

С.М. Маджд, аспірант, Л.С. Кіпніс, к.б.н., Г.М. Франчук, професор, д.т.н.
(Національний авіаційний університет, м. Київ Україна).

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБКИ МЕТОДІВ БІОТЕСТУВАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ АВІАТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ

Наведені результати біотестування та гідрохімічних досліджень на виявлення токсичності у сніговому покриві в зоні аеропорту “Київ”. Встановлено вплив забруднення на життєдіяльність тест-об’єктів у пробах снігу відібраних в зоні аеропорту. Визначені вірогідність виявлення забруднювачів атмосфери і ґрунту за результатами дослідження снігового покриву.

Ключові слова: біотестування, тест-об’єкт, екологічна оцінка, зона аеропорту.

Авіатранспортні процеси супроводжуються викидами в атмосферу і скидами у водні об’єкти забруднювачів, що спричиняють негативний вплив на навколишнє природне середовище. З підвищенням інтенсивності авіаційних процесів негативний вплив на довкілля підсилюється. У зв’язку з цим виникає необхідність проведення моніторингу в зонах експлуатацій авіатранспортних процесів. У даній роботі наведені результати моніторингу зони аеропорту „Київ”.

Враховуючи специфіку процесів, які відбуваються в межах аеропорту, особливе значення приділяється дослідженню забруднення атмосфери, зокрема, викидами, які регламентовані ІКАО, а саме NO, CO, C, C_xH_y.

При вивченні питань, пов’язаних із забрудненням атмосфери, переносом, стійкістю забруднюючих сполук в атмосфері, важливе значення мають процеси виведення забруднюючих речовин із атмосфери, що впливає на рівень їх вмісту в приземному повітрі. Опади – дощ чи сніг – є одним із механізмів виведення забруднюючих речовин із атмосфери. Оскільки більшість забруднюючих речовин або адсорбовані на твердих частинах, або розчинені у краплинах вологи, то випадання опадів - важлива стадія виведення забруднюючих речовин із атмосфери.

Рівень забруднення атмосферних опадів у вигляді дощу і снігу дає змогу визначити відповідне забруднення ґрунтів в результаті осадження забруднюючих речовин із атмосфери [2,3,4,10].

Сніг знаходиться в більш тривалому контакті з атмосферним повітрям а ніж дощ, і тому при його дослідженнях вірогідність виявлення забруднювачів в атмосфері більш висока.

Джерелами хімічного складу снігового покриву є – атмосферні опади; аерозолі; речовини, які потрапляють із рослинного опадів, лісової підстилки, ґрунтів; речовини, які виділяються живими рослинами, в меншій мірі - тваринами.

Інтерес до вивчення складу снігу визначається тим, що він впливає на направленість процесів ґрунтоутворення, на удобрення ґрунтів поживними речовинами, на формування хімічного складу поверхневих та ґрунтових вод.

Аналіз існуючих літературних джерел дає змогу стверджувати, що механізм надходження розчинних речовин в сніговий покрив є таким [1,5,6]: при випаданні опадів в сніговий покрив, який формується, потрапляють розчинні речовини, що містяться в опадах. У період між випаданням опадів хімічний склад снігового покриву поповнюється за рахунок спонтанного „сухого” осадження аерозолів. Вони фіксуються в сніговому покриві тонкими прошарками сірого, коричнево-сірого, брудного та інших відтінків, відділяючи різновікові горизонти.

Проби снігу для дослідження відбираються на межі, що відповідає масштабу виконуваних робіт, з урахуванням елементів рельєфу, а також місцезнаходження джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферу.

У січні – лютому 2003 року були відібрані проби снігу в межах аеропорту „Київ” для екологічної оцінки за допомогою гідрохімічних методів та методів біотестування. Проби снігу були взяті в межах санітарно-захисної зони на відстані 20 м, 100 м та 1 км в Північно-Східному напрямі від аеропорту згідно встановленим Державним стандартам [6,7,8].

Біотестування проб снігу було здійснене вперше; інформація про застосування подібного методу для оцінки токсичності снігу в доступній нам літературі відсутня.

