

董玉兵,纪力,孙春梅,等. 漂浮育秧对不同养分浓度水体环境的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(19):304-307.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.19.062

漂浮育秧对不同养分浓度水体环境的影响

董玉兵,纪力,孙春梅,邵文奇,钟平,庄春,章安康,陈川

(江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所,江苏淮安 223001)

摘要:水稻漂浮育秧技术是一项应用于水稻机插秧育秧的新方法。设置不同养分浓度水环境,模拟水体富营养化状态,研究漂浮育秧对富营养化水体环境的影响。试验设置 5 个处理,处理 I 至处理 V 初始养分浓度逐渐升高。结果表明,漂浮育秧可以降低富营养化水体中 NH_4^+ 浓度和 PO_4^{3-} 浓度,水体 pH 值先升高后降低;不同养分浓度水体对水稻秧苗生长几乎没有影响,高养分浓度处理促进了水稻秧苗根系的生长,这有利于水稻秧苗移栽后提高存活率。因此,漂浮育秧是一种环境友好型水稻育秧技术,可以降低富营养化水体养分含量,适合大面积推广应用。

关键词:水稻;漂浮育秧;水体环境;秧苗素质;水体富营养化

中图分类号: S181 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)19-0304-04

随着城市化的发展,农村劳动力的减少,我国的农业发展逐渐向大田块、高度机械化形式转化。

收稿日期:2019-12-24

基金项目:江苏省农业科学院探索性颠覆性创新计划课题[编号:ZX(17)2009];江苏省重点研发(现代农业)重点及面上项目(编号:BE2019334);江苏省环洪泽湖生态重点实验室自主研发课题(编号:17HZHL001)。

作者简介:董玉兵(1992—),男,山东济宁人,硕士,研究实习员,主要从事机插秧缓控释肥和农田碳氮循环研究。E-mail: dongyubing178@163.com。

通信作者:陈川,研究员,主要从事作物栽培和土壤肥料研究。E-mail: chenchuan3174@sina.com。

因此,水稻种植机械化成为发展的必然趋势。水稻机插秧是培育标准化秧苗与机械精确移栽相结合,它改进了传统插秧技术费时、费力的缺点,是水稻种植机械化发展的基本方向^[1-2]。其中,水稻机插秧育秧为了保证秧块成毯、降低漏秧率,使得播种密度过大,导致苗间竞争激烈、秧苗素质较差^[3]。而传统毯苗机插秧水稻育秧还存在取土难、劳动强度大、根系盘结力小等问题,是制约水稻机插秧育秧向轻简化、工厂化、机械化发展的最主要的阻力^[4-5]。同时,也限制了水稻机插秧机械化的发展。

水稻漂浮育秧技术是应用于水稻机插秧育秧

- [11] Rathnayake K N, Bennett W W, Teasdale P R, et al. Comparing in situ colorimetric DET and DGT techniques with ex situ core slicing and centrifugation for measuring ferrous iron and dissolved sulfide in coastal sediment pore waters [J]. *Chemosphere*, 2017, 188: 119-129.
- [12] Fan X F, Ding S M, Chen M S, et al. Peak Chromium pollution in summer and winter caused by high mobility of Chromium in sediment of a eutrophic lake: in situ evidence from high spatiotemporal sampling [J]. *Environmental Science & Technology*, 2019, 53(9): 4755-4764.
- [13] Qu W C, Dickman M, Sumin Wang S M. Multivariate analysis of heavy metal and nutrient concentrations in sediments of Taihu Lake, China [J]. 2001, 450(1/2/3): 83-89.
- [14] Zeng J, Yang L Y, Chen X F, et al. Spatial distribution and seasonal variation of heavy metals in water and sediments of Taihu Lake [J]. 2012, 21(5): 1489-1496.
- [15] Ding S M, Han C, Wang Y P, et al. In situ, high-resolution imaging of labile Phosphorus in sediments of a large eutrophic lake [J]. *Water Research*, 2015, 74: 100-109.

