



Л. К. Тичина<sup>1</sup>, Ю. А. Білявський<sup>1</sup>, О. Л. Тичина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир, Україна

<sup>2</sup> ДП "Житомирський науково-дослідний та проектний інститут землеустрою", м. Житомир, Україна

## ПРОЦЕСИ МІГРАЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ГІДРОМОРФНИХ ҐРУНТАХ ПОЛІССЯ ПІД ВПЛИВОМ ОСУШЕННЯ

З'ясовано, що забруднення навколишнього середовища, зокрема осушених ґрунтів, набуває значних масштабів. Це насамперед пов'язано з надмірним надходженням хімічних елементів у біосферу внаслідок інтенсивного використання пестицидів, внесення підвищених норм мінеральних добрив та меліорантів. Це сприяє надходженню в ґрунт важких металів, які накопичуються у верхньому шарі ґрунту та в надалі мігрують по ґрунтовому профілю, потрапляють у ґрунтові води та забруднюють сільськогосподарську продукцію. За результатами досліджень встановлено, що під впливом довготривалого осушення відбувається процес вимивання мулістої фракції в нижні горизонти ґрунтового профілю, що тісно пов'язано з важкими металами. Отримані експериментальні дані свідчать, що внаслідок осушення та тривалого сільськогосподарського використання спостережено вимивання рухомих форм важких металів із верхніх генетичних горизонтів гумусово-елювіального горизонту в нижні у дерново-середньопідзолистих глейових супіщаних ґрунтах. Розподіл рухомих форм важких металів по профілю дерново-середньопідзолистих глейових супіщаних ґрунтів має такий характер: як в осушених, так і в неосушених ґрунтах, спостережено найвищі концентрації рухомих форм досліджуваних елементів у гумусово-елювіальному горизонті. Внаслідок тривалого осушення вимиваються важкі метали з гумусово-елювіального й елювіального горизонту та вмиваються і фіксуються їх в ілювіальному генетичному горизонті ґрунтового профілю на глибині 50–60 см (за винятком молібдену та кобальту, які закріплюються також і в горизонті, перехідному до материнської породи). Причому найінтенсивніше накопичуються в ілювіальному горизонті мідь, бор і свинець.

**Ключові слова:** акумуляція; генетичні горизонти; добрива; опіщанювання; меліоранти; міграція; хімічні елементи.

**Вступ.** Важкі метали (ВМ), що містяться в добривах, в основній своїй масі надходять у концентраціях, що не перевищують ГДК і позитивно впливають на рослини, задовольняючи їх потребу в мікроелементах. Збільшення ж концентрацій токсичних елементів понад ГДК негативно впливає на екологічний стан та якість сільськогосподарської продукції. З досліджень (Hrabovs'kyu, 2000; Zhovynskyu, 2002; Kabata-Pendyas, 1989; Samchuk, 2006; Smetanyuk, 2009; Sokolov, 1999) встановлено, що за довготривалого використання добрив, які містять нікель, кобальт, кадмій, мідь, фтор, вміст цих елементів у ґрунтах не перевищує гранично допустимих концентрацій. В інших дослідженнях (Kabata-Pendyas, 1989), навпаки, зазначено, що фосфорні добрива зменшують рухомість важких металів у ґрунті за рахунок утворення важкорозчинних фосфатів металів. Калійні добрива меншою мірою впливають на доступність важких металів для рослин, ніж азотні та фосфорні. Після використання азотних добрив рухомість марганцю, цинку, кадмію у ґрунті практично не змінюється, а рухомість свинцю при цьому зменшується (Achasova, 2003; Zhovynskyu, 2002).

Відомо, що органічна речовина ґрунту із всіх її компонентів найбільш сильно утримує важкі метали (Zhovynskyu, 2002; Kabata-Pendyas, 1989). Після внесення однієї тонни гною у ґрунт надходить у середньому 152,6 мг цинку, 6,9 мг нікелю, 5,2 мг хрому, 4,4 мг/кг свинцю, 27 мг міді, 0,25 мг кадмію, 0,09 мг ртуті та 273 мг марганцю (Kabata-Pendyas, 1989).

Зниженню надходження важких металів у рослини сприяють такі прості агротехнічні заходи, як вапнування ґрунтів, внесення гною і фосфорно-калійних добрив, що зменшує рухомість цинку в ґрунті на 27 %, міді – на 5,5 % (Myslyva, 2010; Samchuk, 2006; Smetanyuk, 2009).

