

板栗苞和牛粪混合堆肥的物质变化特性研究

牛俊玲^{1,2}, 梁丽珍¹, 兰彦平²

(1. 郑州航空工业管理学院资源与环境研究所, 河南 郑州 450015; 2. 北京市农林科学院农业综合发展研究所, 北京 100097)

摘要:以板栗苞和牛粪为原料,在北京市密云板栗生态园中进行了为期40 d的高温好氧堆肥。板栗苞取自密云水库库区板栗生态园,牛粪取自周边养牛场的奶牛粪便,初始混合物料C/N为25~30,含水量在55%~60%,采用人工翻堆的方法进行通风。结果表明,由于板栗苞与牛粪都是木质纤维素含量较高的物料,所以在堆制结束时,堆肥中的粗纤维含量仍有10.11%,整个过程中粗纤维降解率为57.25%。水溶性硝态氮在堆肥过程中总体呈上升趋势,而铵态氮损失比较严重,比初始物料减少了33.30%。在堆肥结束时,C/N基本稳定在20左右。在堆制20 d后,发芽指数(GI)已上升到了80%以上。说明板栗苞和牛粪堆肥40 d后基本可以达到腐熟,但堆肥中仍残存部分有形的板栗苞,需进一步采取措施促进板栗苞中木质纤维素的降解。

关键词:板栗苞;牛粪;高温堆肥;物质变化

中图分类号:S141.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2043(2009)04-0824-04

The Substance Changes During the Composting of Cow Dung and Envelope Splits of Chestnut

NIU Jun-ling^{1,2}, LIANG Li-zhen¹, LAN Yan-ping²

(1. Institute of Resources and Environmental Science, Zhengzhou Institute of Aeronautical Industry Management, Zhengzhou 450015, China; 2. Institute of Agricultural Integrated Development, Beijing Academy of Agriculture and Forestry, Beijing 100097, China)

Abstract: The high temperature compost system used envelope splits of chestnut and cow dung as material composted for 40 d in Miyun Reservoir of Beijing, which was the main place of chestnut production in China. C/N of initial complex material was 25~30, and its content of water was 55%~60%. The test results showed that the content of crude fibre was 10.11% by the end of composting and the degradation ratio of crude fibre was 57.25% during the whole composting process. The content of water soluble NO_3^- -N tended to rise during the composting process, but the content of NH_4^+ -N was lost seriously and decreased 33.30% compared to that in the initial material. The ratio of C/N decreased from 27.28 to 18.26, and at the same time the temperature declined to the environment temperature. The Germination Index (GI) rose to 80% after 20 d of composting. That was to say, there were few plant growth inhibiting substances produced through the whole compost. And by the end of composting, it rose to 110.66%. Both of seed germinating ratio and C/N showed that the complex compost of dung and envelope splits of chestnut had been in maturity after 40 days of composting. But at the end of composting, there were still some tangible envelope splits of chestnut exited in the compost and were not degraded. So it was necessary to take measure for accelerating the degradation of lignocellulose in the envelope splits of chestnut.

Keywords: envelope splits of chestnut; cow dung; high temperature compost; substance change

板栗是我国近年来发展最快的经济林树种和干果之一,它具有资源丰富、分布广泛、适应性强、综合利用价值高等优势,因此,发展板栗已成为板栗产区开发山区资源、发挥山区优势、增加山区人民的经济收入的主要途径。由于我国板栗生产现已完全实现了

品种良种化,栽培规模与产量迅速增加,栗园废弃物产生量也随之大幅增加。目前全国板栗年产量已达到80万t以上,年产生废弃栗苞约150万t,年产生废弃栗壳20万t以上,其中仅北京市板栗年产量已近2万t,年产生废弃栗苞约3.6万t,废弃栗壳约7000t。在板栗的生产、加工过程中,人们仅仅注意到了栗仁的价值,而大量的栗苞、栗壳、栗枝被当作废弃物扔掉,不但造成资源的极大浪费,而且也污染了环境,还造成治理、处理的再投入。

在众多的板栗生产废弃物中,以板栗苞的产生量

收稿日期:2008-07-28

基金项目:北京市科委项目“密云水库库区板栗生态园建设模式研究与示范”(Z07090500550704)

