

УДК 574.581.5

ОЦІНКА ТОКСИЧНОСТІ ҐРУНТІВ ЧЕРВОНОГРАДСЬКОГО ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ ЗА ДОПОМОГОЮ РОСТОВОГО ТЕСТУ

А. Горова, С. Кулина

*Національний гірничий університет
пр. К. Маркса, 19, Дніпропетровськ 49005, Україна
e-mail: sshkremetko@mail.ru*

Розглянуто проблему стану ґрунтів у Червоноградському гірничо-промисловому регіоні. Проведена оцінка токсичності ґрунтів за допомогою біоіндикаційного методу. Встановлено, що ґрунти у регіоні характеризуються "вищим за середній" рівнем токсичності.

Ключові слова: біоіндикація, ґрунти, токсичність, фітоіндикатор.

Ґрунти є основним багатством кожного суспільства. Вони становлять величезну цінність не лише тому, що це основне джерело отримання продуктів харчування, але й через те, що вони беруть участь в очищенні природних і стічних вод, які фільтруються крізь них.

Сьогодні у людства виникло багато проблем у зв'язку з нераціональним використанням земельних ресурсів. У всьому світі швидкими темпами відбувається деградація й ерозія ґрунтів. Як відомо, для утворення шару родючого ґрунту потрібні сотні років. А сучасна людина здатна зруйнувати ґрунти за 1–2 роки. За оцінкою Міжнародного ґрунтового центру (Нідерланди), в результаті діяльності людини вже деградувало більш як 15% усієї площі світової суші, причому близько 6% земель знищено водною ерозією, 28% – вітровою, 12% – засолено через неправильне зрошення і близько 5% виведено з обороту внаслідок фізичної та хімічної деградації. Україна також не є винятком у цьому процесі. Так, високий рівень розораності призвів до збільшення площі кислих ґрунтів на 1,8 млн га, засолення ґрунтів – на 2,9 млн га. Площа сільськогосподарських угідь України за останні 30 років зменшилася на 2 млн га, а орних – майже на 1 млн га. Тому сьогодні гостро стоїть питання про обов'язковий контроль за станом і якістю ґрунтів.

На даному етапі спостереження і контроль за станом ґрунтів у кожному з регіонів України (зокрема у Червоноградському гірничопромисловому р-ні) проводиться, як правило, лише за допомогою фізико-хімічних аналізів, які визначають вміст окремих забруднювачів. Ці аналізи не завжди дають змогу якісно оцінити загальний вплив забруднювачів на живі організми, враховуючи людину [5]. Сьогодні дослідження стану довкілля мають проводитися не лише за допомогою хімічних і фізичних методів, але і з використанням біологічних методів. У працях багатьох учених акцентується увага на тому, що при проведенні біологічного моніторингу необхідно використовувати різноманітні біологічні методи й оцінки якості навколишнього природного середовища за допомогою біоіндикаторів [10]. Сьогодні біологи мають значний обсяг інформації про функціонування живих систем на різних рівнях організації – як у нормі, так і при негативному впливі антропогенних факторів [8].

Одним із біологічних методів оцінки стану навколишнього природного середовища є біоіндикація. Перевагою біоіндикації стану довкілля є те, що вона дає змогу визначити сумісну біологічну активність впливу фізико-хімічних факторів на природне сере-

довище. Досить точна інтегральна оцінка, зроблена завдяки біоіндикації, враховує і ті викиди забруднювачів, які контрольна служба могла пропустити [2]. Як біоіндикаторну перевагу, звичайно віддають рослинам, адже вони є досить зручним об'єктом для біологічного моніторингу стану навколишнього природного середовища, тому що характеризують стан середовища, в якому вони ростуть, швидко розмножуються, по-різному реагують на дію шкідливих факторів і тим самим дають змогу вибирати найдоцільнішу відповідну реакцію для конкретного дослідження [6].

Метою дослідження було провести оцінку токсичності стану ґрунтів у Червоноградському гірничопромисловому районі за допомогою ростового тесту: рослини дуже чутливі до змін умов середовища, яке проявляється у морфологічних змінах (викривлення пагонів, стебла, кореневої системи, листків).

Для проведення оцінки стану ґрунтів Червоноградський гірничопромисловий регіон був поділений на 13 тест-полігонів, які охоплюють всю територію дослідження. У табл. 1 наведена характеристика тест-полігонів.

