

---

# АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

---

УДК:631.95:550.424

## ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ФУНКЦІОНУВАННЯ АГРОЛАНДШАФТІВ

Т.М. Єгорова

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Обґрунтовано актуальність есенційних мікроелементів для розвитку рослинництва і тваринництва. Запропоновано проект концепції еколого-геохімічних процесів, що визначають особливості агроландшафтів. На теоретичних засадах геохімії ландшафтів розширено визначення понять «агроландшафт» і «еколого-геохімічний процес». Для агроекологічного аналізу територій запропоновано систему когерентного оцінювання еколого-геохімічних процесів міграції мікроелементів. Методологія такого оцінювання включає районування агроландшафтів та кількісний аналіз геохімічної, екологічної, біогеохімічної і медичної складових цих процесів.*

**Ключові слова:** екологічна геохімія, есенційні мікроелементи, агроландшафт, геохімічна міграція.

---

Екологічна геохімія сформувалася на початку XXI ст. як самостійний науковий напрям, що вивчає геохімічне перетворення біосфери внаслідок господарської діяльності людини [1, 2]. Екологічна геохімія мікроелементів у сільському господарстві розглядається, переважно, під час оцінювання забруднення ґрунтів і врожайності сільгоспкультур [3–5]. Такі підходи до агроекологічних досліджень не враховують причинно-наслідкові зв'язки перерозподілу есенційних мікроелементів у харчових ланцюгах [6, 7]. Проте статистичні зведення Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) свідчать про вплив поширеності есенційних мікроелементів у ґрунтах і продуктах харчування на стан здоров'я населення багатьох країн Світу [8].

Есенційні (поживні) хімічні елементи є біологічно значущими біогенними нутрієнтами, що не синтезуються живими організмами, але є необхідні для забезпечення їх нормальної життєдіяльності; невідповідність їх вмісту у тканинах та клітинах спричиняє певні неінфекційні фітопатоло-

гії сільгоспкультур і мікроелементози тварин та людини [9, 10]. Узагальнення медико-екологічних і біогеохімічних досліджень впливу мікроелементів на захворюваність фітоценозів і зооценозів надають можливість визначити рівні показника патологічності мікроелементів — кількості вивчених захворювань, що виникають у живих організмах унаслідок нестачі або надлишкового вмісту певного мікроелемента порівняно з біогеохімічними нормами [11]. Наприклад, патологічність Zn становить 14 одиниць при його нестачі та 2 — при надлишку; відповідно Cu — 13 і 10; Co — 8 і 12; Mn — 8 і 7; Mo — 5 і 8; Ni — 4 і 15; Pb — 3 і 14.

Процеси надходження есенційних мікроелементів у сільгосппродукцію із ґрунтів набувають дедалі більшої актуальності у спільних напрацюваннях України із країнами Європейського Союзу. Важливість мікроелементів для сільськогосподарського виробництва висвітлює Міжнародний проект із геохімічного картування сільськогосподарських та пасовищних земель Європи GEMAS [12], що розроблявся впродовж 2009–2011 рр. 32-ма країнами, у т.ч. Україною, завдяки чому було визна-

---

© Т.М. Єгорова, 2014

чено поширення у ґрунтах 57 хімічних елементів. Міжнародна співпраця європейських держав з питань забезпеченості населення якісними продуктами харчування за проектом COST Action FA0905 зосереджує увагу на необхідності розв'язання проблем підвищення доступності есенційних елементів для рослин та розглядає це як складову нової харчової стратегії у Європі [13].

Метою роботи є розробка концептуально нового підходу до вивчення територій сільськогосподарського призначення із урахуванням комплексності еколого-геохімічних процесів міграції поживних мікроелементів.

#### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Представлений проект концепції побудовано із урахуванням вимог Протоколу ООН щодо стратегічного екологічного оцінювання довкілля у трансграничному контексті та Європейської ландшафтної конвенції. Вказані міжнародні документи передбачають включення ландшафту до сільськогосподарської і екологічної політики, а також вивчення ландшафтних особливостей територій та їх впливу на стан здоров'я населення у складі стратегічних транскордонних досліджень [14, 15]. Для цього еколого-геохімічні підходи до оцінювання територій було розширено за допомогою методологічних принципів ландшафтної геохімії, геохімічної екології і біогеохімії [16, 17].

#### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Розроблений проект концепції еколого-геохімічних процесів функціонування агроландшафтів полягає у тому, що природно-техногенна геохімічна міграція есенційних мікроелементів за сільськогосподарського використання земель обумовлює екологічні особливості біогеохімічних харчових ланцюгів агроландшафтів, що можуть спричиняти неінфекційні фітопатології агроценозів та ендемічні захворювання тварин і людини.

