

УДК 58.086:546.48:582.736.3

## ЛОКАЛІЗАЦІЯ КАДМІЮ В ОРГАНАХ І ТКАНИНАХ *TRIFOLIUM PRATENSE* L.

Денчиля-Сакаль Г. М., Ніколайчук В. І.

**Локалізація кадмію в органах і тканинах *Trifolium pratense* L.** — Г. М. Денчиля-Сакаль, В. І. Ніколайчук. — У водній культурі рослин конюшини вивчали вплив та локалізацію важких металів (ВМ) у клітинах пагонів і коренів. Рівень накопичення ВМ у тканинах дослідних рослин виявляли за кількістю утворених дитізонатів. Встановлено, що більшість дитізонатів зосереджується в тканинах епідермісу кореня конюшини лучної.

**Ключові слова:** іони кадмію, локалізація, дитізонати.

**Адреса:** Ужгородський національний університет, кафедра генетики, фізіології рослин та мікробіології; вул. Волощина, 32, Ужгород, 88000.

**Localization of cadmium in organs and fabrics of *Trifolium pratense* L.** — H. Denchilja-Sakal, V. Nikolaychuk. — The influence and localization of heavy metals (HM) in the cells of stem, root and leaf has been studied in the water culture of *Trifolium* plants. The level of piling up of HM in the cells of experimental plants were studied by the amount of well-educeted compounds – ditizonates. Majority of ditizonates have been concentrated in the cells of root of *Trifolium pratense*.

**Key words:** ions of cadmium, localization, ditizonates.

**Address:** Uzhgorod National University; Department of genetics, phytophysiology and microbiology; str. Voloshyn, 32, Uzhgorod, 88000.

### Вступ

Завдяки інтенсивній антропогенній діяльності, пов'язаній з добуванням корисних копалин, розвитком промисловості, зростанням кількості транспортних засобів, застосуванням засобів захисту рослин та добрив значно зріс рівень забруднення навколишнього середовища важкими металами і, зокрема, кадмієм [2].

Серед важких металів кадмій (Cd) вирізняється своєю високою токсичністю, значною рухомістю, здатністю потрапляти до продуктивної частини рослин і організму людини [1]. На відміну від інших токсичних металів (свинець, цинк) кадмій відносно легко поглинається коренями рослин. Акумуляуючись рослинами, кадмій спричинює затримку росту, порушення фотосинтезу, зміни співвідношення хлорофілу та білка. Він може знижувати надходження в рослини калію і витіснити його з органодів клітини, перешкоджати транспорту заліза в листя і плоди [6, 7, 8].

Тому, актуальною проблемою сьогодення є вивчення розподілу, локалізації важких металів у рослинних організмах, оскільки саме рослини є важливою ланкою ланцюгів живлення, а іонам важких металів притаманна здатність здійснювати хронічний токсичний вплив на всі живі організми, в тому числі й людини. Метою дослідження було вивчити локалізацію кадмію в рослинних тканинах і системах органів конюшини лучної.

### Матеріали та методи досліджень

Об'єктом наших досліджень була високобілкова кормова культура конюшина лучна – *Trifolium pratense* L. (*Fabaceae*), сорту Спарта.

Дослідження проводили у водній культурі. Насіння дослідних рослин пророщували на фільтрувальному папері, змоченому різними концентраціями водних розчинів сульфату кадмію. Контролем слугували рослини, вирощені на дистильованій воді.

Локалізацію іонів кадмію у органах конюшини лучної проводили гістологічним методом за допомогою дитізону. Дитізон, як хелатор важких металів широко використовують в аналітичній хімії, тому що зв'язує Mn, Fe, Cu, Ni, Cd, Pb, Zn, Ag, утворюючи забарвлені комплекси [3]. Поперечні зрізи стебла, листка та кореня рослин *T. pratense* замочували в розчин дитізону витримували протягом 10 хвилин, після чого промивали спиртом і дистильованою водою. Інтенсивність забарвлення утворених метил-дитізонатних комплексів оцінювали візуально за допомогою світлового мікроскопа. Про реакцію важких металів із дитізоном судили за наявністю червоних кристалів у тканинах рослин.

