

畜禽粪污资源化利用的生态链构建探索

张建波

邯郸市园林局

DOI:10.12238/as.v8i7.3180

[摘要] 近年来,我国畜禽养殖业得到快速发展,同时每年也会产生超38亿吨粪污,若处理不当将严重污染环境并浪费资源。本文通过构建资源化利用生态链,采用厌氧发酵、好氧堆肥、沼气利用和蚯蚓转化等技术,可将粪污转化为有机肥、沼气等有用资源。并且运用种养结合、循环农业、区域协同和多元融合等模式,能够实现废弃物的高效循环利用。该模式可显著减少氨氮和化学需氧量排放,改善土壤与水体质量,同时带来可观经济效益,如生产有机肥增收、降低养殖成本,并促进农村就业与农民增收,保障农产品安全,助力乡村振兴和生态文明建设。

[关键词] 畜禽养殖; 粪污; 生态链

中图分类号: S955 文献标识码: A

Exploration of Ecological Chain Construction for Resource Utilization of Livestock and Poultry Manure

Jianbo Zhang

Handan Garden Bureau

[Abstract] China's livestock and poultry breeding industry is developing rapidly, producing over 3.8 billion tons of manure every year. If not treated properly, it will seriously pollute the environment and waste resources. By constructing an ecological chain for resource utilization, utilizing technologies such as anaerobic fermentation, aerobic composting, biogas utilization, and earthworm transformation, manure can be converted into useful resources such as organic fertilizer and biogas. By combining planting and breeding, circular agriculture, regional collaboration, and diversified integration, efficient recycling of waste can be achieved. This model can significantly reduce the emissions of ammonia nitrogen and chemical oxygen demand, improve soil and water quality, and bring considerable economic benefits, such as increasing income from organic fertilizer production, reducing breeding costs, promoting rural employment and farmers' income, ensuring the safety of agricultural products, and helping rural revitalization and ecological civilization construction.

[Key words] livestock and poultry breeding; Fecal waste; ecological chain

引言

随着畜牧业快速发展,我国每年产生超38亿吨畜禽粪污,综合利用率不足60%,大量未处理的粪污造成水体富营养化、土壤与空气污染,同时浪费其中蕴含的有机物、氮磷营养及能源潜力。畜禽粪污可通过厌氧发酵产沼气、制有机肥还田实现资源化利用,有效减少环境污染,降低温室气体排放,提升农产品产量与品质,带来经济与生态效益,并促进农村能源替代、农民增收和乡村发展。研究采用文献分析、实地调研、实验研究与案例分析等方法,系统梳理国内外技术进展,掌握不同规模养殖场处理现状与问题,优化工艺参数,并总结种养结合等成功模式,为推动畜禽粪污高效处理与资源化提供理论支持与实践路径。

1 粪污现状分析

随着畜牧业快速发展,全球畜禽粪污产生量巨大,据相关统计,中国粪污年产量超38亿吨,其中生猪、奶牛、家禽养殖均贡献显著,美国等畜牧业大国也面临局部区域粪污集中难题。目前粪污处理存在技术、资金和运输三重障碍:厌氧发酵受温度等条件制约,好氧堆肥需充足场地且易产生异味;处理设施建设与维护成本高,小型养殖场难以承担;粪污体积大、运输成本高,存在泄漏风险。若处理不当,粪污将造成严重环境污染:排入水体引发富营养化,导致藻类泛滥、水生生物死亡;长期施用使土壤重金属、抗生素积累,破坏土壤结构,影响农作物生长;堆放过程中释放氨气、硫化氢等有害气体,污染空气,加剧雾霾,危害人体健康。

2 资源化技术路径

2.1 厌氧发酵。厌氧发酵通过厌氧微生物分解畜禽粪污,产沼气和有机肥,实现减排与资源化。虽可降低COD并供能,但受温度、pH影响大,低温抑制效率,沼渣处理不当易致二次污染。