作者简介:牛俊玲(1972—),女,山西长治人,博士,副教授,研究方向为固体废弃物处理与资源化。E-mail: niujl72@zzia.edu.cn

通讯作者:兰彦平 E-mail: lanyanping2000@126.com

最多。板栗苞又名板栗蓬、栗蒲壳,是板栗外层的包裹物,据统计,一般每产 100 kg 板栗就有 60~90 kg 干栗苞(包括空蓬和因病掉落的栗苞),因此,板栗苞产生量非常大^[1-2]。由于板栗苞主要由木质纤维素组成的,本身是一种很好的生物质能源,本研究对密云水库库区板栗生态园的废弃栗苞和周边养牛场的粪便废弃物进行混合堆肥处理,通过研究堆肥化过程中各有机物质的变化情况,分析板栗苞堆肥化处理的可行性及存在的问题,为板栗产区的废弃物进行规模化堆肥处理,实现资源循环利用提供可靠依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

堆肥原料采用板栗苞和新鲜的牛粪。板栗苞取自密云水库库区板栗生态园,牛粪取自周边养牛场的奶牛粪便,堆肥原料性质见表 1。

表 1 堆肥原料的基本性质
Table 1 The basic characteristics of compost material

试验材料	全 C/%	全 N/%	C/N	含水量/%
板栗苞	40.62	1.46	27.82	0.82
牛粪	26.67	1.17	22.79	50.38

1.2 试验方法

堆肥在密云板栗生态园中进行,堆肥池的规格为 1.2 m×1.2 m×1 m,采用人工翻堆的方法进行通风。将板栗苞和牛粪按 C/N 为 25~30 的比例均匀地混合,调节混合物料水分含量在 55%~60%。翻堆方式:从堆肥开始到高温期结束,每 2 d 翻 1 次,高温期过后每 5 d 翻 1 次。每日测定堆体上、中、下部的温度,计算其平均温度;同时测定每日堆肥现场的环境温度。从堆制开始的 0、3、5、10、15、20、25、30、35 和 40 d 采集样品,每堆每次在堆体的上、中、下部分别多点取样,然后充分混合,一部分直接冰冻保存备用,另一部分样品风干磨碎过 60 目筛,干燥保存备用。

1.3 测定项目与方法

(1)pH 和 GI 的测定:新鲜堆肥样品以固液比 1:5 (m/V)浸提,测定浸提液的 pH 值,然后取上述浸提液 8 mL 于垫有滤纸的培养皿中,同时设空白对照(蒸馏水),每个培养皿内放 10 粒饱满的小青菜种子,然后将其放置在 30 ℃培养箱中培养,在 48 h 时测定发芽率和根长,计算发芽指数(GI),其计算方法为:

$$GI(\%) = \frac{\text{堆肥浸提液种子发芽} \times \text{种子根长}}{\text{蒸馏水种子发芽} \times \text{种子根长}} \times 100$$

(2)TOC 的测定采用重铬酸钾容量法-磷酸浴外

加热法测定^[3];TN 的测定采用浓硫酸-催化剂联和红外消煮后通过凯氏定氮法测定^[3];铵态氮(NH₄⁺-N)直接用凯氏定氮仪测定;硝态氮(NO₃⁻-N)用紫外分光光度法测定;粗纤维用酸碱法测定^[4]。

2 结果与分析

2.1 温度的变化

堆体温度能在一定程度上反映堆肥系统中的微生物活性,同时也对其中微生物的活性产生影响,因此,它是堆肥过程控制的一个重要指标^[5]。从图 1 可以看出,在本次板栗苞和牛粪混合堆肥发酵 1 d 后堆体温度就达到 40 ℃以上,高出环境温度近 20 ℃,此后温度迅速上升到 50 ℃以上,到第 5 d 温度达 60 ℃以上,此高温阶段共维持了 9 d。在堆肥过程中 50 ℃以上的高温阶段共维持了 12 d,之后温度下降。堆制 1 个月以后,堆肥温度基本维持在 20 ℃左右,略高于环境温度。在降温阶段,随着可分解底物的不断减少,微生物的活动减慢,即使翻堆温度也不再上升,进入腐熟阶段。在发酵过程中,由于定期进行翻堆,在每次翻堆之后温度都有所下降,但翻堆后 1~2 d 的温度比翻堆前高。

