

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ПОХОДЖЕННЯ БІОМЕЛІОРАТИВНИХ ПРОЦЕСІВ У НАВКОЛИШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ

Ігнатенко М.Я.

Регіональний офіс водних ресурсів у Харківській області
вул. Космічна, 21, 61165, м. Харків
ignatenkomihail787@gmail.com

У статті проведено ретроспективний аналіз походження біомеліоративних процесів у навколишньому середовищі та екологічні наслідки антропогенного навантаження на водні об'єкти. Розглянуто основні типи та етапи розвитку біологічної меліорації водних об'єктів. Приведено приклади екологічних наслідків біологічної меліорації водних об'єктів України та країн ЄС. Обговорюється дія антропогенних факторів у водних об'єктах, яка викликає порушення екологічної рівноваги в процесах саморегуляції, що призводить до різкого погіршення якості води. Проаналізовано методи біомеліорації, що здатні покращити ситуацію за рахунок процесів, близьких до природних, а також підвищити резистентність екосистем до чинників антропогенного навантаження, зокрема й тих, що спричиняють евтрофікацію. Досліджено, що різноманітні методи біологічної меліорації для різних водогосподарських цілей вже тривалий час використовуються як в Україні, так і за кордоном. Проте увага щодо екологічної ролі, наслідків біологічної меліорації та оцінок ініційованих змін у екосистемах посилюється у зв'язку з сучасними вимогами. Доведено, що впровадження заходів біологічної меліорації потребує комплексної оцінки та ґрунтованого аналізу ризиків. Дослідження вказує на важливість контролю за станом гідроценозів водних об'єктів, на яких проводяться біомеліоративні заходи. Діюча в Україні система моніторингу спрямована перш за все на контроль надходження забруднень, а не на спостереження за внутрішньоводоймовими процесами, на перебіг яких і має чинити вплив біомеліорація. Розглянуто питання доцільності ведення спеціального моніторингу, перш за все біологічного, саме з метою контролю як ефективності, так і проявів негативних наслідків біомеліорації. Для контролю перебігу внутрішньоводоймових процесів, зокрема, значно більше значення мають питання стратифікації, ніж для контролю забруднень, для якого важливіше відстеження перенесення забруднень по акваторії, до чого й пристосована існуюча система. Отже, у межах спеціального моніторингу виникає необхідність перегляду пунктів і методів відбору проб. Розглянуто питання небезпеки занесення чужорідних видів при проведенні, чи як наслідок виконання заходів із біомеліорації, що також потребуватиме додаткового контролю. Зокрема, для врахування впливу чужорідних видів, у т. ч., як інвазійних, так і тих, вселення яких застосовується при окремих технологіях біомеліорації. Аналіз екологічної ефективності біологічної меліорації водних об'єктів України є необхідним для розробки рекомендацій щодо встановлення екологічної необхідності її здійснення та систематизації даних відносно масштабів, напрямів і наслідків таких робіт. *Ключові слова:* водні екосистеми, біологічна меліорація, фітомеліорація, біоценоз, біорізноманіття, біогени, водні об'єкти.

Retrospective analysis of the origin of biomeliorative processes in the environment and the environmental consequences of anthropogenic load on water bodies. Ignatenko M.

The article provides a retrospective analysis of the origin of biomelioration processes in the environment and the ecological consequences of anthropogenic load on water bodies. The main types and stages of development of biological reclamation of water bodies are considered. Examples of ecological consequences of biological reclamation of water bodies of Ukraine and EU countries are given. The action of anthropogenic factors in water bodies is discussed, which causes a violation of the ecological balance in the processes of self-regulation, which leads to a sharp deterioration of water quality. Biomelioration methods capable of improving the situation due to processes close to natural ones, as well as increasing the resistance of ecosystems to factors of anthropogenic load, including those that cause eutrophication, have been analyzed. It has been investigated that various methods of biological reclamation for various water management purposes have been used for a long time both in Ukraine and abroad. However, attention to the ecological role, consequences of biological reclamation and evaluations of initiated changes in ecosystems is increasing in connection with modern requirements. It has been proven that the implementation of biological reclamation measures requires a comprehensive assessment and a sound analysis of risks. The study points to the importance of monitoring the state of hydrocenoses of water bodies on which biomelioration measures are carried out. An analysis of the ecological effectiveness of the biological reclamation of water bodies of Ukraine is necessary for the development of recommendations for establishing the ecological necessity of its implementation and systematization of data regarding the scope, directions and consequences of such works. *Key words:* water ecosystems, biological reclamation, phytoreclamation, biocenosis, biodiversity, biogens, water objects.

