

ВПЛИВ ГЕОХІМІЧНОЇ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ ГІРСЬКИХ ПОРІД НА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ҐРУНТІВ

Т.М. Єгорова

*Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: egorova_geochem@ukr.net; ORCID: 0000-0003-2148-7738*

Обґрунтовано доцільність застосування у системі агроекологічних досліджень поширення поживних елементів у сполученій системі «підстильні та ґрунтоутворювальні гірські породи — ґрунти — рослини природні та сільськогосподарські». Агрохімічними параметрами такої системи є фонові та аномальні рівні вмісту хімічних елементів. Критеріями впливу геохімічних особливостей гірських порід на агрохімічний і екологічний стан ґрунтів є процеси фізико-хімічної і біогенної концентрації відповідних поживних елементів у ґрунтах і сільськогосподарських культурах. Узагальнено оцінки поширення поживних хімічних елементів у гірських породах і ґрунтах України на період 2003–2015 рр. Проаналізовано просторові взаємозв'язки геохімічної і металогенічної спеціалізації підстильних гірських порід із умістом біофільних елементів у рухомій та валовій формах у орних ґрунтах. Для територій восьми природно-сільськогосподарських провінцій зон Полісся, Лісостепу і Степу з'ясовано специфічні елементи геохімічної спеціалізації підстильних гірських порід. Есенційними елементами із високою концентрацією у металогенічних зонах гірських порід є Р, Pb, Co, Cu, Mn, Zn, Mo, Ag. У межах семи провінцій виявлено території сполученого прояву підвищених концентрацій Р, Pb, Co, Cu, Mn, Zn у підстильних гірських породах і ґрунтах. Встановлено, що позитивна геохімічна і металогенічна спеціалізація підстильних гірських порід сприяє формуванню локальних територій природної екологічної забезпеченості ґрунтів: у зоні Полісся — Р, Лісостепу — Р, Co, Mn, Степу — Р, Cu, Mn, Zn. На цих територіях поживні елементи позитивної геохімічної спеціалізації, або металогенічної гірських порід, обумовлюють їх аномально високий або підвищений уміст у орних ґрунтах для рухомих та валових форм. За цих умов високі рівні вмісту поживних елементів у ґрунтах розкривають природні екологічні особливості сільськогосподарських земель. Це визначає позитивні стійкі агрохімічні якості ґрунтів, не зумовлені антропогенним забрудненням.

Ключові слова: екологія, ґрунти, геохімія, біофіли, гірські породи, агрохімія.

ВСТУП

Екологічні особливості ґрунту є визначальною складовою якості кінцевої сільськогосподарської продукції. Новітні технології аграрного виробництва є орієнтованими як на підвищення врожайності і обсягів харчової сировини, так і її якості, а також на забезпеченість ґрунту і продукції поживними хімічними елементами. З огляду на це, агроекологія та агрохімія широко застосовують оцінювання екологічного стану ґрунтів за гранично допустимими концентраціями (ГДК) умісту у ґрунті рухомих форм елементів, що затверджено різноманітними стандартами та положеннями [1]. Відповідно, паспортизація ґрунту, його бо-

нітування та агрохімічні заходи ведення рослинництва спираються саме на ці показники. Методичні та практичні напрацювання геохімії ландшафтів, геохімічної екології та новітньої для України медичної геології, як правило, залишаються за межами уваги аграрної науки [2]. Однак для оцінювання екологічного стану сільськогосподарських територій геолого-геохімічні науки застосовують значно ширший комплекс параметрів та критеріїв. Насамперед, це стосується оцінювання не орного шару окремого поля, а сполученої системи «підстильні та ґрунтоутворювальні гірські породи — ґрунти — рослини природні та сільськогосподарські». Такими параметрами є фоновий та аномальний умісти хімічних елементів, а критеріями — рудна, металогенічна

і геохімічна спеціалізація гірських порід і ґрунтів, їх кларки концентрації (КК), коефіцієнти біологічного поглинання (Ах) тощо [3]. Геохімічна спеціалізація гірських порід є важливим природним чинником формування якісного складу ґрунтів та, відповідно, якості сільськогосподарської продукції. Нехтування широким оцінюванням якості сільськогосподарської продукції та природних умов її формування не дає можливості для уточнення та наукового обґрунтування заходів впливу на систему «ґрунт – рослина». Урахування в системі агроекологічного аналізу земель спеціалізації дочетвертинних геологічних відкладів відкриває нові перспективи аналізу земель та біологічного землеробства у напрямі підтримання природних закономірностей функціонування агроландшафтів, збереження біорізноманіття, агрохімічних заходів впливу на якість сільськогосподарської продукції та баланс поживних елементів.

