

КОМПЛЕКСНА ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНА ОЦІНКА УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА – МІСТА ДНІПРОПЕТРОВСЬКА

Проведена комплексная оценка экологического состояния города Днепропетровска цитогенетическими методами биоиндикации. Результаты показали, что в целом экологическая ситуация в городе по общему токсико-мутагенному фону характеризуется как „неудовлетворительная”.

Проведена комплексна оцінка екологічного стану міста Дніпропетровська цитогенетичними методами біоіндикації. Результати показали, що в цілому екологічна ситуація в місті за загальним токсико-мутагенним фоном характеризується як „незадовільна”.

Complex evaluation of the ecological state of Dnipropetrovs'k is carried out with use of the cytogenetic methods of bioindication. The results showed that the ecological situation of the city on general toxic and mutagenic background is characterized as „unsatisfactory”.

Оцінка якості урбанізованого середовища, насиченого різноманітними джерелами забруднення, разом з теоретичним, має найважливіше практичне значення. Проте використання фізичних, фізико-хімічних, хімічних методів обстеження при їх високій точності не може створити повної картини екологічної ситуації. Забруднювачі, присутні в навколишньому середовищі в низьких концентраціях, як правило, не відстежуються, хоча їх вплив на природні об'єкти зберігається.

Дніпропетровськ є крупним урбанізованим середовищем, який має свій наймогутніший арсенал промислових об'єктів і велику кількість автотранспорту. На його території розташовано більше 300 підприємств металургійної, коксохімічної, металообробної, будівельної та інших галузей промисловості, що забруднюють атмосферне повітря, ґрунти, поверхневі та підземні води [1].

Природні компоненти урбосередовища, і в першу чергу рослини як об'єкти фітотомоніторингу, можуть використовуватися для отримання інформації як про недавню і короткочасну, так і про тривалу (хронічну) дію забруднюючих речовин протягом певного періоду часу у минулому [2]. Таким чином, тільки доповнення об'єктивної інформації хімічного і фізико-хімічного контролю даними біомоніторингу наблизить нас до адекватної оцінки екологічної ситуації в сучасному місті і проведення екологічного картографування, в тому числі виявленню зон найбільшого екологічного неблагополуччя.

Враховуючи все вищенаведене, метою роботи є проведення комплексної оцінки екологічного стану м. Дніпропетровська, а саме: атмосферного повітря, ґрунтів та поверхневих водних джерел за допомогою методів біоіндикації, а також картографування території міста за цими показниками.

Об'єкти та методи дослідження

Дослідження проводилися на території м. Дніпропетровська, де було виділено 17 тест-полігонів, які охоплюють практично всю територію міста, на яких стан атмосферного повітря оцінювався у 200 пунктах, ґрунтів – у 72, водних

проточних і непроточних водоймищ – у 12 пунктах міста за допомогою методів біоіндикації впродовж 2004 року.

Стан атмосферного повітря за загальною токсичністю (або потенційною мутагенністю) досліджувався за допомогою тесту “Стерильність пилку” рослин-індикаторів на усіх тест-полігонах у 200 пунктах. В кожному пункті було використано від одного до одинадцяти видів індикаторних рослин, проаналізовано від 1 до 3 тис. та більше клітин пилку кожного виду на тимчасових препаратах, забарвлених йодним розчином за Грамом [3].

Токсико-мутагенні властивості ґрунтів досліджували за допомогою ростового тесту, за тестами "Величина мітотичного індексу", які характеризують токсичність ґрунтів, та "Аберантність хромосом" у кореневій меристемі *Allium cepa* L. (мутагенність ґрунтів) [3]. Проби ґрунтів були відібрані у 56 моніторингових точках у різних районах міста, в якості контролю використовували ґрунт місцевої екологічно чистої зони – с. Новоалександрівка. На зразках ґрунтів пророщувалося насіння індикаторної культури *Allium cepa* L. протягом 72 годин в умовах термостату.

