

刘绍鹏,李清秀,贺峰. 秸秆不同还田方式的堆肥效果[J]. 江苏农业科学,2016,44(8):483-485.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.08.139

秸秆不同还田方式的堆肥效果

刘绍鹏,李清秀,贺峰

(徐州生物工程职业技术学院,江苏徐州 221006)

摘要:将秸秆、秸秆制沼气后沼渣和秸秆饲喂羊后粪便与污水处理厂污泥混合进行堆肥试验。对此 3 种原料堆肥温度、pH 值、C/N、有机质含量、种子发芽指数、气味变化进行堆肥评价,结果这 3 种原料均达到腐熟要求。综合经济效益和投入成本认为,秸秆先饲喂牲畜再进行沼气生产、最后进行堆肥的还田方式最佳。

关键词:秸秆还田;优化模式;堆肥;堆肥温度;pH 值;有机质含量;气味变化;腐熟度;种子发芽指数

中图分类号: S141.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)08-0483-03

我国是农业大国,粮食产量世界第一,与此同时秸秆年产量为 9 亿 t。对秸秆的利用目前有秸秆制备沼气、秸秆制备饲料和直接还田以及制备建材、编制手工艺品等^[1]。其中,秸秆制备沼气或饲喂牲畜后留下沼渣或牲畜粪便,其最佳利用方式是制备肥料还田。然而,沼渣或牲畜粪便不经堆肥处理直接施放农田,会对农作物生长和农业生产造成负面影响^[2-4]。秸秆直接还田可减少中间处理环节,且一次性处理量大,成本低廉。但是,由于秸秆中含氮量少,且直接还田时在微生物的作用下耗氧量上升,产生大量有害气体,导致作物根部受害,生长抑制,营养不良,免疫力差,倒伏减产^[5]。因此,不论是直接还田或者是秸秆利用后间接还田都需要经过堆肥处理,才能够保障肥料营养安全。

堆肥处理可以保障秸秆、粪便或沼渣在微生物作用下通过高温发酵杀死病原菌、腐殖有机物、稳定质量,最终使其达到腐熟,成为宝贵的复混肥料^[6]。而评价肥料是否腐熟,一般从种子发芽指数(GI)、有机质含量、氮氮含量、堆腐过程中温度变化等指标来评价。

本研究对秸秆、秸秆产沼气后沼渣和以秸秆为主食的牲畜粪便进行堆肥处理,以期找到秸秆还田的最佳方式。

1 材料与与方法

1.1 材料来源

收稿日期:2015-06-23

基金项目:江苏省徐州市科技计划(编号:XF12C017)。

作者简介:刘绍鹏(1981—),男,江苏徐州人,博士,讲师,研究方向为生物化工。E-mail:39960681@qq.com。

[4]周殷,胡长伟,李鹤,等. 柚子皮吸附剂的物化特性研究[J]. 环境科学与技术,2010,3(11):90.

[5]房平,任娟,邵瑞华. 活性炭对苯酚的吸附研究[J]. 炭素技术,2011,30(2):1-5.

[6]王贵珍,李丽欣,李永真,等. 毛竹活性炭制备及其对含苯酚废水吸附的研究[J]. 高校化学工程学报,2010,24(4):2-3.

[7]赵明,吴文权. 稻草热解动力学研究[J]. 农业工程学报,2002,18(1):107-110.

[8]何秋香,陈祖亮. 柚子皮制备生物炭吸附苯酚的特性和动力学

秸秆取自江苏省徐州市丰县宋楼镇农户,生污泥取自苏北某污水处理厂污泥脱水车间,沼渣取自徐州生物工程职业技术学院校内沼气池,牲畜粪便为以秸秆为主饲养的羊粪。

1.2 试验装置

以自制立方体堆肥箱堆肥,容积为 20 L,堆肥体积约为 15 L。堆肥箱上方设有通风出气口和温度计插口,底部连接通风管和垃圾渗滤液出口塑料管。箱底接近底部处设有一面承托堆肥物的筛板,筛板与底部约为 3 L 气体容积。

1.3 试验方法

1.3.1 堆肥试验设计及堆制^[7] 以污泥为接种物,将污泥与堆肥对象按 1:2 的比例混合,调节含水率至(65±5)%,密封上部,底部用曝气泵通风,环境温度为(20±1)℃,堆制 15 d。其中,1 号堆肥箱为秸秆,2 号为沼渣,3 号为羊粪便。

1.3.2 分析方法

1.3.2.1 温度分析 每天 09:00 测定堆肥温度并记录,测试深度为堆层表面下 30cm 处。

1.3.2.2 含水率分析 称取 10.0 g 样品,烘箱内烘 12 h,称质量。

1.3.2.3 pH 值测定 取 1.0 g 样品,加去离子水 10 mL,混匀,以 pH 计测定。

1.3.2.4 有机质含量分析 取 1.0 g 烘干后样品,于马弗炉中 550℃下灼烧 4 h,称质量。

1.3.2.5 碳、氮含量分析 其中,全氮分析以硫酸-过氧化氢联合消煮后通过凯氏定氮法测定;以重铬酸钾容量法-沸水浴稀释热法分析碳含量。

1.3.2.6 GI 测定^[8] 称取待测堆肥样品 5.0 g,与蒸馏水按

[J]. 环境工程学报,2014(9):3853-3859.

