

**Володимир Жук**  
**Мирослав Мальований**  
**Іван Тимчук**  
**Олена Попович**  
**Наталя Вронська**

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОБІОНТІВ В СКЛАДІ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ**

Національний університет «Львівська політехніка»

### **Анотація**

*Проводились дослідження з ціллю встановлення впливу кавітаційної обробки та внесення бродильної затравки – ініціатора біорозкладу на інтенсивність і повноту біорозкладу біомаси гідробіонтів.*

**Ключові слова:** біомаса гідробіонтів, кавітаційна обробка, бродильна затравка, біогаз, біорозклад.

### **Abstract**

*We conducted research to establish the effect of cavitation treatment and the introduction of fermentation seed - the initiator of biodegradation on the intensity and completeness of biodegradation of biomass of aquatic organisms.*

**Keywords:** biomass of aquatic organisms, cavitation treatment, fermentation seed, biogas, biodegradation.

### **Вступ**

Розвиток відновлювальної енергетики є важливим аспектом сповільнення кліматичних змін. Адже у цьому випадку виробництво енергії не супроводжується створенням додаткової кількості двоокису вуглецю, як це спостерігається у випадку використання традиційних енергоносіїв. Викид вуглецю в процесі спалювання збалансований із вуглецем, який поглинається біологічними об'єктами в процесі їхнього розвитку і нагромадження біомаси. Тому перспективним для зменшення динаміки кліматичних змін є використання біомаси як у технологіях прямого спалювання, так і в технологіях синтезу біогазу. Стратегічно важливою сировиною для синтезу біогазу є гідробіонти завдяки швидким темпам нарощення біомаси. До того ж гідробіонти можуть використовуватись у технологіях очищення забруднених водних середовищ за методом біологічного конвеєра. У цьому випадку утилізація нарощеної біомаси стає лімітуючою стадією реалізації такої технології.

### **Результати дослідження**

Нами проводились дослідження з ціллю встановлення впливу кавітаційної обробки та внесення бродильної затравки – ініціатора біорозкладу на інтенсивність і повноту біорозкладу біомаси гідробіонтів. Дослідження впливу кавітаційної обробки проводили із використанням як сировини біомаси ціанобактерій [1]. Як найбільш перспективний вид кавітаційної обробки, використано віброрезонансну кавітацію [2]. Дослідження виконано на біомасі ціанобактерій *Microcystis aeruginosa*, прісноводних ціанобактерій, що зумовлюють евтрофікацію водойм, шкідливу з екологічної та економічної точок зору. Досліди виконували з водними суспензіями концентрату ціанобактерій, відібраних на Кременчуцькому водосховищі у м. Світловодськ (Україна). Вміст органічної частини ціанобактерій визначали шляхом спалювання наважки висушених ціанобактерій у печі за 550 °C впродовж 15 хв. За результатами досліджень органічна частина складала 94 % від маси сухої речовини ціанобактерій, вміст сухої речовини складав 17,1 г/дм<sup>3</sup>.

Попередню обробку ціанобактерій здійснювали на віброрезонансному кавітаторі. Після віброкавітаційної обробки проба використовувалась в подальшому для дослідження ефективності анаеробного зброджування. Кінетику утворення біогазу досліджували на спеціально сконструйованій установці.

Для дослідження впливу на метаногенез внесення бродильної затравки, як ініціатора біорозкладу, використовували біомасу очерету. Проби очерету були відібрані із заболоченої частини Янівського озера (Львівська область, Україна). Відібрана проба подрібнювалась на блендері, визначався вміст сухої речовини, який в середньому становив 15 %. Як затравку використовували анаеробний мікробіоценоз, відібраний із метантенків ПАТ "ЕНЗИМ", основною продукцією якого є різні види дріжджів. Вміст сухої речовини в анаеробному мікробіоценозі бродильної затравки в середньому склав 5 %, метаногенна активність – 0,46 кг ХСК/кг органічної біомаси за добу.

