

## ТОКСИКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ ПРОМИСЛОВИХ ОТРУТ

### *Поллютанти поділяються на дві групи.*

Перша група - поллютанти, віднайдені в кількостях, при яких не проявляється прямий ефект впливу на організми, але порушуються хімічні і фізичні параметри навколишнього середовища. Наприклад, підвищення концентрації CO<sub>2</sub> в атмосферному повітрі викликає ряд глобальних змін:

парниковий ефект → потепління → підвищення рівня світового океану, опустелювання сільськогосподарських земель.

Друга група – токсичні екотоксиканти: SO<sub>2</sub> і інші оксиди сірки закислюють ґрунти, води. Вони мають відношення до кислотних дощів. Більш детально про гази, що забруднюють атмосферне повітря, мова піде нижче.

У тих випадках, коли екотоксиканти володіють високою стійкістю (персистентністю), повільно метаболізуються в організмах, накопичуються в них (кумуляція), здатні мігрувати в навколишньому середовищі і по харчових ланцюгах, говорять про суперекотоксиканти. Це хлорорганічні пестициди (ХОП), діоксини (у тому числі ТХДД-тетрахлордibenзопарадиоксин), важкі метали.

До основних забруднювачів навколишнього середовища належать:

1. Забруднювачі повітря - гази (оксиди сірки, азоту, вуглецю; хлор, вуглеводні, фреони); пилові частки (азбест, вугільний пил, кремній, метали);
2. -Забруднювачі води та ґрунту - важкі метали (свинець, миш'як, кадмій, ртуть), пестициди хлорорганічні (ДДТ, алдрін), нітрати, фосфати, нафта і нафтопродукти, органічні розчинники (толуол, бензол, тетрачлоретилен), низькомолекулярні галогеновані вуглеводні (хлороформ, бромдихлорметан, тетрачлорметан, дихлоретан), поліциклічні ароматичні вуглеводні, поліхлоровані біфеніли, диоксин, дибензофурані.

В цілому при еколого-токсикологічній оцінці речовини враховуються кілька характеристик:

- 1) Кількість речовини, що надходить у навколишнє середовище;
- 2) Стійкість в ґрунті, воді, рослинах, повітрі;
- 3) Рухливість речовини (міграція в навколишньому середовищі);
- 4) Здатність до накопичення в біологічних об'єктах;
- 5) Токсичність речовини для живих організмів, що знаходяться в навколишньому середовищі.

Основним предметом екотоксикології слід вважати зміни, викликані шкідливими речовинами в біологічних системах надорганізмного рівня.

*Головними завданнями екотоксикології є:*

- 1) Оцінка небезпеки для здоров'я людини окремих хімічних забруднювачів, а також змін у навколишньому середовищі, викликаних цими забруднювачами;
- 2) Оцінка небезпеки забруднення для екосистеми в цілому і для окремих її елементів;
- 3) Визначення джерел небезпечних забруднювачів;
- 4) Використання отриманих даних для зменшення несприятливого впливу на навколишнє середовище хімічного забруднення і розробка необхідних заходів, спрямованих на поліпшення стану біосфери і здоров'я населення.

В якості основних методів оцінки впливу токсикантів на біологічні об'єкти та екосистеми екотоксикологія використовує як традиційні методи вивчення механізмів токсичної дії, так і методи, що розвиваються в даний час, по використанню біологічних показників біоіндикації і біотестування, які можуть проводитися на різних рівнях організації живого - від молекулярного до екосистемного. При цьому стає можливим екологічне формування середовища проживання, спрямоване на обмеження антропогенних впливів рамками екологічних можливостей біоти.

Екотоксикологія, як і інші розділи токсикології, можна розглядати в рамках трьох розділів: екотоксикокінетика, екотоксикодинаміка, екотоксикометрія.

Екотоксикокінетика - розділ екотоксикології, який розглядає поведінку ксенобіотиків (екополлютантів) у навколишньому середовищі (надходження, розподіл в елементах навколишнього середовища - абіотичних і біотичних, перетворення ксенобіотика в місці існування виду, виведення з середовища).

