

УДК 911+504

О. О. ГОЛОЛОБОВА, канд. с.-г. наук, доц.
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

ОЦЕНКА ПОЛИЭЛЕМЕНТНОГО ЗАБРУДНЕНИЯ ГРУНТОВ ТЕРРИТОРИЙ РИЗНОГО РИВНЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Надана оцінка поліелементного забруднення ґрунтів на прикладі територій з різним рівнем антропогенного навантаження м. Харкова та області за сумарним показником забруднення Z_{cj} , показником ступеня поліелементного забруднення C_s , за цинковим еквівалентом $Zn_{екв}$, а також за показником інтенсивності забруднення природного компонента P_j .

Ключові слова: поліелементне забруднення, сумарний показник забруднення, цинковий еквівалент, показник інтенсивності забруднення природного компоненту

Gololobova E. A. OЦЕНКА ПОЛИЭЛЕМЕНТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЕРРИТОРИЙ З РАЗНЫМ УРОВНЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Представлена оцінка поліелементного заґрязнення ґрунтів на прикладі територій з різним рівнем антропогенної навантаження г. Харків та області за сумарним показником заґрязнення Z_{cj} , показником ступеня поліелементного заґрязнення C_s , за цинковим еквівалентом $Zn_{екв}$, а так же за показником інтенсивності заґрязнення природного компонента.

Ключевые слова: поліелементне заґрязнення, сумарний показник заґрязнення, цинковий еквівалент, показник інтенсивності заґрязнення природного компонента

Gololobova E. ASSESSMENT OF SOIL CONTAMINATION POLYELEMENT AREAS OF DIFFERENT LEVELS ANTHROPOGENIC LOAD

Provides an assessment of soil contamination on polyelement sample areas with different levels of anthropogenic load of Kharkov and region for the summary measure of pollution Z_{cj} , exponent polyelement C_s contamination for zinc equivalent $Zn_{екв}$, as well as an indicator for the pollution intensity of the natural component.

Keywords: polyelement pollution, total pollution index, a zinc equivalent indicator of the intensity of pollution of natural component

Оцінка стану ґрунтів при поліелементному забрудненні важкими металами (ВМ) має дуже важливе значення. Методики, які надають показники такої оцінки є ефективним інструментарієм, за допомогою якого вирішується питання моніторингу, прогнозування, моделювання та екологічної безпеки. Загальним підходом при впровадженні цих методик розрахунку є те, що розрахунок показників базується на зведенні різної токсичності металів до одного кількісного показника.

Оцінка поліелементного забруднення ґрунтів ВМ проводиться з метою попередження можливого негативного їх впливу на компоненти природного середовища, якість рослинної продукції, здоров'я населення [2].

Методика дослідження

Оцінка забруднення важкими металами ґрунтів в умовах різного ступеня техногенного навантаження проводилася на присадибних ділянках м. Вовчанська, Богодухівського та Харківського районів, приміської території (смт. Покотілівка) та в межах міста Харкова (Червонозаводський район).

Відбір ґрунтових зразків виконували згідно ДСТУ 4287:2004 [7]. Глибина відбору ґрунтових зразків ґрунтового профілю складала 0-20 см. Площа пробної ділянки 25 м² (5x5). В межах пробної ділянки проби ґрунту

відбирали методом конверта. Об'єднана проба складалася з п'яти точкових проб, вагою не менше 1 кг.

Аналітичні роботи проведені в лабораторії екологічних аналітичних досліджень екологічного факультету ХНУ імені В.Н. Каразіна. В ґрунтових зразках визначено рухомі форми ВМ (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) та Al в буферній амонійно-ацетатній витяжці (рН 4,8) методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії [ДСТУ 4770.1:2007- ДСТУ 4770.9:2007].

Оцінку екологічної якості ґрунтів визначено за ступенем забруднення ґрунтів ВМ щодо перевищення ГДК, а також за низкою показників поліелементного забруднення, а саме: за сумарним показником забруднення [2, 5], ступенем поліелементного забруднення С_з, токсичністю ґрунтів за цинковим елементом за С. А. Балюком [1] та за сумарним та інтегральним показниками забруднення ґрунтів згідно методики оцінки екологічного стану території за В. М. Гуцуляком [2].

