

两种外源微生物对鸡粪高温堆肥的影响

黄懿梅¹, 曲 东¹, 李国学², 张福锁²

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国农业大学资源环境学院, 北京 100094)

摘 要:利用鸡粪和锯末在自动化高温堆肥装置中进行堆肥试验,并引入两种外源微生物:FM 菌和 EM 菌,探讨了二者对堆肥过程氮素保存和堆制效果的影响。结果表明,两种外源菌对水溶性氨态氮的转化和水溶性有机氮的形成都有明显的促进作用,对氮素保存有较好的效果。其中,FM 菌对促进有机碳的分解、有机氮的形成和缩短堆肥时间更为有利。

关键词:外源菌; 氮素保存; 高温堆肥; 鸡粪

中图分类号:X172 **文献标识码:**A **文章编号:**1000 – 0267(2002)03 – 0208 – 03

Effects of Two kinds of Inoculating Microbes on Chicken Manure Composting

HUANG Yi-mei¹, QU Dong¹, LI Guo-xue², ZHANG Fu-suo²

(1. College of Resource and Environment Science, Northwest Sci – Tech University of Agriculture & Forestry, Yangling, Shaanxi, 712100, P. R. China; 2. College of Resource and Environment Science, China Agriculture University, Beijing 100094, P. R. China)

Abstract: A compost test in an automatic compost device using chicken manure and sawdust was conducted to study the effect of two kinds of inoculating microbes on the composting manure and nitrogen contents and forms. The results indicated that the amendment of inoculating microbes FM could significantly increase total N and organic nitrogen, speed maturity of the compost and shorten reaction time, EM also could preserve total N.

Keywords: inoculating microbes; nitrogen content; compost; chicken manure

在堆肥过程中,如何控制氮素的损失、提高堆肥的营养价值是研究的关键。堆肥的碳氮比、水分、温度、氧气、酸碱度都影响堆肥的发酵程度和营养价值^[1]。然而,堆肥是一种生物发酵措施,要将无机形态的营养转化为有机形态储存起来,关键在发酵微生物。本文引入两种外源微生物在相同的堆制条件下,探讨其对氮素转化和堆制效果的影响。

1 材料与方法

1.1 堆制材料

鸡粪(CM)为中国农业大学养鸡场笼养蛋鸡春季粪便。锯末(S)取自中国农业大学基建队,将大木片之类除去。外源菌:快速发酵菌 FM 和 EM 由农业大学资源环境学院环保系自行筛选培养。

各原料的基本性状见表 1。

1.2 堆肥装置

为中国农业大学资源与环境学院再生资源和利用研究中心的自动化高温堆肥装置,其结构如图 1 所

表 1 堆制材料的基本性质

Table 1 The properties of composting materials

原料类型	有机碳 /g · kg ⁻¹	全氮 /g · kg ⁻¹	全磷(P ₂ O ₅) /g · kg ⁻¹	水分 /%
CM	419.40	37.01	35.40	50.62
S	625.92	3.77	0.50	16.14

示。该装置由密闭反应容器、保温箱、筛板、加湿器、空气泵、通气管和温度控制器等组成,容积约 90 L,通气量为 0.1 m³ · (min⁻¹ · m⁻³),空气泵以 9 L · min⁻¹ 的流量通过加湿器从筛板下向堆肥充气,以便通风保湿。

1.3 堆制方案

共设 3 个处理,各处理的 C/N 比基本控制在 30 左右,水分控制在 65% 左右,堆肥原料及配比量见表

收稿日期: 2001 – 07 – 26

基金项目:国家自然科学基金项目(39830220)

作者简介:黄懿梅(1971—),女,硕士,讲师,主要从事土壤学及农业环境保护工作。

图 1 自动化高温堆肥装置图

Figure 1 The diagram of the automatic composting device

表 2 堆肥原料及配比量						
Table 2 The composting materials and composition						
处理编号	处理	CM/kg	S/kg	FM/g	EM/mL	H ₂ O/kg
1	CM + S	4. 14	5. 91	0	0	9. 95
2	CM + S + EM	4. 14	5. 91	0	500	9. 95
3	CM + S + FM	4. 14	5. 91	90	0	9. 95

2。

1. 4 堆制及采样时间

各处理堆制 100 d,从 1998 年 4 月 18 日堆到 7 月 23 日。堆制期间,每天上下午测两次温度,分别在 0、7、14、21、35、49、63、100 d 时取样,样品总重量控制在 600 g 左右,其中鲜样 200 g 用于水分测定与水浸提液提取与测定,其余风干粉碎后,过 1 mm 筛贮存备用。

