



Л.Я. ПЛЕСКАЧ

Дендрологічний парк "Олександрія" НАН України
Україна, 09100 м. Біла Церква

ФІТОТОКСИЧНІСТЬ ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ ДЕНДРОПАРКУ "ОЛЕКСАНДРІЯ" НАН УКРАЇНИ

Проведено тестування техногенно забруднених ґрунтів дендропарку "Олександрія" з визначенням їх токсичності. Розроблено біотести, найчутливіші до комплексного забруднення ґрунтів.

Із усіх геофізичних середовищ особливе місце в біосфері займає ґрунт, який великою мірою забезпечує біологічну продуктивність біосфери і водночас зазнає найбільшого антропогенного впливу. Ґрунт певним чином віддзеркалює стан навколишнього середовища, оскільки акумулює різноманітні речовини, що потрапляють із повітря і води з промисловими викидами. Ґрунти завдяки великій адсорбційній ємності здатні утримувати шкідливі речовини протягом десятиріч, не дозволяючи останнім перейти в ґрунтові води, і мають регенераційну властивість [18]. Накопичення подібних речовин веде до зміни хімічних, біологічних і мікробіологічних властивостей ґрунтів.

Дослідження останніх років показали, що забруднення ґрунтів характеризується різноманітними параметрами якісного складу інгредієнтів забруднення і їх кількісним співвідношенням. Крім того, визначення ве-

ликої кількості окремих показників не дає змоги з'ясувати ступінь небезпечності забруднюючих речовин для біоценозів. Навіть якщо відома хімічна природа забруднювачів та їх концентрація в природних компонентах неможливо цілком впевнено сказати, якою буде їх біологічна дія.

Існуюча система контролю забруднення ґрунтів, основана на диференційованому визначенні аналітичними методами гранично допустимих концентрацій окремих речовин, має деякі недоліки, що зумовлено рядом причин: відсутністю аналітичних методів визначення всіх токсичних сполук; різноманітним характером взаємодії окремих компонентів; появою вторинних сполук, які можуть виявитися більш токсичними, ніж первісні [4, 17].

Найефективнішим методом, за допомогою якого можна встановити токсичну дію забруднення ґрунтів на біологічні об'єкти, є біотестування. Біотести є універсальними і недорогими. Результати їх можуть викорис-



товуватися для визначення додаткових інтегральних показників при оцінці якості навколишнього середовища.

Метод біотестування ґрунтів із визначенням їх фітотоксичності був розроблений на основі вивчення хімічної взаємодії рослин у біоценозах і агроценозах. Основоположником даного напряму в нашій країні був А.М. Гродзинський [7]. Фітотоксичність ґрунтів зумовлена різними факторами: продукуванням мікроорганізмами фітотоксичних сполук [2, 12, 15], накопиченням фенольних сполук або ґрунтовтомою [8, 9], екологічними умовами та біологічними особливостями рослин [3, 16]. Проте дослідження фітотоксичності ґрунтів, спричиненої їх забрудненням різними видами політантів, розпочалися порівняно недавно. Літературних відомостей щодо використання рослинних біотестів мало [10, 13, 19], тому метою нашої роботи було визначення за допомогою набору біотестів токсичності техногенно забруднених ґрунтів дендропарку "Олександрія".

Об'єктами досліджень були мулуватоглейсті ґрунти Західної балки парку, які є одними з найзабрудненіших на його території, оскільки вони акумулюють токсичні речовини, що надходять звверху з поверхневим стоком і знизу — з водами, насиченими забруднювачами. За певних умов вони можуть бути джерелом вторинного забруднення ставків. Вибір зразків здійснювали на берегах Західного каскаду водойм з 0–10 см шару ґрунту. Умовним контролем слугували ґрунти, відібрані в кварталі 12 дендропарку.

