

Status and Analysis of Biodiesel Production from Kitchen Waste Oil and Grease

Mingkang Cui Haibin Huang Xiang Ruan

Guangdong Guangye Investment Group Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510630, China

Abstract

With the growth of global energy demand and the decrease of fossil fuel reserves, biodiesel as a renewable energy source has attracted much attention due to its good biodegradability and low pollution emission characteristics. As one of the main raw materials of biodiesel, kitchen waste oil and grease has the advantages of wide source and low cost. The paper introduces the main production processes such as ester exchange method, microemulsion method, pyrolysis method, and electrochemical transesterification method, compares the advantages and disadvantages of each process in terms of raw material adaptability, reaction efficiency, production cost, and environmental impact, explores the current situation and existing problems of producing biodiesel from kitchen waste oil in practical applications, and puts forward relevant suggestions to promote the healthy development of the industry of producing biodiesel from kitchen waste oil.

Keywords

food waste; waste oil and grease; biodiesel

餐厨废弃油脂制取生物柴油现状与分析

崔明康 黄海彬 阮翔

广东广业投资集团有限公司, 中国·广东广州 510630

摘要

随着全球能源需求的增长和化石燃料储量的减少, 生物柴油作为可再生能源因其良好的生物降解性和低污染排放特性而备受关注。餐厨垃圾中的废弃油脂作为生物柴油的主要原料之一, 具有来源广泛、成本低廉的优势。论文介绍了酯交换法、微乳法、热解法和电化学转酯化法等主要生产工艺, 对比了各工艺在原料适应性、反应效率、生产成本及环境影响等方面的优缺点, 探讨了餐厨废弃油脂制取生物柴油在实际应用中的现状与存在的问题, 提出了有关建议, 以推动餐厨废弃油脂制取生物柴油产业的健康发展。

关键词

餐厨垃圾; 废弃油脂; 生物柴油

1 引言

随着全球能源需求的不断增长和传统化石能源储量的日益减少, 能源危机和环境污染问题日益突出。过度使用化石燃料, 不仅会导致温室气体排放量增加, 造成全球气候变暖, 还引发了严重的空气污染和生态破坏。在这样的背景下, 全球范围内都在关注可再生和环保替代能源的寻找问题。生物柴油是一种可再生能源, 因具有生物降解性好、燃烧排放污染低等优点, 逐渐受到重视。生物柴油比传统柴油含氧量更高, 含硫量更低, 燃烧时污染物更少。使用生物柴油不仅可以减少对化石燃料的依赖, 还能有效降低温室气体排放^[1]。生物柴油可以由多种生物质原料制取, 其中餐厨废弃油脂因其来源广泛、成本低廉、资源化利用潜力大, 成为研究热

点。论文旨在对餐厨废弃油脂制取生物柴油的现状进行综述和分析, 包括介绍主要的制取方法和工艺, 探讨其在技术、经济和环境方面的可行性, 以及分析其在市场推广和政策支持方面的机遇与挑战。

2 餐厨废弃油脂的特征

餐厨废弃油脂主要来源于餐饮业和家庭厨房。这些废弃油脂成分复杂, 含有大量的脂肪酸甘油酯、清洁剂、调味料等杂质。传统处理方式如直接焚烧或填埋, 不仅浪费资源, 还会造成严重的环境污染和健康威胁, 所以将餐厨废弃油脂用来制取生物柴油, 是其高值化利用的重要途径^[2]。

然而, 与传统植物油相比, 餐厨废弃油脂的酸值较高, 容易酸败, 且含有更多的杂质和水分。这些特性对生物柴油生产有显著影响: 高酸值会增加酯交换反应的难度, 水分和杂质则会降低催化剂的效率并增加后处理成本。因此, 采用合理的制取工艺对于提高生物柴油产率和质量至关重要。

【作者简介】崔明康(1994-), 男, 中国广东广州人, 硕士, 从事固体废物处置及资源化利用研究。

3 主要生产工艺对比

餐厨废弃油脂制取生物柴油的生产工艺，主要包括酯交换法、微乳法、热解法和电化学转酯化法，工艺选择需根据原料特性、经济成本、环境影响及技术要求等多方面因素综合考虑^[3]。

