

稻鱼系统中再生稻生产关键技术

吴敏芳¹ 张剑² 胡亮亮² 任伟征² 郭梁² 唐建军² 陈欣^{2*}

(¹ 青田县农业局, 浙江 青田 323900; ² 浙江大学生命科学学院生态研究所, 杭州 310058; 第一作者: qtwmf123@163.com;

* 通讯作者: chen-tang@zju.edu.cn)

摘 要:再生稻与田鱼共生技术的运用,一定程度上可以解决南方稻作区土地效率不高和劳动力短缺的矛盾,但是,关于再生稻和田鱼共生的技术目前报道不多。本研究探索了在稻鱼系统中再生稻栽培技术的2个核心步骤:留茬高度和主茬密度。结果表明,在长期淹水的稻鱼系统中再生稻的留茬高度应该在40 cm,主茬移栽时选用单本插和宽行窄株(33 cm×17 cm)的株行距可以保证头茬和再生茬产量维持在一个较高的水平。

关键词:稻鱼共生技术;再生稻;留茬高度;主茬密度

中图分类号:S962.3*5;S181;S511.048 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8082(2016)06-0080-03

稻鱼共生是一种适合山丘自然条件的典型生态种养模式^[1],利用两种生物互惠作用,实现稻田生产力的显著提升^[2]。青田县稻田养鱼历史悠久。“浙江青田稻鱼共生系统”被联合国粮农组织列入首批全球重要农业文化遗产5个试点项目之一^[3],通过多年的研究和发展,稻鱼共生技术已经基本成熟,这种模式具有显著的经济效益、社会效益和生态效益^[4-5]。再生稻就是利用收割后稻桩上存活的休眠芽,在适宜的水、温、光和养分条件下,萌发成再生蘖,进而抽穗成熟的水稻,适宜我国南方单季稻作区中那些栽种一季光、温资源有余,而种两季不足的稻田种植。再生稻具有生育期短、日产量高、省种、省工、生产成本低、效益高等优点^[6]。利用南方山区充足的热量生产再生稻和田鱼,通过延长稻鱼共生期内的生态互补效应,可以提高全年粮食产量和田鱼产量。然而,再生稻和田鱼的共生技术国内鲜有报道。

多年研究得出这样一个感性认识,即在稻鱼共生系统田间持续15~20 cm淹水情况下,主茬基部多数节位的潜伏芽不能萌发生长,只有1~2个高位节位能够发芽,主茬母茎产生再生苗的能力是基本恒定的,即每个母茎大约是1.1~1.5个再生蘖,所以前茬收获时留茬的高度和留下多少有效穗的茎数对再生茬的产量有很大的影响。为此,本研究探讨了留茬高度和头茬有效穗茎数对再生稻产量的影响。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

试验设在浙江省青田县仁庄镇新彭村(东经120°14′,北纬28°02′)。青田县位于浙江省东南部,瓯江中下

游,地属亚热带季风气候,年平均气温18.3℃,年均日照1712~1825 h,降水量1400~2100 mm。稻田属于洪积性泥沙田,耕层厚度约20 cm,土壤类型为砂壤土,容重约1.12 g/cm³,土壤呈弱酸性。

1.2 试验设计

试验小区四边用水泥砖砌成,深入地底30 cm,高出水面50 cm,能较有效地隔离各小区间养分的交流和田鱼的蹿通,也能防止鱼逃逸。小区实现单排单灌。

参试水稻品种为中浙优1号。该品种高产、优质、分蘖能力较强,产量表现良好。鱼种为“青田田鱼”。水稻移栽前1 d每hm²施复合肥525 kg(N:P:K=8.4:3:12);田鱼种来源一样,每尾规格为50±3 g,于水稻移栽后6 d每hm²投放鱼苗4500尾,投喂当地传统的鱼饲料(含氮量为5.37%),日投喂量为田鱼投放时总体质量的2.5%,随着田鱼的生长,每隔10 d在原来的基础上增加日投喂量。

