

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА АЕРОТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ У ДНІПРОПЕТРОВСЬКОМУ ІНДУСТРІАЛЬНОМУ РЕГІОНІ

М.М. Харитонов, доктор сільськогосподарських наук

А.М. Бенселгуб, аспірант*

Дніпропетровський державний аграрний університет

Л.В. Шупранова, кандидат біологічних наук

Дніпропетровський національний університет

В.М. Хлопова, завідувач лабораторії

Дніпропетровський обласний центр гідрометеорології

Виконано порівняння максимально разових концентрацій з ГДК_{м.р.} що свідчать про забруднення атмосфери діоксидом азоту, окисом вуглецю, сірководнем та фенолом. Відповідно до прийнятої градації забруднення атмосфери за показником ІЗА оцінено вище середнього, сумарне забруднення ґрунтів важкими металами біля металургійних комбінатів – як «помірно загрозливе». Проведено біотестування проб ґрунтів, відібраних поблизу територій підприємств металургійного і коксохімічного виробництва м. Дніпропетровська і Дніпродзержинська, що дозволило виявити знижку у масі пагонів чотири добових пагонів редису від 15 до 45 %.

Атмосфера, ґрунти, рослина, аерозолі, важкі метали, індекси забруднення, біотестування.

Нині відомо близько 150 речовин, які викидаються в атмосферу промисловими підприємствами та автотранспортом у великих кількостях та розцінюються як токсиканти для об'єктів біосфери. До основних газів та аерозолів, які спричиняють токсичну дію на біологічний компонент екосистеми в індустріальних регіонах, належать діоксиди сірки, азоту, важкі метали та ін [1]. Окислення SO₂ іде двома шляхами: 1) за допомогою гомогенних реакцій у газовій фазі з утворенням сильних окислювачів завдяки фотохімічним реакціям; 2) гетерогенно, з попередньою абсорбцією у краплях хмар, туману, дощу та наступним рідинним окисленням. Гетерогенне окислення здійснюється після дифузії сірчаного ангідриду в аерозольні та дощові краплі води. Воно проходить або каталітично, за допомогою іонів металів – забруднювачів атмосфери (наприклад Mn та Fe). Оксид азоту окислюється до двооксиду азоту. Двооксид азоту вступає у різні фотохімічні реакції та видаляється з атмосфери з опадами у вигляді азотної кислоти [4].

Найбільш шкідливий вплив забрудненого повітря спостерігається поблизу джерел викиду димів та газів. Це спричиняє зниження росту лісових та сільськогосподарських рослин, погіршення харчової якості кормових культур.

Найбільш негативні наслідки пов'язані з випадінням техногенного пилу, який вміщує сполуки важких металів – головних чинників фітотоксичності ґрунту [6]. Переважна більшість аеротехногенних викидів (майже 80 %)

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор М.М. Харитонов

© М.М. Харитонов, А.М. Бенселгуб, Л.В. Шупранова, В.М. Хлопова, 2014

припадає на індустріальні міста Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ та Кривий Ріг [1].

Мета досліджень – комплексна екологічна оцінка аеротехногенного забруднення довкілля в зоні дії підприємств металургійного і коксохімічного виробництва міст Дніпропетровська і Дніпродзержинська.

Матеріали та методика досліджень. Поточна інформація з використанням мережі стаціонарних постів у містах Дніпропетровськ (ДН) та Дніпродзержинськ (ДЗ) фіксується лабораторіями оцінки забруднення атмосфери системи Держгідромету. Для оцінювання атмосферного забруднення використовують лабораторні, експресні та автоматичні методи контролю. Отримані дані фонових моніторингу досліджуваних речовин в атмосферному повітрі порівнюються за різними методиками. Сьогодні Дніпропетровський обласний центр з гідрометеорології проводить відбір проб атмосферного повітря на шести стаціонарних постах у м. Дніпропетровськ, та чотирьох – у м. Дніпродзержинськ [2].

