

# 三种微生物菌剂对羊粪高温好氧堆肥的影响

时小可, 颉建明, 冯致, 郁继华, 蔡高贺  
(甘肃农业大学园艺学院, 兰州 730070)

**摘要:** 试验以羊粪为单一原料, 添加三种不同类型的微生物菌剂, 采用堆体高温好氧堆肥技术对羊粪堆体在腐熟过程中的温度、pH、EC值、种子发芽指数(GI)、全氮含量进行了研究。结果表明: 添加微生物菌剂堆肥效果均优于对照(未添加任何菌剂), 其中以甘肃省科学院生物所提供的微生物菌剂效果最佳; 堆料升温快, 堆肥1天后进入高温期, 高温持续34天; 堆肥结束时, 堆料pH 7.56, 种子发芽指数(GI)94.32%, EC值最小, 全氮含量上升幅度最大, 达到了堆肥质量安全标准。

**关键词:** 羊粪; 微生物菌剂; 高温好氧堆肥

中图分类号: S141.4 文献标志码: A 论文编号: 2014-1614

## Effects of Three Microbial Agents on High Temperature Aerobic Composting of Sheep Manure

Shi Xiaoke, Xie Jianming, Feng Zhi, Yu Jihua, Cai Gaohe  
(College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070)

**Abstract:** The author took sheep manure as raw material, added three different microbial agents and used high temperature aerobic composting to study temperature, moisture content, pH, germination seed index and other factors during the composting pile of sheep manure. The results showed that adding microbial agents into composting had better effect than the control (without adding any agents), the best microbial agent was provided by Gansu Provincial Academy of Agricultural Science and Technology. The temperatures of composting rose fast, entering high-temperature phase after 1 d and the high temperature period lasted for 34 d. At the end of the composting, composting pH was 7.56, seed germination index was 94.32%, EC value was the minimum and nitrogen content increased largely, reached the safety standards of composting.

**Key words:** sheep manure; microbial agents; high temperature aerobic composting

## 0 引言

中国是畜禽养殖大国, 畜禽粪便量大面广, 由于畜禽粪便重金属含量较高, 长期直接施用于农田, 则会导致土壤、地下水的重金属污染<sup>[1]</sup>, 因此, 在应用前期需要进行一定的有益处理, 而堆体高温好氧堆肥技术是现阶段应用最广、效果最好、效益最高的方法。目前利用堆体高温好氧堆肥技术对牛粪<sup>[2]</sup>、鸡粪<sup>[3]</sup>、猪粪<sup>[4]</sup>研究报道较多, 但有关以羊粪为单一原料, 添加不同微生物菌剂进行高温好氧堆肥的报道较少。试验以羊粪为原

料, 添加3种不同类型的微生物菌剂, 采用堆体高温好氧堆肥技术, 通过羊粪基质化处理, 筛选出适宜羊粪堆肥的最佳菌剂。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

羊粪来源于酒泉市肃州区周边乡镇养殖场。三种微生物菌剂分别由山东省农业科学院、南京农业大学资源与环境科学学院及甘肃省科学院生物研究所提供并分别标记为菌剂1、菌剂2与菌剂3。菌剂1由枯草

基金项目: 农业部公益性行业(农业)专项(201203001)“西北非耕地园艺作物栽培基质优化配制技术与产业化示范”; 现代农业产业技术体系专项“国家大宗蔬菜产业体系”(CARS-25-C-07)。

第一作者简介: 时小可, 女, 1988年出生, 在读硕士, 主要从事设施蔬菜栽培生理与生长调控研究。通信地址: 730070 甘肃省兰州市安宁区营门村1号 甘肃农业大学园艺学院, Tel: 0931-7631230, E-mail: 158114906@qq.com。

通讯作者: 颉建明, 男, 1970年出生, 教授, 博士生导师, 博士, 主要从事蔬菜设施栽培和栽培生理的教学和研究工作。E-mail: xiejianming@gsau.edu.cn。

收稿日期: 2014-06-10, 修回日期: 2014-08-15。

芽孢杆菌、唐德链霉菌、白浅灰链霉菌、黑曲霉、里氏木霉组成；菌剂2由纤维素分解细菌、纤维素分解真菌、纤维素分解放线菌、降解淀粉芽孢杆菌复配组成；而菌剂3则由几十种微生物和生物酶组成。

