

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202102-292>

Available at (PDF): <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/292>

УДК 504.054;504.064.2;631.615

ВПЛИВ МУЛОВИХ ПОЛІВ БОРТНИЦЬКОЇ СТАНЦІЇ АЕРАЦІЇ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЗЕМЕЛЬНИХ І ВОДНИХ РЕСУРСІВ ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ

М.В. Яцюк¹, канд. геогр. наук, А.М. Шевченко², канд. с.-г. наук, Р.П. Боженко³,
С.М. Лютницький⁴

¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;

<https://orcid.org/0000-0002-5535-715X>; e-mail: mv_yatsiuk@ukr.net;

² Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;

<https://orcid.org/0000-0002-2637-6538>; e-mail: monitoring_protect@ukr.net;

³ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;

<https://orcid.org/0000-0003-3661-8120>; e-mail: ruslana_lp@ukr.net;

⁴ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;

<https://orcid.org/0000-0003-4343-0054>; e-mail: lutnizkii@ukr.net

Анотація. У статті висвітлено результати досліджень з оцінювання екологічного стану земель поблизу мулових полів №1 і №3 Бортницької станції аерації на території Золочівської сільської громади Бориспільського району Київської області. Підтверджено наявність у межах виокремлених поблизу мулових полів ділянок зафіксованого раніше підвищеного вмісту важких металів у ґрунтах, порівняно з фоновим, як за їх валовим вмістом, так і за вмістом рухомих форм. Для елементів – забруднювачів (Zn, Cu, Cr, Pb) по окремих точках у межах сільськогосподарських угідь зафіксовано перевищення значень їхнього валового вмісту та вмісту рухомих форм (Zn, Cu) гранично допустимих концентрацій в 1,1–6,2 і 1,1–2,6 рази відповідно. Усереднені значення вмісту важких металів для заплавної території (населений пункт) і сільськогосподарських угідь поблизу мулових полів свідчать про їх превалюючі величини для останніх практично за всіма елементами, а також про перевищення фонових значень і гранично допустимих концентрацій саме для земель, на які раніше вносили в якості добрив мулові відклади. У межах обстежених ділянок ґрунти класифікуються як незасолені та несолонцюваті, проте підвищений вміст обмінного магнію може сприяти впливувати на родючість ґрунту. Поблизу мулових полів спостерігаються підвищені мінералізація та вміст амонію і нітратів у ґрунтових водах, що очевидно пов'язано з впливом мулових вод і може спричинити погіршення якості підземних вод у зоні їхнього транзиту та розвантаження, зокрема в межах с. Гнідин. Площа земель з надзвичайно небезпечним рівнем забруднення за сумарним показником забруднення важкими металами становить близько 300 га, з небезпечним рівнем забруднення – 260 га, а орієнтовна величина шкоди від недоотримання врожаю може скласти 1,65 млн грн/рік і 0,3 млн грн/рік відповідно. У межах прилеглих до мулових полів територій має здійснюватися постійний контроль за станом ґрунтів, водних ресурсів, виробленої продукції та здоров'я населення, особливо за умов освоєння забруднених земель під сільськогосподарське використання чи житлову забудову.

Ключові слова: водно-екологічні ризики, ґрунти, ґрунтові води, забруднення, заплава, земельні ресурси, зрошувальна система, мулові поля

Актуальність дослідження. Екологічний стан земельних і водних ресурсів території значною мірою визначається якісним станом ґрунтів та оптимальністю параметрів показників їхньої родючості, а також якістю води. Важливу роль при цьому відіграють агрохімічні показники, фізико-хімічні властивості, показники забрудненості ґрунтів, ступінь їхньої засоленості та солонцюватості, які істотно визначають сучасний стан земельних ділянок і придатність їх використання як для проживання, так і для вирощування певних сільськогосподарських культур. Вагомими чинниками впливу на показники сучасного

стану ґрунтів й інші складові геоприродного середовища, зокрема поверхневі та підземні води, є техногенні об'єкти та пов'язана з ними антропогенна діяльність.

У Програмі охорони навколишнього природного середовища на території Золочівської сільської ради на 2021 рік зазначено, що екологічна ситуація в її межах характеризується нестабільністю показників унаслідок наявності в адміністративних межах сільської територіальної громади аварійних мулових полів та каналу відведення стічних вод Бортницької станції аерації (БСА), близького розташування Київського сміттєспа-

лювального заводу «Енергія» та Київської ТЕЦ. Враховуючи реальний стан довкілля, який сформувався, важливим пріоритетним завданням захисту навколишнього природного середовища на території Золочівської сільської громади програмою визначено проведення відповідних експертиз, що дадуть можливість зрозуміти реальну ситуацію із забрудненістю води, повітря та ґрунту.

Однією з найбільш актуальних та важливих екологічних проблем на території Золочівської сільської громади є розміщення в її межах мулових полів № 1 – № 3 БСА загальною площею 272,0 га. Нині мулові поля перевантажені осадами стічних вод (понад 10,0 млн м³), які тут накопичувались протягом кількох десятиліть та є значно забрудненими і створюють реальну загрозу для здоров'я населення та довкілля. Інтенсивне поліелементне забруднення мулів і мулових вод при потраплянні їх у ґрунти та інші компоненти природного середовища може спричинити забруднення останніх, насамперед, важкими металами.

Забруднення земель утруднює їхнє ефективне використання, погіршує умови життєдіяльності населення, а наявність переповнених осадами стічних вод мулових полів створює ризик, особливо за умов аварійних ситуацій, забруднення ґрунтів і вод на значних територіях. Досить небезпечною є загроза аварійного прориву дамб мулових полів. Небезпечним явищем у межах мулових полів, особливо № 3, яке виведене з експлуатації та перебуває у більш сухому стані, є загорання наявної там рослинності та торфоподібного мулу. У даному контексті досить важливим є оцінювання рівня забруднення ґрунтів і вод прилеглих до мулових полів земельних угідь, а також розмірів завданої ним шкоди.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Основними джерелами надходження забруднюючих речовин із мулових полів у навколишнє середовище можуть бути як мул, за умов його використання в якості органічних добрив на сільськогосподарських угіддях, так і мулові води, інфільтрація яких може спричинити забруднення порід зони аерації та ґрунтових вод. З 1985 р., коли в осаді стічних вод БСА було виявлено перевищення допустимого вмісту важких металів, Бориспільська санепідемстанція заборонила вивозити його з мулових полів та застосовувати як добриво, що до цього практикувалося в районі. Водночас актуальність встановлення можливих негативних наслідків використання мулів стічних вод і масштабів

їх прояву зумовила необхідність проведення спеціалізованих досліджень. Низку таких комплексних еколого-геохімічних досліджень щодо оцінювання забруднення геологічного середовища в районі мулових полів БСА проведено фахівцями ВГО «Північгеологія» (нині ДП «Українська геологічна компанія»). Результати досліджень викладено в публікаціях дослідників і науковців Українського науково-виробничого центру геохімічних досліджень ДП «Українська геологічна компанія» та Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України [1–4].

Результати еколого-геохімічних досліджень на території Бориспільського району засвідчили, що використання мулів стічних вод м. Київ в якості органічних добрив призвело до забруднення важкими металами сільськогосподарських земель цього району ще в кінці 70-х років минулого сторіччя. Найбільш інтенсивне забруднення ґрунтів спостерігалось на сільськогосподарських угіддях поблизу мулових полів БСА. Геохімічними, зокрема й моніторинговими дослідженнями, проведеними у 1995р., 2011–2012 рр. і пізніше [1–4] у межах території так званої ділянки Гнідин, що включала мулові поля №№ 1–3 і прилеглі до них землі між селами Гнідин, Вишеньки, Проців, Ревне, Мартусівка, Щасливе, встановлено, що мули мулових полів забруднені Ag, Cd, Hg, Sn, Cr, Cu, Pb, Zn, Ba та іншими елементами, більшість яких належить до I та II класів небезпеки. Виділені за результатами еколого-геохімічного картування ґрунтів масштабу 1:100 000 в 1995 р. поліелементні геохімічні аномалії різної інтенсивності були приурочені переважно до земель сільськогосподарського використання, а епіцентри найбільших з них оконтурювали мулові поля. Основними елементами цих аномалій були Ag, Hg, Cr, Zn, Cu, Pb, Sn. За результатами моніторингових геохімічних досліджень та повторного еколого-геохімічного картування ґрунтів ділянки Гнідин у 2011 р. дослідниками зроблено логічний висновок, що з 1995 р. по 2011 р. геохімічний склад забруднення ґрунтів та рівень концентрації основних елементів забруднення (Ag, Cd, Hg) у межах виділених аномалій практично не змінився. При цьому змінились конфігурація та площа полів забруднення, тобто природного самоочищення ґрунтів від важких металів в цих агроландшафтах практично не відбувається, або проходить воно надзвичайно повільно [1].

