

УДК 574.6:477.63/64

Мальований М.¹, Нікіфоров В.², Харламова О.², Синельников О.³
(Україна, Львів¹, Кременчук², Вінниця³)

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ ЦІАНОБАКТЕРІЙ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ЕНЕРГОНОСІЇВ

Біомаса (відходи перероблення деревини, сільськогосподарської продукції, спеціальні посадки енергетичних рослин у лісівництві та сільському господарстві) займає чільне місце в ряду відновлювальних джерел енергії. Найбільш важливу роль біомаса відіграє в секторі виробництва теплової енергії – наразі з неї виробляється близько 15% загального обсягу теплової енергії в ЄС. Майже вся тепла енергія з відновлювальних джерел енергії (99%) отримується за рахунок біомаси та органічних відходів. Проте у деяких державах вирощування та використання рослин як сировини для виробництва енергоносіїв набрало таких масштабів, що спричинило зменшення до критичного рівня виробництво сільськогосподарської продукції та спровокувало протести громадськості цих країн (Латинська Америка, Мексика і т.п.). Тому пошук технологій застосування для виробництва енергії таких видів біомаси, яка не потребує для вирощування зменшення площ сільськогосподарських угідь, є важливим завданням для науковців. Як показали дані досліджень та спроби практичної реалізації, такою біомасою можуть бути культивовані на спеціальних фермах або зібрані з акваторій водоем водорості. Для України такою перспективною біомасою є ціанобактерії (синьо-зелені водорості), які останнім часом внаслідок прогресуючого «цвітіння» води в поверхневих водоймах створюють значні екологічні загрози. «Цвітіння» води, домінуючими агентами якого для умов дніпровських водосховищ є представники родів *Microcystis*, *Phormidium*, *Aphanizomenon*, *Anabeana* і *Oscillatoria*, є біологічним сигналом неблагополуччя в гідроекосистемах. Що ж відноситься до перспектив використання біомаси водоростей для отримання енергії, то найбільш перспективними утилізаторами сонячної енергії виявилися мікроводорості: максимальне значення ККД фотосинтезу в них досягає 20%.

Важливим є пошук шляхів інтенсифікації процесів біорозкладу та збільшення частки органічної речовини у біомасі субстрату для біорозкладу, яка витрачається на синтез біогазу. Рядом дослідників встановлено, що перспективною є попередня підготовка сировини для збільшення поверхні масообміну. Процес екстрагування та біорозкладу у ціанобактерій проходить з низькою інтенсивністю оскільки вони мають досить щільну клітинну мембрану. Нами була здійснено дослідження можливості інтенсифікації цих процесів шляхом руйнування клітинної мембрани методом кавітації, в процесі якої утворюються зони високого та низького тисків (які і руйнують клітинні мембрани). Досліджувався вплив на процеси використання водоростей для виробництва енергії двох видів кавітації: - акустичної та гідродинамічної, розглядалися два варіанти використання ціанобактерій для отримання енергії:

1. Екстрагування жирів, які в подальшому можуть використовуватись для виробництва біодизелю.

2. Отримання біогазу.

Умови проведення ультразвукової обробки в ультразвуковому реакторі: $T=298$ К, $P= 1 \cdot 10^5$ Па, $\nu_{\text{уз}}=22$ кГц. Гідродинамічна кавітація проводилась в реакторі із використанням кавітуючого органу - трилопатевої крильчатки клиновидного профілю з гострою передньою та тупою задньою кромками, частота обертів робочого колеса складала 4000 об/хв.

Результати досліджень екстрагування технічного жиру із ціанобактерій показали, що загальний вміст жиру у відібраній пробі ціанобактерій становив 1,27%, з проби без попередньої обробки вдалося екстрагувати жир у кількості, що відповідає 0,32% сухої маси водоростей, а з проби після кавітаційної обробки - 1,01%.

Результати досліджень синтезу біогазу також свідчать, що попередня гідродинамічна кавітація виявилась найефективнішою. Інтенсивність виділення біогазу приблизно ідентична для всіх проб, тоді як кількість синтезованого біогазу суттєво більша (на 40%) у випадку використання попередньої обробки ціанобактерій в полі гідродинамічної кавітації.

Відпрацьована після синтезу відновлювальних енергоносіїв біомаса може бути використана як органічне добриво. Комплексна стратегія використання ціанобактерій передбачає збір ціанобактерій \Rightarrow обробку в полі гідродинамічної кавітації \Rightarrow екстрагування технічного жиру \Rightarrow синтез біогазу \Rightarrow використання відпрацьованої біомаси як органічного добрива.