

УДК 332.33:332.64:167.22

© 2013

*Писаренко П. В., доктор сільськогосподарських наук, професор,
Тараненко С. В., кандидат сільськогосподарських наук,
Тараненко А. О., аспірант**

Полтавська державна аграрна академія

ВИБІР, ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ІНДИКАТОРІВ БІОЛОГІЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ҐРУНТУ

Рецензент – доктор сільськогосподарських наук, професор Г. П. Жемела

Обґрунтовано необхідність та важливість удосконалення системи моніторингу земельних ресурсів, а саме, застосування індикаторів біологічного різноманіття ґрунту. Запропоновано перелік можливих індикаторів для оцінки біорізноманіття ґрунту та його функцій. Проаналізовано методи, що можуть бути використані й використовуються у процесі дослідження біорізноманіття ґрунту. Проведений вибір основних індикаторів для моніторингу біорізноманіття ґрунту, які загально та більш повно характеризують досліджуваній об'єкт. Здійснено обґрунтування і дається характеристика запропонованих індикаторів біорізноманіття ґрунту.

Ключові слова: моніторинг, земельні ресурси, оцінка стану, індикатори біологічного різноманіття ґрунту.

Постановка проблеми. Ґрунт – це біоорганомінеральна система, що забезпечує ріст культурних рослин і, таким чином, необхідні для існування всього живого умови. Одним з основних чинників процесу ґрунтоутворення є функціонування ґрунтової біоти, що відіграє фундаментальну роль у постачанні екосистеми і є відповідальною за виконання багатьох важливих функцій, таких як вивільнення поживних речовин з органічної речовини ґрунту, формування та підтримання структури ґрунту, вплив на хімізм і родючість ґрунту [5].

У зв'язку зі збільшенням антропогенного впливу на навколишнє природне середовище виникла необхідність в організації та проведенні моніторингу довкілля, зокрема моніторингу земельних ресурсів. На сьогодні екологічний моніторинг здійснюється державною структурою, що проводить довгострокові спостереження за станом ґрунту. Однак, на нашу думку, існує недосконалість системи моніторингу земельних ресурсів, що полягає у самій концепції розуміння ґрунту як єдиної системи, як біосферного тіла.

Останній розглядають винятково в утилітарних (споживчих) цілях як засіб для одержання сільськогосподарської продукції [2]. Це виражається у системі агрохімічних показників стану земельних ресурсів, які контролюються в даний час. Про екологічні функції ґрунтів, від яких залежить водно-сольовий баланс та умови функціонування безлічі організмів, склад повітря і в решті-решт життя, взагалі відомо мало (В. В. Медведєв) [2]. Тому в нашому дослідженні ми вважаємо доцільним розглядати екологічну складову функцій, які виконує ґрунт у системі збалансованого використання земельних ресурсів, а саме – біологічне різноманіття ґрунту, оскільки його агрофізичні та хімічні властивості характеризують відносно консервативні ознаки, що накопичилися. Біологія ґрунту відображає показники, що характеризують динамічні властивості та є індикаторами його нинішнього режиму. Тому використання біологічних індикаторів для діагностики є необхідним для загальної характеристики стану ґрунту та оцінки її родючості.

Аналіз основних досліджень та публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Програма Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища (UNEP) визначає біорізноманітність ґрунту як різноманіття організмів, що заселяють ґрунт та екологічну систему, якою вони є. Це включає також видове, міжвидове різноманіття та різноманіття екосистем. Зменшення ґрунтового різноманіття загально обумовлене скороченням форм, які мешкають у ґрунті. В основі принципу біологічної діагностики ґрунту лежить уявлення про те, що ґрунт (як середовище існування) становить єдину систему, в якій мешкають популяції різних організмів. Залежно від поєднання природних факторів, що визначають ґрунтоутворюючий процес, різні ґрунти відрізняються за складом біоти, спрямованості біохімічних перетворень і вмісту тих хімічних

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор П. В. Писаренко

компонентів, які є продуктами цих перетворень чи їх агентами. Даний принцип був покладений в основу вчення В. В. Докучаєва про ґрунт та біологічні фактори ґрунтоутворення.

Наразі мало відомо про те, як життя в ґрунті впливає на людську діяльність, але очевидно, що ґрунтові організми мають значний вплив на родючість ґрунту, підтримання його хімічних та оптимізування агрофізичних властивостей.

Мета дослідження – вдосконалення системи моніторингу земельних ресурсів шляхом впровадження системи індикаторів біологічного різноманіття ґрунту.

Завдання дослідження – визначення та обґрунтування індикаторів для оцінки стану біологічного різноманіття ґрунтів Полтавської області.

