

3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях : пер. с англ. – М. : Изд-во "Мир", 1989. – 439 с.
4. Ковда В.А. Проблемы защиты почвенного покрова и биосферы планеты. Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1989. – С. 40-102.
5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства // ЦИНАО, 1992. – 61 с.
6. Охрана сельскохозяйственных угодий и окружающей среды / А.И. Мурашко, Л.М. Сушеня, С.Г. Скоропанов и др. / под ред. А.И. Мурашко. – Минск : Изд-во "Ураджай", 1984. – С. 60-62.
7. Стойко С.М. Наслідки антропогенної трансформації лісових екосистем Карпат та шляхи елімінації шкідливих екологічних процесів // Український ліс. – 1993. – № 2. – С. 11-17.
8. Abratowska A., 2006. Armenia maritime. The plant species adapted to growth on soils polluted by heavy metals. (in polish). Kosmos, vol. 55, 2-3, 217-227.
9. Kłoke A. Contents of As, Cd, Cr, Pb, Hg and Ni in Plants Grown on contaminated soil // Papers presented to the Symposium on the Effects of Air-born Pollution on Vegetation. – Warszawa, 1980. – Bd.109, H.81. – P. 192.

УДК 504.53:633.15:633.2

Аспір. О.В. Косинець<sup>1</sup> – Львівський НАУ

## ЗАЛЕЖНІСТЬ ВЕГЕТАТИВНОЇ ЗДАТНОСТІ КУКУРУДЗИ ТА РАЙГРАСУ ОДНОРІЧНОГО У ФАЗІ ПРОРОСТАННЯ ВІД ВМІСТУ У ҐРУНТІ СВИНЦЮ ТА КАДМІЮ

Експеримент здійснено з метою оцінки впливу забруднення свинцем і кадмієм у різних концентраціях на розвиток рослин кукурудзи та райграсу одnorічного у фазі проростання. Протягом 14 днів лабораторного експерименту щоденно вимірювали такі показники як висота та маса рослин, площа листової поверхні. Виявлено дію розчинів досліджуваних важких металів на розвиток рослин відповідно до концентрацій.

**Ключові слова:** свинець, кадмій, забруднення, кукурудза, райграс.

*Post-graduate O.V. Kosynets – Lviv national agrarian university*

## Growth of maize and Ryegrass plants in the phase of sprouting under influence of different concentrations of Lead and cadmium

The experiment was conducted to measure the impact of pollution with lead and cadmium on early growth of maize and ryegrass plants. During 14 days of the laboratory experiment the daily increase of plant height, leaf area, plant mass were measured. Overall maize growth was affected by lead and cadmium, however there was different impact of solutions of these metals according to their concentrations.

**Keywords:** lead, cadmium, pollution, maize, ryegrass.

**Вступ.** Вплив людини на біосферу доволі часто призводить до незворотних змін у ній, порушує рівновагу потоків речовин і енергії в екосистемах, які формувалися поступово протягом досить тривалого часу. Такі зміни найчастіше спричинюються до деградації природного середовища [1]. У ґрунтах вміст важких металів внаслідок людської діяльності значно зростає. Якщо рослини вбирають цих металів більше, ніж потрібно для їхнього росту і розвитку, здебільшого, це призводить до токсичності для них. Численні спостереження засвідчили, що найбільше під впливом важких металів пошкоджуються асиміляційні органи рослин, тобто листки і незадерев'янілі моло-

<sup>1</sup> Наук. керівник: академік УААН, проф. В.В. Снітинський, д-р біол. наук – ректор Львівського НАУ

ді пагони. Це пов'язано з тим, що в них (в основному, у листках) відбувається інтенсивніший газообмін, ніж в інших органах рослин [3]. Важливу роль у захисті рослин від надлишку важких металів, які надходять з ґрунту, виконує коренева система. Вона є своєрідним бар'єром на шляху надмірного надходження в рослини хімічних елементів. У процесі проростання насінина дуже стійка до важких металів, ймовірно, внаслідок низького проникнення металів через оболонку насінини [9].

