

Kyiv, Heroiv Oborony, 15,
Ukraine, 03041,

²Institute of Agroecology and Environmental
Management of NAAS, Metrologichna, 12,
Kyiv, 03143, Ukraine

Forecasting the level of growth and development of root rots on *Hordeum vulgare* L. plants

Goal. To develop short-term forecasting methods for the seasonal development of root rots of spring barley. **Methods.** The studies were carried out using correlation-regression analysis. Mathematical processing of the obtained data was performed using analysis of variance. **Results.** A high and statistically significant correlation was established between the indicators of spread and development of root rots of spring barley during the study period, as well as during the seasonal develop-

ment of the disease in individual years. The obtained data show that when forecasting the level of infestation of spring barley with root rots, either one of the two indicators-disease spread or disease development-can be taken into account. The research analysis indicates that the maximum spread and development of root rot depend on the timing of the first visible symptoms. Statistical analysis shows a tendency for decreased spread and development of spring barley root rots when the first symptoms appear later in the season. As a result, the research enabled the development and construction of predictive models that allow determining the spread and development of spring barley root rots during the current season. **Conclusions.** The conducted analysis revealed that based on the average daily positive temperature, it is possible to reliably forecast the level of spread and develop-

ment of spring barley root rots. Statistical analysis indicates a trend toward decreasing disease spread ($r = -0.44$) and development ($r = -0.70$) with a later onset of the first symptoms. The presented research data and statistical analysis provide comprehensive information on forecasting and regulating the phytopathogenic background in agroecosystems of spring barley, which is essential for modern agricultural production. This enables timely prediction of the onset or changes in the development of root rot diseases in plants.

**diseases; mathematical modeling;
short-term analysis; phytopathogens**

Надійшла до редакції: 26.03.2025

Прийнята до друку: 03.04.2025

Надруковано й опубліковано онлайн:
червень, 2025

УДК 595.132:632.7

© А.М. Ковтун, 2025

DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2025.2.16-20>

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ АНАЛІЗУ НЕМАТОДОЗІВ КОМАХ

Мета. Удосконалення методичного підходу до гельмінтологічного аналізу комах як важливої складової частини інфекційних патологій комах на прикладі паразитарної системи «комаха-хазяїн *Galleria mellonella* — нематода *Rhabditida*». **Методи.** Методологічну основу дослідження становлять дані багаторічних власних досліджень, присвячених вивченню ентомопатогенних нематод (*Nematoda*: *Rhabditida*: *Steinernematidae*, *Heterorhabditidae*) в агроценозах України (у період 2016—2024 рр.), а також сучасні наукові праці українських і зарубіжних вчених щодо особливостей методів гельмінтодіагностики комах. Використовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень, зокрема теоретичні, польовий, лабораторний і математико-статистичний. **Результати.** Удосконалено науково-методичний підхід до гельмінтологічного аналізу комах (на прикладі *G. mellonella* L., 1758) у розрізі інфекційних патологій комах,

А.М. КОВТУН,

кандидат сільськогосподарських наук
ТОВ «Інститут агробіології»,
бульв. Вацлава Гавела, 4, корп. 45,
м. Київ, 03067, Україна

що ґрунтується на застосуванні оригінальної «ентомогельмінтологічної формули» для вивчення видового складу та стану гельмінтів (*Nematoda*: *Rhabditida*) після повного гельмінтологічного розтину комах. **Висновки.** Застосування методу повних гельмінтологічних розтинів комах сумісно з оригінальною «ентомогельмінтологічною формулою» дає можливість не тільки кількісно деталізувати, але і якісно описати характер патологічних змін у комах (*Insecta*), що розвиваються на тлі гельмінтної (нематодної) інфекції (*Nematoda*). Результати проведених досліджень можуть бути застосовані при ентомологічних до-

слідженнях після збору та ідентифікації комах, уражених нематодами — паразитами (патогенами) комах.

патологія комах; ентомопатогенні нематоли (ЕПН); нематодози; комахи-шкідники; топічна спеціалізація

Гельмінти є причиною хвороб (гельмінтозів), а також загибелі комах різних видів. Паразитизм нематод у комах є цікавим у біологічному і важливим у господарському значенні явищем. При цьому інвазія у комах викликає не такі виразні симптомні явища як в організмі хребетних тварин, що супроводжуються функціональними та морфологічними порушеннями.