Під час проведення роботи було здійснено 3 серії дослідів за допомогою методів, розроблених як нашими вченими (біотестування на *Daphnia magna* Straus), так і досліди, що використовуються у міжнародній практиці (біотестування на *Allium sepa*, *Lactuca sativa*). Дані досліджень використовувались у комплексному біотестуванні для аналізу якості опадів у районі аеропорту “Київ”. Відомості про реакції тест-об’єктів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Результати біотестування проб снігу, відібраних в зоні аеропорту «Київ»

Місце відбору проб	Вид проби снігу	Вплив на тест-об’єкти			Заключення про токсичність проби
		<i>Daphnia magna</i> , ріст за 48 год, %	<i>Allium sepa</i> , ріст корінців, %	<i>Lactuca sativa</i> , ріст корінців, %	
Контроль	нещодавно випавший *	100.0	100.0	100.0	токсичність відсутня
	старий сніг**	100.0	100.0	100.0	токсичність відсутня
20 метрів	нещодавно випавший	10.0	83.0	41.0	токсична
	старий сніг	27.0	62.5	29.0	токсична
100 метрів	нещодавно випавший	56.0	64.0	58.0	токсична
	старий сніг	23.0	80.6	55.0	токсична
1000 метрів	нещодавно випавший	70.0	94.0	78.5	токсична
	старий сніг	73.0	83.6	75.0	токсична

* - сніг, що перебував в зоні аеропорту 2 доби;

** - сніг, що перебував в зоні аеропорту 10 діб.

В ході роботи з’ясована можливість оцінки стану опадів зони аеропорту, на основі гідрохімічного аналізу і методів біотестування. Результати досліджень дозволяють не лише виявити вміст забруднюючих речовин в екосистемі, але й оцінити їх вплив на тваринні і рослинні біотести.

Згідно з багатьма даними літературних джерел одним з найбільш чутливих видів до токсичного забруднення водного середовища є дрібне ракоподібне - *Daphnia magna* Straus (її чутливість оцінюється 10^{-10} - 10^{-4} мг/л). Універсальність дафній, як тест-об’єктів, дозволяє у більшості випадків оцінити токсичність водного середовища, а також кумулятивні властивості його сполук. При визначенні гострої токсичності показником є здатність до виживання гідробіонтів. Найбільш простим і надійним показником дії забруднювачів у гострих дослідах є загибель організмів або частіше – час його іммобілізації. Усі інші показники можна вважати додатковими [6]. Досвід використання методу тестування на *Daphnia magna* при дослідженні природних вод [9] показав, що дафнія може бути успішно використана при тестуванні якості природних вод.

Основним критерієм визначення токсичності проб є загибель більш ніж 50 % кількості піддослідних тварин. Результат проведеного біотесту на цих гідробіонтах свідчить, що

снігові опади на відстані 20 м, 100 м та 1000 м від аеропорту “Київ” можна вважати небезпечним для існування гідробіонтів в гострих дослідах (табл. 1).

При проведенні дослідів виявлено, що смертність дафній залежить також і від віку опадів, тобто від терміну часу, впродовж якого сніг перебував під дією забруднення. Так, проби старого снігу були більш токсичні, ніж проби снігу, що відібрані одразу після його випадання.

Для оцінки стану атмосферних опадів також були використані біотести на проростання корінців *Allium sera*, *Lactuca sativа*. Ці тести на виявлення фітотоксичності мають декілька переваг. По-перше, ці біотести легко провести при витраті мінімуму зусиль та часу. По-друге, використання *Allium sera*, *Lactuca sativа*, як тест-об’єктів, пояснюється тим, що вони є унікальними цитогенетичними матеріалами. Таким чином, можна досить просто досліджувати генетичні порушення клітин, що не просто зробити на інших тест-об’єктах. Дані про генотоксичність проб будуть подані у наступних роботах.

Аналізи реакцій рослинних тест-об’єктів на забруднення снігового покриву зони аеропорту показали достовірне пригнічення росту корінців *Allium sera*, *Lactuca sativа* (44% і 59% відповідно). Встановлено, що з віддаленістю від аеропорту токсична дія на рослинні тести послаблюється, тобто, прослідковується така ж тенденція, як і при проведенні тестування на тваринах. Фітотоксичність також збільшується в залежності від терміну перебування снігу в зоні аеропорту. Чим довше сніг перебуває в цій зоні – тим більша фітотоксичність (табл.1).

