

УДК 544.6:57

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ В БІОПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТАХ З БІОКАТОДОМ

*Колтишева Д.С., Щурська К.О. к.т.н., доц. кафедри екобіотехнології та
біоенергетики*

КПІ ім. Ігоря Сікорського

dinakoltisheva@gmail.com, k.shchurska@kpi.ua

Традиційні методи очищення стічних вод є енерговитратними, через що виникає необхідність пошуку більш досконалих технологій [1]. Однією з перспективних технологій очищення стічних вод з отриманням електроенергії є використання біопаливних елементів з біоанодом, однак недоліком такої технології є високовартісний катодний напівелемент та необхідність використання токсичних католітів. Рішенням цієї проблеми розглядають використання біокатодів у біопаливних елементах [2].

В якості біологічної складової в біокатодах можуть застосовуватися мікроводорості та бактерії (ціанобактерії зокрема). Внаслідок фотосинтезу мікроводорості виділяють кисень, який слугує акцептором для електронів, які поступають з біоанода на біокатод, а також асимілюють CO₂, який виділяють мікроорганізми на біоаноді внаслідок метаболізму. Додатковою перевагою мікроводоростей є очищення стічних вод від сполук Нітрогену, Фосфору та важких металів [3, 4].

Метою даної роботи є порівняння ефективності продукування електричної енергії в сучасних біопаливних елементах з біокатодом з використанням мікроводоростей та визначення їх можливостей в очищенні стічної води.

Таблиця – Ефективність продукування електричної енергії в біопаливних елементах з біокатодами

Біологічна складова катода	Густина потужності, мВт/м ²	Густина струму, мА/м ²	Формування біоплівки, діб	Поживне середовище	Джерело
<i>Chlorella vulgaris</i>	116,96	14,40	25	<i>Bold's Basal Medium</i>	[5]
<i>Scenedesmus obliquus</i>	153,00	9,30	20-25	<i>Bold's Basal Medium</i>	[6]
<i>Chlorella</i> sp. QB-102	36,40	0,05	-	<i>BG-11</i>	[7]
<i>Desmodesmus</i> sp. A8	64,20	-	5	<i>BG11</i>	[8]
<i>Scenedesmus acutus</i> PVUW12	400	-	22	<i>Modified version of Setlik Simmer</i>	[9]

Як видно з таблиці, найбільші потужності мають біопаливні елементи з *Scenedesmus obliquus* та *Scenedesmus acutus* PVUW12 на біокатоді. Це означає, що дані види найбільш перспективні в дослідженнях повних біопаливних елементів з точки зору отримання електричної енергії.

Важливо зазначити, що дані значення є усередненими та можуть змінюватися залежно від умов культивування, таких як температура, рН, освітлення, стадії росту культури та матеріалу з якого виготовлено електрод [10, 11].

В якості біологічної складової в біопаливних елементах можуть застосовуватися крім чистих культур, також змішані культури мікроводоростей та культури мікроводоростей з бактеріями. Мікроводорості можуть слугувати і в якості субстрату для біоанода, що дає змогу збільшити потужність біопаливного елемента. Так поєднання мікроводоростей на біоаноді в якості субстрату та на біокатоді дозволяє отримати потужність 1170 мВт/м² [10].

Використання мікроводоростей в біопаливних елементах є перспективним напрямком дослідження. Перспективними напрямками також є отримання штамів мікроводоростей задля збільшення ефективності продукування електричної енергії в біопаливних елементах; вивчення впливу умов, таких як температура, освітлення, рН, концентрація забруднюючих речовин на генерацію електричного струму біопаливними елементами, а також підбір оптимальних умов проведення процесу очищення стічних вод у біопаливних елементах з біоанодом та біокатодом задля зниження енерговитрат при очищенні стічних вод.

Список використаних джерел:

1. Kokabian B. Water deionization with renewable energy production in microalgae - Microbial desalination process / B. Kokabian, U. Ghimire, V.G. Gude // Renewable Energy. – 2018. – Vol. 69. – P. 354–361.

2. Gude V.G. Wastewater treatment in microbial fuel cells - an overview / V.G. Gude // J. Clean. Prod. – 2016. – Vol. 122. – P.287-307.

3. Chew K.W. Microalgae biorefinery: high value products perspectives/ K.W. Chew, J.Y. Yap, P.L. Show, N.H. Suan, J.C. Juan, T.C. Ling, D.-J. Lee, J. S. Chang // Bioresour. Technol. – 2017. – Vol.229. – P. 53–62.

4. Colombo A. Assisting cultivation of photosynthetic microorganisms by microbial fuel cells to enhance nutrients recovery from wastewater / A. Colombo, S. Marzorati, G. Lucchini, P. Cristiani, D. Pant, A. Schievano // Biores. Technol. – 2017. – Vol. 237. – P. 240–248.

5. Gonzalez del Campo A. Microbial fuel cell with an algae-assisted cathode: a preliminary assessment / A. Gonzalez del Campo, P. Canzares, M.A. Rodrigo, F.J. Fernandez, J. Lobato // J. Power Sources. – 2013. – Vol. 242. – P. 638–645.

6. Kakarla R. Photoautotrophic microalgae *Scenedesmus obliquus* attached on a cathode as oxygen producers for microbial fuel cell (MFC) operation / R. Kakarla, B. Min // International Journal of Hydrogen Energy. – 2014. – Vol. 39. – P. 10275-10283.

7. Zhang Y. Algae cathode microbial fuel cells for cadmium removal with simultaneous electricity production using nickel foam/graphene electrode / Y. Zhang, Q. He, L. Xia, Y. Li, S. Song // *Biochemical Engineering Journal*. – 2018. – Vol. 138. – P. 179–187.

8. Fu C.-C. Effects of biomass weight and light intensity on the performance of photosynthetic microbial fuel cells with *Spirulina platensis* / C.-C. Fu, C.-H. Su, T.-C. Hung, C.-H. Hsieh, D. Suryani, W.-T. Wu // *Bioresour. Technol.* – 2009. – Vol. 100. – P. 4183–4186.

9. Angioni S. Photosynthetic microbial fuel cell with polybenzimidazole membrane: synergy between bacteria and algae for wastewater removal and biorefinery / S. Angioni, L. Millia, P. Mustarelli, E. Doria, M.E. Temporiti, B. Mannucci, F. Corana, E. Quartarone // *Heliyon*. – 2018. – Vol. 4 (3). – P. 1–25.

10. Cui Y. Electricity generation and microalgae cultivation in microbial fuel cell using microalgae-enriched anode and bio-cathode / Y. Cui, N. Rashid, N. Hu, M.S.U. Rehman, J.-I. Han // *Energy Convers. Manage.* – 2014. – Vol. 79. – P. 674–680.

11. Reddy C. N. Algal Biocathodes / C. N. Reddy, R. Kakarla, B. Min // *Microbial Electrochemical Technology*. - 2018. – P. 525–547.