

有机肥替代氮肥的水稻产量效应研究

郑仁兵¹, 李敏^{2,3}, 韩上², 雷之萌³, 武际^{2*} (1. 霍山县农业技术推广中心, 安徽霍山 237200; 2. 安徽省农业科学院土壤肥料研究所, 安徽合肥 230031; 3. 安徽农业大学农学院, 安徽合肥 230036)

摘要 [目的]明确水稻生产上有机肥替代化学氮肥量。[方法]以常规化肥施用为对照,研究有机肥替代不同比例氮肥对水稻产量和经济效益的影响。[结果]有机肥替代100%化学氮肥处理水稻产量最低,较其他施肥处理减产2.3%~8.6%,常规施肥处理和有机肥替代20%化学氮肥处理产量相当,通过提高水稻产量构成中的有效穗数和穗实粒数来提高水稻产量,且随着有机肥替代化学氮肥量增加呈显著降低趋势。产值和纯收入以常规施肥最高,有机肥替代20%化学氮肥处理与其相当。[结论]综合水稻产量和经济效益结果,以有机肥替代20%化学氮肥处理施用效果最佳。

关键词 有机肥;水稻;产量;经济效益
中图分类号 S511 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)22-0032-02

Yield Effect of Organic Manure as Substitution for Nitrogen Fertilizer in Rice
ZHENG Ren-bing¹, LI Min^{2,3}, HAN Shang², WU Ji^{2*} et al (1. Huoshan County Agricultural Technology Promotion Center, Huoshan, Anhui 237200; 2. Institute of Soil and Fertilizer, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031; 3. College of Agronomy, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036)

Abstract [Objective] To illuminate organic manure consumption as substitution for nitrogen fertilizer in rice production. [Method] To explore the effects of organic fertilizer as partial substitution for nitrogen fertilizer rate on yield and economic benefit of rice, a field experiment was conducted. [Result] The treatment of organic fertilizer as substitution for 100% nitrogen fertilizer decreased the yield of rice by 2.3% to 8.6%, compared with else treatments. The yield of conventional fertilizer application was the highest and the yield was equivalent with organic fertilizer as substitution for 20% nitrogen fertilizer, which could increase the effective panicle number and grain number per spike. Economic benefit of conventional fertilizer application was the highest, and the output value and net income were equivalent with organic fertilizer as substitution for 20% nitrogen fertilizer. [Conclusion] In general, the findings demonstrate that the effect of organic fertilizer as 20% substitution for nitrogen fertilizer was the most significant in this experiment, which could increase the yield and economic benefit of rice.

Key words Organic manure; Rice; Yield; Economic benefit

水稻是我国三大粮食作物之一,且是单产最高的作物,种植面积和总产量分别占粮食作物面积和总产量的27.4%和36.1%^[1]。施用化学氮肥成为农业获得高产的重要措施^[2],稻田过量施用化学氮肥现象日趋严重^[3]。长期大量施用化学氮肥不仅造成土壤板结、理化性质变劣,土壤肥力下降,而且导致土壤、大气、水体一系列环境负效应^[4-6]。有机肥富含氮、磷、钾、钙、镁、硫等作物生长发育所需的大中量营养元素和微量元素,同时富含有机物质等多种生长调节物质,能提高土壤有机质,增强土壤保水保肥能力,对改善农业生态环境有特殊的作用^[7-8]。大量研究表明,有机无机肥配合施用有利于提高水稻产量和土壤肥力^[9]。笔者通过田间小区试验研究有机肥替代不同量的化学氮肥对水稻产量和经济效益的影响,旨在明确有机肥替代化学氮肥的最佳用量,为有机肥在水稻生产上合理施用提供理论基础和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 田间试验于2016年5—10月在安徽霍山县但家庙镇进行,位于116°25′03.9″E、31°27′16.2″N。试验地土壤类型为潴育型水稻土紫泥田,0~20 cm土层养分含量为有机质32.3 g/kg、全氮1.37 g/kg、碱解氮82.0 mg/kg、有效

磷19.2 mg/kg、速效钾98.0 mg/kg、钙1 570.2 mg/kg、镁226.3 mg/kg、铁67.4 mg/kg、铜5.84 mg/kg、锰21.6 mg/kg、锌1.56 mg/kg, pH 5.5。

