

# 规模养猪场微生物巢技术的应用

——以山东省黄泥湾农业科技有限公司为例

惠庆亮<sup>1,2,3</sup> 刘 鹏<sup>4</sup> 牛书玉<sup>3</sup> 魏茂莲<sup>1,2</sup> 李有志<sup>1,2\*</sup>

1. 山东省兽药质量检验所, 济南 250022; 2. 山东省畜产品质量安全监测与风险评估重点实验室, 济南 250022; 3. 山东省威海市文登区葛家畜牧兽医工作站, 山东威海 264400; 4. 山东省威海市文登区张家产畜牧兽医工作站, 山东威海 264400

**摘要** 为了响应国家《环境保护法》和国务院“水十条”“土十条”等法律法规规定新建、改(扩)建规模化畜禽养殖场要实施雨污分流、粪便污水资源化利用的要求, 山东省黄泥湾农业科技有限公司引进了“微生物巢”粪污水处理技术, 效果良好。为了推广该技术, 本文从微生物巢技术处理粪污水流程、微生物巢技术的配套设施建设、微生物巢技术应用操作要点等几个方面介绍该公司应用微生物巢技术处理粪污水的情况, 实现了粪污水的“无害化、资源化、零排放”目标。

**关键词** 微生物巢; 微生物菌剂; 腐熟; 有机肥

位于威海市文登区张家产镇的山东省黄泥湾农业科技有限公司, 饲养六和集团的合同猪, 每批猪苗 1 900 头, 入场后先在 1 栋内保育 30 d, 然后分开到 2 栋内饲养, 每栋 950 头左右, 饲养周期为 5 个月, 每年可出栏 2 批, 约 3 600 头。为了真正做到养殖粪污资源化利用, 实现“农牧结合、种养平衡”, 该公司引进了“微生物巢”粪污水处理技术。该技术是农业农村部 2018 年发布的“十项重大引领性农业技术”, 养殖场不用再设置排污口, 从根本上解决了粪污水处理难的问题。本文将介绍该公司(规模养猪场)应用微生物巢技术处理粪污水的情况, 以期对养殖场(户)改建和新建粪污水处理设施提供帮助。

## 1 微生物巢技术处理粪污水流程

此技术最早源于日本的异位发酵床技术, 于 2014 年由课题组刘务彪等创新发明了一整套基于生物有氧发酵原理的复合微生物巢处理粪水的专利处理方式<sup>[1]</sup>, 解决了养殖粪污水处理和臭味问题, 实现粪污水的“无害化、资源化、零排放”目标。该技

术适用于传统养猪场(户)粪污改建和中小规模的养猪场。

将 2 栋猪舍生产过程中产生的粪尿统一排入粪污收集池中, 池内设有切割搅拌机, 粪污经搅拌后通过管道泵入到阳光棚内发酵槽上喷淋机的收集桶内。发酵槽内铺设谷壳、秸秆、木屑、蘑菇下脚料等农产品废弃物。均匀将粪污水喷洒在发酵槽的垫料上, 然后用电喷雾器将专用高效微生物菌剂均匀喷洒在粪污上, 堆积发酵 60~90 h 后, 反应堆表面 20 cm 以下温度达到 60 ℃ 以上, 制得微生物巢。经行走式翻抛机翻堆, 喷淋机往返式喷淋粪污水, 补充添加垫料, 翻抛机往返式翻耕混合垫料, 如此往复循环, 完成粪污水一级发酵处理, 将污水以蒸发方式无味挥发。清除的垫料自然堆放发酵, 经多次翻堆降温最终腐熟生产成生物有机肥料。

## 2 微生物巢技术的配套设施建设

### 2.1 粪污收集池

粪污收集池建在猪舍和发酵槽中间, 呈圆柱形, 直径为 3.6 m, 深 4 m, 高出地面 20 cm, 池周围

收稿日期: 2020-09-08

\* 通讯作者

惠庆亮, 男, 1980 年生, 兽医师。

砖砌成,再用混凝土水泥在池周墙上做防渗面,内有切割搅拌机;池口用塑料薄膜遮挡,起到防雨和防溢流的作用。

## 2.2 阳光棚建造

将阳光棚建在猪舍西边的空地上,地面用混凝土水泥进行防渗处理,高出地面 20 cm,南北长 90 m,东西宽 16 m,两侧建有 1.2 m 高的砖砌混凝土水泥围墙,以围墙为基四周采用钢结构框架,从地面到钢架顶部高 8 m,顶部用透光性能好、防水的玻璃钢遮挡,东、西两侧用透光塑料薄膜遮挡。在阳光棚内建有堆粪场和 2 个发酵槽。

