

规模养殖场固体粪污发酵工艺设计综述

李世坤

广东润田肥业有限公司, 广东 新兴县

Email: lishikunnn@sohu.com

收稿日期: 2020年8月28日; 录用日期: 2020年9月17日; 发布日期: 2020年9月24日

摘要

近年来,我国规模化畜禽养殖业发展迅速,集中养殖带来的固体污染物对环境造成了巨大的压力。养殖畜禽粪污是宝贵的肥料资源,通过生物高温发酵技术可以实现变废为宝。本文主要对养殖场固体粪污的处理技术及工艺进行了重点阐述,论述了固体粪污不同的处理工艺及各种工艺的优缺点,并对投资费用和运行成本进行了分析,对养殖场选择合适的发酵工艺提供了指导。

关键词

养殖场, 畜禽粪污, 发酵工艺

Review on the Design of Fermentation Process for Solid Manure in Large-Scale Farms

Shikun Li

Guangdong Runtian Fertilizer Co., Ltd., Xinxing County Guangdong

Email: lishikunnn@sohu.com

Received: Aug. 28th, 2020; accepted: Sep. 17th, 2020; published: Sep. 24th, 2020

Abstract

In recent years, with the development of animal husbandry industry, the solid pollutants brought by the intensive farming have caused great pressure on the environment. Livestock and poultry manure is a valuable fertilizer resource, which can be converted from waste to profit by bio-high temperature fermentation technology. This paper mainly focuses on the treatment technology and process of solid manure in breeding farms, discusses the different treatment processes of solid

manure and their advantages and disadvantages, and analyzes the investment cost and operating cost, which provides guidance for the selection of suitable fermentation processes for the breeding farm.

Keywords

Breeding Farm, Livestock and Poultry Manure, Fermentation Technology

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

近年来,我国规模化畜禽养殖业发展迅速,我国畜牧业产业升级步伐加快,畜禽养殖规模化率不断提高,随之而来的畜禽养殖污染物产生量也快速增加[1]。2010年生猪、蛋鸡、奶牛规模化养殖比例分别达到64.5%、78.8%和46.5%,其中规模化养殖的生猪、奶牛同比增长了3%、4% [2]。规模化畜禽养殖快速发展的同时,随之而来的污染问题也日益严重,畜禽养殖的规模化、集约化加大了对地区环境的压力[3]。2015年之后,我国畜禽废弃物总量每年都超过30亿吨,而其高效利用率不到30% [4]。现代化农村和城镇化发展的布局,使畜禽养殖在地域上愈发不均衡。尤其在南方区域,人均耕地面积少且山地比例大、养殖密度高的区域,有效消纳畜禽养殖污染的面积不足,超出农田可承载的最大负荷,成为面源污染的主要贡献者。

畜禽养殖废弃物是富含有机质及植物营养元素的宝贵资源,通过好氧堆肥技术,实现畜禽废弃物的减量化、无害化和资源化利用,既可减少废弃物对环境的污染,又能变废为宝,生产优质有机肥,用于改良土壤,提高化肥利用率,减少化肥施用量[5]。

2. 畜禽粪便处理工艺分类

畜禽粪便主要的处理方法有物理法、化学法和生物法。物理法是指通过物理方法(如风干、微波等),将动物粪便转变为有机肥料的过程。物理法在处理过程中易产生大量臭气,造成二次污染,且处理过程中没有经过腐熟,作为肥料,影响肥效,易造成烧苗;此外,物理方法处理的投资成本高,需要配备专业技术人员进行管理,导致该方法的应用受到限制。化学法是指在一定的温度、压力和光波等外界条件下,畜禽粪便等有机废弃物在水解剂、催化剂、氧化剂等化学作用下,降解为小分子糖类、有机酸类、氨基酸及肽类等有机肥料的过程。化学法亦存在二次污染问题,且该方法主要用于吸附畜禽粪便中的养分,易造成畜禽粪便的腐熟不完全,不利于其后续应用,目前应用并不广泛。生物发酵法是指在一定的水分、碳氮比和通风等条件下,通过微生物的发酵作用,将动物粪便转变为有机肥料的过程。生物法在畜禽粪便处理中具有处理效果好、腐熟度高、无害化和运行成本低等优点,是目前畜禽粪便处理应用最广泛且有效的技术。生物处理方法分为厌氧发酵和好氧发酵,其中最常用的是好氧发酵堆肥技术[6] [7]。