Результати моніторингових гідрохімічних досліджень ділянки Гнідин дали підстави їх

виконавцям стверджувати, що екологічний стан ґрунтових вод біля мулових полів є стабільним [1]. Мулові поля ділянки мають переважно хорошу гідроізоляцію дниць і тому мінімально впливають на якість ґрунтових вод. Водночас визначено, що індикатором забруднення, спричиненого муловими водами в ґрунтових і поверхневих водах ділянки робіт, можна вважати гідрохімічну асоціацію: фосфати–амоній–нітри. Крім цих хімічних сполук у ґрунтових водах біля мулових полів № 1 та № 3 встановлені підвищені концентрації Pb і Zn, які в 3–10 разів перевищують їх фонові рівні в регіоні.

Отже, результати проведених раніше досліджень свідчать про погіршення загального екологічного стану земельних ресурсів у районі розташування мулових полів БСА через забруднення ґрунтів, що може, за певних умов, негативно впливати на водні ресурси, а також істотно ускладнює використання сільськогосподарських земель за їх цільовим призначенням без застосування необхідних агро меліоративних, агротехнічних та інших заходів із детоксикації ґрунту.

Мета досліджень – оцінювання екологічного стану прилеглих до мулових полів № 1 і №3 Бортницької станції аерації територій Золочівської сільської громади та можливих збитків, зумовлених їх забрудненням.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження базувались на аналізі наявної інформації щодо геоморфологічних, гідрологічних, ґрунтових і гідрологічних умов території, аналітичному огляді раніше проведених еколого-геохімічних досліджень, натурному візуальному обстеженні території з відбором зразків ґрунту і проб води для лабораторних аналізів, оцінюванні умов і рівня забруднення земельних угідь поблизу мулових полів і в межах територій, потенційно пов'язаних з їхнім впливом, зокрема і в с. Гнідин.

Зразки ґрунту відбирали на сільськогосподарських землях (поля, селітебні території) до глибини 25 см та в природних і напівприродних ландшафтах (луки, ліс, пустирі) до глибини 10 см із використанням існуючих рекомендацій [5–7]. Проби води відібрано з поверхневих водних об'єктів (р. Пріра в західній частині с. Гнідин, ставок на східній околиці села в його притерасній частині) та з піщаного кар'єру поблизу мулових полів № 3.

Для визначення еколого-геохімічного стану ґрунтового покриву та еколого-геохімічного оцінювання їхнього забруднення важкими металами використано такі параметри: C_b – вміст валових форм, C_p – вміст рухомих форм,

C_ϕ – фоновий вміст валових і рухомих форм; $Kk_{(ГДК)}$ – коефіцієнт концентрації відносно ГДК або коефіцієнт небезпеки; $Kk(\text{фон})$ – коефіцієнт концентрації відносно фонового вмісту; $Sp(\%)$ – коефіцієнт рухомості важких металів, який характеризує відсоткове відношення вмісту рухомих форм до валового вмісту, а також сумарний показник забруднення (СПЗ або Z_c , $Z_c = \sum C_i / C_\phi - (n - 1)$) [8].

У розрахунках для дослідженої території використано дані щодо значень фонового валового вмісту і рухомих форм важких металів, які застосовували автори попередніх геохімічних досліджень у районі робіт [4] (для забезпечення коректності порівнянь різночасових результатів), а також наведені в низці наукових публікацій [5, 6, 9–16].

Загальна характеристика геоприморних умов території досліджень. До ділянки досліджень можливого впливу мулових полів БСА на екологічний стан ґрунтового покриву і водних об'єктів належать як безпосередньо прилеглі до них сільськогосподарські угіддя, так і територія села Гнідин. Мулові поля № 1 (загальна площа 83,4 га, площа мулових карт – 54,95 га) і № 3 (площа загальна – 106,9 га, мулових карт – 80,85 га), що призначені для зневоднення та утилізації мулового осаду, який надходить із БСА, розташовані північно-західніше с. Гнідин на відстані від 1,5 км до 2,0 км.

У геоморфологічному відношенні територія розташування ділянки досліджень приурочена до долини річки Дніпро, основними геоморфологічними елементами рельєфу якої є заплава і третя надзаплавна тераса. Річкова заплава, де розташована переважна частина села, морфологічно представлена значно нижчим рівнем порівняно з надзапавною терасою. Тут збереглося багато заплавних озер і природніх водотоків, частина з яких каналізована. Третя надзаплавна тераса р. Дніпро, у межах якої розташовані мулові поля та сільськогосподарські угіддя, на яких було побудовано Бортницьку зрошувальну систему та використовувався в якості органічних добрив мул, відповідає високому гіпсометричному рівню з абсолютними відмітками поверхні 130–140 м.

У межах заплави р. Дніпро приповерхнева товща порід складена голоценовими алювіальними відкладами, які залягають на палеогенових і представлені пісками різнозернистими з прошарками мулу, торфу, суглинків і супісків (у верхній частині) різних фаціальних різновидів потужністю 15–25 м. Ґрунтові води в алювіальних відкладах залягають на глибині

від 0,5 м до 2,0–3,0 м. Живлення водоносного горизонту здійснюється за використання атмосферних опадів, інших водоносних горизонтів, зокрема притоку з боку тераси з нищезалягаючих горизонтів. Води горизонту прісні, переважно гідрокарбонатні кальцієві.

Третя надзаплавна тераса складена товщею, переважно піщаною, середньонеоплейстоценового алювію, перекритого з поверхні елювіально-делювіально-еоловими піщаними відкладами та лесовидними суглинками і супісками. Алювіальні піски є першими від поверхні заводненими відкладами на території надзапавної тераси. Води безнапірні, глибина їхнього залягання коливається в межах від 12,0 м до 30,0 м із напрямом потоку ґрунтових вод у бік заплави. Мінералізація води зазвичай не перевищує 1,0 г/дм³, у хімічному складі переважають гідрокарбонат-аніони та катіони кальцію і магнію.

Ґрунтовий покрив території ділянки досліджень у межах надзапавної тераси представлено переважно дерново-підзолистими піщаними і глинисто-піщаними, світло-сірими та сірими опідзоленими супіщаними і легкосуглинковими ґрунтами на давньоалювіальних і лесових породах. На заплаві поширені лучні, дернові оглеєні супіщані в поєднанні з лучно-болотними і торфово-болотними ґрунтами на сучасних алювіальних відкладах.

Крім річки Дніпро, поверхневими водними об'єктами в адміністративних межах громади є р. Прірва, численні протоки, заплавні озера (Ревочі, Островки, Плоске, Піщане та ін.), викопні та руслові ставки, меліоративні осушувальні і зрошувальні канали, а також скидний канал БСА.

Результати дослідження та їх обговорення. *Оцінка впливу мулових полів на екологічний стан земельних ресурсів і вод на території Золочівської сільської ради.* Найбільш істотний негативний вплив мулових полів БСА на екологічний стан земельних ресурсів пов'язаний, насамперед, із забрудненням ґрунтів важкими металами через використання мулів на сільськогосподарських землях, а також можливість інших несприятливих проявів ґрунтово-деградаційних процесів, спричинених наявністю та функціонуванням мулових полів. Тому необхідно актуалізувати дані щодо рівня забрудненості окремих територій раніше досліджених площ сільської ради, а також ділянок у межах села Гнідин, зокрема новоосвоюваних під житлову забудову. Потрібно оцінювати як показники забрудненості ґрунтів, так і їхні агрохімічні та фізико-хімічні властивості, ступінь засоле-

ності та солонцюватості, які істотно визначають сучасний стан земельних ділянок та їхню придатність як для проживання, так і для вирощування певних сільськогосподарських культур.

Визначено, що за гранулометричним складом приповерхнева товща ґрунтів представлена переважно піщано-супіщаними різновидами, рідше суглинками легкими, у межах заплави заторфованими. Ґрунти легкого механічного складу є відносно добре водопроникними, менш схильними до засолення й осолонцювання та забруднення, але більш потенційно уразливими щодо розмивання (ерозії) та винесення з них поживних речовин, особливо на схилених територіях.

За реакцією ґрунтового розчину випробувані ґрунти як у межах заплавних земель, так і на терасі, можуть бути віднесені до нейтральних або близьких до таких (рН від 6,3 до 7,2). Вміст гумусу у випробуваних дерново-підзолистих ясно-сірих і сірих опідзолених ґрунтах прилеглих до мулових полів земель низький (1,1–2,0%) [17]. Для заплавних ґрунтів характерні вищі значення вмісту гумусу (від підвищеного до дуже високого).

