



В.Г. Парахненко,
викладач-стажист
Уманського державного педагогічного університету
м.Умань, Україна
E-mail: vladparachnenko@ukr.net



Н.О. Ляховська,
викладач
Уманського національного університету садівництва
м. Умань, Україна
E-mail: lyakhovska@i.ua



А.Г. Благополучна,
викладач-стажист
Уманського державного педагогічного університету
імені Павла Тичини
м.Умань, Україна
E-mail: a.blagopoluchna1995@gmail.com

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТУ В ЧЕРКАСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Сільськогосподарські землі України є основним джерелом якісного продовольства. Забруднення цих земель важкими металами, пестицидами та залишками хімічного виробництва може мати фатальні наслідки для людства. Ґрунти не встигають самоочищатися від антропогенного впливу, тому з кожним роком спостерігається зменшення урожайності, що в подальшому розв'яже питання дефіциту їжі.

Метою нашої роботи було дослідити екологічний стан ґрунтів сільськогосподарського призначення Черкаської області. Для цього у відібраних пробах ґрунту масою 1 кг визначали вміст важких металів (мідь, цинк та свинець) та макроелементів (фосфор, азот та калій). Аналіз ґрунту проводили за ДСТУ 4289: 2004 та ДСТУ 4770. 1-9: 2007. Метод ґрунтується на вилученні рухомої форми іонів міді, цинку та свинцю з ґрунту ацетатно-амонійним буферним розчином з рН 4,8. При цьому до розчину переходить частина обмінних катіонів, відбувається гідроліз сполук, утворюються ацетатні або амонійні комплексні сполуки. Всі експериментальні дослідження виконувались в триразовому повторенні.

Результати дослідження показали загальну тенденцію до збільшення вмісту міді протягом років, який коливався в межах 3,6-4,0 мг/кг. Така ж ситуація спостерігається і за вмістом цинку, який із 2020 по 2021 рік збільшився на 0,1 мг/кг. А от вміст свинцю у ґрунті у 2019-2021 роках був менший на 0,3 мг/кг порівняно із 2018 роком. Вміст фосфору у ґрунті коливався в межах 64,3-65,0 мг/кг що є позитивним для життєдіяльності. Вміст азоту у досліджуваних зразках був в межах 118,1 – 120,1 мг/кг. Вміст калію у ґрунті становив 94,2-95,3 мг/кг.

Ключові слова: екологічна оцінка, важкі метали, ґрунти, макроелементи.

V.H. Parakhnenko,
Lecturer-trainee of Uman State Pedagogical University (Uman), Ukraine
N. O. Liakhovska,
Lecturer at Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine
A.H. Blagopoluchna,
Lecturer-trainee of Uman State Pedagogical University (Uman), Ukraine

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF SOIL CONDITION OF CHERKASY REGION

Agricultural lands of Ukraine are the main source of quality food. Contamination of these lands with heavy metals, pesticides and chemical residues can have fatal consequences for humanity. Soils do not have time to clean themselves from anthropogenic impact, so every year there is a decrease in yield, which will further solve the problem of food shortages.

The aim of our work was to investigate the ecological condition of agricultural soils in Cherkasy region. For this purpose, the content of heavy metals (copper, zinc and lead) and macronutrients (phosphorus, nitrogen and potassium) was determined in the selected soil samples weighing 1 kg. The analysis of the soil was performed according to DSTU 4289: 2004 and DSTU 4770. 1-9: 2007. The method is based on the extraction of the mobile form of copper, zinc and lead ions from the soil with acetate-ammonium buffer solution with a pH of 4,8. In this case, part of the exchange cations passes into the solution, the compounds are hydrolyzed, acetate or ammonium complex compounds are formed. All experimental studies were performed in triplicate.