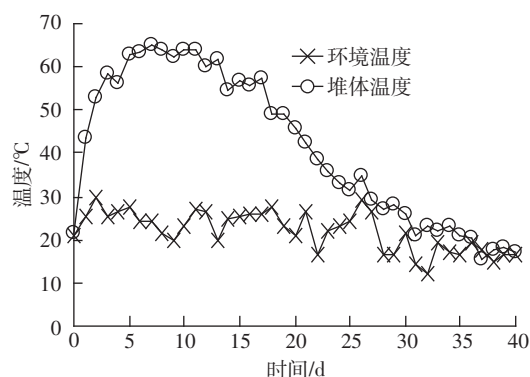


图 1 堆肥过程中温度的变化

Figure 1 Change of the temperature during composting

2.2 pH 值的变化

从图 2 可以看出,在堆肥最初阶段,pH 值迅速上升,在堆肥高温阶段,pH 值也维持在较高水平上,以后由于可利用的能量物质较多,微生物繁殖很快,其活动产生的有机酸使堆肥的 pH 值有所下降,在堆制 30 d 以后,堆肥温度基本稳定时,堆肥的 pH 值也基本维持在 8.3 左右的一段动态平衡状态。在以往的一些报道中,都出现了堆肥初期 pH 值下降,腐熟阶段又有所回升的现象^[6-7],而在本研究中没有出现此现象。

2.3 粗纤维的变化

本研究所用堆肥原料板栗苞与牛粪都是纤维素

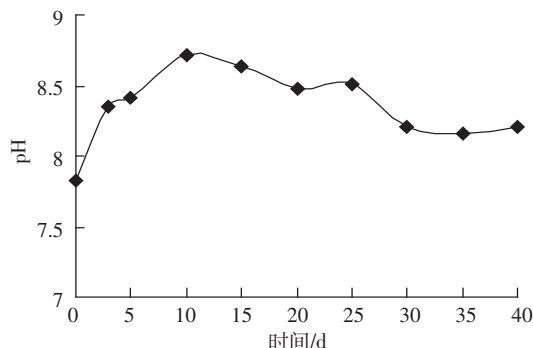


图 2 堆肥过程中 pH 的变化

Figure 2 Change of pH during composting

含量较高的物料,很多研究结果表明,限制堆肥腐熟速度的主要原因就是堆肥物料中的纤维素物质降解缓慢,所以对堆肥过程中的粗纤维含量变化进行分析,有助于了解堆肥的腐熟程度^[8-9]。从图 3 可以看出,在堆制初期粗纤维的相对含量有小幅短暂上升,此后随着堆肥进程呈下降趋势,堆制 1 个月左右,含量逐渐趋于稳定。造成堆制初期粗纤维相对含量小幅上升的原因是由于在堆制初期,已降解的有机物质首先被微生物分解利用,产生大量 CO_2 ,而此时粗纤维等难降解物质还没有开始分解,导致前期粗纤维相对含量有所增加。随着堆体温度上升,板栗苞与牛粪中的粗纤维物质逐渐被降解,粗纤维相对含量就有了大幅降低。经过 40 d 堆制结束时,堆肥中的粗纤维含量从起始的 23.65% 减少到 10.11%,降解率为 57.25%,堆肥中尚残存部分有形的板栗苞。

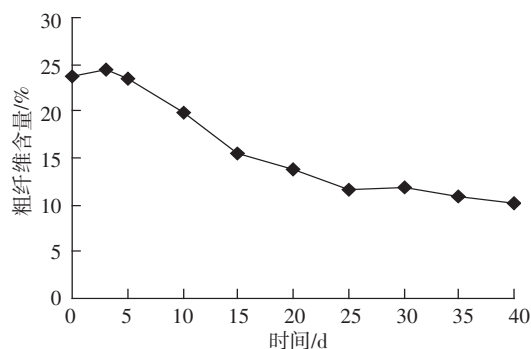


图 3 堆肥过程中粗纤维含量的变化

Figure 3 Change of the crude fibre content during composting

2.4 铵态氮和硝态氮含量的变化

从图 4 可以看出,水溶性硝态氮在开始阶段含量较低,高温阶段之后,随着堆肥时间的延长,硝化作用开始增强,大量的铵态氮转化为硝态氮, NO_3^- -N 含量随之升高,从堆肥开始到堆肥结束, NO_3^- -N 含量增加了 4 倍左右。