Тестування проб ґрунтів проводили методом ґрунтових пластинок за Т.Г. Мірчинк [15]. Як біотести використовували: горох посівний (*Pisum sativum* L.), жито посівне (*Secale cereale* L.), крес-салат (*Lepidium sativum* L.), овес посівний (*Avena sativa* L.), просо посівне (*Panicum miliaceum* L.), пшеницю озиму (*Triticum aestivum* L.), суріпицю звичайну (*Barbarea vulgaris* R. Br.).

Тестування ґрунту проводили за такими показниками:

- середня довжина первинних корінців (у злакових культур);
- довжина головного кореня (в інших культур);
- висота надземної частини;
- кількість аномальних проростків [5].

Фітотоксичність ґрунту визначали за формулою:

$$\Phi = \frac{I_0 - I_x}{I_0} \times 100 \%,$$

де I_0 — величина показника, який тестується у контрольних рослин; I_x — величина показника, що тестується у рослин, які зростали у припустимо фітотоксичному середовищі.

Дослідні ґрунти дендропарку розташовані у зоні довготривалого техногенного забруднення різними типами політантів (важкими металами, нафтопродуктами, сполуками азоту, фосфору, заліза та ін.). Вони примикають до ставків Західної балки, в яких відбувається інтенсивна водна міграція забруднюючих речовин. Характеристика елементного хімічного складу ґрунтів за класами небезпечності [6] показана в табл. 1. Згідно з наведеними даними найвищий вміст елементів I класу небезпечності (високонебезпечних) був у варіанті 2, у ґрунтах, відібраних на початку ставу "Потерчата". Концентрація Pb у зразках даного варіанта перевищувала контрольну в 24,2 раза, Zn — в 6 разів. У ґрунтах цього варіанта був також найвищий вміст елементів II класу небезпечності. Концентрація Cr перевищувала контрольний показник у 8,3 раза, Ni — у 5,9 раза. Відносно низькі показники за вмістом елементів усіх класів були в зразках, відібраних у кінці водойми "Водяник".

Вміст нафтопродуктів був найбільшим у пробах ґрунту варіанта 1, які відбиралися для аналізу у верхів'ї Західної балки (табл. 2).

**Елементний хімічний склад досліджуваних ґрунтів за класами небезпечності [6]
(1997–1999 рр.)**

Варіант	Місце відбору проб	Вміст елементів, мг/кг												
		I клас небезпечності				II клас небезпечності					III клас небезпечності			
		Pb	As	Cd	Zn	Mo	Cu	Ni	Co	Cr	Ba	Sr	V	Mn
1	Верхів'я Західної балки	22	н.в.	7	57	1,8	17	43	11	133	133	67	107	367
2	Початок ставу "Потерчата"	317	н.в.	57	317	2	73	107	3	523	350	167	90	1333
3	Середина ставу "Потерчата"	12	183	н.в.	43	1,2	13	57	57	73	733	90	43	2833
4	Кінець ставу "Потерчата"	18	н.в.	н.в.	110	1,8	17	43	9	173	667	283	80	900
5	Кінець ставу "Русалка"	17	н.в.	н.в.	37	1,7	13	37	6	157	533	250	80	750
6	Кінець ставу "Водяник"	17	н.в.	н.в.	63	1,3	13	33	13	107	333	80	57	707
K	Контроль (квартал 12)	13	н.в.	н.в.	53	1,3	17	18	9	63	333	37	53	333

Примітка: н.в. — не виявлено.

Вміст нафтопродуктів та деяких мікроелементів у дослідних ґрунтах (1997–1999 рр.)

Варіант	Місце відбору проб	Нафтопродукти, г/кг	Фосфор загальний, г/кг	Залізо загальне, г/кг
1	Верхів'я Західної балки	0,95	0,47	2,21
2	Початок ставу "Потерчата"	0,36	1,03	37,32
3	Середина ставу "Потерчата"	0,14	0,27	86,47
4	Кінець ставу "Потерчата"	0,26	1,23	36,00
5	Кінець ставу "Русалка"	0,23	0,77	26,02
6	Кінець ставу "Водяник"	0,06	0,97	37,83
K	Контроль (квартал 12)	н.в.	0,67	18,13

Примітка: н.в. — не виявлено.

