

有机物料腐熟剂在东北农作物秸秆还田上的应用

张丽霞³, 王俊文³, 王立春², 王琦^{1*}

(1. 中国农业大学植物病理学系, 北京 100193; 2. 吉林省农业科学院农业资源与环境研究所, 长春 130033; 3. 中农绿康(北京)生物技术有限公司, 北京 102101)

摘要: 有机物料腐熟剂是根据植物微生态原理, 选用能够快速腐解秸秆的有益芽胞杆菌、木霉菌和酵母菌等, 采用现代微生物发酵工程技术加工制备而成的。将有机物料腐熟剂用于玉米秸秆还田, 土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量分别提高 19.28%、5.95%、7.35% 和 1.77%; 玉米产量增加 7.72%, 籽粒粗蛋白、粗淀粉和粗脂肪等分别提高 9.21%、1.12% 和 3.73%。将有机物料腐熟剂用于水稻秸秆还田, 有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量分别提高 3.45%、5.47%、7.28% 和 13.94%; 种植水稻产量增加 20.15%。综上, 有机物料腐熟剂能够显著提高东北地区玉米和水稻秸秆还田技术效果。

关键词: 有机物料腐熟剂; 生物量; 秸秆还田; 土壤养分; 产量

中图分类号: S522

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2018)06-0005-04

Application of Organic Material Decomposing Agent in the Crop Straw Returning the Field in Northeastern China

ZHANG Lixia³, WANG Junwen³, WANG Lichun², WANG Qi^{1*}

(1. Department of plant pathology, China Agricultural University, Beijing 100193; 2. Institute of Agricultural Resources and Environment, Jilin Academy of Agriculture Sciences, Changchun 130033; 3. Sino Green Agri-Biotech Co. Ltd, Beijing 102101, China)

Abstract: Based on the theory of plant micro-ecology, organic material decomposing agent(OMDA) was made by selecting beneficial bacillus, Trichoderma and yeast which can decompose straw quickly, and using modern microbial fermentation technology. Using OMDA to corn straw in the field could improve the content of soil organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium by 19.28%, 5.95%, 7.35% and 1.77%, respectively. Crop production increased by 7.72%. Corn grain crude protein, crude starch and crude fat content properties also increased by 9.21%, 1.12% and 3.73%, respectively. Applying OMDA for rice straw in the field, yield increased by 20.15%, content of organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium increased by 3.45%, 5.47%, 7.28% and 13.94%, respectively. Therefore, organic material decomposing agent promoted the effects of corn and rice straw returning the field significantly in northeastern China.

Key words: Organic material decomposing agent; Biomass; Straw returning the field; Soil nutrients; Yield

农作物种植会产生大量秸秆, 2016 年全国秸秆达到 9.84×10^8 t 左右, 其中玉米、水稻和小麦三类农作物秸秆占总量的 83.51%^[1]。目前秸秆主要利用方式为能源化和转化为肥料, 作为农业肥料利用成本较低, 且适合大面积推广^[2]。秸秆作为农业肥料最直接的处理方式为腐熟还田, 秸秆在物理、化学和微生物的共同作用下进行腐熟分解, 并在分解过程中释放碱解氮、有效磷和速效钾等

养分, 提高耕地质量, 增加土壤中的生物资源, 并对作物具有促生、增产作用^[3-5]。为了增加秸秆腐熟还田的效果, 根据植物微生态原理, 选用能够快速腐解秸秆的有益芽胞杆菌、木霉菌和酵母菌等, 采用现代微生物发酵工程技术, 开发了有机物料腐熟剂。本研究旨在通过检测作物生物量、土壤理化性状和作物生长性状等评价有机物料腐熟剂在东北地区秸秆腐熟还田过程中的作用效果, 为有机物料腐熟剂在秸秆还田中的应用提供技术支持。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

收稿日期: 2018-10-09

基金项目: 国家级星火计划项目(2012GA600009)

