
ECOLOGICAL SOIL SCIENCE



Ye. O. Tagunova 

UDK 577.486:634.9

*O. Honchar Dnipropetrovsk National University,
Gagarin ave, 72, 49010, Dnipropetrovsk, Ukraine*

PECULIARITIES OF MANGANESE AND LEAD DISTRIBUTION IN SOILS OF SAMARA DNIPROVSKA RIVER VALLEY ECOSYSTEMS

Abstract. Microelemental characteristics of the edaphotopes of A. L. Belgard Prysamarsky International Biospheric Station (Dnieper Prissamaria region, Ukraine) by example of forb-fescue-stipa steppe and lime-ash oakery of the central floodplain are presented. The content and patterns of distribution of Manganese and Lead in soil profiles were researched.

Keywords: soil, trace element, Manganese, Lead, distribution.


УДК 577.486:634.9

Є. О. Тагунова

*Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара,
просп. Гагаріна, 72, 49010, м. Дніпропетровськ, Україна,
тел.: + 38063-405-36-96, e-mail: zapisky@bk.ru*

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ МАРГАНЦЮ ТА СВИНЦЮ В БІОГЕОЦЕНОЗАХ ДОЛИНИ Р. САМАРИ ДНІПРОВСЬКОЇ

Дослідження закономірностей умісту та розподілу мікроелементів (слідових елементів) в едафотопіях як підсумкових компонентах природних і штучних біогеоценозів є однією з ключових складових моніторингу довкілля та актуальним питанням як в фундаментальному екологічному, так і в природоохоронному аспектах. Концентраціям елементів у ґрунтового покриві притаманна природна варіабельність, пов'язана з відмінними генетичними властивостями ґрунтів (типом материнської породи, гранулометричним складом і т. ін.), типом ландшафту, альтитудною місцевості тощо. Абсолютні показники валового вмісту елементів у ґрунтах часто не можуть бути співставлені внаслідок генетичної неоднорідності останніх, виходячи з цього, вважають за доцільне вивчення концентрацій рухомих форм елементів, доступних для рослин. Важливою умовою достовірної оцінки мікроелементного стану едафотопу є статистичний аналіз розподілу концентрації мікроелементів у ньому. Відомо, що основним (породотворним) елементам та макроелементам у ґрунтового профілі властивий геохімічний розподіл за нормальним законом, тоді як розподіл мікроелементів часто може відхилятися від нормальності, внаслідок впливу низки факторів (Morozov and Romanov, 2009).

 Tel.: + 38063-405-36-96. E-mail: zapisky@bk.ru

DOI: 10.15421/031423

В даній роботі представлені окремі результати вивчення вмісту та закономірностей розподілу мікроелементів у ґрунтовому покриві едафотопів у межах другого моніторингового профілю Присамарського Міжнародного біосферного біогеоценологічного стаціонару імені О. Л. Бельгарда (с. Андріївка, Новомосковський район Дніпропетровської області). Було визначено концентрацію рухомих форм та статистично описано закономірності розподілу біогенного мікроелемента Мангану (III клас небезпеки, малонебезпечний елемент) та одного з пріоритетних забруднювачів довкілля Плюмбуму (I клас небезпеки, дуже небезпечний мікроелемент) у заплавно-лучно-лісовому ґрунті липово-ясеневі діброви центральної заплави та фонового для регіону дослідження чорноземі звичайному різотравно-кострицево-ковилового степу.

Експериментальні польові зразки ґрунтів відбиралися за загальноприйнятими методиками. Визначення концентрації рухомих форм мікроелементів проводилося методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії у витяжці з ацетатно-амонійним буфером, рН 4,8. Статистична обробка результатів дослідження здійснювалася за допомогою програм MS Excel 10 та STATISTICA 7.0. Нормальність розподілу значень концентрації елементів перевірялася за допомогою критерію Шапіро-Уїлка, прийнятий рівень значущості 0,05.

З'ясовано, що кількість рухомого Мангану в едафотопі липово-ясеневі діброви центральної заплави коливається в межах від 7,6 в горизонті 105–125 см (материнська порода) до 33,9 мг/кг у верхньому горизонті 0–10 см, в едафотопі різотравно-кострицево-ковилового степу – від 5,4 у горизонті 85–150 см до 49,8 мг/кг у горизонті 0–10 см. Встановлено, що розподіл концентрації Мангану статистично відрізняється від нормального, що узгоджується з відомостями про значну біогенну акумуляцію даного елемента та його накопичення у верхніх гумусованих горизонтах.