Практично по всіх точках випробування ґрунти характеризуються низьким вмістом сполук рухомого калію (до 80 мг/кг K₂O за методом Кірсанова [17]). Найкраще обстежені ґрунти забезпечені рухомим фосфором: вміст його від середнього (P₂O₅ 51 – 100 мг/кг) до дуже високого (P₂O₅ більше 250 мг/кг) у межах сільськогосподарських земель на терасі за оптимальних значень 150–200 мг/кг.

За результатами дослідження вмісту легкорозчинних солей у ґрунтовій приповерхневій товщі як заплавні, так і плакорні ґрунти в межах обстежених ділянок класифікуються, згідно з [18], як незасолені, причому як за сумою всіх легкорозчинних солей, так і за вмістом токсичних солей. Орний шар ґрунту на сільськогосподарських землях у районі мулових полів характеризується загалом невисоким вмістом солей (від 0,009% до 0,027%), зокрема токсичних (від 0,004% до 0,016%). На території заплави в межах населеного пункту з поверхні ґрунтовий шар містить трохи більшу кількість легкорозчинних солей: від 0,016% до 0,093% (загальна кількість) і від 0,005% до 0,053% (токсичні солі).

Сума обмінних катіонів у шарі 0–25 см або 0–10 см коливається по площі земельної ділянки від 3,8 мекв/100 г ґрунту до 26,5 мекв/100 г ґрунту. Серед обмінних катіонів обстежених ґрунтів на всіх полях земельного масиву домінує увібраний кальцій, частка

якого складає від 59,8% до 86,6% від суми всіх катіонів. За вмістом увібраного натрію (до 0,43% від ємності поглинання) основні типи ґрунтів на дослідженій ділянці є несолонцюватими. Те ж саме стосується і можливої вторинної (іригаційної) солонцюватості раніше зрошуваних ґрунтів [19]. Водночас слід врахувати, що підвищений вміст обмінного магнію (понад 20% від ємності ґрунтового вбирного комплексу), що відмічено на понад половині точок випробування ґрунту, за окремими підходами [20], може несприятливо впливати на родючість ґрунту.

Результати розрахунків основних показників екологічного стану ґрунтового покриву території досліджень щодо її забруднення важкими металами за точками випробування наведено в таблиці 1. Значення розрахункових показників у межах сільськогосподарських земель поблизу мулових полів підтверджують виявлену раніше загальну тенденцію щодо підвищеного вмісту низки важких металів, які входять до геохімічної асоціації основних елементів забруднення мулів стічних вод (Zn, Cd, Hg, Cr, Cu, Pb).

Так, зокрема, коефіцієнт перевищення концентрації валового вмісту цинку над фоновим значенням у ґрунтах району робіт по окремих точках змінюється від 1,12 до 3,10 за величини $K_{k(\text{фон})}$ 0,17–3,10, причому перевищення фоновому валового вмісту зафіксовано лише в точках на сільськогосподарських угіддях, які раніше удобрювалися мулом. Те ж саме стосується і міді, по якій коефіцієнт перевищення над фоном для валового вмісту по більшості точок випробування більше 1,0 (1,6–4,5). Ще більша кількість перевищень фону в межах оброблюваних раніше земель терасового агроландшафту характерна для кадмію, свинцю (шість із семи точок) і для хрому (по всіх семи точках), причому по двох останніх елементах незначне перевищення фонових значень валового вмісту зафіксовано і на заплавної території (точки 3, 4 – по Pb і Cr).

Перевищення фону, іноді досить суттєве, фіксується по точках випробувань і за вмістом рухомих форм важких металів, зокрема Fe, Zn, Cu, Cr, Cd, меншою мірою Mn, Pb, Ni, хоча в цьому випадку проблемним є питання визначення фоновому вмісту. Вищі значення, зокрема й аномальні, $K_{k(\text{рух})}$ характерні для терасової частини території досліджень, за виключенням заліза, вміст рухомих форм якого у межах заплави значно більший, що пов'язано з природними умовами і гідроморфним режимом формування ґрунтів на територіях, які періодично зазнають затоплення.

Для деяких елементів (Zn, Cu, Cr, Pb) по окремих точках у межах сільськогосподарських угідь у районі розташування мулових полів зафіксовано перевищення значень їхнього валового вмісту, а також вмісту рухомих форм (Zn, Cu) величин гранично допустимих концентрацій. Коефіцієнт концентрації відносно ГДК або коефіцієнт екологічної небезпеки $K_{k(\text{ГДК})}$ за валовим вмістом Zn на ділянках терасової рівнини становить 0,2–1,9 (на заплаві 0,1–0,4), а за вмістом рухомих форм – 0,03–2,63 і 0,03–0,25 відповідно. Коефіцієнт перевищення ГДК по міді за валовим вмістом становить 1,1–1,6, а за рухомими формами – 3,0–6,2. Валовий вміст свинцю перевищує ГДК даного елемента в 1,1–1,2 рази в трьох точках, а хрому – у п'яти точках із семи – в 1,2–2,6 рази.

Усереднені значення вмісту важких металів і розрахункові показники за ними для заплавної території і сільськогосподарських угідь поблизу мулових полів свідчать про їх превалюючі величини для останніх практично за всіма елементами, окрім Fe і Mn (рухомі форми), а також про перевищення фонових значень і ГДК узагальнено теж лише для площ, що раніше зазнали забруднень муловими відкладами. Так, усереднений коефіцієнт перевищення концентрації відносно фоновому вмісту $K_{k(\text{фон})}$ за валовими формами становить для Zn–1,43, Pb–1,78, Cu–2,14, Cr–3,28, Cd–5,33. Перевищення значень ГДК за валовим вмістом фіксується для міді ($K_{k(\text{ГДК}) \text{ Cu}}=1,34$) і хрому ($K_{k(\text{ГДК}) \text{ Cr}}=1,64$), а за рухомими формами для цинку ($K_{k(\text{ГДК})}=1,37$) і міді ($K_{k(\text{ГДК})}=3,28$), тобто за основними елементами – забруднювачами мулів.

У контексті поділу ґрунтів за ступенем забруднення важкими металами, згідно з існуючими класифікаціями [17, 20–22], за валовим вмістом важких металів до слабозабруднених (вміст елемента-токсиканта не перевищує ГДК, але вищий за природний фон) можна віднести ґрунти в точках 8 (за Zn, Cd, Pb, Cu), 9 – за Cd, 10 – за Cr, 11 – за Cr, Cd, Pb, 12 – за Pb, Cd, Cu, 13 і 14 – за Cd, до середньозабруднених (перевищення ГДК в 1–3 рази) – у точках 8 – за Cr, 9 – за Zn, Pb, Cu, Cr, 13 – за Zn, Pb, Cu, Cr і 14 – за Zn, Pb, Cu, Cr.

Слід зазначити, що згідно з [14] виділяють різні рівні забруднення залежно від перевищення валового вмісту важких металів фонових значень: від слабого (1–2 фони) до дуже високого (перевищення фону в сім і більше разів). За таким підходом, наприклад за Zn слабкий рівень забруднення відмічено в точках 8, 13, 14,

1. Геохімічні показники ступеня забруднення приповерхневого шару ґрунтів важкими металами в межах ділянок досліджень на території Золочівської сільської ради

