

ВПЛИВ ЙОНІВ СВИНЦЮ (Pb^{2+}) НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ

Онищук Ірина,¹ Хом'як Іван², Зайко Єгор³

^{1,2} доцент кафедри екології та географії

³учень наукового ліцею

Житомирський державний університет імені Івана Франка

¹ irinashpin@gmail.com ² khomyakIvan@gmail.com ³ egorzaiko7@gmail.com

Вступ. Якість ґрунтового покриву є однією з найактуальніших проблем сучасності, оскільки саме у ґрунті створюються всі необхідні для проростання насіння та подальшого виживання і розвитку рослин умови. Забруднюючі речовини, зокрема йони важких металів, потрапляючи в повітря, воду та ґрунт, включаються в біогеохімічні цикли обміну речовин, акумулюються в продуцентах і мігрують трофічними ланцюгами. Таким чином потрапляння забруднюючих речовин та йонів важких металів (Zn, Cu, Pb) в рослини, а отже і до рослинницької продукції, становить небезпеку для здоров'я тварин і людини, оскільки рослини є обов'язковими компонентами їх трофічних ланцюгів. Раніше увага приділялася в основному цивільним забрудненням – промисловим викидам, легальним та незаконним звалищам відходів, викидам автотранспорту, тощо (Атієв, Gunn, Hayek, 2007).

Наразі військова агресія російської федерації проти України заподіює шкоду різним галузям господарства та довкіллю. Серед усього великої шкоди зазнає сільське господарство, одним із основних компонентів якого є агроєкосистеми. В результаті бойових дій (застосування важкої техніки, вибухових пристроїв, численних пожеж, витоків пального) відбувається різнопланове та масштабне руйнування цих типів екосистем. Одним із найбільш непрогнозованих та недостатньо досліджених є забруднення токсичними речовинами, насамперед йонами важких металів, що відносяться до ультрамікроелементів. Забруднення середовища в результаті воєнних дій, донедавна стосувалося в основному полігонів та прилеглих земельних ділянок. Російське повномасштабне вторгнення зробило актуальним дослідження впливу поширення забруднюючих та токсичних речовин на інші території (Циганенко-Дзюбенко, Хом'як, Кірейцева, 2023). Серед них, найбільшу тривогу викликають сільськогосподарські угіддя (Хом'як, 2023).

Одними із найпоширеніших і водночас класичних забруднюючих речовин є йони Pb^{2+} (Malasea, 2003). У природних екосистемах свинець в незначних кількостях зустрічається в літосфері у вигляді руди галеніту та є кінцевим стабільним продуктом розпаду радіоактивного урану. Такий «природний» свинець потрапляє в атмосферу а потім в ґрунтовий розчин під час виверження вулканів з димом, у складі силікатного пилу, морських сольових аерозолів тощо. Серед найбільш значимих антропогенних джерел забруднення навколишнього середовища свинцем є: металургійна промисловість, хімічна промисловість (виробництво сумішей для

аккумуляторів, фарб, сикативів, скла, пластмас, мастил), паливна промисловість (виготовлення антидетонаційних присадок до автомобільних бензинів) та наразі воєнні дії. Міграція свинцю в екосистемах відбувається шляхом: повітря – вода – ґрунт – рослини - харчові продукти – споживачі. Йони свинцю є високотоксичними та викликають в людини та тварин тяжкі симптоми отруєння. В організм людини свинець потрапляє з водою та продуктами харчування рослинного походження.

Наразі існує ймовірність потрапляння сполук свинцю в організм людини через продукти рослинного походження, вироблені із сировини, яка вирощувалася на порушених бойовими діями агроекосистемах. З цієї позиції дослідників мають зацікавити питання коефіцієнтів переходу йонів Pb^{2+} в системі «ґрунт-рослини-тварини-людина», а також реакція культурних рослин на різні рівні забруднення йонами Pb^{2+} . Метою даного дослідження було з'ясувати вплив розчинів різних концентрацій йонів Pb^{2+} на посівні якості пшениці (проростання насіння).

