广州能源所在菌群定向重组强化酸抑制产甲烷过程机理研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/24701.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

高负荷餐厨垃圾在厌氧消化过程中伴随挥
发性脂肪酸（VFAs）累积，而高浓度
VFAs将抑制底物的降解和甲烷的产生，被认为是系统性能下降甚至反应体系崩溃的重要因素。鉴于厌氧消化的本质是水解菌、产酸菌、产乙酸菌和产甲烷菌等多种微生物协同降解有机物生产甲烷的过程，在微生物的角度解析
VFAs抑制机制
，有助于从源头查明失稳原因
。目前，鲜有文献介绍关于厌氧消化
VFAs抑制的生物学机理的研究以及从源头改善VFAs抑制问题的方法。

近期，中国科学院广州能源研究所
通过逐步提高有机负荷诱导VFAs累积，分析了
VFAs胁迫下微生物菌群结构演变特征，阐
述了高浓度
VFAs下细菌和产甲烷菌对压力环境的差异性响应。在此基础上，科研人员利用驯化获得的耐酸产甲烷菌系对
VFAs抑
制厌氧消化反应
器进行菌群定向重组，评价人工调控效果，揭示了菌群重组强化VFAs抑制产甲烷过程机理。

研究发现，随着有机负荷的逐步提高，累积的VFAs降低丙酸盐氧化产乙酸菌及产甲烷菌的丰度，并允许水解酸化细菌占主导地位，致使有序的微生物代谢网络失衡，从而扰乱了甲烷的产生过程。宏基因组技术分析结果显示，高浓度VFAs促进系统中与活性氧（ROS）代谢途径相关的功能基因丰度，表明持续增高的VFAs浓度为微生物施加了压力环境，激发了微生物的应激反应。相比于古菌（cat、gpx、sod），细菌可编码更多种抗氧化代谢基因（cat、gpx、sod、fur、katG、nifH）（图1），说明产甲烷菌抵抗压力环境能力较弱。这被认为是产甲烷菌活性受抑制的主要原因之一。因此，定向重组菌群，提高反应器中耐酸产甲烷菌群的丰度，是促进高负荷厨余垃圾产甲烷的关键。

实验结果表明，通过定向投加耐酸产甲烷菌群，反应器R1平均甲烷产率可提高至563.6±159.8 mL/L · d，VFAs含量低于检测水平，反应器强化效果可持续80天以上（图2）。代谢产物及微生物群落分析表明，定向投加的耐酸菌属*Syntrophomonas*、*Syntrophobacter*、*Methanothrix*

可适应VFAs胁迫环境，并显示出成长优势，可有效加速甲烷化过程（图1）；此外，基因功能分析表明，系统产甲烷菌群内与ROS代谢途径相关的功能基因丰度显著下降（图3）。上述研究表明，菌群重组可有效缓解系统内环境压力，恢复甲烷产量。在对照组反应器R2中，添加非驯化的普适性浓缩菌液可短暂性提高甲烷产量，但在48天后迅速崩溃（图2）；产甲烷菌群内与ROS代谢相关的基因丰度持续提高（图3），表明反应器内产甲烷菌群不具备压力耐受性，并持续承受环境压力刺激，致使生理功能抑制或受损。

该研究揭示了高浓度VFAs刺激微生物产生ROS的抑制机理，证实了通过人工群落组装可提高系统内微生物群落对压力环境的抵抗能力，促进产甲烷过程，从而提高厨余垃圾厌氧发酵性能，为缓解高有机负荷厌氧消化过程奠定了理论基础、提供了技术指导。

相关研究成果以*Microbiome re-assembly boosts anaerobic digestion under volatile fatty acid inhibition: focusing on reactive oxygen species metabolism*为题，发表在《水研究》（*Water Research*）上。研究工作得到国家自然科学基金和广东省自然科学基金等的支持。

