

В.П. БЕССОНОВА, О.Є. ІВАНЧЕНКО

Запорізький державний університет
Україна, 69063 м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

ЗМІНА ПОГЛИНАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ КОРЕНІВ ІНТРОДУКОВАНИХ ДЕКОРАТИВНИХ КВІТКОВИХ РОСЛИН В УМОВАХ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ СПОЛУКАМИ ЗАЛІЗА І ХРОМУ

Вивчено вплив забруднення ґрунту сполуками заліза та хрому на поглинальну здатність кореневих систем декоративних квіткових рослин. Установлено скорочення загальної поверхні кореневих систем у всіх дослідних видів відносно контролю, причому робоча поверхня зменшується сильніше, ніж недіяльна. Зменшення розміру робочої поверхні порівняно з контролем зумовлено не тільки пригніченням росту коренів, зменшенням їх довжини, а й зменшенням довжини та ширини кореневих волосків, їх кількості на одиницю поверхні коренів.

Широке використання в озелененні заводських територій знаходять квіткові декоративні рослини. Вони є не тільки важливим декоративним елементом озеленення, а й виконують певну санітарно-гігієнічну функцію.

Основними забруднювачами навколишнього середовища в умовах електрометалургійних підприємств є сполуки заліза і хрому, які негативно впливають на фізіолого-біохімічні процеси у декоративних рослин [1, 2, 3].

Відомо, що інтенсивність росту рослин, потужність листової поверхні, її життєдіяльність визначаються висною і метаболічною активністю коренів, а також їх масою. Із коренів до вегетативних органів надходять

амінокислоти, білки, вуглеводи, мінеральні речовини, нуклеїнові кислоти, гормональні сполуки [5, 7, 8, 11, 12]. Залежність надземних органів від метаболічної роботи кореневої системи, об'єму й кількості метаболічних центрів останньої робить актуальним дослідження впливу на її стан забруднення ґрунту важкими металами. Встановлено їх негативний вплив на фізіолого-біохімічні процеси у рослин [1–3].

Дослідження функціональної активності кореневих систем дає змогу не тільки оцінити негативну дію важких металів на рослини, а й глибше зрозуміти механізми адаптивних реакцій останніх. Вплив цих забруднювачів докілька на стан кореневих систем досі практично не вивчений.

Метою цієї роботи є дослідження впливу забруднення ґрунту сполуками заліза і хро-

му на поглинальну здатність корневих систем інтродукованих декоративних квіткових рослин.

Матеріали і методи. Як об'єкт дослідження використовувалися однорічні декоративні квіткові рослини *Lathyrus odoratus* L., *Tagetes patula* L., *Petunia* × *hybrida* Wilm. Дослідна ділянка розташована на території електрометалургійного заводу, контрольна — у відносно чистій зоні. Технологія виробництва така, що основним забруднювачем довкілля є пил. До складу пилу входять залізо, хром, марганець, свинець, кремній та інші елементи. Пріоритетним забруднювачем є сполуки заліза й хрому (табл. 1).

Вміст заліза й хрому в ґрунті дослідної ділянки значно перевищує фоновий рівень, кількість інших елементів (Mn, Pb та ін.) — нижче за гранично допустиму концентрацію.

Рослини висаджувалися насінням. При вирощуванні контрольних і дослідних рослин дотримувалися вирівняності агротехнічного фону. Вологість ґрунту підтримували на рівні 65%.

Викопані разом з ґрунтовими компонентами рослини поміщали у воду для розмокання ґрунту. Потім корені відмивали на ситі під слабким струменем води [14]. Ретельно промокали фільтрувальним папером. Визначали загальну, робочу та адсорбуючу поверхню коренів [13]. Розміри корневих

волосків вимірювали під мікроскопом з використанням окуляр-мікрметра. Результати дослідження оброблялися методами математичної статистики [4]. Розбіжність показників контрольних і дослідних варіантів оцінювалася за критерієм Ст'юдента при 5-відсотковому рівні.

