

УДК 631.95 : 550.424

ГЕОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛАНДШАФТІВ ЯК ФАКТОР ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*Т.М. Єгорова**кандидат геолого-мінералогічних наук**Інститут агроекології і природокористування НААН*

Розглянуто результати впровадження геохімії ландшафтів при вивченні екологічних проблем на території України. Обґрунтовано значимість принципів диференціації і когерентності ландшафтів для оцінювання екологічної безпеки територій. Запропоновано методологію ландшафтно-геохімічних досліджень земель сільськогосподарського призначення. Запропоновано трирівневу систему кількісних параметрів геохімічного стану агроландшафтів для оцінювання рівня екологічної безпеки харчових ланцюгів за вмістом мікроелементів. Розроблено таксономічну класифікацію агроландшафтів, засновану на природних і техногенних процесах у біогеохімічних ланцюгах. Визначено індикаторні ланки харчових ланцюгів для оцінювання екологічної безпеки за функціональними типами земель сільськогосподарського призначення.

Ключові слова: *геохімічні ландшафти, агроландшафти, мікроелементи, екологічна безпека, біогеохімічні ланцюги.*

.....

Спеціалісти з питань економіки аграрного сектора України значну увагу приділяють аналізу та управлінню екологічною безпекою на землях сільськогосподарського використання [1]. Традиційний підхід до вибору об'єктів екологічної безпеки в галузі державних відносин є антропоцентричним. В Україні до таких об'єктів відносять насамперед підприємства, які спроможні суттєво вплинути на стан навколишнього середовища в разі технологічних аварій, території радіоактивного забруднення і зберігання небезпечних відходів [2]. Між тим, розглядаючи екологічну безпеку як складову збалансованого розвитку, зрозуміло стає, що необхідно розробити її біоцентричні засади. У зв'язку з цим геохімія ландшафтів, що є наукою про міграцію й розподіл хімічних елементів у верхній частині зони гіпергенезу, має бути науково-методологічною основою для інформативного аналізу та екологічного оцінювання стану біогеохімічних ланцюгів у системі людина-біоценоз-агроценоз-грунт-поверхневі і підземні води-гірські породи-атмосферне повітря.

Розвиток геохімії ландшафтів для вирішення екологічних проблем розпочався з 1986 р. як в Україні, так і в Росії та Білорусі. У науково-методичних дослідженнях Е.В. Саботовича, В.М. Давидчука, Б.Ф. Міцкевича, М.І. Толстого М.А. Глазовської, К.І. Лукашо-

ва, В.К. Лукашова, М.К. Чертко, Ю.Є. Саєта, Б.А. Ревіча, Є.П. Яніна, І.О. Морозової та інших вчених висвітлювалися ландшафтно-геохімічні основи динаміки радіаційного забруднення, рівня захищеності територій від хімічного забруднення, поширеності ерозійних та інших екзогенних процесів, різномасштабного геоекологічного картування й районування територій [3].

Регіональне узагальнення ландшафтно-геохімічних особливостей екологічних процесів проводилось у 1990–1991 рр. під науковим керівництвом О.І. Перельмана при ландшафтно-геохімічному картуванні в масштабі 1:1 000 000 територій України, Росії, Білорусі, що постраждали внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, у 1991–1995 рр. — під керівництвом Є.І. Ольшевської при ландшафтно-екогеохімічному картуванні України в масштабі 1:500 000, у 2001–2005 рр. — під керівництвом автора цієї статті при ландшафтно-геохімічному районуванні для екологічного оцінювання території Українського щита в масштабі 1:500 000 [4–6]. Основними напрямками оцінювання і диференціації рівня екологічної безпеки земель сільськогосподарського використання більшість фахівців вважає інтенсивність переходу забрудників у продукцію рослинництва і тваринництва, здатність природних ландшафтів до самоочищення або акумуля-

ції техногенних речовин, рівні інтенсивності забрудненості ґрунтів та інших компонентів довкілля у зв'язку з перевищенням гранично допустимих концентрацій важких металів і пестицидів та активності радіонуклідів.

