

SECTION: BIOLOGICAL SCIENCES.

SEKCJA: NAUKI BIOLOGICZNE.

How to cite: Kolodii, V., Vakerych, M., & Hedzur, T. (2023). Study of the role of microorganisms in the restoration of polluted water bodies of Ukraine. *Global Innovations and Collaborative Solutions in Contemporary Science* (pp. 367-371). Futurity Research Publishing. https://futurity-publishing.com/international_conference_3

Study of the role of microorganisms in the restoration of polluted water bodies of Ukraine

Вивчення ролі мікроорганізмів у відновленні забруднених водойм України

Колодій Валентина Анатоліївна¹, Вакерич Михайло Михайлович², Гедзур Тетяна Іванівна³

¹ кандидат біологічних наук, старший викладач, кафедра біології та екології, природничо-економічний факультет, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, м. Кам'янець — Подільський, Україна, kolodiyva@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-9669-4144>

² кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри генетики, фізіології рослин і мікробіології, Біологічний факультет, ДВНЗ "Ужгородський національний університет", м. Ужгород, вул. Волошина, 32, судовий експерт сектору молекулярно-генетичних досліджень відділу біологічних досліджень та обліку, Закарпатський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, м. Ужгород, Україна, mykhailo.vakerich@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-3268-7797>

³ старший викладач, кафедра генетики, фізіології рослин і мікробіології, біологічний факультет, Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна, tetjna.hedzur@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-4614-1760>

Accepted: December 10, 2023 | **Published:** December 15, 2023 | **Language:** Ukrainian

Abstract: The main goals of the study were to analyze the current state of reservoirs in Ukraine and to determine the role of microorganisms in their restoration. General scientific methods, namely analysis, synthesis and generalization, were used to investigate this issue. The use of microorganisms in the restoration of water bodies in Ukraine has significant potential. They help reduce water pollution and improve its quality. The obtained results play an important role in the development of scientific and practical recommendations for the management of water resources and the preservation of ecosystems.

Keywords: reservoirs, biological methods of cleaning, microorganisms, modern problems of restoration of reservoirs.

Вступ

Водні ресурси в країні становлять одне з основних джерел питної води для населення та відіграють вирішальну роль у розвитку народно-господарського комплексу. Ураховуючи нерівномірний розподіл водних ресурсів по території країни, зокрема їхню найбільшу концентрацію на заході та найменшу – у південних районах Донецької, Запорізької, Херсонської та Одеської областей, необхідно здійснювати раціональне використання та ефективно охороняти їх від забруднення. Щороку в українські водойми потрапляє п'ять мільйонів тон солей, і значна частина забруднення походить від відходів тваринницьких комплексів. Майже половина всього обсягу мінеральних добрив і отрутохімікатів, які використовуються на полях, змивається в річки. Рівень очищення води наразі дуже низький. На даний час очисні споруди, навіть ті, які використовують біохімічні методи очищення, видаляють лише 10–40% неорганічних речовин, які містять 40% азоту, 30% фосфору та 20% калію. Тому використання мікроорганізмів в очищенні води стає актуальним питанням.

Результати дослідження

Проблеми екології у всьому світі щороку зростають і набувають все більшої актуальності. В Україні вони особливо загострилися під час повномасштабного вторгнення РФ. Шкода, завдана водоймам України, охоплює різні аспекти, такі як забруднення, засмічення, вичерпання тощо. Ці чинники, зі свого боку, можуть погіршити умови водопостачання, призвести до шкоди здоров'ю людей, спричинити зниження рибних запасів та інших ресурсів водного господарства, а також зумовити погіршення умов існування диких тварин, зниження родючості ґрунтів та інші негативні наслідки. Ці явища виникають через зміну фізичних і хімічних властивостей води, зменшення їхньої природної здатності до очищення, а також порушення гідрологічного і гідрогеологічного режимів водних ресурсів (Лукашевич, 2023).

Останнім часом майже всі водні ресурси зазнають значного забруднення через зростання впливу людської діяльності: невідповідальна експлуатація територій з порушенням припустимих меж, неналежне дотримання режиму обмеженого господарювання вздовж берегових захисних смуг.