1.2 供试材料 供试水稻品种为兴隆1号。有机肥有机质含量30%,含N量4%,安徽省金寨县东山生物科技有限公司生产;普通尿素为颗粒状尿素,N含量46%,中盐安徽红四方股份责任有限公司生产;磷肥为粉末状过磷酸钙,铜陵市金磷复合肥有限责任公司生产,P₂O₅含量12%;钾肥为粉末状红色氯化钾,俄罗斯产,K₂O含量60%。

1.3 试验设计 试验共设5个处理:①M+PK(有机肥替代100%氮肥);②NPK(常规施肥);③M+80%N+PK(有机肥替代20%氮肥);④M+70%N+PK(有机肥替代30%氮肥);⑤M+60%N+PK(有机肥替代40%氮肥)。有机肥用量300 kg/hm²,100%N肥用量180 kg/hm²,P₂O₅用量72 kg/hm²,K₂O用量108 kg/hm²,磷肥作基肥一次性施用,处理②氮肥按基肥:分蘖肥:穗肥=5:3:2分次施用,钾肥按基肥:穗肥=6:4分次施用。小区面积4 m×5 m=20 m²,3次重复,随机区组排列。2016年5月3日育苗,6月10日移栽,6月20日追分蘖肥,7月26日追穗肥,9月28日收获。株距13.2 cm、行距30 cm,密度27万穴/hm²,田间管理与当地习惯一致。

1.4 样品采集与测定 在水稻试验开始前,以整个试验田块为采样单元,按“S”型取样的方法在试验田块内采集5个点0~20 cm土层土样,混匀风干过筛后备用。按常规方法进行养分检测^[10]。水稻成熟后测每小区实收产量,同时每

基金项目 公益性行业(农业)科研专项(201503122);安徽省重点研究与开发计划项目(1704e1002237);安徽省农业科学院院长青年创新基金项目(16B1019)。
作者简介 郑仁兵(1973—),男,安徽霍山人,高级农艺师,从事土壤肥料技术推广工作。*通讯作者,研究员,博士,从事作物高效施肥研究。
收稿日期 2017-05-24

小区采 3 穴地上部植株进行室内产量构成要素考察。

1.5 数据处理 试验数据利用 Excel 2003 软件进行计算处理,采用 SPSS 17.0 进行数据的统计分析,结果采用 LSD 法在 0.05 水平上进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对水稻最高分蘖期苗情的影响 由表 1 水稻最高分蘖期苗情指标结果可以看出,苗高、分蘖数和最大叶片长×宽均以不施氮肥 M+PK 处理最低;苗高、分蘖数和最大叶片长×宽均以常规化肥处理最高,与有机肥替代 20% 氮肥处理相当,且随着有机肥替代氮肥量增加呈降低趋势,说明有机肥替代 20% 化学氮肥不影响水稻苗情指标。

2.2 不同施肥处理对水稻产量及产量要素的影响 不同施肥处理的水稻产量结果表明(表 2),有机肥替代 100% 氮肥处理产量最低,较其他施肥处理减产幅度为 2.3%~8.6%,常规施肥处理产量最高,有机肥替代 20% 氮肥处理略低于常规施肥处理,产量减幅为 1.1%,两者无显著性差异,且随着有机肥替代化学氮肥量增加,水稻产量呈显著降低趋势。说明有机肥替代一定量的化学氮肥对水稻产量影响不显著,超过此替代量对水稻产量产生显著负效应。有效穗和穗实粒

数以常规施肥处理最高,但与有机肥替代 20% 氮肥处理无显著性差异,且随着有机肥替代化学氮肥量增加呈显著降低趋势。株高、穗长、千粒重各处理间无显著性差异,结实率则以有机肥替代 100% 化学氮肥处理显著低于其他施肥处理。上述水稻产量及产量构成结果充分说明,有机肥替代 20% 化学氮肥处理水稻产量与常规施肥处理相当,可通过提高水稻产量构成中的有效穗和穗实粒数来提高水稻产量。

表 1 不同施肥处理对水稻最高分蘖期苗情指标的影响
Table 1 Effects of different fertilizer treatments on the parameters of rice seedling at the highest tillering stage

处理 Treatments	苗高 Seedling height cm	分蘖数 Tillering number 个/穴	最大叶片长×宽 Maximum leaf length × width cm × cm
M + PK	44.6	18.0	24.4 × 1.1
NPK	46.3	20.5	25.7 × 1.2
M + 80% N + PK	45.9	20.5	25.5 × 1.2
M + 70% N + PK	45.7	19.5	25.2 × 1.1
M + 60% N + PK	45.2	18.5	24.9 × 1.1

