

三种催腐菌剂对草屑催化腐熟的影响

苏卫国¹, 曹利祥², 袁方¹, 王哲¹

(1. 天津农学院, 天津 300384; 2. 天津天保园林环卫发展有限公司, 天津 300308)

摘要:研究了不同菌剂及不同菌剂浓度处理对高羊茅草坪剪草堆肥的催化腐熟效果。结果表明:接种菌剂 A 时,菌剂量与原料的比为 0.2:1 000,堆肥的感官变化和生物降解度最明显,堆肥的腐熟效果最好。接种菌剂 B 时,菌剂量与原料的比为 0.4:1 000,堆肥的温度变化和生物降解度最明显,堆肥的腐熟效果最好。接种菌剂 C 时,菌剂量与原料的比为 0.025:1 000,堆肥的感官变化和生物降解度最明显,堆肥的腐熟效果最好。在 3 种菌剂中,菌剂 C 的菌剂量与原料的比为 0.025:1 000 时,堆肥的腐熟效果比菌剂 A 和菌剂 B 都好。

关键词:菌剂;堆肥;剪草;腐熟

中图分类号:S 141.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)04-0055-04

园林废弃物主要来自于树木修剪、草坪草、枯枝落叶及包装箱等。传统的废弃物处理一般采取焚烧和填埋,此方法容易对环境造成负面影响。如靠自然腐烂,分解慢、而且有臭味。研究如何将废弃物利用,为城市的节能减排及资源的循环利用,实现节约型可持续发展是当前的主要任务。

该试验就是利用从腐殖土中及外购的肥中培养的 3 种不同菌剂,对草坪(高羊茅 *Festuca arundinacea*)修剪后的草屑进行(为加快废弃物转化有机肥的速度,加入菌剂起到催腐熟化的作用,以下简称“催腐”)处理,比较 3 种菌剂在草屑催腐处理过程中的腐熟效果(具体指标为温度的变化,草屑感官变化)。生物降解的腐熟程度,用水合热法测定。该试验采用 A、B、C 3 种接种菌剂的名称,通过试验比较,找出催化腐熟规律,以提高菌剂的应用效果。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用的原料来自天津农学院校园内草坪修剪后的草屑,在试验之前将草屑进行晾晒,干湿均匀以后备用。盛装草屑用黑色和白色垃圾袋、塑料桶。

1.2 试验方法

1.2.1 催腐原料和菌剂的处理 菌剂 A、B 分别称取 0.5、1.0、2.0、4.0 g。菌剂 C 称取 0.125、0.25、0.5、1.0 g。对应的处理组分别为 A1、A2、A3、A4、B1、B2、B3、B4、C1、C2、C3、C4。一共分为 12 个组和 1 个对照(CK)。每份原料重为 10 kg,称取尿素 65 g,磷酸二氢钾 325 g,为

附加剂。

1.2.2 催腐条件及其控制 为保持草屑水分含量达到 50%~70%,每份原料需加水 10 L,加水同时将菌剂用少量水浸泡 24 h 活化,然后与水一起加入各份原料中,将原料混匀使其充分吸收水分,以手攥可出水为准。装入黑、白色塑料袋中。在袋的侧面贴上标签。催腐化过程中根据含水量多少进行添加。水分过多或过少会导致缺氧,需及时翻动增加氧气。由于菌剂为好气性兼厌氧性菌,需保证催腐原料有一定通气量。温度保持在 20~25℃左右。催腐过程中,有机物分解产生的有机酸通过加入极少量的石灰和草木灰调节 pH 至 6~8。

1.2.3 催腐温度的测定 处理过程在校园内进行,每隔 1~2 d 在下午 14~15 时进行温度的测量(雨天除外),在每个组的不同部位测量 3 次,取平均值。记录温度的同时,注意查看干湿状况,过干时适量加水,过湿时进行翻动,保持湿度在 50%~60%。2009 年 3 月 14 日开始测温,到 2009 年 5 月 28 日结束,共 49 d。每周测定的数值取平均数(表 1)。