The results of the study showed a general tendency to increase the copper content over the years, which ranged from 3,6 to 4,0 mg / kg. The same situation is observed for the zinc content, which from 2020 to 2021 increased by 0,1 mg / kg. But the lead content in the soil in 2019-2021 was lower by 0,3 mg / kg compared to 2018. The phosphorus content in the soil ranged from 64,3 to 65,0 mg / kg, which is positive for life. The nitrogen content in the test samples was in the range of 118,1 – 120,1 mg / kg. The potassium content in the soil was 94,2-95,3 mg / kg.

Key words: ecological assessment, heavy metals, soils, macroelements.

Постановка проблеми. Із кожним роком розвиток суспільства провокує все більше викидів шкідливих речовин, які забруднюють ґрунти, роблячи їх не придатними для сільського господарства [1]. Зберегти ґрунти від забруднення важкими металами майже не можливо, адже на сьогодні вся планета зазнала антропогенного впливу [2]. Третина ґрунтів всього світу помірно або сильно деградовані через непомірне внесення хімічних речовин, засолювання та ерозії. Потрапляючи в ґрунт важкі метали постійно змінюються, переходячи в різні форми хімічних сполук, частина їх піддається гідролізу, а інші утворюють важкорозчинні сполуки [3]. В Україні окрім чорноземів є ґрунти інших типів (сірі лісові, дерново-підзолисті, піщані і т.д.), у яких очищення від забруднення відбувається ще повільніше. Тому навіть невелика кількість важких металів та агрохімікатів у ґрунтах можуть призвести до небезпечного забруднення сільськогосподарської продукції [4].

Пестициди та агрохімікати використовують у сільському господарстві для боротьби зі шкідниками, підвищення стійкості та врожайності сільськогосподарських культур. Поширенням є використання також пестицидів і в лісовому господарстві та парках і скверах при боротьбі зі шкідниками. Всі ці речовини здатні накопичуватися у рослинах після чого потрапляють у організм людей та тварин [5].

Пестициди та агрохімікати при надходженні в організм людини у надмірних дозах викликають утруднення дихання, ураження центральної нервової системи, сильний головний біль, розлади шлунку, підвищення температури та навіть настання коми і смерть. Постійні надходження невеликих доз пестицидів в організм людини, супроводжуються різким зниженням маси тіла, слуху, розвитком катаракти, алергічних реакцій. Усі без винятку пестициди при ретельному вивченні виявляли або мутагенну, або інші негативні дії на живу природу і людину. Близько 90% усіх фунгіцидів, 60% гербіцидів і 30% інсектицидів є канцерогенними, тобто здатними викликати ракові захворювання, і є дуже токсичними для довілля і людей. Таке забруднення провокує зменшення урожайності, тому постає необхідність постійного моніторингу стану ґрунтів сільськогосподарського призначення [6].

Відомо, що основна небезпека отруєння важкими металами загрожує, перш за все, сільськогосподарським тваринам, які харчуються вегетативними наземними частинами рослин, що можуть забруднюватися як аеральним, так і ґрунтовим шляхом. Солома, сіно і бадилля рослин безпосередньо пов'язані з живленням мінеральними елементами з ґрунтового розчину і практично не захищені біологічним бар'єром, роль якого виконує флоєма, що захищає генеративні органи від прямого надходження полутантів з транспіраційним потоком, яке поступає з коренів в процесі мінерального живлення у стебла і листя. Генеративні органи рослин, що відповідають за виживання виду, захищені від згубного впливу середовища надійніше, але і вони часто-густо підлягають відносно слабкому забрудненню [7]. У їжу людини надходять переважно ці частини рослин, а тому гострі отруєння людей важкими металами в результаті поїдання рослинної їжі практично виключені. Однак існує потенційна небезпека хронічного забруднення харчової продукції металами, які мають негативну кумулятивну дію на організм [8].

Основними джерелами забруднення ґрунту в Черкаській області є: відходи тваринницьких ферм та внесення великої кількості агрохімікатів. Зокрема, у селі Дмитрушки загальною площею 5911 км² розташовано декілька великих підприємств, які є основними забруднювачами ґрунту:

1. Приватне акціонерне товариство «Уманське племпідприємство», яке займається розведенням великої рогатої худоби.

