

稻田冲压密实情况下节水减肥试验研究

陈文猛, 钱 钧, 高士佩, 金 秋, 陈 凤, 张 华, 王同顺

(江苏省水利科学研究院, 江苏 南京 210017)

摘要: 稻田冲压密实节水灌溉技术具有节水、保肥、增产和减少面源污染等多重效果, 在此基础上, 进一步开展减少化肥施用量试验研究, 寻求既减少肥料用量, 又不影响水稻正常产量的效果。按照冲压处理区减肥 10%、冲压处理区减肥 15% 两种方案实施, 根据对比试验分析, 冲压处理区与对照区相比灌溉用水节省 20.8%, 冲压处理区在减肥 7% 的情况下能达到对照区的产量。

关键词: 稻田; 冲压密实; 节水; 减肥; 试验

中图分类号: [TV93] **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2017) 12-0051-03

Experimental study on water saving and weight reduction under tamping-compaction in paddy field

CHEN Wenmeng, QIAN Jun, GAO Shiwei, JIN Qiu, CHEN Feng, ZHANG Hua, WANG Tongshun

(Hydraulic Research Institute of Jiangsu Province, Nanjing 210017, Jiangsu)

Abstract: Tamping-compaction water saving irrigation technology in paddy field has multiple effects, such as water saving, fertilizer conservation, yield increasing and non-point source pollution reducing. On this basis, further experimental study on reducing the amount of chemical fertilizer was conducted to seek the effect that fertilizer consumption reducing as well as not affect the normal rice yield. Two schemes were carried out according to 10% weight loss and 15% weight loss in stamping treatment area. According to comparison test, the irrigation water in stamping processing area could saving for 20.8% compared with control area, and the yield of stamping processing area could reach the yield of control area in the case of 7% weight loss.

Key words: paddy field; tamping-compaction; water saving; weight reduction; test

0 引言

我国是世界上最大的水稻生产国, 稻田面积占粮食作物面积的 28%^[1]。近年来, 我国粮食产量持续增长, 施肥对粮食增产发挥了重要作用, 但是过量施肥和较低的肥料利用率一直是困扰我国农业生产的突出问题。目前我国稻田肥料用量普遍较高, 很多地区稻田氮肥用量超过 300 kg/hm², 磷

肥平均用量也高达 90 kg/hm², 导致稻田较高的氮磷流失风险^[2]。据统计, 全国化肥总用量约占世界化肥总消耗量的 1/3, 其中氮肥约 3200 万 t, 磷肥约 1400 万 t^[3]。而我国氮肥的作物利用率仅为 30% 左右, 大量化肥和农药经农田径流损失和淋溶排出, 形成面源污染。

水稻生产中的氮磷流失已经成为水体富营养化的主要污染源。如何使用肥料, 从源头减少稻

收稿日期: 2017-09-01

基金项目: 江苏省水利重大技术攻关项目(2016007); 江苏省水利科技项目(2017075)。

作者简介: 陈文猛(1979-), 男, 高级工程师, 硕士研究生, 主要从事节水灌溉技术研究与推广。

田氮磷流失量对减少环境污染意义重大。已有研究表明减量施肥是减少稻田氮磷流失最直接有效的方法^[4]。王小治等^[5]的研究中,稻田氮磷流失量与氮磷施用量呈显著正相关关系,合理地减量施肥能有效减少氮磷流失风险。

当前,江苏省正在开展“生态河湖行动计划”,需要对农业面源污染进行重点关注和加强控制。密实土壤水稻节水灌溉技术是江苏省水利科学研究院与水利部科技推广中心联合发明的节水灌溉新方法,获得国家发明专利,其原理是利用冲压技术提高底土的密实度、降低渗透系数,减少稻田水分损失,具有节水、保肥、增产和减少面源污染等多重效果^[6-7]。该技术在江苏多地进行了试验研究和推广应用。在节水、保肥的基础上,进行减肥试验,寻求既减少肥料用量,又不影响水稻正常产量的效果。

