

餐厨垃圾资源化利用技术及处理过程的环保问题研究

刘凯

山东省德州市环境卫生服务中心

摘要：有效解决餐厨垃圾问题不仅涉及环境保护和公共卫生，更关联着资源的合理有效利用和社会可持续发展。餐厨垃圾成分复杂且含有大量水分，若得不到及时处理或管理不善，极易腐烂发臭，同时也容易滋生蚊蝇，会产生水污染、空气污染等问题，威胁公众的身心健康。然而，餐厨垃圾中部分成分蕴含资源化利用特性，通过科学的处理方式和工艺，餐厨垃圾不仅可以转化为有机肥料、动物饲料，还可制取沼气燃料和生物柴油等，餐厨垃圾变废为宝，其利用价值相当可观。本文就将探讨餐厨垃圾资源化利用技术及处理过程的环保问题。

关键词：餐厨垃圾；资源化利用技术；处理过程；环保问题

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.09.114

引言

随着城市化进程的不断加速和人口规模的不断扩大，餐厨垃圾问题愈加突显，并逐渐成为城市环境管理的重要问题之一。餐厨垃圾的特性使其在处理过程中既面临环保问题，又具备丰富的资源性。通过科学合理的处理之后，餐厨垃圾能够转变为多种再生资源。比如可以用来制作有机肥料、动物饲料，用来制取沼气或者是生物柴油等，呈现出了极高的回收利用价值。以往在处理餐厨垃圾时，主要采用的方法是焚烧或者填埋，对于这两种方式而言，不仅会占用较多的土地资源，同时易对周边环境产生二次污染。餐厨垃圾含水量高，在焚烧过程中会增大辅助燃料的消耗，提高处理成本。而通过开展资源化处理，能够减少因为随意倾倒、填埋以及焚烧等引发的一系列环境污染问题，同时还可以在较大程度上减少细菌、病毒以及蚊蝇等的滋生，从而减轻对环境造成的影响和破坏，有助于生态环境不断向好发展。

一、餐厨垃圾的特点

（一）危害性

由于餐厨垃圾中成分复杂，且含水量大，所以其非常容易腐烂发臭，而且极易产生病虫害导致病毒传染。餐厨垃圾如果没有及时加以处理或是监管不严格，不仅容易干扰被污染区域附近居民的正常生产、生活，而且易造成附近区域土壤、地下水、空气污染。餐厨垃圾还易通过非正常手段回收，制造“地沟油”回流餐桌，严重危害食品安全。

（二）资源性

餐厨垃圾除含一定量的氮、磷、钾外，还包括动植物油脂、有机质等，具有较高利用价值，通过科学利用生物处理技术加以适当的处置，例如制作有机肥料、动物饲养、制取沼气燃料和生物柴油等，使餐厨垃圾变废为宝，从而达到餐厨垃圾的资源化利用。

二、餐厨垃圾处理过程的环保问题

（一）焚烧处理问题

焚烧处理是城市生活垃圾处理中比较常用的一种方式，主要使用专业的燃烧设备，将温度提高到850℃以上对垃圾进行焚烧处理。垃圾发酵后的可燃物质能够与氧气发生反应，持续进行高温燃烧，在这一过程中会产生热量、烟气以及固体残渣。此方式虽然能够有效处理餐厨垃圾，但是餐厨垃圾中的含水量较高，焚烧方式会降低焚烧炉燃烧效率，焚烧后的烟气以及固体残渣相应增加，提高了处理成本。餐厨垃圾中可回收利用部分造成浪费，资源化利用效果不理想。

（二）堆肥处理问题

好氧堆肥技术是目前较为有效的资源化处理技术，主要利用微生物对餐厨垃圾中的有机物质进行相应处理，能够促进腐殖质的有效转化，形成有机肥料。比较常用的微生物有细菌、真菌和放线菌等。目前这项技术在多个地区得到了推广应用，但是在实际使用过程中也存在不足，比如，餐厨垃圾的种类比较多，油脂、盐分含量比较高，有些还存在部分有害物质，这类物质的稳定性比较强，无法充分发挥好氧堆肥技术作用。另外，堆肥技术的应用也具有一定的危险性，比如，在高温条件下很容易产生甲烷，若没有进行妥善处理易引发爆炸等安全事故。而且基于堆肥技术形成的产品主要用于林地等方面，其应用范围相对有限。