表 2 不同施肥处理的水稻产量及产量构成
Table 2 Rice yield and yield composition of different fertilizer treatments

处理 Treatments	产量 Yield kg/hm ²	有效穗 Effective panicles × 10 ⁴ /hm ²	株高 Plant height cm	穗长 Panicle length cm	穗实粒数 Grain number per panicle	千粒重 1 000-grain weight g	结实率 Setting percentage %
M + PK	8 504 c	232.5 c	123.1 a	25.1 a	135 b	26.6 a	93.8 b
NPK	9 305 a	265.5 a	121.3 a	24.7 a	165 a	26.6 a	96.5 a
M + 80% N + PK	9 205 a	259.5 a	120.7 a	23.4 a	160 a	26.6 a	95.8 a
M + 70% N + PK	8 704 bc	246.0 b	120.5 a	24.6 a	139 b	26.6 a	95.6 a
M + 60% N + PK	8 854 b	247.5 b	121.6 a	25.2 a	141 b	26.6 a	95.9 a

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著(P<0.05)
Note: Different small letters within the same column mean significant differences (P<0.05)

2.3 不同施肥处理对水稻经济效益的影响 表 3 水稻经济效益结果表明,水稻产值以常规施肥处理最高,与有机肥替代 20% 化学氮肥处理基本相当,且随着有机肥替代化学氮肥量增加呈显著降低趋势。扣除肥料投入和施肥人工费,纯收

入以常规施肥处理最高,有机肥替代 20% 化学氮肥处理略低于常规施肥处理,超过此替代量则迅速降低。有机肥替代化学氮肥处理产投比均低于常规施肥处理。有机肥替代 20% 化学氮肥处理水稻经济效益较常规施肥处理基本相当。

表 3 不同施肥处理对水稻经济效益的影响
Table 3 Effects of different fertilizer treatments on the economic benefits of rice

处理 Treatments	产值 Output 元/hm ²	肥料成本 Fertilizer cost 元/hm ²	纯收入 Net income 元/hm ²	产投比 Output-input ratio
M + PK	23 812	1 159	22 503	18.2
NPK	26 053	1 235	24 668	18.8
M + 80% N + PK	25 773	1 436	24 187	16.3
M + 70% N + PK	24 372	1 401	22 821	15.7
M + 60% N + PK	24 792	1 367	23 276	16.3

注:水稻单价 2.8 元/kg;N 3.2 元/kg;P₂O₅ 5.6 元/kg;K₂O 4.5 元/kg;有机肥 0.9 元/kg;施肥人工 150 元/(hm²·次)
Note:The unit price of rice is 2.8 yuan/kg; N 3.2 yuan/kg; P₂O₅ 5.6 yuan/kg; K₂O 4.5 yuan/kg; organic fertilizer 0.9 yuan/kg; artificial fertilization 150 yuan/(hm²·time)

3 结论与讨论

水稻获得高产不是受某一性状的影响,而是多个性状共同作用的结果^[11]。该试验结果表明,有机肥替代 20% 化学

氮肥处理水稻产量与常规施肥处理相当,有机肥与化学肥料配施能使水稻产量构成要素达到协调统一,且通过提高水稻
(下转第 64 页)

表 6 风险应对方式
Table 6 Coping style of risk

风险等级 Risk level	风险应对方式 Risk coping style	
	主要策略 Main strategy	辅助策略 Auxiliary strategy
不可接受风险 Unacceptable risk	风险规避、风险预防	风险转移、风险降低
可容忍风险 Tolerable risk	风险降低	风险转移、风险预防
广泛可接受风险 Widely acceptable risk	风险自留	风险预防、风险转移
可忽略风险 Negligible risk	风险自留	风险预防、风险转移

2.2.7 确定中等级风险的监控指标。对 7 个可容忍风险确定监控指标进行监控,做到对风险的预防和可控。

3 出口水产品检验检疫风险管理效果

风险管理最基本、最稳定的是制度管理,通过在风险管理制度建设中融入风险整合、管理融合和信息聚合的理念要素,建立一体化的流程管理模式,实现风险在全局上下内外之间的有效识别和系统整合,风险管理 with 检验检疫现有管理体系和日常工作的融合以及风险信息在全局各层面完整快捷的传递,从而形成覆盖全员、全过程、系统化、制度化、具体化的风险管理体系。