### 1.2 试验方法

试验于2013年6—9月在酒泉市肃州区总寨镇沙河村不耕地示范园进行。设4个处理，重复3次，以不添加任何菌剂为对照(CK)。各处理羊粪用量15 m<sup>3</sup>，采用条垛堆肥；建堆前，添加不同微生物菌剂，微生物菌剂添加量均按照说明书要求添加，混合均匀，调节C/N为25:1，含水量65%，翻堆均匀并建堆。建制底宽2 m，顶宽1.2 m，高1.0 m，底长3.5 m，顶长2.7 m条垛堆体并覆盖棚膜保温保湿。建堆后，每7天翻堆一次并取样，采用五点取样法取样约0.5 kg，自然风干后，带回实验室进行相关指标检测。

### 1.3 指标测定及方法

**温度测定：**建堆完成后，每天上午9:50—10:40采取同种金属杆温度计测定堆体中心距堆体表面30 cm左右的温度，作为发酵温度，同时记录环境温度。

**pH、EC值测定：**取混合均匀样品5 g，蒸馏水50 mL，在摇床180 r/min情况下，振荡30 min，过滤并提取澄清液，分别采用PHSJ-3F型数显pH计和DDS-11A进行测定。

**全氮测定：**称取样品0.2000 g消煮后，采用凯氏定氮分析仪进行全氮测定。

**种子发芽指数(GI)的测定：**在12 cm × 12cm培养皿中，铺垫两张清洁、平滑的滤纸，摆放100粒春夏秋冬牌黄瓜种子，吸取15 mL澄清液，均匀放于培养皿中，在人工气候箱25℃黑暗条件下，培养48 h，计算种子发芽率并以游标卡尺刻度为标准，量取种子根长，各处理重复3次。

种子发芽指数(%)=(添加菌剂处理的种子发芽率×添加菌剂处理的种子根长)/(对照种子发芽率×对照种子根长)

## 2 结果与分析

### 2.1 不同微生物菌剂对堆体温度的影响

温度可以影响微生物的活性，也是堆体高温好氧堆肥的重要指标<sup>[5]</sup>。温度的高低不仅对微生物生理生长产生影响，而且也能反映出堆体堆肥的快慢<sup>[6]</sup>。从图1可以看出，在整个羊粪高温好氧堆肥过程中，不同微生物菌剂对堆体温度的影响均呈先升高后降低的趋势。在堆体发酵前，各处理之间的温度基本一致，在33~36℃之间。但是，随着堆体高温好氧堆肥的进行，堆体进入高温期，各处理的温度均维持在50~66℃，并

且各处理高温期(>50℃)持续时间相对较长，其中以处理3最为显著，最高温度可达到66℃。而处理2与CK高温周期相对处理1、处理3较短。温度升至60℃时，处理3所需时间相对其他处理较短并且比CK提前10天。

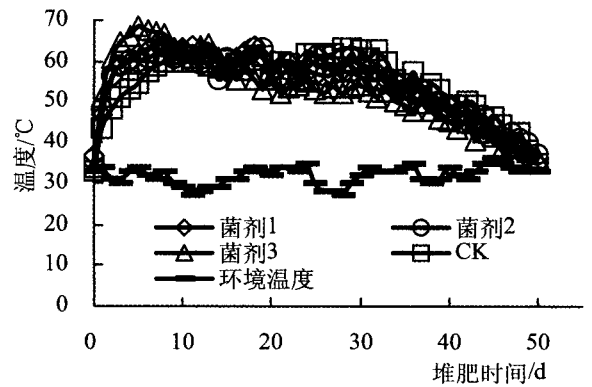


图1 不同微生物菌剂在羊粪高温好氧发酵过程中对温度的影响

### 2.2 不同微生物菌剂对堆体pH的影响

在堆体高温好氧堆肥过程中，pH与堆体发酵时间和温度变化有关<sup>[7]</sup>。堆体发酵初期，因为拥有可利用的能量较多，微生物的生理生长较快，氮类复合物增加，导致其pH上升。图2所示，在发酵15天时，CK、处理1、处理3的pH达到最大值，而处理2则在堆肥第30天时，达到最大值。随着微生物新陈代谢产物的大量积累，氮类复合物的分解，有机酸量的增加，堆体pH又呈下降趋势。在整个羊粪堆体高温好氧堆肥过程中，各处理pH总体表现为升高-下降-平稳-略有下降的趋势。堆体堆肥结束时，pH在7.56~7.89之间，并且都符合堆体腐熟的pH标准<sup>[8]</sup>。

