

## МІКРОБНІ ПАЛИВНІ ЕЛЕМЕНТИ – ВИРШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ Й УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

А.А. Зурнаджян, В.Г. Хоменко, І.М. Волошина

Київський національний університет технологій та дизайну  
[padre1323@gmail.com](mailto:padre1323@gmail.com)

У зв'язку із зростанням кількості населення постають дві проблеми: як забезпечити населення достатнім рівнем енергії та як утилізувати відходи органічного походження.

Ці дві, на перший погляд не поєднані між собою проблеми, на даний момент є одними з найактуальніших, адже постійне вироблення електроенергії за рахунок теплових установ (ТЕЦ, генератори, двигуни внутрішнього згорання, тощо), призводить нас до наслідків у вигляді підвищення рівня CO<sub>2</sub> у атмосфері та, як результат, відбувається посилення парникового ефекту, що призводить до сильного розігрівання планети, а також вичерпання запасів вуглеводнів, що не відновлюються у швидкому темпі. Друга проблема витікає з першої – покращення рівня життя населення призводить до експоненційного росту численності населення, а отже й до збільшення кількості органічних відходів від їжі, виробництв, тощо. За останні 50 років ці дві проблеми лише посилювалися. Тому перед вченими постає проблема розробки нових технологій у сфері енергетики та переробки відходів.

Мікробні паливні елементи (МПЕ) – це біоелектрохімічні системи, що використовують мікроорганізми як біокатализатори для генерування електричного струму шляхом окислення органічних речовин та відновлення окисника завдяки природним метаболічним процесам мікроорганізмів. Данні системи вирішують одразу дві проблеми зазначені вище, і, хоча не мають змоги повністю замінити традиційні шляхи отримання енергії, по причині недостатньої потужності (хоча цю проблему можливо корегувати за рахунок чергування паралельного та послідовного з'єднань елементів у системі), проте мають повне право на існування як альтернативні методи забезпечення зеленою енергією.

Переваги мікробних паливних систем над традиційними шляхами отримання електричної енергії полягають у відновлюваності палива та його доступності, тому що органічні відходи завжди будуть присутні в містах у великій кількості. А екологічність даного методу збільшується за рахунок зниження виділення великої кількості CO<sub>2</sub>, в той час як органічні відходи в ході роботи МПЕ знезаражуються та утилізуються.

У роботі проаналізований принцип роботи МПЕ, їх різновиди та будову. Мікробний паливний елемент побудований за принципом двокамерної установки, одна з яких являє собою камеру ферментації, в якій накопичується біомаса цільового мікробу, роль поживного середовища виконує розчин органічних відходів. Тип культивування може бути одичний або безперервний (актуально у випадку використання МПЕ для знезараження стічних вод), в залежності від потреб застосованого мікроорганізму створюються аеробні або анаеробні умови, також залежно від вищезазначених факторів можлива іммобілізація мікроорганізмів на поверхні електрода, зануреного в відповідну камеру. Одна камера відокремлюється від іншої протонпроникною мембраною. У другій камері знаходиться катод у розчині електроліту. Таким чином в ході власного метаболізму мікроби виробляють іони, що слугують донорами електронів, акцептором яких слугує анод, після чого, іон-донор набуває позитивного заряду, та у вигляді катіону прямує через протонпроникну мембрану у камеру з катодом та передає позитивний заряд на катод, таким чином отримується різниця потенціалів, а отже електричний струм.

Вищепредставлена схема актуальна для продуцентів кислот або водню, проте існують різновидності МПЕ де використовують бактерії родів *Geobacteraceae* та *Desulfuromonas*, що здатні одразу генерувати електрони. В цьому випадку різниця потенціалів досягається за рахунок окиснення водню на поверхні катода, в той час як анод з іммобілізованими

бактеріями знаходиться в анаеробних умовах, також існують елементи, функціонал яких побудований на використанні культур рослинних клітин та фотосинтезі.

У біопаливному елементі запропоновано використовувати молочнокислі мікроорганізми *Lactobacillus acidophilus*, які мають гомоферментативний тип бродіння та здатні синтезувати молочну кислоту.

Виходячи із вищезазначеної інформації очевидно, що технологія МПЕ хоча й не бездоганна, проте дуже перспективна як метод знезараження стічних вод, утилізації органічних залишків, забезпечення електроенергією віддалених районів. Також МПЕ є економічно доцільним методом утилізації відходів для фармакологічних, харчових та шкіряних виробництв та інших виробництв, що спеціалізуються на органічній сировині. При достатньому рівні розвитку технології МПЕ можлива її широка інтеграція у побутове життя, адже багато житлових споруд сільської місцевості не під'єднані до централізованої каналізації. Особливої уваги потребують комплекси тваринництва, що також зіштовхуються з проблемою утилізації відходів.

## ЄВРОПЕЙСЬКІ ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЕМ-ТЕХНОЛОГІЙ У БІОКОНВЕРСІЇ ОВОЧЕВИХ ВІДХОДІВ У БІОВОДЕНЬ І ДИГЕСТАТ

В.В. Кускова<sup>1</sup>, І.М. Корнієнко<sup>1</sup>, К.Г. Гаркава<sup>1</sup>, Ю.М. Корнієнко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний авіаційний університет

<sup>2</sup> Дніпровський державний технічний університет

[valeriakuskova@gmail.com](mailto:valeriakuskova@gmail.com)

Вступ. Актуальною проблемою сьогодення як в Україні, так і в країнах ЄС, за даними Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (Food and Agriculture Organization, FAO), є серйозна деградація земель (майже 76%) в результаті людської діяльності, що пов'язана із масовим використанням агрохімікатів. Цей високий показник багато в чому завдячує історії інтенсивного сільського господарства на цих землях. Державний комітет України оприлюднив щорічні економічні втрати, викликані деградацією земель, котрі оцінено більш ніж на 22 млрд гривень. Таким чином, родючість ґрунту в Україні значно скорочується щороку. Відновлення родючості ґрунту – складний процес, тому потребує наукових підходів із використанням сучасних європейських практик, які відображають використання сучасних біотехнологічних підходів переробки органічних відходів у біогаз та дегістат. За даними Державної служби статистики України, кількість первинних органічних відходів (до яких входять овочеві) становить 21,5 тонн за рік, з них лише 3,2% підлягають переробці. Аналізуючи ситуацію в Україні за даними ООН, кожна людина викидає на смітник близько 76 кг овочевих відходів на рік. Найпоширенішими є відходи коренеплодів, а саме картоплі, моркви та столового буряку. Такі неперероблені відходи, нажаль, самі по собі не стають компостом, тому процеси гниття призводять до погіршення санітарного стану ґрунтів, забруднення підземних вод та появи неприємних запахів. В Європі набули поширення ЕМ-технології в рамках циркуляційної економіки, як в масштабах великих аграрних підприємств, так і в умовах невеличких приватних домогосподарств.

Мета роботи полягала у встановленні оптимального співвідношення овочевих відходів (бурякових, морквяних та картоплях) в технології біоконверсії у біоводень та дигестат за участю ефективних мікроорганізмів біопрепарату «Байкал-ЕМ1»; визначення оптимальної кількості додаткових субстратів – протермінованого хліба та лактулози задля інтенсифікації процесів ферментації.

Методика дослідження полягала у встановленні експериментальних шляхом оптимального співвідношення овочевих відходів (тверда фаза) до рідкої (суміш