

**ОСОБЛИВОСТІ АКУМУЛЮВАННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ
ВЕГЕТАТИВНИМИ ОРГАНАМИ *CHENOPODIUM ALBUM L.*
В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ м. ЧЕРКАСИ**

Н. М. Корнелюк

Черкаський державний технологічний університет

бул. Шевченка, 460, м. Черкаси, 18000, Україна. E-mail: nkornelyuk@ukr.net

Обґрунтовано необхідність комплексного вивчення основних техногенно змінених складових урбанізованого до-вкілля, а саме ґрунтового і рослинного покривів, в умовах інтенсивного розвитку вугільної енергетики, збільшення кількості транспортних засобів та комунікацій. Проаналізовано особливості просторової гетерогенності вмісту важких металів у вегетативних органах (корінь, стебло) діагностичного виду рудеральної рослини *Chenopodium album L.* та їх рухомих форм у ґрунтах 24 локалітетів різних функціональних зон м. Черкаси. Встановлена пряма залежність акумулювання ВМ вегетативними органами відповідно до розташування джерел емісії важких металів та сформованих ними геохімічних аномалій. За розрахованим коефіцієнтом біологічного поглинання ($K_{БП}$), доведено високу біологічну доступність токсикантів техногенного походження Cu, Zn, Pb, Cd для фітомаси діагностичного виду. Отримані результати є підтвердженням актуальності розробки експрес-методів щодо моніторингу стану урбо-середовища з використанням окремих видів рослин, рослинних угруповань у якості адекватних біотестерів.

Ключові слова: важкі метали, *Chenopodium album L.*, рудеральна рослинність, техногенне забруднення, ґрунти, біологічна доступність.

**ОСОБЕННОСТИ АККУМУЛИРОВАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ *CHENOPODIUM ALBUM L.*
В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ г. ЧЕРКАССЫ**

Н. М. Корнелюк

Черкасский государственный технологический университет

бул. Шевченко, 460, г. Черкассы, 18000, Украина. E-mail: nkornelyuk@ukr.net

Обоснована необходимость комплексного изучения основных техногенно измененных составляющих урба-низированной среды, а именно почвенного и растительного покровов, в условиях интенсивного развития угольной энергетики, увеличения количества транспортных средств и коммуникаций. Проанализированы осо-бенности пространственной гетерогенности содержания тяжелых металлов в вегетативных органах (корень, стебель) диагностического вида рудерального растения *Chenopodium album L.* и их подвижных форм в почвах 24 локалитетов различных функциональных зон г. Черкассы. Установлена прямая зависимость аккумуляирова-ния ТМ вегетативными органами в соответствии с расположением источников эмиссии тяжелых металлов и сформированных ими геохимических аномалий. По рассчитанному коэффициентом биологического поглоще-ния ($K_{БП}$), доказана высокая биодоступность токсикантов техногенного происхождения Cu, Zn, Pb, Cd для фитомассы диагностического вида. Полученные результаты являются подтверждением актуальности разраб-тки экспрес-методов для мониторинга состояния урбосреды с использованием отдельных видов растений, растительных сообществ в качестве адекватных биотестеров.

Ключевые слова: тяжелые металлы, *Chenopodium album L.*, рудеральная растительность, техногенное за-грязнение, почвы, биологическая доступность.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Швидкі темпи су-часних урбанізаційних процесів та формування промислових агломерацій вимагають розробки та застосування сучасних методів, які б дозволили оцінити екологічний стан різнофункціональних локалітетів урбосистем щодо наслідків імпактного забруднення. В першу чергу це стосується ґрунтово-рослинного покриву, який є активним депонатором та учасником міграційних процесів хімічних еле-ментів, в тому числі важких металів (далі ВМ).

Однією з головних вимог щодо якості міських ґру-нтів є забезпечення оптимальних умов існування рос-линності у сформованих урбанофітоценозах. За наяв-ності основних елементів живлення у ґрунтовому покриві, до факторів, що негативно впливають на про-цеси життєдіяльності рослин належать високі значення рН (7.0 і >), переуцільнення ґрунту, забруднення вуг-леводнями, ВМ тощо.

В умовах забруднення ґрунтів ВМ актуальними є проблеми, що пов'язані з адаптацією до них живих організмів, особливо рослин, оскільки вони забезпе-

чують їх геохімічну функцію та є головними акуму-ляторами токсикантів [1–3].

При техногенній зміні селитебних ландшафтів відбувається суттєва трансформація рослинного покриву міста, що призводить до уніфікації видів; домінування процесів синантропізації, як наслідок переважання чужорідних видів рослин.

З літературних джерел відомо про особливості та видову специфічність стійкості багаторічних рос-лин, злаків і овочевих культур до дії забруднюючих речовин [4–8]. Слід зазначити, що накопичення, розподіл і трансформація ВМє недостатньо в вивче-них серед типових видів рудеральної рослинності міських екотопів, де значний відсоток становлять однорічники.

Метою роботи було оцінити тенденції накопи-чення та розподілу Cu, Zn, Pb, Cd у вегетативних органах *Chenopodium album L.* локалітетів м. Черкас в залежності від їх концентрації в ґрунтах, що ха-рактеризуються різним ступенем антропогенного на-вантаження.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.
Об'єктом досліджень обрано компоненти урбоекосистеми міста: ґрунт і вегетативні органи (корінь, пагін) трав'янистої рослини *C. album* L. (Amaranthaceae Juss.) – типового представника рудеральної та сегетальної рослинності м. Черкас. Рослину вивчали у генеративному віковому стані

(g). За екологічними особливостями та ступенем антропогенного навантаження територія дослідження включає 24 локалітети (промислові, транспортні, селитебні, рекреаційні зони). Фонова територія (рекреаційна зона) – вул. Набережна (р-н Соснівка) (рис. 1).



