

文章编号:1671-6833(2012)01-0071-04

菌渣和牛粪联合堆肥中的氮素转化研究

郭夏丽, 张静晓, 王 静, 王 岩

(郑州大学 化工与能源学院, 河南 郑州 450001)

摘 要:以食用菌渣和牛粪为主要原料进行堆肥试验,研究不同原料比例、腐熟堆肥和外源菌剂的添加对食用菌渣堆肥中各种形态氮素转化的影响.结果表明,随着堆肥的进行,各处理铵态氮呈现先增加后减少的趋势,而硝态氮的变化趋势与之相反.堆肥结束时,铵态氮的下降幅度随菌渣含量减少而减小,硝态氮的增加幅度随菌渣含量增加而增大.有机氮变化与总氮变化趋势大致相同,随菌渣比例增加,有机氮与总氮损失增大.与无添加剂的处理相比,堆肥结束时添加腐熟堆肥和纤维素降解菌的处理有机氮分别增加了35%和47%,总氮分别增加了28%和41%,表明腐熟堆肥和纤维素降解菌剂能够增加食用菌渣堆肥的有机氮含量,具有一定的氮素固持作用.

关键词:食用菌菌渣;堆肥;混合菌剂;氮素转化

中图分类号:X712 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1671-6833.2012.01.018

0 引言

食用菌菌渣是食用菌培养基栽培过食用菌后遗弃的固体废弃物,据统计,2006年我国食用菌菌渣就已达到3 685万吨^[1].食用菌菌渣中含有大量的食用菌菌丝、木质纤维素降解酶及食用菌代谢产物,如糖类、生物活性物质等^[2-3].如果随意丢弃就会滋生大量的霉菌和害虫,污染环境.利用食用菌菌渣生产有机肥不仅能够将其资源化,而且能够防止环境污染.目前国内已有一些关于食用菌菌渣堆肥的报道,陈广银等^[4]研究表明,在落叶堆肥中添加食用菌菌渣能加快落叶中有机的降解;孙建华等^[5]利用食用菌菌渣和猪粪堆肥实现了废物资源化利用.但是对食用菌菌渣和牛粪联合堆肥中氮素转化的研究报道较少.食用菌菌渣和牛粪含氮量较高,本研究以其为主要原料进行好氧堆肥,来研究堆肥过程中氮素变化规律,为提高食用菌菌渣堆肥质量提供依据.

1 材料和方法

1.1 材料

食用菌菌渣取自郑州大学新区北食用菌生产基地,是培养过平菇后的废弃物;牛粪取自河南省

花花牛母牛繁育中心;秸秆取自郑州大学新区南部农田.各堆肥原材料的主要理化指标如表1.

表1 堆肥原料的主要理化指标
Tab.1 Physical and chemical properties of the compost materials

原料	总碳/ %	总氮/ %	C/N	含水量/ %	pH
食用菌菌渣	29.26	1.78	16.44	18.20	7.24
牛粪	32.49	2.22	14.64	3.44	8.78
秸秆	49.53	0.56	88.45	5.33	7.18

1.2 试验方法

处理1:33 kg食用菌菌渣+17 kg牛粪+2 kg秸秆.

处理2:25 kg食用菌菌渣+25 kg牛粪+2 kg秸秆.

处理3:17 kg食用菌菌渣+33 kg牛粪+2 kg秸秆.

处理4:33 kg食用菌菌渣+17 kg牛粪+2 kg秸秆+10 kg腐熟牛粪堆肥.

处理5:33 kg食用菌菌渣+17 kg牛粪+2 kg秸秆+2% (w/w)复合菌剂.

处理4中的腐熟牛粪堆肥分别在第3,6 d加入.处理5中的复合菌剂分别在第3,12 d加入.

收稿日期:2011-09-20;修订日期:2011-10-29

基金项目:河南省科技计划资助项目(082102350003)

作者简介:郭夏丽(1966-),女,河南新乡人,郑州大学副教授,博士,主要从事环境生物研究,E-mail:guoxl@zzu.edu.cn.