Мета досліджень – з'ясувати можливість впливу геохімічної спеціалізації підстильних гірських порід на хімічні властивості орних ґрунтів і оцінити їх регіональний вплив на екологічні особливості сільськогосподарських земель України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Результати агрохімічної паспортизації ґрунтів України висвітлюють необхідні напрями хімізації земель для підвищення врожайності сільськогосподарських культур, однак не порушують питань природних особливостей ґрунтового покриву. У межах моніторингових досліджень ґрунту існують дані про динаміку вмісту гумусу, показники родючості та хімічного складу його орного шару щодо 3–8 хімічних елементів [4; 5]. Це традиційно обмежує агроекологічні дослідження рамками єдиного компоненту агросфери – орного шару ґрунтів. За даними ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» 2010–2015 рр. поширення рухомих форм семи поживних елементів є нижчими за ГДК та відповідають категоріям низького і середнього рівнів забезпеченості ними ґрунтів та

сільськогосподарських культур. За даними І.П. Яцука [4], середній уміст рухомих форм поживних елементів у ґрунтах адміністративних областей зон Полісся, Лісостепу і Степу України є нижчим за ГДК: для Zn (у 24–34 рази), Cu (у 3–11), Co (у 6–16), Pb (у 4–8), Mn (1,2–3), P (до 2 разів). Водночас в рослинництві, як і органічному землеробстві, доволі часто вивчають питання забруднення ґрунтів і продукції важкими металами – елементами, вміст яких перевищує ГДК [6].

Геохімічними дослідженнями природних і орних ґрунтів України, що виконувались в рамках Міжнародної програми GEMAS, визначено особливості агроландшафтів природного і природно-техногенного функціональних рядів за вмістом рухомих і валових форм 54-х хімічних елементів у ґрунтах [7; 8]. У висновку автори зауважують, що переважну більшість підвищень вмісту хімічних елементів у ґрунтах України обумовлено геолого-геохімічними та рудогенними особливостями гірських порід території. Існуючі узагальнення геохімічної та металогенічної спеціалізації гірських порід України частково містять відповіді на питання низької забезпеченості ґрунтів поживними біофільними елементами. Це пояснюється рідкоземельною і сидерофільною спеціалізаціями більшості підстильних гірських порід [9; 10]. Нашими попередніми ландшафтно-геохімічними дослідженнями було деталізовано мінералогічні особливості підстильних гірських порід у межах регіональних геохімічних ландшафтів [3; 10]. Прояви рудних мінералів поживних елементів не спостерігаються у межах території 10 регіональних геохімічних ландшафтів; у 15 ландшафтах підстильні гірські породи містять прояви корисних копалин P, Pb, Co, Cu, Mn, Zn, а також Ni, Sn, Zr та ін.