Рисунок 1 – Картошка відбору ґрунтів та вегетативних органів *C. album*L. у локалітетах м. Черкаси 2016-2017 рр: вулиці: 1) Набережна; 2) Канівська; 3) Героїв Дніпра; 4) Козацька; 5) Гагаріна; 6) Хрещатик, (сквер «Дитячий»); 7) Кірова; 8) Б-р Шевченка; 9) Парк Хіміків; 10) вул. Нечуя Левицького; 11) ДП «Черкаська ТЕЦ» ПАТ «Черкаське хімволокно»; 12) ПАТ «Азот»; 13) Проспект Хіміків; 14) вул. Берегова; 15) вул. Чехова; 16) ПАТ «ТЕМП»; 17) ПАТ «Хімреактив»; вулиці: 18) Чигиринська; 19) Якубовського; 20) Акад. Корольова; 21) ПАТ АК «Богдан Моторс»; 22) ПАТ «ЧЗТА»; 23) вул. Сумгайтська; 24) р-н Соснівка– транспортна магістраль Черкаси – Канів

Вибір досліджуваних металів ґрунтувався не тільки їх належністю до найпоширеніших урбогенних полутантів, що входять до I та II класів небезпечності: Zn, Pb, Cd (I категорія небезпечності), Cu (II), але й належність Cu, Zn до важливих мікроелементів, а Cd, Pb, до ультрамікроелементів, що присутні у рослинах та беруть участь у процесах метаболізму [9].

Проби ґрунту були відібрані з дослідних ділянок відповідно до методичних рекомендацій та діючих стандартів: для ґрунту – ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ДСТУ 4287:2004; для рослин ISO 874 – 2020.

Відібрані зразки аналізувались за вмістом рухомих форм ВМ методом атомно-абсорбційної спектроскопії на атомному спектрометрі (СМ – 115, М-1, 1989). Вміст рухомих форм ВМ у ґрунті визначали згідно ДСТУ 4770.1:2007, ДСТУ 4770.9:2007, у рослинних зразках відповідно до методичних рекомендацій з попередньою мінералізацією рослинного матеріалу методом сухого огорення [8].

Ступінь техногенного навантаження на ґрунтовий покрив та можливість міграційного переходу до рослин визначали шляхом розрахунку основних геохімічних та екологічних показників: коефіцієнту концентрації (K_C), який характеризує ступінь накопичення ВМ у компонентах урбоекосистеми відносно фонового зразка та є показником активності радіальної міграції елемента.

Оскільки техногенне забруднення ґрунтів є багатокомпонентним, коефіцієнт концентрації (K_C) не є достатньо інформативним і потребує додаткової інформації щодо токсичного впливу на рослину як окремого металу так і полі елементної їх асоціації. Тому обов'язковою є санітарно-гігієнічна оцінка стану ґрунтів на основі сумарного показника забруднення – (Z_C), що становить адитивну суму перевищень вмісту елементів над їх фоновим рівнем, та характеризує ефект впливу асоціації металів [8, 10–11].

Для визначення доступності рухомих форм металів в ґрунті для рослини тест-об'єкту та здатності її вегетативних органів (корінь, пагін) до акумуляції визначався коефіцієнт біологічного поглинання ($K_{БП}$). Це показник, що визначає ступінь використання певного елемента, а також дає можливість оцінити всю систему транслокаційного переходу: ґрунт – ВМ – (коріння, пагін) однорічна рослина (Б.Б. Полинов (1956), О.І. Перельман (1966), В.А. Ковда (1975)).

Місто Черкаси (площа 77,6 км² га, населення – 298 тис. чол., густина населення 3840 осіб на 1 км²) – розташоване в межах північно-східного схилу Українського кристалічного щита на високому плесі правого берега р. Дніпро. Забруднення атмосферного повітря міста відбувається за рахунок стаціонарних та пересувних джерел, які розподілені по території міста нерівномірно, що виключає можливість вирішення проблем забруднення як окремих локалітетів так і міста в цілому. Обсяги викидів забруднюючих речовин від стаціонар-

них джерел складають майже 50 %, решта – викиди автомобільного транспорту. Головний внесок у сумарне забруднення повітряного басейну м. Черкас належать підприємствам, що розташовані в межах двох промислових зон (південна і східна технозони). Південна – це територія розташування ПАТ «Азот», ДП «Черкаська ТЕЦ» ПАТ «Черкаське хімволокно», а східна – «Черкаський ДОК», Черкаський лакофарбовий завод. Обсяг валового викиду шкідливих речовин промислових зон становить 95,3 % від загальної кількості викидів підприємств м. Черкас.

Межу токсичного впливу на рослини конкретного елемента встановити дуже складно, оскільки майже завжди має місце комплексне забруднення, що в свою чергу ускладнює аналіз впливу конкретного металу на рослину або рослинне угруповання.