- [16] Ullman W J, Aller R C. Diffusion coefficients in nearshore marine sediments [J]. *Limnology and Oceanography*, 1982, 27(3): 552-556.
- [17] Ni L X, Gu G X, Rong S Y, et al. Effects of cyanobacteria decomposition on the remobilization and ecological risk of heavy metals in Taihu Lake [J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2019, 26(35): 35860-35870.
- [18] Pan F, Liu H T, Guo Z R, et al. Metal/metalloid and phosphorus characteristics in porewater associated with Manganese geochemistry: a case study in the Jiulong River Estuary, China [J]. *Environmental Pollution*, 2019, 255(1): 113-134.
- [19] Yin H, Cai Y J, Duan H T, et al. Use of DGT and conventional methods to predict sediment metal bioavailability to a field inhabitant freshwater snail (*Bellamya aeruginosa*) from Chinese eutrophic lakes [J]. *Journal of Hazardous Materials*, 2014, 264: 184-194.
- [20] Gao B, Gao L, Zhou Y, et al. Evaluation of the dynamic mobilization of Vanadium in tributary sediments of the Three Gorges Reservoir after water impoundment [J]. *Journal of Hydrology*, 2017, 551: 92-99.

的一项新技术,是根据现有叶菜类蔬菜、烟草等作物漂浮育苗技术改进而来,利用自然状态下的河流、湖泊、沟渠、池塘等表面水系对水稻秧苗的一种培育方式^[6]。水稻漂浮育苗技术的应用,可以免去传统机插秧水稻育苗时的精整秧田、覆膜盖草(或无纺布)等,避免了这 2 个环节操作不当造成的秧苗长势不整齐、黄化苗、烧苗、烂苗等不利影响^[7-8],节约了这 2 个环节上的物质和劳动力成本。该技术的运用还可以提高秧田的利用率,提高秧苗素质,减少病虫害,解决常规育苗起秧难,受阴雨天气制约的难题^[6]。随着水稻漂浮育秧技术研究的成熟,还可以实现在河流、湖泊等自然水体的广泛应用,在节约用地的同时还方便了秧苗栽插时的运输工作。

水稻漂浮育秧技术以草木灰为育秧基质。实践证明,草木灰因其较强的吸水能力和较轻的容重适合作为漂浮育秧技术的基质^[9]。草木灰基质在漂浮育秧上的应用还可以提高秧苗质量。但是,水稻漂浮育秧技术作为一种新技术,对漂浮水体水环境影响的相关研究甚少。草木灰基质具有较高的阳离子交换量和较强的吸附能力,而目前自然水体中普遍存在水体富营养化现象。基于此,本试验模拟富营养化水体,设置不同养分梯度的水环境,研究水稻漂浮育秧技术对不同养分梯度水环境的影响,探究水稻漂浮育秧技术对水体富营养化的净化能力。

1 试验设计

1.1 试验概况

试验于江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所内进行,供试水稻品种为南粳 9180。育苗方式为漂浮育秧,将常规育苗盘(30 cm×60 cm)铺装基质放置于提前裁好的泡沫板上,使其漂浮于水体上,以基质自吸水分供给秧苗生长。试验用草木灰基质铺装育苗盘,每盘铺装 1.8 kg 基质,播种 120 g 水稻种,然后用 0.5 kg 基质覆盖,均匀洒施 900 mL 自来水,暗化出苗。播种前用咪鲜甲霜灵水稻专用拌种剂拌种。出苗后统一将育苗盘放置于提前布置好的水箱内。

1.2 试验设计

引起水体富营养化的主要是氮(N)、磷(P)等元素,因此,设置浓度梯度时主要考虑水体中 N、P 的浓度梯度。参考地表水质量三级标准(N 浓度为

1.0 mg/L,P 浓度为 0.2 mg/L)和五级标准(N 浓度为 2.0 mg/L,P 浓度为 0.4 mg/L),分别在自来水中加入不同梯度的养分。设置 5 个处理依次为处理 I,自来水;处理 II,自来水+1.0 mg/L N+0.2 mg/L P;处理 III,自来水+2.0 mg/L N+0.4 mg/L P;处理 IV,自来水+4.0 mg/L N+0.8 mg/L P;处理 V,自来水+8.0 mg/L N+1.6 mg/L P。每个处理 3 次重复。在试验装置前水箱 4 周包裹黑布作避光处理,水体表面覆盖遮光板避光并防止灰尘落入水体。每个水箱装水体积为 110 L,各处理养分添加如表 1 所示。

