

УДК 502.521:504.5:711.55(477.72)
http:// orcid.org/0000-0003-3178-0292

ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ В МЕЖАХ МІСЬКОЇ СИСТЕМИ (НА ПРИКЛАДІ М. ХЕРСОН)

Пилипенко Ю. В., *д.с/г.н., проф.*, Скок С. В. *аспірант*

Херсонський державний аграрний університет, м. Херсон, Україна

pilipenko_eco@mail.ru

skok_sv@ukr.net

Визначено вміст рухомих форм важких металів у ґрунтах м. Херсон на територіях (тест-полігонах) різного функціонального призначення: I тест-полігон – селітебна зона з багатоповерховою забудовою, II тест-полігон – промислова зона, III тест-полігон – селітебна зона із змішаною забудовою, VI тест-полігон – зона транспортного навантаження, V тест-полігон – зона загальноміського центру, IV тест-полігон – селітебна острівна зона, VII тест-полігон – приміська зона. Встановлено перевищення межі ГДК вмісту свинцю в 2-4 рази, кадмію – в 2 рази. У ході проведення досліджень з'ясовано, що основні зони забруднення токсичними хімічними речовинами формувалися у місцях масового скупчення автомобілів, розвитку об'єктів транспортної інфраструктури та діяльності діючих промислових підприємств. Оцінку екологічного стану ґрунтів здійснювали згідно розрахунку сумарного показника забруднення, Z_c , згідно якого стан урбаноземів на VI, VII тест-полігонах характеризували як сприятливий, на I, II, V тест-полігонах – задовільний, на III, IV – помірно-небезпечний. З метою виявлення характеру міграції та розсіювання важких металів розроблена карта забруднення ґрунтів. Запропоновано заходи зменшення антропогенного пресингу на територіях, де спостерігали перевищення межі ГДК вмісту важких металів, шляхом зміни застарілих неефективних технологій промислового виробництва, правильної організації вулично-дорожньої системи руху автомобілів, посиленого контролю щодо продажу якісного пального, збільшення площ зелених насаджень.

Ключові слова: якість ґрунту, тест-полігон, токсичність хімічних елементів, сумарний показник забруднення, зонування території.

Evaluation of the level of soil contamination by heavy metals within the limits of urban system (through the example of Kherson city). Pylypenko Yu.V., Skok S.V. - Quality of soil is one of the main indicators of condition of the surrounding environment. Special attention was paid to the city systems which are territories of continuous accumulation of heavy metals. It was found out that dark-chestnut soil which has an ability to absorb and detain them in the fixed state prevails in Kherson. But such ability is characteristic of suitable territories where the minimum anthropogenous influence is observed. No ecological dangerous undertakings were defined in Kherson. Heavy metals come to the soil through intensive development of motor transport, operation of enterprises, leaking of sewage water, the specific wind mode. Such factors of influence lead to the wide range of migration of heavy metals in the atmosphere, lithosphere, hydrosphere. The aim of this article is to define the maintenance of mobile forms of heavy metals (copper, zinc, cadmium, lead) in soil of Kherson, to estimate their ecological condition according to calculation of the combined indicator of pollution. For definition of the ecological condition of soil in Kherson 26 samples from different territories (test grounds) were selected: I test ground - a residential zone of multistory building, II test ground - an industrial zone, III the test ground - a residential zone of the mixed building, IV test ground - a zone of transport loading, V test ground - a zone of the city center, VI test ground - a residential island zone, the VII test ground - the suburban zone. As a result it was established that exceeding of maximum-permissible

concentration of lead reaches two and four times as much, exceeding of cadmium reaches two times as much. The contents of zinc and a copper didn't exceed maximum-permissible concentration. The main zones of pollution were formed in places of a big congestion of motor transport, development of objects of transport infrastructure, industry. Extent of migration, dispersion of heavy metals depends of density of buildings, weather conditions. The assessment of the ecological condition of soil was made according to calculation of coefficient of concentration of chemicals and the combined indicator of pollution. As a result of the research it was established that the condition of soil in the residential island and the suburban zone (VI, VII test grounds) was estimated as safe, in the residential zone of multistory building, industrial zone, zone of the city center (I, II, V test grounds) it was estimated as satisfactory, in the residential zone of the mixed building and zone of transport loading it was estimated as moderately dangerous (III, IV test grounds). For reduction of anthropogenic impact on the investigated territory organizational actions to change the production technology, correct planning and the organization of traffic, increasing of gardening areas are offered.

Key words: quality of soil, test ground, the toxicity of chemical elements, the combined indicator pollution, zoning.

