

DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdpm.2023.39.143-150>

УДК 574.34

Мєдведєва І.В.<sup>1</sup>, Козловський М. П.<sup>1</sup>, Кагало О.О.<sup>1</sup>, Венгжин Е.<sup>2</sup>

## БІОІНДИКАЦІЙНА РОЛЬ ФІТОНЕМАТОДНИХ УГРУПОВАНЬ В ОЦІНЦІ СТАНУ ТРАНСФОРМОВАНОСТІ ВТОРИННИХ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ

*Методика оцінки стану наземних екосистем з використанням діагностичних властивостей ґрунтової мікрофауни залишається недооціненою у сучасній українській науці. Ми опрацювали велику кількість іноземної та вітчизняної літератури щоб показати в цій оглядовій статті значення цього аспекту моніторингу природних екосистем. На підставі результатів власних досліджень показано яких результатів можна досягнути, використовуючи біоіндикаційні властивості такої групи організмів, як фітонематоди. Також описано основні принципи та методики якими необхідно користуватися, зокрема використовуючи функціональні характеристики фітонематодних комплексів. Для оцінки стану екосистем найціннішою є інформація про організми для яких характерне поширення на значній території, а також мають велику щільність популяцій та відіграють значну роль у функціонуванні екосистем і здатні швидко реагувати на зміни середовища. Власне такі організми й можуть вважатися біоіндикаторами. Ця група організмів є чутливою до природної чи антропогенної трансформації довкілля і здатна відповідати на неї зміною власної чисельності, поширення чи співвідношення певних характеристик. Тому використання ґрунтових тварин із окремих таксономічних груп в якості біоіндикаторів має давні традиції. Угрупування ґрунтових безхребетних є невід'ємним структурним компонентом природних екосистем, який разом з іншими забезпечує їм стабільний розвиток і стійкість. Оцінка функціональної ролі ґрунтової фауни в екосистемі передбачає встановлення структурно-функціональної організації різних груп ґрунтових безхребетних, які відрізняються одні від одних як морфологією, так і функціональним значенням в екосистемі й впливом на ґрунтоутворні процеси. Використання ґрунтових нематод як біоіндикаторів перспективне для оцінювання санітарного стану лісової екосистеми за показником використання енергії трофічними групами нематод, а також для біоіндикації якості ґрунту за показником відносного співвідношення перзистентів і колонізаторів. Зоологічний метод діагностики ґрунтів постав як окремий науковий напрямок завдяки працям М.С. Гілярова. Цей метод базується на наявності певних видів безхребетних тварин у ґрунті і на аналізі структури їхніх угруповань. Пізніше він знайшов практичне застосування і в дослідженнях лісових екосистем. Отже, нематоди є ефективною модельною групою для опосередкованої оцінки стану зооценозу.*

**Ключові слова:** *фітонематодний комплекс, вторинні ліси, умовно первинна екосистема, біоіндикаційні властивості, трофічні групи, антропогенне навантаження.*

Про перевагу ґрунтових нематод, як модельної групи біоіндикаторів цілого ґрунтового угруповання безхребетних тварин, свідчить те, що вони належать до первинноводяних організмів і заселяють не всю товщу ґрунту, а концентруються в ділянках плівкової та капілярної води. Це дає їм змогу співіснувати з іншими ґрунтовими безхребетними, проте використовувати доступні тільки їм топічні й трофічні екологічні ніші. Крім цього, на відміну від інших, таксономічно споріднених груп, вони представлені різними трофічними групами, а саме: сапрофагами, фітофагами й хижаками.

Детальне вивчення структурно-функціональної організації нематодних угруповань ґрунту та підстилки у первинних біогеоценозах має велике пізнавальне й прикладне

значення. Оскільки на основі порівняння первинних нематодних комплексів з угрупованнями похідних екосистем можна встановити причини їх змін під впливом різноманітних антропогенних чинників. Також це відкриває перспективи у з'ясуванні механізмів підтримання стійкості екосистем, встановлення допустимих меж антропогенного навантаження на природні екосистеми (Риклефс, 1979).