Результати дослідження

Пророщування насіння в розчинах Pb^{2+} різної концентрації дозволило встановити реакцію рослини на присутність цих йонів. При цьому, різні види фізіологічних реакції були неоднаковими. Наприклад, зміна довжини первинного кореня демонструє чітко виражений нормальний розподіл, який відповідає закономірностям нормального розподілу (рис. 1-3). Реакція росту первинного паростка не показує такої чіткої залежності між концентрацією йонів свинцю та його довжиною (рис. 1-4). Теж саме стосується енергії проростання. Це може вказувати на те, що йони Pb^{2+} в досліджуваних концентраціях не здійснюють загального токсичного впливу на насіння.

Довжина первинного кореня змінюється під час підвищення концентрації Pb^{2+} від 6 мг/л до 9 мг/л у відповідності із моделлю, що є близькою до кривої Гауса. Під час підвищення вмісту йонів свинцю вище ГДК спостерігається стрибкоподібне збільшення довжини первинного кореня до 6,1 мм (рис. 1). Аналогічна ситуація спостерігається щодо мінімальних розмірів первинного кореня, які досягають при цій концентрації 3,1 мм (рис. 4.) та щодо максимальних розмірів – 10 мм (рис. 5). Такі результати дозволяють припустити, що в малих концентраціях йони Pb^{2+} можуть відігравати роль мікродобрива. Збільшення концентрації призводить до пригнічення фізіологічних процесів, а саме ростових реакцій рослини. Також, можна припустити, що такий результат є звичайним коливанням результатів дослідження викликаний низькою амплітудою зміни концентрації йонів свинцю (II). Визначені державою ГДК не співпадають із правим песимумом для насіння та молодих паростків пшениці. Це обумовлено тим, що гранично допустимі концентрації розраховуються із позиції безпеки для

людини (споживача), а не впливу на організм рослини (об'єкту, який вживається людиною) (Alpatova et al., 2022).

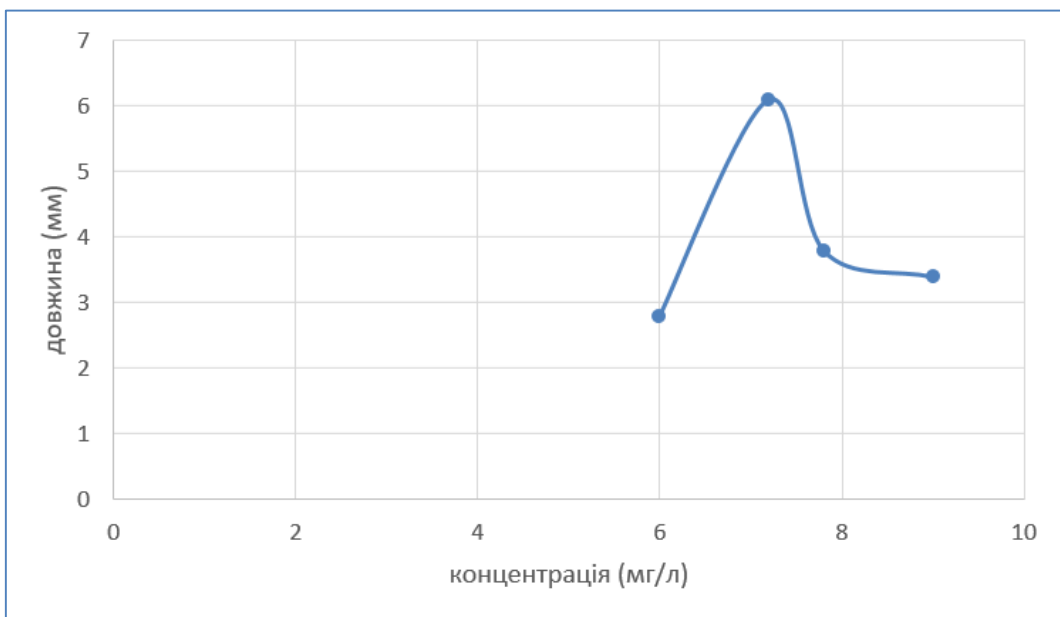


Рис. 1. Зміна середньої довжини первинного кореня із збільшенням концентрації іонів свинцю Pb^{2+}

