

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОДУКУВАННЯ СТРУМУ В ПОВНИХ МІКРОБНИХ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТАХ ШЛЯХОМ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ФОТОСИНТЕЗУ

Колтишева Д.С., Щурська К.О., Кузьмінський Є.В.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, dinakoltisheva@gmail.com

Вичерпання викопного палива та пов'язаний з його використанням негативний вплив на довкілля зумовили необхідність пошуку відновлювальних джерел енергії. Одним з таких джерел енергії є повний мікробний паливний елемент з мікродоростями в катодному напівелементі. Повний мікробний паливний елемент (МПЕ) являє собою біоелектрохімічну систему, що здатна перетворювати енергію хімічних зв'язків органічних сполук в електричну енергію. В катодному напівелементі з мікродоростями повного МПЕ кінцевим акцептором електронів є кисень, що продукується фотосинтетичним шляхом [1]. Отже, одним із лімітуючих факторів продукування струму в МПЕ є ефективність фотосинтезу мікродоростей за умов сталої роботи біоанодного напівелементу. Метою роботи є встановлення впливу абіотичних факторів на ефективність фотосинтезу для підвищення ефективності продукування струму повних мікробних паливних елементів.

Таблиця 1 – Вплив факторів на інтенсивність фотосинтезу в мікродоростях в повному мікробному паливному елементі

Фактор впливу	Інтенсивність фотосинтезу/ Ефективність продукування струму	
	Зі зростанням значення фактору	Зі зменшенням значення фактору
Довжина хвилі світла, нм [2] (в діапазоні видимого світла)	Збільшується. При 620–750 нм – густина потужності 12,947 мВт/м ² (при інтенсивності 900 лк)	Зменшується. При 450–495 нм – густина потужності 4,741 мВт/м ² (при інтенсивності 900 лк)
Інтенсивність світла, лк (в діапазоні 1500-3500 лк) [3]	Зростає. При 3500 лк 103,88 мВт/м ²	Зменшується. При 1500 лк 66,06 мВт/м ²
Режими освітлення (світло:темрява) (режими: 18:6, 12:12, 6:18) [4]	Збільшується і стабілізується. При режимі 18:6 - напруга 0,30В протягом всього часу	Зменшується та під час темряви фази опускається до 0 мВ. При 6:18 напруга під час освітлення 0,23В
Температура (в діапазоні 5-35°C) [4, 5, 6]	Збільшується	Зменшується
pH (відносно pH=7) [5]	Зменшується	Зменшується
Концентрація CO ₂ (в діапазоні 0,03-10%) [7]	Збільшується	Зменшується

До факторів, що впливають на ефективність фотосинтезу належать інтенсивність, довжина хвилі світла, режим освітлення, pH, температура, концентрація вуглекислого газу (табл.1). При підвищенні температури понад 35°C у багатьох видів спостерігається зниження ефективності фотосинтезу, що пов'язують з деактивацією білків фотосистеми II [5]. При підвищенні температури зростає швидкість біохімічних реакцій, зростає іонна провідність,

що зменшує опір, внаслідок чого підвищується ефективність продукування струму в повному МПЕ [4, 5, 6].

Висока концентрація вуглекислого газу (>15%) зменшує рН, що знижує активність карбоангідрази, фіксацію вуглекислого газу та інтенсивність фотосинтезу [7]. Оптимальне рН 7 ± 1 , при зниженні та підвищенні - гальмуються біохімічні реакції фотосинтезу [6, 8].

Отже, при виборі умов функціонування повного МПЕ необхідно враховувати фактори, що впливають на інтенсифікацію фотосинтезу мікроводоростями. Наприклад, зміна рН протягом функціонування повного МПЕ, у зв'язку з переходом протонів з анодного в катодний напівелемент та виділенню мікроводоростями продуктів метаболізму в католіт, може негативно вплинути на інтенсивність фотосинтезу, в такому випадку може бути передбачена часткова заміна католіту або використання буферних розчинів. Крім вищенаведених факторів на ефективність фотосинтезу впливає склад католіту а також біологічні фактори: вид мікроводоростей, концентрація клітин, вік культури тощо, що має бути враховано для збільшення ефективності МПЕ.

Список використаної літератури:

1. Koltysheva D., Shchurska K., Kuzminskyi Y. Microalgae and cyanobacteria as biological agents of biocathodes in biofuel cells. *BioTechnologia*. 2021. Vol. 102, no. 4. P. 437–444.
2. The impact of monochromatic blue and red LED light upon performance of photo microbial fuel cells (PMFCs) using *Chlamydomonas reinhardtii* transformation F5 as biocatalyst / J. C.-W. Lan et al. *Biochemical Engineering Journal*. 2013. Vol. 78. P. 39–43. URL:
3. Light intensity affects the performance of photo microbial fuel cells with *Desmodesmus* sp. A8 as cathodic microorganism / Y.-c. Wu et al. *Applied Energy*. 2014. Vol. 116. P. 86–90.
4. Kakarla R., Min B. Sustainable electricity generation and ammonium removal by microbial fuel cell with a microalgae assisted cathode at various environmental conditions. *Bioresource Technology*. 2019. Vol. 284. P. 161–167.
5. Effect of the temperature, pH and irradiance on the photosynthetic activity by *Scenedesmus obtusiusculus* under nitrogen replete and deplete conditions / J. Cabello et al. *Bioresource Technology*. 2015. Vol. 181. P. 128–135. URL:
6. Ceramic Soil Microbial Fuel Cells Sensors for Early Detection of Eutrophication / L. G. Olias et al. *Proceedings*. 2020. Vol. 60, no. 1. P. 64.
7. Enhancement of CO₂ biofixation and bioenergy generation using a novel airlift type photosynthetic microbial fuel cell / M. Li et al. *Bioresource Technology*. 2019. Vol. 272. P. 501–509.
8. Recent insights into microalgae-assisted microbial fuel cells for generating sustainable bioelectricity / M. E. Elshobary et al. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2021. Vol. 46, no. 4. P. 3135–3159.