

ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ НА ФІТОТОКСИЧНІСТЬ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ

Досліджено вплив Cu, Zn і Pb при вмісті в дерново-підзолістому ґрунті 1, 5, 10 і 15 ГДК на його фітотоксичність через один, три і шість місяців після забруднення. За критерії оцінки ступеня фітотоксичності ґрунту слугували показники проростання і інтенсивності початкового росту озимої пшениці. Встановлено, що в комплексі досліджувані важкі метали здатні помітно пригнічувати проростання насіння і ріст проростків. Дія важких металів залежить від їх концентрації в ґрунті та строку експозиції.

© Т.М. Мислива, Р.А. Валерко

Постановка проблеми

Важкі метали займають сьогодні одне з провідних місць серед антропогенних забруднювачів педосфери. Потрапляючи в ґрунт у кількостях, що перевищують їх гранично-допустимі концентрації, вони негативно впливають на екологічні функції ґрунту, на його хімічні і фізичні властивості, погіршуючи тим самим родючість і таким чином виявляючи прямий вплив на фітоценози. Потрапляючи з ґрунту в рослинні організми важкі метали порушують в них обмін речовин. Ці два процеси, в кінцевому рахунку, призводять до одних і тих самих негативних наслідків: знижують продуктивність агрофітоценозів і якість рослинницької продукції [2, 6, 15].

Токсичність ґрунту зумовлена накопиченням в ньому шкідливих для живих організмів речовин: або складних органічних сполук-фітотоксинів, що утворюються мікрофлорою, або простих неорганічних речовин, зокрема, важких металів [10, 15]. Під токсичністю ґрунту розуміють зниження показників, що знімаються з тест-об'єкта на досліджуваному ґрунті, в порівнянні з контролем [11]. В якості тест-об'єкта, залежно від методики визначення токсичності, можуть бути використані різноманітні живі організми. В даному дослідженні було вивчено комплексний вплив різних доз важких металів на токсичність дерново-підзолистого глеюватого супіщаного ґрунту по відношенню до озимої пшениці. Вибір в якості тест-об'єкта саме цієї культури зумовлений її широким сільськогосподарським використанням.

Аналіз останніх результатів досліджень

Впливу забруднення важкими металами на біологічні властивості ґрунтів присвячено цілий ряд досліджень, проте їх результати не завжди однозначні [3, 5, 6, 9, 11, 12, 17 та інші]. В більшості випадків відмічається зниження біологічної активності ґрунту [3, 9, 11, 17], проте спостерігались і випадки збільшення чисельності мікроорганізмів, ферментативної активності ґрунту тощо [5, 12], проте зміни біологічних властивостей ґрунту в ту чи іншу сторону обов'язково позначаються на його фітотоксичності [6, 9]. Крім того, переважна більшість подібних досліджень проводилась на ґрунтах техногенно змінених ландшафтів та урбоєкосистем, а ґрунтовому покриву аграрних регіонів приділялась недостатня увага.

Питання впливу різних мікроелементів на ріст і розвиток рослин вивчається дуже давно й досить широко [7, 8, 11]. Однак мало робіт присвячено дослідженню кількох елементів одночасно, коли можна оцінити їх сумісну дію, адже забрудненість педосфери лише одним елементом практично не зустрічається. Крім того, переважна частка досліджень проводилась на чорноземних ґрунтах, а даних стосовно дерново-підзолистих ґрунтів недостатньо. Проведені дослідження

показали, що ґрунтовий покрив в агроландшафтах як поліської, так і лісостепової частин Житомирської області зазнає забруднення рухомими формами міді, цинку й свинцю [13, 14, 16], тому комплексному впливу на фітотоксичність дерново–підзолистого глеюватого супіщаного ґрунту саме цих елементів і були присвячені наші дослідження.