Результати дослідження. Дослідження з вивчення індикаторів ґрунтового біорізноманіття проводились українськими та європейськими вченими, зокрема таких держав, як Франція, Німеччина, Нідерланди. Визначено понад 90 можливих індикаторів біорізноманіття ґрунту. Дані індикатори розподілені на групи відповідно до основних розділів класичної екології ґрунту: біологічного різноманіття (чисельності) та біологічних функцій ґрунту.

I. Індикатори біологічного різноманіття ґрунту:

- макрофауна: дощові черв'яки (*Lumbricina*);
- мезофауна: колемболи (*Collembola*), кліщі (*Acari*), енхітреїди (*Enchytraeidae*) та інші членистоногі (*Arthropoda*) розміром 0,1–2 мм;
- мікрофауна: нематоди (*Nematoda*) та найпростіші (*Protista*);
- мікрофлора: бактерії та гриби;
- рослини.

II. Індикатори біологічних функцій ґрунту:

- біологічна активність ґрунту: інтенсивність розкладання лляного полотна, інтенсивність виділення CO₂, токсичність ґрунту;
- стан органічної речовини ґрунту (деградація, кількість, розподілення, вміст гумусу);
- активність ґрунтової фауни: біогенна структура, активність споживання O₂;
- ферментативна активність ґрунту.

Мікрофауна включає в себе багатоклітинні мікроскопічні тварини (коловоротки, нематоди). Це все гідробіонти, що проживають у вологому середовищі, порох чи камерах, атмосфера яких насичена водяним паром. Представники мікрофауни в силу своїх малих розмірів не впливають активно на фізичні властивості ґрунту.

Мезофауна об'єднує значну та багаточисельну частину ґрунтового різноманіття. В основному до мезофауни відносять дрібних комах, окремих

багатоніжок, мокриць, павуків, енхітреїд.

Макрофауна відіграє основну роль у функціонуванні ґрунту, включаючи мікробну активність, кругообіг поживних речовин, складання ґрунту, формування гумусу та органічної речовини. Найбільш розповсюджені представники макрофауни – гризуни, комахоїдні, комахи, двопарноногі, кліщі, молюски, багатоніжки, павуки та кільчасті черви [3].

Мікрофлора відіграє критичну роль серед ґрунтових функцій: вона підтримує біогеохімічний цикл і ріст рослин.

У цілому всі ґрунтові організми та функції, що виконує ґрунт, відображають стан ґрунтової екосистеми й заслуговують на оцінку та вивчення. Однак, із практичних міркувань, було вирішено вибрати мінімальну кількість екологічних груп для проведення дослідів із визначення ґрунтового біорізноманіття. Залежно від наявності матеріалів, обладнання та спеціальних вимог, нами був вибраний мінімальний набір індикаторів для проведення досліджень стану біорізноманіття ґрунтів Полтавської області.

Для біологічного різноманіття ґрунту:

- індикатор Б1 – чисельність дощових черв'яків (*Lumbricina*), шт./м². Визначає зміни в чисельності ґрунтової макрофауни;

- індикатор Б2 – чисельність ногохвісток (*Collembola*), шт./м². Визначає зміни в чисельності ґрунтової мезофауни;

- індикатор Б3 – різноманітність ґрунтової мікрофлори, кількість в 1 г ґрунту. Визначає зміни в чисельності мікрومیцетів та бактеріальної мікрофлори.

Для характеристики біологічних функцій ґрунту:

- індикатор Б4 – біологічна активність ґрунту: інтенсивність розкладання лляного полотна, % розкладання від загальної маси. Визначає зміни в ґрунтових функціях.

Характеристика запропонованих індикаторів:

Індикатор Б1 – чисельність дощових черв'яків

Перетворення органічної речовини відмираючих рослин, включаючи два взаємопов'язаних, невід'ємних один від другого процесів – розклад та гуміфікація, що відбувається в результаті діяльності ґрунтових мікроорганізмів та безхребетних тварин. Раніше основним фактором трансформації органічної речовини в ґрунті вважалися мікроорганізми. Дослідження, проведені М. С. Гіляровим, Г. Ф. Курчевою, Є. М. Мішустиним, М. М. Коновою та ін., показали, що безхребетні тварини, які населяють ґрунт, мають не менше значення, ніж мікроорганізми. В загальному процесі трансформації органічної речовини

в ґрунті вони доповнюють один одного. Дощовий черв'як є найважливішим представником макрофауни, що бере найактивнішу участь у ґрунтоутворюючому процесі та відновленні родючості. Наявність дощових черв'яків у ґрунті є показником здорового й добре функціонуючого ґрунту. За нормального функціонування ґрунту активність дощових черв'яків визначається:

