

# 稻草基质育秧不同水分管理对水稻秧苗生长的影响

廖莎<sup>1,2</sup> 谭雪明<sup>1</sup> 李木英<sup>1\*</sup> 胡凯<sup>1</sup> 潘晓华<sup>1</sup> 石庆华<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 江西农业大学 双季稻现代化生产协同创新中心/作物生理生态与遗传育种教育部重点实验室/江西省作物生理生态与遗传育种重点实验室, 南昌 330045; <sup>2</sup> 南昌县塘南镇农业技术推广综合服务站, 江西 南昌 330213; 第一作者: 714514637@qq.com;

\* 通讯作者: 15907097622@163.com)

**摘要:**为了明确代土基质培育水稻机插壮秧的水分管理模式,以中嘉早 17 为试验材料,采取早稻稻草基质育秧,探讨 3 种水分管理方式(每隔 1 d、3 d、5 d 灌水 1 次致基质呈饱和状态)对水稻秧苗生长的影响。结果表明,不同水分管理方式对秧苗素质有明显的影响。适宜的水分亏缺能抑制苗高,促进秧苗根系生长及提高根系的活力,提高成秧率。秧苗 2~3 叶期对水分亏缺敏感;水分亏缺使秧苗出叶缓慢,叶片长度及鞘长度变短,叶色变淡,对秧苗生长有抑制作用。适宜的水分增强 C、N 代谢,增加秧苗的干物质量,提高壮苗指数。稻草基质育秧以 3 d(W<sub>2</sub> 处理)左右灌水 1 次的处理有利提高秧苗综合素质,是适于培育水稻机插壮秧的水分管理模式。

**关键词:**稻草基质;水分管理;早稻;秧苗素质

**中图分类号:**S511.043 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2017)04-0071-04

机插秧是水稻机械化、集约化、规模化及产业化的重要途径<sup>[1]</sup>,而旱育秧是实现机插秧高产、稳产、增收的一项常规技术<sup>[2-3]</sup>。水稻旱育秧技术的关键在于苗床土壤水分控制,水分过多达不到旱育的目的,过少则容易造成黄苗、弱苗,甚至死苗<sup>[4-6]</sup>。当前我国水稻机插育秧主要利用农田优质表土原地或异地集中育秧。农田优质表土育秧有利培育机插壮秧,但其质量重,不便运输和规范化作业,且年复一年取土育秧,表土耗量大,对农田土壤耕层造成严重破坏<sup>[7-9]</sup>。为了达到机插稻育秧技术的规范化、标准化,首先育秧基质要标准化,同时必须最大程度地减少机插稻育秧取土对农田表土层的破坏。为此,笔者所在课题组研制了利用稻草作为主要原料的水稻育秧基质,既有效利用了水稻生产的废弃物稻草,又保护了农田表土层,节省了育秧成本,试验效果良好。前人对有关营养土旱育秧苗期水分管理的研究较多<sup>[10-12]</sup>,而代土基质育秧的水分管理技术研究鲜见报道。本文就自主开发研制的稻草育秧基质进行水稻育秧的不同水分管理试验,以明确其对水稻秧苗生长的影响,旨在为制定稻草基质机插育秧的水分管理措施提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2014 年 3 月在江西农业大学科技园玻璃温室中进行。供试水稻品种为中嘉早 17。塑盘(58 cm×

28 cm×2.5 cm)育秧,自行发酵制备稻草育秧基质,每 100 L 基质中加 300 g 复合肥(N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 含量各为 15%)。

### 1.2 试验设计

试验设 3 个水分处理:W<sub>1</sub>,每 1 d 灌水 1 次致基质呈饱和状态;W<sub>2</sub>,每 3 d 灌水 1 次致基质呈饱和状态;W<sub>3</sub>,每 5 d 灌水 1 次致基质呈饱和状态。每个处理播 5 盘。

### 1.3 育秧管理

3 月 25 日播种,播前用敌克松对水 1 000 倍液对育秧基质进行消毒,每盘播种量为 120 g。水稻芽谷播种后,使育秧基质(即苗床)湿润成饱和状态,以利于出苗。当稻谷发芽竖针后,即播种后第 5 d,开始水分处理。之后,W<sub>1</sub>、W<sub>2</sub>、W<sub>3</sub> 处理分别于每 1 d、每 3 d、每 5 d 傍晚取 1 次育秧基质测定其含水量,取样之后浇水至基质饱和。

### 1.4 测定内容与方法

#### 1.4.1 育秧基质含水量

谷芽竖针后,W<sub>1</sub>、W<sub>2</sub>、W<sub>3</sub> 分别于每 1 d、每 3 d、每 5 d 浇水前取 1 次育秧基质,采用烘干法测定其含水量。

