

КАРТОГРАФУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ МІСТА ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ЗА СТАНОМ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ

Внедрение системы цитогенетического мониторинга окружающей среды урбанизированной территории города Днепропетровска с использованием биотеста «Стерильность пыльцы» высших растений. Установлено, что состояние воздушного бассейна города «неудовлетворительное». Проведено картографирование территории по указанному показателю.

Впровадження системи цитогенетического моніторингу навколишнього середовища урбанізованої території міста Дніпропетровська з використанням біотеста «Стерильність пилку» вищих рослин. Установлено, що стан повітряного басейну «незадовільний». Проведено картографування території за зазначеним показником.

Implementation of the cytogenetic monitoring system on urbanized areas of Dnipropetrovs'k with use the biological test "Pollen Sterility" is considered. As a bioindicators of environmental condition ferns were selected. It is stated that the condition of air basin is unsatisfactory. The mapping of the city territory on calculated indexes has been conducted.

Останнім часом велику тривогу викликає постійно зростаюче глобальне забруднення планети і важка екологічна ситуація на Україні. Забруднення біосфери шкідливими речовинами, поява нових хімічних сполук, підвищення радіоактивності і т.д. загрожує стану навколишнього середовища і здоров'я населення.

Ці проблеми особливо актуальні для урбанізованих територій, до яких відноситься м. Дніпропетровськ - одне з найбільш техногенно-перевантажених міст України. Високорозвинена промисловість, інтенсивна господарська діяльність, що продовжується протягом останніх десятиліть, а також зростання кількості автомобільного транспорту значно погіршили екологічний стан навколишнього природного середовища міста, особливо стан повітряного басейну [1].

Стан довкілля можливо оцінити за допомогою фізико-хімічних аналізів, але вони не відображають біологічної активності всієї сукупності забруднювачів. Сьогодні одним із головних завдань екологічного моніторингу є впровадження біологічного моніторингу, який пов'язаний із порушеннями в біологічних системах та дозволяє виявити основні тенденції зміни стану біосфери в цілому.

Цитогенетичний моніторинг займає центральне місце в біологічному моніторингу, так як завдяки йому можливо визначити еколого-генетичну ситуацію і спрогнозувати її на майбутнє за допомогою високочутливих біоіндикаторів і цитогенетичних тест-систем. При виборі біоіндикаторів перевагу, як правило, віддають рослинам, які характеризують стан навколишнього середовища, в якому вони ростуть, тому що реагують на дію різних шкідливих факторів і тим самим дають можливість виявити ступінь забруднення [2].

Метою роботи є розробка і впровадження системи цитогенетичного моніторингу стану повітряного басейну урбанізованої території міста Дніпропетровська та її картографування.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження були проведені в урбанізованій території міста Дніпропетровська. Екологічний стан атмосферного повітря міста за загальною токсичністю, або потенціальною мутагенністю, визначався методом біоіндикації з використанням високочутливого цитогенетичного тесту «Стерильність пилку» вищих рослин – представників місцевої флори (понад 40 видів) - на 17 тест-полігонах (рис. 1, 2). До найбільш характерних рослин для міста відносяться: до I групи стійкості (високо стійкі) - в'юнок польовий (*Convolvulus arvensis L.*), льонок звичайний (*Linaria vulgaris Mill.*) та липа серделиста (*Tilia cordata Mill.*); до II групи стійкості (стійкі) - береза повисла (*Betula pendula Roth.*), суріпиця звичайна (*Barbarea vulgaris R. Br.*), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale Wigg.*); до III групи (середньої стійкості) - каштан звичайний (*Castanea vulgaris Lam.*), абрикос звичайний (*Armeniaca vulgaris Lam.*); до IV групи (чутливі) – вишня звичайна (*Cerasus vulgaris Mill.*), верба біла (*Salix alba L.*) та конюшина польова (*Trifolium arvense L.*); до V групи (високо чутливі) – глуха кропива пурпурова (*Lamium purpureum L.*).

