

УДК 504.53:504.054

Л. О. Герасимчук

Житомирський національний агроекологічний університет

**ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ПОЛІЕЛЕМЕНТНОГО  
ЗАБРУДНЕННЯ CU, ZN, PB І CD НА ФІТОТОКСИЧНІСТЬ  
ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ**

Досліджено вплив поліметалічного забруднення сумішшю Cu, Zn, Pb і Cd в концентраціях 1, 5, 10 і 15 ГДК кожного на фітотоксичність дерново-підзолистого ґрунту для окремих ботанічних родин. Визначено спадаючий ряд толерантності досліджуваних ботанічних родин до поліелементного забруднення ґрунту важкими металами: *Poaceae* > *Brassicaceae* > *Fabaceae* > *Ariaceae* > *Amaranthaceae*. Для фітоіндикації поліметалічного забруднення дерново-підзолистого ґрунту як тест-об'єкта доцільно використовувати рослини ячменю ярого, гороху посівного, буряка столового, кропу городнього і редиски.

**Ключові слова:** ґрунт, важкі метали, поліметалічне забруднення, ботанічні родини, корені, пагони.

**Вступ.** Важкі метали посідають наразі одне з провідних місць серед антропогенних забруднювачів довкілля [1, 3–8]. Надлишкова їх кількість у різних компонентах біосфери спричиняє пригнічуючий і навіть токсичний вплив на біоту. Потрапляючи з ґрунту в рослинні організми в надмірних кількостях, важкі метали порушують у них обмін речовин, що позначається на показниках росту і розвитку рослин, особливо на початкових етапах [4, 7, 9]. Саме цю особливість використовують при біотестуванні забрудненого ґрунту для встановлення його фітотоксичності [3–5, 8].

Відомо, що різні види рослин проявляють неоднакову стійкість до надмірного вмісту важких металів у ґрунті [2, 6, 7]. Питання впливу різних хімічних елементів на ріст і розвиток рослин вивчається дуже давно й досить широко [2, 7 та ін.]. Однак мало робіт присвячено дослідженню впливу кількох елементів одночасно на представників різних ботанічних родин, коли можна оцінити сумісну дію важких металів, адже забрудненість педосфери лише одним елементом практично не спостерігається.

