

УДК 631.95:550.424

© 2015

*Т.М. Єгорова,**кандидат геолого-  
мінералогічних наук**Інститут агроєкології  
і природокористування  
НААН***ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ  
ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ  
АГРОЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ**

**Мета.** Дослідити причинно-наслідкові взаємозв'язки між процесами геохімічної міграції та екологічним станом агроландшафтів, їх таксономічну класифікацію і кількісну параметризацію. **Методи.** Застосовано ландшафтно-геохімічне районування території України та системне узагальнення агроєкологічних, агрохімічних, гідрохімічних, біокліматичних, геоморфологічних, біогеохімічних і мінералогічних даних. **Результати.** Наведено таксономічну класифікацію агроландшафтів, що містить систематизацію геохімічних та екологічних процесів, фактори агроєкологічного районування, їх кількісні параметри і критерії оцінювання. **Висновки.** Описано поєднання лімітувальних і сприятливих еколого-геохімічних факторів землеробства для територій регіональних геохімічних ландшафтів України.

**Ключові слова:** агроландшафт, класифікація, екологічна геохімія, фактори районування.

Геохімічні процеси, що діють у біосфері, є предметом досліджень більшості прикладних природничих наук. Кожна з них зосереджується переважно на окремому виді геохімічної міграції або певних хімічних елементах [4, 6, 14, 15]. Агроєкологія, вивчаючи різні екологічні фактори, приділяє мало уваги геохімічним факторам і процесам, що зумовлюють екологічні особливості розвитку агроценозів.

Щоб створити нормальні екологічні умови для розвитку рослин, потрібно виявити та корегувати саме лімітувальні геохімічні фактори їх розвитку. Комплексне виявлення таких факторів можливе за таксономічної класифікації агроландшафтів на локальному і регіональному рівнях. Однак на локальному рівні у межах окремої сівозміни для землекористувачів ці питання відносно очевидні, тоді як оцінювання земель на регіональному рівні є значно складнішим через взаємодію широкого кола факторів, які можуть відповідати зонам екологічного песимуму та оптимуму.

**Мета досліджень** — вивчити причинно-наслідкові взаємозв'язки між процесами геохімічної міграції та екологічним станом агроландшафтів, їх класифікацію за таксономічними категоріями та інформативну кількісну

параметризацію. На цих підставах визначено території ландшафтів України з оптимальними і найбільш несприятливими еколого-геохімічними особливостями землеробства.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Агроєкологічні дослідження в Україні зосереджено переважно на головних проблемах забезпечення родючості земель, до яких належать ерозія і засоленість земель, втрата гумусу, нестача біогенних елементів, забруднення ґрунтів і сільгосппродукції радіонуклідами і пестицидами [1, 3, 11]. Розв'язанню цих проблем на окремих територіях присвячено наукові розробки О.І. Фурдичка, О.Г. Тараріка, В.А. Баранова, В.П. Патики, М.І. Полупана, В.В. Медведєва та ін. [1, 11, 12].

Геохімічні напрями агроєкологічних досліджень в Україні пов'язують з агрохімічним моніторингом орних земель, який висвітлює просторовий розподіл головних факторів родючості одного з компонентів окремого функціонального виду агроландшафтів — ґрунтів ріллі [3, 4, 12]. Про необхідність комплексного дослідження багатфакторних геохімічних процесів у ландшафтах сільськогосподарських територій зазначено в роботах О.І. Перельмана, М.А. Глазовської, К.І. Лукашова, М.К. Чертко,

В.М. Гуцулюка, І.В. Кураєвої, Р. Sipos та ін. [6, 8, 14, 15]. Дослідження [6–8] висвітлюють вплив природно-техногенних процесів геохімічної міграції мікроелементів на екологічний стан ґрунтів і всіх інших компонентів ландшафтів — ґрунтоутворювальних порід, поверхневих вод, природної і сільськогосподарської рослинності, свійських тварин і людини. Наявність такого зв'язку підтверджує, що під час виконання агро-екологічних досліджень слід вивчати й оцінювати взаємозумовлені еколого-геохімічні процеси. Проведені дослідження є методологічною основою для вивчення і територіальної диференціації цих процесів для агроландшафтів на території України.

