

УДК 581.1:504.5:546.3

**ВПЛИВ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ПРОРОСТАННЯ
НАСІННЯ *CARLINA ONOPORDIFOLIA* BESSER EX
SZAFER, KULCZ. ET PAWL. В УМОВАХ IN VITRO**

**Федорчук В. Ю., Прокоп'як М. З., Сташків І. П.,
Голіней Г. М., Дробик Н. М.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: viktoriafedorcuk2005@gmail.com

Забруднення ґрунтів і вод унаслідок промислової та військової діяльності спричиняє накопичення важких металів: кадмію (Cd), міді (Cu), свинцю (Pb) тощо у довкіллі. Ці метали мають шкідливий вплив на рослини, особливо на початкових етапах розвитку, коли формуються основні тканини зародка, а природні механізми захисту ще недостатньо функціонують. Проростання насіння є важливим індикатором життєздатності рослин, а його уповільнення чи пригнічення може суттєво знижувати чисельність виду.

Відомо, що кадмій проявляє сильний негативний вплив на молоді проростки. Його іони порушують функціонування ферментів, які регулюють процеси дихання та фотосинтезу, що призводить до накопичення вільних радикалів кисню та виникнення окислювального стресу. Наслідком цього є помітне зниження відсотка пророслого насіння, зменшення довжини коренів і пагонів, а також скорочення загальної біомаси проростків. Сvineць також небезпечним для початкових стадій розвитку: накопичується в тканинах насіння, перешкоджає поглинанню води, уповільнює проростання, знижує енергію проростання та пошкоджує клітинні оболонки. Мідь у невеликих дозах є необхідним мікроелементом для рослин, беручи участь у ферментативних процесах, синтезі хлорофілу та розвитку кореневої системи. Однак надлишок міді викликає пожовтіння листя (хлороз), уповільнює ріст коренів і пагонів та знижує показник проростання. Отже, різні важкі метали впливають на проростання по-різному: кадмій і свинець суттєво пригнічують проростання та ріст, тоді як мідь у невисоких концентраціях може його стимулювати, але стає шкідливою при підвищенні

вмісту важких металів [1–4].

У лабораторних дослідженнях визначають такі ключові показники проростання насіння: відсоток пророслого насіння, енергію проростання, довжину кореня та пагона, загальну масу проростків. Також можна розраховувати наступні індекси проростання насіння: відсоток кінцевої схожості, середньодобова схожість, середній час проростання, індекс схожості [5]. З літератури відомо, що порівняльний аналіз впливу кадмію, міді та свинцю на різні рослини виявив чітку закономірність: при дії кадмію спостерігається різке зниження відсотка проростання, значне скорочення довжини кореня та пригнічення росту пагонів, що супроводжується окислювальним стресом. Мідь у невеликих концентраціях сприяє проростанню та збільшує довжину коренів і пагонів, однак при високих дозах відсоток проростання знижується, а ріст коренів і пагонів сповільнюється. Свинець виявляє помірно високу токсичність: він зменшує відсоток проростання, істотно впливає на скорочення довжини кореня та спричинює зменшення біомаси проростків через порушення поглинання води [2].

На основі аналізу наукових джерел узагальнено типові ефекти впливу іонів важких металів на проростання насіння рослин і наведено ключові показники: відсоток проростання, довжина кореня та характерні риси токсичного впливу кожного металу. Кадмій спричиняє різке зниження відсотка проростання та скорочення довжини кореня, викликаючи сильний окислювальний стрес. Мідь може помірно знижувати проростання або навіть стимулювати його при низьких концентраціях; вплив на довжину кореня при цьому відносно незначний, а метал необхідний рослині в малих дозах. Свинець значно знижує відсоток проростання та сильно впливає на ріст кореня, порушуючи водопоглинання рослиною [1, 3].