Відомо, що переважна частина важких металів накопичується у коренях, менша – у стеблах і листках, що вберігає репродуктивні органи від надміру забруднювальних речовин [2]. Проте існують рослини, які мають здатність вбирати важкі метали до концентрацій вищих, ніж для середовища їх проростання. Так, наприклад, кукурудзу можна використовувати як рослину-гіперакумулятор у фіторе mediaції забруднених територій.

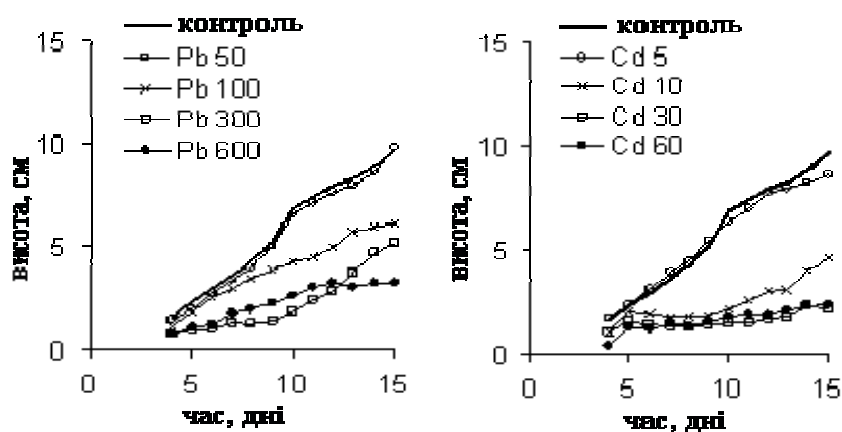
Взаємодія важких металів із компонентами біосфери вивчається понад два десятиріччя, але нагальність цієї проблеми не зменшується через тривалість їх дії і здатності до нагромадження у системі "ґрунт-рослина".

**Матеріали і методи роботи.** Протягом чотирнадцяти днів лабораторного експерименту здійснювали спостереження за розвитком рослин кукурудзи та райграсу однорічного під впливом забруднення свинцем та кадмієм. Насіння кукурудзи (*Zea mays* L.) cvs. San та райграсу однорічного сорту "Еней" проростало в темноті на зволоженому фільтрі. Потім рослини, що проросли, були переміщені в кімнату зі встановленими тривалістю дня (14 год.) і ночі (10 год.), денною та нічною температурою (18°C і 24°C відповідно), вологістю (70 %) і освітленістю (150  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Було використано водні розчини  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  та  $\text{CdCl}_2$  у таких концентраціях: 600; 300; 100; 50 і 10  $\text{mg/dm}^3$  та 60; 30; 10 і 5  $\text{mg/dm}^3$  відповідно. Концентрації важких металів вибирали в межах від рівнів, що трапляються в забруднених ґрунтах до значень, які використовуються під час вивчення гіперакумуляції.

Вимірювали щоденне збільшення висоти рослин, площу листової поверхні, свіжу і суху масу, довжину та товщину коренів. Процедура вимірювань довжини коренів містила такі кроки: різання та полоскання коренів, сканування кореневої системи у дистильованій воді на скляній пластині за допомогою сканера, використовуючи 400dpi розширення, аналіз зісканованих зображень, використовуючи програмне забезпечення Scion Image NIH з макропроцедурою [6].

