

Екологічний моніторинг заповідних ділянок степової зони України

Язвинська М.В., Жук О.А.

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України

З метою проведення моніторингу вмісту групи хімічних елементів у ґрунтах степової ландшафтно-геохімічної зони досліджено сім заповідних ділянок. Сформульовані основні закономірності розподілу важких металів та їх рухомих форм залежно від фізико-хімічних властивостей ґрунтів цих заповідних територій, проведений екологічний моніторинг ґрунтів філіалів трьох заповідників (Українського степового природного, Луганського природного, Чорноморського біосферного). Розроблені методичні засади дослідження розподілу важких металів для визначення екологічного ризику територій.

Важливе значення у потенціалі України мають території, що, за визначенням Закону України "Про природно-заповідний фонд України", підлягають особливому нагляду – заповідники, як об'єкти загальнонаціонального значення – ділянки землі, водної поверхні та повітря над ними, де розташовані природні комплекси особливого природоохоронного, наукового, культурного, естетичного, рекреаційного та оздоровчого значення, які вилучені рішенням органів державної влади повністю або частково з господарського користування і для яких встановлений особливий режим охорони [1, 5].

Особливої актуальності на сучасному етапі бурхливого техногенного розвитку набуває питання про ступінь техногенного впливу на заповідні землі, про істинність існуючих еталонів для різних ландшафтно-геохімічних зон України.

В результаті фундаментальних багаторічних досліджень співробітниками відділу пошукової та екологічної геохімії Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України розроблені узагальнені підходи до оцінки ступеня екологічного ризику територій з різним антропогенним навантаженням [2, 3]. Визначено, що токсичність важких металів забезпечують передусім їх рухомі форми, здатні мігрувати та накопичуватись в об'єктах довкілля.

В межах попередніх проектів авторами проведено дослідження ґрунтів прилеглих до мегаполісу (м. Київ) рекреаційних територій лісостепової ландшафтно-геохімічної зони та зони мішаних лісів [3].

З метою проведення моніторингу вмісту деяких хімічних елементів у ґрунтах степової ландшафтно-геохімічної зони авторами досліджені п'ять заповідних ділянок – два філіали Українського степового природного заповідника НАН України: Хомутовський степ (рис. 1) [1, 9] та Кам'яні могили (рис. 2); два філіали Луганського природного заповідника НАН України: Станично-Луганський (рис. 3) і Стрільцівський степ (рис. 4) і три ділянки Чорноморського біосферного заповідника НАН України (рис. 5): ділянка на Кінбурському півострові Івано-Рибальчанський [4], дві приморських ділянки Потієвський, Ягорлицький Кут. Досліджені заповідні території належать до підзони північних степів Степової ландшафтно-геохімічної зони, переважно Ca^{2+} (кальцієвого) класу ландшафтів, за виключенням Чорноморського заповідника, який знаходиться у підзоні південних степів, $\text{Ca}^{2+} + \text{Na}^+$ (кальцієво-натрієвого) класу ландшафтів.

За результатами досліджень, проведених у заповіднику **Хомутовський степ** і викладених у роботі [9], авторами встановлено, що мінімальне та середнє значення валового вмісту хімічних елементів у ґрунтах території заповідника не перевищують ГДК [6], окрім значення вмісту свинцю, середнє значення якого перевищує ГДК у 1,8 разів. Мінімальне та середнє значення вмісту рухомих форм всіх досліджуваних металів вище, ніж встановлено попередніми дослід -



Рис. 1. Типові ландшафти заповідника "Хомутовський степ"



Рис. 2. Типові ландшафти заповідника "Кам'яні Могили"

женнями [1], коефіцієнт варіації значень вмісту рухомих форм досліджуваних елементів не перевищує 52%, найбільший середній вміст нітрат-йону спостерігається у чорноземах звичайних середньопотужних малогумусних на лесовидному суглинку. Це свідчить про те, що територія заповідника зазнає антропогенного впливу.

Заповідник "Кам'яні Могили" – ще одне відділення Українського степового природного заповідника НАН України – розташований на Приазовській височині, у верхів'ях р. Каратиш, притоку ріки Берда, на границі між Донецькою та Запорізькою обл., неподалік від с. Назарівка Володарського району. На сьогодні "Кам'яні Могили" має площу майже 400 га, з них майже 300 га входить до складу Донецької обл. й 100 га – до Запорізької [5].

Велика частина площі заповідника, біля 200 га, припадає на потужні скельні виходи граніту Азово-Подільського кристалічного масиву, що височіють над навколишнім степом, – найбільшої за площею інтрузії в Донбасі і Приазов'ї. Пасмо гір представлене Західною і Східною грядками з абсолютною висотою окремих вершин до 100 м (колись їх висота сягала 3–5 км). У заповіднику зручно проводити систематичне спостереження за вивітрянням кристалічних порід.

За ландшафтно-геохімічною зональністю [7] ландшафти заповідника "Кам'яні Могили" локалізуються на елювіо-делювії кристалічних порід – так звані приазовські ландшафти. За родовою класифікацією це лесові височини, схильні до ерозійних процесів, тому міграція хімічних елементів тут слабка і відбувається під час змиву ґрунтів. Ландшафти території характеризуються як здатні до самоочищення.

Заповідник знаходиться на площі підвищених рівнин, де відбувається висхідна та низхідна радіальна міграція хімічних елементів. Елементами накопичення є Mn, Co, Sn, елементами виносу – Pb, Zn, Ni.

Ґрунтоутворювальні породи представлені глинами та глинистими відкладами і суглинисто-щербенистими утвореннями на вивержених та метаморфічних породах.

Станично-Луганське відділення Луганського природного заповідника НАН України, або "Придинцівська заплава", розташоване на лівому березі р. Сіверський Донець, за 30 км на північ від м. Луганськ, біля 8 км від смт. Станично-Луганське, біля хутора Піщаний. Площа охоронної зони відділення становить 520 га, займає заплаву та частину борової тераси (площ



Рис. 3. Ландшафт "Станично-Луганської філії"



Рис. 4. Типові ландшафти заповідника "Стрільцівський степ"



Рис. 5. Типові ландшафти Чорноморського біосферного заповідника

У цьому місці широке (80–100 м) русло ріки утворює круту луку, огинає високі схили (до 80 м) дислокованих порід Донбасу, розташованих на правому березі. Лівий заповідний берег пологий з широкою (до 2,5 км) заплавою з великою кількістю стариць, озер і протоків, більша частина яких втратила зв'язок з основним руслом. Борова (друга надзаплавна) тераса в районі філіалу сягає у ширину 10–14 км і представлена великим рядом піщаних бугрів. Тут заповідається заплашний ландшафт з боровою терасою [5].

