

АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

УДК 504.056:504.064.4

А. В. ГРИЦЕНКО, д-р геогр. наук, проф.

*Український науково-дослідний інститут екологічних проблем,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

О. М. КРАЙНЮКОВ, канд. геогр. наук, доц.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ МЕТОД ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ НЕБЕЗПЕКИ ВІДХОДІВ ДЛЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Розглядається доцільність удосконалення методики встановлення класу екологічної небезпеки відходів, яка ґрунтується на використанні розрахункового методу з урахуванням вмісту окремих хімічних сполук – компонентів відходів та їх гігієнічних, фізико-хімічних і токсикологічних характеристик. Пропонується метод оцінки небезпеки відходів для навколишнього середовища з урахуванням екологічних критеріїв шляхом експериментального визначення загальної токсичності всіх присутніх у відходах хімічних речовин для організмів-представників біоти ґрунтів, підземних і поверхневих вод.

Доповнення діючої за теперішнього часу методики експериментальним прийомом, який ґрунтується на результатах біотестування водної витяжки з відходів дозволить врахувати реальну небезпеку відходів для біотичної складової наземних і водних екосистем.

Ключові слова: екологічна небезпека, відходи, експериментальний метод, екологічний критерій, біотестування, загальна токсичність, водна витяжка, тест-організм

Gritsenko A., Kraynjoukov A. EXPERIMENTAL METHOD ECOLOGY-TOXICOLOGICAL EVALUATION OF HAZARDOUS WASTE FOR THE ENVIRONMENT

Consider the feasibility of improving methods of establishing a class of environmental hazard waste, based on the calculation method used, taking into account the content of some chemical compounds - components of waste and hygiene, physical, chemical and toxicological characteristics. The method of risk assessment of wastes to the environment, taking into account environmental criteria by experimental determination of the total toxicity of all those present in the waste chemicals to organism representatives of biota, soil, groundwater and surface water.

By amending the present experimental technique for technique, based on the results of biological testing of water extracts from wastes will take into account the real danger of waste for biotic component of terrestrial and aquatic ecosystems.

Key words: ecological risk, waste, experimental method, bioassays, general toxicity, water extraction, test organism

Гриценко А. В., Крайнюков А. Н. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ЭКОЛОГО- ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕ- ДЫ

Рассматривается целесообразность совершенствования методики установления класса опасности отходов, которая основывается на использовании расчетного метода с учетом содержания отдельных химических соединений – компонентов отходов и их гигиенических, физико-химических и токсикологических характеристик. Предлагается метод оценки опасности отходов для окружающей среды с учетом экологических критериев путем экспериментального определения общей токсичности всех присутствующих в отходах химических веществ для организмов-представителей биоты почв, подземных и поверхностных вод.

Дополнение действующей в настоящее время методики экспериментальным приемом, который основывается на результатах биотестирования водной вытяжки отходов, позволит учесть реальную опасность отходов для биотической составляющей наземных и водных экосистем.

Ключевые слова: экологическая опасность, отходы, экспериментальный метод, биотестирование, общая токсичность, водная вытяжка, тест-организм

Постановка проблеми. Відповідно до наведеного у статті 1 Закону України «Про відходи» визначення небезпечні відходи – це відходи, що мають такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, які створюють, або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я людини.

Клас небезпеки відходів визначають згідно з ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення» за показниками, які враховують гігієнічні, токсикологічні і фізико-хімічні характеристики окремих хімічних сполук, що входять до складу відходів, а саме: за довідковими даними і літературними джерелами – ГДК хімічних речовин у ґрунті, середні летальні дози (ЛД₅₀) хімічних речовин для теплокровних тварин, розчинність компонентів відходів у воді, їх леткість; за результатами фізико-хімічних аналізів компонентного складу відходів – вміст окремих хімічних речовин [1].