Завдання досліджень

В ході виконання досліджень нами було поставлено за мету вирішити наступні завдання:

- оцінити вплив комплексного забруднення важкими металами (Cu, Zn і Pb) на фітотоксичність дерново – підзолистого глеюватого супіщаного ґрунту;
- встановити характер впливу комплексного забруднення важкими металами (Cu, Zn і Pb) на проростання насіння озимої пшениці;
- визначити особливості впливу комплексного забруднення важкими металами (Cu, Zn і Pb) на інтенсивність початкового росту насіння озимої пшениці.

Об'єкти і методика проведення досліджень

Польовий модельний дослід був закладений у 2006 році на території НДГ “Україна” Черняхівського району Житомирської області на дерново–підзолистому глеюватому супіщаному ґрунті. В якості речовин – забруднювачів були вибрані: мідь, цинк та свинець. Ґрунт забруднювали сумішшю металів – 1, 5, 10 і 15 ГДК кожного. При цьому виходили з даних [1], що ГДК для Cu складає 55 мг/кг ґрунту, Zn – 100 мг/кг, Pb – 32 мг/кг. Важкі метали вносили у 0–20 см шар ґрунту у вигляді оцтовокислих солей (для виключення можливості впливу на досліджувані показники сторонніх домішок, які містяться в хлоридах та сульфатах важких металів).

Зразки ґрунту для визначення фітотоксичності відбирали через 1, 3 і 6 місяців після внесення комплексу ацетатів Cu, Zn і Pb.

Лабораторні і вегетаційні дослідження були засновані на здатності проростків озимої пшениці реагувати на наявність важких металів у середовищі, в якому пророщують насіння. Для цього 50 г свіжовисушеного повітряно–сухого ґрунту вміщували в чашку Петрі і зволожували водою до стану густої пасти. На поверхню ґрунту розкладали 25 насінин озимої пшениці, попередньо замочених у воді протягом доби. Контрольні насінини пророщували на зволоженій ваті, вкритій фільтрувальним папером. Насіння пророщували 5 діб при температурі 25⁰С [4].

Для оцінки впливу забруднення ґрунту важкими металами на проростання насіння враховували ряд прийнятих в насінництві показників: схожість, енергію проростання, швидкість проростання. Крім показників проростання визначали також інтенсивність початкового росту насіння, яка

найбільш повно характеризує життєздатність рослин і має прямий взаємозв'язок з їх продуктивністю [18]. Для визначення інтенсивності початкового росту насіння використовували наступні показники: довжину коренів, довжину зелених проростків, повітряно–суху масу коренів та зелених проростків.

Повторність досліду 6-кратна (6 чашок Петрі по 25 насінин озимої пшениці). Для оцінки достовірності відмінностей між варіантами досліду визначали найменшу істотну різницю ($HP_{0,5}$).

Результати досліджень

Результати досліджень впливу комплексу важких металів на схожість, довжину коренів і довжину зеленої частини проростків подані в табл. 1 і 2 та на рис. 1.

Таблиця 1. Вплив комплексного забруднення важкими металами (Cu, Zn і Pb) на проростання насіння озимої пшениці

Варіант досліду	Схожість, %			Енергія проростання, %		
	1*	3	6	1	3	6
Без добрив і важких металів	68,8	69,9	74,8	68,4	65,2	74,8
Фон** без важких металів	53,2	56	54,8	40,0	48,0	51,2
Фон + 1ГДК	59,0	67,6	72,8	41,4	55,6	62,8
Фон + 5ГДК	35,1	50,4	56,0	26,8	37,2	48,0
Фон + 10ГДК	29,2	36,8	42,8	18,4	21,2	24,0
Фон + 15ГДК	56,3	66,0	72,5	37,2	49,6	61,2
Контроль***	93,1	92,8	94,0	76,8	73,6	78,5
$HP_{0,5}$	18,4	20,2	18,4	8,0	8,0	3,5

Примітка: * – строк експозиції – 1, 3 і 6 місяців відповідно.

фон** – внесення мінеральних добрив $N_{60} P_{60} K_{60}$.

