

УДК 631.416.8:631.445.4

Т.М. Мислива

к. с.-г. н.

Л.О. Онопрієнко

аспірант

Житомирський національний агроекологічний університет

ВПЛИВ ПОЛІМЕТАЛІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ФІТОТОКСИЧНІСТЬ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ

Досліджений вплив Cu, Zn і Pb при вмісті в дерново-підзолистому ґрунті 1, 5, 10 і 15 ГДК на його фітотоксичність через 12, 18, 24 і 30 місяців після забруднення. За критерії оцінки ступеня фітотоксичності ґрунту слугували показники проростання насіння 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. Внесення в забруднений важкими металами ґрунт вапнякових матеріалів виявилось ефективним засобом зниження його фітотоксичності.

Постановка проблеми

Одне з провідних місць серед антропогенних забруднювачів педосфери належить сьогодні важким металам. Потрапляючи у ґрунт в кількостях, що перевищують їх гранично-допустимі концентрації, вони негативно впливають на екологічні функції ґрунту, на його фізичні, хімічні і фізико-хімічні властивості, погіршуючи тим самим родючість і виявляючи таким чином прямий вплив на фітоценози. Потрапляючи з ґрунту в рослинні організми в надмірних кількостях, важкі метали порушують в них обмін речовин. Ці два процеси в результаті призводять до одних і тих самих негативних наслідків: знижують продуктивність фітоценозів і якість рослинницької продукції [2, 6, 18].

Токсичність ґрунту зумовлює накопичення в ньому шкідливих для живих організмів речовин, чи то складних органічних сполук – фітотоксинів, що утворюються мікрофлорою, чи простих неорганічних речовин, зокрема важких металів [10, 18]. Під токсичністю ґрунту розуміють зниження тест-функцій, 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 оцінено комплексний вплив поліметалічного забруднення на токсичність дерново-підзолистого глеюватого супіщаного ґрунту по відношенню до озимої пшениці. Вибір в якості тест-об'єкта саме цієї культури зумовлений, насамперед, її широким сільськогосподарським використанням.

Аналіз останніх результатів досліджень

Оцінці впливу важких металів на біологічні властивості ґрунтів присвячена низка досліджень як вітчизняних, так і зарубіжних вчених, проте їх результати не завжди однозначні [3, 5, 6, 9, 11, 12, 14, 20 та інші]. В більшості випадків за умов забруднення відмічається зниження біологічної активності ґрунту [3, 9, 11, 20], проте спостерігались і випадки збільшення чисельності мікроорганізмів, посилення ферментативної активності ґрунту тощо під впливом важких металів [5, 12, 16]. Проте встановлено, що зміни біологічних властивостей ґрунту в ту чи іншу сторону обов'язково позначаються на його фітотоксичності [6, 9]. Крім того, переважну більшість подібних досліджень проводили на ґрунтах техногенно змінених ландшафтів та урбоекосистем, 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 впливу кількох елементів одночасно, коли можна оцінити їх сумісну дію, адже забрудненість педосфери лише одним поллютантом практично не зустрічається. Крім того, переважна частка досліджень проводилась на чорноземних ґрунтах, а даних стосовно дерново-підзолистих ґрунтів наразі 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, 17, 19], тому комплексному впливу на фітотоксичність дерново-підзолистого глеюватого супіщаного ґрунту саме цих елементів й були присвячені дослідження.

Завдання досліджень

У 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;
- встановити ефективність проведення вапнування забрудненого важкими металами (Cu, Zn і Pb) дерново-підзолистого глеюватого супіщаного ґрунту для зниження його фітотоксичності.

