

厨余垃圾处理与资源化利用技术分析

王希茜

徐州市环境卫生管理中心

DOI:10.12238/eep.v6i2.1728

[摘要] 厨余垃圾是一种宝贵的可再生资源,兼具废物性和资源性双重属性。在不恰当的处理方式的作用下,厨余垃圾对食品安全、生态环境构成了潜在威胁。本文总结了厨余垃圾的特性,对不同的处理方式进行分析,最后针对我国厨余垃圾的处理与资源化利用提出了建议,强调应因地制宜、择优选择处理方案,最大化实现厨余垃圾的“无害化”和“资源化”。

[关键词] 厨余垃圾; 处理方式; 资源化利用

中图分类号: TU824+.5 **文献标识码:** A

Technical Analysis on Kitchen Waste Treatment and Resource Utilization

Xiqian Wang

Xuzhou Environmental Health Management Center

[Abstract] Kitchen waste is a valuable renewable resource with both waste and resource properties. With improper disposal methods, kitchen waste has become a potential threat to food safety and ecological environment. This paper summarizes the characteristics of kitchen waste, analyzes different treatment methods, and finally proposes recommendations for the treatment and resource utilization of kitchen waste in China, emphasizing that the treatment options should be selected according to the local conditions and optimization to maximize the "harmlessness" and "resource utilization" of kitchen waste.

[Key words] kitchen waste; the way of processing; resource utilization

引言

厨余垃圾是城市生活垃圾的一种,外延较广,根据2019年发布的国家标准《生活垃圾分类标识》(GB/T 19095-2019),厨余垃圾包括家庭厨余垃圾、餐厨垃圾和其他餐厨垃圾,是在居家生活、加工食品、单位就餐等过程中产生的容易腐烂的垃圾。本文亦按照国家标准中关于厨余垃圾的定义进行研究讨论。

近年来,伴随着社会的不断发展进步和人民生活水平的日益提高,生活垃圾产生量也在逐年增高,根据2021年、2022年中国统计年鉴,2021年全国生活垃圾清运量24869.2万吨,相比2020年的23511.7万吨,增长率达到5.8%,而在生活垃圾总量中,厨余垃圾占比较高。2019年,中华人民共和国住房和城乡建设部、发展改革委、生态环境厅等9部门联合发布《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》,在全国地级及以上城市全面启动生活垃圾分类工作,文件要求到2020年底,46个重点城市基本建成生活垃圾分类处理系统,该政策的实施对生活垃圾特别是厨余垃圾的处理方式产生了深远影响。

1 厨余垃圾的特性

1.1 理化特性

厨余垃圾的主要成分有蛋白质、脂类、淀粉、纤维素和无

机盐等,水分含量高、盐分含量高、油脂含量高、有机质含量高是其理化特点。厨余垃圾含水率高达68.2%,所以它一般以流体状呈现。与之相对应,高含水率具有较低的热值,厨余垃圾的热值仅为2100kJ/kg左右。随着含水率的增加,厨余垃圾的清运难度也随之增加。厨余垃圾一般呈现酸性,加上其极易腐烂酸化,在放置一段时间后,它的pH值要比新产生的厨余垃圾低。由于我国饮食习惯重油重盐,所以厨余垃圾的油脂含量比较高。厨余垃圾作为一种由糖类、蛋白质、动物脂肪、植物纤维等组成的有机物质,其糖类、蛋白质在干物质中的占比超过一半,因此,厨余垃圾极易被微生物利用,进而产生腐烂现象。

1.2 危害性

厨余垃圾有机物含量较高,产量多,产生地分散,在微生物作用下,其中所含的有机质和水分极易出现腐烂变质现象,存放时间越长,腐烂变质现象越严重,尤其是在夏季,温度越高,腐败越快,越容易形成大量的渗滤液,并发出难闻的味道。渗滤液流入城市污水处理系统,不仅会造成污水处理系统运营费用的增加,而且在收集和运输过程中,一旦发生渗漏现象,会对大气、土壤、水源造成严重的污染。厨余垃圾含有大量的油脂,容易被不法商贩利用,作为非法炼制地沟油的原料,重回餐桌,严重威胁

人们的身心健康。

1.3 资源性

厨余垃圾是一种成分非常复杂的物质,它富含有机质、磷、氮、钙、钾等多种微量元素,通过无害化处理,可以制成动物饲料,生产生物柴油和有机肥料,实现对厨余垃圾的循环利用。