ВСТУП

Сучасна аграрна наука спрямована на пошук ефективних заходів використання природних ресурсів, їх відтворення, підвищення стійкості та безпечності агроландшафтів [8]. Проте інтенсивний розвиток міських територій, де переважають антропогенні фактори ґрунтоутворення, призводить до проблем зниження й втрати продуктивності земель та їх подальшої деградації. Негативна діяльність промислового комплексу призводить до появи в урбаноземах міст нових забруднюючих речовин, що потрапляють у них через атмосферне повітря та опади [4]. Особливо небезпечними є території вздовж автомагістралей та автошляхів, де відбувається інтенсивне забруднення ґрунтів важкими металами, канцерогенами, нафтопродуктами [12; 15; 17], надзвичайно велика загроза яких полягає у тому, що вони можуть бути вільно включенні в трофічні ланцюги живих організмів, а це, в свою чергу, може призвести до порушення біологічної рівноваги довкілля [7].

Зважаючи на те, що розвинені міста є територіями постійного хімічного забруднення, визначення вмісту та міграції важких металів у ґрунті є на сьогодні актуальним та пріоритетним завданням.

Проблема забруднення важкими металами урбаноземів міст є мало вивченою. Значна увага науковців здебільшого прикута до їх розподілу в агроландшафтах та впливу на врожайність культур [3; 4; 9; 12; 15]. Проте із зростанням антропогенного пресингу на всі складові навколишнього природного середовища, актуальним є вивчення мутагенного та токсичного впливу важких металів на живі організми, зокрема на організм людини [2; 6].

Мета статті – визначити вміст рухомих форм важких металів в ґрунтах м. Херсона та здійснити оцінку їх екологічного стану за сумарним показником забруднення.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Оцінку ґрунтів м. Херсон здійснювали на основі визначення рухомих форм важких металів кадмію, свинцю, цинку та міді [13] в акредитованій науково-дослідній лабораторії Навчально-наукового інституту Агроєкології та

землеустрою. Відбір проб ґрунту проводили згідно методики [18] на моніторингових точках транспортних, промислових та селітебних тест-полігонах м. Херсон площею 10000 м²:

- I – селітебна зона з багатоповерховою забудовою;
- II – промислова зона;
- III – селітебна зона із змішаною забудовою;
- VI – зона транспортного навантаження;
- V – зона загальноміського центру;
- IV – селітебна острівна зона;
- VII – приміська зона.

Ступінь небезпеки забруднення ґрунту важкими металами визначали за коефіцієнтом концентрації хімічних речовин K_c та сумарним показником забруднення Z_c [13, 14]:

$$K_c = \frac{C}{ГДК}; \quad (1)$$

де C – фактичний вміст визначеного хімічного елементу в ґрунті, мг/кг,
 $ГДК$ – гранично-допустима концентрація забрудненої речовини, мг/кг.

$$Z_c = \left(\sum_{i=1}^n K_{c_i} \right) - (n-1); \quad (2)$$

де K_{c_i} – коефіцієнт концентрації i -го хімічного елемента в пробі ґрунту,
 n – кількість врахованих хімічних забруднювачів.

Оцінку рівня забруднення ґрунтів здійснювали за такою шкалою: $Z_c = 0-8$ – сприятливий, $Z_c = 9-16$ – задовільний, $Z_c = 17-32$ – помірно-небезпечний, $Z_c = 33-128$ – надзвичайно небезпечний, $Z_c > 128$ – дуже небезпечний.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Основними причинами інтенсивного хімічного забруднення ґрунтів міста є активний розвиток транспортної інфраструктури, діючих виробництв, витоки каналізаційних вод, специфічний вітровий режим. Такі фактори впливу призводять до широкого діапазону міграції важких металів в атмосфері, літосфері та гідросфері [16].

На території м. Херсон переважають темно-каштанові ґрунти, які завдяки своїм фізико-хімічним властивостям мають високу здатність поглинати та затримувати важкі метали у фіксованому стані. Проте такі ознаки протидії забрудненню важкими металами характерні для зональних природних ґрунтів, які збереглися у приміських та паркових зонах міста. Інша частина ґрунтів Херсонської урбоекосистеми має всі ознаки, характерні для урбаноземів, які утворилися протягом багатьох років антропогенної діяльності [10].

Результатами багаторічних досліджень за загальним вмістом важких металів у ґрунтах на території м. Херсон засвідчено відсутність їх перевищень межі ГДК. Концентрація свинцю – 1 ГДК; марганцю – 0,5 ГДК; міді – 0,8; цинку – 0,7 від фонових рівнів.

