الملخص العربي للبحث

التأثيرات والآليات التآزرية للمعالجة بالموجات فوق الصوتية والرقم الهيدروجيني وحمض البيروكسيتيك على التخمير اللاهوائي للحمأة لتحفيز إنتاج الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة

Synergistic effects and mechanisms of ultrasonic, pH, and peracetic acid pretreatment on sludge anaerobic fermentation to stimulate short-chain fatty acid production

Eid S. Gaballah [a,b] , Lei Gao [a] , Richen Lin [a], Mahmoud M. Ali [c] , Biao Yang [a], Mostafa Sobhi [d] , Chongpeng Tang [e], Guangcan Zhu [a]

a *School of Energy and Environment, Southeast University, Nanjing 210096, China*

b *Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture, Fayoum University, Fayoum 63514, Egypt*
c *Agricultural Engineering Research Institute (AEnRI), Agricultural Research Center (ARC), Giza 12611, Egypt*

d *Agricultural and Bio-systems Engineering Department, Faculty of Agriculture, Alexandria University, Alexandria 21526, Egypt*

e *China CAMCE Environmental Technology Co., Ltd, Beijing 100080, China*

الملخص العربي:

تعد التخمير اللاهوائي لإنتاج الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة من الحمأة المنشطة بالنفايات استراتيجية مستدامة لاستعادة الكربون؛ ومع ذلك، فإن كفاءتها غالبًا ما تكون مقيدة بسبب عدم كفاية تفكك الحمأة. ولمعالجة هذا التحدي، تم اقتراح طرق المعالجة المسبقة المشتركة، بما في ذلك الموجات فوق الصوتية تحت الظروف الحامضية (US-Ac)(pH5.5 مع كثافات مختلفة من الموجات فوق الصوتية ومدة تعرض مختلفة)، والموجات فوق الصوتية تحت الظروف القلوية (US-Ak) (pH10 مع كثافات مختلفة من الموجات فوق الصوتية ومدة تعرض مختلفة) ، والموجات فوق الصوتية القلوية/حمض البيروكسي أسيتيك (US-Ak/PAA) كحلول فعالة. أظهرت النتائج أن المعالجة المسبقة بـ US-Ak/PAA أسفرت عن أعلى تراكم للاحماض الدهنية قصيرة السلسلة (SCFAs) عند 370.5 مجم/جم VSS في اليوم السادس من عملية التخمر اللاهوائي، متجاوزة مجموعة التحكم، ومجموعة PAA الوحيدة، ومجموعة pH10 الوحيدة، ومجموعة (US-Ak) US300.25 بمقدار 4.27 و2.7 و2.0 و1.2 مرة على التوالي. علاوة على ذلك، عززت مجموعة US-Ak إنتاج SCFAs بشكل كبير بمقدار 1.46 ضعفًا مقارنة بمجموعة US-Ac. أشار التحليل الميكانيكي إلى أن المعالجة المسبقة بـ US-Ak/PAA أدت بشكل فعال إلى تعطيل المواد البوليمرية خارج الخلية (EPS)، وتحلل الخلايا الميكروبية، وزيادة إطلاق المواد العضوية القابلة للذوبان، وبالتالي تحسين النشاط الأيضي وتراكم الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة. تم تعزيز الأنشطة الأنزيمية للبروتياز وα-جلوكوزيداز بشكل ملحوظ، مما يدل على وجود ارتباط قوي مع تحسين عمليات التحلل المائي وتكوين الأحماض. أيضا كشف تحليل المجتمع الميكروبي أيضًا أن المعالجة المسبقة بـ US-Ak/PAA قد أغنت بشكل كبير وفرة الأنواع البكتيرية المحللة للماء والمسببة للحمض، بما في ذلك أنواع Acinetobacter و Petrimonas و Macellibacteroides و Proteiniphilum و Tissierella و unclassified_c_Clostridia، وغيرها. وبشكل عام، لم تعمل استراتيجية المعالجة المسبقة باستخدام US-Ak/PAA على تحسين إنتاج الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة من الحمأة فحسب، بل ساهمت أيضًا في التخفيف من المخاطر البيئية المرتبطة بالتخلص من الحمأة.

Gaballah, E. S., Gao, L., Lin, R., Ali, M. M., Yang, B., Sobhi, M., ... & Zhu, G. **(2025).** Synergistic effects and mechanisms of ultrasonic, pH, and peracetic acid pretreatment on sludge

anaerobic fermentation to stimulate short-chain fatty acid production. *Bioresource Technology*, 132935. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2025.132935