

工业有机固废与农业秸秆协同厌氧发酵制沼气及沼肥利用研究

李燕妮¹ 郝文强²

1.内蒙古新创环境科技有限公司 内蒙古 010062

2.内蒙古众元测试技术有限公司 内蒙古 010000

【摘要】：在废弃物资源化和可再生能源领域，如何高效利用工业有机固废与农业秸秆，成为推动绿色发展的重要议题。通过协同厌氧发酵技术，将工业有机固废和农业秸秆进行协同处理，不仅能够提高沼气产量，还能有效减少废弃物对环境的负担。沼气作为一种清洁能源，能够替代部分传统化石能源，减少温室气体排放。同时，沼肥的生产与农业应用，有助于提高土壤质量和农业可持续发展。研究表明，合理的工艺参数和原料配比能显著提升沼气的产量与沼肥的质量，为农业与工业废弃物的协同处理提供了有效途径。

【关键词】：协同厌氧发酵；工业有机固废；农业秸秆；沼气；沼肥

DOI:10.12417/2811-0528.26.12.025

引言

全球能源结构的转型与环境污染的减排需求，促使了生物能源和废弃物资源化技术的快速发展。工业有机固废和农业秸秆作为两类典型的废弃物，在资源化过程中具有巨大的潜力。通过协同厌氧发酵技术，不仅能实现高效的废弃物降解，还能有效转化为沼气能源，降低对环境的负面影响。同时，沼气的副产品——沼肥，能在农业中应用，为土壤改良和农作物增产提供支持。如何优化这一过程，提高转化效率和资源利用率，成为当前研究的关键。通过合理的工艺设计，工业有机固废与农业秸秆的协同处理，不仅有助于能源的可持续利用，也为废弃物管理提供了新的思路和解决方案。

1 协同厌氧发酵工艺优化与原料配比研究

协同厌氧发酵工艺的优化是提高工业有机固废与农业秸秆共同处理效率的关键。对于不同的原料，其厌氧发酵特性差异较大，影响着沼气产量和反应效率。合理的原料配比是决定发酵效果的核心因素。通过对不同工业废弃物与农业秸秆的混合比例进行实验研究，可以找到最佳的原料配比，从而提高厌氧发酵的效率和沼气产量。工业有机固废常含有较高的有机物和营养成分，而农业秸秆富含纤维素和半纤维素，二者在协同发酵过程中能够互补，但其配比必须根据各自的发酵速率和代谢特性进行调整。

在优化工艺过程中，关键参数如温度、pH值、C/N比等对发酵效果的影响也不可忽视。通过调节这些工艺参数，可以有效提高微生物的活性，促进有机物的降解和沼气的产出。适宜的温度区间可最大程度地激活厌氧微生物，而合理的pH控制有助于避免发酵过程中出现过酸或过碱的情况，保障微生物在最优环境下生长和繁殖^[1]。C/N比是影响厌氧发酵反应的重

要因素，过高或过低的C/N比都会导致发酵过程的低效或者副产物的增加。调节原料的碳氮比，不仅能够促进微生物的代谢活动，还能优化沼气的产量。

原料的预处理工艺也是协同厌氧发酵中的重要步骤。通过物理或化学方式预处理农业秸秆和工业废弃物，可以显著提高有机物的可降解性，从而促进发酵过程中的有机物转化为沼气。常见的预处理方法包括热水浸泡、酸碱处理和机械破碎等。每种方法根据原料的不同特性，能有效地破坏原料的复杂结构，提高厌氧微生物的接触效率和降解速率。优化协同厌氧发酵工艺需要综合考虑原料配比、工艺参数以及预处理方式，通过系统的实验和数据分析，找出最适合的操作条件，为大规模应用提供技术支持。

2 沼气产量提升的关键因素分析

沼气产量的提升受多个因素的影响，这些因素不仅包括原料的种类和配比，还涉及到发酵过程中的工艺条件、微生物群落的构成以及发酵反应的优化。原料的有机物含量和可降解性是直接影响沼气产量的关键因素。高有机物含量的原料能够为厌氧微生物提供充足的能源，从而促进其活动，提升沼气产量。农业秸秆和工业有机固废作为典型的有机物来源，其含碳量高，经过适当的预处理后，可以显著提高其发酵效率，进一步提升沼气产气量。

发酵温度和pH值的控制对于微生物代谢活性至关重要。适宜的温度可以促进厌氧微生物的生长与繁殖，进而提高有机物的降解速率和沼气的产量。不同微生物群落不同温度下表现出不同的代谢特性，温度的设定应根据发酵系统的实际情况来调节。pH值的变化也会影响微生物的活性。过酸或过碱的环境都会抑制厌氧发酵过程，导致沼气产量下降。通过监控和

