

Effects of Potash Fertilizer Alternative on Rice Growth and Soil Nutrient under Wheat Straw Returning to the Field

Yongping Zhao¹, Junfeng Luo², Bin Chen¹, Gang Zhang¹, Chao Chen¹

¹Agricultural Technology Extension Center of Zaoyang City, Zaoyang Hubei

²Agricultural Technology Service Center of Lutou, Zaoyang Hubei

Email: 897927715@qq.com

Received: Nov. 25th, 2019; accepted: Dec. 11th, 2019; published: Dec. 18th, 2019

Abstract

In order to solve the problems of crop straw in Zaoyang district that is returning to the field for reuse and optimization of fertilization, this research selected a part of field experiment under the big field area to study the change of soil nutrients and the effect of increasing yield under the replacement of potassium fertilizer under wheat straw returning to the field in Zaoyang district. And the result shows that: 1) wheat straw can replace part of the potassium fertilizer to ensure the normal growth of rice, and then achieve the purpose of high and stable yield, and when $p < 0.05$, the substitution of wheat straw back to the field of potassium fertilizer has a significant impact on rice yield, and the rice yield is as high as 701 kg/667m²; 2) straw returning and potassium replacement can improve the content of organic matter and total nitrogen in the soil to keep the stable level of soil pH and reduce the loss of soil available potassium and increase the content of slow-release potassium in the soil, and alleviate the loss of soil potassium.

Keywords

Straw Returned, Potash Fertilizer Alternative, Rice, Soil Nutrient, Zaoyang City

麦秸还田下钾肥替代对水稻生长及土壤养分的影响

赵永平¹, 骆俊锋², 陈斌¹, 张刚¹, 陈超¹

¹枣阳市农业技术推广中心, 湖北 枣阳

²枣阳市鹿头镇农业技术推广服务中心, 湖北 枣阳

Email: 897927715@qq.com

收稿日期：2019年11月25日；录用日期：2019年12月11日；发布日期：2019年12月18日

摘要

为更好解决枣阳地区作物秸秆还田再利用与优化施肥，本研究选择了在大田条件下进行小区试验，研究探讨枣阳市区域麦秸还田下钾肥替代下土壤养分变化情况和增产效果的影响，结果表明：1) 麦秸可以替代部分钾肥从而保证水稻正常生长，进而达到高产稳产的目的，且在 $p < 0.05$ 下麦秸还田钾肥替代对水稻产量影响极显著，水稻产量高达 $701 \text{ Kg}/667\text{m}^2$ 。2) 秸秆还田与钾肥替代均可提高土壤的有机质、全氮含量，使土壤pH保持稳定的水平，还能够减少土壤速效钾的损失，增加土壤缓效钾的含量，缓解了土壤钾素的亏损。

关键词

麦秆还田，钾肥替代，水稻，土壤养分，枣阳市

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

枣阳是农业大市，据枣阳市 2017、2018 年统计年鉴，枣阳市农作物常年累计播种面积 319 万亩左右，小麦常年种植面积在 150 万亩，水稻常年种植面积在 74 万亩。根据张福春、朱志辉的研究文章《中国作物的收获指数》中谷草比推算，枣阳市常年小麦秸秆 94.5 万吨，水稻秸秆 60 万吨，秸秆资源相当丰富。近年，随着农业种植集成技术模式的改变，秸秆还田已成为普遍的做法，起到了保护环境，利用资源，培肥土壤的作用。本试验就以节肥增效，保护环境为目的来研究探讨枣阳市稻-麦轮作区麦秸还田下钾肥替代对水稻地上部干物质积累和养分以及土壤理化性状的影响，为枣阳秸秆还田下钾肥替代合理配施钾肥提供理论支撑。

2. 材料与方方法

2.1. 试验材料

试验地位于枣阳市南城办事处后湖村(东经 $112^{\circ}42'04''$ ，北纬 $31^{\circ}59'24''$)，供试土壤为黄棕壤性水稻土，质地中壤，全氮 0.89 g/kg ，速效磷 9.15 mg/kg ，速效钾 76.31 mg/kg ，缓效钾 236.55 mg/kg ，有机质 21.79 g/kg ，pH 5.85，前茬作物小麦，产量 350 kg/亩 。4月16日育秧，5月28日划小区，筑埂、覆膜、施肥。5月30日插秧，密度 1.5 万蔸/亩 。

2.2. 试验设计

本试验采用随机区组设计，3次重复，小区面积 20 m^2 。小区间用宽 30 cm 、高 30 cm 的土埂隔开，上覆盖薄膜，防止串水串肥。共设5个处理，分别为 K_1J_0 (施钾肥 $4 \text{ kg}/667\text{m}^2$ ，秸秆不还田)， K_0J_1 (不施钾肥，麦秸 $350 \text{ kg}/667\text{m}^2$)， T_2J_1 (施钾肥 $2 \text{ kg}/667\text{m}^2$ ，替钾 $1/2$ ，小麦秸秆 $350 \text{ kg}/667\text{m}^2$)， K_3J_1 (施钾肥 $3 \text{ kg}/667\text{m}^2$ ，替钾 $1/3$ ，小麦秸秆 $350 \text{ kg}/667\text{m}^2$)， K_1J_1 (施钾肥 $4 \text{ kg}/667\text{m}^2$ ，小麦秸秆 $350 \text{ kg}/667\text{m}^2$)。