Джерело: результат власних наукових досліджень авторів тез

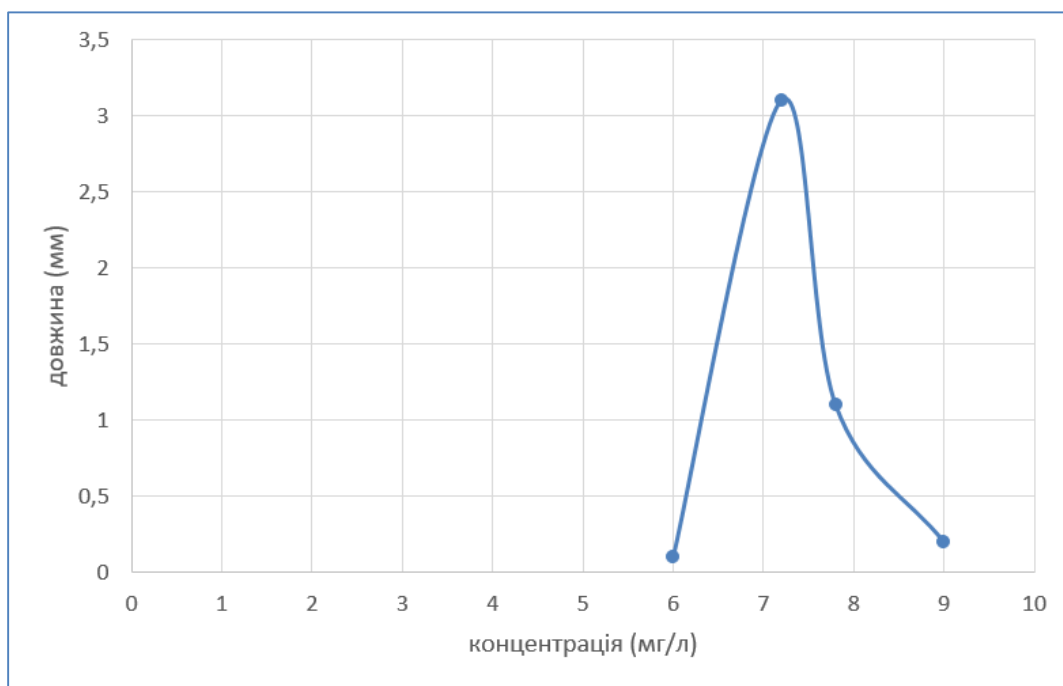


Рисунок 2. Зміна мінімальної довжини первинного кореня із збільшенням концентрації іонів свинцю Pb^{2+}