У результаті виконаних експериментальних досліджень встановлено, що з ціллю розкриття поверхонь масообміну для інтенсифікації біохімічних реакцій процесу мезофільного анаеробного зброджування доцільно проводити попередню обробку біомаси гідробіонтів. Придатною для практичного використання може бути обробка у полі гідродинамічної кавітації, але найбільш ефективною є віброкавітаційна обробка. Технологічною перевагою такої обробки є можливість реалізації процесу обробки біомаси у неперервному режимі в потоці.

Запропоновано математичну модель опису процесу анаеробного зброджування, яка реалізована на припущенні, що кінетика виходу біогазу із суспензій ціанобактерій описується ланцюговими біохімічними реакціями, а вихід біогазу в системі – прямопропорційний до концентрації активних центрів біохімічних реакцій. Отримані експериментальні результати підтверджують адекватність кінцевого рівняння математичної моделі, що за структурою аналогічне до рівняння Міхаеліса-Ментена. Для умов експерименту встановлені значення комплексних кінетичних констант виходу біогазу для різної тривалості попередньої віброкавітаційної обробки у діапазоні від 5 хв. до 15 хв.

### Висновки

Результати досліджень впливу на метаногенез попередньої віброкавітаційної обробки свідчать, що віброкавітаційна обробка дозволяє значно збільшити швидкість виходу біогазу, а також збільшити об'єм його утворення. Так, зі збільшенням часу віброкавітаційної обробки відповідно від 5 хв. до 10 хв. і далі до 15 хв. кількість отриманого біогазу збільшилась у 1,5 і 1,7 рази відповідно.

Аналіз результатів досліджень впливу на метаногенез внесення бродильної затравки в склад біомаси гідробіонтів перед їх анаеробним зброджуванням у мезофільних умовах дозволяє стверджувати про перспективність такого підходу. Результатом внесення затравки є збільшення як швидкості метаногенезу, так і загальна кількість отриманого біогазу. Для суспензії з вмістом сухої речовини  $CP_c = 0,1$  та масовою часткою сухої речовини затравки  $X_E = 0,2$  питомий вихід біогазу отримано у 3,92 рази більший, ніж для суспензії з  $CP_c = 0,05$  та  $X_E = 0,05$ .

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Malovanyu M., Nikiforov V., Kharlamova O., Synelnikov O. (2016). Production of renewable energy resources via complex treatment of cyanobacteria biomass. *Chemistry & Chemical Technology*, 10(2), 251-254.
2. Nykyforov, V.V., Malovanyu, M.S., Aftanaziv, I.S., Shevchuk, L.I., Strutynska, L.R. (2019). Developing a technology for treating blue-green algae biomass using vibro-resonance cavitators. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 6, 181-188.

**Жук Володимир** — канд. техн. наук, доцент кафедри гідротехніки та водної інженерії Національного університету «Львівська політехніка», Львів, e-mail: zhuk\_vm@ukr.net

**Мальований Мирослав** — докт. техн. наук, завідувач кафедри екології та збалансованого природокористування, Національний університет «Львівська політехніка»

**Тимчук Іван** — канд. сільгосп. наук, доцент кафедри екології та збалансованого природокористування Національний університет «Львівська політехніка»

**Попович Олена** — канд. техн. наук, доцент кафедри екології та збалансованого природокористування Національний університет «Львівська політехніка»

**Бронська Наталія** — канд. техн. наук, доцент кафедри екології та збалансованого природокористування Національний університет «Львівська політехніка»

**Zhuk Volodymyr** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor, Department of Hydraulic and Water Engineering, Lviv Polytechnic National University, Lviv, e-mail : zhuk\_vm@ukr.net

**Malovanyu Myroslav** — Dr. Sci., prof., Head of Ecology and Sustainable Environmental Management Department,

Lviv Polytechnic National University

***Tymchuk Ivan*** - Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor, Ecology and Sustainable Environmental Management Department, Lviv Polytechnic National University

***Popovych Olena*** - Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor, Ecology and Sustainable Environmental Management Department, Lviv Polytechnic National University

***Vronska Natalya*** - Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor, Ecology and Sustainable Environmental Management Department, Lviv Polytechnic National University