

Міністерство освіти і науки України  
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Національна академія наук України  
Відділення загальної біології  
Наукова рада з проблем ґрунтознавства

Університет Кордобі (Іспанія)

Університет Севільї (Іспанія)

Університет Махатми Ганді (Індія)

***GEOBOTANIC, SOIL AND ECOLOGICAL STUDIES  
OF FOREST BIOGEOCENOSES OF THE STEPPE ZONE:  
history, present, perspectives***

**Proceedings of the III International scientific-practical conference  
dedicated to the 95th anniversary of the birth  
of Professor A. P. Travleyev**

Dnipro, Ukraine, 11 September 2024

***ГЕОБОТАНІЧНІ, ГРУНТОВІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ  
ЛІСОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ:***

***історія, сучасність, перспективи***

**Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції,  
присвяченої 95-річчю з дня народження  
чл.-кор. НАН України, д.б.н., професора А. П. Травлєєва**

**м. Дніпро, Україна, 11 вересня 2024 р.**

Дніпро  
2024

Рецензенти: доктор біологічних наук, професор, академік НАН України І. Г. Ємельянов  
доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН України Н. В. Заїменко

**Г-83 Геоботанічні, ґрунтові та екологічні дослідження лісових біогеоценозів степової зони: історія, сучасність, перспективи: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 95-річчю з дня народження чл.-кор. НАН України, д.б.н., професора А. П. Травлєєва. – Дніпро: Ліра, 2024. – 108 с.**

Представлено матеріали 30 доповідей III Міжнародної конференції з геоботанічних, ґрунтових та екологічних досліджень лісових біогеоценозів в умовах степової зони України, присвяченій 95-річчю з дня народження видатного вченого, члена-кореспондента НАН України, заслуженого діяча науки і техніки України, лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки, доктора біологічних наук, професора Травлєєва Анатолія Павловича (м. Дніпро, 11 вересня 2024 р.). Представлено результати досліджень ґрунтів та рослинності, а також їх екологічних взаємозв'язків на фоні кліматичних умов степової зони України. Наведені роботи характеризують сучасні наукові тенденції розвитку геоботаніки, ґрунтознавства та екології.

Для наукових співробітників, викладачів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів, працівників лісового, водного та сільського господарства.

**Geobotanical, soil and ecological studies of forest biogeocenoses of the steppe zone: history, present, prospects: Proceedings of the III International scientific and practical conference dedicated to the 95th anniversary of the birth of Professor A. P. Travleyev. – Dnipro: Lyra, 2024. – 108 p.**

The materials of 30 reports of the International Conference on Geobotanical, Soil and Ecological Studies of Forest Biogeocenoses in the Conditions of the Steppe Zone of Ukraine, dedicated to the 95th anniversary of the birth of a prominent scientist, corresponding member of NAS of Ukraine, Doctor of Biological Sciences, Professor Anatoliy Pavlovych Travleyev (Dnipro, Ukraine, 11 September 2024). The results of studies of soil and vegetation, as well as their ecological interconnections against the background of climatic conditions of the steppe zone of Ukraine are presented. The above works characterize the modern scientific tendencies of development of geobotany, soil science and ecology.

For researchers, teachers, graduate students and students of higher educational establishments, employees of forestry, water and agriculture.

В авторській редакції.

#### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

канд. біол. наук, доц. В. А. Горбань  
(відп. редактор),  
д-р біол. наук, проф. Н. А. Білова,  
канд. біол. наук, доц. С.О. Гунько,

канд. біол. наук, ст. н. с. І. А. Іванько,  
канд. біол. наук, доц. О. В. Котович,  
канд. біол. наук, доц. О. І. Лісовець,  
канд. біол. наук, доц. О. М. Масюк,

С. О. Гунько<sup>1</sup>, А. О. Дубина<sup>2</sup>

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ КАДМІУ В ҐРУНТАХ СТАРОПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНІВ (НА ПРИКЛАДІ м. КАМ'ЯНСЬКЕ)**

*<sup>1</sup>Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна, goonko@gmail.com*

*<sup>2</sup>Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна*

Екологічні дослідження урбанізованих територій та оцінка стану міського середовища є пріоритетними напрямками науки сьогодення. Їх актуальність обумовлена необхідністю виявлення факторів і причин формування екологічної ситуації в містах, виділення пріоритетних проблем і вивчення просторової диференціації урбанізованих територій з метою створення комфортного середовища проживання міського населення (Цветкова та ін., 2016).