Станично-Луганське відділення знаходиться у Сіверсько-Донецькому фізико-географічному районі. Орографічно він охоплює акумулятивні тераси Сіверського Дінця і виділяється як Донецька терасова рівнина. Висота місцевості – до 50 м над рівнем моря.

Гідрографічна сітка в Станично-Луганському відділенні представлена р. Сіверський Донець та її озерами-старицями. Характерний ландшафт Станично-Луганської філії – поєднання листяних лісів з мальовничими лучними галявинами, тихими заводями стариць, гладдю озер.

За ландшафто-геохімічним поділом [7] Станично-Луганський представлений типчаково-ковилловим степом на глинисто-щебенистих карбонатних малогумусових чорноземах (донецькі ландшафти). За родовою класифікацією це лесові височини, схильні до ерозійних процесів, міграція хімічних елементів слабка, відбувається під час змиву ґрунтів. Елементами накопичення цих ландшафтів є Mn, Co, Fe, елементами виносу – Pb, Cs, Sn. Ландшафти заповідника належать до площ інтенсивного техногенного навантаження, елементами техногенного накопичення яких є Cs-137, Sr-90, Pb, Hg.

Стрільцівський степ – також відділення Луганського природного заповідника НАН України, розташований в районі невеликого с. Криничне поблизу ст. Мілове Міловського району Луганської області [5].

Територія філії займає рівнинне плато і є вододілом між двома балками (Крейдяний і Глиняний яри), що впадають в долину р. Криничної. Належить до різнотравно-типчаково-ковиллових степів східного варіанту на звичайних чорноземах (айдарські ландшафти). Ландшафти [7] являють собою розчленовані схили височин, міграція елементів відбувається у процесі змиву ґрунтів. Елементами накопичення є Pb, Sn, Mo, виносу – Cu, As. Ґрунтоутворювальні породи представлені глинами та глиняними утвореннями. Ландшафти мають низьку здатність до самоочищення.

На степових ділянках загалом відбувається швидкий кругообіг хімічних елементів. Щороку тут відмирає значна частина рослинного покриву і накопичені рослинами елементи потрапляють у ґрунти. Значна посушливість території степів і низький рівень ґрунтових вод перешкоджають винесенню хімічних елементів за межі ландшафтів, тому вони багаторазово беруть участь у кругообігу, поступово нагромаджуючись у ґрунтах. Також накопиченню хімічних елементів сприяє переважання випаровування над зволоженням, що сприяє накопиченню солей кальцію,

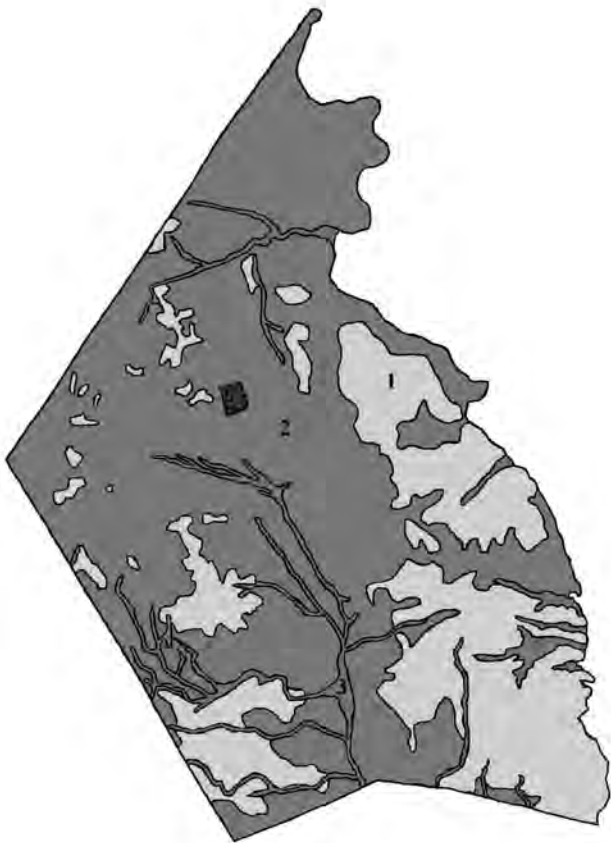


Рис. 6. Схема розташування основних типів ландшафтів заповідника "Кам'яні могили"

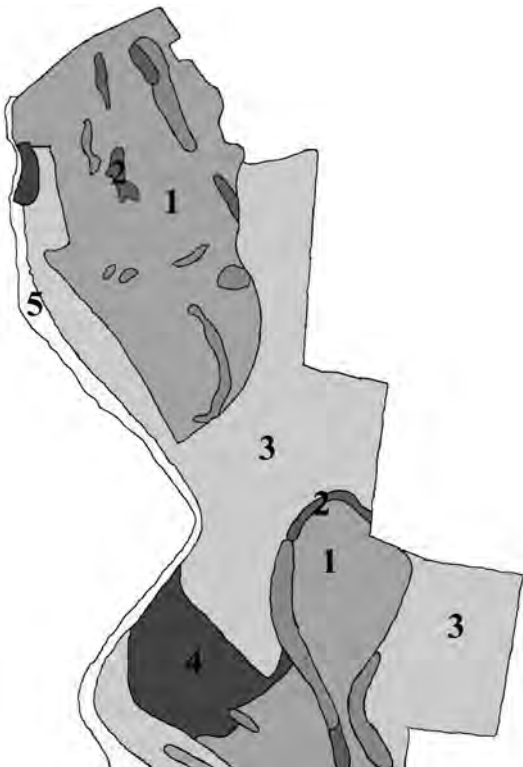


Рис. 7. Схема розташування типів ґрунтів заповідника "Станично-Луганський"

які нейтралізують гумусові кислоти, формують у ґрунтах нейтральну або слабколужну реакцію, через свої сорбційні властивості сприяють накопиченню хімічних елементів.

Чорноморський біосферний заповідник знаходиться на півдні України у межах Голопристанського району Херсонської та Очаківського району Миколаївської областей, у лівобережній частині північного Причорномор'я. Належить до Приазовсько-Чорноморської підпровінції Причорноморської (Понтичної) степової провінції. Його територія розташована окремими ділянками вздовж північно-західного узбережжя Чорного моря.

Територія Чорноморського заповідника займає частину Причорноморської западини, яка являє собою крайовий прогин Руської платформи і заповнена осадовими юрськими крейдовими, палеогеновими, неогеновими і четвертинними відкладами. Рельєф району заповідника загалом рівнинний, який знижується в напрямку моря, з добре виявленим мезо- і мікрорельєфом [5].

Основні ґрунтоутворювальні породи – лесовидні суглинки, давньоалювіальні та перигляціальні піщані відклади, сучасні морські наноси [7].