Згідно з результатами наших досліджень, проведених у Карпатському регіоні у 2014-2015 рр., для угруповання нематод у штучно створених на місці мішаних лісів монодомінантних насаджень характерне значно менше видове різноманіття, ніж у корінних природних лісах. У вторинних лісах зі зміною породного складу деревостанів домінуючою групою виступили рослиноїдні та грибоїдні групи нематод, а найменша частка належала бактероїдним і хижим, на відміну від умовно первинних лісів, де домінуючими є бактероїдні та хижі. Такі зміни у співвідношенні чисельності різних трофічних груп вказують на подальші проблеми стійкості штучно створених монокультур смереки та деградації цих екосистем загалом (Козловський, Медведєва, 2017).

У вторинних екосистемах також спостерігається зменшення рівня полідомінантності окремих таксономічних і трофічних груп зі значним збільшенням споживання енергії рослиноїдними видами. Перерозподіл використання енергії в угрупованнях ґрунтових нематод на користь фітофагів указує на принципову зміну використання енергії в екосистемах загалом (Козловський, 2009).

Отже, зі зміною едифікаторної породи спостерігаються зміни видового складу нематод та співвідношення їх трофічних груп. Загалом відбуваються істотні зміни всіх параметрів первинних нематодних комплексів. Переважно фітофаги тут представлені більш патогенними для деревних порід видами. Вони можуть споживати понад половину енергії, використаної цілим нематодним угрупованням. Таким чином, у похідних екосистемах формуються фітопатогенні комплекси, що свідчить про порушення природних механізмів регуляції чисельності фітогельмінтів.

Основні відмінності виявляються у тому, що в мішаному буковому лісі у декілька разів більша частка хижих видів нематод, а у формуванні угруповання домінуючу роль відіграє трофічна група бактероїдних видів, тоді як у ялинниках домінують рослиноїдні та грибоїдні групи нематод. У заселенні ґрунту досліджених екосистем також існують спільні закономірності та відмінності. В усіх лісових екосистемах найбільш заселений нематодами верхній шар ґрунту, а з глибиною їх чисельність зменшується. У штучно створених ялинниках спостерігалось домінування рослиноїдних видів у всіх шарах ґрунту. Меншу частину нематодного угруповання становили грибоїдні, а найменші частки відповідали бактероїдним та хижим представникам. Такі співвідношення між трофічними групами у вторинних лісах свідчать про деградаційний стан цих екосистем. Отже, угруповання ґрунтових нематод у ялинниках є, фактично, ендегенними чинниками руйнування цих екосистем (Медведєва, Козловський, 2022).

Біоіндикація санітарного стану лісових екосистем за функціональною організацією нематодних угруповань передбачає такі методики. Для визначення видової приналежності окремих представників нематофауни використовують індекси Де Мана (De Man, 1884), вимірюючи співвідношення частин тіла ми отримуємо показники для формули, що дозволяє визначити особину до виду:

L – загальна довжина тіла;

a – відношення довжини до максимальної ширини;

b – відношення довжини тіла до довжини стравоходу;

c – відношення довжини тіла до довжини хвоста;

V – відстань у % голова-вувльва до загальної довжини тіла.

Розміри тіла окремих видів нематод використовуються для встановлення їхньої живої ваги (ЖВ) за формулою I. Andrassy (Andrassy, 1976):

$$\mu\text{г M} = (a^2 b) / 1\,600\,000,$$

де a – максимальна ширина тіла, b – довжина тіла.

Суша маса нематод приймається як 20-25% від живої маси.