У більшості випадків сучасна оцінка якості навколишнього середовища базується лише на статистичних даних (рівень викидів, концентрація мікроелементів в ґрунті та ін.), які є доступними достатньо широкому колу суспільства, але не можуть повністю представити реальну екологічну ситуацію та надати уявлення про особливості просторової структури забруднення міської території (Boutron, 1991).

В Україні, як державі з високорозвиненим промисловим виробництвом, є актуальною проблема забруднення компонентів навколишнього середовища надмірною кількістю важких металів. Місто Кам'янське відноситься до однієї з найпотужніших в Україні промислових агломерацій і є третім по значенню центром Дніпропетровської області. Кам'янське належить до міст України з вкрай небезпечною екологічною ситуацією, що сформувалася в результаті тривалого та інтенсивного розвитку металургійної, хімічної та машинобудівної галузей промисловості без урахування екологічних наслідків та шкоди для довкілля і здоров'я населення.

Найбільшу небезпеку сьогодення становить локальне забруднення ґрунтів, яке, за певних умов, формує техногенні геохімічні аномалії (Стольберг, 2000). Найвагомими критеріями сили антропогенного тиску на природне середовище в межах урбанізованих територій виступають розміри міста, щільність забудови, господарський профіль урбоутворення.

Екологічні характеристики урбанізованого району за високої міри наближеності агломерацій між собою значно гірші, ніж окремої агломерації, через ефект накладання антропогенних навантажень на одну територію. Головною проблемою, що потребує постійної уваги та вирішення, виступає комплексне екологічне дослідження ступеня забруднення важким металами, оскільки джерелами забруднення ґрунтів важкими металами міських територій пріоритетно вважаються викиди промислових підприємств.

На особливу увагу заслуговує кадмій, як один з найнебезпечніших токсикантів середовища, що здатний до утворення значних за площею геохімічних аномалій (Сердюк, 2007). Важливе значення кадмію як пріоритетного токсиканту вимагає постійного контролю. Актуальність досліджень закономірностей розподілу Cd у ґрунтах урбанізованих територій важлива також у плані розширення інформаційної бази спостережень і обумовлена необхідністю сучасного фактичного аналізу екологічного стану промислового м. Кам'янське.

Ґрунт є досить специфічним компонентом біосфери, оскільки він не тільки накопичує різні забруднюючі компоненти, але й виступає як природний буфер, що контролює перерозподіл хімічних елементів і сполук в атмосферу, гідросферу та живу речовину. Важкі метали, що накопичуються в ґрунтах, достатньо повільно видаляються при вилюговуванні, використанні рослинами, ерозії та інше.

Розподіл важких металів та елементів-забруднювачів у ґрунтах дуже складний процес, обумовлений цілою низкою чинників, серед яких найважливіша роль належить типам ґрунтів, їх окисно-відновним і кислотно-основним властивостям, вмісту в них органічних речовин, гранулометричному складу, і навіть водно-тепловому режиму і геохімічному фону регіону (Гунько, 2021).

Об'єкт дослідження – процес розповсюдження та накопичення кадмію в ґрунтах.

Предмет дослідження – вміст, розповсюдження й закономірності розподілу кадмію в ґрунтах міста Кам'янське.

Метою роботи є оцінка вмісту, розповсюдження та з'ясування закономірностей розподілу кадмію в ґрунтах урбанізованих територій м. Кам'янське.

Для оцінки розповсюдження кадмію в ґрунтах у межах м. Кам'янське проведено ретельне ґрунтове обстеження, виділено 29 пробних ділянок урбанізованих територій, закладених з півдня на

північ, згідно рози вітрів і зміни висотних позначок міста, які являють собою 5 екологічних профілів едафотопів на території міста (рис. 1).



