

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Колтишевої Діни Сергіївни

на тему «Біотехнологія отримання електрики в повному мікробному паливному елементі»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія

за спеціальністю 162 Біотехнології та біоінженерія

Актуальність теми дисертації.

Ряд глобальних та локальних програм, зокрема такі як Паризька угода, спрямовані на врегулювання зменшення викидів парникових газів задля попередження зміни клімату. Для вирішення цих питань передбачається перехід на вуглецево-нейтральні технології, зокрема перехід на відновлювальні джерела енергії.

Біоенергетика та мікробні паливні елементи, зокрема, відповідають вимогам відновлювальних джерел енергії. Внаслідок біоелектрохімічного перетворення екзоелектрогенними мікроорганізмами субстратів, якими можуть бути стічні води в анодній камері, та застосування вуглекислого газу мікроводоростями в катодній камері, мікробний паливний елемент є інноваційною та перспективною технологією в області відновлювальних джерел енергії, а дослідження умов генерування електрики в ньому є актуальним завданням.

Застосування біокатодів з мікроводоростями є багатообіцяючим напрямком досліджень, оскільки мікроводорості здатні продукувати кисень, який є термінальним акцептором електронів в катодній камері. Використання мікроводоростей на відміну від токсичних каталізаторів, не створює вторинне забруднення довкілля, а натомість нарощена біомаса мікроводоростей, може бути застосована для отримання продуктів з доданою вартістю або для отримання різних видів біопалив, таких як біодизель або біоетанол.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в такому: вперше встановлено умови отримання біоплівки на аноді за застосування періодичного прикладання зовнішньої напруги у 3 В; визначено умови формування біоплівки на аноді та продукування електрики залежно від послідовності внесення мікроводоростей в катодну камеру; встановлено умови отримання електрики за тривалого використання повних мікробних паливних елементів.

Достовірність та обґрунтованість наукових результатів дисертації забезпечено коректністю виконання експериментальної та теоретичної частини та апробацією результатів. Робота є комплексним та завершеним науковим дослідженням.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках НДР № 0121U113603 «Розробка наукових засад переробки відходів різного походження з одержанням корисних продуктів» (2021-2026р.р.) під керівництвом професора кафедри біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології, д.х.н. проф. Кузьмінського Євгенія Васильовича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання, розробка технологічних основ біотехнологічного отримання електрики в повному мікробному паливному елементі, виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Колтишевої Д.С. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Біотехнології.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям екобіотехнології.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Колтишевої Діни Сергіївни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, копіювання, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Дисертація складається з вступу, 5-ти розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 141 сторінки.

У вступі вказано актуальність дослідження мікробних паливних елементів, визначено об'єкт та предмет дослідження, сформульовано мету, поставлено завдання дослідження для досягнення мети, вказано методи дослідження, наукову новизну та апробацію результатів.

У першому розділі визначено напрямки застосування мікробних паливних елементів. Проаналізовано значення мікроводоростей у катодній камері та

умови, які впливають на фотосинтез мікрободоростей, показано вплив прикладеної напруги на мікробні паливні елементи.

У другому розділі обрано методи та матеріали дослідження. Обґрунтовано вибір конструкції мікробного паливного елемента, розділення анодної та катодної камери, матеріалів для електродів, інокулятив анодної та катодної камери, субстрати, джерела освітлення.

В третьому розділі наведено та проаналізовано результати нарощування біоплівки за умов відсутності та прикладення зовнішньої напруги ЗВ. Досліджено отримання електрики в повному мікробному паливному елементі за умов одночасного внесення інокуляту в анодну та катодну камери. Встановлено, що змішаний консорціум мікроорганізмів з активного мулу на аноді генерує напругу 200-300 мВ за використання мікрободоростей *Chlorella vulgaris*, *Desmodesmus armatus*, *Parachlorella kessleri* в католіті, а змішаний консорціум мікроорганізмів з ферментованого залишку після метаногенезу – 600-700 мВ.

В четвертому розділі визначено вплив штучного освітлення із діапазонами випромінювання 450 нм та 650 нм та сонячного освітлення на отримання електрики в повному мікробному паливному елементі. Найвищі значення напруги 827 ± 41 мВ отримано в мікробних паливних елементах з *Chlorella vulgaris* в катодній камері за використання штучного освітлення із діапазоном випромінювання 450 нм та 650 нм. Встановлено придатність мікробних паливних елементів до тривалого генерування електрики протягом 231 доби, однак за зниження з часом значення напруги та сили струму.

В п'ятому розділі описано розроблену технологію отримання електрики в повному мікробному елементі.

Результати викладено структуровано, обґрунтовано, послідовно та відповідно до вимог наукового стилю, з використанням загальноприйнятих термінів галузі знань.

Дисертаційну роботу оформлено відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлено у 4 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 3 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus.

Також результати дисертації були апробовано на 7 наукових фахових конференціях.

Усі наведені наукові публікації здобувача мають високий науковий рівень, в яких послідовно та структурно викладено основні результати дисертаційних

досліджень, з дотриманням принципів академічної доброчесності. Особистий внесок здобувача у всіх наукових публікаціях із співавторами та зарахованих за темою дисертації є суттєвим.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлено у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В літогляді згадується фермент RuBisCo, але не надано ні його розшифровки, ні функції. Згідно з наведеним рівнянням, потенціал відновлення кисню знижується зі збільшенням рН. З іншого боку, зниження рН спричиняє зменшення активності ферменту, тому пропонується застосовувати буфер. Але не сказано, яке ж значення рН вважається прийнятним.

2. Не вказано механізм адсорбції мікроорганізмів та формування біоплівки на катоді і аноді, адже матеріал катоду і аноду однаковий.

3. Не вказано, чому як джерело Карбону вибрано саме глюкозу та ацетат натрію, адже ацетати є середовищем для метаногенних мікроорганізмів? Було б доцільно проаналізувати перетворення цих речовин екзоелектрогенними мікроорганізмами.

4. Також було б доречно умови різних експериментів вкласти в зручні для сприйняття схеми (у другому розділі).

5. В проведених експериментах недостатньо досліджено склад мікроорганізмів в ферментованому залишку після метаногенезу та активного мулу. Враховуючи, що ці інокуляти містять різні види мікроорганізмів, варто було б встановити, які екзоелектрогенні мікроорганізми в них присутні, що також доповнило б модель збагачення екзоелектронними мікроорганізмами біоплівки.

6. Проведене мікроскопічне дослідження біоплівки є малоінформативним, оскільки не дає оцінити якісний та кількісний склад біоплівки, що дало б змогу цілеспрямованого створення модифікованих штамів, які б мали достатні адаптаційні здатності до змінних умов субстрату, та підвищений рівень продукування електрики.

7. В технологічній схемі електрику передбачено збирати в акумуляторах, однак напрямки її подальшого використання не означено.

8. На жаль, в роботі зустрічаються прикрі помилки, опис результатів наведено в теперішньому часі, на рис. 5в на графіку не коректно позначено силу струму та ін.

Однак, вважаю, що висловлені зауваження є технічними, не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційну роботу здобувача ступеня доктора філософії Колтишевої Діни Сергіївни на тему «Біотехнологія отримання електрики в повному мікробному паливному елементі» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Колтишева Діна Сергіївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія за спеціальністю 162 Біотехнології та біоінженерія.

Рецензент:

доцент кафедри біоенергетики,
біоінформатики та екобіотехнології
КПІ ім Ігоря Сікорського, к.т.н, с.н.с.



Лоліта МАРИНЧЕНКО



« 9 » травня 2024 року