Впровадження запропонованого проекту концепції потребує оновленого трак-

тування вказаних у ній понять. Це надає можливість підвищити системність та комплексність еколого-геохімічних досліджень земель сільськогосподарського призначення.

Насамперед це стосується еколого-геохімічних процесів, вивчення яких не має широкого застосування у вітчизняній прикладній екології. Однак деякі елементи цих процесів входять до складу еколого-геохімічних досліджень та еколого-геохімічного аналізу, які пов'язують із процесами техногенного забруднення. Однією із форм еколого-геохімічних процесів, що розглядається агроекологією, є перерозподіл у агросфері есенційних елементів, збалансованість яких впливає на врожайність сільгоспкультур [18].

За допомогою *еколого-геохімічного процесу* ми будемо визначати геохімічну міграцію (переміщення хімічних елементів у довкіллі, внаслідок якого відбувається їх концентрація та розсіювання) природно-техногенного генезису (фізико-хімічного, біогенного і механічного виду); результатом цих процесів є певні екологічні явища та проблеми, а саме: хімічне забруднення ґрунтів, зниження природної біопродуктивності, дисбаланс поживних речовин у сільгосппродукції, ерозія поверхні тощо.

Розвиток у часі природних складових більшості еколого-геохімічних процесів має доволі низьку швидкість, що не перевищує 10 мм за 100 років, а техногенних складових — може перевищувати 10 м/с. Розвиток цих процесів у просторі є контрастно диференційованим відповідно до ландшафтно-геохімічної будови території. Система взаємозв'язків еколого-геохімічного процесу визначається за його причиною (геохімічна міграція) та наслідками (екологічне явище або процес).

Останніми роками під час дослідження агросфери широко застосовується поняття «агроландшафт». Визначення цього поняття набуває фундаментального значення внаслідок співіснування у межах агроландшафту природних ресурсів (біологічних, земельних, водних, повітряних, лісових), природних умов (клімат, рельєф, геоло-

гічна будова) та систем агропромислового виробництва. Останнє стосується не лише систем землеробства і тваринництва, а й збалансованого природокористування та охорони сільськогосподарських земель, переробки сільськогосподарської сировини, собівартості продукції, створення спеціальних сировинних зон.

У системі агроекологічних досліджень відсутні чіткі відмінності між розумінням термінів «агроекосистема», «агрофація», «агроландшафт»: ними називають землі сільськогосподарського призначення загалом або лише орні землі, яким властива однорідність природних чинників [19]. Вжиття поняття «ландшафт» у сільськогосподарських науках, з огляду на його визначення у географічних і геологічних науках, спрямовує дослідників до пошуку причинно-наслідкових зв'язків між станом сільськогосподарської продукції як рослинництва, так і тваринництва та абіотичними складовими тих територій, де вони виробляються, — ґрунтом, ґрунтоутворювальними породами, підземними і поверхневими водами, атмосферним повітрям. За використання терміна «екосистема» у прикладній екології наукові акценти розставляються на характеристиках стану біоти, що, як правило, мають господарське значення, — морфології і біохімії живих організмів, продуктивності і врожайності сільгоспкультур, забрудненні ґрунтів. Ідеї сталого розвитку, що посіли важливе місце в екологічних деклараціях усіх галузей технічних і природничих наук, потребують практичного розмежування на антропоцентричні і біоцентричні напрями розвитку як виробництва, так і науки. Саме тому ми вважаємо за доцільне застосовувати в сільськогосподарських науках поняття «ландшафт» із орієнтацією досліджень на вияв закономірностей його функціонування як єдиної системи, незважаючи на гетерогенність його структури.

У системі географічних наук «агроландшафт» розглядається як один із природно-територіальних комплексів, рослинність якого репрезентують агроценози. Натомість, у системі сільськогосподарських

наук, терміни «агроландшафт» і «агроекосистема» визначають як функціональні одиниці агросфери із штучними біотичними спільнотами, що створені для отримання сільськогосподарської продукції [20]. Тому природні екологічні чинники розглядаються як другорядні, а антропогенний вплив на біоту як визначальний. У системі геологічних наук, а саме у геохімії ландшафтів, агроландшафти є окремими геохімічними ландшафтами — територіями, однорідними за умовами міграції хімічних елементів [21].