- подрібненням рослинних залишків, стимулюючи розпад біомаси та вивільнення поживних речовин;
- продукуванням агрегатів, багатих азотом, фосфором та калієм, а також інших мікроелементів;
- поліпшенням стабільності ґрунту, пористості та вологоутримуючої здатності за рахунок створення ходів та «склеювання» частинок ґрунту;
- перемішуванням ґрунту, відповідно знижуючи небезпеку виникнення захворювань та поглиблюючи розміщення органічної речовини;
- поліпшенням інфільтрації води та сприянням росту коренів внаслідок формування каналів у ґрунті, викладених поживними речовинами.

Отже, дощового черв'яка можна назвати «головним інженером» ґрунту, а зміни в їхній чисельності мають вплив на окремі ґрунтові властивості. Дощовий черв'як – найбільший ґрунтовий безхребетний, який робить простішим відбір проб і визначення необхідної інформації. Проведення дослідів із дощовими черв'яками прості й зрозумілі та не потребують додаткових спеціалізованих навичок або залучення інших спеціалістів. Тому чисельність дощових черв'яків – один із першочергових індикаторів для оцінки стану біорізноманіття ґрунту.

Індикатор Б2 – чисельність ногохвісток (Collembola)

Collembola (ногохвістки) – це багаточисельна група мікрочленистоногих, що налічує декілька десятків тисяч видів і підвидів. Основним середовищем існування ногохвісток є верхній шар ґрунту та органічний матеріал, що піддається розкладанню на його поверхні. *Collembola* відіграє важливу роль у біогеоценозах, впливаючи на гумусоутворюючі процеси. Ногохвістки, які беруть активну участь у формуванні мікроструктури ґрунту та розпаді органічної речовини, на сьогодні визнані однією з провідних груп, що використовуються для моніторингу ґрунтового блоку екосистем [9].

Collembola – одна з небагатьох груп мікрочленистоногих, що зберігає високу чисельність та видове різноманіття оброблюваних ґрунтів. В агроценозах для комплексу ногохвісток характерна різка зміна складу й чисельності під впли-

вом зміни культур, типу обробітку, внесення добрив. Сапрофагія, мікрофагія – найбільш типові способи харчування для мікрочленистоногих, що пояснює їх тісний зв'язок із ґрунтом і практично відсутність прямої залежності від типу рослинного покриву. Споживання колемболами грибів, бактерій прискорює їх мінералізацію. Здатність захоплювати з їжею мінеральні частинки надає ногохвісткам роль важливих ґрунтоутворюючих організмів, а результати їх життєдіяльності перетворюються на дрібні структурні елементи ґрунту. Мікрочленистоногі відіграють значну роль у ланцюгах живлення ґрунтового шару біогеоценозу, оскільки самі є ґрунтовою базою для багатьох представників більш високих трофічних рівнів [3].

Отже, в комплексі агроценозів, що складають мезофауну ґрунту, ногохвістки (*Collembola*) є найбільш чисельними й, відповідно, відіграють вагому роль у трансформації органічної речовини. В силу своїх фізичних особливостей (високий рівень смертності та швидкий приріст чисельності) колемболи найбільш чутливо й швидко реагують на зміни гідротермічного та хімічного складу ґрунту, через що вважаються хорошими індикаторами його екологічного стану й потенціальної родючості [4].

Індикатор Б3 – різноманітність ґрунтової мікрофлори

ґрунт представляє собою біоорганомінеральну систему, що забезпечує ріст культурних рослин і, таким чином, необхідні для існування всього живого умови. Одним з основних чинників процесу ґрунтоутворення є функціонування ґрунтової мікрофлори, вміст якої в 1 г, згідно з даними Е. М. Мішустіна [8], сягає мільярдів клітин. У ґрунті зустрічаються всі форми мікроорганізмів, які є на Землі: бактерії, віруси, актиноміцети, дріжджі, гриби, прості, рослини.

Мікроорганізми – надзвичайно важливі чинники формування родючості ґрунту. Наявність у ґрунтових екосистемах найрізноманітніших груп мікроорганізмів, які відрізняються за біологічною та біохімічною специфічністю, обумовлює їх виключне значення у процесах, що відбуваються в ґрунті [6]. Вони беруть участь у колообізі азоту, мобілізації фосфору з органічних та важкорозчинних неорганічних сполук (від 15 до 75 % фосфору ґрунту знаходиться у формі важкорозчинних неорганічних сполук: фосфату кальцію, заліза, алюмінію, що входять до складу низки мінералів) [7]; підвищенні доступності калію для рослин; трансформації рослинних решток; беруть участь у формуванні структури

грунту, утворенні гумусу та його мінералізації. Це свідчить про значний вплив мікроорганізмів на формування ґрунту та підтримання його родючості.

