

Назва прєкту

БІОТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ МАЛИХ РІЧОК

Активна господарська діяльність людини призвела до значної вразливості екосистем великої частини річок України. Особливо вразливими стали малі річки, так як існує своя специфіка, викликана особливістю кліматичних умов, що швидко змінюються, та веденням сільського господарства й промисловості застарілими методами.

Особливо вразливим є південно-східний регіон України, який має низький рівень забезпеченості водними ресурсами. Аналіз сучасних підходів до вивчення екологічного стану басейнів та якості поверхневих вод річок цього регіону показав, що найбільш деградованими є малі річки. Вони маловодні, часто пересихають, забруднені розчиненими органічними речовинами антропогенного походження, нітратами, фосфатами, нафтопродуктами, а часто й пестицидами.

Враховуючи вище наведене, виникає потреба в швидкому розв'язанні цих проблем через інтенсифікацію процесів біологічного самоочищення води та відновлення її до питної якості за допомогою створеної біотехнології.

Для ефективного очищення поверхневих вод, а саме, вод малих річок, необхідно створювати додаткові біоінженерні гідроспоруди. Інтенсифікація очищення забруднених вод заснована на тому, що у якості гідроспоруд використовують плаваючі елементи-«плотики» та інші додаткові пристрої, які розміщують на греблях малих річок. На пристроях закріплюють волокнистий носій «ВІА», саме він підвищує здатність до біологічного очищення води за рахунок швидко наростаючої та щільно іммобілізованої біомаси мікроорганізмів – деструкторів органічних забруднень води, та вищих форм гідробіонтів (фільтраторів, хижаків, детритофагів), які, трофічно утримуються поміж волокнами «ВІІ», поїдаючи прикріплених бактерій, мікроміцетів, водоростей тощо, а також одні одних (в трофічних ланцюгах і сітках, як це зазвичай відбувається у природних водоймах, але далеко не з такою швидкістю, як на штучних волокнистих носіях).

Така комплексна біоінженерна технологія дозволяє значно знизити концентрацію біогенних елементів, зокрема С, N, P у воді, а також розкласти у воді нафтопродукти, ПАР, та значно знизити концентрацію пестицидів.

Стратегічна мета проекту:

Досягнути питної якості води в малих річках України. Здійснити модернізацію гребель, побудованих на малих річках, з метою перетворення їх на локальні біотехнологічні системи очищення поверхневих вод.

Побудувати на найбільш забруднених малих річках України пристрої, здатні відновити природний стан екосистем та відтворити питну якість води в них.

Мета дослідження – з'ясування ефективності сучасної біотехнології відновлення якості води малої річки за допомогою комплексного використання іммобілізованої мікробіоти волокнистого носія «ВІА» та насиченої киснем води після мінігідроелектростанції.

Об'єкт дослідження – створення нових біотехнологічних екосистем для відновлення малих річок України.

Предмет дослідження – показники які характеризують інтенсивність процесу біологічного очищення малих річок та якість води.

Завдання:

1. Провести експеримент щодо доочищення вод у реальних умовах, з встановленням у руслі водотоку – річці Капустянка стаціонарних конструкцій після міні-ГЕС із волокнистим носієм типу «ВІЯ».
2. Дослідити динаміку біообрастання волокнистого носія мікробіотою.
3. Провести моніторинг якості води до і після встановлених біотехнологічних систем.
4. Запропонувати локальну модернізацію всіх гребель, збудованих на малих річках України, із застосуванням новітньої біотехнології очищення поверхневих вод.

Призначення роботи – знайти оптимальну кількість стаціонарних конструкцій із насадкою типу «ВІЯ» для ефективного біологічного доочищення вод в зоні інтенсивної аерації води після міні-ГЕС.

Людство стратегічно змушене утримувати якість води в джерелах водопостачання на найвищому рівні, а для цього, по-перше, повністю відновлювати якість зужитої води і, по-друге, надійно убезпечувати ці джерела від антропогенного забруднення та всіляко підсилювати самоочисний потенціал відкритих природних водойм. Відомо, що в пору Радянського Союзу деякі висококонцентровані надзвичайно забруднені рідкі виробничі відходи не можна було очистити жодними відомими тоді фізичними, хімічними, фізико-хімічними чи біологічними методами. Успішні пошуки і «подвійна селекція» мікроорганізмів – деструкторів стійких, агресивних, ядовитих органічних сполук, у тому числі ксенобіотиків, дозволили авторам розробити принципово нові біохімічні способи очищення таких рідких токсичних відходів і застосувати ці способи на практиці [1].

