

广州能源所在低温厌氧消化的生物强化方面取得进展

利用厌氧消化技术实现有机废弃物减量和生物质能源（甲烷）回收是当前国内外处理有机废弃物的主流技术。微生物是有机废弃物厌氧发酵的核心，其生长及代谢活性受温度影响，大部分沼气工程的发酵罐在中温（ 37 ± 2 ）或高温（ 55 ± 2 ）条件下运行可获得最佳的发酵效率。然而，在我国寒区低温季节，运行大型中温或高温发酵罐所需增保温能耗极高，甚至超过产能的一半，造成经济效益低，导致我国北方沼气产量与规模均低于南方。虽然低温厌氧发酵（ 20 以下）具有能耗低优势，但低温下微生物生长及代谢较缓慢，因而甲烷产量低。

针对以上问题，中国科学院广州能源研究所生物质能生化转化研究室生物燃气课题组探究了低温抑制厌氧发酵的机制；在此基础上，利用经长期驯化获得的产甲烷菌系对低温连续厌氧发酵进行生物强化，评价生物强化效果；从微生物群落组成与宏基因组学层面揭示了生物强化机制。相关研究成果以Effect of bioaugmentation on psychrotrophic anaerobic digestion: Bioreactor performance, microbial community, and cellular metabolic response（《生物强化对低温厌氧消化的影响：生物反应器性能、微生物群落及细胞代谢的响应》）为题，发表在Chemical Engineering Journal上。

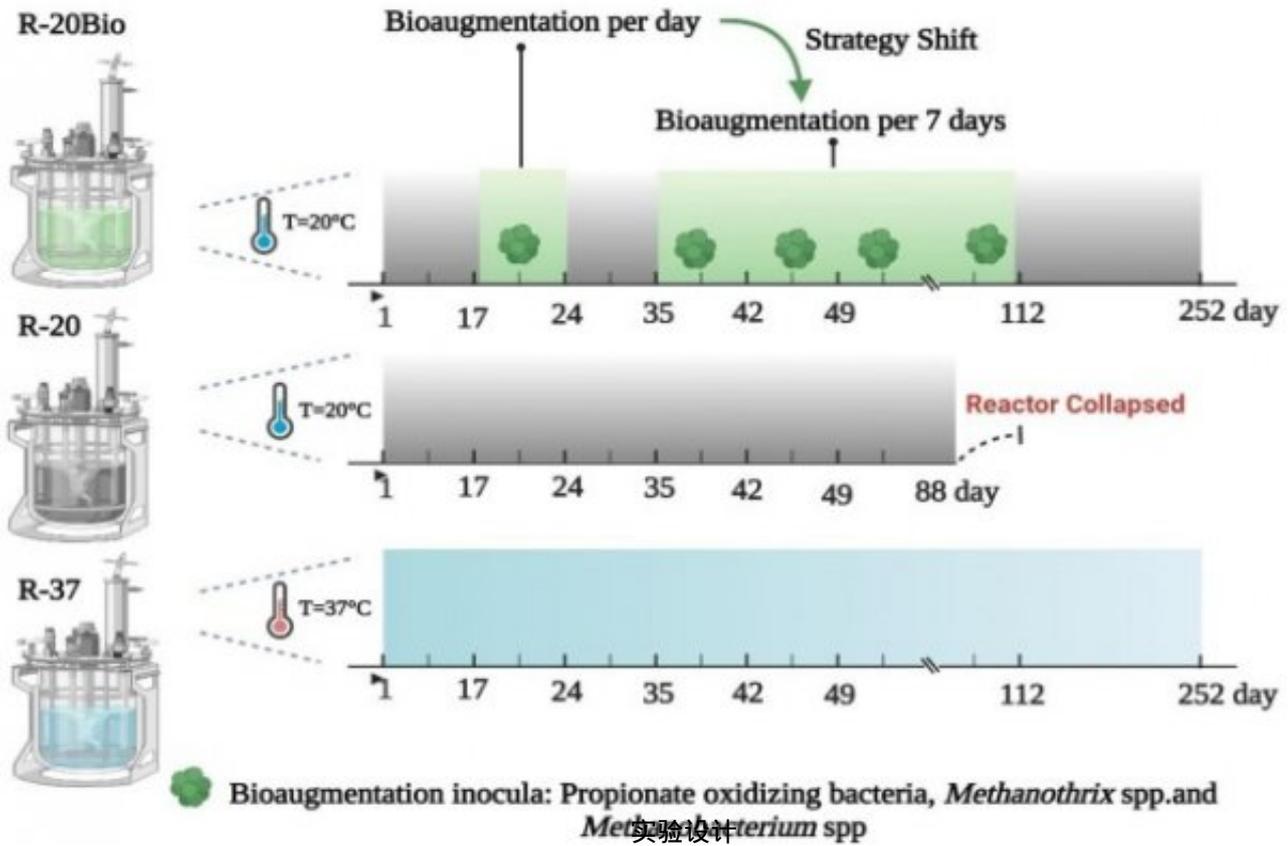
具体成果如下：低温抑制厌氧发酵的主要原因。相比于细菌，古菌（主要指产甲烷菌）对低温更敏感，能够引起反应器内中间代谢产物产生和降解速度不平衡，造成挥发性脂肪酸累积和甲烷产量低；细菌和古菌对温度的响应存在差异，利用宏组学技术结合KEGG代谢通路数据库，发现古菌中仅编码两种耐冷基因（Htpx、CspA）（图1a），但细菌中编码多种耐冷基因，如HslJ、Hsp15、CspA、MerR、HtpX、HspQ（图1b），说明古菌的耐冷能力较差，导致古菌倍增速率明显低于细菌。因此，提高反应器中产甲烷菌的丰度及耐冷能力是促进低温产甲烷的关键。

