

## **ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ХІМІЧНИХ ЗАБРУДНЕНЬ**

Видалення хімічних забруднень з води і ґрунту коштувало суспільству значних засобів і відбувалось з відносно обмеженим успіхом. Території, що вимагають величезних грошових вкладень, продовжують існувати десятиріччями після їх виявлення, а значна частина коштів, витрачених на реабілітацію цих територій, прямує на різноманітні звіти, що стосуються детального вивчення ступеня забруднення та ризиків, які виникають при використанні та очищенні таких територій. Наразі існує декілька способів видалення хімічних забруднювачів. По-перше, фізичне переміщення забруднювача, зазвичай просто з одного місця на інше. По-друге, перенесення забруднювачів з одного середовища, наприклад ґрунту або води, в інше, зазвичай – повітря. Дійсно, результатом багатьох технологій є видалення забруднювачів з води та вивільнення їх у повітря. Проте, навіть якщо забруднена вода проходить через активоване вугілля, токсичність забруднювачів в абсолютному виразі не зменшується, оскільки відбувається лише концентрація забруднюючих речовин.

Біоремедіація пропонує інший підхід – використання мікроорганізмів на забруднених територіях або сміттєпереробних заводах для перетворення потенційно небезпечних хімічних сполук в безпечні або менш небезпечні. До найуспішніших технологій біоремедіації належать ті, в яких використовуються мікроорганізми, що присутні в природних умовах. Багато бактерій і грибів, що зустрічаються в природі, здатні руйнувати хімічні забруднювачі. До них належать, наприклад, мікроорганізми, що руйнують пестициди та поліхлоровані біфеніли. Інший підхід полягає в інтродукції спеціально виведених або генно модифікованих мікроорганізмів.

Цілком очевидно, що використання природних процесів для очищення середовища від небезпечних сполук – процес достатньо тривалий. Тому слід розробити шляхи підвищення його швидкості. Зокрема, методи біостимуляції передбачають внесення азотвмісних та інших живильних сполук на територіях, де вже існують потрібні мікроорганізми, що створює сприятливі умови для їх розмноження. Наприклад, забруднені водоймища збагачуються Метаном, як джерелом поживних речовин для бактерій, що живуть там постійно.

Одна з останніх винайдених технологій біоремедіації передбачає підвищення біодоступності таких нерозчинних забруднюючих речовин, як поліхлоровані біфеніли. Проте, у багатьох випадках висока біодоступність є негативним чинником відносно забруднювачів, оскільки такі речовини легко надходять в харчові ланцюжки. Тому, при намаганні збільшити доступність хімічних речовин для мікроорганізмів з метою підвищення ефективності біоремедіації, слід також розробити методи, що дозволяють збільшити розчинність цих сполук з одночасним зменшенням вірогідності їх абсорбції ґрунтовими частинками. Дії, які в даному випадку можуть бути вельми корисними, включають нагрівання, застосування сурфактантів (поверхнево активних речовин), вентиляцію компосту вологим повітрям для підтримки оптимальної вологості реакційного середовища, використання хімічних поновлюючих агентів. При цьому дуже важливою є підтримка анаеробних умов, оскільки вони сприяють процесу детоксикації багатьох органічних і неорганічних забруднювачів.

Разом з тим технологія біоремедіації має свої труднощі та недоліки, особливо у разі очищення водоймищ. Умови у водоймищах зазнають постійних змін (наприклад, може змінюватися рН, доступність кисню або поживних речовин), створюючи складність для зростання та розвитку культури мікроорганізмів. Інший недолік даної технології – наявна вірогідність «втечі» невласливих даному середовищу мікроорганізмів за межі оброблюваної території, що може створити серйозні проблеми. Крім того, може бути небажаним проникнення мікроорганізмів в підземні води, особливо якщо ця вода використовується для питних потреб.

Деякі забруднювачі вимагають наявності цілого консорціуму мікроорганізмів. До таких відносять, наприклад, поліароматичні гідрокарбонати та поліхлоровані біфеніли. Очищення подібних територій вимагає інтродукції нових мікроорганізмів. Деякі мікроорганізми, що зустрічаються в природних умовах, або генетично модифіковані, здатні очищати навколишнє середовище від специфічних забруднювачів. Генетично модифіковані мікроорганізми мають бути інтродуковані в нові умови навколишнього середовища, де їм необхідно надати можливість рости і жити.

Наразі технологія біоремедіації отримує високі оцінки екологічними службами та заохочується за гарні результати. Крім того, концепція біоремедіації ґрунтується на неутручанні та дружньому ставленні до навколишнього середовища і сприяє комплексному очищенню довкілля від хімічного забруднення.