

秸秆还田对水田土壤养分影响的研究

张少波¹, 聂 录¹, 林玉萍², 金立军¹, 郭立群²

(1. 黑龙江省七星农场, 黑龙江 建三江 156300; 2. 黑龙江省农垦建三江管理局农产品质量安全检测站, 黑龙江 建三江 156300)

摘要:通过水稻秸秆还田试验,探索秸秆还田对水稻的增产效果和对土壤理化性质的影响,同时验证秸秆腐熟剂促进水稻秸秆分解和培肥地力的作用效果,为大田生产推广秸秆还田加秸秆腐熟剂提供科学依据。结果表明:应用秸秆还田和秸秆还田加腐熟剂均具有增产效果,各试验点均表现为处理>对照的增产趋势,增产率可达到4.67%以上,增产效果显著,但秸秆还田和秸秆还田加腐熟剂的处理间增产效果不显著。从对土壤理化性质上看,秸秆还田能够促进土壤中养分积累,土壤有机质年均提高0.17~0.19 g·kg⁻¹,提升幅度为0.49%~0.56%,有效磷、有效钾、缓效钾、全氮、全磷、全钾、CEC值含量均有不同程度提升,秸秆腐熟剂具有促进秸秆腐解的作用,能够提升秸秆还田作用效果,但效果不显著。

关键词:秸秆;有机质;腐熟剂;产量

中图分类号:S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)12-0041-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.12.0041

我国是农业大国,各类秸秆资源十分丰富,秸秆含有大量的营养,是宝贵的可再生资源。秸秆还田能够提高土壤有机质含量和质量,改善土壤物理性状、培肥地力,增加土壤微生物活性、提高农作物增产的潜力,改善农业生态环境有重要作用^[1-2]。通过本试验的开展,进一步研究验证秸秆还田对提高水稻产量和改良土壤的应用效果。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2013年在黑龙江省建三江七星农场科技园区试验田进行,土壤肥力中等,供试土壤为草甸白浆土,土壤质地为粘壤。土壤容重为1.34 g·cm⁻³,pH6.61,有机质34.405 g·kg⁻¹,有效磷、速效钾、缓效钾含量分别为35.9、104、304 mg·kg⁻¹,全氮、全磷和全钾分别为1.82、0.33和19.60。

1.2 材料

供试肥料为秸秆腐熟剂(北京沃土天地生物科技有限公司),供试品种为龙粳31,主茎11片叶,株高92 cm,穗长15.7 cm,穗粒数86粒,千粒重26.3 g。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 科技园区试验点采用小区对比,3次重复,设3个处理。CK:不还田;处理1:秸秆还田;处理2:秸秆还田+秸秆腐熟剂30 kg·hm⁻²。

各小区采用随机区组排列,单排单灌。

肥料用量:秸秆腐熟剂30 kg·hm⁻²;46%尿素,施用纯量N:112.5 kg·hm⁻²;44%三料过磷酸钙,施用纯量P₂O₅:45.0 kg·hm⁻²;60%的氯化钾,施用纯量K₂O:75 kg·hm⁻²。

施肥方法:打浆整地施腐熟剂100%,尿素总量40%,氯化钾总量50%和过磷酸钙总量100%;返青期施药肥,尿素总量30%;9.5叶期施穗肥,尿素总量30%和氯化钾总量50%。

插秧规格30 cm×12 cm,每穴4~6株,其它田间的栽培措施均按照水稻“三化一管”栽培模式进行管理。

1.3.2 测定项目及方法 容重采用环刀法测定^[3];pH采用电位法测定^[3];土壤有机质重铬酸钾容量法-外加热法测定^[3];土壤全氮采用凯氏定氮法测定^[3];土壤有效磷和全磷采用钼锑抗比色法测定^[3];土壤速效钾、缓效钾和全钾均采用火焰光度法^[3];土壤CEC值采用乙酸铵浸提-蒸馏滴定法。