За результатами біоіндикації був визначений рівень загального токсикомутагенного фону атмосферного повітря, обумовлений комплексною дією сукупності забруднювачів навколишнього середовища.

Отримані дані були приведені у єдину систему умовних показників ушкодження біосистем (УПУ), що дозволило зробити інтегральну оцінку стану навколишнього середовища [3].

Критерії інтегральних умовних показників ушкодження (ІУПУ) біосистем визначалися з врахуванням аналогічних показників в комфортних і критичних умовах, а також природної стійкості популяцій пилкових клітин фітоіндикаторів до впливу техногенних факторів на урбанізованих територіях.

Для оцінки екологічної ситуації використовували оціночну шкалу (табл.1).

Таблиця 1

Шкала оцінки стану об'єктів навколишнього середовища та екологічної ситуації

Діапазон чисельних значень показників ушкодження	Рівень ушкодження біосистем	Стан біосистем	Екологічна ситуація
0,000 ÷ 0,150	Низький	Сприятливий	Еталонна
0,151 ÷ 0,300	Нижче за середній	Насторожуючий	Задовільна
0,301 ÷ 0,450	Середній	Конфліктний	Незадовільна
0,451 ÷ 0,600	Вище за середній	Загрозливий	Незадовільна
0,601 ÷ 0,750	Високий	Критичний	Катастрофічна
0,751 і вище	Максимальний	Небезпечний	Катастрофічна

Результати дослідження

Результати оцінки стану атмосферного повітря за тестом «Стерильність пилку» рослин-індикаторів представлені в табл. 2, 3 за 2002 та 2003 роки, відповідно.

Оцінка рівня токсичності атмосферного повітря
за тестом «Стерильність пилку», 2002 р.

Номер полігону	Група стійкості	Стерильність пилку, %	УПУ	ІУПУ
1	2	3	4	5
1	1	2,4 ± 0,68	0,224	0,166
	2	2,6 ± 0,51	0,108	
2	1	3,5 ± 0,81	0,326	0,414
	2	9,6 ± 0,76	0,467	
	5	23,6 ± 1,90	0,450	
3	1	4,7 ± 0,47	0,459	0,486
	2	10,5 ± 3,06	0,513	
4	1	0,2 ± 0,06	0	0,072
	2	0,6 ± 0,17	0,005	
	5	12,2 ± 1,04	0,212	
5	1	1,25 ± 0,13	0,107	0,111
	2	0,8 ± 0,16	0,015	
	5	12,2 ± 1,04	0,212	
6	1	0,5 ± 0,06	0,031	0,225
	2	7,9 ± 0,83	0,376	
	3	2,2 ± 0,43	0,041	
	5	23,6 ± 1,90	0,450	
7	1	2,4 ± 0,38	0,225	0,310
	2	7,6 ± 0,59	0,364	
	5	18,4 ± 1,23	0,342	

1	2	3	4	5
8	1	7,3 ± 0,35	0,725	0,367
	2	3,9 ± 0,27	0,174	
	5	11,7 ± 1,02	0,202	
9	1	0,8 ± 0,10	0,061	0,033
	2	0,6 ± 0,17	0,005	
10	1	0,8 ± 0,20	0,061	0,221
	2	7,9 ± 0,54	0,380	
11	1	18,0 ± 0,52	1,000	0,918
	2	16,8 ± 0,53	0,836	
12	1	4,5 ± 0,32	0,439	0,320
	2	4,5 ± 0,28	0,205	
	3	10,1 ± 0,67	0,314	
13	1	1,6 ± 0,13	0,147	0,154
	2	3,6 ± 0,31	0,161	
14	2	6,0 ± 1,06	0,282	0,357
	3	13,5 ± 1,53	0,431	
15	1	4,25 ± 0,45	0,413	0,413
16	1	4,0 ± 0,80	0,388	0,402
	2	8,6 ± 0,56	0,415	
17	1	5,4 ± 0,41	0,531	0,330
	2	3,1 ± 0,33	0,129	
	5	16,0 ± 1,64	0,292	
Середнє у місті				0,312