У відповідності до показників вмісту досліджу-

ваних мікроелементів в ґрунтовому покриві локалітетів м. Черкаси, відносно фонового – вул. Набережна, розраховано коефіцієнт концентрації (K_C), який характеризує здатність ґрунту накопичувати певні елементи, а також відображає активність процесів як вилуговування при $K_C < 1$ так і нагромадження катіонів металів у зоні кореневої системи при $K_C > 1$.

Для катіонів досліджуваних елементів показник K_C у зразках ґрунту усіх локалітетів перевищував одиницю. Значну здатність до накопичення виявили катіони Cu^{2+} ($K_C = 2,6 - 18,5$) iZn^{2+} ($K_C = 1,1 - 12,7$), помірну Pb^{2+} ($K_C = 1,4 - 3,0$) та Cd^{2+} ($K_C = 1,2 - 2,05$). Відповідно до отриманих результатів дана екологічна оцінка ґрунту за коефіцієнтом концентрації K_C . Показники досліджених локалітетів характеризують стан ґрунту як незадовільний ($K_C > 5$), задовільний ($K_C 3 - 5$) та нормальний ($K_C 1 - 2,9$) (рис. 2).

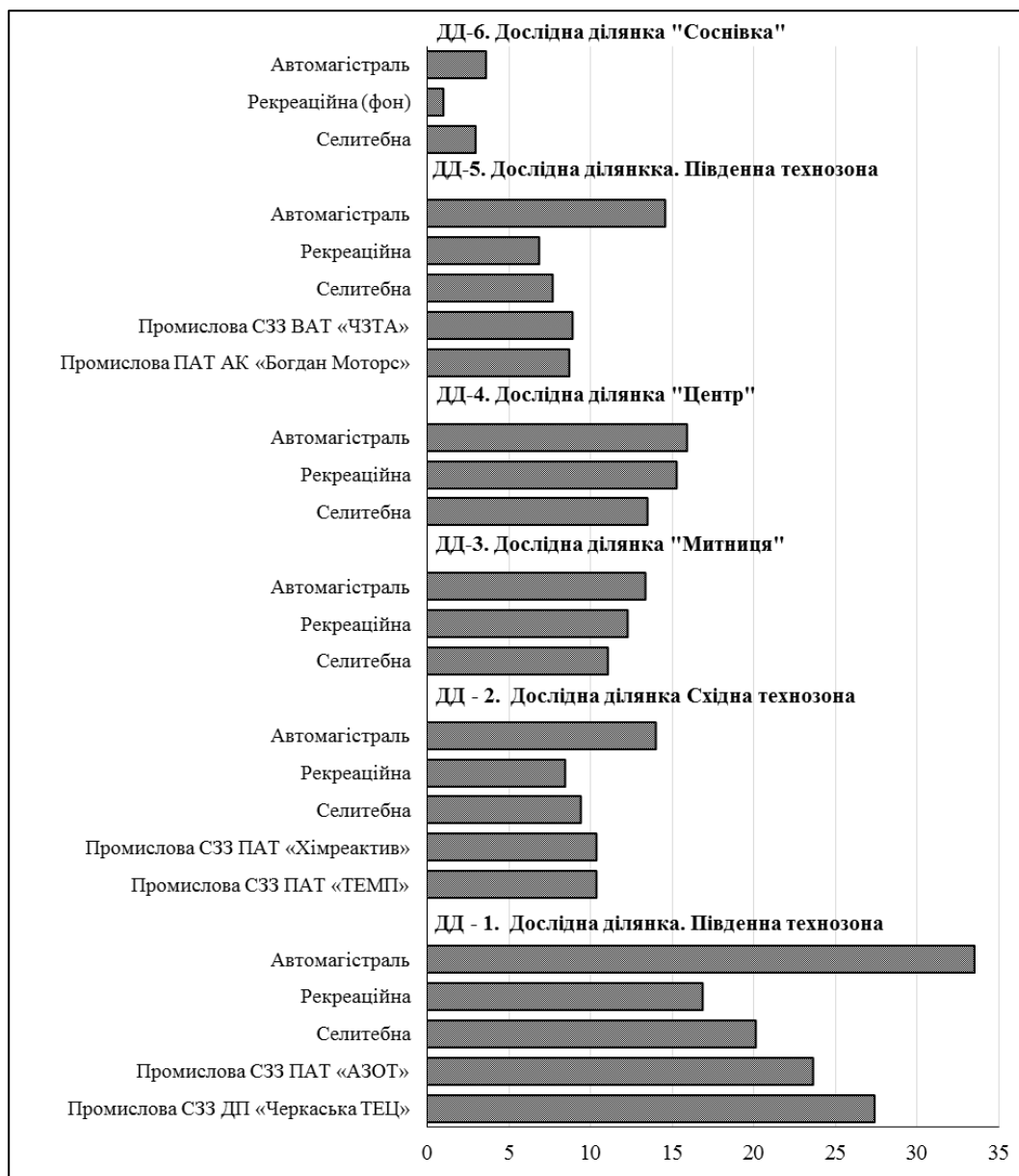


Рисунок 2 – Сумарний показник забруднення (Z_c) ВМ з локалітетів м. Черкаси

Коефіцієнт концентрації є не достатньо інформативним показником екологічного стану ґрунту з огляду на поліелементний характер забруднення. Тому, для екотопів міста Черкаси, з нерівномірним розташуванням джерел забруднення, проведено санітарно-гігієнічну оцінку стану ґрунтового покриву на основі розрахунку сумарного показника забруднення (Z_C).