Так, різні дослідження ланцюгів системи «підстильні та ґрунтоутворювальні гірські породи – ґрунти – рослини природні та сільськогосподарські» надають, переважно, низькі оцінки вмісту поживних елементів у ґрунтах, ґрунтоутворювальних і різних підстильних гірських породах.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріалами досліджень є результати регіональних металогенічних, літогеохімічних і агрохімічних узагальнень щодо поширення поживних хімічних елементів у ландшафті «гірські породи – ґрунти» на територіях природно-сільськогосподарських провінцій України за останні два десятиліття [4; 7–10]. Дослідження ґрунтового шару проводили впродовж 2009–2015 рр. за Міжнародною програмою геохімічного картування сільськогосподарських та пасовищних земель Європи (GEMAS) та Хтуром агрохімічної паспортизації земель. Методами аналізу матеріалів є просторове порівняння графічних моделей та кількісно-якісного оцінювання регіонального вмісту та локальних концентрацій поживних елементів у підстильних гірських породах і орних ґрунтах. До розгляду взято позитивну літогеохімічну (із урахуванням кларків концентрації), рудну і металогенічну спеціалізації осадових і кристалічних гірських порід, агрохімічні категорії рухомих форм елементів та літогеохімічні аномалії в орних ґрунтах біофільних хімічних елементів для валового їх вмісту.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Регіональні геохімічні особливості гірських порід рівнинної території України узагальнюють металогенічна і рудна спеціалізації чотирьох металогенічних провінцій – Дністровсько-Причорноморської, Українського щита, Дніпровсько-Донецької, Карпатсько-Кримської. Їх території налічують локальні рудні об'єкти, спеціалізація яких містить елементи як біофільні із $A_x > 1$, що мають есенційне значення для біоти і активно засвоюються сільськогосподарськими культурами (P, Pb, Co, Cu, Mn, Zn, Mo, Ag), так і елементи біофобні із $A_x < 1$, що фактично не переходять у рослини з ґрунту (Cd, Fe, Ni, Sn, Zr, Cr, Ti, V, Li, Sc, Hg, Sb, Be, Ta, Nb, U, Cs, Au, Ge та ін.).

Екологічні особливості орних ґрунтів на теренах України узагальнюють категорії вмісту рухомих форм поживних елементів у орному шарі, за якими їх найвищі усе-

реднені значення розподіляються за адміністративними областями [4]. Зокрема, у Черкаській обл. зафіксовано підвищений вміст P – 57 мг/кг; у Львівській – середній вміст Zn – 1,6 і Pb – 2,5, підвищений P – 59, дуже високий Cu – 1,4; у Рівненській – дуже високий вміст Co – 0,6; у Харківській – середній вміст Pb – 2,6 та дуже високий вміст Co – 0,9 і Cu – 0,8; у Дніпропетровській та Полтавській – дуже високий вміст Mn – 29 та 41 відповідно; у Вінницькій обл. – середній вміст Zn – 1,9 мг/кг. Наведені регіональні оцінки вказують на доволі низькі значення вмісту рухомих форм поживних елементів (від 2 до 14 разів нижче за їх ГДК) та, відповідно, зростання сільськогосподарських культур в умовах низької забезпеченості ґрунтів вказаними есенційними елементами.

Літогеохімічні дослідження сільськогосподарських земель України у складі міжнародної програми геохімічного вивчення земель країн Європи (GEMAS) надають просторово деталізовану диференціацію вмісту поживних елементів у ґрунтах для їх валової форми [8]. Для досліджень нами визначено регіональні рівні позитивних геохімічних аномалій для біофільних елементів у валовій формі орних ґрунтів. Аномальним у ґрунтах за «принципом 30% площі» є такий вміст (мг/кг): Co – 14,2–22,9, Cu – 22–66, Mn – 813–4000, Mo – 2–20, P – 800–3000, Pb – 21–51, Zn – 70–127. Так, аномально високий вміст у ґрунтах Pb, Co, Cu, Mn є нижчим за ГДК цих елементів до двох разів, а P, Mo і Zn, навпаки, може перевищувати ГДК до 14 разів.

Для територій природно-сільськогосподарських провінцій України нами встановлено особливості просторової узгодженості геохімічної і металогенічної спеціалізацій гірських порід із поширенням у орних ґрунтах поживних елементів у рухомій і валовій формах.

У зоні Полісся розміщуються північні частини металогенічних провінцій Дністровсько-Причорноморської, Українського щита і Дніпровсько-Донецької. У їх межах існують родовища корисних копалин P, Cu, Pb, Zn, Co, Ni, Ti, Zr, а також рудоносні

райони і рудні поля, спеціалізовані на біофільні елементи — Cu, Pb, Zn, Mo, P (у складі апатитів). Геохімічні особливості кристалічних порід Українського щита визначають сидерофільно-літофільна та слабодиференційована спеціалізації Волинської і Білоцерківської геохімічних областей із зонами підвищених концентрацій щодо P, Mn, Mo, Cu, Zn, Pb, F. Агротипами ґрунтового покриву є дерново-підзолистий, підзолисто-глейовий, болотно-підзолистий, дерново-карбонатний різновиди.