表 1 草屑催腐化过程中平均温度的变化情况 ℃

处理	第 1 周	第 2 周	第 3 周	第 4 周	第 5 周	第 6 周	第 7 周
A1	25.9	16.3	23.1	23.4	16.8	29.0	34.8
A2	23.2	17.1	26.3	24.9	31.9	29.7	32.9
A3	22.1	15.7	25.3	24.0	29.7	28.9	33.9
A4	25.4	15.6	23.4	24.8	31.9	29.4	33.7
B1	24.4	15.5	23.3	24.6	33.3	28.9	33.5
B2	21.8	17.3	24.9	26.4	34.3	30.3	34.9
B3	23.4	16.9	27.8	25.1	33.6	29.8	35.2
B4	23.7	17.5	25.4	27.7	35.3	31.2	36.1
C1	21.8	13.9	24.1	24.7	34.0	29.9	35.6
C2	26.5	14.8	25.0	25.8	32.3	29.1	34.5
C3	26.1	15.8	25.9	25.4	30.1	29.2	36.0
C4	27.1	14.6	24.6	25.7	32.4	29.1	35.5
CK	22.7	16.3	25.2	16.8	33.1	29.5	33.4

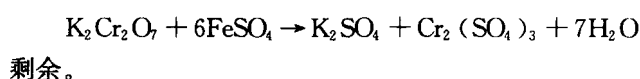
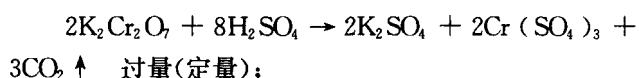
第一作者简介:苏卫国(1952-),男,本科,高级实验师,现从事园林果树栽培技术研究工作。E-mail: swg_tj@163.com。

基金项目:天津市科委星火计划资助项目(10ZHXHNC07400)。

收稿日期:2010-12-14

1.2.4 催腐感官的变化 通过观察催腐的颜色、气味,用手感受纤维的变化,大致判断催腐的腐熟程度。

1.2.5 催腐后期生物降解度的测定 在催腐化过程进行 65 d 后(5 月 18 日),各处理组称取 100 g 湿重样品装入塑料袋,贴好标签,在室外晒干后用研钵磨碎。将晒干磨碎的各处理样品(0.5 g)在实验室进行生物降解度的测定。用水合热法测定催腐中的有机质含量,其测定原理为利用浓硫酸和重铬酸钾迅速混合时所产生的热来氧化有机质。但其产生的热温度低,对有基质氧化程度只有 77%。其利用的化学反应式为:



结果的计算公式为:

$$BOM = (V_2 - V_1)VC \times 1.28 / V_2$$

式中 BOM—生物降解度; V_1 —滴定体积, mL; V_2 —空白试验滴定体积, mL; V —重铬酸钾的体积, mL; 1.28—由有机碳换算成有机质的因数。园林废弃物中可降解性基质占挥发性固体的比例为 66% 左右。其中已知重铬酸钾的体积 $V=20$ mL, 浓度 $C=2$ mol/L。通过滴定试验,得到各个处理组滴定体积的数据见表 2。

表 2 各处理组滴定体积

处理	V_1	处理	V_1	处理	V_1	处理	V_1	处理	V_2
A1	24.9	B1	33.5	C1	23.9	CK	35.4	空白滴定	97
A2	22.7	B2	23.4	C2	19.4				
A3	21.3	B3	24.2	C3	22.2				
A4	23.7	B4	21.9	C4	27.3				

2 结果与分析

2.1 菌剂 A 与 CK 的平均温度的变化比较

由图 1 可看出,菌剂 A 的 4 个组中,A2 的各个阶段温度基本上都高于 A1、A3、A4 组。A2、A3、A4 组温度变化趋势相近。CK 温度在中间阶段比菌剂 A 组略高,CK 与 A1、A3、A4 组温度变化趋势相近。A1 组在中间阶段温度比其它组明显偏低。温度高说明微生物活动旺盛,有利于有机物的降解,腐熟快。从催腐温度方面说明菌剂 A2 组腐熟效果最好(其菌剂量与催腐原料比例为 0.1 : 1 000),但与 A3、A4、CK 差异不大。A3、A4、CK 相近。A1 组效果较差。

2.2 菌剂 B 与 CK 的平均温度的变化比较

由表 1 可知,菌剂 B 与 CK 的温度变化相近。由图 2 可知,菌剂 B1 的温度最低。这 5 个处理的温度变化趋势相近,温度变化差异不大。从催腐温度方面说明菌剂 B4 组的腐熟效果最好(其菌剂量与催腐原料比例为 0.4 : 1 000),菌剂 B1 组的腐熟效果最差(其菌剂量与催