За отриманими результатами найбільш несприятлива екологічна ситуація щодо вмісту ВМ у ґрунтовому покриві сформувалась в межах південної технозони, де утворились Cu – Zn – Pb – Cd (СЗЗ ДП «Черкаська ТЕЦ»), транспортна магістраль проспект Хіміків) та Zn – Cu – Pb – Cd геохімічні аномалії (СЗЗ ПАТ «Азот», селитебна, рекреаційна зони). Концентрації ВМ перевищили фонові показники у 1,5 – 15,6 разів (табл. 1).

Таблиця 1 – Ґрунтово-геохімічні аномалії вмісту важких металів в ґрунтах територій дослідних ділянок м. Черкаси

Дослідна ділянка	Зона впливу	Ґрунтово – геохімічні аномалії
1	2	3
Південна промзона (ДД – 1)	Промислова СЗЗ ДП «Черкаська ТЕЦ»	Cu _{15,6*} – Zn _{10,0} – Pb _{2,6} – Cd _{2,0}
	Промислова СЗЗ ПАТ «Азот»	Zn _{12,6} – Cu _{9,2} – Pb _{2,5} – Cd _{2,2}
	Селитебна	Zn _{10,5} – Cu _{9,0} – Pb _{2,1} – Cd _{1,5}
	Рекреаційна	Zn _{9,4} – Cu _{6,6} – Pb _{2,1} – Cd _{1,8}
	Автомагістраль	Cu _{18,5} – Zn _{12,7} – Pb _{3,0} – Cd _{2,3}
Східна промзона (ДД – 2)	Промислова СЗЗ ПАТ «ТЕМП»	Zn _{5,0} – Cu _{4,6} – Pb _{2,5} – Cd _{1,3}
	Промислова СЗЗ ПАТ «Хімреактив»	Cu _{6,1} – Zn _{4,1} – Cd _{1,7} – Pb _{1,5}
	Селитебна	Cu _{4,7} – Zn _{4,4} – Pb _{1,8} – Cd _{1,5}
	Рекреаційна	Zn _{4,2} – Cu _{3,9} – Pb _{1,9} – Cd _{1,5}
	Автомагістраль	Cu _{7,2} – Zn _{5,2} – Pb _{2,6} – Cd _{2,0}
Митниця (ДД – 3)	Селитебна	Cu _{6,4} – Zn _{4,7} – Pb _{1,8} – Cd _{1,2}
	Рекреаційна	Cu _{7,4} – Zn _{4,9} – Pb _{1,8} – Cd _{1,2}
	Автомагістраль	Cu _{7,9} – Zn _{5,1} – Pb _{1,9} – Cd _{1,5}
Центр (ДД – 4)	Селитебна	Cu _{8,0} – Zn _{5,1} – Pb _{2,1} – Cd _{1,35}
	Рекреаційна	Cu _{9,1} – Zn _{5,6} – Pb _{2,2} – Cd _{1,4}
	Автомагістраль	Cu _{9,2} – Zn _{5,6} – Pb _{2,3} – Cd _{1,8}
Південно-західна промзона (ДД – 5)	Промислова ПАТ АК «Богдан Моторс»	Cu _{4,5} – Zn _{3,7} – Pb _{2,2} – Cd _{1,3}
	Промислова СЗЗ ВАТ «ЧЗТА»	Cu _{4,8} – Zn _{2,7} – Pb _{2,4} – Cd _{2,0}
	Селитебна	Cu _{4,6} – Pb _{2,3} – Zn _{2,3} – Cd _{1,5}
	Рекреаційна	Cu _{4,5} – Pb _{2,1} – Zn _{2,1} – Cd _{1,2}
	Автомагістраль	Cu _{7,5} – Pb _{4,9} – Zn _{2,9} – Cd _{2,3}
Північно-західний район «Соснівка» (ДД – 6)	Селитебна	Cu _{2,1} – Zn _{1,4} – Cd _{1,35} – Pb _{1,1}
	Автомагістраль	Cu _{2,6} – Cd _{1,5} – Zn _{1,4} – Pb _{1,1}

* коефіцієнт концентрації

Найвищі коефіцієнти концентрації та сумарні показники забруднення ґрунтового покриву м. Черкаси встановлено на території близько 4,6 км² ($Z_C = 33,5; 23,6; 27,4$), що дозволяє віднести ґрунти локалітетів південної промзони до сильно та середньо забруднених [8]. Значний вміст ВМ цих локалітетів пов'язаний з викидами Черкаської ТЕЦ, перекриттям ореолів розсіювання викидів ТЕЦ та пересувних джерел при несприятливому вітровому режимі. Стан ґрунтового покриву центральної частини міста (рис. 2, табл. 1) за вмістом ВМ, концентрація яких перевищила фонові показники у 1,2 – 9,2 рази з утворенням Cu – Zn – Pb – Cd геохімічної аномалії, характеризується як «середньо забруднений», інтервал сумарного показника забруднення становив ($Z_C = 11,9 – 16,9$).

Для східної промзони з утворенням Zn – Cu – Pb – Cd (СЗЗ ПАТ «ТЕМП»), Cu – Zn – Cd – Pb (СЗЗ ПАТ «Хімреактив»), Cu – Zn – Pb – Cd геохімічних аномалій, вміст доступних форм ВМ перевищив фонові показники у 1,3 – 7,2 рази. Інтервал сумарного показника хімічного забруднення становив ($Z_C = 8,5 – 14,3$), що дозволяє віднести ґрунтовий покрив до категорії – «слабко забруднених» (рис 2, табл. 1).