Екотоксикодинаміка - розділ екотоксикології, який розглядає конкретні механізми формування проявів, наслідків негативної дії чужорідних навколишньому середовищу речовин на біоценоз і окремі види, його складові.

Екотоксикометрія - найменш розроблений розділ токсикології навколишнього середовища. Крім класичних токсикометричних досліджень, які є базою екотоксикометрії, дослідник (і практик) має в даний час лише далеку від досконалості методологічну оцінку екологічного ризику.

### ***Екотоксикокінетика.***

Надходження екополлютантів в навколишнє середовище. Сукупність біодоступних ксенобіотиків, що знаходяться в навколишньому середовищі в визначених кількостях, називається ксенобіотичним профілем середовища. Важливим елементом ксенобіотичного профілю середовища є чужорідні речовини, що містяться в організмах живих істот, оскільки рано чи пізно всі вони споживаються іншими організмами, тобто володіють біодоступністю.

Ксенобіотичний профіль різних регіонів Землі формувався, постійно змінюючись, мільйони років. До числа природних джерел ксенобіотиків, зокрема важких металів та їх сполук (ртуті, свинцю, кадмію, хрому, миш'яку та інших), за даними ВООЗ, відносяться: частинки пилу, що переносяться вітром, аерозоль морської солі, вулканічна діяльність, лісові пожежі, біогенні континентальні летючі речовини. Біоценози, що існують в певних біотопах, в тій чи іншій мірі адаптовані до

цих профілей, тому останні можна назвати природним ксенобіотичним профілем даного середовища. Господарську діяльність людини істотно змінює природній ксенобіотичний профіль. У середовищі накопичуються екополлютанти, які нерідко перетворюються з часом в екотоксиканти.

В результаті виробничої діяльності людини в навколишнє середовище викидається близько 100 тис. найменувань хімічних речовин. Ця кількість в десятки разів перевершує природні надходження речовин при вивітрюванні гірських порід і вулканічній діяльності. Міграція і стійкість хімічних речовин у навколишньому середовищі. Особливістю поведінки надходження в навколишнє середовище хімічних речовин є властивість виходити за межі району їх застосування і з'являтися у всьому навколишньому середовищі, що призводить до неконтрольованого глобального накопичення цих речовин. Міграція речовин у навколишньому середовищі здійснюється багатьма шляхами. Перенесення речовин в біосфері відбувається за допомогою повітря і води. Здатність речовин до міграції відображають такі показники, як летючість речовини, розчинність у воді, жирах, органічних розчинниках і ін. При розгляді швидкості руху речовини в системі вода-повітря враховуються такі фактори, як тиск пари і розчинність речовини у воді. Важливе значення мають міграція ксенобіотиків всередину ґрунту і їх перенесення дощовими водами. Міграція в глибокі шари ґрунту призводить до забруднення ґрунтових вод.

Численні абіотичні (відбуваються без участі живих організмів) і біотичні (що відбуваються за участю живих організмів) процеси в навколишньому середовищі спрямовані на ліквідацію екополлютантів.

На шляху руху речовини кожен з об'єктів вступає у взаємодію з ним, і в залежності від характеру взаємовпливу здійснюється повна, або часткова детоксикація. З цієї причини багато ксенобіотиків, потрапивши в повітря, ґрунт, воду, не викликають помітних змін в екосистемах, оскільки час їх впливу може бути досить малим. Речовини, що виявляються стійкими до процесів руйнування і внаслідок цього тривало функціонуючими без зміни в навколишньому середовищі, як правило, є потенційно небезпечними екотоксикантами.

Стійкість речовини характеризують періодом його розпаду на 50,95 і 99%. У водному середовищі стійкість хімічних речовин визначається як їх фізико-хімічними властивостями, так і особливостями водойм (біологічними - кількістю зоофітопланктону, сапрофітів та ін., а також температурою води, кількістю розчиненого кисню та ін.)

