

微生物菌剂对玉米秸秆堆肥的作用效果研究

王 瑶,王宏燕,赵 伟

(东北农业大学 资源与环境学院,黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:为了研究复合微生物菌剂对玉米秸秆堆肥的作用效果,以废弃的农田玉米秸秆为堆肥原料,接种不同功能的复合微生物菌剂对玉米秸秆进行室外露天堆肥,分析了温度、含水率、pH、碳氮比(C/N)、水溶性碳和种子发芽指数(germination index,GI)等指标的动态变化。结果表明:各堆体温度保持在50℃以上的时间均超过7 d,其中L组分纤维素降解菌的堆肥处理降解效果最佳,降解率达77.46%,而对照组仅有14.28%;当最佳温度为50~52℃,湿度在70%~80%时,秸秆的降解效果最佳,降解周期为33 d。

关键词:微生物菌剂;玉米秸秆;堆肥;木质纤维素

中图分类号:S513.062

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2013)08-0028-04

作物秸秆是仅次于煤炭、石油和天然气在当今世界上的第四大能源。据不完全统计,全世界每年可产生近20亿t秸秆,而我国农作物秸秆年产量约为6~7亿t左右,列世界之首,以玉米、小麦和稻谷秸秆为主,占总秸秆产量的80%^[1]。堆肥化过程是一个生物化学反应的过程,不论是好氧堆肥,还是厌氧堆肥,起主导作用的是微生物可以在一定条件下将垃圾中的有机物质分解成为肥料、二氧化碳、水及氨气等,并释放能量。为缩短堆肥发酵周期,人们常向堆肥中接种微生物菌剂以加快其反应速度,然而研究多集中在堆肥的工艺参数和影响因子方面^[2]。复合微生物制剂是由两种或多种微生物按合适比例共同培养,充分发挥群体的联合作用优势,取得较佳应用效果的一种微生物制剂^[3]。大量研究表明,复合微生物菌剂在土壤生物修复、水污染治理、生物除臭等方面均具有一定的促进作用^[4-6]。

1 材料与方法

1.1 材料

秸秆堆肥试验于2010年5月至7月在东北农业大学园艺实验站进行,试验所用的玉米秸秆来自于香坊农场。秸秆通过粉碎机粉碎成3~

5 cm大的碎片,晾干。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 制备完成的复合微生物制剂纤维素菌液、表面活性剂菌液、木质素菌液,以玉米秸秆为堆肥原料,分为6个处理:CK(空白组)、BLM(表面活性剂微生物、纤维素降解菌与木质素降解菌的混合菌组分)、BL(表面活性剂微生物与纤维素降解菌混合组分)、B(表面活性剂微生物组分)、L(纤维素降解菌)以及M(木质素降解菌),每组堆料长2.0 m,宽1.5 m,高1.0 m,定期补水,保证堆料含水率在70%左右。在室外进行,第7、15、22、30天进行人工翻堆。堆肥持续33 d,每3 d取样分析。从堆肥中取样品,样品在每个堆肥堆的上、中、下3个部分多个不同点混合采集样品,部分直接冰冻保存备用,另一部分风干磨碎后过0.45 mm筛,以备用。

1.2.2 测定指标与方法 温度:每天测定堆体上、中、下部的温度,计算其平均值。pH:取堆肥样品10 g,按1:10比例,加蒸馏水,震荡30 min,并静置30 min,清液用pH计。水溶性有机碳(WSC):水浸提-Mn(Na₂HP₂O₇)₃氧化比色法^[2];大豆种子发芽率及发芽指数:以固液比1:10(W:V)的比例将秸秆与蒸馏水混合(蒸馏水的pH调至接近中性),振荡1 h后过滤,取上清5 mL于培养皿中的滤纸上,同时设对照(蒸馏水),每个培养皿内置20粒饱满的大豆种子,然后将其放置在30℃培养箱中培养48 h,测定发芽率和每颗种子根长,每个样品重复3次,计算GI值^[7]。全碳含量:将样品风干,放入烘箱90℃烘至恒重,使用粉碎机粉碎后过100目筛后用TOC测定仪测定。全氮含

收稿日期:2013-03-28

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划项目(2009BADB3B01);黑龙江省高教强省新农村课题资助项目(123135);黑龙江省教育厅资助项目(12521020)

第一作者简介:王瑶(1987-),女,黑龙江省佳木斯市人,在读硕士,从事生态学微生物方面研究。E-mail:wangyao_ying@yahoo.com.cn。

通讯作者:王宏燕(1963-),女,黑龙江省佳木斯市人,博士,教授,博士研究生导师,从事农业学研究。E-mail:why220@126.com。

量:浓 $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 消煮, K_{DY}-9830 凯氏定氮仪测定^[8], 通过使用 Excel 软件对实验测定的数据进行分析及绘图。