Об'єкти і методика проведення досліджень

Дослідження проводили на базі біологічного стаціонару в НДГ "Україна" Черняхівського району Житомирської області на дерново-підзолистому глеюватому супіщаному ґрунті, який мав наступні агрохімічні показники: вміст гумусу – 1,2 %, азоту лужногідролізованого – 72 мг/кг ґрунту; рухомого фосфору – 270 мг/кг, обмінного калію – 110 мг/кг ґрунту, $pH_{\text{сольове}}$ – 5,1 одиниці pH. Вміст рухомих форм досліджуваних важких металів на початок досліду становив: міді – 2,9 мг/кг, свинцю – 1,3 мг/кг, цинку – 6,8 мг/кг, кадмію – сліди.

У 2006 році ґрунт був забруднений сумішшю металів: міддю, цинком та свинцем 1, 5, 10 і 15 ГДК кожного на фоні застосування мінеральних добрив (нітроамофоска). При цьому виходили з даних [1], що ГДК валових форм для Cu складає 55 мг/кг ґрунту, Zn – 100 мг/кг, Pb – 32 мг/кг. Зразки ґрунту для визначення фітотоксичності відбирали через 12, 18, 24 та 30 місяців після внесення комплексу ацетатів Cu, Zn і Pb. Для детоксикації забрудненого важкими металами дерново-підзолистого супіщаного ґрунту через 6 місяців після забруднення (3 листопада 2006 р.) на варіантах досліду (крім контрольних) були внесені вапнякові добрива, виготовлені з карбонатних порід Білорівчицького родовища. Норми вапнякових добрив розраховували, виходячи з буферної ємності ґрунту, яку визначали за методикою П.П. Надточія [18].

Лабораторні і вегетаційні дослідження були засновані на здатності проростків озимої пшениці реагувати на наявність важких металів в 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 протягом 5 діб за температури 25⁰C [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 [21]. 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

Наші дослідження стали логічним продовженням досліджень, результати яких викладені в роботі [18]. Експериментальні дані щодо впливу комплексного забруднення важкими металами дерново-підзолистого ґрунту на схожість, швидкість та енергію проростання, довжину коренів і довжину зеленої частини проростків подані в табл. 1 і 2, та на рис. 1 і 2.

У варіанті, де насіння пророщували на зволоженій ваті, через 12, 18, 24 і 30 місяців довжина коренів складала відповідно 4,5; 4,5; 4,6 та 4,7 см; довжина зелених проростків – 3,9; 4,1; 4,1 та 4,3 см; маса коренів – 0,193; 0,201; 0,196 та 0,202 г, а маса зелених проростків – 0,406; 0,537; 0,485 та 0,529 г відповідно.

Таблиця 1. Вплив комплексного забруднення важкими металами (Cu, Zn і Pb) на проростання насіння озимої пшениці, 2007–2008 рр.

Варіант досліджу	Схожість, %				Енергія проростання, %			
	*12	18	24	30	12	18	24	30
Без добрив і важких металів	69,3	72,0	73,2	76,0	61,3	61,4	66,5	70,6
Фон** без важких металів	61,3	65,4	68,0	72,0	50,6	53,3	56,0	57,3
Фон + 1ГДК	62,6	66,5	70,7	73,3	53,2	56,0	56,0	64,0
Фон + 1ГДК + вапно	68,0	72,0	75,3	78,5	58,6	60,0	64,0	69,3
Фон + 5ГДК	37,2	41,3	50,4	57,6	26,7	32,0	38,5	49,4
Фон + 5ГДК+вапно	45,1	49,3	56,0	65,8	36,0	42,6	44,0	54,5
Фон + 10ГДК	30,7	32,0	38,6	45,3	24,0	26,7	29,3	34,6
Фон + 10ГДК+вапно	33,2	36,0	42,6	49,1	26,4	28,0	32,0	38,7
Фон + 15ГДК	62,5	68,0	73,2	81,3	56,0	57,3	64,0	69,4
Фон + 15ГДК+вапно	66,4	72,0	80,0	85,1	61,3	62,4	68,0	73,3
Контроль***	82,0	86,0	84,5	84,6	80,0	82,5	85,3	88,0
НІР _{0,5}	12,8	15,8	10,7	12,7	12,6	9,5	8,9	7,7