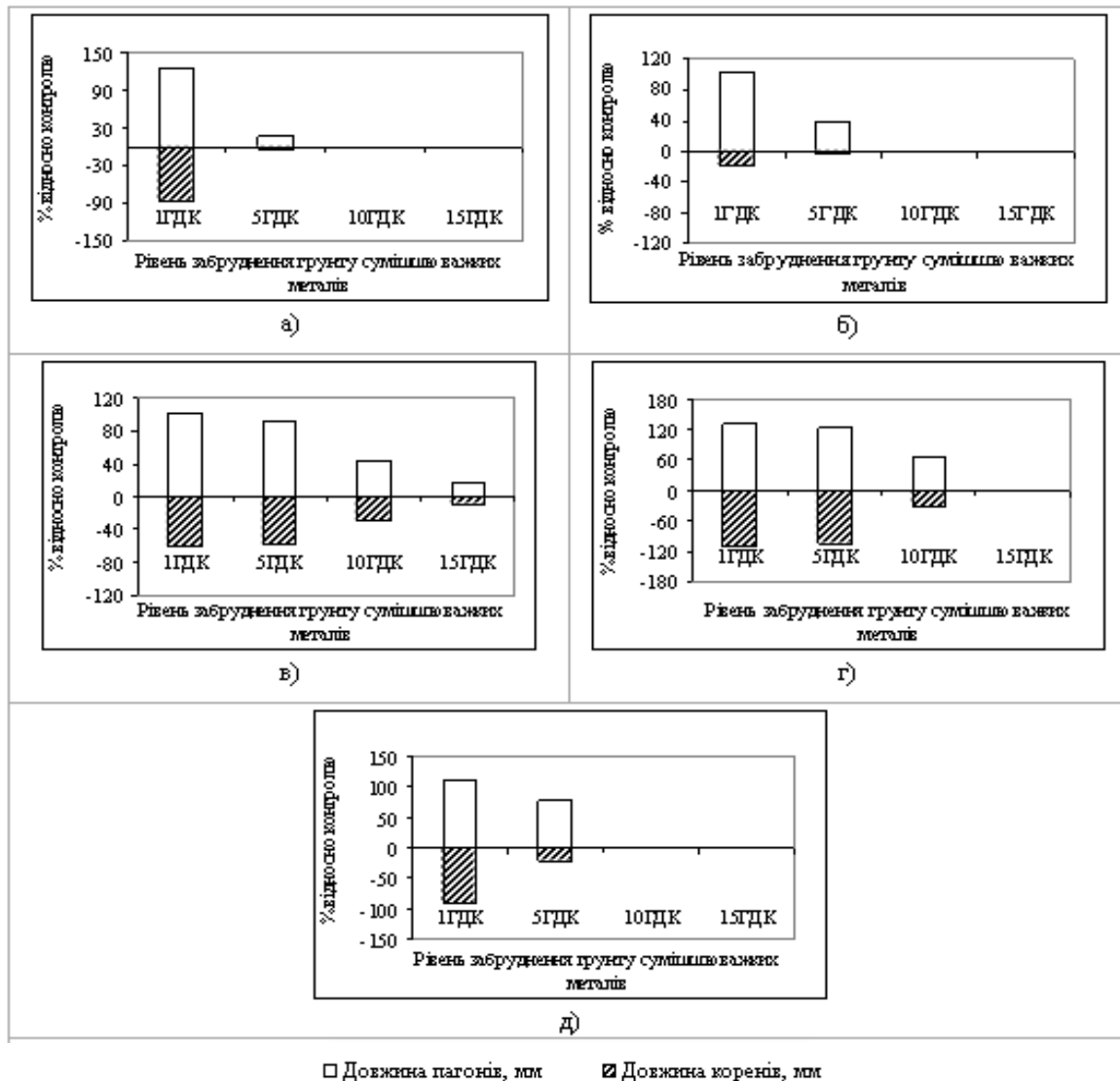
Отже, **мета роботи** – оцінити вплив поліелементного забруднення Cu, Zn, Pb і Cd на фітотоксичність дерново-підзолистого ґрунту відносно до представників ботанічних родин *Poaceae*, *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Ariaceae*, *Amaranthaceae*.

**Об'єкти, методика та умови досліджень.** Вплив поліелементного забруднення Cu, Zn, Pb та Cd в концентраціях 1, 5, 10 та 15 ГДК на представників родин *Poaceae*, *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Ariaceae* та *Amaranthaceae* визначали згідно з вимогами ДСТУ ISO 11269-1:2004. При цьому виходили з того, що ГДК валових форм для Cu складає 55 мг/кг ґрунту, Zn – 100 мг/кг, Pb – 32 мг/кг, Cd – 3 мг/кг [10]. Оцінювали фітотоксичність дерново-підзолистого ґрунту для таких культур: родина *Poaceae* – жито озиме, сорт Ніка, ячмінь ярий, сорт Вакула, овес, сорт Буг, пшениця озима, сорт Миронівська 67, кукурудза цукрова, сорт Делікатесна; *Fabaceae* – горох посівний, сорт Стриж, квасоля спаржева, сорт Сандра, вика яра, сорт Подільська 2, соя, сорт Аметист; *Brassicaceae* – редиска, сорт Богиня, капуста білоголова, сорт Димерська, капуста кольрабі, сорт Делікатесна; *Ariaceae* – морква столова, сорт Лосиноострівська, кріп городній, сорт Грибовський, петрушка листкова, сорт

Карнавал; *Amaranthaceae* – буряк столовий, сорт Єгипетський плоский, шпинат, сорт Матадор.

**Результати та їх обговорення.** Оскільки для агроєкосистем більш характерним є поліелементне забруднення, нами досліджувався комплексний вплив забруднення дерново-підзолистого ґрунту Cu, Zn, Pb і Cd на показники початкового росту представників різних ботанічних родин.

