

67-72-125/1
18. 11. 16

ВІДЗИВ

*офіційного опонента доктора технічних наук
професора Шмандія Володимира Михайловича
на дисертаційну роботу*

Синельнікова Олександра Дмитровича
**«ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВОДОСХОВИЩ ШЛЯХОМ
ВИКОРИСТАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА
ЕНЕРГОНОСІЇВ»**,

*що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 21.06.01 - екологічна безпека*

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Наслідками неконтрольованого розвитку ціанобактерій у штучних водоймах є перетворення води ріки в період розкладання синьо-зелених водоростей у брудну рідину із неприємним запахом. Унеможлиблюється очищення річкової води до вимог стандартів на питну воду на станціях очищення водозаборів прибережних населених пунктів. Під час розкладання синьо-зелених водоростей зменшення концентрації кисню в річковій воді настільки значне, що у поверхневому прошарку створюються умови для їх безкисневої ферментації.

Внаслідок коливань рівня води в штучних водосховищах досить часто проходить затоплення широких прибережних смуг, на затоплені акваторії потрапляють ціанобактерії. Акваторія ріки у літню пору перетворюється на джерело небезпечного мікробіологічного забруднення.

Виходячи із вище наведеного можна констатувати, що встановлення закономірностей формування екологічної небезпеки у штучно створених об'єктах гідросфери та розробка заходів із забезпечення екологічної безпеки території є достатньо актуальним.

Детальне знайомство з дисертацією, авторефератом та працями здобувача дозволяє стверджувати, що дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-практичної задачі – забезпеченні екологічної безпеки водосховищ в умовах неконтрольованого розвитку ціанобактерій та використання їх для виробництва енергоносіїв.

Актуальність теми дисертаційного дослідження автором аргументовано

висвітлена в роботі та авторефераті.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, достатній, що підтверджується застосуванням сучасної методології досліджень, яка використовує адекватні підходи до аналізу стану екологічної безпеки.

Достовірність одержаних результатів підтверджується системним підходом до комплексного вирішення наукових та практичних задач, забезпечується використанням апробованих стандартних методів досліджень (акустичної та гідродинамічної кавітації, екстрагування ліпідів, кінетики отримання біогазу, визначення елементного складу речовини, статистична обробка експериментальних даних та математичне моделювання досліджуваних процесів), конкретною постановкою задач і детальним обґрунтуванням основних положень та висновків. Дослідження автора ґрунтуються на надійному фундаменті попередніх розробок.

Обґрунтованість результатів забезпечена реалізацією комплексних експериментальних досліджень стану екологічної безпеки штучно створених водойм.

Достовірність результатів підтверджує також високий ступінь кореляція між експериментально визначеними параметрами стану екологічної безпеки та розрахунками на основі відомих та запропонованих автором залежностей.

Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження паспорту спеціальності. Мета дослідження полягає у створенні наукових основ управління екологічною безпекою штучно створених об'єктів гідросфери. Об'єктом дослідження виступає екологічна небезпека штучних водосховищ, що спричинена неконтрольованим розвитком ціанобактерій. Предметом дослідження є процеси отримання енергоносіїв із використанням як сировини ціанобактерій. Відповідно до мети, об'єкту та предмету дослідження автором поставлені та послідовно вирішені наступні завдання: аналіз джерел екологічної небезпеки у акваторіях водосховищ; наукове обґрунтування доцільності одержання енергоносіїв із біомаси синьо-зелених

водоростей; встановлення ефективності попередньої обробки біомаси ціанобактерій для інтенсифікації процесу розкладу біомаси; дослідження ефективність вилучення із ціанобактерій ліпідів; розробка раціональної стратегії уникнення екологічної небезпеки об'єктів гідросфери.

Вважаю, що мета, об'єкт, предмет та завдання досліджень дисертаційної роботи відповідають формулі та паспорту спеціальності 21.06.01- екологічна безпека, а саме «Удосконалення наявних, створення нових екологічно безпечних технологічних процесів та устаткування, що забезпечують раціональне використання природних ресурсів, додержання нормативів шкідливих впливів на довкілля», «Розроблення систем екологічного моніторингу й техногенно-екологічної безпеки регіонів, окремих екосистем».