作者简介: 张丽霞(1979-), 女, 高级农艺师, 博士, 主要从事植物病理学研究。

通讯作者: 王琦, 男, 博士, 教授, E-mail:wangqi@cau.edu.cn

供试作物:玉米(品种为先玉335)、水稻(品种为盐丰47)。

供试腐熟剂:有机物料腐熟剂(有效活菌数 $\geq 5 \times 10^8$ CFU/g),中国农业大学研制,中农绿康(北京)生物技术有限公司出品。

1.2 试验方法

玉米秸秆腐熟试验:在黑龙江省农科院土壤肥料与环境资源研究所框栽场进行,将玉米秸秆切割成2 cm左右的小段,烘干,调节含水率到60%左右。称取100 g玉米秸秆加0.4 g混配腐解剂(有机物料腐熟剂和尿素以3:5混配),混合均匀装入尼龙网袋,并水平埋入约5~10 cm土层中,空白对照则不加入混配腐解剂,每个处理共有21个重复。间隔10 d、20 d、30 d、45 d、60 d、80 d和100 d分别取样检测秸秆失重率(即分解率),重复3次。

玉米秸秆还田试验:在吉林省长春市农安县靠山镇和吉林省榆树市恩育乡分别选择地势平坦,肥力相当的地块作为试验田。试验前期对土壤基础性状进行检测。将收获后的玉米秸秆粉碎还田(长度 ≤ 10 cm,粉碎最佳),秸秆平铺约5~10 cm,不可成堆。对照:不使用有机物料腐熟剂和玉米秸秆还田;处理1:玉米秸秆还田,但不撒施有机物料腐熟剂;处理2:玉米秸秆还田后,在平铺的玉米秸秆上撒施有机物料腐熟剂,用量为30 kg/hm²。玉米生育期中调查玉米的植株性状及成熟期测产。玉米收获后检测土壤养分情况。

水稻秸秆还田试验:在吉林省梅河口市海龙镇和辽宁省盘锦市盘山县陈家镇分别选择地势平坦,肥力相当的地块作为试验田。对照:水稻正常收割,秸秆不还田,也不使用有机物料腐熟剂;处理1:水稻成熟后,使用机械进行收割,留茬高30~40 cm,使用机器深翻到土壤中,但不使用有机物料腐熟剂;处理2:水稻秸秆还田,并将有机物料腐熟剂和尿素以4:5进行混合均匀,撒施于水稻试验田中,用量为135 kg/hm²,用机械将水稻秸秆深翻到土壤中。水稻生育期中调查水稻的植

株性状及成熟期测产。水稻收获后检测土壤养分情况。

1.3 土壤样品采集

采用“s型”随机取样法采集试验田中土样。所取土样为0~20 cm处的耕层土壤,将所取土壤去除可见杂质,使用四分法留取1 kg带回实验室进行检测。

1.4 测定项目与方法

生物量使用烘干称重法进行检测。

秸秆分解率:将样品用自来水冲洗直至底下的水无色(表明泥土已经洗净),然后将样品置于85℃的烘箱里烘干至恒重,准确称量每袋重量 N_1 ,秸秆分解率=(腐熟前重量 N_0 -腐熟后重量 N_1) \div 腐熟前重量 $N_0 \times 100\%$ 。

土壤有机质采用 K_2CrO_4 外加热法进行测定,土壤碱解氮测定采用碱解扩散法,有效磷用 $NaHCO_3$ 浸提-钼锑抗比色法测定,速效钾用 NH_4OAc 浸提-火焰光度计法测定。

玉米和水稻植株性状及产量使用5点随机取样法进行调查。

1.5 数据统计分析方法

试验所得数据采用Excel进行处理,DPS软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 玉米秸秆腐熟试验

如图1和表1所示,玉米秸秆生物量随着分解

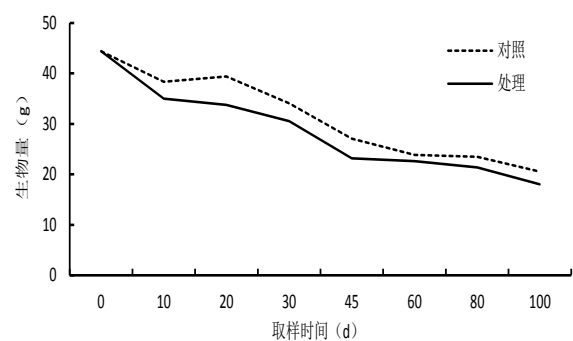


图1 不同处理下各时期秸秆生物量的变化

表1 不同处理下各时期秸秆生物量分解率方差分析表

%

设计	取样时间						
	10 d	20 d	30 d	45 d	60 d	80 d	100 d
对照	14.45 a	11.93 a A	24.75 a	41.45 a	49.19 a	49.99 a	57.07 a
处理	21.21 a	23.93 b B	31.16 a	47.79 a	49.06 a	51.89 a	59.40 a