За ландшафтно-геохімічною зональністю заповідник належить до Степової зони, підзони південного степу з ландшафтами Ca^{2+} , Na^{+} – OH^{-} – кальцієвого та содового класу (причорноморські ландшафти). Це типчаково-ковиловий степ на світло-каштанових ґрунтах та різнотравно-луковий на луково-солонцюватих ґрунтах, які розвинені на легкосуглинистих та піщаних відкладах.

Причорноморські ландшафти представлені пластово-аккумулятивними низовинними рівнинами, міграція хімічних елементів в яких відбувається з вітровою ерозією ґрунтів, аккумуляція – в пониженнях солончаків. Ґрунтоутворні породи представлені глинами та глинистими утвореннями.

Елементами накопичення в компонентах ландшафту є Pb, Mo, Co, елементами виносу – Zn, As, Cu, техногенним елементом, що накопичується в ландшафтах, є Be [7].

Ландшафти мають низьку здатність до самоочищення.

У геоморфологічній будові заповідника виділяються 3 типи місцевості: 1) надзаплавно-



Рис. 8. Схема Черноморського біосферного заповідника

терасові низовинні рівнини, складені лесовими супісками та суглинками з розвиненим мікрорельєфом та переважанням лучно-каштанових солонцюватих ґрунтів у комплексі з солонцями. До цього типу місцевості відноситься досліджувана ділянка Ягорлицький кут;

2) знижені лиманно-морські рівнини на сучасних морських відкладах, де розвинені солонці суглинисті у комплексі з солончаками та солончковим мулом, тут розташована ділянка Потієвський;

3) надзаплавно-терасові горбисті рівнини, складені сучасними еоловими та верхньочетвертинними алювіальними відкладами з дерновими малорозвиненими ґрунтами, які складають ділянку Івано-Рибальчанський.

Об'єктом дослідження є ґрунти названих заповідників.

Ґрунти заповідника "Кам'яні могили" представлені чорноземами малогумусними і малопотужними звичайними на лесоподібних суглинках і продуктах вивітрювання кристалічних порід, потужність яких найбільша вздовж днища улоговини між двома паралельними грядами гірських порід [5] (рис. 6, позначка 2).

Угору по схилах порід вона зменшується разом зі зникненням лесових порід та збільшенням площі виходу на денну поверхню продуктів вивітрювання кристалічних порід (рис. 6, позначка 1). Днище улоговини між гірськими грядами розсічено балками (рис. 6, позначка 3).

Ґрунти Станично-Луганського відділення формуються під впливом постійного водяного потоку, превалюють основні типи:

– лукові важкосуглинисті чорноземи на алювії сучасному мілкоземному на давньо-алювіальних піщаних відкладах – займають площу заповідника у 208 га (рис. 7, позначка 1). Під водою знаходиться 23 га площі заповідника;

– болотні не висушені чорноземи, збагачені органічною речовиною, на алювії сучасному мілкоземному на давньоалювіальних піщаних відкладах важкосуглинистих заплав середнього та низького рівня: погано аеруються і сильно оглеєні (рис. 7, позначка 2);

Таблиця 1.

Валовий вміст хімічних елементів у ґрунтах в цілому по заповідниках, мг/кг

Заповідник	Zn	Ni	Co	Cu	Pb	Li
Хомутовський степ	50-59-100	10-34,8-100	2-5,9-14	10-25,2-50	20-59-200	–
Кам'яні могили	50-68-100	10-26,7-50	2-2,9-6	20-26,7-50	20-50,7-100	20-54,7-200
Станично-Луганський	50-85,8-130	1-25-80	2-3,3-15	3-20-50	2-17,5-40	10-36,7-200
Стрільцівський степ	50-68,7-100	30-38,7-50	3-6,1-8	10-31,3-50	20-33,3-50	10-16-20
Черноморський біосферний заповідник						
Ягорлицький кут	30-48,5-120	5-9,2-20	4-6,1-8	10-23,1-40	6-26,6-100	–
Івано-Рибальчанський	5-7,6-30	1-5,7-30	2-4,4-8	2-4,8-10	1-3-10	–
Потієвський	5-46,5-60	4-14,9-40	2,3-3,6-16	3-28,2-40	10-34-50	–

Таблиця 2.

Вміст рухомих форм хімічних елементів у ґрунтах в цілому по заповідниках, мг/кг

Ділянки	Zn	Ni	Co	Cu	Pb	Li
Хомутовський степ	5-12,1-7,6	6-8,6-12,4	1,1-4,4-9,3	1,4-5,3-7,8	4,4-9-17,8	–
Кам'яні могили	6-9,4-26,5	1,8-4,9-8	0,8-1,8-3,2	2,5-4,6-10	4,2-16-69	2,4-11,3-26,5
Станично-Луганський	0,4-25,7-100	0,3-6,6-13,5	0,1-3,4-7,1	0,3-5,6-13,1	3-8,1-16,2	0,2-22,6-58
Стрільцівський степ	4,3-7,1-12,2	5,7-7,9-9,8	1,3-2,4-3,8	3,5-4,4-7,5	3-5,9-8,4	10-11,9-16
Чорноморський біосферний заповідник						
Ягорлицький кут	2,3-23,4-103,0	1,2-3,7- 12,9	0,4-2,0-5,4	2,3-3,6-7,0	3,03-8,6-13,5	–
Івано-Рибальчанський	0,55-2,7-7,5	0,3-1,1-1,4	0,4-0,8- 6,0	0,1-0,5-2,6	0,7-2,2-6,4	–
Потіївський	2,1-15,5-43,4	1,9-4,1-9,8	1,3-3,7-7,9	0,9-3,3-5,5	2,6-9,4-14,1	–

Таблиця 3.

Середній вміст нітратів у ґрунтах та рН ґрунтів в цілому по заповідниках, мг/кг
(гранично допустима концентрація нітратів – 120 мг/кг)

Параметри	Min	Max	Med	pH
Хомутовський степ	182	348	232	6,6–7,3–8,0
Кам'яні Могили	93	348	179	5,9–7,0–7,6
Станично-Луганський	32	1260	318	5,6–6,6–7,6
Стрільцівський степ	93	348	179	6,8–7,3–8,0
Чорноморський біосферний заповідник	9.1	1653	437	6,8–7,6–9,2

– дернові слабозвинені піщані ґрунти на давньоалювіальних піщаних відкладах (площа 210 га), що знаходяться під лісовим покривом (рис. 7, позначка 3);

– звичайні важкосуглинисті середньогумсні чорноземи на сучасних алювіальних відкладах (рис. 7, позначка 4).

На борових терасах також розвинуті піски слабкозадерновані слабогумусовані розвіювані (рис. 7, позначка 5).

