

Список використаних джерел:

1. Державна служба статистики. Економічна статистика / Навколишнє природне середовище. – URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 05.04.2023)
2. Study supporting the elaboration of guidance on best practices in the Extractive Waste Management Plans. Final Report. – URL: https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/mining-waste_en (дата звернення: 05.04.2023)

Філоненко О.О., ст., Жукова В.С., к.т.н., доцент

КПІ імені Ігоря Сікорського

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ОСАДАМИ СТІЧНИХ ВОД ТА ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ

Україна, як і багато інших країн, стикається з проблемою забруднення довкілля, однією з причин цього явища є утворення великої кількості відходів, що надходять від промисловості, а також з очисних споруд. Для зменшення впливу цих відходів на довкілля, необхідне ефективне управління ними, а також знаходження альтернативних способів їх переробки.

Метою даної роботи є аналіз застосування анаеробного зброджування та можливих варіантів компонування осадів стічних вод з іншими субстратами, що дозволить ефективно використовувати відходи та додатково отримувати біогаз.

Анаеробне зброджування вважається екологічно чистою технологією для різних відходів, в тому числі може бути використано для утилізації та енергоефективного управління осадами стічних вод. Було встановлено, що оптимальна температура процесу залежить від типу мікроорганізмів, що здійснюють процес анаеробного зброджування, та може коливатись від 20 до 65 °C у більшості випадків оптимальна температура знаходиться в діапазоні 30–40 °C [1,2].

Оптимальний рівень рН для процесу зазвичай знаходиться в діапазоні 6,5–8,5. При цьому показник рН повинен знаходитися на стабільному рівні, оскільки коливання можуть негативно впливати на ферментативну

активність мікроорганізмів. Розглядаються різні способи підтримання стабільного рН, зокрема, застосування засобів буферизації, таких як гідрокарбонати, фосфати, амінокислоти та інші [2, 3].

Для досягнення максимального виходу біогазу важливим є оптимальне співвідношення вмісту субстратів, яке може бути досягнуте шляхом змішування різних видів субстратів. Завдяки розвитку технологій, дедалі більша увага приділяється дослідженню можливості додавання до осаду різних домішок з метою забезпечення додаткових джерел харчування для мікроорганізмів. Це сприяє підвищенню вихідних показників біогазу та сприятливо впливає на екологічну ситуацію в світі. Велика кількість відходів, що утворюється щорічно по всьому світу, можуть мати потенціал для отримання біогазу. Зокрема, проводяться дослідження з використанням різних рослинних ко-субстратів, що є сільськогосподарськими відходами, такі як солома, стебла кукурудзи, пшениці, сої, рапсу та ін. Наприклад, спільне зброджування осаду стічних вод з стеблами кукурудзи може збільшити виробництво біогазу від 30 % до 44 % в порівнянні з осадом стічних вод без додаткових ко-субстратів. Також дослідження демонструють, що при додаванні 20 % соломи до осаду стічних вод виробництво біогазу підвищується на 47 %, а при використанні попередньої обробки соломи (наприклад, подрібнення) можна досягнути підвищення виробництва біогазу на 60 % [4, 5]. Крім того, було встановлено, що оптимальне співвідношення відходів залежить від їх типу та вмісту в реакторі [6]. У рамках вивчення можливості додавання відходів харчової промисловості як ко-субстратів було встановлено, що оптимальне співвідношення субстратів для отримання максимальної кількості біогазу може складати, наприклад, 75 % осаду стічних вод та 25 % відходів продуктів харчування. Біогаз, отриманий з такого співвідношення, містить понад 60 % метану. Як ко-субстрати можливо використовувати відходи фруктових та овочевих виробництв, такі як обрізки, насіння та шкаралупа, м'ясопереробної промисловості, такі як кістки, шкури, відходи молочної промисловості, такі як сироватка та білкові концентрати, відходи пивоваріння та виноробства, такі як

зерно, дріжджі та виноградні шкірки, кулінарного виробництва, такі як жир, борошно та олія [7].

Таким чином використання методу анаеробного зброджування дозволяє ефективно утилізувати надлишковий активний мул, відходи, зменшити викиди парникових газів. Спільне анаеробне зброджування осадів стічних вод та відходів є ефективним методом зменшення витрат на утилізацію відходів і шляхом отримання біогазу, який може бути використаний для заміни викопного палива, з метою зменшення залежності від нього.

Список використаних джерел:

1. Smurzyńska, Anna & Kozłowski, Kamil & Cieślik, Marta & Brzoski, Michał & Chełkowski, Dawid & Mazurkiewicz, Jakub & Woźniak, Ewa. (2018). Methane fermentation as a possibility of utilization and energy – efficient management of sewage sludge. *BIO Web of Conferences*. 10. 01016. 10.1051/bioconf/20181001016.
2. Nikiema, Mahamadi & Bârsan, Narcis & Maiga, Ynoussa & Somda, Marius & Emilian, Mosnegutu & Ouattara, Cheik & Dianou, Dayeri & Traore, Alfred & Nedeff, V. & Ouattara, Aboubakar. (2022). Optimization of Biogas Production from Sewage Sludge: Impact of Combination with Bovine Dung and Leachate from Municipal Organic Waste. *Sustainability*. 14. 4380. 10.3390/su14084380.
3. Smurzyńska, Anna & Kozłowski, Kamil & Cieślik, Marta & Brzoski, Michał & Chełkowski, Dawid & Mazurkiewicz, Jakub & Woźniak, Ewa. (2018). Methane fermentation as a possibility of utilization and energy – efficient management of sewage sludge. *BIO Web of Conferences*. 10. 01016. 10.1051/bioconf/20181001016.
4. Sun, Y., Zhang, L., Song, C., Gao, J., Li, X. (2014). Optimization of Anaerobic Co-Digestion of Corn Stalk and Sewage Sludge Based on Response Surface Methodology. *Energy Procedia*, 61, 1675-1679.
5. Jungbluth, T., Kley, G., Stinner, W., Schaller, C. (2013). Biogas from straw: A review. *Energies*, 6, 1375-1389.
6. Pan S.Y., Tsai C.Y., Liu C.W., Wang S.W., Kim H., Fan C. (2021). Anaerobic co-digestion of agricultural wastes toward circular bioeconomy. *iScience*. 24 (2021), Article 102704, 10.1016/j.isci.2021.102704.
7. Lan Mu, Lei Zhang, Kongyun Zhu, Jiao Ma, Muhammad Ifran, Aimin Li, Anaerobic co-digestion of sewage sludge, food waste and yard waste: Synergistic enhancement on process stability and biogas production. *Science of The Total Environment*. Volume 704, 2020, 135429.