

微生物巢技术在畜禽粪水处理中的应用

惠庆亮^{1,2,3} 牛书玉³ 李有志^{1,2*} 薄永恒^{1,2}

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

摘要 微生物巢技术是以生物发酵工程为基础,利用锯末、稻壳和作物秸秆等作为基础原料,通过添加专用高效复合菌剂,制成消纳粪水的微生物反应堆。当注入一定量的粪水后,在功能性微生物代谢合成的水解酶分解作用下,粪水中含碳氮的大分子有机物,被逐渐转化为腐殖酸、氨态氮和硝态氮等易于植物吸收的营养物质,同时释放出大量热能,使粪水以水蒸气方式蒸发,从而实现粪水的持续处理。本文对微生物巢技术在畜禽“水泡粪”工艺粪水处理中的应用进行了介绍,旨在为微生物巢的科学推广及畜禽粪水的资源化处理提供思路。

关键词 微生物巢;水泡粪;发酵;资源化;无害化

现阶段我国正在大力推进生态文明建设,作为畜禽养殖的重要环节,粪便污染问题一直是制约产业生态发展的重大阻碍。随着国家环保督察的倒逼和扶持政策的陆续出台,行业内环境生态保护的意识迅速提高,各种粪便处理的技术、模式和设施等逐步趋于完善,养殖粪便污染问题得到了很大程度的改善。但随着近几年整体工作的持续深入,大家普遍认识到:畜禽“水泡粪”工艺形成的高浓度粪水处理难题依然是畜禽粪便处理的焦点和关键,这项工艺最早引自美国,它是把粪尿污水混合进入漏缝地板下的粪沟,储存一段时间后(一般 2~3 个月),再把粪水排出到贮粪池。这种粪水长时间停留发酵,形成了难以固液分离的胶状物,在美国多是通过回灌土地进行消纳,形成种养结合的循环模式。在国内,由于单位土地的养殖过载问题非常严重,大型规模养殖场很难通过“耕地”自然消纳的方式处理粪水。

当前国内养殖场对这类粪水常用的方法是先进行固液分离,分离出的固状物进行堆肥生产有机肥,液体注入沼气池进行厌氧发酵。但这种处理方式粪水固液分离难度很大,固液分离效率低下,且

二次污染严重;而沼气工程由于受环境温度影响较大,产气量不稳定,特别是北方地区经历冬天的低温后,多数设备无法再行启用,造成了巨大的资源浪费。本文介绍微生物巢粪水处理技术,就是针对“水泡粪”工艺研发的一种高效资源化处理模式,它具有投资少、零排放和不造成二次污染等显著优势,实现了农牧种养大循环。

1 微生物巢技术工艺原理

微生物巢技术主要针对畜禽高浓度污水(COD \geq 8 000 mg/L)处理难的问题,创新性提出了微生物巢技术高效处理粪污并“变废为宝”,实现了农牧循环发展。该技术基于生物发酵原理,以蜂巢概念为基本模型,利用锯末、稻壳、秸秆等农作物下脚料为底料,通过添加专用高效复合微生物(complex microorganism 简写 CM)菌剂,制成微生物反应堆;把一定量的粪污水注入反应堆后,微生物把污水中含碳氮的大分子有机物分解掉,并逐渐转化为腐殖酸、氨态氮和硝态氮等易于植物吸收的营养物质,并释放出大量热量(最高温度可达到 80 ℃),由于反应堆外观观察像是巨大蓬松的“蜂巢”,整个

收稿日期:2020-07-08

* 通讯作者

惠庆亮,男,1980年生,兽医师。

“巢体”始终保持着动态胶着性,故称之为微生物巢技术(图 1)。随着粪污水的不断添加,微生物巢不断地进行持续分解,固体被微生物有效分解,液体则以高温模式蒸发掉,即实现了养殖场粪污水的持续清理(图 2)。

2 微生物巢技术设施建设

微生物巢的技术设施建设包括阳光棚的建设、集污池和均质池的建设、微生物巢发酵池的建设及其仪器设备,见图 3。

2.1 阳光棚

阳光棚(图 3b),棚檐高不宜低于 4 m,建议采用轻型钢架结构、防腐的优质材料,避免雨水天气导致阳光棚周边的损坏;棚顶使用透光防水材料(采光玻璃板等),同时在屋顶上设置一定量的透气窗;棚周需要采用保温隔热材料制作的卷帘,以应对环境温度的剧烈变化^[1],起到调节温度作用。