Ґрунтовий покрив північно-західної частини міста району «Перемоги» має перевищення фонових показників ВМ у 1,3 – 7,5 рази. У даному районі сформувались Cu – Zn – Pb – Cd та Cu – Pb – Zn – Cd геохімічні аномалії. У відповідності до показника хімічного забруднення ($Z_C = 7,7 – 14,6$) територію віднесли до категорії – «слабко забруднених» (табл. 1).

Слід зазначити, що ґрунтовий покрив локалітетів на території яких відсутні стаціонарні джерела забруднення має тенденцію наближення до категорії «середньо забруднених», що пов'язано з емісіями промислових об'єктів південної та східної технозон при несприятливому вітровому режимі, підсиленому транспортним навантаженням, незадовільним технічним станом транспортних засобів, застарілою пропускну здатністю транспортних розв'язок міста.

Формуванню Cu – Pb – Zn – Cd геохімічної аномалії трансформованого ландшафту вздовж автомагістралі Черкаси-Канів північно-західного району «Соснівка», сприяв інтенсивний рух автотранспорту, що забезпечує міжміські та міжрегіональні транспортні перевезення. Вміст ВМ перевищив фонові показники у 1,1 – 2,6 рази. За значенням сумарного показника хімічного забруднення ($Z_C = 3,0, 3,6$) ця територія віднесена до категорії – «умовно чисті» (див. рис.1, табл. 1).

Визначення доступності металів в ґрунті для однорічної рудеральної рослини лободи білої (*Chenopodium album* L.) локалітетів м. Черкаси та здатності до їх акумуляції проводилось з застосуванням коефіцієнту біологічного поглинання ($K_{БП}$) для фітомаси надземної і підземної фракції тест-об'єкта (рис. 3-4).

Розрахований коефіцієнт біологічного поглинання для коріння свідчать про значну доступність та високу здатність до акумуляції ВМ корінням в ряду: $Cd > Pb > Zn > Cu$ (рис.3). Показник $K_{БП} > 1$ локалітетів з інтенсивним впливом техногенного фактору (санітарно-захисні зони, транспортні розв'язки)

свідчать про активний транслокаційний перехід мікроелементів з ґрунту в коріння.

Щодо надземної фіто маси *C. album* L. отримані результати свідчать про накопичення пагонами Cu і Cd у 1,2 – 1,5 рази більше ніж корінням. Найбільші коефіцієнти встановлено для санітарно-захисних зон та при магістральних локалітетів.

Для Zn , Pb встановлено збільшення вмісту і відповідно коефіцієнту біологічного поглинання надземної фітомаси до підземної у 0,8–1,2 рази на територіях, що належать СЗЗ та транспортним магістралям (рис. 4).