Постановка проблеми. Стан навколишнього середовища, екологічна безпека це не те, що турбує кожного з нас але і являє собою зону загальної відповідальності. Для того, щоб наші дії були ефективними, вони повинні спиратися на науковий підхід. Тільки вчені можуть диференціювати і поставити

правильний діагноз навколишньому середовищу та надати дієві рекомендації щодо дбайливого і раціонального використання наших ресурсів як на побутовому, так і на державному рівні. Біомеліорація спрямована на поліпшення умов середовища у водному об'єкті за допомогою біологічних методів,

наприклад шляхом додавання або видалення окремих видів. В результаті дії антропогенних факторів у водних об'єктах виникають порушення екологічної рівноваги в процесах їх саморегуляції, що призводить до різкого погіршення якості води. У зв'язку з цим, останнім часом все більша увага приділяється методам біомеліорації, що здатні покращити ситуацію за рахунок процесів, близьких до природних, а також підвищити резистентність екосистем до чинників антропогенного навантаження, зокрема й тих, що спричиняють евтрофікацію.

Актуальність дослідження. В результаті дії антропогенних факторів у водних об'єктах виникають порушення екологічної рівноваги в процесах їх саморегуляції, що призводить до різкого погіршення якості води. У зв'язку з цим, останнім часом все більша увага приділяється методам біомеліорації, що здатні покращити ситуацію за рахунок процесів, близьких до природних, а також підвищити резистентність екосистем до чинників антропогенного навантаження, зокрема й тих, що спричиняють евтрофікацію. В останні десятиріччя експлуатація самоочисної здатності водних екосистем в Україні досягла таких масштабів, які не дають можливості природним регуляторним механізмам упоратися з тим об'ємом забруднень, який щорічно надходить у водне середовище.

Одним з найбільш актуальних пріоритетів водохорони в Україні є деєвтрофікація водойм [3].

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Різноманітні методи біологічної меліорації для різних водогосподарських цілей вже тривалий час використовуються як в Україні, так і за кордоном. Проте увага щодо екологічної ролі, наслідків біологічної меліорації та оцінок ініційованих змін у екосистемах посилюється у зв'язку з сучасними вимогами [2]. Впровадження заходів біологічної меліорації потребує комплексної оцінки та ґрунтованого аналізу ризиків. Відомо, що економічний ефект від вселення нових об'єктів аквакультури часто зводиться до мінімуму через боротьбу з негативними ефектами, які викликають ці організми.

В цілому при оцінці екологічної ефективності біологічної меліорації водних об'єктів обов'язково повинен здійснюватись контроль стану гідроценозів та водного об'єкта, на якому проводяться біомеліоративні заходи.

Аналіз екологічної ефективності біологічної меліорації водних об'єктів України є необхідним для розробки рекомендацій щодо встановлення екологічної необхідності, її здійснення та систематизації даних відносно масштабів, напрямів і наслідків таких робіт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Було проаналізовано публікації останніх років з цих питань. Різноманітні методи біологічної меліорації для різних водогосподарських цілей вже тривалий час використовуються як в Україні, так і за кордо-

ном. Проте увага щодо екологічної ролі, наслідків біологічної меліорації та оцінок ініційованих змін у екосистемах посилюється у зв'язку з сучасними вимогами.

Розглянуто підходи до оцінки екологічної ефективності біологічної меліорації водних об'єктів. Проаналізовано масштаби біологічної меліорації водних об'єктів України. Застосування впровадження заходів біологічної меліорації потребує комплексної оцінки та ґрунтованого аналізу ризиків.

Викладення основного матеріалу. Біологічна меліорація водойм це – комплекс заходів, спрямований на поліпшення умов існування корисних водних організмів, поліпшення якості води, та штучне підвищення біологічної та господарської продуктивності водних угідь. До біологічної меліорації також відноситься інтродукція у водойми рослиноїдних риб (білого амура, білого та строкатого товстолаба, хижих риб и т. д.) з метою боротьби з заростанням, цвітінням. Наприклад одним з дієвих методів біологічної меліорації водойм є збільшення чисельності хижих риб (судак, вугор, щука, то що) [3, 4, 6].