Екологічний стан водних екосистем м. Дніпропетровська оцінений за результатами проведеної серії дослідів за Ростовим тестом на трьох видах тест-рослин: редис звичайний (*Raphanus sativus* L), цибуля звичайна (*Allium cepa* L), пшениця озима (*Triticum sativum*). Усього на території міста було відібрано 36 проб води з 12 пунктів відбору. Найбільше проб відбирали вздовж гирла Дніпра. Рослини вирощували у лабораторних умовах: впродовж 48 год. - *Raphanus sativus* L, 72 год. - *Allium cepa* L і 108 год. - *Triticum sativum* на досліджуваному середовищі в умовах термостату. За контроль була взята дистильована вода. По завершенню терміну експозиції виміряли довжину головного кореня кожного насіння.

Отримані данні статистично обробляли та приводили у єдину систему умовних показників ушкодженості біосистем (УПУ), що дозволило зробити оцінку стану навколишнього середовища за допомогою інтегральних умовних показників ушкодженості (ІУПУ).

Критерії УПУ та ІУПУ визначалися з урахуванням аналогічних показників в комфортних і критичних умовах, а також природної стійкості популяції пилкових клітин фітоіндикаторів до впливу техногенних факторів на урбанізованих територіях. Для ранжування території міста за станом навколишнього середовища була застосована уніфікована шкала оцінки екологічної ситуації [4, 5].

За допомогою програмного забезпечення SURFER на основі отриманих УПУ та ІУПУ було проведено картографування м. Дніпропетровська при відстроєні ізоліній, що характеризують стан загальної токсичності (або потенційної мутагенності) повітря, токсичність та мутагенність ґрунтів. Спектр кольору відповідає уніфікованій оцінювальній шкалі.

Результати досліджень

Оцінка екологічного стану повітря

Результати оцінки якості атмосферного повітря за тестом “Стерильність пилку” рослин-індикаторів, які ростуть на території м. Дніпропетровська наведені в табл. 1.

Загальна оцінка екологічного стану атмосферного повітря

Номер полігону	ІУПУ _{токс}	Рівень ушкодженості	Стан біосистем	Екологічна ситуація
1	0,364	Середній	Конфліктний	Незадовільна
2	0,359	Середній	Конфліктний	Незадовільна
3	0,371	Середній	Конфліктний	Незадовільна
4	0,306	Середній	Конфліктний	Незадовільна
5	0,427	Середній	Конфліктний	Незадовільна
6л	0,473	Вище середнього	Загрозливий	Незадовільна
6п	0,442	Середній	Конфліктний	Незадовільна
7	0,313	Середній	Конфліктний	Незадовільна
8	0,247	Нижче середнього	Насторожуючий	Задовільна
9	0,259	Нижче середнього	Насторожуючий	Задовільна
10	0,334	Середній	Конфліктний	Незадовільна
11	0,514	Вище середнього	Загрозливий	Незадовільна
12	0,374	Середній	Конфліктний	Незадовільна
13	0,427	Середній	Конфліктний	Незадовільна
14	0,402	Середній	Конфліктний	Незадовільна
15	0,440	Середній	Конфліктний	Незадовільна
16	0,491	Вище середнього	Загрозливий	Незадовільна
17	0,519	Вище середнього	Загрозливий	Незадовільна
Середнє	0,415	Середній	Конфліктний	Незадовільна

Дані, які приведені у табл. 1, вказують на те, що найгірший стан атмосферного повітря за тестом „Стерильність пилку рослин” з „незадовільною” оцінкою виявлено на тест-полігонах: 6л, 11, 16 та 17. В найкращому стані знаходяться полігони – 8 і 9. Більшість інших тест-полігонів мають „незадовільну” оцінку, але з „конфліктним” станом біосистем та з „середнім” рівнем ушкодженості.

Для візуалізації отриманих даних проведено картографування міста за тестом „Стерильність пилку рослин” (рис. 1).

Найгірший стан атмосферного повітря спостерігається на півдні Бабушкінського та Жовтневого районів м. Дніпропетровська, на сході Ленінського району, у південній та північно-західній частинах Амур-Нижньодніпровського району, а також у північно-західній частині Індустріального району. Саме у цих пунктах і розташовано більшість промислових підприємств.