Саме тому в цій статті ми поставили завдання — є визначити фактори та параметри екологічної безпеки земель сільськогосподарського використання, які зумовлені їхніми ландшафтно-геохімічними особливостями, а також розробити методичні підходи до їхнього аналізу і оцінювання.

Науково-методологічними засадами для впровадження ландшафтно-геохімічних факторів у систему екологічної безпеки земель сільськогосподарського використання є принципи диференціації та когерентності (узгодженості) ландшафтів, введені в науку О.І. Перельманом [7]. За принципом когерентності, всі частини ландшафту пов'язані та взаємозумовлені як єдина природно-техногенна система; за принципом диференціації — техногенне забруднення кожного компонента довкілля залежить не тільки від джерела забруднення, а й від ландшафтно-геохімічних умов. Відповідно до цього, хімічний склад і забруднення агроландшафтів усіх рівнів, а також забезпеченість агроценозів поживними та есенційними хімічними елементами взаємообумовлені і визначаються ландшафтно-геохімічною будовою території. Зазначені принципи є продовженням у геохімії ландшафтів загальнонаукового положення В.І. Вернадського про прямий зв'язок у біосфері хімічного складу живої, неживої та біокосної матерії, а також заснованого на ньому біогеохімічного районування. Саме з цих причин аналіз екологічної безпеки земель сільськогосподарського використання лише в межах системи ґрунт-агроценоз не є об'єктивним та інформативним.

Щоб вивчити геохімічні фактори екологічної безпеки агроландшафтів потрібно об'єднати загальнонаукові методи геохімії ландшафтів та спеціальні методи агроекології. Перша частина такої методології включає: типологічну класифікацію структури агроландшафтів за природно-техногенними факторами їх формування; визначення кількісних статистичних, еколого-геохімічних і біогеохімічних параметрів компонентів агроландшафтів; ландшафтно-геохімічне районування сільськогосподарських земель на основі комплексної якісної однорідності

розрахованих параметрів. Друга частина методології ґрунтується на цільових завданнях екологічної безпеки, які вирішуються на якісному або кількісному рівні в межах просторових структур, виділених за результатами ландшафтно-геохімічного районування. Такі структури можуть бути визначені як території різного рівня екологічної безпеки, наприклад, за концентрації радіонуклідів у продукції рослинництва або самоочищення ґрунтів при внесенні пестицидів, або нестачі есенційних мікроелементів у харчових ланцюгах, або розвитку неінфекційних фітопатологій та ін.

Щоб отримати всебічну оцінку геохімічного стану агроландшафтів, ми розробили комплексну систему, що ґрунтується на кількісних параметрах і критеріях процесів трьох рівнів.

Перший рівень — процеси ландшафтно-геохімічні, які зумовлені переважно фізико-хімічною міграцією хімічних елементів у межах абіогенних компонентів ландшафтів. Це процеси геохімічної концентрації і розсіювання [7]. Кількісними параметрами для їхнього інформативного оцінювання є фоновий вміст елементів у ґрунтоутворювальних породах, ґрунтах, поверхневих і підземних водах агроландшафту. Загальними критеріями для оцінювання процесів міграції є кларки концентрації (КК) і коефіцієнти концентрації (Кк), які розраховують, відповідно, за відношенням до кларків літосфери та окремого компонента ландшафту. За кларками або коефіцієнтами концентрації визначають групи елементів геохімічної концентрації (КК і Кк > 1,5), геохімічного розсіювання (КК і Кк < 0,5) і динамічної рівноваги (КК і Кк = 0,5–1,5), які узагальнюються як геохімічна спеціалізація відповідного ландшафту або групи ландшафтів. Для спеціальних досліджень агроландшафтів автором впроваджено методику оцінювання рухомості мікроелементів за коефіцієнтами водної міграції (Кх) і мультиплікативними показниками (Му). Це дало змогу перейти до комплексного поліелементного аналізу ландшафтно-геохімічних процесів.

