УДК 504.064.3:656.71(045)

Г.М. Франчук, д-р техн. наук
Л.С. Кіпніс, канд. біол. наук
С.М. Маджд
Я.В. Загоруй

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ В ЗОНІ АЕРОПОРТУ МЕТОДАМИ БІОТЕСТУВАННЯ

НАУ, кафедра екології
E-mail: img@nau.edu.ua

Розглянуто актуальну проблему сьогодення – вплив виробничих процесів на якісні характеристики та стан компонентів довкілля. Проаналізовано й аргументовано необхідність проведення екологічної оцінки стану довкілля методами біотестування. Порівняно та узгоджено відповідність визначеної концентрації важких металів і нафтопродуктів установленим нормам на тест-об'єктах.

In article the actual problem of today – influence of productions on qualitative characteristics and environmental components' state is considered. Necessity of carrying out of the ecological estimation of environmental state is analysed and given reason by methods of biotesting. Conformity of the certain concentration of heavy metals and mineral oil to the established norms on the test-objects is compared and coordinated.

Вступ

Біологічна рівновага в наземних і водних екосистемах підтримується динамічними зв'язками організмів між собою та абіотичними факторами довкілля. Антропогенні впливи можуть порушувати цю рівновагу, що знаходить відображення у видовому та числовому складі біоценозів.

Виходячи з принципу єдності живих організмів і середовища їх існування, можна припустити, що існують тісні кореляційні зв'язки між факторами довкілля і реакцією на них живих організмів. Особливо це відстежується у рослин, які прикріплені до середовища існування.

Проводячи формальну аналогію і спираючись на існування кореляції між ступенем зовнішнього впливу і реакцією на нього організмів, можна подати організми як чутливі елементи в системі біологічної діагностики і моніторингу довкілля, які безпосередньо змінюють свій стан під дією факторів довкілля.

На нашій планеті майже не залишилося біоценозів, які прямо або опосередковано не були б піддані техногенному впливу, тому одним із головних аспектів екологічної безпеки є проведення моніторингу довкілля з метою оцінки техногенного навантаження на довкілля і прогнозу такого стану екосистеми, який забезпечує її екологічну рівновагу [1].

Актуальність теми

Аналіз різних показників свідчить, що аеропорт та аеротранспортний комплекс в цілому в місцях їх розташування помітно впливає на рівень локального й регіонального забруднення водних об'єктів.

Забруднення природних вод, яке спричинене діяльністю авіатранспортних процесів зумовлює небезпеку, яка викликана погіршенням якісних характеристик поверхневих та ґрунтових вод у зоні аеропорту [2].

Проведення екологічних досліджень рівня забруднення компонентів на територіях, прилеглих до аеропорту – надзвичайно актуальне, оскільки методика оцінки техногенного впливу на їх стан недостатньо висвітлена в науковій літературі.

Вирішення цих проблем дасть можливість підійти до розв'язання проблем захисту та відновлення водних ресурсів на науковій основі.

Постановка завдання

Одна з важливих проблем, що виникає під час проведення комплексної системи моніторингових досліджень для забезпечення екологічно безпечного середовища існування людини та її оточення при проходженні виробничих процесів, полягає в необхідності проведення аналізу великої кількості проб складного складу (повітря, водних середовищ, біологічних рідин, ґрунту) на вміст тих чи інших компонентів. Процес аналізу проб – довготривалий і кропіткий.

На практиці часті випадки, коли такі процедури повинні проводитися в умовах дефіциту часу або в місцях, коли складне й громіздке лабораторне устаткування недоступне.

Крім того, у разі проведення масових комплексних аналізів виникає проблема економічного характеру.

Хімічний аналіз проби (процес установлення її складу й концентрації певних компонентів у ній) здебільшого дорога процедура.

Необхідність відшукати золоту середину між проведенням масових аналізів компонентів довкілля як важливого фактора забезпечення якості життя людини і зменшенням економічних втрат, пов'язаних з цим, призвела до розвитку тест-методів біологічного аналізу [3].

Мета цієї роботи – визначення оцінки якості поверхневих і ґрунтових вод, ґрунтів та атмосферного повітря на прилеглих до аеропорту територіях з використанням методу біотестування. При моніторингових дослідженнях довкілля все більшого значення набуває саме цей метод біологічної діагностики.

Дослідження проблеми

Сьогодні способи біологічної оцінки стану природних компонентів набувають усе більшого значення за рахунок того, що вони є найбільш ефективними й екологічно безпечними.