为强化低温厌氧发酵，科研人员向低温抑制的发酵罐内投加了自主研发的丙酸产甲烷菌系，从而促进丙酸及乙酸降解，避免酸抑制，提高产甲烷性能。研究采用的连续式（每天投加一次菌系）和间歇式（每周投加一次菌系）两种生物强化方法均具有显著的解抑增效作用（图2a），可缓解丙酸的累积（图2c），恢复甲烷产量（图2b），强化效果在停止投加菌系后可维持至少14个水力停留时间（140天）（图2a）。微生物群落分析表明，生物强化提高了嗜乙酸产甲烷菌（Methanothrix harundinacea和Methanosarcina flavescens）的相对丰度（图2d）；产甲烷菌基因功能分析发现主导调控合成脂多糖以及谷胱甘肽的基因丰度显著增多（图3），这类代谢产物曾多次被报道利于增强微生物适应恶劣环境的能力。

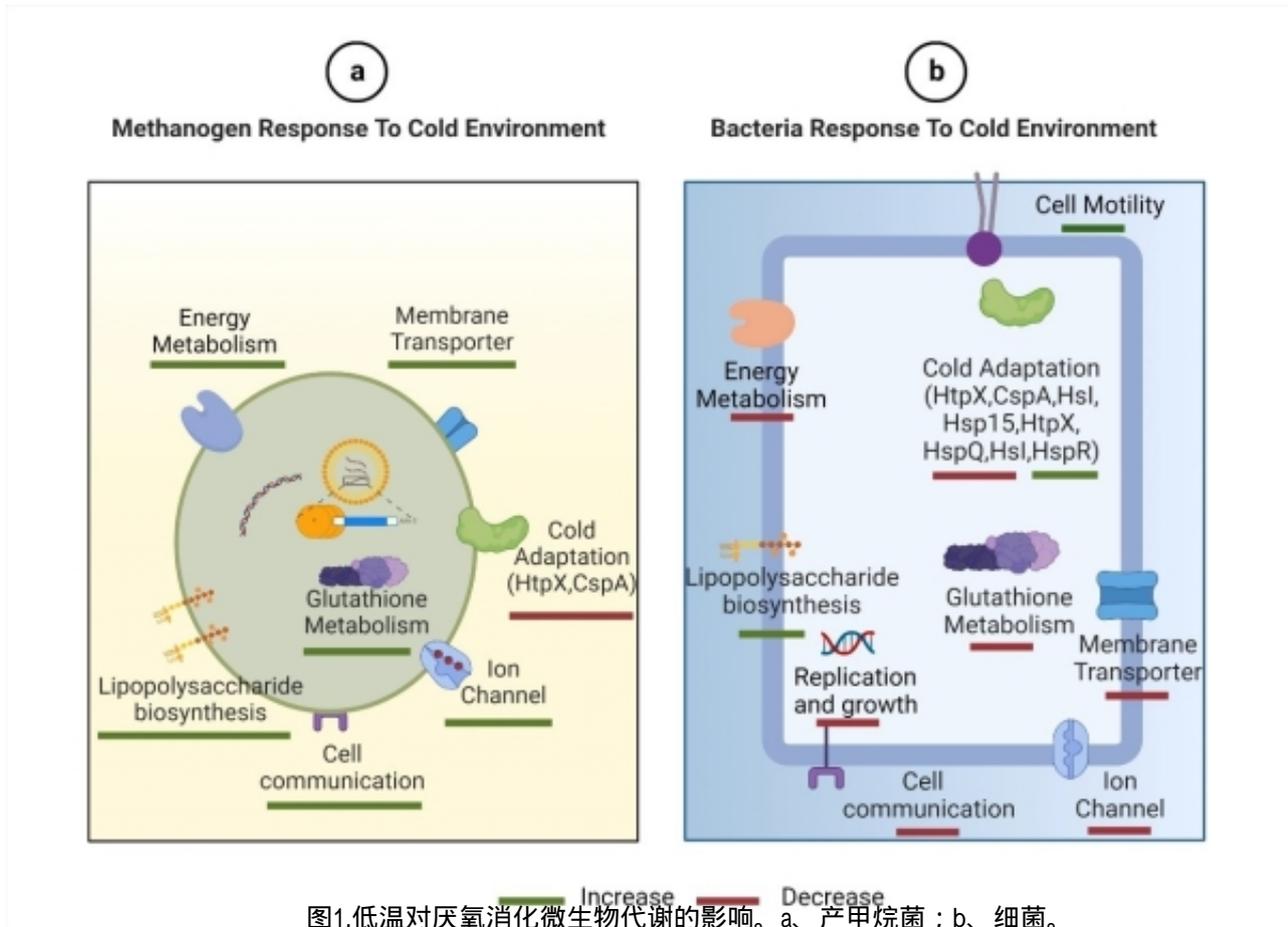
上述研究揭示了低温下厌氧甲烷化低效的微生物机理，并证实了外源投加菌系进行人为干预可改变厌氧发酵系统内微生物组成，定向提高关键产甲烷菌生物量，促进产甲烷进程，从而提高低温厌氧发酵性能，为有机废弃物低温厌氧消化的生物强化技术形成与优化奠定了理论基础、提供了指导。