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розвитку теоретичних та практичних засад забезпечення екологічної безпеки штучно створених об'єктів гідросфери. Основними науково-обґрунтованими результатами є:

- вперше теоретично обґрунтована та експериментально підтверджена доцільність попередньої обробки біомаси ціанобактерій (гідродинамічна кавітація), використання якої дає можливість інтенсифікувати процес розкладу біомаси;

- вперше розроблена модель процесу отримання енергоносіїв із синьо-зелених водоростей та визначені значення кінетичних констант процесу, що дало можливість проводити розрахунок реальних процесів;

- дістали подальший розвиток наукові засади вискоефективного вилучення із ціанобактерій ліпідів, що сприяє більш повному використанню органічної частини біомаси водоростей для виробництва енергоносіїв;

- розширено наукові поняття щодо одержання біогазу на основі встановлення закономірностей цього процесу, використання яких надає можливість підвищити рівень як екологічної, так і енергетичної безпеки;

- уточнено наукові дані щодо перспектив використання відпрацьованого субстрату ціанобактерій, що дає можливість застосувати його для одержання продуктів цільового призначення.

Оцінка висновків здобувача щодо значущості його роботи для науки і практики. Одержані дисертантом результати мають важливе значення для науки, оскільки вони сприяють розвитку науково-практичних аспектів управління екологічною безпекою. Конкретизуючи, слід відмітити, що наукова значимість роботи фактично полягає у створенні системи управління екологічною безпекою територій, де знаходяться штучно створені водойми.

Практичне значення отриманих результатів полягає, перш за все, у тому, що:

- запропонована стратегія комплексного використання біомаси ціанобактерій із отриманням продуктів цільового призначення на практиці забезпечує безвідходну утилізацію ціанобактерій;

- використання розробленого способу попередньої обробки біомаси ціанобактерій в полі гідродинамічної кавітації (захищений патентом України) підвищує повноту розкладу біомаси, що забезпечує ефективність процесу.

Наукові результати дисертаційного дослідження використовуються у Державному підприємстві «Сумський державний науково-дослідний інститут мінеральних добрив та пігментів», що підтверджується відповідним актом. Наукові та практичні результати використовуються у Національному університеті «Львівська політехніка» при проведенні занять зі студентами з напрямку 6.04010601 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування».

Щодо **завершеності дисертації в цілому** слід відмітити, що це завершена робота, яка складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Матеріали дисертаційної роботи викладено на 144 сторінках машинописного тексту, ілюстровано 37 рисунками, текст містить 13 таблиць, у бібліографії наведено 158 літературних джерел, дисертація містить 3 додатки.

У вступі аргументовано висвітлено актуальність теми дисертаційного дослідження, наведена загальна характеристика роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет, завдання наукового дослідження.

Перший розділ присвячений аналізу науково-технічної літератури за темою дисертації. Проведена оцінка стану досліджень сучасних проблем екологічної безпеки, розглянуті питання забезпечення енергетичної безпеки держави. Проаналізовані проблеми неконтрольованого розвитку синьо-зелених водоростей, їх негативного впливу на довкілля та світовий досвід уникнення екологічної небезпеки від цього впливу. Приведений критичний огляд технологій, фізико-хімічного механізму та обладнання для отримання енергоносіїв, розглянуті перспективи використання ціанобактерій як сировини для виробництва біодизельного палива. На основі проведеного аналізу обґрунтовано напрям дисертаційного дослідження.

У другому розділі викладена загальна характеристика досліджуваного об'єкту, розроблений алгоритм проведення теоретичних та експериментальних досліджень. Надана характеристика ціанобактерій, які є чинником формування екологічної небезпеки регіону.

Описана методика досліджень попередньої кавітаційної обробки синьо-зелених водоростей з ціллю підвищення ефективності отримання із них енергоносіїв. Викладена методика експериментальних досліджень одержання енергоносіїв із синьо-зелених водоростей, дослідження екстрагування та кінетики синтезу біогазу. Описане інструментальне забезпечення та методика дослідження елементного складу ціанобактерій на рентгенофлуоресцентному аналізаторі.