表 3 外源微生物对堆肥温度的影响

Table 3 Effects of inoculating microbes on the composting temperature

处理编号	处理	高温期(≥50℃)				降温期	稳定期
		到达时间/h	持续时间/d	最高温度/℃	≥55℃/d	持续时间/d	到达时间/h
1	CM + S	36	9	58. 2	4	54	第 63 d
2	CM + S + EM	36	11	57. 4	4	56	第 67 d
3	CM + S + FM	36	9	57. 2	4	53	第 62 d

注:降温期(35—50℃),稳定期(<35℃)

如图 2 所示,各处理在堆制中,水溶性氨氮都呈下降趋势。从堆制初期(7 d)到堆制结束(100 d),不加外源菌处理由 3. 931 g · kg⁻¹ 降至 0. 535 g · kg⁻¹,下降了 86. 4%;加 EM 菌的处理由 2. 920 g · kg⁻¹ 降至 0. 271 g · kg⁻¹,下降了 90. 7%;加 FM 菌的处理由 3. 47 g · kg⁻¹ 降至 0. 361 g · kg⁻¹,下降了 89. 6%。可见,这两种外源菌的加入都有利于水溶性氨氮的转化。各处理变化的过程也不同,不加菌处理在 7—100 d 内一直呈下降趋势,其中 7—14 d 内降幅较大,14 d 时降至 2. 217 g · kg⁻¹,下降了 45. 9%;加 EM 菌的处理在 7—49 d 内一直呈下降趋势,且降幅较大的时段是 7—14 d 和 35—49 d,分别下降了 29. 2% 和 73. 71%,降幅较大的时段在降温后期;加 FM 菌的处理则是在 7—21 和 35—49 d 分别下降了 44. 2% 和 64. 5%,49 d 时基本稳定。可见,加菌后降幅较大的时段在降温后期且水溶性氨氮的稳定时间提前。

图 2 外源微生物对水溶性氨态氮的影响
Figure 2 Effects of inoculating microorganisms on soluble NH₃ - N

1. 5 测定项目与方法

按鲜样:蒸馏水为 1:2 的体积比例振荡 30 min,得到堆肥水浸提液,将其离心(5 000 r · min⁻¹)过滤后取上清液用塑料瓶在 4℃ 贮存备用。测定堆肥水浸提液中的氨态氮、凯氏氮。测定堆肥干样中的有机碳(重铬酸钾外加热法)、全氮(凯氏消煮、蒸馏法)。

2 结果与分析

2. 1 对温度的影响

由表 3 可见,各处理堆温都在 36 h 达到 55℃ 以上,且都持续 4 d 时间,达到高温快速堆肥发酵的卫生标准^[2]。外源微生物的加入对堆温的影响不大。

2. 2 对水溶性氨态氮的影响

2. 3 对水溶性有机氮的影响

由图 3 可见,各处理水溶性有机氮都呈增加趋势,不加菌处理的由堆制初期(7 d)0. 055 g · kg⁻¹ 增至 100 d 时的 0. 127 g · kg⁻¹,增 1. 3 倍;加 EM 菌处理的由 0. 095 g · kg⁻¹ 增至 1. 227 g · kg⁻¹,增加 11. 9 倍;加 FM 菌处理的由 0. 025 g · kg⁻¹ 增至 2. 376 g · kg⁻¹,增 94. 0 倍,增幅最大。且不加菌处理的水溶性有机氮量在 7—14 d 和 35—63 d 时呈上升趋势;而加 EM 菌处理在 7—14 d 和 21—63 d 时升幅较大;加 FM 菌的处理则是一直上升。可见,外源菌的加入,有利于有机氮的形成。

图 3 外源微生物对水溶性有机氮的影响
Figure 3 Effects of inoculating microorganisms on organic nitrogen

2. 4 对全氮的影响

图 4 表明,各处理中,全氮含量总体呈增加趋势。在不加菌的处理中,全氮由初始的 20. 589 g · kg⁻¹ 上升到结束时的 27. 231 g · kg⁻¹,增加了 32. 3%;加入 EM