表 1 各处理试剂添加量

试剂	硫酸铵添加量 (g)	磷酸二氢钾添加量 (g)
处理 I	0	0
处理 II	0.519	0.097
处理 III	1.037	0.193
处理 IV	2.074	0.386
处理 V	4.148	0.772

1.3 样品采集与分析

试验于 2019 年 5 月 28 日铺盘育苗,暗化出苗 3 d,5 月 31 日下育秧盘,6 月 24 日育秧结束,育苗期为 25 d。试验分别在下秧盘前采集 1 次水样,之后育苗期间每隔 5~7 d 采集 1 次水样,并记录水位变化。每次采集 200 mL 水样装于干净塑料瓶(250 mL)内,置于-18℃冰箱内储存,待试验结束后统一测定,分别测定铵态氮、 PO_4^{3-} 含量、pH 值。最后一次采集水样的同时考察水稻秧苗生长状况,分别测量株高、叶龄、叶长、茎基宽、干质量、叶绿素含量、成苗数等。

本试验采用 Excel 2010 软件进行数据计算;采用 Origin Lab 软件作图。

2 结果与讨论

2.1 育苗期间不同处理水体水质动态变化

由图 1 可以看出,不同处理间 NH_4^+ 浓度的变化差异很大。处理 I 育苗期间 NH_4^+ 浓度变化不大,整个苗期 NH_4^+ 浓度均处较低状态。说明育苗基质的氮养分没有进入水体,漂浮育秧对自然水体不会产生氮污染。添加硫酸铵各处理 NH_4^+ 浓度均呈下降趋势,下降速度随着 NH_4^+ 浓度初始浓度的增加而加快,其中处理 V 的 NH_4^+ 浓度下降最快。这可

能是因为草木灰有很强的吸附能力,一部分 NH_4^+ 被草木灰吸附^[10],造成水中的 NH_4^+ 浓度降低;也可能是一部分 NH_4^+ 在水体中通过硝化、反硝化作用转化成其他形态的氮;或者可能是有一部分被作物吸收。本试验中水体 NH_4^+ 浓度变化趋势与土壤中的变化趋势相似。有研究显示,尿素施入到土壤后 NH_4^+ 浓度先升高然后迅速降低,在第 7~10 天内浓度变化比较明显,随后变化速度变缓,在 3 周内降到较低水平^[11]。至育秧第 25 天,各处理的 NH_4^+ 浓度已无明显差距。本试验中直接施入硫酸铵作为氮源,不存在尿素水解这一步骤,所以 NH_4^+ 浓度在整个育苗期呈降低趋势。这也说明了漂浮育秧可能对高 NH_4^+ 浓度水体有一定的净化作用。

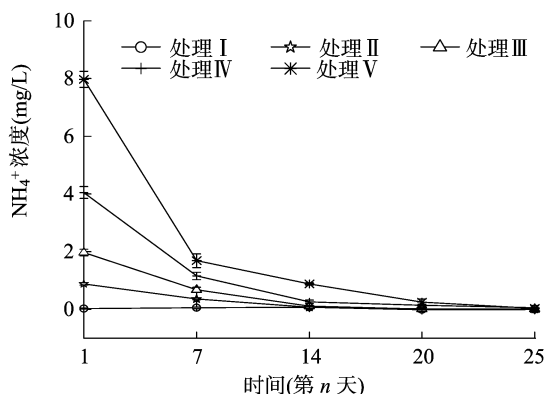


图1 育苗期间不同处理水体 NH_4^+ 浓度动态变化

由图 2 可以看出,不同处理间 PO_4^{3-} 浓度的变化差异比较明显,水体中 PO_4^{3-} 浓度整体呈下降趋势。其中,处理 I 的 PO_4^{3-} 浓度无明显变化,在整个生育期中均较低;处理 V 的 PO_4^{3-} 浓度降低速度最快。 PO_4^{3-} 浓度的变化和 NH_4^+ 浓度变化趋势略有不同, NH_4^+ 浓度下降幅度很快至第 25 天时各处理已无明显差异(图 1),而 PO_4^{3-} 浓度在试验前期下降较快,后期下降幅度变缓,至第 25 天时处理 III、处理 IV、处理 V 的 PO_4^{3-} 浓度仍然较高。 PO_4^{3-} 浓度在试验前期下降较快,可能是草木灰基质有较强的吸附能力,一部分 PO_4^{3-} 被草木灰吸附固定^[10],一部分 PO_4^{3-} 被秧苗生长吸收。试验后期下降速度变缓,可能是此时草木灰对 PO_4^{3-} 吸附饱和, PO_4^{3-} 浓度下降主要是由于秧苗吸收。秧苗移栽后处理 III、处理 IV、处理 V 仍有较高浓度的 PO_4^{3-} ,这可能是因为秧苗对 PO_4^{3-} 吸收转化能力较低,在育苗期间水体中大量的 PO_4^{3-} 并不能被秧苗完全吸收。总体上,漂浮育秧对高 PO_4^{3-} 含量水体有一定的净化作用。