2. Колективне підприємство «Уманське міжгосподарське підприємство по виробництву комбикормів», яке займається виробництвом готових кормів для тварин, що утримуються на фермах.

3. ТОВ «Вітанко», що займається вирощуванням зернових культур.

4. ПП «Дмитрушки», яке займається вирощуванням с/г культур (зернових, бобових та насіння олійних культур).

Отже, для моніторингу стану ґрунту у даній місцевості необхідно регулярно проводити дослідження його екологічного стану, зокрема, визначати наявність важких металів, які мають найбільший вплив на організм людини, тварини та рослини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сільськогосподарські культури можуть витримувати певну кількість важких металів, але коли верхні шари ґрунту перезабруднені це призводить до пригнічення та загибелі рослин.

За даними Національного центру Інституту ґрунтознавства і агрохімії, нині близько 20% ґрунтів України забруднені важкими металами [9].

Найчастіше ґрунти забруднюються органічними речовинами, пестицидами, фармацевтичними препаратами, відпрацьованими газами тракторів, мастилами. Забруднення ґрунтів, в першу чергу, впливає на їжу та воду, яку ми споживаємо, а також на вміст поживних речовин в рослинах, які вирощуються на таких ґрунтах [10-12].

Поширення забруднення від осередку по території залежить від декількох факторів: напрямку вітру, погодних умов та особливості рельєфу. На розподіл важких металів у ґрунті впливають такі чинники: гранулометричний склад, оксиди і гідроксиди, реакція середовища і окислювально-відновний потенціал, карбонати, органічна речовина ґрунту, використання добрив, ґрунтова біота, міграція за профілем ґрунту, характеристика самого металу [13-15].

Забруднення ґрунту важкими металами концентрується в основному в радіусі 10-15 км від осередку, але якщо токсичні речовини потрапляють у високі шари атмосфери, то вони переносяться на значну відстань [16].

Шляхи надходження важких металів у ґрунти: промислові підприємства (солі миш'яку, ртуті, свинцю, кадмію, берилію), транспортні системи (тетраетилсвинець), комунально-побутові підприємства (побутове і будівельне сміття, залишки після ремонтних робіт, прилади та побутова техніка, що вийшли з ладу тощо), сільськогосподарські об'єкти (деякі добрива, отрутохімікати, що містять ртуть та інші важкі метали, пестициди) [17]. (рис.1)

Шляхи забруднення

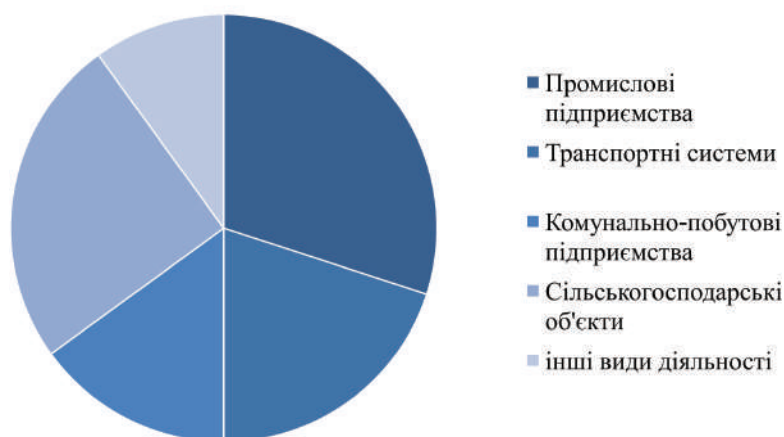


Рис. 1 Шляхи забруднення ґрунтів важкими металами

Досліджувати стан ґрунтів почали ще в 60-ті роки минулого століття, виконуючи його кожні три-пять років на всіх землях сільськогосподарського призначення. На сьогодні моніторинг ґрунтів сільськогосподарського призначення проводить Міністерство аграрної політики, Міністерство екології та природних ресурсів України та державні науково-дослідні установи УААН землеохоронного профілю. Законом України встановлені гранично допустимі норми хімічних елементів, зокрема і важких металів [18].