论文链接

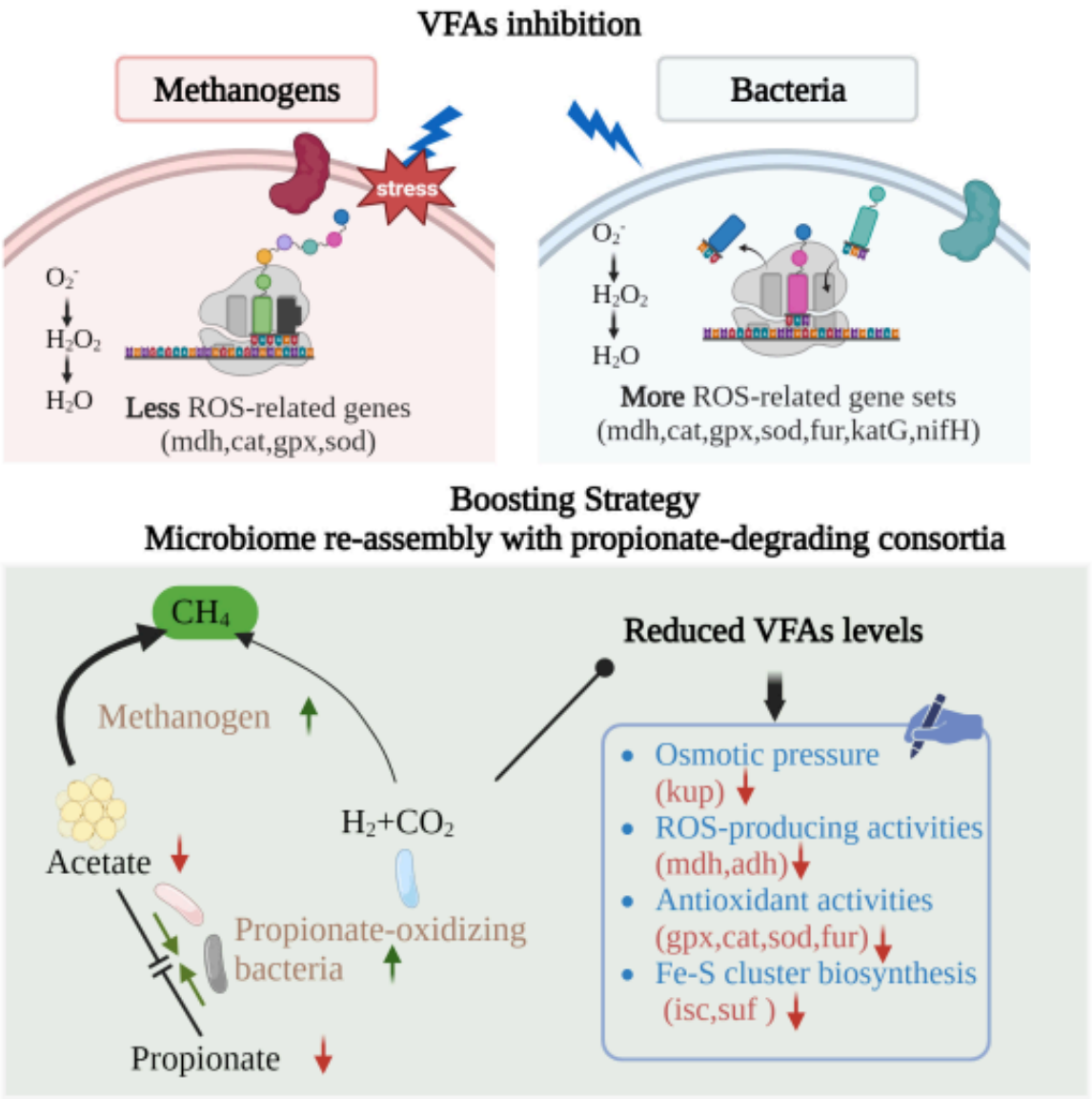


图1. VFAs累积对细菌和产甲烷菌代谢的影响

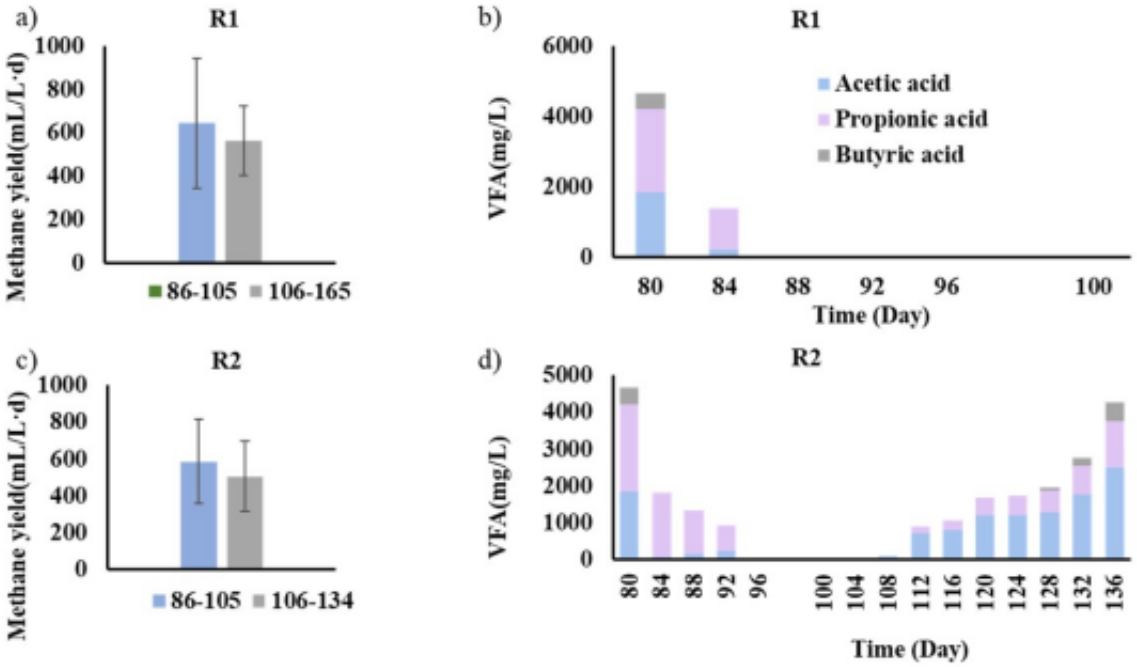


图2. 不同组厌氧反应器运行性能示意图：（a）R1人工群落重组反应器甲烷产量；（b）R1人工群落重组反应器VFAs含量变化；（