用菌渣^[23]、酒糟、锯木屑、腐熟树叶、蚯蚓粪^[24-26]等。不同种有机物质生产出来的基质作用不一,单一有机物质基亦无法育出高素质秧苗。

3.2.3 复合基质

复合基质指综合无机物质基和有机物质基的优点,按不同比例配制而成的基质,具有养分充足、保水保肥能力强、透气性好、缓冲能力强等优点。复合基质的配方需要根据当地生产实际来决定,所以需要制定育秧基质筛选标准,为如何选择合理的育秧基质作参考。

3.3 理想育秧基质的理化性质

3.3.1 物理性状

综合各种物理参数,容重和总孔隙度是基质最主要的物理性状。容重反映了基质的松紧程度,容重大的基质紧实,易板结,透水透气性差,不利于根系的伸展,并且不方便运输;容重小则浇水后基质易漂浮散落,不利于秧苗根系的固定,易出现倒伏^[27-28]。理想基质的容重应该控制在 $0.1\sim 0.8\text{ g/cm}^3$ 范围内^[29]。总孔隙度包含持水孔隙度和通气孔隙度,总孔隙度的大小与基质的透气性、保水性密切相关。孔隙度大,能够增加基质的透气性和持水特性,这有利于根系的生长,但易造成秧苗扎根不稳,出现倒伏。理想基质的总孔隙度范围应控制在70%~80%,能提供20%~30%的可利用水和20%的空气即可^[30-31]。

3.3.2 化学性状

基质的化学性状主要包含营养元素含量、pH值、EC值(可溶性盐含量)、CEC值(阳离子交换量)等。基质的pH过高或过低都会对植株产生毒害作用,一般用于水稻育苗的基质pH值以控制在4.5~5.5为宜^[31]。基质的EC值、CEC值主要影响植株对营养物质的吸收。李谦盛^[32]等研究表明,理想育秧基质中的EC值应该控制在 $0.75\sim 2.0\text{ mS/cm}$ 之间,CEC值大于 $6\text{ me}/100\text{ cm}^3$ 。

3.3.3 生物性状

生物性状特指有机物质基的腐熟程度,未腐熟的基质生物性状极不稳定,容易对植株产生毒害作用,常见有机物质基很多都是由农业废弃物或其他有机物发酵而来,虽然基质的原料不尽相同,无法用同样的标准加以限定,但是依然可以通过基质中微生物的活性及基质对植物生长的影响来衡量基质的腐熟程度^[33]。此外,在实际生产中,基质原料必须无毒、未携带重金属元素和病虫害源,可以长期大量获取,对自然无公害。

4 展望

4.1 发展水稻工厂化轻型无土基质育秧

工厂化基质育秧是利用现代农业装备进行集约化育秧的生产方式,即采用机械化的方法,将种子经催芽、播种、适温避光催苗及温室大棚育秧等过程,规模化工厂化生产出适于机插的标准秧苗^[34]。这是一项现代农业工程与农艺相结合的水稻育秧新技术,是一种集统一育秧基质、统一种子、统一机械化育(播)秧精准化、统一工厂化管理的水稻育秧生产技术,大力推动其发展,有助于保护秧田耕层土壤,节本增效,适应未来农业规模化发展。

4.2 提高商品基质产品质量

基质市场鱼龙混杂,厂家规模大小不一,生产技术参差不齐,产品质量波动起伏,这就决定了我国需要制定商品化基质的产品质量标准,加强对基质市场的有效监控,保证育苗方可以采购到产品质量合格、价格适中的基质产品。

4.3 因地制宜开发特色基质

不同地方适合当地生产基质的原料不同,如北方可以利用炉渣、草炭、锯木屑等,南方则可以利用稻壳、椰糠、蔗渣等,因地制宜,合理开发利用当地农业废弃物或者生产废料生产基质,不仅可以降低生产成本,便于推广应用^[35],还可以减少环境污染。有研究表明,中药渣、造纸废弃物等新型有机物也可能成为基质原料的新来源,目前已在许多蔬菜作物育苗上取得了不错的效果^[36-39]。

参考文献

- [1] 游修龄. 中国稻作史[M]. 北京:中国农业出版社,1995.
- [2] 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(7):7-10.
- [3] 朱建农,庄乃生,刘小伟,等. 21世纪我国水稻种植机械化发展方向[J]. 中国农业大学学报,2000,5(2):30-33.
- [4] 孙岩松. 我国东北水稻种植快速发展的原因分析和思考[J]. 中国稻米,2008,14(5):9-11.