Здебільшого водні системи України, такі як річкові та озерні, активно використовуються в господарській діяльності. Вони виступають як джерела водопостачання і приймальники для промислових, комунальних та сільськогосподарських стічних вод. Промисловість використовує майже половину усього обсягу витрат води з цих джерел. Високий рівень наявності гербіцидів в річках призводить до їхньої непридатності для використання, зупинки роботи фільтраційних станцій та обмеження доступу громадян до поверхневих вод. Наукові дослідження підтверджують, що практично всі поверхневі води зазнають забруднення протягом останніх років. На додаток, ці водойми потерпають внаслідок забруднення від військових дій та полігонів. Однією з проблем екології також є забруднення водойм нафтою та нафтопродуктами. До того ж, надмірна кількість

важких металів, включаючи ті, які мають біогенні властивості, має токсичний вплив на біоту (Васильченко, 2023).

Біологічне очищення води – широко використовуваний метод очищення стічних вод (господарсько-побутових та промислових). Його основа полягає у здатності мікроорганізмів використовувати органічні сполуки, такі як кислоти, спирти, білки, вуглеводи тощо, як джерело харчування. Для цього використовують біофільтри з тонкою бактеріальною плівкою, біологічні ставки з мікроорганізмами, аеротенки з активним мулом, бактеріями та мікроорганізмами.

Активний мікробіоценоз, який є специфічним активним мулом, здійснює окиснення фенолів та роданідів і має властивий видовий склад мікрофлори та мікрофауни, а також морфологічні та технологічні особливості флоків. Серед бактеріальної флори переважають хемоорганогетеротрофні фенолоокиснюючі бактерії та хемолітоавтотрофні роданідоокиснюючі бактерії. Контроль за станом такого мулу вимагає специфічних методів, оскільки традиційний гідробіологічний аналіз, який застосовується для технічного контролю міських очисних споруд, не може ефективно характеризувати окиснюючі властивості цього мікробіоценозу щодо основних забруднювачів – фенолу та роданідів.

Оцінку концентрації фенолоокиснюючих бактерій здійснюють за допомогою мікробіологічного методу, який включає посів на елективних живильних середовищах. Однак цей метод є трудомістким, не експресивним і вимагає спеціалізованого обладнання та кваліфікованих фахівців мікробіологів.

Біохімічний аналіз процесу окиснення фенолів фенолоокиснюючими бактеріями показує, що цей процес каталізується ферментом поліфенолоксидазою (ПФО). Біохімічний показник активного мулу, а саме поліфенолоксидазна активність (ПФОА), відображає концентрацію фенолів у стічних водах і має стійку кореляцію із ефективністю видалення цих речовин активним мулом з реальних та модельних стічних вод. Визначення ПФОА є простим, оперативним та не вимагає висококваліфікованих виконавців (Юрченко, Банніков, Нестеренко, & Мельнікова, 2023).

Важливим також є використання іммобілізованих мікроорганізмів для видалення азотових сполук із стічних вод. Це дозволяє уникнути рециркуляції активного мулу та стічних вод, а створення в біореакторах просторової сукцесії мікроорганізмів і трофічного ланцюга іммобілізованих гідробіонтів дозволяє зменшити приріст біомаси.

Іншим прикладом використання активного мулу є фільтрація води. Приміром, бактерії роду *Nitrosomonas*, присутні у мулі, демонструють здатність виробляти сполуки, які трансформують аміак (NH_3) в нітрити (NO^{2-}) під час процесу нітрифікації. Бактерії *Nitrobacter* також додатково окислюють нітрит (NO^{2-}) до нітрату (NO^{3-}) у межах того ж процесу. Це перетворення сприяє руйнуванню структури патогенних і гнилісних бактерій, вірусів та інших шкідливих мікроорганізмів у водоймах. Результатом цього процесу є покращення якості води, оскільки мікробне забруднення зменшується.

Мікроорганізми виконують розклад органічних забруднювачів, перетворюючи їх у біологічну масу та стійкі сполуки. Процеси біологічного (бактеріального) очищення води від фізіологічно та екологічно небезпечних іонів амонію, нітратів, іонів важких металів, включаючи шестивалентний хром, виявляються значно простішими, економічно вигіднішими та екологічно безпечнішими у порівнянні з фізико-хімічними процесами. Скажімо, використання хлору для очищення води дає певний ефект, але залишки хлору все одно можуть залишатися в питній воді, що негативно впливає на здоров'я людини. У порівнянні з цим, мікробні процеси сульфат- та хроматредукції не вимагають використання реагентів, вони відбуваються без енергетичних витрат та зумовлюють утворення компактних осадів нерозчинних у воді сполук важких металів, що робить їх

перспективними. Такий процес сприяє зменшенню вмісту шкідливих речовин у воді. Наприклад, використання бактерій роду *Pseudomonas* у водоочисних біотехнологіях дозволяє ефективно очищати воду від аміаку, фенолу, нафтолу та інших органічних сполук, які можуть бути присутні у водоймах (Здібель, Вічко, & Карпик, 2023).

