

СЕКЦІЯ 16. ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДТВОРЕННЯ ВОДНИХ І НАЗЕМНИХ ЕКОСИСТЕМ

УДК 579.68

ТЕХНОЛОГІЇ БІОРЕМЕДІАЦІЇ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

О. М. Климчик,

Поліський національний університет
вул. Старий Бульвар, 7, Житомир, 10008, Україна

Наразі найбільш потужним чинником техногенної дії на навколишнє середовище, зокрема на водні екосистеми, є господарська діяльність людини. В результаті інтенсивного надходження до них поллютантів, значну частку яких складають органічні забруднювачі, пригнічується природна біота, змінюється напрям метаболізму та порушуються природні процеси самоочищення.

У природних водних об'єктах екосистема справляється з переробкою зайвої органіки за допомогою живого компоненту. У забруднених водоймах процеси самоочищення гальмуються або не розвиваються взагалі через значну зміну складу біоти, що бере активну участь у очищенні водойми від органічних забруднень. Наслідком цього є зміна співвідношення між певними групами мікроорганізмів, порушення трофічних ланцюжків та погіршення стану біологічного середовища водойми. В забрудненій екосистемі з пригніченою корисною мікрофлорою розвиваються шкідливі й патогенні мікроорганізми. Наприклад, у водоймах, забруднених такими біогенними елементами, як азот і фосфор, швидко розвиваються небезпечні бурі та синьо-зелені мікроводорості, які викликають отруєння води; у донних відкладеннях і воді нагромаджуються шкідливі речовини, що не розкладаються. Порушення природних процесів самоочищення призводить до зниження якості води, збільшення сапробності водойми, тобто відбувається трансформація її екосистеми до типу полі-сапробної, що серйозно змінює санітарний стан водойми і, зрештою, може погіршувати потенційну корисність водойми та зменшувати можливість її використання людиною [4].

Техногенні забруднення водойм промисловими і особливо комунальними стоками, призводять до порушень природної життєдіяльності гідроекосистеми та її евтрофікації, зменшення біологічної різноманітності. Розкладання величезної кількості органічної речовини відмерлих водоростей та інших організмів спричинює падіння концентрації розчиненого у воді кисню, а це, в свою чергу, викликає замор риби і, як підсумок, призводить до того, що вода гние. Виникає дуже неприємний запах, зумовлений вмістом сірководню (H_2S), аміаку (NH_3), меркаптанів (CH_3SH) та летких жирних кислот. Крім того, цвітіння водойми, викликане синьо-зеленими водоростями, робить водойму дуже отруйною для більшості організмів.

Тому з метою вирішення багатьох екологічних проблем, викликаних техногенними порушеннями екологічного балансу водойми, і відновлення стійкості екосистем застосовують сучасні технології, зокрема біотехнології, які змінюють у водоймі фізико-хімічні процеси [2, 5]. Наразі для відновлення водних екосистем і поліпшення якості води деградованих водойм (зарослих, замулених, вкритих ряскою) використовується найбільш екологічно безпечна біоінженерна технологія – біоремедіація [1-3]. Технологія біоремедіації передбачає використання мікроорганізмів для перетворення потенційно небезпечних хімічних сполук в безпечні або менш небезпечні [1, 5].

Біоремедіація водойми – це відновлення її екосистеми (реконструкція, активізація процесів самоочищення, поліпшення якості води тощо) [1, 3]. В середовище, що очищається вносять високі концентрації спеціально підібраних мікроорганізмів, які раніше були виділені з середовища, селекціоновані генетичними методами і розмножені у формі готового до застосування препарату, в результаті чого в потрібному місці в

потрібний час штучно створюється висока концентрація клітин мікробних угруповань, що швидко засвоюють забруднювачі, як головне джерело енергії життєдіяльності, і при цьому переробляють їх в продукти власного метаболізму: вуглекислий газ і воду [5].