Речовини антропогенного походження, до яких належать і важкі метали, потрапляючи на поверхню ґрунту та проникаючи в нього, диференціюються в межах ґрунтового профілю. Причому генетичні горизонти виступають як геохімічні бар'єри на шляху міграції техногенних речовин. Як ґрунтово-геохімічні бар'єри є ілювіальні горизонти, ілювіально-залізисто-гумусові, ілювіальні кольматовані, карбонатні, гіпсові, солонцеві, а також глейові горизонти. Ілювіальні та глейові горизонти ґрунтів нагромаджують мікроелементи навіть за умов

### Інформація про авторів:

**Тичина Леонід Костянтинович**, канд. с.-г. наук, доцент, кафедра загального лісівництва. Email: TychynaLK@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1855-2167>

**Білявський Юрій Адамович**, канд. с.-г. наук, доцент, кафедра охорони довкілля та збалансованого природокористування. Email: Adam\_1900@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-7860-1979>

**Тичина Олександр Леонідович**, інженер. Email: Tychyna.o2017@gmail.com

**Цитування за ДСТУ:** Тичина Л. К., Білявський Ю. А., Тичина О. Л. Процеси міграції важких металів у гідроморфних ґрунтах полісся під впливом осушення. Науковий вісник НЛТУ України. 2018, т. 28, № 3. С. 93–96.

**Citation APA:** Tychyna, L. K., Biljavs'kij, Yu. A., & Tychyna, O. L. (2018). Migration Processes of Heavy Metals in Polissya Hydromorphic Soils Under Draining. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(3), 93–96. <https://doi.org/10.15421/40280319>

нормального геохімічного фону (Myslyva 2009, Tychyna 2000, Tychyna 2001).

**Об'єкти дослідження** – дерново-середньопідзолисті глейові супіщані ґрунти, осушені гончарним дренажем у 1970–1975 рр.

Дослідження проводили на території Тенківської осушувальної системи, розташованої у центральній частині Житомирської обл. у межах Червоноармійського р-ну. Осушувальну систему побудовано на площі, яка охоплює 34 тис. га осушених ґрунтів. Регулювання водно-повітряного режиму здійснюється за допомогою попереджувального шлюзування поверхневих вод р. Теньки та її притоків, магістральних каналів завдяки надходженню води в канали з двох водосховищ.

**Предмет дослідження** – важкі метали та їх міграція по ґрунтовому профілю дерново-підзолистих глейових супіщаних ґрунтів, підданих осушенню гончарним дренажем та тривалому сільськогосподарському використанню за останні 40–45 років.

**Методика проведення дослідження.** В основу наших досліджень покладено оцінку екологічного стану ґрунтів за вмістом важких металів. Дослідження проводили шляхом порівняння фактичного вмісту ВМ в осушених та неосушених ґрунтах та показниками ГДК регіональних кларків ВМ для ґрунтів України за А. І. Фадєєвим.

Польові та лабораторні дослідження проводили згідно з наявними методиками, застосовуючи лабораторно-хімічний метод для визначення основних параметрів досліджуваних ґрунтів. Зразки для досліджень відбирали з генетичних горизонтів HE 0–20, EP 30–40,

Pigl 50–60, Pigl 90–100 см. Вміст важких металів визначали за методикою ЦіНАО на атомно-адсорбційному спектрометрі КАС-120 (ДСТУ 4770.2:2007) (Balyuk 2009). Математично-статистичний аналіз отриманих даних проводили за допомогою програми "Excel" на персональному комп'ютері.

**Результати дослідження.** Дослідження проводились з використанням матеріалів великомасштабних обстежень гідроморфних ґрунтів, проведених у період з 1970 по 1975 рр., які передували побудові осушувальних систем. Показали екологічну спрямованість та динаміку ґрунтових режимів дерново-середньопідзолистих глейових супіщаних, які відбулися внаслідок 40–45-річного застосування осушувальної меліорації.

Встановлено, що під впливом осушення відбувся процес вимивання мулистих фракцій в нижні горизонти, що тісно пов'язані з важкими металами, внаслідок чого верхні генетичні горизонти досліджуваних ґрунтів опіщанюються. Встановили закономірності змін вмісту важких металів під впливом осушення. Навели динаміку вмісту та міграції важких металів гідроморфних ґрунтів Правобережного Полісся під впливом осушення.