施肥时期和氮、磷肥施用量：各个处理氮肥总量 11 kg/667m²、磷肥 4 kg/667m²。磷、钾肥和秸秆全部作基肥施用，氮肥 70%作基肥，30%作分蘖肥。

供试肥料：尿素(N 46%)、过磷酸钙(P₂O₅ 12%)、氯化钾(K₂O 60%)。其他生产管理同大田。

2.3. 测定项目

干物质积累：水稻成熟期每小区随机选取 6 蔸水稻植株样品，风干分别称重和室内考种。

养分含量测定：土壤 pH 按水土比 2.5:1, pH 计测定；有机质采用重铬酸钾容量法；速效磷用 0.5 mol·L⁻¹ NaHCO₂ 浸提 - 钼锑抗比色法；速效钾用 1 mol·L⁻¹ NH₄OAc 浸提 - 火焰光度法；缓效钾采用 1 mol·L⁻¹ HNO₃ 浸提 - 火焰光度法；植株样 N 采用消煮液中铵的定量(凯氏法)；植株样 P 采用钼锑抗吸光光度法；植株样 K 采用火焰光度法。

小区产量计实产。

2.4. 数据处理

采用 Microsoft Excel2010 建立数据库，采用 DPS 软件进行数据计算和统计分析。

3. 结果分析

3.1. 麦秸还田下钾肥替代对水稻地上部干物质积累及养分的影响

3.1.1. 不同处理的地上部干物质重结果

表 1 为不同处理的地上部干物质积累结果，表明，K₃J₁ 处理籽粒产量最高，为 701 kg/667m²。单施钾肥相比较不施钾处理水稻地上部干物质积累均有提高，产量差异性不显著，K₁J₀ 相比较 K₀J₁ 处理增产 17 kg/667m²，增产率达 2.58%，茎秆产量增加 66 kg/667m²，增幅 7.64%，地上部生物总量增加 83 kg/667m²，增幅达 5.45%。麦秸还田配施钾肥相比较不施钾处理水稻地上部干物质积累均有提高，增产效果以 K₃J₁ 处理最为显著，其它各处理增产效果不明显，增产 42 kg/667m²，增产率 6.37%，茎秆产量和地上部生物总量差异性不显著。麦秸还田配施钾肥处理相比较单施钾肥处理，以 K₃J₁、K₃J₁ 处理增产效果达显著，分别增产 25 kg/667m²、21 kg/667m²，增产率达 3.11%，其他各处理水稻产量和地上部生物量差异性不显著，说明麦秸可以替代部分钾肥从而保证水稻正常生长，进而达到高产稳产的目的。

Table 1. Accumulation of dry matter on the ground with different treatments

表 1. 不同处理的地上部干物质积累

| 处理 | (籽粒产量 kg/667m ²) | (茎秆产量 kg/667m ²) | (地上部总生物量 kg/667m ²) |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| T ₁ S ₀ | 676 ab | 930 b | 1606 b |
| T ₀ S ₁ | 659 a | 864 a | 1523 a |
| T ₂ S ₁ | 667 a | 886 ab | 1553 ab |
| T ₃ S ₁ | 701 c | 896 ab | 1597 ab |
| T ₁ S ₁ | 697 c | 842 ab | 1539 ab |

注：同列数字后不同字母表示差异达显著水平(a=0.05)。表 3 同。

3.1.2. 不同处理地上部养分含量结果

表 2 为不同处理地上部养分含量结果，表明，各处理水稻籽粒、茎秆氮磷含量均未表现出明显的趋势变化。就籽粒、茎秆钾含量而言，单施钾处理和麦秸还田配施钾肥各处理相比较不施钾水稻籽粒、茎秆钾含量均呈现不同程度的提高，且各处理茎秆增幅效果优于籽粒。说明麦秸可以替代部分钾肥从而满

足水稻生育期钾素需求。

Table 2. Different treatments for nutrient content in the aboveground
表 2. 不同处理地上部养分含量

| 处理 | 籽粒 | | | 茎秆 | | |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | (N%) | (P%) | (K%) | (N%) | (P%) | (K%) |
| K ₁ J ₀ | 0.98 | 0.26 | 0.23 | 0.44 | 0.04 | 2.86 |
| K ₀ J ₁ | 0.96 | 0.29 | 0.22 | 0.45 | 0.05 | 2.75 |
| K ₂ J ₁ | 0.97 | 0.29 | 0.25 | 0.45 | 0.05 | 3.19 |
| K ₃ J ₁ | 0.98 | 0.30 | 0.24 | 0.47 | 0.05 | 3.15 |
| K ₁ J ₁ | 0.97 | 0.31 | 0.25 | 0.48 | 0.07 | 3.10 |