2.2 集污池和均质池

集污池和均质池,参考国家标准 GB/T 26624-2011,建议建立在离微生物巢较近的区域,均质池体积为微生物巢日处理量的 1.1~1.5 倍,需要配备相应的防水、防渗透、防溢流设施。

2.3 发酵池

发酵池建于阳光棚内,可根据阳光棚的大小和规模设计多个发酵池。通常每个微生物巢发酵池的长度为 60~100 m,宽度为 5~10 m,高度为 1.5~2 m;池边使用红砖混凝土砌成,厚 24~30 cm,配备翻抛机的轨道^[2];池底及四周使用混凝土水泥砌成,最好池底要有微坡度,以便导出多余水分,并设一小池收集。

2.4 其他仪器设备

如图 3 所示,有翻耙机(可升可降,又可前进又可后退)、翻耙轨道、移位机、移位机轨道、自动喷洒装置、搅拌机、泥浆切割泵及其他配套设置,并配备相应的工业电气控制系统,等等(可参考 GB5226.1 执行)。

3 微生物巢的制作技术

微生物巢的制作是根据各种物料的选择及含量(C/N)、菌种的添加量和辅助剂等组成(见表 1)。

3.1 物料的选择

选择无腐烂、无霉变、无污染、无异味、无生物安全隐患的物料;根据当地农作物的情况,主要以稻壳、秸秆、锯末、蘑菇废料等农作物下脚料为主。

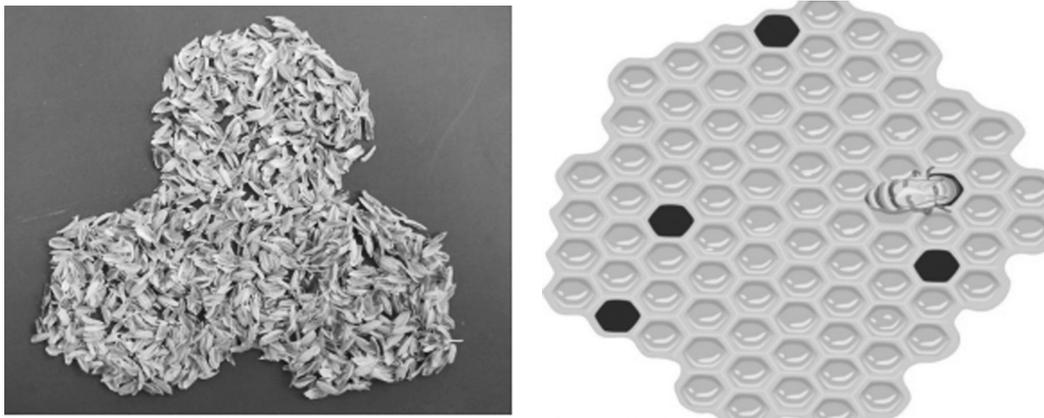


图 1 蜂巢状生物反应堆

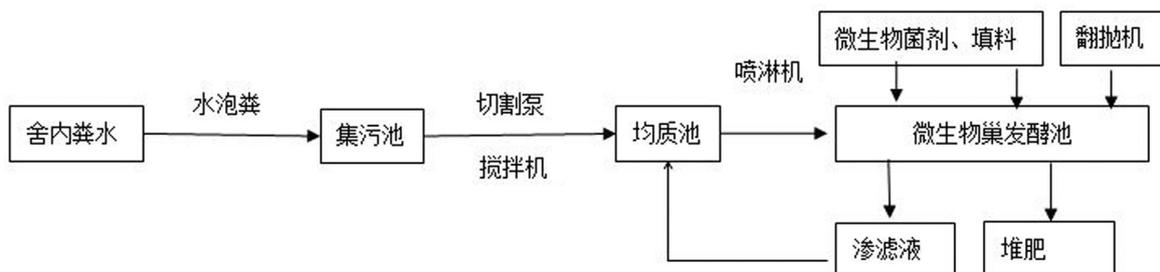


图 2 微生物巢处理工艺流程

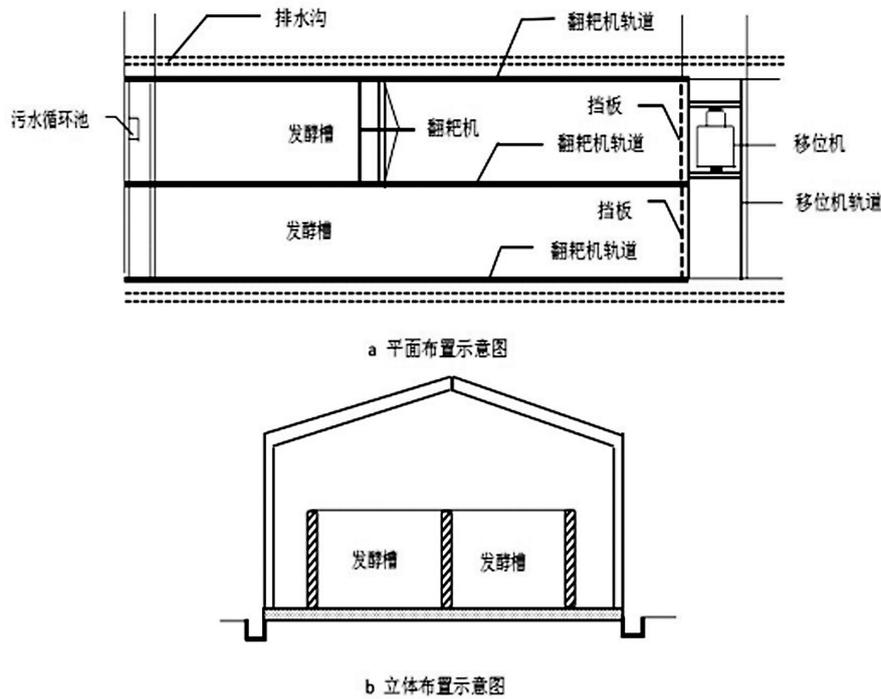


图 3 微生物巢技术设施建设示意

表 1 微生物巢的物料组合

季节	透气性原料	吸水性原料	营养辅料	菌种(视季节)	辅助调节剂(结合础料)
	40%~50%	30%~50%	0%~20%		
夏天	40~60 cm	20~30 cm	20~30 kg/m ³	0.3~1.0 kg/m ³	0%~3%
冬天	60~70 cm	30~50 cm	30~50 kg/m ³	0.5~1.5 kg/m ³	0%~3%

碳氮比(C/N)应大于 25~50:1, 优先选择碳氮比高的原料作础料(见表 2)。