菌后,全氮由初始的 $20.756\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 上升至结束时的 $28.109\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 增加了 35.4%, 较对照提高了 3.1%; 加入 FM 菌后, 由 $20.868\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 上升至 $29.639\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 增加了 42.0%, 较对照提高了 9.7%。由此可见,FM 菌的加入较有利于有机氮的保存。在整个堆制时期,不加菌处理的全氮量在堆制 35 d 内变化不大,35 d 后开始上升,直到堆制结束;加入 EM 菌后,在 0—7 d 和 21—63 d 内都呈增加趋势;加入 FM 菌后,在 0—7 d 和 14—63 d 内上升,这说明加入外源菌后,全氮增加的时段增多,特别是 FM 菌的加入,几乎一直使全氮量上升。

图 4 外源微生物对全氮的影响

Figure 4 Effects of inoculating microorganisms on total nitrogen

2.5 对有机碳的影响

图 5 显示,在鸡粪和锯末堆肥中,加入外源菌对有机碳的分解也有一定的促进作用。不加外源菌时,有机碳的降解率为 21.1%,加入 EM 菌后,降解率为

22.4%,较对照提高了 1.3%;加入 FM 菌后,降解率为 29.0%,较对照提高了 7.9%,可见,FM 菌对有机碳的分解十分有益,而 EM 菌的促进作用不明显。

图 5 外源微生物对有机碳的影响

Figure 5 Effects of inoculating microorganisms on organic carbon

2.6 对 C/N 的影响

C/N 是一个重要的腐熟度指标,一般来说,堆肥 C/N 比达到 20 以下,就认为堆肥腐熟,可以直接施用^[2,3]。但 Morel 等^[4]认为 C/N 小于 20 只是堆肥腐熟的必要条件,建议采用: $T = (\text{终点 C/N}) / (\text{初始 C/N})$ 评价腐熟度,认为当 T 值小于 0.6 时堆肥达到腐熟。也有人认为腐熟堆肥 T 值应在 0.53—0.72 或 0.49—0.59^[5,6]。

由表 4 中 C/N 的变化可以看出,各处理 C/N 比由初始的 27 在 63 d 时都降至 20 以下,加 FM 菌处理在 35 d 就降至 18.2。加菌两处理在 63 d 时 T 值都降至 0.6 以下,而对照在 100 d 时, T 值才达到 0.6 以

表 4 堆肥样品 C/N 和 T 值的变化

Table 4 Variation of C/N ratios and T values in the composting samples

处理	堆肥时间/d						
	0	14	21	35	49	63	100
CM + S	27.6	27.1	25.6	24.8	23.6(0.86)	17.9(0.65)	16.4(0.59)
CM + S + EM	27.3	25.0	24.7	22.5	20.0(0.73)	15.1(0.55)	15.6(0.57)
CM + S + FM	27.1	24.0	22.2	18.2	16.4(0.61)	13.7(0.50)	13.8(0.51)

注:() 内为 T 值。

下。可见,两种外源菌都可促进堆肥腐熟进程,缩短堆制时间,FM 菌的促进效果更为明显,可缩短堆制时间近 65 d,相同条件下,35 d 便可使堆肥基本腐熟。

3 结论

- (1)外源微生物的引入对堆肥温度影响不大。
- (2)两种外源菌的引入有利于水溶性氨态氮的转化和水溶性有机氮的增加。特别是 FM 菌,可大大促进水溶性有机氮的形成。
- (3)两种外源菌都有利于全氮的保存,加入 EM 菌和 FM 菌,较对照分别提高了 3.1% 和近 10%。
- (4)FM 菌对有机碳的分解十分有利,EM 菌的促进作用不明显。
- (5)从 C/N 比来看,FM 菌对缩短堆肥腐熟时间

有明显的效果。

参考文献:

[1] Hang R T. The Practical Handbook of compost Engineering[M]. Lewis Publishers. 1993.

[2] 刘更另. 中国有机肥料[M]. 北京:农业出版社,1991. 38 - 59.

[3] Golueke C G. Principles of biological resource recovery[C]. Biocycle, 1981. 22: 36 - 40.

[4] Morel T L, Colin F, Germon J C, et al. Methods for the evaluation of the maturity of municipla refuse compost. In composting of Agricultural and other wastes. ed. J. K. R. Gasser. Elsevier Applied Science publishers. London & New York, 1985. 56 - 72.

[5] Itavara M, Vikman M and Venelampi Windrow O. Composting of Biodegradable Packaging Material Compost[J]. Science & Utilization, 1997, 5(2): 84 - 92.

[6] Arja H Vuorinen, Maritta H Saharinen. Evolution of microbiological and chemical parameters during manure and straw co - composting in a drum composting system[J]. Agriculture Ecosystem and Environment, 1997, 66: 19 - 29.