Третій розділ містить результати оцінювання стану екологічної небезпеки штучних водосховищ Дніпровського каскаду, що формується у результаті неконтрольованого розвитку ціанобактерій. Проведений аналіз джерел екологічної небезпеки. Встановлено суттєвий вплив на її формування донних відкладень, на яких в свою чергу суттєво впливає антропогенна діяльність,

екстремальні природні чинники та інтенсивний розвиток синьо-зелених водоростей.

Встановлено, що головними чинниками, які спричинили неконтрольований розвиток ціанобактерій є затоплення при створенні водосховищ територій, де були розміщені населені пункти, сільськогосподарські угіддя, тваринницькі ферми. Зменшився життєвий простір населення, суттєво знизилася швидкість течії Дніпра, утворилися обширні мілинні території, які добре прогріваються. Останній чинник в значній мірі обумовлює автокаталітичність процесу розвитку водоростей.

Аналіз можливості оцінювання ступеня екологічної небезпеки водоймищ від впливу синьо-зелених водоростей з допомогою узагальнених показників засвідчив, що розрахункові інтегральні методи у цьому випадку застосовувати проблематично і некоректно. Методи біоіндикації дозволяють отримати тільки якісну оцінку, яка і так є очевидною. Автор пропонує використовувати для кількісної оцінки диференційні методи визначення опосередкованого впливу на довкілля.

Показано, що дієвим методом зниження рівня екологічної небезпеки в акваторіях штучних водосховищ та вирішення енергетичних проблем може бути вилучення ціанобактерій із акваторій і використання їх у виробництві продуктів цільового призначення. Елементи пропонованого методу підтверджені успішною апробацією інших дослідників.

У четвертому розділі автор досліджує хіміко-кінетичні закономірності процесу утворення біогазу, які можуть бути описані рівнянням Михаеліса-Ментена. Визначено, що попередня підготовка субстрату методом подрібнення та делігніфікації (внаслідок чого проходить деградація лігнінової сітки та зростає поверхня масообміну) дозволяє отримати більш високе значення коефіцієнту газифікації.

Встановлено, що на інтенсивність метаногенезу в значній мірі впливають рН середовища та температура. Оптимальними значеннями цих параметрів є рН – 7,5-7,8 та $t = 26-37^{\circ}\text{C}$.

У п'ятому розділі досліджено вплив кавітаційної обробки на ефективність розділення фаз (вода – ціанобактерії). Встановлено, що вже після 8 хвилин обробки в полі гідродинамічної кавітації досягається здатність до розділення фаз (біомаса : освітлена вода) за тривалості відстоювання 24 години.

Експерименти з отримання біогазу підтвердили, що попередня обробка з використанням гідродинамічного кавітаційного поля руйнує клітинні стінки ціанобактерій, генерація біогазу відбувалась набагато швидше, а кількість добутого біогазу значно вища (приблизно на 30%). Кінетика процесу біорозкладу ціанобактерій описується S-подібними кривими, що свідчить про складний ланцюговий характер біохімічних реакцій. Розроблена математична модель процесу, адекватність якої підтверджена шляхом ідентифікації теоретичного рівняння масиву експериментальних даних. Це дало можливість визначити значення комплексних кінетичних констант процесу синтезу біогазу.

Розроблена блок-схема стратегії уникнення екологічної небезпеки від неконтрольованого розвитку ціанобактерій та їх негативного впливу на довкілля, яка включає послідовну реалізацію п'яти стадій.

Висновки до розділів та загальні висновки сформульовані достатньо чітко, відповідають меті та завданням дисертаційної роботи.

Оформлення дисертації відповідає ДСТУ 3008-95 "Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення" та вимогам Атестаційної колегії МОНу України. Мова і стиль викладання дисертації і автореферату чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати, позначені метою досліджень.