Концентрація рухомого Плюмбуму в заплавно-лучно-лісовому ґрунті центральної заплави коливається від 0,8 у горизонті 105–125 см до 1,3 мг/кг у горизонті 0–10 см. Кількість Плюмбуму в чорноземі звичайному різотравно-кострицево-ковилового розподілена відносно однорідно, із максимумом 1,4 в горизонті 56–85 см та мінімумом 0,74 в горизонті 34–56 см, значне накопичення мікроелемента у верхніх гумусованих горизонтах, порівняно з материнською породою, не спостерігається. З'ясовано, що статистичний розподіл вмісту Плюмбуму в заплавно-лучно-лісовому ґрунті та чорноземі звичайному підпорядковується нормальному закону, що є властивим для мікроелементів зі слабкою біогенною акумуляцією (Sarkar, 2002).

Ключові слова: ґрунт, мікроелементи, слідові елементи, Манган, Плюмбум, розподіл.

УДК 577.486:634.9

Е. О. Тагунова

*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,
просп. Гагарина, 72, 49010, г. Днепропетровск, Украина,
тел.: + 38063-405-36-96, e-mail: zapisky@bk.ru*

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАРГАНЦА И СВИНЦА В БИОГЕОЦЕНОЗАХ ДОЛИНЫ р. САМАРЫ ДНЕПРОВСКОЙ

Исследование содержания и закономерностей распределения микроэлементов в эдафотопях природных и искусственных биогеноценозов является одним из ключевых компонентов мониторинга окружающей среды, актуальным как в фундаментальном экологическом, так и в природоохранном аспектах. В данной работе представлены результаты изучения концентрации и распределения микроэлементов (следовых элементов) в почвенном покрове биогеноценозов, находящихся в пределах второго мониторингового профиля Присамарского Международного биосферного биогеоценологического стационара им. А. Л. Бельгарда (с. Андреевка, Новомосковский район Днепропетровской области). Была определена концентрация и закономерности распределения биогенного микроэлемента Марганца (III класс опасности) и одного из приоритетных загрязнителей окружающей среды Свинца (I класс опасности). Установлено, что статистическое распределение содержания Свинца в поемно-лугово-лесной почве и черноземе обыкновенном нормальное, зато распределение Марганца статистически отличается от нормального, что согласуется со сведениями о выраженной биогенной аккумуляцией данного элемента. Нормальность распределения значений концентрации элементов проверялась с помощью критерия Шапиро-Уилки.

Ключевые слова: почва, микроэлементы, следовые элементы, Марганец, Свинец, распределение.

INTRODUCTION

Investigation of the microelemental (trace-elemental) composition of soil cover is an important part of environmental monitoring, which is caused by the fact that soil is the resultant component of any ground biogeocenosis and a natural source of microelements for biological objects. The vital necessity of trace elements in microquantities and the toxicity of its high concentrations make its study highly actual.

Content of microelements in soil is characterized by natural variability related to different soil genetic properties (type of mother rock, granulometric composition), type of landscape, altitude etc. Therefore it is necessary to research the microelemental content not only in areas, experiencing an active anthropogenic pressure, as well on conditionally ecologically friendly sites, because just an objective examination of the background content of trace elements in soil cover allows to make adequate conclusions about the presence of microelemental pollution in artificial biogeocenoses (Jakushevskaja, 1973; Kabata-Pendias and Pendias, 1989; Selim and Sparks, 2001).

MATERIAL AND METHODS

The present study was carried out on the territory of the second monitoring profile of A. L. Belgard' Prysamarskyi international biospheric station (Dnipropetrovsk region, Ukraine), which is situated in steppe zone of Ukraine, subzone of forb-fescue-stipa steppe.

The objects of the research of microelemental state of Dnieper Prismsaria's soil cover are edaphotopes of natural biogeocenoses, located within the landscapes:

- watershed-gully: forb-fescue-stipa steppe (soil: ordinary chernozem, low-humic, medium-loamy on loess-like loams);
- valley-terraced: lime-ash oakery of the central floodplain (floodplain meadow-forest moderately leached medium-humic loamy soil on an alluvial deposits) (Belgard, 1971; Belova and Travleev, 1999).