#### 1.4.2 秧苗素质

收稿日期:2017-06-25

**基金项目:**江西省科技支撑计划项目(20141BBF6007);江西省水稻产业技术体系专项(JXARS-02-03)

表 1 不同水分处理对秧苗形态的影响

处理	叶龄 (叶)	苗高 (cm)	1 叶长 (cm)	2 叶长 (cm)	1 叶鞘长 (cm)	2 叶鞘长 (cm)	假茎宽 (mm)	根数 (条)	SPAD 值
W <sub>1</sub>	2.41 aA	14.03 aA	2.09 aA	7.69 aA	3.63 aA	6.40 aA	1.75 aA	8.10 aA	23.32 aA
W <sub>2</sub>	2.34 aA	13.32 bA	1.90 aAB	7.26 abAB	3.38 bB	5.80 bB	1.75 aA	8.15 aA	21.43 bB
W <sub>3</sub>	2.07 bB	12.28 cB	1.67 bB	6.91 bB	2.95 cC	5.04 cC	1.55 bA	6.65 bB	20.71 bB

同列数据后不同大、小写字母分别表示差异在 0.01 和 0.05 水平显著;下同。

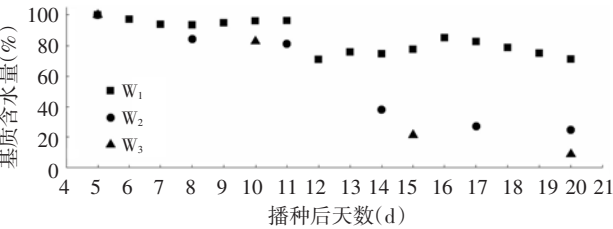


图 1 不同水分处理的育秧基质含水量

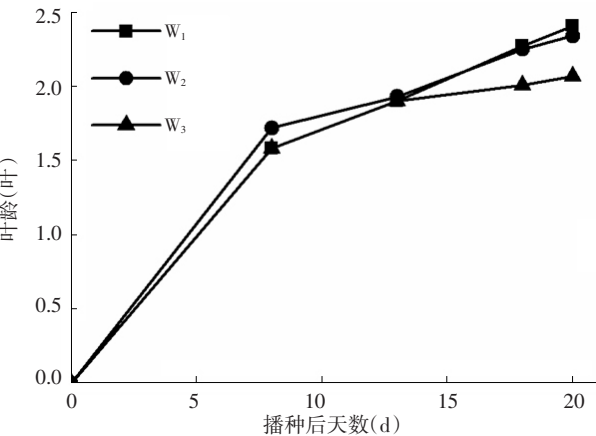


图 2 不同水分处理对秧苗出叶速率的影响

秧苗第 1 叶全展后,每处理定 20 株,每 5 d 记载叶龄 1 次,考察出叶速率;秧苗 1 叶 1 心期每盘取 10 cm×10 cm 的秧块,计数出苗数;移栽前每盘取 10 cm×10 cm 秧块,测定秧苗高度,以小于平均苗高 1/2 的苗数除以所取秧块的总苗数计算弱苗率;选取生长有代表性秧苗 20 株,测定其苗高、各叶长、叶鞘长、根数(5 mm 以上不定根条数)、假茎宽;用 SPAD-520 叶绿素仪测定秧苗 2 叶中部 SPAD 值。

1.4.3 秧苗生理指标

根系活力用鲜样采用 α-萘胺氧化法测定;根系吸收面积用鲜样采用甲烯蓝法测定;植株全氮含量用干样采用 FOSS 全自动凯氏定氮仪测定;可溶性糖含量及淀粉含量(干样)用蒽酮比色法测定。

1.4.4 有关指标计算

出苗率=出苗数/种谷播种数;弱苗率=不足平均苗高 1/2 的苗数/总苗数;根冠比=根干质量/茎叶干质量;壮苗指数=(假茎宽/苗高)×茎叶干质量。

1.5 数据处理方法

利用 Excel 2003 软件处理数据,利用 OriginPro 8.5.1 作图,利用 DPS v7.05 进行 Duncan 新复极差法方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同水分处理育秧基质含水量的变化