Екологічна група «ентомонематод» об'єднана різними паразитичними формами (ентомопатогенними, ентомофільними, ін-

сектицидними, ентомогенними, ентомофагними тощо) та складається з представників різних таксонів. Усього відомо понад 1000 видів паразитичних ентомо-нематод, серед них є як екто- так і ендopаразити комах, які паразитують на всіх стадіях їхнього розвитку — від яйця до імаго, концентруючись у різних органах і тканинах у вигляді яєць, личинок або ж дорослих особин [1]. Деякі з них привертають значну увагу завдяки своїм перспективам, зокрема ентомопатогенні нематоди (далі — ЕПН) з родин *Steinernematidae* Chitwood et Chitwood, 1937 та *Heterorhabditidae* Poinar, 1976 (*Nematoda*: *Rhabditida*). У природі вони перебувають в облігатному мутуалістичному симбіозі з бактеріями родини *Enterobacteriaceae* Rahn, 1937, і в комплексі з ними характеризуються високими антибіотичними (ентомоцидними) властивостями. Вони знайшли широке застосування у захисті рослин щодо контролю різних комах-шкідників [2, 3].

В Україні дослідження ентомо-нематод переважно сконцентровані на представниках родин *Steinernematidae* та *Heterorhabditidae* з ряду *Rhabditida* [2–7], меншою мірою з рядів *Tylenchida*, *Aphelenchida* [8, 9], та ще меншою мірою з ряду *Mermithida* (родина *Mermithidae*) [10]. Дослідниками наводяться відомості з їх морфології, біології, географічного поширення, систематики, що базується на морфологічних даних, а також деяких молекулярних даних (у ряді *Rhabditida* зокрема). Розглянуто їхню роль у біологічному захисті, зокрема як природних регуляторів чисельності комах, більшість яких є шкідниками сільськогосподарських рослин, багаторічних і лісових насаджень (щодо ряду *Rhabditida*), чи деякими представниками комплексу «гнос» (щодо ряду *Mermithida*).

Ентомогельмінтологія — наука молода й мало вивчена у нашій країні на теоретичному та практичному рівнях серед широкого загалу фахівців-біологів (ентомологів, гельмінтологів) [11]. Зокрема, діагностування гельмінтозів (нематодозів) комах є трудомістким, оскільки патогенні, що їх спричиняють, — ентомопатогенні нематоди, мають мікроскопічні розміри, а методи вітальної (зжиттєвої) гельмінтодіагностики для членистоногих досі не розроблені достатньою мірою [2, 12–14].

Аналіз доступних українських джерел літератури [1, 9, 15, 16] свідчить про недостатній рівень методологічного забезпечення гельмінтологічного аналізу комах, яке б відповідало специфічним характеристикам предмета й об'єкта досліджень. У працях українських дослідників наведено деякі методики досліджень ентомо-нематод з рядів *Rhabditida*, *Tylenchida* та *Aphelenchida*, але такі дані зовсім відсутні для ряду *Mermithida*. Низка питань потребують удосконалення, зокрема щодо їхньої індикації у комах. Зважаючи на суттєвий брак такої інформації, та враховуючи, що цей напрям активно розвивається у сучасній українській нематології, постала гостра необхідність наукового обґрунтування методологічних положень до гельмінтологічного аналізу комах у розрізі інфекційних патологій комах.

Мета дослідження — розробка теоретико-методичного підходу до удосконалення гельмінтодіагностики комах на основі методу гельмінтологічного розтину (на прикладі комах-хязяїна *G. mellonella* та ЕПН з ряду *Rhabditida*), як важливої складової частини інфекційних патологій комах.

Матеріали і методи. В основу роботи покладені матеріали власних досліджень обстежень агроценозів в Україні з 2016 по 2024 р. Використано такі методи досліджень: теоретичні — аналіз та синтез, порівняльно-описовий, узагальнення науково-практичних та дослідницьких даних; польовий — обстеження агроценозів, закладання ґрунтових пасток із тест-комахами *G. mellonella* «*in situ*»; лабораторний — ізоляція та виділення ЕПН із загинблих комах-хязяїв, дослідження морфології та морфометрії ЕПН методами світлової мікроскопії, визначення родової (та/або видової) належності ЕПН, культивування та експериментальне зараження тест-комах *G. mellonella* «*in vivo*»; математико-статистичний (описова статистика).