2 结果与分析

2.1 秸秆还田对土壤养分的影响

试验开始前,对各试验点进行取样,作物收获后,分别对各处理取样化验,结果表明:秸秆还田

收稿日期:2015-09-18

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2012BAD04B01)

第一作者简介:张少波(1984-),男,黑龙江省密山市人,学士,助理农艺师,从事土壤肥料研究。E-mail:zhangshaoboo@126.com。

通讯作者:聂录(1966-),男,黑龙江省拜泉县人,学士,高级农艺师,从事土壤肥料研究。E-mail:nielu2005@163.com。

可以有效降低土壤容重,提高土壤有机质、全氮等速效缓效的养分含量。在秸秆还田措施的基础上,增施 30 kg·hm⁻² 的秸秆腐熟剂,可以加快秸秆腐解,提升作用效果。

2.1.1 土壤容重 水稻收获后进行取样化验,对照土壤容重呈逐年上升趋势,年均提高幅度为 0.49%,而应用秸秆还田技术的处理呈逐年降低的趋势,其中,秸秆还田处理 1 年均降低 0.25%,施用腐熟剂的处理 2 降低幅度略大,其年均降低 0.50%。分析可知,秸秆还田促进了土壤中腐殖质生成,有效促进土壤团粒结构的形成,使土壤容重降低,腐熟剂加快了土壤中秸秆的分解效率,进一步改善了土壤物理性状,但比较秸秆还田处理无显著差异。

2.1.2 土壤 pH 各处理 pH 多在 6.5~6.8,无明显变化。

2.1.3 土壤有机质 由表 1 可以看出,CK 处理有机质含量有所下降,秸秆还田处理 1 在不同程度上有所提升,有机质含量年提升幅度 0.49%,可见秸秆还田是土壤有机质提升的一种有效途径。同时,有机质的提升与还田秸秆的腐解效率有关,其提供给土壤的有机物取决于腐解的秸秆数量,腐熟剂加速了秸秆的腐解,所以提高趋势为处理 2>处理 1>CK,施用秸秆腐熟剂的处理 2

其有机质含量年均提升 0.56%,与秸秆还田处理比较,提高 0.07 百分点。

2.1.4 土壤全氮 秸秆全量还田后,还田秸秆在微生物的活跃作用下,秸秆开始腐解,微生物在腐解秸秆的同时消耗土壤中的速效氮,加快了秸秆的腐解,随着秸秆腐解量的增加,到后期,其吸收的氮素量逐渐小于秸秆中释放出来的氮素,秸秆中的氮素大量释放出来补充土壤中的氮素,所以土壤中的速效氮素逐渐增加,但全氮养分变化不显著,各试验点处理土壤中的全氮含量均略有提升,其中秸秆还田处理 1 的全氮含量年均提升 0.55%,应用腐熟剂的处理 2 全氮含量年均提升 0.37%。

2.1.5 土壤有效磷和全磷 还田秸秆中含有大量的磷,在秸秆腐解的过程中,释放出大量磷素,进而补充土壤中的磷,释放量与秸秆的腐解量成正相关,因此,采用秸秆还田的处理有效磷含量都呈提高趋势,秸秆还田处理 1 有效磷含量年均提升 0.74%,应用腐熟剂的处理 2 有效磷含量年均提升 1.02%。全磷在土壤中相对比较稳定,由于秸秆分解磷素的释放,使土壤中全磷得以补充,进一步积累,使全磷含量都呈现小幅度递增的趋势,秸秆还田处理 1 全磷含量年均提升 2.02%,腐熟剂处理 2 全磷含量年均提升 2.02%。