由图 1 可知,播种后 8 d 内各处理基质水分含量差异小,此后育秧基质含水量的变化趋势是:W<sub>1</sub> 在播种 5~11 d,每天基质含水量降低较少,取样时含水量基本持续在 90%以上;在 11~20 d,基质含水量也基本维持在 70%~85%之间。W<sub>2</sub> 在 5~8 d、8~11 d 基质含水量降低也较少,在 80%~85%之间;在 11~14 d、14~17 d、17~20 d 基质含水量急剧下降,分别为 38.07%、27.10%和 24.88%。W<sub>3</sub> 在 5~10 d 基质含水量降低也较少,为 82.60%;在 10~15 d、15~20 d 基质含水量也急剧下降,仅为 21.46%和 8.93%。早稻育秧,由于前期温度较低及秧苗还相对弱小,床面蒸发及叶面蒸腾量低,所以不同处理含水量都较高;育秧后期,随着温度的上升及秧苗群体的生长,床面蒸发及叶面蒸腾都逐渐提高,使基质含水量降低。

2.2 不同水分处理对秧苗素质的影响

2.2.1 不同水分处理对秧苗出叶速率的影响

从图 2 可知,在秧苗 2 叶之前,各处理的出叶速率差异不大,主要是因这段时间各处理基质含水量相差不大。而在 2 叶之后,W<sub>3</sub> 处理的出叶速率明显小于 W<sub>1</sub>、W<sub>2</sub> 处理,主要是因为 W<sub>3</sub> 处理浇水后隔 5 d 才再次浇水,这期间其基质含水量急剧下降,以至于不利于秧苗出叶;W<sub>1</sub>、W<sub>2</sub> 处理的出叶速率相近,这期间 W<sub>2</sub> 的基质含水量明显低于 W<sub>1</sub>,说明一定程度的水分亏缺并不影响秧苗的出叶。

2.2.2 不同水分处理对秧苗形态的影响

从表 1 可见,秧苗外部形态如叶龄、苗高、叶长及叶鞘长随浇水间隔时间的加长呈减小的趋势,叶片颜色也变淡,且达显著或极显著差异,即秧苗生长进度变得缓慢。W<sub>3</sub> 的假茎宽及根数与 W<sub>1</sub> 相比达显著差异或

表 2 不同水分处理对秧苗干质量的影响

处理	茎叶干质量 (mg/株)	根干质量 (mg/株)	总干质量 (mg/株)	重高比 (mg/cm)	根冠比	壮苗指数
W <sub>1</sub>	26.6	6.0	32.6	1.90	0.2256	3.32
W <sub>2</sub>	29.0	7.6	36.6	2.18	0.2621	3.81
W <sub>3</sub>	27.2	6.8	34.0	2.22	0.2500	3.43

表 3 不同水分处理对秧苗根系活性的影响

处理	总吸收面积 (m <sup>2</sup> )	活跃吸收面积 (m <sup>2</sup> )	活跃吸收面积率 (%)	α-萘胺的生物氧化量 [μg/(g·h)]
W <sub>1</sub>	1.4560 aA	0.2752 aA	18.7950 aA	37.86 bB
W <sub>2</sub>	1.4317 aAB	0.3116 aA	22.6135 aA	62.19 aA
W <sub>3</sub>	1.0294 bB	0.2283 aA	22.0294 aA	34.11 bB

表 4 不同水分处理对秧苗碳氮含量的影响

处理	全氮含量 (mg/g)	可溶性糖含量 (mg/g)	淀粉含量 (mg/g)	总糖含量 (mg/g)	C/N
W <sub>1</sub>	28.24	13.28	45.16	58.44	2.07
W <sub>2</sub>	27.58	11.44	60.41	71.85	2.61
W <sub>3</sub>	27.20	15.29	58.29	73.58	2.70

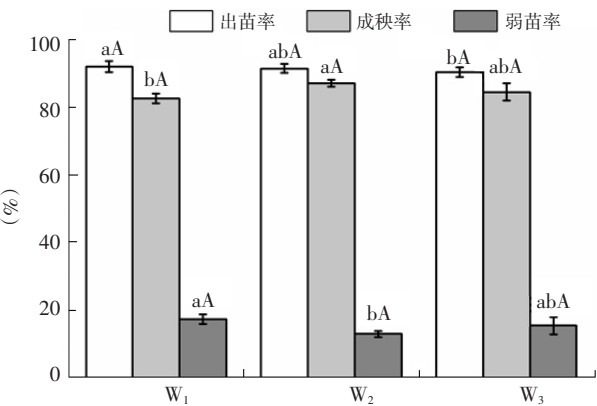


图 3 不同水分处理的秧苗出苗率和成秧率

极显著差异;W<sub>2</sub>的根数最多。可见,足量供水有利水稻秧苗生长。随着基质水分的下降,由于水分亏缺胁迫的作用,秧苗出叶缓慢,生长量小,叶片长度及叶鞘长变短,叶色变淡。