Результати дослідження

За результатами проведених досліджень визначено, що вміст хімічних елементів (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) в ґрунті не перевищував норм ГДК (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст важких металів та алюмінію в ґрунті, мг/кг, (середнє за 2008 – 2010 рр.)

Хімічний елемент	с. Полкова Микитівка, Богодухівський район	смт. Покотілівка Харківський район	с. Вільхівка Харківський район	Червонозаводський район м. Харкова	м. Вовчанськ Харківська обл.	ГДК	Фон
Fe	3,17	4,95	3,25	3,93	0,92	0	2,0
Mn	4,73	15,10	3,60	5,03	1,2	50	43,0
Zn	2,67	5,23	4,45	5,92	1,8	23	1,0
Cu	1,28	1,41	0,71	2,01	0,62	3	0,5
Ni	1,40	0,51	0,97	2,07	0,36	4	1,0
Pb	1,90	0,85	0,94	0,83	0,42	6	0,5
Al	3,85	2,65	не визн.	3,60	3,7	0	3,2
Co	0,54	0,43	0,47	0,80	0,9	5	0,5
Cr	0,91	0,24	0,47	1,02	0,18	6	0,1
Cd	0,15	0,10	0,09	0,13	0,06	0,7	0,1

Відношення концентрації елемента до його фоновому вмісту визначається коефіцієнтом концентрації елемента.

$$K_{Ci} = C_i / C_{\phi}, \quad (1)$$

де: C_i – концентрація елемента в ландшафтному компоненті, що досліджується; C_{ϕ} – його природний фон [2].

Ґрунти прийнято вважати забрудненими ВМ, якщо вміст токсичного елемента перевищує фоновий в 2-3 рази [6].

Проведені дослідження виявили поліелементне забруднення ґрунту цинком, міддю, свинцем, хромом (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти концентрацій металів (K_{Ci}).

Хімічний елемент	с. Полкова Микитівка, Богодуховський район	сmt. Покотилівка Харківський район	с. Вільхівка Харківський район	Червоно-заводський район м. Харкова	м. Вовчанськ Харківська обл.
Fe	1,6	2,5	1,6	2,0	0,46
Mn	0,1	0,4	0,1	0,1	0,03
Zn	2,7	5,2	4,5	5,9	1,80
Cu	2,6	2,8	1,4	4,0	1,24
Ni	1,4	0,5	1,0	2,1	0,36
Pb	3,8	1,7	1,9	1,7	0,84
Al	1,2	0,8	не визн.	1,1	1,16
Co	1,1	0,9	0,9	1,6	1,80
Cr	9,1	2,4	4,7	10,2	1,80
Cd	1,5	1,0	0,9	1,3	0,60

Коефіцієнти концентрації Zn на ділянках дослідження на приміській території сmt. Покотилівка складає 5,2; на території Червонозаводського району міста Харкова – 5,9; на дослідній ділянці с. Ольхівка – 4,5; м. Вовчанськ – 1,8. Забруднення ґрунту саме на цинк можливо пояснити тим, що в процесі техногенного розсіювання цей елемент створює найбільш поширені зони забруднення, які залежно від міцності джерела викидів можуть досягати 25 км [3,4].

Коефіцієнти концентрації Cu мають декілька менші значення: на приміській території сmt. Покотилівка – 2; на території Червонозаводського району міста Харкова – 4,0; на дослідній ділянці с. Ольхівка – 1,4; на дослідній ділянці с. Полкова Микитівка – 2,6; м. Вовчанськ – 1,24.

Коефіцієнти концентрації Pb для м. Вовчанськ складає 0,84, приміської території та міста мають значення 1,7, тоді як для ділянки с. Полкова Микитівка – 3,8. Останнє пояснюється тим, що дослідна ділянка розташована на відстані 20 м від автомагістралі

«Харків – Суми».

