

餐厨垃圾处置在环保行业中的发展趋势

王 臣, 吴盛阳, 侯靖哲, 刘思洋, 张德慧

安徽浩悦再生资源利用有限责任公司, 安徽 合肥

收稿日期: 2023年9月19日; 录用日期: 2023年10月20日; 发布日期: 2023年10月30日

摘 要

随着人民生活水平的不断提高和垃圾分类的倡导, 餐厨垃圾的产生量日益增加, 随之带来一系列的环境问题日趋严重。垃圾处理是环保行业中的重中之重, 而餐厨垃圾又在垃圾处理中扮演着重要的角色。“十四五”期间政府对环保产业的支持力度不断增加, 餐厨垃圾的资源化和无害化处理迎来重要发展契机, 产业前景向好。

关键词

环保行业, 餐厨垃圾, 发展趋势

The Development Trend of Kitchen Waste Disposal in the Environmental Protection Industry

Chen Wang, Shenyang Wu, Jingzhe Hou, Siyang Liu, Dehui Zhang

Anhui Haoyue Renewable Resources Utilization Co., Ltd., Anhui Hefei

Received: Sep. 19th, 2023; accepted: Oct. 20th, 2023; published: Oct. 30th, 2023

Abstract

With the continuous improvement of people's living standards and the advocacy of waste sorting, the production of food waste is increasing, and a series of environmental problems are becoming increasingly serious. Garbage disposal is a top priority in the environmental protection industry, and kitchen waste plays an important role in garbage disposal. During the 13th Five-Year Plan period, the government's support for the environmental protection industry continued to increase, and the resource utilization and harmless treatment of food waste ushered in important development opportunities, with a promising industrial outlook.

Keywords

Environmental Protection Industry, Kitchen Waste, Trends

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

餐厨垃圾俗称“泔水”，来源于居民日常生活及食品加工、餐饮服务、单位供餐等活动中产生的垃圾，包括丢弃不用的菜叶、剩菜、剩饭、果皮、蛋壳、茶渣、骨头等，主要为家庭厨房、餐厅、饭店、食堂、市场及其他与食品加工有关的行业。餐厨垃圾具有高有机质、高油脂、高含水率(77%以上)及易生化降解等特点[1] [2] [3] [4]。如果不能及时有效处置，必将对人体健康和社会环境造成巨大影响和危害。

根据联合国粮农组织报告，全球每年约产生 16 亿吨餐厨垃圾[5]，发展中国家和发达国家产生的餐厨垃圾大致相同，不同的是发达国家主要浪费在于丢弃了本可以食用的废物，而发展中国家主要由于技术落后，在运输、加工、储藏过程中导致流失。我国餐厨垃圾产生量约 9000 万吨/年，大量的餐厨垃圾对生态环境造成了巨大的危害[6]，因此，餐厨垃圾的及时、有效及合理化处置迫在眉睫。

本文阐述了国内外餐厨垃圾的现状，分析了餐厨垃圾与环保产业的紧密关系，表明了餐厨垃圾未来的发展趋势，对环保企业的发展及产业结构布局具有指导意义。

2. 国内外餐厨垃圾现状

2.1. 中国

根据《2017~2022 年中国餐厨垃圾处理行业发展前景预测与投资战略规划分析报告》中显示[7]，2015 年全国餐厨垃圾产生量达到了 9475 万吨，其中日均产生量超过 26 万吨。而在上海、北京、重庆、广州等发达城市，餐厨垃圾的日产量达到 2000 吨以上。2019 年全国餐厨垃圾突破 1.2 亿吨。目前我国餐厨垃圾的处理方式主要有填埋、焚烧和堆肥，使用填埋和焚烧的处置方式可以很好的缓解垃圾处理量，但填埋场产生的渗滤液和焚烧产生的有害气体对环境造成巨大的危害，餐厨垃圾也没有得到很好的利用[8]。我国餐厨垃圾的产生量激增，极大地推动了我国餐厨垃圾处理行业的发展。近年来，在政府的鼓励引导下，全国各地对餐厨垃圾的关注逐渐增加，企业加大了投资力度。2020 年 1~3 月，我国新增筹建的餐厨垃圾处理项目已达 13 项，新增项目数量约是 2019 年全年新增数量的 60%。