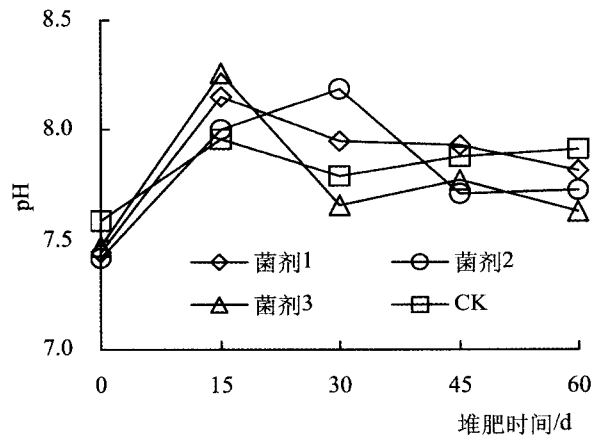


图2 不同微生物菌剂在羊粪高温好氧发酵过程中对pH的影响

### 2.3 不同微生物菌剂对堆体EC值的影响

从图3知，随着堆体高温好氧堆肥过程的进行，EC值变化较为明显。各处理变化趋势为先升高后下

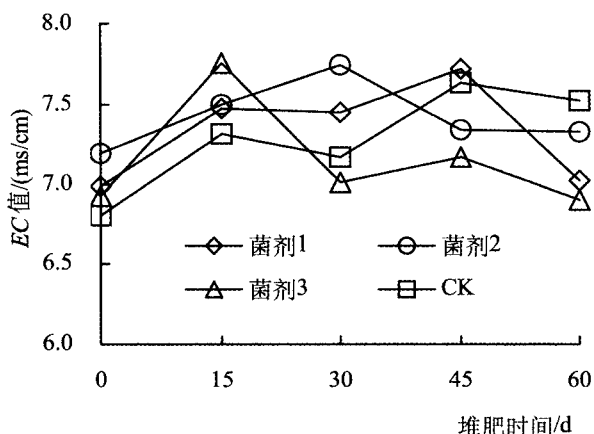


图3 不同微生物菌剂在羊粪高温好氧发酵过程中对EC值的影响

降。堆肥初期,堆体中含有较多的微生物,由于微生物对堆体中的负离子产生吸附作用,导致堆体中阳离子含量增多,以致EC值上升。堆肥15天时,各处理EC值达到最大值,并且以处理3的EC值最大,数值为7.75 ms/cm。在堆体堆肥结束前15天,各处理则全部处于下降并趋于平衡。堆肥结束时,添加菌剂各处理EC值与发酵初期差异微小,而CK则比初始EC值较高并且与添加菌剂各处理之间有显著性差异。通常认为理想基质电导率(EC) < 2.50 ms/cm<sup>[9]</sup>,但是,也有人认为EC值在0.5~3 ms/cm之间均适合植物的生理生长。试验中,堆体堆肥结束时,羊粪EC值在7.02~7.53 ms/cm之间,均比3 ms/cm大。

#### 2.4 不同微生物菌剂对堆体发芽指数(GI)的影响

Mathur研究发现可以利用植物种子发芽指数(GI)变化趋势的大小,检测堆体的毒性。所以,在堆体高温好氧堆肥时,种子发芽指数(GI)对检测堆体的毒性、堆体堆肥腐熟是否完成具有重要的参考意义。从图4可以看出,堆体高温好氧堆肥过程中种子发芽指数(GI)