研究工作得到国家自然科学基金面上项目、中科院战略性先导科技专项（A类）、中科院青年创新促进会等的支持。

Experimental Design



实验设计



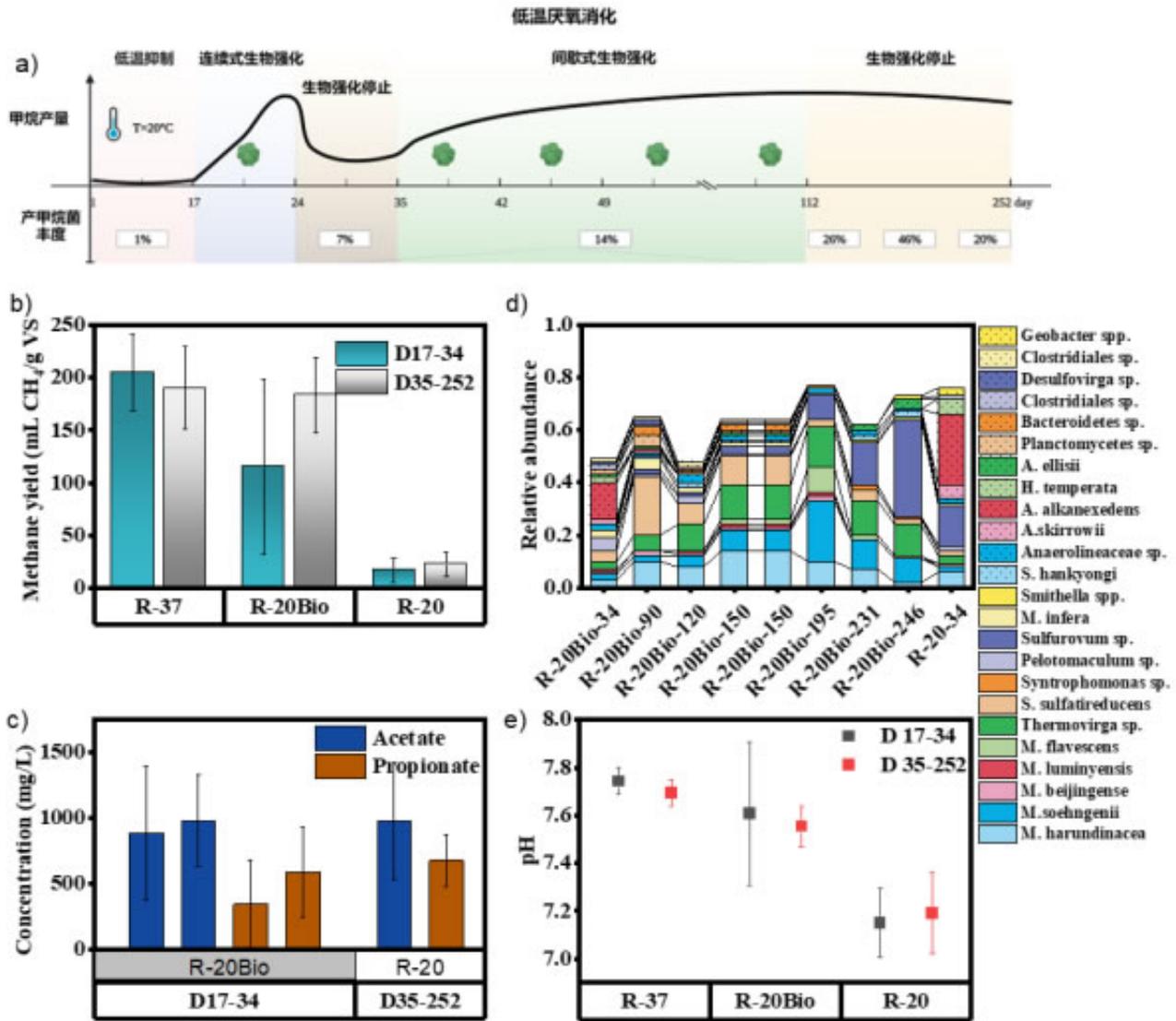


图2.生物强化对低温厌氧消化性能及微生物的影响 a) 生物强化过程及产气性能示意；b) 生物强化对不同阶段甲烷产量的影响 (R-37：37 中温对照；R-20Bio：20 低温生物强化反应器；R-20：20 