2.2. 欧洲

每年欧洲产生的餐厨垃圾量约在 5000 万吨，相比较于发展中国家来说，欧洲各国特别是法国、德国、英国，还有北欧地区其他较发达国家等餐厨垃圾的管理和处置都有了较为完善的系统，综合利用技术也有较高的水平[9]。其中德国，目前绝大多数垃圾填埋厂已被关闭，很多大企业正在尝试餐厨垃圾资源化利用，变废为宝。而丹麦政府从 1987 年开始已经对填埋场进行征税，税费每年都在提高，其目的就在于鼓励企业尝试对餐厨垃圾进行资源化利用。

2.3. 美国

美国每年产生的餐厨垃圾量在 3000 万吨左右，占城市固体垃圾总量的 11.2%，仅次于纸张和家庭垃

圾[10]。美国作为发达国家在 1927 年便开始推广垃圾处理机，安装数量在全球第一，超过百分之九十五的城市允许安装垃圾处理机，超过百分之五十的家庭安装了餐厨垃圾处理机[11]。美国处置餐厨垃圾的主要模式是利用粉碎机对餐厨垃圾进行粉碎后排入下水道，油脂进行加工循环利用。随着政策的不断扶持，环保企业又发展了将餐厨垃圾资源化制备饲料、土壤改良剂和沼气等技术。

3. 餐厨垃圾处置技术

餐厨垃圾一般处置有焚烧处置、填埋处置[12]、粉碎直排、饲料化等简易处置，各处置工艺优缺点见表 1。资源化利用处置主要有厌氧发酵、好氧堆肥、微生物处理、物理干化处理等，各资源化工艺优缺点见表 2。由于国内大多企业是从环保领域切入到餐厨垃圾处理，因此相关企业的主营业务以及技术储备决定了企业所采用的处理工艺。

Table 1. Advantages and disadvantages of each disposal process
表 1. 各处置工艺优缺点

处理方式	优点	缺点
焚烧处置	将有机成分氧化分解，焚烧后固体减量 50%~80%，焚烧后产生的热量可回收利用，用来发电或供暖。	产生大量粉尘和有害气体，破坏生态环境，浪费资源，可利用性差，投资成本大。
填埋处置	将垃圾埋入天然的或人为挖缺的坑内，工艺简单，处置方便快捷。	填埋产生沼气，污染大气，也可能引起爆炸，资源无法再利用，且占据大量土地面积。
粉碎直排	避免了二次转运污染和餐厨垃圾随处丢弃的问题，为水处理厂提供了足够的碳源。	安装标准严格，资源化利用低，容易堵塞管道，增加城市污水处理系统的负荷。
饲料化	抽真空、煮沸、高温发酵得到干饲料。此法工艺简单，投资小，回报率高。	有一定的食物链风险，导致疾病传染率高，缺乏相应的行业标准与生产规范。

table 2. Advantages and disadvantages of resource utilization and disposal
表 2. 资源化利用处置优缺点

处理方式	优点	缺点
好氧堆肥	工艺简单成熟，应用时间长，产品有农用价值，机械化程度高。	无法很好解决有机物和重金属等污染，无害化不彻底。处理过程不封闭，易引起二次污染。堆肥处理周期长，占地面积大，有恶臭气，卫生条件差。
蚯蚓堆肥	蚯蚓自身的酶系统实现餐厨垃圾的无害化，可解决好氧堆肥臭味问题，蚯蚓可作为良好药材再利用。	环境条件要求高，餐厨垃圾高盐高油脂限制了蚯蚓堆肥处理措施的应用。
厌氧发酵	工艺先进稳定，有很强的负荷承担能力，封闭处置，减少二次污染，资源化利用高。	投资大，工艺链长、工艺复杂，产生的沼渣沼液需进行资源化利用。
生产生物柴油	可作为传统柴油的有效补充，在柴油机上均可使用，是一种优势能源。	成本和价格无法和石化柴油相竞争，垃圾收集、柴油生产销售需国家进一步支持。
微生物处理	处理时间短，采用前后分选工艺，分选简单。前端工艺扁平、简单。	投资和能耗较高，处理规模小，易造成二次污染。部分产品仍间接进入食物链，存在食品安全隐患。