Хімічний елемент	Геохімічні показники	Номер точки випробовування													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Zn	C _в , мг/кг	27,0	10,0	39,0	38,0	17,0	11,0	13,0	67,0	186,0	18,0	44,0	57,0	113,0	114,0
	C _р , мг/кг	5,85	1,78	2,23	0,74	1,99	3,95	0,94	30,3	60,6	0,75	8,93	32,4	50,3	37,1
	C _р , %	21,7	17,8	5,7	1,90	11,7	35,9	7,2	45,2	32,6	4,20	20,3	56,8	44,5	32,5
	K _{к(фон)}	0,45	0,17	0,65	0,63	0,28	0,18	0,22	1,12	3,10	0,30	0,73	0,95	1,88	1,90
	Kк _{в(ГДК)}	0,27	0,10	0,39	0,38	0,17	0,11	0,13	0,67	1,86	0,18	0,44	0,57	1,13	1,14
	Kк _{р(ГДК)}	0,25	0,08	0,10	0,03	0,09	0,17	0,04	1,32	2,63	0,03	0,39	1,41	2,19	1,61
Pb	C _в , мг/кг	8,0	< 4,0	10,0	16,0	13,0	< 4,0	8,0	25,0	38,0	11,0	21,0	20,0	34,0	38,0
	C _р , мг/кг	0,44	0,07	0,27	0,11	0,06	0,01	0,36	0,64	0,53	0,18	0,11	0,40	0,40	0,83
	C _р , %	5,50	< 1,75	2,70	0,69	0,46	< 0,25	4,50	2,56	1,39	1,64	0,52	2,00	1,18	2,18
	K _{к(фон)}	0,53	< 0,27	0,67	1,07	0,87	< 0,27	0,53	1,67	2,53	0,73	1,40	1,33	2,27	2,53
	Kк _{в(ГДК)}	0,25	< 0,13	0,31	0,50	0,41	< 0,13	0,25	0,78	1,19	0,34	0,65	0,62	1,06	1,19
	Kк _{р(ГДК)}	0,07	0,01	0,04	0,02	0,01	0,002	0,06	0,11	0,09	0,03	0,02	0,07	0,07	0,14
Cu	C _в , мг/кг	< 8,0	< 8,0	11,0	< 8,0	< 8,0	< 8,0	< 8,0	46,0	90,0	12,0	17,0	32,0	57,0	76,0
	C _р , мг/кг	0,32	0,18	0,27	0,22	0,21	0,26	0,30	9,52	15,1	0,34	1,66	9,02	18,7	14,6
	C _р , %	< 4,0	< 2,25	2,45	< 2,75	< 2,62	< 3,25	< 3,75	20,7	16,78	2,83	9,76	28,19	32,80	19,21
	K _{к(фон)}	< 0,40	< 0,40	0,55	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	2,30	4,50	0,60	0,85	1,60	2,85	3,80
	Kк _{в(ГДК)}	< 0,14	< 0,14	0,20	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	0,84	1,64	0,22	0,31	0,58	1,04	1,38
	Kк _{р(ГДК)}	0,11	0,07	0,09	0,07	0,07	0,09	0,1	3,17	5,03	0,11	0,55	3,01	6,23	4,87
Cr	C _в , мг/кг	37,0	22,0	61,0	82,0	44,0	38,0	39,0	164,0	265,0	59,0	96,0	116,0	206,0	243,0
	C _р , мг/кг	0,26	0,09	0,80	0,42	0,37	0,31	0,16	4,56	4,67	0,33	0,55	4,28	4,49	4,72
	C _р , %	0,70	0,41	1,31	0,51	0,84	0,82	0,41	2,78	1,76	0,56	0,57	3,69	2,18	1,94
	K _{к(фон)}	0,70	0,44	1,22	1,64	0,88	0,76	0,78	3,28	5,30	1,18	1,92	2,32	4,12	4,86
	Kк _{в(ГДК)}	0,37	0,22	0,61	0,82	0,44	0,38	0,39	1,64	2,65	0,59	0,9	1,16	2,06	2,43
	Kк _{р(ГДК)}	0,04	0,02	0,13	0,07	0,06	0,05	0,03	0,76	0,78	0,05	0,09	0,71	0,75	0,77

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Cd	Св*, мг/кг	0,12	0,07	0,25	0,46	0,30	0,10	0,07	2,00	2,00	0,20	1,30	2,00	2,00	1,90
	Ср, мг/кг	0,012	0,007	0,025	0,046	0,029	0,010	0,007	0,393	0,390	0,040	0,268	0,392	0,390	0,385
	Ср*, %	12	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20	20	20	20
	Кк *(фон)	0,40	0,23	0,83	1,53	1,00	0,33	0,23	6,67	6,67	0,67	4,30	6,67	6,67	6,33
	Ккв*(ГДК)	0,04	0,02	0,08	0,15	0,10	0,03	0,02	0,67	0,67	0,07	0,43	0,67	0,67	0,63
	Ккр(ГДК)	0,02	0,01	0,04	0,08	0,05	0,02	0,01	0,5	0,65	0,067	0,45	0,65	0,65	0,64
Ni	Св, мг/кг	< 8,0	12,0	< 8,0	< 8,0	< 8,0	< 8,0	10,0	< 8,0	22,0	< 8,0	< 8,0	< 8,0	< 8,0	12,0
	Ср, мг/кг	0,28	0,16	0,67	0,51	0,28	0,14	0,21	1,92	2,98	0,42	1,04	2,29	3,60	3,24
	Ср, %	< 3,5	1,33	< 8,38	< 6,38	< 3,5	< 1,75	2,1	< 24,0	13,54	< 5,25	< 13,0	< 16,12	< 45,0	27,0
	Кк (фон)	< 0,40	0,60	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	0,50	< 0,40	1,10	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	0,6
	Ккв(ГДК)	< 0,12	0,18	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12	0,15	< 0,12	0,34	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12	0,18
	Ккр(ГДК)	0,07	0,04	0,17	0,13	0,07	0,04	0,05	0,48	0,50	0,11	0,26	0,57	0,90	0,25
Co	Св, мг/кг	3,0	< 1,0	4,0	9,0	3,0	1,0	< 1,0	2,0	2,0	3,0	4,0	2,0	3,0	3,0
	Ср, мг/кг	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	Ср, %	< 3,33	< 10,0	< 2,5	< 1,11	< 3,33	< 10,0	< 10,0	< 5,0	< 5,0	< 3,33	< 2,5	< 5,0	< 3,33	< 3,33
	Кк (фон)	0,38	< 0,12	0,50	1,12	0,38	0,12	< 0,12	0,25	0,25	0,38	0,5	0,25	0,38	0,38
	Ккв(ГДК)	0,06	< 0,02	0,08	0,18	0,06	0,02	< 0,02	0,04	0,04	0,06	0,08	0,04	0,06	0,06
	Ккр(ГДК)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Mn	Св, мг/кг	178,0	54,0	166,0	469,0	171,0	64,0	93,0	239,0	291,0	333,0	289,0	289,0	243,0	258,0
	Ср, мг/кг	81,7	6,71	7,61	7,61	3,25	21,7	14,3	29,1	3,71	14,2	41,3	8,1	3,59	7,25
	Ср, %	45,90	12,42	4,58	1,62	1,90	33,91	15,38	12,18	1,27	4,26	14,29	2,80	1,48	2,81
	Кк (фон)	0,44	0,14	0,42	1,17	0,43	0,16	0,23	0,60	0,73	0,83	0,72	0,72	0,61	0,64
	Ккв(ГДК)	0,12	0,04	0,11	0,31	0,11	0,04	0,06	0,16	0,19	0,22	0,19	0,19	0,16	0,17
	Ккр(ГДК)	0,82	0,07	0,08	0,08	0,03	0,22	0,14	0,29	0,04	0,14	0,41	0,08	0,04	0,07
Fe	Св, мг/кг	8019	2167	13648	25802	10976	6490	2067	4551	7394	6716	7706	4120	5687	7304
	Ср, мг/кг	65,6	60,5	391,0	336,0	280,0	108,0	73,2	39,7	19,9	10,9	30,4	31,1	26,2	93,2
	Ср, %	0,82	2,79	1,65	1,30	2,55	1,66	3,54	0,87	0,27	0,16	0,39	0,75	0,4	1,28
	Кк (фон)	0,44	0,12	0,76	1,43	0,61	0,36	0,11	0,46	0,74	0,67	0,77	0,41	0,57	0,73

Примітка. *Розраховано за визначеним вмістом рухомих форм з використанням встановленої [4] залежності валових концентрацій і концентрації обмінних рухомих форм Cd.

помірний – у точці 9; за Pb – слабкий – у точках 8, 11, 12, помірний – у точках 9, 13, і 14; за Cu – слабкий – у точці 12, помірний – у точках 8 і 13, середній – у точці 14, підвищений – у точці 9; за Cr – слабкий – у точках 10 і 11, помірний – у точці 12, середній – у точці 8, підвищений – у точках 13 і 14, високий – у точці 9; за Cd – підвищений – у точці 11, високий – у точках 8, 9, 12–14.

Враховуючи поліелементність забруднення ґрунту важкими металами, загальне забруднення оцінено за величиною показника сумарного забруднення відносно ГДК ($Z_{ГДК}$) [6]:

$$Z_{ГДК} = \sum C_i / ГДК_i - (n - 1), \quad (1)$$

де C_i – аномальний вміст певного елемента, $C_i > ГДК$;

ГДК – гранично допустима концентрація певного елемента;

n – кількість хімічних елементів з $C/ГДК > 1$.

Так, для точки 9, де відмічається перевищення ГДК валового вмісту по чотирьох елементах, $Z_{ГДК}$ дорівнює 4,3, тобто характеризує категорію сумарного забруднення як «помірно небезпечну» ($Z_{ГДК} = 2-5$). Такою ж самою категорією сумарне забруднення оцінюється і для точок 13 та 14, $Z_{ГДК}$, для яких дорівнює відповідно 2,3 і 3,1.

Якщо порівнювати зафіксовані значення рухомих форм металів у точках з ГДК, то за $K_{К(ГДК)}$ до середньозабруднених можна віднести поверхневі відклади в точках 8, 9, 12–14 за Zn, а до сильнозабруднених у цих же точках – за Cu.