表 1 秸秆还田对土壤理化性质的影响

Table 1 The effect of straw returning to field on physical and chemical properties of soil

| 处理 Treatmants | 容重/ (g·cm ⁻³) Volume weight | pH | 有机质/ (g·kg ⁻¹) Organic matter | 有效磷/ (mg·kg ⁻¹) Available phosphorus | 速效钾/ (mg·kg ⁻¹) Rapidly available potassium | 缓效钾/ (mg·kg ⁻¹) Slowly available potassium | 全氮/ (g·kg ⁻¹) Total nitrogen | 全磷/ (g·kg ⁻¹) Total phosphorus | 全钾/ (g·kg ⁻¹) Total potassium | CEC/ (cmol·kg ⁻¹) |
|------------------|--|------|--|---|---|--|---|---|--|----------------------------------|
| CK | 1.36 | 6.61 | 34.256 | 35.9 | 108 | 306 | 1.82 | 0.34 | 19.7 | 20.4 |
| 处理 1 | 1.33 | 6.62 | 34.906 | 36.7 | 113 | 310 | 1.85 | 0.35 | 19.9 | 20.6 |
| 处理 2 | 1.32 | 6.61 | 34.983 | 37.0 | 114 | 313 | 1.84 | 0.35 | 20.0 | 20.6 |

2.1.6 土壤速效钾、缓效钾和全钾 作物吸收的钾在成熟期大量滞留在茎秆中,秸秆中钾素有效性高,秸秆还田后,经过微生物分解,大量释放钾营养元素,土壤缓效钾与速效钾间的动态平衡关系显著、敏感,土壤速效钾的变化会直接影响土壤缓效钾含量的变化,在秸秆还田条件下,释放量与秸秆的腐解量成正相关,随着秸秆的腐解量增加,土壤中的速效钾、缓效钾都呈提高的趋势,秸秆还田处理 1 速效钾含量年均提升 2.88%,缓效钾含量年均提升 0.66%,应用腐熟剂的处理 2 速效钾含量年均提升 3.21%,缓效钾含量年均提升 0.99%,全钾在土壤中含 量变化比较稳定,呈小幅

度提高的趋势,秸秆还田处理 1 全钾含量年均提升 0.51%,应用腐熟剂的处理 2 全钾含量年均提升 0.68%。

2.1.7 土壤 CEC 值 阳离子交换量为土壤所能吸附的全部交换性阳离子的总量,是衡量土壤保肥能力的重要指标,秸秆还田措施的应用,使土壤中的养分提高,使土壤 CEC 含量进一步积累,秸秆还田 1 处理 CEC 含量年均提升 0.49%,应用腐熟剂的处理 2CEC 含量年均提升 0.49%。

2.2 对水稻产量的影响

由表 2 可知,试验在采用相同的施肥、栽培等措施的条件下,秸秆还田处理 1 和秸秆还田加腐

熟剂的处理 2 均表现为增产,且增产趋势为处理 2>处理 1>CK,其中 CK 产量最低为 8 876.5 kg·hm⁻²,秸秆还田处理 1 相对于 CK 增产 4.67%,秸秆还田加腐熟剂的处理 2 相对于 CK 增产 5.11%,增产效果显著;但比较秸秆腐熟剂对产量的促进效果可以看出,秸秆还田加腐熟剂的处理 2 的产量要高于秸秆还田处理 1,虽然存在差异,但增产效果不显著。通过对不同处理间的水稻产量因子性状比较可以看出,采用秸秆

还田技术的在穗数、穗粒数、千粒重和结实率等方面均要优于 CK 处理,从而达到了增产的效果,分析原因,秸秆还田进行腐解先期消耗一部分氮肥,至 7、8 月份通过分解释放大量养分,此期间养分供应量要大于 CK 处理,肥效作用在 11 叶品种的 9.1~9.5 叶龄期,相当于增加了秸秆还田处理的穗肥施用量,可以有效促进晚生分蘖的成穗率,使秸秆还田的处理平均穗数高于 CK 处理。