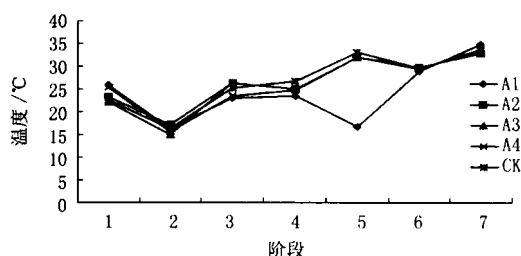


图 1 菌剂 A 与 CK 的平均温度的变化比较

腐原料比例为 0.05 : 1 000)。菌剂 B 的最适浓度不能确定,还需进一步以 0.4 : 1 000 为中心设置浓度梯度进行研究。

从图 2 还可以看出,菌剂 B4 的温度大体上略高于其它 4 个处理。

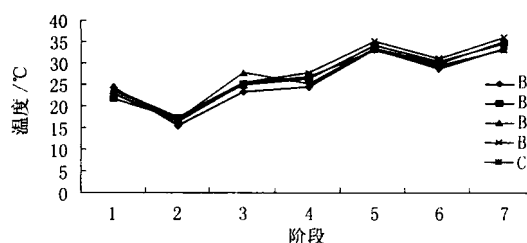


图 2 菌剂 B 与 CK 的平均温度的变化比较

2.3 菌剂 C 与 CK 的平均温度的变化比较

由图 3 可看出,5 个处理温度变化趋势相近,在温度变化方面差异不显著。说明 C 菌剂的 4 个处理以及 CK 无法通过温度变化来判断催腐腐熟程度。

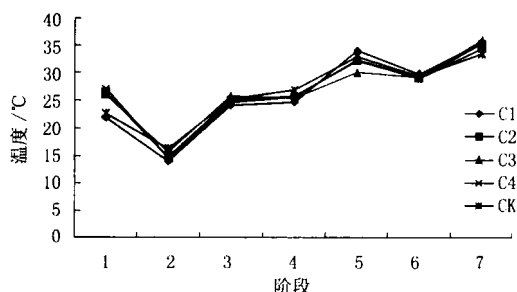


图 3 菌剂 C 与 CK 的平均温度的变化比较

2.4 催腐感官的差异

由表 3 可知,对催腐感官变化的观察共分为 3 次,即前期(4 月 10 日),中期(5 月 15 日)和后期(5 月 28 日)。记录的内容包括原料的颜色,催腐的下降程度,腐烂状况,草纤维硬度、明显程度和气味等。催腐中后期,菌剂 A 中,A3 感官变化最明显,A2、A4 次之。菌剂 B 中,B3 感官变化最明显,B2、B4 次之。菌剂 C 中,C2 感官变化最明显,C3、C4 次之。各处理前期感官变化都不明显。

表 3

各处理的感官变化情况

处理组	前期	中期	后期
A1	黄色,高度下降 1/3,很少腐烂, 草纤柔软、有发酵味	棕色,高度下降约 1/2,有少部分腐烂,草纤维 很明显,有恶臭味	棕褐色,高度下降 1/2,约一半腐烂,草纤维明显, 有少量臭味
A2	同 A1	棕褐色,高度下降约 1/2,有少部分腐烂,草纤维 很明显,有恶臭味	褐色,高度下降 1/2,约一半腐烂,草纤维明显, 有少量臭味
A3	同 A1	褐色,高度下降 1/2,有少部分腐烂,草纤维很明显, 有恶臭味	深褐色,高度下降 2/3,约一半腐烂,草纤维少, 有少量臭味
A4	同 A1	同 A2	同 A2
B1	同 A1	棕黄色,高度下降约 1/2,有极少腐烂,草纤维多, 有恶臭味	棕褐色,高度下降 1/2,少部分腐烂,草纤维很明显, 有少量臭味
B2	同 A1	棕褐色,高度下降约 1/2,少部分腐烂,草纤维很 明显,有恶臭味	褐色,高度下降 1/2,约一半腐烂,草纤维明显, 有少量臭味
B3	同 A1	褐色,高度下降约 1/2,少部分腐烂,草纤维很明显, 有恶臭味	深褐色,高度下降 1/2,腐烂较好,草纤维明显, 有少量臭味
B4	同 A1	棕褐色,高度下降约 1/2,少部分腐烂,草纤维很 明显,有恶臭味	褐色,高度下降 1/2,约一半腐烂,草纤维明显, 有少量臭味
C1	同 A1	棕黄色,高度下降约 1/2,少部分腐烂,草纤维很 明显,有恶臭味	棕褐色,高度下降 1/2,约一半腐烂,草纤维明显, 有少量臭味
C2	棕褐色,高度下降约 1/2,少量 腐烂,草纤柔软、有发酵味	褐色,高度下降 1/2,少部分腐烂,草纤维明显,有恶臭味	深褐色,高度下降 2/3,约一半腐烂如泥,草纤维 不明显,有少量臭味
C3	同 A1	棕褐色,高度下降约 1/2,少部分腐烂,草纤维很 明显,有恶臭味	褐色,高度下降 1/2,约一半腐烂,草纤维明显, 有少量臭味
C4	同 A1	同 C3	同 C3
CK	同 A1	棕黄色,高度下降约 1/2,少量腐烂,草纤维多,有恶臭味	棕褐色,高度下降 1/2,少部分腐烂,草纤维很明显, 有少量臭味