Екологічна оцінка якості ґрунтів проводиться за багатьма показниками: потужність гумусового шару ґрунту, вміст макроелементів (N, P, K), рівень і мінералізація ґрунтових вод, біопродуктивність земельних угідь, стійкість до забруднення, забрудненість важкими металами, радіонуклідами, пестицидами та добривами. Необхідність проведення екологічної оцінки ґрунтів викликана щорічним збільшенням територій не придатних до ведення сільськогосподарського виробництва (в тому числі в Україні) поряд із зростанням чисельності населення планети та, відповідно, потреби в продуктах харчування [19].

Мета статті є дослідження забрудненості ґрунтів важкими металами та дослідження вмісту макроелементів у ґрунтах сільськогосподарського призначення.

Методика досліджень. Дослідження проводили у вересні 2018 - 2021 років. Відбирали проби ґрунту у селі Дмитрушки на квадратній ділянці розміром 10 × 10 метрів методом «конверта». Зразки відбирали зранку у суху погоду на глибині 25 см масою 1 кг. Після відбирання зразки висушували до повітряно-сухого стану у сушильній шафі з терморегулятором.

Аналіз ґрунту проводили в Уманському національному університеті садівництва за ДСТУ 4770. 1-9: 2007. Метод ґрунтується на вилученні рухомої форми іонів міді, цинку та свинцю з ґрунту ацетатно-амонійним буферним розчином з рН 4,8. При цьому до розчину переходить частина обмінних катіонів, відбувається гідроліз сполук, утворюються ацетатні або амонійні комплексні сполуки. Завдяки високій буферній ємності цього розчину реакція середовища під час вилучення важких металів із різних ґрунтів залишається стабільною. Визначення на спектрофотометрі після атомізації проби в повітряно-ацетиленовому полум'ї ґрунтується на властивості атомів у основному стані поглинати світло визначених і специфічних для кожного типу атомів довжин хвиль. Масову концентрацію міді, цинку та свинцю у пробах (с), в міліграмах на кілограм розраховують за формулою:

$$c = c_{гр} \frac{V \cdot 1000}{1000 \cdot m},$$

де с_{гр} – масова концентрація відповідно міді, цинку та свинцю у витяжці, отримана за градуовальною кривою, мг/дм³; V – об'єм ацетатно-амонійного буферного розчину для готування проби, см³; 1000 – коефіцієнт перерахування г у кг; 1000 – коефіцієнт перерахування см³ у 1 дм³; m – маса наважки ґрунту, г.

Основні результати дослідження.

Результати дослідження показали загальну тенденцію до збільшення вмісту міді протягом років, який коливався в межах 3,6-4,0 мг/кг.