3.2. 麦秸还田下钾肥替代对土壤养分的影响

表 3 为麦秸还田下钾肥替代土壤养分变化, 表明, 各处理与试验前相比, 其它各处理的土壤 pH 值都有所上升, 但幅度不大, 说明秸秆还田与钾肥替代均对土壤 pH 值有一定影响; 全氮、有机质、速效钾和缓效钾含量差异性均达显著水平, 其中不施钾肥和单施钾肥处理土壤全氮、有机质、和缓效钾含量呈下降趋势, 速效钾各处理均呈现下降趋势, 但不施钾肥秸秆还田处理速效钾含量下降幅度最大, 表明麦秸还田可以替代部分钾肥, 且麦秸还田配施钾肥可以提升土壤全氮、有机质和缓效钾含量。

Table 3. Returning wheat straw and the changes of soil nutrients of potash alternative
表 3. 麦秸还田下钾肥替代土壤养分变化

| 处理 | pH | 全氮(g/kg) | 有机质(g/kg) | 速效钾(mg/kg) | 缓效钾(mg/kg) |
|-------------------------------|-------|----------|-----------|------------|------------|
| K ₁ J ₀ | 5.92a | 0.79b | 20.57c | 64.02b | 229.98b |
| K ₀ J ₁ | 5.96a | 1.17b | 22.03b | 55.22c | 211.69c |
| K ₂ J ₁ | 5.88a | 1.13b | 22.21b | 65.93b | 225.31b |
| K ₃ J ₁ | 5.91a | 1.17b | 23.03b | 67.25b | 251.11b |
| K ₁ J ₁ | 5.86a | 1.05b | 22.01a | 66.29b | 270.39c |
| 实验前 | 5.85a | 0.89a | 21.79a | 75.31a | 236.55a |

4. 小结与讨论

4.1. 麦秸还田下钾肥替代对水稻地上部干物质积累及养分的影响

就增产而言, 施钾 3 kg/667m² (替钾 1/3), 麦秸 400 kg/667m² 处理, 在减少钾肥投入下仍能保持最高产, 这与孙华等[1]的研究结果相似; 就地上部养分含量而言, 各处理水稻籽粒、茎秆氮磷含量均未表现出明显的趋势变化, 钾含量呈增加状态, 且各处理茎秆增幅效果优于籽粒。表明麦秸可以替代部分钾肥从而保证水稻正常生长, 进而达到高产稳产的目的, 对于增产的原因, 李勇[2]等认为秸秆全量还田主要是通过增加水稻有效穗数实现增产, 并提高水稻结实率和成穗率。另外曾洪玉、俞巧钢等也有研究[3] [4]表明耕作方式也是导致减产的原因, 随着连年免耕栽培, 减产明显。

4.2. 麦秸还田下钾肥替代对土壤养分的影响

本研究结果表明: 秸秆还田下钾肥替代均可提高土壤的有机质、全氮含量, 这与张雅洁、张力、陈

芝兰等[5] [6] [7]研究结果秸秆还田可以增加有机质、全氮和有机氮含量相似；秸秆还田下钾肥替代使土壤 pH 保持稳定的水平，这对作物生长和养分循环转化十分有益；秸秆还田还能够替代部分钾肥，显著减少土壤速效钾的损失，增加土壤缓效钾的含量，缓解了土壤钾素的亏损，这与李继福、刘荣乐[8] [9]等的研究结果相似。但由于土壤结构复杂，秸秆还田对土壤养分吸收、消耗以及对植株生长的促进作用等方面影响，还需要进一步论证。

基金项目

国家有机质项目。

参考文献

- [1] 孙华, 钱国明, 徐冬太, 黄花香. 水稻秸秆还田对水稻经济性状及产量的影响[J]. 中国稻米, 2010, 16(1): 47-48.
- [2] 李勇, 曹红娣, 邓九胜, 等. 小麦秸秆全量还田对土壤速效氮及水稻产量影响[J]. 生态与农村环境学报, 2009, 25(4): 46-51.
- [3] 曾洪玉, 唐宝国, 蔡建华, 等. 秸秆还田对耕地质量及稻麦产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(4): 499-501.
- [4] 俞巧钢, 叶静, 符建荣, 等. 不同有机物料还田对稻田氨挥发和水稻产量的影响[J]. 浙江农业科学, 2011(4): 908-909.
- [5] 张雅洁, 陈晨, 郝红建, 等. 小麦-水稻秸秆还田对土壤有机质组成及不同形态氮含量的影响[J]. 农业环境科学学报, 2015, 34(11): 2155-2161.
- [6] 张力. 农作物秸秆利用技术[M]. 石家庄: 河北科学技术委员会, 1998: 65-67.
- [7] 陈芝兰, 张涪平, 蔡晓布, 等. 秸秆还田对西藏中部退化农田土壤微生物的影响[J]. 土壤学报, 2005, 42(4): 696-699.
- [8] 李继福, 鲁剑魏, 丛日环, 戴志刚, 等. 稻田不同供钾能力下秸秆还田替代钾肥效果[J]. 中国农业科学, 2014, 47(2): 292-302.
- [9] 刘荣乐, 金继运, 吴荣贵, 梁鸣早. 我国北方土壤作物系统内钾素循环特征及秸秆还田与施钾肥的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2000, 6(2): 123-132.