Дані гідрохімічних досліджень атмосферних опадів співпадають з результатами біотестування і свідчать, що вони достатньо забруднені. В більшій мірі це стосується азотовмісних сполук. Гідрохімічні показники забруднення атмосферних опадів зони аеропорту наведені в таблиці 2.

Таблиця 2.

Гідрохімічні показники проб снігу, відібраних в зоні аеропорту «Київ»

Місця відбору проб	Вид проб снігу	pH	Eh мВ	NH ₄ , мг/л	Азот амонійни, мг N/л	NO ₃ , мг/л	NO ₂ , мг/л	Сухий залишок, мг/л
Контроль	нещодавно випавший *	6.8	+100.0	0.1	30.0+30.0	0.2	0.01	90.0
	старий сніг**	6.5	+90.0	0.5	31.0+11.0	0.3	0.14	110.0
20 метрів	нещодавно випавший	6.1	+78.0	0.5	25.0+6.0	1.1	0.01	130.0
	старий сніг	6.4	+56.0	1.6	29.0+12.0	1.8	0.03	180.0
100 метрів	нещодавно випавший	6.3	+96.0	0.3	23.0+6.0	1.25	0.01	120.0
	старий сніг	6.5	+60.0	1.1	26.0+9.0	1.6	0.02	150.0
1000 метрів	нещодавно випавший	6.3	+98.0	0.1	21.0+9.0	1.3	0.01	120.0
	старий сніг	6.6	+90.0	0.9	25.0+6.0	1.4	0.01	130.0

* - сніг, що перебував в зоні аеропорту 2 доби;

** - сніг, що перебував в зоні аеропорту 10 діб.

Отримані результати дають змогу стверджувати, що токсичність зростає з наближенням до джерела забруднення, аеропорту “Київ”, і зменшується з віддаленням від нього. А також на рівень токсичності впливає такий фактор, як вік снігового покриву, тобто, термін перебування снігу в зоні аеропорту.

Дані біотестування та гідрохімічних досліджень свідчать про вплив авіатранспортних процесів на довкілля та на характеристики природних компонентів, зокрема, снігового покриву.

Результати досліджень свідчать, що звичайні лабораторні гідробіонти, які використовуються для різноманітних досліджень у галузі водної токсикології, можуть бути використані як біотести для якості забруднення атмосферного повітря. Бажано, щоб це були об'єкти, які використовуються з метою токсикологічного нормування, оскільки ці об'єкти та реакції на токсичний вплив більш вивчені і краще підлягають описанню. Для достовірності необхідно використовувати декілька об'єктів різних трофічних рівнів і для кожного з них - сукупність показників.

Список літератури

1. Баламцарашвілі Г.М. Основи геохімії навколишнього середовища: Навчально – методичний посібник. – К.: КПІ, 1997 – 67 с.
2. Воздействие выбросов автотранспорта на природную среду. //АН Латв. ССР. Ин – т биологии. Редактор Качалов О.Л. – Рига: Зинатне, 1989 – 140 с.
3. Волошини І.М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу. – Львів: Простір М, 1998 – 356 с.
4. Гончарук Е.И. Сидоренко Г.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве: Руководство. – М.: Медицина, 1986 – 320 с.
5. Кубланов С.Х. Шпаківський Р.В. Моніторинг довкілля. – К.: 1998 – 92 с.
6. Майорова О.А. Геохимический подход к оценке экологического риска: Автореферат. – М.: Институт минералогии, 2002 – 24 с.
7. Методы исследований загрязнений атмосферного воздуха. // Редактор Сысин А.Н.- М.: Всесоюзный институт коммунальной санитарии и гигиены, 1940 – 52 с.
8. Методы оценки состояния природной среды: Сборник научных трудов. – Владивосток: Тихоокеанский институт географии, 1987 – 176 с.
9. Щербань Э.П. Применение тестов на ветвистоусых ракообразных в биомониторинге токсичности природных вод. // Обобщенные показатели качества вод - 83: Практические вопросы биотестирования и биоиндикации // Тез. докл. Всесоюз. симпоз. – Черногоровка, 1983 – 105 –107 с.