У міру просочування поверхневих вод ставків у ґрунти, які примикають до них, концентрація цього забруднювача поступово зменшується, досягаючи величини 0,06 г/кг у кінці ставу "Водяник".

Встановлено, що між деякими елементами спостерігаються як антагоністичні, так і синергічні взаємодії. Зокрема, P є антагоністом таких елементів, як As, Cd, Cr, Fe, Mo, Pb, Mn, Ni, Sr, і за наявності достатньої його кількості значно зменшується токсична дія останніх на живі організми [11]. Забезпеченість фосфором ґрунтів, які тестувалися, досить висока (0,27 — 1,23 г/кг). Найвища йо-

го концентрація спостерігалася в зразках ґрунту, відібраного на початку і в кінці ставу "Потерчата".

У досліджуваних ґрунтах визначали вміст Fe, оскільки відомо, що високі концентрації сполук цього елемента в багатьох випадках сприяють зниженню поглинання мікроелементів рослинами [1, 20]. Загальний вміст Fe у зразках становив від 18,13 до 86,47 г/кг. Найвищою його концентрація була в ґрунтах із середньої частини ставу "Потерчата", вона перевищувала контрольну в 4,8 раза.

Використовуючи набір біотестів, вивчали вплив техногенного забруднення ґрунту на

Алелопатична активність ґрунту в умовах техногенного забруднення (1997–1999 рр.)

Варіант	Місце відбору проб	Тест-об'єкт											
		Крес-салат				Горох				Суріпиця			
		Висота рослин, мм	Довжина кореня, мм	Схожість, %	Частка аномальних проростків, %	Висота рослин, мм	Довжина кореня, мм	Схожість, %	Частка аномальних проростків, %	Висота рослин, мм	Довжина кореня, мм	Схожість, %	Частка аномальних проростків, %
1	Верхів'я Західної балки	16	37	60,1	39,1	38	37	53,4	38,2	22	29	70,8	19,6
2	Початок ставу "Потерчата"	20	52	72,4	31,3	70	65	69,1	26,5	27	47	81,2	18,2
3	Середина ставу "Потерчата"	37	73	95,9	5,2	158	116	98,1	5,1	31	69	99,3	4,1
4	Кінець ставу "Потерчата"	23	62	82,1	13,5	91	86	75,5	11,0	30	52	92,3	7,2
5	Кінець ставу "Русалка"	26	36	83,6	17,4	98	86	82,5	10,0	48	51	89,2	6,8
6	Кінець ставу "Водяник"	36	137	98,8	3,0	162	131	97,6	3,0	36	204	99,0	0,0
K	Контроль (квартал 12)	39	82	99,1	0,4	167	125	99,6	0,0	49	94	99,8	0,0
	НІР _{0,05}	3	5	2,4	1,8	4	7	1,6	1,5	4	5	1,9	0,6

його алелопатичну активність (в табл. 3 наведено результати досліджень за деякими з них). Досліджувані рослини істотно відрізнялися за біометричними показниками, схожістю насіння та кількістю аномальних проростків за варіантами. Можна зробити висновки, що висота та довжина коренів рослин з імовірністю 0,95 відрізнялася від контролю в більшості варіантів. Найнижчі показники висоти рослин та довжини коренів у всіх біотестах були у варіанті 1, в ґрунтах якого була найбільша концентрація нафтопродуктів; найвищі — на ґрунтах варіанта 6, що знаходились в кінці ставу "Водяник". Найнижчі показники схожості насіння та найвища кількість аномальних проростків у всіх тест-культур були на ґрунтах, максимально забруднених нафтопродуктами та на початку ставу "Потерчата", де зафіксовано підвищений вміст важких металів, зокрема Pb, Cd, Zn, Cr.

Найвища фітотоксичність ґрунтів, яку характеризували за висотою рослин та довжиною коренів, була у варіанті 1 з максимальним вмістом нафтопродуктів. Досить високим цей показник був також у варіанті 2 з високим вмістом важких металів (рис. 1,

рис. 2). Найчутливішими біотестами до комплексного забруднення ґрунтів за показником висоти надземної частини виявилися крес-салат та горох, за ступенем пригнічення росту кореневої системи — горох, суріпиця, пшениця та просо.