Досліджувані авторами ґрунти заповідника Стрільцівський степ в основному представлені чорноземи звичайними малогумусними важкосуглинистими.

Ґрунти Чорноморського біосферного заповідника представлені трьома ділянками:

на ділянці Ягорлицький кут розвинені суглинисті та супіщані солонцюваті ґрунти у комплексі з хлоридними та хлоридно-содовими солончаками на лесових суглинках; лучно-каштанові середньо- та сильносолонцюваті ґрунти в комплексі з солонцями лучно-степовими на оглеєних лесових суглинках; каштанові залишково-та сильносолонцюваті ґрунти у комплексі з солонцями степовими;

ділянка Потіївський представлена хлоридно-сульфатними солончаками у комплексі з дерновими розвиненими піщаними ґрунтами: солончаками та солончаковим мулом; піщано-черепашковими косами та пересипами з пісками слабкозадернованими на сучасних морських відкладах з дерновими оглеєними ґрунтами;

ділянка Івано-Рибальчанський складена, в основному, дерновими малорозвиненими ґрунтами та пісками слабкозадернованими слабогумусованими та негумусованими, в тому числі, під лісовою рослинністю.

Методика і методи дослідження. Відбір зразків ґрунту проводився за маршрутами, прокладеними таким чином, щоб провести опробування найбільш поширених типів ґрунтів заповідника, і, водночас, опробувати ґрунти на ділянках з різним функціональним значенням (місця проведення екскурсій, абсолютно заповідна ділянка тощо). Інтервал відбору проб ґрунту з ґрунтово-рослинного шару складав переважно 100 м, але за необхідності проби відбирали

Елемент	Дані авторів (2008 р.)	Попередні дані (1995 р.)
Zn	50–68,7–100	50–98,9–200
Ni	10–26,7–50	10–46,6–80
Co	2–2,9–4	1,2–13,5–25
Cu	20–26,7–50	20–27,8–40
Pb	20–50,7–100	12–24,8–50
Li	20–54,7–200	15–36,6–100
Ba	200–246,7–400	100–357,3–630
Be	1–3,13–10	2–3,6–8
V	30–46,7–60	12–81,5–200
Ti	800–1387–2000	400–5015–8000
Mn	80–300–600	150–703–5000
Cr	20–26–40	32–76,9–100
Bi	1–2,1–3	1,2–1,8–2

Таблиця 4.
Валовий вміст металів у ґрунтах заповідника Кам'яні Могили, мг/кг

Параметр	Cu	Co	Ni	Zn	Pb
Med	4.6	1.8	4.9	9.4	16
Min	2.5	0.8	1.8	6	4.2
Max	10	3.2	8	26.5	68.8

Таблиця 5.
Статистичні параметри вмісту рухомих форм хімічних елементів у ґрунтах заповідника Кам'яні Могили, мг/кг

частіше. Глибина відбору переважної кількості проб 0–5, рідше – 5–10 см. Для вивчення вертикальної міграції були закладені невеликі ґрунтові розрізи, відбір проб в яких проводився за інтервалом 0–50 см із кроком відбору 2–5 см. Маса відібраної проби становила 200–300 грамів.

Перед проведенням аналітичних досліджень проводили первинну обробку зразків ґрунту: доводили до повітряно-сухого стану, квартували і просіювали через сито діаметром 1 мм.

Визначення валового вмісту і вмісту рухомих форм хімічних елементів (РФХЕ) здійснювали за допомогою методу атомної абсорбції, вмісту нітратів і значення рН та Eh – потенціометричного методу за стандартною методикою [8].

Результати. Загальний вміст валовий, рухомих форм, вміст нітрат-йону та рН ґрунтів досліджуваних заповідників степової ландшафтно-геохімічної зони наведений у табл. 1–3. Найбільший середній валовий вміст цинку спостерігаємо у ґрунтах заповідника Станично-Луганський, свинцю – в заповіднику Хомутовський степ, нікелю, кобальту та міді – у ґрунтах заповідника Стрільцівський степ, для Хомутовського степу характерний найбільший максимальний валовий вміст нікелю, кобальту та свинцю. Валовий вміст металів у ґрунтах Чорноморського біосферного заповідника порівняно з іншими заповідниками степової зони характеризується зниженим вмістом більшості металів.

Найбільш часто найвищий вміст рухомих форм хімічних елементів у ґрунтах фіксується на території Станично-Луганського заповідника (середнє та максимальне значення вмісту рухомих форм цинку, міді, літію, максимальне – нікелю). У заповіднику Кам'яні Могили найвище значення середнього та максимального вмісту спостерігається для свинцю, у Хомутовському степу – для кобальту.

Вміст нітратів підвищений у всіх заповідниках степової зони, що ймовірно обумовлено, як зазначено вище, фізико-географічними особливостями досліджуваних територій.

Кам'яні могили. У табл. 4 наведене порівняння валового вмісту металів у ґрунтах, визначене нами із результатами досліджень, проведених на 13 років раніше на території заповідника Кам'яні Могили. Спостерігається підвищення мінімального, середнього та максимального вмісту Pb на фоні зниження вмісту більшості елементів (Zn, Ni, Co, Ba, V, Ti, Mn, Cr). Без змін залишився валовий вміст у ґрунтах Be і Bi. Можна стверджувати, що вміст металів, за сприятливих особливостей рельєфу, "наслідуються" від ґрунтоутворювальних порід, представлених біотитовими рожевими гранітами – "кам'яномогильськими".

За коефіцієнтами кореляції між валовим вмістом елементів у ґрунтах можна виділити 3 групи: істотний кореляційний зв'язок між всіма членами групи утворюють Pb, Yb, Y, Nb;

