

Advances in Research on Materials and Technology of Rice Seedling Raising by Mechanical Transplanting in China

Lei Rao, Limei Tang, Baotong Li*

College of Agronomy, Jiangxi Agricultural University, Nanchang Jiangxi
Email: 1124508714@qq.com, *libt66@163.com

Received: Sep. 1st, 2019; accepted: Sep. 20th, 2019; published: Sep. 27th, 2019

Abstract

With the migration of rural population to cities and aging problems, the whole mechanization production of rice has become an inevitable trend. At present, the bottleneck of the whole mechanization production of rice is transplanting mechanization, and transplanting mechanization depends on seedling quality, and seedling quality mainly depends on seedling raising materials. It is of great significance to develop fine seedling materials and cultivate strong seedling for the whole mechanized production of rice. On the basis of summing up the development course of rice seedling raising materials in China, the research progress and development trend of seedling raising materials and mechanized seedling raising technology were introduced, which provided a reference for the future mechanization production of rice.

Keywords

Rice, Seedling Raising Materials, Seedling Raising Technology, Mechanization, Seedling Raising

我国水稻机插育秧基质和育秧技术研究进展

饶 镛, 汤丽梅, 李保同*

江西农业大学农学院, 江西 南昌
Email: 1124508714@qq.com, *libt66@163.com

收稿日期: 2019年9月1日; 录用日期: 2019年9月20日; 发布日期: 2019年9月27日

摘 要

随着农村劳动力向城市迁移以及老龄化等问题突现, 水稻全程机械化生产已成必然趋势。当前, 制约水*通讯作者。

稻全程机械化种植的瓶颈是栽插机械化, 而栽插机械化又取决于秧苗素质, 秧苗素质又主要依赖于育秧基质。研发优良的育秧基质、培育健壮的秧苗对水稻全程机械化生产具有重要意义。本文在归纳我国水稻育秧基质发展历程的基础上, 介绍了育秧基质和机插育秧技术的研究进展及其发展趋势, 为未来水稻全程机械化生产提供参考。

关键词

水稻, 育秧基质, 育秧技术, 机械化, 育秧

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着我国经济的快速发展, 农业机械化、规模化和标准化生产将是未来农业发展的必然趋势。水稻是我国的重要粮食作物之一, 水稻全程机械化种植对我国农业现代化的发展具有积极的推动作用。当前, 制约水稻全程机械化生产的瓶颈是栽插机械化, 而栽插机械化又主要取决于秧苗素质, 秧苗素质又主要依赖于育秧基质。长期以来, 水稻生产上采用的育秧基质均以营养土为主, 但营养土作为育秧基质存在取土量大、取土困难、破坏耕地及容易发生土传病害等问题[1] [2]。目前, 市场上已有的一些以培育壮秧为目的的无土基质, 因其理化性质不稳、保水保肥差且价格较高等问题, 未得以大面积应用。本文在归纳水稻机插育秧基质发展历程的基础上, 分析了理想水稻育秧基质的基本要求和机插育秧技术进展, 旨在为水稻机插育秧基质研发和机插育秧技术推广提供参考。

2. 机插秧育秧基质研究进展

2.1. 水稻育秧基质的发展历程

我国水稻的栽培历史悠久, 最早是通过直播的方式种植, 直播是水稻不经过育秧移栽, 直接将水稻种子洒播在稻田单纯的让其生长直至水稻成熟的一种种植方式[3]。这种种植方式简单便捷, 但是产量低, 以至于后来逐渐被淘汰; 到东汉末期, 开始出现了大田育秧移栽的种植方式, 大田育秧技术在宋元时期定型并沿用至今[4]。上世纪 40 年代末, 水稻种植呈现出了采取大田育秧带土抛秧移栽的方式, 开始有了育秧基质的观点。1953 年开始以人工移栽秧苗的工艺流程摸索设计水稻插秧机, 由于面临一些技术难题以及效果不佳而放弃[5]。到上世纪 70 年代末, 我国开始从日本引进水稻工厂化育苗技术及其插秧配套设备, 并在生产实践对插秧机进行改良, 以提高秧苗与插秧机的兼容性。长期以来, 水稻生产上采用的育秧基质均以营养土为主, 但随着水稻机插秧技术的大面积推广, 育秧环节的取土困难、工序复杂、秧苗素质不稳和无法实现规模化育秧等问题日益凸显[6], 很大程度上限制了水稻机插育秧技术的发展。目前无土育秧基质研究已引起国内外学者的广泛关注, 按原料不同可分为无机物基质、有机物基质和复合基质。