Використання даної біотехнології на колишньому підприємстві ВО «Хімволокно» в м. Чернігові дозволило очистити промислові стічні води виробництва полімеру «анід», що містили токсичний аліфатичний амін гексаметилендіамін (ГМД). В результаті запровадження «біотехнології води на відкритому повітрі» із використанням іммобілізованої мікробіоти волокнистого носія та кореневої системи ейхорнії прекрасної впродовж трьох місяців концентрація ГМД у ставку-накопичувачі знизилася у понад 8 разів (з 860 мг/л до 100 мг/л), ХСК впало у 7 разів (з 1580 мг О₂/л до 215 мг О₂/л) [2].

Дана біотехнологія дає змогу очищувати будь-які стічні води з високою концентрацією забруднюючих речовин до питної води із заданими параметрами [1]. Цю біотехнологію необхідно застосовувати на всіх виключно очисних спорудах (нових, реконструйованих), з метою зменшення навантаження на водойми міста внаслідок забруднення зворотними водами, а також на природних і штучних водних об'єктах. Запропонована біотехнологія вже з 2014 року і до сьогоднішнього дня успішно використовується на очисних спорудах заводу АТ «Мотор Січ» [3, 4]. За результатами впровадження даної біотехнології на локальних очисних спорудах моторобудівного заводу АТ «Мотор Січ» в 2017 р. ефективність очищення зливових вод від нафтопродуктів була на рівні 85%, а концентрація нафтопродуктів у порівнянні із традиційними методами зменшилась в 19 разів [5, 6, 7].

Ця біотехнологія повністю відтворює природні процеси трофічних ланцюгів і сіток та не створює жодних небезпечних відходів і може бути широко застосована для очищення малих річок від антропогенних забруднень.

Метою проекту є передача зелених технологій очищення забруднених поверхневих вод малих річок з України до Польщі шляхом розробки та впровадження сучасної біотехнології відновлення якості води малої річки за допомогою використання стаціонарних конструкцій із іммобілізованою мікробіотою волокнистого носія «ВІЯ» в межах міста Запоріжжя на річці Капустянка (Україна). Проект включатиме 4 основних завдань:

- 1) встановлення у руслі водотоку – річці Капустянка стаціонарних конструкцій після міні-ГЕС із волокнистим носієм типу «ВІЯ»,
- 2) проведення попередніх наукових досліджень щодо біологічного очищення води малої річки (дослідження динаміки біообрастання волокнистого носія мікробіотою, моніторинг якості води до і після встановлених біотехнологічних систем),
- 3) запропонувати локальну модернізацію гребель, збудованих на малих річках України, із застосуванням новітньої біотехнології очищення поверхневих вод,
- 4) організація науково-технічної конференції з підбиття підсумків проекту в Запорізькому національному університеті.

Результатом проекту стане передача як біотехнології очищення поверхневих вод, а саме, вод малих річок, так і знань та досвіду експлуатації цих систем із Запорізького національного університету у Запоріжжі на ідентичні підрозділи в Польщі. Запропонована біотехнологія буде дуже добре інтегрована в міський ландшафт міста Запоріжжя і слугуватиме для просування вискоєфективних та екологічно чистих методів очищення поверхневих вод малих річок, таким чином захищаючи водні ресурси та відновлюючи їх якість. Важливим екологічним ефектом запланованого проекту буде також освіта громади в Україні, особливо студентів чи учнів, які вивчатимуть деякі рішення, пов'язані зі сталим розвитком управління водними ресурсами та стічними водами. Впроваджена біотехнологія буде демонстраційною системою та дозволить відтворювати подібні рішення біологічного очищення малих річок від антропогенних забруднень в рекреаційних зонах урбоєкосистем, в національних природних парках, на інших природно-заповідних територіях різних регіонів України, де потреби в очищенні поверхневих вод є дуже високими. Реалізація проекту дозволить поширити цю біотехнологію очищення поверхневих вод малих річок в Польщі, так як впровадження подібних рішень в Польщі раніше не застосовувалось.

Результати проекту зроблять значний вклад у розвиток декількох дисциплін, таких як екологія, біотехнологія, мікробіологія, санітарна гідробіологія, охорона природи та раціональне природокористування та екологія угруповань гідробіонтів.

Приділяючи увагу біотехнологічним рішенням щодо біологічного очищення води малих річок, наше дослідження має забезпечити нову цінну інформацію про ефективне очищення води водних екосистем, де за рахунок використання сучасних технічних рішень та іммобілізованої мікробіоти підвищиться інтенсивність процесу біологічного очищення малих річок.

Будуть надані рекомендації щодо оптимальних технологічних характеристик процесу доочищення води, яка потрапляє в річку Капустянка після міні-ГЕС. Будуть надані рекомендації з використання штучних носіїв – наповнювачів для біологічного доочищення вод, які потрапляють до малих річок Капустянка та Суха Московка.