Фітомеліорація – комплекс заходів з покращення умов природного середовища шляхом культивування або підтримання природних рослинних спільнот для збереження та покращення умов природного середовища в цілому.

Принцип біологічної меліорації водойм базується на властивості окремих видів водних рослин і тварин вилучати з води різноманітні речовини та мікроорганізми, очищати від органічних залишків піщані пляжі, прискорювати деєвтрофікацію водойм тощо. У біологічній меліорації водойм беруть участь усі гідробіоти. Відбувається біологічна меліорації водойм через стимулювання життєдіяльності організмів-меліораторів, що досягається створенням оптимальних умов для збільшення у разі потреби їхньої чисельності [1].

Відповідно до ст. 17 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», біологічна меліорація за допомогою рослиноїдних риб має статус природоохоронного заходу (постанова Кабінету Міністрів України від 17.09.1997 р. № 1147), що забезпечує її пріоритетність порівняно з іншими заходами. Сутність біологічної меліорації полягає у направленому формуванні такої структури гідробіоценозу, яка у процесі свого функціонування покращувала б екологічний стан і технологічні характеристики водних об'єктів. Біологічна меліорація може бути рекомендована в якості водоохоронного заходу, проведення якого призводить до поліпшення екологічного стану водних об'єктів за рахунок вилучення певної кількості забруднюючих речовин [7].

Для більш загальної оцінки цього процесу необхідно зрозуміти, яким чином сформувались процеси, які ми використовуємо у сучасній біомеліорації та провести ретроспективний аналіз даного процесу. Природні процеси біомеліорації формувались

з моменту виникнення життя на нашій планеті, коли умови виживання були набагато суворішими ніж тепер, що зумовило суворий природний відбір та адаптацію до тих чи інших умов виживання тогочасних організмів нашої планети.

Ми вважаємо, що перші природні біомеліоративні процеси сформувались з моменту виникнення на Землі біоценозу.

Біоценоз або суспільство – це історично сформована сукупність тварин, рослин, грибів та мікроорганізмів, які населяють відносно однорідний життєвий простір (визначені ділянки суходолу або акваторії) пов'язані між собою і також їхнім навколишнім середовищем. Біоценози виникли на основі біогенного кругообігу та забезпечують його в конкретних природних умовах. Біоценоз – це динамічна, здатна до саморегулювання система, складові якої (продуценти, консументи, редуценти) взаємопов'язані. Ця сукупність виявляється одним із основних об'єктів дослідження екології [3].

Найбільш важливим показником біоценозів є біорізноманіття (сукупність кількості видів у ньому) а також біомаса (сукупна маса всіх видів живих організмів даного біоценозу). Біорізноманіття відповідає за рівновагу та стан екосистеми, та, як наслідок, і за її стійкість. Замкнений кругообіг поживних речовин (біогенів) виникає завдяки біологічному різноманіттю. Речовини, не засвоюючись одними організмами, засвоюються іншими, завдяки цьому вихід із екосистеми біогенів малий, а їхня незмінна присутність забезпечує рівновагу екосистеми [7].

Світова історія розвитку дії антропогенного навантаження на навколишнє середовище з метою покращення умов своєї життєдіяльності почалась із часів зародження цивілізації. Історія такого впливу нараховує декілька тисячоліть. У Месопотамії, стародавньому Єгипті, Індії суттєві площини зрошувались приблизно 3–5 тисячоліття до н.е. В цих країнах було розвинене і осушення. До н.е. такі заходи (осушення, зрошення, кольтонтаж, регулювання річок) проводилися у Китаї, Кореї, Алжирі, на Аравійському півострові, в центральній Африці.