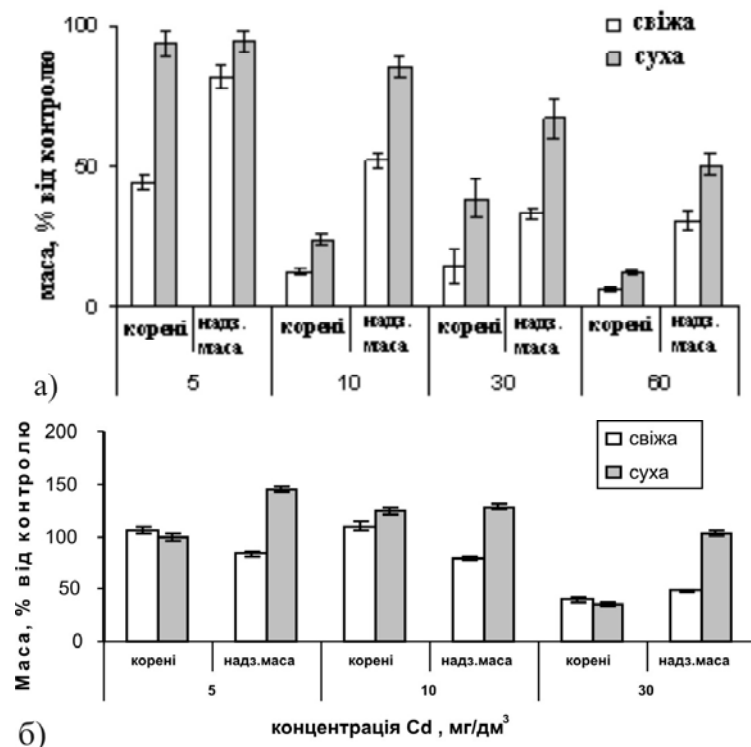
Здійснювали 10-кратне повторення кожного зразка; дані становлять середнє і стандартне відхилення.

**Результати дослідження.** Найнижчі концентрації Cd (5  $\text{mg/dm}^3$ ) і Pb (50  $\text{mg/dm}^3$ ) лише злегка впливали на щоденне зростання (рис. 1) рослин. У літературі повідомлялося, що низькі концентрації кадмію підсилюють проростання рослини [8]. Кожна вища доза ВМ спричинила зменшення в щоденному зростанні рослин. Дві найвищі концентрації кадмію впливали на зростання паростків так само, практично цілком перешкоджаючи їх зростанню вже на п'ятий день експерименту. Є повідомлення, що токсичний вплив свинцю зростає з часом; найнижча доза металу в майбутньому може проявити свій токсичний вплив, оскільки важкі метали рослина нагромаджує до порогового токсичного рівня [7].