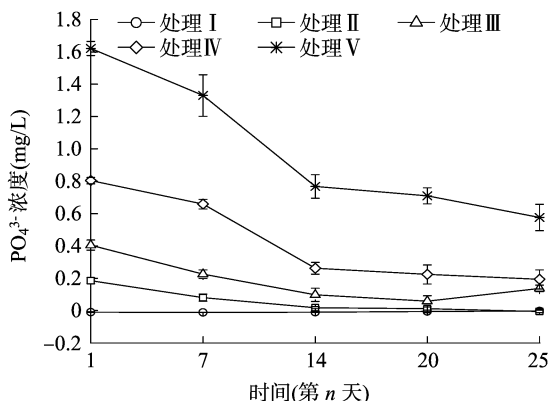


图2 育苗期间不同处理水体 PO_4^{3-} 浓度动态变化

由图 3 可知,各处理的 pH 值差异不明显,说明不同养分梯度,并不会影响水体 pH 值变化。各处理水体的 pH 值均先升高后降低,水体 pH 值基本维持在 7.2~8.2 之间,属于水体正常 pH 值范围。在育秧前期水体 pH 值升高,可能因为草木灰为碱性,在育秧前期草木灰碱性物质进入水体导致水体 pH 值升高。育秧后期水体 pH 值又恢复到之前的水平,这表明漂浮育秧虽然对水体 pH 值有影响,但并未形成污染。

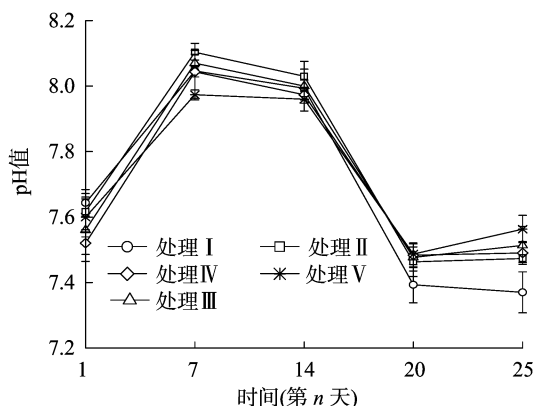


图3 育苗期间不同处理水体 pH 值动态变化

2.2 育苗期间不同处理水稻秧苗生长状况

由图 4 可知,不同处理叶长没有明显差异。由表 2 可以看出,不同处理秧苗叶龄、株高、茎基宽差异均不明显。处理 1 的叶绿素含量明显低于其他处理,每盘成苗数则明显高于其他处理。这可能是因为前期处理 1 出苗较多,而水体养分含量较低,影响了秧苗生长。秧苗百株地上干质量以处理 1 的最高,百株根干质量以处理 5 的最高。这可能是因为处理 5 水体养分含量较高,促进了秧苗根系生长,这有利于移栽后提高秧苗存活率。