*** – за контроль приймали показники, одержані при пророщуванні насінин на зволоженій ваті.

В контрольному варіанті через 1, 3 і 6 місяців довжина коренів склала відповідно 4,8; 4,4 та 4,6 см; довжина зелених проростків – 4,6; 3,8 та 4,2 см; маса коренів – 0,2; 0,9 та 0,1 г, а маса зелених проростків – 0,3; 0,2 та 0,25 г відповідно.

Сумісний вплив Cu, Zn і Pb на проростання насіння мав свої особливості (табл. 1, рис. 1). При 1 і 15 ГДК суміші важких металів спостерігалось підвищення схожості насіння, швидкості та енергії його проростання порівняно з фоном, де було відсутнє забруднення важкими металами, та варіантами, де на фон накладались 5 і 10 ГДК суміші Cu, Zn і Pb. Найнижчі значення досліджуваних показників були характерні для варіантів, де в ґрунт вносили 5 та 10 ГДК суміші важких металів. Варто зауважити також, що за наявності в дерново-підзолистому ґрунті 1 ГДК

досліджуваних елементів – забрудників відмічалась помітна стимуляція проростання насіння порівняно з фоном.

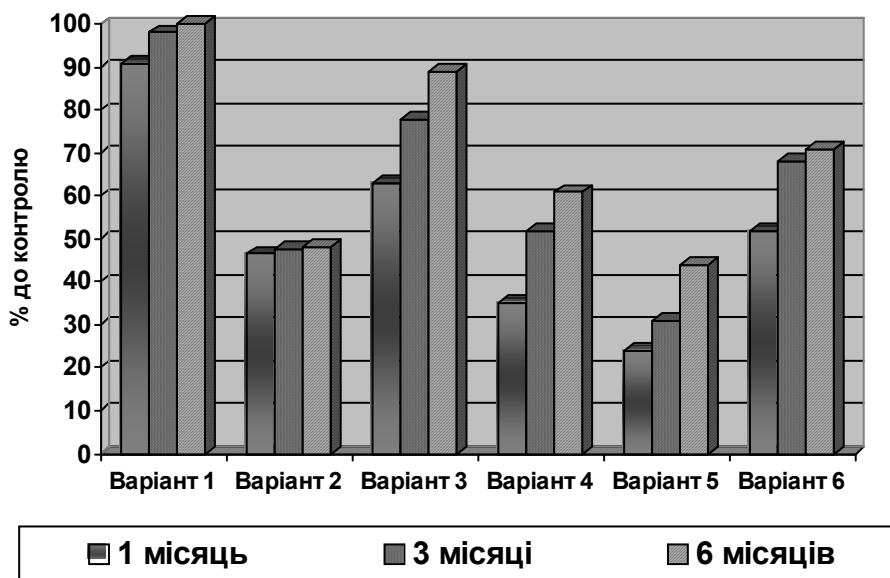


Рисунок 1. Швидкість проростання насіння озимої пшениці залежно від рівня комплексного забруднення дерново – підзолистого ґрунту важкими металами та строку експозиції

(варіант 1 – без добрив і важких металів; варіант 2 – фон без важких металів; варіант 3 – фон + 1 ГДК; варіант 4 – фон + 5 ГДК; варіант 5 – фон + 10 ГДК; варіант 6 – фон + 15 ГДК)

Встановлено також чітко виражену залежність сумісної фітотоксичності важких металів від строку експозиції, що співвідноситься з результатами, отриманими іншими дослідниками [3, 17]. Найкращі показники схожості, енергії та швидкості проростання насіння озимої пшениці отримані через 6 місяців після внесення в ґрунт забрудників. Через місяць після забруднення вказані показники мали найменші значення, а через 3 місяці вже спостерігалось їх підвищення, причому дана тенденція справджувалась для всіх рівнів забруднення – від 1 до 15 ГДК. У варіантах з незабрудненим ґрунтом та з ґрунтом, в який вносили лише мінеральні добрива, ця тенденція, навпаки, не прослідковувалась, а різниця між показниками в часі знаходилась в межах помилки дослідів і була несуттєвою.