Досліджували ентомопатогенів на базі лабораторії нематології Інституту захисту рослин НААН, лабораторії ТОВ «Інститут агробіології». Для розведення *G. mellonella* використовували «пасічну мерву», а також старі, ушкоджені та вибракувані стільники, їх вміщували у скляні трилітрові банки, які, в свою чергу, ставили до термостату при $27 \pm 2^\circ\text{C}$. У експериментах використовували личинки останньої вікової стадії, масою $0,20 \pm 0,03$ г (рис. 1).

З метою виявлення ЕПН у зібраних загинблих комах *G. mellonella*, із закладених ґрунтових пасток «*in situ*», застосовували метод повного гельмінтологічного розтину в кілька етапів у лабораторних умовах [9]. Увесь розтин про-



Рис. 1. Культивування великої воскової моли *G. mellonella* на «пасічній мерві»

водили у фізіологічному розчині концентрацією 0,65%, під стереоскопічним мікроскопом МБС-9 при збільшенні 28[×] та 56[×] разів.

Результати та обговорення. Під час ентомологічних досліджень, при обліку, зборі та ідентифікації комах-шкідників, важливо визначити, чи інфіковані вони збудниками хвороб, та яка частка інфікованих серед них. Результати попередніх досліджень [17] показали, що ентомопатогенні організми різної етіології (Nematoda, Fungi, Bacteria, Insecta), які викликають інфекційні та паразитарні захворювання комах у формі моно- та змішаної інфекцій, є невід'ємним компонентом біоти агроценозів. Найбільшу частку серед них займала нематодозна інфекція (збудники — нематоди з родів *Steinernema* Travassos, 1927 та *Heterorhabditis* Poinar, 1976).

У даній роботі, на основі попередньо сформованих наукових напрацювань, наведено методичний підхід до гельмінтологічного аналізу комах (личинок *G. mellonella*), уражених ЕПН (Nematoda: Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae). Використано метод гельмінтологічного розтину із запропонованою нами методикою, а саме — застосування оригінальної «ентомогельмінтологічної формули». Цей метод можна застосувати й до інших видів жертв — комах-хазяїв та представників групи ентомонематод інших рядів та родин.

Велика воскова міль *G. mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) — коха, що стала популярною моделлю при вивченні переважно бактеріальних і грибних інфекцій. Як зазначають дослідники [18], на відміну від інших тест-комах, вона має зручний розмір для маніпуляцій і може підтримуватися за температури 37^{°C}. Її розведення низьке за собівартістю і не потребує додаткових лабораторних приміщень. Більше того, будучи безхребетною, вона не представляє етичних обмежень. Ці властивості роблять її придатною альтернативою для досліджень

інфекційних патологій, зокрема нематодозів.

Спосіб проникнення та подальша локалізація нематод у тілі жертви — коха-хазяїна (топічна специфічність), є вкрай важливими для пізнання механізмів розвитку патологічного процесу [19]. Застосування методу «повних гельмінтологічних розтинів» хребетних щодо членистоногих, зокрема комах, що був розроблений академіком К.І. Скрябіним — основоположником комплексної теоретико-прикладної гельмінтологічної науки (біолого-медико-ветеринарно-фітопатологічної), надзвичайно утруднене із-за дрібного розміру їхніх органів. Як стверджують українські фахівці-нематологи, метод гельмінтологічного розтину для виділення нематод з комах є цінним джерелом інформації про стан уражених комах, однак він потребує певних навичок виконавця [9].

Загалом, нами здійснено нематодологічний аналіз понад 300 екземплярів личинок *G. mel-*

lonella методом гельмінтологічного розтину з метою виявлення локалізації нематод у тканинах та органах комах (рис. 2). Виявлені ізоляти нематод із загиблих комах на основі морфолого-морфометричних характеристик віднесено до трьох видів ЕПН: *Steinernema carpocapsae* (Weiser, 1955) Wouts et al., 1982, *Steinernema* ex gr. «glaseri» з роду *Steinernema* Travassos, 1927 родини Steinernematidae; *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 з роду *Heterorhabditis* Poinar, 1976 родини Heterorhabditidae.