В цілому стан навколишнього природного середовища за результатами проведених досліджень якості атмосферного повітря міста Дніпропетровська у 2004 році оцінюється як „незадовільний” з “середнім” рівнем ушкодженості і “конфліктним” станом біоіндикаторів.

Комплексна еколого-генетична оцінка токсико-мутагенної активності ґрунтів м. Дніпропетровська за результатами біотестування

Результати комплексної оцінки токсико-мутагенної активності ґрунтів м. Дніпропетровськ за результатами трьох біотестів: „Ростовий тест”, та „Величина мітотичного індексу” і „Аберантність хромосом” в кореневій меристемі *Allium* *sepa* L. представлені в табл. 2.

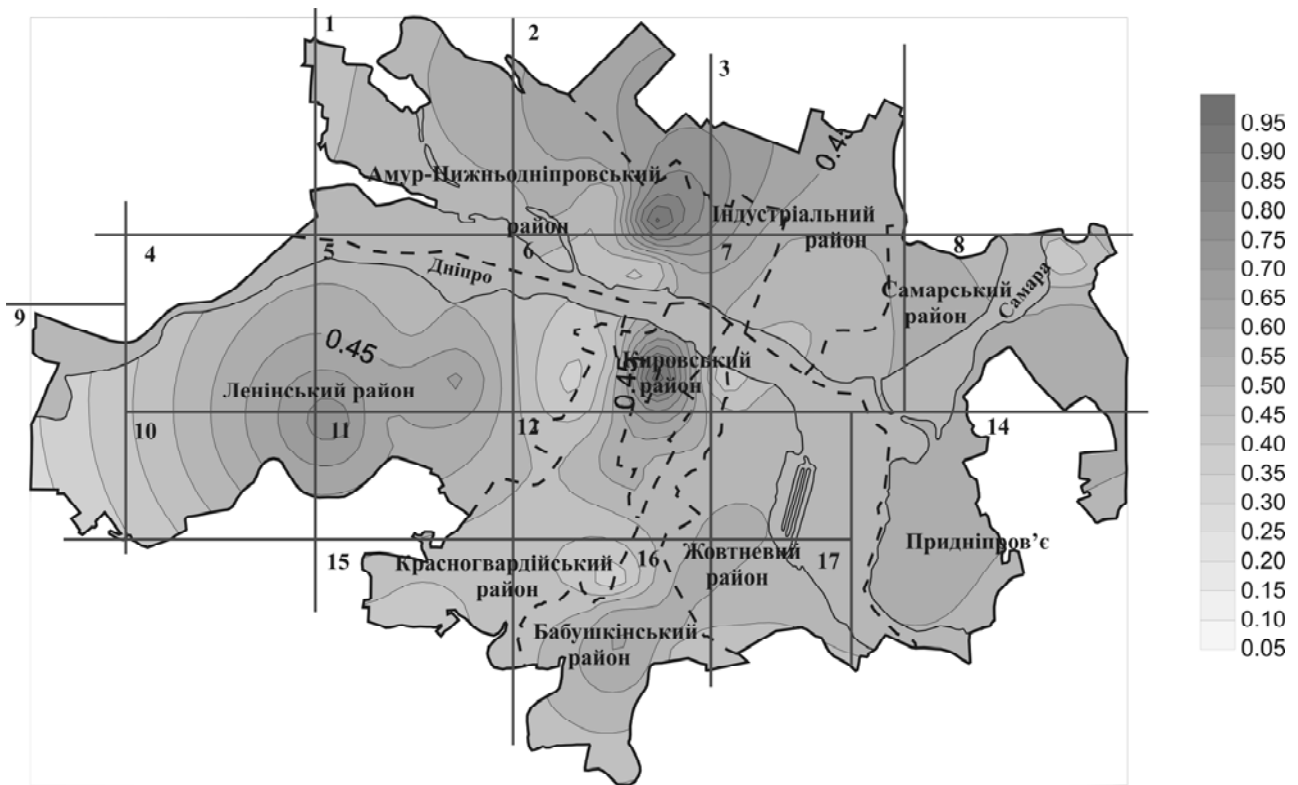


Рис. 1. Картографування м. Дніпропетровська за токсичністю атмосферного повітря за тестом „Стерильність пилку рослин”

Аналіз даних табл. 2 виявив, що екологічний стан ґрунтів м. Дніпропетровська, оціненого за Ростовим тестом, змінюється від „задовільного” до „катастрофічного”, що вказує на присутність фітотоксичного ефекту.