Majd S., Kipnis L., Franchuk G.

(National aviation university, Kyiv, the Ukraine).

LONG-TERM ELABORATION OF THE TESTING METHODS FOR CONTROLLING THE AVIATION PROCESSES' IMPACT THE ENVIRONMENT

Result of biotesting and hydrochemical researches are given displaying toxicity of show cover inside of the aeroport zone “Kyiv”. Determined negativ effects on the living processes of test-organisms in the show samples from the aeroport zone. It was admitted possibility to find out air and soil pollutants from results of testing show samples.

Key words: biotesting, test-organism, environmental issue, aeroport zone.

В результаті підвищення інтенсивності авіатранспортних процесів в межах аеропорту “Київ” підсилюється негативна дія **техногенного забруднення** на навколишнє природне середовище.

Враховуючи, що аеропорт “Київ” не має чітко встановленої санітарно-захисної зони і не винесений за межі міста, а знаходиться в одному із центральних районів міста Києва, **проблема забруднення** довкілля є актуальною і потребує проведення екологічних досліджень.

Для встановлення екологічного ризику, а також для забезпечення екологічно безпечного середовища, надзвичайно важливою є проблема визначення **реального стану довкілля**, для чого нами і проводиться моніторинг зони аеропорту.

На сьогодні першочерговим завданням є проведення комплексного моніторингу зони аеропорту “Київ” та виявлення техногенного навантаження на довкілля.

В результаті **авіатранспортних перевезень**, які здійснюються 33 повітряними кораблями аеропорту, відбувається забруднення ґрунтів, водних об'єктів та атмосфери, а також завдається шкода тваринним та рослинним асоціаціям, тобто здійснюється вплив на якість характеристик природних компонентів.

Зважаючи на те, що в результаті здійснення авіатранспортних процесів більш інтенсивного забруднення зазнає атмосфера, то особлива увага при проведенні моніторингу нами було приділена виявленню ступеню забруднення атмосферного повітря зони аеропорту, в радіусі 1 км.

В ході аналізу літературних джерел нами було встановлено, що забруднення атмосфери можна оцінювати **на основі характеристики** атмосферних опадів.

Атмосферні опади є найбільш **об'єктивним методом оцінки** стану атмосферного повітря.

Аналіз літературних джерел свідчить, що на основі характеристики атмосферних опадів можна визначити **атмосферні аномалії**. Такий спосіб контролю атмосфери через оцінювання атмосферних опадів є більш **простим і зручним** в порівнянні з традиційними.

Сніг знаходиться **в більш тривалому контакті** з атмосферним повітрям а ніж дощ, і тому при його дослідженнях вірогідність виявлення забруднювачів в атмосфері більш висока.

У ході моніторингу, в межах санітарно-захисної зони аеропорту „Київ” на 20 м, 100 м та 1 км, у січні – лютому 2003 року нами були відібрані проби снігу **для екологічної оцінки** за допомогою гідрохімічних методів та методів біотестування.

Під час аналізу снігового покриву, нами були враховані такі лімітуючі показники, як напрям вітру, вік снігу та віддаленість від джерела забруднення.

Нами також були проведені **гідрохімічні дослідження** проб снігового покриву. Дані цих досліджень співпадають з результатами біотестування і свідчать, що проби снігу достатньо забруднені.

В більшій мірі це стосується **азотовмісних сполук**.

Дані гідрохімічних досліджень наведені в таблиці

Гідрохімічні показники проб снігу, відібраних в зоні аеропорту «Київ»

Що стосується біотестування проб снігу, то воно було здійснено нами вперше; інформація про застосування подібного методу для оцінки токсичності снігу в доступній нам літературі виявлено не було.

Під час проведення моніторингу нами було здійснено 3 серії дослідів за допомогою методів, розроблених як **нашими вченими** (біотестування на *Daphnia magna* Straus), так і досліді, що використовуються у **міжнародній практиці** (біотестування на *Allium* сера, *Lactuca sativa*).