За вивчення видового складу та стану гельмінтів після повного гельмінтологічного розтину, щодо зараження нематодами різних органів комах накопичується чимала кількість даних аналізів. Їх буває важко зіставити за різноманітності складу гельмінтів. Для кращого огляду отриманих аналітичних даних запропоновано спосіб наочного написання результатів аналізів за допомогою «ентомогельмінтологічної формули» (далі — ЕГФ). Перераховані у

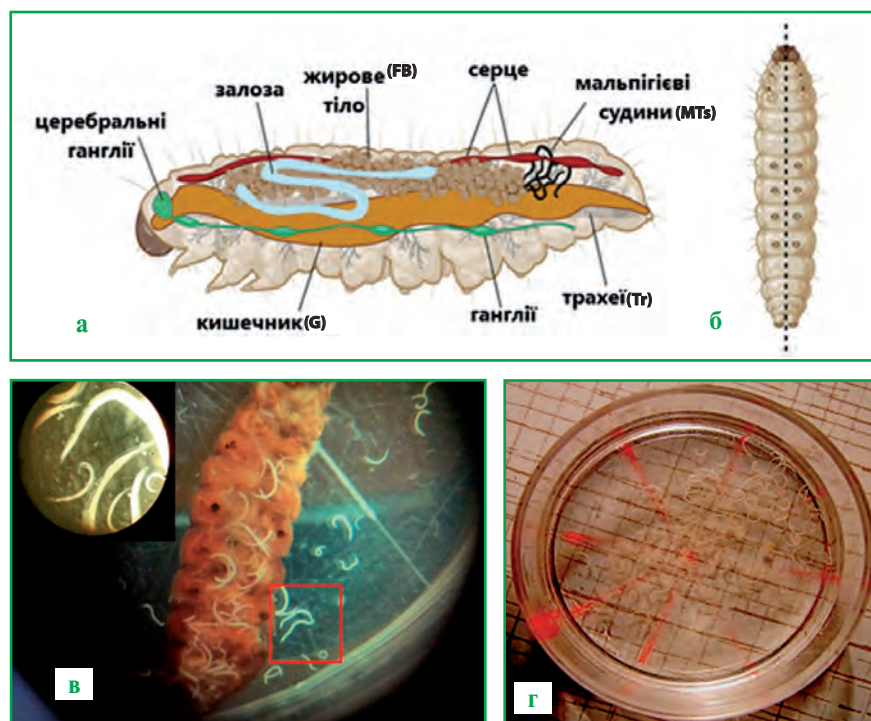


Рис. 2. Загальна анатомія личинок *G. mellonella* та проведення гельмінтологічного розтину *G. mellonella* під стереоскопічним мікроскопом: а — найбільш важливі тканини та органи личинок *G. mellonella*; б — серединний сагітальний розтин личинок *G. mellonella*; в — виділення нематод із зовнішнього (парістального) жирового тіла *G. mellonella*; г — загальна кількість нематод різних стадій у чашці Петрі, виділених із парістального жирового тіла *G. mellonella*.

Джерело: розроблено на основі Admella, Torrents (2023) [18].

коефіцієнтах (частках) — десяткових дробах чи відсотках (%) дані (= відносні величини структури адитивні) аналізу описують у вигляді математичної формули.

Спрощений вираз такої формули має вигляд:

$$\text{ЕГФ} = \frac{\Sigma S}{\Sigma T} = \frac{1}{100} (W), \quad (1)$$

де ЕГФ — ентомогельмінтологічна формула; ΣS — сума усіх видів гельмінтів (або сума статево-вікових стадій певного виду); ΣT — сума усіх місць розташувань у тілі комахи (частини тіла, органи); W — біомаса нематод (див. формулу 2).

Як правило, у нематології за опису видів нематод прийнято здійснювати основні морфолого-морфометричні виміри тіла, у т.ч. індекси Де Мана ($a = L/\text{MBD}$; $b = L/\text{ES}$; $c = L/T$) [20]. Із врахуванням індекса a (загальна довжина тіла/найбільша ширина тіла) можна вирахувати масу нематод (як свіжа маса, мкг) за формулою Андраші [21]:

$$W = (L^3/a^2)/(1,6 \times 10^6), \quad (2)$$

де W — маса нематод, мкг; L — довжина тіла нематоди, мкм; a — співвідношення довжини тіла до найбільшого діаметра тіла, мкм; $[1,6 \times 10^6]$ — const.

