

餐厨垃圾处理现状及主要处理技术分析

邸子佼¹ 梁胜娜²

1 鲁控锦睿环境科技(苏州)有限公司 2 鲁控环保科技有限公司

DOI:10.12238/eep.v8i1.2475

[摘要] 餐厨垃圾处理是当前城市管理与环境保护领域的重要研究课题。有效的餐厨垃圾处理不仅可以减少资源浪费,还能降低环境污染,推动可持续发展。本文探讨了餐厨垃圾处理技术的现状及其应用,重点分析了国内主要的处理方法,包括厌氧消化技术和好氧堆肥技术。厌氧消化技术通过无氧环境下的微生物分解,有效减少废物体积并回收沼气,然而其对原料要求较高且设备投资较大。好氧堆肥技术则利用好氧环境下的微生物将有机物转化为肥料,适用于小规模处理,但对温湿度的控制要求严格,且处理周期较长。

[关键词] 餐厨垃圾; 处理技术; 挑战

中图分类号: R124.3 文献标识码: A

Analysis of the current situation of kitchen waste treatment and the main treatment technologies

Zijiao Di¹ Shengna Liang²

1 Lukong Jinrui Environmental Technology (Suzhou) Co., Ltd.

2 Lukong Environmental Technology Co., LTD.

[Abstract] The treatment of kitchen waste is an important research topic in the fields of urban management and environmental protection. Effective treatment of kitchen waste can not only reduce resource waste, but also lower environmental pollution and promote sustainable development. This article explores the current status and application of kitchen waste treatment technology, with a focus on analyzing the main treatment methods in China, including anaerobic digestion technology and aerobic composting technology. Anaerobic digestion technology effectively reduces waste volume and recovers biogas through microbial decomposition in an anaerobic environment, but it requires high raw material requirements and significant equipment investment. Aerobic composting technology utilizes microorganisms in an aerobic environment to convert organic matter into fertilizer, which is suitable for small-scale processing, but requires strict control of temperature and humidity, and has a long processing cycle.

[Key words] kitchen waste; Processing technology; Challenge

引言

随着国家垃圾分类政策的不断推进,住房和城乡建设部等12部门联合印发《进一步推进生活垃圾分类工作的若干意见》。《意见》强调,直辖市、省会城市、计划单列市和垃圾分类第一批试点城市等46个重点城市率先开展生活垃圾分类先行先试、示范引导,已经基本建成了生活垃圾分类投放、分类收集、分类运输、分类处理系统,多个中小城市也在逐步跟进推行垃圾分类工作。按照《关于在全国地级及以上城市全面开展生活垃圾分类工作的通知》要求,到2025年,全国地级及以上城市将基本建成生活垃圾分类处理系统。在垃圾分类过程中,厨余垃圾的分类收集量在多个地区已超过预期,厨余垃圾如何妥善地处理,已经成为当前继续推动垃圾分类工作非常重要的一环。

目前,许多城市在厨余垃圾处理方面已采取了一系列有效措施。例如,通过建设专门的厨余垃圾收集站,配备专用的收集容器,确保厨余垃圾能够与其他类型垃圾有效分离。此外,政府也加大了宣传力度,提高居民对厨余垃圾分类的意识,鼓励市民积极参与到垃圾分类的行动中来。在处理技术上,一些城市开始探索生物处理和资源化利用的途径。通过堆肥化和厌氧消化等方式,将厨余垃圾转化为有机肥料或可再生能源,不仅减少了垃圾的体量,也实现了资源的循环利用。这种处理方式不仅环保,还能在一定程度上降低垃圾处理的成本。

然而,厨余垃圾处理的推进并非一帆风顺。一些城市在垃圾分类的初期,由于设施不完善、公众参与度不高,导致厨余垃圾的分类投放和收集效果不佳。因此,进一步完善垃圾分类

的基础设施,提升公众的参与意识,仍然是未来工作的重中之重。

1 国内外餐厨垃圾处理技术的应用现状

目前欧盟各成员国主要通过高价收购、投资补贴、减免税费和配额制度等可再生能源政策和措施推动厨余垃圾回收利用技术的发展,近十年来欧洲厨余垃圾处理主要以厌氧消化和堆肥为主,但规模均偏小(100吨/天以下),多为家庭厨余垃圾和餐厨垃圾混合处理,物料含固率高,杂质含量相对较少,有机质含量高^[1]。