Аналізуючи фітотоксичність дослідних ґрунтів за показником схожості насіння біотестів, можна помітити чітку різницю між варіантами. Вона була найвищою в місцях, де ґрунт максимально забруднений нафтопродуктами та важкими металами, найнижчою — у варіанті 3, де спостерігався максимальний вміст Fe, та у варіанті 6, де вміст важких металів та нафтопродуктів був найнижчим. Найменший відсоток схожості насіння на забруднених ґрунтах зафіксовано у крес-салату та гороху (рис. 3).

Виявлено, що найбільша кількість аномальних проростків у всіх біотестів була у верхів'ї Західної балки на ґрунтах, максимально забруднених нафтопродуктами, дещо нижчою — на ґрунтах варіанта 2, забруднених важкими металами (на початку ставу "Потерчата"), найменша — у варіанті 6 з відносно невисоким вмістом важких металів та нафтопродуктів (у кінці ставу "Водяник").



Рис. 1. Фітотоксичність дослідних ґрунтів за біометричними показниками (висота надземної частини). Тут і на рис. 2, 3: тест-об'єкти: а – пшениця; б – жито; в – овес; г – горох; д – суріпиця; е – просо; є – крес-салат; варіанти: 1 – верхів'я Західної балки; 2 – початок ставу "Потерчата"; 3 – середина ставу "Потерчата"; 4 – кінець ставу "Потерчата"; 5 – кінець ставу "Русалка"; 6 – кінець ставу "Водяник"



Рис. 2. Фітотоксичність дослідних ґрунтів за біометричними показниками (довжина кореня)