Показник біомаси нематод (W , мкг), на нашу думку, доцільно вираховувати і подавати у вигляді множника після дробу з метою подальшого встановлення відношення маси паразита (-ів) до маси хазяїна. За даними Hanel [22] біомасу доцільно вираховувати для дорослих нематод, а для личинок біомасу приймати за половину від дорослих стадій. Згідно з даними Andriuzzi & Wall [23] слід брати до уваги усі життєві стадії, у т.ч. і личинок, оскільки вони, як і дорослі особини, є активними компонентами трофічного ланцюга. Але деякими особинами, які, наприклад, знаходяться в процесі скидання старої кутикули, доцільно знехтувати, позаяк вони, (так вважають дослідники [22]) за розрахунку можуть завищувати дані щодо розмірів. На основі вимірювань нематод підраховують

середні значення маси нематод для виду (роду), а сума цих значень складе їхню загальну біомасу, тобто W (як свіжа маса, мкг) на особину.

У таблиці наведено основні умовні буквенні позначення, що використовуються в ЕГФ.

Символи та буквенні позначення, що використовуються в ЕГФ (в дужках опис символу; код символу Unicode)

Статеві та вікові структури	
Y	личинка
L-I, L-II	личинка I стадії, II стадії і т.д.
♀	female (самиця; Unicode 2640)
♂	male (самець; Unicode 2642)
ad.	adults (доросла стадія)
lv.	larva (личинкова стадія)
Топічна спеціалізація (частини тіла, органи)	
←	anterior (передня частина тіла Unicode 21A4)
→	posterior (задня частина тіла Unicode 21A6)
↑	dorsal (дорсальна сторона тіла Unicode 21A5)
↓	ventral (вентральна сторона тіла Unicode 21A7)
◊	розташування паразита на поверхні тіла (Unicode 022E)
⊙	розташування паразита всередині тіла (Unicode 2A00)
H	head (голова)
T1..T3	thorax (груди із номером грудного сегмента)
A	abdomen (черевце)
fw	forewing (переднє крило)
hw	hindwing (заднє крило)
L	legs (ніжки)
G	gut (кишечник)
Tr	trachea (трахеї)
MTs	malpighian tubules (мільпігієві судини)
FB	fat boddy (жирове тіло)
tm	tergum (тергіт)
sm	sternum (стерніт)
pl	pleuron (плеврон)
Інше	
W	біомаса (за формулою Andrassy, 1956)
+	з'єднує різні елементи однієї категорії частин тіла чи органів
[]	відокремлення відповідних елементів однієї категорії
Джерело: розроблено автором	

Наприклад, при проведенні гельмінтологічного розтину комах та подальшому аналізі ЕГФ формула буде виглядати так:

$$G.mellonella_{lv.,0,20} [S.carp_{100}Y0,6♀0,3♂0,1] W, \text{ мкг} \quad (3)$$

Цю формулу складу і стану гельмінтів читають так: в 1 гусениці *G. mellonella* масою 0,20 г міститься 100 особин нематод виду *Steinernema carpocapsae*: личинок 0,6 частин, самиць 0,3 частин, самців 0,1 частин; 25% особин нематод зосереджено на дорсальній поверхні тіла комахи, 75% — всередині тіла, з яких 50% особин міститься в кишечнику, а 25% — в трахеях; свіжа маса нематод виду *S. carpocapsae* в організмі комахи-хазяїна *G. mellonella* становить W , мкг.

Користуючись такою формулою, зручніше порівнювати між собою аналізи і класифікувати проаналізованих комах-хазяїв за їхнім гельмінтологічним складом та топічною спеціалізацією. Запропоновані у таблиці та формулі (3) латинські позначення частин тіла комах можна замінити українськими літерами: К — кишечник; Т — трахеї, ЖТ — жирове тіло тощо. Однак, подібне позначення становитиме велику незручність, по-перше, воно суперечить загальноприйнятим позначенням частин латинськими літерами, а по-друге, індексація українськими літерами робить ЕГФ недоступними для розуміння в міжнародному масштабі.