1.2.1 稻鱼共生模式下的再生稻留茬高度试验

随机区组试验,设置3个处理:留茬20 cm、留茬30 cm和留茬40 cm。每个处理3次重复。主茬播种期为2014年3月20日,在育秧场统一用育秧盘育秧,移栽期为4月10日,主茬移栽株行距为30 cm×30 cm,即每667 m²约0.74万丛。主茬生长季以及再生茬生长发育期间进行深度为15~20 cm的持续水深管理。主茬于8月15日成熟,但因雨水原因于8月20日收获。收割

收稿日期:2016-08-26

基金项目:国家重点研发计划项目“稻作区土壤培肥与丰产增效耕作技术”(2016YFD0300900);浙江省科技计划公益技术应用研究农业项目(2015C32119)

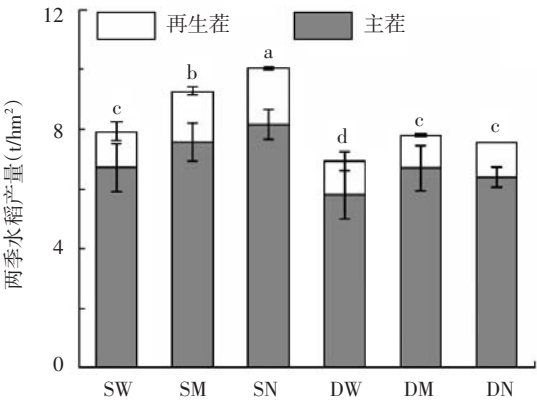
表 1 不同留茬高度处理对再生茬水稻产量及产量结构的影响

	水稻产量(t/hm ²)	有效穗数	总颖花数	结实率(%)	千粒重(g)
留茬 20 cm	—	—	—	—	—
留茬 30 cm	1.5	8.2 b	60.6±23.9 a	84.6±1.2 b	24.9±0.3 a
留茬 40 cm	2.1	12.0 a	53.2±18.1 a	90.9±0.8 a	24.2±0.3 a

同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

表 2 不同处理下头茬和再生茬水稻产量结构

处理	主茬					再生茬	
	丛数(丛/hm ²)	有效穗数(穗/丛)	总颖花数(万/hm ²)	结实率(%)	千粒重(g)	有效穗数(穗/丛)	千粒重(g)
SW	5 772 c	9.9 ±0.8 c	177±13 ab	95.4±1.4 a	24.4±0.2 a	14.3±1.2 b	23.8±0.4 a
SM	8 782 b	11.1±1.6 a	179±18 ab	95.9±0.6 a	24.3±0.2 a	16.6±0.8 a	23.9±0.3 a
SN	11 884 a	11.6±1.9 a	173± 21 b	95.9±1.1 a	24.6±0.2 a	9.3 ± 0.6 c	23.8±0.3 a
DW	5 772 c	8.4 ±0.4 d	184± 21 a	96.8±0.7 a	24.7±0.2 a	15.5±1.5 ab	23.9±0.5 a
DM	8 782 b	10.1±0.5 b	159 ± 9 c	96.7±1.0 a	24.6±0.1 a	9.5±1.2 c	23.7±0.6
DN	11 884 a	11.6±0.8 a	146 ±12 d	97.1±1.0 a	24.7±0.2 a	8.1±0.9 d	23.8±0.1



不同小写字母表示两茬水稻产量在 0.05 水平差异显著。
图 1 不同处理下头茬和再生茬水稻产量

时每小区按预定留茬高度,尽量保持整齐。

1.2.2 稻鱼共生模式下的再生稻株行距和丛苗数试验

双因素试验:每丛苗数(每丛 1 株和每丛 2 株)和主茬株行距(33 cm×35 cm、33 cm×23 cm、33 cm×17 cm)。试验共设 6 个处理:(1)每丛 1 株,株行距 33 cm×35 cm(单宽,SW);(2)每丛 1 株,株行距 33 cm×23 cm(单中,SM);(3)每丛 1 株,株行距 33 cm×17 cm(单窄,SN);(4)每丛 2 株,株行距 33 cm×35 cm(双宽,DW);(5)每丛 2 株,株行距 33 cm×23 cm(双中,DM);(6)每丛 2 株,株行距 33 cm×17 cm(双窄,DN)。