Певну реакцію на поліелементне забруднення ґрунту мала кожна досліджувана родина. Встановлено, що серед представників родини *Poaceae* найбільш толерантною до поліелементного забруднення ґрунту важкими металами культурою є овес посівний. Високі концентрації поллютантів не викликали загибелі його рослин, тоді як рослини озимого жита і ярого ячменю гинули при концентраціях важких металів, еквівалентних 10 і 15 ГДК, а рослини озимої пшениці – при 15 ГДК поллютантів. Низькі і середні концентрації забруднювачів не впливали негативно на ріст коренів озимої пшениці, а вміст у ґрунті Cu, Pb, Zn і Cd на рівні, еквівалентному 1 ГДК, стимулював ріст пагонів цієї культури.



**Рис. 1.** Вплив поліметалічного забруднення ґрунту Pb, Cu, Cd та Zn на довжину пагонів та коренів представників родини *Poaceae*: а – жито озиме, б – ячмінь ярий, в – овес посівний, г – пшениця озима, д – кукурудза цукрова

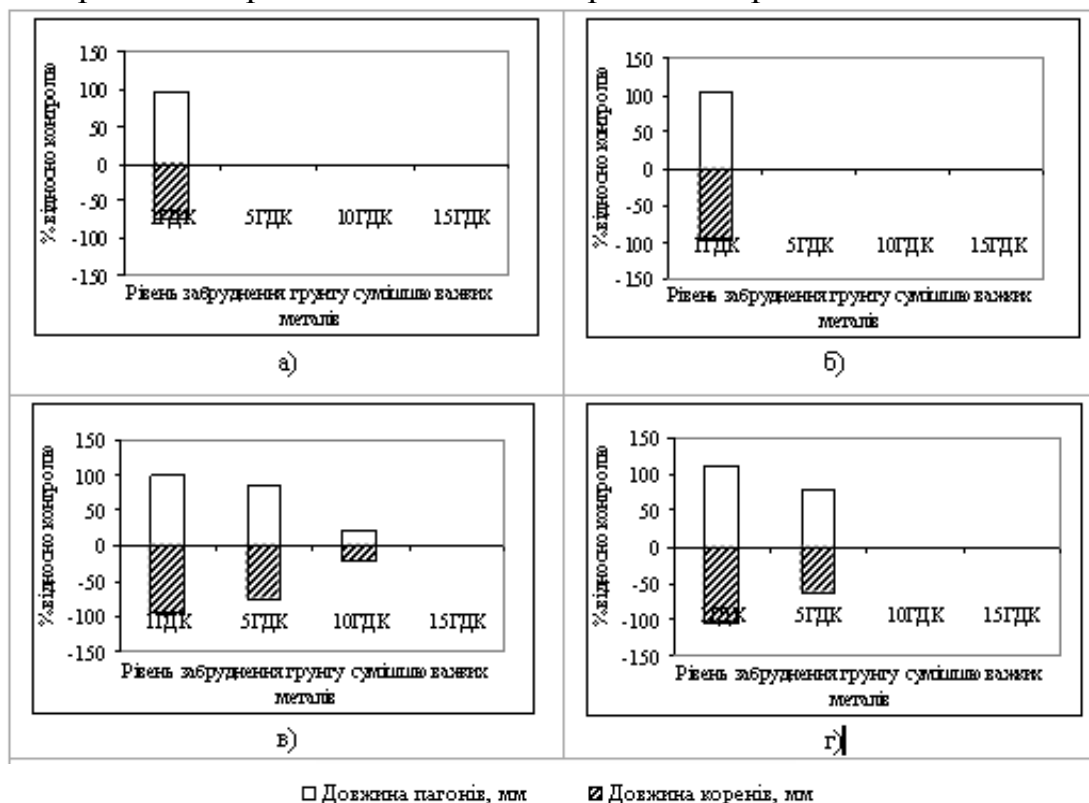
Більш негативно позначилося комплексне забруднення важкими металами на

розвитку рослин озимого жита і ярого ячменю. При концентраціях поліютантів, еквівалентних 1–5 ГДК, довжина коренів у цих культур знижувалася на 14–97 % та відповідно 81–97 %.