Згідно з даними екологічної інспекції, у Сокальському р-ні та Червоноградському промисловому р-ні діяльність гірничих підприємств призводить до руйнування рельєфу місцевості. Так, залежно від кількості відпрацьованих вугільних пластів і їхньої потужності просідання поверхні землі на даний час становить 2,0–4,0 м. Це призводить до виходу з ладу інженерних комунікацій комунальних підприємств, заболочення сільськогосподарських угідь, підтоплення населених пунктів, а під час проходження повеней і паводків – до часткового їх затоплення. Станом на 01.01.2008 року загальна кількість земель, яка тією чи іншою мірою зазнала негативного впливу внаслідок процесу просідання та локальної зміни рельєфу, становить від 0,8 до 1,2 тис. га.

Другим, не менш важливим, негативним фактором погіршення екологічного стану земельних ресурсів є місця складування твердих промислових відходів (породних

Таблиця 1

Перелік тест-полігонів і коротка їх характеристика

№ тест-полігону	Населений пункт	Характеристика тест-полігону
1	м. Червоноград	Промислова зона міста: завод "Зміна", автомобільна дорога Львів–Брест, шахта "Червоноградська"
2-8	м. Червоноград	Селітебна зона
9	с. Бендюга	Селітебна зона; промислова – шахта "Бендюзька", деревообробна фірма "Енерголіс"
10	с. Межиріччя	Селітебна зона; промислова – шахта "Межирічанська", автомобільна дорога Львів–Брест, асфальтний вузол
11	с. Гірник	Селітебна зона; промислова – шахта "Межирічанська", автомобільна траса Львів–Брест
12	с. Сілець	Селітебна зона; промислова – шахти "Зарічна", "Візейська", ЦЗФ, автомобільна дорога Львів–Брест
13	смт Соснівка	Селітебна зона; промислова – шахта "Надія"
Контроль смт Стоянів, Радеківський р-н, Львівська обл.		Селітебна зона; родовище торф'яників

відвалів). Загальна площа териконів становить 265,9 га, і в них на даний час зберігається понад 48,0 млн. м³ породної маси. Щорічний об'єм кількості видаленої шахтами породи коливається в межах від 1,5 до 2,5 млн т [1]. Сімдесят відсотків відходів у териконах складають глинисті аргіліти, що сприяє сорбції важких металів (Li, V, B, P, Zn, Pb, Bi, Co), а внаслідок підвищеного вмісту сульфідної сірки (піриту) – Hg і As. Також значний вміст сірки в породних відвалах сприяє формуванню ореолів кислих вод у підніжжі териконів. Дослідженнями, проведеними Державною Геологічною Партією (ДГП) "Західукргеологія", встановлено, що сумарне забруднення ґрунтів хімічними елементами (Pb, Mn, Cr, Ni, Mo, U, Cu, Zn, Co) дає змогу поділити їх на дві групи – першу, де перевищення ГДК становить від 4 до 10 разів, і другу – з сумарним забрудненням, де перевищення становить від 10 до 20 разів. Обстеження ґрунтів регіону свідчать про те, що природний ґрунт має домішки порід териконів і відвалів ЦЗФ у кількості до 50%, а іноді ця величина досягає 100%. Такий якісний вміст ґрунтів зумовлений тим, що в регіоні вуглевмісні породи широко застосовуються для будівництва доріг, дамб, підсилення підтоплених ділянок [7].

Токсичність ґрунтів визначали за допомогою ростового тесту з використанням *Sinapis L.*, хоча для проведення цього тесту можна використовувати й інші тест-культури: *Allium cepa L.*, *Raparus sativus L.*, *Triticum durum L.* та ін.

Цей тест можна проводити в різних варіантах. Для досліджень ми обрали тестування зразків ґрунту в умовах термостата при t=25°C. У чашках Петрі на фільтрувальному папері розміщували 1 г подрібненого ґрунту та заливали 5–7 мл відстояної кип'яченої водопровідної води. Потім туди викладали 50 насінин тест-культури. Чашки Петрі поміщали в термостат. Через 96 год проводили вимірювання довжини кореневої та стеблової системи (також можна визначати вміст вологи та сирої маси паростків). У подальшому за результатами досліджень обчислювали помилку середнього арифметичного та визначали коефіцієнт Стьюдента [9].