### Результати досліджень

Після семи діб перебування рослин конюшини на розчинах CdSO<sub>4</sub>, виявили дитізонати ВМ у малих кількостях у коренях, клітинних стінках ризодерми і в шарах паренхіми.

З літературних джерел відомо, що ризодерма виконує роль поглинаючої тканини, тому що володіє розвиненою активною системою мембран-транспортних механізмів. Клітини ризодерми дають початок корневим волоскам, які дозволяють кореню контактувати із більшим об'ємом ґрунту і збільшувати швидкість надходження іонів у тканини кореня [4]. Дитізонати концентрувались у клітинах зовнішніх шарів кореня біля клітинних

стінок. Досліджено, що Cd проникає тільки через два три шари клітин від поверхні зрізу. У паренхімних клітинах усіх зон кореня також спостерігали відклади дитізонатів, але переважно в середині клітин. У контрольних рослин реакція з дитізоном була негативною (рис. 1 а, б; 2).

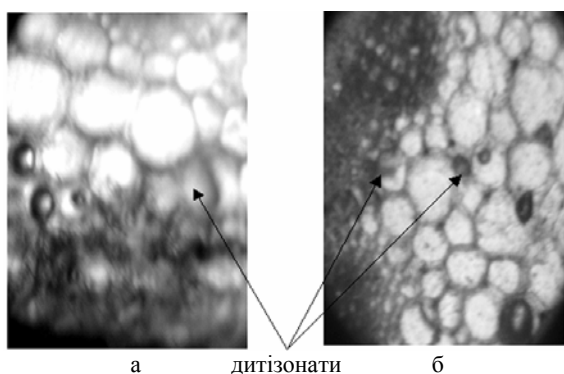


Рис. 1. Локалізація іонів Cd в корнях конюшини: а, б

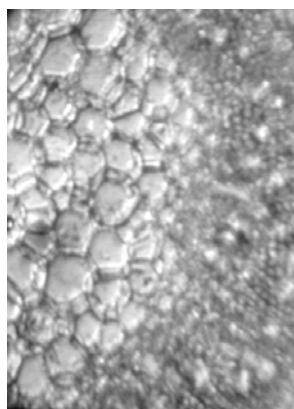


Рис. 2. Поперечний зріз кореня конюшини в контрольному варіанті

Розподіл важких металів у пагонах має свої властивості. Результати наших досліджень показали, що у пагонах, порівняно з коренем, кадмій локалізувався в провідній тканині, в епідермісі. Накопичення металу було досить низьким (рис. 3а, б). Це можна пояснити тим, що корені були занурені у водний розчин і тому кадмій безпосередньо впливав на них. Тому реакція з дитізоном у корнях була більш виражена, ніж у пагонах.

Відомо [2], що, навіть при високих концентрацій металів, вміст кадмію у пагонах був приблизно в 30 разів менший, ніж в корені. У літературних джерелах зазначено, що максимальна кількість ВМ накопичується в корнях, бо, на межі корінь – стебло, існує фізіологічний бар'єр, який пропускає до надземних частин лише невелику кількість металу, що надійшов до кореня [5].

Гістохімічні дослідження асиміляційного апарату показали, що кадмій надходячи в листки, розподіляється в них нерівномірно. Поодинокі гранули дитізонатів було виявлено у провідних тканинах (ксилемі). Червоно-бурий колір виявляли в окремих клітинах листової пластинки які втратили хлорофіл, або зазнали незначних морфо-фізіологічних змін (рис. 4 а, б).