Результати дослідження та їх обговорення. У всіх дослідних видів декоративних квіткових рослин, які зростали на промисловій ділянці електрометалургійного заводу, ріст коренів порівняно з контролем пригнічується. Як видно з рис. 1, при дії на рослини важких металів найсильніше знижується довжина кореневої системи у *Lathyrus odoratus*, а найменше — у *Tagetes patula*. Так, її загальна довжина у *L. odoratus* на 15-ту добу становить 66,69%, на 35-ту — 60,29, на 50-ту — 63,20% від контролю. Для *Petunia* × *hybrida* і *T. patula* ці цифри в указані періоди росту дорівнюють 74,12% і 71,44%, 78,80% і 81,35%, 85,61% і 81,39% відповідно. Отже, найбільшу стійкість за показниками росту кореневої системи виявлено у *T. patula*, найменшу — у *L. odoratus*.

Отримані нами результати збігаються з даними щодо пригнічення росту коренів у дослідних видів на ранніх етапах органогенезу [5].

В умовах промислової ділянки спостерігається зниження загальної поверхні ко-

Таблиця 1

Валовий вміст мікроелементів у ґрунті контрольної та дослідної ділянок

Глибина відбору проб, см	Fe, %	Mg • кг ⁻¹ абсолютно сухої маси		
		Cr	Pb	Mn
Контрольна ділянка				
0–5	3,15 ± 0,31	80,31 ± 2,30	17,32 ± 0,51	542,03 ± 4,60
10–20	2,92 ± 0,20	75,25 ± 1,60	16,43 ± 0,40	530,19 ± 6,80
20–40	2,87 ± 0,32	70,19 ± 2,10	16,14 ± 0,32	528,00 ± 5,18
Дослідна ділянка				
0–5	8,94 ± 1,20	398,40 ± 5,60	26,30 ± 0,51	605,18 ± 11,40
10–20	8,01 ± 0,80	310,81 ± 4,92	20,20 ± 1,12	582,12 ± 9,40
20–40	6,02 ± 0,44	201,60 ± 5,30	19,40 ± 0,93	540,00 ± 4,26

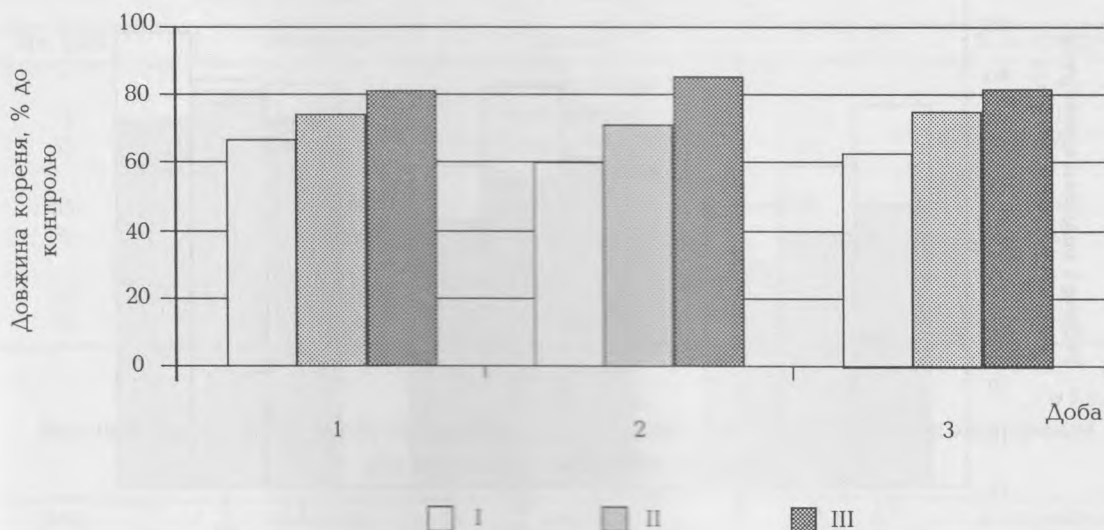


Рис. 1. Вплив забруднення ґрунту надлишком заліза й хрому на довжину кореневих систем, % до контролю: 1 — 15 діб; 2 — 35 діб; 3 — 50 діб; I — *Lathyrus odoratus*; II — *Petunia × hybrida*; III — *Tagetes patula*

рених систем в усіх дослідних рослин відносно контрольних (табл. 2). Найістотніше цей показник зменшується у *L. odoratus*, найменше — у *Tagetes patula* (82,64%), особливо на 50-ту добу.