Фітотоксичний ефект визначали у відсотках щодо маси рослин, довжини кореневої або стеблової системи, кількості ушкоджених рослин або кількості сходів. Виходячи з кількості утвореної рослинної маси, фітотоксичний ефект розраховували за формулою:

$$\text{ФЕ} = \frac{M_o - M_x}{M_o} \cdot 100, \% \quad (1)$$

де M_o — маса або ростові показники рослин у ємності з контрольним ґрунтом; M_x — маса або ростові показники рослин у ємності з досліджуваним ґрунтом.

Для порівняння токсичності ґрунту за ростовим тестом фітоіндикатора пропонується шкала рівнів токсичності ґрунтів (табл. 2).

Таблиця 2

Шкала рівнів токсичності ґрунтів

Рівні пригнічення ростових процесів (фітотоксичний ефект), %	Рівень токсичності
0–20	Відсутність або слабкий рівень токсичності
20,1–40	Середній рівень
40,1–60	Вище середнього рівня
60,1–80	Високий рівень
80,1–100	Максимальний рівень

Результати досліджень стану зміни морфологічних показників фітоіндикатора *Sinapis L.* за період з 2005–2007 рр. наведені в табл. 3.

Дані спостережень і їх обчислення свідчать про достовірну інгібуючу дію токсичних речовин досліджуваного ґрунту на ростові процеси фітоіндикатора. Встановлено, що ростові процеси у паростків *Sinapis L.* пригнічені у промисловій зоні м. Червонограда за середніми значеннями на 57%, а кореневої системи – на 55%. Для селітебних зон міста ці значення становлять 53 і 49% відповідно. Щодо населених пунктів, де разом зі селітебними зонами розташовані гірничі й інші підприємства, встановлено, що пригнічення паростків *Sinapis L.* становить на рівні 43% – для с. Межиріччя та с. Гірник, 45% – для смт Соснівка. Найбільші пригнічення паростків спостерігалися в с. Бендюга та с. Гірник, де фітотоксичний ефект становив 56 і 54% відповідно. Дослідження ростових показників кореневої системи для тест-полігонів з 9 по 13 свідчать також про пригнічення у ростових процесах фітоіндикатора порівняно з контролем. Найменші значення пригнічення кореневої системи рослин спостерігались у ґрунтах, відібраних в смт Соснівці, с. Межиріччі, с. Сілець, де фітотоксичний ефект становив 40, 47 і 50% відповідно. Найбільші пригнічення були помічені в селищах Гірник, Бендюга та Сілець і відповідно становили 65 і 60%.

Таблиця 3

Зміна ростових показників фітоіндикатора *Sinapis L.* – за період 2005–2007 рр.

Населений пункт і № тест-полігона	Довжина кореневої системи, см	Коефіцієнт Стьюдента (середнє за 3 роки)	Висота наземної частини, см	Коефіцієнт Стьюдента (середнє за 3 роки)
	$\frac{\text{min} - \text{max}}{\text{середнє за 3 роки}}$		$\frac{\text{min} - \text{max}}{\text{середнє за 3 роки}}$	
м. Червоноград № 1 та 8	$1,19 \div 1,7$	6,5	$1,3 \div 1,68$	6,6
	$1,45 \pm 0,11$		$1,49 \pm 0,13$	
м. Червоноград № з 2 по 7	$1,29 \div 1,98$	9,1	$1,1 \div 2,07$	11,2
	$1,64 \pm 0,15$		$1,64 \pm 0,16$	
с. Бендюга № 9	$1,1 \div 1,39$	10,1	$1,31 \div 1,92$	9,2
	$1,27 \pm 0,14$		$1,55 \pm 0,18$	
с. Межиріччя № 10	$1,44 \div 1,9$	6,6	$1,62 \div 2,41$	8,2
	$1,69 \pm 0,19$		$2 \pm 0,14$	
с. Гірник № 11	$1,07 \div 1,21$	3,2	$1,42 \div 1,87$	11,5
	$1,13 \pm 0,11$		$1,62 \pm 0,11$	
с. Сілець № 12	$1,24 \div 1,85$	8,2	$1,57 \div 2,27$	8,3
	$1,6 \pm 0,15$		$2 \pm 0,14$	
смт Соснівка № 13	$1,72 - 2,08$	6,4	$1,49 \div 2,5$	7,9
	$1,9 \pm 0,16$		$1,94 \pm 0,19$	
контроль смт Стоянів	$3,06 \div 3,42$		$3,3 \div 3,96$	
	$3,19 \pm 0,13$		$3,5 \pm 0,12$	

Результати встановленої токсичності ґрунтів Червоноградського гірничопромислового регіону наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Рівні токсичності ґрунтів по населених пунктах і тест-полігонах