2.2.3 不同水分处理对秧苗出苗率及成秧率的影响

从图 3 可知,本试验条件下,以 W<sub>1</sub> 处理的出苗率最高,成秧率则是 W<sub>2</sub> 处理较好。W<sub>1</sub> 处理出苗率与 W<sub>3</sub> 处理呈显著差异,其弱苗率与 W<sub>2</sub> 处理呈显著差异,说明基质水分过多,对秧苗成秧有一定影响;W<sub>3</sub> 处理秧苗生长后期因基质水分亏缺严重,造成秧苗相对弱小(表 1),但其成秧率未受明显影响。

2.2.4 不同水分处理对秧苗干物质的影响

由表 2 可知,W<sub>2</sub> 处理的秧苗单株干质量及根冠比最大,分别为 36.60 g、0.2621,比 W<sub>1</sub>、W<sub>3</sub> 处理分别高 10.93%、7.10%和 13.93%、4.61%;W<sub>3</sub> 处理秧苗重高比

最大,为 2.22 mg/cm,比 W<sub>1</sub>、W<sub>2</sub> 处理高 0.32 mg/cm 和 0.04 mg/cm;W<sub>2</sub> 处理的壮苗指数最高。说明基质含水过足,秧苗嫩绿,根数较少;而适当的水分亏缺,有利促进秧苗根系发育,利于养分的吸收和干物质积累。因此,W<sub>2</sub> 处理更有利壮秧的培育。

2.3 不同水分处理对秧苗生理活性的影响

2.3.1 不同水分处理对秧苗根系活性的影响

秧苗根系质量、根数及根系吸收面积、氧化能力均与水分亏缺程度有关。由表 3 可见,W<sub>1</sub> 处理与 W<sub>3</sub> 处理根系总吸收面积达极显著差异;W<sub>2</sub> 处理的根系氧化能力比 W<sub>1</sub>、W<sub>3</sub> 处理分别高 39.12%和 45.14%,达极显著差异;而活跃吸收面积各处理间无明显差异。说明适当的水分亏缺有利于提高秧苗根系活力,提高秧苗素质。

2.3.2 不同水分处理对秧苗 C、N 含量的影响

植株体内的糖氮指标通常作为反映秧苗碳氮代谢、秧苗生长的健壮程度的重要指标。表 4 表明,水稻秧苗氮含量随着基质含水量减少而降低,而总糖含量及 C/N 随基质含水量减少而增加。可见,基质含水量高(W<sub>1</sub> 处理),秧苗氮代谢旺盛;基质含水量低(W<sub>3</sub> 处理),有利秧苗碳水化合物积累;基质含水量最适时(W<sub>2</sub> 处理),通常秧苗碳氮代谢均旺盛。

3 小结与讨论

黄祥熙等<sup>[13]</sup>认为,土壤水分是影响水稻出苗、成秧的关键,只有当土壤含水量达到一定水平芽谷才能出苗;超过这个水平,随水分增加,出苗率急增;当水分增至某一限度后,出苗率趋于平稳。本试验结果也表明,

基质水分充足利于秧苗出苗,而适当的水分亏缺利于成苗。赵言文等<sup>[14]</sup>认为,土壤水分对秧苗根系影响最大,秧苗单株发根数与土壤含水量呈线性回归,单株潜伏根数与土壤含水量呈单峰曲线变化关系。有研究发现,水稻旱育秧在播种后覆盖保湿的条件下,出苗快、生长整齐;齐苗揭膜后,随着土壤水分的下降,秧苗生长受到抑制,表现为植株矮、叶片短、苗体小、出叶周期长的特点<sup>[15-16]</sup>。本试验也认为,水稻秧苗出苗后 2~3 叶,秧苗出叶速率对水分亏缺比较敏感;水分亏缺秧苗出叶慢,叶片长度及叶鞘长变短,叶色变淡,对秧苗生长有抑制作用。本试验表明,适当的水分亏缺利于秧苗根系生长,且能提高秧苗根系的氧化能力。王纪忠等<sup>[17]</sup>认为,有机基质所育水稻秧苗比营养土所育秧苗更能适应水分胁迫,表现出较好的抗旱性。本试验也表明,在稻草基质育秧的条件下,基质水分适度亏缺时,能增加秧苗的干物质积累量及增强秧苗碳氮代谢,使 C/N 适中,从而提高壮苗指数,使秧苗综合素质较高。

