

ОГЛЯД ЕКОЛОГО – ЕФЕКТИВНИХ НАПРЯМІВ ВИДАЛЕННЯ КСЕНОБІОТИКІВ ІЗ УРБООКОСИСТЕМ

*Доповідач – Шуліпа Є.О., ст.,
Науковий керівник – Черниш Є.Ю., к.т.н., доц.,
Сумський державний університет, Україна
lady.shulipa@gmail.com*

Один зі значних недоліків багатьох діючих технологій полягає в тому, що вони засновані на процесах із застосуванням речовин, що є чужорідними для біосфери. У результаті виникають екологічні небезпеки у вигляді вогнищ забруднення ксенобіотиками: радіоактивними речовинами, пестицидами і продуктами їх неповного розкладу, важкими металами та іншими біологічно активними елементами [1].

Поширеність ксенобіотиків у довкіллі залежить від кліматичних і метеорологічних умов і характеру водойм. Так, підвищена вологість повітря, напрямок вітру, опади (дощ, сніг) сприяють поширеності і випадання ксенобіотиків. Прісні водойми, моря і океани відрізняються за ступенем акумуляції ксенобіотиків. Вид ґрунту, різні рослини і їх складові частини розрізняються також за ступенем поглинання і утримання ксенобіотиків. Та й різні тварини мають різну чутливість до ксенобіотиків. Ступінь накопичення ксенобіотиків в організмі тварин обумовлена стійкістю цих чужорідних речовин.

Концентрація ксенобіотиків приводить до вимирання деяких популяцій, спрощення біоценозів з втратою їх стійкості, а в деяких випадках являє пряму небезпеку для людини [1].

Важкі метали є одними з найбільш токсичних забруднюючих речовин антропогенного походження. Небезпека їх надходження у довкілля визначається тим, що на відміну від органічних забруднювачів вони не руйнуються, а переходять із однієї форми в іншу, зокрема впроваджуються у склад солей, оксидів, металоорганічних сполук.

Важлива роль у циркуляції важких металів у довкіллі належить ґрунтам, які є основним середовищем розвитку наземних екосистем, що має універсальні адсорбційні властивості. При насиченні ґрунту хімічними компонентами, він може стати джерелом вторинного забруднення для води, водойм, атмосферного повітря, для кормів тварин і продуктів харчування людини. На відміну від інших середовищ (наприклад, повітря, де переважають процеси розсіювання), у ґрунтів відсутня можливість їх швидкого очищення. Тому хімічні забруднювачі можуть зберігатися в ньому довгі роки і, включаючись до екологічних ланцюгів, обумовлювати тривалу дію токсикантів [2].

Для видалення ксенобіотиків існує кілька методів, таких як фізико-хімічні та біологічні. Фізико-хімічні методи є дорогими і в результаті їх застосування часто утворюються небажані продукти, які є токсичними, не можуть бути легко зруйновані і вимагають подальших етапів обробки. Щоб вирішити ці проблеми

було створено багато інших екологічно чистих методів, таких як біоремедіація, фіторемедіація та ін.

Саме мікробна деградація ксенобіотиків є одним з важливих способів видалення екологічно шкідливих сполук. Найпоширенішими мікроорганізмами, що очищують воду, повітря і ґрунт, є бактерії роду *Pseudomonas*, які здатні розщеплювати понад 100 органічних сполук [3].

Здатність бактерій розкласти ксенобіотики обумовлена наявністю в їх клітинах специфічних ферментів (оксидоредуктаз, гідроксилаз), що окислюють вуглеводні та ароматичні сполуки: бензол, толуол, ксилол. Гени цих ферментів містяться у складі плазмід. Жоден мікроорганізм не може зруйнувати всі органічні сполуки, тому з допомогою методів генної інженерії створюються бактерії, що містять плазмиди кількох штамів і мають широкий спектр дії.

Встановлено, що для біодеградації ксенобіотиків ефективнішим є використання асоціацій мікроорганізмів, ніж їх окремих видів. Деякі мікроорганізми здатні змінювати молекулу ксенобіотика таким чином, що вона стає доступним джерелом енергії для інших мікроорганізмів (кометаболізм). У деяких випадках відбувається хімічна модифікація ксенобіотиків (фосфорилування, метилювання, ацетилювання та ін.), що призводить до зменшення або втрати їх токсичності [4].