Таким чином, за теперішнього часу визначення класу небезпеки відходів здійснюється практично розрахунковим методом, результатом чого є отримання даних, які не відображають фактичної ситуації і не дають об'єктивної інформації щодо небезпеки відходів для навколишнього середовища. До речі, означений вище документ і не розповсюджується на цю галузь, про що свідчить назва ДСанПіН 2.2.7.029-99 та показник, який використовується для визначення класу небезпеки відходів, а саме ЛД₅₀ (летальна доза для 50% теплокровних тварин). У той же час у розділі 5.1.1. ДСанПіНу показник ЛД₅₀ розповсюджено також на розрахунок класу небезпеки відходів «для біоценозів об'єктів довкілля, насамперед ґрунту» Такий підхід є некоректним, оскільки дані щодо летальних доз для теплокровних тварин неможливо екстраполювати на організми біоценозів ґрунту, водних біоценозів, та ін., які можуть підлягати негативному впливу відходів в процесі вимивання та випаровування з них екологічно небезпечних забруднюючих речовин.

Обґрунтування такого твердження витікає з того, що ГДК речовин встановлюють з урахуванням конкретного виду природокористування, використовуючи організми, що є репрезентативними по відношенню до того біоценозу, який захищається при надходженні забруднюючих речовин у відповідне середовище. Так, ГДК для ґрунтів встановлюють з використанням представників біоценозу ґрунтів; ГДК для води водних об'єктів рибогосподарського водокористування – представників водних організмів; ГДК для води водних об'єктів господарсько-питного та комунально-побутового водокористування – теплокровних тварин.

Враховуючи вищезазначене та для удосконалення методики визначення класу небезпеки відходів з урахуванням можливих негативних наслідків їх впливу на біоценози наземних і водних екосистем у межах даної роботи виконано дослідження можливості застосування експериментального методу оцінки небезпеки відходів - біотестування з використанням в якості тест-організмів представників тих біоценозів (ґрунтових, водних), для яких визначається небезпека того чи іншого відходу.

Стан питання. На території України накопичено велику кількість відходів, які містять у своєму складі екологічно небезпечні речовини, внаслідок чого такі відходи відносяться до джерел токсикогенного забруднення навколишнього середовища. Серед небезпечних промислових виробництв, відходи яких вміщують речовини 1 класу небезпеки, можна відзначити титано-магнієве виробництво, у відходах якого є хлориди нікелю, кадмію, хрому, цинку, титану, цирконію, ванадію; відвали і шлами залізрудних гірничозбагачувальних комбінатів, які містять силікати, карбонати, сульфати, оксиди, арсеніди; у відходах виробництва синтетичних волокон, полімерів вінілхлориду, поліакрилонітрилів присутні ціаністи і соляна кислоти; відходами гальванічного виробництва є сполуки важких металів, тощо.

Велику занепокоєність викликають джерела ртутного забруднення навколишнього середовища, зокрема, місця збереження відпрацьованих люмінесцентних ламп, побуто-

вих та промислових ртутьвміщуючих приладів. Ртуть та її сполуки відносяться до I класу небезпеки. Головним шляхом надходження ртуті в організм людини є інгаляційний. Частіше всього спостерігається хронічне отруєння, внаслідок чого вражаються життєво важливі функції і органи – печінка, нирки, нервова та ендокринна системи [2].

Надзвичайно небезпечними джерелами забруднення навколишнього середовища є місця накопичення та території України непридатних до використання, або заборонених пестицидів [3]. Під впливом атмосферних опадів виникає небезпека їх потрапляння в підземні і поверхневі води, ґрунти, накопичення залишкових концентрацій в організмах, які мешкають в означених середовищах. За даними статистики на території України накопичено більше 20 тис. тонн непридатних пестицидів. Найбільша їх кількість розміщується на території Сумської, Київської, Кіровоградської, Запорізької, Харківської і Одеської областей.

Виробнича та господарська діяльність людини постійно супроводжується створенням нових хімічних синтетичних сполук, які характеризуються високою стабільністю та небезпекою для навколишнього середовища і здоров'я людей. Це так звані стійкі органічні забруднювачі, до яких відносяться поліциклічні ароматичні вуглеводні, поліхлорирувані дифеніли, діоксини, а також пестициди – ДДТ, гексахлорбензол та ін.