Sampling of experimental soil material and determination of its properties were carried out by standard methods. Content of microelements in soils was analyzed by atomic absorption spectrophotometry with ammonium acetate-buffer, pH 4,8, according to State Standard 4770.1:2007–4770.9:2007. The results obtained were processed with conventional methods of variation statistics using MS Excel 2010, STATISTICA 7.0. Normality of distribution pattern of microelements was checked using the Shapiro-Wilk test. The adopted significance level is 0.05.

RESULTS AND DISCUSSION

The microelemental state of edaphotopes of Dnieper Prismsaria monitoring is reported by example of Manganese and Lead content in floodplain meadow-forest soil of lime-ash oakery of the central floodplain and ordinary chernozem of forb-fescue-stipa steppe – background object for the region of study.

Manganese is biogenic microelement, which plays an essential role in photosynthesis and also is a cofactor activating many enzymes. Manganese in soils derives from mother rock and it accumulates in the form of oxides and hydroxides as secondary soil minerals and also in complexes with organic matter. Uptake by plants is under metabolic control, although passive uptake may occur at high concentrations leading to toxicity (Hooda, 2010). Manganese belongs to III class of hazard chemical elements (low-hazard element). Whereas our second researched element – Lead – is one of the priority environmental pollutants (I class of hazard chemical elements – highly hazardous element) (Shykula et al., 2010). It may be released into the soil as a result of atmospheric emissions from industrial sources, automobiles using leaded gasoline as an antiknock agent, lead-containing paint etc. Lead is toxic to living organisms; plants uptake of Pb is very limited (Sarkar, 2002).

According to our results of microelemental analysis, the content of mobile Manganese in floodplain meadow-forest soil varies from 7,6 in the horizon 105–125 cm (parent material) to 33,9 mg/kg in the upper horizon 0–10 cm. Statistical analysis of the concentration and distribution of Manganese in the floodplain meadow-forest soil (Table 1) showed, that the

biggest variation of the Manganese content is typical for the horizon 58–105 cm (coefficient of variation 7,9 %) and values of skewness and kurtosis indicates its deviation from the normal distribution, whereas the variation of Manganese in upper horizon 0–10 is the least (0,68 %).

Investigation of the distribution of Manganese in the soil profile of lime-ash oakery of the central floodplain showed that it does not obey the normal law (Fig. 1), which is indicating the presence of factors that impacts the distribution of Manganese, in particular biogenic accumulation (Morozov, Romanov, 2009).

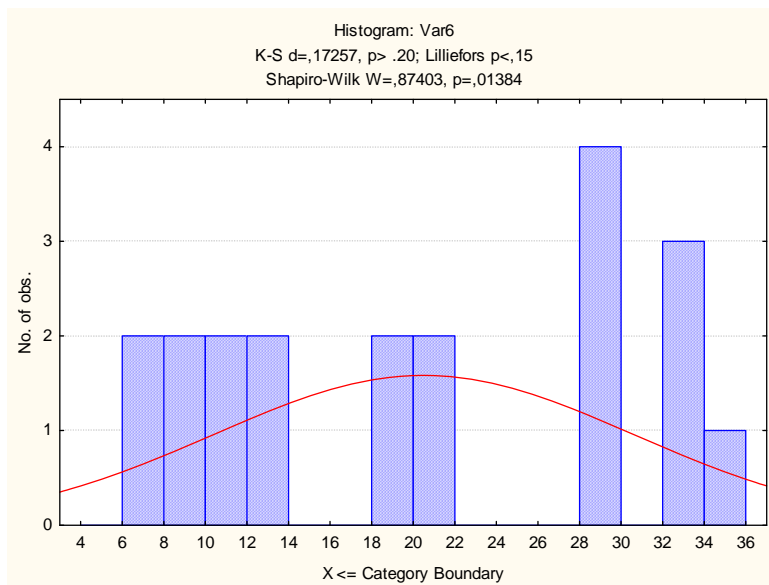


Fig. 1. Distribution of Manganese content in floodplain meadow-forest soil

The obtained data of Manganese distribution in the ordinary chernozem of forb-fescue-stipa steppe (Table 2) also show, that its distribution does not correspond to a normal law (Fig. 2),