При розгляданні місць розташування постів спостережень за забрудненням атмосферного повітря (ПСЗ) були виділені місця вірогідних максимумів та мінімумів забруднення і складена програма відбору ґрунтів для дослідження. Для відбору зразків ґрунтів були вибрані точки з такими характеристиками:

ПСЗ № 20 знаходиться на проспекті ім. Петровського у промисловій зоні. Це місце розташування низки заводів чорної металургії та коксохімічних виробництв.

ПСЗ №13 – вул. Філософська, 94. Знаходиться на рівновіддаленій відстані від підприємства «Південмаш» та металургійного заводу ім.Петровського.

ПСЗ № 10 – парк ім. Т.Г. Шевченка. Мала кількість машин, поблизу немає промислових виробництв. Це місце відпочинку, порівняно «чиста зона». У розрахунках було прийняте як «відносний контроль»

ПСЗ № 25 знаходиться під частковим впливом викидів Придніпровської ТЕС.

У м. Дніпродзержинську пости спостережень за забрудненням атмосферного повітря знаходяться під впливом таких підприємств:

- ПСЗ № 2, розташований за адресою вул. Дніпропетровська, Баглійський район. Пост знаходиться в межі досягнення викидів підприємства «Баглійкокс»;

- ПСЗ № 3, розташований за адресою площа Визволителів, знаходиться на рівновіддаленій відстані (4–5км) ВАТ «Баглійкокс» та ВАТ «Дніпродзержинський металургійний комбінат». Це місце у розрахунках було прийняте як «відносний контроль»;

- ПСЗ № 4, розташований за адресою пр. ім. Леніна, Лісопильна, Заводський район – потрапляє в санітарну зону ВАТ «ДМК», знаходиться під впливом ВАТ «Дніпродзержинський металургійний комбінат».

- ПСЗ № 10, розташований за адресою пр. Перемоги, 29г (Лівий берег).

Для визначення стану забруднення повітря декількома речовинами, що діють одночасно, використовують індекс забруднення атмосфери, який вказує, у скільки разів сумарний рівень забрудненості атмосфери кількома речовинами перевищує ГДК двоокису сірки [5]. Для кожного індустріального міста було визначено конкретний перелік пріоритетних домішок, за якими розраховується індекс забруднення атмосфери (ІЗА).

$$I3A_n = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{K_i}, \quad (1)$$

де K_i – коефіцієнт гранично допустимої концентрації i -тої речовини відносно ГДК двоокису сірки.

$$K_s = \frac{ГДК^{pec}}{ГДК^{SO_2}}. \quad (2)$$

Якщо значення $I3A \leq 5$ – рівень забруднення повітря вважається нижче середнього, $5 < I3A \leq 8$ – дорівнює середньому; якщо $8 < I3A \leq 15$ – вище середнього, $I3A > 15$ – значно вище середнього [3].

Для визначення впливу аеротехногенного забруднення на стан ґрунтів у м. Дніпропетровську проби були відібрані біля ПСЗ №10, 20, 13, 25 (ділянки 1-4). Для деталізації визначення впливу головного забруднювача довкілля у місті Дніпродзержинськ проби ґрунту відбирали у безпосередній близькості від прохідної підприємства (у сквері, пам'ятник Прометею, ділянка 2) та біля ПСЗ № 3, 4 і 2 (ділянки 1, 3, 4).

Рівень забруднення ґрунтів важкими металами характеризується коефіцієнтом аномалії концентрації хімічного елемента [3]:

$$K_c = \frac{C_i}{C_\phi}, \quad (3)$$

де C_i – фактична концентрація забруднювачів у ґрунті, мг/кг; C_ϕ – фонові концентрації забруднюючої речовини, мг/кг.

Для оцінки поліелементного забруднення ґрунтів металами, розраховують сумарний показник забруднення:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n (K_{c_i} - (n-1)), \quad (4)$$

де n – число елементів.