Рисунок 1 – Картосхема екологічних профілів м. Кам'янське (цифра – точка відбору проб, (№) – екологічний профіль едафотопів)

Кожен із закладених профілів має значну амплітуду перепаду висот, проте, всі наближаються до стаціонарних джерел антропо-техногенного забруднення, якими виступають передусім промислові підприємства міста та транспортні магістралі. Найбільш показовими з вмісту та розповсюдження Cd є екологічний профіль едафотопів № 2 (т. 1–6), який закладено уздовж центральної транспортної магістралі міста та наближені до металургійного підприємства ПАТ «Дніпровський меткомбінат». Екологічний профіль едафотопів № 5 (т. 25–29) розташований у лівобережній селитебній частині міста зі значною віддаленістю від основних галузей підприємства.

У ґрунтах усіх досліджуваних нами урбанізованих територій правобережної частини міста (екологічний профіль едафотопів № 2: т. 1–6) прослідковується досить відмітний вміст Cd (валова та рухома форми). Так, найменшою концентрацією валової форми кадмію характеризуються плантоземи району житлової забудови залізничного вокзалу: у корененасиченому шарі ґрунту (0–50 см) концентрація кадмію варіює в межах  $2,57 \pm 0,25$ – $2,51 \pm 0,23$  мг/кг, ці показники знаходяться у відповідності з існуючими нормативними даними, які не перевищують їх.

Це аргументується тим, що викиди залізничного транспорту не є джерелом надходження Cd до біосфери, а в умовах промислового міста Кам'янське важливу роль відіграє рельєф місцевості – дана пробна ділянка розташована на висоті 161 м над рівнем моря, що є досить високим значенням як для всього міста, так і в межах досліджуваного екологічного профілю едафотопів.

Подальший латеральний аналіз ґрунтів екологічного профілю едафотопів № 2 за вмістом кадмію (валової та рухомої форми) свідчить про збільшення його концентрації зі зменшенням альтitudи місцевості.

Радіальний розподіл кадмію демонструє, що вміст цього слідового елемента в плантоземах проспекту Свободи варіює в діапазоні  $7,59 \pm 0,62$  у верхньому шарі ґрунту 0–10 см до  $4,39 \pm 0,31$  мг/кг у шарі ґрунту 120–150 см, у природних порушених ґрунтах центрального міського парку – від  $6,74 \pm 0,52$  до  $5,42 \pm 0,48$  мг/кг ґрунту відповідно, що свідчить про перевищення регіонального фону майже вдвічі, хоча ця територія є центральним міським парком відпочинку городян, але через максимальну наближеність до ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат» (знаходиться у факельній зоні) зазнає значного антропо-техногенного навантаження.

Максимальна акумуляція кадмію спостерігається в ґрунтах, що перебувають в умовах найбільшого антропо-техногенного пресу, розташованих поблизу великих промислових підприємств і транспортних розв'язок, що виступають основними джерелами надходження кадмію у повітря м. Кам'янське та, як наслідок, у його ґрунтовий покрив.

Узагальнюючи особливості розподілу Cd екологічного профілю едафотопів № 2 латерально, можна судити про висхідний (асцендіальний) вид структури ландшафту, оскільки саме він характеризується підвищенням концентрації кадмію з пониженням рельєфу.

Розподіл Cd у ґрунті радіально (шар ґрунту 0–150 см) є досить неоднорідним. В екологічному профілі едафотопів № 2 можна виділити наступні види геохімічної структури ландшафтів: 1) невиразний (т. 1 і 2) – плантоземи району житлової забудови біля залізничного та автовокзалів характеризуються незначною зміною вмісту валової форми кадмію ( $2,57 \pm 0,25$ –  $2,01 \pm 0,20$  та  $2,69 \pm 0,27$  –  $2,00 \pm 0,15$  мг/кг ґрунту, відповідно); 2) гумусовий (т. 4, 5, 6) – власне урбаноземи, плантоземи, природні порушені ґрунти відзначаються максимальним рівнем вмісту валової форми Cd у ґрунтовому горизонті.