**Рис. 1. Вплив різних концентрацій важких металів на висоту рослин**

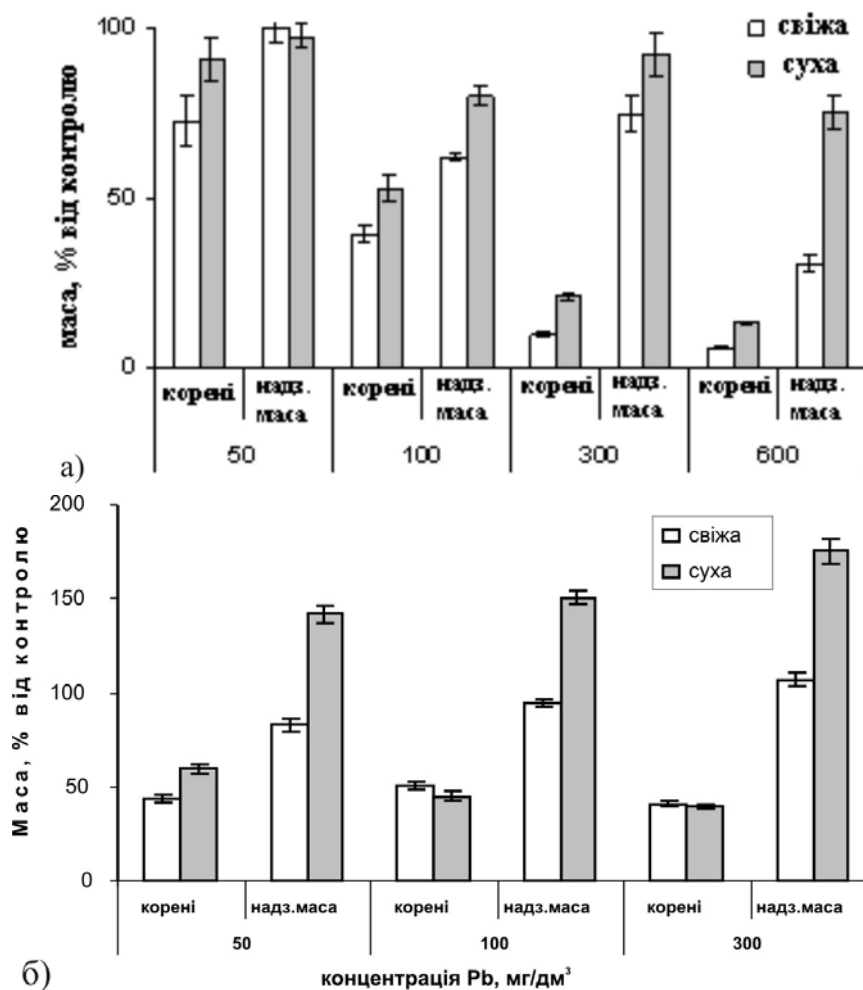
Вивчення впливу важких металів на площу листкової поверхні здійснювали лише для рослин кукурудзи, оскільки за 14 днів лабораторного експерименту величина листя райграсу однорічного не досягали потрібних розмірів для такого дослідження. Спостерігали повне зменшення площі листкової поверхні зі збільшенням концентрацій важких металів. Найнижчі дози важких металів викликали зменшення площі листкової поверхні близько 18 % як для кадмію, так і для свинцю. Найсильніші дози важких металів викликали зменшення площі листкової поверхні близько 89 і 77 % для кадмію та свинцю відповідно. Звідси можемо зробити висновок про сильніший токсичний вплив кадмію, ніж свинцю на зростання паростків кукурудзи.



**Рис. 2. Зменшення маси рослин кукурудзи (А) та райграсу однорічного (В) внаслідок забруднення кадмієм**

Зменшення маси рослин внаслідок токсичної дії важких металів представлено на рис. 2 і 3 і є сильнішим для свіжої, ніж для сухої маси. Це свідчить про зменшення кількості запасу води рослинами, ймовірно, внаслідок

зниження вмісту компонентів, що підтримують тургор і пластичність клітинних стінок під впливом свинцю і кадмію [5, 9]. Спостерігали сильніше зменшення маси коренів ніж паростків для обох важких металів і це зменшення було очевидніше для вищих концентрацій важких металів. Повільне переміщення свинцю у напрямі ксилеми приводить до низького вмісту цього металу в паростках і зниження його гальмівного ефекту на проростання паростків [4]. Суха маса паростків різнилася дуже сильно і була найнижча для розчину  $60 \text{ мг/дм}^3 \text{ Cd}$ , що становить 50 % порівняно з контролем.



**Рис. 3. Зменшення маси рослин кукурудзи (А) та райграсу однорічного (В) внаслідок забруднення свинцем**

**Висновки.** Було встановлено різний токсичний вплив досліджуваних важких металів на проростання рослин залежно від їхніх концентрацій. Подібна затримка в рості листової поверхні спостерігалася для найнижчих концентрацій свинцю і кадмію, змінювалася із збільшенням концентрації і за найвищої концентрації кадмію в розчині площа листової поверхні була приблизно у два рази менша, ніж для найвищої концентрації свинцю. Також можемо зробити висновок про те, що сильніший токсичний ефект досліджувані важкі метали мають на зміну маси коренів рослин, ніж надземної частини, що підтверджує захисну роль кореневої системи рослини від надмірного надходження важких металів.