Примітка: * – строк експозиції, місяців;

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

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

Сумісний вплив Cu, Zn і Pb на проростання насіння озимої пшениці мав свої певні особливості (див. табл. 1, рис. 1 і 2). При забрудненні ґрунту на рівні 5 і 10 ГДК суміші важких металів схожість насіння знижувалась на

Встановлена також чітко виражена залежність сумісної фітотоксичності важких металів від строку експозиції, що співвідноситься з результатами, отриманими іншими дослідниками [3, 17, 18]. Найкращі показники схожості, енергії та швидкості проростання насіння озимої пшениці отримані через 30 місяців після внесення в ґрунт забрудників. Через 12 місяців після забруднення вказані показники мали найменші значення, а далі спостерігалось їх підвищення, причому, дана тенденція справджувалась для всіх рівнів забруднення – від 1 до 15 ГДК. На варіантах з незабрудненим ґрунтом, та з ґрунтом, в який вносили лише мінеральні добрива, ця тенденція, навпаки, не прослідковувалась, а різниця між показниками в часі на таких варіантах знаходилась в межах помилки досліду і була несуттєвою.

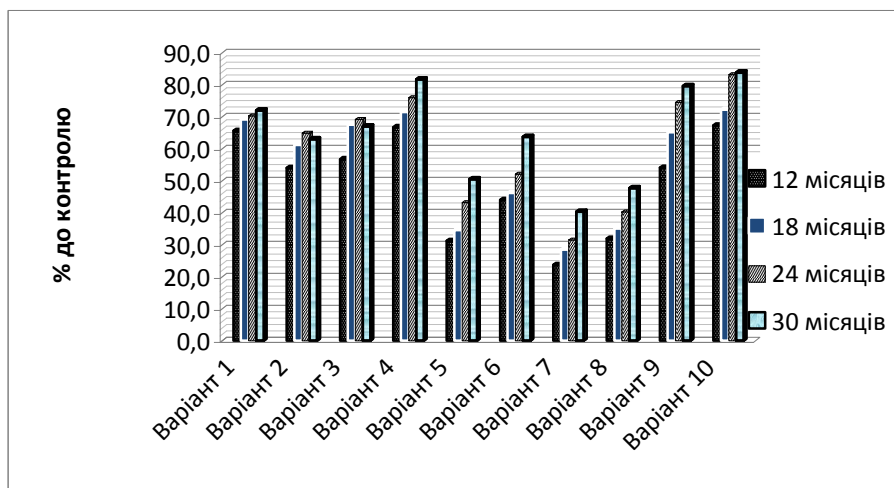


Рис. 2. Швидкість проростання насіння озимої пшениці залежно від рівня комплексного забруднення дерново-підзолистого ґрунту важкими металами та строку експозиції, 2007–2008 рр.

(варіант 1 – без добрив і важких металів; варіант 2 – фон без важких металів; варіант 3 – фон + 1 ГДК; варіант 4 – фон + 1 ГДК + вапно; варіант 5 – фон + 5 ГДК; варіант 6 – фон + 5 ГДК + вапно; варіант 7 – фон + 10 ГДК; варіант 8 – фон + 10 ГДК + вапно; варіант 9 – фон + 15 ГДК; варіант 10 – фон + 15 ГДК + вапно; за контроль приймали показники, одержані при пророщуванні насінин на зволоженій ваті

Дещо інші результати були 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.

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). Щодо ефективності вапнякових матеріалів, то їх позитивний вплив на зниження фітотоксичності ґрунту був досить суттєвим, особливо при строках експозиції 24 та 30 місяців. 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.

Таблиця 2. Вплив комплексного забруднення важкими металами (Cu, Zn і Pb) на інтенсивність початкового росту насіння озимої пшениці, у % до контролю*, 2007–2008 рр.