Провели дослідження з вивчення характеру міграції важких металів у ґрунтовому профілі неосушених ґрунтів та їх аналогів, що піддавались тривалому осушенню. Отримані експериментальні дані свідчать, що внаслідок тривалого осушення спостерігаємо вимивання рухомих форм важких металів із верхніх генетичних горизонтів гумусово-елювіального горизонту в нижні в дерново-середньопідзолистих глейових супіщаних ґрунтах (табл.).

**Табл. Зміна вмісту рухомих форм важких металів у дерново-середньопідзолистих глейових супіщаних ґрунтах Полісся під впливом тривалого осушення**

Індекс горизонтів, глибина, см	Ділянка	Cu	Mn	Zn	B	Mo	Cd	Pb	Co
HE 0–20	неосушені	1,82	59,1	0,67	1,38	0,44	0,21	4,81	0,74
	осушені	1,11	54,9	0,64	1,21	0,39	0,16	4,21	0,65
	Зміни, ±	-0,71	-4,2	-0,03	-0,17	-0,05	-0,05	-0,6	-0,09
EP 30–40	неосушені	0,94	19,6	0,12	0,69	0,22	0,15	2,32	0,45
	осушені	0,78	13,2	0,07	0,56	0,17	0,11	1,76	0,29
	Зміни, ±	-0,16	-6,4	-0,05	-0,13	-0,05	-0,04	-0,56	-0,16
Pigl 50–60	неосушені	0,64	29,7	0,13	0,51	0,29	0,11	2,16	0,39
	осушені	0,87	38,4	0,24	0,69	0,35	0,14	2,52	0,45
	Зміни, ±	+0,23	+8,7	+0,11	+0,18	+0,06	+0,03	+0,36	+0,6
Pigl 90–100	неосушені	0,86	17,4	0,18	0,47	0,27	0,16	1,29	0,21
	осушені	0,61	18,1	0,16	0,42	0,31	0,14	0,98	0,33
	Зміни, ±	-0,25	+0,7	-0,2	-0,5	+0,4	-0,02	-0,31	+0,12
Кларк		20		30			0,5	12	2,8

Встановлено, що максимального навантаження зазнають верхні генетичні горизонти осушених ґрунтів, де відбувається акумуляція досліджуваних елементів та їх закріплення. Цьому сприяє наявність найбільшої кількості гумусу в цих горизонтах, а також те, що після внесення мінеральних добрив та меліорантів основна їх маса зосереджується саме у верхній частині ґрунту. Елювіальні горизонти зазнають збіднення на рухомі форми важких металів внаслідок вимивання останніх із низхідним потоком води та переміщенням мулистої фракції в глибші щільні горизонти. Ілювіальні горизонти ґрунтового профілю внаслідок свого розміщення на межі порід, що піддаються процесам оглеєння та вимивання досліджуваних елементів із верхніх генетичних горизонтів, накопичують важкі метали і виконують роль своєрідних захисних бар'єрів на шляху міграції важких металів із дренажним стоком.

Розподіл рухомих форм важких металів по профілю дерново-середньопідзолистих глейових супіщаних ґрунтів має такий характер: як в осушених, так і в неосушених ґрунтах найвищі концентрації рухомих форм досліджуваних елементів спостерігали в гумусово-елювіальному горизонті. Внаслідок тривалого осушення відбувається вимивання елементів-забруднювачів із гумусово-елювіального й елювіального горизонту та вмивання і фіксація їх в ілювіальному генетичному горизонті на глибині 50–60 см (за винятком молібдену та кобальту, які закріплюються також і в горизонті, перехідному до материнської породи). Причому, найбільш інтенсивно накопичуються в ілювіальному горизонті мідь, бор і свинець.

**Висновки.** Накопичення важких металів відбувається у верхньому гумусово-акумулятивному горизонті, чому сприяє вміст гумусу, внесення підвищених

норм мінеральних добрив та меліорантів, які містять домішки цих елементів.

Під впливом осушення відбувається процес вимивання мулистих фракцій в нижні горизонти, що тісно пов'язано з важкими металами та встановлено закономірності змін вмісту важких металів в осушених ґрунтах. Досліджено динаміку вмісту та міграції важких металів у дерново-середньопідзолистих глейових супіщаних ґрунтах Правобережного Полісся під впливом осушення та тривалої сільськогосподарського використання.