目前，餐厨垃圾主要采用厌氧资源化处置，资源化利用较高，厌氧处置是指在缺氧的条件下通过厌氧微生物的自身代谢将有机物转化为沼气的方法[13][14]，该方法资源化利用高。如图 1 所示，餐厨垃圾在经

过固液分离后，固相和液相分别进行处置。固相通过压滤、油脂分离等操作后，最后在进入厌氧工序将有机物转化为甲烷、二氧化碳，以餐厨垃圾为原料获取各种有效能源将会成为未来国内外餐厨垃圾处理利用的主要方向。欧洲国家厌氧资源化处置技术相对成熟，我国可以以欧洲国家为鉴，学习其成熟工艺。

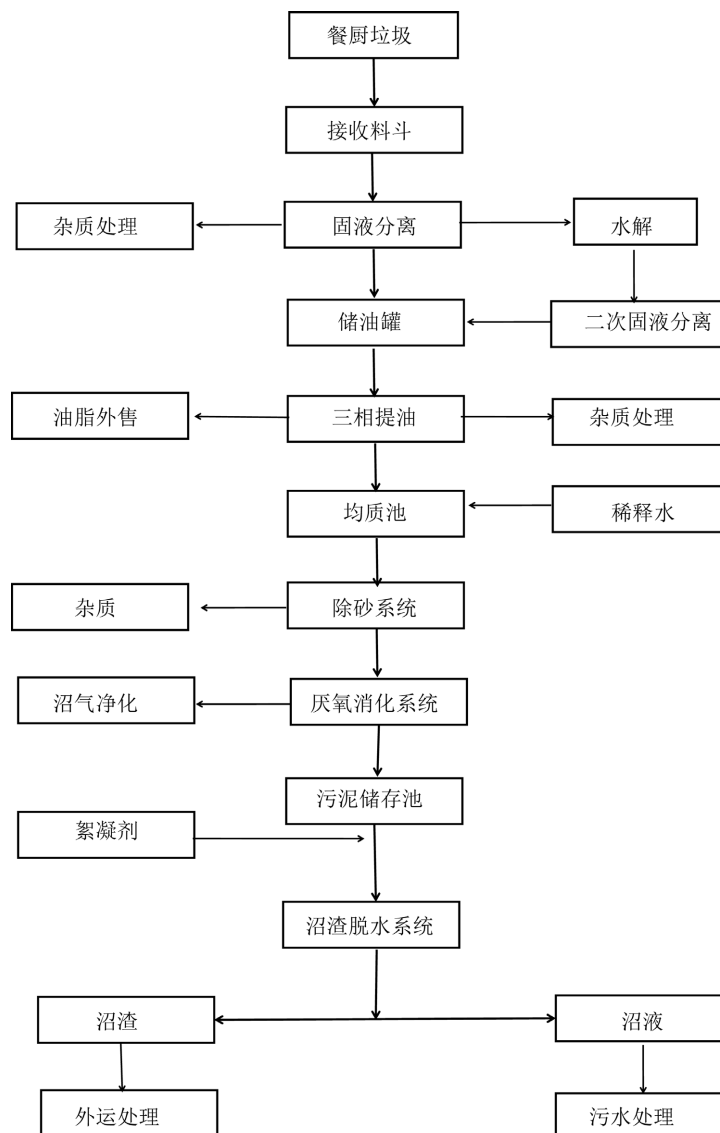


Figure 1. Anaerobic energy treatment process flow
图 1. 厌氧资源化处置工艺流程

餐厨垃圾无害化、资源化利用有利于推动生活垃圾减量化、资源化发展。通过资源化利用可以有效的减少能源的消耗，也缓解了自然资源快速消耗的问题。餐厨垃圾资源化利用既改善了环境质量又有一定的经济效益，对我国经济的可持续发展具有重要意义。