Сучасні технології біоремедіації використовують природні процеси самоочищення вод, які полягають в прискоренні темпу мінералізації органічної матерії, що знаходиться в товщі води і донних відкладах водойми. Новаторська технологія ґрунтується на введенні препаратів, що містять суміш ензимів, які швидко розчинюють органічні забруднення, а також бактерій, що проявляють особливу підвищену активність в переробці розщеплених ензимами органічних забруднень з метою їх повної мінералізації [3, 5]. В результаті органічні речовини, що знаходяться у надлишку в донних відкладах, в більш ніж у 70% перетворюються в CO₂, який розчиняється у воді, а його надлишок надходить в атмосферу. Інші 30% органічних речовин перетворюються на біомасу, що складається з бактерій, яка потім використовується, як корм, який на самому кінці харчового ланцюжка у водній екосистемі споживається зоопланктоном і рибами. Причому, цей ланцюжок трофічних змін збільшує рівень корму для риб, що в результаті веде до зростання їх біомаси.

Спеціальні високонцентровані біопрепарати містять живі бактерії, що належать до різних видів: аеробні, факультативні, анаеробні, хемосинтетичні, фотосинтетичні. Групи бактерій, що входять до складу біопрепаратів представлені пурпурними (несірчаними) бактеріями, пурпурними (сірчаними); бактеріями виду *Pseudomonas* (род грамнегативних анаеробних неспоро-утворюючих бактерій); виду *Acaligenes* (рід грамнегативних аеробних паличкоподібних бактерій); виду *Citrobacter* (рід грамнегативних неспоро-утворюючих факультативно анаеробних бактерій); флавобактеріями (пігменто-утворюючі бактерії); бактеріями виду *Nitrobacter* (рід грамнегативних паличкоподібних хемоавтотрофних бактерій); *Nitrosomas* (нітридоокислюючі бактерії); *Nitrosoccus* (амонійокислюючі); *Comamonas* (вид протеобактерій); а також бацилами і цукроміцетами [5]. В результаті застосування біопрепаратів відбуваються процеси відновлення за схемами, наведеними на рис. 1.

В результаті використання зазначених біопрепаратів зменшуються БСК та ХСК; загальний вміст завислих речовин; зникає неприємний запах; зменшується кількість органічних відходів; зменшується вміст аміаку та азоту; зменшується кількість комарів.



Рис. 1. Схеми розкладення біологічних відходів групами бактерій у водних екосистемах

Застосування активних штамів мікроорганізмів-деструкторів, виділення і використання стійких до забруднених вод мікроводоростей, введення в очищаючий консорціум вищих водних рослин зумовило створення нової комплексної біотехнології очищення і відновлення водойм, забруднених органічними речовинами – біоремедіації. В результаті біотехнологічної очистки зменшується кількість відходів і не викликається поява нового забруднюючого агента в навколишньому середовищі (на відміну від хімічних методів, що потребує додаткових заходів по утилізації новоутворених хімічних сполук). Тобто такий метод якнайменше завдає шкоди навколишньому середовищу.

Література

1. Мосін О.В. Екологічні аспекти сучасної біотехнології URL : <http://bukvar.su/jekologija/196730-Ekologicheskie-aspekty-sovremennoiy-biotehnologii.html>.
2. Климчик О.М. Біотехнології як засіб захисту довкілля. *Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства* : зб. тез VIII Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції (16 жов. 2019 р., м. Умань). Умань, 2019. С. 34-35.
3. Климчик О.М. Екологічні аспекти біотехнології. Біоремедіація. *Наукові читання – 2016*. Житомир, 2016. С. 60-63.
4. Климчик О. М., Городнюк Т. В., В.В. Осіпов. Водні ресурси як основний чинник економічного й соціального розвитку людства / *Наука. Молодь. Екологія – 2018* : зб. матеріалів XIV Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (17.05.2018 р., м. Житомир). Житомир, 2018. С. 195-200.
5. Blue Planet. Aquaclean_present : URL : <https://docviewer.yandex.ru/?url=http>.