З метою скорочення кількості небезпечних відходів, які зберігаються в складських приміщеннях, 30% з яких знаходяться в незадовільному стані, у світовій практиці широко використання знайшли технології знешкодження небезпечних відходів, у тому числі пестицидів [4]. В Україні функціонує підприємство – ТОВ «Елга» (м. Шостка, Сумської обл.), на якому впроваджено технологію знешкодження небезпечних відходів методом низькотемпературного лужного гідролізу з піролітичним спалюванням залишків продуктів. Саме зразки технологічних відходів, які утворюються в процесі знешкодження небезпечних відходів на цьому підприємстві, було використано при виконанні даної роботи.

Що стосується використання експериментальних методів визначення класу небезпеки відходів для навколишнього середовища, аналіз літературних джерел і відомчих матеріалів свідчить про те, що для означених цілей відомо застосування представників різних систематичних груп водної екосистеми (водоростей, ракоподібних, риб) для підтвердження віднесення відходу до I класу небезпеки, який встановлено розрахунковим методом, а також при віднесенні до класу небезпеки відходів, для яких неможливо визначити компонентний склад. У цих випадках проводиться експеримент з визначення загальної токсичності водної витяжки з відходу за допомогою біотестування [5].

Матеріал і методика досліджень. Для проведення досліджень зразки технологічних відходів ТОВ «Елга» відбирали у серпні 2010 р. згідно з вимогами нормативного документа [6]. Всього було відібрано 4 зразки відходів:

1 - об'єднана проба крихтовідходів після переробки люмінесцентних ламп. Зовнішній вигляд і консистенція: суха розсипчаста речовина брудного жовтого кольору без визначеного запаху.

2 - об'єднана проба неопізнаних пестицидів. Зовнішній вигляд і консистенція: волога, неоднорідна за кольором та морфологією грудкувата суміш (земля темно-сірого кольору, глина жовто-коричневого кольору, вапно білого кольору, речовина червоного кольору) зі стійким запахом пестицидів.

3 - об'єднана проба зольного залишку після переробки неопізнаних пестицидів. Зовнішній вигляд і консистенція: суха розсипчаста речовина темного кольору без визначеного запаху.

4 - об'єднана проба золи з топки. Зовнішній вигляд і консистенція: суха розсипчаста речовина темного кольору без визначеного запаху.

Небезпеку відходів для функціонування біоценозів водних об'єктів і ґрунтів визначали в експериментальних умовах з урахуванням екологічного критерію* за допомогою методик біотестування: для визначення загальної токсичності відходів, екологічно небезпечні речовини з яких можуть бути джере-

лами забруднення природних вод (підземних, поверхневих), використано методику біотестування на представниках водних організмів – церіодафніях; у випадку потрапляння означених речовин до ґрунтів – було застосовано методику біотестування на вищих рослинах – кукурудзі, пшениці і квасолі.

Методика біотестування на ракоподібних церіодафніях *Ceriodaphnia affinis* ґрунтується на встановленні різниці між кількістю загиблених церіодафній у водній витяжці з відходу (дослід), та воді, в якій церіодафнії утримуються (контроль). Критерієм токсичності є загибель 50% і більше церіодафній у досліді порівняно з контролем за 48 годин біотестування [7].