Тобто в процесі техногенного розсіювання важкі метали розповсюджуються на досить різні відстані. Зона забруднення Cu та Cr менше за Zn, а забруднення Pb спостерігається безпосередньо біля джерела забруднення. Джерелом Pb виступають, головним чином, автомобільні викиди, Cr – автомобільні та промислові.

Коефіцієнт концентрації K_{Ci} використовується для розрахунку сумарного показника забруднення природного компоненту Z_{cj} :

$$Z_{cj} = \sum_{i=1}^n K_{Ci} - (n - 1) \quad \text{€}$$

де: j – компонент ландшафту (в наших дослідженнях це ґрунт); n – загальна кількість врахованих хімічних елементів (підсумовується значення $K_{Ci} > 1$) [2].

Порівняння сумарних показників забруднення Z_{cj} ґрунтів ділянок дослідження виявило наступне: ґрунт поблизу промислових підприємств має максимальне в наших дослідженнях значення – 29,9. Для приміських

зон смт. Покотилівка та с. Ольхівка Z_{cj} майже на одному рівні: 14,6 та 14,0 відповідно. Ґрунти цих ділянок мають помірний рівень забруднення ($Z_{cj} < 16$) Ґрунт ділянки, яка знаходиться в сільській місцевості, але безпосередньо від автомагістралі має значення $Z_{cj} = 24,9$, тобто по антропогенному тиску наближається до рівня, які зазнають ґрунти промислово розвинутого району м. Харкова. Найменш забрудненим виявився ґрунт дослідної ділянки м. Вовчанськ: коефіцієнти концентрацій показують, що по жодному з металів немає забруднення, і як наслідок, показник сумарного забруднення дуже низький – 3,8 (рис. 1).

На думку Балюка С. А. з співавторами показник сумарного забруднення Z_{cj} надає загальну оцінку екологічного стану ґрунтів, на жаль він не враховує відносну токсичність металів. Балюк С. А. та ін. запропонували наступний показник: ступінь поліелементного забруднення ґрунтів, який розраховується за формулою:

$$C_3 = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК} \quad (3)$$

де C_3 – ступінь поліелементного забруднення ґрунту;

C_i – фактичний вміст металу в ґрунті, мг/кг.

Балюк С. А. наводить шкалу оцінки ступеня забруднення, за якою ґрунт незабруднений, якщо $C_3 < 1$; слабо забруднений 1 – 2; середньо-забруднений 2 – 5; сильно забруднений 5 – 10; дуже сильно забруднений > 10 .

При цьому в розрахунок беруть усі метали першого класу небезпеки, з металів другого та третього класу (середньо- та малотоксичні) тільки ті, вміст яких перевищує ГДК [1].

Ступінь поліелементного забруднення ґрунтів C_3 дослідних ділянок для трьох високо небезпечних металів (Zn, Pb, Cd) надано на рис 2.

Згідно наведеної шкали ґрунти ділянок дослідження відносяться до незабруднених, C_3 для всіх ділянок менше одиниці.

Для оцінки ступеня поліелементного забруднення ґрунту важкими металами C_3 . А. Балюк зі співавторами пропонують використовувати розрахунок цинкового еквіваленту. Цинковий еквівалент металу визначається як множення співвідношення ГДК цинку (23 мг/кг) до ГДК певного металу (з урахуванням умовних ГДК) і фактичного вмісту металів.