Найменш стійким до поліелементного забруднення виявилось озиме жито, рослини якого негативно реагували на вміст поліютантів у всіх концентраціях. Розвиток кореневої системи цієї культури уповільнювався при концентраціях важких металів більше 1 ГДК, а повна загибель рослин мала місце за рівнів забруднення, еквівалентних 10–15 ГДК.

За толерантністю до поліелементного забруднення рослини родини *Poaceae* розміщуються в такий рангований ряд: овес посівний > пшениця озима > кукурудза цукрова > жито озиме > ячмінь ярий.

Поліелементне забруднення ґрунту важкими металами спричиняло токсичну дію й на бобові культури. Сильна токсичність ґрунту для рослин проявлялася у результаті забруднення на рівні 5 ГДК (рис. 2). За толерантністю до поліелементного забруднення рослини – представники родини *Fabaceae* розміщуються в такий рангований ряд: вика яра > соя > квасоля спаржева > горох посівний.



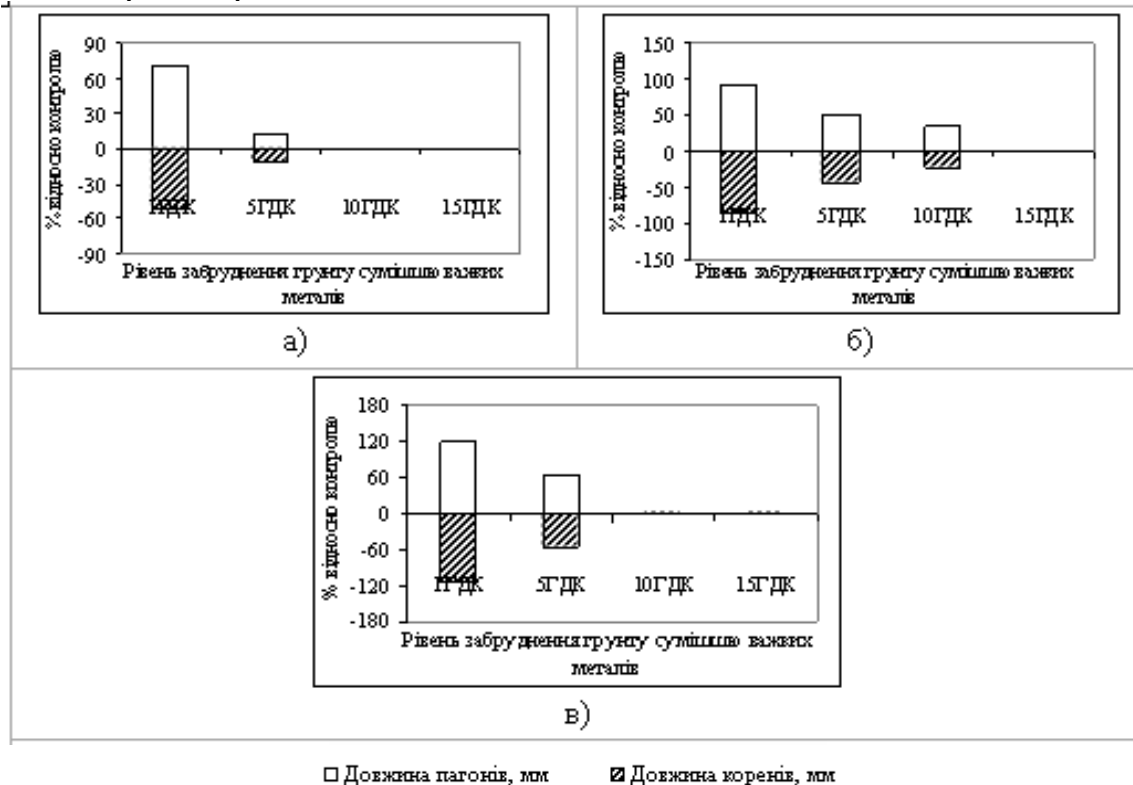
**Рис. 2.** Вплив поліметалічного забруднення ґрунту *Pb*, *Cu*, *Cd* та *Zn* на довжину пагонів та коренів представників родини *Fabaceae*: а – горох посівний, б – квасоля спаржева, в – вика яра, г – соя

Певні особливості щодо реакції на поліелементне забруднення ґрунту мали й представники родини *Brassicaceae*. Серед представників родини *Brassicaceae* токсикотолерантною до комплексного забруднення дерново-підзолистого ґрунту важкими металами є капуста білоголова (рис. 3).