Не виявлено перевищень межі ГДК токсичних речовин і в більшості санітарно-захисних зон (СЗЗ) підприємств міста. Проте в СЗЗ «Херсонські комбайни» зафіксовано перевищення вмісту міді в 1,3-1,9 рази, свинцю – у 1,1-2,7 рази, цинку – у 12,7-31,2 рази, ртуті – у 2,1 рази за геохімічний фон. Забрудненими є ґрунти міського звалища – індекси забруднення перевищують фонові рівні та ГДК вмісту міді у 3,6 рази, цинку – у 31,3 рази, свинцю – у 2,7 рази [1; 11].

Зважаючи на те, що у м. Херсон відсутні екологічно-небезпечні підприємства, існує надзвичайно велика загроза перевищення вмісту важких металів через інтенсивний розвиток транспортної інфраструктури. Тому для оцінки рівня забруднення ґрунтів важкими металами відібрано 26 проб ґрунту із 7 тест-полігонів різного функціонального призначення. При чому до уваги брали рухомий вміст кадмію, цинку, свинцю та міді через високий ступінь засвоєння їх живими організмами.

Таблиця 1

Визначення вмісту рухомих форм важких металів в урбаноземах м. Херсон

Тест-полігони, № проб	Кадмій, Cd ГДК= 0,7	Свинець, Pb ГДК = 2	Цинк, Zn ГДК = 23	Мідь, Cu ГДК = 3
I тест-полігон 1	0,28	1,15	3,08	0,38
2	0,30	2,03	3,12	0,45
3	0,26	2,10	4,28	0,72
4	1,03	8,69	8,36	2,04
5	0,54	4,36	6,46	0,35
II тест-полігон 6	0,92	4,09	10,05	2,3
7	1,92	4,02	10,23	0,55
8	0,71	4,05	10,10	0,58
III тест-полігон 9	0,46	2,27	3,58	1,12
10	0,32	2,42	3,10	1,27
11	1,58	9,04	8,60	1,91
12	0,57	3,90	6,32	0,30
13	0,30	2,15	3,05	0,48
IV тест-полігон 14	1,05	8,80	8,40	1,53
15	0,74	6,32	3,38	1,45
16	0,68	6,69	7,03	0,98
V тест-полігон 17	0,30	2,23	3,08	1,17
18	0,34	2,45	3,14	1,32
19	0,51	3,17	5,08	0,37
20	0,35	2,38	3,19	1,22
VI тест-полігон 21	0,28	1,12	2,96	0,35
22	0,65	4,53	7,07	0,42
23	0,71	4,48	7,30	0,47
VII тест-полігон 24	0,25	1,68	2,10	0,24
25	0,20	1,35	1,90	0,19
26	0,23	1,51	2,10	0,22

Згідно проведених досліджень, що були спрямовані на визначення вмісту рухомих форм важких металів в урбаноземах м. Херсон, виявлено перевищення вмісту свинцю в 2-4 рази й кадмію в 2 рази на територіях масового скупчення автомобілів, на промислових та селітебних територіях із високим ступенем освоєності земель. Перевищень межі ГДК вмісту цинку та міді у відібраних зразках ґрунту виявлено не було. Незважаючи на те, що ГДК є токсико-гігієнічним показником шкідливості важких металів, оцінку небезпечності забруднення урбаноземів м. Херсон здійснювали згідно розрахунку сумарного показника поліелементного забруднення.

Таблиця 2

Результати розрахунку сумарного показника забруднення

Тест-полігони, № проб	Коефіцієнти концентрації, K_c				Сумарний показник забруднення, Z_c
	Кадмій, Cd	Свинець, Pb	Цинк, Zn	Мідь, Cu	
I тест-полігон 1	0,40	0,57	0,13	0,76	14
2	0,43	1,01	0,14	0,90	
3	0,37	1,05	0,19	1,44	
4	1,47	4,34	0,36	0,68	
5	0,77	2,18	0,28	0,70	
II тест-полігон 6	1,31	2,05	0,44	0,80	10
7	2,74	2,01	0,31	0,20	
8	1,01	2,03	0,31	0,20	
III тест-полігон 9	0,66	1,13	0,15	2,24	23
10	0,45	1,21	0,13	2,54	
11	2,26	4,52	0,37	3,82	
12	0,81	1,95	0,27	0,60	
13	0,43	1,07	0,13	0,96	
IV тест-полігон 14	1,50	4,4	0,36	3,06	20
15	1,10	3,16	0,15	3,90	
16	0,97	3,34	0,30	1,96	
V тест-полігон 17	0,43	1,11	0,13	2,44	13
18	0,50	1,22	0,10	2,64	
19	0,73	1,58	0,22	0,74	
20	0,50	1,19	0,14	2,44	
VI тест-полігон 21	0,36	0,84	0,10	0,54	2
22	0,29	0,68	0,08	0,38	
23	0,33	0,75	0,09	0,44	
VII тест-полігон 24	0,40	0,56	0,11	0,70	7
25	0,92	2,26	0,31	0,84	
26	1,01	2,24	0,32	0,94	