Біоекологічна діагностика довкілля дозволяє формувати диференційовані та інтегральні уявлення про організми та середовища їх існування і цим самим має визначальну значимість [4].

Реакція живих організмів дозволяє оцінити антропогенний вплив на середовище існування за показниками, які мають біологічну основу. Фактори, які впливають на довкілля, інколи дуже сильно модифікуються факторами живої та неживої природи, і в результаті цього їх остаточний вплив не завжди легко з'ясувати. Біологічні методи дають чітку інтегральну картину, навіть тих забруднювачів, які можуть лишитися поза увагою вимірювальних приладів.

У працях [3–8] автори віддають перевагу біологічному методу контролю стану довкілля над хімічними та фізико-хімічними.

Установлення якісних характеристик компонентів довкілля методами фізико-хімічного аналізу являє собою одну з основних проблем екологічного моніторингу.

Результати хімічного аналізу, проведеного за допомогою складного аналітичного устаткування, у багатьох випадках не дозволяють оцінити істинну небезпеку тих чи інших забруднювачів для довкілля, прогнозувати наслідки їхнього впливу на живі організми. Різноманітні забруднюючі речовини, потрапляючи в довкілля, можуть зазнавати в ньому різних перетворень, підсилюючи при цьому свою токсичну дію.

Хімічні та фізико-хімічні методи забезпечують ідентифікацію та кількісне визначення вмісту токсикантів у компонентах довкілля. Однак ці методи дозволяють оцінити сумарну дію токсикантів, що діють як біологічно активні речовини, на живі організми.

До малозатратних методів інтегральної оцінки та контролю стану компонентів довкілля належить біологічна діагностика, основана на методах біотестування. З їх допомогою можна оцінити вплив забруднюючих речовин на живі організми залежно від дози і часу їх впливу, включаючи транслокацію по ланцюгу живлення.

Біологічні методи дозволяють:

– швидко отримати відповідь про наявність чи відсутність токсикантів;

– виявити найслабші антропогенні зміни якості довкілля, які навіть не фіксуються вимірювальними приладами;

– якомога раніше виявити і попередити зміни в довкіллі;

– у разі великого різноманіття ситуацій оцінити рівень забруднення обмеженою кількістю термінів;

– вирішувати завдання, які не під силу вирішити іншим методам досліджень;

– виявити наслідки одноразового забруднення, які можуть пропустити інші методи, оскільки результати фізичного і фізико-хімічного аналізу довкілля належать тільки до методу взяття проб;

– виявити та охарактеризувати не тільки антропогенний вплив на довкілля, який відбувався в минулому, але і скласти прогноз на майбутнє [8; 9].

Складовими біологічного контролю стану довкілля є біологічна індикація та біологічне тестування.

Під біологічним тестуванням розуміють засоби дослідження, за яких про якість середовища, фактори, що діють самостійно або спільно з іншими, судять за виживанням, станом і поведінкою спеціально поміщених у це середовище організмів – тест-об'єктів [5; 10; 11]. При виборі таких організмів необхідно дотримуватися певних вимог, серед яких можливість фіксувати чіткий, відтворений й об'єктивний відгук на вплив зовнішніх факторів, чутливість цього відгуку на малі вмісти забруднювачів тощо.

Під час проведення біологічного тестування на рівні організмів вибір біологічних змінних припускає, що відгук повинен корелювати зі змінами на екосистемному рівні.

На практиці виявити таку залежність досить складно. Однак такі показники організмів, як ріст особин, їхня продуктивність, виживання, стан органів дихання, склад крові й плазми вдається використати для біологічного тестування стану середовища.

Морфологічними індикаторами у системі екологічного моніторингу є звичайний крес-салат, цибуля і тютюн сорту BEL W3. Цей тютюн виведений спеціально для моніторингу атмосферного повітря на вміст озону в промислових регіонах.

Навіть малі дози озону в атмосфері викликають на листях цього тютюну некротичні плями. Для порівняння поруч із біотестом висаджують озоностійкий сорт тютюну BEL [3; 5; 12]. У свою чергу, цибуля та крес-салат служать гарним тестом на виявлення забруднення ґрунту й води. Біологічними параметрами є довжина проростків і корінців, загальна маса рослин порівняно з контрольними [13; 14]. У разі виявлення токсичності природних і стічних вод підприємств виявилися зручним тест-об'єктом гіллястовусі ракоподібні – Daphnia Magna Straus, а для питної води – Ceriodaphnia Affinis Lilljeborg [9; 15].