Наприклад, між продуктивністю фітоценозів та інтенсивністю водної міграції (за мультиплікативними коефіцієнтами 12-ти мікроелементів) ми отримали поліноміальну залежність третього ступеня, що засвідчує досить складну нелінійну залежність

між урожайністю сільгоспкультур та інтенсивністю надходження до них поживних мікроелементів (рис. 1).

Другий рівень — процеси біогеохімічні, які зумовлені переважно біогенною міграцією хімічних елементів у системі ґрунт–агроценози–тварини–людина. Це процеси біогенної акумуляції і винесення хімічних елементів. Кількісними параметрами для їхнього аналізу є статистичні оцінки вмісту елементів у ґрунтах та інформативних біооб'єктах (наприклад, у зерні пшениці, корі й гілках дерев, у різнотрав'ї, молоці, вовні тощо) [8]. Критеріями для оцінювання біогеохімічних процесів є рівні коефіцієнтів біологічного поглинання (A_x), запропоновані О.І. Перельманом, або співвідношення із пороговими концентраціями есенційних мікроелементів у ґрунтах і рослинах для нормального гомеостазу агроценозів (ПК), які визначені В.В. Ковальським [7, 9]. Для спеціальних досліджень агроландшафтів автором впроваджено методика медико-екологічного оцінювання нестачі і надлишку есенційних мікроелементів у харчових ланцюгах шляхом впровадження коефіцієнта контрастності поширеності захворювання (ККПЗ). Цей коефіцієнт є часткою поширеності хвороби серед дитячого населення в адміністративній області по відношенню до середнього рівня по Україні. За такою методикою можна встановити неінфекційні

фітопатології агроценозів і мікроелементози населення й тварин ендемічної природи.

Наприклад, нестача кобальту в 71–89% ґрунтів (менше ніж 7 мг/кг для валової та 2,5 мг/кг для рухомої форми 1М НСІ агроландшафтів) просторово відповідає підвищеній поширеності анемії дитячого населення за ККПЗ = 1,4–3,5 в Рівненській, Чернігівській і Черкаській областях.

Третій рівень — процеси еколого-геохімічні, які зумовлені переважно техногенними факторами міграції хімічних речовин у депонуючому й транспортуєчому компонентах агроландшафтів — ґрунтах і поверхневих водах річок. Це процеси різнорівневого хімічного забруднення, або техногенної концентрації певних груп хімічних елементів і речовин. Їхніми головними кількісними параметрами є вміст у ґрунтах і поверхневих водах важких металів трьох груп токсичності. Критеріями для оцінювання комплексного техногенного забруднення важкими металами є сумарний показник забрудненості (СПЗ), введений у науку Ю.Є. Састом, показник природної екологічної небезпеки (ППЕН), запропонований І.О. Морозовою, комплексний показник забрудненості токсичними мікроелементами (КПЗ). Ці показники вмісту важких металів у ґрунтах і водах розраховуються по відношенню, відповідно, фонових значень для геохімічного ландшафту, кларків ґрунтів і вод, діючих санітарних норм за гранично допустимими концентраціями [6, 10].

Наприклад, за регіональними розрахунками СПЗ для ландшафтів України природно-техногенного й техногенного рядів міграції, площа помірного й небезпечного забруднення ґрунтів і поверхневих вод Ва, Рb, Мn, Cr, Ni, Co, Мо, V, Cu, Zn, Sr (СПЗ < 32) суттєво перевищує площу небезпечної і надзвичайно небезпечної забрудненості (СПЗ > 32): їхнє співвідношення становить 56:1 для ґрунтів і 15:1 — для поверхневих вод. Отримані висновки свідчать, що регіональні процеси деградації ґрунтів сприяють самоочищенню агроландшафтів і комплексному зменшенню вмісту широкої групи есенційних мікроелементів, що мають важливе значення для підтримання родючості ґрунту.