З даних таблиці 2 видно, що УПУ, які характеризують токсичність атмосферного повітря, змінюються від 0,072 до 0,918 у.о., що в свою чергу вказує на різноманітний екологічний стан повітря на різних полігонах міста. Слід відмітити, що на тест-полігонах 1, 4, 5, 6, 9, 13 – виявлено «задовільний» екологічний стан атмосферного повітря із «сприятливим» та «насторожуючим» станом біоіндикаторів. Тільки на території одного тест-полігону - №11 – стан повітря оцінено як «катастрофічний» з «небезпечним» станом біоіндикаторів. На всіх інших полігонах як і у місті в цілому стан повітря – «незадовільний».

Що стосується 2003 року, то в середньому у місті стан атмосферного повітря такий самий як і у 2002 році, а саме – «незадовільний». На 11-му тест-полігоні ситуація залишилася «катастрофічною», але покращився стан біоіндикаторів з «небезпечного» до «критичного», а на тест-полігонах №1 відмічено значне погіршення ситуації з «задовільної» до «незадовільної». Слід також відмітити, що кількість полігонів з «задовільним» станом атмосфери змінилась з 6 до 4.

Оцінка рівня токсичності атмосферного повітря
за тестом «Стерильність пилку», 2003 р.

Номер полігону	Група стійкості	Стерильність пилку, %	УПУ	ІУПУ
1	2	3	4	5
1	2	8,6 ± 0,41	0,415	0,415
2	2	4,8 ± 0,28	0,219	0,433
	4	4,6 ± 0,54	0,081	
	5	55,2 ± 2,22	1,000	
3	1	2,5 ± 0,35	0,235	0,415
	2	3,9 ± 0,23	0,173	
	3	20,0 ± 1,27	0,655	
	4	24,4 ± 1,92	0,595	
4	1	2,3 ± 0,47	0,214	0,300
	2	8,0 ± 0,37	0,386	
5	1	3,2 ± 0,34	0,303	0,291
	2	8,8 ± 0,47	0,424	
	3	5,0 ± 0,98	0,138	
	5	16,4 ± 1,66	0,300	
6	1	2,5 ± 0,39	0,230	0,276
	2	5,5 ± 0,33	0,259	
	3	7,4 ± 0,31	0,219	
	4	16,7 ± 0,96	0,394	
7	5	38,8 ± 1,99	0,767	0,426
	2	5,2 ± 0,33	0,243	
	3	12,3 ± 0,70	0,388	
	4	13,2 ± 1,07	0,304	
8	2	3,4 ± 0,27	0,148	0,514
	5	44,2 ± 1,57	0,879	

1	2	3	4	5
9	1	4,5 ± 0,85	0,440	0,333
	2	4,9 ± 0,26	0,226	
10	1	2,0 ± 0,44	0,188	0,263
	2	7,1 ± 0,47	0,337	
11	1	10,0 ± 1,34	1,000	0,613
	2	4,9 ± 0,33	0,226	
12	1	4,5 ± 0,42	0,435	0,306
	2	6,3 ± 0,61	0,296	
	3	5,5 ± 0,20	0,231	
	4	11,7 ± 0,41	0,264	
	5	14,2 ± 1,10	0,254	
13	1	5,8 ± 0,46	0,571	0,393
	2	5,4 ± 0,41	0,251	
	3	8,12 ± 0,28	0,246	
	5	26,2 ± 0,64	0,326	
14	1	5,8 ± 0,74	0,504	0,413
	2	5,5 ± 0,38	0,255	
15	1	4,3 ± 0,45	0,413	0,413
16	2	9,8 ± 0,94	0,477	0,302
	3	5,4 ± 0,36	0,151	
	4	12,0 ± 0,73	0,273	
	5	10,0 ± 1,34	1,000	
17	1	10,0 ± 1,34	1,000	0,467
	2	10,4 ± 0,48	0,510	
	3	13,5 ± 0,88	0,431	
	4	6,7 ± 0,79	0,135	
	5	14,8 ± 1,12	0,267	
Середнє у місті				0,387