Ступінь зниження загальної поверхні кореневих систем рослин, які зростали на за-

брудненій важкими металами ділянці, відносно контролю близька за значеннями на 15-ту та 35-ту добу росту.

У пізніші строки вегетації (50-та доба) у *Lathyrus odoratus* і *Petunia hybrida* спостерігається різке зниження загальної поверхні коренів. У *T. patula* у віці 50 діб

Таблиця 2

Вплив забруднення ґрунту важкими металами на загальну поверхню коренів декоративних квіткових рослин

Вік, доба	Загальна поверхня коренів, м ²		t	% до контролю
	Контроль	Дослід		
<i>Lathyrus odoratus</i>				
15	0,082 ± 0,004	0,051 ± 0,002	6,93	62,19
35	0,421 ± 0,020	0,273 ± 0,022	6,18	56,29
50	1,675 ± 0,048	0,810 ± 0,051	3,52	48,90
<i>Petunia × hybrida</i>				
15	0,660 ± 0,003	0,450 ± 0,002	58,33	68,18
35	0,196 ± 0,006	0,136 ± 0,008	6,00	69,93
50	0,859 ± 0,040	0,502 ± 0,031	7,05	58,44
<i>Tagetes patula</i>				
15	0,089 ± 0,002	0,067 ± 0,004	4,91	75,28
35	0,218 ± 0,023	0,170 ± 0,018	1,64	77,98
50	0,915 ± 0,031	0,786 ± 0,022	3,39	82,64

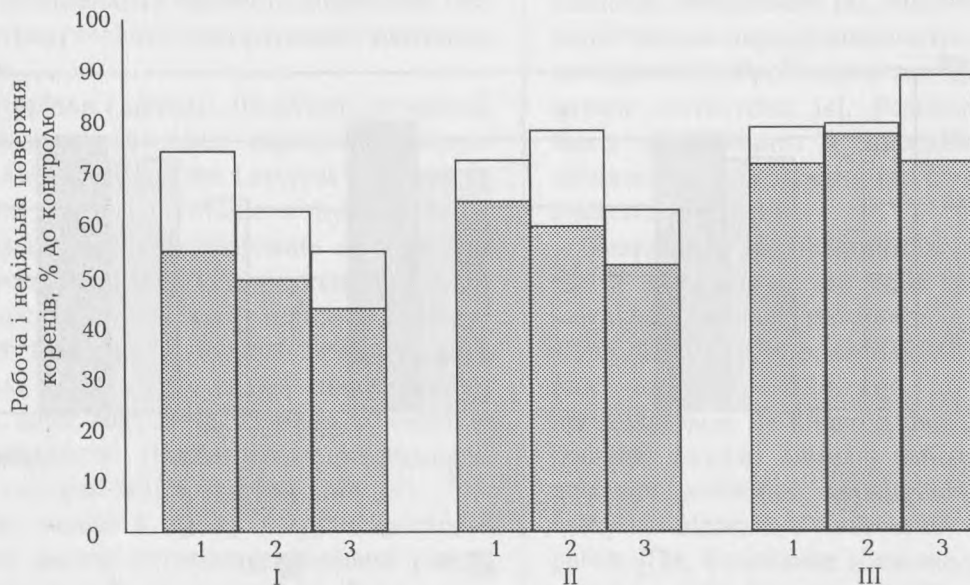


Рис. 2. Вплив забруднення ґрунту важкими металами на роботу й недіяльну поверхню коренів декоративних квіткових рослин: 1 – 15 діб; 2 – 35 діб; 3 – 50 діб; I – *Lathyrus odoratus*; II – *Petunia × hybrida*; III – *Tagetes patula*; □ контроль; ■ дослід

ступінь зниження поверхні кореневої системи порівняно з контрольним варіантом була близька до такої у рослин більш молодих вікових станів.