（三）填埋处理问题

而今，城市人口不断增多，诸多基础设施的使用问题也随之出现。虽然垃圾填埋场的数量在不断增多，但是其运营成本十分高昂，且位于城市较为为中心的区域，因而还有较大的土地使用成本。不过，仅依靠垃圾填埋场进行垃圾处理，其效果是具有不可持续性的，且不能真正实现餐厨垃圾的减量处理。对此，世界范围内许多区域已经在有计划地减少填埋处理的使用，例如韩国已经禁止建设新的垃圾填埋场。就我国而言，政府有关部

门也颁发了相应的规范，其中涉及了诸多对填埋处理工作的限制条件。

三、餐厨垃圾资源化利用技术

(一) 微生物发酵

微生物发酵技术利用微生物的作用，将餐厨垃圾中的有机物分解为二氧化碳、水和有机肥料，这种技术不仅可以解决餐厨垃圾的处理问题，同时还能够产生有机肥料，用于农田的施肥，提高土壤的肥力。该技术通过微生物作用，将预处理过的餐厨废弃物中的大分子蛋白质分解成具有高活性和高吸收性的小分子蛋白，然后进一步进行深层次的加工，以生产出高质量的蛋白质饲料。实验证明，该工艺可以有效地处理餐厨垃圾中的大分子有机物。通过使用酿酒酵母菌、枯草芽孢杆菌和黑曲霉等微生物对餐厨废弃物进行混合发酵处理，可以显著提高发酵产物中必需氨基酸和粗蛋白的含量，分别达到95.9%和58.7%，从而极大地提升了饲料的营养价值，并使其更加符合国家饲料卫生标准。在此基础上进一步研究了复合酶制剂对餐厨垃圾中主要营养成分如可溶性糖、游离脂肪酸及蛋白酶活力的影响。利用枯草芽孢杆菌和酵母对餐厨废弃物进行发酵，可以得到一种含有丰富酶和有益微生物的生物饲料。该方法工艺简单、成本低，适合工业化大生产。这种方法生产的蛋白质饲料不仅品质上乘且价格合理，还能在一定程度上抑制有害的致病菌，但其缺点在于产量不够稳定和效率不高。

(二) 厌氧消化

厌氧消化技术是利用无氧条件下的微生物反应器来处理有机废物。通过这种技术，餐厨垃圾可以被转化为沼气和有机肥料。沼气可用作能源供应，有机肥料可以用于农业生产，实现资源的循环利用。餐厨垃圾的厌氧消化工艺一般是指在无氧的环境中，厌氧微生物菌将餐厨垃圾中的脂类、蛋白质、碳水化合物等有机物质转化成甲烷等可利用资源的一个生物处理过程。餐厨垃圾厌氧消化是将餐厨垃圾浆料放置在密封反应器或消化罐体内加温搅拌从而完成反应，密封反应器或消化罐体保持良好的微生物降解环境，从而有效缩短餐厨垃圾发酵周期，集中有效的收集厌氧消化过程中产生的甲烷等气体，并减小垃圾渗滤液泄漏风险。厌氧消化工艺产生的气体主要成分是甲烷和二氧化碳，甲烷是一种清洁能源，很容易实现能量回收，目前国内运用较多的是将产生的甲烷气体用于沼气发电或供热。从成分角度分析，餐厨垃圾具有含水率高、盐分含量高、有机物质含量高显著特征，属于典型的资源型废物，厌氧消化工艺本质上就是利用餐厨垃圾易被微生物降解的特性，使餐厨垃圾生物降解的方法。餐厨垃圾厌氧消化工艺最早是从