2 处理技术分析

2.1 非资源性处理

2.1.1 卫生填埋

卫生填埋是一种将垃圾掩埋在土壤中,通过各种微生物将其分解成小分子的生物化学方法。由于其技术成熟,操作简单,成本低,因此被广泛用于早期的厨余垃圾的处置,通常与其它类型的垃圾进行混合填埋。厨余垃圾填埋法处置浪费了大量的土地资源,同时也存在重大安全隐患。厨余垃圾在填埋处理后,经过发酵会释放出大量的甲烷、二氧化碳、挥发性有机化合物等气体,当空气中这些气体的浓度达到一定程度时,会引起温室效应,污染大气,对生态环境造成严重危害,甚至会引起垃圾坍塌等危险。厨余垃圾中还含有少量铅、汞、砷等有害物质,不经处理直接填埋,容易造成水体污染及土壤污染。此外,由于厨余垃圾中的水分含量较高,很容易形成大量的垃圾渗滤液,而这些渗滤液的后续处理费用昂贵,若处理不当,将会污染地下和地表水系,对生态环境产生极大的影响。随着人们对填埋的危害和对厨余垃圾可利用程度的了解,欧美等国家的厨余垃圾填埋率也在不断的下降,许多国家都开始禁止厨余垃圾进入填埋处置场:1999年,欧盟颁布了一项关于可生物降解型垃圾处置的规定,即禁止直接填埋;美国20多个州也开始禁止填埋有机生物垃圾;2005年,韩国政府全面禁止填埋餐厨垃圾。厨余垃圾的卫生填埋法仅仅起到垃圾减量减容化作用,不能达到资源化利用目的。

2.1.2 粉碎直排

这种处理方式一般在欧美国家比较流行,主要用于处理少量分散的厨余垃圾,它是在厨余垃圾产生地点进行破碎粉碎,通过水力冲刷,然后将其排入城市下水管网,再与城市污水结合,进入污水处理厂进行集中处理。针对少量、分散产生的家庭厨余垃圾,粉碎直排法价格低廉、技术简单,可降低生活垃圾的含水量,减少垃圾的收集量,提高生活垃圾的发热量。目前此方法在我国并未得到普及应用,主要在于粉碎直排仍存在不足。第一我国居民产生的家庭厨余垃圾油脂含量较高,很容易在管网中凝结,引起堵塞。第二我国老旧城区部分下水道系统为雨污合流,管线错综复杂,暴雨季节容易造成二次污染。第三厨余垃圾残渣很难在污水处理周期内完全分解,进而形成大量污泥或泥渣,加重污水厂除渣和污泥处理单元的负荷。

2.2 资源性处理

2.2.1 焚烧发电

焚烧发电技术是将生活垃圾中的可燃性物质与氧气混合燃烧,使其转换成热能和电能的一种工艺。由于厨余垃圾的水分含量较高,不宜直接焚烧,要先进行脱水,然后再通过焚烧过程充分将其氧化分解。一般来说以1000℃以上的温度过氧燃烧,可达

到减量50%~80%固体的效果,燃烧产生的高品位热可以用来发电,低品位热可用于供暖,炉渣可用作生产建筑材料的原料。通常为保证燃烧过程的连续性和稳定性,一般需要加入煤等辅助剂。目前,国内外的垃圾焚烧技术主要有层状燃烧、流化床燃烧、旋转式燃烧三种。焚烧工艺处理速率高,转化产生的蒸汽用于发电,低品位的热能用于加热,实现厨余垃圾的资源化、减量化效果。但是,传统的垃圾焚烧过程中,必然会产生大量的二恶英、飞灰等有害物质,而且燃烧后的炉渣含有较多的重金属,处理不当的话易引起环境污染。同时厨余垃圾含水率较高,热值较低,在焚烧过程中需要添加煤炭等辅助燃料,这将会导致二氧化碳排放量增大,并消耗更多的能源。全球第一座厨余垃圾焚烧发电厂于2011年在英国投产运行,虽然其每天可将12万吨厨余垃圾转换为150万kW·h的电能,但是由于运行成本高昂,在广泛推广使用上存在难度。

2.2.2 好氧堆肥

好氧堆肥是好氧微生物在通风条件好、氧气充足的条件下,吸收、氧化和分解废弃物的过程。微生物利用自身生命活动,将被它吸收的有机物质分解成简单的无机盐,在这个过程中,微生物可以获得充足的能量来维持它们的生长,而另外一些有机质则会形成新的细胞质,促进微生物生长,从而产生更多的微生物。根据反应温度的不同,好氧堆肥工艺可划分为升温、高温、降温、腐熟四个阶段。在每个过程中,都会发生各种生物化学反应,将厨余垃圾变成腐殖质。厨余垃圾中有机质含量多,易腐化变质,与好氧堆肥工艺的物料要求相适应。好氧堆肥过程的成败与堆肥物料的组成和堆肥条件参数息息相关,如粒度、曝气量、含水率、孔隙率、pH值等。传统好氧堆肥处理技术存在着无害化不彻底、有机肥料质量不稳定、堆肥处理周期长、卫生条件相对较差、容易产生二次污染等问题。还有一种复合高温好氧制肥工艺,可以解决传统好氧堆肥处理技术的缺点,但这个工艺能耗高成本高,处理量小占地面积大的缺点也很明显。

2.2.3 饲料化

饲料化是利用厨余垃圾中的大量糖类、蛋白质等有机物,经过生物转化、杀菌消毒、脱盐等过程,最终生成蛋白饲料添加剂等可利用物质。目前我国厨余垃圾饲料化处理技术主要分为高温脱水、生物发酵以及昆虫转化三大类。