Постійний викид в навколишнє середовище функціонуючих без змін поллютантів призводить до їх накопичення. З часом концентрація токсикантів зростає до рівня, небезпечного для найбільш уразливої (чутливої) ланки біосистеми. Після припинення викиду персистуючого токсиканту він ще тривалий час зберігається у середовищі.

До числа речовин, які тривалий час функціонують без зміни в навколишньому середовищі, відносяться важкі метали (свинець, мідь, цинк, нікель, кадмій, кобальт, сурма, ртуть, хром, а також миш'як), поліциклічні полігалогеновані вуглеводні (в тому

числі поліхлоровані дибензодіоксини і дибензофурани, поліхлоровані біфеніли), деякі хлорорганічні пестициди (ДДТ-дихлордифенілтрихлоретилетан, гексахлоран, алдрін, ліндан і т.д.) і багато інших речовин. Трансформація екотоксикантів. Абіотичні руйнування хімічних речовин зазвичай проходить з малою швидкістю. Значно швидше деградують ксенобіотики за участю біоти, особливо мікроорганізмів (головним чином, бактерій і грибів), які використовують їх як живильні речовини. Процес біотичного руйнування йде при участі ферментів. В основі біоперетворення речовин лежать процеси окислення, гідролізу, дегалогенізації, розщеплення циклічних структур молекули, відщеплення алкільних радикалів (деалкілування) і т.д. Деградація з'єднання може завершуватися його повним руйнуванням, тобто мінералізацією (утворенням води, діоксиду вуглецю, інших простих сполук). Однак можливе утворення проміжних продуктів біотрансформації речовин, які можуть бути більш стійкими і володіти більш високою токсичністю, ніж вихідний агент. Так, взаємодія неорганічних сполук ртуті з фітопланктоном може призводити до утворення більш токсичних ртутьорганічних сполук, зокрема метилртуті. З цієї причини в 1953 р. в Японії, на берегах бухти Мінамата, більше 200 людей постраждали від отруєння ртуттю з важкими ураженнями нервової системи (хвороба Мінамата). Розслідування показало, що протягом 10 років ртутні відходи виробництва ацетилену скидалися в затоку. Ртуть трансформувалася біотою в метилртуть і потім концентрувалася в тканинах морських організмів і риби, що служила їжею місцевого населення.

До теперішнього часу відомо, що крім ртуті алкілуванню під дією бактерій здатні піддаватися багато металів: олово, свинець, кадмій та ін., а також миш'як.

Деякі процеси, що відбуваються в навколишньому середовищі, сприяють елімінації (виведенню) ксенобіотиків з регіону, змінюючи їх розподілення в компонентах середовища. Переміщення вітром і атмосферними потоками часток токсикантів або ґрунту, на яких адсорбовані речовини, веде до перерозподілу поллютантів у навколишньому середовищі. У цьому плані характерний приклад поліциклічних ароматичних вуглеводнів (бензпірени, дибензпірен, бензантрацен, дибензантрацен, іденопірени та ін.) Бензпірен та інші ПАР як природного (головним чином, вулканічного), так і антропогенного (викид металургійного, нафтопереробного виробництв, підприємств теплоенергетики і т.д.) походження, активно включаються в біосферний кругообіг речовин, переходячи з одного середовища в інше. При цьому, як правило, вони пов'язані з твердими часточками атмосферного пилу. Дрібнодисперсний пил (1-10 мкм) тривало зберігається в повітрі, більші пилові частинки досить швидко осідають на ґрунт і у воду близько до місця їх утворення. При виверженні вулканів попел містить велику кількість ПАВ, причому, чим вище викид, тим на більшу відстань розсіюються поллютанти. У 1956 р. при виверженні Камчатського вулкана Безіменний висота викиду склала близько 45 км, і його попел долетів до Лондона.

Сорбція речовин на зважених частках у воді з подальшим їх осадженням призводить до їх видалення з товщі води і накопиченням в донних відкладах. Осадження різко знижує біодоступність забруднювача.