调节 pH 值至最适宜范围,可以保持微生物的最佳活性,确保沼气产量的稳定性和提升。C/N 比的优化也是影响沼气产量的重要因素^[2]。碳源和氮源的比例对微生物的生长至关重要。如果 C/N 比失衡,过多的氮源可能导致氨氮的积累,抑制微生物的活性,甚至产生毒性物质;而过多的碳源则会导致发酵过程中产生大量挥发性脂肪酸,影响沼气产量。合理调整原料的 C/N 比,保证碳氮的平衡,能够有效提高发酵效率,提升沼气的产量。

微生物群落的构成和其活性的调节也起着至关重要的作用。厌氧发酵过程中涉及的微生物种类众多,细菌、古菌等微生物的协同作用决定了有机物降解的效率。通过优化微生物种群的结构,增强厌氧微生物对不同有机物的降解能力,能够在更短的时间内实现高效转化,从而提升沼气产量。在这一过程中,定期监测和调控微生物的种群结构、代谢活性,对于提高沼气产量具有重要意义。发酵时间的控制也是提升沼气产量的重要因素。长时间的发酵虽然能够完成更多的有机物降解,但过长的时间也可能导致副产物的积累,反而影响沼气的产生。因此,合理控制发酵周期,平衡产气量与时间效率,是提升沼气产量的关键策略。

3 沼肥在农业中的应用与资源循环利用

沼肥含有丰富的有机质和多种植物所需的营养元素,如氮、磷、钾等,能够有效改善土壤的肥力,提升作物的生长和产量。与传统化肥相比,沼肥是一种更为环保和可持续的肥料,其使用可以减少对化学肥料的依赖,降低化学污染,促进农业的绿色发展。沼肥通过有机质的供给,改善土壤的结构,增加土壤的透气性和水分保持能力,进而提高土壤的生产能力和植物的抗逆性。

在农田土壤的资源循环利用中,沼肥发挥着重要作用。它

不仅能够为土壤提供营养,还能够改善土壤微生物的活性,促进有益微生物的繁殖,从而提高土壤的生物活性。土壤的微生物群落与植物根系之间的相互作用,能够显著增强作物对水分、养分和病虫害的抵抗力,提升作物的生长环境^[3]。通过合理施用沼肥,能够建立起一个良性循环,使土壤中有机质的水平逐渐得到提升,长期使用能够促进土壤质量的稳定和持续提高。

沼肥的资源化利用不止于农业生产。在沼肥的应用过程中,除了提供直接的肥料效益,还能够带来其他间接的环境效益。施用沼肥可以减少农业废弃物的堆积,避免废弃物污染环境,实现废弃物的资源化利用,减少农田中化学肥料的过量使用,从而减轻水体富营养化、土壤酸化等环境问题。沼肥的使用能够减少温室气体的排放,尤其是甲烷等温室气体的排放,助力减缓气候变化。

在实际应用过程中,沼肥的施用量和施用方式需要根据土壤类型和作物需求进行合理调整。不同地区、不同作物的营养需求各异,因此沼肥的使用应根据实际情况进行配方优化,以确保其营养效益的最大化。沼肥的施用方法包括直接施用、深翻入土或与其他有机肥混合使用等,通过科学合理的施用方式,能够确保其对土壤和作物的最佳作用。沼肥的施用还可以与农田水利管理、作物轮作等农业技术相结合,进一步提高资源利用效率,促进农业生产的可持续发展。

4 结语

协同厌氧发酵技术在工业有机固废与农业秸秆处理中的应用为资源的高效转化提供了新思路,沼气的生产不仅推动了能源的清洁利用,也为农业提供了优质的沼肥。未来,优化发酵工艺、提升沼气产量、加强沼肥的农业应用,将进一步促进资源的循环利用,推动可持续发展。

参考文献:

- [1] 王旭,罗振兴,夏志鹏,郭倩倩,胡艳军.工业有机固废气化处理技术的研究进展[J].能源环境保护,2024,38(5):92-103.
- [2] 闫冰,付嘉琦,袁林,付尹宣,夏嵩.生物处理对稻草秸秆厌氧发酵产甲烷的影响及动力学分析[J].能源研究与管理,2023,15(2):73-78.
- [3] 陈冠英,马宗虎,张万钦,刘凡,李剑,张中亮.干湿耦合厌氧发酵制沼及热电肥多联产技术模式探析[J].中国沼气,2024,42(4):31-37.