Як видно з табл. 3, робоча поверхня коренів у чутливого виду *Lathyrus odoratus* і середньочутливого виду *Petunia × hybrida* під

впливом забруднення довкілля скорочується сильніше, ніж недіяльна. Дещо більшою мірою це виявляється у *L. odoratus*. У *Tagetes patula* різниці (рис. 2) рівнів пригнічення робочої та недіяльної поверхні коренів у віці 15 та 35 діб близькі. У віці 50 діб ця різниця в умовах промислової ділянки була більша

Таблиця 3

Вплив забруднення ґрунту важкими металами на діяльну і недіяльну поверхню коренів декоративних квіткових рослин

Вік, доба	Робоча поверхня коренів, м ²		Недіяльна поверхня коренів, м ²	
	Контроль	Дослід	Контроль	Дослід
<i>Lathyrus odoratus</i>				
15	0,054 ± 0,003	0,30 ± 0,0024	0,028 ± 0,0012	0,021 ± 0,0011
35	0,209 ± 0,013	0,104 ± 0,190	0,212 ± 0,015	0,133 ± 0,018
50	0,580 ± 0,025	0,257 ± 0,041	1,077 ± 0,081	0,596 ± 0,060
<i>Petunia × hybrida</i>				
15	0,040 ± 0,002	0,026 ± 0,0013	0,026 ± 0,0012	0,019 ± 0,0012
35	0,087 ± 0,008	0,052 ± 0,009	0,107 ± 0,0060	0,084 ± 0,0041
50	0,324 ± 0,015	0,178 ± 0,022	0,513 ± 0,031	0,324 ± 0,019
<i>Tagetes patula</i>				
15	0,057 ± 0,0015	0,037 ± 0,0012	0,038 ± 0,0012	0,030 ± 0,0043
35	0,097 ± 0,006	0,076 ± 0,003	0,118 ± 0,005	0,094 ± 0,004
50	0,390 ± 0,018	0,285 ± 0,017	0,561 ± 0,015	0,500 ± 0,012

Таблиця 4

Робоча поверхня коренів у розрахунку на 1 г сухої ваги, м²

Вік, доба	Контроль	Дослід	t	% до контролю
Lathyrus odoratus				
35	1,34 ± 0,05	0,94 ± 0,04	6,25	70,14
50	1,56 ± 0,04	1,04 ± 0,03	10,40	66,66
Petunia × hybrida				
35	0,96 ± 0,03	0,75 ± 0,02	5,82	78,12
50	1,10 ± 0,04	0,77 ± 0,03	6,19	70,00
Tagetes patula				
35	1,09 ± 0,09	0,93 ± 0,03	3,77	85,32
50	1,30 ± 0,04	1,02 ± 0,02	6,26	78,46

Таблиця 5

Вплив забруднення ґрунту на довжину й товщину кореневих волосків на коренях декоративних квіткових рослин

Вид	Контроль	Дослід	t	% до контролю
Довжина волосків, мкм				
Lathyrus odoratus	420,31 ± 30,10	295,09 ± 24,20	3,24	70,27
Petunia × hybrida	380,45 ± 20,22	286,59 ± 26,10	2,84	75,33
Tagetes patula	545,67 ± 27,15	449,74 ± 21,83	2,75	82,42
Товщина волосків, мкм				
Lathyrus odoratus	95,31 ± 2,10	81,14 ± 3,17	3,27	85,14
Petunia × hybrida	80,26 ± 3,16	63,76 ± 3,25	3,63	79,45
Tagetes patula	70,17 ± 2,14	57,60 ± 4,02	2,76	82,37

помітною порівняно з контролем. Отже, частка недіяльної поверхні у загальній поверхні кореневої системи збільшується, а робочої — знижується (рис. 2).