复合菌剂是由4株高效纤维素降解菌和4株酵母菌的固态菌剂混合组成。制作方法是各菌株通过相应的培养基扩增两代后接种于灭菌麸皮中,培养两天后在无菌状态下阴干,得到固态菌剂。

1.3 测定方法

自处理堆制开始,每天9:00和18:00测定堆体的温度,每3天采一次样。凯氏氮采用凯氏定氮仪测定,铵态氮和硝态氮通过KCl浸提1h,过滤后用滤液测定。有机氮等于凯氏氮减去硝态氮,总氮为凯氏氮加铵态氮。

2 结果与分析

2.1 堆肥温度的变化

由图1可知,5个堆肥处理的温度在55℃以上的天数分别是6、8、10、8和8d,符合《粪质无害化卫生标准》^[6]中:最高堆温温度在50~55℃以上持续5~7d^[6]的要求,故5个处理均达到无害化标准。处理1、处理2和处理3中食用菌菌渣与牛粪比例分别为1.94:1、1:1和1.94:1,在整个堆肥过程中,牛粪含量越高的处理高温期持续时间越长,温度峰值也越高。因为菌渣中含有大量的棉籽壳,较难降解,所以堆肥过程中菌渣含量越多,微生物的活性越低,堆肥温度越难以提高。因此,在食用菌菌渣堆肥中添加适量牛粪,可加快食用菌菌渣的腐熟。

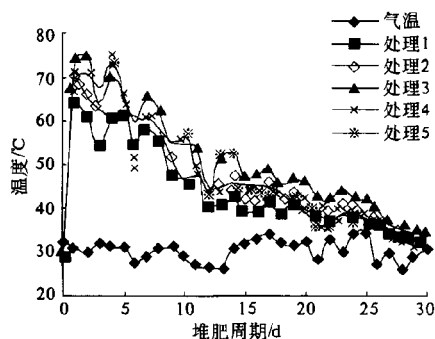


图1 堆肥周期中温度的变化

Fig.1 Temperature changes during composting process

处理4和处理5与处理1相比,处理4和处理5的高温期持续时间明显长于处理1,且温度峰值也高于处理1。处理4和处理5是在处理1的基础上分别添加了腐熟堆肥和纤维素降解菌剂。腐熟堆肥中含有大量的微生物,堆肥中适量添加能提高堆肥过程中微生物的数量,加快堆肥物料的降解,提高堆体的温度。由于堆肥原料中含有大

量的纤维素,适量地添加纤维素降解菌能加快堆肥物料的降解,因此添加纤维素降解菌剂的处理5温度明显高于处理1。由此添加外源微生物也是促进食用菌菌渣快速腐熟的有效措施之一。

2.2 铵态氮和硝态氮的变化

堆肥周期中铵态氮的变化如图2所示。5个处理中铵态氮含量的趋势是随堆肥的进程先增加后减少。堆肥6d时,5个处理的铵态氮均达到最大,随后开始下降。堆肥结束时5个处理的铵态氮分别下降了88.4%、83.4%、72.8%、87.7%和81.8%。堆肥6d时,处理1、2和3的增加幅度依次加大,分别为22.5%、51%和116%,说明牛粪中的氨化细菌数量及易降解有机氮含量高于菌渣。处理4和5的铵态氮增加幅度分别为29.6%和53%,均高于处理1,表明添加腐熟堆肥和菌剂均增强了氨化作用。堆肥12d时,除处理5以外,各处理的铵态氮均下降,处理1、2和3的下降幅度依次减小,处理4下降幅度小于处理1,处理5的铵态氮基本不变。

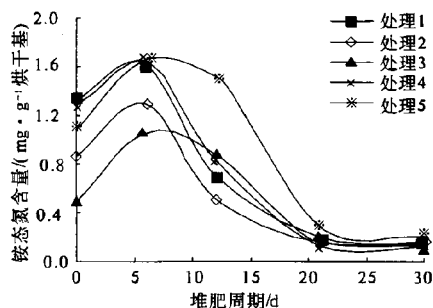


图2 堆肥周期中铵态氮含量的变化

Fig.2 $\text{NH}_4\text{-N}$ content changes during composting process

图3为堆肥过程中硝态氮含量的变化。总体趋势是随堆肥进程先减少后增加,与铵态氮的含量变化正好相反。堆肥在1~11d内为高温期,硝化作用受抑制,硝态氮含量有所下降。随着温度的逐渐降低,硝态氮含量逐渐增加。堆肥末期5个处理的硝态氮分别增加了57.8%、31.4%、6.7%、42.8%和45.7%。菌渣含量越高,硝态氮增加幅度越大,这是由于菌渣比较蓬松,透气性好,有利于硝化作用,不利于反硝化作用。由处理4和5硝态氮增加幅度小于处理1,推测两种添加剂可能对硝化作用没有促进作用,部分硝态氮可能被添加剂中的微生物作为氮源利用。

