

不同微生物促腐剂在鸡粪好氧堆肥中的应用研究

王晓娟¹, 李博文¹, 刘微², 李术娜³, 张鹏飞⁴

(1. 河北农业大学资源与环境科学学院, 河北 保定 071001; 2. 河北大学化学与环境科学学院, 河北 保定 071002;
3. 河北农业大学生命科学学院, 河北 保定 071001; 4. 北京绿福隆农业股份有限公司, 北京 延庆 102109)

摘要: 为了研究不同微生物促腐剂在好氧堆肥上的应用效果, 以鸡粪和玉米秸秆为原料, 添加 3 种不同的微生物促腐剂, 在好氧条件下进行了高温堆肥试验。在堆肥的不同阶段测定物料的有机质、全氮、全磷、全钾、种子发芽指数及温度, 研究 3 种促腐剂应用过程中以上指标的差异以及变化趋势。结果表明, 添加微生物促腐剂可以加速鸡粪腐熟, 添加秸秆调节物料的碳氮比(25/1)可以更好地促进菌剂发挥作用, 添加微生物促腐剂 M2 的处理较对照提前 8 d 达到高温期, 养分保存效果优于菌剂 M1 和 M3, 全氮、全磷、全钾的最高保存率分别为 36.36%, 8.26%, 23.53%。

关键词: 鸡粪; 堆肥; 促腐剂

中图分类号: S141.4

文献标识码: A

文章编号: 1009-2242(2011)01-0238-04

Effects of Different Microorganisms on Chicken Manure Compost

WANG Xiao-juan¹, LI Bo-wen¹, LIU wei², LI Shu-na³, ZHANG Peng-fei⁴

(1. College of Resources and Environment Sciences, Hebei Agricultural University, Baoding 071001;
2. College of Chemistry & Environment Science, Hebei University, Baoding 071002; 3. College of Life Science, Hebei Agricultural University, Baoding 071001; 4. Beijing Lvfulong Agriculture Co., Ltd., Beijing 102109)

Abstract: Microorganisms were added to the compost using chicken manure and corn straw as raw materials were conducted under artificial ventilation. Effects of transformation promoter on the chicken manure compost fermentation were investigated changes in temperature, organic matter, total nitrogen, total phosphorus, total potassium and seed germination index during the entire process. Our study suggests that the addition of inoculating microorganisms can shorten composting time, and have a clear role in promoting the preservation of nitrogen, phosphorus and potassium. Among the microbial inoculums, the M2 treatment could significantly catch the megathermal period earlier than in the control. Nutrients better than saving agents M1 and M3, total nitrogen, total phosphorus, total potassium get the highest preservation rate 36.36%, 8.26%, 23.53% respectively. Results for aerobic composting of chicken screening process to speed up the microbial agents for reference.

Key words: chicken manure; compost; microorganisms

随着畜禽业规模化和集约化的迅速发展, 粪便排放量与日俱增, 但只有 30% 左右得到处理和利用, 其余部分则直接向环境中排放^[1]。畜禽粪便含有多种病原微生物、寄生虫卵及有害物质, 未经处理而随意排放造成大气、土壤、地表水和地下水污染严重威胁人、畜健康^[2]。堆肥处理可使畜禽粪便快速实现减量化、无害化及资源化^[3]。但传统堆肥由于初期功能微生物数量少、繁殖缓慢而存在发酵周期长、氮素严重流失、容易产生臭气、无害化程度低和肥力不稳定等弊端, 不利于有机肥的规模化生产和产业化经营, 堆肥产品无害化指标难以得到保证^[4]。堆肥过程实际是一个微生物参与并发生作用的过程, 其种类、数量、活性影响着堆体中物质的分解及转化, 向堆体添加微生物菌剂可通过调节微生物种群结构, 改善生物活性, 提高营养元素的保存率, 加速堆肥的快速腐熟, 已成为一条加快腐熟的有效途径^[5]。高温堆肥可以缩短堆腐时间, 其养分的保持、除臭、灭菌的效果都比较好。本文在添加自行筛选有益菌株和市售复合菌剂的情况下, 探讨其对以鸡粪为主要原料进行高温堆肥的影响, 分析比较不同微生物促腐剂的应用效果, 旨在为加快微生物促腐剂的规模化使用提供依据。

收稿日期: 2010-09-30

基金项目: 河北省科技支撑项目 (09227102D-1)