注:小写字母不同表示差异达显著水平($P < 0.05$),大写字母不同表示差异达极显著水平($P < 0.01$),下同

时间的延长残留量逐渐减少。在整个分解期中,前期分解速度较快,后期逐渐减缓。在第20天时,使用有机物料腐熟剂的玉米秸秆腐熟分解率为23.93%,比对照提高100.59%,经过差异显著性分析,达极显著水平。玉米秸秆腐熟在60 d后,处理和对照分解率较为接近,差异不显著。

2.2 玉米秸秆还田试验

2.2.1 农安县玉米秸秆还田试验

如表2所示,使用秸秆还田后,试验田中土壤

养分均高于试验前。试验结束后,处理2的土壤养分含量最高,处理1的土壤养分含量次之,对照的土壤养分含量最低,说明玉米秸秆还田有利于提高土壤养分,且使用有机物料腐熟剂进行秸秆还田能够加快秸秆释放养分,提高土壤肥力,土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量分别比不进行秸秆还田试验田土壤养分提高19.28%、5.95%、7.35%和1.77%。

表2 有机物料腐熟剂和秸秆还田对土壤理化性状的影响

检测时间		有机质 (%)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
试验前		2.51	114.64	21.95	137.88
试验后	对照	2.49	114.77	22.03	136.53
	处理1	2.78	119.55	23.12	138.07
	处理2	2.97	121.60	23.65	138.94

表3 有机物料腐熟剂和秸秆还田对玉米农艺性状及产量的影响

处理	穗粒数(粒/穗)	百粒重(g)	产量(kg/hm ²)
对照	532	33.2	10 835.25 a A
处理1	546	35.7	11 298.45 b B
处理2	571	37.5	11 671.50 c C

表3显示,处理2试验田中玉米的穗粒数、百粒重和产量都优于对照和处理1,且穗粒数比对照提高7.33%,百粒重提高12.95%,产量增加7.72%。使用DPS软件进行数据分析,各处理之间玉米产量差异达极显著水平。

2.2.2 榆树市玉米秸秆还田试验

由表4可知,各处理试验后土壤养分均高于试验前。使用有机物料腐熟剂进行秸秆还田土壤有机质含量提高14.05%。处理1试验田土壤中有机质含量较对照提高2.68%。秸秆还田有利于提高土壤肥力,使用有机物料腐熟剂能够加快秸秆养分的释放,是培肥地力的有效措施。

表4 有机物料腐熟剂和秸秆还田对土壤理化性状的影响

检测时间		有机质 (%)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
试验前		2.92	93.1	30.5	150.3
试验后	对照	2.99	94.4	32.6	154.7
	处理1	3.07	96.9	33.1	154.8
	处理2	3.41	99.2	33.8	155.4

表5 有机物料腐熟剂和秸秆还田对玉米农艺性状及产量的影响

处理	株高(cm)	穗长(cm)	穗粒数(粒/穗)	千粒重(g)	产量(kg/hm ²)
对照	251.3	16.2	539.4	300.8	10 058.55 a
处理1	260.4	16.6	562.4	316.0	10 341.45 b
处理2	269.7	17.5	620.6	324.3	10 504.50 c

由表5可知,处理2试验田中玉米的长势和产量都优于对照和处理1。处理二中玉米株高相对

对照增加7.32%,千粒重增加7.99%,产量增加4.43%,且各处理之间产量达显著差异。

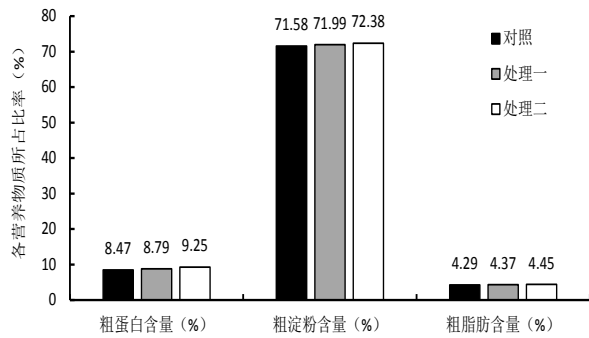


图2 不同处理对玉米籽粒营养成分的影响

由图2可知,对照到处理2玉米籽粒中粗蛋白、粗淀粉和粗脂肪含量呈递增趋势,处理2中玉米籽粒的粗蛋白、粗淀粉和粗脂肪含量较对照分别提高9.21%、1.12%和3.73%,说明使用有机物料腐熟剂进行秸秆还田有利于玉米籽粒品质的提高。