ґрунти екологічного профілю едафотопів № 2 (т. 5) відмічаються дещо підвищеним рівнем вмісту як рухомої, так і валової форми кадмію. Так, тільки у ґрунтових горизонтах 0–10 та 20–50 см плантоземів (сквер, район впливу ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат») виявлено вміст мікроелементу рухомої форми в кількості  $0,98 \pm 0,085$  та  $0,73 \pm 0,063$  мг/кг ґрунту відповідно.

Радіальний розподіл рухомої форми кадмію у плантоземах пробних ділянок (т. 1 і 2): на досліджуваній пробній ділянці (т. 1) інтервал варіювання збільшується з глибиною ґрунтового профілю. В шарі ґрунту 0–10 см вміст рухомої форми Cd складає  $0,08 \pm 0,007$  мг/кг ґрунту, а в шарі 120–150 см вже дорівнює  $0,14 \pm 0,010$  мг/кг, що свідчить про лесивований вид структури ландшафту. Інтервал варіювання рухомої форми Cd в едафотопах урбанізованих територій пробної ділянки (т. 2) залишається незмінним по всій глибині ґрунтового розрізу (0–150 см) і складає  $0,08 \pm 0,002$  –  $0,08 \pm 0,01$  мг/кг ґрунту, що дає підставу охарактеризувати цей вид ландшафту за геохімічною структурою як невиразний.

ґрунти інших пробних ділянок екологічного профілю едафотопів № 2 (т. 3–4 – власне урбаноземи та т. 5 – плантоземи) характеризуються максимальним вмістом рухомої форми Cd у шарі ґрунту 0–10 см і варіюють в межах від  $0,98 \pm 0,085$  –  $0,51 \pm 0,025$  мг/кг ґрунту (т.5 і 6) до  $0,16 \pm 0,011$  –  $0,11 \pm 0,002$  мг/кг ґрунту (т. 3 і 4) відповідно. Радіальний розподіл рухомої форми важкого металу характеризує досліджені ландшафти як гумусові.

Загальний розподіл всіх форм кадмію характеризується істотною варіабельністю, яка обумовлена особливостями розташування промислових підприємств у місті, потужністю і складом їх викидів, напрямком техногенних потоків, геоморфологічними особливостями міста.

Вміст та розподіл кадмію в едафотопах урбанізованих територій лівобережної частини міста істотно відрізняється від правобережної частини м. Кам'янське. Рістоземи лівобережної частини (екологічний профіль едафотопів № 5, пробні ділянки т. 25–29) характеризуються досить однорідним вмістом як валової, так і рухомої форм кадмію та не перевищують даних регіонального фону.

Привертають увагу дані вмісту кадмію валової форми у рістоземах в діапазоні варіювання  $1,11 \pm 0,05$  – верхній (0–10 см) до  $1,00 \pm 0,04$  мг/кг нижній (120–150 см) шар ґрунту (точка 28 – селитебна зона на бульварі Героїв). Хоча дані свідчать про низький вміст концентрації, майже втричі менше регіонального фону, але не прослідковується майже ніякого руху металу по ґрунтовому профілю, що дає підстави класифікувати даний ландшафт як невиразний.

Інтервал варіювання рухомої форми Cd максимальних значень набуває у рістоземах пробної ділянки (т. 29) –  $0,37 \pm 0,019$  –  $0,34 \pm 0,029$  мг/кг ґрунту, так само, як і валової форми. Значення знаходиться в межах регіонального фону, але суттєво відрізняється від інших інформативних показників, вид геохімічної структури ландшафту – гумусовий. Пробна ділянка (точка 29) розташована у селитебній зоні, що межує зі штучними насадженнями сухуватого бору, ймовірно, саме хвойні насадження впливають на вміст рухомої форми кадмію в даному ґрунтовому горизонті.