Джерело: результат власних наукових досліджень авторів тез

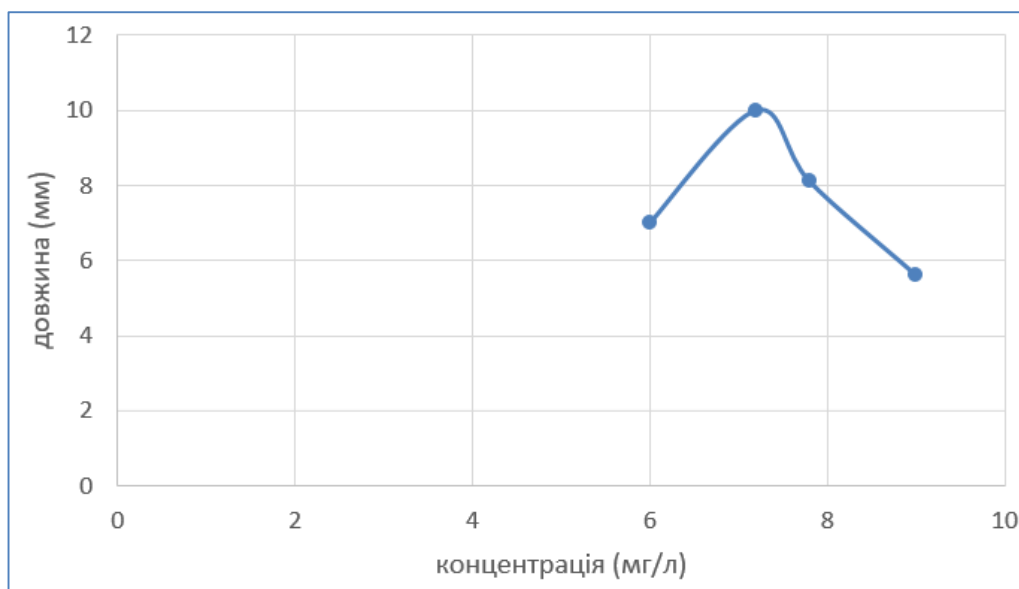


Рис. 3. Зміна максимальної довжини первинного кореня із збільшенням концентрації іонів свинцю Pb^{2+}

Джерело: результат власних наукових досліджень авторів тез

Зміна довжини первинного паростка виходить за межі нормального розподілу, який описується кривою Гауса (рис. 4-6). Було зафіксовано різке зниження довжини паростка. Середнє значення знижується до 2,1 мм в порівнянні із 5,2 мм (концентрація 7,2 мг/л) і 5,5 мм (концентрація 9 мг/л) (рис. 4). Мінімальне значення більш м'яко виходить за межі нормального розподілу. В ході дослідження спостерігали пікове значення довжини паростка від 2,2 мм за концентрації 7,2 мг/л до 0,3 мм за концентрації 7,8 мг/л (рис. 5). Максимальне значення знижується до 4,8 мм (концентрація 7,8) в порівнянні із 9,6 мм (концентрація 7,2 мг/л та 9 мг/л) (рис. 6). Можна припустити, що в експерименті за концентрації 7,8 мг/л відбувся збій, який вплинув на ріст паростка, але не вплинув на ріст кореня.

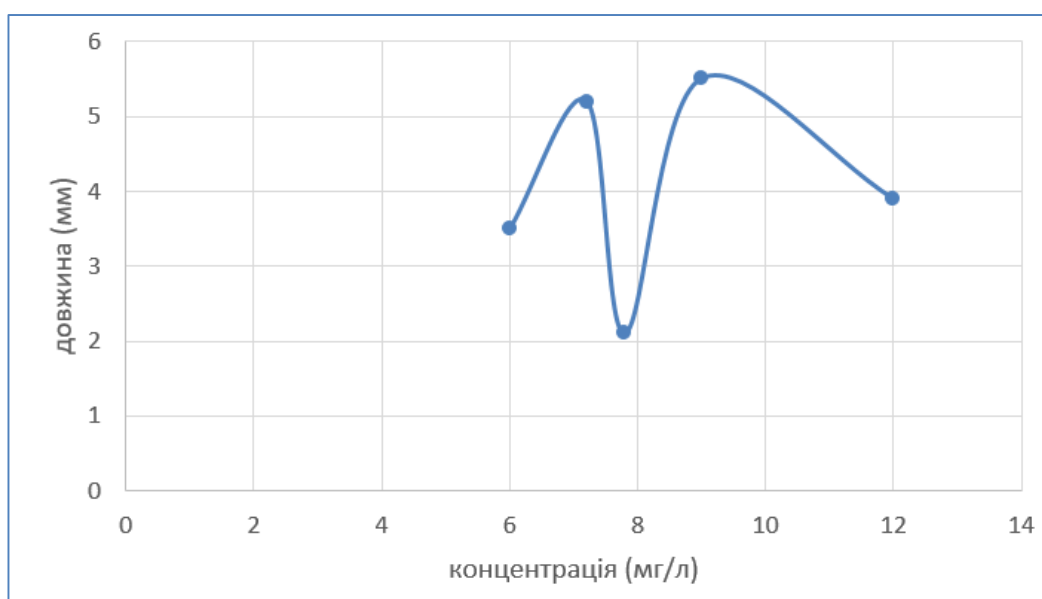


Рисунок 4. Зміна максимальної довжини первинного пагона із збільшенням концентрації іонів свинцю Pb^{2+}