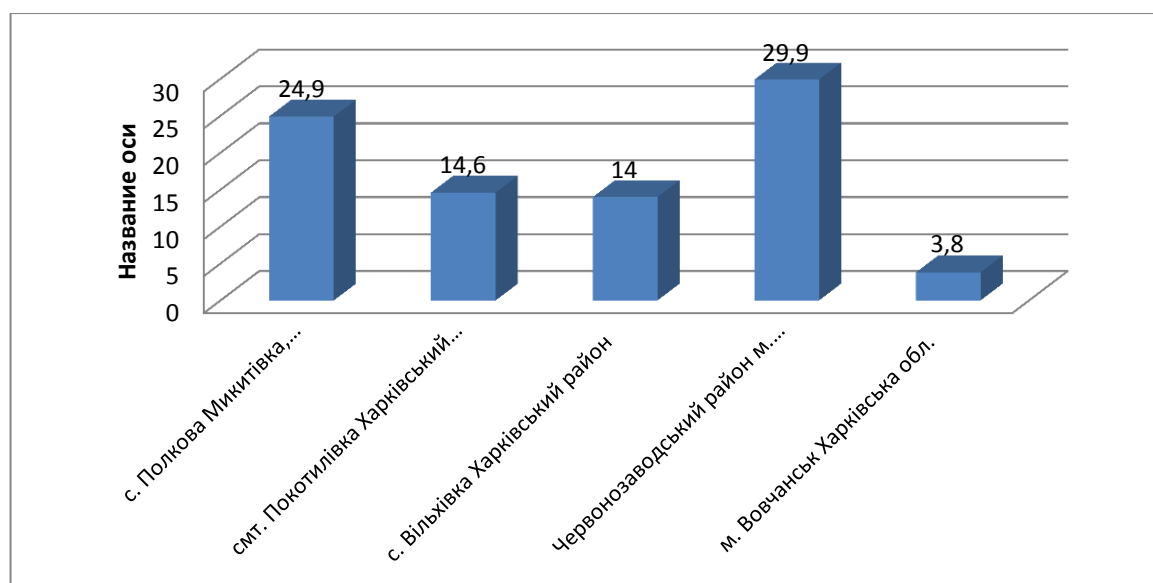


Рис. 1 – Сумарний показник забруднення ґрунту (Z_{cj})

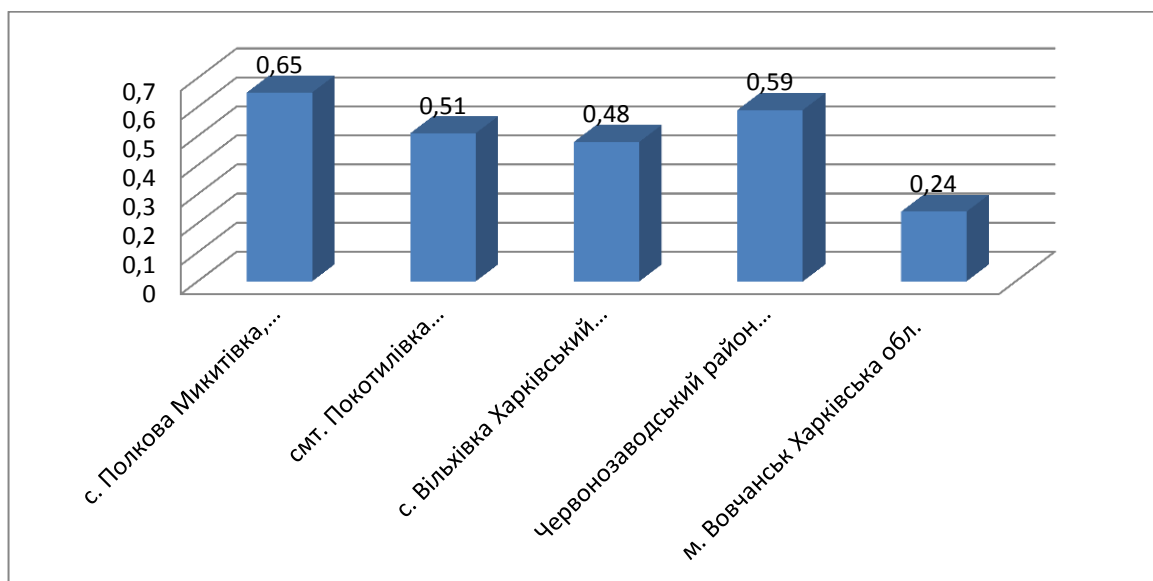


Рис. 2 – Степень поліелементного забруднення ґрунтів Cz дослідних ділянок

Степень поліелементного забруднення ґрунту важкими металами за цинковим еквівалентом визначається як сума цинкових еквівалентів певних металів:

$$Zn_{екв} = \sum_{i=1}^n \frac{ГДК_{Zn}}{ГДК_{Me}} \quad (4)$$

Сумісна токсичність ґрунтів за цим показником представлена на рис. 3.