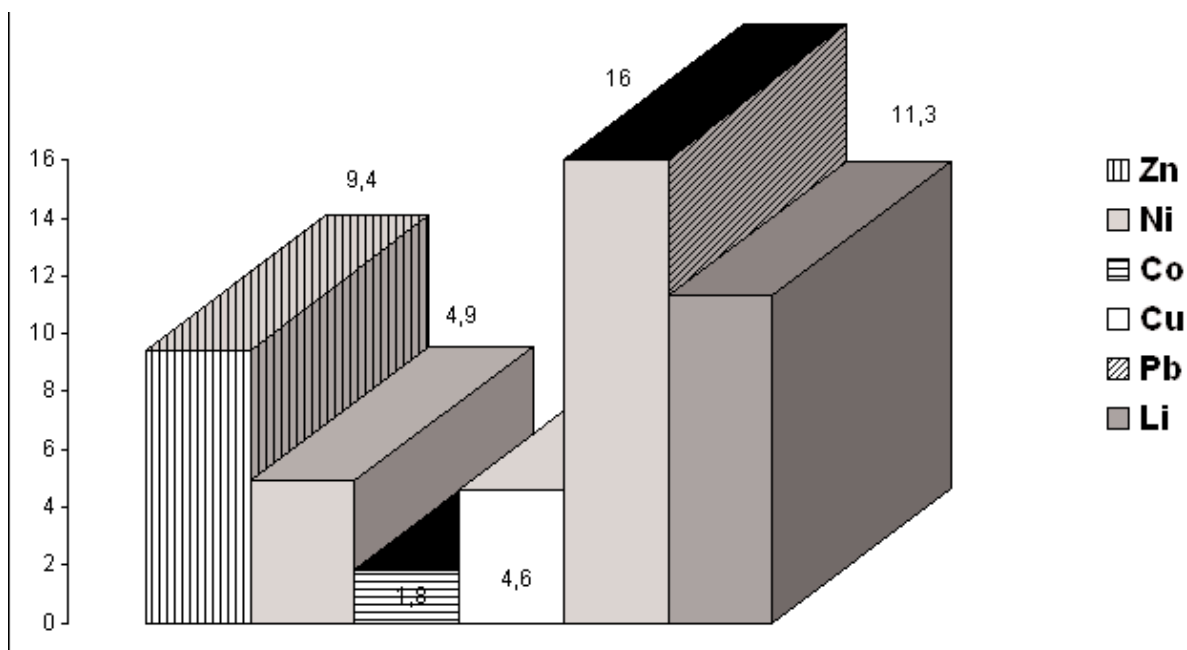


Рис. 9. Середній вміст рухомих форм металів у чорноземі звичайному на лесоподібних суглинках заповідника Кам'яні Могили, мг/кг

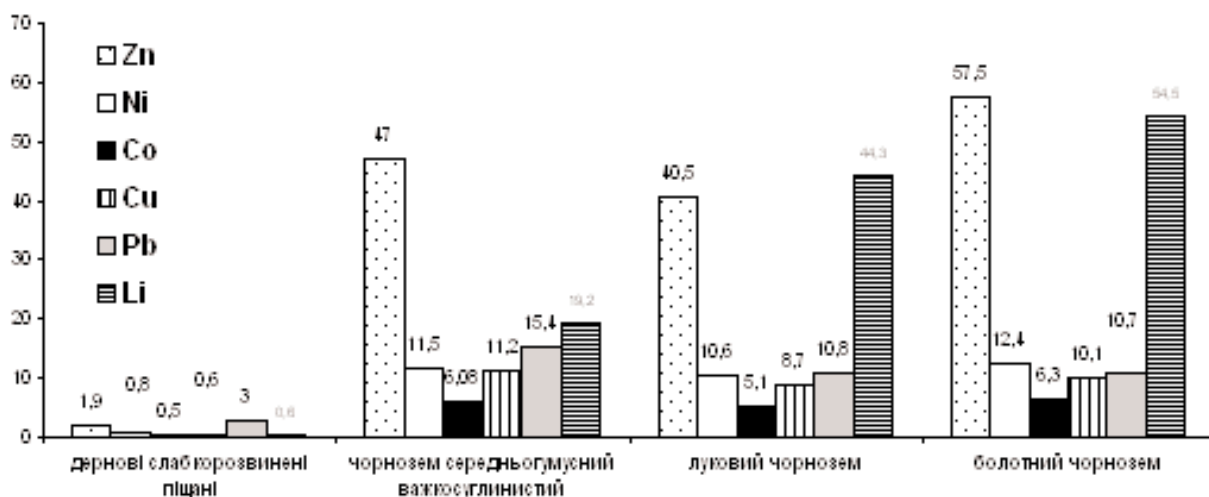


Рис. 10. Середній вміст рухомих форм металів у ґрунтах Станично-Луганської філії, мг/кг

існує кореляційний зв'язок між Ti-Cr, Cu-Be, Zr-Ba, Pb-Li; від'ємний зв'язок з усіма елементами мають V, Ni, Co.

Ці дані суттєво відрізняються від даних, отриманих у попередніх дослідженнях [1].

Середнє, мінімальне та максимальне значення показника кислотності-основності ґрунтів (рН) заповідника Кам'яні Могили становить відповідно 5,9–7,0–7,6.

Нами вперше проведено дослідження рухомих форм важких металів у ґрунтах заповідника Кам'яні Могили (табл. 5, рис. 9). Як і очікувалося під час попередніх досліджень, вміст рухомих форм порівняно незначний, не перевищує ГДК [6]. Найбільший коефіцієнт рухомості у ґрунтах характерний для цинку (8,7), найменший – для свинцю (4,0), для нікелю та міді – відповідно 4,7 та 5,4.

Вміст нітратів у ґрунтах заповідника Кам'яні Могили наведений у табл. 3. Як і для ґрунтів інших заповідників степової ландшафтно-геохімічної зони, спостерігається їх підвищений вміст відносно ГДК.

Філіали Луганського природного заповідника НАН України. Станично-Луганський. Середній показник рН для чорнозему звичайного середньогумусного важкосуглинистого становить 6,87 (межі коливань 5,68–7,5), для чорнозему лукового – відповідно 7 (5,9–7,58), чорнозему болотного – 7,7 (7, 4–7,75), для дернових слаборозвиннутих піщаних ґрунтів – 6,16 (5,57–6,48).

Валовий вміст металів у різних типах ґрунтів Станично-Луганської філії наведений у табл. 6. Підвищений вміст міді, свинцю та нікелю порівняно з попередніми даними спостерігається у трьох типах ґрунтів: чорноземі луковому, чорноземі болотному, чорноземі звичайному середньогумусному важкосуглинистому. Найменший валовий вміст металів природно притаманний дерновим слаборозвинутим піщаним ґрунтам.

На рис. 10 і у табл. 7 наведений вміст рухомих форм металів у ґрунтах Станично-Луганської філії. Для чорнозему звичайного середньогумусного важкосуглинистого найбільш підвищилося значення вмісту рухомих форм досліджуваних важких металів як серед чотирьох типів ґрунтів, так і відносно попередніх досліджень. Також спостерігається підвищений вміст цинку відносно попередніх досліджень у чорноземі луковому та чорноземі болотному, та міді у чорноземі луковому.

Таблиця 6.