У результаті проведення оцінки екологічного стану ґрунтів за вмістом важких металів, виявлено, що на VI, VII тест-полігонах стан урбаноземів характеризували як сприятливий, на I, II, V тест-полігонах – задовільний, на III, IV – помірно-небезпечний. Із цього виходить, що рівень забруднення ґрунтів є індикатором якісного стану атмосферного повітря та здоров'я населення. Тому для виявлення їх територіальної локалізації та наряду розсіювання здійснено спробу побудови карти м. Херсон за сумарним показником забруднення, Z_c (рис. 1).

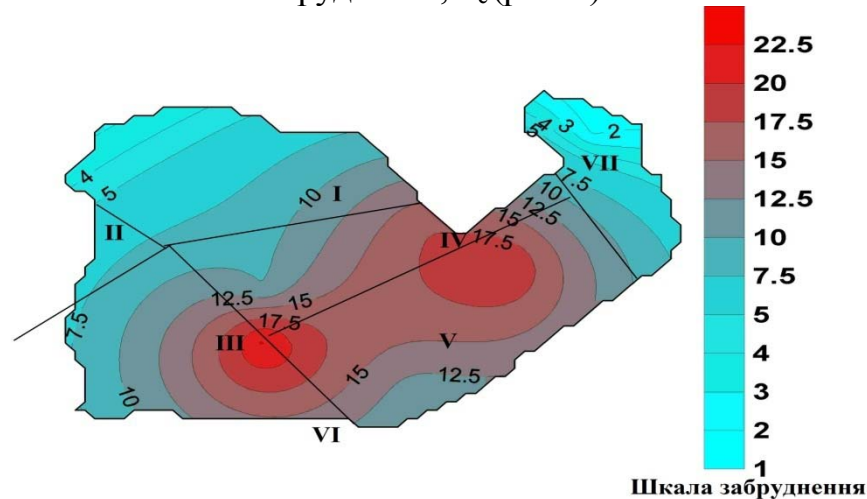


Рис. 1. Зонування території м. Херсон за сумарним показником забруднення ґрунтів, Z_c

Згідно наведеної картосхеми виявлено, що основні зони забруднення важкими металами формуються концентрично у місцях масового скупчення автомобілів, інтенсивного розвитку об'єктів транспортної інфраструктури та діяльності промислових підприємств. При чому на ступінь їх міграції та розсіювання впливають метеорологічні умови, щільність забудови території, організація вулично-дорожнього руху автомобілів. Саме тому вирішення проблеми забруднення важкими металами урбаноземів м. Херсон повинно йти шляхом зниження антропогенного пресингу на міську територію через вдосконалення промислових технологій, посиленого контролю щодо продажу та використання якісного пального, збільшення площ зелених насаджень.

ВИСНОВКИ

Згідно проведених досліджень на вміст рухомих форм важких металів в урбаноземах м. Херсон, виявлено перевищення межі ГДК вмісту свинцю в 2-4 рази, кадмію – в 2 рази. Основні зони забруднення важкими металами формувалися у місцях інтенсивного розвитку об'єктів транспортної інфраструктури та діяльності комунальних підприємств, на ступінь міграції яких впливають щільність забудови території, метеорологічні умови та організація вулично-дорожнього руху автомобілів. Згідно сумарного показника забруднення стан ґрунтів на VI, VII тест-полігонах оцінений як сприятливий, на I, II, V тест-полігонах – задовільний, на III, IV – помірно-небезпечний. На

територіях, де спостерігалось перевищення межі ГДК важких металів запроваджені організаційно-профілактичні заходи щодо зниження на них антропогенного пресингу.