2.3 水稻秸秆还田试验

2.3.1 梅河口市水稻秸秆还田试验

由表6可知,处理2中调查的水稻性状各项指标都优于对照和处理1。处理2水稻株高为77.3 cm,极显著高于对照。处理2水稻产量为6 234.75 kg/hm²,较对照增加20.15%,较处理一提高18.89%。处理2和其他各处理产量差异达极显著水平。

表6 有机物料腐熟剂和秸秆还田对水稻农艺性状及产量的影响

处理	株高(cm)	分蘖数	穗粒数 (粒/穗)	千粒重 (g)	产量 (kg/hm ²)
对照	66.7aA	22.9	99	20.31	5189.25aA
处理1	72.0bB	23.1	101	20.37	5244.30aA
处理2	77.3cC	25.9	116	21.27	6234.75bB

2.3.2 盘锦市水稻秸秆还田试验

由表7可知,水稻秸秆还田可以提高土壤养分,使用有机物料腐熟剂对土壤养分提高最为明显,处理2比对照有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量分别提高3.45%、5.47%、7.28%和13.94%。

表7 有机物料腐熟剂和秸秆还田对土壤理化性状的影响

处理	有机质 (%)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
对照	23.2	128	15.1	165
处理1	23.5	131	15.4	172
处理2	24.0	135	16.2	188

由表8可知,对照和处理1水稻长势性状接

近,但产量差异达显著水平。处理2水稻长势在各处理间为最优,穗成粒率为97.73%,较对照提高2.33%。水稻产量为7 624.95 kg/hm²,较对照增产11.72%,较处理1增产4.28%,且与对照和处理1差异达极显著水平。

表8 有机物料腐熟剂和秸秆还田对水稻农艺性状及产量的影响

处理	株高 (cm)	穗长 (cm)	穗粒数 (粒/穗)	穗成粒数 (粒)	千粒重 (g)	产量 (kg/hm ²)
对照	105	13	87	83	24.5	6 825.00 aA
处理1	105	13	88	83	24.5	7 311.75 bA
处理2	106	14	88	86	25.0	7 624.95 bB

3 结 论

研究表明,秸秆腐熟过程中加入有机物料腐熟剂可以加快腐熟分解,腐解率提高一倍,施用有机物料腐熟剂进行玉米秸秆还田土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量分别提高19.28%、5.95%、7.35%和1.77%;种植玉米穗粒数提高7.33%,百粒重提高12.95%,产量增加7.72%;玉米籽粒的粗蛋白、粗淀粉和粗脂肪含量分别提高9.21%、1.12%和3.73%。水稻秸秆还田试验结果也显示,施用有机物料腐熟剂进行秸秆还田,土壤性状明显改善,有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量分别提高3.45%、5.47%、7.28%和13.94%;种植水稻株高增加15.89%,产量增加20.15%。有机物料腐熟剂促进了秸秆的快速腐解,秸秆中的物质转化为作物可吸收利用的碱解氮、有效磷和速效钾等,土壤有机质含量提升,从而促进作物生长和增产。有机物料腐熟剂的大面积推广应用,还将减少秸秆的不合理利用对环境造成的污染。

参考文献:

- [1] 石祖梁,李 想,王久臣,等.中国秸秆资源空间分布特征及利用模式[J].中国人口·资源与环境,2018,28(S1):202-205.
- [2] 吴国荣.秸秆综合利用和农业生态环境保护[J].农家参谋,2018(19):60.
- [3] 张经廷,张丽华,吕丽华,等.还田作物秸秆腐解及其养分释放特征概述[J].核农学报,2018,32(11):2274-2280.
- [4] 刘秋萍.秸秆腐熟还田对水稻产量的影响[J].现代农业科技,2018(19):12-13.
- [5] 许 秀,费政军.玉米秸秆还田配施腐熟剂对土壤理化性质及玉米产量的影响[J].耕作与栽培,2017(3):23-24.

(责任编辑:王 昱)