Балюк С. А. надає шкалу оцінки ступеня забруднення за сумою еквівалентів цинку, згідно з якою незабруднений ґрунт < 25 мг/кг; слабо забруднений 25-50 мг/кг; середньо-забруднений 50 - 100 мг/кг; сильно забруднений 100 – 200 мг/кг; дуже сильно забруднений > 200 мг/кг.

Оцінка техногенного навантаження за важкими металами показує, що дослідна ділянка м. Вовчанськ є незабрудненою, ділянки приміської зони с. Вільхівка, смт. Покотилівка, с. Полкова Микитівка слабо забруднені. Найбільше значення поліелементного забруднення за цинковим еквівалентом виявилось для ділянки Червонозаводського району міста Харкова, де його значення склало 53,24 мг/кг.

Одним з головних в оцінці екогеохімічного стану урбанізованих територій, за думкою В. М. Гуцуляка, є показник інтенсивності забруднення природного компонента (Pj) [2].

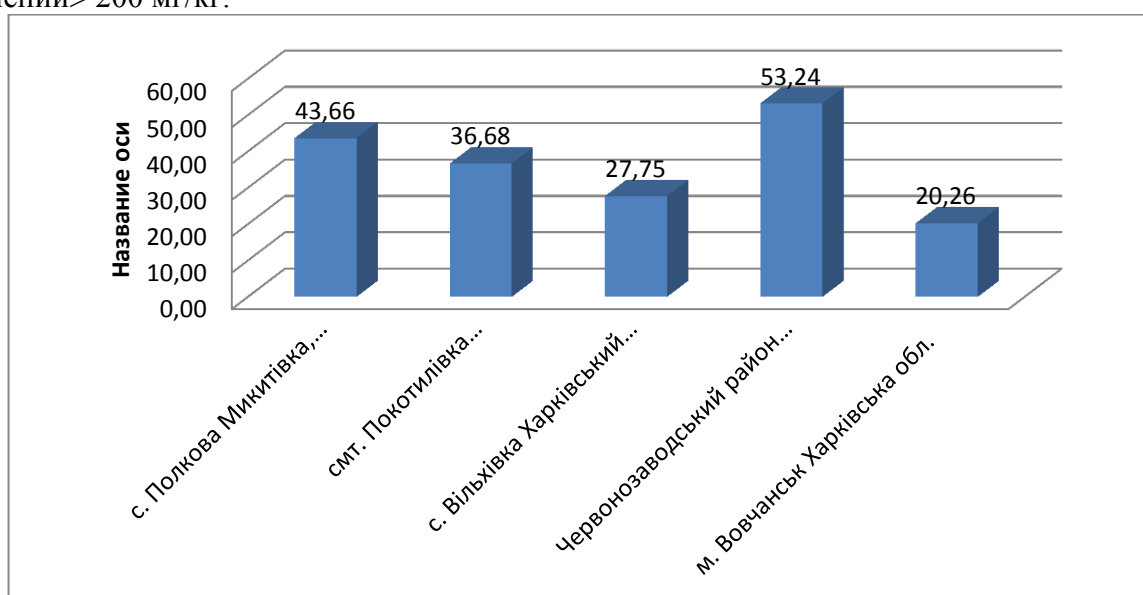


Рис. 3 – Сумісна токсичність ґрунтів дослідних ділянок за цинковим еквівалентом, мг/кг

Показник інтенсивності забруднення природного компонента (P_j) розраховується за формулою:

$$P_j = \sum_{i=1}^n (Kc_i - 1)M_i \quad (4)$$

де Kc_i – коефіцієнт концентрації хімічного елементу; M_i - значення індексу небезпечності (токсичності) хімічного елементу відповідно до класу небезпечності: 4,1 і більша –

I кл.; 2,6-4 – II кл.; 0,5-2,5 – III кл.; менше 0,5 – IV кл.).