2.5 催腐后期生物降解度的比较

由表 2 数据根据公式计算出各处理的生物降解度,从图 4 可看出,菌剂 A 的 4 个处理中生物降解度高低为 $A3 > A2 > A4 > A1$,说明 A3 的腐熟程度最高,其菌剂浓度最适宜。菌剂 B 的 4 个处理中生物降解度高低为 $B4 > B2 > B3 > B1$,说明 B4 的腐熟程度最高,其菌剂浓度最为适宜。菌剂 C 的 4 个处理中生物降解度高低为 $C2 > C3 > C1 > C4$,说明 C2 的腐熟程度最高,其菌剂浓度最为适宜。与 CK 相比,仅 B1 的生物降解度低于 CK,其它组均高于 CK,说明接种菌剂比不接种菌剂的腐熟效果好。3 种菌剂中,各菌剂其生物降解度高低顺序为 $C2 > A3 > B4$,说明 C2 在所有处理中腐熟程度最高。经计算,C2、A3 和 B4 的腐熟程度比 CK 分别高出 15.8%、13.0% 和 11.9%,腐熟效果明显。

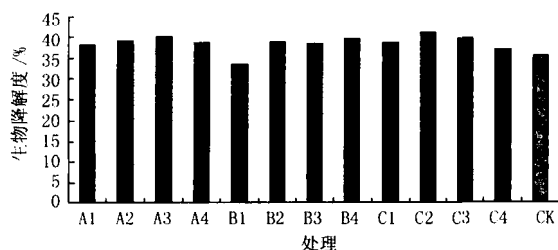


图 4 各处理的生物降解度比较

3 讨论

3.1 催腐温度过低的原因

催腐的温度变化是反应发酵是否正常的最直接、最敏感的指标。对催腐温度变化的要求一般是,前期温度上升平稳,中期维持适度高温($50 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 维持 5~10 d),后期温度缓慢下降。从整个温度的测定过程以及表 1,图 1、2、3 中可以看出,催腐过程的温度偏低,而且不符合这样的要求。而温度变化与催腐原料的量及外界的环境条件(特别是气温条件)、水分、通气性等关系密切。该试验的催腐原料的量仅为 10 kg,远少于实际中催腐的原料量,如原料多温度还会提高。试验进行的初期是早春,早晚温差大,而且温度变化剧烈,尽管有袋或桶,但或多或少会影响温度。含水量的控制并不是太严格。催腐初期,所有组的原料都放在黑色塑料袋内,仅留有 1 个通气口,翻堆不及时会造成缺氧(试验中基本上 5 d 翻 1 次堆),而菌剂为需氧型兼厌氧性菌,影响了微生物的活动,产生的热量偏少。另外还有温度计的插入位置等因素。这些都有可能使催腐的温度过低。

3.2 催腐温度过低对试验结果的影响

催腐过程中温度过低没有出现如 4.1 所说的明显的 3 个阶段,对试验结果会造成一定的影响,如达到完全腐熟的天数要延长等。微生物的活动所需要的适宜温度也不同,可能有些微生物在该温度下活动旺盛,有些活动缓

慢。如果单从温度变化方面判断腐熟程度和效果,不能准确反映这 3 种菌剂及其不同浓度接种于催腐的作用。因此应结合催腐感官变化的观察和生物降解度的测定来反映菌剂及其浓度的效果。

3.3 光的吸收对催腐温度的影响

盛装催腐原料的垃圾袋颜色的对比试验,观察光的吸收对催腐温度的影响。原料都接种菌剂 C,菌剂浓度相同,分别装在规格相同的黑色和白色塑料袋内。黑袋标为 D1,白袋标为 D2。和其它处理组相同条件下观察,共记录了 20 次的温度情况。其中有 3 次二者温度相同,另外 17 次中,有 12 次 D1 温度高于 D2 温度。其 20 次平均温度情况见表 4。