2.2 好氧堆肥。好氧堆肥是在有氧条件下利用微生物将畜禽粪污转化为稳定腐殖质的过程,可有效杀灭病原体,产出优质有机肥,改善土壤结构。需控制碳氮比、水分和通风,周期较长且可能产生异味,但资源化利用效益显著,已实现环境与经济双赢。

2.3 沼气利用。沼气由畜禽粪污发酵产生,主要成分为甲烷,热值高,可用于发电、供热和农村集中供气,改善养殖环境并满足农户能源需求。但其利用受限于较高的收集储存成本,需净化处理腐蚀性杂质以保障设备安全。

2.4 蚯蚓转化。蚯蚓转化技术利用蚯蚓将畜禽粪污转化为有机肥和蛋白饲料,提升作物产量和鱼类生长,兼具经济与环保效益。需控温湿并防范逃逸与病害,受限于繁殖慢、处理规模小^[1]。

3 生态链模式设计

3.1 种养结合。种养结合通过养殖与种植的有机衔接,实现粪污资源化利用和物质循环。畜禽粪便还田作有机肥,减少化肥使用,农作物又为养殖提供饲料,形成良性循环。如奶牛场配套青贮玉米种植,提升产量与奶牛产奶量;南方“猪-沼-果”模式,粪污产沼供能,沼渣沼液还田,降低成本并改善果品质量。该模式破解种养分离难题,实现经济、生态和社会效益的统一,是农业绿色可持续发展的重要路径。

3.2 循环农业。循环农业依托生态学原理,通过种养结合与多环节协同,实现资源高效利用。某园区整合养殖、种植、加工与能源利用,粪便还田、残余物发酵产沼气,沼渣作肥,形成闭环系统,资源利用率超80%,废弃物减排60%,减少化肥农药使用,提升农产品品质与竞争力。

3.3 区域协同。区域协同模式整合养殖、种植、有机肥企业及政府资源,构建畜禽粪污资源化利用闭环链条,政府提供政策与监管,企业加工粪污为有机肥供种植使用,资源化利用率由40%提升至70%以上,降低成本,提升农产品品质与量,推动农业生态化与可持续发展。

3.4 多元融合。多元融合模式推动畜禽粪污资源化利用与工业、旅游等产业结合,通过提取粪污中纤维素、蛋白质等成分开发高值产品,并发展集养殖、采摘、餐饮于一体的乡村旅游,促进农民增收与公众认知提升,实现农业转型升级及经济、生态、社会效益协同共赢^[2]。

4 技术集成应用

4.1 设施配套。设施配套贯穿畜禽粪污资源化全过程,收集采用自动化刮粪系统,降低氨气30%;处理环节根据厌氧或好氧工艺配套发酵罐、堆肥车间及翻堆设备,新型材料提升保温性20%以上;产品端配备加工与仓储设施,保障有机肥质量,实现高效环保可持续利用。

4.2 工艺优化。工艺优化可显著提升畜禽粪污资源化利用效率。厌氧发酵中,选用高效接种物并控制温度、pH和碳氮比,可

缩短启动时间、提高沼气产量;好氧堆肥通过优化辅料配比和通风技术,改善通气条件,加快腐熟。结合厌氧与好氧的多级处理工艺,实现有机物高效分解与转化,提升资源化水平。

4.3 智能监控。智能监控技术为畜禽粪污资源化利用提供了科学高效的管理手段。通过在处理设施中安装传感器,可实时监测温度、湿度、pH值等关键参数,一旦异常即自动报警并调节,确保发酵过程稳定。系统还能实时监控厌氧发酵产生的甲烷、二氧化碳等气体排放,发现浓度超标时自动优化工艺,减少温室气体排放,甲烷排放可降低约15%。在有机肥生产中,智能设备可在线检测养分含量、含水量等质量指标,发现问题及时调整工艺,保障产品稳定性。同时,系统全程记录并分析运行数据,通过挖掘历史数据识别影响处理效率与产品质量的关键因素,为工艺优化和管理决策提供数据支持,全面提升资源化利用的智能化水平。