Насіння *Carlina opordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawł. було зібране на г. Голиця, с. Гутисько, Бережанський район, Тернопільська область (295 м н. р. м.). Після стерилізації та попереднього замочування насіння у розчині 1 мг/мл індол-3-оцтової кислоти (IAA) насіння висаджували у стерильні чашки Петрі на агаризоване живильне середовище Мурасіге та Скуга з половинним вмістом макро- та мікроелементів без додавання

регуляторів росту. Проростання насіння відбувалося за температури 20–22 °С, фотоперіоду 16 годин світла / 8 годин темряви, при інтенсивності освітлення 3000 люкс та відносній вологості 55–60 %. Вплив іонів важких металів на проростання насіння *C. oporordifolia* було досліджено на прикладі CdCl_2 . При цьому протестовано концентрації CdCl_2 1 мМ, 5 мМ та 10 мМ; контроль – насіння, пророщене на середовищі без додавання кадмію. Кожен варіант досліду проводили у трьох повторностях.

Проростання насіння відслідковували впродовж 14 днів. У контрольних варіантах проростання починалося на 6-й день після висіву, а у дослідних варіантах – на 9-й день. У контрольних умовах насіння демонструвало максимальне значення відсотка кінцевої схожості, що становило 83 % на 14-й день. Цей показник був вищим у контрольних рослин приблизно в 1,3 раза за концентрації іонів Cd^{2+} 1 мМ та 5 мМ, а при 10 мМ – у 3 рази. Аналогічна динаміка спостерігалася й для показника середньодобової схожості, який знижувався зі збільшенням концентрації іонів Cd^{2+} , що свідчить про загальне уповільнення темпів проростання. Індекс проростання зменшувався пропорційно до концентрації іонів Cd^{2+} , підтверджуючи сильний стресовий вплив іонів кадмію на швидкість проростання та якість проростків. Попри негативний вплив Cd-стресу, насіння здатне було проростати навіть при найвищій концентрації кадмію, проте згодом у проростків, вирощених на середовищі з 10 мМ Cd^{2+} , а також у деяких, оброблених 5 мМ, з'являлися некротичні коричневі плями на листках. У жодному з дослідних варіантів не спостерігалася утворення коренів.

Отримані висновки підтверджують, що ранні етапи розвитку *C. oporordifolia* чутливі до впливу іонів важких металів, зокрема кадмію. Отримані дані мають практичну цінність для передбачення впливу промислового та військового забруднення на природні рослинні угруповання, а також для створення стратегій захисту біорізноманіття та підтримки життєздатності видів за несприятливих умов.

Список літератури:

1. Тюріна О. В. Оцінка впливу солей важких металів на проростання насіння рослини-біоремедіатора *Paulownia tomentosa* : дипл. робота. Одеса: ОНУ ім. І.І. Мечникова, 2017.

URL: <https://dspace.onu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/79515bb0-dd50-4efd-9c99-26c0998a93f7/content>.

2. Магнер А. Л. Вплив солей важких металів на проростання рослин тест-об'єктів : зб. ст. міжнар. наук. конф. Одеса : ОНУ, 2017. URL: <https://dspace.onu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6552cd8d-ac93-4151-9060-af345eebcb76/content>

3. Журавльова І. М. Застосування гістохімічного методу при вивченні розподілу важких металів у проростках кукурудзи. *Біологія та валеологія* : наук. зб. Харків, 2019. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/4faca26e-d35f-4b3e-aa27-c1eb91a4d8b2/content>

4. Almaghrabi O. A., Abdelmoneim T. S., Albishri H., Moussa T. A. A. Enhancement of maize growth using some plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) under laboratory conditions. *Life Science Journal*. 2014. Vol. 11 (11). P. 764–772.

УДК: 616.441-008.64:504.5(477.41)

ЙОДНА ПРОФІЛАКТИКА ЯК ЗАСІБ ЗАХИСТУ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ ПРИ РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЯХ

Целінь Я. М., Чень І. Б.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: yanatselin@gmail.com

Аварія на Чорнобильській АЕС, яка відбулась 26 квітня 1986 року, призвела до масштабного радіоактивного забруднення навколишнього середовища. В атмосферу потрапила значна кількість радіонуклідів, серед яких ізотоп йоду I-131 [1].

У щитоподібній залозі людини радіоактивний йод накопичується дуже швидко. Тому ця залоза є одним із найбільш радіочутливих органів при радіаційних аваріях. Найбільше I-131 вразив дітей, оскільки саме в них процеси синтезу тиреоїдних гормонів відбуваються інтенсивніше, а маса щитоподібної залози є значно меншою. І це призводить до високої дози опромінення на одиницю тканини. Водночас значного впливу зазнали і підлітки віком до 18 років, які на момент аварії також входили до