从图 5 可以看出,水溶性铵态氮含量在堆肥初期

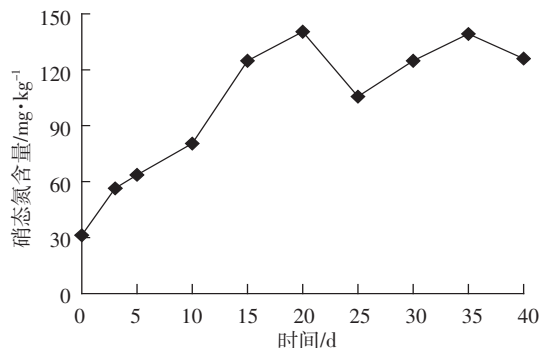


图 4 堆肥过程中硝态氮含量的变化

Figure 4 Change of the NO_3^- -N content during composting

略有升高,之后随着 NH_3 的挥发和微生物的固定作用, NH_4^+ -N 含量不断下降,在后期逐渐趋于稳定,至堆肥结束,铵氮含量从堆肥开始的 $543.03 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 下降至 $362.21 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 左右,减少了 33.30%。因为本试验未采取任何固氮措施,所以在堆肥过程中铵氮损失比较严重。

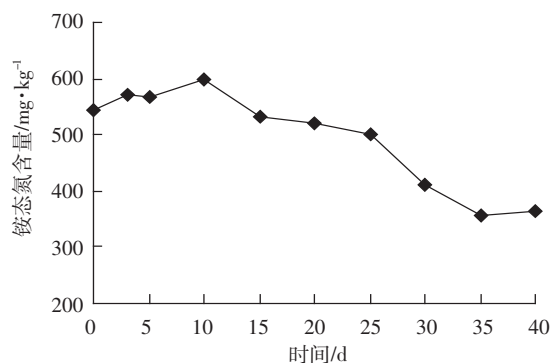


图 5 堆肥过程中铵态氮含量的变化

Figure 5 Change of the NH_4^+ -N content during composting

2.5 C/N 的变化

C/N 是最常用于评价腐熟度的参数,一般认为腐熟的堆肥 C/N 小于 20^[10]。从图 6 中可以看出,在整个堆肥过程中,C/N 呈缓慢下降趋势。这主要是因为以板栗苞和牛粪为堆肥原料的 C/N 相对较高,在堆制初期,随着温度的升高,堆体内微生物大量繁殖,微生物活性较强,堆体中的有机质分解剧烈,相对于氮素损失,含碳量下降较快,所以堆肥的 C/N 呈下降趋势。到堆肥化的中后期,氮素损失逐渐减小,而有机物的分解速度也逐渐减缓,所以堆肥的 C/N 变化趋于缓和,最后稳定在 20 左右。

2.6 GI 的变化

在本试验中我们用小青菜种子的发芽指数来评价堆肥的腐熟程度。从图 7 可以看出,堆肥过程对降低农业废弃物的毒害有明显作用,在堆肥开始的时候,发芽指数仅为 20.20%,在堆制 20 d 高温期过后,

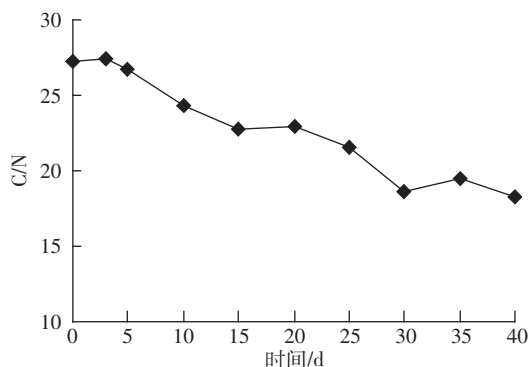


图6 堆肥过程中 C/N 的变化

Figure 6 Change of C/N during composting

发芽指数已上升到了 80%以上,可以认为此时堆肥已经不影响种子的发芽。就发芽指数来说,一般堆肥进行 30 d 后就可以认为达到了基本腐熟的程度,即产品可以安全使用了^[11]。本试验用板栗苞和牛粪为原料进行堆肥,GI 的变化情况也符合这个规律。

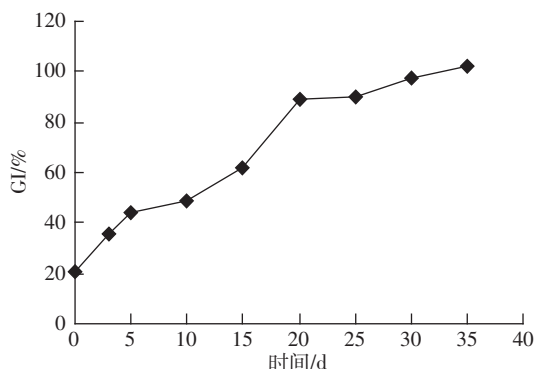


图7 堆肥过程中 48 h 发芽指数的变化

Figure 7 Change of the 48 h germination index during composting

3 结 论

(1)由于堆肥原料板栗苞与牛粪都是纤维素含量较高的物料,且本次试验没有添加任何菌种,所以经过 40 d 堆制结束时,堆肥中的粗纤维含量仍有 10.11%,在整个过程中粗纤维降解率为 57.25%。为有效促进纤维素降解,缩短堆肥时间,用于在堆肥中降解板栗苞的菌种正在进一步筛选和研究中。