4.4 标准建设。标准建设是畜禽粪污资源化利用的重要保障,涵盖设施建设、产品质量、工艺操作、人员培训和环境排放等方面。需制定统一的设施设计与施工规范,如明确厌氧发酵罐的容积、材质和结构要求,并依据《规模化畜禽养殖场沼气工程设计规范》等标准推进实施。在产品质量方面,应建立有机肥、沼气等产品的质量标准,明确成分、重金属、酸碱度等指标,并配套检测体系,推动企业通过ISO认证提升市场竞争力。工艺操作需制定详细规程,规范原料预处理、接种比例、温度时间控制及日常管理,提升处理效率与产品稳定性。同时,通过制定人员培训标准提升从业者技能,落实严格的环境排放标准,确保资源化过程符合环保要求,实现经济与生态效益的统一^[3]。

5 面临挑战分析

5.1 技术瓶颈。畜禽粪污资源化利用技术在实际应用中面临多重瓶颈。厌氧发酵受粪便成分差异影响,猪粪氮高、牛粪纤维多,导致单一工艺适应性差,小型养殖场常因缺乏成分分析和工艺调控,出现酸化、产气率低等问题,实际产气效率仅达理论值的60%—70%。好氧堆肥则受限于温度、湿度和通风控制不精准,简易设施易导致堆肥周期延长、恶臭排放,且产品养分和有机质含量不稳定,难以满足优质有机肥标准。此外,预处理环节在去除杂质和病原菌的同时难以有效保留养分,后处理技术对沼渣沼液的深加工能力不足,致使大量副产物被简单处置或直接排放,造成资源浪费与环境污染。

5.2 成本压力。畜禽粪污资源化利用面临较大成本压力。中等规模养殖场建设一套完整的粪污处理设施需投入数百万元,小型养殖场难以承担。运行过程中,能源、原材料及人工成本高昂,日处理10吨粪便的处理厂年运行成本可达数十万元。同时,资源化产品如有机肥虽具改善土壤、提升农产品品质等优势,但每吨售价500—600元,明显高于化肥的300—400元,价格劣势导致市场竞争力不足,农民更倾向使用低价化肥,有机肥销售困难,进一步压缩了资源化利用的盈利空间。

5.3 意识不足。部分养殖场户对畜禽粪污资源化利用认识不足,视粪便为废弃物,忽视其资源价值和环境影响,常随意堆放,

造成环境污染。消费者对有机肥等资源化产品认知低,偏好化肥种植的农产品,导致市场需求不足,影响养殖主体积极性。地方政府宣传引导不到位,政策普及和指导服务欠缺,致使养殖户缺乏实施资源化利用的知识与动力。

5.4标准缺失。当前畜禽粪污资源化利用在产品、技术和环境标准方面均存在不足。有机肥和沼气虽有相关标准,但缺乏针对不同畜禽粪便的细化规定,导致产品质量参差,部分产品含重金属或病原菌,可能污染土壤和农产品。粪污处理工艺和设备缺乏统一技术规范与质量标准,影响设备选型与应用效果。同时,污染物排放控制标准不严,废气、废水、废渣处理不到位,易造成环境污染;温室气体排放监测与控制标准缺失,制约节能减排和气候应对目标的实现^[4]。

6 发展对策建议

6.1技术创新。技术创新是推动畜禽粪污资源化利用的关键。应加大研发力度,提升厌氧发酵效率,通过改良高效菌种可使沼气产量提高20%—30%,并优化发酵设备设计与工艺参数,实现稳定高效运行。在好氧堆肥方面,研发快速腐熟剂可显著缩短堆肥周期,如某养殖场将60天的周期缩短至30—40天,大幅提升效率。同时,需加强粪污中有害物质去除技术研究,如利用生物吸附剂去除重金属,去除率可达80%以上,提升资源化产品安全性和质量。此外,推动智能化技术应用,通过传感器与自动化系统实时监控温度、压力、酸碱度等参数,实现精准调控,提高处理效率并降低人工成本,如某智能养殖场已实现发酵过程的自动调节,确保运行稳定。