Крім того, при виявленні й подальшому аналізі одного виду гельмінтів зручно замінити псевдодріб, що займає два рядки тексту, однорядковим написанням формули, відокремивши відповідні елементи квадратними дужками. Наприклад:

$$G.mellonella_{lv.,0,20} [S.carp_{100}Y0,6♀0,3♂0,1] [\textcircled{1}25\textcircled{75}(G50+Tr25)] W. \quad (4)$$

ВИСНОВКИ

Запропоновано удосконалений методичний підхід до гель-

мінтологічного аналізу комах як важливої складової частини інфекційних патологій комах, зокрема застосування оригінальної ЕГФ для отримання насамперед найбільш об'єктивної та повної інформації про гельмінтологічний стан інвазованих комах. Важаємо, що запропонований підхід забезпечить здійснення дієвого порівняння аналітичних даних уражених комах при ентомологічних обстеженнях, у т.ч. під час виникнення й розвитку епізоотій нематодної природи серед комах.

Фінансування: це дослідження не отримувало фінансування.

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

- Білик М.О., Станкевич С.В., Забродіна І.В. Патологія комах-фітофагів. Харків: ФОП Бровін О.В., 2017. 185 с. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/24113/1/NP_patolohiya%20komakh_2017.pdf
- Ковтун А.М. Ідентифікація ентомопатогенних нематод Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae. Карантин і захист рослин. 2023. № 4. С. 21-31. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2023.4.21-31>
- Сігарьова Д.Д., Борзих О.І., Бондар Т.І. Ентомопатогенні нематоди родин Steinernematidae та Heterorhabditidae — поширення в Україні й ефективність застосування проти прихованоживучих комах. Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т захисту рослин. Київ: Лазурит-Поліграф, 2021. 255 с.
- Стефановська Т.Р., Кава Л.П. Ефективність ентомопатогенних нематод проти борозенчастого скосаря (*Otiorrhynchus sulcatus* F.). Наукові доповіді НУБіП. 2012. Вип. № 5(34). URL: http://www.nbuuv.gov.ua/e-journals/Nd/2012_5/12str.pdf
- Yakovlev Ye. B., Kharchenko V.A., Mraček Z. Findings of Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida, Steinernematidae) in Nature Reserves in Ukraine. Vestnik zoologii. 2014. Vol. 48(3). P. 167-173. <https://doi.org/10.2478/vzoo-2014-0023>
- Yakovlev Ye., Nermut J., Půža V. et al. New record of *Steinernema arenarium* (Artyukhovsky) (Rhabditida: Steinernematidae) from Ukraine and note on its distribution. Acta Parasitologica. 2017. Vol. 62(2). P. 255-264. <https://doi.org/10.1515/ap-2017-0032>
- Ковтун А.М. Нові знахідки локалітетів ентомопатогенних нематод родів *Steinernema* та *Heterorhabditis* (Nematoda: Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae) фауни України. Карантин і захист рослин. 2023. №2. С. 39-45. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2023.2.39-45>
- Andreieva Olena, Korma Oleksandr, Zhytova Olena et al. Beetles and nematodes associated with wither Scots pines. Central European Forestry Journal. 2020. Vol. 66(1). P. 49-59. <https://doi.org/10.2478/forj-2020-0001>
- Сігарьова Д.Д., Корма О.М. Соснова деревина нематода *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Bührer, 1934) Nickle: методи аналізу деревини та жуків-переносників. *Захист і карантин рослин*. 2005. Том 51. С. 163-175.
- Kaplich V.M., Sukhomlin E.B., Zinchenko A.P. On the Biological Regulators of Blood-sucking Blackflies (Diptera: Simuliidae) of Mixed Forests of Belorussian and Ukrainian Woodlands. Journal of Zoological Research. 2021. Vol. 03. P. 18-24. <https://doi.org/10.30564/jzr.v3i2.3101>
- Сігарьова Д.Д., Бондар Т.І., Нікішичева К.С., Ніколайчук Л.П. Основні етапи розвитку сільськогосподарської нематології. *Захист і карантин рослин*. 2021. Вип. 67. С. 212-228. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZiKr_2021_67_17
- Harry K. Kaya, Patricia S. Stock. Techniques in insect nematology. Editor(s): Lawrence A. Lacey, Manual of Techniques in Insect Pathology, Academic Press. 1997. P. 281-324. <https://doi.org/10.1016/B978-012432555-5/50016-6>