目前常用的堆肥系统有很多种,根据有无发酵装置,好氧发酵堆肥可分为:开放式堆肥系统和反应器堆肥系统。开放式堆肥系统包括条垛式堆肥、静态堆肥、槽式翻抛堆肥工艺。反应器堆肥是一种密闭式堆肥工艺,通常指在转鼓、筒仓、箱子、隧道或反应器等容器内,通过人工控制水分、C/N比和通风等条件,利用微生物的发酵作用,将有机废弃物转变为堆肥产品的过程。高温好氧罐式发酵是目前应用

较为广泛的一种密闭筒仓式堆肥工艺[8]。

3. 几种常见堆肥工艺

3.1. 条垛式堆肥工艺

条垛式堆肥(如图 1)是将原料混合物堆成长条形的堆或条垛, 在好氧条件下进行分解, 是一种常见的好氧发酵系统。垛的断面可以是梯形、不规则四边形或三角形, 长度不限。一般原料入料水分为 50%~60%, 通过自然或被动(翻堆、鼓风等)通风供应氧气, 发酵 3 天左右温度可升高到 65℃ 以上, 高温期能维持 7~10 天, 能有效杀死粪便中的有害微生物、虫卵和植物种子, 达到无害化处理, 发酵周期一般为 35~40 天。该工艺特点是投资成本低, 运行和维修费用低, 设备少, 运行简单, 但占地面积大, 发酵周期长, 且由于属于开放式, 臭味控制差, 容易产生二次污染, 已不能满足有机肥生产对环保的要求[9] [10]。



Figure 1. Windrow composting system

图 1. 条垛式堆肥

3.2. 槽式翻抛堆肥工艺

槽式翻抛发酵工艺(如图 2)是在水泥地面上建间隔墙, 在间隔墙的顶端铺设导轨, 轨道上装有翻堆机。一般要求入料水分 50%~60%, 原料由入料口移出到出料口时, 基本腐熟, 水分可达 30% 左右。一般发酵 3 天左右温度可升高到 65℃ 以上, 高温期可维持到 7~10 天, 能有效杀死粪便中的有害微生物、虫卵和植物种子, 达到无害化处理, 一般发酵周期为 20~30 天。该工艺的特点是投资成本、运行和维护成本均较低, 发酵物料在翻堆过程中能够对发酵物料进行搅拌和粉碎, 使物料更均匀, 可以有效加快物料腐熟进程, 缩短发酵周期。但该工艺介于开放式和密闭式发酵系统之间, 属于半开放式发酵系统, 因此, 仍然存在臭味控制难, 易产生二次污染的问题[11]。

3.3. 高温好氧罐式发酵

罐式高温好氧发酵工艺(如图 3、图 4)属于反应器堆肥中比较常见的一种堆肥工艺, 反应器由罐体、上料系统、搅拌系统、曝气系统和尾气集中处理系统组成。处理养殖场畜禽粪便时, 一般采用连续发酵工艺, 每天由提升斗将混合堆肥原料由提升到顶部入料, 从底部出料, 物料在从上向下移动的过程中, 逐步发酵腐熟。一般堆肥周期为 10 天左右, 物料腐熟之后, 达到罐体底部, 由桨叶送出。该工艺的特点是占地面积小, 自动化程度高, 发酵周期短, 发酵产生的臭气易于集中收集处理。但该工艺投资成本高, 运行和维护成本高, 因此, 在一定程度上限制了该工艺的广泛推广与应用[12]。