Важкі метали частково мігрують з ґрунтовим розчином вниз по ґрунтовому профілю і накопичуються в нижніх генетичних горизонтах дерново-середньопідзолистих глейових супіщаних осушених ґрунтів, чому сприяє вертикальний потік атмосферної вологи. Але накопичення важких металів у нижніх горизонтах гідроморфних ґрунтів не має закономірного характеру – важкі метали акумулюються в нижніх горизонтах, а інші – ні, що потребує подальших досліджень.

Перспективи подальшого дослідження варто зосередити в напрямі вивчення закономірностей міграції важких металів в інших ґрунтових відмінах Полісся України.

### Перелік використаних джерел

Achasova, A. O. (2003). Gruntovo-ekologichni umovy formuvannya prostorovoyi neodnorodnosti vmistu vazhkykh metaliv u gruntakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Doctoral Dissertation for Agricultural Sciences* (03.00.18 – Soil science). Kyiv. 262 p. [In Ukrainian].

Balyuk, S. A., & Lazebna, M. Ye. (2009). *Perelik osnovnykh normatyvnykh dokumentiv u haluzi gruntovnavstva, ahrokhimiyi ta okhorony gruntiv*. Kyiv: Natsional'nyy naukovyy tsentr "Instytut

gruntovnavstva ta ahrokhimiyi imeni O. N. Sokolovskoho". 37 p. [In Ukrainian].

Hrabovs'kyu, O. V., Roshko, V. H., & Nikolaychuk, O. I. (2000). Akumulyatsiya vazhkykh metaliv gruntom ta roslynnymy ob'ektamy v umovakh antropohennoho navantazhennya. *Naukovyj visnyk UzhDU. Seriya Biologiya*, 8, 158–160. Uzhhorod. [In Ukrainian].

Kabata-Pendyas, A. (1989). *Mykroelementy v pochvakh y rastenyakh*. Moscow: Myr. 439 p. [In Russian].

Myslyva, T. M. (2010). Vazhki metaly v roslynosti Ukrayinskoho Polissya. *Tavriyskyy naukovyj visnyk*, 70, 224–233. [In Ukrainian].

Myslyva, T. M., & Trembitsky, V. A. (2009). Vazhki metaly u gruntakh ahrolandshaftiv Zhytomyrskoho Polissya. *Ahroekol. zhur.*, 4, 30–35. [In Ukrainian].

Samchuk, A. I., Kurayeva, I. V., & Yehorov, O. S. (2006). *Vazhki metaly u gruntakh Ukrayinskoho Polissya ta Kyivskoho mehapolisu*. Kyiv: Nauk. dumka. 108 p. [In Ukrainian].

Smetanyuk, O. I., & Chernovska, N. V. (2009). Prostorovo-chasova minlyvist vmistu svyntsyu v likarskykh roslynakh. *Klinichna ta eksperymentalna patolohiya*, 8(3), 101–102. [In Ukrainian].

Sokolov, O. A., & Chernykov, V. A. (1999). Ékologicheskaya bezopasnost' y ustoychivoe razvytye. Kn. 1. *Atlas raspredelemyya tyazhelykh metallov v obektakh okruzhayushchey sredy*. Pushchyno: Onty pnts ran. 164 p. [In Russian].

Tychyna, L. K., & Dolhilevych, M. Yu. (2000). Evolyutsiya humusu osushenykh hidromorfnykh gruntiv Polissya. *Visnyk RDTU*, 6(13), 90–94. [In Ukrainian].

Tychyna, L. K., & Dolhilevych, M. Yu. (2001). Dynamika hranulometrychnoho skladu osushenykh hidromorfnykh gruntiv Polissya. *Visnyk ahrarnoyi nauky*, 6, 79–89. [In Ukrainian].

Zhovynskyy, É. Ya., & Kuraeva, Yu. V. (2002). *Heokhymyya tyazhelykh metallov v pochvakh Ukrainy*. Kyiv: Nauk. dumka. 213 p. [In Russian].