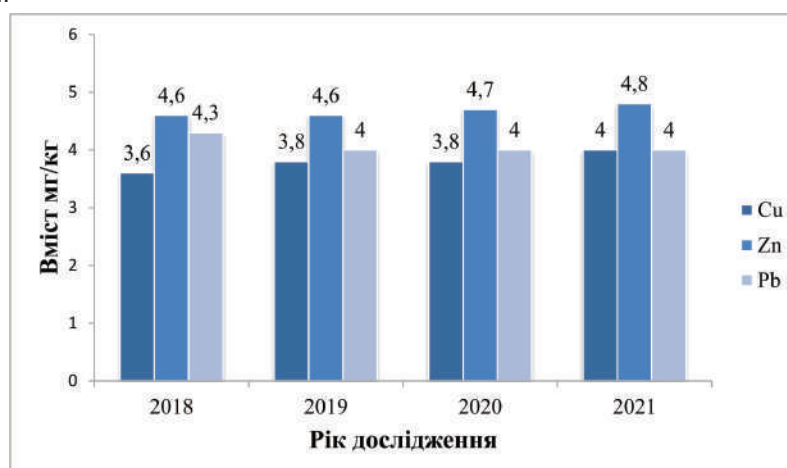


Рис.1 Вміст важких металів у ґрунтах сільськогосподарського

Збільшення концентрації міді у ґрунтах може призвести до значного отруєння рослинного організму. Подальше накопичення міді вздовж харчового ланцюга є потенційною загрозою для здоров'я людей і тварин.

Така ж ситуація спостерігається і за вмістом цинку, який із 2020 по 2021 року збільшився на 0,1 мг/кг. Одним із основних шляхів потрапляння цинку в рослину є поглинання корінням хімічних сполук цих металів (солей, гідроксидів). Особливістю забруднення цинком є повільне самоочищення ґрунтів, що негативно впливає на урожайність сільськогосподарських культур.

Вміст свинцю у ґрунті у 2019-2021 роках був менший

на 0,3 мг/кг порівняно із 2018 роком.

Макроелементи це основа живлення сільськогосподарських культур основними серед яких є фосфор, азот та калій.

Вміст фосфору у ґрунті коливався в межах 64,3-65 мг/кг, що є позитивним для життєдіяльності рослин. Недостача фосфору проявляється в пригніченості рослини, пізньому цвітінні та низькорослості. Дефіцит цього елемента не можливо компенсувати в подальшому підживленням, тому саме наявність його у ґрунті є необхідним.

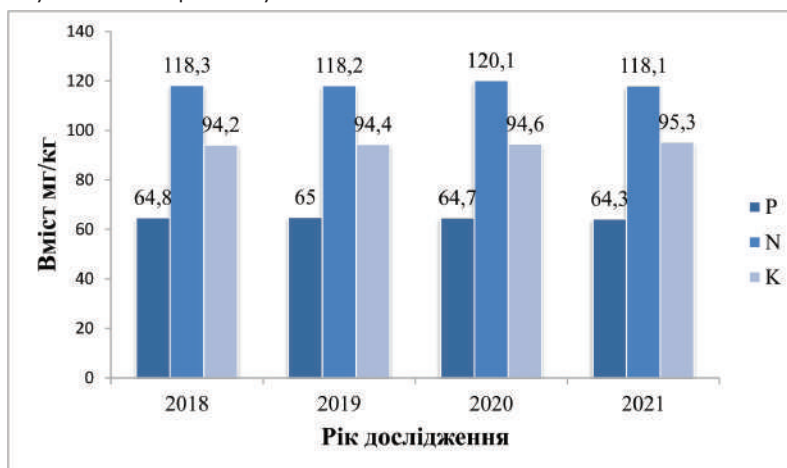


Рис.1 Вміст макроелементів у ґрунтах сільськогосподарського

Бурлакова, Л. М. (2010). Вплив різних факторів і типів ґрунтових процесів на формування фосфатного фонду ґрунтів. Вісник аграрної науки, (7), 17-22.

Всі сільськогосподарські культури відчувають найбільшу потребу в азоті. Саме азот впливає на швидкість росту рослини, формування міцних стебел, та зменшення швидкості старіння. Вміст азоту у досліджуваних зразках коливався в межах 118,1 – 120,1 мг/кг. У 2020 році цей показник був найвищим.

Калій у рослинах знаходиться переважно у цитоплазмі, він легко вимивається дощами та має здатність переміщуватись із старих листків у молоді забезпечуючи свої функції: захист від посухи, участь в обмінних процесах та активація діяльності ферментів. Вміст калію у ґрунті коливався в межах 94,2-95,3 мг/кг, що є достатнім для ефективного ведення сільського господарства.

