

板栗废弃物与牛粪混合堆肥发酵适宜配比研究

周爱松¹, 王凤春¹, 刘向东², 冯芳侠¹, 付庆伟¹ (1. 河北省板栗工程技术研究中心, 迁西县科技局板栗产业研究发展中心, 河北迁西 064300; 2. 唐山首信自动化信息技术有限公司, 河北唐山 064000)

摘要 [目的] 探讨板栗废弃物制备有机肥技术的可行性。[方法] 以板栗废弃物(玉米秸秆为对照)和牛粪为主要高温好氧堆肥原料, 尿素和微生物菌剂为辅料, 以 pH、有机质、全氮、全磷、全钾、速效氮、铵态氮、腐殖酸、重金属、微生物、蛔虫卵等为指标, 研究板栗废弃物和牛粪好氧堆肥的最佳配比。[结果] 板栗废弃物与牛粪的干重比为 5:5 的配方处理, 总养分含量、铵态氮占速效氮比例及水溶性腐殖酸占总腐殖酸比例分别达 6.98%、96.9% 和 14.6%, 重金属、微生物及蛔虫卵均达到国家相关标准的要求。[结论] 板栗废弃物与牛粪干重比以 5:5 较适宜。

关键词 板栗; 废弃物; 堆肥

中图分类号 S141.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)14-0141-03

Study on the Optimum Fermentation Ratio of Chestnut Waste and Cow Dung Composting

ZHOU Ai-song¹, WANG Feng-chun¹, LIU Xiang-dong² et al (1. Hebei Chestnut Engineering Technology Research Center, Qianxi Castanea Mollissima Industry Research and Development Center, Qianxi, Hebei 064300; 2. Tangshan Shouxin Automation Information Technology Co., Ltd., Tangshan, Hebei 064000)

Abstract [Objective] To explore the feasibility of preparing organic manure from *Castanea mollissima* waste. [Method] Using chestnut waste (corn stalk control) and cattle manure as the main raw material of urea high temperature aerobic composting, and microbial agents as auxiliary materials, with pH value, organic matter, total nitrogen, total phosphorus, total potassium, available nitrogen, ammonium nitrogen, humic acid, heavy metals, microbial, ascaris eggs etc. as the index, the best ratio of the waste and cattle manure aerobic composting of chestnut was studied. [Result] In the treatment of chestnut waste and cattle manure dry weight ratio of 5:5, nutrient content, the proportion of ammonium nitrogen and available nitrogen, the proportion of water soluble humic acid and total humic acid ratio reached 6.98%, 96.9%, and 14.6%, heavy metals, microbial and ascaris eggs have reached the requirements of the relevant national standards. [Conclusion] The proportion of dry weight ratio of chestnut waste to cow dung is 5:5.

Key words Chestnut; Waste; Compost

迁西县是京东板栗的主产区, 全县板栗栽培总面积超过 5 万 hm^2 、4 300 多万株, 平均年产量达 5.5 万 t, 最高年产量 6.7 万 t, 产值 12 亿多元, 板栗成为农民增收致富的“铁杆庄稼”。板栗叶、花、蓬及修剪的废旧枝条成为当地农村环境污染的主要来源, 也是冬季山火的主要隐患。刘更另^[1]研究了燕山板栗生长的土壤及肥料营养组成, 并分析了不同生长期板栗叶元素的含量与需求, 结果表明, 落叶期板栗叶中有机质、氮、磷、钾、镁、铜、锌、铁、锰、硼含量分别为 603 g、13.6 g、1.6 g、4.1 g、5.1 g、6.1 mg、27.6 mg、289 mg、541 mg、23.2 mg; 同时, 秋天板栗叶中各种元素的含量最高, 是“还田”板栗树的最好物质。