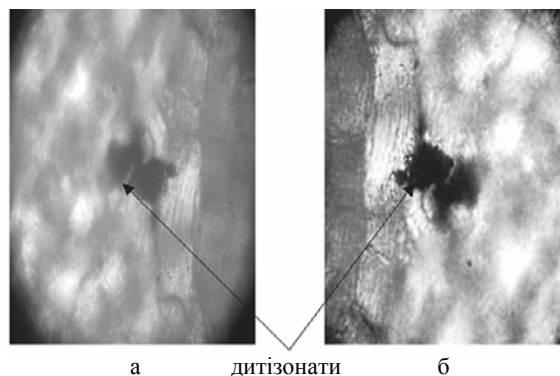


Рис. 3. Локалізація іонів Cd в пагонах рослин конюшини: а, б.

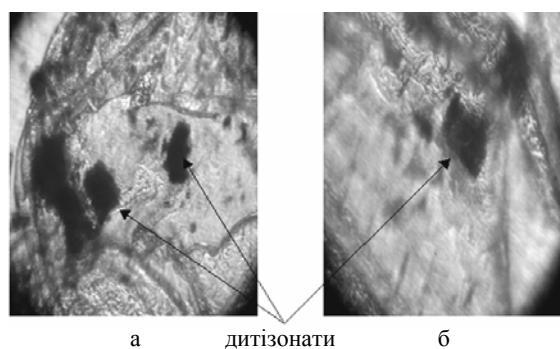


Рис. 4. Локалізація іонів Cd в пагонах рослин конюшини: а, б.

## Висновки

Таким чином, результати наших досліджень та аналіз літературних джерел дає підстави зробити такі висновки:

- локалізація важких металів у корнях є більшою, ніж у пагонах і листках дослідних рослин;
- у пагонах накопичення кадмію було досить низьким і локалізувався метал в покривних тканинах;
- іони кадмію, надходячи в листки, розподілялися в них нерівномірно, поодинокі гранули дитізонатів було виявлено у провідних тканинах (ксилемі).

Показано, що використання дитізону для визначення вмісту та розподілу іонів кадмію у тканинах забезпечує швидкий та ефективний спосіб аналізу вмісту поллютантів у живих організмах.

1. Алексеев Ю. В. Поглощение кадмия злаковыми растениями из дерново-подзолистой и карбонатной почв // Агрехимия. – 2003. – №8. – С. 80–82.

2. Гуральчук Ж. З. Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам // Физиология и биохимия культурных растений. – 1994. – Т. 26, № 2. – С. 107–117.

3. Козловський В., Романюк Н., Терек О., Чонка І., Колесник О., Болашиї Ш., Бойко Н. Важкі метали у ґрунтах та рослинах заплави ріки Тиса // Вісник Львів. університету. Серія біологічна. – 2005. – Вип. 40. – С. 35–50.
4. Серегин І. В., Штигун Л. К., Иванов В. Б. Распределение и токсическое действие кадмия и свинца на корни кукурузы // Физиология растений. – 2004. – Т. 51, № 4. – С. 582-591.
5. Серегин І. В., Иванов В. Б. Гистохимические методы изучения распределения кадмия и свинца в растениях // Физиология растений. – 1997. Т.44. – С. 915–921.
6. Caldwell M. M. Plant response to solar ultraviolet radiation // Encyclopedia of Plant Physiology / Eds by O. L. Lange, P. S. Nobel, C. B. Osmond, H. Ziegler. – Berlin: Spinger-Verlag, 1981. – Vol. 12A. – P. 169–197.
7. Jackson J. A., Fuglevand G., Brown B. A. et al. Isolation of Arabidopsis mutants alters the light regulation of chalcone synthase gene expression using a transgenic screening approach // Plant J. – 1987. – 8. – P. 369–380.
8. McLennan A. G. The repair of UV light-induced DNA damage in plant cells // Mutat. Res. – 1987. – 181. –P. 1–7.

Отримано: 1 червня 2010 р.

Прийнято до друку: 24 червня 2010 р.