采用 FMEA 方法构建风险分析模型,通过电子信息载体将风险分析结果和发现的风险点转化成风险参数,直接、快速、有效地作用于检验检疫流程,可以实现对全检验检疫流程的风险预防和风险控制。

4 结论

在出口水产品检验检疫风险管理过程中,做好 FMEA 文

件,执行过程中相关管理人员负责保证所有的建议措施被实施或落实,同时针对实际情况调整 FMEA 文件就能达到减少风险、保证检验检疫过程安全运行的目的。

参考文献

[1] 周海京,遇今.故障模式、影响及危害性分析与故障树分析[M].北京:航空工业出版社,2003.
[2] 刘武珍,刘显仁.质量管理理论及方法在合格评定程序中的应用[J].检验检疫科学,2007,17(5):44-46.
[3] 陈娟,邓东晓.FMEA 质量理念及应用研究[J].世界标准化与质量管理,2004(9):20-22.
[4] 陈春梅,朱秀文,刘江南.FMEA 在项目风险管理中的应用研究[J].河北建筑科技学院学报,2004,21(3):83-87.
[5] 吴文忠,黄启龙,廖鲁兴.对检验检疫业务风险管理的思考[J].中国检验检疫,2012(5):21-22.
[6] 陈多思,卢挺.FMEA 信息安全风险评估模型在检验检疫系统内的应用[J].合作经济与科技,2014(22):106-108.
[7] 戴云徽,韩之俊,郭春明.基于 FMEA 的出入境检验检疫目标符合性条件筛选研究[J].技术经济,2009,28(1):42-47.

(上接第 33 页)

产量构成中的有效穗和穗实粒数来实现高产。这与谢桂先等^[12]有机无机肥料配合施用通过提高功能叶的光合速率、有效穗和穗实粒数来提高产量的结果一致。随着有机肥替代化学氮肥量的增加,水稻产量呈显著降低趋势,这充分说明有机肥替代一定量的化学氮肥水稻不减产。该试验结果表明有机肥替代 20% 化学氮肥处理水稻产量最高,替代效果最佳;水稻经济效益与产量结果一致,有机肥替代 20% 化学氮肥处理水稻产量与常规施肥相当,产值和纯收入最高。

综合水稻产量和经济效益结果来看,有机肥替代 20% 化学氮肥处理水稻可以获得较高的产量和经济效益,施用效果最佳。

参考文献

[1] 朱德峰,张玉屏,陈惠哲,等.中国水稻高产栽培技术创新与实践[J].中国农业科学,2015,48(17):3404-3414.
[2] 赵娜,贾力,刘洪来,等.氮肥的环境风险及管理研究进展[J].草原与草坪,2011,31(1):89-93.

[3] 周杨,司友斌,赵旭,等.太湖流域稻麦轮作农田氮肥施用状况、问题 and 对策[J].土壤,2012,44(3):510-514.
[4] 王亚丽,林位夫,陈勇.氮肥使用中的污染问题及其解决途径[J].热带农业科学,2003,23(1):67-73.
[5] 孙彭力,王慧君.氮素化肥的环境污染[J].环境污染与防治,1995(1):38-41.
[6] WANG J F,XING S Z.Negative effects of application chemical fertilizers on farmland and the control measures[J].Agro-environmental Protection,1998,17(1):40-43.
[7] 陶磊,褚贵新,刘涛,等.有机肥替代部分化肥对长期连作棉田产量、土壤微生物数量及酶活性的影响[J].生态学报,2014,34(21):6137-6146.
[8] 李菊梅,徐明岗,秦道珠,等.有机肥无机肥配施对稻田氮挥发和水稻产量的影响[J].植物营养与肥料学报,2005,11(1):51-56.
[9] 侯红乾,刘秀梅,刘光荣,等.有机无机肥配施比例对红壤稻田水稻产量和土壤肥力的影响[J].中国农业科学,2011,44(3):516-523.
[10] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000.
[11] 李春寿,叶胜海,陈炎忠,等.高产粳稻品种的产量构成因素分析[J].浙江农业学报,2005,17(4):177-181.
[12] 谢桂先,荣湘民,刘强,等.肥料不同配比对水稻产量与蛋白质含量的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2004,30(5):405-410.

科技论文写作规范——作者

论文署名一般不超过 5 个。中国人姓名的英文名采用汉语拼音拼写,姓氏字母与名字的首字母分别大写;外国人姓名、名字缩写可不加缩写点。