Варіант досліджу	Довжина коренів				Довжина зелених пагонів				Маса коренів				Маса зелених пагонів			
	*12	18	24	30	12	18	24	30	12	18	24	30	12	18	24	30
Без добрив і важких металів	69	68	67	65	96	101	103	102	102	103	105	107	53	54	57	57
Фон*** без важких металів	53	57	62	66	80	82	84	90	98	99	101	104	43	44	47	47
Фон+1ГДК	58	67	79	85	84	88	109	120	101	103	116	127	49	53	58	66
Фон+1ГДК+в апно	65	77	87	92	88	99	119	132	105	111	123	138	55	61	65	74
Фон+5ГДК	18	24	30	39	35	40	48	63	34	37	42	54	18	23	32	39
Фон+5ГДК+в апно	20	28	37	46	37	46	54	69	38	43	48	64	26	31	40	47
Фон+10ГДК	17	22	26	32	17	30	36	41	27	32	37	48	19	24	29	36
Фон+10ГДК+вапно	19	28	34	40	25	38	43	52	30	39	43	54	24	29	37	45
Фон+15ГДК	9	15	19	26	21	26	32	37	13	16	25	31	14	18	21	26
Фон+15ГДК+вапно	13	18	24	33	23	33	38	44	18	22	32	39	17	22	25	32
НІР _{0,5}	5,6	5,9	5,3	5,1	4,9	4,8	4,8	4,5	3,3	3,2	3,4	3,5	3,2	3,2	3,5	3,1

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

* – строк експозиції, місяців;

фон*** - внесення мінеральних добрив N₆₀ P₆₀ K₆₀.

Варто зауважити, що показники проростання насіння (схожість, енергія та швидкість проростання) та показники інтенсивності початкового росту насіння виявились досить чутливими і інформативними для оцінки фітотоксичності 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 тим, що важкі метали виявляють значний вплив на біологічну активність ґрунту. Тож 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 не вносили важкі метали.

Висновки

За результатами проведених експериментальних досліджень встановлено наступне:

- 1) важкі метали в дерново-підзолистому ґрунті в залежності від їх вмісту 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;
- 5) внесення в забруднений важкими металами ґрунт вапнякових матеріалів виявилось ефективним засобом зниження його фітотоксичності.

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. В. П. Патики, О. Г. Тараріка. – К. : Фітосоціоцентр, 2002. – С. 35–37.
2. Агроекологія / В. А. Черников, Р. М. Алексахин, А. В. Голубев [и др.] ; под ред. В. А. Черникова, А. И. Черкеса. – М. : Колос, 2000. – 536 с.
3. Бабьева И. П. Изменение численности микроорганизмов в почвах при загрязнении тяжелыми металлами / И. П. Бабьева, С. В. Левин,