Висновки

Встановлено, що у пробах ґрунту сільськогосподарського призначення, відібраних у селі Дмитрушки Черкаської області, вміст важких металів коливався в межах: Cu – 36,6 – 4,0 мг/кг; Zn – 4,6 – 4,8 мг/кг; Pb – 4,0 – 4,3 мг/кг. Жоден із важких металів не перевищив гранично допустимі норми, що дає змогу вважати дані ґрунти цілком безпечними для вирощування сільськогосподарських культур. Вміст фосфору у ґрунті коливався в межах 64,3-65 мг/кг; азоту в межах 118,1 – 120,1 мг/кг; калію 94,2-95,3 мг/кг. Загалом, екологічний стан досліджуваних ґрунтів є задовільний.

Література

1. Turhan, Ş., Garad, A. M. K., Hancıoğlu, A., Kurnaz, A., Gören, E., Duran, C., ... & Aydın, A. (2020). Ecological assessment of heavy metals in soil around a coal-fired thermal power plant in Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 79(6), 1-15.
2. Yakovets, L. (2021). Toxic and ecological assessment of agricultural products of agrocenoses of the right bank forest steppe depending on the intensity of agricultural chemistry. *The scientific heritage*, (59-2), 19-25.
3. Stepanova, L. P., Yelizarov, N. A., & Pisareva, A. V. (2021, March). Ecological Assessment of Alluvial Soil Resistance to Anthropogenic Impact. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 666, No. 6, p. 062147). IOP Publishing.
4. Носко, Б. С., Бабинін, В. І., Гладкіх, Є. Ю., &

5. Carvalho, F. P. (2006). Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Environmental science & policy*, 9(7-8), 685-692.
6. Carvalho, F. P. (2017). Pesticides, environment, and food safety. *Food and energy security*, 6(2), 48-60.
7. Mahurpawar, M. (2015). Effects of heavy metals on human health. *International Journal of Research-Granthaalayah*, 3(9SE), 1-7.
8. Alloway, B. J. (2013). Heavy metals and metalloids as micronutrients for plants and animals. In *Heavy metals in soils* (pp. 195-209). Springer, Dordrecht.
9. Забруднення ґрунту важкими металами. Режим доступу – <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=732391#1>
10. Shilov, P. M., & Kozlov, D. N. (2019). Soil-agroecological assessment of the arable land of the Valdai Upland based on the general survey. *Bulletin of VV Dokuchaev Soil Science Institute*, (98), 5-36.
11. Zhou, H. (2015). Soil heavy metal pollution evaluation around mine area with traditional and ecological assessment methods. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 3(10), 28.
12. Pandey, B., Agrawal, M., & Singh, S. (2016). Ecological risk assessment of soil contamination by trace elements around coal mining area. *Journal of Soils and Sediments*, 16(1), 159-168.
13. Terekhova, V. A., Pukalchik, M. A., & Yakovlev, A. S. (2014). The triad approach to ecological assessment of urban soils. *Eurasian Soil Science*, 47(9), 952-958.
14. Xian, Y., Wang, M., & Chen, W. (2015). Quantitative assessment on soil enzyme activities of heavy metal contaminated soils with various soil properties. *Chemosphere*, 139, 604-608.
15. Alloway, B. J. (2012). Heavy metals in soils: trace metals and metalloids in soils and their bioavailability (Vol. 22). Springer Science & Business Media.
16. Acosta, J. A., Jansen, B., Kalbitz, K., Faz, A., & Martínez-Martínez, S. (2011). Salinity increases mobility of heavy metals in soils. *Chemosphere*, 85(8), 1318-1324.
17. Guerra, F., Trevizam, A. R., Muraoka, T., Marcante, N. C., & Canniatti-Brazaca, S. G. (2012). Heavy metals in vegetables and potential risk for human health. *Scientia*

Agricola, 69, 54-60.