Валовий вміст і межі коливань значень металів у різних типах ґрунтів Станично-Луганської філії (1 – дані 2008 р.; 2 – дані 1995 р.), мг/кг

Елемент	Чорнозем луковий		Чорнозем болотний		Чорнозем звичайний середньогумусний важкосуглинистий		Дернові слаборозвинуті піщані
	1	2	1	2	1	2	
Mn	182	450	200	484	158	320	20
	100–300	320–630	100–300	320–800	10–300	200–630	10–30
Ni	39	35,2	30	33,6	52	17,6	4,4
	20–50	32–40	10–50	32–40	10–80	8–32	1–20
Co	3,4	6,3	3	10,7	3,8	3,3	2
	2–4	24–80	2–4	6,3–15	2–5	1,1–7,4	1–3
Ti	1636	4900	1650	3840	1440	3360	418
	1000–2500	3200–6300	800–2500	3220–4000	200–2000	3200–4000	150–800
V	68,2	70,6	55	60,6	98	23,8	6,4
	50–100	6,3–100	30–80	40–100	10–150	12–40	2–20
Cr	27	74	25	60,6	45	62,4	4
	22190	50–80	10–40	40–100	5–60	32–120	2–6
Zr	93	184	95	124	106	150	68
	50–250	80–250	40–150	100–200	30–200	80–200	10–150
Nb	6,8	19	6,5	16	5,8	15,4	3,2
	4–10	15–20	3–10	15–20	2–8	12–20	2–5
Cu	27	24	35	24	38	34	5,8
	20–40	20–25	30–40	23–25	10–50	20–65	3–20
Pb	26	14,2	25	13,4	22	11	2,4
	20–40	12–20	20–30	10–15	8–30	4–20	2–5
Zn	86,4	92	100	100	86	254	–
	50–100	63–120		80–120	50–130	100–500	

Таблиця 7.

Порівняльний вміст рухомих форм металів у різних типах ґрунтів Станично-Луганської філії (середнє значення та межі коливань, 1 – дані 2008 р.; 2 – дані 1995 р.), мг/кг

Елемент	Чорнозем луковий		Чорнозем болотний		Чорнозем звичайний середньогумусний важкосуглинистий	
	1	2	1	2	1	2
Ni	8-10,6-13	17,7-19,3-25,7	11-12,4-13,6	15,8-21-30,8	8,6-11,5-13,5	2,3-7,9-17,1
Co	3,6-5,1-6,4	6,9-8-9,2	6-6,3-6,5	6,2-7,5-8,8	4,3-6,08-7,1	1,1-3,3-7,4
Cu	5,5-8,7-11,4	3,2-7,1-12,5	9,8-10-10,3	12,8-12,9-13,7	9,2-11,2-13,1	2,4-6,6-20,5
Zn	25-40,5-55	20,5-28,7-39,4	50-57,5-65	15,4-23,2-89,1	20-47-100	17,1-18,6-63,4

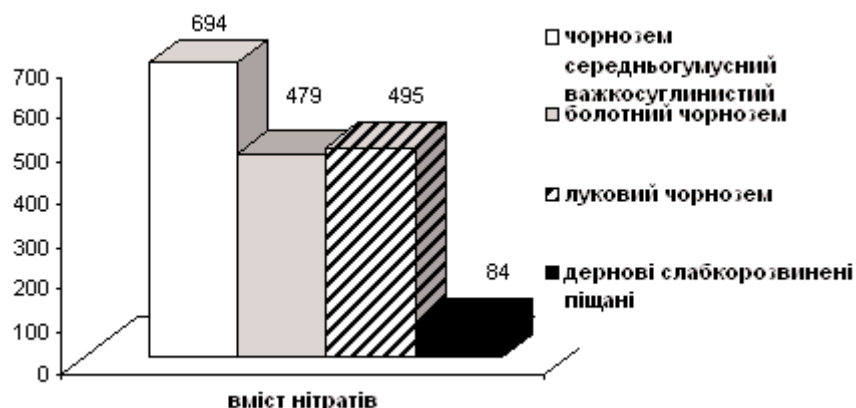


Рис. 11. Середній вміст нітратів у різних типах ґрунтів Станично-Луганської філії, мг/кг

На рис. 11 зображений вміст нітратів у досліджуваних ґрунтах філіалу Станично-Луганського. Найбільший вміст нітратів спостерігається у чорноземі звичайному середньогумусному важкосуглинистому, інші типи ґрунтів, окрім дернових слабкорозвинених піщаних, також мають підвищений відносно ГДК (130 мг/кг) вміст нітратів.

За кореляційними зв'язками між валовим вмістом елементів у ґрунтах заповідника можна розділити їх на 4 групи, які відрізняються від груп у попередніх дослідженнях [1]: істотні кореляційні зв'язки між всіма членами групи (коефіцієнт кореляції 0,9–1): Mn, Ni, Ti, Nb, V, Cu;

прості кореляційні зв'язки між всіма членами групи (коефіцієнт кореляції 0,8–0,9): Co, Pb, Y, Yb, Ga, P (між Ti і Y є істотний кореляційний зв'язок);

вибіркові кореляційні зв'язки встановлені між елементами: Yb-Be, Sc; Be і Cr; Zr і Mn; не мають кореляційних зв'язків з іншими елементами Bi і Ba.

Рухомість елементів розрахована для чотирьох досліджуваних типів ґрунтів. Для цинку і свинцю рухомість найбільша у чорноземі середньогумусному важкосуглинистому (4,22 і 2,6 відповідно), нікелю – у дернових слабкорозвинених піщаних ґрунтах (6,2), міді – у дернових слабкорозвинених піщаних (9,07).

Стрільцівський степ. Середній показник рН у чорноземі звичайному малогумусному важкосуглинистому заповідника становить 7,3 (межі коливань 6,8–8,0).

Таблиця 8.
Валовий вміст металів у чорноземі звичайному малогумусному важкосуглинистому заповідника Стрільцівський степ (середнє та межі коливань), мг/кг

Елемент	Дані авторів	Попередні дані (1995 р.)
Ba	200–273–300	120–263,8–5000
Be	1–1,6–3	2,5–3,7–4
Pb	20–33,3–50	8–14–20
Sn	1–1,87–3	1,5–2,7–4
Ti	1000–2500–3500	3100–5125–6300
Mn	300–426,7–500	200–495,5–1000
Cr	30–52,7–80	12–61,9–100
Bi	1–1,9–2	0,6–1,3–1,5
Zn	50–68,7–100	50–87,1–120
Ni	30–38,7–50	12–13,3–50
Co	3–6,07–8	4–11,1–20
Cu	10–31,3–50	20–23–32

Елемент	Дані авторів	Попередні дані (1995 р.)
Zn	(4,3–7,1–12,2)/10,0	(1,1–3,81–12,1)/4,0
Ni	(5,7–7,9–9,8)/5,0	(4,6–6,33–10,6)/45,0
Co	(1,3–2,37–3,8)/2,6	(1,1–2,11–4,2)/19,0
Cu	(3,5–4,4–7,5)/7,0	(4,6–5,33–7,1)/21,0
Pb	(3–5,9–8,4)/6,0	–