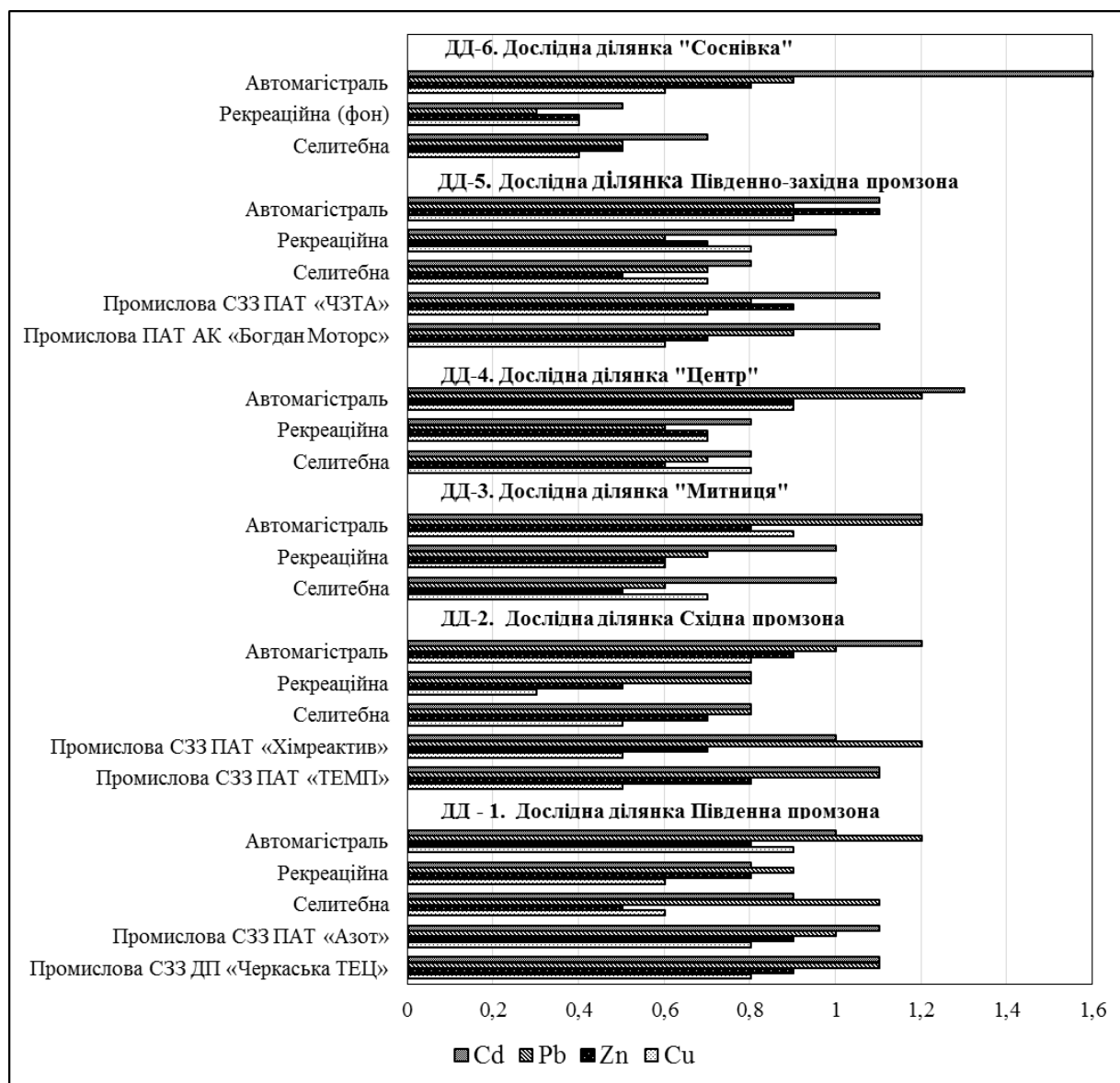


Рисунок 3 – Значення коефіцієнту біологічного поглинання ($K_{БП}$): транслокаційний перехід – рухомі форми ВМ в ґрунті та коріння *C. album* L. (мг/кг сухої маси) з локалітетів м. Черкас

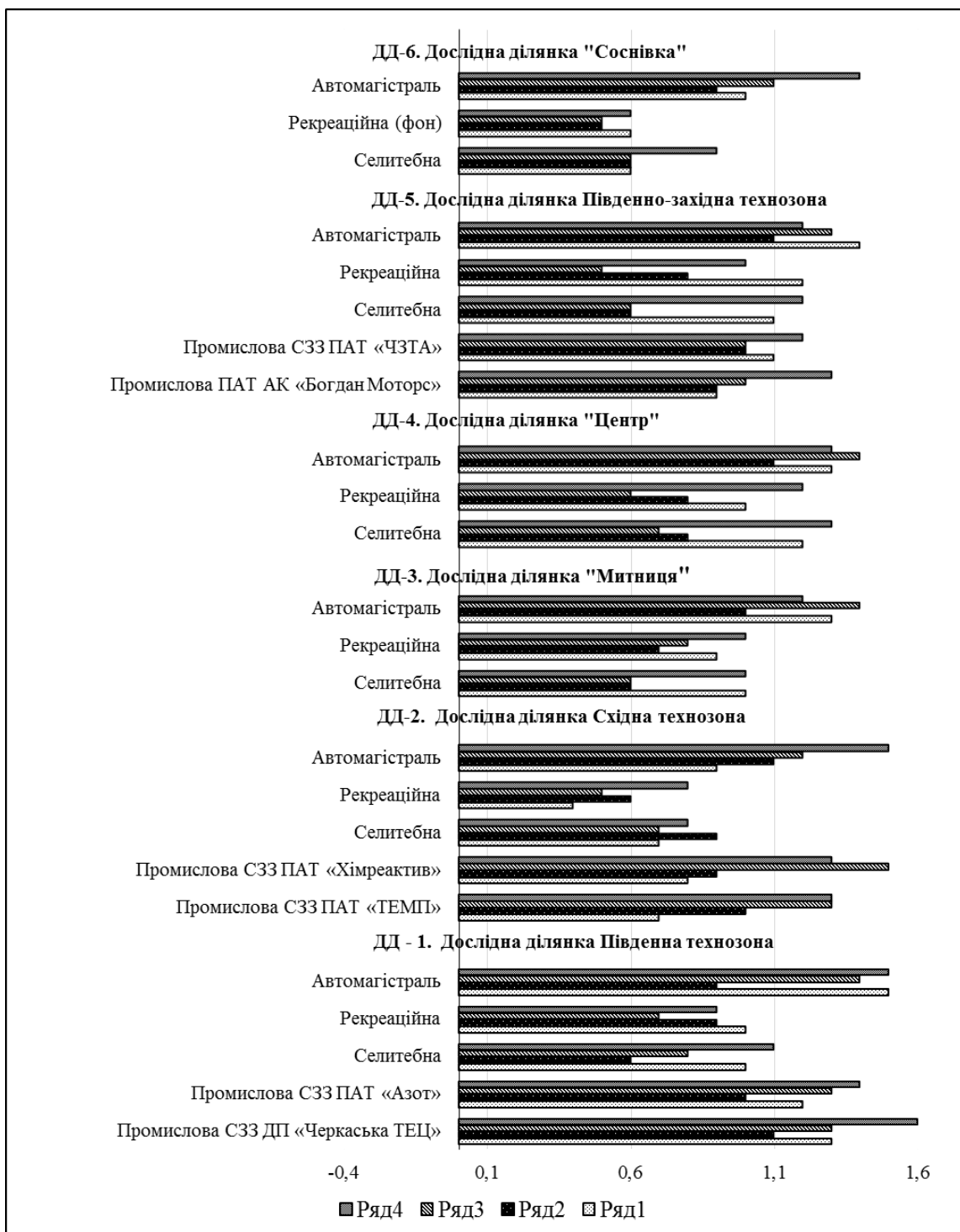


Рисунок 4 – Значення коефіцієнту біологічного поглинання (K_{bp}):
 транслокаційний перехід– рухомі форми ВМ
 в ґрунті та пагоні *C. album*L.(мг/кг сухої маси) з локалітетів м. Черкас

ВИСНОВКИ. 1. Особливості розподілу концентрацій ВМ у ґрунтах визначається характером та інтенсивністю дії антропогенного фактору. Максимальні концентрації ВМ встановлено у локалітетах приміагістральних шляхів та санітарно захисних зон.