18. Закон України "Про охорону земель"(від 19.06.2003 № 962-IV). Режим доступу – <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/962-15>

19. Aspetti, G. P., Boccelli, R., Ampollini, D., Del Re, A. A., & Capri, E. (2010). Assessment of soil-quality index based on microarthropods in corn cultivation in Northern Italy. *Ecological Indicators*, 10(2), 129-135.

References

1. Turhan, Ş., Garad, A. M. K., Hançerlioğulları, A., Kurnaz, A., Gören, E., Duran, C., ... & Aydın, A. (2020). Ecological assessment of heavy metals in soil around a coal-fired thermal power plant in Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 79(6), 1-15.

2. Yakovets, L. (2021). Toxic and ecological assessment of agricultural products of agrocenoses of the right bank forest steppe depending on the intensity of agricultural chemistry. *The scientific heritage*, (59-2), 19-25.

3. Stepanova, L. P., Yelizarov, N. A., & Pisareva, A. V. (2021, March). Ecological Assessment of Alluvial Soil Resistance to Anthropogenic Impact. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 666, No. 6, p. 062147). IOP Publishing.

4. Носко, Б. С., Бабинін, В. І., Гладкіх, Є. Ю., & Бурлакова, Л. М. (2010). Вплив різних факторів і типів ґрунтових процесів на формування фосфатного фонду ґрунтів. *Вісник аграрної науки*, (7), 17-22.

5. Carvalho, F. P. (2006). Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Environmental science & policy*, 9(7-8), 685-692.

6. Carvalho, F. P. (2017). Pesticides, environment, and food safety. *Food and energy security*, 6(2), 48-60.

7. Mahurpawar, M. (2015). Effects of heavy metals on human health. *International Journal of Research-Granthaalayah*, 3(9SE), 1-7.

8. Alloway, B. J. (2013). Heavy metals and metalloids as micronutrients for plants and animals. In *Heavy metals in*

soils (pp. 195-209). Springer, Dordrecht.

9. Soil pollution by heavy metals. Access mode – <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=732391#1>

10. Shilov, P. M., & Kozlov, D. N. (2019). Soil-agro-ecological assessment of the arable land of the Valdai Upland based on the general survey. *Bulletin of VV Dokuchaev Soil Science Institute*, (98), 5-36.

11. Zhou, H. (2015). Soil heavy metal pollution evaluation around mine area with traditional and ecological assessment methods. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 3(10), 28.

12. Pandey, B., Agrawal, M., & Singh, S. (2016). Ecological risk assessment of soil contamination by trace elements around coal mining area. *Journal of Soils and Sediments*, 16(1), 159-168.

13. Terekhova, V. A., Pukalchik, M. A., & Yakovlev, A. S. (2014). The triad approach to ecological assessment of urban soils. *Eurasian Soil Science*, 47(9), 952-958.

14. Xian, Y., Wang, M., & Chen, W. (2015). Quantitative assessment on soil enzyme activities of heavy metal contaminated soils with various soil properties. *Chemosphere*, 139, 604-608.

15. Alloway, B. J. (2012). Heavy metals in soils: trace metals and metalloids in soils and their bioavailability (Vol. 22). Springer Science & Business Media.

16. Acosta, J. A., Jansen, B., Kalbitz, K., Faz, A., & Martínez-Martínez, S. (2011). Salinity increases mobility of heavy metals in soils. *Chemosphere*, 85(8), 1318-1324.

17. Guerra, F., Trevizam, A. R., Muraoka, T., Marcante, N. C., & Canniatti-Brazaca, S. G. (2012). Heavy metals in vegetables and potential risk for human health. *Scientia Agricola*, 69, 54-60.

18. Law of Ukraine "On Land Protection" (June 19, 2003 № 962-IV). Access mode – <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/962-15>

19. Aspetti, G. P., Boccelli, R., Ampollini, D., Del Re, A. A., & Capri, E. (2010). Assessment of soil-quality index based on microarthropods in corn cultivation in Northern Italy. *Ecological Indicators*, 10(2), 129-135.