## Література

1. Довбиш Л.Л. Забруднення важкими металами дерново-опідзолених ґрунтів лісоаграрних ландшафтів Полісся : дис. ... канд. с-г наук: спец. 03.00.16. – Житомир, 2002. – 151 с.
2. Жеребна Л.О. Фітоміграція свинцю та кадмію із забруднених важкими металами ґрунтів за різних умов мінерального живлення ячменю // Вісник ХНАУ. – 2002. – № 2. – С. 180-183.
3. Кабата-Пендіас А., Пендіас Х. Микроэлементы в почвах и растениях : пер. с англ. – М. : Изд-во "Мир", 1989. – 439 с.
4. Godzik B., 1993: Heavy metals content in plants from zinc dumps and reference area. – Pol. Bot. Stud. 5. – P. 113-132.
5. Karataglis S. 1987. Estimation of the toxicity of different metals, using as criterion the degree of root elongation in *Triticum aestivum* Seedlings. – *Phyton*, 26. – P. 209-217.
6. Kimura K., Yamasaki S. 2003: Accurate root length and diameter measurement using NIH Image: use of Pythagorean distance for diameter estimation, *Plant and Soil*, 254. – P. 305-315.
7. Obroucheva N.V., Bystrova E.I., Ivanov V.B., Antipova O.V., Seregin I.V., 1998. Root growth responses to lead in young maize seedlings. *Plant and Soil Volume*: 200, Issue: 1, 55-61.
8. Seregin V., Ivanov V.B., 2001. Physiological aspects of cadmium and lead toxic effects on higher plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, 48,4. – P. 523-544.
9. Seregin V., Kozhevnikova A.D., 2004. Distribution of cadmium, lead, nickel and strontium in imbibing maize caryopses. *Russian Journal of Plant Physiology*, 52, 4. – P. 565-569.

УДК 630.3.001.12/1

Доц. О.С. Мачуга, канд. фіз.-мат. наук –  
НЛТУ України, м. Львів

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТАНУ ТА ПАРАМЕТРІВ НАВАНТАЖЕНОСТІ ГІДРОСПОРУД ГІРСЬКИХ РІЧОК

Подано фотофіксацію стану окремих гідроспоруд гірських річок Центральної Європи. Запропоновано методику порівняльного аналізу параметрів гребель та водосховищ. Встановлено, що обґрунтування залежності параметрів навантаженості гребель від розмірів водосховища для гідроспоруд, що успішно експлуатуються, та формулювання відповідних рекомендацій з проектування нових гідроспоруд, можливі за подальшого розширення наведеної в роботі бази даних.

**Ключові слова:** водорегулювання, гідроспоруди, лісосплавні греблі.

*Assoc. prof. O.S. Machuga – NUFWT of Ukraine, Lviv*

## A comparative analysis of state and parameters of a mountain rivers storage dams loading

The photo fixation of state of a different storage dams on mountain rivers of Central Europe is presented. The technique of comparative analysis of dams and basins parameters proposed. It is set that ground of dependence of parameters of loading dikes from the sizes of storage pool for hydraulic buildings which are successfully exploited, and formulation of the proper recommendations, from planning of new hydraulic buildings, possible at subsequent expansion of the database resulted in-process.

**Keywords:** water adjusting, hydraulic buildings, forest driveable dikes.

Збільшення частоти й інтенсивності руйнівних паводків і повеней на гірських ріках спонукають до аналізу стану гідроспоруд, які є вагомими чинниками водорегулювання. Гідроспоруди повинні мати значний запас міцності, стійкості до циклічних навантажень під час повеней протягом великих проміжків часу, оскільки їхнє руйнування може призвести до значної шкоди довкіллю, народному господарству та навіть до людських жертв. Прямі збитки, внаслідок руйнування під час повеней автомобільних доріг, мостів та інших споруд у гірських районах, становлять 20-30 % від суми вартості будів-