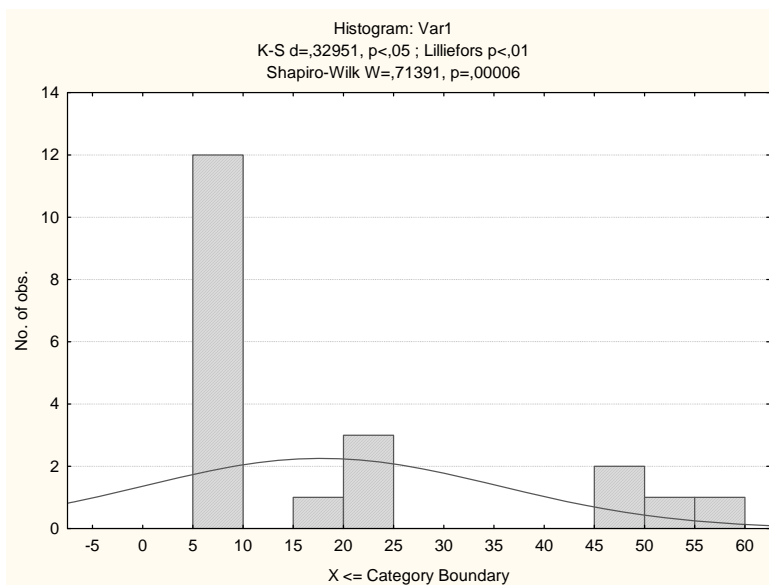


Fig. 2. Distribution of Manganese content in ordinary chernozem

Table 1

Descriptive statistics of the Manganese content in floodplain meadow-forest soil

Horizon, cm	Mean, mg/kg	Confidence interval	Geometric mean	Median	Variance	Std. Dev.*	Coef. Var.**	Standard error	Skewness	Kurtosis
0-10	33,91	34,28	33,91	33,86	0,05	0,23	0,68	0,12	1,19	1,97
10-37	28,97	30,21	28,96	29,02	0,60	0,78	2,68	0,39	-0,27	-1,70
37-58	19,72	20,87	19,71	19,78	0,52	0,72	3,67	0,36	-0,36	-2,04
58-105	11,80	13,28	11,78	11,58	0,87	0,93	7,88	0,47	0,77	-1,74
105-125	8,11	7,62	8,10	8,03	0,09	0,30	3,76	0,15	1,04	-0,24

Note, hereinafter: *Std. Dev. – standard deviation; **Coef. Var. – coefficient of variation.

Table 2

Descriptive statistics of the Manganese content in ordinary chernozem

Horizon, cm	Mean, mg/kg	Confidence	Geometric mean	Median	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard error	Skewness	Kurtosis
0-10	50,01	42,45	49,85	48,11	22,62	4,76	9,51	2,38	1,69	2,74
10-34	20,57	19,82	20,57	20,66	0,22	0,47	2,29	0,24	-0,86	-0,50
34-56	6,91	6,72	6,91	6,92	0,01	0,11	1,65	0,06	-0,27	-3,46
56-85	5,39	4,68	5,38	5,26	0,20	0,44	8,25	0,22	1,52	2,65
85-150	6,24	6,02	6,24	6,25	0,02	0,14	2,19	0,07	-0,10	-5,37

Table 3

Descriptive statistics of the Lead content in floodplain meadow-forest soil

Horizon, cm	Mean, mg/kg	Confidence	Geometric mean	Median	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard error	Skewness	Kurtosis
0-10	1,31	0,72	1,27	1,23	0,13	0,37	27,99	0,18	0,82	-1,19
10-37	0,88	0,34	0,69	0,57	0,60	0,77	87,35	0,39	1,77	3,13
37-58	1,03	0,14	0,92	0,90	0,31	0,56	54,36	0,28	0,99	-0,09
58-105	0,98	0,47	0,93	1,03	0,10	0,32	32,61	0,16	-0,87	1,55
105-125	0,78	0,50	0,76	0,82	0,03	0,18	22,79	0,09	-0,98	0,55

Table 4

Descriptive statistics of the Lead content in ordinary chernozem

Horizon, cm	Mean, mg/kg	Confidence	Geometric mean	Median	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard error	Skewness	Kurtosis
0-10	1,30	0,66	1,26	1,20	0,16	0,40	30,82	0,20	1,16	1,05
10-34	0,86	0,66	0,85	0,84	0,02	0,13	15,03	0,06	0,64	-1,48
34-56	0,74	0,24	0,67	0,84	0,10	0,31	42,08	0,16	-1,64	2,77
56-85	1,36	1,18	1,36	1,40	0,01	0,12	8,59	0,06	-1,33	1,50
85-150	1,30	0,47	1,23	1,17	0,27	0,52	39,98	0,26	1,38	2,38

which was confirmed by Shapiro-Wilk test. This edaphotope is characterized by the accumulation of Manganese in the upper soil horizons, rich in humus: average content of Manganese is 49,8 for horizon 0–10 cm and 20,6 mg/kg for horizon 10–34 cm, whereas its concentration in lower horizons is 5,4–7,0 mg/kg. It confirms probably log-normal distribution of Manganese, attributable for many microelements (Morozov, Romanov, 2009). In the case of a log-normal distribution, we have used the geometric mean to characterize the content of the element.