Сильна токсичність ґрунту для представників цієї родини проявлялася при концентрації забруднювачів на рівні 10–15 ГДК (за виключенням редиски, пригнічення якої викликало полізабруднення, еквівалентне 5 ГДК). Навіть низькі

концентрації поллютантів за умови їх сумісного внесення спричиняли зниження інтенсивності росту рослин, що свідчить про підсилення їх негативної дії за умов комплексного впливу, що найчастіше й має місце в екосистемах.

За толерантністю до поліелементного забруднення представники родини *Brassicaceae* розміщуються в наступний рангований ряд: капуста білоголова > капуста кольрабі > редиска.



**Рис. 3.** Вплив поліметалічного забруднення ґрунту *Pb, Cu, Cd та Zn* на довжину пагонів та коренів представників родини *Brassicaceae*: а – редиска, б – капуста білоголова, в – капуста кольрабі

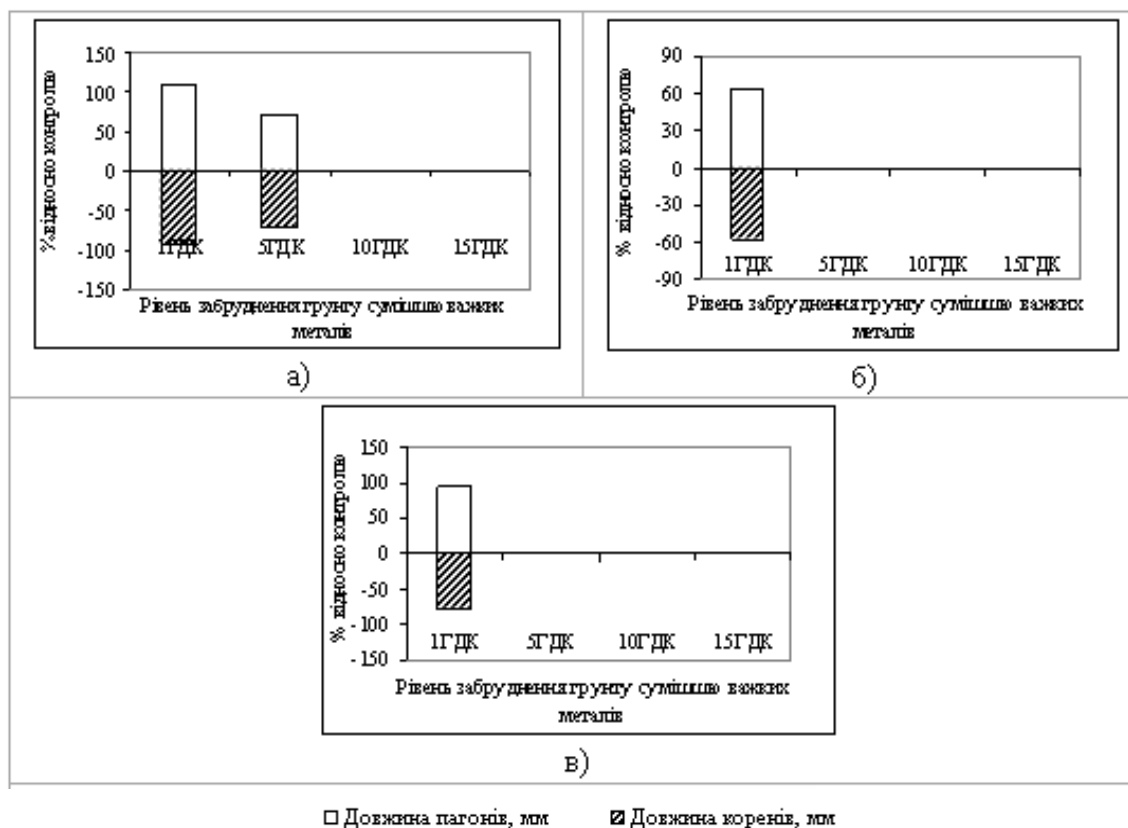
Найчутливішими серед представників родини *Ariaseae* до поліелементного забруднення ґрунту важкими металами виявилися кріп та петрушка, довжина коренів яких навіть за низьких рівнів забруднення, еквівалентних 1 ГДК, зменшувалася на 42 і 23 %, а пагонів – відповідно на 40 і 5 % порівняно з контролем (рис. 4).