3.1 酯交换法

酯交换法，又称醇解法，是生物柴油的一种制备方法，目前应用较为广泛。该方法的原理是在酸性或碱性催化剂（如氢氧化钾或氢氧化钠）作用下，油脂中的甘油三酯与甲醇或乙醇等短链醇发生反应，再经酯键断裂重新生成脂肪酸甲酯（即生物柴油）和甘油。这一过程的关键在于选择合适的醇、催化剂，以及优化温度、压力和反应时间等反应条件，以确保高效转化。其优点是酯交换法的工艺流程经过多年的研究和发展，已比较完善，易于工业化生产，并能在适当的条件下，实现较高的转化率，生产出高品质的生物柴油。相比其他方法，酯交换法所需的温度和压力较低，有利于降低能耗和设备成本。缺点是该方法对原料中的水分和游离脂肪酸含量有较高要求，这些杂质可能影响催化剂的活性和反应速率，而且催化剂在使用过程中易受到原料中杂质的影响而失活，需定期更换或再生，使运行费用增加。

3.2 微乳法

微乳法是一种通过形成微小乳液来提高反应效率的技术。该方法原理是按一定比例混合油脂、醇类和特定的表面活性剂，形成稳定的微乳系统，使油脂与醇类接触面积大大增加，从而使酯交换反应加快，产率提高。优点是微乳体系提供了更大的反应界面，促进了反应的快速进行，能获得较

高的生物柴油产率。缺点是高质量的表面活性剂是形成稳定微乳体系的关键，但其价格较高，增加了生产成本，且反应结束后，微乳体系中各组分的分离和回收较为复杂，可能会对产品的纯净度和后续处理造成影响。

3.3 热解法

热解法是一种直接热解油脂以产生生物柴油和其他副产物（如气体和焦炭）的方法。在高温（通常超过 300℃）且无催化剂的条件下，油脂分子发生裂解，形成较短的碳链产物。其优点是避免了催化剂的选择、添加和回收问题，简化了工艺流程，且能够处理高酸值和高水分的原料，显示出较强的适应性。其缺点是高温条件需要大量的能源输入，增加了生产成本，且除了生物柴油外，还会产生多种副产物，需要额外的处理和回收步骤。为了优化产物分布和提高产率，需要对反应条件进行精细控制。

3.4 电化学转酯化法

电化学转酯化法是利用电化学反应将甘油三酯在油脂中直接转化为脂肪酸甲酯的一种新型生物柴油制备技术。

该方法原理是在电解池中，通过电流驱动油脂与甲醇等醇类在电极表面发生反应，实现酯化过程。其优点是通常在较低温度下进行电化学过程，较传统的热化学方法降低了能源消耗，而且电化学转酯化法无需高温高压，运行条件较为温和，对酸值较高的原料能进行有效的处理，使原料来源得到拓宽。但美中不足的是，电化学装置在设计、制造、维护等方面的成本较高，使其规模应用受到一定的限制。技术还在研发阶段，需要进一步优化工艺流程和参数。主要生产工艺及适用范围如表 1 所示。

表 1 主要生产工艺及适用范围

序号	生产工艺	优点	缺点	适用范围
1	酯交换法	工艺成熟，产率高，反应条件温和	原料要求严格，催化剂易失活	适用于处理低酸值（通常指游离脂肪酸含量低于 1%）的餐厨废弃油脂，以确保高效稳定地生产
2	微乳法	反应速度快，产率高	表面活性剂成本高，分离困难	适用于处理各种类型的餐厨废弃油脂，尤其是在对产率有较高要求的场合
3	热解法	无需催化剂，对原料要求低	能耗高，副产物多，工艺复杂	适用于处理高酸值和高水分餐厨废弃油脂
4	电化学转酯化法	能耗低，反应条件温和，适用于高酸值原料	设备成本高，工艺尚不成熟	处理高酸值和高水分餐厨废弃油脂

4 现状与问题

4.1 应用现状

目前，餐厨废弃油脂制取生物柴油的生产工艺在实际应用中已取得了一定的进展，但总体上还处在继续开发提高阶段。其中，目前应用最广泛的是酯交换法，因为它的技术成熟度高，工艺过程比较简单，容易工业化生产。针对酯交换法，研究者们致力于开发更高效、更环保的催化剂，以降低生产成本和提高反应效率。对于反应条件的优化、催化剂的再生与回收等方面也进行了深入研究。许多国家和地区已经建立了基于酯交换法的生物柴油生产工厂，利用餐厨废弃