c） R2浓缩菌液强化组反应器甲烷产量；（d）R2浓缩菌液强化组反应器VFAs含量变化。

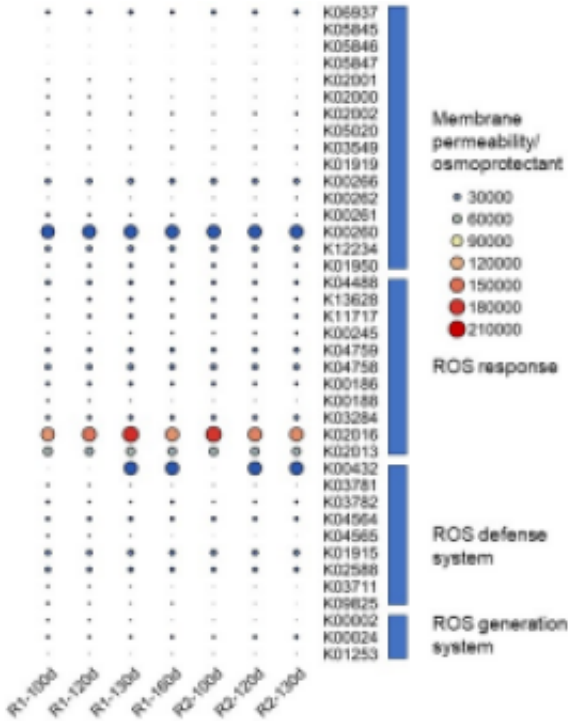


图3. 各组反应器产甲烷菌群内基因丰度的变化

研究团队单位：广州能源研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发