Щоб впровадити геохімію ландшафтів як фактор екологічної безпеки земель сільськогосподарського використання, ми розробили типологічну класифікацію при-

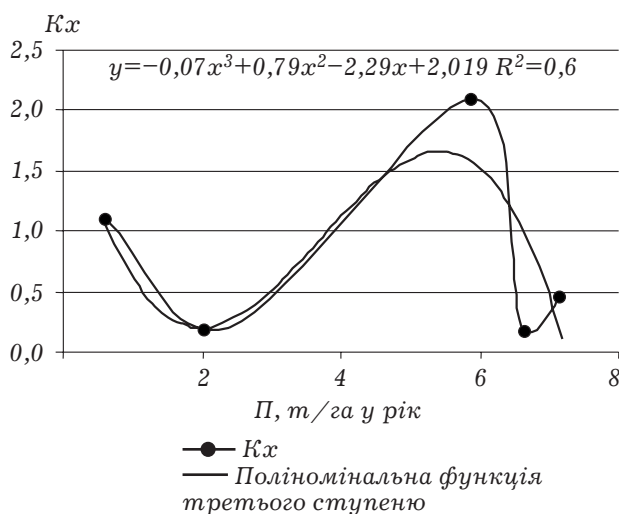


Рис. 1. Поліноміальна залежності між мультиплікативними коефіцієнтами водної міграції (K_x) і надземною продуктивністю фітоценозів (P) для регіональних геохімічних ландшафтів України

родно-техногенних умов формування агроландшафтів України. Найменшою структурною одиницею представленої класифікації є *геохімічний агроландшафт* — ділянка певного функціонального підпиту сільськогосподарського призначення з однорідною топічною структурою та особливостями природно-техногенної міграції хімічних речовин.

До таксономічної класифікації включено параметри, які визначають загальні

особливості процесів геохімічної міграції в компонентах топічної структури агроландшафтів (геотермічний коефіцієнт, біомаса і продуктивність фітоценозів, кислотно-лужний показник і коефіцієнт ґрунтової ємності, відносний рівень сорбції), а також головні критеріях їхньої екологічної безпеки на рівнях ландшафтно-геохімічному, біогеохімічному та еколого-геохімічному (таблиця).

На заключному етапі спеціальних досліджень агроландшафтів доцільно зосередити

Таблиця

Таксономічні категорії геохімічних агроландшафтів України

Таксономічна категорія	Структурні фактори агроландшафту	Зовнішні чинники геохімічної міграції	Групи структурних таксонів та загальні параметри геохімічної міграції	Головні критерії екологічної безпеки
Ряд	Функціональне використання	Співвідношення процесів природної і техногенної міграції: зрушена площа природного ландшафту (ЗПЛ) %	Техногенно-природний ряд (<25): сіножаті і пасовища заливних луків, сіножаті і пасовища суходільних луків, сіножаті заболочених луків, озера та ставки рибогосподарського використання, захисні лісонасадження. Природно-техногенний ряд (25–40): рілля не меліорована; рілля зрошена та осушена. Техногенний ряд (> 40): багаторічні насадження садів і виноградників, селітебні території селищ, тваринницькі ферми, птахофабрики, могильники худоби, склади хімічних добрив і пестицидів	СПЗ, ППЕН, КПЗ
Тип	Агрокліматичні умови	Інтенсивність процесів міграції: геотермічний коефіцієнт (ГТК)	Лісова рівнинна зона (ГТК = 1,3–2). Лісостепова рівнинна зона (ГТК = 0,7–1,1). Степова рівнинна зона (ГТК = 0,5–0,8). Лісова гірська зона (ГТК = 1,8–2)	Кх, Му
Родина	Сучасний рослинний покрив	Інтенсивність біогенної акумуляції: природна біомаса і продуктивність фітоценозів (Б, П) т/га	Соснові та широколистяно-соснові ліси: (Б = 300÷400, П = 7–15). Широколистяні ліси, лучні степи та остепнілі луки (Б = 25–90, П = 7–31). Різотравно-типчаково-ковиліві степи (Б = 15–20, П = 9–14). Типчаково-ковиліві та пустельно-полиново-злакові степи (Б = 10–15, П = 7–10)	Кк; Ах
Рід	Морфоструктура рельєфу	Інтенсивність поверхневої механічної міграції: напрям поверхневих екзогенних процесів і густина розчленованості рельєфу (РР) км	Деструкція поверхні рельєфу (РР < 0,1). Денудація поверхні рельєфу (РР = 0,1–2). Акумуляція на поверхні рельєфу (РР > 2).	Кк