Екологічний стан ґрунтів на території 12 тест-полігонів м. Дніпропетровська оцінюється як „незадовільний”. В 5 полігонах (1, 4, 6п, 9, 10) ґрунти отримали „задовільну” екологічну оцінку і лише в одному 17-му полігоні – „катастрофічну”. Слід відмітити, що в усіх досліджених полігонах міста відмічається „незадовільна” екологічна ситуація за станом ґрунтів, при цьому на 10 полігонах стан біоіндикаторів оцінюється як „конфліктний” (2, 3, 5, бл, 8, 11-15), та 2 полігонах (7, 16) – „загрозливий”.

Узагальнення результатів дослідження стану ґрунтів за Ростовим тестом дозволяють зробити висновок, що в середньому ґрунти м. Дніпропетровська мають „незадовільний” екологічний стан.

Оцінивши стан ґрунтів міста на рівні організмів, прийшли до необхідності визначення їх екологічного стану методом біоіндикації на клітинному рівні за допомогою більш чутливих та інформативних цитогенетичних біотестів.

Токсичність ґрунтів на клітинному рівні визначали за тестом „Величина мітотичного індексу”. Аналіз інтегральних даних приведених у табл. 2 вказує на те, що УПУ, які характеризують токсичність ґрунтів змінюються в інтервалах від 0,437 до 0,615 у.о., що вказує на різноманітний стан ґрунтів від „незадовільного” до „катастрофічного”. На території усіх визначених полігонів міста спостерігається „незадовільна” екологічна ситуація за показником токсичності ґрунтів, але стан біосистем неоднаковий: „загрозливий” на полігонах 1, 2, 3, 6п, 7, 10, 11, 14; „конфліктний” на інших полігонах. У середньому в місті екологіч-

ний стан ґрунтів за їх токсичністю оцінено як „незадовільний” з „вище за середній” рівнем ушкодженості та „загрозливим” станом біоіндикаторів.

Таблиця 2

Результати комплексної оцінки токсико-мутагенної активності ґрунтів м. Дніпропетровськ за результатами біотестування

№ полігону	Токсичність			Мутагенність	Токсико-мутагенна активність
	за Великою мітотичною індексом	за Ростовим тестом	ІУПУ токс		
1	0,555	0,293	0,424	0,604	0,514
2	0,615	0,400	0,508	0,438	0,473
3	0,611	0,352	0,482	0,388	0,435
4	0,437	0,247	0,342	0,351	0,347
5	0,477	0,437	0,457	0,355	0,406
бл	0,528	0,419	0,474	0,298	0,386
бп	0,555	0,280	0,418	0,435	0,426
7	0,549	0,456	0,503	0,360	0,431
8	0,486	0,355	0,421	0,369	0,395
9	0,463	0,233	0,348	0,387	0,368
10	0,479	0,298	0,389	0,428	0,408
11	0,597	0,442	0,519	0,487	0,503
12	0,527	0,435	0,481	0,341	0,411
13	0,531	0,350	0,441	0,367	0,404
14	0,515	0,389	0,452	0,442	0,447
15	0,522	0,337	0,429	0,283	0,356
16	0,515	0,515	0,515	0,354	0,435
17	0,514	0,641	0,577	0,374	0,475
Середнє у місті	0,526	0,382	0,454	0,392	0,423