Згідно з даними літературних джерел одним з найбільш чутливих видів до токсичного забруднення водного середовища є дрібне ракоподібне - ***Daphnia magna* Straus** (її чутливість оцінюється 10^{-3} - 10^{-4} мг/л).

При визначенні гострої токсичності **показником** є здатність до виживання гідробіонтів. Найбільш простим і надійним показником дії забруднювачів у гострих дослідях є загибель піддослідних організмів.

Досвід використання методу тестування на *Daphnia magna* при дослідженні природних вод та результати наших експериментів, показали, що дафнія може бути **успішно використана** для виявлення токсичності атмосферних опадів.

Основним критерієм визначення токсичності проб є загибель більш ніж 50 % кількості піддослідних тварин.

Результат проведеного біотесту на цих гідробіонтах свідчить, що снігові опади на відстані 20 м, 100 м та 1000 м від аеропорту “Київ” можна вважати **небезпечним для існування** гідробіонтів в гострих дослідях

При проведенні дослідів виявлено, що смертність дафній залежить також і від віку опадів, тобто від терміну часу, впродовж якого сніг перебував під дією забруднення. Так, проби старого снігу були більш токсичні, ніж проби снігу, що відібрані одразу після його випадання.

Відомості про реакції тест-об'єктів наведені в таблиці.

Результати біотестування проб снігу, відібраних в зоні аеропорту «Київ»

Для оцінки стану атмосферних опадів також були використані біотести на проростання корінців ***Allium* сера, *Lactuca sativa***. Ці тести на виявлення фітотоксичності мають декілька переваг.

По-перше, ці біотести легко провести при витраті мінімуму зусиль та часу.

По-друге, використання *Allium* сера, *Lactuca sativa*, як тест-об'єктів, пояснюється тим, що вони є унікальними цитогенетичними матеріалами.

Таким чином, можна досить просто **досліджувати генетичні порушення** на клітинному рівні, що не просто зробити на інших тест-об'єктах. Дані про генотоксичність проб будуть представлені у наступних роботах.

Рослинні тест-об'єкти, які використовуються для біотестування снігового покриву зони аеропорту показали достовірне пригнічення росту корінців (44% і 59% відповідно).

Встановлено, що **фітотоксичність залежить** від терміну перебування снігу в зоні аеропорту. (Чим довше сніг перебуває в зоні – тим більша фітотоксичність)

Токсична дія на рослинні тести також **залежить** від віддаленості від аеропорту , тобто, прослідковується така ж тенденція, як і при проведенні тестування на тваринах.

Отже, отримані результати дають змогу зробити **висновок**, що токсична дія на тест-об'єкти зростає з наближенням до аеропорту "Київ", і зменшується з віддаленням від нього. На рівень токсичності також впливає такий фактор, як вік снігового покриву, тобто, термін перебування снігу в зоні аеропорту.

Дані біотестування та гідрохімічних досліджень свідчать про вплив авіатранспортних процесів на характеристики природних компонентів, зокрема, на **якості снігового покриву**.

Таким чином на підставі реакції тест-об'єктів проби снігу, які відібрані в санітарно-захисній зоні аеропорту, **можна вважати гостро токсичними**.

Для того, щоб з'ясувати, **що ж саме викликає загибель** тест-об'єктів, нами був проведений атомно – абсорбційно – спектральний аналіз проб снігового покриву і було встановлено, що вміст металів в атмосфері аеропорту "Київ" перевищує встановлені ГДК. Проте, концентрація металів в сніговому покриві, навіть в такій кількості, на наш погляд, не може призвести, до загибелі тест-об'єктів.

Отже, пошук забруднювачів атмосферного повітря зони аеропорту "Київ" триває.

На основі результатів експериментів нами були зроблені узагальнення і ми прийшли до висновку, що звичайні лабораторні гідробіонти, які використовуються для різноманітних досліджень у галузі водної токсикології, можуть бути використані як біотести для **якості забруднення атмосферного повітря**.

Враховуючи цей факт і те, що атмосферні опади раніше не піддавались біотестуванню, на нами був описаний і запатентований новий спосіб оцінки стану атмосферного повітря через біотестування проб атмосферних опадів.