**Матеріали та методи досліджень.** Аналіз еколого-геохімічних процесів в агроландшафтах України виконано на методологічній основі геохімії ландшафтів. Просторові особливості перерозподілу природно-техногенних речовин за головними природними факторами (кліматом, рельєфом, рослинно-ґрунтовим покривом, ґрунтоутворювальними і підстильними породами, мінералізацією осадових відкладів) відображають 25 регіональних геохімічних ландшафтів, виокремлених та описаних автором раніше [7].

Розроблена методика оцінювання агроландшафтів України містить таксономічну класифікацію природно-техногенних факторів їх формування та відповідних їм еколого-геохімічних процесів; розробку системи кількісних параметрів і критеріїв екологічних процесів та міграції хімічних елементів; узагальнення для територій геохімічних ландшафтів вибраних параметрів (агроекологічних, техногенних, кліматичних, агрохімічних, агротехнічних, геоморфологічних, гідрохімічних, біогеохімічних, металогенічних) та класифікацію їх на нормальні, оптимальні або несприятливі для землеробства. На цих засадах для територій кожного з регіональних ландшафтів було визначено розширені комплекси лімітувальних та оптимальних еколого-геохімічних факторів функціонування агроландшафтів.

Розроблена нами таксономічна класифікація агроландшафтів базується на 3-х основних принципах:

- класифікація агроландшафтів як перший етап різномасштабного (регіонального і локального) агроекологічного районування території України;
- кількісна параметризація головних природних і техногенних еколого-геохімічних процесів історичного функціонування

агроландшафтів України як основа їх екологічного оцінювання;

- лімітувальні геохімічні фактори розглядаються як регіональні засади господарського використання території України.

Інформативне екологічне оцінювання агроландшафтів має засновуватися на достатньо вивчених кількісних параметрах еколого-геохімічних процесів, які визначають диференційовано за кожним фактором районування [7, 8]. Базується таке оцінювання на характеристиках міграції комплексних біогеохімічних ланцюгів системи осадові відклади — ґрунтоутворювальні породи — ґрунти — біоценози.

**Результати досліджень.** Розроблена класифікація таксономічних категорій агроландшафтів містить характеристику провідних геохімічних та екологічних процесів їх функціонування, параметри і критерії їх кількісного оцінювання та якісні характеристики ландшафтів, які використовують для районування територій (табл. 1).

Зміни фізико-хімічної структури природного ландшафту за господарського використання, які є критеріями виокремлення рядів агроландшафтів, можна оцінювати за такими параметрами: перевищенням площ екологічно нестабілізованих угідь садів і ріллі до стабілізованих угідь лісів і сіножатей (ЕДС) [1]; відсотковою розораністю земель (Р); річним сумарним модулем техногенних відходів (МТВ) [2, 9]; порушеністю природної структури ландшафтів за І.О. Морозовою; сумарним показником забруднення важкими металами за Ю.Є. Саєтом; залишковими запасами пестицидів і штучних радіонуклідів у ґрунті. Водно-температурний режим територій і хімічні властивості природних розчинів, які є критеріями виокремлення типів агроландшафтів, мають оцінюватися за такими параметрами: ступенем метаморфізації поверхневих вод за О.Є. Беляковою (КІС) [8], гідротермічним коефіцієнтом за Г.Т. Селяниновим (ГТК) [13]. Природний фітопотенціал територій і природна врожайність агроценозів, що є критеріями виокремлення родин агроландшафтів, можуть оцінюватися за такими параметрами: загальною фітомасою і продуктивністю фітоценозів за М.І. Базілевичем (Б, П) [6, 8, 14]; природною врожайністю зернових, яка висвітлює природну родючість ґрунту (УП — для пшениці озимої, УЯ — для ячменю ярового) [1, 11, 12]. Природний потенціал родючості ґрунту, що є критерієм виокремлення класів