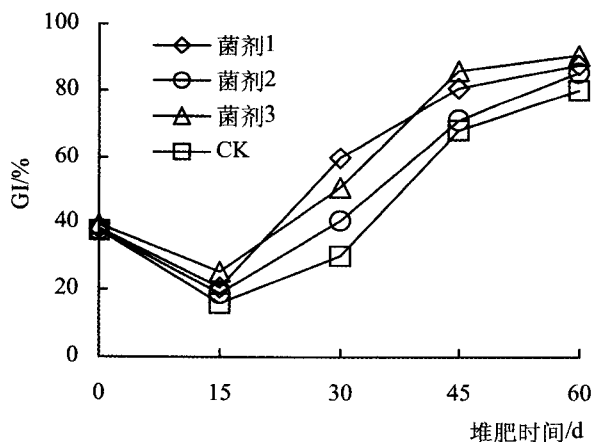


图4 不同微生物菌剂在羊粪高温好氧发酵过程中对种子发芽指数的影响

呈先略有下降后升高的趋势,这是堆体毒性对种子发芽抑制作用逐渐减弱的表现。在堆体堆肥前,各处理种子发芽指数(GI)均在40%;发酵15 d时,对种子萌发的抑制作用最强;堆肥15~30 d时,处理1和处理3的种子发芽指数(GI)比处理2和CK上升幅度更明显;堆肥45 d时,处理3和处理1的种子发芽指数(GI)分别达到85.36%与81.53%,而处理2和CK发芽指数(GI)则分别为75.34%和67.89%,从种子发芽指数(GI)大于80%堆肥无害化腐熟这一标准判断,处理1和处理3比处理2和CK需要的时间短。堆体堆肥结束时,各处理与对照组种子发芽指数分别为87.65%、85.35%、94.32%和80.36%,均高于80%。

#### 2.5 不同微生物菌剂对堆体全氮的影响

在堆体高温好氧堆肥过程中,堆体温度、pH、EC值、微生物变化均与氨气挥发有关<sup>[10]</sup>。随着羊粪堆体高温好氧堆肥的进行,微生物对羊粪堆体中有机材料进行分解,导致堆体中氮类复合物增加,以致全氮量上升。堆体发酵初期,由于堆体中含氮物质的分解,产生氨气挥发折损,导致全氮含量降低。如图5所示,堆肥结束时,各处理全氮含量有明显差距,具体表现为:处理3>处理1>处理2>CK,且处理3上升幅度最大。

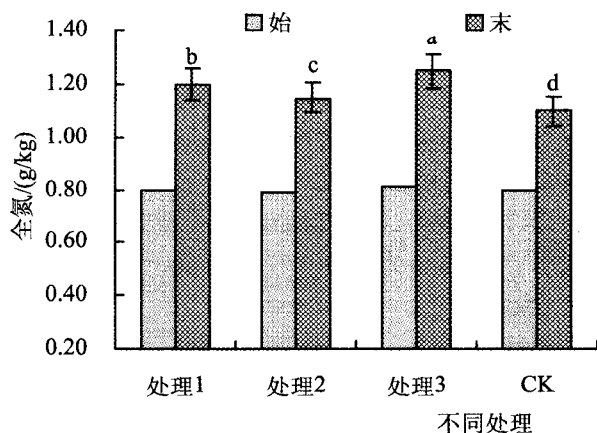


图5 不同微生物菌剂在羊粪高温好氧发酵过程中对全氮的影响

### 3 讨论与结论

羊粪堆体高温好氧堆肥是利用微生物菌剂与堆体内有机物质在温度适宜、通风透气优良条件下进行发酵并分解成内部结构较为稳定、无害化的物质,最终生产出一种适宜园艺植物栽培有机肥的过程<sup>[11-12]</sup>。王岩等研究表明:温度在50~60℃之间有利于杀灭有害细菌,但是温度过高会抑制或者杀死有益微生物,而温度过低则不利于有机物质的分解和堆体无公害处理。通

过试验研究表明:添加微生物菌剂有利于羊粪堆体堆肥。处理1与处理3达到60℃所需时间均比处理2和CK短,其中处理3所需时间最短,与CK相比提前10天。说明菌剂3适合于当地环境下羊粪堆体高温好氧堆肥。

研究发现,pH对微生物的生理生长有着重要的影响,pH过高或过低均会影响到微生物的活性。一般情况下,堆体腐熟后pH为弱碱性<sup>[13]</sup>试验堆体堆肥结束时,各处理pH在7.56~7.89之间,符合腐熟堆肥pH标准。