1 试验方案

试验地点位于江苏省睢宁县庆安灌区,介于东经 $117^{\circ} 31' \sim 118^{\circ} 10'$,北纬 $33^{\circ} 40' \sim 34^{\circ} 10'$ 之间。南部和西部与安徽省泗县、灵璧县接壤,东部和宿迁市宿豫区毗邻,北部、西北部与邳州市、铜山县交界,属黄泛冲积平原,该区属暖温带略呈海洋性季风气候区,位居鲁淮平原南缘半湿润区。夏季炎热,雨水集中;冬季干冷,雨雪稀少;春季温和;秋季高爽。年平均气温 14°C ,年平均降水量 922 mm ,年日照时数 2393 h ,无霜期 214 d 。试验区农业种植为稻麦两季,田块规整,灌排水条件较好,农业技术和管理措施成熟。

冲压处理区位于庆安灌区杜巷村,对照区为冲压处理区周边原状农田。采用 YCT25 型冲压机进行冲压处理,在冲压时间选择上,选择在小麦收割之后,泡田之前进行。需要注意的是,要根据天气情况掌握冲压时机,要在田间相对比较干燥,土壤含水率低的时候进行冲压,这样冲压的效果比较好。冲压过程中注意控制冲压机行驶速度,一般不低于 10 km/h ,保持匀速冲压 1 遍,冲压过之后要进行翻耕,保证耕作层土壤松软透气。

经过冲压处理,减少耕作层以下土壤的空隙率和裂缝,从而减少稻田深层渗漏损失,达到节水、保肥、减少农药、化肥流失的效果。

在实现节水保肥的同时,进一步开展减少化

肥施用量试验研究,研究施肥量减少对水稻生长的影响,以及在减少多少化肥施用量的情况下产量能够达到对照区的产量。

减肥试验按照冲压处理区减肥 10%、冲压处理区减肥 15% 的 2 种方案实施,并与不减肥的冲压处理区、对照区分别进行对比,以检验减肥试验对水稻产量的影响。减肥试验中,除了施肥量不同外,施肥时间及其他水利、农业技术措施均相同。

2 节水效果

稻田土壤冲压后,减少了土壤渗漏量,进而减少稻田的灌溉用水量,达到节水的目的。灌水量、田间耗水量统计数据见表 1。

表 1 田间用水量统计表

单位: m^3/hm^2

试 区	灌溉水量 (m^3/hm^2)	节水 (%)	田间耗水量 (m^3/hm^2)	节水 (%)
处理区	1370.7	20.8	5851.9	11.0
对照区	1730.9		6577.3	

处理区、对照区灌水量分别为 $1370.7\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $1730.9\text{ m}^3/\text{hm}^2$,灌水量处理区与对照区相比节水 20.8%;处理区、对照区耗水量分别为 $5851.9\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $6577.3\text{ m}^3/\text{hm}^2$,耗水量处理区与对照区相比节水 11.0%。

3 减肥试验效果

水稻收割前对不减肥的冲压处理区、对照区、冲压处理区减肥 10%、冲压处理区减肥 15% 的 4 个区分别取样,进行水稻结实率、千粒重、实测产量的对比分析,以检验冲压处理后减肥试验的效果。

3.1 结实率

结实率是水稻生长状况的直观体现,对水稻产量有直接影响,实粒数多,空、瘪粒少则水稻产量高,反之则产量减少。结实率统计数据见表 2。

试验结果表明,处理区的水稻穗粒数高于对照区,并且处理区稻谷平均每穗实粒数、结实率均比对照区多,而空粒和瘪粒数量则比对照区少。处理区结实率超过 90%,产量也比较高。数据表明,处理区水稻生长优于对照区,产量因此也会出现差异。

表 2 结实率统计表

项 目	处理区	对照区	减肥 10%	减肥 15%
平均每穗实粒数	168.6	159	155.7	153.9
平均每穗空粒数	10.7	11.6	14.1	18.5
平均每穗瘪粒数	6	8.9	8.6	9.1
平均每穗总粒数	185.3	179.5	178.4	181.5
结实率 %	91.0	88.6	87.3	84.8