На території *Поліської Західної природно-сільськогосподарської провінції* розміщення родовища корисних копалин і металогенічна спеціалізація гірських порід щодо Cu і Pb у північній частині Дністровсько-Причорноморської металогенічної провінції узгоджується із агрохімічними оцінками підвищеного вмісту у ґрунтах рухомих форм Cu на рівні 0,2–0,3 мг/кг і середнього вмісту Pb — до 1,9 мг/кг (Волинська і Рівненська області).

На території *Поліської Правобережної природно-сільськогосподарської провінції* металогенічна спеціалізація щодо Co, P і геохімічна спеціалізація щодо P, Mn (KK=1,4–2,4) гірських порід у північній частині Українського щита узгоджується із агрохімічними оцінками усередненого підвищеного вмісту рухомих форм Co на рівні 0,2 мг/кг, підвищеного вмісту P — 51–53, середнього і високого вмісту Mn — 8–19 мг/кг (Житомирська і Київська області).

На території *Поліської Лівобережної природно-сільськогосподарської провінції* рудогенна спеціалізація гірських порід щодо P у північній частині Дніпровсько-Донецької металогенічної провінції узгоджується із агрохімічними оцінками підвищеного вмісту рухомих форм P на рівні 47–53 мг/кг та літогеохімічною аналією валового вмісту фосфору у ґрунтах — 910–1000 мг/кг над родовищами апатитів (Чернігівська і Сумська області).

У *зоні Лісостепу* розміщуються центральні частини металогенічних провінцій — Дністровсько-Причорноморської, Українського щита і Дніпровсько-Донецької. На

цих територіях існують родовища корисних копалин P, Cu, Pb, Zn, Ti, Zr, F, Au, Na, а також рудоносні райони і рудні поля, спеціалізовані щодо біофільних елементів — Cu, Pb, Zn, Mo, P, Co, Mn. Геохімічні особливості кристалічних порід Українського щита характеризують рідкоземельна, рідкоземельно-сидерофільна, сидерофільно-літофільна та слабодиференційована спеціалізації Подільської, Побузької, Кіровоградської і Білоцерківської геохімічних областей із зонами підвищених концентрацій P, Mn, Mo, Cu, Pb, Co. Агротипами ґрунтового покриву є чорнозем опідзолений, сіролісовий, лучно-чорноземний, типово-чорноземний та лучно-солонцювато-чорноземний різновиди.

На території *Західної Лісостепової природно-сільськогосподарської провінції* розміщення родовищ корисних копалин Cu, Pb, Zn, P та металогенічна спеціалізація Pb, Zn гірських порід центральної частини Дністровсько-Причорноморської металогенічної провінції узгоджується із агрохімічними оцінками середньої категорії усередненого вмісту Pb — 1,3–2,5 мг/кг і Zn — 0,6–1,6, підвищеного і дуже високого рівня вмісту Cu — 0,2–1,4, підвищеного рівня вмісту P — 46–59 мг/кг (Львівська і Тернопільська області). Територію Львівської обл. вирізняють найвищі значення усереднених рівнів рухомих форм усіх вказаних елементів.

На території *Правобережної Лісостепової природно-сільськогосподарської провінції* розміщення родовищ корисних копалин P, Pb, Zn, металогенічна спеціалізація щодо P, Co, Cu, Mn та геохімічна спеціалізація щодо P, Pb, Zn, Cu, Mn, Co (KK=1,2–1,6) гірських порід центральної частини Українського щита просторово корелюють із агрохімічними оцінками до середнього рівня вмісту рухомих форм Zn — 0,4–1,9 мг/кг, від середнього до підвищеного — P — 38–66, високого і підвищеного — Co — 0,2–0,3, до підвищеного — Cu — 0,1–0,3, до підвищеного і дуже високого вмісту Mn — 6–25 мг/кг. Літогеохімічні аномалії для валової форми елементів у ґрунтах просторово визначаються такими концентраціями елементів

у відповідних гірських породах: Р (850–1300 мг/кг) – родовищами і рудним полем, Рb (21) – комплексним родовищем, Со (11,5–12) – рудною зоною та рудними полями, Мп (790 мг/кг) – рудним полем (Хмельницька, Вінницька, Черкаська, Київська, Житомирська області). Територію Черкаської обл. вирізняють найвищі значення усереднених рівнів рухомих форм Р (57 мг/кг), Вінницької – Zn (1,9 мг/кг).