2 结果与分析

2.1 留茬高度对再生稻产量的影响

从表 1 可见,留茬高度 40 cm 的处理产量显著高于留茬高度 30 cm 的处理;在产量结构上,留茬高度 40 cm 的处理有效穗数和结实率显著高于留茬高度 30 cm

的处理,而总颖花数和千粒重两者之间没有显著性差异。由于留茬高度 20 cm 的处理在后期生长中完全没有分蘖成穗能力,故不适合稻田养鱼田块。

2.2 不同移栽密度对再生稻产量及产量结构的影响

如图 1 所示,水稻主茬产量以 SN 处理最高,DW 处理最低,且都与其他处理有显著性差异。再生茬产量以 SM 处理和 SN 处理较高,显著高于其他处理,其他处理之间无显著性差异;两茬产量以 SN 处理最高,显著高于其他处理。

从表 2 可以看出,不同的移栽株行距处理导致稻丛密度具有显著性差异。宽行会显著降低有效穗数,单株插会得到一定程度的改善。总颖花数会受双株插和株行距的抑制,DN 处理显著低于其他处理,SN 处理低于 SW 和 SN 处理,但差异不显著。结实率和千粒重各处理间无显著性差异。

3 讨论

在常规的再生稻生产中,其产量主要是由主茬茎蘖基部乃至中部多个潜伏芽所形成的大穗构成。但在本研究的稻鱼系统中,主茬收获时留茬高度为 20 cm 的小区,由于主茬潜伏芽全部处于水面以下,难以获得潜伏芽萌动生长所需要的氧气,因而没有再生蘖产生。可见,和一般的再生稻栽培相比,稻鱼共生系统持续灌溉淹水情形下的再生稻栽培技术是一种全新的栽培技术。本研究表明,留茬高度 30 cm 和 40 cm 的处理再生茬均能获得一定的稻谷产量,其中留茬 40 cm 的处理再生茬稻谷产量可达 2.1 t/hm²。

由于田鱼保证了稻鱼系统内具有充足的养分,在生产中可以通过提高稻田内水稻种植密度来实现产量

的增加^[7-8],宽行保证了田鱼的活动空间,窄株增加了水稻总丛数。本研究结果表明,宽行窄株的栽插模式(33 cm × 17 cm),可以获得更好的主茬产量。另外,在同一株行距下相比于双株插,采用单株插能显著提高主茬有效穗数,从而提高再生茬母茎数,提高再生茬水稻产量。

参考文献

- [1] Xie J, Hu L L, Tang J J, et al. Ecological mechanisms underlying the sustainability of the agricultural heritage rice–fish co–culture system [J]. *PNAS*, 2011, 108(50): 1 381–1 387.
- [2] Xie J, Wu X, Tang J J, et al. Chemical fertilizer reduction and soil fertility maintenance in rice–fish co–culture system [J]. *Frontiers A-*

gricul China, 2010, 4(4): 422–429.

- [3] 吴敏芳,邹爱雷.全球重要农业文化遗产浙江省青田稻鱼共生系统保护和发展经验[J].世界农业,2014(11):152.
- [4] 胡亮亮,唐建军,张剑,等.稻鱼系统的发展与未来思考[J].中国生态农业学报,2015,23(3):268-275.
- [5] 丁伟华,李娜娜,任伟征,等.传统稻鱼系统生产力提升对稻田水体环境的影响[J].中国生态农业学报,2013,21(3):308-314.
- [6] 朱永川,熊洪,徐富贤,等.再生稻栽培技术的研究进展[J].中国农学通报,2013,29(36):1-8.
- [7] 吴敏芳,张剑,陈欣,等.提升稻鱼共生模式的若干关键技术研究[J].中国农学通报,2014,30(33):51-55.
- [8] 覃金鼓,蒙懿,莫琼飞,等.超级稻中浙优1号密度栽培试验研究[J].现代农业科技,2013(1):17-18.