Кріп та петрушка листові повністю гинули при концентрації забруднювачів на рівні 5 ГДК, тоді як у моркви столової ця концентрація поллютантів викликала зниження довжини пагонів і коренів на 25–30 %. Зауважимо, що морква столова виявилася найбільш стійкою до поліелементного забруднення культурою: сильна токсичність ґрунту для її рослин проявлялася лише у результаті забруднення ґрунту, еквівалентному 10–15 ГДК, а за низьких концентрацій поллютантів мав місце стимулюючий ефект відносно до росту пагонів цієї рослини.

За толерантністю до поліелементного забруднення представники родини *Ariaseae* розміщуються у наступний рангований ряд: морква столова > петрушка листові > кріп.

Щодо представників родини *Amaranthaceae*, то поліелементне забруднення ґрунту важкими металами у всіх досліджуваних концентраціях згубно впливало на рослини буряка столового, які повністю загинули. Для рослин шпинату концентрації

поллютантів на рівні 1 ГДК були нетоксичними; забруднення, еквівалентне 5 ГДК, спричиняло середньотоксичний вплив на розвиток рослин; концентрації поллютантів на рівні 10 та 15 ГДК спричиняли загибель рослин.



**Рис. 4.** Вплив поліметалічного забруднення ґрунту *Pb*, *Cu*, *Cd* та *Zn* на довжину пагонів та коренів представників родини *Apiaceae*: а – морква столова, б – кріп, в – петрушка листкова

**Висновки:** 1. Необхідність досліджень фітотоксичності важких металів визначається специфічністю дії ряду металів та їх суміші на фітопродукційну здатність сільськогосподарських культур та можливістю прогнозувати придатність ґрунту для вирощування певної культури в умовах імпактного забруднення. 2. Концентрації поллютантів, еквівалентні 10–15 ГДК за поліелементного забруднення значно пригнічують ріст і розвиток рослин або викликають їх загибель. 3. Уразі поліметалічного забруднення токсичність ґрунту проявлялась при концентраціях, еквівалентних 5 ГДК, а в окремих випадках – навіть 1 ГДК (ячмінь ярий, буряк столовий). 4. За толерантністю до поліелементного забруднення досліджувані ботанічні родини розміщуються в такі ранговані ряди: при рівні забруднення, еквівалентному 1 ГДК – *Fabaceae* > *Brassicaceae* > *Apiaceae* > *Poaceae* > *Amaranthaceae*; 5 ГДК – *Poaceae* > *Brassicaceae* > *Fabaceae* > *Apiaceae* > *Amaranthaceae*; 10 ГДК – *Poaceae* > *Brassicaceae* > *Fabaceae* > *Apiaceae* = *Amaranthaceae* (рослини загинули); 15 ГДК – *Poaceae* > *Brassicaceae* = *Fabaceae* = *Apiaceae* = *Amaranthaceae* (рослини загинули). 5. За толерантністю до поліелементного забруднення рослини досліджуваних родин розміщуються в такі ранговані ряди: *Poaceae*: овес посівний > пшениця озима > кукурудза цукрова > жито озиме > ячмінь ярий; *Fabaceae*: вика яра > соя > квасоля спаржева > горох посівний; *Brassicaceae*: капуста білоголова > капуста кольрабі > редиска;

*Apiaceae*: морква столова > петрушка листовка > кріп; *Amaranthaceae*: шпинат > буряк столовий (його рослини повністю гинули за всіх рівнів забруднення).