Що стосується мутагенної активності ґрунтів, то за цією ознакою УПУ змінюються від 0,283 до 0,604, що вказує на наявність ґрунтів як з „задовільним”, так і „катастрофічним” станом. Території досліджуваних полігонів м. Дніпропетровська за показником мутагенності ґрунтів мають „незадовільну” екологічну ситуацію з „середнім” рівнем ушкодженості та „конфліктним” станом біоіндикаторів, крім 11 полігону, де відзначено „загрозливий” стан ґрунтів з „вище за середній” рівнем ушкодженості. Найбільша мутагенність ґрунтів спостерігається на 1 полігоні, де спостерігається „катастрофічна” екологічна ситуація та „критичний” стан ґрунтів. Найкраща екологічна ситуація за цим показником відзначена в двох полігонах – бл, 15 (УПУ=0,151-0,300), де стан ґрунтів оцінено як „задовільний” з „нижче за середній” рівнем ушкодженості та „насторожуючим” їх станом. Таким чином, екологічний стан на території міста за показником мутагенної активності ґрунтів оцінено як „незадовільний” з „конфліктним” станом біосистем.

Аналізуючи отримані дані, що характеризують токсичність та мутагенність ґрунтів, було виявлено тенденцію збільшення рівня токсичності, особливо за тестом „Величина мітотичного індексу”, в порівнянні з їх мутагенністю. Тому можна зробити висновок, що найбільш чутливим з трьох використаних біотестів, виявився тест „Величина мітотичного індексу” у меристематичних тканинах фітоіндикаторів, про що свідчать найвищі значення оцінювальних показників ($УПУ_{\text{токс}} = 0,437-0,615$).

Оцінки загальної токсико-мутагенної активності ґрунтів вказують на те, що ґрунти м. Дніпропетровська мають „незадовільну” екологічну ситуацію з „конфліктним” станом біоіндикаторів, крім полігонів 1, 2, 11, 17, де стан біосистем оцінено як „загрозливий”. В середньому на території міста екологічний стан ґрунтів за їх токсико-мутагенною активністю оцінено як „незадовільний”.

За результатами проведених досліджень були побудовані карти, що характеризують токсичність (рис. 2) та мутагенність ґрунтів (рис. 3) м. Дніпропетровська.