На території *Лівобережної Лісостепової природно-сільськогосподарської провінції* розміщуються родовища корисних копалин Р і Рb у гірських породах центральної частини Дніпровсько-Донецької металогенічної провінції, що узгоджується із агрохімічними оцінками усереднених значень у рухомих формах ґрунтів вмісту: до середнього рівня Рb (0,9–2,6 мг/кг) та підвищеного – Р (45–55 мг/кг). Літогеохімічна аномалія Р (800–840 мг/кг) для валової форми елемента у ґрунтах просторово визначається родовищами фосфору (Полтавська, Харківська, Чернігівська, Сумська області). Територію Харківської обл. вирізняє найвище значення усередненого вмісту рухомих форм Рb – 2,6 мг/кг.

У **зоні Степу** розміщуються західна частина Карпатсько-Кримської та південні частини металогенічних провінцій Українського щита і Дніпровсько-Донецької. На цих територіях існують родовища корисних копалин Р, Cu, Рb, Zn, Мп, Ti, Zr, F, Hg, Al, а також рудоносні райони і рудні поля, спеціалізовані щодо біофільних елементів – Cu, Рb, Zn, Мо, Со. Геохімічні особливості кристалічних порід Українського щита характеризують халькофільно-сидерофільна, рідкоземельно-сидерофільна, сидерофільно-літофільна спеціалізації Придніпровської, Побуззької, Кіровоградської, Інгулецько-Криворізької геохімічних області і зони, що містять підвищені концентрації Мо, Cu, Со. Характерним агротипом ґрунтового покриву для цих територій є чорноземи звичайні.

На території *Правобережної Степової природно-сільськогосподарської провінції* розміщуються родовища корисних копалин Р і Мп, металогенічна спеціалізація

щодо Со, Cu та геохімічна спеціалізація щодо Р, Мп, Со, Cu (КК=1,2–1,6) гірських порід південної частини Українського щита узгоджуються із агрохімічними оцінками усередненого вмісту рухомих форм поживних елементів переважно підвищеного і високого рівнів Р (36–56 мг/кг), Мп (6–29), Cu (0,1–0,3), а також високого і дуже високого – Со (0,2–0,5 мг/кг). Аномальний вміст у ґрунтах валової форми Мп на рівні 150–170 мг/кг простежується на ділянках розташування його корисних копалин; літогеохімічна аномалія Cu (22–24 мг/кг) просторово визначається рудним районом мідної спеціалізації (Кіровоградська, Одеська, Миколаївська, Дніпропетровська області). Територію Дніпропетровської обл. відрізняє найвищий рівень усередненого вмісту рухомих форм Мп – 29 мг/кг.

У *східній частині Лівобережної Степової природно-сільськогосподарської провінції* розташування родовищ корисних копалин Р, Cu, Рb, Zn і металогенічна спеціалізація щодо Cu, Рb, Zn гірських порід Дніпровсько-Донецької металогенічної провінції узгоджується із агрохімічними оцінками рухомих форм: на середньому рівні Р (34 мг/кг) та підвищеному – Cu (0,3 мг/кг). Літогеохімічна аномалія Р (900–1200 мг/кг) для валової форми елемента у ґрунтах просторово визначається групою родовищ фосфора, аномалії Cu (22, 25, 26 і 23–29 мг/кг) – родовищами та зруденінням корисних копалин міді, аномалії Рb (21, 23–26, 29–32 і 21 мг/кг) – групою комплексних родовищ свинцю, його рудними районами і рудними полями, аномалії Zn (71–75, 72–75, 81–85, 79–89, 75–78 мг/кг) – групами комплексних родовищ цинку, його рудними районами та рудним полем (Луганська і Донецька області).