3.2 微生物巢制作

依据物料的组成和选择, 根据当地具体情况制

表 2 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
甘蔗渣	53.10	0.63	84.29
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

注: 不同来源和状态的原料碳氮比不同。

作微生物巢; 即在发酵池底层铺垫透气性填料 100~120 cm, 上面铺设制作好的吸水性填料 30~60 cm, 每立方米吸水性填料添加预混合后的菌剂 1~2 kg, 混匀后, 垫料湿度以 40%~50% 为宜。配制好的发酵填料, 在未加入粪水前, 需喷洒清水保持含水率达 45%~55%; 然后堆积发酵 60~90 h 后, 采用对角线取样法测量填料表面 20 cm 以下温度达到 55 °C 以上时, 制得微生物巢。

4 微生物巢技术对畜禽粪污水处理的作用

4.1 微生物巢技术适用于处理养殖场高浓度粪水

微生物巢技术适用于处理养殖场高浓度粪水 (COD ≥ 8 000 mg/L), 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 20~30 kg/m³; 粪水均匀喷洒在物料表面, 控制湿度在 55%~65%; 随着粪水的添加, 巢内养分增多, 微生物迅速

繁殖,分解粪尿及填料中的有机物释放热量,高达 70~80 ℃,持续高温使得水分蒸发,从而实现微生物巢对粪污的持续清理^[3]。

4.2 微生物巢技术实现畜禽粪污水全程高效无害化处理

主要是依靠高效复合微生物菌剂,其菌剂创新性地利用光合细菌群、酵母菌群、枯草芽孢杆菌群、放线菌群、硝化细菌、反硝化细菌等微生物菌群。通过利用菌群的生理代谢作用,从源头上减少恶臭气体和 NH₃、H₂S 以及 VFA 等有毒有害气体的产生,并将臭味的物质转化为菌体、二氧化碳和水等其他低污染无臭味的物质;并能同时通过有益菌的生长来压制和消灭其他杂菌和有害菌的生长繁殖。研究发现:微生物巢可以大幅减少畜禽粪水中大肠杆菌