Враховуючи, що для земель поблизу мулових полів №1 і №3 БСА в межах Золочівської сільської ради, забруднених мулами стічних вод, проведеними дослідженнями 2018 р. доведено, що геохімічні асоціації металів – забруднювачів у поверхневих відкладах загалом відповідають раніше встановленим, у тому числі за $K_{К(фон)}$ і $K_{К(ГДК)}$ [3, с. 99]. Тому враховуючи, що за останніх досліджень у ґрунтах вміст срібла, який є найпоширенішим і найбільшим (за показником $K_{К(фон)}$) елементом – забруднювачем, не визначався, проте є відносно стабільним, за базовий рівень поліелементного забруднення ґрунтів за сумарним показником Z_c , як ступеня впливу мулових полів, можна з достатньою вірогідністю прийняти дані попереднього еколого-геохімічного картування за цим показником (рис. 1).

Результати хімічного аналізу проб води з поверхневих і підземних водних об'єктів свідчать, що випробувані поверхневі води на території с. Гнідин (заплавна частина ділянки

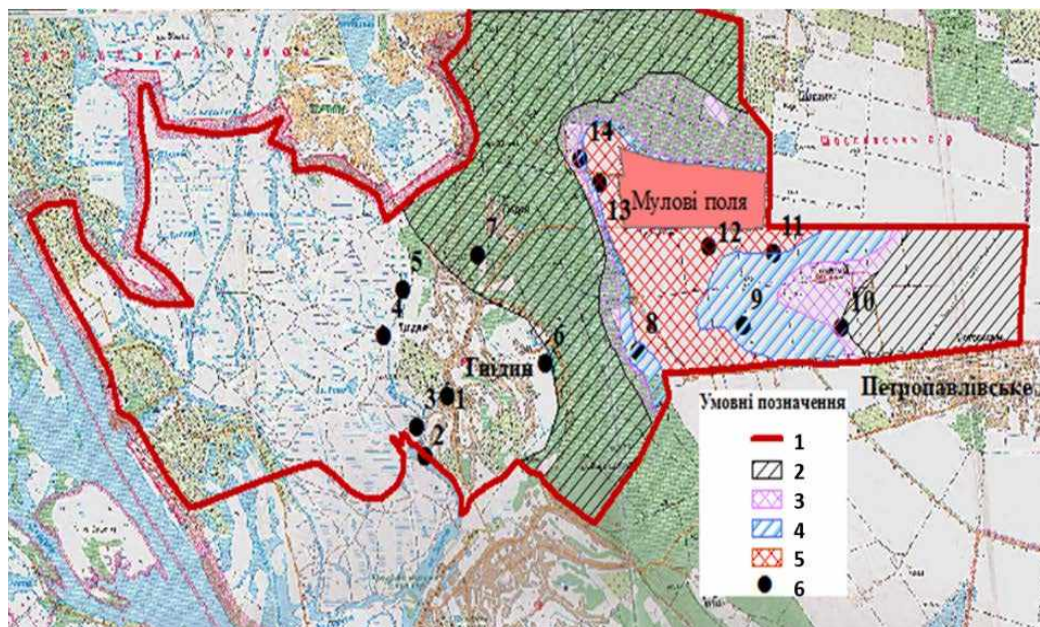


Рис. 1. Рівень забруднення поверхневого шару ґрунтів важкими металами на прилеглих до мулових полів № 1 і № 3 БСА землях Золочівської сільської громади:

- 1 – межі території оцінювання; 2–5 – рівні забруднення ґрунту за сумарним показником забруднення (Z_c) за [4]: 2 – фоновий та допустимий ($Z_c < 16$);
- 3 – помірно небезпечний ($Z_c = 16-32$); 4 – небезпечний ($Z_c = 32-128$);
- 5 – надзвичайно небезпечний ($Z_c > 128$); 6 – контрольні точки випробування ґрунтів у 2018 р. та їхні номери

досліджень) характеризуються підвищеним вмістом азоту нітритного й амонійного, заліза, мангану та міді. За екологічною класифікацією згідно з [23] погіршується якість води до категорії слабкозабруднених (за міддю), помірно забруднених (за азотом нітритним і залізом), брудних або дуже брудних (за азотом амонійним і манганом). Практично ці ж самі хімічні сполуки та компоненти перевищують нормативні значення (для питних вод) і в підземних водах на ділянці поблизу мулових полів, що може бути пов'язано з впливом останніх, а також слугувати чинником погіршення якості ґрунтових і поверхневих вод на території с. Гнідин, у бік якого розвантажуються ґрунтовий потік.

Обґрунтування можливих збитків, зумовлених забрудненням ґрунтів.

Функціонування мулових полів БСА в адміністративних межах Золочівської сільської громади створює постійну потенційну загрозу для навколишнього природного середовища та населення, а спричинене застосуванням мулів стічних вод в якості органічних добрив на сільськогосподарських угіддях забруднення ґрунтів небезпечними речовинами, насамперед важкими металами, знижує ефективність або унеможливорює сільськогосподарське використання земель, може негативно впливати на показники здоров'я населення в осередках забруднення [6, 8, 15], а також призводити до погіршення екологічного стану підземних вод і поверхневих водних об'єктів.

Площа сільськогосподарських земель поблизу мулових полів № 1 і №3 із надзвичайно небезпечним рівнем забруднення ґрунтів ($Z_c > 128$) становить (разом із санітарно-захисною зоною) орієнтовно близько 300 га, з небезпечним рівнем забруднення ($Z_c = 32-128$) – не менше як 260 га, з помірно небезпечним рівнем ($Z_c = 16-32$) – близько 140 га, а також не менше 200 га в межах умовно природних ландшафтів (лісового масиву) (рис. 1). Отже, значну частину земель, враховуючи рівень їх сумарного поліелементного забруднення важкими металами, не слід використовувати для сільськогосподарського виробництва, зокрема вирощування сільськогосподарських культур (близько 300 га) або ж використовувати лише для вирощування технічних культур нехарчового застосування (понад 250 га) з отриманням на забруднених угіддях більш низьких урожаїв, порівняно з незабрудненими землями. Неможливість або часткова обмеженість використання земельних ділянок, забруднених важкими металами, за цільовим призначенням нано-

суть певну шкоду або збитки власникам цих земель.

Визначення розмірів збитків, зумовлених забрудненням земель, яке включає накопичення в ґрунтах, а також у ґрунтових водах внаслідок антропогенного впливу важких металів та інших небезпечних речовин, вміст яких перевищує природний фон, має базуватися на чинних нормативно-правових актах щодо методик визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земель, розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів, оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру тощо [24–28].

Враховуючи, що на ділянці досліджень фактично встановленим, у тому числі за результатами інструментально-лабораторних вимірювань і контролю, є забруднення приповерхневого шару ґрунтів важкими металами, для оцінювання пов'язаних з цим можливих збитків доцільно використовувати положення «Порядку визначення та відшкодування збитків власникам землі і землекористувачам» [28] та методичні підходи, викладені в Методиці [24], яка встановлює порядок розрахунку розмірів відшкодування шкоди через забруднення земель хімічними речовинами і поширюється на всі землі України, незалежно від їх категорії та форми власності.

Відповідно до [28] збитки від забруднення земель можна розглядати, зокрема, як неодержані доходи із земельних ділянок через погіршення якості землі або приведення її у непридатність для використання за цільовим призначенням у результаті негативного впливу, спричиненого діяльністю підприємств, організацій тощо. У даному контексті оцінено неодержані прибутки унаслідок забруднення ґрунтів. Так, для ділянок із надзвичайно небезпечним рівнем забруднення ґрунтів площею близько 300 га (без урахування забрудненої площі, зайнятої безпосередньо муловими полями) за середнього прибутку від вирощування сільськогосподарських культур 5500 грн/га орієнтовна величина шкоди через необхідність виключення земель такого рівня забруднення із сільськогосподарського використання складає 1,65 млн грн у рік. Для земель із небезпечним рівнем забруднення (≈ 260 га) пов'язане з останнім зниження врожайності (в середньому на 20%) зумовлює загальну величину недоотриманого прибутку в розмірі близько 300 тис. грн/рік.

Згідно з методикою [24] основою розрахунків розміру шкоди від забруднення земель є нормативна грошова оцінка земельної ділянки, яка зазнала забруднення. Розмір шкоди від забруднення земель визначається за формулою :

$$P_{\text{ш}} = A \times \Gamma_{\text{ОЗ}} \times P_{\text{д}} \times K_3 \times K_{\text{н}} \times K_{\text{ЕГ}} \quad (2)$$

де $P_{\text{ш}}$ – розмір шкоди від забруднення земель, грн;

A – питомі витрати на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки, значення його дорівнює 0,5;

$\Gamma_{\text{ОЗ}}$ – нормативна грошова оцінка земельної ділянки, що зазнала забруднення, грн/кв.м;

$P_{\text{д}}$ – площа забрудненої земельної ділянки, кв.м;

K_3 – коефіцієнт забруднення земельної ділянки, що характеризує кількість забруднюючої речовини в об'ємі забрудненої землі залежно від глибини просочування;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт небезпечності забруднюючої речовини, значення якого визначається за додатком 1 з [24];

$K_{\text{ЕГ}}$ – коефіцієнт еколого-господарського значення земель, який визначається за додатком 2 з [24].