[9]信欣,姚力,陈红燕,等. 核桃壳炭化吸附废水中 Cr(VI)的性能研究[J]. 环境工程学报,2010,4(10):1-3.

[10]吴志皓,孙朝琴,穆亚芳,等. 活性炭吸附法处理含酚废水[J]. 信阳农业高等专科学校学报,2007,17(2):1-2.

[11]曾荣英,唐文清,冯泳兰,等. 炭化柚子皮对废水中双酚 A 的吸附[J]. 环境工程学报,2013,10:3797-3801.

[12]王慧. 柚皮生物炭对湿地土壤吸附五氯酚和磷的影响研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2014:5-6.

体积比 1 : 10 混合,振荡后过滤,吸取 10 mL 滤液,加到铺有 2 张滤纸的培养皿中,每个培养皿均匀摆放 20 粒水芹种子,在温度为(30 ± 1) °C 恒温培养箱中培养 48 h 后,测定发芽率和根长,同时以蒸馏水为对照,每个处理 3 次重复。

$$GI = GI_1 / GI_2 \times 100\%。$$

式中:GI₁ 为浸提液种子发芽率 × 根长,GI₂ 为对照种子发芽率 × 根长。

1.3.2.7 气味分析 将待测样品置于三角烧瓶中,离鼻孔 30 cm,轻轻扇动瓶口上方判断气味。以新鲜沼渣气味 5 级,以稻田土壤气味为 0 级,判断待测样品腐熟情况。

2 结果与分析

2.1 堆肥过程中温度的变化

由图 1 可知,环境温度基本维持在 20 °C 左右。堆肥时,堆肥箱内温度的变化可分为升温期、高温期、降温期和稳定期^[8]。其中,在升温期时有机物开始分解,微生物生长。此时,主要利用的原料为单糖、蛋白质和脂肪等易降解原料。高温期温度基本达到 48 °C 以上。在高温期,微生物生长迅猛,原料中纤维素和半纤维素出现降解,原料开始往腐殖化过渡。当温度维持在 48 ~ 60 °C/d 时,原料中有害菌或寄生虫可被杀死。在降温期,当温度降低到 50 °C 以下,高温菌活动衰弱,但中温性微生物活动依然存在,原料进一步腐熟。在稳定期,堆肥温度稍高于室温,原料中微生物活动处于衰退势,原料基本被腐熟。由图 1 可知,秸秆和羊粪便在堆肥过程中进入高温期迅速,维持时间也长,均为 6 d,只是羊粪便进入高温期比秸秆快 1 d 且总体维持高温水平平均高于其他 2 组。这可能是因为羊粪便中氮源较其他 2 组充分,更适合微生物的生长。而沼渣高温期维持时间仅为 3 d,且进入高温期时间迟缓,约到 9 d 左右时才缓慢达到高温。这可能是因为沼渣中可被利用的有机物在之前的沼气发酵中消耗较大,从而导致整体堆肥温度水平不高。另一方面,沼渣蓬松度比秸秆和羊粪便差,与污泥混合后通气性较差,影响好氧微生物呼吸,这有可能是导致沼渣不能迅速进入高温期的另一原因。

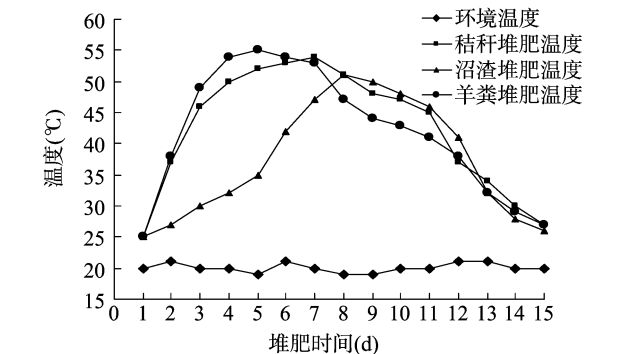


图1 堆肥过程中温度的变化

2.2 堆肥过程中含水率变化

含水率变化与堆肥温度和原料内孔隙度有关^[7-10]。由表 1 可知,羊粪便含水率下降最大,但堆肥 7 d 和堆肥 15 d 含水率差别不大;秸秆在堆肥 15 d 时下降幅度最大;沼渣含水率有所下降,但下降幅度最小。通过含水率变化一定程度上反映了微生物呼吸作用。这说明秸秆和羊粪中微生物呼吸作用最强,与图 1 结果相吻合。