美国对于厨余垃圾主要通过“食物捐赠计划”和安装厨余垃圾粉碎机等方式实现源头减量,末端处置途径主要通过填埋或焚烧,部分州也在推广堆肥项目。

日本厨余垃圾主要为制饲料和堆肥,其中制饲料技术要求需要高温灭菌。韩国厨余垃圾早年为堆肥,但存在盐分高和臭气难控制问题,目前发展趋势为厌氧消化处理。

随着“十三五”国家大力推动生活垃圾分类政策,国内的厨余垃圾处理行业得到快速发展。据不完全统计,截止到2020年底,国内已建成的厨余垃圾集中处理设施216座,处理能力 3.9×10^4 吨/天;在建厨余垃圾处理设施197座,处理能力 2.4×10^4 吨/天,共计 6.3×10^4 吨/天,小规模分散式就地处理项目作为辅助处理措施,在国内也有大量的试点应用。

2 目前国内主要餐厨垃圾处理技术

2.1 厌氧消化技术

2.1.1 技术原理

厌氧消化技术是一种通过微生物在无氧环境下分解有机物质的处理方法,广泛应用于餐厨垃圾、农业废弃物和污水处理等领域。其基本原理是利用厌氧微生物对有机物进行分解,生成沼气(主要成分为甲烷和二氧化碳)和稳定的残渣。这一过程不仅能够有效减少废物体积,还能回收可再生能源。

厌氧消化过程一般分为四个主要阶段:水解、酸化、产气和腐熟。在水解阶段,大分子有机物(如蛋白质、脂肪和纤维素)在水解酶的作用下转化为小分子物质,如氨基酸、脂肪酸和糖类^[2]。这些小分子物质为后续的微生物代谢提供了基础。在酸化阶段,水解产生的简单有机物通过酸性细菌的作用转化为挥发性脂肪酸、氢气和二氧化碳等中间产物。在这个过程中,厌氧微生物的活动显著增加,产生的挥发性脂肪酸会对后续的产气阶段起到促进作用。

在产气阶段,产甲烷菌(厌氧细菌的一种)将挥发性脂肪酸和氢气转化为甲烷和二氧化碳,从而完成能量的回收。此时,沼气的形成是厌氧消化过程的核心,沼气可以被收集用于发电、供热或作为燃料使用。在最后的腐熟阶段,消化残渣经过微生物的进一步分解,形成稳定的有机肥料,减少了病原体和恶臭物质,便于后续的资源化利用。

厌氧消化技术的优点包括能量回收、废物减量和环境保护等。由于其可将有机废物转化为可再生的沼气,能够有效减少温室气体排放,符合可持续发展的要求。

2.1.2 优缺点分析

厌氧消化技术在处理有机废弃物方面有着显著的优势。首先,它能够有效减少有机废弃物的体积和质量,从而减少垃圾填埋场的负担。其次,厌氧消化过程中产生的甲烷可以作为一种可再生能源,替代传统的化石燃料,减少温室气体排放。此外,厌氧消化产生的消化液和消化渣还可以用作有机肥料,改良土壤结构,促进植物生长。

不过这种方法的劣势是厌氧消化过程对温度、pH值和营养物质等环境条件要求较高,需要精细的控制和管理。不同有机废弃物的组成和特性差异较大,可能会影响厌氧消化的效率和效果^[3]。因此,为了提高厌氧消化的应用效果,需要对不同类型的废弃物进行分类处理,并优化厌氧消化工艺参数。厌氧消化过程中产生的硫化氢等有害气体也需要进行有效的控制和处理,以避免二次污染。