Для візуалізації отриманих даних проведено картографування міста за умовними показниками ушкодження (рис. 1, 2). З них видно, що найгірша екологічна ситуація з оцінкою «незадовільна» спостерігається продовж двох років на полігоні № 11. На цьому полігоні не розташовані промислові підприємства, але роза вітру така, що на цю територію поступають виброси від підприємств, які розміщені на примикаючих територіях. На інших тест-полігонах ситуація за два роки виглядає кращою. А саме, вона в 2002 році коливалася від «еталонної» до «незадовільної» (ІУПУ = 0,033÷0,486), а в 2003 році - від «задовільної» до «незадовільної» (ІУПУ = 0,263÷0,514). Це часткове погіршення екологічного стану можна пояснити збільшенням впливу промислових підприємств на житлові масиви, де відбиралися біопроби.

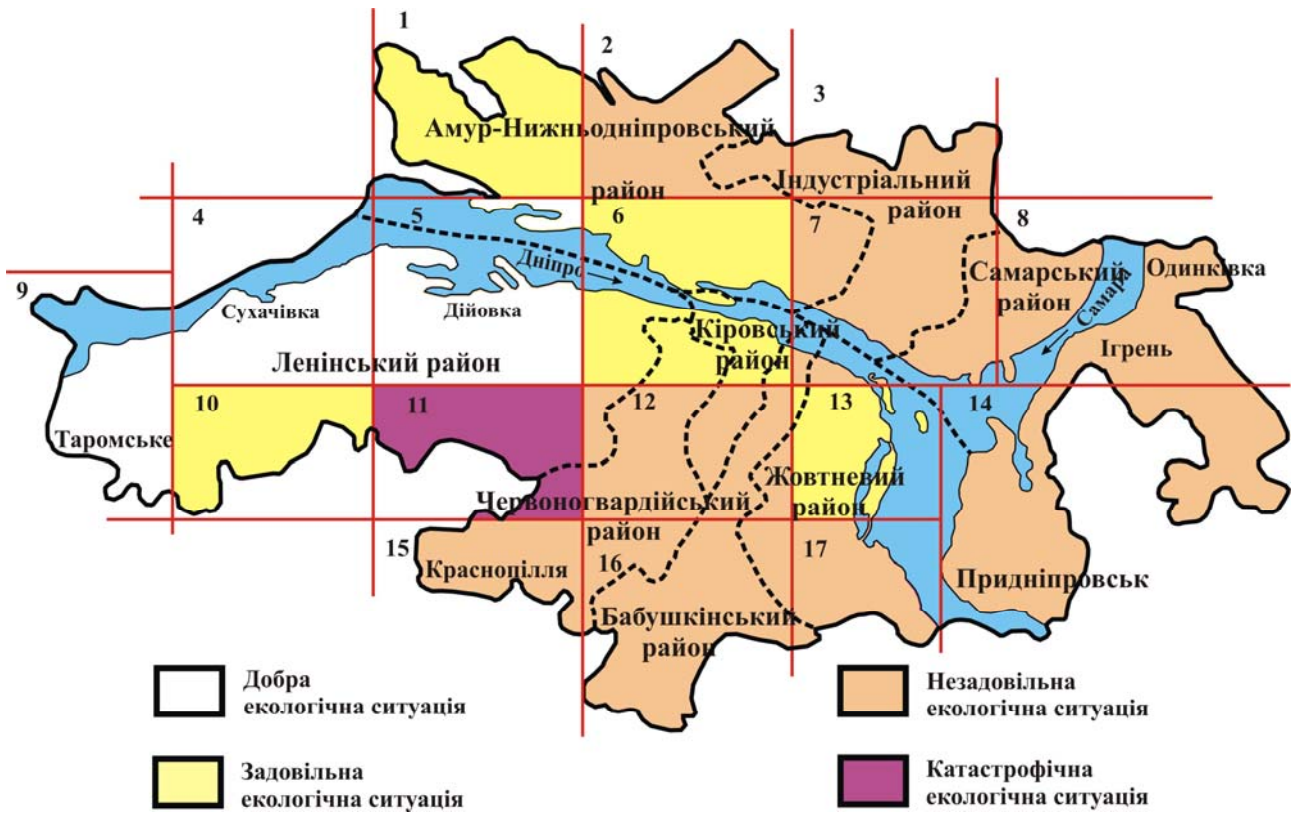


Рис. 1. Стан атмосферного повітря м. Дніпропетровська за тестом «Стерильність пилку» вищих рослин, 2002 рік