表 1 堆肥过程中含水率的变化

原料	含水率(%)		
	0 d	7 d	15 d
秸秆	68.45	66.18	60.93
沼渣	68.51	67.49	65.28
羊粪便	69.10	62.17	62.58

2.3 堆肥过程中有机质含量的变化

由表 2 可知,秸秆的初始有机质含量高,堆肥过程中有机质含量下降也最多,沼渣有机质含量下降幅度最小,但最终有机质含量与秸秆相当。这是因为秸秆经沼气发酵时消耗的一部分有机质加上好氧堆肥时剩下被降解的有机质相当于秸秆可被微生物降解的部分。而秸秆直接堆肥,由于蓬松度比沼渣好,所以降解率会稍高一些。羊粪便的有机质降解幅度比秸秆低,初始有机质含量也低于秸秆,与沼渣相当。但以秸秆为主的饲料中添加了豆粕、玉米淀粉等材料,因此该数据不能直接反映秸秆在牲畜体内降解程度。通过最终有机质含量的确定,可以确定这 3 种原料最终剩余的有机质为 51% 左右,无明显差别。

表 2 堆肥过程中有机质含量变化

原料	有机质含量(%)		
	0 d	7 d	15 d
秸秆	63.35	56.34	51.93
沼渣	57.91	56.49	52.28
羊粪便	57.10	54.17	50.58

2.4 堆肥过程中的 C/N 变化

按照目前的研究标准,当堆肥的 C/N 趋近于微生物菌体本身 C/N 即 16 时认为堆肥腐熟^[11-13]。按照该标准,这 3 种原料均不可直接施放农田,而在堆肥 7 d 时基本接近腐熟,堆肥 15 d 达到腐熟,即可用于还田(表 3)。

表 3 堆肥过程中 C/N 的变化

原料	C/N		
	0 d	7 d	15 d
秸秆	37.13	15.12	14.93
沼渣	35.25	16.22	13.28
羊粪便	27.53	14.34	14.58

2.5 堆肥过程中 pH 值的变化

由表 4 可知,在堆肥开始前,3 种原料 pH 值均为弱碱性;而随着堆肥过程的延续,3 种原料 pH 值均呈下降趋势,这是由微生物活动时会产生大量有机酸所致;而在堆肥 7 d 时,沼渣和羊粪便 pH 值较秸秆的稍高,这是由于沼渣中微生物尚未达到最佳生长状态;羊粪便中氮元素含量较高,因此在分解过程中产生氨氮从而回补了有机酸生成所造成的 pH 值下降。大量有机酸的积累会抑制微生物生长,说明如果秸秆直接用于堆肥,应适当补充氮素,如添加粪肥、尿素等,以保持微生物的生长活性。

表 4 堆肥过程中 pH 值的变化

原料	pH 值		
	0 d	7 d	15 d
秸秆	7.6	6.4	6.0
沼渣	7.6	6.7	5.9
羊粪便	7.8	6.8	6.2

2.6 堆肥过程中 GI 的变化

种子发芽指数 (GI) 是用生物学方法判断堆肥毒性, 衡量堆肥产品质量和腐熟度的重要指标, 表征了肥料的植物毒性^[14]。一般认为, 当 GI > 80% 时肥料达到腐熟状态。但在本试验中, 在堆肥之前, 秸秆的 GI 值为 88.8%, 但这并不意味着秸秆可直接还田。随着堆肥过程的延续, 有毒物质不断产生, GI 值下降到 65.9%。只有在有机质消耗殆尽时, 所测的 GI 值才有参考意义。沼渣的初始 GI 值为 55.9%, 这进一步说明沼渣不可直接施放农田。但随着堆肥时间的延续, 沼渣被彻底腐熟后, 即可成为一种无毒的肥料。羊粪便的 GI 值随着堆肥时间的增加而增加, 最后达到 105.1%, 说明羊粪便堆肥效果最好 (表 5)。

表 5 堆肥过程中 GI 值的变化

原料	GI 值 (%)		
	0 d	7 d	15 d
秸秆	88.8	65.9	97.3
沼渣	55.9	67.2	95.3
羊粪便	43.1	78.4	105.1