Європейські вчені вивчали бактерії *Alcanivorax borkumensis* та *Oleispira antarctica*. Встановлено, що коли декілька штамів-деструкторів використовуються спільно у консорціумі, їхня здатність до розкладання нафтових забруднень збільшується. Підбір культур або суміші штамів мікроорганізмів, що враховують оптимальні умови навколишнього середовища, такі як температура, солоність, рівень рН, аерація та наявність необхідних елементів мінерального живлення, призводить до високої ефективності утилізації нафтових вуглеводнів (Kovalenko, & Goncharuk, 2019).

Деякі біотехнологічні компанії вже використовують конкретні асоціації бактерій для розкладання нафти та нафтопродуктів. Серед найбільш популярних складів бактерій у таких ізолятах визначено *Ochrobactrum sp.*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, які відзначаються високим рівнем розкладання сирої нафти – 83% (Kovalenko, & Goncharuk, 2019).

Загалом, розвиток і впровадження біотехнологій очищення води, заснованих на певних властивостях мікроорганізмів, являють собою значущий крок з огляду на поліпшення якості води у водоймах України та ефективне використання водних ресурсів, а також сприяють підтримці сталого розвитку усіх галузей народного господарства.

Висновки

Використання мікроорганізмів як ефективних агентів біологічного очищення води є одним із інноваційних шляхів для відновлення водойм та поліпшення якості води в цілому в Україні і в інших країнах світу. Для відновлення забруднених водойм важливо впроваджувати сучасні технології очищення, суворий контроль за викидами підприємств та підвищувати обізнаність громадськості щодо цієї проблеми. Дослідження процесів очищення водойм за допомогою мікроорганізмів та використання біохімічних методів може слугувати основою для розробки ефективних стратегій відновлення та захисту водойм в Україні, особливо в умовах збільшення антропогенного впливу.

Література

Васильченко, Д. В. (2023). Проблеми водних ресурсів в світі та в Україні. *Євроінтеграція екологічної політики України*: Матеріали П'ятої Всеукраїнської науково-практичної конференції. (с. 67-74). Одеса: Одеський державний екологічний університет. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/12256/1/Збірник%20матеріалів%202023.pdf#page=67> (дата звернення: 20.12.2023).

Здібель, О. А., Вічко, О. І., & Карпик, Г. В. (2023). Підготовка якісної питної води з використанням мікроорганізмів. *«Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти»*: Збірник матеріалів II Міжнародної науково-технічної конференції (с. 29-30). Тернопіль. https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/42150/2/MNTK_2023_Zdybel_O_A-Production_of_high_quality_29-30.pdf (дата звернення: 20.12.2023).

Лукашевич, Д. С. (2023). Забруднення водних ресурсів внаслідок військової агресії. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку юридичної науки, освіти та технологій у XXI столітті в дослідженнях молодих учених* (с. 107-110). Харків. https://dspace.library.khai.edu/xmlui/bitstream/handle/123456789/4834/Aktualni_pytannya.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=107 (дата звернення: 20.12.2023).

Юрченко, В. О., Банніков, Л. П., Нестеренко, С. В., & Мельнікова, О. Г. (2023). Тестування фенол деструктивної здатності активного мулу при біологічній очистці стічних вод коксохімічних виробництв. «*Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти*»: Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 125-річчю з дня заснування КПІ ім. Ігоря Сікорського (с. 162-164). Київ. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/62920/1/Pure_water_2023-162-165.pdf (дата звернення: 20.12.2023).

Kovalenko, V. F., & Goncharuk, V. V. (2019). Ecological State of Aquatic Ecosystems of Ukraine Using the Dnipro River as an Example. *Journal of Water Chemistry and Technology*, 41, 151-157. <https://doi.org/10.3103/S1063455X19030032> (дата звернення: 20.12.2023).