牛粪是有机肥常用的氮源, 具有植物生长所需的元素和有机质, 不宜单独堆肥^[2]。以板栗废弃物为碳源, 混合适当的牛粪进行微生物发酵, 是有机肥堆制的关键技术。传统有机肥研究以有机肥的使用技术和土壤肥力影响等方面为主, 以农林废弃物为主要原料的堆制研究较少。笔者以板栗废弃物(板栗叶约为 85%, 板栗枝条约为 10%, 板栗蓬约为 5%) 和牛粪为堆肥基本原料, 采用 FBA 微生物菌剂和 3 种木腐菌制成的发酵剂进行混合发酵, 以有机质、全氮、全磷、全钾、速效氮、铵态氮、pH、腐殖酸、重金属、微生物、蛔虫卵等为指标^[3], 研究适宜的板栗废弃物和牛粪物料比, 旨在为制

备板栗废弃物有机肥提供理论依据, 实现板栗产业链的环境友好型转变。

1 材料与方法

1.1 试验材料 板栗废弃物: 板栗枝条、落叶, 枝条进行简单粉碎, 产自迁西县汉儿庄乡杨家峪; 牛粪: 产自迁西县东荒峪跃华牛场。堆肥原料的主要成分见表 1。

表 1 堆肥原料的主要成分

Table 1 Component of raw materials used in composting

原料 Raw material	总碳 Total C g/kg	总氮 Total N g/kg	碳氮比 C/N	含水率 Moisture content//%
牛粪 Cow dung	358.7	12.4	28.87	54.62
板栗叶 Chestnut leaf	562.3	10.1	55.68	68.42

2017 年 6—12 月, 在河北省唐山市迁西县立千生物肥业有限公司工厂进行堆肥。以板栗废弃物和牛粪为主要原料, 使用迁西县立千生物肥业有限公司自制的腐熟菌剂。

1.2 试验设计 以板栗废弃物和牛粪为主要原料, 进行条垛型有机肥混合堆肥发酵, 堆垛下底宽 2 m, 上底宽 1 m, 堆高 1 m, 长度不限; 堆垛底部设置通风槽(30 cm 宽, 20 cm 深), 板栗废弃物与牛粪按比例混匀后撒上尿素和腐熟菌剂(5 g/kg)进行氮素调节和促进发酵; 水分控制在 65% 左右。堆肥前 10 d 每 4 d 翻抛机(LYFP280)翻抛, 堆肥开始后每 5 d 翻抛 1 次, 发酵处理 20 d 结束; 分别于第 0、1、2、3、4、6、9、12、15、18、20 天采样^[4]。

试验设 3 个处理和 1 个对照(CK, 以玉米秸秆替代板栗叶, 与牛粪物料比 1:1), A、B 和 C 处理的板栗叶与牛粪(干

基金项目 河北省科技计划项目“新型专用有机肥研制与示范”(17227309D)。

作者简介 周爱松(1981—), 男, 河北唐山人, 工程师, 从事板栗功能分析及其产业技术研究。

收稿日期 2018-02-22; **修回日期** 2018-03-16

重)配比为5:5、6:4和7:3,分别用尿素调节4组的C/N至25:1;发酵腐熟菌剂添加量为1%,每组干物料重500 kg^[5](表2)。发酵结束后取样,进行有机质、全氮、全磷、全钾、pH、总腐殖酸、游离腐殖酸、水溶性腐殖酸、速效氮、铵态氮、重金属、微生物、蛔虫卵等指标监测。

表2 不同物料配比用量

Table 2 Dosage of different raw materials proportion

处理 Treatment	废弃物或对照物 Waste/CK kg	牛粪 Cow dung//kg	尿素 Urea kg	物料比 Material ratio
A	250	250	5.2	5:5
B	300	200	5.9	6:4
C	350	150	6.7	7:3
CK	250	250	7.1	5:5

