

连续秸秆还田配施腐熟剂对土壤理化性状及水稻产量的影响

杨晓东¹, 刘燕¹, 徐建军², 刘宇庆¹

(1. 江苏省扬州市邗江区农产品质量监督检测中心, 江苏扬州 225009; 2. 江苏省昆山市张浦镇农村工作局, 江苏昆山 215321)

摘要 [目的]研究连续秸秆还田配施腐熟剂对土壤理化性状及水稻产量的影响。[方法]共设3个处理:常规施肥(对照)、常规施肥+秸秆全量还田、常规施肥+秸秆全量还田配施腐熟剂。利用秸秆失重率法研究秸秆还田配施腐熟剂对土壤理化性状和水稻产量的影响。[结果]与对照相比,秸秆还田配施腐熟剂、秸秆还田处理的有机质分别增加6.5、5.1 g/kg,有效磷、速效钾分别增加2.6、31.2和2.1、26.6 mg/kg;秸秆还田配施腐熟剂、秸秆还田处理的水稻产量分别较对照高出550、333 kg/hm²,增产6.37%、3.86%。[结论]秸秆还田配施腐熟剂能加速秸秆分解,改善土壤理化性状,有利于土壤养分的积累和水稻产量的提高。

关键词 秸秆还田;腐熟剂;土壤理化性状;产量;水稻

中图分类号 S141.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)26-0083-02

The Effects on Physical and Chemical Properties of Soil and Rice Yield by Continuous Straw Returned with Rotten Bacterium Agent
YANG Xiao-dong¹, LIU Yan¹, XU Jian-jun² et al (1. Hanjiang District Quality Supervision and Inspection Center of Agricultural Products, Yangzhou, Jiangsu 225009; 2. Rural Work Bureau in Zhangpu Town, Kunshan City of Jiangsu Province, Kunshan, Jiangsu 215321)

Abstract [Objective] To study the influence of continuous straw returned with rotten bacterium agent on soil physical and chemical properties and yield of rice. [Method] Three kinds of treatments were set: common fertilization (control), common fertilization + straw returned without rotten bacterium agent, and common fertilization + straw returned with rotten bacterium agent. The straw weightlessness rate was used to study the influences of straw returned with rotten bacterium agent on soil physical and chemical properties and rice yield. [Result] Organic matters by straw returned with rotten bacterium agent and straw returned without rotten bacterium agent respectively increased by 6.5 and 5.1 g/kg, while available phosphorus respectively increased by 2.6 and 31.2 mg/kg and available potassium respectively increased by 2.1 and 26.6 mg/kg. Rice yields by straw returned with rotten bacterium agent and straw returned without rotten bacterium agent respectively increased by 550.5 and 333.0 kg/hm² than control, which increased by 6.37% and 3.86%. [Conclusion] The straw returned with rotten bacterium agent can accelerate the decomposition of straw, and increase the soil physical and chemical properties, which is beneficial to the accumulation of soil nutrients and improve the rice yield.

Key words Straw returned; Rotten bacterium agent; Soil physical and chemical properties; Yield; Rice

秸秆是农业生产的主要附属产物,约占作物总量的50%。秸秆是一类丰富的可再生有机资源,可广泛用于制造多种化工产品,如活性炭、酒精和离子交换剂等^[1-3]。我国秸秆资源丰富,目前秸秆年产量高达6亿t^[4],但其中只有2%~5%的农作物秸秆应用于工业^[5],多余的农作物秸秆大部分被农民焚烧或丢弃,这既浪费了有机资源又污染了环境。秸秆还田作为秸秆综合利用的有效途径,在农业可持续发展、净化环境、提高土壤蓄水保墒能力及土壤肥力等方面发挥着重要作用^[6-12]。笔者通过连续秸秆还田并配施腐熟剂,研究秸秆还田对土壤理化性状及水稻产量的影响,旨在为秸秆腐熟剂的进一步推广提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点 于2012年5月至2015年10月在江苏省扬州市邗江区甘泉镇进行。

1.2 试验设计 设3个处理:①常规施肥(CK,无秸秆还田);②常规施肥+秸秆全量还田;③常规施肥+秸秆全量还田配施腐熟剂。每处理3次重复。试验区面积不小于30 m²,随机区组排列。

1.3 样品制备 在每个小区内沿“S”形路线随机采集10~15个点,采集0~20 cm土样后混匀,制成混合样。样品经风干后,分别过1.00和0.25 mm筛,备用。

1.4 测定项目与方法 土壤理化性状采用常规方法分

析^[13];土壤含水量采用105℃烘干法测定;土壤密度和孔隙度采用环刀法测定;有机质含量采用重铬酸钾法测定;有效磷含量采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法测定;速效钾含量采用乙酸铵浸提-火焰光度法测定。秸秆腐烂程度采用失重率法每10 d取样观测1次,计算方法为:

秸秆失重率 =

$$100 \times (\text{试验前秸秆干重} - \text{取样时秸秆干重}) / \text{试验前秸秆干重}$$

1.5 数据统计 试验结果采用LSD法检验 $P < 0.05$ 水平的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 秸秆还田配施腐熟剂对小麦秸秆腐解的影响 由表1可知,2012~2015年秸秆腐烂前期,处理②、③的秸秆重、失重率值差别较小,随着时间的推移,处理③的秸秆重较处理②平均少1.22 g,减少幅度为27.50%,失重率高2.38%(绝对值),说明施用秸秆腐熟剂能加速秸秆的腐烂。

2.2 秸秆还田配施腐熟剂对水稻产量的影响 秸秆还田有利于土壤有机质积累和土壤肥力的提高,最直接的作用表现在水稻产量的提高上。由表2可知,处理②、③的水稻产量分别较CK平均高出333、550 kg/hm²,增产3.86%、6.37%,说明秸秆还田能提高水稻的产量。

2.3 秸秆还田配施腐熟剂对土壤养分的影响

2.3.1 对有机质含量的影响 由表3可知,连续秸秆还田能增加土壤有机质含量。2012~2015年处理②、③分别较CK平均增加5.1、6.5 g/kg,且处理③的土壤有机质增加最

作者简介 杨晓东(1981-),男,江苏金湖人,农艺师,硕士,从事耕地质量提升与保护研究。

收稿日期 2016-08-29

多。这可能是由于秸秆全量还田配施腐熟剂处理中存在大量微生物菌群,对麦秸秆的分解速度较其他处理快,从而有

机质积累高。

表 1 不同处理的秸秆失重率
Table 1 Straw weightlessness rates of different treatments

年份 Year	处理 Treatment	秸秆重 Straw weight//g				失重率 Weightlessness rate//%		
		0	10 d	20 d	30 d	10 d	20 d	30 d
2012	②	50	34.84	32.50	29.46	30.32	35.00	41.08
	③	50	34.12	32.02	27.94	31.76	35.96	44.12
2013	②	50	32.75	30.90	28.45	34.50	38.20	43.10
	③	50	32.55	31.15	28.10	34.90	37.70	43.80
2014	②	50	34.83	31.60	28.43	30.34	36.80	43.14
	③	50	35.27	29.43	26.74	29.46	41.14	46.52
2015	②	50	34.38	31.24	28.62	31.24	37.52	42.76
	③	50	33.28	31.48	27.28	33.44	37.04	45.44
平均 Average	②	50	34.20	31.56	28.74	31.60	36.88	42.52
	③	50	33.81	31.02	27.52	32.39	37.96	44.97

表 2 不同处理的水稻产量结构
Table 2 Rice yield structure by different treatments

年份 Year	处理 Treatment	有效穗 Effective spike 万穗/hm ²	总粒数 Total grain number 粒/穗	实粒数 Solid grain number 粒/穗	千粒重 1 000-grain weight g	理论产量 Theoretic yield kg/hm ²	实产 Actual yield kg/hm ²
2012	①(CK)	319.5	118	106.3	26.9	9 190.5	8 880
	②	328.5	115	105.8	26.9	9 270.0	8 895
	③	321.0	118	110.6	26.9	9 498.0	9 330
2013	①(CK)	289.5	120	110.1	27.3	8 709.0	8 520
	②	277.5	124	113.9	27.1	9 513.0	9 150
	③	312.0	122	111.3	27.0	9 400.5	9 165
2014	①(CK)	309.0	127	107.7	26.5	9 093.0	8 580
	②	312.0	124	112.5	27.2	9 504.0	8 820
	③	310.5	137	121.7	26.5	9 955.5	9 150
2015	①(CK)	301.5	133	111.7	25.7	8 601.0	8 535
	②	321.0	126	115.6	27.1	10 003.5	8 985
	③	313.5	130	115.0	27.3	9 843.0	9 075
平均 Average	①(CK)	304.5	125	109.0	26.6	8 878.1	8 630
	②	310.5	122	112.0	27.1	9 572.6	8 963
	③	315.0	127	114.7	26.9	9 674.3	9 180

表 3 不同处理的土壤理化性状
Table 3 Physical and chemical properties of soil by different treatment

年份 Year	处理 Treatment	有机质 Organic matter g/kg	有效磷 Available phosphorus mg/kg	速效钾 Available potassium mg/kg
2012	①(CK)	22.8	12.7	92.0
	②	26.9	14.8	117.9
	③	29.0	15.3	123.5
2013	①(CK)	22.6	12.9	91.8
	②	27.8	15.1	118.7
	③	29.3	15.5	124.9
2014	①(CK)	23.3	13.0	93.3
	②	28.6	14.7	119.3
	③	29.5	15.1	122.6
2015	①(CK)	22.7	12.8	92.7
	②	28.3	15.0	120.6
	③	29.6	15.7	123.8
平均 Average	①(CK)	22.8	12.8	92.5
	②	27.9	14.9	119.1
	③	29.3	15.4	123.7