Для того, щоб оцінити роль ґрунтових організмів у функціонуванні екосистеми, необхідно визначити їхні загальні функціональні характеристики, і найкращим показником у цьому є потік енергії, який споживається їхніми угрупованнями. Встановити кількісні характеристики угруповань ґрунтових тварин можна лише за окремими їх розмірними групами (фітонематоди, мікроатроподи, мезофауна) і за різними методиками. Встановлюємо їх видове різноманіття, чисельність і масу, після чого за відповідними методиками, обраховуємо величини використаної ними енергії (Phillipson, Abel, 1978). На основі використання енергії окремими трофічними групами в межах окремих розмірних груп (фітофагами, сапрофагами і хижаками) узагальнюємо кількісні показники загального угруповання ґрунтових тварин в екосистемі та встановлюємо їх функціональну роль.

Узагальнені показники потоку енергії через ґрунтові угруповання безхребетних ми отримуємо шляхом додавання цих показників у межах окремих розмірних і функціональних груп. За показниками діяльності сапрофагів, хижаків та фітофагів у корінних екосистемах важливо визначити межі стабільного функціонування екосистеми. Їх можна прийняти за еталон для порівняння змін угруповань безхребетних у похідних екосистемах. Для з'ясування подібності функціональної організації угруповань безхребетних у корінних екосистемах, розташованих на значних відстанях одні від одних і в межах різних рослинних формацій, необхідно проаналізувати їх комплекси.

Угруповання ґрунтових безхребетних є структурним компонентом первинних екосистем, який разом з іншими забезпечує їм стійкість і стабільний розвиток. Оцінка функціональної ролі ґрунтової фауни в екосистемі передбачає визначення структурно-функціональної організації різних розмірних груп ґрунтових безхребетних, які відрізняються одні від одних не лише різними розмірами тіла, а й функціональним значенням в екосистемі та впливом на ґрунтовірні процеси. Вони заселяють не всю товщу ґрунту, а сконцентровані у зонах плівкової та капілярної води. Також, на відміну від інших розмірних груп, не можуть прокладати ходів у ґрунті, які змінювали б його некапілярну шпаруватість. Мікроатроподи (кліщі, ногохвістки, деякі багатоніжки, протури та ін.) мають менші розміри тіла, ніж проміжки між частинками ґрунту, що дає їм змогу, використовуючи їх для переміщення, не змінювати структури ґрунту. Від капілярної вологи вони захищені незмочуваними покривами тіла. Для мезофауни (дощові черви, мокриці, багатоніжки-геофіліни, личинки комах тощо) ґрунт є середовищем існування, яке вони змінюють у процесі життєдіяльності (прокладають ходи, роздрібнюють, перемішують тощо). Незважаючи на те, що всі названі вище групи ґрунтових тварин населяють одні й ті ж ґрунти, вони займають у них окремі екологічні зони, що дає змогу спільно співіснувати й використовувати тільки їм доступні топічні та трофічні екологічні ніші. Екологічна диференціація окремих груп

грунтових тварин настільки велика, що кожна з них має представників різних трофічних груп: сапрофагів, фітофагів, хижаків. Для з'ясування загальної структурно-функціональної організації угруповань ґрунтових безхребетних, потрібно дослідити якісні та кількісні характеристики окремих груп цих тварин. Отримані нами первинні результати щодо видової різноманітності та кількісні характеристики окремих видів стали основою для виявлення трофічної організації (фітофаги, сапротрофи, хижаки) окремих груп ґрунтових організмів (фітонематод, мікроартропод, мезофауни), визначення їхньої маси та розміру використання енергії. На підставі цих даних є можливість узагальнити кількісні характеристики угруповань ґрунтових безхребетних в екосистемі та визначити їхні функціональні ролі. Порівняння функціональної організації угруповань ґрунтових безхребетних у первинних і вторинних екосистемах можливе лише за умов наявності даних щодо використання енергії окремими трофічними групами (фітофагами, сапрофагами, хижакими). Наприклад, для круглих черв'яків розроблено декілька класифікацій. Найпоширеніша в країнах Центральної та Східної Європи класифікація О.О. Парамонова (Парамонов, 1952), у якій круглі черви розділені на чотири екологічні групи:

