

Utilize Earthworms to Realize the Resource Utilization of Sludge and Feces and the Treatment and Discharge of Pollutants

Yuanyuan Yan¹ Zhihu Dong² Weizhen Li¹

1. Tianjin Huankeyuan Environmental Protection Technology Co., Ltd., Tianjin, 300110, China

2. Tianjin Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Tianjin, 300384, China

Abstract

Domestic sewage sludge and feces contain a large amount of organic matter, which has been proved to be a high quality feed for breeding earthworms. There are hundreds of cavity structures in the earthworm body, and each cavity intestine is equivalent to an independent digestion plant. The sludge is swallowed, ground, digested and decomposed by earthworms, and finally discharged in the form of earthworm dung. Not only realizes the resource utilization of sludge, the earthworm dung can be used for cultivated land, garden land, grassland fertilizer. After effective treatment measures for the waste gas of earthworm breeding process, the waste gas can be discharged up to the standard and will not have a significant impact on the atmospheric environment.

Keywords

earthworm; sludge; faeces; resources; waste gas

利用蚯蚓实现污泥、粪便资源化利用及污染物治理及排放情况

闫媛媛¹ 董志虎² 李维珍¹

1. 天津环科源环保科技有限公司, 中国·天津 300110

2. 天津市政工程设计研究总院有限公司, 中国·天津 300384

摘 要

生活污水污泥和粪便中含有大量有机物, 经研究证明是养殖蚯蚓的优质饲料。蚯蚓体内有数百个腔体结构, 每一节腔肠就相当于一个独立的消化工厂, 污泥经过蚯蚓的吞食、研磨、消化分解, 最后以蚯蚓粪的形式排出。实现了污泥的资源化利用, 得到的蚯蚓粪可用于耕地、园地、牧草的肥料使用。针对蚯蚓养殖过程的废气经过有效的治理措施, 废气可实现达标排放, 不会对大气环境产生明显影响。

关键词

蚯蚓; 污泥; 粪便; 资源化; 废气

1 引言

近年来, 随着城市化进程的加快, 城镇人口聚集, 生活污水随着人口增加而快速增加。生活污水处理厂大量兴建, 进而导致污泥量的快速增加。污泥产生量大, 处理成本高, 污泥减量化处置面临严峻形势。同时随着畜牧业的快速发展, 畜牧粪便的处置也将是一大难题^[1]。生活污水污泥和粪便中含有大量有机物, 经研究证明是养殖蚯蚓的优质饲料。蚯蚓是腐食性土壤动物, 在生态系统的物质循环中属于分解者, 其分解作用仅次于土壤微生物。蚯蚓体内有数百个

腔体结构, 每一节腔肠就相当于一个独立的消化工厂, 污泥经过蚯蚓的吞食、研磨、消化分解, 最后以蚯蚓粪的形式排出。因此, 利用蚯蚓啃食污泥和粪便处置污泥的处置方式是一种低碳环保的生物处理方式, 是污泥资源化利用的有效方式。但蚯蚓养殖过程会产生废气污染物, 氨、硫化氢等。针对蚯蚓养殖过程原料堆放、蚯蚓养殖过程喷洒除臭剂、EM菌剂等除臭。蚯蚓养殖大棚产生的原料堆放废气负压收集后采用“活性炭吸附+喷淋”废气净化装置净化, 净化后由一根 15m 高排气筒排放。

2 利用蚯蚓实现污泥、粪便资源化利用

本研究针对某蚯蚓养殖场进行研究。通过将污泥(食品厂污泥、污水处理厂污泥)、发酵完成的粪便(牛粪、猪

【作者简介】闫媛媛(1990-), 女, 中国天津人, 硕士, 工程师从事环境影响评价研究。

粪等)、农林废弃物(秸秆、尾菜、甘蔗渣等)等作为蚯蚓饲料进行蚯蚓养殖。蚯蚓通过吞食上述食料中的有机物质和营养物质使污泥等物质进入蚯蚓的体内,最终以蚯蚓粪的形式排出。得到的蚯蚓粪作为肥料外售,蚯蚓夏季约30~50天左右成熟,冬季约50~70天左右成熟。得到的成熟蚯蚓直接外售。

2.1 原料运输

本研究使用的原料中粪便(牛粪、猪粪等)、农林废弃物(秸秆、尾菜、甘蔗渣等)、污泥(食品厂污泥、污水处理厂污泥)由专用运输车运至大棚。

2.2 原料堆放

污泥、粪便、农林废弃物等原料运至厂区内。原料堆放过程喷洒除臭剂和EM菌剂去除异味。污泥中加入少量的生物炭、钙镁磷肥、膨润土、粉煤灰、海泡石等钝化剂,用于对污泥中的重金属进行稳定化,降低重金属对蚯蚓的影响。

2.3 蚯蚓养殖

通过装载机将污泥转移至养殖大棚,利用布料机将污泥均匀平铺在蚯蚓养殖床内,放入蚯蚓中。待蚯蚓基本将污泥啃食完后,再将粪便转移至养殖大棚后均匀平铺,供蚯蚓啃食。待蚯蚓将粪便基本啃食完后,再将农林废弃物转移至养殖大棚,供蚯蚓啃食。按照此顺序反复喂食蚯蚓。