2. В межах урбосистеми міста виділено локалітети ВМ які мають $K_c > 1$ і активно акумулюються у зоні кореневої активності рослин.

3. За сумарним показником забруднення ВМ ґрунтовий покрив південної промзони належить до сильно та середньо забруднених ($Z_c = 33,5; 23,6;$

27,4). Решту локалітетів віднесли до категорії – «слабко забруднених», але на територіях де відсутні виробничі потужності спостерігається тенденція наближення до категорії «середньо забруднених», що пов'язано з емісіями промислових об'єктів південної та східної промзон, несприятливому вітровому режимі, підсиленому транспортним навантаженням, незадовільним технічним станом транспортних засобів, застарілою пропускною здатністю транспортних розв'язок міста.

4. Отримані коефіцієнти концентрації дають можливість встановити ступінь нагромадження рухомих форм потенційно небезпечних поліютантів у коренасичених шарах ґрунту та їхньої здатності до транслокаційного переходу: ґрунт – вегетативні органи.

5. Здійснено порівняння техногенного забруднення ґрунту та можливість переходу ВМ до рослинної фітомасив антропогенно змінених локалітетах.

6. Показано, що незалежно від локалітетів спостерігається позитивна динаміка збільшення $K_{\text{БПВМ}}$ у вегетативних органах (корінь, пагін) *C. album* L., що свідчить про високу ступінь доступності елементів та здатність рослини їх акумулювати.

7. Виявлена пряма залежність накопичення ВМ тест-об'єктом у відповідності до розташування джерел емісії та утворених геохімічних аномалій у ґрунтах м. Черкас.

ЛІТЕРАТУРА

1. Біоіндикація техногенного забруднення м. Києва: методичні підходи: монографія / за ред. О. П. Дмитрієва. Київ: Наш формат, 2016. 122 с.

2. Degórska A. An assessment of urban habitat contamination with selected heavy metals within the city of Katowice using the common dandelion (*Taraxacum officinale* Web.) as a bioindicator. *Environmental and Socio-economic Studits*. 2013.1(4). P. 29–40.

3. Scheffer K., W. Stach., Vardakis F. Überdie Verteilungder Schwermetallen Eisen, Mangan, Kupferund, and Zinkin is Sommergesternpflanzen. *Landwirtschaft, Forsch*, 1979. 326 p.

4. Memon A. R., Aktoprakligil D., Ozdemir A. Heavy Metal Accumulation and Detoxification

Mechanismsin Plants. *Turk J Bot*. 2001. Vol. 25. P. 111–121.

5. Cobbett C. S. Phytochelatins and Their Rolesin Heavy Metal Detoxification. *Plant Physiology*. 2000. Vol. 123. P. 825–832.

6. Eltrop L., Brown G., Joachimet O. Leadtolerance of Betula and Salixin the miningarea of Mechernich (Germany). *Plant and Soil*. 1991. V. 131. P. 275–285.

7. Корнелюк Н. М., Конякін С. М., Гродзинська Г. А. Вміст важких металів у листках *Tilia cordata* Mill. та ґрунті урбоєкосистем м. Черкаси *Агроєкологічний журнал*. 2016. № 3. С. 24–32.

8. Корнелюк Н. М., Мислюк О. О. Природні і антропогенні фактори аеротехногенного забруднення м. Черкаси важкими металами. *Вісник національного університету «Львівська політехніка»*. 2007. № 590. С. 260–269.

9. Засць Р. А., Ковальов А. І., Бужин О. А., Джулай О. С. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря міста Черкаси. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2016. 2 (97), С. 109–112.

10. Мислюк О. О., Корнелюк Н. М. Екологічні аспекти функціонування Черкаської ТЕЦ. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2008. 1 (48), С. 111–115.

11. Маджд С. М., Бовсуновский Е. О., Тагачинська О. В. Наукові методи контролю якості ґрунтів як індикатора екологічної небезпеки на техногенно навантажених територіях. *Екологічна безпека*. Кременчук: КрНУ, 2016. Вип. 2 (97). С. 65–69.

ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN *CHENOPODIUM ALBUM* L. VEGETATIVE BODIES IN THE CONDITIONS OF TECHNOGENIC POLLUTION OF SOILS OF CHERKASSY CITY

N. Kornelyuk

Cherkasy State Technological University

vul. Shevchenka, 460, Cherkasy, 18000, Ukraine. E-mail:nkornelyuk@ukr.net.