- И. С. Решетова* // Тяжелые металлы в окружающей среде : конф., 5–6 февр. 1979 г. : докл. – М. : Изд-во МГУ, 1980. – С. 115–120.
4. *Бабьева И. П.* Биология почв : учебник / *И. П. Бабьева, Г. М. Зенова*; под ред. *Д. Г. Звягинцева*. – [2-е изд.]. – М. : Изд-во МГУ, 1989. – 336 с.
 5. *Булавко Г. И.* Влияние свинца на микрофлору дерново-подзолистой почвы и чернозема выщелоченного / *Г. И. Булавко, Н. Н. Наплекова* // Изв. СО АН СССР. Сер. Биол. науки. – 1984. – №18/3. – С. 36–39.
 6. *В. Ф. Вальков* Влияние загрязнения тяжелыми металлами на фитотоксичность чернозема / *В. Ф. Вальков, С. И. Колесников, К. Ш. Казеев* // *Агрехимия*. – 1997. – № 6. – С. 50–55.
 7. *Власюк П. А.* Биологические элементы жизнедеятельности растений / *П. А. Власюк*. – К. : Наук. думка, 1969. – 516 с.
 8. *Власюк П.А.* Физиология питания растений / *П.А. Власюк*. – К.: Урожай, 1964. – 483 с.
 9. *Елькина Г. Я.* Формы соединений тяжелых металлов в подзолистых почвах и их фитотоксичность / *Г. Я. Елькина, В. А. Безносиков* // Эколого-генетические аспекты почвообразования на Европейском северо-востоке. – Сыктывкар, 1996. – С. 91–100.
 10. *Жовинский Э. Я.* Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / *Э. Я. Жовинский, И. В. Кураева*. – К. : Наук. думка, 2002. – 213 с.
 11. *Кабата-Пендиас А.* Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. / *А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас*. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
 12. *Кобзев В.А.* Взаимодействие загрязняющих почву тяжелых металлов и почвенных микроорганизмов / *В.А. Кобзев* // Тр. Ин-та эксп. метеорологии. – М.: Гидрометеиздат, 1980. – Вып 10. – С. 48.
 13. *Мислива Т. М.* Агроекологічний моніторинг рослинницької продукції з присадибних ділянок Поліської та Лісостепової частин Житомирської області / *Т. М. Мислива, Ю. А. Білявський* // Вісн. ДАУ. – 2005. – № 2. – С. 57–61.
 14. *Мислива Т.М.* Вплив комплексного забруднення важкими металами на фітотоксичність та біологічну активність дерново-підзолистого ґрунту / *Т.М. Мислива, Р.А. Валерко, І.В. Ющенко* // Наука. Молодь. Екологія – 2007 : зб. матеріалів III міжвуз. наук.-практ. конф. студ., аспірантів та молодих вчених, 24–25 травня 2007 р. – Житомир, 2007. – С. 85–88
 15. *Мислива Т. М.* Вплив комплексного забруднення важкими металами на фітотоксичність дерново-підзолистого ґрунту / *Т. М. Мислива, Р.А. Валерко* // Вісник ДАУ. – 2006. – №2. – С. 28–36.
 16. *Мысльва Т.Н.* Трансформация экологических функций дерново-подзолистой почвы, загрязненной тяжелыми металлами / *Т.Н. Мысльва, Р.А. Валерко, Ю.А. Белявский*// Актуальные вопросы сельского хозяйства : межвузовский сб. науч. тр. – Калининград : Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2007. – С. 46–54.

17. *Надточій П. П.* Агроэкологический мониторинг почв и растениеводческой продукции приусадебных хозяйств, подвергшихся влиянию аварии на ЧАЭС / *П. П. Надточій, В. А. Трембицкий, Н. В. Мартенюк* // Проблемы с.-г. радиологии: 17 років після аварії на Чернобильській АЕС : доп. учасників IV міжнар. наук.-практ. конф., 19-21 черв. 2003 р. – Житомир, 2003. – С. 27–34.
18. *Надточій П. П.* Екологія ґрунту та його забруднення / *П. П. Надточій, В. Ф. Вольвач, В. Г. Гермашенко.* - К. : Аграрна наука, 1997. – 286 с.
19. *Надточій П. П.* Агроекологічний моніторинг присадибних ділянок на радіонуклідно забруднених територіях Житомирської області / *П. П. Надточій, Т. М. Мислива, В. А. Трембицкий* // Таврійський науковий вісник. – 2004. – Вип. 31. – С. 87–93.
20. *Панникова Е.Л., Перцовская А.Ф.* Схема гигиенического нормирования тяжелых металлов в почве / *Е.Л. Панникова, А.Ф. Перцовская* // Химия в сельском хозяйстве. – 1982. - №3. – С. 12.
21. *Рыбакова З. П.* Методы отбора микробов – стимуляторов по их влиянию на семена / *З. П. Рыбакова* // Некоторые новые методы количественного учета почвенных микроорганизмов и изучения их свойств. - Л., 1987. – С. 32.