蚯蚓一生中所经历的生产发育及繁殖的全部过程分为蚓茧形成、胚胎发育和胚后发育三个阶段,蚯蚓的生长曲线一般呈“S”型。幼蚓在达到性成熟前,体长、体重都急剧增加,该阶段饲料消耗量也最大,性成熟(环带出现)到衰老开始(环带消失)前这一阶段,体重增加不多,饲料消耗量小,但生殖能力很强,一旦环带消失,体重渐减。本项目初始选用幼蚓处理污泥、粪便等,待蚯蚓成长至性成熟前采收,保证蚯蚓处理污泥、粪便、农林废弃物等的能力。

①养殖方式:养殖棚棚顶采用厚透明塑料膜封闭,塑料膜上设置保温被。通风采用自然通风方式。蚯蚓养殖过程

温度保持在15℃~25℃,湿度保持在60%~70%,需每5天左右利用雾化器向养殖床喷水,以保证养殖床的湿度。夏季气温较高时适当缩短喷洒间隔,具体视天气温度状况调整。洒水仅用于维持污泥、粪便等湿度,保持饲料柔软易啃食。养殖过程定期喷洒除臭剂、EM菌剂等进行除臭。每个养殖大棚内设三个养殖床,每个养殖床规格约为长80m×宽1.7m,养殖床间隔约为2m。养殖床底部土层均进行了压实处理,且覆盖了高密度聚乙烯土工膜。饲料铺设厚度约50cm左右,铺好后将蚯蚓均匀洒在基料上,使其自然进食,蚯蚓也要撒均匀。蚯蚓对适宜的温度、新鲜的饲料和适宜的湿度有明显的趋性,且群居性强,满足这些基本条件时,蚯蚓不会逃跑。

②补料:蚯蚓在生长过程将饲料变为蚯蚓粪,因此需要及时补料,每个养殖棚每周进行一次补料,每次补料约40t。利用布料机将污泥、粪便、农林废弃物等依次覆盖在养殖床上。蚯蚓基本可以将饲料消化完全,转化为蚯蚓粪。

③养殖床管理:蚯蚓养殖床中不能混入其他杂物,并且要经常疏松,以保证空气流通和幼蚓成活,养殖床之间的过道要保持干净,蚯蚓粪每半年进行一次清除。在翻动养殖床时动作要轻,尽量把蚯蚓卵埋入基料中,以免影响孵化率。

④采收:蚯蚓成熟后即进行采收成熟蚯蚓,蚯蚓夏季约30~50天左右成熟,冬季约50~70天左右成熟。利用蚯蚓有避光性的特性,对蚯蚓进行分离,采用蚯蚓分离机结合人工分离方式,在将成熟的蚯蚓与幼年蚯蚓分开后,采收成熟蚯蚓。采收后的蚯蚓装入透气编制袋,为防止蚯蚓死亡,采收后立即出售。产生的蚯蚓粪每半年进行一次清除,采取人工清除方式,蚯蚓粪蓬松细腻,较易区分,清除的蚯蚓粪装入编织袋中,直接外售。蚯蚓养殖流程图见图1。

某检测公司针对最终的蚯蚓粪进行了检测,根据检测结果,蚯蚓粪中的重金属等因子含量均满足GB4282—2018《农用污泥污染物控制标准》中A级要求,可用于耕地、园地、牧草地使用。蚯蚓粪监测结果表见图表1。

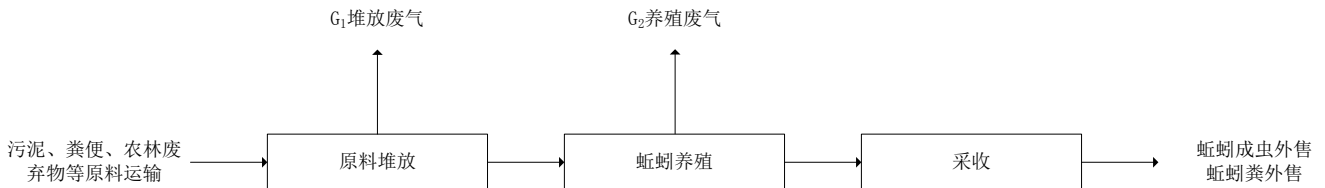


图1 蚯蚓养殖流程图

表 1 蚯蚓粪监测结果表

监测项目	检测结果	污染标准限值(A级)
总镉 (mg/kg)	未检出	< 3
总汞 (mg/kg)	0.050	< 3
总铅 (mg/kg)	46.3	< 300
总铬 (mg/kg)	82.6	< 500
总砷 (mg/kg)	8.00	< 30
总镍 (mg/kg)	28.0	< 100
总锌 (mg/kg)	633	< 1200
总铜 (mg/kg)	48.4	< 500
矿物油 (mg/kg)	32	< 500
监测项目	检测结果	卫生学指标
蛔虫卵死亡率 /%	96.8	≥95
粪大肠菌群菌值 /g	400	≥0.01
监测项目	检测结果	理化指标
含水率 /%	58.5	≤60
pH	8.42	5.5~8.5
有机质 /%	45.9	≥20