Отже, якщо коефіцієнт концентрації $K_{c_i} \geq 1$, то $Z_{c_i} \geq 1$, що свідчить про загрозу, спричинену техногенезовими забруднюючими речовинами, ступінь якої градується так:

- $Z_c < 16$ – рівень загрози забруднення території оцінюється як допустимий;
- $16 < Z_c < 32$ – помірно загрозливий;
- $32 < Z_c < 128$ – загрозливий;
- $Z_c \geq 128$ – надзвичайно загрозливий.

Відбір проб зразків ґрунтів проводився методом «конверта». Ґрунт відбирався на заглибленні 10 см, по 800-900 г кожного зразка. У кожній ділянці було відібрано по два зразки з різних напрямків від ПСЗ. Після цього проби ґрунту були висушені при кімнатній температурі та подрібнені, з них були видалені сторонні домішки та частинки за допомогою сит з отворами різного діаметра від 5 до 1 мм. Для зменшення маси проби використовували метод квартування: подрібнений матеріал ретельно змішали та розсипали рівним тонким шаром у вигляді квадрата, розділили його на чотири сектори. Вміст двох протилежних секторів відкидали, а два залишених знову змішували. Після багаторазових повторів проби, що залишилися, висушували для отримання водних витяжок з ґрунту. Співвідношення вода:ґрунт – 1:5. Кислотно-розчинну форму важких металів отримували після обробки проби ґрунту 1 М HNO_3 . Визначення вмісту важких металів проводили на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115. Чотиридобові проростки редису (*Raphanus sativus* L.)

виросщували на водних витяжках ґрунтів техногенних зон міста. Вміст легкорозчинних білків колеоптилів чотиридобових проростків редису сорту «Французський завтрак», вилучених 0.05 М трис-НCl буфером, рН 7.4, визначали за методом Бредфорд [7].

Результати досліджень. Результати оцінки максимально разових концентрацій шести токсичних речовин у повітрі міст Дніпропетровськ та Дніпродзержинськ за 2012 та 2013рр. наведена у таблицях 1 і 2.

1. Максимально разові концентрації речовин у повітрі м.Дніпропетровськ

Речовина	Максимально разові концентрації, мг/м ³		
	2012	2013	ГДК _{м.р.}
Аміак	0,18	0,15	0,2
Діоксид азоту	0,48	0,44	0,04
Окис вуглецю	9,0	8,0	5,0
Сірководень	0,030	0,052	0,008
Сірчаний ангідрид	0,044	0,091	0,5
Фенол	0,049	0,024	0,003

2. Максимально разові концентрації речовин у повітрі м.Дніпродзержинськ

Речовина	Максимально разові концентрації, мг/м ³		
	2012	2013	ГДК _{м.р.}
Аміак	0,20	0,15	0,2
Діоксид азоту	0,20	0,17	0,085
Окис вуглецю	5,0	6,0	5,0
Сірководень	0,025	0,016	0,008
Сірчаний ангідрид	0,020	0,028	0,5
Фенол	0,034	0,017	0,003

Порівняння максимально разових концентрацій з ГДК_{м.р.} свідчить про забруднення атмосфери діоксидом азоту, окисом вуглецю, сірководнем та фенолом.

Після проведення розрахунків коефіцієнтів K_i визначили індекс забруднення атмосфери у містах Дніпропетровськ і Дніпродзержинськ у 2012-2013 рр. (рис.1).

Відповідно до прийнятої градації забруднення атмосфери за показником ІЗА оцінено вище середнього. У порівнянні з 2012 р. ІЗА у м. Дніпропетровську у 2013 р. підвищився на 23 %, а у Дніпродзержинську знизився майже вдвічі.

Результати хімічного аналізу вмісту важких металів у водорозчинній та кислоторозчинній формі витяжок (ВРФ та КРФ) з ґрунту, що було відібрано на деяких тестових ділянках двох індустріальних міст, наведено в табл. 3.