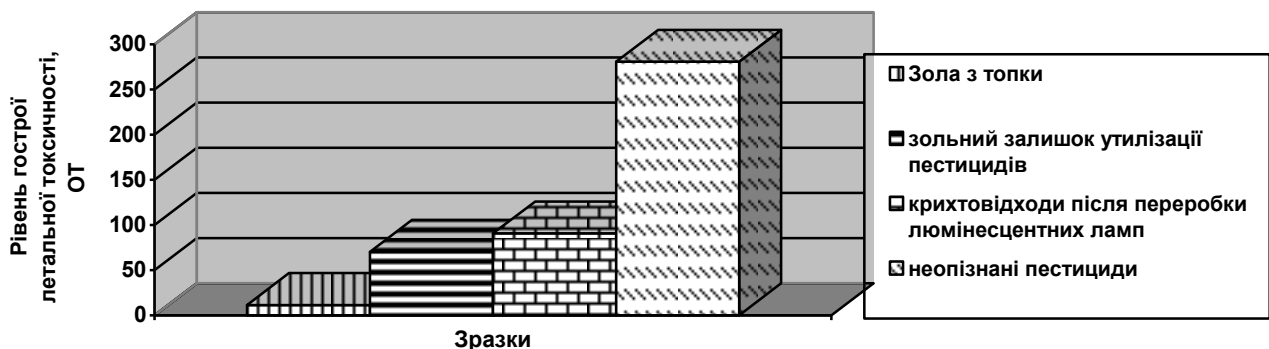
* Екологічний критерій оцінки небезпеки відходів – дотримання вимог до якості навколишнього середовища з метою забезпечення нормального функціонування біотичної складової наземних і водних екосистем.

Методика біотестування на вищих рослинах пшениці *Triticum aestivum*, кукурудзі *Zea mays* та квасолі *Phaseolus aureus* ґрунтується на встановленні різниці між кількістю пророслого насіння та (або) інтенсивністю росту рослин у водній витяжці з відходу (дослід) та у воді, яка не містить токсичних

речовин (контроль). Критерієм токсичності є вірогідне зниження кількості пророслого насіння та (або) вірогідне відхилення довжини коренів рослин у досліді порівняно з контролем за 96 год. біотестування [8]. Статистичну значимість різниці між дослідом і контролем за показниками кількості пророслого насіння та довжини коренів рослин встановлювали за двовибірковим критерієм Ст'юдента.

Водні витяжки з відходів готували за такою процедурою. Наважку 100 г повітряно-сухої відповідної проби відходу переносили у колбу з притертою пробкою, заливали дистильованою водою у співвідношенні 1:1 та взбовтували за допомогою струшувача протягом 1,5 годин. Після цього вміст колби переносили у центрифужні стакани і центрифугували при 2000 об/хв протягом 10 хв. Після центрифугування водну витяжку з центрифужних стаканів переносили у колбу з притертою пробкою і використовували для біотестування.

Результати дослідження. Результати експериментів з визначення загальної токсичності водних витяжок з відходів шляхом біотестування представлено на рисунках 1 та 2.



ОТ – одиниця гострої летальної токсичності, виражена кратністю розбавлення, за якої гостра летальна токсичність не виявляється

Рис. 1 – Результати біотестування водних витяжок з відходів на церіодафніях

Аналіз результатів, наведених на рисунку 1, показав, що всі досліджувані водні витяжки з відходів чинили гостру летальну токсичну дію на тест-організми – церіодафнії. Відповідно до класифікаційної шкали, яку розроблено для рідких відходів, такі водні витяжки є надзвичайно токсичними. На основі порівняння результатів біотестування водних витяжок за рівнями токсичності зраз-

ки відходів можна рангувати таким чином: найбільшу небезпеку для водної екосистеми становлять відходи – неопізнані пестициди, кратність розбавлення водної витяжки з них, за якої токсичність не виявляється, складає 280,78; на другому місці знаходиться зразок крихтовідходів після переробки люмінесцентних ламп, кратність розбавлення водної витяжки з них, за якої токсичність не виявля-

ється, складає 90,50; на третьому місці – зразок відходу – зольний залишок утилізації пестицидів, кратність розбавлення водної витяжки з нього, за якої токсичність не виявляється, складає 70,20. Зразок відходу зола з топки виявив найменший рівень токсичності по відношенню до представників водних організмів, кратність розбавлення водної витяжки з цього відходу, за якої токсичність усу-

вається, складає 11,32. У цілому стосовно всіх чотирьох зразків можна зробити висновок, що надходження у водні об'єкти хімічних речовин з означених відходів, які можуть вимиватися під час злив або повені, призведе до порушення життєдіяльності водних організмів та зменшення самоочисної спроможності води.