У *західній частині Лівобережної Степової природно-сільськогосподарської провінції* у межах Українського щита металогенічна спеціалізація гірських порід щодо Zn та геохімічна спеціалізація щодо Zn, Р, Мп, Со (КК=1,2–1,8) узгоджуються із агрохімічними оцінками усередненого вмісту рухомих форм Zn на низькому рівні (0,6–1,1 мг/кг), підвищеним – Р (45–57), висо-

ким і дуже високим — Mn (20–30), дуже високим — Co (0,3–0,6 мг/кг). Літогеохімічну аномалію Zn (73–75 мг/кг) для валової форми елемента у ґрунтах просторово визначає рудне поле цинкової спеціалізації (Дніпропетровська, Запорізька області).

Виявлені просторові взаємозв'язки між геохімічними і металогенічними особливостями гірських порід та хімічними особливостями орних ґрунтів засвідчують, що ендегенна спеціалізація підстильних порід є вагомим природним агроекологічним чинником у забезпеченості ґрунтів поживними елементами.

ВИСНОВКИ

Природні особливості геохімічної спеціалізації підстильних гірських порід України визначає регіональний низький вміст поживних хімічних елементів, що значною мірою обумовлює їх низькі рівні у ґрунтовому покриві та їх відповідну нестачу у сировинній продукції рослинництва і тваринництва. Так, переважання низького вмісту поживних елементів у рухомих і валових формах ґрунтів України визначає природні екологічні особливості вирощування сільськогосподарських культур. Території локальних концентрацій біофільних елементів у деяких рудних зонах сприяють їх підвищеному вмісту у ґрунтах та формують екологічні умови вирощування продукції вищої якості завдяки забезпеченості певними поживними хімічними елементами.

Низькі рівні поживних елементів у системі «ґрунт — рослина — тварина» мають

розглядатися як природні біогеохімічні закономірності функціонування біоти, що, за всіма біосферними законами, є нормальними умовами їх гомеостазу. Це визначає існування у живих організмів відповідних адаптативних механізмів функціонування та формування особливостей гомеостазу. Існуюча просторова диференціація позитивної геохімічної і металогенічної спеціалізації підстильних гірських порід певним чином може проявлятися у ґрунтовому покриві і сприяти формуванню території із необхідною екологічною забезпеченістю ґрунтів P — у зоні Полісся, P, Co, Mn — Лісостепу, P, Cu, Mn, Zn — у зоні Степу.

Корегування природних екологічних умов функціонування організмів (у т.ч. внесення мінеральних добрив) є відносно потужним антропогенним чинником, граничні межі застосування якого потребують глибоких екологічних і біогеохімічних обґрунтувань і мають бути орієнтовані не лише на підвищення врожайності. В умовах існуючого дефіциту поживних хімічних елементів у ґрунтах України території із позитивною геохімічною спеціалізацією підстильних гірських порід мають розглядатися як угіддя із вирощування найбільш якісної сільськогосподарської продукції.

Оцінювання екологічних особливостей вирощування сільськогосподарських культур базується на визначенні природної літогеохімічної та агрохімічної складових вирощування сільськогосподарських культур, що є регіональним біосферним фоном і не потребує залучення або зниження рівнів вмісту певних хімічних елементів.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 12 с.
2. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / за ред. М.В. Зубець та ін. Київ: Аграрна наука, 2010. 980 с.
3. Єгорова Т.М. Геохімічна екологія агроландшафтів України: моногр. / за ред. О.І. Фурдичка. Київ: Тов «ДІА», 2018. 264 с.
4. Яцук І.П. Наукові основи відновлення природного потенціалу агроecosystem України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 03.00.16. Київ, 2018. 53 с.
5. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / за ред.: С.А. Балюка та ін. Київ: Мін-агрополітики, ТОВ «ВІК ПРИНТ», 2012. 111 с.
6. ДСТУ 7243:2011. Якість ґрунту. Землі техногенно забруднені. Обстеження та використання. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2012. 12 с.
7. Клос В.Р. та ін. Регіональні геохімічні дослідження ґрунтів України в рамках міжнародного проекту з геохімічного картування сільськогосподарських та пасовищних земель Європи (GEMAS). *Пошукова та екологічна геохімія*: зб. наук. праць. 2012. № 1. С. 51–67.
8. Геохімічний атлас ґрунтів України: масштаб