Figure 2. Trough dumping composting system
图 2. 槽式链板翻抛堆肥



Figure 3. Container composting system
图 3. 密闭发酵罐堆肥工艺

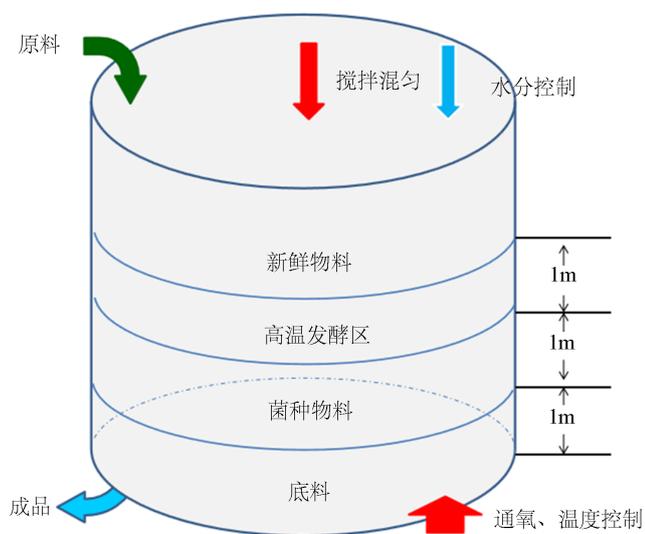


Figure 4. Diagram of container composting system
图 4. 发酵罐工艺示意图

3.4. 纳米膜堆肥发酵工艺

纳米-生物智能好氧堆肥发酵技术(如图5),是基于高分子选择透过性膜及智能化曝气系统,建立安全而现代化的生物处理系统,为堆肥料体创造一个真正的“人工气候箱”,依托其高温发酵联动技术,通过高压气体交换供氧,高分子选择透过性膜(生物膜)保温除臭,可实现畜禽粪污高效、环保、安全、低成本无害化处理及肥料化利用。该技术介于开放式堆肥和密闭式堆肥之间,结合了两种系统的优势,它的简单与灵活类似于开放式堆肥,它提供的条件与封闭式设备相似。它的堆肥效果优于开放式堆肥、臭气控制效果优于封闭式设备,因此它是综合性价比较高的一种工艺[13]。



Figure 5. Nanofilms composting system
图5. 纳米膜堆肥发酵示范

纳米-生物膜智能好氧堆肥发酵技术主要由纳米生物膜系统和智能化曝气系统组成(图6)。如图7所示,纳米生物膜采用高分子选择透过性膜,具有分子过滤微孔结构,可以有效控制异味,消灭细菌,同时堆体内空气分子和水蒸汽分子可以正常通过,外界水分子则无法进入,膜内部形成可使生物菌在短时间内将废弃物转化成高品质堆肥所需的发酵条件[13]。

发酵过程通过仪器数据自动采集、采用计算机反馈控制,通风系统根据堆肥中能量消耗,实现氧气供给的自动控制。通过保持优化区域内的温度、湿度和氧气供应,有效缩短有机废弃物腐植化过程,提高发酵效率[13]。

纳米膜堆肥工艺将静态堆肥工艺和密闭式堆肥工艺有机地结合在一起,其特点是投资和运行成本低,减量化效果好,发酵温度高,无害化彻底,同时由于为密闭式堆肥发酵,因此臭气控制好,能够满足对环保的要求。未来,该工艺对于养殖场畜禽粪便处理推广和应用的前景非常广阔。

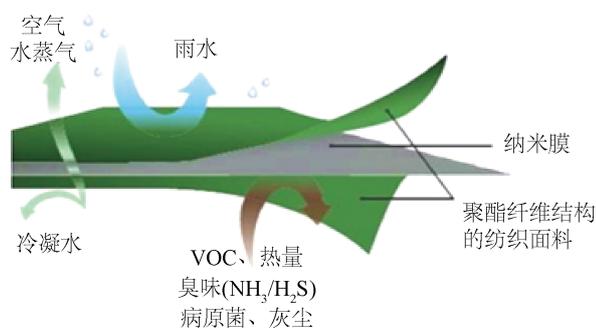


Figure 6. Diagram of nanofilms composting system
图6. 纳米膜堆肥系统示意图

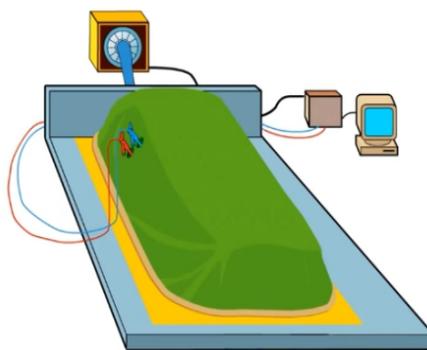


Figure 7. Intelligent control of nanofilms composting system

图 7. 纳米膜堆肥智能化控制系统

4. 几种常见堆肥工艺对比

4.1. 不同粪便堆肥工艺比较

如表 1 所示, 不同堆肥各有优缺点, 条垛式堆肥投资和运行维护成本低, 但存在发酵周期长, 臭味控制难, 易形成二次污染的问题; 罐式好氧发酵生产自动化程度高, 占地面积小, 发酵周期短, 臭味易集中收集处理, 且无害化彻底, 但存在投资和运行维护成本过高的问题; 纳米膜堆肥则结合两种工艺的优势, 既降低了成本, 又很好的解决了环保问题。