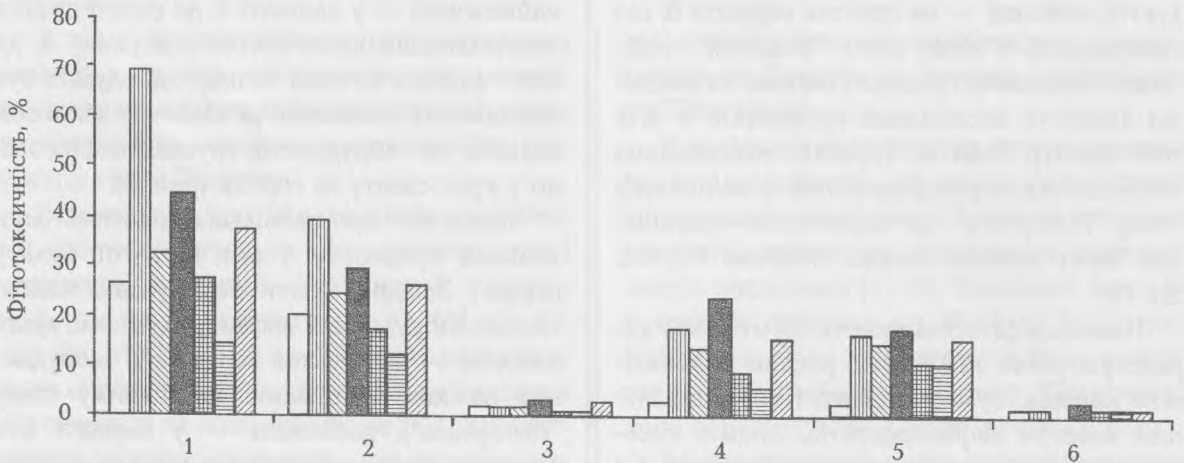


Рис. 3. Фітотоксичність дослідних ґрунтів за показником схожості тест-об'єктів

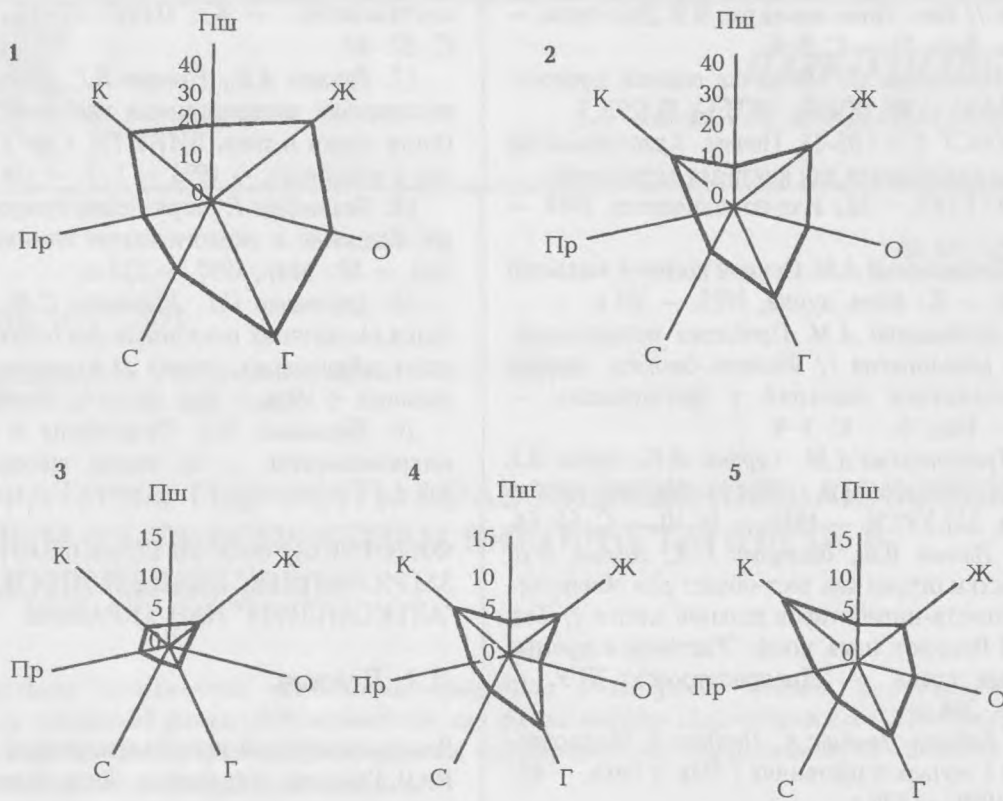


Рис. 4. Вплив забруднення ґрунту на кількість аномальних проростків досліджуваних культур (Пш — пшениця; Ж — жито; О — овес; Г — горох; С — суріпиця; Пр — просо; К — крес-салат). Варіанти: 1 — верхів'я Західної балки; 2 — початок ставу "Потерчата"; 3 — середина ставу "Потерчата"; 4 — кінець ставу "Потерчата"; 5 — кінець ставу "Русалка"

Серед досліджуваних рослин найбільший відсоток аномальних проростків на забруднених ґрунтах спостерігався у крес-салату, гороху, вівса та пшениці (рис. 4).

Таким чином, на основі проведених досліджень показано, що найбільш фітотоксичними ґрунтами дендропарку "Олександрія" є ґрунти з підвищеним вмістом важких металів, особливо Pb, Cd, Zn, Cr, та ґрунти, які максимально насичені нафтопродуктами з відносно невисоким вмістом важких металів. При цьому фітотоксична дія ґрунтів, забруднених важкими металами значно зменшується при забезпеченні їх фосфором.

Найчутливішими тест-об'єктами до комплексного забруднення ґрунтів різними типами політантів виявилися крес-салат та го-

рох посівний на відміну від жита посівного, вівса посівного, проса посівного, пшениці озимої та суріпиці звичайної.

1. Алексеев Ю.В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях. — Л.: Агропромиздат, 1987. — 142 с.

2. Берестецкий О.А. Образование фитотоксических веществ почвенными микроорганизмами и их роль в аллелопатии // Физиол.-биохим. основы взаимодействия растений в фитосенозах. — 1971. — Вып. 2. — С. 125–132.