*параризобіонти* – види, що живляться детритом рослинного й тваринного походження, водоростями, мікроорганізмами, міцелієм грибів, найпростішими. До цієї ж групи належать і хижі нематоди;

*еусапробіонти* (типів сапробіонти) – види, пристосовані до життя в середовищі з високою концентрацією токсичних речовин і здатні використовувати в їжу продукти розпаду білків та вуглеводів, що утворюються внаслідок розкладу органічних речовин;

*девісапробіонти* (нетипові сапробіонти) – види, що використовують у їжу рослинні рештки, проте нездатні існувати у середовищі з високою концентрацією токсичних речовин;

*фітогельмінти* – види, що їх поділяють на дві підгрупи: перша – фітогельмінти неспецифічного патогенного ефекту, друга – фітогельмінти специфічного патогенного ефекту, тобто рослиноїдні види.

Нематоди першої підгрупи головню є мікофагами, а ті, що живляться тонким корінням трав'яних рослин, нездатні істотно впливати на розвиток останніх. Очевидно, що для остаточного визначення трофічної структури угруповання необхідно з групи параризобіонтів виділяти ще групу хижих нематод, а фітофагів зарахувати до підгрупи фітогельмінтів специфічного патогенного ефекту. Групу сапрофагів з урахуванням прямого та опосередкованого впливу цих організмів на розклад органіки будуть формувати представники декількох груп.

Дослідження аутокологічних особливостей видів нематод показали, що серед них є ті чи інші форми, які значно різняться за способом живлення, а серед рослиноїдних видів – і за патогенністю впливу на рослини. Численні нові дані з аутокології нематод дали змогу виконати новий поділ нематод на трофічні групи й визначити належність до них окремих таксонів. Удосконаленням класифікації займалися Г. Уїтс (Yeates, 1971), В. Банадж (Banage, 1963) та інші. Далі наведено характеристики трофічних груп нематод, що є найпоширенішими в екосистемах Карпатського регіону:

1. Рослиноїдні. Охоплюють форми, які живляться на судинних рослинах, у них завжди наявний стоматостиль тилехід чи одонтостиль дориліамід. Після яйцеві життєві стадії більшості видів здатні до міграції. У прикріплених видів місце живлення самки може бути недиференційованим. Рослиноїдні види бувають всеїдними або

живляться певним видом рослин. Види, що мігрують, загалом можна класифікувати як екто- чи ендопаразитів. Місцями живлення можуть бути кореневі волоски, епідерма, корковий чи судинний шари. Цю групу можна розділити на такі підгрупи:

1a) седентарні (прикріплені) паразити (самки *Heterodera*, *Globodera*, *Meloidogyne*, *Verutus*, *Sphaeronema*); 1b) міграційні ендопаразити (*Pratylenchidae*, деякі *Anguinidae*); 1c) напівендопаразити (*Hoplolaimidae*, *Telotylenchus*); 1d) ектопаразити (*Dolichodoridae*, *Cephalenchus*, *Criconematidae*, *Hemicycliophoridae*, *Paratylenchidae*, *Trichodoridae*, *Pungentus*, *Longidoridae*); 1e) пожирачі клітин епідерми й корневих волосків (*Tylenchidae*, *Psilenchidae*, *Atylenchidae*); 1f) водоросте-, лишайнико- (грибний або водоростевий компонент) чи мохоїдні, які живляться шляхом проколювання (*Tylenchus*, *Laimaphelenchus*, *Anguinidae*).