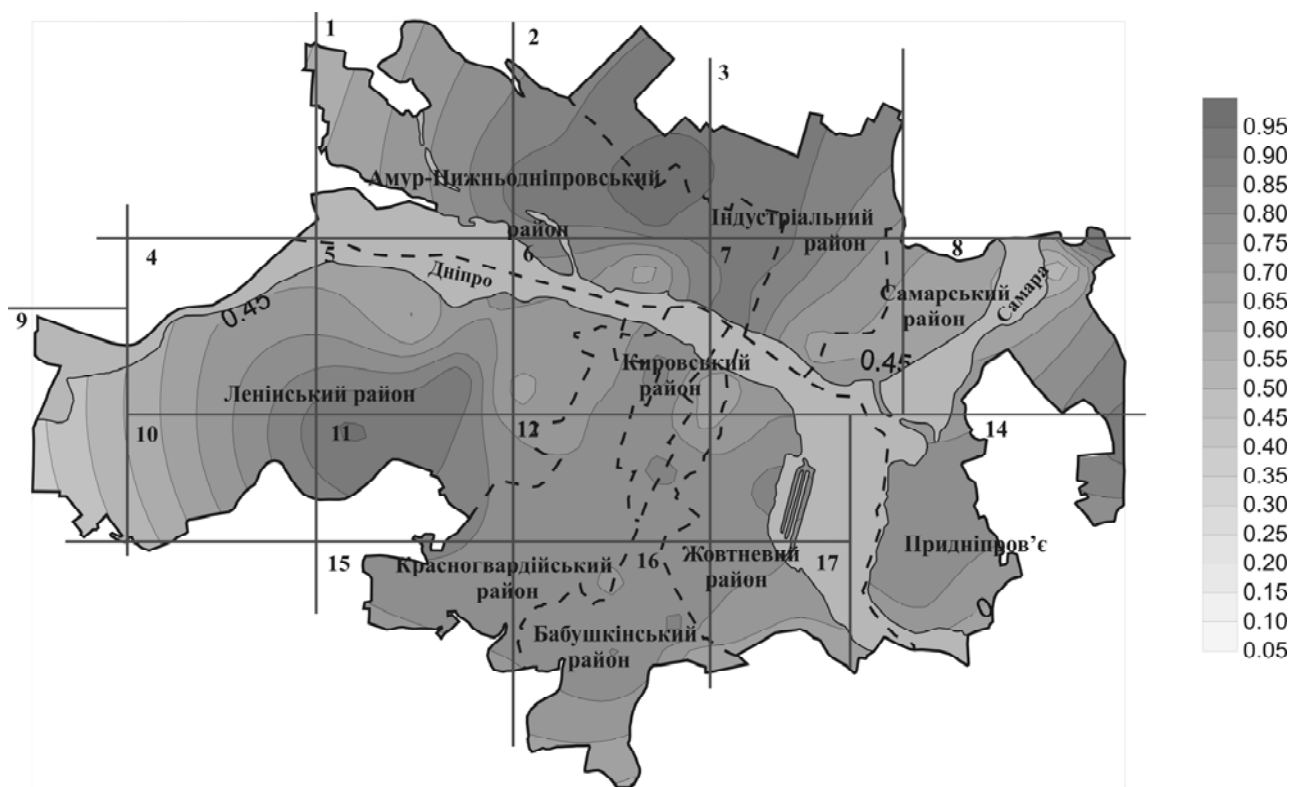


Рис. 2. Токсичність ґрунтів м. Дніпропетровська за тестом “Величина мітотичного індексу” у меристематичних клітинах фітоіндикаторів та за Ростовим тестом

Було виявлено чотири зони з підвищеним рівнем токсичності та мутагенності ґрунтів – північна частина Індустріального району, майже весь Кіровський район, південна частина Ленінського та Бабушкінського районів.

Оцінка токсичності водних джерел м. Дніпропетровська з використанням Ростового тесту

Результати оцінки токсичності водних джерел м. Дніпропетровська за допомогою Ростового тесту приведені в табл. 3.