Дещо інші результати отримані нами при вивченні впливу комплексного забруднення дерново-підзолистого ґрунту свинцем, міддю та цинком на показники росту насіння (табл. 2). Якщо тенденція стосовно

строку експозиції збереглася, то сумісний вплив Cu, Zn і Pb на довжину і масу коренів та зелених пагонів озимої пшениці мав свої особливості.

Таблиця 2. Вплив комплексного забруднення важкими металами (Cu, Zn і Pb) на інтенсивність початкового росту насіння озимої пшениці, у % до контролю*

Варіант дослідів	Довжина коренів			Довжина зелених пагонів			Маса коренів			Маса зелених пагонів		
	1**	3	6	1	3	6	1	3	6	1	3	6
Без добрив і важких металів	86	87	91	107	105	108	122	124	123	53	57	54
Фон** без важких металів	54	56	60	80	81	82	98	103	100	41	43	45
Фон + 1ГДК	60	71	76	88	100	112	100	114	123	48	52	63
Фон + 5ГДК	17	22	31	37	40	51	33	36	48	17	26	32
Фон + 10ГДК	17	20	25	24	29	35	28	32	40	17	21	25
Фон + 15ГДК	10	14	20	22	25	29	11	18	27	13	15	18
НР _{0,5}	12	10	12	6	6	7	2	10	4	12	4	10

Примітка: * – за контроль приймали показники, одержані при пророщуванні насінин на зволоженій ваті;

** – строк експозиції – 1, 3 і 6 місяців відповідно;

фон*** – внесення мінеральних добрив N₆₀ P₆₀ K₆₀

Зокрема, невисокий (на рівні 1 ГДК) вміст важких металів у ґрунті стимулював ріст і розвиток коренів і пагонів порівняно з варіантом, де в нього вносили лише мінеральні добрива; подальше зростання рівня вмісту важких металів до 5–10 ГДК негативно позначалось як на довжині коренів і пагонів, так і на їх масі, а у варіантах, де на фон накладалось 15 ГДК важких металів, спостерігалось пригнічення росту як кореневої, так і надземної частин, хоча проростання насіння за таких рівнів забруднення навпаки, стимулювалось (див. табл. 1).

Загалом же, за всіх рівнів забруднення ґрунту важкими металами спостерігався кращий розвиток кореневої системи порівняно з надземною частиною, причому довжина коренів завжди була меншою порівняно з довжиною зелених проростків, проте їх маса перевищувала таку у останніх.

Варто зауважити, що показники проростання насіння (схожість, енергія та швидкість проростання) та показники інтенсивності початкового росту насіння виявились досить чутливими і інформативними для оцінки фіто токсичності дерново-підзолистого ґрунту. Цікавою особливістю виявилась стимуляція проростання і росту насіння за умови внесення в ґрунт 1 ГДК суміші Cu, Zn і Pb. На нашу думку, це можна пояснити наступним чином. Відомо, що важкі метали виявляють значний вплив на біологічну активність ґрунту. Можна припустити, що в тих випадках, коли важкі метали не виявляли токсичного впливу безпосередньо на рослини, вони знижували численність ґрунтових мікроорганізмів, тим самим не даючи проявитись мікробному токсикозу. В такому випадку показники проростання насіння і інтенсивності початкового росту рослин могли бути кращими порівняно з варіантом, де в ґрунт важкі метали не вносили.

Висновки

За результатами проведених експериментальних досліджень встановлено наступне:

- 1) важкі метали в дерново-підзолистому ґрунті в залежності від вмісту їх у ґрунті та строку експозиції як пригнічували, так і стимулювали проростання насіння і ріст проростків озимої пшениці;
- 2) показники проростання насіння та показники його росту виявились достатньо інформативними при визначенні фітотоксичності дерново-підзолистого ґрунту;
- 3) за умови внесення в ґрунт 1 ГДК суміші Cu, Zn і Pb спостерігалась помітна стимуляція проростання і росту насіння озимої пшениці порівняно з фоном;
- 4) при вмісті важких металів в ґрунті на рівні 15 ГДК спостерігалось стимулювання проростання насіння, але пригнічення росту коренів та зелених проростків.