Індикатор Б4 – біологічна активність ґрунту

Біологічна активність характеризує мікробіологічні, фізіологічні та біохімічні властивості ґрунту, його особливості та стан. Показники біологічної активності досить різноманітні. Загальний рівень біологічної активності можна охарактеризувати двома групами показників: перша – чисельність різних груп мікроорганізмів, кожна з яких має здатність трансформувати певні речовини; друга – показники сумарної діяльності мікроорганізмів (продукти мікробного синтезу, розпаду та ін.). До показників сумарного ефекту діяльності ґрунтових мікроорганізмів можна віднести: нітрифікаційну здатність, інтенсивність розпаду лляної тканини, протезну активність, а також токсичність ґрунту. Найбільш універсальними інтегральними показниками діяльності ґрунтових організмів є: інтенсивність виділення CO₂ (продукування ними вуглекислого газу) та інтенсивність розпаду лляної тканини (целюлорозчеплююча здатність).

Інтенсивність розпаду лляної тканини (метод аплікацій) свідчить про функціонування целюлозних мікроорганізмів. Активність останніх у значній мірі визначається наявністю в ґрунті доступних поживних речовин, передусім, азотних. Таким чином можна стверджувати, що даний метод висвітлює перебіг мікробіологічних процесів загалом [7]. Отже, показник біологічної ак-

тивності ґрунту, а саме, інтенсивність розпаду лляної тканини, є широким показником ґрунтової активності, що корелює з такими показниками, як вміст органічної речовини ґрунту та його біомаси [1]. Процес визначення діяльності целюлорозчеплюючих мікроорганізмів – простий і доступний, не потребує спеціальних вимог. Тому в нашому дослідженні інтенсивність розпаду лляної тканини використовується як основний індикатор загальної біологічної активності ґрунту.

Висновки:

1. Моніторинг біологічного різноманіття ґрунту є важливою складовою моніторингу навколишнього середовища, зокрема моніторингу земельних ресурсів. З екологічної точки зору, впровадження індикаторів біологічного різноманіття ґрунту – важлива умова удосконалення системи моніторингу та оцінки стану ґрунтів.

2. У нашому дослідженні запропоновано перелік індикаторів, які загалом дають оцінку стану біологічного різноманіття ґрунту. Вибрані індикатори характеризують як чисельність біорізноманіття, так і біологічні функції ґрунту в цілому.

3. Для визначення стану біологічного різноманіття ґрунтів Полтавської області було запропоновано індикатори: чисельність дощових черв'яків (*Lumbricina*), чисельність ногохвісток (*Collembola*), різноманітність ґрунтової мікрофлори; для характеристики біологічних функцій ґрунту – біологічна активність ґрунту (інтенсивність розкладання лляного полотна).

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Агрочесоведение / В. Д. Муха, Н. И. Картамышев, И. С. Кочетов [и др.] – М. : Колос, 1994. – 528 с.
2. Гамкало З. Г. Екологічна якість ґрунту: концепція, терміни, оцінка / З. Г. Гамкало // Журнал агробіології та екології. – 2007. – Т. 3, № 1–2. – С. 21–31.
3. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв / Гиляров М. С. – М. : Наука, 1969. – 277 с.
4. Кузнецова Н. А. Организация сообществ почвообитающих коллембол / Кузнецова Н. А. – М. : ГНО «Прометей» МПГУ, 2005. – 244 с.
5. Звягинцев Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, Г. М. Зенова. – М. : МГУ, – 2005. – 445 с.
6. Миненко А. К. К вопросу о действии азотных удобрений на биологическую активность почвы / А. К. Миненко // Науч. тр. НИИСХ ЦРНЗ. – 1970. – Вып. XX, Т. 2. – С. 12–24.
7. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. / Е. Н. Мишустин. – М. : Наука, – 1972. – 343 с.
8. Лабораторно-практичні заняття по землеробству / О. Г. Кротінов, І. Г. Максимчук, Ю. П. Менько [та ін.] – К. : В-во УСГА, 1993. – 278 с.
9. Кузнецова Н. А. Многолетняя динамика коллембол в лесной и луговой экосистемах: популяции / Н. А. Кузнецова // Зоологический журнал. – 2007. – Т. 86, №1. – С. 30–43.