

可持续航空燃料生产的原料和工艺分析



来源：民航环境与可持续发展智库

一、文章简介

经济可行性和生产过程相关的挑战严重阻碍了可持续航空燃料 (SAF) 的商业化。文章对目前低成本 SAF 的各种生产原料和技术路线进行了介绍。主要重点在于探索 SAF 生产中传统饲料作物的替代品，包括木质纤维素生物质、废弃原料、油籽作物和微藻油。在费托合成 (FT)、加氢处理酯和脂肪酸 (HEFA)、酒精精制航空燃料 (ATJ) 这些 SAF 生产方法中，木质纤维素生物质、油基作物、微藻油和废油由于其成本效益被广泛使用，具有很高的生产 SAF 的潜力。然而，由于技术尚未成熟和高昂的成本，有必要对各种替代原料的优化过程开展研究。文章深入了解了 FT、HEFA、ATJ 这些生产方法反应效率的关键因素，包括原料特性、反应参数、催化剂的可重用性，以及需要系统研究的支持。最后，深入探讨了与高效 SAF 生产相关的挑战、解决方案。

二、研究方法

文章主要讨论了 SAF 的生产技术，包括 FT、HEFA、ATJ 生产过程。作者对 2021 年至 2024 年间发表的相关研究进行了回顾，以了解当前关于 SAF 生产的技术、经济和环境方面的最新进展。

关键词搜索：使用诸如“sustainable aviation fuel,” “waste oil and fat,” “lignocellulosic biomass waste,” “techno-economic analysis,” “greenhouse emissions,” 和 “ASTM-approved pathways for SAF production”等关键词在 Google Scholar、Web of Science 和 ScienceDirect 等数据库中进行搜索。

文献筛选：筛选了多个开放获取和订阅期刊中的文章，包括 Elsevier, Springer, MDPI, American Chemical Society, Wiley Online Library 和 Frontiers 等。使用 VOS viewer 软件创建了文献中频繁使用的术语的文献图谱，有助于识别研究领域内的主要主题和趋势。

结合 VOS viewer software 创建的文献图谱对文献进行分析。讨论了不同原料来源、转换路径、过程限制以及商业化的可能性。制作了图表来比较不同生产过程和原料的 SAF 生产，同时比较了不同燃料的性能。在表格中汇总了先前关于使用不同原料生产 SAF 的研究，包括反应条件、反应器类型、转化技术和燃料特性。

三、研究结论

文章讨论了 SAF 的生产技术，重点关注 FT、HEFA 和 ATJ。文章研究了原料的使用、生产路线以及已建立的 ASTM 认可工艺的局限性。HEFA 是目前最推荐的技术，而藻类是最合适的原料。现有 SAF 生产原料、路线等相关研究分析如图 1。然而，需要优化催化剂开发和支持系统以提高效率并降低成本。由于成本高昂和原料供应不可预测，SAF 的商业化面临挑战。生命周期分析对于减少整个 SAF 生产过程中的温室气体和二氧化碳排放至关重要。

Summary of previous studies on SAF production from different feedstocks, production processes, reactor types, and fuel properties.										
Feedstock	Conversion method	Reaction conditions	Reactor	Jet-fuel properties						Yield (%)
Oleic acid and crude canola oil	Hydroprocessing	Ru/C-TiO ₂ , T = 260 °C, P = 2.8 MPa t = 240 min	Parr Reactor	HHV (MJ/kg)	Density (g/cm ³)	Viscosity mm ² /s	Freezing point (°C)	Flash point (°C)	iso/n-paraffin (%)	71
Palm kernel oil	Catalyzed deoxygenation	Pd/C, T = 400 °C, t = 120 min	500 mL reactor	44.1	0.88	3.49	—	—	—	96
Palm oil	Hydroprocessing	Ni/SAPO-11, T = 380 °C, P = 52 bar, 0.5 h ⁻¹ of LHSV, H ₂ /oil = 1250.	Trickle bed reactor	—	—	—	—	56	6.1	77
Palm oil	Deoxygenation process.	Pd/C, zeolite and V ₂ O ₅ .	Down-flow trickle-bed reactor	44.2	0.79	1.88	—	39	—	71
Microalgae oil	Fractional distillation technique	MeOH to aigal oil (A) 8, T = 60 °C,	Fractional distillation, and Box-Behnken technique	44	856	2.9	—	68	—	91.25
Tung oil	Deoxygenation-cracking	Co/WSA, T = 350 °C, t = 120 min, N ₂	Semi batch reactor	—	813	3.6	—	46	—	>77
Waste Cottonseed oil	Micropyrolysis and catalytic Upgrading	Mo-Co/γ Al ₂ O ₃ (200 mg)	Pyrolysis reactors	40	917	—	—	—	—	61

Abbreviation: SAF = sustainable aviation fuel.

图 1 SAF 生产原料、路线等相关研究分析

文献引用：

Zahid I, Nazir M H, Chiang K, et al. Current outlook on sustainable feedstocks and processes for sustainable aviation fuel production[J]. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, 2024: 100959

资料链接:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452223624000804>

资料搜集: 赵慧杰 石晶华 朱茂盛

校对: 张奕野 杨诗琪

审核: 陈侯秀