1.3 检测指标与方法

1.3.1 样品处理。取发酵后有机肥样品5 000 g,干燥处理后,研磨过100目筛,备用。

1.3.2 质量指标。使用土壤养分速测仪(TPY-6A,浙江托普仪器有限公司产)进行有机质、pH、全氮、全磷、全钾、速效氮的检测;总腐殖酸采用碱性焦磷酸钠浸提,重铬酸钾容量法测定;游离腐殖酸采用氢氧化钠浸提,重铬酸钾容量法测定;水溶性腐殖酸采用水浸提,重铬酸钾容量法测定;铵态氮采用氯化钠浸提,扩散法测定^[6]。

1.3.3 重金属。使用土壤重金属检测仪(EDX-P930,浙江托普仪器有限公司)测定重金属(Cr、Cd、Pb、As、Hg等)含量。

1.3.4 微生物。(1)采用梯度稀释涂平板法分离真菌、细菌、放线菌和霉菌,分别使用PDA培养基、营养琼脂培养基、高氏(Gause)1号培养基和马丁氏(Martin)培养基进行培养。

称取样品10 g,加入90 mL无菌水混匀后定容,制成100 mL母液菌悬液。用无菌移液管分别吸取10 mL上述母液菌悬液,加入90 mL无菌水进行稀释;用同样的方法依次制备 10^{-1} 、 10^{-2} 、 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} 、 10^{-6} 稀释倍数的菌悬液,分别吸取0.1 mL菌悬液进行固体培养,每个样品取3个连续适宜的稀释度,进行固体培养基平板涂布培养,用涂布棒在培养基表面将菌液来回推散涂抹均匀,置于生物培养箱培养。细菌(36 ± 1) °C培养24 h后计数,真菌、霉菌(27 ± 2) °C培养72 h后计数,放线菌(30 ± 2) °C培养7 d后计数,统计有效活菌数。

(2)采用改良饱和硝酸钠漂浮法进行蛔虫卵数量检测。取样分别过孔径2.3 mm筛后,各称取样品1 g,置于10 mL离心管内,加入5% NaOH溶液8 mL置振荡器混匀处理2 min后,2 000 r/min离心4 min,加入饱和NaNO₃溶液搅拌混匀,2 000 r/min离心4 min,用饱和NaNO₃溶液满至管口,覆上盖玻片;静置15 min后,取下盖玻片置于载玻片上镜检。

1.4 数据分析 试验数据采用Microsoft Excel 2007和IBM SPSS Statistics 21.0软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 不同物料配比有机肥有机质、总养分含量和酸碱度比较 由表3可知,各处理有机质含量均大于标准(450 g/kg)

要求,各处理由大到小依次为A、C、CK、B,除A处理外,其他处理差异很小(小于10.5 g/kg)。随板栗废弃物添加比例的增加,有机质含量呈下降趋势;同等含量的处理下,板栗废弃物比对照组(玉米秸秆)和牛粪等物料发酵处理后的有机质含量高12.02%,差异显著。

表3 不同处理有机肥有机质和养分含量

Table 3 Nutrient and organic matter content in organic fertilizer of different treatments

处理 Treatment	有机质 Organic matter g/kg	全氮 Total nitrogen g/kg	全磷 Total phosphorus g/kg	全钾 Total kalium g/kg	pH
A	752.3	16.3	19.4	34.1	7.6
B	631.7	15.7	18.8	34.4	8.0
C	642.2	14.6	18.5	36.2	8.1
CK	632.1	14.7	19.6	34.7	8.1

不同物料配比堆制有机肥A、B、C、CK处理的总养分含量分别为69.8、68.9、69.3和69.0 g/kg,A处理最高,但各处理之间差异很小(小于0.9 g/kg)。各配比处理中,随着板栗废弃物含量的增加,全氮和全磷含量降低,全钾含量呈增加趋势;与牛粪等物料用量相同的对照组相比,A处理的全氮含量最高,全磷、全钾含量基本相同。pH由大到小依次为C(CK)、B、A,与B和C处理和相同物料比的对照组CK相比,A处理的pH最低7.6,更适合板栗生长环境的土壤需求。