Джерело: результат власних наукових досліджень авторів тез

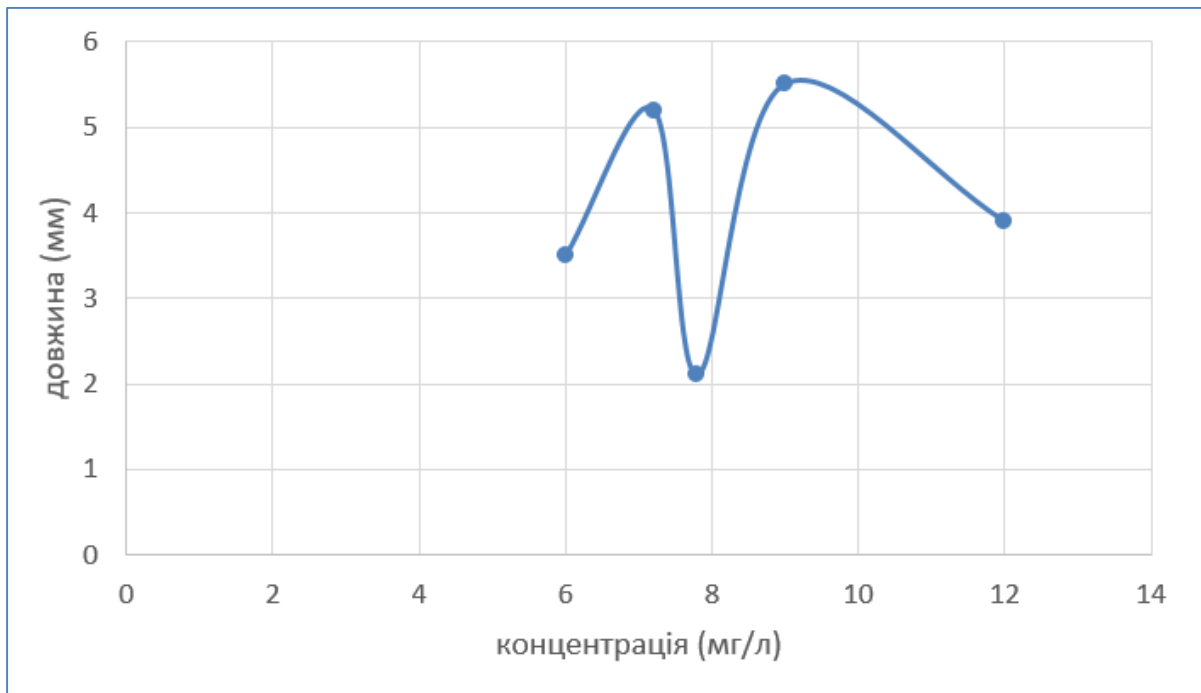


Рисунок 5. Зміна максимальної довжини первинного пагона із збільшенням концентрації іонів свинцю Pb^{2+}