2. Грибоїдні. Живляться гіфами грибів за допомогою стилета чи одонтостилу. 3. Бактероїдні. Ця категорія охоплює види, які живляться будь-якими бактеріями через вузький (*Rhabditis*, *Alaimus*) чи широкий рот (*Diplogaster*). Сюди можна зачислити ґрунтові стадії певних нематод – паразитів хребетних і безхребетних, які живляться бактеріями.

3. Бактероїдні. Включають види, які живляться бактеріями через вузький (*Alaimus*, *Rhabditis*) чи широкий рот (*Diplogaster*). Ті види, для яких характерний широкий рот, можуть захоплювати також іншу їжу. Наприклад, паразити хребетних чи безхребетних тварин на стадії розвитку в ґрунті, під час яких живляться бактеріофаги.

4. Поглиначі субстрату. Цей тип живлення трапляється принаймні у диплогастерид і в *Darponema* sp. Поглинання субстрату може поєднуватися із поїданням бактерій, одноклітинних еукаріотів.

5. Хижі. Деякі види нематод живляться безхребетними, такими як найпростіші, нематоди, коловертки й енхітреїди, чи як «заковтувачі» (*Diplogaster*, *Mononchus*, *Nygolaimus*), чи як «проколювачі», які висмоктують рідини тіла через вузький стилет (*Seinura*, *Labronema*, *Laimaphelenchus*). Кишківник проколювачів ніколи не містить чітких залишків здобичі.

6. Поїдачі одноклітинних еукаріотів. Широкий спектр нематод живиться діатомовими чи іншими водоростями. Цей тип живлення відбувається шляхом заковтування спор грибів і цілих дріжджових клітин.

7. Інвазійні стадії паразитів тварин. Певні стадії нематод-паразитів тварин поза їхніми дефінітивними чи проміжними живителями можуть локалізуватися у ґрунті (*Deladenus*, *Heterorhabditis*). Сюди не належать види, які використовують тварин як форичних (транспортних) господарів (*Rhabditidae*, *Diplogasteridae*).

8. Всеїдні. Нематоди, що живляться широким спектром харчів (частково поєднані типи живлення 2-6). До цієї групи належать переважно дорілайміди. Очевидно, що загальну трофічну (функціональну) структуру нематодних угруповань (сапрофаги, фітофаги, хижаки) на підставі наведеної вище класифікації та з урахуванням їхніх аутоекологічних особливостей, зокрема трофічних зв'язків та способів травлення (екзо- й ендогенне), екологічної ніші, можна визначити набагато детальніше (Yeates et al, 1993).

Користуючись вищезгаданою класифікацією нам вдалося встановити функціональні зміни нематодних угруповань природних і штучно створених лісів. На основі вивчення структурно-функціональної організації нематодних угруповань первинних екосистем з'являється можливість визначити ступінь трансформованості вторинних екосистем, адже антропогенна діяльність призводить до змін у їх

формуванні. Нематодні угруповання корінних екосистем мають збережену еволюційно-сформовану структурно-функціональну організацію та співвідношення трофічних груп. Це забезпечує цілісність і стійкість біогеоценозів. Тому такі угруповання мають значну біоіндикаційну роль (Медведєва, Козловський, 2020).