## 2.3 发酵槽建设

发酵槽建在阳光棚内,以东墙为边,向西建有 2 个发酵槽。每个发酵槽长 60 m、宽 3 m、高 1.2 m,围墙厚度约 24 cm。槽墙用砖砌混凝土水泥砌成,槽墙上铺设翻抛机的轨道。

## 2.4 仪器与设备

配有切割搅拌机(30 kW)、翻抛机(20.5 kW)、喷淋机(2.8 kW)、移位机、泥浆泵、自动喷洒计量装置、连接管道、温湿计等,并配备相应设施的电气控制和电路控制系统。

# 3 微生物巢技术应用操作要点

## 3.1 发酵床的制作

养殖场根据周边农场种植情况,选用通透性、吸水性较好的垫料载体。垫料的碳氮比(C/N)要求应大于 25:1,优先选择碳氮比高的原料,参见表 1。

发酵床多以秸秆、稻壳、花生壳、玉米芯等农场下脚料为底料,厚度为 70~100 cm;上层垫料为木屑、粗糠或食用菌下脚料,厚度为 15~20 cm。市场

木屑价格在 600~900 元/t,为了降低成本,场主将每年修剪果树的树枝、树干和树叶粉碎后代替部分木屑。木屑粒径最好为 5~10 mm、2.5~5 mm、20~30 mm。

## 3.2 菌种的选择

菌种为日本进口液态菌种——高效复合微生物菌种,主要由具有较高蛋白酶活性以及代谢生猪养殖排泄的臭味物质的枯草芽孢杆菌、放线菌和光合细菌及霉菌混合制成的高效复合微生物菌种,可以有效转化养殖粪污水中的臭味物质。使用的菌种主要有 2 种:一种为一代菌种,每吨 44 万;一种为常用菌种,每吨 10 万。物料首次用一代菌种以 1:200 倍水稀释均匀喷洒在物料上,维持加菌时用常用菌料 1:200 倍水稀释均匀喷洒。

## 3.3 微生物巢的制作

在配置好的发酵床物料上,均匀喷洒含有一代菌种的粪污水至含水率 45%~55%,然后将其堆积 60~90 h,当垫料表面 20 cm 以下温度达 60 ℃以上时,便制得微生物巢。

## 3.4 微生物巢的维护

一次性发酵:微生物巢制成后,每天翻抛 1~2 次,翻抛深度应达到反应槽底部;翻抛机翻抛过程中自动喷洒粪水,添加粪水的量控制在 20 kg/m<sup>3</sup>,粪水均匀喷洒在垫料表面,控制湿度在 55%~65%。微生物巢功能的发挥主要依赖于微生物的作用,巢内初期微生物数量较低,随着粪水的添加,巢内养分增多,微生物迅速繁殖,细菌、真菌数量快速增加,大量微生物分解粪尿及填料中的有机物释放的热量,导致巢体温度迅速升高达 70~80 ℃,持续高温使得水分蒸发较快,填入的猪粪污水被微生物快速分解和消耗<sup>[2]</sup>。此时需要控制巢体温度,当温度高

表 1 主要垫料原料碳氮比

种类	碳/%	氮/%	C/N
锯末	58.40	0.12	486.67
杂木刨花	49.18	0.10	491.80
玉米秸	46.70	0.48	97.29
玉米芯	42.30	0.48	88.13
麦秸	46.50	0.48	96.88
稻壳	41.64	0.64	65.06
花生秧	45.52	0.84	54.19
花生壳	44.22	1.47	30.08
麦麸	44.70	2.20	20.32
米糠	41.20	2.08	19.81