- [5] 蒋受仲. 配套育秧技术推广应用[J]. 湖南农机, 2008(4):22-23.
- [6] 金千瑜. 我国水稻抛秧栽培技术的应用与发展 [J]. 中国稻米, 1996, 2(1):10-13.
- [7] 陈福祥. 水稻机械化育插秧技术是水稻栽植机械化之首选[J]. 农机使用与维修, 2009(1):94.
- [8] 包春江, 李宝筏. 日本水稻插秧机的研究进展[J]. 农业机械学报, 2004, 35(1):162-166.
- [9] 罗汉亚, 袁钊和. 日本水稻插秧机械化发展现状及趋向[J]. 农机科技推广, 2005(9):37-38.
- [10] 薛刚, 袁钊和, 王莉. 日本水稻移栽机械化新技术的发展[J]. 农业装备技术, 2002(5):46.
- [11] 杨明, 金杨玲, 李庆东, 等. 日本水稻生产机械化系统分析及对中国农业机械发展的建议[J]. 农业工程学报, 2003, 19(5):77-82.
- [12] 李耀明, 徐立章, 向忠平, 等. 日本水稻种植机械化技术的最新研究进展[J]. 农业工程学报, 2005, 21(11):182-185.
- [13] 潘晓芳. 韩国水稻生产及政策[J]. 北方水稻, 2008, 38(4):78-80.
- [14] 魏立国. 机插秧软盘浆泥育秧技术探索 [J]. 农技服务, 2016, 33(8):55.
- [15] 胡润, 王佳佳, 秦叶波, 等. 连作晚稻无土基质育秧机插效果[J]. 中国稻米, 2013, 19(4):103-105.
- [16] 周青, 张国良, 孙敏, 等. 有机基质育秧对水稻机插秧苗素质的影响[J]. 农机化研究, 2005(3):75-77.
- [17] 孙水鹤, 周波, 朱朝晖. 推进水稻机械化生产进程中江西省农机专业合作社现状分析[J]. 南方农机, 2015, 46(4):11-15.
- [18] 刘华招. 水稻机插中苗育秧基质的研究 [J]. 现代化农业, 2009(3):1-3.
- [19] 徐志岩, 董国忠. 水稻应用膨化砂无土早育苗技术试验效果初探 [J]. 北方水稻, 2012, 42(2):46-48.
- [20] 刘华招, 刘延. 水稻机插中苗膨软稻壳育秧基质研究[J]. 现代化农业, 2010(11):26-27.
- [21] 纪力, 邵文奇, 孙春梅, 等. 水稻机插秧草木灰育苗基质的使用技术[J]. 上海农业科技, 2012(3):40-41.
- [22] 钟平, 邵文奇, 庄春, 等. 草木灰育苗基质对水稻秧苗素质的调控效应[J]. 江苏农业科学, 2013, 42(12):57-59.
- [23] 邵晓伟. 应用食用菌渣研制水稻育秧基质的研究[D]. 南京:南京农业大学, 2013.
- [24] 刘敏, 王彬彬, 聂俊华, 等. 蚯蚓粪复合基质对观赏番茄生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(28):12 340-12 342.
- [25] 马丙尧, 马海林, 刘方春, 等. 蚯蚓粪对鹅掌楸容器苗生长及养分吸收的影响[J]. 水土保持通报, 2013, 33(2):251-255.
- [26] 牛银堂. 利用蚯蚓粪作基质冬春茬茄果类蔬菜穴盘育苗技术[J]. 北京农业, 2009(1):9-10.
- [27] 刘树堂. 无土栽培实用技术[M]. 济南:黄河出版社, 2004.
- [28] 李睿, 沈枫, 李跃东, 等. 浅谈水稻育秧基质研究进展[J]. 北方水稻, 2014, 44(3):79-80.
- [29] 孙君艳, 李淑梅, 董丽平. 水稻机械化插秧标准秧苗培育技术[J]. 北京农业, 2014(15):30-31.
- [30] Boodt M D, Verdonck O. The physical properties of the substrates in horticulture[C]. III Symposium on Peat in Horticulture, 1972: 37-44.
- [31] 沈巧梅, 赵泽松, 萧长亮, 等. 水稻育秧基质的理化性质及生产中存在的问题与对策[J]. 现代农业科技, 2012(19):46-47.
- [32] 李谦盛. 芦苇末基质的应用基础研究及园艺基质质量标准的探讨[D]. 南京:南京农业大学, 2003.
- [33] 尚秀华. 木屑和稻壳基质化腐熟技术研究[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2009.
- [34] 周海波, 马旭, 姚亚利. 水稻秧盘育秧播种技术与装备的研究现状及发展趋势[J]. 农业工程学报, 2008, 24(4):301-306.
- [35] 李霞, 吕国华, 孟胜. 基质开发的研究现状、存在问题及发展趋势 [J]. 安徽农学通报, 2005, 11(7):28-29.
- [36] 杜龙龙, 马玉奎, 陈飞, 等. 以中药渣堆肥为肥源对黄瓜基质育苗的影响[J]. 北方园艺, 2015(6):161-164.
- [37] 边三根, 龙秋生, 谢彦. 中药渣基质栽培蔬菜技术操作规程[J]. 现代园艺, 2015(9):63-65.
- [38] 刘宝龙. 以中药渣为主的无土基质在蔬菜生产中的应用[J]. 中国园艺文摘, 2015(3):29-30.
- [39] 许美荣, 国家进, 董克锋, 等. 木材造纸废弃物基质对番茄生长发育的影响[J]. 中华纸业, 2011(4):44-46.

Research Progress of Machine-transplanted Rice and Substrate Seedling Raising Techniques

ZHOU Liyao¹, WU Jun¹, GONG Kecheng¹, ZHOU Hong², LU Chao¹, HUO Zhongyang^{3*}

(¹ Agricultural Technology Extension Station of Wuxi City, Wuxi, Jiangsu 214021, China; ² Agriculture and Forest Bureau of Binhu District, Wuxi, Jiangsu 214071, China; ³ Innovation Center of Rice Cultivation Technology in Yangtze Valley, Ministry of Agriculture /Key Laboratory of Crop Genetics and Physiology of Jiangsu Province, Yangzhou University, Jiangsu 225009, China; *Corresponding author: huozy69@163.com)

Abstract: The level of seedling raising techniques has a direct relation to seedling quality and grain yield. The choice of seedling raising substrate is one of the core of machine-transplanted seedling raising techniques. This review summarized the technical essential and existing problems of machine-transplanted seedling raising techniques, classification, physical and chemical properties of seedling raising substrate and selection points. The application of seedling raising substrate in machine-transplanted rice was prospected.

Key words: rice; machine-transplanted rice; seedling raising techniques; seedling raising substrate