Зменшення робочої та недіяльної поверхні зумовлено, в першу чергу, інгібуванням росту коренів (табл. 2). При цьому за результатами дослідження можна зробити висновок, що найбільшому пригніченню росту у *Lathyrus odoratus* відповідає зменшення як робочої, так і недіяльної їх поверхні. Однак, як свідчить оцінка змін цих показників у відсотках до контролю, зменшення робочої поверхні коренів відбувається інтенсивніше, ніж їх довжини, що може спричинятися не лише пригніченням росту кореневої системи.

Про те, що існують інші причини зменшення робочої поверхні коренів у умовах за-

бруднення навколишнього середовища, свідчить той факт, що робоча поверхня у перерахунку на 1 г сухої речовини змінюється відносно контролю менше, ніж у разі перерахунку на всю кореневу систему (табл. 4).

Відомо, що всисна поверхня кореня збільшується в 5–10 разів завдяки наявності кореневих волосків. При цьому різниця у поглинанні рослинами елементів живлення визначається не тільки кількістю кореневих волосків, а й терміном їх існування [9]. У зв'язку з цим нами досліджувалися розміри й кількість кореневих волосків на 1 мм² поверхні кореня в активній зоні (табл. 5).

Установлено зменшення довжини волосків на коренях рослин, які зростали на промислових ділянках, особливо у *Lathyrus odoratus* і *Petunia × hybrida*. Кореневі волос-

ки у дослідному варіанті, як правило, тонші, ніж у контролі. Однак частина з них потовщується. Це спостерігається у всіх дослідних видів, тому різниця між контролем та дослідом за цим показником менша, ніж при порівнянні їх довжини.

Скорочення кореневих волосків у рослин під дією сполук свинцю відмічає В.А. Ковда зі співавторами [10]. В.П. Бессонова [2, 3] аналогічне явище спостерігала у сіянців деревних рослин, які вирощувалися на поживному середовищі з надлишком Fe^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} . Е.Л. Климашевський [9] зазначає, що кореневі волоски у рослин, чутливих до алюмінію, або скорочені, або зовсім відсутні.

У нашому досліді забруднення ґрунту важкими металами спричинює зміну кількості кореневих волосків на одиницю поверхні кореня (1 мм^2). За ступенем зменшення цього показника дослідні види можна розташувати таким чином:

Tagetes patula < *Petunia* × *hybrida* < *Lathyrus odoratus*.

Отже, в умовах промислової ділянки з пріоритетним забрудненням ґрунту сполуками заліза й хрому спостерігається пригнічення росту кореневих систем дослідних декоративних квіткових рослин порівняно з контролем, відмічається скорочення загальної адсорбуючої поверхні коренів, при цьому робоча поверхня зменшується сильніше, ніж недіяльна, це у всіх видів супроводжується зменшенням як кількості кореневих волосків на одиницю площі, так і їх морфометричних показників.

Існує зв'язок між ступенем негативного впливу важких металів на розмір робочої поверхні і рівнем негативної їх дії на ріст

коренів та формування кореневих волосків. Найбільша несприятлива дія надлишку заліза й хрому в ґрунті на ці показники зафіксована у *Lathyrus odoratus*, найменша — у *Tagetes patula*.

Висновки

1. Забруднення ґрунту сполуками заліза й хрому спричинює зменшення загальної поверхні кореневих систем декоративних квіткових рослин порівняно з контролем. Робоча поверхня зменшується більше, ніж недіяльна. За ступенем негативної дії важких металів на ці показники дослідні види можна розташувати таким чином:

Tagetes patula < *Petunia* × *hybrida* < *Lathyrus odoratus*.

2. Скорочення робочої поверхні коренів в умовах забруднення довкілля важкими металами зумовлено не тільки пригніченням їх росту, а й зменшенням довжини й ширини кореневих волосків, їх кількості на одиницю поверхні кореня (1 мм^2). Це підтверджується й тим, що робоча поверхня у перерахунку на одиницю ваги кореня (1 г) у контролі й досліді змінюється менш істотно, ніж у перерахунку на кореневу систему.