Іхтіологи стверджують, що з давніх-давен і до 30-х років минулого століття видовий склад риби практично не змінювався. Ситуація змінилася у 1932 році, коли на Дніпрі збудували першу греблю – Запорізьку. Дніпровські пороги – унікальна пам'ятка природи, яку не знайдеш більше ніде у світі, – зникли під водою. Під час війни Запорізька гребля була частково зруйнована, і внаслідок цього відновився річковий стік води. «На якийсь час риби, характерні для річки, знову з'явилися у Дніпрі. У повоєнні роки греблю було відновлено, і Дніпро знову перетворився на водосховище. Планувалося провести такі рибальські заходи, як рибоходи у греблях: малося на увазі, що риба зможе мігрувати з річки в море і навпаки, але, через дорожнечу технічного обслуговування цей проект не був втілений у життя. Таким

чином, зі складу іхтіофауни випали всі прохідні (ті, що йшли на нерест у море, але поверталися до нас) та напівпрохідні риби (ті, що йшли на нерест у Дніпро): білуга, російський осетр, севрюга, оселедець, чорноморський лосось, тарань. А через значне скорочення нерестових постраждали риби, які відкладають ікру на коріння рослин біля самих берегів – короп, лин, щука». Незважаючи на кардинальні зміни у водному режимі Дніпра, у перші роки після будівництва Запорізької ГЕС у дніпровських річках сформувалася багата бактеріофлора – кормова база для личинок, що зумовило сплеск розвитку іхтіофауни. Крім того, за радянських часів, активно проводилося зариблення – штучне вселення риб. Було обстежено кормову базу та виявлено, що є екологічні ніши, які не використовуються рибами. Внаслідок зариблення з'явилися риби – інтродуценти. Наприклад, були запущені риби далекосхідного комплексу – білий амур, товстолобик. Зведення на Дніпрі гребель було першим потужним антропогенним фактором, що вплинув на видову різноманітність риб. Після цього було тотальне забруднення вод. Зникли піскарі – своєрідні індикатори чистоти води. У риб є бічна лінія, якою вони відчують хімічно змінений склад води, Так, у сильно забруднених річках практично немає гідробіонтів, видовий склад риб ослаблений. Риби йдуть із забруднених ділянок. А ось викид у води Дніпра солоних шахтних вод призвів до створення сприятливих умов для життя у водосховищах дрібних морських риб – тюльки, піщанки, риби-голки, азово-чорноморських бичків різних видів. Так, на Самарі дослідники з кафедри іхтіології часто зустрічають у уловах оселедець.

Біологічна меліорація у більшості випадків супроводжується вселенням нових видів гідробіонтів. При цьому повсюдно звертається увага на те, що в даний час умисне введення у водойми нових, чужорідних видів риб та інших гідробіонтів не користується великою популярністю. Вторгнення некорінних видів визначено другою за значущістю проблемою, яка призводить до втрати місць існування та ландшафтного фрагментування, а також в цілому є загрозою для глобального біорізноманіття. Pimentel D. із співавторами оцінює економічні втрати від вторгнення некорінних видів в екосистеми Сполучених Штатів Америки у 125 млрд. дол. на рік.

Управління чисельністю чужорідних видів є складним, але важливим завданням в комплексі заходів щодо збереження біологічного різноманіття внаслідок значного потенційного економічного і екологічного збитку, що наноситься видами-вселенцями. Найвідомішим і найбільш розробленим можна вважати метод регуляції чисельності та популяційної структури адвентивних видів за рахунок популяції хижих риб (аборигенів або вселенців). При появі та значному збільшенні чисельності малоцінних, смітних та інвазійних видів риб одним з способів біологічної меліорації є вселення хижих видів риб.

Підсумовуючи розгляд закордонних методів біомеліорації [2, 8] слід зазначити, що шлях контролю евтрофування за рахунок вилучення зоопланктоїдних і бентоїдних риб прямо протилежний традиційно застосовуваному в Україні [4], де, навпаки, практикується заселення фітопланктоїдних та рослинної риб, зазвичай чужорідних видів, для поєднання боротьби з евтрофікацією зі збільшенням рибопродуктивності. У згаданих вище випадках, здебільшого, перевага надавалася, передусім, не рибопродуктивності, а рекреаційній цінності водойм.

Діапазон різноманітних водних об'єктів на яких проводилася біомеліорація згаданого типу дуже широкий і загальні закономірності обґрунтовані. У той же час питання щодо ефективності запропонованого шляху в Україні потребує вивчення [8].