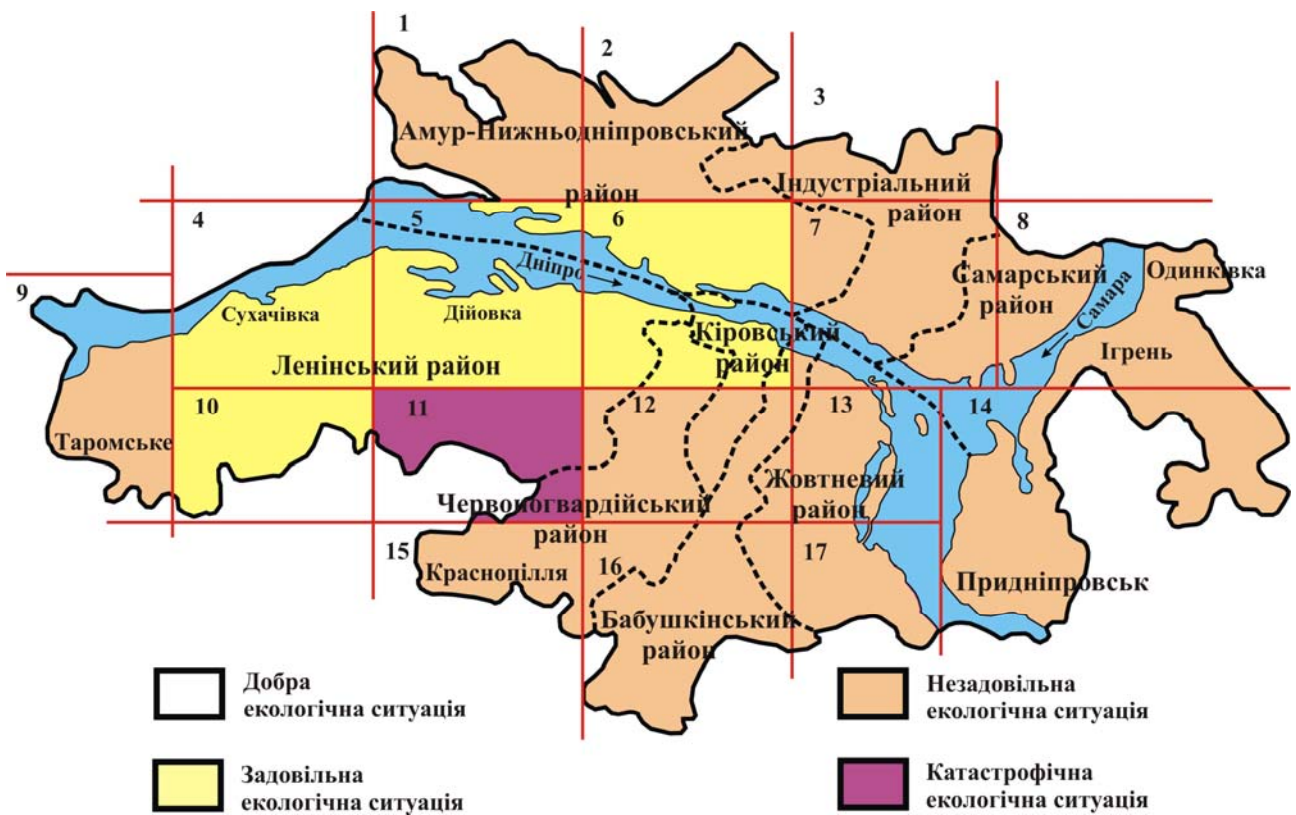


Рис. 2. Стан екологічної ситуації атмосферного повітря м. Дніпропетровська, 2003 рік

Якщо прослідкувати за станом окремих тест-полігонів (рис. 1, 2), то на всіх полігонах, крім 4, 5 і 9 лише у 2002 році, просліджується перевищення значення нормативного показника ушкодження. Обґрунтування нормативного показника було зроблено виходячи з теорії гомеостазу – здібності біологічних систем протистояти змінам та зберігати динамічну відносну постійність складу та властивостей. Для різних рівнів організацій складних біологічних систем існує визначний допустимий інтервал відхилень від оптимальних значень признаков, при яких можливо самовідтворення системи при ліквідації стресового фактору. В основі біологічної стійкості лежать процеси репарації спонтанних та індукованих ушкоджень нативної структури ДНК. Стійкість проліферируючих тканин визначається гетерогенністю клітинних популяцій, та обумовлює стійкість всіх організмів [4, 5].

Контролем наших досліджень був спонтанний рівень стерильності тих самих рослин, який виявлявся на екологічно чистих територіях (заповідники АР Крим, Закарпаття). В порівнянні з екологічно чистим контролем стерильність пилку фітоіндикаторів на полігонах міста збільшується від 3,5 до 33 рази, що свідчить про зростання токсичності атмосфери в середньому в 18 разів.