Сьогодні мікроорганізми застосовують для біодеградації нафти під час техногенних катастроф. Для більшої ефективності утилізації нафти створюють мікроемульсію, що містить бактеріальні штами і капсули із сумішшю сполук - джерел N, P, K. Додавання цих речовин стимулює розмноження бактерій [5].

Крім бактерій *Pseudomonas* та *Bacillus*, біодеградацію ксенобіотиків можуть здійснювати представники родів *Acinebacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Sphingomonas*, *Rhodococcus*, *Nocardia*, *Arthrobacter*. Деякі бактерії містять фермент ціанідгідратазу, що здійснює руйнування ціанідів.

Крім бактерій, біодеградацію ксенобіотиків здійснюють гриби таких родів, як: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Phanerochaete*. Встановлено, що гриби ефективніше утилізують ксенобіотики, ніж бактерії. Деякі гриби можуть руйнувати ароматичні сполуки — пентахлорбензол і пентахлорфепол [4].

Новим напрямом досліджень вчених є використання альтернативних іммобілізаторів, таких як мінеральні та органо-мінеральні композиції. Так, для іммобілізації радіонуклідів груп лужних і лужноземельних елементів, а також галогенів краще підходять головні породоутворюючі мінерали (каркасні алюмосилікати), в той час як для фіксації радіоіотопів рідкоземельних елементів і трансуранив можна рекомендувати застосування акцесорних мінералів (фосфатів, титанатів і титано-цирконатів) [6].

Внесення органо-мінеральних комплексів на забруднених радіоактивними речовинами ґрунтах повинно проводитися за ретельно збалансованими схемами і з урахуванням специфіки ґрунтових різниць. При цьому слід пам'ятати, якщо на родючих суглинистих ґрунтах застосування практично всіх видів добрив призводять до збільшення врожаю і викликає зниження вмісту радіоактивних

речовин у рослинній продукції, то на легких за механічним складом, слабомінералізованих, гідроморфних ґрунтах іноді можна очікувати збільшення надходження деяких з них при застосуванні мінеральних добрив. Залишається актуальним дослідження нових видів органічних та органо-мінеральних добрив, які можна ефективно використовувати для підвищення стійкості системи «ґрунт – рослина», при цьому утилізувати різні види відходів в якості компонентів цих комплексів.

Для збільшення рівня фіксації у ґрунті радіонуклідів пропонується використовувати органо-мінеральний біокомпозит на основі мулових осадів та фосфогіпсу [7].

Отже, надходження ксенобіотиків у довкілля пов'язане передусім з антропогенним навантаженням на урбоєкосистеми – збільшенням об'ємів промислового виробництва, застосуванням екологічно небезпечних технологій у виробництві, накопиченням небезпечних токсичних відходів тощо. Для їх екологічно ефективного й економічно раціонального руйнування та зв'язування в нерухому форму доцільно застосовувати біохімічні методи, засновані на використанні автокаталітичних систем безпечних для біоти, що не призводять до появи у навколишньому середовищі нового забруднюючого агента, що є дуже важливим.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Безпека життєдіяльності: підручник / О.Ю. Дмитрук, Ю.В. Щур. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 272 с.
2. Кроїк А.Г. Токсикологічні аспекти накопичення та розподілу важких металів у ґрунтах промислових агломераций // Матеріали VI Міжнародної наукової конференції «Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах». – Дніпропетровськ: ДНУ ім. Олеса Гончара. – 2011. – С. 15–18.
3. Varsha Y.M, Naga deepthi CH, and Sameera Chenna (2011), An Emphasis on xenobiotic Degradation in Environmental Clean up. J. bioremed biodegrade s11:001
4. Іншина Н.М. Біотехнологія : навч. посіб. / Н. М. Іншина. – Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2009 – 172 с.
5. Турковская, О.В. Механизмы ускорения биodeградации поллютантов в окружающей среде [Текст] / Турковская, О.В. // Материалы Международной научной конференции «Микроорганизмы и биосфера», 2007.
6. Котельников А. Минеральные матричные материалы для иммобилизации радионуклидов (экспериментальные исследования) / А. Котельников. В. Суворова, А. Ковальский, Г. Ахмеджанова, В. Тихомирова // Экспериментальная минералогия: некоторые итоги на рубеже столетий. – 2004. – Том 2. – С. 11–20.
7. Черниш Є. Ю. Науково-теоретичне обґрунтування впливу органо-мінерального біокомпозиту на мобільність радіонуклідів і важких металів у ґрунті / Є. Ю. Черниш, Л. Д. Пляцук // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2018. – № 1 (17). – С. 30–38.