2.7 堆肥过程中气味的变化

气味为感官判断, 也是评价肥料是否腐熟的一个重要指标, 而对此的研究, 目前鲜有报道。本研究将新鲜沼渣气味和稻田土壤气味之间划分等级, 以便判断腐熟情况。气味等级越高, 则说明该样品气味越不可被接受。其中, 秸秆与污泥混合后气味较淡, 这可能是污泥量少的原因; 沼渣和羊粪便则散发令人不愉快的气味。堆肥 7 d 后, 沼渣气味稍淡一些, 秸秆的气味增长, 但次于沼渣和羊粪便 (表 6)。腐熟结束后, 3 种样品的气味均变淡, 说明从气味指标来看, 腐熟完毕。

表 6 堆肥过程中气味的变化

原料	气味等级		
	0 d	7 d	15 d
秸秆	1	2	1
沼渣	5	3	1
羊粪便	5	3	1

3 结论

通过堆肥处理, 秸秆、沼渣和羊粪便均可达到腐熟标准。未经堆肥处理的秸秆、沼渣和羊粪便 C/N 过高, 沼渣和羊粪便气味很重, 均不适合直接施放农田。秸秆不可不加任何处理直接还田, 因为随着土壤微生物的分解作用, 秸秆会产生有毒物质, 一定程度上抑制植物生长。堆肥过程会消耗秸秆有机质, 但同时也会消除秸秆的植物毒性。通过 15 d 的堆肥, 沼渣、秸秆和羊粪便的 GI 均超过 80%, 可认为植物毒性已被消除。

从投入成本和效益来看, 秸秆直接还田所投入成本最低,

但依然需要进行堆肥处理才能做到还田。而秸秆制备沼气后, 虽然在堆肥过程中效果较差, 其制肥结果和秸秆直接堆肥差别不大。在制备沼气过程中, 虽要投入一定的人力物力来满足沼气生产和沼渣出料, 但经济收益远大于直接还田。秸秆制成饲料后以粪便还田的形式称为“过腹还田”。从堆肥效果来看, 羊粪便的堆肥腐熟度最佳, 且经济收益比沼气还田还高。然而, 由于养分和口感的原因, 目前以秸秆为主要饲料饲喂牲口的利用方式极其有限, 所能利用的秸秆多为玉米秸秆, 这也意味着“过腹还田”目前推广的局限性。

中国为农业大国, 秸秆资源丰富。秸秆最佳的还田方式为先饲养牲畜, 再取其粪便制备沼气, 最后进行还田的间接还田方式。而在这过程中, 制备牲畜饲料是核心技术问题。如能制备口感良好、营养丰富的动物饲料, 则可进一步解决秸秆消费的问题, 进而为畜粪制气和沼渣制肥环节带来充足原料。

参考文献:

[1] 周德凤, 郝 婕, 巴晓微, 等. 稻壳的开发利用[J]. 长春工业大学学报: 自然科学版, 2004(1): 59-62.

[2] Ko H J, Kim K Y, Kim H T, et al. Evaluation of maturity parameters and heavy metal contents in composts made from animal manure[J]. Waste Management, 2008, 28(5): 813-820.

[3] Bustamante M A, Paredes C, Marhuenda - Egaе F C, et al. Co - composting of distillery wastes with animal manures: carbon and nitrogen transformations in the evaluation of compost stability[J]. Chemosphere, 2008(72): 551-557.

[4] Emeterio I J. Evaluation of city refuses compost maturity: a review [J]. Biological Wastes, 1989, 27: 115-141.

[5] 王险峰, 刘友香, 刘 延, 等. 秸秆还田技术进展[J]. 现代化农业, 2015, 427(2): 1-4.

[6] 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.

[7] 李清秀, 张雁秋, 李向东. 污泥与稻草混合堆肥研究[J]. 江苏农业科学, 2008(6): 260-261.

[8] 吴银宝, 汪植三, 廖新倮, 等. 猪粪堆肥腐熟指标的研究[J]. 农业环境科学学报, 2003, 22(2): 189-193.

[9] 张亚宁. 堆肥腐熟度快速测定指标和方法的建立[D]. 北京: 中国农业大学, 2004.

[10] 魏源送, 李承强, 攀耀波, 等. 环境温度对污泥堆肥过程的影响 [J]. 环境污染治理技术与设备, 2000, 6(1): 45-52.

[11] 杨天学. 生活垃圾与畜禽粪便混合堆肥工艺参数优化研究 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2009: 16-18.

[12] 任春晓, 席北斗, 赵 越, 等. 有机生活垃圾不同微生物接种工艺堆肥腐熟度评价[J]. 环境科学研究, 2012, 25(2): 226-231.

[13] 宋彩红, 贾 璇, 李鸣晓, 等. 沼渣与畜禽粪便混合堆肥发酵效果的综合评价[J]. 农业工程学报, 2013, 29(24): 227-234.

[14] 谷思玉, 蔡海森, 闫立龙, 等. 鸡粪与稻壳好氧堆肥的不同 C/N 研究[J]. 东北农业大学学报, 2015, 46(4): 51-58.