未来,厌氧消化技术的发展方向将主要集中在以下几个方面:一是优化微生物菌群,通过筛选和培养高效厌氧菌株,提高有机物的降解效率;二是开发新型反应器和工艺,提升厌氧消化的稳定性和处理能力;三是加强对厌氧消化副产物的资源化利用,最大限度地实现废弃物的综合利用和环境保护。通过这些努力,厌氧消化技术有望在未来发挥更加重要的作用,推动可持续发展目标的实现。

2.2 好氧堆肥技术

2.2.1 技术原理

好氧堆肥技术的基本原理是通过微生物的好氧代谢活动,将有机废弃物转化为稳定的腐殖质和矿质化合物。在这个过程中,微生物利用氧气进行有机物的降解,释放出二氧化碳、水、热量和其他简单的无机物。这一过程不仅能有效减少废弃物的体积和重量,还能显著降低其病原体含量,从而减轻对环境的负担。

外部环境控制:好氧堆肥需要提供充足的氧气供应,因此堆肥过程需要进行通风处理,以保持堆肥堆内部的氧气含量。同时,也需要控制堆肥堆的温度、湿度等环境参数,以促进有益微生物的繁殖和活动。

有机物分解:在好氧条件下,堆肥过程中的有机废弃物会被分解为更小的有机分子,包括碳水化合物、脂肪、蛋白质等。这个过程主要是通过氧气供应和微生物的作用来实现的,微生物包括细菌、真菌等。它们分泌酶类,将有机废弃物分解为更小的有机物,为后续的转化和养分吸收提供条件。

温度升高:在好氧堆肥过程中,由于微生物的代谢活动产生的热量无法完全散发,堆肥堆内部的温度逐渐升高^[4]。温度的升高有助于促进有益微生物的繁殖和活动,加快有机物的分解速度,同时还可以抑制一些病菌和害虫的生长。

厌氧阶段转化:在好氧阶段完成了大部分有机物的分解后,堆肥堆内部的氧气含量会逐渐降低,进而进入厌氧阶段。在这个阶段,一些厌氧微生物开始活动,将过程中产生的一些污泥和有机物进一步转化,此过程称为厌氧消化。

成熟阶段: 经过一定时间的堆肥过程, 有机废弃物会逐渐转化为稳定的有机肥料。成熟的堆肥具有较低的湿度、较高的养分含量, 并且有利于土壤结构的改善和植物的吸收利用。完成这个过程需要一定的时间, 通常需要几个月到一年的时间。

2.2.2 优缺点分析

进一步探讨好氧堆肥技术的优势, 可以发现其在环保和资源利用方面具有显著的优越性。好氧堆肥能够有效减少废弃物的堆积, 减轻填埋场的压力, 降低填埋场渗滤液和气体的污染风险。通过堆肥处理, 废弃物中的有机质被转化为有价值的腐殖质, 可以改良土壤结构、提高土壤肥力, 进而促进农业生产的可持续发展。此外, 堆肥过程中产生的热量可以杀死大部分病原微生物和杂草种子, 减少农田病害和草害的发生, 进一步保障农产品的安全性和质量。在技术层面上, 好氧堆肥的效率和效果受多种因素影响, 包括温度、湿度、氧气浓度、C/N比等。温度是影响微生物活动的重要因素, 适宜的温度范围是55℃至65℃, 高温阶段能够有效抑制病原体的生长和繁殖。湿度则直接影响微生物的代谢活性, 通常保持在50%至60%之间为宜。氧气浓度需要通过翻堆或通风等方式来调节, 以确保微生物的好氧代谢。C/N比则关系到微生物的营养供给, 通常选择25:1至35:1的范围较为理想。

好氧堆肥技术在有机废物处理和土壤改良方面具有诸多优点, 但也存在一些缺点。首先, 堆肥过程需要适宜的温度、湿度和氧气条件, 控制这些条件相对复杂, 尤其是在大规模操作时, 过于潮湿或干燥都可能导致堆肥失败。堆肥过程中可能会产生异味, 尤其是在缺乏通风或原料不当的情况下, 这可能会影响周围环境和居民的生活质量。其次, 堆肥需要一定的时间, 通常需要数周到数月才能完成, 这对于需要快速处理废物的情况并不适用。同时, 堆肥过程中会产生一些病原体和害虫, 如果未能彻底处理, 可能会对环境和人类健康造成潜在威胁。此外, 堆肥所需的原料来源可能受到季节性和地域性的限制, 导致在某些地区难以获取足够的原料进行有效堆肥。最后, 虽然好氧堆肥能够有效减少废物体积, 但在处理某些特定废物时, 如高油脂或高盐分的有机物, 效果可能不理想。