低温对照；D17-34：第17-34天；D35-252：第35-252天)；c) 生物强化对乙酸和丙酸浓度的影响；d) 微生物群落演替；e) 各反应器内不同阶段pH平均值。

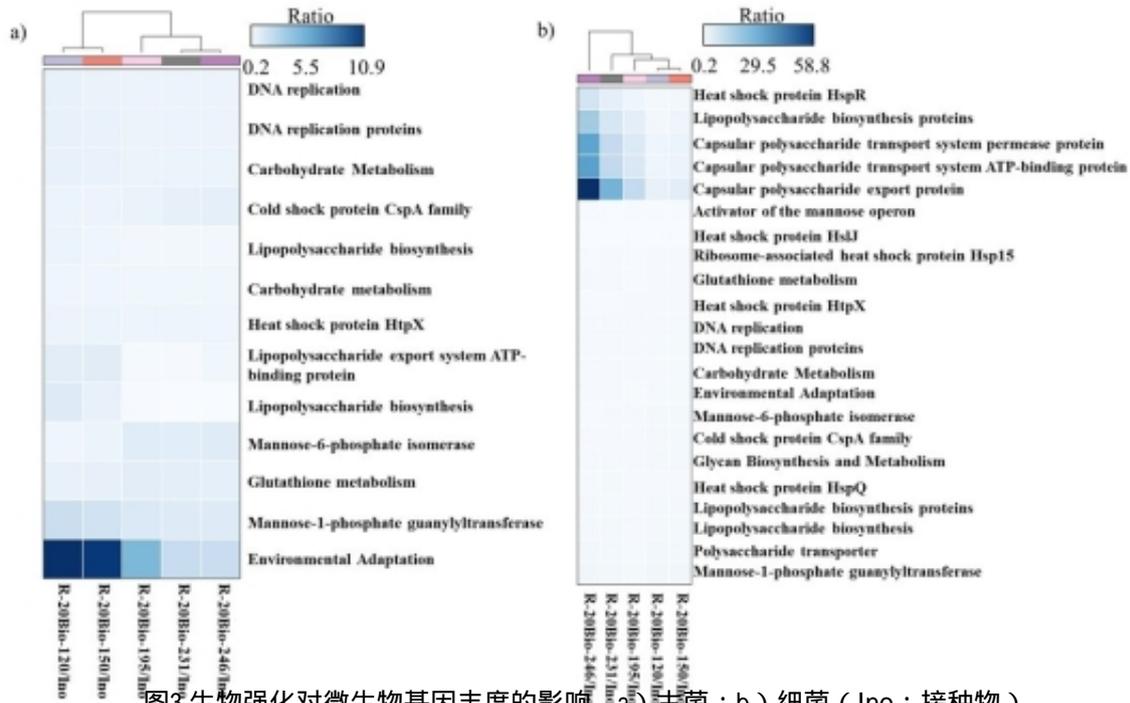


图3.生物强化对微生物基因丰度的影响。a) 古菌；b) 细菌（Ino：接种物）。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/190165.html>