Нижче наведено розрахунок розміру шкоди від забруднення земель в узагальненому вигляді для території з надзвичайно небезпечним і небезпечним рівнями забруднення за показником Z_c (рис. 1).

Загальна площа забрудненої території у першому випадку складає 300 га або 3 000 000 м². Більшість ділянок в її межах за цільовим призначенням – це землі для ведення особистого селянського господарства, основна агропромислова група ґрунтів – дерново-підзолисті та дернові неоглеєні і глеюваті глинисто-піщані ґрунти на піщаних відкладах. Відповідно усереднена грошова оцінка ($\Gamma_{\text{ОЗ}}$), з урахуванням проведеної в 2018 р. загальнонаціональної, прийнята на рівні 7,0 тис. грн/га або 0,7 грн/м².

Коефіцієнт забруднення земельної ділянки (K_3) з урахуванням того, що вміст забруднюючих речовин встановлювався за результатами інструментально-лабораторного контролю, прийнято рівним 2,0.

Коефіцієнт небезпечності забруднюючих речовин $K_{\text{н}}$ (Cd, Hg, Pb, Zn) становить 4,0, а коефіцієнт еколого-господарського значення земель $K_{\text{ЕГ}}$ для категорії земель сільськогосподарського призначення – 1,0.

За прийнятих значень показників:

$$P_{\text{ш(1)}} = 0,5 \times 0,7 \text{ грн/м}^2 \times 3\,000\,000 \text{ м}^2 \times 2 \times 4 \times 1 = 8,4 \text{ млн грн.}$$

На території з нижчим рівнем забруднення, загальна площа якої поблизу мулових полів становить близько 260 га, переважають ясно-сірі опідзолені супіщані ґрунти; цільовим призначенням розпайованих земель є ведення особистого селянського і підсобного сільськогосподарського виробництва, меншою мірою – індивідуального садівництва (згідно Публічної кадастрової карти України). Середня нормативна грошова оцінка земель із поширеною тут агропромисловою групою більш родючих ясно-сірих ґрунтів вища – 11 000 грн/га або 1,1 грн/м², $K_3=1,0$; $K_{\text{н}}=4,0$; $K_{\text{ЕГ}}=1,0$.

Відповідно, розмір шкоди від забруднення для оцінюваної частини території становитиме:

$$P_{\text{ш(2)}} = 0,5 \times 1,1 \text{ грн/м}^2 \times 2\,600\,000 \text{ м}^2 \times 1 \times 4 \times 1 = 5,72 \text{ млн грн.}$$

Отже, для кожної земельної ділянки, що зазнала забруднення ґрунтів, може бути визначено розмір пов'язаної з ним шкоди за наведеною вище формулою (2) розрахунку $P_{\text{ш}}$.

Висновки. Проведені дослідження стану забруднення ґрунтів на території с. Гнідин і на виокремлених, за даними виконаного раніше еколого-геохімічного картування ґрунтів [4], ділянках із різним рівнем забруднення сільськогосподарських земель поблизу мулових полів № 1 і № 3 БСА, підтвердили наявність у межах останніх зафіксованого раніше підвищеного вмісту, порівняно з фоновим, для низки важких металів, які входять до геохімічної асоціації основних елементів забруднення мулів стічних вод (Cu, Hg, Cr, Pb, Cd, Zn), причому як за їх валовим вмістом, так і за вмістом рухомих форм, що свідчить про відсутність або надзвичайно повільний процес природного самоочищення ґрунтів від важких металів у забруднених агроландшафтах. Для низки елементів – забруднювачів (Zn, Cu, Cr, Pb) по окремих точках у межах сільськогосподарських угідь у районі розташування мулових полів зафіксовано перевищення значень їхнього валового вмісту, а також вмісту рухомих форм (Zn, Cu) гранично допустимих концентрацій. Коефіцієнт концентрації відносно ГДК за валовим вмістом Zn на обстежених ділянках становить 0,2–1,9, а за вмістом рухомих форм 0,03–2,63, по міді відповідно 1,1–1,6 і 3,0–6,2. Валовий вміст свинцю перевищує ГДК даного елемента в 1,1–1,2 рази в трьох точках, а хрому – у п'яти точках із семи – в 1,2–2,6 рази.

Усереднені значення вмісту важких металів для заплавлених територій (населений пункт) і сільськогосподарських угідь поблизу мулових полів свідчать про їх превалюючі величини для останніх практично за всіма елементами, окрім Fe і Mn (рухомі форми), а також про перевищення фонових значень і ГДК узагальнено теж лише для площ, які раніше зазнали забруднень муловими відкладами. Так, усереднений коефіцієнт перевищення концентрації відносно фонового вмісту $K_{к(фон)}$ за валовими формами становить для Zn-1,43, Pb-1,78, Cu-2,14, Cr-3,28, Cd-5,33. Перевищення значень ГДК за валовим вмістом фіксується для міді в 1,3 рази і хрому в 1,6 рази, а за рухомими формами для Zn і Cu в 1,4 і 3,3 рази відповідно.

Як заплавні (територія населеного пункту), так і плакорні ґрунти сільгоспугідь у межах обстежених ділянок класифікуються як незасолені та несолонцюваті. Водночас підвищений вміст обмінного магнею (понад 20% від ємності ґрунтового вбирного комплексу) може несприятливо впливати на родючість останнього.

Підвищені мінералізація та вміст амонію і нітратів у ґрунтових водах (на дні піщаного

кар'єру) поблизу мулових полів можуть бути пов'язані з впливом мулових вод і спричинювати погіршення якості підземних вод у зоні їхнього транзиту та розвантаження, зокрема в межах с. Гнідин.

Площа сільськогосподарських земель поблизу мулових полів № 1 і № 3 БСА з надзвичайно небезпечним рівнем забруднення за сумарним показником забруднення важкими металами становить близько 300 га (не враховуючи 190,3 га площі мулових полів), а орієнтовна величина шкоди (неодержаний прибуток), через рекомендації виключення земель такого рівня забруднення із сільськогосподарського використання, може складати 1,65 млн грн/рік. Територія з небезпечним рівнем забруднення охоплює площу близько 260 га з величиною недоотриманого прибутку через зниження врожайності близько 300 тис. грн/рік. Розпаювання забруднених земель, їх освоєння під сільськогосподарське використання та житлову забудову потребують постійного контролю за станом ґрунтів, водних ресурсів, вирощуваної продукції та здоров'я населення.

Бібліографія

1. Еколого-геохімічні дослідження мулових полів стічних вод та їхній вплив на довкілля прилеглих територій (на прикладі ділянки Гнідин). Клос В.Р та ін. *Пошукова та екологічна геохімія*. 2013. № 1(13). С. 34–43.
2. Геохімічний вплив земель, забруднених мулами стічних каналізаційних вод, на сільськогосподарські рослини / Клос В.Р. та ін. // Державне підприємство «Українська геологічна компанія». URL: <http://ukrgeol.com> (дата звернення: 19.08.2021).
3. Еколого-геохімічна оцінка ґрунтів Київської області, забруднених мулами стічних вод. Клос В.Р. та ін. *Геохімія та рудоутворення*. 2017. Вип. 38. С. 95–100.
4. Клос В.Р. Геохімічний вплив забруднених земель мулами стічних вод на рослинність. Державне підприємство «Українська геологічна компанія». URL: <http://ukrgeol.com> (дата звернення: 19.08.2021).
5. Корсун С.Г., Камінський В.Ф., Гамалей В.І. Екотоксикологічне обстеження сільських територій: методичні рекомендації. Київ : ВД «ЕКМО», 2010. 44 с.
6. Ґрунтово-геохімічне обстеження урбанізованих територій. Методичні рекомендації / Укладачі: Балюк С.А., Фатєєв А.І., Мірошніченко М.М. Харків : ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського» УААН, 2004. 54 с.
7. Методичні вказівки відбору проб ґрунту в зимовий період. ДП «Інститут охорони ґрунтів України» МінАП, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» НААН, ННЦ «Інститут агроєкології і природокористування НААН», ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ, 2018. 24 с.
8. Геохимия окружающей среды. Саєт Ю.Е. и др. Москва : Недра, 1990. 335 с.
9. Еколого-геохімічні дослідження впливу мулових полів стічних вод на довкілля прилягаючих територій (на прикладі геохімічних, гідрохімічних та геофізичних досліджень ділянки «Гнідин») / Клос В.Р. та ін. // Державне підприємство «Українська геологічна компанія». URL: <http://ukrgeol.com>. (дата звернення: 19.08.2021)
10. Регіональні геохімічні дослідження ґрунтів України в рамках міжнародного проекту з геохімічного картування сільськогосподарських та пасовищних земель Європи (GEMAS) / Клос В.Р. та ін. // *Пошукова та екологічна геохімія*. Київ : ІГФМ, №1. 2012. С. 51–67.
11. Єгорова Т.М. Фоновий вміст важких металів та його екологічна інформативність у ґрунтах агроландшафтів зони Українського Полісся. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2014. № 81. С. 65–72.

12. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / за ред. А.І. Фатєєва, Я.В. Пашенко. Харків, 2013. 117 с.
13. ВНД 33-5.5-06-99 Охорона водних, ґрунтових та рослинних ресурсів від забруднення важкими металами в умовах зрошення. Київ, 1999. 26 с.
14. Суцільний ґрунтово-агрохімічний моніторинг сільськогосподарських угідь України : керівний нормативний документ / за ред. О.О. Созінова, Б.С. Прістера. Київ, 1994. С. 52–54.
15. Земельні ресурси України / за ред. В.В. Медведєва, Т.М. Лактонової. Київ : Аграрна наука, 1998. 150 с.
16. Оптимізація мікроелементного живлення сільськогосподарських культур (рекомендації) / За ред. А.І. Фатєєва. Харків, 2012. 38 с.
17. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення: керівний нормативний документ / за ред. І.П. Яцука, С.А. Балюка. 2-ге вид. допов. Київ, 2019. 108 с.
18. ДСТУ 7827:2015 Якість ґрунту. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної засоленості. Київ : Держспоживстандарт України, 2016. 11 с. (Національний стандарт України)
19. ДСТУ 3866-99 Ґрунти. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості. Київ : Держстандарт України, 1999. 10 с. (Національний стандарт України)
20. ВБН 33-5.5-01-97 Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу, частина 1 – Зрошувані землі. Київ : Держводгосп України, 2002. 64 с.
21. Ведення сільськогосподарського виробництва у приватному секторі в умовах посиленого антропогенного впливу на навколишнє середовище / Мислива Т.М. та ін.; за ред. Т.М. Мисливої. Житомир, 2011. 50 с.
22. Патики В. П., Тараріко О. Г. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель: методично-нормативне забезпечення. Київ : Фітосоціоцентр, 2002. 296 с.
23. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Романенко В.Д. та ін. Київ : СИМВОЛ-Т, 1998. 28 с.
24. Методика визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства. Затверджено Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки 27.10.1997 р. № 171 (у редакції наказу Мінприроди 04.04.2007 р. № 149). Зареєстровано в Мінюсті 05.05.1998 р. за № 285/2725. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0285-98> (дата звернення: 19.08.2021).
25. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів. Затверджено Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України 20.07.2009р. № 389. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 травня 2021 р. за № 678/36300. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0767-09> (дата звернення: 19.08.2021).
26. Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру. Затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 15.02.2002 р. № 175. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/175-2002-п> (дата звернення: 19.08.2021).
27. Постанова Кабінету Міністрів України від 17 листопада 1997 р. № 1279 «Про розміри та Порядок визначення втрат сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва, які підлягають відшкодуванню». URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1279-97-п> (дата звернення: 19.08.2021).
28. Постанова Кабінету Міністрів України від 17.04.1993 р. № 284 «Про Порядок визначення та відшкодування збитків власникам землі та землекористувачам». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/284-93-п> (дата звернення: 19.08.2021).

References

1. Klos, V.R., Zhovynskiy, E.Ya., Akinfiev, H.A. & Amashukeli, Yu.A. (2013). Ekoloho-heokhimichni doslidzhennia mulovykh poliv stichnykh vod ta yikhonii vplyv na dovkillia prylyehlykh terytorii (na prykladi dilianky Hnidyn) [Ecological and geochemical studies of sewage sludge fields and their impact on the environment surrounding areas (for example areas of Gnidyn)]. Poshukova ta ekolohichna heokhimiia, 1(13), 34–43.
2. Klos, V.R., Zhovynskiy, E.Ya., Kriuchenko, N.O. & Prykhodko, M.V. (2016). Heokhimichni vplyv zemel, zabrudnenykh mulamy stichnykh kanalizatsiinykh vod, na silskohospodarski roslyny [Geochemical impact of lands contaminated with sewage sludge on agricultural plants]. Derzhavne pidpriemstvo «Ukrainska heolohichna kompaniia». Retrieved from <http://ukrgeol.com>

3. Klos, V.R., Zhovynskiy, E.Ya., Kriuchenko, N.O. & Prykhodko, M.V. (2017). Ekoloho-heokhimichna otsinka gruntiv Kyivskoi oblasti, zabrudnennykh mulamy stichnykh vod [Ecological and geochemical assessment of soils of Kyiv region contaminated with sewage sludge]. *Heokhimiia ta rudoutvorennia*, 38, 95–100.
4. Klos, V.R. (2016). Heokhimichniy vplyv zabrudnennykh zemel mulamy stichnykh vod na roslynnist [Geochemical impact of contaminated land mules wastewater vegetation]. *Derzhavne pidpriemstvo Ukrainka heolohichna kompaniia*. Retrieved from <http://ukrgeol.com>
5. Korsun, S.H., Kaminskyi, V.F., & Hamalei, V.I. (2010). Ekotoksykologichne obstezhennia silskykh terytorii: metodychni rekomendatsii [Ecotoxicological survey of rural areas: guidelines]. Kyiv : VD «EKMO».
6. NNTs IGA im. O.N. Sokolovskoho UAAN. (2004). Gruntovo-heokhimichne obstezhennia urbanizovanykh terytorii. Metodychni rekomendatsii [Soil and geochemical survey of urban areas. Guidelines]. Baliuk, S.A., Fatieiev, A.I., & Miroshnychenko, M.M. (Ed.). Kharkiv.
7. DP «Instytut okhorony gruntiv Ukrainy» MinAP, NNTs «Instytut gruntoznavstva ta ahrokhimii imeni O.N. Sokolovskoho» NAAN, NNTs «Instytut ahroekolohii i pryrodokorystuvannia NAAN» & NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN». (2018). Metodychni vkazivky vidboru prob gruntu v zymoviy period [Methodical instructions for soil sampling in winter]. Kyiv.
8. Saet, Yu.E., Revych, B.A., & Yanyn, E.P. (1990). Heokhymyia okruzhaiushchei sredy [Geochemistry of the environment]. Moskva: Nedra.
9. Klos, V.R., Zhovynskiy, E.Ya., Akinfiiev, H.O. (2014). Ekoloho-heokhimichni doslidzhennia vplyvu mulovykh poliv stichnykh vod na dovkillia pryliahaiuchykh terytorii (na prykladi heokhimichnykh, hidrokhimichnykh ta heofizychnykh doslidzhen dilianky «Hnidyn») [Ecological and geochemical studies of the impact of sludge fields of wastewater on the environment of adjacent areas (on the example of geochemical, hydrochemical and geophysical studies of the site «Gnidyn»)]. *Derzhavne pidpriemstvo «Ukrainska heolohichna kompaniia»*. Retrieved from <http://ukrgeol.com>
10. Klos, V.R., Birke, M., Zhovynskiy, E.Ya. (2012) Rehionalni heokhimichni doslidzhennia gruntiv Ukrainy v ramkakh mizhnarodnoho proektu z heokhimichnoho kartuvannia silskohospodarskykh ta pasovyshchnykh zemel Yevropy (GEMAS) [Regional geochemical studies of soils of Ukraine within the framework of the international project on geochemical mapping of agricultural and pasture lands of Europe (GEMAS)]. Kyiv: IHFM, 1, 51–67.
11. Yehorova, T.M. (2014). Fonovyi vmist vazhkykh metaliv ta yoho ekolohichna informatyvniest u gruntakh ahrolandshaftiv zony Ukrainskoho Polissia [Background content of heavy metals and its ecological informativeness in soils of agrolandscapes of the zone of Ukrainian Polissya]. *Ahrokhimiia i hruntoznavstvo*, 81, 65–72.
12. Fatieiev, A.I., & Pashchenko, Ya.V. (Ed.) (2013). Fonovyi vmist mikroelementiv u gruntakh Ukrainy [Background content of microelements in the soils of Ukraine] Kharkiv.
13. Okhorona vodnykh, hruntovykh ta roslynnykh resursiv vid zabrudnennia vazhkymy metalamy v umovakh zroshennia [Protection of water, soil and plant resources from heavy metal pollution under irrigation]. (1999). VND 33-5.5-06-99. Kyiv.
14. Sozinov, O.O., & Prister, B.S. (Ed.). (1994). Sutsilnyi gruntovo-ahrokhimichniy monitorynh silskohospodarskykh uhid Ukrainy : kerivnyi normatyvnyi dokument [Continuous monitoring of soil and agrochemical agricultural land in Ukraine: regulatory document management]. Kyiv, 52–24.
15. Medvediev, V.V., & Laktonov, T.M. (Ed.). (1998). Zemelni resursy Ukrainy [Land resources of Ukraine]. Kyiv : Ahrarna nauka.
16. Fatieiev, A.I. (Ed.). (2012). Optyimizatsiia mikroelementnoho zhyvlennia silskohospodarskykh kultur (rekomendatsii) [Optimization of microelement nutrition of agricultural crops (recommendations)]. Kharkiv.
17. Yatsuk, I.P. & Baliuk, S.A. (Ed.). (2019). Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospodarskoho pryznachennia: kerivnyi normatyvnyi dokument [The methodology of agrochemical certification of agricultural land: a regulatory document management]. Kyiv.
18. Yakist gruntu. Klasyfikatsiia gruntiv za stupenem vtorynnoi zasolenosti [The quality of the soil. Classification of soils according to the degree of secondary salinity]. (2016). DSTU 7827:2015. Natsionalnyi standart Ukrainy. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy.
19. Grunty. Klasyfikatsiia gruntiv za stupenem vtorynnoi solontsiuvatosti. [Soils. Classification of soils according to the degree of secondary salinity]. (1999). DSTU 3866-99. Natsionalnyi standart Ukrainy. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy.