Для узагальнення отриманих результатів проведено розрахунки рівня поліелементного забруднення ґрунтів. Визначення показника Z_c було проведено з урахуванням вмісту важких металів у кислоторозчинній формі витяжки з ґрунту (рис.2).

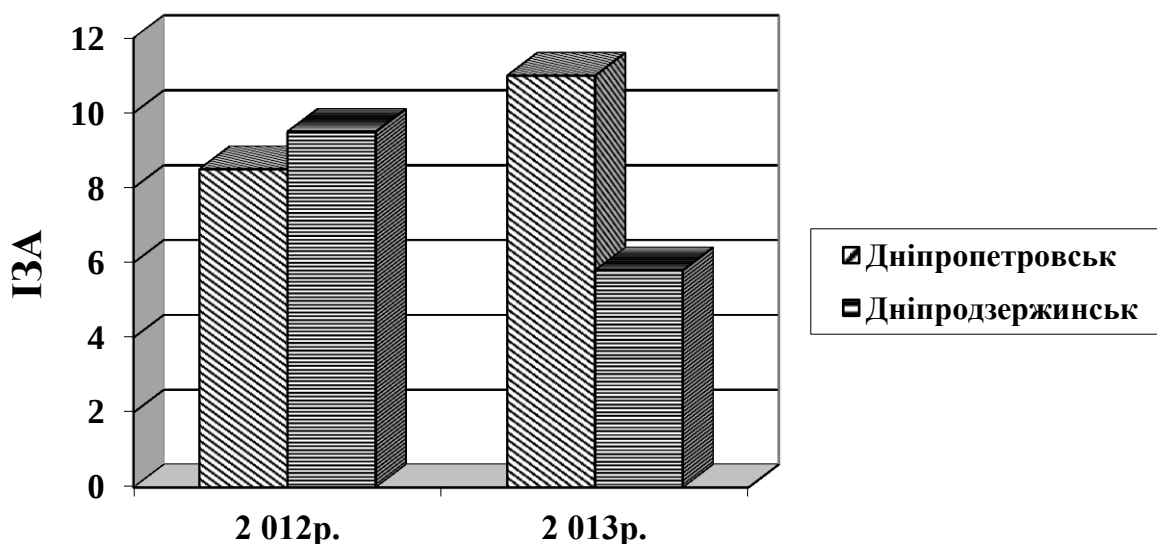


Рис.1. Індекс забруднення атмосферного повітря

3. Вміст важких металів у ґрунті урбогенних територій Дніпропетровська та Дніпродзержинська, мг/кг

Метал	Дніпропетровськ							
	Ділянка 1		Ділянка 2		Ділянка 3		Ділянка 4	
	ВРФ	КРФ	ВРФ	КРФ	ВРФ	КРФ	ВРФ	КРФ
Свинець	9,42	42,72	11,70	60,75	7,06	22,41	7,70	24,04
Кадмій	0,28	1,40	0,37	0,78	0,30	0,45	0,32	0,55
Нікель	1,40	9,62	1,51	11,03	1,77	10,99	1,62	9,63
Цинк	52,87	254,60	65,77	393,75	41,16	232,06	48,24	267,39

Продовження табл. 3

Мідь	1,02	25,57	1,24	29,89	1,06	26,32	1,14	38,29
Залізо	2,00	1563,64	2,24	1670,82	2,69	1508,29	2,50	1308,34
Марганець	11,81	681,91	10,08	591,29	7,48	519,61	6,91	449,63
Дніпродзержинськ								
Свинець	6,31	36,09	8,00	36,48	6,33	42,90	3,23	4,61
Кадмій	0,26	0,39	0,60	1,15	0,44	0,71	1,64	2,70
Нікель	1,25	7,96	1,30	6,85	0,89	6,72	0,57	6,89
Цинк	15,29	59,90	43,48	258,54	45,59	230,92	15,66	120,24
Мідь	0,56	7,43	1,14	27,69	0,63	14,36	0,61	21,92
Залізо	1,93	1177,77	9,66	4553,38	2,13	2145,87	2,60	1392,95
Марганець	13,24	494,56	23,13	1598,55	22,10	1338,53	13,02	706,64

Відповідно до вищенаведеної градації екологічна ситуація забруднення ґрунтів важкими металами біля металургійних комбінатів у двох містах має тенденцію бути оціненою як «помірно загрозлива».