Використання запропонованих показників дозволяє враховувати синергічну дію хімічних елементів-забруднювачів [2].

Результати розрахунку показника інтенсивності забруднення ґрунту P_j представлені на рис. 4.

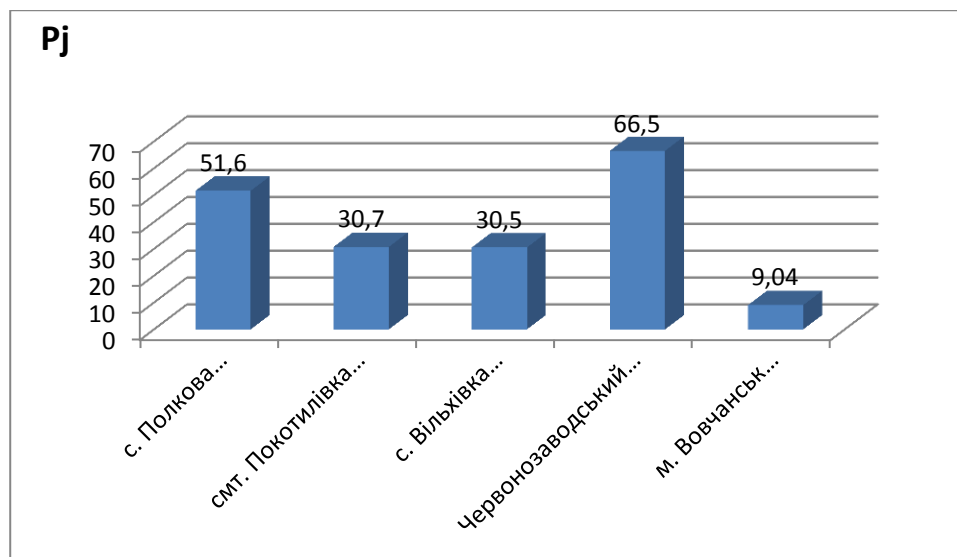


Рис. 4 – Показник інтенсивності забруднення ґрунтів P_j дослідних ділянок

Аналіз результатів ступеня техногенного забруднення ґрунтів ділянок дослідження проведено за допомогою оціночної

шкали екологічної небезпечності забруднення ландшафтів (за інтенсивним показником забруднення ґрунтів - P_j) (табл. 3).

Таблиця 3

Оціночна шкала екологічної небезпечності забруднення ландшафтів (за інтенсивним показником забруднення ґрунтів – P_j) [2]

№ з/п	Категорія небезпечності забруднення ґрунтів	Величина P_j	Зміни показників здоров'я населення
1.	Допустима	Менше 15	Найнижчий рівень захворюваності дітей, мінімальна частота функціональних відхилень
2.	Помірно небезпечна	16-30	Збільшення загальної захворюваності населення
3.	Небезпечна	31-50	Збільшення загальної захворюваності, кількості дітей з хронічними захворюваннями, порушенням функціонального стану серцево-судинної системи
4.	Дуже небезпечна	Більше 50	Збільшення загальної захворюваності дітей, порушень репродуктивної функції жінок (токсикозу вагітності, числа передчасних пологів, гіпертрофії новонароджених).

Результати аналізу показують, що для приміських ділянок с. Вільхівка та смт. Покотилівка P_j виявилося на рівні 30,5 – 30,7, відповідно, що відповідає помірно небезпечному рівню забруднення. Для сільської ділянки, яка знаходиться в зоні автомобільних викидів автомагістралі, забруднення на рівні 51,6 є небезпечним; для міської ділянки цей показник ще вище – 66,5 і відноситься до дуже небезпечного рівня. Ґрунт ділянки дослідження м. Вовчанськ відповідає допустимому рівню забруднення (P_j – 9,04).