Показники чисельності ґрунтових безхребетних є вихідними даними для визначення їх маси на одиницю площі. З цією метою використовують різні методи – від зважування до обчислень за відповідними формулами, виведеними для різних таксонів. Узагальнені показники потоку енергії через ґрунтові угруповання безхребетних можна отримати шляхом підсумування цих показників у межах окремих функціональних груп (фітофаги, сапротрофи, хижаки) згаданих вище тварин (фітонематоли, мікроартроподи, мезофауна) з урахуванням розрахункових формул використання енергії окремими розмірними й систематичними групами. Коефіцієнт трансформації функціональної організації угруповання ґрунтових безхребетних потрібно визначити експериментально, оскільки для цього необхідні дані щодо функціональної організації трофічних груп безхребетних і рівні використання ними енергії в еталонних (умовно первинних) та вторинних екосистемах різного ступеня деградації. Як відомо, сапрофаги й фітофаги трофічно безпосередньо чи опосередковано залежні від рослин. Хижі організми живляться першими двома групами, від складу яких залежить їхній якісний і кількісний склад. З урахуванням функціонального значення сапрофагів і фітофагів в екосистемі очевидно, що збільшення коефіцієнта трансформації в напрямі наближення вектора трофічної структури до осі сапрофагів і віддалення від осі фітофагів свідчить про стабілізацію стану екосистеми загалом, тобто збільшення її екологічного потенціалу, а збільшення коефіцієнта трансформації в напрямі віддалення вектора від осі сапрофагів і наближення його до осі фітофагів зменшує екологічний потенціал екосистеми, оскільки не сприяє підтриманню структурно-функціональної організації екосистеми, зокрема знижує акумуляцію речовин і енергії в автотрофному блоці та його стійкість. У первинних екосистемах сапрофаги та фітофаги визначають межі стабільного функціонування екосистеми, і є еталонами для порівняння змін угруповань безхребетних у вторинних екосистемах. Як кількісну характеристику для визначення коефіцієнта трансформації угруповань ґрунтових безхребетних тварин доцільно використати показник потоку енергії через трофічні (функціональні) групи (Козловський, 2007).

### **Висновки**

Отже, результати дослідження загальних закономірностей змін функціональної організації всього угруповання ґрунтових безхребетних тварин будуть відповідними до змін фітонематодних угруповань. Тобто, на підставі змін функціональної організації фітонематодних угруповань можна робити припущення щодо загальних змін усього угруповання безхребетних тварин ґрунту. Використання круглих червів як модельної групи ґрунтових організмів для оцінки загальних змін угруповань ґрунтових безхребетних тварин створює нові можливості для швидкого й достовірного оцінювання функціональної організації загального угруповання безхребетних ґрунту. Такі біоіндикаційні дослідження доцільно проводити як у ґрунті, так і підстилці, яка є невід'ємним компонентом лісових фітоценозів та слугує незамінним біотопом для представників мікро-, мезофауни, та ін. Слід зауважити, що для вторинних і первинних

лісів характерна однакова закономірність вертикального поширення нематод у товщі ґрунту та підстилки. Що й підтвердилося в наших дослідженнях. Проте співвідношення трофічних груп нематодних комплексів було визначальною характеристикою для встановлення змін і початку деградаційних процесів в екосистемі. Також важливим аспектом забезпечення порівнюваності контрольної та дослідної ділянок має бути передбачення їх розташування в межах одного типу біогеоценозу (Голубець, 2000) для кращого розуміння еталонних структурно-функціональних характеристик досліджуваного первинного нематокомплексу та, відповідно, їх змін у вторинному. Такі дослідження є необхідними для моніторингу антропогенного навантаження на середовище, оцінки його наслідків та розробки потенційних заходів регулювання в перспективі забезпечення сталості екосистем.

Голубець М.А. 2000. Екосистемологія. 316с.

Козловський М.П. 2007. *Біоіндикаційні властивості фітонематодних угруповань наземних екосистем Карпатського регіону*. Дисертація доктора наук, Національна академія наук України Інститут екології Карпат. Львів. 395 с.

Козловський М.П. 2009. Фітонематоди наземних екосистем Карпатського регіону. 48 с.

Козловський М.П., Медведєва І.В. 2017. Структурно-функціональна організація фітонематодних угруповань ялини європейської у мішаних букових лісах Сколівських бескидів та її насаджень. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*. Вип. 8. (15) С. 31-44.

Медведєва І.В., Козловський М.П. 2020. Функціональна організація угруповань ґрунтових нематод ялини у первинних екосистемах. *Вісник Сумського національного аграрного університету. "Агрономія і біологія"*. Вип. 2 (40). С. 30-37.

