

# 利用食物垃圾生产 SAF 的生命周期评估和经济技术分析



来源：民航环境与可持续发展智库

## 一、文章简介

食物垃圾通过厌氧处理产生的沼气通常用于加热和发电。合成生物学的最新发展使得生物气体中的二氧化碳（CO<sub>2</sub>）和甲烷（CH<sub>4</sub>）能够通过微生物转化为所需的产物。本研究介绍了一种新的生物路线，用于以碳中和和具有成本效益的方式使用食物垃圾生产可持续航空燃料（SAF）。来自食物垃圾的 CO<sub>2</sub> 和 CH<sub>4</sub> 通过光合和甲烷营养微生物依次生物转化为脂质，然后升级为 SAF。本研究进行了生命周期评估的对比，表明这种拟议的生物路线比涉及水热液化（HTL）的 SAF 生产路线对环境的影响更小。此外，还对生物路线进行了技术经济分析，以评估资本和运营成本，展示了该生物技术可行性。考虑到潜在的食物垃圾处理补贴，基于该生物路线的 SAF 可以产生高达 38% 的内部回报率，证明其在市场上的经济可行性。通过利用食物垃圾和创新的生物技术，这条生物路线有可能为更加环保和经济可持续的航空业做出贡献。

## 二、研究方法

文章使用 Aspen Plus 软件模拟新生物路线和 HTL 生产 SAF 的过程。Aspen Plus 工艺设计得到的数据将在 Excel 电子表格中使用既定公式进行处理，以计算拟议流程的总资本投资（TCI）和总运营成本（TOC）。同时使用生命周期评估（LCA）和技术经济分析（TEA）评估从食物垃圾衍生的温室气体中生产 SAF 对环境的影响和经济可行性。

生命周期评估（LCA）：LCA 旨在量化和比较通过生物路线和 HTL 生产 SAF 对环境的影响。该研究仅考虑原材料消耗和生产过程。关键原材料和能源输入来自 Aspen Plus 模拟得到的数据，考虑了两个过程的食物垃圾处理能力。本研究使用了化学品和其他环境影响的减少和评估工具（TRACI）2.1 版，涵盖了全球变暖潜能值（GWP）、酸化潜能值（AP）、生态毒性（ETD）等影响类别。

技术经济分析(TEA):TEA 考虑了 SAF 的资本支出(CAPEX)、运营支出(OPEX)和 SAF 的最低销售价格(MSP),从经济和技术层面评估了从食物垃圾中生产 SAF 的可行性。使用美国国家可再生能源实验室(NREL)开发的内部模型进行估算,并使用 AspenPlus 进行质量平衡,以假设 SAF 生产能力。在净现值(NPV)等于零时确定,考虑 10%的内部收益率(IRR),以及“第 n 个工厂”的成本和融资。考虑了厨余垃圾处理补贴对 MSP 和 IRR 的影响。

### 三、研究结论

本研究使用 LCA 和 TEA 评估了从食物垃圾衍生的温室气体中生产 SAF 的环境影响和经济可行性。结果表明,这种方法提供了一个有前途的解决方案,以解决环境问题和经济可行性。与 HTL 工艺相比,生物路线具有较低的环境影响,展示了其作为从食物垃圾中可持续生产 SAF 的方法的前景。利用沼气中的甲烷和二氧化碳,使用食物垃圾处理补贴,可以使基于生物路线的 SAF 生产具有经济竞争力。基于 CAPEX、OPEX 和贴现现金流的计算表明,基于生物路线的 SAF 可以实现低 MSP 和高 IRR,这取决于政府补贴,从而提高市场价格竞争力。此外,利用合成生物和人工工程微生物在这种生物路线中生产脂质突出了这种方法的创新和尖端方面。这证明了生物制造在可再生能源生产中发挥重要作用的可能性,为废物生物循环转化为有价值的产品提供了新的机会。总的来说,这项研究为 SAF 生产提供了一种新颖的方法。

文献引用:

Zhang C, Fu R, Kang L, et al. An upcycling bioprocess for sustainable aviation fuel production from food waste-derived greenhouse gases: Life cycle assessment and techno-economic analysis[J]. *Chemical Engineering Journal*, 2024: 150242.

资料链接:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894724017297>