Practical Technology for Cultivating Ratoon Rice in Rice–fish System

WU Minfang¹, ZHANG Jian², HU Liangliang², REN Weizheng², GUO Liang², TANG Jianjun², CHEN Xin^{2*}

(¹ Agricultural Bureau of Qingtian County, Qingtian, Zhejiang 323900, China; ² Institute of Ecology, College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China; 1st author: qtwmf123@163.com; *Corresponding author: chen-tang@zju.edu.cn)

Abstract: The use of ratoon rice and fish symbiotic technology, can solve the contradiction of low efficiency of land use and the shortage of labor force. However, few studies about ratoon rice and fish symbiotic technology had been reported currently. A field experiment was carried out to study the key techniques for ratoon rice and fish symbiotic system: stubble height and planting density of rice. The results showed that, 40 cm of rice stubble and 33 cm×17 cm of planting space with single basic seedling per hill was optimized.

Key words: rice and fish symbiotic technology; ratoon rice; rice stubble height; rice hill density

·综合信息·

贵州省 2016 年审定通过的水稻新品种

审定编号 (黔审稻)	品种名称	类型	选育单位	品种来源	全生育期 (d)	区试产量 (kg/667 m ²)	生试产量 (kg/667 m ²)
2016001 号	中优 295	籼型三系杂交稻	贵州友禾种业有限公司	中 9A × 禾恢 295	154.8	634.91	626.64
2016002 号	友香优 53	籼型三系杂交稻	贵州友禾种业有限公司	友香 A × 禾恢 53	156.4	635.04	624.56
2016003 号	川谷优 1378	籼型三系杂交稻	贵州万胜种业有限公司、贵州省铜仁市农业科学研究所、四川农业大学水稻研究所	川谷 A × R1378	157.9	635.03	614.70
2016004 号	川谷优 451	籼型三系杂交稻	贵州卓豪农业科技有限公司	川谷 A × ZR451	156.4	627.91	615.03
2016005 号	锋优 125	籼型三系杂交稻	贵州省农作物品种资源研究所、湖南奥谱隆科技股份有限公司、贵州日月丰农业科技有限公司	锋 68A × R125	159.6	622.71	608.83
2016006 号	科两优 3219	籼型两系杂交稻	湖南科裕隆种业有限公司	科 S × 湘恢 3219	156.7	649.00	625.98
2016007 号	Y 两优 143	籼型两系杂交稻	国家杂交水稻工程技术研究中心	Y58S × P143	158.0	652.59	616.10
2016008 号	花香优 1618	籼型三系杂交稻	四川省农业科学院生物技术核技术研究所	花香 A × 川恢 1618	158.4	628.33	589.10
2016009 号	T 香优 557	籼型三系杂交稻	贵州省水稻研究所、贵州万亩良田农业科技有限公司、贵州红四方农业发展股份有限公司	T 香 23A × 黔恢 557	154.0	666.40	557.45
2016010 号	嘉早优 1792	籼型三系杂交稻	四川嘉禾种子有限公司	嘉早 1A × 禾恢 792	156.8	675.56	614.28
2016011 号	黔糯优 11	籼型三系杂交糯稻	贵州省水稻研究所、贵州水稻工程技术研究中心	黔糯 1A × 糯恢 11	152.9	570.86	478.12
2016012 号	毕粳优 3 号	粳型三系杂交稻	贵州省毕节市农业科学研究所	毕粳 2A × 毕粳恢 3 号	160.7	538.43	485.80

(中稻宣)