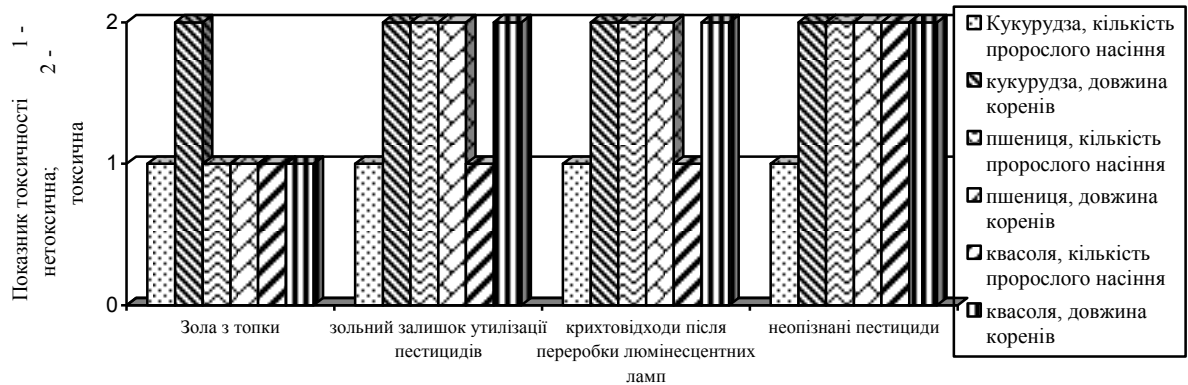


Рис. 2 – Результати біотестування водних витяжок з відходів на вищих рослинах

Аналіз результатів, які наведено на рисунку 2, показав, що всі досліджувані водні витяжки з відходів чинили токсичну дію на вищі рослини – кукурудзу, пшеницю та квасолю. Але найбільш токсичною виявився зразок відходу неопізнані пестициди, водна витяжка з якого чинила токсичну дію на квасолю і пшеницю за обома показниками (кількість пророслого насіння і довжина коренів) та на кукурудзу – за показником довжина коренів. Зразки крихтовідходів після переробки люмінесцентних ламп і зольний залишок утилізації пестицидів чинили токсичну дію на пшеницю за обома показниками, на квасолю та кукурудзу – за показником довжина коренів. Найменшу токсичність виявив зразок відходу – зола з топки, водна витяжка з якого чинила токсичну дію лише на кукурудзу за одним показником – довжина коренів. У цілому стосовно всіх чотирьох зразків можна зробити висновок, що надходження у ґрунти хімічних речовин з означених відходів призведе до пригнічення розвитку сільськогосподарських рослин.

На експериментальній базі Аналітичного центру Українського науково-дослідного інституту екологічних проблем клас небезпеки зразків відходів, що досліджувались, було

визначено відповідно до вимог ДСанПіНу 2.2.7.029-99 [1] методом розрахунку індексів токсичності окремих речовин, які входять до складу означених відходів.

Результати розрахунків показали, що три зразки відходів, а саме: крихтовідходи після переробки люмінесцентних ламп, зольний залишок після переробки неопізнаних пестицидів та зола з топки було віднесено до мало небезпечних відходів, тобто до IV класу небезпеки, в той час як за результатами біотестування водні витяжки з означених відходів чинили гостру токсичну дію на життєдіяльність використаних в експериментах тест-організмів і за еколого-токсикологічним показником характеризувались як надзвичайно токсичні.

Підсумовуючи результати експериментального визначення загальної токсичності водних витяжок з відходів шляхом їх біотестування можна зробити висновок, що найбільшу небезпеку для наземних і водних екосистем становлять відходи – неопізнані пестициди, водну витяжку з яких необхідно розбавити у 280 разів для того, щоб гостра токсичність не виявлялась. При цьому за гігієнічними критеріями зразок неопізнані пестициди віднесено до високо небезпечних від-

ходів, тобто лише до II, а не до I класу небезпеки. Таким чином, оцінка за гігієнічними критеріями не співпадає з оцінкою за екологічними критеріями.