作者简介: 王晓娟 (1981—), 女, 河北张北人, 在读硕士研究生, 主要从事土壤环境质量研究。E-mail: wxj191712181@yahoo.com.cn

通讯作者: 李博文 (1963—), 男, 河北文安人, 博士, 研究员, 主要从事土壤污染修复及土壤肥力研究。E-mail: kjli@hebau.edu.cn

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用鸡粪来自于河北农业大学养鸡场,玉米秸秆来自于河北农业大学附近农田,微生物促腐剂共 3 种,其中菌剂 M1、M2 为河北农业大学自行筛选研制,为混合菌剂,包括真菌、细菌、放线菌,按一定比例混合而成。菌剂 M3 为北京某生物科技有限公司生产的商品促腐菌剂。堆肥材料的基本理化性质见表 1。

1.2 试验设计

试验于 2009 年 7—8 月在河北农业大学进行。试验设 7 个处理,见表 2。

玉米秸秆用青贮饲料粉碎机切为 2~3 cm,根据秸秆和鸡粪的全碳氮含量将堆体 C/N 调整为 25/1,各处理干物质重为 6 kg,添加 0.3% 的微生物促腐剂,调节含水量至 60%,物料混合均匀装入塑料袋,各处理随机排列于标本园中。每个堆体顶部垂直插入水银温度计至堆体中心。堆肥时间共 35 d,每 7 d 翻堆一次。

1.3 测定指标及方法

每 7 d 采用 5 点法在堆体不同部位取样一次,取样量为 200 g 左右,样品混合均匀,一部分制取堆肥水浸提液(新鲜堆肥样品和去离子水 w:v=1:10),用于测定发芽指数^[3],剩余部分风干粉碎,过 1 mm 筛,用于全氮、全磷、全钾、有机质的测定^[6]。每天 9:00 和 16:00 测定堆体温度,同时记录周围环境温度。

2 结果与分析

2.1 不同微生物促腐剂对堆肥温度的影响

温度是影响堆肥过程和微生物活动的重要因素。高温可杀死病原菌,在适当的温度范围可以加快有机质的降解,水分的去除,堆温的下降(当堆温稳定在 30~40℃,说明堆肥已基本完成)以结束堆肥,通过翻堆可以调节堆体温度。因此,堆体温度的高低决定堆肥速度的快慢^[7]。如图 1 所示,堆体温度呈规律变化,所有处理的堆温均能达到 50℃且持续 5 d 以上,符合高温堆肥无害化卫生标准^[8]。随着堆肥过程的进行,各处理堆体温度开始上升,陆续出现高峰。添加微生物促腐剂的处理较对照提前 7~8 d 达到高温期,且高温期持续时间长,降温达到稳定期的时间短。添加秸秆和菌剂处理与只添加菌剂处理相比较,两者趋势相同,温度变化幅度前者大于后者。处理 J、JM1、JM2、JM3、JGM1、JGM2、JGM3 的最高温度分别是 54.5、56.8、56.2、56.5、59.2、59.3、58.6℃;到达高温期(≥50℃)的时间分别是 10、4、3、3、2、2、2 d;高温期的持续时间分别是 5、7、9、8、9、10、9 d;到达稳定期时间分别是未知、25、24、23、21、20、21 d。综上,秸秆的加入可以调节堆体的孔隙度,利于氧气的流动,为微生物提供足够的碳源,添加微生物促腐剂可提高微生物活性,改善群落结构,共同影响堆体温度,使堆腐效率显著提高。总体分析,菌剂 M2 对于加快堆体温度的上升,延长高温期方面都优于其它菌剂。

2.2 不同微生物促腐剂对堆肥全氮的影响

氮在微生物的生长繁殖发挥重要作用。堆肥过程中 C/N、pH、温度、通风量以及初始态氮含量等均会影响氮的损失^[9]。在微生物的作用下,有机物发生分解,全氮含量发生变化。如图 2 所示,各处理全氮含量呈增加趋势。添加外源菌剂和秸秆处理全氮含量增加 29.55%~36.36%,显著高于只添加菌剂处理的 12.92%~15.65%和对照处理的 10.90%。其原因:一是在堆肥过程中有机物的分解,二氧化碳的挥发及物料水分的蒸发引起干

表 1 堆肥材料的基本理化性质

材料	有机质/%	全氮/%	全磷/%	全钾/%	pH 值	含水量/%
鸡粪	31.08	1.47	2.69	0.87	7.44	38.85
玉米秸秆	94.78	0.86	0.66	0.80	5.82	73.50