于 70 ℃ 时,加大翻抛频次,以增加填料的透气性,增加粪水的添加频次或添加量;当温度低于 50 ℃ 以下时,降低粪水喷洒量或减少翻抛频次。正常情况下,菌种需 2~3 d 用稀释好的常用菌种均匀喷洒 1 次。但随着巢体主要营养成分含量降低,可被微生物利用的养分逐渐减少,微生物的群落结构发生变化,此时则需通过翻堆、添加新鲜垫料及补充菌种量来调整微生物群落结构,使巢体恢复分解能力,提高粪尿降解的效率,降低“死床”风险。若是高温段明显上移到表层,处理粪污能力降低,反应堆垫料水分达到 70% 以上,反应堆出现臭味时<sup>[3]</sup>,即可更新出料。

### 3.5 有机肥的制作

巢体出料后尚未到达腐熟,应堆积二次发酵。研究表明,堆料中氧含量保持在 5%~15% 比较适宜,当氧气含量低于 5% 会导致厌氧发酵,而氧气含量高于 15% 时则会使堆体垫料温度降低,降低好氧发酵菌种的活性<sup>[4]</sup>。通过合理翻堆可以增加垫料与氧气的接触量,给微生物菌种提供良好的有氧环境。一般情况下,堆积 2 d 左右温度便可达到高温期,经过翻堆、降温、充氧,反复持续 5~6 次大概 20~30 d,温度降至 35 ℃ 以下时,腐熟完成。经安全检测,制作的肥料中未检出大肠杆菌菌群,24 h 与 48 h 的种子发芽率平均为 87.9% 和 99.4%,与对照组相比无显著差异<sup>[3]</sup>,可用作生物有机肥。

### 3.6 有机肥的含量指标

采集本场有机肥样品检测,有机质含量达到 60%、氮磷钾含量达 8.74%,并且每克肥料中含有益菌 32 亿个,均高于国家有机肥产品标准 NY525-2012(有机质含量  $\geq 45\%$ ,总养分(N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O)  $\geq 5\%$ ,水分  $\leq 30\%$ ,pH 为 5.5~8.0),并且原臭味完全消失,有特殊香味,松散呈深褐色至黑色,达到了粪污水的无害化处理,直接用于本农场种植稻谷、玉米、

小麦、高粱、瓜果及蔬菜等使用。

## 4 讨论

该公司(规模养猪场)每次构建 2 个微生物巢约 240 m<sup>3</sup>,大概有 80 t 物料,每天可蒸发粪污水 6 t。其生产的有机肥用于种植各种农作物、蔬菜和瓜果,其产品经化验其营养成分均高于国家标准,被定为有机产品,可获得较高的经济效益,实现了“种养结合”的农牧大循环模式。

微生物巢技术是异位发酵床技术的应用和创新。据场主实践证明,通过分析各种农作物垫料的 C/N 比,根据物料含量的不同配比构建微生物巢,可控制有机肥的生产量,如:若急需使用有机肥种植农作物时,以玉米、高粱、玉米芯等易发酵物料为巢料,发酵时间可以控制在 30 d 左右,快速生产有机肥料;若是不急需使用有机肥,以稻壳、花生壳、木屑等耐发酵物料为垫料,垫料可使用 2 年以上。

总之,微生物巢技术是目前生态处理养殖粪污水的最佳模式,也是农作物种植与畜禽粪污综合利用的最佳结合。本技术设施改造简单,生产工艺可操作性强,是值得大力推广和应用的污水处理技术。

## 参考文献

- [1] 李有志,石灵南,刘少宁,等.微生物巢技术在养殖粪污资源化利用中的研究与应用[J].家畜生态学报,2018,39(12):74-79.
- [2] 蓝江林,刘波,宋泽琼,等.微生物发酵床养猪技术研究进展[J].生物技术进展,2012,2(6):411-416.
- [3] 李有志,冯涛,薄永恒.养殖粪污的微生物巢处理技术[J].中国畜牧业,2018(16):53-54.
- [4] 倪梅娣.猪粪好氧堆肥过程中氧气浓度变化规律的研究[D].杭州:浙江大学,2006.

【责任编辑:刘少雷】