Таблиця 9.
Вміст та частка від валового вмісту рухомих форм (мг/кг) важких металів у чорноземі звичайному малогумусному важкосуглинистому заповідника Стрільцівський степ (середнє та інтервали коливань значень), мг/кг

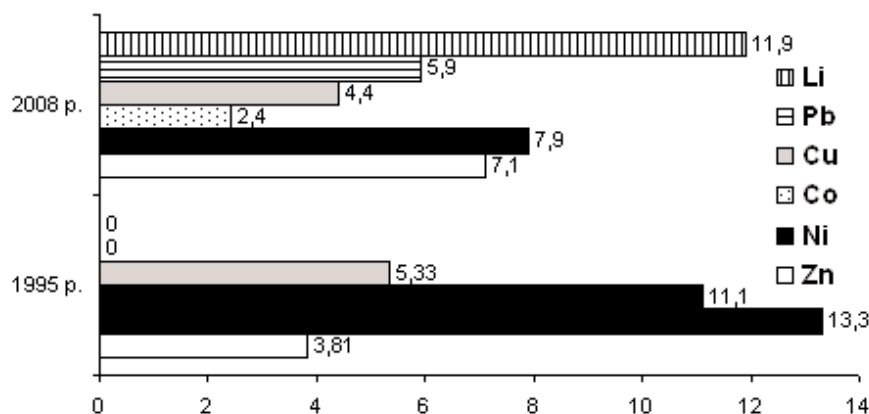


Рис. 12. Середня кількість рухомих форм металів у чорноземі звичайному малогумусному важкосуглинистому заповідника Стрільцівський степ, мг/кг

Валовий вміст металів у чорноземі звичайному малогумусному важкосуглинистому заповідника *Стрільцівський степ* наведений у табл. 8, вміст та частка від валового вмісту рухомих форм важких металів – у табл. 8 та на рис. 12. Для середнього валового вмісту металів характерне перевищення у 2 рази свинцю та нікелю, у 1,5 рази – вісмуту та міді.

Також спостерігається підвищення відносно попередніх досліджень рухомих форм цинку та нікелю у чорноземі звичайному.

Середній показник рухомості металів у досліджуваних ґрунтах становить: цинк – 9,8 (межі коливань 6,8–16), нікель – відповідно 5,0 (4,05–7), кобальт – 2,6 (1,67–3,1), мідь – 6,9 (2,85–9,76), свинець – 5,9 (3,1–10).

Порівняно з попередніми підрахунками кореляція між валовим вмістом елементів у ґрунтах заповідника *Стрільцівський степ* збереглася з часом тільки між *Ti* і *Ni*, *Mn* і *Pb*; для

Таблиця 10.

Середній валовий вміст та інтервали його коливань деяких елементів у ґрунтах трьох досліджуваних ділянок Чорноморського біосферного заповідника, мг/кг

Показники	Ягорлицький кут	Івано-Рибальчанський	Потіївський
Ni	9,23 (5,0-20,0)	5,73 (1,0-30,0)	14,92 (4,0-40,0)
Co	6,08 (4,0-8,0)	4,43 (2,0-8,0)	3,6 (2,3-16,0)
V	52,3 (40,0-100,0)	10,57 (30,-100,0)	38,46 (10,0-60,0)
Cr	21,4 (8,0-50,0)	4,52 (4,0-10,0)	26,15 (10,0-50,0)
Cu	23,1 (10,0-40,0)	4,78 (2,0-10,0)	28,23 (3,0-40,0)
Pb	26,6 (6,0-100,0)	3,0 (1,0-10,0)	33,9 (10,0-50,0)
Zn	48,5 (30,0-120,0)	7,56 (5,0-30,0)	46,5 (5,0-60,0)
Sn	1,49 (1,0-5,0)	0,22 (0,1-1,0)	1,32 (0,1-2,0)
Y	34,6 (10,0-50,0)	5,78 (4,0-10,0)	32,3 (10,0-50,0)
P	1076,9 (600,0-2000,0)	708,7 (500,0-1000,0)	1169,2 (600,0-2000,0)

Таблиця 11.

Середній вміст та інтервали його коливань рухомих форм деяких металів у ґрунтах трьох досліджуваних ділянок Чорноморського біосферного заповідника, мг/кг

Ділянки	Ni	Co	Cu	Pb	Zn	Fe
Ягорлицький кут	3.71 (1,2-12,9)	2 (0,4-5,4)	3.56 (2,3-7,0)	8.16 (3,03-13,45)	23.36 (2,3-103,0)	534.4 (157,2-136,0)
Івано-Рибальчанський	1.08 (0,3-1,44)	0.77 (0,42-6,0)	0.54 (0,12-2,57)	2.17 (0,7-6,4)	2.74 (0,55-7,5)	227.6 (0,05-866,8)
Потіївський	4.1 (1,9-9,8)	3.67 (1,27-7,86)	3.26 (0,9-5,5)	9.38 (2,6-14,1)	15.5 (2,1-43,4)	691.7 (19,5-258,7)

інших елементів утворилися нові кореляційні зв'язки: Mn і Zr, Ba, Ni, P, Co; P і Nb, Ti, Co, Ni; Yb і Sn, Be; Co і Ni; Ti і Zr.

Значно підвищений вміст рухомих форм металів на території заповідника у точці відбору, що припала на колишню садибу – управління заповідника.

Чорноморський біосферний заповідник НАН України. У табл. 10 наведений середній валовий вміст групи елементів у ґрунтах досліджуваних територій Чорноморського біосферного заповідника. На ділянці Івано-Рибальчанський спостерігається значно знижений вміст більшості досліджуваних елементів відносно їх вмісту на інших двох ділянках. Максимальні значення середнього валового вмісту у ґрунтах ділянки Ягорлицький кут характерні для ванадію, цинку, олова, кобальту, ітрію, у ґрунтах ділянки Потієвський – для нікелю, хрому, міді, свинцю, фосфору.

Середній вміст рухомих форм деяких металів у ґрунтах трьох досліджуваних ділянок Чорноморського біосферного заповідника наведений у табл. 11. Найменший вміст рухомих форм металів спостерігається у ґрунтах ділянки Івано-Рибальчанський, найбільший – у ґрунтах ділянки Потієвський, за винятком свинцю та цинку.

Максимальний середній вміст макрокомпонентів (табл. 12) притаманний ґрунтам ділянки Ягорлицький кут, мінімальний спостерігається у ґрунтах ділянки Івано-Рибальчанський.

Середній вміст нітратів у ґрунтах Чорноморського біосферного заповідника зменшується у наступному порядку: ділянка Ягорлицький кут – 812,6 мг/кг (від 310,7 до 1630,7); ділянка Потієвський – 527,8 (від 167,4 до 991,1); ділянка Івано-Рибальчанський – 74,8 (від 9,1 до 1653).