20. Orhanizatsiia i vedennia ekoloho-melioratyvnoho monitorynhu, chastyna 1 – Zroshuvani zemli [Organization and conduct of ecological and reclamation monitoring, part 1 – Irrigated lands]. (2002). VBN 33-5.5-01-97. Kyiv : Derzhvodhosp Ukrainy.

21. Myslyva, T.M. (2011). Vedennia silskohospodarskoho vyrobnytstva u pryvatnomu sektori v umovakh posylenoho antropohennoho vplyvu na navkolishnie seredovyshe [Agricultural production in the private sector in terms of enhanced human impact on the environment]. T.M. Myslyvoi (Ed.). Zhytomyr.

22. Patyka, V.P., & Tarariko, O.H. (2002). Ahroekolohichni monitorynh ta pasportyzatsiia silskohospodarskykh zemel: metodychno-normatyvne zabezpechennia [Agroecological monitoring and certification of agricultural lands: methodological and regulatory support]. Kyiv : Fitosotsiotsentr.

23. Romanenko, V.D. (1998). Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnyimi katehoriiami [Methods of ecological assessment of surface water quality by relevant categories]. Kyiv : SYMVOL-T.

24. Metodyka vyznachennia rozmiriv shkody, zumovlenoi zabrudnenniam i zasmichenniam zemelnykh resursiv cherez porushennia pryrodookhoronnoho zakonodavstva [Method of determining the amount of damage caused by pollution and contamination of land resources for violating environmental laws]. (1997). Zareiestrovano v Miniusti 05.05.1998 r. za № 285/2725. Retrieved from URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0285-98>

25. Metodyka rozrakhunku rozmiriv vidshkoduvannia zbytkiv, zapodiianykh derzhavi vnaslidok porushennia zakonodavstva pro okhoronu ta ratsionalne vykorystannia vodnykh resursiv [Methods of calculating the amount of compensation for damages caused to the state as a result of violation of legislation on protection and rational use of water resources.]. (2009). Zareiestrovano v Miniusti 21.05.2021r. za №678/36300. Retrieved from URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0767-09>

26. Metodyka otsinky zbytkiv vid naslidkiv nadzvychnykh sytuatsii tekhnogennoho i pryrodnoho kharakteru [Methods of assessing damage from emergency situations of technogenic and natural character]. (2002). Zatverdzhena postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 15.02.2002 r. № 175. Retrieved from URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/175-2002-p>

27. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy «Pro rozmiry ta Poriadok vyznachennia vtrat silskohospodarskoho i lisohospodarskoho vyrobnytstva, yaki pidliahaiut vidshkoduvanniu» [About the sizes and the Procedure for definition of losses of agricultural and forestry production which are subject to compensation]: pryiniaty 17 lystopada 1997 r. № 1279. Retrieved from URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1279-97-p>

28. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy «Pro Poriadok vyznachennia ta vidshkoduvannia zbytkiv vlasnykam zemli ta zemlekorystuvacham.» [On the procedure for determining and compensating losses to land owners and land users]: pryiniaty 17.04.1993 r. № 284. Retrieved from URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/284-93-p>

М.В. Яцюк, А.Н. Шевченко, Р.П. Боженко, С.Н. Лютицкий

Влияние иловых полей Бортнической станции аэрации на экологическое состояние земельных и водных ресурсов прилегающих территорий

Аннотация. В статье отражены результаты исследований по оценке экологического состояния земель вблизи иловых полей №1 и №3 Бортнической станции аэрации на территории Золочевской сельской общины Бориспольского района Киевской области. Подтверждено наличие в пределах выделенных вблизи иловых полей участков зафиксированного ранее повышенного содержания тяжелых металлов в почвах по сравнению с фоновым, как по их валовому содержанию, так и по содержанию подвижных форм. Для элементов – загрязнителей (Zn, Cu, Cr, Pb) по отдельным точкам в пределах сельскохозяйственных угодий зафиксировано превышение значений их валового содержания и содержания подвижных форм (Zn, Cu) предельно допустимых концентраций в 1,1–6,2 и 1,1–2,6 раза соответственно. Усредненные значения содержания тяжелых металлов для пойменных территорий (населенный пункт) и сельскохозяйственных угодий вблизи иловых полей свидетельствуют об их преобладающих величинах для последних практически по всем элементам, а также о превышении фоновых значений и предельно допустимых концентраций именно для земель, на которые раньше вносили в качестве удобрений иловые отложения. В пределах обследованных участков почвы классифицируются как незасоленные и несолонцеватые, однако повышенное содержание обменного магния может неблагоприятно влиять на плодородие почвы. Вблизи иловых полей наблюдаются повышенные минерализация и содержание аммония и нитратов в грунтовых водах, что очевидно связано с влиянием иловых вод и может привести к ухудшению качества подземных вод в зоне их транзита и разгрузки, в частности в пределах с. Гнидин.

Площадь земель с чрезвычайно опасным уровнем загрязнения по суммарному показателю загрязнения тяжелыми металлами составляет около 300 га, с опасным уровнем загрязнения – 260 га, а ориентировочная величина ущерба от недополучения урожая может составлять 1,65 млн грн/год и 0,30 млн грн/год соответственно. В рамках прилегающих к иловым полям территорий должен осуществляться постоянный контроль за состоянием почв, водных ресурсов, выращенной продукции и здоровья населения, особенно в условиях освоения загрязненных земель под сельскохозяйственное использование или жилую застройку.

Ключевые слова: водно-экологические риски, почвы, грунтовые воды, загрязнения, пойма, земельные ресурсы, оросительная система, иловые поля.

M.V. Yatsiuk, A.M. Shevchenko, R.P. Bozhenko, S.M. Lyutnitsky
The effects of silt fields of Bortnytska aeration station on ecological state of land and water in the adjacent areas

Abstract. The article highlights the results of research on assessing the ecological state of the land near the silt fields №1 and №3 of Bortnytska aeration station in the Zolochiv village community of Boryspil district in Kyiv region. The presence of previously recorded increased content of heavy metals in soils compared to the background content, both in terms of their gross content and the content of mobile forms was confirmed within the certain areas near the silt fields. For the elements-pollutants (Zn, Cu, Cr, Pb) at some points within the agricultural land, exceeding the values of their gross content and the content of mobile forms (Zn, Cu) of the maximum permissible concentrations was recorded at 1,1–6.2 and 1,1 –2.6 times, respectively. The average values of heavy metals content for floodplains (settlement) and agricultural land near silt fields indicate their prevailing values for the latter in almost all elements, as well as exceeding the background values and maximum permissible concentrations for the land where silt deposits were previously applied as fertilizers. Within the surveyed areas, soils are classified as unsalted, but the increased content of exchangeable magnesium may adversely affect soil fertility.

Increased mineralization and content of ammonium and nitrates in groundwater are observed near silt fields, which is obviously related to the impact of silt water and can lead to deterioration of groundwater quality in the area of their transit and discharge, in particular within the village Gnidyn. The area of land with an extremely dangerous pollution rate in terms of total heavy metal is about 300 hectares, with a dangerous pollution rate is 260 hectares, and the estimated damage from crop failure may be 1,65 million UAH/year and 0,3 million UAH/year respectively. Within the areas adjacent to the silt fields, the condition of soils, water resources, cultivated products and the health of the population should be constantly monitored, especially when using the polluted land for agricultural use or housing.

Key words: water and ecological risks, soils, groundwater, pollution, floodplain, land resources, irrigation system, silt fields