2.2.1. 无机物基质

主要包括蛭石、沸石、河沙、珍珠岩、炉渣、膨化沙和一些天然矿物质[7], 此类物质本身无生物活性, 化学性质较稳定, 养分含量少, 透气透水能力强, 但保肥保水性能差。无机基质的颗粒结合较松散, 对秧苗盘根不利, 因而在生产实际中未见单用无机基质育秧的实例, 反而是多用于其他基质中作改良剂使用。

2.2.2. 有机物基质

由动植物残体经发酵或腐熟制成，含有多种元素和养分，具有较强的保水保肥能力，但稳定性和透水透气性欠佳。常见的有机物基质有秸秆、稻壳、草木灰[8]、食用菌渣[9]、酒糟、锯木屑、腐熟树叶和蚯蚓粪等[10]。不同种类动植物残体制备的基质功能不同，单一的有机物基质亦难以育出高素质秧苗。

2.2.3. 复合基质

由有机物基质和无机物基质按一定比例加工而成，具有养分充裕、保肥保水性能强、透气性好和缓冲功能强等特点，有利于水稻根系的发育生长。从基质的研究和效果来看，复合基质已成为当今育秧基质发展的主流方向，如 46% 秸秆有机肥 + 20% 蚯蚓粪 + 18% 酒糟 + 16% 蛭石[11]、60% 稻壳 + 10% 牛粪 + 20% 褐煤粉 + 20% 膨润土[12]等配方在生产中得以应用并取得良好的增产效果。复合基质因其原料和比例不同，含有的养分和性能相差较大，使用时要根据各地生产实际适时调整其配比。

3. 机插秧育秧基质的基本要求

新型水稻机插育秧基质是采用除营养土以外的工农业有机废弃物和天然矿物质材料研制而成的，配合使用水稻机插育苗技术进行工厂化集中育秧，打破传统的泥土育秧方式，并采取适应的肥水管理措施，培育出满足机械栽插要求的壮秧，不仅可以大大降低插秧机的负荷，还可以提高插秧机的使用效率和经济效益[13] [14]。水稻机插育秧基质的基本要求是保持良好的物理、化学和生物性状，既能保证秧苗的健壮生长，又能保持与插秧机良好的兼容性，有利于插秧机对秧苗的分离、栽插和秧苗返青。

3.1. 物理性状

主要包括容重和总孔隙度；容重过大的基质易板结，透水透气性差，不利于秧苗根系伸展和生长，容重过小的基质，浇水后易漂浮，不利于秧苗着根挺直，理想基质的容重应在 $0.1\sim 0.8\text{ g/cm}^3$ [15]。总孔隙度包括通气孔隙度和持水孔隙度，其大小直接影响育秧基质的透气和保水能力。孔隙度大的基质含有较高的水分和空气，有利于根系的生长，但秧苗容易倒伏，理想基质的总孔隙度应在 70%~80%，既能提供 20%~30% 水分，又能保持 20% 空气[16]。在生产实际中，一般通过将不同大小粒径的基质混合，以解决单一基质孔隙度过小或过大的问题[17]。

3.2. 化学性状

主要包括营养元素、pH 值、EC 值(可溶性盐含量)和 CEC 值(阳离子交换量)，水稻育苗基质 pH 一般以 4.5~5.5 为宜，pH 过高或过低都会对植株产生毒害作用[18]。EC 值和 CEC 值主要影响秧苗对营养物质的吸收，基质中理想的 EC 值在 $0.75\sim 2.0\text{ mS/cm}$ 左右，CEC 要大于 $6\text{ me}/100\text{cm}^3$ [19]。

3.3. 生物性状

主要指育秧基质的腐熟程度，未完全腐熟的基质性质较不稳定，对秧苗生长不利或易造成毒害。目前许多育秧基质都是由猪粪、秸秆等农业废弃物发酵制备的，虽然原料的种类和来源不同，但其腐熟程度都可用其中的微生物活性及对秧苗生长的影响来判断[20]。此外，还要求育秧基质无毒性，且不携带病菌和虫卵，对周边环境无污染，做到资源节约和可持续发展。