Таксономічна категорія	Структурні фактори агроландшафту	Зовнішні чинники геохімічної міграції	Групи структурних таксонів та загальні параметри геохімічної міграції	Головні критерії екологічної безпеки
Клас	Ґрунтовий покрив	Особливості ґрунтової фізико-хімічної міграції: кислотно-лужний показник та коефіцієнт ґрунтової ємності (рН, КГЄ)	Кислі класи ґрунтів (рН = 4,3–7,0; КГЄ = 7–76). Кислі глейові класи ґрунтів (рН = 5,5–7,5; КГЄ = 240–306). Кальцієві класи ґрунтів (рН = 7–8; КГЄ = 190–228). Натрієві та солонцюваті класи ґрунтів (рН = 7,7–10,2; КГЄ = 120–180)	КК; ПК, ККПЗ
Вид	Літологічний склад ґрунтоутворювальних осадових порід	Інтенсивність водної фізико-хімічної міграції: вміст фізичної глини (ФГ) %	Породи з високою сорбцією (ФГ > 20). Породи із середньою сорбцією (ФГ = 10–20). Породи з низькою сорбцією (ФГ < 10)	КК, Му

тися на певних частинах біогеохімічних ланцюгів, які можна розглядати як індикаторні ланки харчового ланцюга території. Визначення таких ланок зумовлено функціональним використанням сільськогосподарських земель, а саме — завершенням біогеохімічного ланцюга для місцевого господарського циклу. Такими ланками в межах орних земель є сільськогосподарські рослини, рослини сіножатей і пасовищ — м'ясо-молочна продукція, селітебних територій — місцеве населення. Екологічна безпека саме цих ланок має визначальне значення при аналізі стану агроландшафтів. Однак лише за особливостями формування біогеохімічного ланцюга в цілому в певному агроландшафті можна виявити джерело екологічної небезпеки і знайти обґрунтовані шляхи для поліпшення ситуації.

ВИСНОВКИ

Важливим прикладним напрямом геохімії ландшафтів є науково-методологічне забезпечення при розв'язанні питань екологічної безпеки земель сільськогосподарського призначення, насамперед пов'язаних із якісною деградацією ґрунтів і забезпеченістю сільгосппродукції поживними елементами. Виходячи з принципів диференціації і когерентності, об'єктами агроекологічних досліджень мають бути спряжені компоненти агроландшафту, яким є територія певного

функціонального використання сільськогосподарських земель із однорідними зовнішніми чинниками міграції хімічних елементів. Методологія досліджень екологічної безпеки геохімічного стану агроландшафтів має ґрунтуватися на природно-антропогенних параметрах їхньої структури, які узагальнює розроблена таксономічна класифікація. Для комплексного оцінювання агроекологічних процесів міграції мікроелементів, включаючи важкі метали, мають застосовуватися ландшафтно-геохімічні, біогеохімічні та еколого-геохімічні критерії рівня їхньої безпеки для агроценозів, свійських тварин, населення. Першочергового аналізу потребують індикаторні ланки харчових біогеохімічних ланцюгів, які диференційовано за господарським призначенням сільськогосподарських земель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Петрук В.Г. Форми управління екологічною безпекою сільськогосподарських земель на основі їх комплексної екологічної оцінки / В.Г. Петрук, О.В. Бондарчук, К.О. Матвієнко // Прикладна екологія. — 2012. — № 2. — С. 38–42.
2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2012 році / за наук. ред. Ю.І. Бистрякової, А.І. Сташук. — К.: Центр екологічної освіти і інформації, 2011. — 254 с.