表 2 堆肥具体处理

处理编号	处理	鸡粪	秸秆	菌剂 M1	菌剂 M2	菌剂 M3
1	J	+	—	—	—	—
2	JM1	+	—	+	—	—
3	JM2	+	—	—	+	—
4	JM3	+	—	—	—	+
5	JGM1	+	+	+	—	—
6	JGM2	+	+	—	+	—
7	JGM3	+	+	—	—	+

注:“+”表示该物料添加,“—”表示不添加。

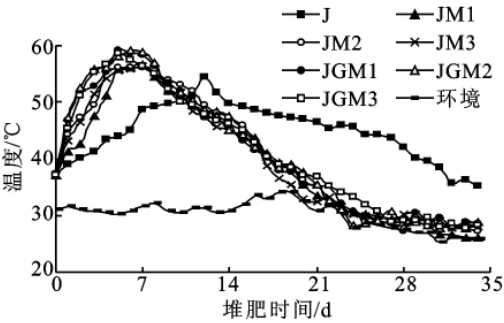


图 1 堆肥温度的变化

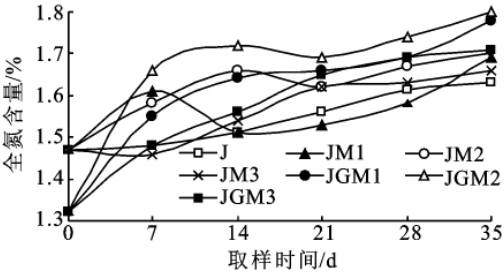


图 2 全氮的变化

物质的减少而造成的“浓缩效应”；二是堆肥后期固氮菌的作用促使氮类物质向微生物氮转化,减少气态挥发损失^[10]。堆肥结束时,添加秸秆和菌剂处理的含氮量高于其他处理,且含氮量 JGM2>JGM1>JGM3。可见,秸秆的添加可以调节物料的碳氮比,抑制堆肥过程中氮素的损失,菌剂 M2 的保氮效果略优于其他菌剂,在添加秸秆的情况下效果更佳。

2.3 不同微生物促腐剂对堆肥全磷的影响

好氧堆肥可以将有机物中难被植物吸收利用的磷营养元素随有机物的腐解转变成植物较易吸收的形态^[11]。从图 3 可以看出,因鸡粪全磷含量远高于秸秆,使得相同 C/N 条件下,添加秸秆处理的全磷含量小于处理 J、JM1、JM2、JM3。由于堆肥过程中的“浓缩效应”,使堆体有机物大量降解,质量大大减少,随着温度的升高,堆体含水量下降,使全磷含量在一定程度上表现为线性上升趋势^[10]。到堆肥结束时,处理 J、JM1、JM2、JM3、JGM1、JGM2、JGM3 全磷的增加率分别为 4.09%,5.20%,6.32%,5.58%,6.52%,8.26%,6.96%。其中添加 M2 处理全磷增长率高于 M3、M1 处理及空白,在添加秸秆的情况下增长幅度更大。增加的幅度排序为:JGM2>JGM3>JGM1>JM2>JM3>JM1>J。

2.4 不同微生物促腐剂对堆肥全钾的影响

图 4 表明,堆肥过程中所有处理样品中全钾含量也呈现增加的趋势。到堆肥结束时,处理 J、JM1、JM2、JM3、JGM1、JGM2、JGM3 全钾的增加率分别为 9.20%,10.34%,12.64%,11.49%,21.18%,23.53%,22.35%,增加的幅度为:JGM2>JGM3>JGM1>JM2>JM3>JM1>J,变化趋势和样品中全磷的变化相似。堆肥过程中没有渗滤液的产生,又随着堆体温度的升高,水分流失,有机质的降解,堆体质量减小的“浓缩效应”是样品全磷含量增加的主要原因。同时,添加秸秆调节物料碳氮比,为微生物发生作用创造了适宜的条件,增强了微生物的活性,加快了微生物发生作用,使添加秸秆处理的“浓缩效应”更强,以 M2 效果最佳。