2 结果与分析

2.1 温度变化

堆体温度在 55°C 条件下保持 3 d 以上 (50°C 以上保持 5~7 d), 是杀灭堆肥所含致病微生物和害虫卵保证堆肥卫生指标合格和堆肥腐熟的重要条件^[9]。由图 1 可以看出, 堆肥温度经过处理后, 在第 2 天已经达到平均温度 50°C , 之后各处理温度缓慢地超过 50°C 。试验中各个处理的温度在 55°C 以上的高温持续的阶段达到 2~10 d。从图中 1 可以看出, 第 25 天 6 个堆肥体温度开始下降, 到第 37 天温度下降到 37°C 。从堆肥堆起到结束期间, 一共进行 4 次人工翻堆以保持微生物的通氧量, 而在前第 1 次和第 2 次通氧之后的 2~3 d, 各个处理的温度都有升高的趋势, 但经过第 4 次人工翻堆之后, 各堆体的温度总体上不再回升。从实验记录得到的温度变化趋势可以看出, 试验所用的玉米秸秆在进行堆肥的第 33 天已经完成高温发酵的阶段。显然, 堆肥在第 35 天与环境温度逐渐形成一致, 已达到稳定。堆肥腐熟后, 堆体温度与环境温度趋于一致, 堆温为 34°C , 表明有机质的分解接近完全, 堆肥可以认为已达稳定^[10]。

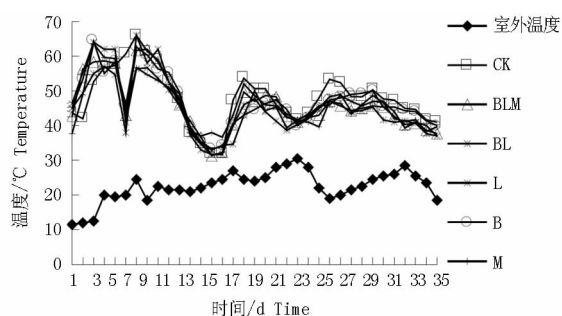


图 1 堆肥期间的温度变化曲线

Fig. 1 Temperature change curve during the composting

2.2 酸碱性(pH)

6 个处理的初始 pH 均为 7.11, 从图 2 看出, 堆肥的进行过程中, B、L、M 3 组的 pH 在第 18 天达到最高值, 分别为 8.03、7.98 和 8.01。pH 中性或弱碱性的条件是微生物生长最适宜的, 该研究用的堆肥物料的起始 pH 为弱碱性, pH 若不在一定范围内变化, 而偏高或者偏低都可能导致堆

肥处理遇到问题, 而经大量试验得知一般好氧堆肥的 pH 呈弱碱性时, 表示好氧堆肥腐熟。但是经过该研究结果得知腐熟时却呈弱酸性, 这可能与添加微生物菌剂后堆料中有机物高温快速分解有关^[11]。

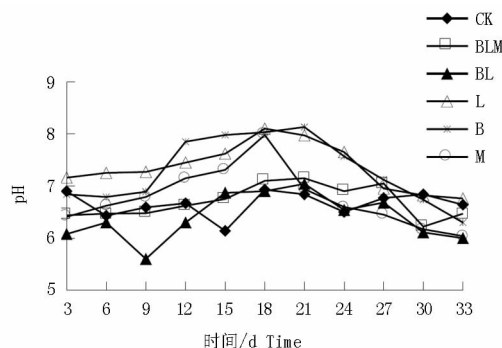


图 2 堆肥过程中的 pH 变化曲线

Fig. 2 pH change curve during the composting

2.3 碳氮比(C/N)

碳氮的变化是衡量堆肥指标的基本特征之一。从图 3 得知, 伴随堆肥的进行, 6 个处理的 C/N 均呈现下降趋势。这是由于随着堆制进行, 微生物消耗大量碳水化合物, 总碳量呈下降趋势, 全氮相对增加使堆体 C/N 逐渐减少, 堆肥逐渐达到腐熟。由图 3 可得知, 在第 33 天, CK, BL, BLM, L, B, M 的 C/N 分别为 43.42, 21.40, 22.12, 24.82, 21.56 和 20.58。

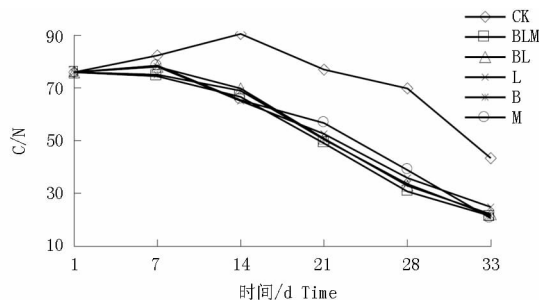


图 3 堆肥过程中的碳氮比(C/N)变化曲线

Fig. 3 Carbon and nitrogen ratio(C/N) change curve during the composting

2.4 水溶性有机碳(WSC)