**Подальші дослідження** слід зосередити на встановленні особливостей впливу поліметалічного забруднення ґрунту на представників інших ботанічних родин.

**Бібліографічний список:** 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. Власюк П. А. Биологические элементы жизнедеятельности растений / П. А. Власюк. – К. : Наук. думка, 1969. – 516 с. 3. Герасимчук Л. О. Влияние моно- и полиметаллического загрязнения тяжёлыми металлами дерново-подзолистой почвы на фитотоксичность зеленных овощных культур / Л. О. Герасимчук // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы VIII Междунар. науч. конф. – Брянск, 2011. – С. 20–22. 4. Герасимчук Л. О. Вплив моно- та поліметалічного забруднення на фітотоксичність дерново-підзолистого ґрунту / Л. О. Герасимчук // Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Сер. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів. – 2010. – № 1. – С. 188–194. 5. Герасимчук Л. О. Вплив моно- та поліметалічного забруднення на фітотоксичність дерново-підзолистого ґрунту для представників родин *Fabaceae* і *Brassicaceae* / Л. О. Герасимчук // Екологія – 2011: зб. наук. ст. III Всеукр. з'їзду екологів з міжнар. участю, 21-24 верес., 2011 р. – Вінниця, 2011. – С. 92–98. 6. Гуральчук Ж. З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії : монографія / Ж. З. Гуральчук. – К.: Логос, 2006. – 208 с. 7. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас; [пер. с англ. Д. Гричука, Е. Янина; под ред. Ю. Е. Саета.]. – М.: Мир, 1989. – 439 с. 8. Мислива Т. М. Вплив поліметалічного забруднення на фітотоксичність дерново-підзолистого ґрунту / Т. М. Мислива, Л. О. Онопрієнко // Вісник ЖНАУ. – 2009. – № 1(24). – С. 137–147. 9. Соколов О. А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Кн. 1. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды / О. А. Соколов, В. А. Черников. – Пушино : ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. – 164 с. 10. Фатеев А. І. Фононий вміст мікроелементів у ґрунтах України / А. І. Фатеев, Я. В. Пащенко. – Х. 2003. – 72 с.

**Л. А. Герасимчук**

### **ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ Cu, Zn, Pb И Cd НА ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ**

Исследовано влияние полиметаллического загрязнения смесью Cu, Zn, Pb и Cd в концентрациях 1, 5, 10 и 15 ПДК каждого на фитотоксичность дерново-подзолистой почвы для отдельных ботанических семейств. Определен спадающий ряд толерантности исследуемых ботанических семейств к полиэлементному загрязнению почвы тяжёлыми металлами: *Poaceae* > *Brassicaceae* > *Fabaceae* > *Apiaceae* > *Amaranthaceae*. Для фитоиндикации полиметаллического загрязнения дерново-подзолистой почвы в качестве тест-объекта целесообразно использовать растения ячменя ярового, гороха посевного, свеклы столовой, укропа огородного и редиса.

**Ключевые слова:** почва, тяжёлые металлы, полиметаллическое загрязнение, ботанические семейства, корни, побеги.

**L. O. Gerasymchuk**

### **THE INFLUENCE OF POLYELEMENT POLLUTION WITH Cu, Zn, Pb AND Cd ON PHYTOTOXICITY OF DERNO-PODZOLIC SOIL**

The paper investigates the influence of polymetal pollution with Cu, Zn, Pb and Cd mixture in MAC concentration of 1, 5, 10 and 15 of each one on the phytotoxicity of derno-podzolic soil for individual botanic families. It also determines the descending tolerance series of the botanical families studied for polyelement soil pollution with heavy metals: *Poaceae* > *Brassicaceae* > *Fabaceae* > *Apiaceae* > *Amaranthaceae*. It is most expedient to use plants of spring barley, garden pea, red beet, dill and radish as a test object for the phytoindication of polymetal derno-podzolic soil pollution.

**Keywords:** soil, heavy metals, polymetal pollution, botanical families, roots, suckers.