Експериментальна частина

Якість стічних вод аеропорту, поверхневих вод р. Нивки та ґрунтових вод, які є джерелом водопостачання криниць на територіях, прилеглих до аеропорту, досліджувалася методом біотестування (табл. 1).

Таблиця 1

Результати біотестування проб поверхневих вод р. Нивки

Проби	Смертність Daphnia Magna Straus, %
Стік	100
Став р. Нивки	50
Р. Нивка в селі	58

У дослідженнях як тест-об'єкти були використано гіллястовусі ракоподібні – Daphnia Magna Straus та Ceriodaphnia Affinis Lilljeborg, що прийняті у водній токсикології як стандартні, у т. ч. і для України (КНД 211.1.4.-54-97 та КНД 211.1.4.057-97). Для виявлення фітотоксичності також проводилися дослідження на цибулі звичайній Allium Sepa та крес-салат Lactuca Sativa.

Основним критерієм визначення токсичності проб була загибель більш ніж 50 % кількості досліджуваних тварин і пригнічення росту корінців у фітотестів [3; 6; 9; 16]. На підставі експериментальних досліджень було виявлено гостру токсичність проб поверхневих вод р. Нивки. Результати біотестування проб питної води, відібраних у колодязях на територіях, прилеглих до аеропорту, наведено у табл. 2.

Токсичності проб питної води на території, прилеглій до аеропорту, не виявлено. Основними джерелами забруднення атмосфери в зоні аеропорту є двигуни повітряних суден, автотранспорт, зварювальні та фарбувальні пости, акумуляторні ділянки і паливні ємності. Екологічну оцінку забруднення атмосферного повітря можна виконати за допомогою аналізу проб атмосферних опадів, зокрема старого снігу та снігу, який нещодавно випав [16].

За результатами біотестування проб дощу було встановлено його гостру токсичність. Загальна токсичність опадів може збільшитися, оскільки хімічні елементи можуть взаємодіяти між собою і підвищувати свою токсичність.

Старий сніг більш токсичний, ніж сніг, який нещодавно випав.

Токсичність снігу зменшується з віддаленістю від аеропорту (табл. 2).

Таблиця 2

Результати біотестування проб ґрунтових вод і снігу

Місце відбору проб, м	Вплив на тест-об'єкти, ріст %			Токсичність
	Виживання Daphnia Magna Straus, %	Allium Sepa, %	Lactuca Sativa L, %	
Ґрунтові води				
20	67	69	105	Не виявлено
1000	100	75	102	Не виявлено
1500	93	93	94	Не виявлено
2000	93	81	82	Не виявлено
Сніг				
20	27	62	29	Виявлено
100	23	80	55	Виявлено
1000	73	83	75	Виявлено

Для проведення оцінки забрудненості ґрунтів на вміст важких металів був застосований 48-годинний тест на гостру токсичність з використанням Daphnia Magna Straus [9].

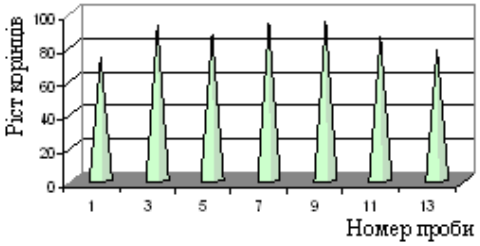
З табл. 3 видно, що у водних витяжках з ґрунту через 48 год відбулася загибель тест-об'єктів. У цілому смертність Daphnia Magna Straus не перевищила 50 %, тому у пробах ґрунту не виявлена гостра токсичність.

Таблиця 3

Результати біотестування водних витяжок з осінніх проб ґрунту на Daphnia Magna Straus

Номер проби	Виживання Daphnia Magna Straus	
	48 год	Відсоток
1	10/0	100
2	9/1	89
3	8/3	64
4	9/1	89
5	8/2	75
6	9/1	89
7	10/0	100

На водних витяжках з осінніх проб ґрунту за номерами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 було проведено біотестування на токсичність за довжиною корінців салату посівного Lactuca Sativa L (див. рисунок).



Результати біотестування водних витяжок з осінніх проб ґрунту за довжиною корінців салату посівного Lactuca Sativa L

Відсоток проростання корінців салату з усіх водних витяжок з осінніх проб ґрунту досить високий. Однак, оскільки відсоток проростання корінців Lactuca Sativa L. не досягнув 100 %, можна стверджувати, що є наявним пригнічення росту.