减肥试验中，表 2 统计数据显示，处理区在减肥 10% 的情况下，平均每穗穗粒数与对照区相近，但平均每穗实粒数、结实率略低于对照区，而空粒和瘪粒数量则比对照区略多；处理区在减肥 15% 的情况下，平均每穗穗粒数仍然与对照区相近，但平均每穗实粒数、结实率明显低于对照区及不减肥的处理区，而空粒和瘪粒数量则明显高于对照区及不减肥的处理区。以上数据表明，在不减肥的情况下，处理区水稻生长发育指标优于对照区，施肥量的减少对水稻生产发育产生了一定影响，但是由于冲压处理区土壤的保水保肥作用，在处理区减肥一定比例（小于 10%）的情况下，水稻生长发育仍然能够达到与对照区相近的水平，当施肥量进一步减少，在减肥 15% 或者更大的情况下，会对水稻生长发育产生不利影响，表现为实粒数降低，空粒和瘪粒数量增加，结实率降低。

3.2 千粒重

千粒重是以克表示的一千粒种子的重量，它是体现种子大小与饱满程度的一项指标，是检验种子质量和作物考种的内容，也是田间预测产量时的重要依据，水稻的籽粒产量是水稻群体形成的结果，而群体结构的变化与水肥运筹关系密切。对处理区、对照区、减肥 10%、减肥 15% 的 4 个区的千粒重进行统计，见表 3。数据显示，处理区水稻千粒重最重，这与前面结实率统计中处理区结实率高的结果是一致的，减肥 10%、减肥 15% 的 2 个区千粒重明显低于不减肥处理区，说明肥料施用量的减少对籽粒饱满程度产生了一定影响。

表 3 千粒重统计表

试区	处理区	对照区	减肥 10%	减肥 15%
千粒重 (g)	28.1	27.7	27.0	26.8

3.3 实测产量

在处理区与对照区各取 3 个点的稻样，测稻样的重量，并计算单位面积的产量。实测产量统计见表 4。产量统计结果表明，不减肥的处理区水稻产量比对照区高 6.8%。减肥 10% 的情况下产量比对照区低 2.9%，说明在减肥一定比例（0–10% 之间）的情况下，产量能够与对照区持平，根据插值计算，处理区在减肥 7% 的情况下能达到对照区的产量。

表 4 取样测产统计表

试区	处理区	对照区	减肥 10%	减肥 15%
实测产量 (kg/hm ²)	9717.2	9100.5	8833.8	8300.4

4 结论与展望

稻田冲压节水灌溉技术具有节水、保肥、增产和减少面源污染等多重效果，在实现节水保肥的基础上，进一步开展减少化肥施用量试验研究，按照冲压处理区减肥 10%、冲压处理区减肥 15% 的 2 种方案实施，并与冲压处理区和对照区进行对比试验分析，冲压处理区与对照区相比灌溉用水节省 20.8%，冲压处理区在减肥 7% 的情况下能达到对照区的产量。

源头控制是防治农业面源污染最基本和有效的措施。如何根据作物需求高效使用肥料，既保障粮食生产安全，又减少对环境的污染是我国农业生产中亟待解决的问题，需要在今后的实践中进一步研究探讨。

参考文献：

[1] 茆智. 水稻节水灌溉及其对环境的影响[J]. 中国工程科学, 2002(7):10–18.
[2] Peng S Z, Yang S H, Xu J Z, et al. Nitrogen and
(下转第 57 页)

2011, 349 (1-2):169-182.

- [5] 王小治, 朱建国, 封克. 施用尿素稻田表层水氮素的动态变化及模式表征[J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(5):852-856.
- [6] 张金宏, 黄俊友, 石贵余, 等. 密实土壤水稻节水灌溉方法[P]. 中国专利:CN200310106073, 2004-9-15.
- [7] 周钧, 姜谋余, 陈文猛, 等. 冲压机械密实土壤灌溉节水新技术试验及应用[J]. 中国水利, 2009(17):34-36.

(责任编辑:王宏伟)