1. Бессонова В.П., Фендюр Л.М. Можливості використання декоративних квіткових рослин для фітоіндикації забруднення навколишнього середовища. Вміст зелених пігментів // Укр. ботан. журн. — 1996. — № 2. — С. 319–324.

2. Бессонова В.П., Яковлева С.О. Вплив надлишку хрому на активність хлорофілази в листках рослин // Там само. — 1999. — 5, № 4. — С. 364–369.

3. Бессонова В.П., Яковлева С.О. Вплив надлишку хрому на вміст каротиноїдів у листках



рослин // Там само. — 2000. — 57, № 3. — С. 306–310.

4. Вольф В.Г. Статистическая обработка данных. — М.: Колос, 1966. — 253 с.

5. Измайлов С.Ф. Азотный обмен в растениях. — М.: Наука, 1986. — 320 с.

6. Иванченко О.Е., Яковлева С.О., Бессонова В.П. Оцінка металостійкості проростків декоративних квіткових рослин і вміст у коренях білка та розчинних пектинів // Питання біоіндикації та екології. — Запоріжжя: Вид-во ЗДУ, 2001. — Вип. 6. — № 3. — С. 46–53.

7. Казарян В.О. Старение вышедших растений. — М.: Наука, 1969. — 313 с.

8. Кефели В.И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. — М.: Наука, 1987. — 260 с.

9. Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений. — М.: Агропромиздат, 1994. — 414 с.

10. Ковда В.А., Золотарева И.И., Скрипченко И.И. О биологической роли реакции растений на тяжелые металлы // Доклады АН СССР. — 1979. — 247, № 3. — С. 665–668.

11. Кулаева О.Н. Гормональная регуляция физиологических процессов у растений на уровне синтеза РНК и белка / 41 Тимирязевское чтение. — М.: Наука, 1982. — 92 с.

12. Муромцев Г.С., Агнстикова В.Н. Гормоны растений: гибберелины. — М.: Наука, 1973. — 170 с.

13. Практикум по физиологии растений / Под ред. Н.Н. Третьякова. — М.: Колос, 1982. — 271 с.

14. Якушев Б.И. Поглощающая поверхность корневых систем и факторы, влияющие на ее развитие // Корневое питание растений в фитоценозах. — Минск: Наука и техника, 1974. — С. 101–146.

ИЗМЕНЕНИЕ ПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ КОРНЕЙ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ ЦВЕТОЧНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ СОЕДИНЕНИЯМИ ЖЕЛЕЗА И ХРОМА

В.П. Бессонова, О.Е. Иванченко

Запорожский государственный университет, Украина, г. Запорожье

Изучено влияние загрязнения почвы соединениями железа и хрома на поглотительную способность корневых систем декоративных цветочных растений. Установлено сокращение общей поверхности корневых систем у всех исследуемых видов по отношению к контролю, причем рабочая поверхность уменьшается сильнее, чем нерабочая. Меньший размер рабочей поверхности по сравнению с контролем обусловлен не только угнетением роста корней, снижением их протяженности, но и уменьшением длины и ширины корневых волосков, их количеством на единицу поверхности корней.

CHANGE OF ROOT ABSORPTION CAPACITY OF INTRODUCED ORNAMENTAL FLOWERING PLANTS IN CONDITIONS OF SOIL POLLUTION BY IRON AND CHROMIUM

V.P. Bessonova, O.E. Ivanchenko

Zaporizhia State University, Ukraine, Zaporizhia

The influence of soil pollutants iron and chromium on root absorption of ornamental flowering plants has been studied. The decrease of the total root surface was determined in all tested species with respect to control, moreover, working surface decreases more than root surface, which does not work. The lesser size of absorptive surface in comparison with control is stipulated by inhibition of root growth and length, shortage of root hair length and thickness, hairs quantity per root surface unit.