2.5 不同微生物促腐剂对堆肥有机质的影响

有机质的变化趋势反映了有机碳的变化。堆肥是利用微生物分解和转化物料中可降解有机物质的过程,堆料中的碳素物质是微生物活动的能量来源和组成元素,是微生物赖以生存和繁殖的基本条件,因此有机质的变化能在一定程度上反映出堆肥的进程^[9]。添加适量的玉米秸秆可以为微生物的生长提供碳源的同时,也为堆体增加了孔隙度,有利于通风供氧,为微生物生长创造良好条件。堆肥过程中有机质含量变化如图 5 所示,随着堆肥过程的进行,各处理的有机质含量均呈下降趋势,添加微生物促腐剂处理的降解速率高于空白。处理 J、JM1、JM2、JM3、JGM1、JGM2、JGM3 的有机质降解率分别为 41.40%,48.41%,52.44%,48.40%,57.82%,59.54%,55.86%,添加秸秆处理的降解率大于只添加菌剂的处理,以菌剂 M2 的降解率最大。综上,接种菌剂增加了功能微生物的活性,可有效调控堆肥过程中有机质的降解,加速碳素物质分解。

2.6 不同微生物促腐剂对种子发芽指数的影响

种子发芽指数可以判断堆肥的植物生理毒性,也是腐熟度重要指标之一^[12],它可以检测堆肥样品的植物毒性水平,并且能预测堆肥植物毒性的变化^[3]。当 GI>50%时,认为对植物没有毒害,堆肥基本腐熟;当 GI>80%时,认为堆肥完全腐熟^[12]。如图 6 所示,随着堆肥进程的推移,堆肥对种子发芽指数抑制作用逐渐减弱。各处理发芽指数堆肥初期均小于 50%,堆肥 21 d 和结束时,处理 J、JM1、JM2、JM3、JGM1、JGM2、JGM3 的发芽指数分别为 56.15%,81.14%,88.85%,80.14%,98.13%,101.67%,97.22%和 72.01%,92.14%,

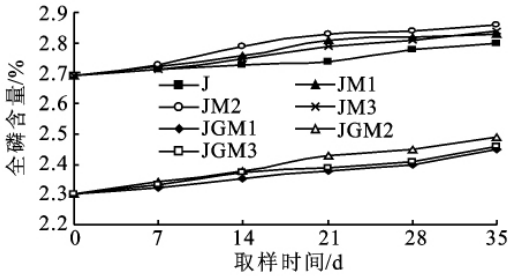


图 3 全磷的变化

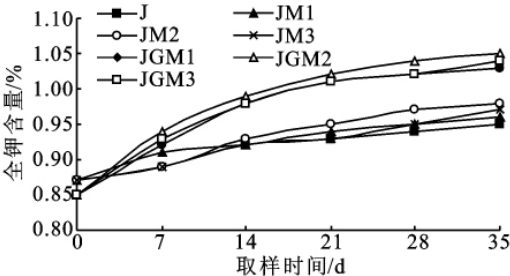


图 4 全钾的变化

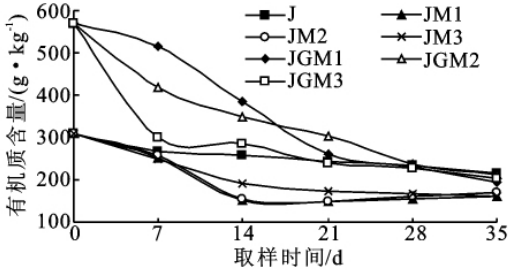


图 5 有机质的变化

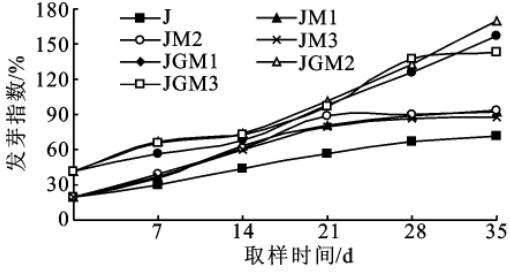


图 6 发芽指数的变化

93.15%, 87.68%, 156.45%, 169.23%, 143.23%, 除空白外, 各处理的发芽指数均大于 80%。添加微生物促腐剂加快了植物毒性物质的降解, 促进堆肥腐熟, 以菌剂 M2 的贡献最大。