(2)水溶性硝态氮在堆肥过程中总体呈上升趋势,而由于本试验未采取任何固氮措施,所以在堆肥过程中铵氮损失比较严重,在整个堆肥过程中铵氮减少了 33.3%,除去一小部分转化成硝态氮,大部分都释放到空气中。

(3)C/N 和 GI 是最常用于评价腐熟度的参数。在本试验中,在堆肥结束时,C/N 比基本稳定在 20 左右。在堆制 20 d 后,发芽指数已上升到了 80%以上。

从这两个指标来看,板栗苞和牛粪堆肥 40 d 后基本可以达到腐熟。

参考文献:

- [1] 晏海云,赵和清,丁国苏,等. 板栗科技[M]. 北京:专利文献出版社,1998.
- [2] YAN Hai-yun, ZHAO He-qing, DING Guo-su, et al. Chestnut science and technology[M]. Beijing: Patent and Document Press, 1998.
- [3] 李昌春,王学峰,魏先敏,等. 板栗蒲壳栽培香菇实验初报[J]. 食用菌,1993(1):15.
- [4] LI Chang-chun, WANG Xue-feng, WEI Xian-min, et al. Cultivating fungi base on the envelope splits of chestnut[J]. *Edible Fungi*, 1993(1):15.
- [5] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [6] BAO Shi-dan. Soil and agricultural chemistry analysis[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000.
- [7] 夏玉宇,朱 丹. 饲料质量分析检验[M]. 北京:化学工业出版社,1994.
- [8] XIA Yu-yu, ZHU Dan. Feed quality analysis and inspection[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1994.
- [9] 李国学,张福锁. 固体废物堆肥化与有机复混肥生产[M]. 北京:化学工业出版社,2000.
- [10] LI Guo-xue, ZHANG Fu-suo. Solid waste composting and organic compound fertilizer producing[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2000.
- [11] 徐 灵,王成端,姚 岚. 污泥堆肥过程中主要性质及氮素转变[J]. 生态环境,2008,17(2):602-605.
- [12] XU Ling, WANG Cheng-duan, YAO Lan. The main characteristics and nitrogen transition in the composting of sewage sludge and straw[J]. *Ecology and Environment*, 2008, 17(2):602-605.
- [13] 单德鑫,李淑芹,许景钢. 固体有机废物堆肥过程中氮的转化[J]. 东北农业大学学报,2007,4(2):265-269.
- [14] SHAN De-xin, LI Shu-qin, XU Jing-gang. Nitrogen transformations in solid organic waste composting [J]. *Journal of Northeast Agricultural University*, 2007, 4(2):265-269.
- [15] 席北斗,刘鸿亮,白庆中,等. 堆肥中纤维素和木质素的生物降解研究现状[J]. 环境污染治理技术与设备,2002,3(3):19-23.
- [16] XI Bei-dou, LIU Hong-liang, BAI Qing-zhong, et al. Study on current status of lignin and cellulose bio-degradation in composting process[J]. *Techniques and Equipment for Enviro Poll Cont*, 2002, 3(3):19-23.
- [17] 牛俊玲,崔宗均,李国学,等. 高温堆肥中复合菌系对木质纤维素和林丹降解效果的研究[J]. 农业环境科学学报,2005,24(2):375-379.
- [18] NIU Jun-ling, CUI Zong-jun, LI Guo-xue, et al. Study on the degradation of lignocellulose and lindane by composite microbial system during thermophilic compost process[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2005, 24(2):375-379.
- [19] Morel T L, Colin F, Germon J C, et al. Methods for the evaluation of the maturity of municipal refuse compost[C]//Composting of agriculture and other wastes Ed J, London and New York;K R Gasser. Elsevier Applied Science Publishers, 1985:56-72.
- [20] 朴 哲,崔宗均,苏宝林. 高温堆肥的物质转化与腐熟进度关系[J]. 中国农业大学学报,2001,6(3):74-78.
- [21] PIAO Zhe, CUI Zong-jun, SU Bao-lin. Relationship between the converse characteristics of substances and the decompose process in quick fermentation and compost system[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2001, 6(3):74-78.