表 2 不同处理对水稻产量及其性状的影响

Table 2 The effect of different treatments on rice yield

| 处理 Treatments | 穗数/(穗·m ⁻²) Spike number | 穗粒数 Kernel number | 千粒重/g Yooo-kernel weight | 结实率/% Setting percentage | 理论产量/(kg·hm ⁻²) Theorotical yield | 增产率/% Rate of growth |
|------------------|---|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|-------------------------|
| CK | 435.4 | 95.26 | 26.68 | 93.3 | 8 776.5 | - |
| 处理 1 | 442 | 96.26 | 26.82 | 94.7 | 9 186.0 | 4.67 |
| 处理 2 | 444.8 | 96.34 | 26.76 | 94.6 | 9 225.0 | 5.11 |

同时,由于秸秆分解受温度影响,秸秆在温度适宜的情况下持续分解,在水稻成熟期可持续性的供应养分,养分充足导致秸秆还田的处理穗粒数、千粒重、结实率等产量因子均优于 CK 处理,但是,秸秆还田和秸秆还田加腐熟剂处理间无明显规律性,差异不显著。

3 结论与讨论

本试验研究了长期定位秸秆还田措施下水田土壤养分的变化情况,土壤有机质既是作物矿质营养和有机营养的重要来源,也是影响土壤结构的重要因素,长期秸秆还田后,土壤有机质逐渐积累,并在提高土壤有机质的同时,降低了土壤容重,改善了土壤的物理性状,提高了土壤中有效磷、有效钾、缓效钾、全氮、全磷、全钾、CEC 值等养分含量。

秸秆还田后,秸秆腐解可以释放养分供应作物的生长,对水稻的产量具有促进作用,主要表现在促进水稻晚生分蘖的成穗率,成熟期养分供应充分,有效的促进了穗粒数、千粒重、结实率等产量因子的提高,比较不还田的处理增产效果明显,差异显著。但是,秸秆还田加腐熟剂的处理与秸秆还田处理比较,产量因子上看无明显差异,增产效果略高于秸秆还田处理,增产效果差异不显著;至于成本核算及效益等方面需深入研究。

参考文献

[1] 曾木祥,张玉杰. 秸秆还田对农田生态环境的影响[J]. 农业环境与发展,1997(1):1-7.
[2] 张振江. 长期麦秆直接还田对作物产量与土壤肥力的影响[J]. 土壤通报,1998,29(4):154-155.
[3] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社,2000: 25-110.

Effect of Straw Returning on Soil Nutrition in Paddy Field

ZHANG Shao-bo¹, NIE Lu¹, LIN Yu-ping², JIN Li-jun¹, GUO Li-qun²

(1. Qixing Farm, Jiansanjiang, Heilongjiang 156300; 2. Testing Station for Agro-products Quality and Safety, Jiansanjiang Administration Bureau of Heilongjiang Reclamation, Jiansanjiang, Heilongjiang 156300)

Abstract: In order to provide scientific basis for adding decomposing agent when straw returning in field, the rice straw returning experiment was carried out to explore the yield increasing effect of straw returning and the influence of physical and chemical properties of soil. Simultaneously, the ability of rice straw decomposition by decomposing agent and the effect of fertility were studied. The results showed that whether add decomposing agent or not, straw returning could increase the yield of rice, treatments>CK in all the experimental locations. The effect of increasing yield was significant, it could be more than 4.67%, but the effect of the treatments between straw returning and straw returning also add decomposing agent was not significant. Straw returning could promote the nutrient accumulation in the soil, annual rise of the content of soil organic matte was 0.17~0.19 g·kg⁻¹, increased by 0.49%~0.56%, the content of available phosphorus, available potassium, slowly available potassium, total nitrogen, total phosphorus, total potassium and CEC promoted inordinately. Decomposing agent could promote the effect of straw decompose, and also could enhance the effect of straw returning, but it was not significant.

Keywords: straw; organic matter; decomposing agent; yield