3 讨论

微生物、温度、水分、pH、通风量及 C/N, 这些因素相互作用、相互影响, 它们共同作用于堆肥过程。堆肥是一个微生物参与、作用和分解的过程, 微生物是影响堆肥腐熟的重要因素之一, 近年来许多关于畜禽粪便好氧堆肥的研究都证实了微生物菌剂用于堆肥的可行性及有效性^[13]。添加玉米秸秆调节物料碳氮比(25/1), C/N 太低或太高时都会影响到微生物的代谢和堆置效果^[14], 为微生物提供合适的氮源和碳源; 增加堆体孔隙度, 有利于通风供氧, 调节温度, 为微生物呼吸和活动提供氧气和适宜温度。添加微生物促腐剂增加了堆肥初期功能微生物的数量, 改善了群落结构, 在本试验创造的适宜条件下迅速生长, 形成优势群落, 在堆肥中快速发挥作用, 加快初期升温, 延长高温持续时间, 缩短降温时间, 提高了腐熟效率, 促进有机质的降解, 有效保存了堆体的养分(全氮、全磷、全钾最高保存率分别为 36.36%, 8.26%, 23.53%), 减少了养分流失和对环境的污染程度。温度是堆肥过程重要影响因素之一, 同时也是堆肥腐熟度的一个重要指标, 是微生物代谢产生热量积累的结果, 反映了微生物活性的变化和堆肥的进行程度^[15]。高温(55~60℃)有利于杀死病原菌, 但温度过高会抑制并杀死部分有益微生物, 温度过低不利于有机物降解和无害化处理^[16]。本试验研究中, 添加玉米秸秆和微生物菌剂, 堆温上升迅速, 高温持续时间延长, 温度到达稳定期的时间缩短(温度达到 30~40℃, 说明堆肥已基本完成^[17]), 所有处理温度没有超过 60℃, 符合高温堆肥的需要, 但堆肥物料质量较小, 堆体温度受环境影响较大, 需在今后的试验中改进。

4 结论

3 种微生物促腐剂均能加快堆体升温, 延长高温期, 缩短到达稳定期的时间, 对养分保存(全 N、全 P、全 K)有一定的作用, 以 M2 效果最佳, 尤其在添加玉米秸秆二者协同作用的情况下更优。

参考文献:

- [1] 薛智勇, 汤江武. 畜禽废弃物的无害化处理与资源化利用技术进展(上)[J]. 浙江农业科学, 2002(1): 45-47.
- [2] 李远. 我国规模化畜禽养殖业存在的环境问题与防治对策[J]. 上海环境科学, 2002, 21(10): 597-599.
- [3] 黄国锋, 吴启堂, 孟庆强, 等. 猪粪堆肥化处理的物质变化及腐熟度评[J]. 华南农业大学学报, 2002, 23(3): 1-4.
- [4] 王小琳, 陈世昌, 袁国锋, 等. 促腐剂在鸡粪堆肥发酵中的应用研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(5): 1210-1214.
- [5] 丁文川, 李宏, 郝以琼, 等. 污泥好氧堆肥主要微生物类群及其生态研究[J]. 重庆大学学报, 2002, 25(6): 113-116.
- [6] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业行业标准(NY525-2002)有机肥料[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [7] 陈同斌, 黄后飞, 高定, 等. 城市污泥好氧堆肥过程中积温规律的探讨[J]. 生态学报, 2002, 22(6): 911-915.
- [8] 刘更另. 中国有机肥料[M]. 北京: 农业出版社, 1991.
- [9] 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: 360-375.
- [10] 马丽红, 黄懿梅, 李学章, 等. 两种添加剂对牛粪堆肥中氮转化及相关微生物的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(1): 76-82.
- [11] 赵素芬, 刘建新, 倪姆娣. 畜禽废弃物高温好氧堆肥过程中磷素的变化研究[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(2): 384-386.
- [12] Wang P, Changa C M, Watson M E, et al. Maturity indices for composted dairy and pig manures[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2004, 36: 767-776.
- [13] Chefetz B, Hatcher P G, Hadar Y, et al. Chemical and biological characterization of organic matter during composting of municipal solid waste[J]. Journal of Environmental Quality, 1996, 25(4): 776-785.
- [14] 李国学, 黄懿梅, 姜华. 不同堆肥材料及引入外源微生物对高温堆肥腐熟度影响的研究[J]. 应用与环境生物学报, 1999, 5(suppl): 139-142.
- [15] 贾程, 张增强, 张永涛. 污泥堆肥过程中氮素形态的变化[J]. 环境科学学报, 2008, 28(11): 2269-2276.
- [16] Maccregor S T, Miller F C, Psarianos K M, et al. Composting process control based on interaction between microbial heat output and temperature[J]. Appl. Environ. Microbiol., 1981, 41: 1321-1330.
- [17] 李国建, 钱新东. 堆肥腐熟度指标的探讨[J]. 城市环境与城市生态, 1990, 3(2): 27-30.