2.2 不同物料配比有机肥速效氮和腐殖酸含量比较 由表4可知,各处理有机肥速效氮含量由高到低依次为A、B、C、CK。铵态氮占速效氮的比例,各处理含量均超过95%;同时,A处理的速效氮含量最高为1 144.4 mg/kg,C处理为710.4 mg/kg,A、B、C、CK处理速效氮占全氮的比例分别为7.0%、6.3%和4.9%、4.2%。可以推断,板栗废弃物与牛粪混合发酵的不同物料配比处理,有机肥速效氮含量随板栗废弃物比例的增加而降低,高于以玉米秸秆与牛粪配比的速效氮含量;铵态氮是速效氮存在的主要形式。

表4 不同处理有机肥速效氮和腐殖酸含量

Table 4 Available nitrogen and humic acid contents in organic fertilizer of different treatments

处理 Treatment	速效氮 Avalable N mg/kg	铵态氮 Ammonium N mg/kg	腐殖酸 Humic acid %	游离腐殖酸 Free humic acid//%	水溶性腐殖酸 Soluble humic acid//%
A	1 144.40	1 109.30	34.26	19.66	14.60
B	996.70	949.40	32.17	19.18	12.99
C	710.40	699.68	30.98	18.97	12.01
CK	623.80	618.30	28.98	19.01	9.97

各处理的腐殖酸总量由高到低依次为A、B、C、CK。其中,游离腐殖酸由高到低依次为A、B、CK、C,各处理之间差异较小;水溶性腐殖酸含量由高到低依次为A、B、C、CK,各处理之间差异显著,以A处理的水溶性腐殖酸最高为14.6%,CK最低为9.97%;不同配比之间,随板栗废弃物比例的增加,水溶性腐殖酸含量逐渐降低。水溶性腐殖酸是能

够被土壤直接利用的形态,因此,4个处理中,以与牛粪相同配比的板栗废弃物用量的有机肥优于其他处理,水溶性腐殖酸含量达14.60%。

2.3 不同物料配比有机肥重金属含量比较 根据农业部相关标准 NY 525—2012《有机肥料》标准要求:总 As ≤ 15 mg/kg,总 Hg ≤ 2 mg/kg,总 Pb ≤ 50 mg/kg,总 Cd ≤ 3 mg/kg,总 Cr ≤ 150 mg/kg。由表5可知,各处理有机肥中重金属指标均符合国家规定。其中,As、Cd、Pb含量随板栗废弃物配比的增加而降低,均优于对照组;各处理之间 Hg 含量差异不显著,基本与对照组含量一致;Cr含量随板栗废弃物配比的增加而增加,分别为对照组的215.4%、221.3%和240.7%,差异显著。Cr是铁矿石常见的伴生元素,唐山地区板栗主产区多数为铁矿富集地;研究表明,燕山地区板栗叶、枝条、树皮等部位的铬含量高于其他地区板栗各部位的含量,具有一定的地域差异^[7]。

表6 不同处理有机肥微生物和蛔虫卵数量

Table 6 Microbial and roundworm eggs in organic fertilizer of different treatments

处理 Treatment	真菌 Fungus $\times 10^3$ CFU/g	细菌 Bacteria $\times 10^8$ CFU/g	放线菌 Actinomycetes $\times 10^5$ CFU/g	霉菌 Mould $\times 10^4$ CFU/g	大肠杆菌 <i>Escherichia. coli</i> $\times 10^3$ 个/g	蛔虫卵 Roundworm eggs 个/kg
A	3.8	1.3	1.4	2.7	2.1	34
B	4.2	1.4	1.4	2.8	1.7	46
C	4.1	1.6	1.1	2.4	1.6	43
CK	6.6	1.4	1.7	3.0	2.7	81