堆肥中的水溶相物质优先被微生物利用^[12], 因此, 水溶性有机碳含量的测定可以为堆肥的腐熟情况提供依据。由图 4 可知, 各个堆体从第 6 天到第 12 天, 水溶性碳含量出现小的波峰, 而从第 12 天到第 18 天水溶性碳含量逐步增加, 但从第 18 天至第 21 天均处于急剧下降阶段, 第 21 天后基本趋于稳定。因此, 试验结束时逐渐降低, 都

低于最初的 50% 左右,可以判定堆肥完全腐熟。

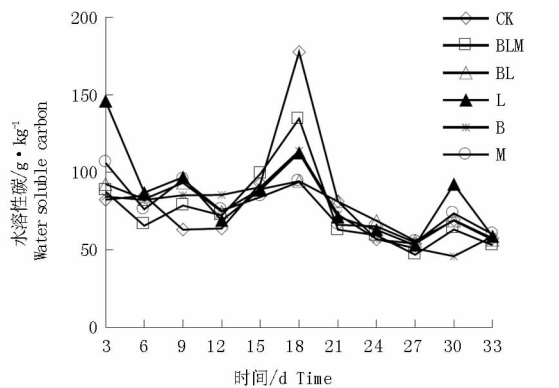


图 4 堆肥过程中的水溶性碳变化曲线

Fig. 4 Water-soluble carbon change curve during the composting

2.5 发芽率及发芽指数 (GI)

由图 5 可知,堆肥逐渐腐熟的过程中,堆肥在第 9 天达到高温期,而此时发芽率有一个明显的转折点,可能是高温期微生物降解有机物产生的 NH_4^+-N 和有机酸等物质对种子发芽产生了一定的抑制作用,这与 Zucconi 等^[13]的结果是一致的。

第 33 天取出堆肥样品,由图 6 可知,6 个处理的发芽指数均大于 1.0,根据 Zucconi 等^[13]提出的理论,可以确定 6 个处理中的堆肥均达到腐熟,不同处理发芽指数差别较大,最低的是 B 处理,而 BLM 最高。

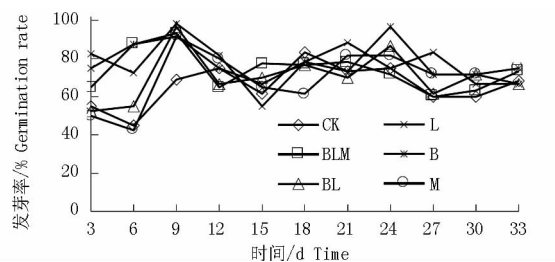


图 5 堆肥过程中的种子发芽率变化曲线

Fig. 5 Seed germination rate change curve during the composting

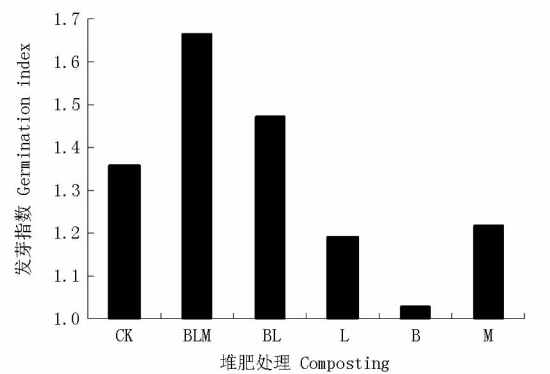


图 6 堆肥过程中发芽指数变化曲线

Fig. 6 Germination index change curve during the composting

2.6 含水量

由图 7 可以看出,堆肥整体的含水量在 50% 以上,当第 6 天时含水量都较低,而堆肥 BL 组含水量最低,为 49.06%,从第 18 天到第 33 天,堆肥含水量趋于稳定。

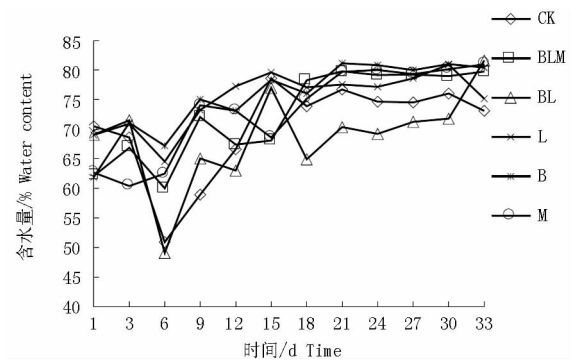


图 7 堆肥过程中的含水量变化曲线

Fig. 7 Content of water change curve during the composting

2.7 降解率

由表 1 可知,6 个堆肥处理中空白组的降解率最低,为 14.28%,而施加纤维素菌剂的 L 组分降解率最高,为 77.46%,其次是纤维素木质素与表面活性剂混合菌剂的 BLM 组分的降解率为 73.58%。