4. 水稻机插育秧技术的研究进展

水稻机械化育插秧技术是水稻栽植机械化的核心，其中育秧技术是实现农机农艺融合的关键[21]。目前，我国水稻机械化育秧主要采用塑料软盘或硬盘进行工厂化集中育秧或稻田分散育秧，育秧技术主要

有早育秧法、湿润育秧法和水育秧法，其中水育秧法因秧苗一直处于淹水状态，易造成根系腐烂而逐渐被淘汰。湿润育秧法是介于早育秧法和水育秧法之间的一种育秧方法。早育秧法是在整个育秧过程中，只保持土壤湿润、不保水层的育秧方法，具有秧龄短、秧苗壮、管理方便、省水和经济效益高等优点。所以，水稻机插秧主要采用早育秧法育秧。本文从播种量、水分管理和机插秧龄三个方面阐述水稻早育秧技术的发展现状。

4.1. 播种量

合适的播种量对培育适合机插的健壮秧苗有利。播种量太大或太低都会影响到水稻秧苗的整体素质和机插的效果。张卫星等[22]研究发现，育秧基质用量一定时，水稻播种量越低，水稻秧苗虽长的健壮，但秧苗密度低，导致机插时漏插率越高，造成缺穗而减产；播种量越高，水稻秧苗养分不足，严重影响秧苗素质，不利于高产。景启坚等[23]研究认为，水稻播种量过低时，秧苗的个体素质指标虽得到优化，但秧苗的群体指标不能满足机插的要求，播种量过高时，秧盘间的通风性能差，苗高茎细，秧苗素质差。张卫星等[22]报道，采用土与谷壳作育秧基质时，较低的播量(每平方米芽谷 300~400 g)和适宜的基质配比(土与谷壳体积比 1:2~3)能培育出适合于机插的高素质秧苗。在实际生产过程中，应根据不同的水稻品种和育秧基质种类筛选出适宜的播量，为水稻机插秧提供依据。

4.2. 水分管理

水稻秧苗育秧技术的水分管理主要体现在基质的含水量、吸水性和持水量。基质的含水量过高或过低都将影响水稻种子的呼吸强度和发芽率。基质吸水性能的好坏取决于浇水的频率，吸水性能好的育秧基质在育苗过程中可以减少浇水次数和管理力度。育秧基质的持水量严重影响水稻秧苗的素质，吴文革等[24]研究表明，基质持水量过于饱和时，秧苗根部渗水导致透气性能低，易造成秧苗烂根和下层叶片腐烂，不利于秧苗生长，秧苗综合素质较差；基质持水量过低时不利于作物根系的伸展，需进行多次的水肥供给才能正常生长。水稻育秧的整个苗期均应保持基质湿润，保持基质持水量在 60%~70%左右[25]，当早晨叶尖无吐水现象说明水稻秧苗缺水，需要浇水增加基质的持水量。

4.3. 机插秧龄

机插秧的秧龄对产量的影响大于施肥量和播种量，适龄机插是水稻高产的关键[26]。吴明兴等[27]研究认为，“武运粳 30”机插的适宜秧龄为 18~20 d，秧龄过长和过短都会影响水稻的生长发育及产量；陈惠哲[28]等试验表明秧龄过长过短都会影响水稻的穗粒数和产量，秧龄的延长，植株株高和干物质量均增加，但秧苗后期生长趋缓，叶片生长变慢，根冠比降低；低秧龄移栽后秧苗易返青，缓苗期短，虽然成穗率低，但有效穗数多。水稻品种繁多、育秧方式多样以及不同插秧机的栽插性能相差较大，机插秧时要求的秧龄可能不同，不能盲目借鉴别人的经验选择秧龄插秧。因此，应根据水稻品种、育秧基质、插秧机品牌和当地气候条件的不同，在充分实践的基础上，选择水稻秧苗三叶一心、出苗均匀、苗挺色绿、根系发达和苗高 12~18 cm 左右进行机插[13]。

5. 展望

在水稻全程机械化生产过程中，育秧仍是最为薄弱的环节[7]。目前，育秧基质和技术虽基本能满足水稻机插育秧的要求，但仍存在基质生产标准化低、产品性能不稳和育秧成本较高等问题。因此，在未来育秧基质的研发过程中，要逐步建立育秧基质的标准化体系和水稻机插育秧技术评价体系，采取因地制宜、可持续发展的理念，合理利用当地工农业有机废弃物研制轻型无土育秧基质，降低插秧机工作的负荷，减少环境污染，促进资源循环利用，降低基质生产成本。同时建立工厂化育秧模式，规范水肥管