3 蚯蚓资源化处理污泥、粪便过程污染物治理及排放情况

蚯蚓养殖原料污泥、粪便、农林废弃物在堆放过程、养殖过程中会有少量废气产生，主要污染物为氨、硫化氢、臭气浓度。针对废气有效的治理措施如下。

3.1 源头控制

①原料堆放过程。

原料堆放过程喷洒除臭剂和 EM 菌剂，除臭剂主要分为有益活菌、多种生物酶、深度发酵代谢产物，有益菌群将原料中产生的氨类物质、硫化氢等恶臭气体进行降解，从而达到去除臭气的效果。EM 菌剂主要成分为芽孢杆菌、硝化细菌、乳酸杆菌、放线菌、酵母菌、光合细菌等多种有益微生物，能够消耗含氮和含硫物质，并快速降解，使氨和硫化氢排放得到抑制。除臭剂和 EM 菌剂不会对蚯蚓的生产产生影响，因此可根据实际情况适当增加除臭剂和 EM 菌剂的喷洒量以控制污染物的排放量。通过喷洒除臭剂和 EM 菌剂，可有效降低原料堆放过程异味^[2]。

②蚯蚓养殖过程。

蚯蚓养殖过程养殖床喷洒除臭剂、EM 菌剂等进行除臭^[3]。蚯蚓养殖过程不断产生蚯蚓粪。蚯蚓粪是一种黑色、均一、有自然泥土味的细碎类物质，蚯蚓粪具有高孔隙率和比表面积，是各种臭气的高效吸附剂。蚯蚓粪中含有大量微生物对臭气物质具有良好的吸收净化功能，蚯蚓粪兼具吸附和生物除臭功能，除臭效果优于活性炭，且不易饱和，稳定性极高^[4]。随着蚯蚓粪厚度的逐渐增加，蚯蚓粪对氨、硫化氢的去除率也随之提高^[5]。

3.2 废气收集措施

原料堆放在封闭的大棚内，原料堆放大棚相对于外界

大气为微负压，原料堆放废气全部负压收集后采用“活性炭吸附+喷淋”废气净化装置净化，净化后由一根 15m 高排气筒排放。活性炭吸附装置对臭气浓度的去除效率≥60%。喷淋塔主要由装置塔体、过滤填料、除雾器、配套加药系统、循环水箱等组成。废气由下而上运动，与向下喷淋的水洗涤液以逆流方式洗涤，气液充分接触。喷淋水中加入少量微生物除臭酶制剂，以提高废气污染物处理效率，NH₃、H₂S 去除效率> 60%。综合下来，“活性炭吸附+喷淋”废气净化装置 NH₃、H₂S 去除效率> 80%，臭气浓度去除效率大于 60%。

某检测公司针对蚯蚓养殖过程废气排放情况进行了两周期，每周期 3 次的监测，排放的氨、硫化氢、臭气浓度均能满足 DB12/059—2018《恶臭污染物排放标准》标准限值要求，详见表 2。

表 2 蚯蚓养殖过程废气污染物排放情况

检测项目	采样频次	P ₁ 排气筒出口		标准限值	
		浓度 (mg/m ³)	速率 (kg/h)	浓度 (mg/m ³)	速率 (kg/h)
NH ₃	1	3.32~4.08	2.06 × 10 ⁻² ~2.46 × 10 ⁻²	/	0.60
H ₂ S	1	0.02~0.05	1.22 × 10 ⁻⁴ ~3.02 × 10 ⁻⁴	/	0.06
臭气浓度 (无量纲)	1	229~309 (无量纲)		1000 (无量纲)	

4 结语

本研究针对实际案例研究了利用污泥和粪便作为蚯蚓饲料，既实现了污泥的资源化利用，得到的蚯蚓粪中的重金属等因子含量均满足 GB4282—2018《农用污泥污染物控制标准》中 A 级要求，可用于耕地、园地、牧草地使用。实现了污泥的资源化利用。针对蚯蚓养殖过程的废气经过有效的治理措施，废气污染物满足 DB12/059—2018《恶臭污染物排放标准》标准限值要求，不会对大气环境产生明显影响。

参考文献

[1] 梁少博,邵春利,谢冰,等.利用微型动物进行污泥减量的研究进展[J].给水排水,2007.

[2] 赵岭乐,王浩,王大广,等.施用EM菌对兔舍硫化氢、氨气的影响[J].饲料及饲料添加剂,2012,28(9):187.

[3] 孙汪军.蚯蚓对牛粪的转化作用及其产物的初步应用效果[D].扬州:扬州大学,2009.

[4] 朱海生,左福元,董红敏,栾等.堆体规模对牛粪堆肥氨气和温室气体排放的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2018,46(5):78-82.

[5] 王振兴,徐琪,董伟强,等.城市生活污水污泥蚯蚓堆肥过程中重金属形态变化特征[J].环境工程,2017,35(11):120-123.