агроландшафтів, має оцінюватися за такими параметрами: типоморфними макроелементами ґрунтового розчину за О.І. Перельманом [7, 8]; умістом гумусу за І.В. Тюрнім ( $C_{орг.}$ ) [4, 12]; комплексним показником ємності поглинання ґрунту за Т.М. Єгоровою (КПС) [8]. Інтенсивність механічної деградації ґрунтів, що є критерієм виокремлення родів агроландшафтів, може оцінюватися за такими параметрами: морфоструктурою, кутами нахилу поверхні ( $k$ ), глибиною ( $h$ ) і густиною розчленування ( $l$ ) поверхні за О.І. Спиридоновим; змитістю земель (33) і фактичними втратами орного шару (В3) [5]. Забезпеченість біогеохімічних ланцюгів поживними (есенційними) елементами, що є критерієм виокремлення видів агроландшафтів, має оцінюватися за такими параметрами: біогеохімічною нестачею та надлишком есенційних мікроелементів у ґрунтах за

В.В. Ковальським [6, 8]; рудоносністю осадового чохла за видами рудних корисних копалин [2, 10]; кларками концентрації есенційних елементів у гірських породах за В.І. Вернадським.

Еколого-геохімічні процеси в агроландшафтах України нами було оцінено за 34-ма із зазначених параметрів. Це дало змогу визначити території з оптимальними і найгіршими для землеробства еколого-геохімічними особливостями, які відображають певні таксони за кожною з 6-ти таксономічних категорій.

Оптимальні еколого-геохімічні умови землеробства на рівні 1–3-х факторів є на території 21-го регіонального ландшафту. З них 3 оптимальні фактори властиві лише трубизьким, авратинським і верхньодонським ландшафтам, що займають територію Лісостепу Правобережного високого і Лівобережного високого та низовинного. Оптимальні параметри

### **1. Таксономічні категорії агроландшафтів і параметризація еколого-геохімічних процесів**

Таксономічні категорії агроландшафтів	Типологія геохімічних і екологічних процесів	Якісні фактори агроекологічного районування	Характеристики еколого-геохімічних параметрів природно-техногенних процесів	Критерії просторової диференціації еколого-геохімічних процесів
Ряд	Загальна природно-техногенна міграція і хімічне забруднення	Техногенне навантаження та функціональне зонування земель сільсько-господарського призначення	Антропогенні зміни природних геохімічних процесів певним видом сільськогосподарської діяльності; екологічна рівновага сільгоспу; техногенне навантаження на компоненти ландшафту	Зміни фізико-хімічної структури природного ландшафту
Тип	Водна фізико-хімічна міграція і водно-температурна забезпеченість	Кліматична та фізико-географічна зональність	Стійкість водних мігрантів і запаси продуктивної вологи	Зміни водно-температурного режиму територій і хімічних властивостей природних розчинів
Родина	Біогенна міграція і природна біопродуктивність	Природні рослинні формації	Маса біологічної речовини, що включена до біогеохімічних циклів	Природний фітопотенціал і природна врожайність агроценозів
Клас	Ґрунтова міграція і гумусо-забезпеченість	Геохімічні класи та комплекси ґрунтів	Агрохімічна деградація ґрунту	Природний потенціал родючості ґрунту
Рід	Механічна міграція та ерозія поверхні	Морфометрія рельєфу	Поширення ерозійних процесів	Інтенсивність механічної деградації ґрунтів
Вид	Літогенна фізико-хімічна міграція і потенційна забезпеченість поживними речовинами	Ґрунтоутворювальні породи і мінералогічні субпровінції осадового чохла	Надлишок і дефіцит поживних елементів у біогеохімічних ланцюгах	Забезпеченість біогеохімічних ланцюгів поживними (есенційними) елементами

цих ландшафтів відповідають їх типу, родині і класу, тобто таким еколого-геохімічним процесам: водній фізико-хімічній міграції і водно-температурній забезпеченості; біогенній міграції і природній біопродуктивності; ґрунтовій міграції і гумусозабезпеченості. Водночас за іншими групами параметрів (рядом, родом і видом ландшафтів) вони потрапляють до перехідної зони між оптимумом і песимумом. Тому напрями збереження родючості і збалансованого природокористування цих земель мають передбачати зниження техногенного навантаження, протиерозійні заходи

і відновлення природних біогеохімічних циклів.

Поширення параметрів еколого-геохімічного фактора на рівні зони песимума свідчить про його лімітувальне значення для землеробства відповідної території (табл. 2).