理体系,实现标准化、集中化、规模化育秧[29]。发展农机农艺融合及配套使用技术,减少人工劳动强度,提高水稻生产效率,为中国水稻机械化生产奠定坚实的基础。

基金项目

江西省科技支撑计划(20151BBF60070)和“十三·五”国家重点研发计划(2017YFD0301604)。

参考文献

- [1] 苏国立,张秀双,魏晓敏. 水稻育苗基质研发试验初报[J]. 北方水稻, 2011, 41(2): 28-29.
- [2] 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.
- [3] 周建群. 水稻栽培方式研究进展[J]. 湖南农业科学, 2009(2): 51-54.
- [4] 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.
- [5] 周晚来,王朝云,易永健,等. 我国水稻机插秧发展现状[J]. 中国稻米, 2018, 24(5): 11-15.
- [6] 杨柏志. 机插水稻采用基质育秧的意义及试验研究[J]. 现代农机, 2013(1): 22-23.
- [7] 屈成,刘芬,方希林,等. 水稻机插秧育秧基质研究进展[J]. 农学学报, 2017, 7(1): 1-4.
- [8] 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, 41(12): 57-59.
- [9] 邵晓伟. 应用食用菌渣研制水稻育秧基质的研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2013.
- [10] 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): 12340-12342.
- [11] 孙海天,汪春,李海亮,等. 利用农业废弃物制备水稻育秧基质工艺的优化[J]. 农机化研究, 2018, 40(5): 230-235.
- [12] 王发,张伟,曲晓晶,等. 多功能水稻无土育苗营养基质的研究[J]. 吉林农业科学, 2014, 39(1): 20-24.
- [13] 周丽瑶,吴军,龚克成,等. 水稻机插及基质育秧技术研究进展[J]. 中国稻米, 2018, 24(1): 20-23.
- [14] 周文,周丽恒,黄凯. 水稻机插秧育秧基质的推广应用[J]. 湖南农机, 2011(10): 16-17.
- [15] 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.
- [16] Boodt, M.D. and Verdonck, O. (1972) The Physical Properties of the Substrates in Horticulture. *III Symposium on Peat in Horticulture*, 37-44. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1972.26.5>
- [17] 高丽红. 无土栽培固体基质的种类与理化特性[J]. 农村实用工程技术(温室园艺), 2004(2): 28-30.
- [18] 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.
- [19] 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]: [博士学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2003.
- [20] 尚秀华. 木屑和稻壳基质化腐熟技术研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国林业科学研究院, 2009.
- [21] 马旭,李泽华,梁仲维,等. 我国水稻栽植机械化研究现状与发展趋势[J]. 现代农业装备, 2014(1): 30-36+40.
- [22] 张卫星,朱德峰,林贤青,等. 不同播量及育秧基质对机插水稻秧苗素质的影响[J]. 扬州大学学报, 2007, 28(1): 45-48.
- [23] 景启坚,薛艳凤,钱照才. 不同播量对机插秧苗素质的影响[J]. 江苏农机化, 2003(2): 13-14.
- [24] 吴文革,周永进,陈刚,等. 不同育秧基质和水分管理对机插秧苗素质与产量的影响[J]. 中国生态农业学报, 2014, 22(9): 1057-1063.
- [25] 丁新红,陆建林,朱凤珍,等. 机插水稻基质育秧技术探讨[J]. 上海农业科技, 2018(4): 54-55.
- [26] 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秧苗质及大田产量的影响[J]. 作物学报, 2006, 32(3): 402-409.
- [27] 吴明兴,何松银,陆桂清,等. 机插水稻基质育秧适宜秧龄试验研究[J]. 农民致富之友, 2017(10): 150+284.
- [28] 陈惠哲,江文松,向镜,等. 秧龄对机插超级稻秧苗素质及产量的影响[J]. 中国稻米, 2015, 21(4): 172-175.
- [29] 何政道,司明宝,孟海兵. 机插水稻采用专用基质育秧是发展方向[J]. 农机科技推广, 2014(4): 36-37.