表 1 玉米秸秆降解率

Table 1 Degradation rate of maize straw

组分 Component	堆置前重量/kg Weight before pile	堆置后重量/kg Weight after pile	降解率/% Degradation rate
空白(CK)	201.50	152.59	14.28
纤维素木质素与表面活性剂混合菌剂(BLM)	201.00	53.11	73.58
表面活性剂与纤维素菌剂混合(BL)	202.50	118.59	41.44
纤维素菌剂(L)	200.50	45.20	77.46

续表 1
Continuing Table 1

组分 Component	堆置前重量/kg Weight before pile	堆置后重量/kg Weight after pile	降解率/% Degradation rate
表面活性剂(B)	200.00	97.61	51.32
木质素菌剂(M)	202.50	81.09	59.45

3 结果与讨论

从研究的结果得出:pH 和水溶性有机质两项指标不能稳定作用于玉米秸秆堆肥腐熟进程,因此不以其作为判断玉米秸秆堆肥腐熟度的硬性指标。

根据碳氮比,可以得出第 15 天之后,6 个处理的堆肥组分的碳氮比都逐渐地降低而达到稳定值。

施加木质素纤维素与表面活性剂混合菌剂的 BLM 处理和施加纤维素菌剂的 L 处理对玉米秸秆的降解效果最好,施加木质素菌剂的 M 处理跟施加表面活性剂菌剂的 B 处理的纤维素降解效果次之,不加任何菌剂的降解效果最差。

参考文献:

[1] 段佐亮.我国作物秸秆燃烧甲烷、氧化亚氮排放量变化趋势预测(1900~2020)[J].农业环境保护,1995,14(3):111-116.
[2] 李清飞,赵承美,余国忠.微生物在农村有机生活垃圾堆肥中的作用[J].信阳师范学院学报:自然科学版,2011,24(2):278-280.

[3] 尹永强,韦峥宇,何明雄,等.生物菌剂对烟用有机肥堆制腐熟的作用效果研究[J].河南农业科学,2010(4):45-51.
[4] 杨艳红,王伯初,时兰春,等.复合微生物制剂的综合利用研究进展[J].重庆大学学报,2003,2(6):81-85.
[5] 孟范平.系统评价 EM 菌液在生活污水处理中的应用效果[J].城市环境与城市生态,1999,12(5):4-7.
[6] 丁雪梅,李维炯,李南华,等.BM 微生物制剂在垃圾处理中除臭抑蝇的作用[J].城市管理与科技,2003,5(2):71-73.
[7] 常志州,何加骏,Weaver R W.两种土壤上接种微生物对提高石油降解率的影响[J].农业环境保护,1998,17(1):15-17,33.
[8] 李承强,魏源送,樊耀波.不同填充料污泥好氧堆肥的性质变化及腐熟度[J].环境科学,2001,22(3):60-65.
[9] 鲍士旦.土壤农化分析[M].3 版.北京:中国农业出版社,2000:50-51,156-158.
[10] 中国标准委员会.GB7959-87 粪便无害化标准[S].北京:中国标准出版社,1987.
[11] 曾光明,黄国和,袁兴中,等.堆肥环境生物与控制[M].北京:科学出版社,2006:363-380.
[12] Golueke C G. Principles of biological resource recovery[J]. Bio-Cycle,1981,22:36-40.
[13] Zucconi F,Forte M,Monac A,et al. Evaluating toxicity of immature compost[J]. Biocycle,1981,22:54-57.

The Effect Inoculating Microbes on Composting of Maize Stover

WANG Yao,WANG Hong-yan,ZHAO Wei

(Department of Resource and Environment,Northeast Agricultural University,Harbin,Heilongjiang 150030)

Abstract:In order to study the microbial inocula effect on degradation of corn strover and maturity of composting,different functional microorganisms were inoculated in the composting process with outdoor exposure. The indicators of matured composting,the temperature,moisture,pH,carbon and nitrogen ratio(C/N),water-soluble carbon and seed germination index(germination index,GI)were determined during the composting process. The results showed that the retention time of pile temperature above 50℃ remained more than 7 d. Inoculation with complex microbes in composting would improved the degradation of maize stover,and the degradation rate of maize stover was the highest(77.46%)in the pile which was innoluclated with the inoculum(L),while that of the control pile was only 14.28%. The biodegradation rate of the maize stover was the best and the time of degradation was 33 d when the optimum temperature and humidity was 50~52℃,70%~80%,respectively.

Key words:microbial inocula;maize stover;composting;lignocellulose