和蛔虫卵数量,粪水中蛔虫卵死亡率≥95%,粪大肠杆菌≤10⁵个/log,同时可以有效减少畜禽养殖场周围的蚊蝇等虫害^[4]。

4.3 农牧大循环

微生物巢技术无需固液分离,垫料充分利用农作物下脚料“变废为宝”,避免了二次污染。微生物巢反应堆饱和后的巢料,含有较高的 N、P 等肥效物质,经进一步加工处理后,可以用来制作生物有机肥,直接用于种植农林作物,或直接加工市场销售,用于改善土壤,提高肥力,最终用于种植作物使用。其种植的农作物下脚料,又可作为制作微生物巢物料使用,从而实现了农牧大循环。这种循环模式不仅实现对粪水的无害化处理和资源化利用,而且还具有显著的经济、社会和生态效益(图 4)。

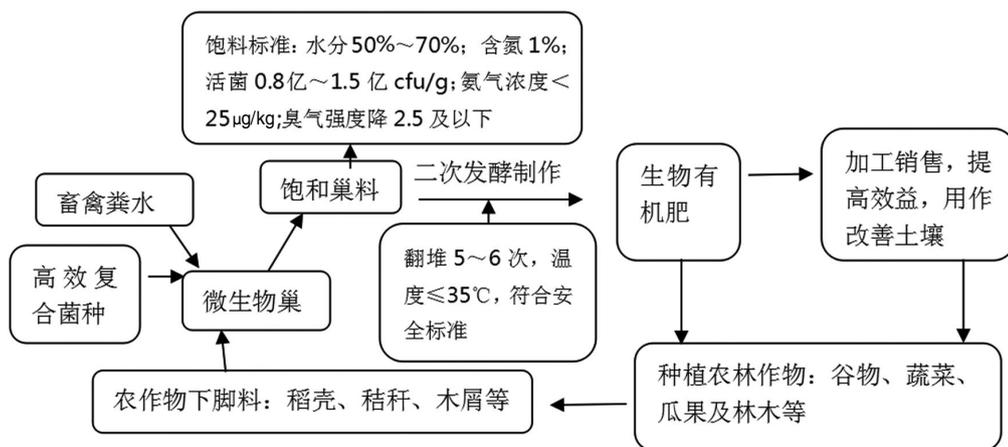


图 4 农牧大循环

5 结 语

微生物巢处理技术,自 2014 年推广至今,不断实践,大胆创新,被广泛应用于“水泡粪”工艺处理粪便污染的养猪场、粪便含水量高的奶牛场和肉鸭养殖场,有效消除了畜禽粪污的恶臭气味,实现了畜禽养殖粪污水污染的“零排放”和农牧循环经济模式的转变,促进粪肥的还田和农副产品的饲料化利用,为农业供给侧结构改革提供了较好的模板^[5]。

21 世纪将是微生物主导的高质量发展时期,生态文明是我国现代化发展的主旋律,微生物巢处理技术一次性投入只占到沼气工程的 1/5,且最终制得的有机肥料销售后可以弥补原料采购和菌种购买费用,且有 20%左右的盈利空间,具有投资少,效益高和不造成二次污染等明显优势,已被农业农村部列入 2018 年全国农业十大引领性技术,随着技

术的不断创新和熟化,市场需求越来越旺盛,具有非常广阔的市场前景。

参 考 文 献

- [1] 郑莉,张晴雯,张爱平,等.山东省畜禽粪污土地承载力时空分异特征分析[J].农业环境科学学报,2019,38(4):882-891.
- [2] 董红敏,左玲玲,魏莎,等.建立畜禽废弃物养分管理制度 促进种养结合绿色发展[J].中国科学院院刊,2019,34(2):180-189.
- [3] 侯世忠,曲绪仙,崔红,等.赴美畜禽粪污无害化处理及资源化利用技术培训总结[J].山东畜牧兽医,2018,39(6):46-52.
- [4] 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.
- [5] 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.

【责任编辑:刘少雷】