Table 1. Comparison of advantages and disadvantages of different techniques of manure composting

表 1. 不同粪污发酵工艺优缺点对比

工艺	条垛式堆肥	槽式翻抛堆肥	罐式堆肥	纳米膜堆肥
投资成本	低	较低	高	较低
运行维护成本	低	较低	高	低
处理周期	长, 35~40 天	较长, 20~30 天	短, 约 10 天	较短, 15~20 天
臭味控制	差	较差	好	好
无害化效果	较好	好	好	好
腐熟度	较好	好	好	好

4.2. 投资费用及运行成本分析

按照目前高效化猪场的养殖模式, 年存栏 4000 头母猪的规模猪场, 每日可产猪粪等固体粪污约 10 吨, 粪污含水率为 75%~80%左右。表 2 针对不同畜禽粪便处理工艺, 对投资成本、运行费用等方面进行综合对比分析。

Table 2. Comparison of investment and operation cost of different manure composting

表 2. 不同粪污发酵工艺投资及运行成本对比

成本构成	不同粪污发酵工艺			
	条垛式堆肥	槽式翻抛堆肥	罐式堆肥	纳米膜堆肥
投资成本(万元)	60	100	120	60
建筑面积(平方米)	500	250	100	400
处理成本(元/吨粪污)	60	120	250	70

5. 小结

综合考虑不同发酵处理工艺优缺点、投资费用及环保处理要求,以上不同发酵工艺优缺点比较明显,对于规模养殖场来讲,需要结合养殖的土地、环保及资金条件,来选择合适的发酵工艺。从技术和成本上来讲,发酵罐工艺比较适合土地资源稀缺的养殖场,而分子膜因具有投资和运行成本低的优势,比较适合土地充足的养殖场。

参考文献

- [1] 杨媛媛, 罗彬, 吴艳娟. 规模化畜禽养殖面源污染特征及影响因素分析[J]. 广州化工, 2012, 40(23): 107-111.
- [2] 中国畜牧业年鉴编辑委员会. 中国畜牧业年鉴 2011 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [3] 李庆康, 吴雷, 刘海琴, 等. 我国集约化畜禽养殖场粪便处理利用现状及展望[J]. 农业环境保护, 2000, 19(9): 251-254.
- [4] 廖汉鹏, 陈志, 余震, 等. 有机固体废物超高温好氧发酵技术及其工程应用[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2017, 46(4): 439-444.
- [5] 张树清, 张夫道, 刘秀梅, 等. 规模化养殖畜禽粪主要有害成分测定分析研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(6): 822-829.
- [6] 李金祥. 畜禽养殖废弃物处理及资源化利用模式创新研究[J]. 农产品质量与安全, 2018(1): 3-7.
- [7] 姜茜, 王瑞波, 孙炜琳. 我国畜禽粪污资源化利用潜力分析及对策研究——基于商品有机肥利用角度[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2018(4): 30-37.
- [8] 魏源送, 王敏健, 王菊思. 堆肥技术及进展[J]. 环境科学进展, 1999, 7(3): 11-23.
- [9] 蔡建成. 堆肥工程与堆肥工厂[M]. 北京: 机械工业出版社, 1990.
- [10] 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.
- [11] 廖青, 韦广泼, 江泽普, 等. 畜禽粪便资源化利用研究进展[J]. 南京农业大学学报, 2013, 44(2): 338-343.
- [12] 王延宏, 曹京兰, 田智辉. 一种多功能好氧发酵堆肥设备研究[J]. 中国农机化学报, 2008, 39(10): 92-96.
- [13] 李剑, 李佳, 刘文科, 等. 纳米膜覆盖智能好氧堆肥发酵技术助力养殖企业粪污资源化利用[J]. 北方牧业, 2018(13): 21.