4. 餐厨垃圾在环保行业发展中的地位

4.1. 环保行业的定义

环保行业是指节约能源资源、发展循环经济、保护环境提供技术基础装备保障的产业。进入 21 世纪，

全球环保产业开始进入快速发展阶段，逐渐成为支撑产业经济效益增长的重要力量，并正在成为许多国家革新和调整产业结构的重要目标和关键。随着中国经济的持续发展，城市化进程不断扩大，环境污染也日益增加，国家对于环保的重视也越来越大，2018 年我国环保节能支持 6353 亿元，同比增长 13%，随着人们生活水平的提高，餐厨垃圾带来的影响也逐渐增大，成为了环保行业的新风口。

4.2. 餐厨垃圾资源化处置利用的重要性

随着中国经济的快速发展，城市化进展不断加速，环境污染也日趋严重，国家对环境的保护政策越来越严格，对环保的重视程度越来越高，“金山银山不如绿水青山”。政府也加大了对环保基础设施的投资，环保行业快速扩大。而生活垃圾中餐厨垃圾所占比例很大，餐厨垃圾的处理是解决生活垃圾的重要问题。近年来随着我国人们由以前的“吃饱”逐渐转化为“吃好”，餐厨垃圾也随之不断增加。资料显示，我国很多发达城市每天生活垃圾产生量在 3000 吨以上，而餐厨垃圾就占比百分之五十甚至更高。

由表 3 可以看出北京、上海等发达城市，餐厨垃圾占了城市固废的很大比重，随着城市化进程的不断发展，大部分城市的餐厨垃圾也会不断增加。如此庞大的餐厨垃圾产生量，也反向要求我国增强餐厨垃圾处理能力，加大餐厨垃圾处理的扶持力度，环保行业增加对餐厨垃圾的投资力度，否则就容易造成“垃圾围城”现象。

Table 3. Composition of solid waste in some cities of China

表 3. 我国部分城市固废组成

组成	食品	纸类	塑料	织物	灰土砖石	玻璃	金属	其他
北京	50.6	4.2	0.6	1.2	42.2	0.9	0.8	4.2
上海	42.7	0.4	0.5	0.5	44.6	0.4	-	
哈尔滨	16.6	3.6	0.5	0.5	74.8	2.2	0.9	-
湛江	37.1	0.9	42.7	0.4	59.4	0.02	0.7	-
福州	21.8	0.6	44.6	-	62.2	1.1	0.5	3.4

4.3. 餐厨垃圾处理行业的运营模式

2020 年底，我国 30% 的城镇餐厨垃圾经分类收运后实现无害化处理和资源化利用。此外，我国还将继续推进餐厨垃圾无害化处理和资源化利用能力建设，鼓励餐厨垃圾和其他垃圾联合处置。可以看出能率先研发出新的餐厨垃圾资源化利用的企业将在环保行业处于有利地位。

目前，餐厨垃圾的处理模式主要为 BOT 经营模式，而 BOT 经营模式参与方众多，过程相对复杂，项目参与者需要有非常高的运作和管理能力以及与政府合作的丰富经验，这样才能与政府保持顺畅的沟通和合作，因此政企合作经验丰富的企业具有较大发展空间。

餐厨垃圾处理行业具有地域性特点，只在本土范围内经营，这样大大限制了企业的进一步发展，而餐厨垃圾的跨区域处置能力就极其重要。数据显示，在众多的餐厨处置企业中，有超过百分至五十的企业获得了跨区域经营资质。未来拥有跨区域经营资质的企业将拥有更广阔的前景。