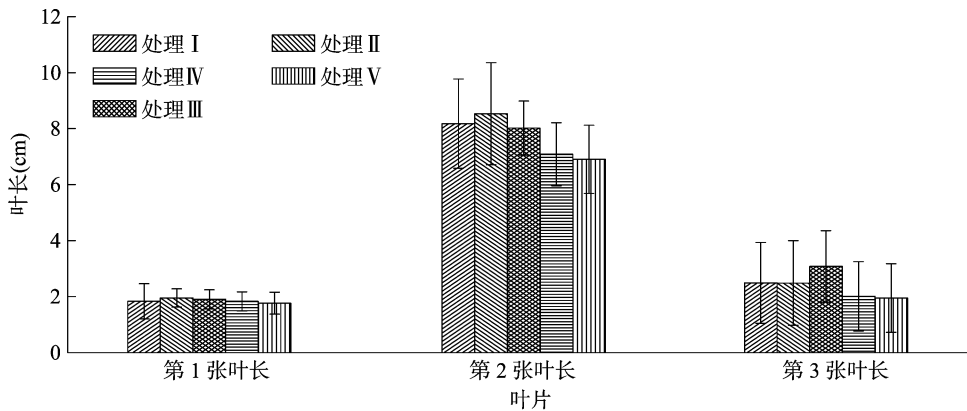


图4 不同处理第 25 天叶片长度

表 2 不同处理第 25 天秧苗生长状况

处理	叶龄	株高 (cm)	茎基宽 (mm)	叶绿素含量 (SPAD 值)	每盘成苗数 (个)	百株地上干质量 (g)	百株根干质量 (g)
处理 I	2.2 ± 0.2	13.0 ± 2.0	1.60	17.2 ± 5.1	3 960	0.92	0.38
处理 II	2.2 ± 0.2	13.5 ± 3.0	1.65	20.3 ± 4.7	3 386	0.94	0.42
处理 III	2.1 ± 0.2	12.3 ± 1.5	1.62	21.4 ± 4.4	3 834	0.89	0.39
处理 IV	2.1 ± 0.2	13.0 ± 1.6	1.60	20.9 ± 4.8	3 560	0.90	0.41
处理 V	2.1 ± 0.2	13.5 ± 1.8	1.65	21.8 ± 4.8	3 438	0.87	0.45

注:均值 ± 标准差。

3 结论

漂浮育秧技术没有加重水体环境污染,在一定程度上可以净化富营养化水体。漂浮育秧可以降低富营养化水体中 NH_4^+ 和 PO_4^{3-} 的浓度,其中一部分可以被草木灰基质吸附,一部分供给秧苗生长,不同养分浓度水体对水稻秧苗生长几乎没有影响,仅高养分浓度处理促进了水稻秧苗根系生长,这有利于水稻秧苗移栽后提高存活率。综上所述,漂浮育秧是一种环境友好型技术,这种技术可以广泛应用于自然水体,不会造成环境污染,在很大程度上也可以节约劳动力、节约成本,适合大面积推广应用。然而,本试验研究仅观测了水体速效养分变化,对水体养分的去向还不够明确,对水体环境指标观测尚不完全。因此,在后续试验中须要通过测定全面的水体指标,研究漂浮育秧对水体环境的评价。

参考文献:

[1]王 健,袁彩勇,李 刚,等. 水稻机插秧育秧技术[J]. 现代农

业科技,2018(24):42-43.

[2]丁国霞,何善成,陈 川. 水稻机插秧特性及高产栽培技术[J]. 江西农业,2017(17):5,7.

[3]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.

[4]李玉祥,何知舟,丁艳锋,等. 播种量对机插水卷秧苗素质及产量形成的影响[J]. 中国水稻科学,2018,32(3):247-256.

[5]史鸿志,朱德峰,张玉屏,等. 生物降解秧盘及播种量对机插水稻秧苗素质及产量的影响[J]. 农业工程学报,2017,33(24):27-34.

[6]纪 力,庄 春,陈 川,等. 水稻机插秧漂浮育秧技术[J]. 上海农业科技,2019(3):48-49.

[7]邵文奇,纪 力,钟 平,等. 不同施肥时期对水稻机插秧苗素质的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(5):81-83.

[8]钟 平,邵文奇,孙春梅,等. 机插水稻旱育秧的生育特点和病虫害防治[J]. 上海农业科技,2008(1):30-31.

[9]纪 力,邵文奇,庄 春,等. 播种量对水稻机插秧漂浮育秧技术的影响[J]. 浙江农业科学,2017,58(4):560-561,564.

[10]刘丽珠,卢 信,范如芹,等. 添加保水剂、生物炭和草木灰对发酵床秸秆垫栽培基质养分淋溶的影响[J]. 江西农业学报,2018,30(2):54-58.

[11]董玉兵,吴 震,李 博,等. 追施生物炭对稻麦轮作中麦季氮挥发和氮肥利用率的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2017,23(5):1258-1267.