The content of mobile Lead varies from 0,8 to 1,3 mg/kg in floodplain meadow-forest soil of lime-ash oakery and from 0,9 to 1,7 mg/kg in ordinary chernozem of forb-fescue-stipa steppe (Tables 3, 4). The distribution of this element, as opposed to Manganese, is relatively uniform (Fig. 3, 4). We suppose that because Lead, as mentioned above, is an element with low biogenic accumulation.

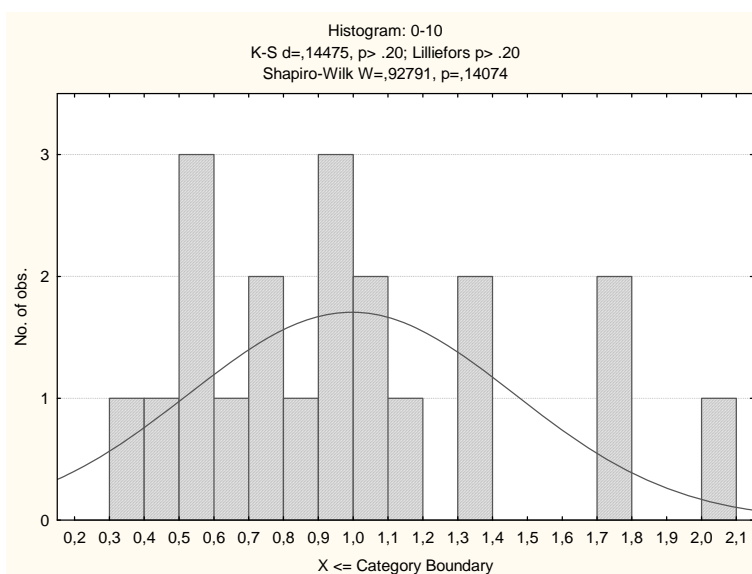


Fig. 3. Distribution of Lead content in floodplain meadow-forest soil

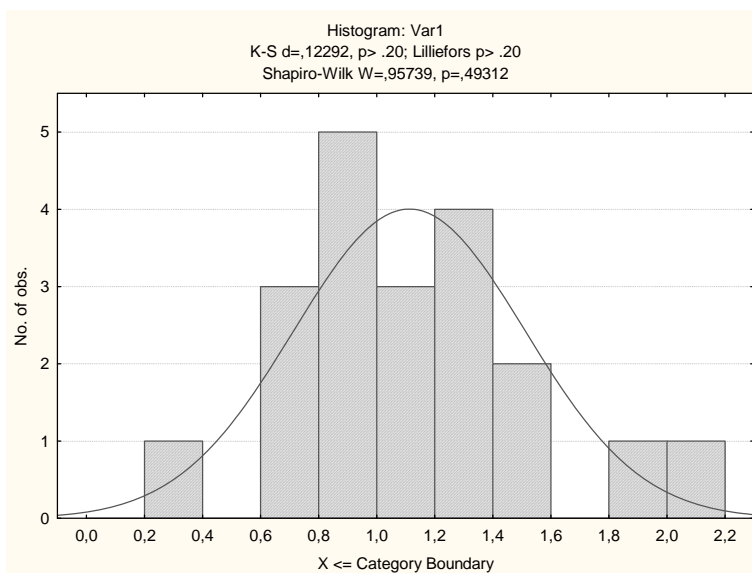


Fig. 4. Distribution of Lead content in ordinary chernozem

The distribution of Lead in the studied soils was described as normal and polymodal. Its highest average concentrations were determined in the horizons 0–10 ($1,3 \pm 0,2$ mg/kg) and 37–58 cm ($1,03 \pm 0,3$ mg/kg) of floodplain meadow-forest soil and horizons 56–85 ($1,4 \pm 0,06$) and 0–10 cm ($1,3 \pm 0,2$ mg/kg) of ordinary chernozem.