生活污水处理厂剩余污泥的厌氧消化技术逐渐演化发展而来的，技术比较成熟，是当前我国餐厨垃圾处理技术中应用较为广泛的技术，市场占有率约80%。

(三) 焚烧技术

餐厨垃圾处理的焚烧技术是一种通过高温氧化分解有机废弃物的方法，旨在减少垃圾量和环境污染。一般情况下，焚烧需要经过垃圾收集、分类、预处理、干燥、燃烧、能源回收、气体处理以及灰渣处理等步骤。餐厨垃圾经过干燥后在高温环境中被点燃，有机物质分解成二氧化碳、水蒸气和灰渣。之后，应当使用有特定功能的焚烧设备进行能源回收，将产生的高温蒸汽用于发电或供热。然而，焚烧技术也面临环境和健康问题，如废气排放和灰渣处理。因此，焚烧通常被视为餐厨垃圾处理最后的手段，应优先考虑更环保、高效的方法

(四) 餐厨垃圾、污泥共同处理

当前，我国针对生活污水处理厂排放的剩余污泥处理的主要技术有填埋、焚烧、堆肥以及厌氧消化。剩余污泥也是活性污泥，其中含有大量有机物质、氮、磷、钾等，为厌氧发酵提供了良好条件，但是剩余污泥的碳氮比失衡，不利于提高发酵反应速率，甲烷产率也较低。国际上诸多研究表明，餐厨垃圾协同剩余污泥进行厌氧消化可以调节浆液碳氮比，平衡营养物质，更适合微生物菌的繁殖生长，有利于提高甲烷产率，且发酵时间更短。我国也有诸多关于餐厨垃圾一污泥协同处置工艺特性研究，如通过提高反应器负荷研究不同负荷下的甲烷产率，通过改变餐厨垃圾与剩余污泥的混合比例研究产甲烷率最高的配比条件等。餐厨垃圾一污泥协同处置工艺，可在提高产甲烷率的基础上，同时解决餐厨垃圾和剩余污泥处置两大环保问题，值得深入研究。

(五) 饲料化处理

该处理技术是干燥制饲料技术的一种，要求对餐厨垃圾进行预处理后首先进行固液分离，即对液体进行油水分离，从而得到具有高附加值油脂；对固体进行高温堆肥。一些学者对于国内外餐厨垃圾饲料化处理的系列相关研究进行了整理，最后发现餐厨垃圾中粗蛋白和粗脂肪的含量其实和水产养殖饲料存在很大差异，但是借助于一些处理能在最大程度上贴近水产养殖饲料中，如可加入一些动植物蛋白，从而有效地补充粗蛋白；在油水分离形式的帮助下，餐厨垃圾中绝大部分脂肪能被高效地脱除。

(六) 油脂回收技术

在餐厨垃圾处理技术使用的过程中，要加强对油脂回收利用技术的科学使用，减少对周边环境的影响。在以往油脂处理中，一些不法分子通过加工和过滤提取地

沟油，这些废油脂中包含了较多的黄曲霉素和致癌物质，对人体健康有着较大的威胁。因此在实际工作中需要选择正确的技术处理方案及严格的行业监管，减少各种违法行为的产生，采取科学化的油脂回收利用技术，满足餐厨垃圾的无害化处理要求。在技术使用的过程中可以生产生物柴油，餐厨垃圾在集中加工之后可以形成低碳脂类的物质，并且配合着交换法技术工艺实现各个资源的有效生产，在此过程中可以采取酸催化技术和碱催化技术等，满足当前的处理要求，避免对周边环境造成影响。在后续工作中也可以选择制备化学产品，利用餐厨废油中的甘油三酯和自由脂肪酸制备成不同的化学品，比如肥皂和脂肪酸矿用悬浮药剂等等。

（七）工业化利用技术

在工业化利用技术使用过程中，主要是将餐厨垃圾生产还原糖，配合着酒精和甲烷等相关的措施，使其中的酸碱法能够有效地形成。在此过程中整个机理非常简单，应用范围非常宽泛，有着良好的发展前景。除此之外在技术使用的过程中也可以产生碳材料，在密闭容器中进行科学的处理，避免对周边环境造成影响，在技术使用的过程中，需要以餐厨垃圾作为主要的原料，再通过水热碳化技术形成微观结构的碳微球，有效提高整体的处理效果，在加工的过程中能够保存其中有价值的氮和氧元素。但是值得注意的是，这一技术方案还出现诸多不成熟之处，并且组成成分复杂，因此需要更加客观地选择正确技术方案，满足当前的处理要求，实现资源化的科学利用。