油脂等原料生产生物柴油，作为传统化石燃料的替代品，应用于交通运输、农业机械等领域。

然而，其他方法，如微乳法、热解法和电化学转酯化法在实际应用中的普及程度都较低。微乳法尽管在实验室条件下展现出较高的反应效率和产率，但由于表面活性剂成本较高且后续处理复杂，限制了其大规模应用。热解法虽然能够处理高酸值和高水分的原料，但高温条件下能耗大且产物复杂，需要进一步的技术优化和成本控制才能提高竞争力。电化学转酯化法作为一项新兴技术，虽然具有能低温作业、原料适应性广等优点，但设备成本高、工艺不成熟仍是

制约其规模化应用的主要障碍。

4.2 存在的问题

4.2.1 原料预处理

餐厨废弃油脂作为生物柴油的原料，其酸值高、含水量大，通常需要经过复杂的预处理工艺，如预酯化—酯交换或预水解—酯化等联合工艺路线，才能达到较高的产率。这些预处理步骤不仅增加了生产成本，还可能导致大量废液的产生，对环境造成潜在污染。据研究，原料成本通常占生物柴油总成本的75%左右，而预处理工艺的复杂性进一步推高了这一比例。

4.2.2 产品质量

生物柴油的氧化安定性较差，长时间储存后可能发生质量变化，从而造成产品品质下降。另外，生物柴油在低温环境下的应用受到限制，低温流动性可能不如传统柴油。但近年来已有研究显示，通过改进生产工艺和配方，可以开发出凝点更低的生物柴油产品，以满足不同环境条件下的使用需求。

4.2.3 产业化发展

餐厨废弃油脂的收集、运输和储存过程中存在诸多不确定性，导致原料供应不稳定。这种不稳定性不仅影响了生物柴油生产企业的正常运营，还增加了生产成本和风险。据相关报道，中国生物柴油产业面临的主要挑战之一便是原料供应不充足和不稳定，这严重制约了产业的规模化发展。由于原料供应不稳定、市场需求有限以及生产成本较高等因素，中国生物柴油企业的产能利用率普遍较低。这不仅影响了企业的经济效益，还阻碍了产业的健康发展^[4]。

4.2.4 政策支持力度

政府已经出台了一系列支持生物柴油产业发展的政策，但是在具体执行过程中仍存在问题，主要表现在缺乏强制性的生物柴油掺混政策，税收优惠政策的覆盖面有限，以及市场推广力度不够等方面，由此造成生物柴油在市场上的竞争力较弱，难以与传统柴油相抗衡。因此，为了更好地促进生物柴油产业的发展，需要多部门之间加强协调配合，在

政策上给予更多的支持，如在收集运输和储存等环节上需要完善的监管体系和政策支持；在生物柴油的推广应用上需要明确的市场导向和激励机制等。

5 结语

随着全球能源危机和环境污染问题的日益严重，生物柴油作为一种可再生、环保的替代能源，其重要性日益凸显。餐厨废弃油脂作为生物柴油的重要原料来源，具有广泛的应用前景和重要的环境意义。目前，餐厨废弃油脂制取生物柴油的生产工艺主要包括酯交换法、微乳法、热解法和电化学转酯化法等，在选择生产工艺时，需综合考虑原料特性、经济成本、环境影响及技术要求等多方面因素。虽然餐厨废弃油脂制取生物柴油在技术上取得了一定进展，但整体上仍处于不断发展和完善的阶段。酯交换法应用最为广泛，但其他方法如微乳法、热解法和电化学转酯化法的普及程度较低。原料预处理复杂、产品质量稳定性问题、产业化方面的原料供应不稳定以及政策支持不足等问题仍是制约生物柴油产业发展的主要障碍。

为了推动餐厨废弃油脂制取生物柴油产业的健康发展，需要在以下几个方面需要加大力度：一是优化生产工艺，提高生产效率和产品质量。二是加强产业链上下游的协同合作，保证原材料供应的稳定可靠。三是完善政策扶持体系，包括制定强制性掺混生物柴油政策，加大市场推广力度，扩大税收优惠政策覆盖面。

参考文献

- [1] 李扬.我国生物柴油产业的回顾与展望[J].生物工程学报,2015,31(6):820-828.
- [2] 姚志龙,闵恩泽,Yao Zhilong,等.废弃食用油脂的危害与资源化利用[J].天然气工业,2010(5):6.
- [3] 李成玮,李雯靖,靳晨曦,等.废弃食用油脂制备生物柴油综述[J].上海节能,2019(12):7.
- [4] 王涛.国内外生物燃料产业发展特点及对中国的启示[J].国际石油经济,2024(6).