3. Берестецкий О.А. Токсикоз садовых почв в зависимости от экологических условий и биологических особенностей плодовых растений // Там же. — 1974. — Вып. 5. — С. 47–50.

4. Важенин И.Г. О разработке предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ

в почве // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. — 1983. — Вып. 35. — С. 3–6.

5. *Веллингтон П.* Методика оценки проростков семян. — М.: Колос, 1973. — С. 29.

6. *ГОСТ 17.4.1.02-83.* Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. — Введ. 17.12.83. — М.: Изд-во стандартов, 1984. — 4 с.

7. *Гродзинський А.М.* Основи хімічної взаємодії рослин. — К.: Наук. думка, 1973. — 205 с.

8. *Гродзинский А.М.* Проблема почвоутомления и аллелопатия // Физиол.-биохим. основы взаимодействия растений у фитоценозах. — 1974. — Вып. 5. — С. 3–9.

9. *Гродзинський А.М., Сердюк Л.С., Крупа Л.І.* Накопичення фенолів у ґрунті польового ценозу // Доп. АН УРСР. — 1981. — № 10. — С. 64–66.

10. *Иванов В.Б., Быстрова Е.И., Ларина Л.П.* Проростки огурца как тест-объект для обнаружения веществ-ингибиторов деления клеток // Тез. докл. I Всесоюз. науч. конф. "Растения и промышленная среда". — Днепропетровск: ДГУ. — 1990. — 284 с.

11. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях / Пер. с англ. — М.: Мир, 1989. — 439 с.

12. *Калмыков Н.А.* Токсичность и микрофлора почвы в связи с концентрацией зерновых культур в севообороте // Тез. докл. VII съезда Укр. микробиол. об-ва (Донецк, июнь 1984). — К.: Наук. думка, 1984. — Ч. 2. — С. 19.

13. *Лысков А.Б.* Изменение химических и фитотоксических свойств почвы сосновых лесов вдоль автодорог // Лесоведение. — 2000. — № 1. — С. 51–55.

14. *Методы* стационарного изучения почв. — М.: Наука, 1977. — 294 с.

15. *Мирчинк Т.Г.* Фитотоксины почвенных сапрофитных грибов и их роль в системе почва—растения // Фитотоксические свойства почвенных микроорганизмов. — М., 1978. — С. 31–38.

16. *Мороз П.А.* Аллелопатические свойства плодовых культур // Аллелопатическое поч-

воутомление. — К.: Наук. думка, 1979. — С. 52–81.

17. *Розанов А.Б., Розанов Б.Г.* Экологические последствия антропогенных изменений почв // Итоги науки и техн. ВИНТИ. Сер. Почвоведение и агрохимия. — 1990. — Т. 7. — 156 с.

18. *Фелленберг Г.* Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию / Пер. с нем. — М.: Мир, 1997. — 232 с.

19. *Христенко С.І., Шахотіна С.Ф.* Використання біологічних показників для оцінки токсичності забруднених ґрунтів // Агрохімія і ґрунтознавство. — 1998. — Вып. 59. — С. 93–98.

20. *Чернавина И.А.* Физиология и биохимия микроэлементов. — М.: Высш. школа, 1970. — 308 с.

ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ ДЕНДРОПАРКА "АЛЕКСАНДРИЯ" НАН УКРАИНЫ

Л.А. Плескач

Дендрологический парк "Александрия" НАН Украины, Украина, г. Белая Церковь

Проведено тестирование техногенно загрязнённых почв дендропарка с определением их токсичности. Разработаны биотесты, наиболее чувствительные к комплексному загрязнению.

PHYTOTOXICITY OF TECHNOGENIC POLLUTED SOILS OF THE DENDROLOGICAL PARK ALEXANDRIA OF THE NAS OF UKRAINE

L. Ya. Pleskach

Dendrological park *Alexandria* of the NAS of Ukraine, Ukraine, Bila Tserkva

The testing of technogenic polluted soils of the dendropark with estimation of their toxicity was carried out. The most sensitive biotests to complex pollution of soil were established.