Література

1. Атлас родючості ґрунтів Херсонської області : інформаційно-аналітичний збірник / В. Г. Пелих, В. В. Базалій, О. В. Морозов. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 105 с.
2. Білецька Е. М. Оцінка ризику виникнення репродуктивних ускладнень у жінок техногенно-забрудненої території / Е. М. Білецька, М. Ю. Антамонов, Т. А. Головова // Медичні перспективи. – Том 8. – № 2. – С. 120–123.
3. Валерко Р. А. Забруднення важкими металами ґрунтового покриву і фітоценозів на території м. Житомира та прилеглих до нього агроєкосистем / Р. А. Валерко // Вісник ДАЕУ. – 2008. – № 1. – С. 356–357.
4. Господаренко Г. М. Агрохімія / Г. М. Господаренко. – К. : ННЦІАЕ, 2010. – 400 с.
5. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект / В. М. Гуцуляк. – Ч. : Наші книги, 2009. – 312 с.
6. Довгалюк А. Забруднення довкілля токсичними металами та його індикація за допомогою рослинних тестових систем / А. Довгалюк // Біологічні студії. – Том 7. – № 1. – 2013. – С. 197–204.
7. Екологічна безпека / [Шмандій В. М., Клименко М. О., Голік Ю. С. та інш.]. – Херсон : Олді-плюс, 2013. – 366 с.
8. Екологічні проблеми землеробства / [Примак І. Д., Малько Ю. П., Рідей Н. М., Мазур В. А.]. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 456 с.
9. Жовніський Э. Я. Геохимия тяжелых металлов в почве Украины / Э. Я. Жовніський, И. В. Кураева. – К. : Наукова думка, 2002. – 213 с.
10. Пилипенко І. О. Географія Херсонщини / І. О. Пилипенко, Д. С. Мальчикова, С. Л. Єрмакова. – Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2007. – 221 с.
11. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області за 2012 рік. – Херсон, 2013. – 201 с.
12. Тараріко О. Г. Формування сталих агроєкосистем: теорія і практика / О. Г. Тараріко. – К. : Аграрна наука, 2005. – 508 с.
13. Федорец Н. Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н. Г. Федорец, М. В. Медведева. – Петрозаводск : Карельський научний центр, РАН, 2009. – 84 с.
14. Фурдичко О. І. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище / О. І. Фурдичко, В. П. Славов, А. П. Войцицький. – К. : Основа, 2008. – 360 с.
15. Чернишов И. И. Агроэкология / И. И. Чернишов. – М. : Колос, 2002. – 400 с.

16. Шишков Ю. Тендітна екосистема Землі і безвідповідальне людство / Ю. Шишков // Наука і життя. – 2004. – № 12. – С. 2–11.
17. Шувар І. Екологічне землеробство / І. Шувар, С. Бегей. – Львів, 2008. – 400 с.
18. Якість ґрунту. Відбирання проб : ДСТУ 4287 : 2004. [Чинний від 2005-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 5 с. – (Національний стандарт України).

Оценка уровня загрязнения почв тяжелыми металлами в пределах городской системы (на примере г. Херсон). Пилипенко Ю. В., Скок С. В. – Определено содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах г. Херсон на территориях (тест-полигонах) различного функционального назначения: I тест-полигон – селитебная зона с многоэтажной застройкой, II тест-полигон – промышленная зона, III тест-полигон – селитебная зона со смешанной застройкой, VI тест-полигон – зона транспортной нагрузки, V тест-полигон – зона общегородского центра, IV тест-полигон – селитебная островная зона, VII тест-полигон – пригородная зона. Установлено превышение пределов ПДК содержания свинца в 2-4 раза, кадмия – в 2 раза. В ходе проведения исследований установлено, что основные зоны загрязнения токсичными химическими веществами формировались в местах массового скопления автомобилей, развития объектов транспортной инфраструктуры и деятельности действующих промышленных предприятий. Оценка экологического состояния почв осуществлялась согласно расчета суммарного показателя загрязнения, Z_c , согласно которому состояние урбаноземов на VI, VII тест-полигонах оценено как благоприятное, на I, II, V тест-полигонах – удовлетворительное, на III, IV – умеренно-опасное. С целью выявления характера миграции и рассеяния тяжелых металлов разработана экологическая карта загрязнения почв. Для уменьшения антропогенного прессинга на территориях, где наблюдалось превышение содержания тяжелых металлов пределов ПДК, предложены такие меры: изменение устаревших неэффективных технологий промышленного производства, правильная организации улично-дорожной системы движения автомобилей, усиленный контроль за продажей качественного топлива, увеличение площади зеленых насаждений.

Ключевые слова: качество почвы, тест-полигон, токсичность химических элементов, суммарный показатель загрязнения, зонирование территории.

Отримано 24.02.2015 р.