高温脱水是一种利用湿热或干热进行物理加工的处理技术,对厨余垃圾实施加热处理,利用加热、灭菌、干燥的处理手段,生成饲料添加剂。高温干燥灭菌过程是该技术的核心关键,但是由于厨余垃圾的复杂成分,病原体并不能被完全消除和杀灭,与此同时此技术还会带来同源性污染的风险。

生物发酵则是在高温脱水法的基础上,向固体垃圾投入益生菌,对固体厨余垃圾进行分解支撑蛋白饲料。该技术的工艺流程主要包括:预处理(脱水、粉碎、去除杂质及盐分)——添加益生菌种——发酵处理——调制烘干——生成蛋白饲料。目前此技术虽然较为成熟,但依然存在同源性污染的风险。

昆虫转化同样是在高温脱水法的基础上,利用昆虫将厨余

固渣中的有机质转化成生物蛋白的处理方式。其产出的生物蛋白饲料具有较高的安全性、经济效益以及丰富的营养价值,是目前热门的研究方向。然而,由于受到昆虫生长规律的制约,温度、湿度、洁净度、人工养殖环境等因素将对厨余垃圾的处理能力产生一定的影响。

2.2.4 厌氧发酵

厌氧发酵是在无氧或者缺氧的环境下,通过厌氧菌群作用,将大分子有机物分解为小分子物质,达到对厨余垃圾资源化利用的过程。厌氧发酵主要是通过接种污泥、家畜粪便等菌种,或者通过自身的微生物进行发酵。根据不同的工艺要求,可以衍生出各种类型的产品,如甲烷、氢气、醇、油脂等。

生产甲烷。将厨余垃圾与污泥等接种物相混合,可以提高沼气产量,达到制备清洁能源的目的。生产氢气。目前,国内氢气的生产技术还处在试验阶段,主要有:光发酵生物制氢、厌氧发酵制氢等。生产乙醇。采用两级催化水解技术,将厨余垃圾中的淀粉和纤维素转化为糖类物质,添加复合催化剂,使厨余垃圾中的淀粉和纤维素更好地协同生成糖类,实现成本的削减。厌氧发酵具有高度的自动化、节省人工、易于控制、生产的产品品种多样、经济效益高的优势。但是,同时也存在微生物对酸碱度高要求高、处理工艺复杂、发酵周期长、占地面积大、设备种类多、投入大等缺点。

3 我国厨余垃圾资源化利用建议

我国的厨余垃圾数量庞大,如果处理不当,将会对生态环境和人们的身体健康造成严重的影响。通过分析研究不同的处理方式,卫生填埋法和焚烧发电法都存在着污染环境、资源回收效率低下等诸多问题,不应成为厨余垃圾处理的主流方式;粉碎直排法是对城市市政管网系统的一项考验,可在符合条件的小区试点,不宜大规模推广;目前饲料法虽然尚有许多未知的风险而不适宜大规模推广应用,但应将持续关注厨余垃圾饲料法的生物转化和应用风险评估研究作为工作重点,不断完善厨余垃圾饲料法的相关法律法规和标准许可,未来饲料化应是厨余垃圾资源化处理中值得提倡的技术之一;厌氧发酵和好氧堆肥技术工艺较成熟,将厨余垃圾转化为有机肥以及甲烷、氢气等清洁能源,资源化利用率高,相比其他处理方式具有明显的优势,我国

在厨余垃圾资源化处理工业领域的技术选择上可多关注厌氧发酵和好氧堆肥技术。

4 结束语

厨余垃圾无害化处理和资源化利用是改善人居环境、促进城市精细化管理、保障食品安全、实现可持续发展的有力抓手,在各种处理模式中,好氧堆肥、饲料化、厌氧发酵均具有各自优势,各地应当结合本地实际情况,综合考虑技术、成本、人力等因素,合理选择处理方法。

【参考文献】

- [1] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. GB/T 19095-2019. 生活垃圾分类标志[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019.
- [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] 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2022.
- [4] 陈满英, 路风辉, 刘敬勇, 等. 餐厨垃圾处理技术及资源化利用研究进展[J]. 广州化工, 2018, 46(004): 13-16.
- [5] 杨娜, 邵黎明, 何晶晶. 我国城市生活垃圾组分含水率及其特征分析[J]. 中国环境科学, 2018, 38(3): 1033-1038.
- [6] 徐涛. 厨余垃圾生命周期评价—以深圳为例[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2013.
- [7] 袁廷香, 李湘丽. 餐厨垃圾的处理现状分析[J]. 科教导刊: 电子版, 2017, (23): 2.
- [8] 潘丽爱, 张贵林, 石晶, 等. 餐厨垃圾特性的试验研究[J]. 粮油加工, 2009, (9): 154-156.
- [9] 邵蕾. 厨余垃圾家庭好氧生物处理研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2012.
- [10] 宋薇, 蒲志红. 美国生活垃圾分类管理现状研究[J]. 聚焦固废处理与处置, 2017, (7): 63-65.
- [11] 曾宇. 城市餐厨垃圾处理现状概述[J]. 科技经济导刊, 2017, (14): 9-11.
- [12] 邓松圣, 冷夕杜, 戴飞. 餐厨垃圾处理的恶臭气体排放及处理方法研究[J]. 绿色科技, 2021, 23(18): 89-93.