四、餐厨垃圾资源化利用的优化路径

（一）将餐厨垃圾进行分类

餐厨垃圾资源化处理是一种可持续发展的垃圾处理方式，通过对餐厨垃圾进行分离与分类，将垃圾转化为有价值的资源，减少环境污染，提高资源利用效率。分离与分类是餐厨垃圾资源化处理的基础。分类是指通过政策宣传引导或者强制分类，将餐厨垃圾与其他垃圾分开收集、运输和处理，分离是指将餐厨垃圾中的有利用价值与无利用价值物质进行区分。分离与分类的目的是能够更好地进行后续的处理，减少各个环节的成本，提高资源利用的效率。

（二）控制垃圾产量

应当以多种措施并行的方式控制餐厨垃圾的产生，各级政府及环境卫生等部门，应当加强餐厨垃圾管理法规及相关知识宣传教育，引导社会公众文明消费，鼓励通过节约用餐、净菜上市、改进食品加工方式等，减少餐厨垃圾产生。鼓励和支持餐厨垃圾收集、运输、处理等先进技术、工艺、设备的研究、推广和应用，进一步

提高餐厨垃圾处理的效率。可以针对不同的地区设立不同的标准与指标，根据区域的人口数及经济发展水平设立限制。

（三）建立产业集群或静脉产业园

产业集群或静脉产业园一旦形成，餐厨垃圾资源化利用效率将得到显著提升。有关部门应当根据本地区的实际情况，优化政策体系，加强资金支持，加大招商引资力度，鼓励社会资本参与建设和运营，将生活垃圾焚烧发电、餐厨垃圾处理、污泥处理、渗滤液处理等垃圾处理项目毗邻而建，统筹管理，在政策支持、技术工艺等方面优势互补，发挥产业集群最大效能，既节约财政资金，同时解决企业在垃圾处理各个环节面临的问题。此外，各级各部门应当按照工作职责，做好餐厨垃圾管理相关工作，建立健全工作协调机制，将餐厨垃圾管理纳入政府和部门工作目标责任考核，共同推进餐厨垃圾处理真正实现减量化、资源化、无害化。

五、小结

餐厨垃圾作为城市生活垃圾的重要组成部分，在人口城镇化越来越高的背景下，对其产生的问题进行处理的重要性日益凸显。餐厨垃圾具有物质成分丰富和高含水量特性，处理不当容易腐烂发臭，产生病虫害，对环境和人类健康带来危害。因此，科学有效对其进行处理是保障城市环境卫生的迫切需求。相关部门需加强餐厨垃圾分类工作指导，提升餐厨垃圾处理厂的处理能力建设，倡导垃圾减量化，垃圾处理资源化、无害化，同时不断推动技术创新，致力于寻找更加科学、环保、高效的餐厨垃圾处理方案，为城市环境的改善和资源的循环利用及社会可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1] 孟伟忠. 餐厨垃圾碳源资源化处置厌氧沼液的应用研究[J]. 广东化工, 2023, 50(11): 181-185.
- [2] 刘宴辉. 餐厨垃圾资源化过程中污水处理工艺分析[J]. 资源节约与环保, 2022, (05): 76-79.
- [3] 高鹏凯, 王立铮, 贾华坡等. 餐厨垃圾资源化利用与发展[J]. 中国食品工业, 2022, (09): 88-90.
- [4] 张聪颖. 县级餐厨垃圾资源化处理技术现状及建议措施[J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3(19): 118-120.
- [5] 吴坤丽, 王玉忠, 王润沛等. 餐厨垃圾热水解资源化技术在农业领域的应用[J]. 资源节约与环保, 2022, (09): 127-131.
- [6] 韩俊彦, 张轩, 李岩等. 餐厨垃圾资源化利用技术研究现状及展望[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(S2): 346-347.