Загалом, едафотопи екологічного профілю № 5 характеризується найменшим вмістом валових та рухомих форм важкого металу, майже не зазнають перерозподілу за ґрунтовими горизонтами.

Вміст як валової, так і рухомої форм важкого металу у всіх досліджених типах ґрунтів урбанізованих територій м. Кам'янське перевищують концентрацію в еталонній ділянці – чорнозем звичайний різнотравно-кострицево-ковилевого степу Присамар'я Дніпровського. Отримані результати демонструють як однаковий зональний тип ґрунтів міських територій та еталонної ділянки – чорнозем звичайний, змінюється в умовах урбанізованого середовища за дії антропогенно-техногенного пресу.

Розподіл валової та рухомої форм в усіх екологічних профілях едафотопів правобережної та лівобережної частин міста показав, що кадмій концентрується, здебільшого, у верхній частині ґрунтового профілю, його вміст рівномірно зменшується зі зниженням глибини генетичних горизонтів ґрунтового профілю міських ландшафтів.

На підставі отриманих даних підтверджено формування зон з підвищеним вмістом кадмію в межах правобережної частини м. Кам'янське. Вивчення розподілу кадмію за глибиною ґрунтового профілю показало його концентрування у верхній частині та відносно рівномірний розподіл за профілем чорноземів звичайних. Виявлена загальна тенденція підвищення рівня вмісту кадмію з наближенням до основного джерела забруднення – Дніпровського металургійного комбінату.

#### Список використаних джерел

Гулько С. О. (2021). Закономірності розподілу кадмію в едафотопах урбанізованих територій м. Кам'янське: Дис. канд. біол. наук: 03.00.16. Дніпро.

Сердюк С. Н. (2007). Диагностика загрязнения тяжелыми металлами почвенного покрова индустриально-урбанизированных территорий. *Экология та ноосферология*, 18(3–4), 133–138. Цветкова Н. М., Пахомов О. Є., Сердюк С. М., Якуба М. С. (2016). Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Ґрунти. Метали у Ґрунтах. Дніпропетровськ: Ліра.

Стольберг Ф. В. (2000). *Экология города*. – Киев: Либра.

Boutron C. F., & Gorlasch U., (1991). Decrease in anthropogenic lead, cadmium and zinc in Greenland snows since late 1960s. // *Nature*. – 353. – 153–156.

<b>Гулько С. О., Дубина А. О.</b> Дослідження розподілу кадмію в ґрунтах старопромислових регіонів (на прикладі м. Кам'янське) .....	65
<b>Феденко В. С.</b> Спектральні характеристики квіток робінії звичайної .....	69
<b>Didur O. O., Khromykh N. O., Liashenko O. V.</b> Plants of the genus <i>Sorbus</i> L. as a source for introduction and phytomelioration of urbo ecosystems in the steppe zone .....	72
<b>Головатюк А. І.</b> Твердокрилі (Insecta, Coleoptera) різновікових насаджень дуба та гледичії в підзоні типчаково-ковилових степів в межах Криворіжжя .....	75
<b>Тротнер В. В.</b> Визначні вікові дерева міста Заліщики Тернопільської області .....	79
<b>Мігура В. В., Масюк О. М.</b> Фенологічні фази росту та розвитку чорниці високорослої в агрокліматичних умовах Дніпропетровської області .....	84
<b>Броннікова Л. І.</b> Система поглинання та токсичність іонів важких металів на рослинний організм .....	87
<b>Тротнер В. В.</b> Перша знахідка <i>Staphylea pinnata</i> в Кіровоградській області .....	91
<b>Квітко М. О.</b> Життєвий стан деревних насаджень Гурівського лісового масиву степової зони України .....	96
<b>Дрогваленко О. М.</b> Лісові масиви степової зони як рефугіум збереження ксилобіонтних та міцетофільних твердокрилих .....	99
<b>Уджмаджурідзе В. Г.</b> Амброзія полинолиста ( <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) як інвазійний вид: вплив на екосистеми та заходи контролю .....	104