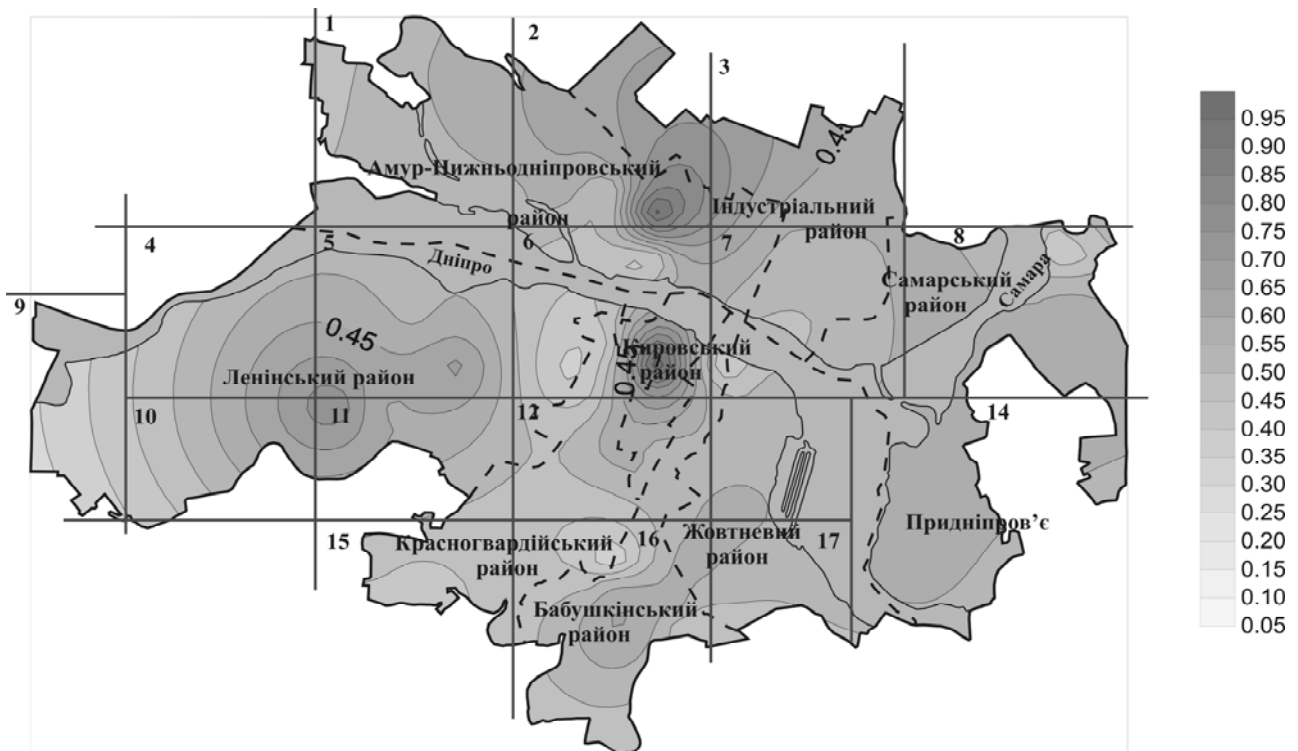


Рис. 3. Мутагенність ґрунтів м. Дніпропетровська за тестом “Аберантність хромосом” у меристематичних клітинах фітоіндикаторів

Як видно з отриманих результатів поверхневі водойми м. Дніпропетровська мають токсичний фон, так як у більшості варіантів дослідження спостерігається пригнічення ростових процесів від 9 до 40% від контролю.

Екологічний стан р. Дніпр за умовними показниками ушкодженості характеризується як „задовільний” (ІУПУ = 0,220), тільки на лівому березі у точці відбору проб біля Кайдацького мосту екологічну ситуацію оцінено як „незадовільну” (ІУПУ = 0,302). Спостерігається зниження токсичності води у ріці вниз за течєю: від Кайдацького мосту (0,211 – 0,302) до Південного (0,111 – 0,133).

Більш несприятлива екологічна ситуація спостерігається у непроточних водоймищах міста, а саме: в озері Куряче - „незадовільна” з „насторожуючим” станом біоіндикаторів, в ставі парку ім. Глоби – „незадовільна” з „конфліктним” станом біоіндикаторів.

Більш низький рівень токсичності проточних водойм м. Дніпропетровська може бути зумовленим природними процесами самоочищення. Загрозлива ситуація у ставі парку ім. Глоби, місці відпочинку великої кількості людей, зумовлена високою концентрацією органічних сполук і засміченням дна ставу.

Взагалі екологічний стан поверхневих водойм м. Дніпропетровська за рівнем токсичності можна охарактеризувати як „задовільний”.

Інтегральна оцінка екологічної ситуації на території міста Дніпропетровська за комплексом цитогенетичних біотестів за сумарним токсикомутагенним фоном представлена у табл. 4.

Аналіз даних табл. 4 вказує на те, що у місті Дніпропетровську спостерігається „незадовільний” екологічний стан як окремих об’єктів довкілля, так і території в цілому, крім природних вод, стан яких за досліджений період оцінено як „задовільний”.

Таблиця 3

Інтегральна оцінка токсичності поверхневих водоймищ м. Дніпропетровська
за Ростовим тестом

Місце відбору проб	Allium sepa L		Raphanus sativus L		Triticum sativum		ІУПУ
	ФЕ, %	УПУ	ФЕ, %	УПУ	ФЕ, %	УПУ	
Південний міст (При- дніпровськ)	14	0,150	11	0,100	14	0,150	0,133
Південний міст (ж/м Перемога-6)	16	0,183	9	0,067	10	0,083	0,111
Новий міст (правий берег)	20	0,250	15	0,167	10	0,083	0,167
Новий міст (лівий берег)	14	0,150	12	0,117	15	0,167	0,145
Амурський міст (правий берег)	15	0,167	15	0,167	10	0,083	0,140
Амурський міст (лівий берег)	25	0,333	17	0,200	19	0,233	0,255
Кайдакський міст (правий берег)	22	0,283	16	0,183	15	0,167	0,211
Кайдакський міст (лівий берег)	24	0,317	15	0,167	29	0,400	0,302
Озеро Куряче	27	0,367	20	0,250	35	0,500	0,372
Озеро Парку Глоби	31	0,433	36	0,517	40	0,583	0,511
Монастирський ост- рів (дальній край)	9	0,067	15	0,167	18	0,217	0,152
Монастирський ост- рів (біля церкви)	12	0,117	14	0,150	11	0,100	0,122
Середнє							0,220