Одним із швидких методів біотестування навколишнього середовища є вирощування рослинних тест-об'єктів на водних витяжках ґрунтів, відібраних із різних за рівнем забруднення техногенних зон. У зв'язку з цим було проведено біотестування проб ґрунтів, відібраних поблизу територій підприємств металургійного і коксохімічного виробництва міст Дніпропетровська і Дніпродзержинська. Результати оцінки морфо-фізіологічних показників

чотиридобових паростків редису сорту «Французський завтрак» після вирощування на витяжках із ґрунтів м. Дніпропетровськ наведена в табл. 4.

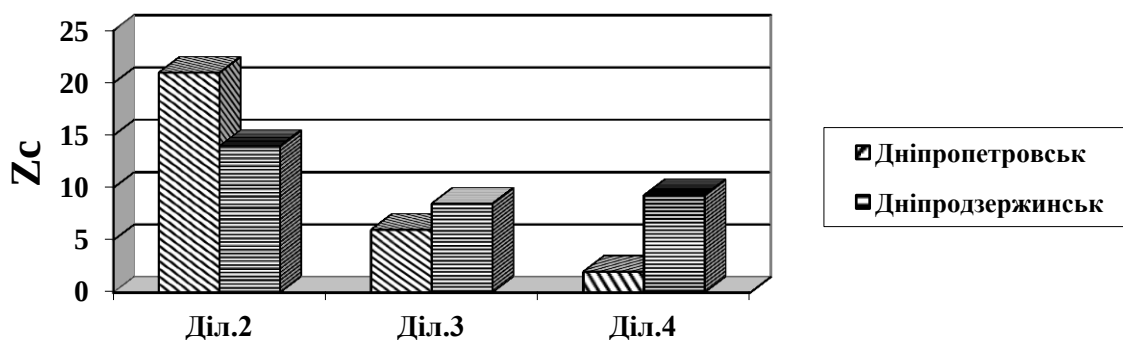


Рис. 2. Сумарний показник забруднення ґрунтів важкими металами

4. Показники біотестування ґрунтів м. Дніпропетровськ

Орган рослини	Ділянка відбору проб ґрунту			
	Ділянка 1	Ділянка 2	Ділянка 3	Ділянка 4
Маса пагона, мг				
Пагін	105,3 ± 2,03	91,3 ± 5,04	87,3 ± 3,01	100,0 ± 7,01
Концентрація білка, мг/мл				
Коріння	2,60 ± 0,03	1,41 ± 0,05	2,32 ± 0,07	2,54 ± 0,02
Листя	1,65 ± 0,04	1,86 ± 0,11	1,42 ± 0,05	2,22 ± 0,08

Результати оцінки морфо-фізіологічних показників чотиридобових паростків редису сорту «Французський завтрак» після вирощування на витяжках з ґрунтів м. Дніпродзержинськ наведено в табл.5.

5. Показники біотестування ґрунтів м. Дніпродзержинськ

Орган рослини	Ділянка відбору проб ґрунту			
	Ділянка 1	Ділянка 2	Ділянка 3	Ділянка 4
Маса пагона, мг				
Пагін	81,2 ± 9,05	61,3 ± 4,11	65,6 ± 3,21	56,0 ± 2,03
Концентрація білка, мг/мл				
Коріння	2,32 ± 0,06	2,41 ± 0,10	2,44 ± 0,04	2,44 ± 0,03
Листя	1,20 ± 0,01	1,75 ± 0,05	2,58 ± 0,07	1,82 ± 0,13

Порівняльний аналіз даних таблиць 4 та 5 дозволяє виявити пряму залежність між ступенем забруднення та масою пагона. Зниження маси пагона для ґрунтів м. Дніпропетровськ склало 15–21 %, для м. Дніпродзержинськ – 25–45 %. У певній мірі, зміни у концентрації білка у корінні та листі знаходяться у зворотній залежності від маси пагона.