堆肥中铵态氮的变化主要与堆肥中微生物的氨化作用、硝化作用、反硝化作用以及物料的pH、

C/N 等因素有关.在堆肥的高温期,由于硝化菌大多为中温菌,硝化作用受到高温抑制,由于硝态氮的下降,也导致反硝化作用的降低,而铵态氮随着有机质的降解大量产生,为此高温期铵态氮的含量达到最大.高温期温度一般在 50 ℃ 以上,pH 在 7.7 以上,加之铵态氮浓度较高,因此高温期也是堆肥氮素以氨形式大量挥发而损失的阶段.由于食用菌菌渣透气性好,随着菌渣含量加大,其铵态氮更易以氨的形式挥发,铵态氮的下降幅度也越大.

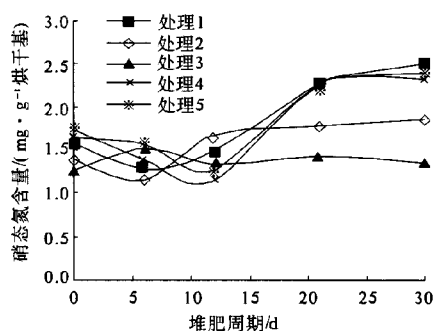


图3 堆肥周期中硝态氮含量的变化
Fig.3 NO₃-N content changes during composting process

2.3 有机氮和总氮的变化

堆肥周期中的有机氮含量和总氮含量变化如图4、图5所示,菌渣和牛粪原料中的氮素以有机氮为主,有机氮平均含量为 88.5%,因此堆肥时有机氮变化与总氮变化趋势大致相同.由图4和5可以看出,处理1、处理2和处理3的有机氮与总氮变化总体趋势是随堆肥的进程先增加后减少,而处理4和处理5的总体趋势是随堆肥的进程而不断增加.堆肥结束时,处理1和处理2的有机氮分别损失了 38.3%和 24.5%,处理3、处理4和处理5则分别增加了 8.2%、34.8%和 47.3%.处理1和处理2的总氮分别损失了 34.6%和 23.1%,处理3、处理4和处理5则分别增加了 6.2%、28%和 40.5%.

堆肥中氮素的减少与氨的挥发、反硝化作用及渗滤液流失等有关.作者以食用菌菌渣和牛粪为原料,堆肥期间对水分严格控制,而且菌渣原料持水性较高,且是露天堆置,水分不断挥发,堆肥过程中没有渗滤液产生.由硝态氮的不断推知反硝化作用很弱,因此,堆肥的氮素损失途径以氨挥发为主.堆肥高温期是微生物的活跃期,有机质分解作用最旺盛,氨化作用产生的氨气不断挥

发造成有机氮、总氮的含量下降,而有机物料分解不断产生 CO₂ 和 H₂O,CO₂ 和 H₂O 的挥发导致堆肥总质量(干重)也不断地减少.当高温期 CO₂ 和 H₂O 的挥发量大于 NH₃ 的挥发量时,总氮、有机氮含量相对增加,由此,5个堆肥处理在高温期有机氮及总氮相对含量呈上升趋势.堆肥腐熟阶段,由于碳素的腐殖质化,氨挥发不断进行,导致堆肥含氮量相对下降.为此处理1、2和3在降温期和腐熟阶段有机氮、总氮相对含量呈下降趋势.牛粪较易分解,堆肥物料减少量多,故堆肥结束时牛粪含量高的处理3的有机氮、总氮含量较处理1和处理2高.处理4和处理5中添加的腐熟堆肥和外源微生物使堆肥中微生物含量增加,加快了堆肥物料的腐殖质转化,从而固持了一部分氮素,减少了堆肥过程中氨气的挥发,提高了堆肥中氮素的含量.