Розроблена авторами біотехнологія та технологічна схема біологічного очищення води малих річок від органічних і неорганічних речовин створена з урахуванням нових сучасних технологічних рішень і досягнень в області мікробіології та гідробіології. Запропонований проект вирішить питання щодо відновлення порушених водотоків та їх гідробіоценозів і буде

значно дешевшим у реалізації порівняно із загальновідомими методами очищення води малих річок. Прикладні дослідження проєкту матимуть суттєву соціально-економічну значимість. Крім того, впровадження даної біотехнології очищення води вирішить проблему замулювання малих річок внаслідок того, що в сотні разів зменшиться кількість мулу, який утворюється при неповному розкладанні надмірних концентрацій органічних речовин в сучасних водоймах.

Одна з головних задач проєкту є розвиток корисного кінцевого продукту, з'ясування ефективності найновітнішої біотехнології відновлення якості води малих річок, перетворення їх на локальні біотехнологічні системи очищення поверхневих вод. Ми зробимо усе необхідне щоб гарантувати, що результати проєкту будуть надані користувачам у доступній формі, і що результати дослідження будуть доступні для представників громадськості.

Розповсюдження результатів проєкту включатиме поширення доповідей, публікацій у рецензованих журналах, навчальні семінари для магістрів та аспірантів і наукові наради у Запорізькому національному університеті та Національному університеті «Львівська політехніка». Зокрема, для досягнення впровадження результатів проєкту, ми будемо співпрацювати з Інститутом колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАНУ, що спеціалізується на дослідженнях щодо біологічної очистки води. Публікації будуть зроблені у галузі екології, екологічної безпеки у таких журналах як *Environmental problems*, *Ecological Sciences*, *Journal of Water and Land Development*, *Journal of Water Chemistry and Technology*, а також у колективній монографії «Sustainable Development: Environmental Protection. Energy Saving. Sustainable Environmental Management». Попередні результати будуть представлені на відповідних наукових нарадах і симпозіумах, таких як International Congress «Sustainable Development: Environmental Protection. Energy Saving. Sustainable Environmental Management» та ін. Цей проєкт є гарною можливістю для написання докторської дисертації виконавцями.

1. Глоба Л.І., Гвоздяк П.І. Біологічна денуксація хімічних патогенів у водному середовищі. *Медичні перспективи*. 2012. Т. XVII. № 4. С. 21–25.

2. Dombrovskiy K.O., Gvozdyak P.I. Biological afterpurification of industrial Sewage from hexamethylene diamine using Periphyton communities on the «VIYA» fibrous carrier and on the root system of *Eichhornia crassipes*. *Hydrobiol. Journal*. 2018. Vol. 54. № 4. P. 63–71. <https://www.dl.begellhouse.com/journals/38cb2223012b73f2,5fbfc3df179c8b53,57570fea2407afd6.html>

3. Rylsky A.F., Dombrovskii K.O., Krupcu K.S., Petrusha Yu.Yu. Biological Treatment of Storm Wastewater at Industrial Enterprise Using the Immobilized Microorganisms and Hydrobionts. *Journal of Water Chemistry and Technology*. 2016. Vol. 38. № 4. P. 232–237. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1063455X16040081>

4. Rylsky A.F., Dombrovskii K.O., Gvozdyak P.I. Biocleaning stormwater of the engineering plant by the immobilized microorganisms and hydrobionts. «Water Supply and Wastewater Removal»: Monografie, Lublin: Lublin University of Technology. Poland, 2016. P. 172–182. https://bc.pollub.pl/Content/12819/PDF/water_supply.pdf

5. Dombrovskiy K.O., Rylskiy O.F., Gvozdyak P.I. The Periphyton Structural Organization on the Fibrous Carrier «Viya» over the Waste Waters Purification from the Oil Products. *Hydrobiol. Journal*. 2020. Vol. 56. № 3. P. 87–96.

<https://www.dl.begellhouse.com/journals/38cb2223012b73f2,0dcb042f6f5f95d0,64c84bb76999ab08.html>

6. Dombrovskiy K.O., Rylskiy A.F., Gvozdiak P.I., Sherstoboieva O.V., Petrusha Yu.Yu. Distribution of inorganic nitrogen compounds in purification of storm wastewater of the engine-building manufactory. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2020. № 2. P. 112–118. http://nvngu.in.ua/jdownloads/pdf/2020/02/02_2020_Dombrovskiy.pdf

7. Rylskiy O., Dombrovskiy K., Gvozdyak P. Efficiency of fibrous carrier use in biotechnologically intensified process of additional treatment of industrial wastewater from petroleum products. *Environmental problems*. 2018. Vol. 3. No. 3. P. 167–172. <https://science.lpnu.ua/ep/all-volumes-and-issues/volume-3-number-3-2018/efficiency-fibrous-carrier-use-biotechnologically>