EC值可以影响微生物活性,适宜的EC值有助于微生物正常生长<sup>[14]</sup>。试验表明,在整个羊粪堆体高温好氧堆肥过程中,各处理EC值均大于理想值。在生产实践中,羊粪堆料需与EC值较低的基质进行混合配制,以便达到理想状态。

一般认为,种子发芽指数(GI)是评价堆体堆肥是否达到无公害化和稳定性的生物学指标<sup>[15]</sup>,是否能够简单有效地检测出堆体堆肥的植物生物毒性和腐熟度,并且能够预测堆体毒性的变化<sup>[16]</sup>。试验中,堆肥结束时,各处理堆体已完全腐熟,添加微生物菌剂的各处理种子发芽指数均高于CK,说明添加微生物菌剂能够加快分解堆体内的有毒物质,缩短堆体腐熟时间,其中以处理3效果最为显著,种子发芽指数达到94.32%。

在堆体高温好氧堆肥过程中,堆料中的氮物质会发生变化。在高温偏碱环境下,会以氨气的形式扩散于空气中,造成堆料中氮元素的耗损,降低物料的肥效,造成环境污染。试验中,堆肥结束时,堆体全氮含量与发酵初期相比,各处理全氮含量均有不同程度的增加,具体表现为:处理3>处理1>处理2>CK。由此可以说明,处理3更为适合于当地环境下羊粪堆体高温好氧堆肥的进行。

试验通过对羊粪各处理的温度、pH、EC值、种子发芽指数(GI)及全氮含量的分析,综合判定添加甘肃

省科学院生物所提供的菌剂3更为适合于当地环境下羊粪高温好氧堆肥。

### 参考文献

- [1] 李书田,刘荣乐,陕红.我国主要畜禽粪便养分含量及变化分析[J].农业环境科学学报,2009,28(1):179-184.
- [2] 魏彦红,郁继华,冯致,等.不同添加剂对牛粪高温堆肥的影响[J].甘肃农业大学学报,2012,47(3):52-56.
- [3] 王小琳,陈世昌,栾桂云,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.
- [4] 庞金华,程平宏,余廷园,等.两种微生物制剂对猪粪堆肥的效果[J].农业环境保护,1998,17(2):72-73.
- [5] 勾长龙,高云航,姜玉杰,等.微生物菌剂对堆肥发酵影响的研究进展[J].湖北农业科学,2013,52(6):1244-1248.
- [6] 王岩,李玉红.添加微生物菌剂对牛粪高温堆肥腐熟的影响[J].农业工程学报,2006,22(10):220-223.
- [7] 赵玉娇,呼世斌,吴茹星.牛粪和红薯秸秆静态高温堆肥研究[J].农机化研究,2012(12):218-223.
- [8] Wei shi, Jeanette M N, Bruce E M, et al. Effects of aeration and moisture during windrow composting on the nitrogen fertilizer values of dairy waste composts[J]. Applied Soil Ecology,1999(11): 17-21.
- [9] 张鸣,高天鹏,刘玲玲,等.麦秆和羊粪混合高温堆肥腐熟进程研究[J].中国生态农业学报,2010,18(3):566-569.
- [10] 解开治,徐培志,张仁陟,等.一种腐熟促进剂配合微生物腐熟剂对鲜牛粪堆肥的效应研究[J].农业环境科学学报,2007,26(3):1142-1146.
- [11] 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.
- [12] 龚建英,李国学,李彦明,等.微生物菌剂和鸡粪对蔬菜废弃物堆肥化处理的影响[J].环境工程学报,2012,6(8):2813-2817.
- [13] 尚秀华,谢耀坚,张冲健,等.4种不同氮源对稻壳腐熟处理效果的研究[J].热带作物学报,2011,32(12):2226-2230.
- [14] 胡文稳.固定化微生物对原油污染土壤的生物修复[D].青岛:中国海洋大学,2010.
- [15] 李家祥.以玉米秸秆为基质的鸡粪堆肥及资源化研究[D].重庆:重庆大学,2012.
- [16] 陈同斌,罗维,郑国砥,等.翻堆对强制通风静态垛混合堆肥过程及其理化性质的影响[J].环境科学学报,2005,25(1):117-122.