6.2政策支持。政策支持对畜禽粪污资源化利用至关重要。政府应完善补贴政策,对建设处理设施的养殖场及生产使用资源化产品的主体给予资金支持,如每立方米厌氧发酵罐补贴200—300元,对使用粪肥的种植户提供肥料补贴,提升有机肥市场需求。同时,健全监管体系,制定排放与处理标准,强化对养殖场和处理企业的日常监管,严惩违规行为,并严格检测有机肥的养分和重金属等指标,确保产品质量安全。此外,应制定市场激励政策,通过税收减免、信贷支持等方式降低企业运营成本,鼓励社会资本参与;推动碳交易机制,量化粪污处理中减少的温室气体排放并允许交易,增加企业经济收益,促进资源化利用产业可持续发展。

6.3主体培育。培育多元化主体是推动畜禽粪污资源化利用的关键。应引导养殖场向规模化、标准化发展,提升其粪污处理与资源化能力,配套建设处理设施,并加强管理人员和技术人员培训。鼓励发展专业粪污处理企业,通过政策扶持引入社会资本,采用先进技术实现粪污高效处理,生产有机肥和沼气,兼顾经济

与环境效益。支持农业合作社、家庭农场等新型经营主体参与,推动种养结合和循环农业,通过与养殖场或处理企业合作,实现粪肥还田、秸秆回用等资源循环利用模式,形成多方协同、互利共赢的治理格局。

6.4宣传推广。宣传推广对提升社会对畜禽粪污资源化利用的认知和接受度至关重要。应通过电视、广播、报纸、网络等媒体广泛宣传其意义、技术与成功案例,制作专题节目增强公众关注。同时,开展科普活动,组织专家深入农村、养殖场和社区举办讲座与培训,普及相关知识与技能,并通过宣传栏、标语营造氛围,提升基层群众认知。此外,树立典型示范,表彰先进养殖场、企业和个人,评选示范单位并组织参观学习,推广成功经验,发挥引领作用,带动更多主体参与畜禽粪污资源化利用实践^[5]。

7 结束语

在畜禽粪污资源化利用生态链构建中,厌氧发酵和好氧堆肥等技术广泛应用,实现粪污处理与沼气、有机肥生产协同推进,种养结合、区域协同等循环模式有效推广,技术集成与智能监控提升处理效率,相关标准逐步完善。未来需进一步研发高效环保技术,拓展粪污资源化与工业、旅游等产业融合的多元模式,政策支持、监管体系和社会认知将持续强化。政府部门应加大补贴与监管力度,企业需提升技术投入与合作,农户应积极使用有机肥并参与资源循环,科研机构要加强技术创新与人才培养,媒体应加强宣传引导。各方协同推进,方能实现粪污高效利用、农业可持续发展与生态环境改善。

【参考文献】

- [1]龙卫员.黔东南地区畜禽粪污资源化利用现状与优化策略[J].畜禽业,2025,36(07):33—36.
- [2]刘志敏.畜禽粪污资源化利用存在的问题与解决措施[J].畜禽业,2025,36(07):59—61.
- [3]于海龙.畜禽粪污资源化利用的治理逻辑研究——基于“契约治理+关系治理”的分析框架[J/OL].中国农业资源与区划,1—13[2025-07-29].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.S.20250715.1355.018.html>.
- [4]牛萍.畜禽养殖粪污资源化利用的方法及建议[J].农业开发与装备,2025,(07):238—240.
- [5]黄钰程,谭飞.基层畜禽粪污资源化利用存在问题及策略——以江苏省启东市为例[J].中国畜牧业,2025,(12):81—82.

作者简介:

张建波(1983—),男,汉族,河北邯郸人,畜牧(兽医)师,研究方向:野生动物和家畜疾病诊疗。