Населений пункт і № тест-полігона	Фітотоксичний ефект (середнє значення по полігону), %	Рівень токсичності
м. Червоноград №1 та №8	56	Вищий за середній
м. Червоноград № з 2 по 7	51	Вищий за середній
с. Бендюга № 9	58,2	Вищий за середній
с. Межириччя № 10	45,5	Вищий за середній
с. Гірник № 11	59,5	Вищий за середній
с. Сілець № 12	46,7	Вищий за середній
сmt Соснівка №13	43,6	Вищий за середній

Проведений аналіз стану ґрунтів у Червоноградському гірничопромисловому регіоні свідчить, що рівні пригнічення ростових процесів фітоіндикаторів у тест-полігонах хоч і коливаються в межах від 43,6 до 59,6%, але вони визначають токсичність ґрунтів на рівні "вищий за середній". Такий рівень токсичності ґрунтів у регіоні, на нашу думку, зумовлений діяльністю гірничих підприємств. Ці міркування підтверджують також дослідження, проведені ДГП "Західукргеологія" [7], а також і наші дослідження стану довкілля в регіоні за допомогою тесту "Стерильності пилку рослин – біоіндикаторів", які ростуть у регіоні спостережень [3], та аналіз звітності Червоноградської СЕС. Згідно з цією звітністю, за період з 2001 по 2003 рр. міська СЕС у пробах ґрунтів, обстежених на присутність важких металів, останніх не виявляла. Але з 2004 р. у всіх пробах ґрунту за вмістом важких металів, які відбирались на території санітарно-захисних зон і в місцях збереження токсичних відходів, спостерігалось перевищення ГДК [4].

Отже, проведені дослідження дають змогу зробити також висновок, що ґрунти в регіоні потребують детального дослідження і впровадження заходів, які забезпечили би поліпшення їхнього якісного стану.

1. Аналітична довідка Управління охорони навколишнього природного середовища у Львівській області по Сокальському адміністративному району та Червоноградському промисловому району станом на 01.01.2007 р.
2. *Вайнерт Т., Вальтер Р.* Биоиндикация загрязнителей наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. М.: Мир, 1988. 350 с.
3. *Горова А. І., Кулина С. Л.* Оцінка дії забруднювачів навколишнього середовища Червоноградського гірничопромислового району за токсико-мутагенним фоном за допомогою тест-системи "Стерильність пилку рослин" // Наук. вісн. Нац. гірничого ун-ту. 2004. № 6. С. 73–79.
4. *Горова А. І., Скворцов В. О., Кулина С. Л., Берекета Я. Д.* Аналіз інтегральної санітарно-гігієнічної оцінки об'єктів довкілля в Червоноградському гірничопромисловому регіоні // Наук. вісн. Нац. гірничого ун-ту. 2005. № 10. С. 95–97.
5. *Израэль Ю. А.* Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеоиздат, 1979. 548 с.

6. Мэннинг У. Д., Федер У. А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. Л.: Гидрометеоздат, 1985. 144 с.
7. Скатынский Ю. П., Рудько Г. І., Федосеев В. П. та ін. Оцінка екологічного стану геологічного середовища Червоноградського ГПР і умов водопостачання населенню. Звіт ДГП "Західукргеологія". Львів, 1996. 250 с.
8. Фаррар К., Томсон К. Требования к мониторингу биологических систем // Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей среды. Л.: Гидрометеоздат, 1980. С. 3–21.
9. Федорова А. И., Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учебное пособие. Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 199. 305 с.
10. Gruber D., Cairns J., Dickson K. L. Progress on a second generation of monitoring system. In: Contributed papers, 143 rd National meeting American Association for the Advancement of Science, Washington. D.C., 1977. P. 5–15.

**ESTIMATION OF TOXIC OF SOILS IN THE CHERVONOGRAD MINING
REGION WITH THE USE BIOINDICATION METHOD**

A. Gorova, S. Kulina

*National Mining University
19, C. Marcs Ave., Dnipropetrovsk 49005, Ukraine
e-mail: sshkremetko@mail.ru*

It was considered the problem of soils state in Chervonograd mining region. It was conducted the estimation of the soils toxic with the help of the bioindication method. It was definite that the state of soils in the Chervonograd mining region has been as "above the average" level of toxic.

Key words: bioindication, soil, toxic, fitoindication.

Стаття надійшла до редколегії 21.04.08

Прийнята до друку 16.09.08