Таблиця 4

Інтегральна оцінка стану довкілля за токсико-мутагенним фоном

Назва тест-систем	ІУПУ	Рівень ушкоджу- ності біосистем	Стан біосистем	Стан довкілля
Токсичність повітря	0,415	Середній	Конфліктний	Незадовільний
Мутагенність ґрунтів	0,392	Середній	Конфліктний	Незадовільний
Токсичність ґрунтів	0,454	Вище за середній	Загрозливий	Незадовільна
Токсичність природних водойм	0,220	Нижче за середній	Насторожу- ючий	Задовільна
Токсико-мутагенний фон м. Дніпропетровська	0,370	Середній	Конфліктний	Незадовільний

Більшість використаних в дослідженнях біоіндикаторних систем мали „конфліктний” стан під впливом шкідливих факторів навколишнього середовища і їх ушкодженість має „середній” рівень. Однак, у окремих біоіндикаторів стан біосистем інший, а саме: „загрозливий” стан встановлений у тест-системах, які оцінюють токсичність ґрунтів з рівнем ушкодженості „вище середнього; і лише ростовий тест за токсичністю природних вод говорить про „насторожуючий” стан біосистем з рівнем ушкодженості „нижче середнього”.

Висновки:

1. Проведена комплексна оцінка еколого-біологічного стану атмосферного повітря, ґрунтів та поверхневих водоймищ міста Дніпропетровська цитогенетичними методами біоіндикації. Результати показали, що в цілому екологічна ситуація в місті за загальним токсико-мутагенним фоном характеризується як „незадовільна”.

2. Вперше побудовані карти, що характеризують токсичність (або потенційну мутагенність) атмосферного повітря, токсичність та мутагенність ґрунтів міста Дніпропетровська за допомогою програмного забезпечення SURFER при відстроєні ізоліній.

3. Картографування міста дало змогу виявити очаги ушкодження біологічних систем в залежності від техногенної напруженості, що, в свою чергу, дає можливість у прийнятті рішень, які будуть направлені на поліпшення стану довкілля та здоров'я населення на урбанізованих територіях.

Література

1. Павлов В.О., Переметчик М.М., Колотенко В.П., Шевченко Б.Є. Екологічний паспорт міста Дніпропетровська. (Управління з екології Дніпропетровської міськради).- Дніпропетровськ.- УкО ІМА-прес.- 2000.- 112 с.

2. Л.М. Кавеленова. Экологические основы и принципы построения системы фитомониторинга урбосреды в лесостепи //Вестник СамГУ – Естественнонаучная серия. - 2003. -Второй спец. выпуск.

3. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. - М.: Агропромиздат. 1988.-255 с.

4. Методологические аспекты оценки мутагенного фона и генетического риска для человека и биоты от действия мутагенных экологических факторов /Горова А.И., Бобырь П.Ф., Скворцова и др.// Цитология и генетика. - 1996. - Т.30.- №6.- С.78-86.

5. Горова А.И. Методичні аспекти оцінки генетичних наслідків техногенезу // Екологія і природокористування: Зб. наукових праць.- Дніпропетровськ, 2001. - Вип . 3.- С. 143-151.

*Рекомендована к публикации д.т.н. Зборовским А.В.
Поступила в редакцию 25.09.06*

УДК 504.53:631.95

© М.М. Харитонов

ЕФЕКТИВНІСТЬ ДЕТОКСИКАЦІЇ ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ҐРУНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МІНЕРАЛІВ

В вегетационных опытах по выращиванию ячменя и сои на субстратах с питательной смесью, черноземной и дерново-подзолистой почве выявлена эффективность от использования некоторых минералов для детоксикации загрязнения тяжелыми металлами. Применение сапонита, цеолита и палыгорскита представляется наиболее перспективным, так как уменьшается фитотоксическое действие и подвижность тяжелых металлов