Вселення нових видів у водойми негативно впливає на їх флору й фауну та водну екосистему загалом під час проведення рибоводно-меліоративних робіт без підготовки відповідних біологічних обґрунтувань щодо специфіки такого використання водойм і без дотримання правил проведення акліматизаційних робіт. Негативний вплив інтродуцентів виявляється у разі їх вселення у водойми, де резерви кормових ресурсів недостатні. Це призводить до загострення кормової конкуренції вселенців із аборигенними видами. Крім того, за умов дефіциту кормових ресурсів у водоймі деякі, зокрема бентосні види (такі, як короп і карась), переходять на живлення здебільшого детритом [4, 6].

За такого характеру живлення «риучий» тип харчової поведінки цих риб призводить до погіршення умов існування флори й фауни та порушення процесів кругообігу речовин і енергії у водоймі, що негативним чином позначається на стані екосистеми водойми загалом [4].

Біологічна меліорація у більшості випадків супроводжується вселенням нових видів гідробіонтів. При цьому повсюдно звертається увага на те, що в даний час умисне введення у водойми нових, чужорідних

видів риб та інших гідробіонтів не користується великою популярністю. Особливо велике поширення ця тенденція отримала в 1990-х і на початку 2000-х років, на тлі панічних настроїв суспільства та вчених в США з приводу інвазії корошових видів риб (короп, товстолобики). Не менше занепокоєння викликала і викликає навмисна та випадкова інтродукція чужорідних видів риб (корошових, осетрових, цихлід і лососевих) у вчених Європи.

Останніми роками в Україні та за кордоном проводяться роботи з вивчення можливості керованого використання механізмів природного самоочищення у водоохоронних спорудах, зокрема, ценозів вищої водної рослинності (ВВР). Спільними зусиллями вчених багатьох країн був розроблений новий тип очисних споруд для малих населених місць, невеликих підприємств, окремих котеджів, розміщених в сільській місцевості, тощо. В основі методу лежать екосистемні механізми природних водних об'єктів. У країнах СНГ ці очисні споруди називають «біоплато» і «біоінженерні споруди», в Німеччині – «ботанічні площадки», в Великобританії – «очеретяне ложе». У науковій літературі спорудження даного типу називаються «Constructed Wetlands» або «Artificial Wetlands» [8].

Вибір способу біологічної меліорації конкретного водного об'єкту наочно може бути проілюстрований окремими роботами УКРНДІЕП з розробки Режимів біологічної меліорації ряду водних об'єктів України [3, 9, 10].

Висновки. Основним підходом до оцінки екологічної ефективності біологічної меліорації водних об'єктів має бути контроль за станом гідроценозів водного об'єкта, на якому проводяться біомеліоративні заходи. При цьому оцінка екологічної ефективності біологічної меліорації може проводитися на підставі визначення зміни показників розвитку окремих екологічних груп гідробіонтів, функціональних характеристик водних об'єктів, показників біорізноманіття, інших біологічних характеристик.

Література

1. Енциклопедія Сучасної України/ под ред. І.М. Дзюба, А.І. Жуковський, М.Г. Железняк та ін. Київ: КБ ЕСУ НАН України, 2001. Т. 2. 872 с.
2. Walker B., Steffen F. An overview of the implications of global change for natural and managed terrestrial ecosystems. *Ecology and Society*, 1997. V. 1. P. 1–17.
3. Васенко О.Г. Екологічні основи водоохоронної діяльності в теплоенергетиці. Харків: УКРНДІЕП, 2000. Т. 1. С. 243.
4. Гринжєвський М. В. Інтенсифікація виробництва продукції аквакультури у внутрішніх водоймах України. Київ: Світ, 2000. 192 с.
5. Васенко О.Г. Екологічні основи водоохоронної діяльності в теплоенергетиці. Харків: УКРНДІЕП, 2000. Т. 2. 243 с.
6. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін., Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями Київ: Символ-Т, 1998. 28 с.
7. Ячик А.В. Вода України: проблеми, перспективи. *Водне господарство України*. Київ, 1996. С. 3–8.
8. Демченко В. О. Проблеми та перспективи розвитку іхтіологічних досліджень в контексті виконання Водної рамкової директиви. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології*. Херсон, 2015. С. 53–56.
9. Розробка біологічного обґрунтування і режиму біологічної меліорації Муромського водосховища Харківської області. Харків: УКРНДІЕП, 2018. 31 с.
10. Розробка біологічного обґрунтування і режиму біологічної меліорації Трав'янського водосховища Харківської області. Харків: УКРНДІЕП, 2018. 40 с.