- 1:5 000 000 (за результатами міжнародного проєкту GEMAS) / за ред. В.Р. Клос та ін. Київ: ДП «Українська геологічна компанія», 2015. 94 с.
9. Комплект карт «Геологія і корисні копалини України»: масштаб 1:1 000 000. Пояснювальна записка / за ред.: Д.Г. Гурського та ін. Київ: УкрДГРІ, 2003. 368 с.
10. Геологія і корисні копалини України. Атлас: масштаб 1:5 000 000 / за ред. Л.С. Галецького. Київ: ДП «Такі справи», 2001. 168 с.
11. Мартин А.Г., Осипчук С.О., Чумаченко О.М. Природно-сільськогосподарське районування України: моногр. Київ: ЦП «Компринт», 2015. 328 с.

REFERENCES

1. Yakist hruntu. Pokaznyky rodiuchosti gruntiv [Soil quality. Soil fertility rates]. (2006). *DSTU 4362: 2004*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
2. Zubets, M.V. ta in. (Eds.). (2010). *Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Lisostepu Ukrainy [Scientific bases of agro-industrial production in the listeppe zone of Ukraine]* [in Ukrainian].
3. Yehorova, T.M., & Furdychko, O.I. (Ed.) (2018). *Heokhimichna ekolohiia ahrolandschafti Ukrainy [Geochemical ecology of agricultural landscapes of Ukraine]*. Kyiv: Tov «DIA» [in Ukrainian].
4. Yatsuk, I.P. (2018). *Naukovi osnovy vidnovlennya pryrodnoho potentsialu ahroekosystem Ukrainy [Scientific bases of restoration of natural potential of agroecosystems of Ukraine]. Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
5. Baliuk, S.A. et al. (Eds.). (2012). *Natsionalna dopovid pro stan rodiuchosti gruntiv Ukrainy [National report on soil fertility of Ukraine]*. Kyiv: Minahropolityky, TOV «VIK PRYNT» [in Ukrainian].
6. Yakist hruntu. Zemli tekhnohenno zabrudneni. Obstezhennia ta vykorystannia [Soil quality. The lands are man-made. Inspection and use]. (2012). *DSTU 7243:2011*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
7. Klos, V.R. et al. (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 in the framework of the international project on geochemical mapping of agricultural and pasture lands of Europe (GEMAS)]. Poshukova ta ekolohichna heokhimiiia — Search and environmental geochemistry, 1, 51–67* [in Ukrainian].
8. Klos, V.R. et al. (2015). *Heokhimichniy atlas gruntiv Ukrainy: masshtab 1:5 000 000 (za rezultatsy mizhnarodnoho proektu GEMAS) [Geochemical Atlas of Soils of Ukraine: scale 1: 5 000 000 (according to the results of the international project GEMAS)]*. Kyiv [in Ukrainian].
9. Hurskiy, D.H. et al. (Eds.). (2003). *Komplekt kart «Heolohiia i korysni kopalyny Ukrainy»: masshtab 1:1 000 000. Poiasniuvalna zapyska [Set of maps «Geology and Minerals of Ukraine»: scale 1: 1 000 000. Explanatory note]*. Kyiv [in Ukrainian].
10. Haletskuy, L.S. (Ed.). (2001). *Heolohiia i korysni kopalyny Ukrainy. Atlas [Karty]: masshtab 1:5 000 000 [Geology and minerals of Ukraine. [Maps] Atlas: 1:5 000 000 scale]*. Kyiv: DP «Taki spravy» [in Ukrainian].
11. Martyn, A.H., Osypchuk, S.O., & Chumachenko, O.M. (2015). *Pryrodno-silskohospodarske raionuvannia Ukrainy [Natural-agricultural zoning of Ukraine]*. Kyiv: TsP «Komprynt» [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 15.04.2020