Шляхи використання наукових та практичних результатів роботи і ступінь їх реалізації. Наукові та практичні результати роботи використані в Державному підприємстві «Сумський державний науково-дослідний інститут мінеральних добрив та пігментів» та застосовуються у лекційних курсах та практичних роботах з дисципліни «Техноекологія» у Національному університеті «Львівська політехніка» для студентів спеціальності 6.04010601 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване

природокористування», що підтверджується відповідними документами. Пропозиції щодо розширення сфери використання результатів дисертаційної роботи рекомендую направити до Міністерства екології та природних ресурсів України, Міністерства промислової політики України та Міністерства освіти і науки України.

Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях. За матеріалами дисертації опубліковано 18 друкованих наукових праць, в тому числі 1 публікація у колективній монографії, 1 стаття у науковому періодичному виданні іншої держави з наряду, з якого підготовлено дисертацію, 1 стаття у виданні, яке включене до міжнародної наукометричної бази даних Scopus, 5 статей у фахових виданнях з технічних наук, 2 статті у інших наукових виданнях, 7 тез доповідей на міжнародних та національних наукових конференціях, отримано 1 патент України.

Наведений у публікаціях матеріал достатньо повно відображає основні результати та наукові положення дисертаційної роботи.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Слід відзначити достатність оприлюднення результатів. Матеріали дисертації доповідались на багатьох конференціях міжнародного та всеукраїнського рівнів.

Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації. Зміст автореферату повністю відповідає розділам дисертації та її основним положенням.

Дисертація є одноособово створеною кваліфікаційною науковою працею, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку.

Констатуючи безперечне науково-практичне значення, слід відмітити наступні недоліки та зауваження до роботи та автореферату:

1. На рис. 1 у авторефераті неможливо що не будь розгледіти, хоча у дисертації (рис. 3.3. стор. 51) у кольоровому зображенні все добре видно.

2. У викладенні першого розділу дисертації у авторефераті відсутній аналіз результатів досліджень провідних науковців. У самій дисертації (стор. 10) такий аналіз є, але занадто стислий (всього 1 стор.), не охарактеризовані внески конкретних учених.
3. Матеріал у авторефераті по другому розділу викладено анотовано, виникає враження, що перераховані висновки. У самій дисертації матеріал викладено системно.
4. У третьому розділу (по автореферату) не визначено у чому саме полягає погіршення екологічного стану Дніпра, вказано тільки, що має місце „радикальне погіршення якісних показників води”.
5. У підрозділі 3.2. дисертації надано ґрунтовну характеристику методів оцінки стану екологічної безпеки. На стор. 6 автореферату зазначено, що єдиним способом кількісної оцінки екологічної небезпеки є диференційні методи, але не вказано, як саме вони використовуються у даній науковій галузі та у роботі.
6. На стор. 47 дисертації зустрічається терміноелемент „Кременчуцький територіально-виробничий комплекс”. Але відсутнє пояснення, що він собою являє. Яке відношення цей комплекс має до теми дисертації?
7. На рис. 3.1. (стор. 47 дисертації) вказано наступні елементи „техногенні землетруси”, „рух дамбою великотоннажного транспорту”, „перевищення терміну експлуатації метало-бетонних конструкцій”. Не зрозуміло, що це означає і яке відношення вони мають до теми дисертації.


Вказані зауваження ніяким чином не знижують цінність отриманих дисертантом результатів.

Загальний висновок.

Дисертаційна робота Синельнікова О.Д. «Забезпечення екологічної безпеки водосховищ шляхом використання мікроводоростей для виробництва енергоносіїв» є завершеною науковою працею, що в сукупності вирішує актуальну науково-прикладну задачу в галузі екологічної безпеки –

забезпечення екологічної безпеки водосховищ в умовах неконтрольованого розвитку ціанобактерій та використання їх для виробництва енергоносіїв. Дисертація повністю відповідає формулі та паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека та вимогам п.п. 9, 11-13 положення про «Порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567, а її автор Синельников Олександр Дмитрович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент
завідувач кафедри екологічної безпеки
та організації природокористування
Кременчуцького національного
університету імені Михайла
Остроградського, доктор
технічних наук за спеціальністю
21.06.01 – екологічна безпека, професор

 В.М. Шмандій