2.3.2 对有效磷含量的影响。由表 3 可知,秸秆连续还田能不同程度地增加土壤有效磷含量。与 CK 相比,处理②、③

分别增加有效磷含量 2.1、2.6 mg/kg。
2.3.3 对速效钾含量的影响。由表 3 可知,处理②、③的速效钾含量分别较 CK 平均增加 26.6、31.2 mg/kg,且处理③的增加幅度最大。这说明秸秆还田能有效增加土壤速效钾含量。

3 结论与讨论

(1)研究结果表明,秸秆还田配施腐熟剂、秸秆还田处理的水稻产量分别比对照平均提高 550、333 kg/hm²,增产 6.37%、3.86%。这可能是秸秆腐熟剂可在水稻生长后期加速秸秆的腐烂,释放更多养分,满足水稻生长所需。刘世平等^[14-15]研究表明,秸秆还田配施秸秆腐熟剂可以改善水稻的农艺性状。李勇等^[16]研究表明,秸秆还田极大地促进了水稻的成穗率和结实率,提高了光合产物的“储存率”,进而促进水稻增产。

(2)戴志刚等^[17]研究表明,秸秆还田不仅能改善土壤环境,其释放的养分还可以供作物吸收利用,从而提高作物产量,尤其是钾素含量大、释放快,易被作物吸收利用。该研
(下转第 88 页)

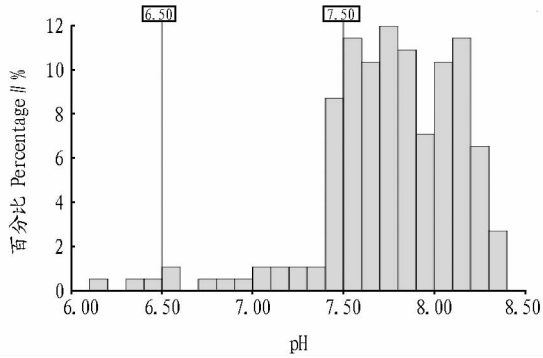


图9 土壤 pH 频次分布

Fig. 9 Frequency distribution of soil pH

含量偏低,碱解氮含量偏高,有效磷含量偏低,速效钾含量较高,氯离子含量适宜,pH 偏高,交换性镁含量较高,有效锌含量偏低。

表5 2012 和 2015 年土壤不同等级 pH 比例

Table 5 Proportions of different soil pH in 2012 and 2015 %

年份 Year	pH		
	5.50 ~ <7.50	7.50 ~ <8.00	≥8.00
2012	2.40	10.10	87.50
2015	17.39	51.63	30.97

(2)通过增施有机肥、绿肥掩青等土壤改良及调整配方施肥等措施,宝鸡土壤性质整体较好。与 2012 年相比,2015 年土壤有机质过低的比例下降,有效磷偏低的比例有所下降,速效钾含量充足的比例增加明显,说明近年来在“养分均衡”的原则下推进配方施肥起到了明显的作用。pH 降低趋势也较明显,说明使土壤酸碱度向更有利于烟叶品质提高的

方向改善。

(3)与 2012 年相比,宝鸡植烟土壤有机质含量偏低的情况有所改善,但仍有较大比例的植烟土壤有机质含量偏低。因此,今后应继续加强绿肥掩青、增施饼肥等土壤改良措施的推广。

(4)碱解氮含量偏高的比例有所增加,不利于烟叶合理长势的控制和烟叶品质的提高。因此,应进一步做好氮肥的合理施用,继续加强对尿素、碳铵等纯氮肥料施用的管控力度、配方专用肥含氮量的优化调整,同时有必要对专用肥氮素比例进行优化。此外,应注重含锌微肥的合理施用,使植烟土壤的养分更加均衡,为烟叶品质的提高奠定基础。