5. 结论

餐厨垃圾与人民生活紧密相关，加强对餐厨垃圾的管理，有利于防止各种疾病，保障人民的食品健

康安全,且餐厨垃圾处置也可以带来巨大的经济效益。餐厨垃圾处置行业符合“美丽中国”的发展方向,国家宏观政策和地方政府对餐厨垃圾的收运以及处置均给予一定的支持。按照《“十四五”城镇生活垃圾分类和处理设施发展规划》,到2025年底,全国生活垃圾分类收运能力达到70万吨/日左右,全国城市生活垃圾资源化利用率达到60%左右。在政策推动下,我们可以预见未来几年餐厨垃圾会迎来一个发展的黄金时期。

总的来看,我国人口基数大,人民生活水平显著提高,人民对食品的要求也是越来越高,从而也导致我国餐厨垃圾产生量巨大。而庞大的餐厨垃圾也给我们垃圾处理行业提出了新的要求,只有重视餐厨垃圾处理问题,提高餐厨垃圾处理技术,最终才能最终将餐厨垃圾变废为宝。

参考文献

- [1] 徐鑫,寇巍,张大雷,等.以秸秆和厨余垃圾为原料发酵产甲烷工艺的优化[J].可再生能源,2010,28(6):76-79,83.
- [2] 梅冰,彭绪亚.餐厨垃圾厌氧消化系统过程监控参数的分析[J].中国给水排水,2013,29(21):43-46.
- [3] Wei, Q.Y., Zhang, W.Q., Guo, J.B., *et al.* (2014) Performance and Kinetic Evaluation of a Semi-Continuously Fed Anaero-Bic Digester Treating Food Waste: Effect of Trace Elements on the Digester Recovery and Stability. *Chemosphere*, **117**, 477-485. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.08.060>
- [4] Zhang, C.S., Su, H.J. and Tan, T.W. (2013) Batch and Semi-Continuous Anaerobic Digestion of Food Waste in a Dual Solid-Liquid System. *Bioresource Technology*, **145**, 10-16. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.03.030>
- [5] Tang, J.L., Wang, X.C., Hu, Y.S., *et al.* (2017) Effect of pH on Lactic Acid Production from Acidogenic Fermentation of Food Waste with Different Types of Inocula. *Bioresource Technology*, **224**, 544-552. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.11.111>
- [6] 伍华琛.城市餐厨垃圾资源化技术应用现状与展望[J].再生资源与循环经济,2015,8(4):24-27.
- [7] 马中,陆琼,昌敦虎.“十三五”时期全国城镇生活垃圾处理资金需求分析[J].环境保护,2016,44(8):42-46.
- [8] 华云,王丽莉,张波.我国餐厨垃圾处理现状及主要处理技术应用情况[J].城市管理与科技,2009,11(2):60-63.
- [9] Parthiba Karthikeyan, O., Trably, E., Mehariya, S., *et al.* (2017) Pretreatment of Food Waste for Methane and Hydrogen Recovery: A Review. *Bioresource Technology*, **249**, 1025-1039. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.09.105>
- [10] Zhang, R., El-Mashad, H.M., Hartman, K., Wang, F. and Liu, G. (2007) Characterization of Food Waste as Feedstock for Anaerobic Digestion. *Bioresource Technology*, **98**, 929-935. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.02.039>
- [11] 张斌,赵立杰.国外家用餐厨垃圾处理机对周边环境的影响分析[J].环境卫生工程,2016,24(5):86-88.
- [12] 刘晓宇,张全红.北京市生活垃圾填埋气体收集处理现状与对策[J].环境卫生工程,2011,19(6):26-28.
- [13] Tuyet, N.T., Dan, N.P., *et al.* (2016) Laboratory-Scale Membrane Up-Concentration and Co-Anaerobic Digestion for Energy Recovery from Sewage and Kitchen Waste. *Water Science & Technology*, **73**, 597-606. <https://doi.org/10.2166/wst.2015.535>
- [14] Wu, B., Wang, R. and Fane, A.G. (2017) The Roles of Bacteriophages in Membrane-Based. Water and Wastewater Treatment Processes: A Review. *Water Research*, **110**, 120-132. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.12.004>