The results obtained show good agreement with the data of another researchers, who have studied the microelemental content and patterns of distribution in the soil cover of Dnieper Prissamaria (Yakuba, 2005; Tsvetkova and Dubina, 2008), and correspond to the background content of these trace elements in soils of the studied region (Fatieiev and Pashchenko, 2003).

CONCLUSIONS

Content and patterns of distribution of mobile Manganese and Lead in the floodplain meadow-forest soil of lime-ash oakery of the central floodplain and in the ordinary chernozem of forb-fescue-stipa steppe were researched. The mean content of Manganese varies from 5,4 to 49,8 mg/kg with the accumulation in upper horizons, rich in humus. The distribution pattern of Manganese content is statistically different from normal, which is confirmed by Shapiro-Wilk test. The mean concentration of Lead in the soil cover of researched edaphotopes varies insignificantly from 0,8 to 1,4 mg/kg. The distribution of Lead is fairly uniform and obeys the normal law.

REFERENCES

- Belgard, A. L., 1971.** Stepnoe lesovedenie [Steppe silvics]. Lesnaja promyshlennost', Moscow (in Russian).
- Belova, N. A., Travleev, A. P., 1999.** Estestvennye lesa i stepnye pochvy (jekologija, mikromorfologija, genesis) [Natural forests and steppe soils (ecology, micromorphology, genesis)]. DSU, Dnipropetrovsk (in Russian).
- DSTU 4770.1:2007 – DSTU 4770.9:2007.** Yakist gruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk marhantsiu (tsynku, kadmiu, zaliza, kobaltu, midi, nikeliu, khromu, svyntsiu) v grunti v bufemii amoniino-atsetatnii vytyazhtsi z pH 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Soil quality. Determination of mobile manganese compounds (zinc, cadmium, iron, cobalt, copper, nickel, chromium, lead) in soil with a buffer of ammonium acetate extract, pH 4.8, by atomic absorption spectrophotometry].
- Fatieiev, A. I., Pashchenko, Ya. V. (ed.), 2003.** Fonovi vmist mikroelementiv u gruntakh Ukrainy [Background content of microelements in the soils of Ukraine]. NNC «Instytut gruntoznavstva ta ahrokhimii im. O. N. Sokolovskoho», Kharkiv (in Ukrainian).
- Hooda, P. S., 2010.** Trace Elements in Soils. Blackwell Publishing Ltd, Chichester.
- Jakushevskaja, I. V., 1973.** Mikrojelementy v prirodnyh landshaftah [Microelements in natural landscapes]. Izd-vo MGU, Moscow (in Russian).
- Kabata-Pendias, A., Pendias, H., 1989.** Mikrojelementy v pochvah i rastenijah [Trace elements in soils and plants]. Mir, Moscow (in Russian).
- Morozov, M. V., Romanov, V. A., 2009.** Laboratornye metody issledovanija mineralov, gornyh porod i rud [Laboratory methods of minerals, rocks and ores research]. Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj gornyj institut, Sankt-Peterburg (in Russian).
- Sarkar, B. (ed.), 2002.** Heavy Metals in the environment. Marcel Dekker, INC, New York.
- Selim, M. H., Sparks, D. L. (ed.), 2001.** Heavy metals release in soils. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.
- Shykula, M. K., Hnatenko, O. F., Petrenko, L. R., Kapshtyk, M. V. (ed.), 2004.** Okhorona gruntiv [Soil protection]. Znannia, Kyiv (in Ukrainian).
- Tsvetkova, N. N., Dubina A. A., 2008.** Uroven' soderzhaniya manganca v pochvah urbosistem industrial'nyh gorodov stepnogo pridneprov'ja [Manganese level in soils of urban systems of industrial cities of steppe Dnieper river region]. Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology 16 (1), 204–209 (in Russian).
- Yakuba, M. S., 2005.** Rozpodil Marhantsiu ta svyntsiu v biloakatsiievkykh nasadzheniakh Prysamar'ia Dniprovskoho [Distribution of manganese and lead in white acacia plantations of Dnieper Prysamar'ya]. Pytannia stepovoho lisoznavstva ta lisovoi rekultyvatsii zemel 9, 76–86 (in Ukrainian).

Стаття надійшла в редакцію: 08.10.2014

Рекомендує до друку: чл.-кор. НАНУ, д-р біол. наук, проф. А. П. Травлєєв