Purpose. In the conditions of intensive development of industry, coal energy, transport communications, active chemicalization of agriculture, there is a sharp increase in environmental pollution, namely its main components of soil and vegetation. Modern requirements for assessing the quality of the environment should first of all be focused on biotic indicators. Analysis of the content of heavy metals in soils and plants is a significant component of the monitoring of the urban environment caused by technological activities of people. The conducted studies provide an opportunity to estimate the accumulation and distribution trends of Cu, Zn, Pb, Cd in the vegetative organs of the *Chenopodium album* L. localities of Cherkassy city, depending on their concentration in soils, characterized by different degrees of anthropogenic loading **Methodology.** To determine the features of accumulation of heavy metals by vegetative organs of *Shenopodium album* L. in the conditions of technogenic pollution of soils, methods of physio-chemical analysis were used. Determination of the content of the mobile form of heavy metals in soils and vegetative mass was analyzed by the atomic absorption method. The degree of technogenic loading on the soil cover and the possibility of migratory transition to plants were determined by calculating the basic geochemical and environmental indicators (K_C - concentration factor, Z_c - total pollution index). **Results.** The analysis of the technogenic contamination of soils and the possibility of the transfer of heavy metals to plant phytomass from 24 localities in Cherkassy is carried out. **Originality.** The dynamics of the increase in the heavy metal biologic absorption coefficient in the vegetative organs of the *Chenopodium album* L. (root, shoot) is established, which indicates the high degree of availability of the elements and the ability of the plants to accumulate them. Practical value. The dependence of the accumulation of heavy metals by the test object in the location of emission sources and geochemical anomalies in the soil of urban ecosystems is revealed. **Conclusions.** With regard to the concentration coefficient, the degree of accumulation of mobile forms of hazardous contaminants in root-saturated soil layers and their ability to translate the transition in a row can be established: soil-vegetative organs.

Key words: heavy metals, *Chenopodium album* L., ruderal vegetation, technogenic pollution.

REFERENCES

1. Bioindykatsiya tekhnogenoho zabrudnennia mista Kyeva: metodychni pidkhody [Bioindication of technogenic pollution in Kiev: methodical approaches]. O.P. Dmitriev (Ed.). Kyiv: Nash format, 2016. (in Ukrainian).
2. Degórska, A. (2013). An assessment of urban habitat contamination with selected heavy metals within the city of Katowice using the common dandelion (*Taraxacum officinale* Web.) as a bioindicator. Environmental and Sosio-economic Studits. 1 (4), pp. 29–40. (in English).
3. Scheffer, K., Stach, W., Vardakis, F. (1979). Über die Verteilung der Schwermetalle Eisen, Mangan, Kupfer und Zink in Sommergesternpflanzen. Landwirtsch, Forsch, 326 p. (in German).
4. Memon, A. R., Aktoprakligil, D., Ozdemir, A., Vertii, A. (2001). Heavy Metal Accumulation and Detoxification Mechanisms in Plants. Turk J Bot., Vol. 25, pp. 111–121. (in English).
5. Cobbett, C. S. (2000). Phytochelatins and Their Roles in Heavy Metal Detoxification. Plant Physiology, Vol. 123, pp. 825–832. (in English).
6. Eltrop, L., Brown, G., Joachim, O., Brinkmann, K. (1991). Lead tolerance of *Betula* and *Salix* in the mining area of Mechernich (Germany). Plant and Soil., V. 131, pp. 275–285. (in English).
7. Korneliuk, N., Koniakin, S., Hrodzyska, A. (2016). Vmist vazhkykh metaliv u lystkakh *Tilia cordata* Mill. ta grunti urboekosystem m. Cherkasy [The content of heavy metals in the leaves of *Tilia cordata* Mill. and in the soils of urban ecosystems of Cherkasy city. *Ahroekolohichnyy zhurnal* [Agroecological journal], No. 3. – pp. 24–32. (in Ukraine).
8. Korneliuk, N. M., Mysliuk, O. O. (2007). Pryrodni i antropohenni factory aerotekhnogenoho zabrudnennia m. Cherkassy vazhkymy metalamy [Natural and anthropogenic factors of airtechnical pollution of Cherkassy sity by heavy metals]. *Visnyk natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika»* [Bulletin of the National University «Lviv Polytechnic»], No 590, pp. 260–269. (in Ukrainian).
9. Zaiets, R., Kovaliov, A., Buzhyn, O., Dzylai, O. (2016). Otsinka rivnya zabrudnennia atmosfernoho povitryamista Cherkassy [Assessment of air pollution level of Cherkassy sity]. *Visnyk Kremenchuts'koho derzhavnoho politekhnichnoho universytetu imeni M. Ostrohradskoho* [Bulletin of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi State Polytechnic University]. Vol. 2 (97), Iss.1, pp. 109–112. (in Ukraine).
10. Mysliuk, O. O., Korneliuk, N. M. (2008). Ekolo-hichni aspekty funktsionuvannya Cherkaskoyi TETS [Environmental aspects functioning of Cherkassy Heat Power Station]. *Visnyk Kremenchuts'koho derzhavnoho politekhnichnoho universytetu imeni M. Ostrohradskoho* [Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi State Polytechnic University], Iss.1 (48), Vol.1, pp. 111–115. (in Ukraine).
11. Madzhd, S. M., Bovsunovskyy, E. O., Tagachinska, O. V. (2016). Naukovi metody kontrolyu yakosti gruntiv yak indykatora ekolohichnoyi nebezpeky na tekhnohennonnavantazhenykh terytoriyakh [Quality control of soils as indicators of environmental hazards of urban areas by scientific methods]. *Visnyk Kremenchuts'koho derzhavnoho politekhnichnoho universytetu imeni M. Ostrohradskoho* [Bulletin of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi State Polytechnic University]. Vol. 2 (97), pp. 65–69. (in Ukraine).

Стаття надійшла 01.04.2019.