За результатами біотестування водних витяжок з осінніх проб ґрунту на Daphnia Magna Straus встановлено, що водні витяжки з ґрунту не виявляють гострої токсичності.

Висновки

Результати моніторингових досліджень зони аеропорту свідчать, що переважаючими забруднювачами є важкі метали та нафтопродукти. Біотестування проб поверхневих і ґрунтових вод, ґрунтів та атмосферних опадів виявили їх токсичність.

У зв'язку з цим головним завданням на сьогодні є розробка та впровадження державних нормативних актів, які б регламентували розташування населених пунктів поблизу аеропортів, а також розробка заходів і рекомендацій щодо зниження негативного впливу авіатранспортних процесів на довкілля.

Першочерговими рекомендаціями є розташування аеропорту за межами міста, підвищення якості очисного обладнання, зменшення викидів від стаціонарних і пересувних джерел забруднення, збільшення контролю за технічним станом двигунів літаків і використання більш екологічно чистого палива.

Література

1. *Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М.* Моніторинг довкілля: Навч. посібник. – Рівне: РДТУ, 2001. – 233 с.

2. *Запорожець В.В., Шматко М.П.* Аеропорт: організація, технологія, безпека. – К.: Дніпро, 2002. – 168 с.

3. *Золотов Ю.А.* Тест-методы // Журн. аналитической химии. – 1994. – Т. 49, № 11. – С. 149.

4. *Лисичкин Г.В.* Химическое модифицирование поверхности минеральных веществ // Соросовский образовательный журн. – 1996. – № 4. – С. 52.

5. *Биоиндикация* загрязнителей наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 350 с.

6. *Брагинский Л.П.* Методологические аспекты токсикологического биотестирования на Daphnia Magna Straus и других ветвистоусых ракообразных (критический обзор) // Гидробиол. журн. – 2000. – Т. 36, № 5. – С. 50–70.

7. *Никлайкин Н.И.* Анализ и оценка интенсивности химического загрязнения окружающей среды Российской Федерации предприятиями гражданской авиации // Экология промышленного производства. – 2004. – № 3. – С. 20–29.

8. *Фомин Г.Ф.* Вода. Контроль химической, бактериологической и радиационной безопасности по международным стандартам. – М.: Химия, 2000. – 835 с.

9. *Брагінський Л.П.* Теоретичні передумови (загальні концепції токсикологічної гідроекології) // Гідроекологічна токсикометрія та біоіндикація забруднень: Теорія, методи, практика використання / За ред. І.Т. Олексіва, Л.П.Брагінського. – Л.: Світ, 1995. – С. 7–39.

10. *Phillips D.J.* The use of biological indicator or ganisms to monitor trace metal pollution in marine and estuarine environments – a review // Environ. Pollut. – 1977. – 13. – P. 69–71.

11. *Христофорова Н.К.* Биоиндикация и мониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. – Л.: Наука, 1989. –192 с.

12. *Загрязнение* атмосферного воздуха, природных вод и почв / Под ред. Ц.И. Бобовниковой, С.Г. Малахова. – М.: Гидрометеоиздат, 1990. – 184 с.

13. *Франчук Г.М., Кіпніс Л.С., Маджд С.М.* Перспективи розробки методів біотестування для контролю впливу на довкілля авіатранспортних процесів // Авіа: Матеріали V Міжнар. наук.-техн. конф. – К.: НАУ, 2003. – Т. 2. – С. 29–34.

14. *Франчук Г.М., Кіпніс Л.С., Маджд С.М.* Методика оцінки хімічного забруднення атмосферного повітря на основі аналізу стану атмосферних опадів в зоні аеропорту // Наука і молодь. Приклад. сер. Міжнар. наук. конф. студ. та молодих учених «Політ-2003». – К.: КИТ, 2003. – С. 258–261.

15. *Маджд С.М., Загоруй Я.В., Франчук Г.М., Антонов А.М.* Математичні розрахунки забруднення поверхневих вод р. Нивки важкими металами та нафтопродуктами // Наука і молодь. Приклад. сер. Міжнар. наук. конф. студ. та молодих учених «Політ-2004». – К.: НАУ, 2004. – С. 175–178.

16. *Франчук Г.М., Антонов А.М., Маджд С.М. , Рахімбердіна Н.В.* Моніторинг стану атмосферного повітря зони аеропорту на підставі результатів досліджень атмосферних опадів // Вісн. НАУ. – 2005. – № 3. – С. 164–167.

Стаття надійшла до редакції 23.05.06.