У межах розробленого проекту концепції агроландшафт розглядається як ландшафт геохімічний із певним функціональним використанням сільськогосподарського спрямування. Завдяки цьому стає можливим досягти синтезу між природною і техногенною складовими функціонування цих територій, а також визначити низку чинників для їх класифікації. Отже, агроландшафтом (агроландшафтом геохімічним) є територія земель сільськогосподарського призначення, однорідна за визначальними умовами природно-техногенної міграції хімічних елементів, обумовлених взаємодією однорідних природних (геологічний фундамент і історія розвитку у четвертинний період, морфоструктура і морфоскульптура рельєфу, клімат і гідротермічні умови, ґрунти, біоценози) і сільськогосподарських (функціональне використання земель і техногенне навантаження) чинників. Агроландшафт є парагенетичною асоціацією спряжених автономних (елювіальних і транселювіальних) і аквальних (супераквальних і субаквальних) елементарних ландшафтів, пов'язаних між собою міграцією хімічних елементів та особливостями екологічних процесів і явищ.

Відповідно до проекту концепції, еколого-геохімічні процеси є комплексом взаємопов'язаних процесів — біогеохімічних, агроекологічних та геохімічних. Інформативний аналіз вказаного комплексу процесів забезпечують відповідні кількісні параметри і критерії, серед яких основними є кларки концентрації, сумарний показник забруднення, показник природної екологіч-

ної небезпеки, надлишок та нестача поживних елементів у біогеохімічних ланцюгах, водна та біогенна рухомість хімічних елементів [1–3, 11, 19].

Впровадження представленого проекту концепції еколого-геохімічних процесів функціонування агроландшафтів у практику агроекологічних досліджень передбачає розроблення комплексної методології досліджень. Комплексна класифікація агроландшафтів, із обґрунтуванням просторових меж їх топічної і хорологічної структури, є першим етапом такої методології; без цього будь які дослідження агроландшафтів як природних об'єктів, разом із функціонуванням еколого-геохімічних процесів, не виходять за межі гіпотетичних уявлень. Відповідно до ландшафтно-геохімічного принципу диференціації, аспектами такої методології є відокремлення чинників природної і техногенної геохімічної міграції есенційних мікроелементів за результатами функціонального зонування земель сільськогосподарського призначення та експертного оцінювання рівня їх антропогенної деструкції. Відповідно до ландшафтно-геохімічного принципу когерентності, міграція есенційних мікроелементів має досліджуватися комплексно у компонентах структури агроландшафтів, а саме: підстилкових і ґрунтоутворювальних породах, ґрунтах, поверхневих і підземних водах, природних та сільськогосподарських рослинах, біооб'єктах — тваринах та людині. Принципи та методи біогеохімічного районування територій уможливають створення графічних моделей біогеохімічних харчових ланцюгів як системи взаємопов'язаних складових агросфери. Залучення методів геохімічної екології для оцінювання земель сільськогосподарського призначення дає змогу виявляти і, що важливо, прогнозувати певні фітопатології та ендемічні захворювання сільгоспкультур, тварин та населення на територіях відповідних агроландшафтів.

### ВИСНОВКИ

Еколого-геохімічні процеси є механізмом перерозподілу есенційних мікроеле-

ментів у агроландшафтах та їх переходу із літогенних компонентів до біогенних. Просторові особливості цих механізмів обумовлено процесами природної і техногенної геохімічної міграції, а їх головні закономірності — структурою ландшафтів. Запропонований проект концепції еколого-геохімічних процесів функціонування агроландшафтів визначає їх чинником дисбалансу мікроелементів у сільгоспрослинах. Впровадження досліджень еколого-геохімічних процесів у практику агроекологічного моніторингу дає змогу підвищити інформативність аналізу біогеохімічних ланцюгів агросфери.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Буренков Э.К.* Эколого-геохимические исследования в ИМГРЭ — прошлое, настоящее, будущее / Э.К. Буренков, Е.П. Янин // Прикладная геохимия. — 2001. — Вып. 2. — С. 5–24. — (Серия: Экологическая геохимия).
2. Геохимия окружающей среды / [Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др.]. — М.: Недра, 1990. — 335 с.
3. Якість ґрунту. Землі техногенно забруднені. Обстеження та використання: ДСТУ 7243:2011. — [Чинний від 2012-01-01]. — К., 2012. — 12 с.
4. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів: ДСТУ 4362:2004. — [Чинний від 2007-01-01]. — К., 2006. — 12 с.
5. Методика суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України / За ред. О.О. Созінова, Б.С. Прістера. — К.: КНД, 1994. — 160 с.
6. Регіональні геохімічні дослідження ґрунтів України в рамках міжнародного проекту з геохімічного картування сільськогосподарських та пасовищних земель Європи (GEMAS) / В.Р. Кюс, М. Бірке, Е.Я. Жовинський та ін. // Пошукова та екологічна геохімія. — 2012. — № 1. — С. 51–67.
7. Микроэлементы в сельском хозяйстве / [С.Ю. Булыгин, Л.Ф. Демишев, В.А. Доронин и др.]; под ред. С.Ю. Булыгина. — Днепропетровск: Сич, 2007. — 100 с.
8. *Welch R.M.* Micronutrients, Agriculture and Nutrition: Linkages for Improved Health and Well Being / R.M. Welch. — Ithaca: U.S. Plant, Soil and Nutrition Laboratory Tower Road, 2001. — 45 p.
9. *Власюк П.А.* Биологические микроэлементы в жизнедеятельности растений / П.А. Власюк. — К.: Наук. думка, 1992. — 144 с.
10. Микроэлементозы человека / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. — М.: Медицина, 1991. — 496 с.