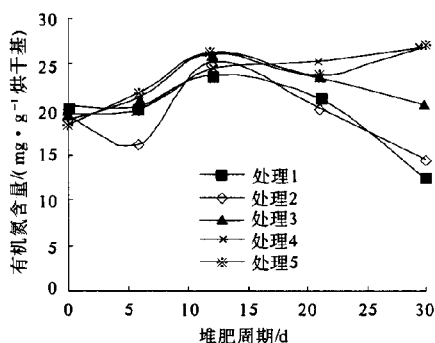


图4 堆肥周期中有机氮含量的变化
Fig.4 Organic nitrogen content changes during composting process

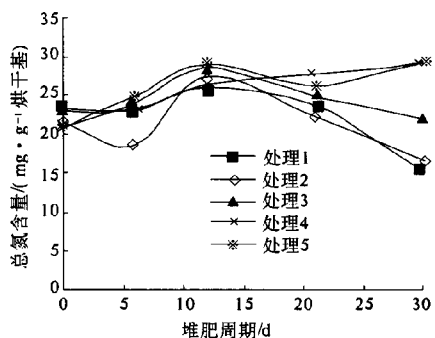


图5 堆肥周期中总氮含量的变化
Fig.5 Total nitrogen content changes during composting process

3 结论

(1)5个食用菌菌渣堆肥处理经高温堆肥化后均达到了无害化标准,食用菌菌渣与适量牛粪

的混合有助于菌渣堆肥的升温,同时添加腐熟堆肥和纤维素降解菌剂有助于延长食用菌菌渣堆肥的高温期,增加温度峰值。

(2)相比于牛粪,菌渣通透性好,一方面可以保持堆肥良好的透气性,增强硝化作用;另一方面加大了氨的挥发,不利于氮素固持。

(3)添加腐熟堆肥和纤维素降解菌剂能够减少菌渣堆肥的氮素损失,增加堆肥的有机氮含量,具有氮素的固持作用,从而总氮含量高于其它处理。

参考文献:

- [1] 管道平,胡清秀,冯作山. 食用菌菌渣堆肥化促进秸秆菌业良性循环[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社, 2008:462-464.
- [2] LAU K L, TSANG Y Y, CHIU S W. Use of spent mushroom compost to bioremediate PAH-contaminated samples [J]. *Chemosphere*, 2003, 52 (9): 1539 - 1546.
- [3] 王德汉,项钱彬,陈广银. 蘑菇渣资源的生态高值化利用研究进展[J]. *有色冶金设计与研究*, 2007, 28 (2~3): 262-266.
- [4] 陈广银,王德汉,吴艳,等. 不同时期添加蘑菇渣对落叶堆肥过程的影响[J]. *环境化学*, 2008, 27(1): 81-86.
- [5] 孙建华,袁玲,张翼. 利用食用菌菌渣生产有机肥料的研究[J]. *中国土壤与肥料*, 2008(1): 52-55.
- [6] 中国预防医学科学院环境卫生与卫生工程研究所. GB 7959—87 粪便无害化卫生标准[S]. 北京:中国标准出版社, 1988.

Nitrogen Transformation in Composting of Spent Mushroom Dreg and Cow Manure

GUO Xia-li, ZHANG Jing-xiao, WANG Jing, WANG Yan

(School of Chemical Engineering and Energy, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: The composting experiment was conducted using spent mushroom dreg and cow dung. Its object was to investigate the effect of the different raw material proportions and two kinds of amendment of matured compost and composite cellulose-degrading microbe on nitrogen transformation during spent mushroom dreg composting. The samples were taken for the determination of the nitrogen morphology in the different composting stages. The results showed that the $\text{NH}_4\text{-N}$ content in all samples increased in the primary period, then decreased in the decomposed period of composting. While the content of $\text{NO}_3\text{-N}$ had the opposite trend with the $\text{NH}_4\text{-N}$ content. At the end of composting, the $\text{NH}_4\text{-N}$ content declined significantly with spent mushroom dreg increasing, but the $\text{NO}_3\text{-N}$ content increased obviously with spent mushroom dreg increasing. Both organic nitrogen and total nitrogen decreased significantly with spent mushroom dreg increasing. The organic nitrogen increased by 35% and 47%, respectively, in the treatments with matured compost and composite cellulose-degrading microbe. Meanwhile, the total nitrogen increased by 28% and 41%, respectively. These results demonstrated that the inoculation of microbe would be beneficial to the formation of the organic nitrogen in the mushroom dreg composting.

Key words: spent mushroom dreg; composting; combined inocula; nitrogen transformation