3. Єгорова Т.М. До питання розвитку екологічної геохімії України / Т.М. Єгорова // Геолог України. — 2004. — № 1. — С. 13 — 15.
4. Єгорова Т.М. Ландшафтно-геохімічна структура території України як методологічна основа еколого-геохімічних досліджень // Екологія та охорона довкілля. — 2003. — № 2. — С. 71–77.
5. Ольшевская Е.И. Ландшафтно-экогеохимическая карта Украины масштаба 1:500 000 / Е.И. Ольшевская, Л.С. Галецкий, Г.Л. Сонкина, Т.М. Егорова // Прикладная геохимия. — Вып. 2: Экологическая геохимия. — М.: ИМГРЭ, 2001. — С. 306–316.
6. Єгорова Т.М. Ландшафтно-геохімічні критерії раціонального вивчення надр Українського щита / Т.М. Єгорова, Ю.Г. Амащукелі, Г.О. Акінфієв, С.В. Клос // Геолог України. — 2006. — № 4. — С. 25–33.
7. Перельман А.И. Геохимия ландшафтов / А.И. Перельман. — М.: Высшая шк., 1975. — 342 с.
8. Єгорова Т.М. Основи біогеохімії: [навч. посібник] / Т.М. Єгорова, В.М. Ісаєнко. — К.: Вид-во НАУ, 2006. — 160 с.
9. Ковальський В.В. Геохимическая среда, микроэлементы, реакции организмов / В.В. Ковальский // Тр. Биогеохимической лаборатории. — Т. XXII. — М.: Наука, 1991. — С. 5–23.
10. Комплексная эколого-геохимическая оценка техногенного загрязнения окружающей природной среды / Э.К. Буренков, Л.Н. Гинзбург, Н.К. Грибанова, и др. — М.: Прима-Прес, 1997. — 120 с.

УДК 633.11

ВПЛИВ ІНТЕНСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ НА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

О.В. Дмитренко

кандидат сільськогосподарських наук

головний фахівець відділу досліджень безпеки земель, продукції та довкілля

ДУ «Держгрунтохорона»

Наведено результати досліджень пшениці озимої. Висвітлено загальний тренд впливу інтенсивних технологій вирощування пшениці озимої на харчові та технологічні якості зерна, що передбачає застосування широкого спектра агрохімікатів за фазами її органогенезу.

Ключові слова: *пшениця озима, технологія, добрива, система захисту, якість зерна, урожайність, продуктивність.*

Продуктивність агроценозу пшениці озимої визначається не тільки рівнем сформованого врожаю, а й якістю одержаної продукції, тобто фізико-хімічними та біохімічними властивостями борошна. Проблема виробництва високоякісного зерна пшениці озимої в умовах виходу України на міжнародні ринки має дуже актуальне значення, тому що залежно від якості зерна визначається його вартість, умовно чистий прибуток і, відповідно, економічна доцільність того чи іншого технологічного прийому та моделі технології в цілому. Отже, пошук шляхів оптимізації основних елементів технології вирощування високоякісного зерна пшениці озимої в різні за метеорологічними умовами

роки є актуальним для агрономічної науки і практики.

Останніми десятиріччями якості зерна пшениці озимої надається особлива увага. Значний вклад у розроблення та вдосконалення елементів технології вирощування цієї культури внесли вітчизняні вчені В.М. Ремесло, В.Ф. Сайко, Г.С. Кияк, В.В. Лихочвор, Н.А. Федорова, І.Т. Нетіс.

Незважаючи на значний обсяг досліджень з вивчення технологічних основ вирощування пшениці озимої, нові можливості в цьому напрямі відкриваються у зв'язку зі створенням нових сортів, сучасних ефективних пестицидів, комплексних азотних добрив.