Джерело: результат власних наукових досліджень авторів тез

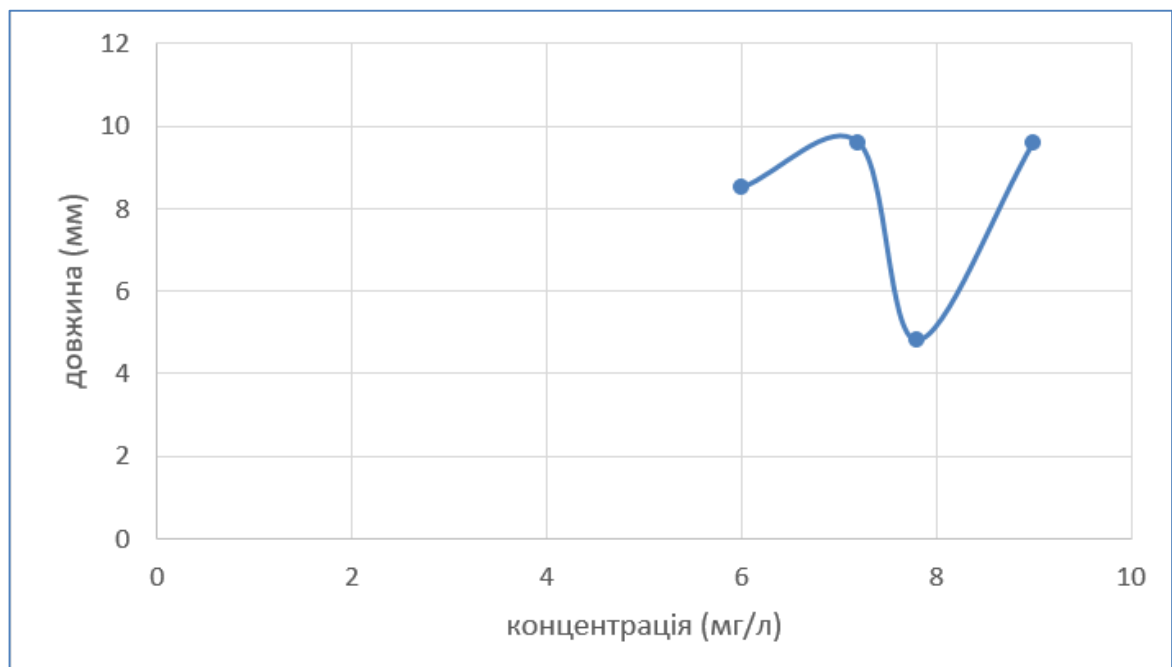


Рисунок 6. Зміна максимальної довжини первинного пагона із збільшенням концентрації іонів свинцю Pb^{2+}

Джерело: результат власних наукових досліджень авторів тез

Висновки. Йони Pb^{2+} в досліджуваних концентраціях не здійснюють загального токсичного впливу на насіння. Організм рослини реагує на збільшення концентрації закономірними змінами лише щодо окремих фізіологічних функцій.

Зміна довжини кореня відповідає закону оптимуму та описується кривою Гауса. За довжиною кореня, зміною довжини первинного кореня оптимум спостерігається за концентрації 7,2 мг/л. При цьому, середня довжина кореня досягає 6,1 мм, мінімальна – 3,1 мм, – 10 мм. Зміна довжини паростка не демонструє такої закономірності.

Визначені державою ГДК не співпадають із правим песимумом для насіння та молодих паростків пшениці. Це обумовлено тим, що гранично допустимі концентрації розраховуються із позиції безпеки для людини (споживача), а не впливу на організм рослини (об'єкту, який вживається людиною). Перспективами подальших досліджень є вивчення впливу різних концентрацій йонів Pb²⁺ на фізіологічні процеси, інтенсивність росту і розвитку рослин пшениці у прегенеративному та генеративному періодах онтогенезу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Atiyeh, B.S., Gunn, S.W., Hayek, S.N. (31 December 2007). Military and Civilian Burn Injuries During Armed Conflicts. *Annals of Burns and Fire Disasters*. 20 (4), 203–215.
2. Malacea Ion Arch (2003). Anthropogenic emissions of heavy metals to the hydrosphere. *Hydrobiol.*, 1 (65), 79-92.
3. Циганенко-Дзюбенко І. Ю., Хом'як І. В., Кірейцева, Г. В. Моделювання динаміки водних і прибережно-водних рослинних угруповань у пост-мілітарних умовах. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. Вип. 2. С. 47-55.
4. Хом'як І.В. Втрати екосистемних послуг і встановлення розміру збитків завданих війною. Матеріали слухань у Комітеті Верховної Ради України з питань екологічної політики на тему: «Вплив воєнних дій на довкілля в Україні та його відновлення до природного стану» (10 листопада 2022 року) / Ред.: Ю. Ю. Овчинникова – Київ: Комітет Верховної Ради України з питань екологічної політики та природокористування, 2023. С 71-75.
5. Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Monitoring 2022. 2022. 188342.