11. *Иванов В.В.* Экологическая геохимия элементов [в 6-ти т.] / В.В. Иванов; под ред. Э.К. Буренкова. — М.: Недра, 1994. — Т. 1. — 304 с.
12. Chemistry of Europe's Agricultural Soils / L. Reimann, M. Birke, A. Demetriades et al. — Part 1. — Hannover: BGR, 2014. — 528 p.
13. Memorandum of Understanding for the implementation of a European Concerted Research Action designated as COST Action FA0905: Mineral-Improved Crop Production for Healthy Food and Feed [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.umb.no/costaction/article/memorandum-of-understanding>
14. Протокол по стратегической экологической оценке к конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [treaties.un.org/doc/source/RecentTexts/27\\_4bR.pdf](http://treaties.un.org/doc/source/RecentTexts/27_4bR.pdf).
15. Європейська ландшафтна конвенція (Флоренція, 20 жовтня 2000 р.) / Ратифіковано Законом України № 2831-IV( 2831-15 ) від 07.09.2005. — 5 с.
16. *Перельман А.И.* Геохимия ландшафтов / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. — М.: Астрель, 2000. — 763 с.
17. *Єгорова Т.М.* До питання розвитку екологічної геохімії України / Т.М. Єгорова // Геолог України. — 2004. — № 1. — С. 13–15.
18. *Фурдичко О.І.* Агроекологія: монографія / О.І. Фурдичко. — К.: Аграр. наука, 2014. — 400 с.
19. Агроекологічне районування (методичні рекомендації) / В.В. Коніщук, Т.М. Єгорова, Н.Б. Мельник; наук. ред. О.І. Фурдичко. — К.: ТОВ «ДІА», 2014. — 44 с.
20. Словник-довідник з агроекології і природокористування / За наук. ред. О.І. Фурдичко. — К.: ТОВ «ДІА», 2012. — 336 с.

УДК 634.73:631.559(477)

## АКУМУЛЯЦІЯ РАДІОНУКЛІДІВ МАКРОМІЦЕТАМИ В УКРАЇНСЬКОМУ ПОЛІССІ

В.П. Ландін<sup>1</sup>, Г.А. Гродзинська<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН

<sup>2</sup> Інститут ботаніки НАН України

Висвітлено результати досліджень накопичення <sup>137</sup>Cs і <sup>90</sup>Sr різними видами макроміцетів у радіоактивно забруднених лісових екосистемах Полісся. Серед досліджених трофічних груп грибів значними є рівні акумуляції цих радіонуклідів представниками симбіотрофних видів з родів *Cortinariaceae*, *Russulaceae*, *Boletaceae* і *Paxillaceae*. Коефіцієнти накопичення <sup>137</sup>Cs симбіотрофними видами варіюють у межах 1,4–64,4, а лігнотрофними — на рівень нижчі. У гумусових сапротрофів, що зростають у зоні Полісся, цей показник є мінімальним — менше одиниці, що характеризує істотні види макроміцетів з цих родів як доволі безпечні для вживання в їжу та з лікарською метою. Максимальну накопичувальну здатність <sup>90</sup>Sr також мають симбіотрофні види — *Amanita pantherina*, *Amanita muscaria* і *Amanita rubescens*. Але коефіцієнти накопичення <sup>90</sup>Sr макроміцетами на 1–2 математичних рівні нижчі від коефіцієнтів <sup>137</sup>Cs. Для біологічної індикації і довгострокового моніторингу забруднення лісових екосистем Полісся <sup>137</sup>Cs найпридатнішими тест-об'єктами, окрім *Boletus badius*, є види з високою частотою трапляння — неїстівний гірчак (*Lactarius rufus*) і токсична свинуха тонка (*Paxillus involutus*).

**Ключові слова:** лісові екосистеми, макроміцети, радіонукліди, акумуляція, біологічна індикація.

Серед біологічних об'єктів макроміцети відомі як накопичувачі радіонуклідів та важких металів. Саме гриби відіграють ключову роль не лише у біогенній міграції ра-

діонуклідів у ґрунтах, але й у іммобілізації значної їх кількості внаслідок утримування ґрунтовою міцеліальною біомасою [1–3].

За період, що минув після аварії на Чорнобильській АЕС, радіоекологами різних країн досліджено вплив трофічних і то-