Висновки

1. Порівняння максимально разових концентрацій з ГДК_{м.р.} свідчать про забруднення атмосфери діоксидом азоту, окисом вуглецю, сірководнем та фенолом.

2. Відповідно до прийнятої градації забруднення атмосфери за індексом – ІЗА оцінено вище середнього.

3. За показником Z_c забруднення ґрунтів важкими металами біля металургійних комбінатів оцінено як «помірно загрозливе».

4. Біотестування техногенного забруднення ґрунтів дозволило виявити знижку у масі пагонів чотиридобових пагонів редису від 15 до 45 %.

Список літератури

1. Копач П.И. Техногенез и кислотные дожди/ Копач П.И., Шапарь А.Г., Шварцман В.М. – К.: Наук. думка, 2006. – 173 с.
2. Криваковська Р. В. Картографування забруднення атмосфери двооксидом азоту та сірки індустриальних містах Дніпропетровської області / Р. В. Криваковська, М. М. Харитонов, В. М. Хлопова// Екологічна безпека. – 2013. – № 2(16). – С.32–35.
3. Пинигин М.А. Теория и практика оценки комбинированного действия химического загрязнения атмосферного воздуха / М.А. Пинигин // Гигиена и санитария. – 2001. – № 1. – С. 9–13.
4. Ровинский Ф.Я. Озон, оксиды азота и серы в нижней атмосфере/ Ф.Я. Ровинский, В.И. Егоров– Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 182 с.
5. Тарасова В.В. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище: навч.посіб. / Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. – К.: Центр учбової літ-ри, 2007. – 276 с.
6. Хеггестад Х.Е. Воздействие загрязняющих атмосферу веществ на сельскохозяйственные культуры/ Х.Е.Хеггестад, Д. Х. Беннет// Загрязнение воздуха и жизнь растений. – Л.: Гидрометеиздат, 1988.– С. 392 – 435.
7. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding //Anal. Biochem., 1976.- P. 248-254

Выполнено сравнение максимально разовых концентраций с ПДК_{м.р.} что свидетельствует о загрязнении атмосферы диоксидом азота, окисью углерода, сероводородом и фенолом. В соответствии с принятой градацией загрязнение атмосферы по показателю ИЗА оценено выше среднего, суммарное загрязнение почв тяжелыми металлами около металлургических комбинатов – как «умеренно угрожающее». Проведено биотестирование проб почв, отобранных вблизи территорий предприятий металлургического и коксохимического производств г. Днепропетровска и Днепродзержинска, что позволило выявить снижение в массе проростков четырехсуточных проростков редиса от 15 до 45 %.

Атмосфера, почвы, растение, аэрозоли, тяжелые металлы, индексы загрязнения, биотестирование.

Comparative assessment of maximum one time concentrations and MPC_{m.o.t.} approve air pollution with nitrogen dioxide, carbon oxide, sulphuretted hydrogen and phenol. Atmosphere pollution estimated over average regarding to accepted gradation on index IPA. Joint soil pollution with heavy metals near metallurgical plants assessed as «moderate threatening». The biotesting of the soil samples taken near metallurgical and by-product coke plants in Dnipropetrovsk and Dniprodzerzinsk cities was made. The decreasing in 4-day radish sprouts mass from 15 to 45% was fixed due to biotesting of soil technogenic pollution.

Atmosphere, soils, plants, aerosols, heavy metals, index of pollution, biotesting.