Таким чином, токсичність атмосфери в м. Дніпропетровську в умовних показниках має значення 0,312 у.о. у 2002 році, у 2003 році - 0,387 у.о., а середнє за два роки – 0,350. Це означає, що рівень ушкодження біоіндикаторів на території міста Дніпропетровська за цей період – «середній», їх стан – «конфліктний», а екологічна ситуація – «незадовільна», що є небезпечним не тільки для біосистем, але й для людини. Тому такий стан довкілля міста Дніпропетровська потребує негайного впровадження заходів щодо його поліпшення.

Проведені дослідження дають змогу провести картографування території м. Дніпропетровська за допомогою програмного забезпечення Surfer при відстроєні ізоліній, виявити реальні рівні ушкодження біологічних систем в залежності від техногенної напруженості і прийняти рішення, які необхідно направити на поліпшення стану довкілля та здоров'я населення на урбанізованих територіях.

Література

1. Екологія мегаполісу. Екологічні аспекти промислового розвитку Дніпропетровська. Дніпропетровськ, "ІМА-прес", 2002. 368 с.
2. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. - М.: Агропромиздат. 1988. - 255 с.
3. Горовая А.И., Бобырь П.Ф., Скворцова Т.В., Дигурко В.М., Климкина И.И. Методологические аспекты оценки мутагенного фона и генетического риска для человека и биоты от действия мутагенных экологических факторов // Цитология и генетика. — 1996. — Т.30, №6, С.78-86.
4. Гродзинський Д.М. Надежность биологических систем и эволюция // Надежность клеток и тканей. – Киев: Наук. думка, 1980. – С. 17-29.
5. Гудков И.Н. Клеточные механизмы пострадиационного восстановления растений. – Киев: Наук. думка, 1985. – 223 с.

*Рекомендована к публикации д.т.н. Зборовским А.В.
Поступила в редакцию 21.03.06*