Подальші дослідження на наш погляд, слід зосередити на встановленні залежності між чисельністю різних груп ґрунтових мікроорганізмів і показниками розвитку насіння за різних рівнів забруднення дерново-підзолистого ґрунту важкими металами.

Література

1. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель (методично-нормативне забезпечення) / За заг. ред. акад. УААН В.П. Патики, акад. УААН О.Г. Тараріка. – К., 2002. – С. 35–37.
2. Агроекологія / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев і др.; Под ред. В.А. Черникова, А.И. Черкеса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.

3. *Бабьева И.П., Левин С.В., Решетова И.С.* Изменение численности микроорганизмов в почвах при загрязнении тяжелыми металлами // Тяжелые металлы в окружающей среде. – М., 1980. – С. 115.
4. *Бабьева М.А., Зенова Н.К.* Биология почв. Микробоценозы зональных типов почв СССР. – М.: Изд – во МГУ, 1989. – 201 с.
5. *Булавко Г.И.* Влияние различных соединений свинца на почвенную микрофлору // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. – 1982. – Вып. 1, №5. – С. 79.
6. *Вальков В.Ф., Колесников С.И., Казеев К.Ш.* Влияние загрязнения тяжелыми металлами на фитотоксичность чернозема // Агрохимия. – 1997.-№6. – С. 50–55.
7. *Власюк П.А.* Биологические элементы жизнедеятельности растений. – К.: Наукова думка, 1969. – 516 с.
8. *Власюк П.А.* Физиология питания растений. – К.: Урожай, 1964. – 483 с.
9. *Ельзина Г.Я., Безносиков В.А.* Формы соединений тяжелых металлов в подзолистых почвах и их фитотоксичность // Эколого-генетические аспекты почвообразования на европейском Северо-Востоке. – Сыктывкар, 1996. – С. 91–100.
10. *Жовинский Э.Я., Кураева И.В.* Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. – К.: Наукова думка, 2002. – 213 с.
11. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
12. *Кобзев В.А.* Взаимодействие загрязняющих почву тяжелых металлов и почвенных микроорганизмов // Тр. Ин – та эксп. метеорологии. – М.: Гидрометеиздат, 1980. – Вып 10. – С. 48.
13. *Мислива Т.М., Білявський Ю.А.* Агроекологічний моніторинг рослинницької продукції з присадибних ділянок поліської та лісостепової частин житомирської області // вісник дау. – 2005. – №2. – С. 57–61.
14. *Надточій П.П., Трембицький В.А., Мартенюк Н.В.* Агроекологічний моніторинг почв и растениеводческой продукции приусадебных хозяйств, подвергшихся влиянию аварии на ЧАЭС // Проблеми сільськогосподарської радіології: 17 років після аварії на ЧАЕС. – Житомир, 2003. – С. 27–34.
15. *Надточій П.П., Вольвач Ф.В., Гермашенко В.Г.* Екологія ґрунту та його забруднення. – К.: Аграрна наука, 1997. – 286 с.
16. *Надточій П.П., Мислива Т.М., Трембицький В.А.* Агроекологічний моніторинг присадибних ділянок на радіонуклідно забруднених територіях Житомирської області // Таврійський наук. вісн. – 2004. – Вип. 31. – С. 87–93.
17. *Панникова Е.Л., Перцовская А.Ф.* Схема гигиенического нормирования тяжелых металлов в почве // Химия в сельском хозяйстве. – 1982. – №3. – С. 12.
18. *Рыбакова З.П.* Методы отбора микробов – стимуляторов по их влиянию на семена // Некоторые новые методы количественного учета почвенных микроорганизмов и изучения их свойств. – Л., 1987. – С. 32.