水稻稻草基质育秧,在不受天气影响的情况下,3 d 左右灌水 1 次是合适的水分管理方式,有利秧苗的生长和促进根系生长,提高秧苗素质,培育老健壮秧。

### 参考文献

- [1] 姜兴权,初江.水稻育插秧机械化技术的发展研究[J].农机使用与维修,2011(5):34-37.
- [2] 陈惠哲,朱德峰,徐一成.北方水稻机插秧技术发展[J].北方水稻,2011,41(1):1-3.
- [3] 张俊,王爱冬.水稻塑盘旱育机插秧栽培技术[J].宁夏农林科技,2013,54(5):12-13.
- [4] 赵加生,倪丹,周建传.水稻旱育秧的需水特点及水分运筹技术[J].作物杂志,2000(1):34-35.
- [5] 黄祥熙,吴永祥,陈留,等.水稻旱秧出苗的临界土壤水分指标及土壤保湿技术[J].江苏农业学报,1992,8(4):18-22.
- [6] 吴永祥,黄祥熙,赵国良,等.不同叶龄期水稻秧苗对水分亏缺反应的探讨[J].中国水稻科学,1993,7(2):109-112.
- [7] 张云江.不同育苗基质对水稻秧苗素质的影响[J].中国稻米,2014,20(2):98-99.
- [8] 孟锁洪,张留斌,张跃东.机插水稻育秧的制约因子及对策[J].现代农业科技,2010(3):98-99.
- [9] 陈惠哲,朱德峰,王广,等.稻草机插秧盘育秧对水稻秧苗生长及产量形成的影响[J].中国稻米,2013,19(4):19-22.
- [10] 王永超,周新秀,沈静,等.控水育秧对机插水稻的影响效应分析[J].北方水稻,2012,42(5):32-33.
- [11] 张士龙.水稻旱育秧水分管理技术[J].安徽农学通报,2008,14(7):211.
- [12] 王纪忠,周青,张国良,等.不同基质育秧条件下水稻秧苗对水分胁迫的响应[J].安徽农业科学,2006,34(5):861-862.
- [13] 黄祥熙,吴永祥,陈留根,等.水稻旱秧出苗的临界土壤水分指标及土壤保湿技术[J].江苏农业学报,1992(4):18-22.
- [14] 赵言文,丁艳锋,黄丕生,等.水稻苗床土壤水分与秧苗根系建成的关系[J].江苏农业学报,1998(3):14-17.
- [15] 吴永祥,陈留根,肖桂元,等.土壤水分对水稻旱育秧苗生长的影响[J].江苏农业科学,1994(1):11-12.
- [16] 张永泰,吴怀珣,王忠,等.水稻育秧环境对秧苗生长的影响[J].中国水稻科学,1999,13(2):22-26.
- [17] 王纪忠,周青,张国良,等.不同基质育秧条件下水稻秧苗对水分胁迫的响应[J].安徽农业科学,2006,34(5):861-862.

## Effects of Different Water Management on Seedling Growth of Rice in Straw Substrates

LIAO Sha<sup>1,2</sup>, TAN Xueming<sup>1</sup>, LI Muying<sup>1\*</sup>, HU Kai<sup>1</sup>, PAN Xiaohua<sup>1</sup>, SHI Qinghua<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Collaborative Innovation Center for the Modernization Production of Double Cropping Rice, Jiangxi Agricultural University / Key Laboratory of Crop Physiology, Ecology and Genetic Breeding, Ministry of Education / Jiangxi Key Laboratory of Crop Physiology, Ecology and Genetic Breeding, Nanchang 330045, China; <sup>2</sup> Agricultural Technology Extension Service Station of Tongnan Town in Nanchang County, Nanchang, Jiangxi 330045, China; 1st author: 714514637@qq.com; \*Corresponding author: 15907097622@163.com)

**Abstract:** In order to clarify the water management mode of substitute soil cultivation strong seedling of mechanically transplanted rice, the effects of three kinds of water management (per 1 d, 3 d, 5 d irrigation to the saturated state matrix) on the growth of rice seedlings were discussed in this study, using Zhongjiazao 17 as material. The results showed that different water managements have obvious effects on the quality of rice seedling. The appropriate water deficit would inhibit the height of seedling, promote the growth of root, improve the activity of root and the seedling rate. The seedlings during the 2~3 leaf stage were sensitive to water deficit. Water deficit made seedlings leaf emergence slow, leaf length and leaf sheath length shorten, light leaf color lighten, exert an inhibitory effect on seedlings growth. However, suitable water deficit would enhance the carbon and nitrogen metabolism, increase the dry weight of seedlings, and improve the strong seedlings index of rice. It was the best for straw substrates cultivation rice seedling in 3 days ( $W_2$ ) irrigation, which was beneficial to improve the comprehensive quality of seedling, and was suitable water management mode for mechanical transplanted rice seedling.

**Key words:** straw substrates; water management; early rice; seedling quality