参考文献

- [1] 黄瑾,林北森,周文亮,等. 广西百色植烟土壤主要养分特征及施肥策略[J]. 中国烟草科学,2010,31(4):33-37.
- [2] 宋文峰,刘国顺,罗定棋,等. 泸州烟区土壤 pH 分布特点及其与土壤养分的关系[J]. 江西农业学报,2010,22(3):47-51.
- [3] 代昌明,腊贵晓,翟欣,等. 毕节地区植烟土壤肥力状况评价[J]. 江西农业学报,2011,23(8):9-11.
- [4] 李忠环,赵正雄,罗以贵,等. 昆明市植烟土壤养分状况分区评价[J]. 土壤通报,2010,41(1):87-92.
- [5] 王博,杨焕文,李佛琳,等. 丽江市植烟土壤养分丰缺状况评价[J]. 云南农业大学学报,2011,26(3):382-388.
- [6] 匡传富,周国生,邓正平,等. 湖南郴州烟区土壤养分状况分析[J]. 中国烟草科学,2010,31(3):33-37.
- [7] 郑明,周冀衡,李强,等. 曲靖烟区植烟土壤主要养分现状分析及施肥对策[J]. 湖北农业科学,2010,49(4):825-828.
- [8] 中国农业科学院烟草研究所. 中国烟草栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社,2005.
- [9] 任四海,徐辰生,孙敬全,等. 土壤因子与烤烟品质的关系[J]. 安徽农业科学,2004,32(2):368-369.
- [10] 毕庆文,王海明,陈国华,等. 鄂西南植烟土壤养分状况分析[J]. 中国烟草科学,2007,28(6):22-26.
- [11] 刘云,李东阳,程朝晖. 宝鸡烟区植烟土壤主要养分现状及施肥建议[J]. 江西农业学报,2012,24(8):18-21.
- [12] 资源科学,2006,28(1):9-13.
- [13] GAO B Y, XU Y, WANG Y, et al. Preparation and characteristics of quaternary amino anion exchanger from wheat residue[J]. Journal of hazardous materials, 2009, 165:461-468.
- [14] 江永红,宇振荣,马永良. 秸秆还田对农田生态系统及作物生长的影响[J]. 土壤通报,2001,32(5):209-213.
- [15] 强学彩,袁红莉,高旺盛. 秸秆还田量对土壤 CO₂ 释放和土壤微生物量的影响应用[J]. 生态学报,2004,15(3):469-472.
- [16] 江永红,宇振荣,马永良,等. 小麦秸秆还田对农田生态系统及作物生长的影响[J]. 土壤通报,2001,32(5):209-213.
- [17] 严慧玲. 盐土麦秸还田效应初探[J]. 土壤肥料,1993(5):15-17.
- [18] 高明,张磊,魏朝富. 稻田长期免耕对水稻产量及土壤肥力的影响研究[J]. 植物营养与肥料科学,2004,10(4):343-348.
- [19] 王振忠,董百舒,吴敬明. 太湖稻麦地区秸秆还田增产及培肥效果[J]. 安徽农业科学,2002,30(2):269-271.
- [20] 肖剑英,张磊,谢德林,等. 长期免耕稻田的土壤微生物与肥力关系研究[J]. 西南农业大学学报,2002,24(1):82-85.
- [21] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社,1978:25-32.
- [22] 刘世平,聂新涛,张洪程,等. 稻麦两熟条件下不同土壤耕作方式与秸秆还田效用分析[J]. 农业工程学报,2006,22(7):48-51.
- [23] 周江明,徐大连,薛才余. 稻草还田综合效益研究[J]. 中国农学通报,2002,18(4):7-10.
- [24] 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的影响[J]. 生态与农村环境学报,2009,25(4):46-51.
- [25] 戴志刚,鲁剑巍,李小坤,等. 不同作物还田秸秆的养分释放特征试验[J]. 农业工程学报,2010,26(6):272-276.

(上接第 84 页)

究中,相比常规施肥处理,秸秆还田配施腐熟剂、秸秆还田处理的有机质含量分别较对照增加了 6.5、5.1 g/kg,有效磷、速效钾分别比对照增加 2.6、31.2 和 2.1、26.6 mg/kg。这说明秸秆还田配施腐熟剂处理相比秸秆还田和常规施肥处理能更有效地改善土壤性状。

(3)该研究只利用 4a 秸秆还田土壤养分和水稻产量试验来讨论秸秆还田配施腐熟剂对土壤理化性状和水稻产量的影响,并未从土壤微生物、秸秆还田量、还田方式以及秸秆的主要成分纤维素、半纤维素、木质素等方面进行研究,有一定的局限性,今后将进行全面综合的研究,从而得出更全面的结论。

参考文献

- [1] AMAYA N, MEDERO N, TANCREDI H, et al. Activated carbon briquettes from biomass materials[J]. Bioresour Technol, 2007, 98(8):1635-1641.
- [2] LKEUCHI T, AZUMAA M, KATOA J, et al. Screening of microorganisms for xylitol production and fermentation behavior in high concentrations of xylose[J]. Biomass bioenergy, 1999, 16(5):333-339.
- [3] WING R E. Corn fiber citrate: Preparation and ion-exchange properties[J]. Ind Crops Pro, 1996, 5(4):301-305.
- [4] 曹国良,张晓曳,郑方成,等. 中国大陆秸秆露天焚烧量的估算[J].