3 结论与讨论

以板栗废弃物和牛粪为主要原料发酵制备有机肥,能最大限度地降低板栗主产区废弃物资源的排放污染,促进产业链的循环及可持续性发展。该研究结果显示,在技术方面,试验设置的C/N为25:1的发酵效果达到预期,不同物料配比的各评价指标间差异显著;与相同物料配比的玉米秸秆相比,有机质、全磷、全钾、全氮、速效氮、腐殖酸等指标含量均有不同程度的提高,具有优越性和替代性。在微生物种群量方面,细菌为优势菌群,放线菌次之,原因可能是板栗叶表面覆盖蜡质不利于放线菌和真菌着生,在有氧发酵堆肥时,细菌进行好氧发酵升温促进其他菌群进行协同作用,从而快速熟化物料。板栗废弃物中Fe、Cr等元素含量较高(与产地立地条件关系较大),通过发酵熟化后在有机肥中富集,但其含量远低于国家相关标准的限值,同时,其他重金属元素含量也符合标准要求。因此,控制板栗废弃物的配比,避免过量使用造成产品中重金属的富集,是板栗废弃资源循环利用的重要环节^[8]。

以板栗废弃物和牛粪为原料进行3个处理的堆肥发酵,发酵产物的养分、重金属和腐殖酸含量均达到农业部 NY 525—2012《有机肥料》标准要求;有效活菌数、蛔虫卵死亡率

表5 不同处理有机肥重金属含量

Table 5 Heavy metals contents in organic fertilizer of different treatments

处理 Treatment	As	Cd	Pb	Cr	Hg
A	1.03	0.67	16.23	35.17	0.12
B	1.12	0.64	15.41	36.14	0.10
C	1.06	0.56	14.22	37.31	0.11
CK	1.21	0.74	19.24	16.33	0.11

2.4 不同物料配比有机肥微生物和蛔虫卵数量比较 NY 884—2012《生物有机肥》标准要求:有效活菌数(CFU) ≥ 0.20 亿/g,大肠菌群数 ≤ 100 个/g,蛔虫卵死亡率 $\geq 95\%$ 。由表6可知,有机肥中微生物和蛔虫卵等指标均符合标准要求。其中,真菌、放线菌、霉菌、大肠杆菌和蛔虫卵等指标均明显低于玉米秸秆与牛粪配比的对照组;细菌总数与对照组差别不大。

也均符合农业部 NY 884—2012《生物有机肥》标准要求;各考核指标与常用的玉米秸秆相比优势明显,符合山区就地取材、促进产业资源循环利用的原则^[9]。

综合考虑,以板栗废弃物和牛粪为好氧堆肥原料时,板栗废弃物与牛粪干重配比为5:5时达到无害化标准和腐熟要求,有机肥的速效性和安全性均较好,质量较高。

参考文献

- [1] 刘更另. 燕山片麻岩山区农业综合开发[M]. 北京:中国农业科技出版社,1995:65-66.
- [2] 陈林根,姜雪芳. 固体有机废物好氧堆肥发酵工艺概述与展望[J]. 环境污染与防治,1997(2):35-38.
- [3] 彭宇,戴辉,武丽,等. 甘蔗渣与牛粪高温好氧堆肥的适宜配比研究[J]. 安徽科技学院学报,2016,30(5):17-23.
- [4] 高峻岭,宋朝玉,李祥云,等. 不同有机肥配比对蔬菜产量和品质及土壤肥力的影响[J]. 中国土壤与肥料,2008(1):48-51.
- [5] 刘凯,郁继华,颜建明,等. 不同配比的牛粪与玉米秸秆对高温堆肥的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2011,46(1):82-88.
- [6] 李玉红,王岩,李清飞. 不同原料配比对牛粪高温堆肥的影响[J]. 河南农业科学,2006,35(11):65-68.
- [7] 李国学,张福锁. 固体废弃物堆肥化与有机复混肥生产[M]. 北京:化学工业出版社,2000.
- [8] 马迪,赵兰坡. 禽畜粪便堆肥化过程中碳氮比的变化研究[J]. 中国农学通报,2010,26(14):193-197.
- [9] 仇焕广,廖绍攀,井月,等. 我国畜禽粪便污染的区域差异与发展趋势分析[J]. 环境科学,2013,34(7):2766-2774.