Комплекс лімітувальних факторів свідчить про значні труднощі в забезпеченні економічно доцільної врожайності сільськогосподарських культур. Неприятливі еколого-геохімічні умови землеробства за 1–2-ма лімітувальними факторами наявні на території 13-ти регіональних ландшафтів. З них 2 лімітувальних фактори властиві 5-ти ландшафтам — поліським,

## 2. Таксономічна класифікація еколого-геохімічних факторів і параметрів агроландшафтів України

Таксономічна категорія агроландшафтів	Класифікаційні еколого-геохімічні фактори функціонування агроландшафтів	Таксони агроландшафтів та їх еколого-геохімічні параметри
Ряд	Природно-техногенна міграція хімічних речовин	ЕДС>1; P>80%, МТВ>100 т/км <sup>2</sup> /рік* ЕДС=0,5–1,0; P=60–80%; МТВ=10–100 т/км <sup>2</sup> /рік ЕДС<0,5; P<60%; МТВ<10 т/км <sup>2</sup> /рік**
Тип	Водна фізико-хімічна міграція абіогенних речовин	KIC>10; ГТК=0,5–0,8* KIC=4–8; ГТК=0,6–0,8 KIC=0,6–4; ГТК=0,8–0,9 KIC=0,6–4; ГТК=1,0–3,8 KIC≤0,5; ГТК=1,1–1,8 KIC≤0,5; ГТК=0,9–1,2**
Родина	Біогенна міграція біофільних хімічних елементів	Б 20; П=8–9; УП 2,2; УЯ 1,6 т/га* Б 20–80; П 8; УП 2,8–3,2; УЯ 1,7–2,3 т/га Б 300–400; П 8–12 т/га; УП 2,7–3,4; УЯ 2,7–3,3 т/га Б 300–370; П 7,5–8; УП 1,8–2,0; УЯ 1,5–1,9 т/га Б 25–370; П 8–13; УП 2,6–3,5; УЯ 2,1–2,5 т/га**
Клас	Водна природно-техногенна фізико-хімічна міграція речовин у ґрунтовому покриві	H <sup>+</sup> ; C <sub>орг.</sub> 0,7–5%; КПЄ=6–28* Ca <sup>2+</sup> –Na <sup>+</sup> ; C <sub>орг.</sub> =1,8–5,5%; КПЄ=138–186 H <sup>+</sup> –Fe <sup>2+</sup> ; C <sub>орг.</sub> =0,7–2,9%; КПЄ=12–306 H <sup>+</sup> –Ca <sup>2+</sup> ; C <sub>орг.</sub> =1,3–3,5%; КПЄ=230–240 Ca <sup>2+</sup> ; C <sub>орг.</sub> =2–5,7%; КПЄ=83–275**
Рід	Поверхнева механічна міграція мінеральних сполук	Височини і гори; k>30', h>20 м, l<0,6 км; 33>60%, B3>20 т/га* Гори і височини; k>30', h>20 м, l<0,6 км; 33=1–60%, B3<15 т/га Височини і низовини; k=0,5–1°, h=10–100 м, l<2 км; 33>60%, B3=15–20 т/га Височини і низовини; k=0,5–1°, h=10–100 м, l<2 км; 33=1–60%, B3=3–20 т/га Низовини; k<30', h<10 м, l>0,3 км; 33<1%, B3<3 т/га**
Вид	Екзогенна фізико-хімічна трансформація гірських порід і мінералів	Нестача в ґрунтах Мо, Со в умовах ендегенного розсіювання* Нестача в ґрунтах Мо, Со, Мп в умовах ендегенного розсіювання Нестача або норма в ґрунтах Мо, Со в умовах ендегенної концентрації Надлишок у ґрунтах Zn в умовах ендегенної концентрації Надлишок у ґрунтах Zn в умовах ендегенного розсіювання Норма вмісту в ґрунтах Мо, Со, Мп, Cu, Zn, Sr в умовах ендегенного розсіювання**

\* Перший таксон характеризує зону песимума, \*\* останній — зону оптимуму еколого-геохімічного фактора.

приазовським, тарханкутським, сімферопольським і керченським, поширеним на територіях Полісся Західного, Степу Південного і Степу Сухого. Такі еколого-геохімічні параметри відповідають типу і родині агроландшафтів на території Степу, класу і виду — на території Полісся. Це характеризує зони песимуму

таких еколого-геохімічних процесів: водної фізико-хімічної міграції і водно-температурної забезпеченості; біогенної міграції і природної біопродуктивності; ґрунтової міграції і гумусо-забезпеченості; літогенної фізико-хімічної міграції і потенційної забезпеченості поживними речовинами.