3 餐厨垃圾处理面临的问题与挑战

产生量不断增加。随着城市化进程加快和人们生活水平的提高, 餐厨垃圾的产生量逐年上升, 给处理设施带来了巨大的压力。许多城市的垃圾处理能力无法跟上餐厨垃圾的增长速度, 导致部分地区垃圾堆积, 影响环境卫生^[5]。分类和收集不完善。餐厨垃圾的有效处理需要前期的科学分类, 但在很多地方, 垃圾分类体系尚不健全, 居民的分类意识和参与度低, 导致餐厨垃圾与其他生活垃圾混合, 增加了后续处理的难度和成本。

处理技术的局限性。虽然现有的餐厨垃圾处理技术多样, 如堆肥、厌氧消化和焚烧等, 但各自存在局限性。堆肥化需要适

当的环境条件, 且处理周期较长; 厌氧消化技术在大型处理设施中应用效果较好, 但小型设施的推广面临技术和资金瓶颈; 而焚烧技术虽然处理效率高, 但会产生环境污染和有害气体, 需要配套复杂的废气处理设施。

资金投入不足。餐厨垃圾处理设施的建设和运营需要巨额资金投入, 而一些地方政府在环保方面的投资不够, 导致处理设施建设滞后, 运营维护难以保障。公众参与度低。餐厨垃圾的有效处理不仅依赖于技术和政策, 还需要公众的积极参与。然而, 许多人对餐厨垃圾处理的重要性缺乏认识, 导致分类和投放不规范, 影响了整体处理效果。

4 结语

在餐厨垃圾处理技术的研究与应用中, 各种方法各具优势和不足。厌氧消化技术以其高效的能量回收和有机物减量受到广泛关注, 但在设备投资和操作管理上要求较高, 且对原料的适应性存在一定限制。好氧堆肥技术在处理过程中能够有效改善土壤质量, 适合小规模和分散式处理, 但对温湿度的控制要求高, 且处理周期较长, 可能导致异味和病害风险。

当前, 国内外对于餐厨垃圾处理的重视程度不断提升, 尤其在城市化进程加快的背景下, 餐厨垃圾的产生量急剧增加。尽管我国在餐厨垃圾处理技术的研发和应用上已经取得了一定进展, 但仍面临诸多挑战。例如, 公众对垃圾分类的认知和参与度不足, 导致可回收资源的浪费; 处理设施的建设和管理水平参差不齐, 影响了整体处理效率; 政策法规的制定和执行力度也有待加强, 以保障各项技术的有效实施。

为了应对这些挑战, 未来需要加强多方协作, 包括政府、企业和公众的共同参与, 推动餐厨垃圾处理技术的创新与应用。同时, 结合不同地区的实际情况, 探索适合本地的综合处理方案, 提升资源的利用效率, 减少环境污染。

参考文献

- [1] 高贵英. 城市生活垃圾分类存在的问题及应对措施分析[J]. 中国民商, 2023(7):106-108.
- [2] 靳晨曦, 孙士强, 盛维杰, 等. 中国厨余垃圾处理技术及资源化方案选择[J]. 中国环境科学, 2022(003):042.
- [3] 王书锋. 厨余垃圾湿式厌氧发酵无害化处理技术研究[J]. 中国资源综合利用, 2024, 42(9):31-34.
- [4] 李丽娟, 张军. 国内外厨余垃圾处理技术[J]. 清洗世界, 2022, 38(11):72-74.
- [5] 尹啟岭. 探讨环卫工程城市生活垃圾处理技术研究[C]//第一届工程技术管理与数字化转型学术交流会论文集, 2024.

作者简介:

邸子俊(1990--), 男, 汉族, 山西太原人, 硕士, 研究方向: 餐厨垃圾处理。