**Л. К.Тычина<sup>1</sup>, Ю. А. Белявский<sup>1</sup>, О. Л. Тычина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Житомирский национальный агроэкологический университет, г. Житомир, Украина

<sup>2</sup> ГП "Житомирский научно-исследовательский и проектный институт землеустройства", г. Житомир, Украина

## ПРОЦЕССЫ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВАХ ПОЛЕСЬЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОСУШЕНИЯ

Установлено, что загрязнение окружающей среды, в том числе осушенных почв, приобретает значительных масштабов. Это в первую очередь связано с избыточным поступлением химических элементов в биосферу за счет интенсивного использования пестицидов, внесения повышенных норм минеральных удобрений и меліорантов. Это способствует поступлению в почву тяжелых металлов, которые накапливаются в верхнем слое почвы и в дальнейшем мигрируют по почвенному профилю, попадают в ґрунтовые воды и загрязняют сельскохозяйственную продукцию. В результате исследований установлено, что под влиянием длительного осушения происходит процесс вымывания иллювиальной фракции в нижние горизонты почвенного профиля, что тесно связано с тяжелыми металлами. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что в результате осушения и длительного сельскохозяйственного использования происходит вымывание подвижных форм тяжелых металлов из верхних генетических горизонтов гумусово-элювиального горизонта в нижние в дерново-среднеподзолистых глеевых супесчаных почвах. Распределение подвижных форм тяжелых металлов по профилю дерново-среднеподзолистых глеевых супесчаных почв имеет следующий характер. Как в осушенных, так и в неосушенных почвах, самые высокие концентрации подвижных форм исследуемых элементов выявлены в гумусово-элювиальном горизонте. В результате длительного осушения происходит вымывание тяжелых металлов из гумусово-элювиального и элювиального горизонта и вымывание и фиксация их в иллювиальном генетическом горизонте почвенного профиля на глубине 50–60 см (за исключением молибдена и кобальта, которые закрепляются также и в горизонте, переходном к материнской породе). Причем наиболее интенсивно накапливаются в иллювиальном горизонте медь, бор и свинец.

**Ключевые слова:** аккумуляция; генетические горизонты; удобрения; опещанивание; меліоранты; миграция; химические элементы.

**L. K. Tychyna<sup>1</sup>, Yu. A. Biljavskij<sup>1</sup>, O. L. Tychyna<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine

<sup>2</sup> State Enterprise "Zhytomyr Scientific Research and Design Institute of Land Management", Ukraine

## MIGRATION PROCESSES OF HEAVY METALS IN POLISSYA HYDROMORPHIC SOILS UNDER DRAINING

The emission of chemicals of various anthropogenic origins into the environment, including drained hydromorphic soils, is taking on alarming proportions. Therefore, the basis of our research is the ecological soil assessment on the content of heavy metals. The research is carried out by comparing the actual content of heavy metals in drained and non-drained soils and the MAC indices of regional heavy metals cliques for soils in Ukraine according to A.I. Fadeyev. Field and laboratory studies were carried out according

to existing methods, applying the laboratory-chemical method for determining the main parameters of the researched soils. The authors have defined that, as a result of prolonged drainage, the elution of heavy metals moving forms from the upper genetic horizons of the humus-alluvial horizon to the lower ones in sod-medium podzolic gleyed sandy soils is observed. The upper genetic horizons of drained soils are revealed to undergo maximum changes as there the accumulation of the researched elements and their fixation take place. It is possible due to the largest amount of humus in these horizons, and the application of mineral fertilizers and ameliorants most of which are concentrated in the upper layer of the soil. The alluvial horizons undergo impoverishment in the moving forms of heavy metals as a result of their washing out with the descending flow of water and the transfer of the clay fractions to deeper and dense horizons. Alluvial soil profile horizons being placed at the rock edge, under the gleying and researched heavy metals elution from the upper genetic horizons, accumulate heavy metals and play the role of protective barrier to the migration of heavy metals with drainage waters. The distribution of mobile forms of heavy metals along the profile of sod-mid-podzolic gley sandy loam soils has the following character. In both drained and non-dried soils, high concentrations of the researched elements moving forms are observed in the humus-eluvial horizon. As the result of prolonged drainage, the pollutant elements are washed out from the humus-eluvial and eluvial horizons and washed and fixed in the illuvial genetic horizon at the depth of 50-60 cm, except molybdenum and cobalt, which are also fixed in the horizon transitional to the parent rock. Moreover, copper, boron and lead are accumulated most intensively in the illuvial horizon. To conclude, heavy metals partially migrate with the ground solution down the profile and are accumulated in the lower genetic horizons of sod-medium podzolic gley sandy loam soils, facilitated by a vertical flow of atmospheric moisture. But the accumulation of heavy metals in the lower horizons of hydromorphic soils is not a natural phenomenon: a number of heavy metals are accumulated in the lower horizons, while others are not thus requiring further research.

**Keywords:** accumulation; genetic horizons; fertilizers; sand accumulation; ameliorants; migration; chemical elements.