Висновки.

1. На території України накопичено значну кількість екологічно небезпечних відходів виробництва, розміщується понад 20 тис. тонн непридатних для використання або заборонених пестицидів, постійно створюються та потрапляють у навколишнє середовище нові синтетичні стійкі органічні сполуки.

2. Надходження у навколишнє середовище екологічно небезпечних хімічних речовин – компонентів відходів призводить до порушення функціонування наземних і водних екосистем і, як наслідок, погіршення стану природних вод, ґрунтів та ін.

3. Оцінка небезпеки відходів для навколишнього середовища, яка за теперішнього часу здійснюється розрахунковим методом за гігієнічними критеріями з використанням довідкових матеріалів і літературних джерел, не дає об'єктивної інформації щодо негативного впливу відходів на біотичну складову наземних і водних екосистем.

4. Одним із шляхів удосконалення методики визначення класу небезпеки відходів для навколишнього середовища, зокрема, ґрунтових і водних біоценозів, є використання експериментального методу – біотестування, за допомогою якого визначають загальну токсичність суміші присутніх у відходах токсичних речовин.

5. Результати експериментального визначення загальної токсичності водних витяжок з 4 зразків відходів за допомогою методик біотестування з використанням тест-організмів, репрезентативних для водних біоценозів (ракоподібні церіодафнії) і біоценозів ґрунтів (вищі рослини), показали, що всі зразки відходів, які досліджувались, чинили гостру летальну токсичність на церіодафнії і фітотоксичну дію на вищі рослини.

6. Співставлення результатів визначення класу небезпеки відходів, отриманих при використанні розрахункової методики з урахуванням гігієнічних критеріїв і результатів визначення їх загальної токсичності експериментальним методом свідчить про те, що

оцінка небезпеки відходів розрахунковим методом не співпадає з результатами оцінки існуючої загрози для функціонування рослинних і тваринних організмів при надходженні в навколишнє середовище екологічно небезпечних компонентів відходів.

7. З метою врахування екологічного критерію оцінки небезпеки відходів для біоти наземних і водних екосистем експериментально обґрунтовано доцільність застосування методик біотестування з використанням тест-організмів, що є репрезентативними по відношенню до тих біоценозів, для яких оцінюють рівень небезпеки того чи іншого відходу.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення» Затв. постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.07.1999 р. № 29.
2. Ртуть и ее неорганические соединения. Серия «Обзоры научной литературы по токсичности и опасности химических веществ». – М. 1998. – С. 1-92.
3. Герцюк М. Н. Химико-аналитические аспекты идентификации запрещенных и непригодных пестицидов // Сотрудничество для решения проблемы отходов. – Х., 2004. – С. 226-228.
4. Касимов А. М., Александров А. М., Куденко О. Р., Плющев В. В. Тактика и стратегия решения проблемы обезвреживания непригодных агрохимикатов // Эко-П. Харьков. 2004. – С. 56-57.
5. Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды. Утв. приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 15.06.2001. № 511.
6. Нормативний документ «Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Якість довкілля. Відбір проб ґрунтів та відходів при здійсненні хіміко-аналітичного контролю просторового (загального і локального) забруднення об'єктів навколишнього природного середовища в районах впливу промислових, сільськогосподарських, господарсько-побутових і транспортних джерел забруднення. Інструкція» – К.: Мінприроди України. 2005. – 30с.
7. КНД 211.1.4.055-97. Методика визначення гострої летальної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. Затв. наказом Мінприроди України від 21.05.97 № 68.
8. ДСТУ ISO 11269-2:2002 Якість ґрунту. Визначення впливу забруднюючих речовин на флору ґрунту. Частина 2. Вплив хімічних речовин на проростання і ріст вищих рослин (ISO 11269-2:1995, IDT).

Надійшла до редколегії 16.06.2011