Результати свідчать, що ґрунти сільської місцевості, які знаходяться поблизу автомагістралі з високою інтенсивністю руху, за рівнем антропогенного навантаження наближаються до ґрунтів промислово розвинутого району великого міста, а саме, якщо антропогенне навантаження на ґрунти у Червонозаводському районі м. Харкова прийняти за 100%, то антропогенна загрузка на ґрунти поблизу автомагістралі с. Полкова Микитівка складає 78% (рис. 5).

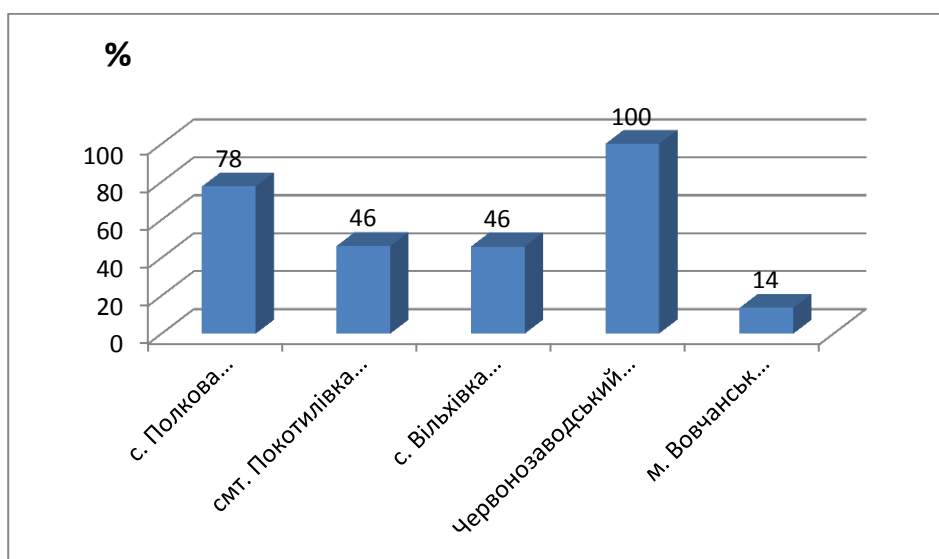


Рис. 5 – Порівняння антропогенного навантаження на досліджувані ґрунти за показником інтенсивності забруднення ґрунту P_j , %

Висновки. Показано, що домінуючими важкими металами для ґрунтів промислового району великого міста є Zn, Cr, Cu. Цей розподіл якісно повторюється і для приміських територій, але коефіцієнти концентрації (K_c) для ґрунтів приміських територій нижче для Cr та Cu.

Ґрунти сільської місцевості, які знаходяться поблизу автомагістралі з високою інтенсивністю руху, за рівнем антропогенного навантаження наближаються до ґрунтів промислово розвинутого району великого міста. Пріоритетними забруднювачами на території Харківської області виявилися Cr та Pb.

Ґрунти, які мають $K_c < 2$, за всіх методик оцінки відносяться до незабруднених.

них, Л. І. Мошник // Вісник аграрної науки. – 2003. – №1. – С. 65 – 68.

2. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект: Навч. посібн. – 2-ге вид. – Ч.: ТОВ, Видавництво «Наші книги», 2010. – 312с.

3. Добровольский В. В. География микроэлементов / В. В. Добровольский. – М.: Мысль. 1983. – 271 с.

4. Лукашов В. К. Особенности распределения и формы соединений микроэлементов в почвах крупного промышленного города. /В. К. Лукашов, Т. Н. Самуткина // Почвоведение. – 1984. – №4. – С.43-52.

5. Сает Ю. Е. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Сает, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др. – М, 1990. – 334 с.).

6. Соколов М.С. Система мониторинга загрязнения почв агрофосферы / М. С. Соколов, В. И. Терехов // Агрехимия. – 1994. – № 6. – С. 86-96.

7. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004. [Чинний від 2005-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 5с.(Національний стандарт України).

ЛІТЕРАТУРА

1. Балюк С. А. Оцінка забруднення зрошувальної води і ґрунтів важкими металами / С. А. Балюк, В. Я. Лад-

Надійшла до редколегії 20.06.2011