Загалом, спостерігається незначна здатність до міграції більшості досліджуваних елементів (табл. 13). Рухомість міді у ґрунтах всіх трьох досліджуваних ділянок перевищує рухомість інших елементів у 2–4 рази. Виняток складає тільки нікель у ґрунтах ділянки Потієвський, де його рухомість вища показників інших елементів у 2–50 разів.

Висновки. Проведене нами дослідження показало, що вміст валовий та рухомих форм металів у ґрунтах досліджуваних заповідників змінився незначно за 13 років, що проминули між першим узагальненням результатів досліджень (1995 р.) і нашими роботами (2008 р.).

Вміст рухомих форм деяких важких металів, які є основними елементами-індикаторами антропогенного впливу на довкілля заповідників, загалом дещо збільшився.

За період між дослідженнями у ґрунтах майже всіх заповідників, де проводився моніторинг, збільшився валовий вміст свинцю та міді. Крім того, у них наявний підвищений вміст рухомих форм цинку, нікелю, міді та кобальту.

Підвищення вмісту нітратів у ґрунтах більшості заповідників степової ландшафтно-геохімічної зони обумовлене фізико-географічними особливостями їх територій. Наявне значне перевищення вмісту нітратів у всіх ґрунтах досліджуваних ділянок Чорноморського біосферного заповідника, ймовірно, пов'язане з сільськогосподарськими роботами, які проводяться на територіях, суміжних з заповідними. Це свідчить про те, що територія зазнає нерівномірного антропогенного впливу.

Ділянки	Ca	Al	Mg	Si
Ягорлицький кут	1.38	4.56	0.9	5.1
	(0,1-5,0)	(2,0-5,0)	(0,1-5,0)	
Івано-Рибальчанський	0.09	0.41	0.05	5.1
	(0,01-0,6)	(0,05-1,0)	(0,01-0,5)	
Потієвський	0.99	4.59	0.32	5.1
	(0,1-5,0)	(0,3-5,0)	(0,1-1,0)	

Таблиця 12.
Середній вміст макрокомпонентів та інтервали його коливань у ґрунтах трьох досліджуваних ділянок Чорноморського біосферного заповідника, %

Ділянки	Ni	Co	Cu	Pb	Zn
Ягорлицький кут	2.49	3.04	6.49	3.26	2.08
Івано-Рибальчанський	5.3	5.75	8.85	0.34	2.76
Потієвський	19.38	0.98	8.65	3.6	3

Таблиця 13.
Рухомість металів у ґрунтах Чорноморського біосферного заповідника

Можна стверджувати, що постійний вплив потужних джерел відсутній, однак території заповідників потребують подальших режимних спостережень та заходів і розробки заходів щодо екологізації господарської та рекреаційної діяльності для збереження "заповідності" цих територій.

Визначення параметрів джерел і характеру антропогенного впливу на заповідні території потребує додаткового ретельного опробування та подальших досліджень, адже моніторингове дослідження поверхневих відкладів заповідних територій дозволяє визначити навіть незначні зміни їхнього стану. Проведення еколого-геохімічного моніторингу дасть змогу переходити від оцінки стану території до прогнозу змін складу системи та її розвитку.

На наш погляд, необхідним і достатнім було б проведення, наприклад, щорічного експрес-опробування досліджених нами ґрунтів заповідників. З цих досліджень, зважаючи на наявні результати робіт, можна виключити етап рекогносціювання, що дозволило б зменшити витрати часу і коштів. Застосування запропонованої нами методики пробовідбору, пробопідготовки та проведення аналітичних досліджень дозволило б шляхом визначення вмісту валового та рухомих форм базових елементів-індикаторів техногенного навантаження (Cu, Zn, Ni, Co, Pb, Li) проводити порівняння нових результатів з даними, отриманими у 1990-х і другій половині 2000 рр. Найкраще проводити подальше періодичне спостереження за станом ландшафтів територій степової зони у зручний для проведення таких робіт час (липень-серпень, коли надмірна волога не заважає проведенню досліджень) з метою виявлення і ранжування джерел впливу на стан довкілля і розробки різноманітних заходів, як застережних, так і спрямованих на збереження природних характеристик стану заповідників.

Дослідження проведені в межах науково-дослідної роботи за грантом НАН України для молодих вчених: "Моніторинг заповідних територій степової ландшафтно-геохімічної зони України".

1. Важкі метали у ґрунтах заповідних зон України / За ред. Е.Я. Жовинського. – Київ: Логос, 2005. – 104 с.
2. Жовинский Э.Я. Минералого-геохимические особенности почв заповедных зон Украины в условиях техногенеза / Жовинский Э.Я., Кураева И.В., Маничев В.И., Островская Г.П. // Минерал. журн. – 2000. – 22, № 4. – С. 54–61.
3. Жук Е.А. Эколого-геохимическое изучение урболандшафтов г. Киев с учетом их типизации / Жук Е.А., Жук А.М. // Пошук. та екол. геохімія, 2004. – № 4. – с. 40–43.
4. Жук Е.А. Эколого-геохимические исследования на Ивано-Рыбальчанском участке Черноморского биосферного заповедника // Пошук. та екол. геохімія, 2008. – № 1(8). – С. 23–25.
5. Заповідники і національні природні парки України / Мінекобезпеки України. – К.:Вища шк., 1999. – 232 с.
6. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. – М.: Экология. – 1996. – В 6-ти томах.
7. Ландшафтно-геохімічна карта України / За ред. А. І. Зарицького. – 1994.
8. Обухов А.И., Плеханова И.О. Атомно-абсорбционный анализ в почвенно-биологических исследованиях. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 183 с.
9. Язвинська М.В. Моніторинг стану ґрунтів степової ландшафтно-геохімічної зони України / Язвинська М.В., Жук О.А., Дмитренко К.Е. // Пошук. та екол. геохімія, 2007. – № 1(6). – С. 46–49.

С целью проведения мониторинга содержания группы химических элементов в почвах степной ландшафтно-геохимической зоны исследовано семь заповедных участков. Сформулированы основные закономерности распределения тяжелых металлов и их подвижных форм в зависимости от физико-химических свойств почв этих заповедных территорий, проведен экологический мониторинг почв филиалов трех заповедников (Украинского степного природного, Луганского природного, Черноморского биосферного). Разработаны методические основы исследования распределения тяжелых металлов для определения экологического риска территорий.

With the purpose of conducting of monitoring of contents of group of chemical elements seven protected areas are researched in soils of steppe landscape geochemical zone. Basic conformities to the law of division of heavy metals and their mobile forms are formulated in soils of these protected territories, the ecological monitoring of soils of branches of three preserves is conducted (Ukrainian steppe natural, Lugansk natural, Black Sea biosphere).