## **Висновки**

*Еколого-геохімічні процеси узагальнюють природно-техногенний перерозподіл речовини та енергії в зоні активного аграрного використання. Систематизацію фізико-хімічного, біогенного і механічного видів міграції висвітлює цільова таксономічна класифікація агроландшафтів. Екологічне оцінювання процесів геохімічної міграції проведено за 32-ма кількісними параметрами, включаючи агрохімію ґрунтів, природну врожайність зернових, біопродуктивність фітоценозів, морфометрію поверхні, мінералізацію осадових відкладів.*

*Інтервали коливань досліджених параметрів розподілено на зони оптимуму і песимуму. Просторово їм відповідають агроландшафти з оптимальними й несприятливими еколого-геохімічними умовами та поширенням певних лімітувальних факторів землеробства. Для агроландшафтів, де зосереджено 2 і більше лімітувальних факторів, доцільно розглядати еколого-економічну перспективу їх переведення до категорії екологічно стабілізовувальних угідь.*

## **Бібліографія**

1. Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку); за ред. М.В. Присяжнюка, М.В. Зубця, П.Т. Саблука, В.Я. Месель-Веселяка, М.М. Федорова. — К.: ННЦ «ІАЕ», 2011. — 1008 с.
2. Атлас геологія і корисні копалини України; за ред. Л.С. Галецького. — К.: Такі справи, 2001. — 168 с.
3. Гаврилюк Б.Б. Проблемні питання вдосконалення еколого-агрохімічної паспортизації при моніторингу земельних ресурсів/Б.Б. Гаврилюк, Г.М. Гаврилюк, Ю.М. Кух та ін.//Наук.-метод. журн.: серія «Екологія». — Т. 81. — Вип. 68. — 2008. — С. 100–103.
4. Греков В. Особливості проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення/В. Греков, Л. Дацько//Режим доступу до ресурсу: <http://www.ndipvt.org.ua>. — С. 315–323.
5. Екологічний атлас України; за ред. Л.Г. Руденко. — К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2009. — 104 с.
6. Єгорова Т.М. До питання розвитку екологічної геохімії України/Т.М. Єгорова//Геолог України. — 2004. — № 1. — С. 13–15.
7. Єгорова Т.М. Ландшафтно-геохімічна структура території України як методологічна основа еколого-геохімічних досліджень/Т.М. Єгорова//Екологія та охорона довкілля. 2003. — № 2. — С. 71–77.
8. Єгорова Т.М. Эколого-геохимические критерии оценки и районирования агроландшафтов/Т.М. Егорова//Вестн. Белорусской гос. с.-х. академии. — Горки, 2014. — № 1. — С. 118–122.
9. Земельний фонд України на 1 січня 2014 р./Державне агентство земельних ресурсів України. Офіційний веб-сайт//Режим доступу: <http://land.gov.ua/zvitnist/statystyka.html>
10. Карта четвертинних відкладів України; за ред. П.Ф. Гожики/Комплект карт «Геологія і корисні копалини України». — К.: Державна геологічна служба України, 2000. — 4 арк.
11. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України; голова ред. кол. М.В. Зубець. — К.: Аграр. наука, 2010. — 983 с.
12. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України; за ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва, О.Г. Тараріка та ін. — К.: ТОВ «ВІК ПРИНТ», 2010. — 111 с.
13. Полупан М.І. Ґрунти України: карта масштабу 1:1 430 000/М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.А. Величко. — К., Х.: ННЦ «ІА імені О.Н. Соколовського», 2005. — 1 арк.
14. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants/A. Kabata-Pendias, H. Pendias. — London — New York — Washington: CRC Press LLC, 2001. — 403 p.
15. Sipos P. Geochemical factors controlling the migration and immobilization of heavy metals as reflected by the study of soil profiles from the Cserhat Mts./P. Sipos. — Budapest: Lab. For Geochemical Research, Hungarian Academy of Science, 2004. — 16 p.

Надійшла 15.08.2014.