Медведєва І.В., Козловський М.П. 2022. Зміни фітонематодних угруповань ялини у вторинних екосистемах Сколівських Бескидів. *Науково-практичний журнал. «Екологічні науки»*. Вип. 42. С. 168-174. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.3-42.28>

Парамонов А. 1952. Опыт экологической классификации фитонематод. С. 338-369.

Риклефс Р. Основы общей экологии. М. : Мир, 1979. 424 с.

Andrássy I. 1976. Evolution as a basis for the systematization of nematodes. Budapest : Akadémiai Kiadó. S. 288.

Banage W.B. 1963. The ecological importance of free-living soil nematodes with special reference to those of moorland soil. *J. Amin. Ecol.* Vol. 32. P. 133-140.

De Man J.G. 1884. Die Frei in der reinen Erde und im süßen Wasser Lebenden Nematoden der Niederlandischen Fauna. S. 206.

Phillipson J., Abel R., Steel J., Woodell S. R. J. 1978. Earthworm numbers, biomass and respiratory metabolism in a beech woodland. *Oecologia*. Oxford : Wytham Woods. V. 33. S. 291-309.

Yeates G.W. 1971. Feeding types and feeding groups in plant and soil nematodes. *Pedobiologia*. Vol. 11. P. 173-179.

Yeates G.W., Bongers T., DeGoede R.G.M., Freckman D.W., Georgieva S.S. 1993. Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists. *J. Nematology*. Vol. 25. P. 315- 31.

<sup>1</sup> Інститут екології Карпат НАН України, м. Львів  
e-mail: medvedeva.iruna@gmail.com, kagaloalexander@gmail.com

<sup>2</sup> Biology Institute, University of Rzeszów, Poland  
e-mail: songbird.ewa@gmail.com

Miedviedieva I., Kozlovsky M., Kagalo O., Węgrzyn E.

**The bioindicator role of phytonematode groups in the assessment of the state of transformation of secondary forest ecosystems**

*The methodology for assessing the state of terrestrial ecosystems using diagnostic properties of soil microfauna remains underestimated in contemporary Ukrainian science. We have analyzed a significant amount of foreign and domestic literature to demonstrate the importance of this aspect in the overview article concerning the monitoring of natural ecosystems. Based on our own research results, we have shown the outcomes that can be achieved by utilizing the bioindicative properties of a specific group of organisms, such as phytonematodes. The fundamental principles and methodologies that should be applied, including using the functional characteristics of phytonematode complexes, have also been described. For evaluating the state of ecosystems, the most valuable information pertains to organisms that are widely distributed over a significant territory, have high population density, play a significant role in ecosystem functioning, and can rapidly respond to environmental changes. Organisms fitting these criteria can be considered bioindicators. This group of organisms is sensitive to natural or anthropogenic environmental transformations and can respond to them by altering their population density, distribution, or specific characteristics. Therefore, the use of soil animals from specific taxonomic groups as bioindicators has a long-standing tradition. Groups of soil invertebrates are integral structural components of natural ecosystems, together providing them with stable development and resilience. Assessment of the functional role of soil fauna in the ecosystem involves establishing the structural-functional organization of different groups of soil invertebrates, which differ both morphologically and functionally in the ecosystem and their impact on soil-forming processes. The use of soil nematodes as bioindicators is promising for evaluating the sanitary condition of forest ecosystems based on the indicator of energy utilization by trophic groups of nematodes, as well as for bioindication of soil quality based on the relative ratio of persisters and colonizers. The zoological method of soil diagnostics was established as a separate scientific direction thanks to the works of M.S. Gilyarov. This method is based on the presence of certain species of invertebrates in the soil and the analysis of the structure of their communities. Later, it found practical application in the research of forest ecosystems. Therefore, nematodes are an effective model group for the indirect assessment of the zoocenosis' state.*

**Key words:** structural and functional organization, primary ecosystem, nematode complex, trophic group.