表 4 黑袋和白袋对催腐温度的影响

处理组	D1(黑袋)	D2(白袋)
平均温度/℃	29.63	29.04

但是盛装催腐原料的垃圾袋颜色是否对催腐过程有其它影响,还有待探讨。

4 结论

综合 3 项指标,在以高羊茅为原料的剪草催腐中,接种菌剂 A 时,菌剂量与原料的比为 0.2 : 1 000,催腐的感官变化和生物降解度最明显,催腐的腐熟程度和腐熟效果最好,此浓度为菌剂 A 的最适浓度。接种菌剂 B 时,菌剂量与原料的比为 0.4 : 1 000,催腐的温度变化和生物降解度最明显,催腐的腐熟程度和腐熟效果最好,但此浓度是否为菌剂 B 的最适浓度,还需以 0.4 : 1 000 为中

心设置浓度梯度进行研究。接种菌剂 C 时,菌剂量与原料的比为 0.025 : 1 000,催腐的感官变化和生物降解度最明显,催腐的腐熟程度和腐熟效果最好,此浓度为菌剂 C 的最适浓度。在 3 种菌剂中,菌剂 C 的菌剂量与原料的比为 0.025 : 1 000 时,催腐的腐熟程度和腐熟效果比菌剂 A 和菌剂 B 都好,为获得较好腐熟效果的催腐,建议使用该菌剂浓度。

参考文献

- [1] 吕子文,方海兰. 园林废弃物的利用[J]. 园林(初夏版),2008,5(3): 23-26.
- [2] 徐凯,黄明勇,邓学杰. 园林废弃物有机催腐化处理的初步研究[J]. 天津农业科学,2008,14(3):40-42.
- [3] 黄国锋,钟流举,张振铎,等. 有机固体废物催腐的物质变化及腐熟度评价[J]. 应用生态学报,2003,14(5):813-816.
- [4] 李国学,张福锁. 固体废物催腐化与有机复混肥生产[M]. 北京:化学工业出版社,2000:75,87.
- [5] 席北斗,鸿亮,孟伟,等. 高效复合微生物菌群在垃圾催腐中的应用[J]. 环境科学,2001,22(5):122-125.
- [6] 石春芝,蒲一涛,郑宗坤,等. 垃圾催腐接种固氮菌对催腐含氮量的影响[J]. 应用与环境生物学报,2002,8(4):419-421.
- [7] 李国学,黄懿梅,姜华. 不同催腐材料及引入外源微生物对高温催腐腐熟度影响的研究[J]. 应用与环境生物学报,1999,5(S1):139-141.
- [8] 杨虹,李道棠,朱章玉. 高温嗜热菌的选育和猪粪发酵研究[J]. 上海环境科学,1999,18(4):170-172.
- [9] 罗先群,桑士兵,谢旭纛,等. 利用生物技术处理城市生活垃圾的研究[J]. 辽宁城乡环境科技,1999,19(4):20-24.
- [10] 冯明谦,汪立飞,刘德明. 高温好氧垃圾催腐中人工接种初步研究[J]. 四川环境,2000,19(3):27-30.

Effect of Three Microbial Inoculums for Compost on the Catalytic Decomposition of Mowed Grass

SU Wei-guo¹, CAO Li-xiang², YUAN Fang¹, WANG Zhe¹

(1. Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384; 2. Tianbao Garden Sanitation Development Limited Company, Tianjin 300308)

Abstract: The effects of maturity on the compost of mowed grass from lawn were researched by inoculating respectively three microbial inoculums of A, B and C with their different concentration. The results showed that when the weight proportion of A : raw was 0.2 : 1 000 by inoculating with A, the compost sensory variation and biological degradability were remarkable and the maturity of compost was the most effective in the concentration gradient of A. When the weight proportion of B : raw was 0.4 : 1 000 by inoculating with B, the compost sensory variation and biological degradability were remarkable and the maturity of compost was the most effective in the concentration gradient of A. Similarly, the weight proportion of B : raw was 0.025 : 1 000 was the best for C. When the weight proportion of C : raw was 0.025 : 1 000, the maturity of compost was more effective than that of both A and B.

Key words: microbial inoculums; compost; mowed grass; maturity