- Orozco R.A., Lee M.M., Stock S.P. Soil sampling and isolation of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae). Journal of Visualized Experiments. 2014. Vol. 89. P. 1-8. <https://doi.org/10.3791/52083>
- Ковтун А.М. Особливості діагностики нематодозів комах, викликані ентомопатогенними нематодами з родин Steinernematidae та Heterorhabditidae (Nematoda: Rhabditida). Вирішення сучасних проблем у ветеринарній медицині: III Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція. м. Полтава, 15-16 лютого 2018 р. : тези доповіді. Полтава, 2018. С. 101-104. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/bitstreams/c0357811-bf42-406c-9f8b-2faa8bc2cbb8/download>
- Сігарьова Д.Д., Харченко В.В. Ентомопатогенні нематоди в агроценозах України та методи їх виявлення. Карантин і захист рослин. 2018. № 4-5. С. 17-20. URL: <https://kr.ipp.gov.ua/index.php/journal/issue/view/16>
- Яковлев Є.Б., Харченко В.О. Методи вивчення ентомопатогенних нематод. Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Т. Шевченка. Біологія. 2015. Вип. 3(68). С. 51-54. http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKNU_biol_2015_1_15
- Kovtun A., Petrenko S. Frequency of occurrence and identification of nematodes among entomopathogenic organisms in agroecosystems of Ukraine. GEO&BIO. 2023. 24: 214-224. <https://doi.org/10.53452/gb2414>
- Admella Joana, Torrents Eduard. Investigating bacterial infections in *Galleria mellonella* larvae: Insights into pathogen dissemination and behavior. Journal of Invertebrate Pathology. 2023. Vol. 200. P. 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2023.107975>
- Nguyen K.B., Smart G.C. Mode of entry and site of development of *Steinernema scapterisci* in mole crickets. J Nematol. 1991. Vol. 23. P. 267-268. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2619153/>
- Сігарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Борзих О.І., Ковтун А.М. Сільськогосподарська нематологія. Київ: Аграрна наука, 2017. 340 с.
- Andrassy I. Die rauminhalt und gewichtsbestimmung der fadenwurm (Nematoden). Acta Zoologica, Academi of Sciences, Hungary. 1956. Vol. 2. P. 1-15. https://adt.arcanum.com/en/view/MTA_ActaZoologica_02/?pg=6&layout=s
- Háněl L. Soil nematodes in five spruce forests of the Beskydy mountains, Czech Republic. Fundamental and applied nematology. 1996. Vol. 19(1). P. 15-24. URL: <https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010004299>
- Andriuzzi W.S., Wall D.H. Grazing and resource availability control soil nematode body size and abundance-mass relationship in semi-arid grassland. J Anim Ecol. 2018. Vol. 87(5):1407-1417. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12858>

Kovtun A.,

ORCID: 0000-0002-6119-860X
 LLC «Institute of Agrobiology»,
 4 Vatslava Havela Blvd., Building 45,
 Kyiv, 03067, Ukraine

Improving of the methodology for analyzing of insect nematodiasis

Goal. To improve the methodological approach to the helminthological analysis of insects as an essential component of insect infectious pathologies, using the parasitic system «insect host *Galleria mellonella* — nematodes Rhabditida» as a case study. **Methods.** The methodological basis of the study comprises data from long-term original research on entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae) in agroecosystems of Ukraine (conducted between 2016 and 2024), as well as current scientific literature by Ukrainian and international scholars on insect helminthodiagnostic methods. The study employed both general scientific and specialized research methods, including theoretical analysis, fieldwork, laboratory experiments, and mathematical-statistical techniques. **Results.** A scientific and methodological approach to helminthological analysis of insects (exemplified by *Galleria mellonella* L., 1758) within the context of insect infectious pathologies has been improved. This approach is based on the use of an original «entomohelminthological formula» for the assessment of the species composition and condition of helminths (Nematoda: Rhabditida) following a complete helminthological dissection of insects. **Conclusions.** The use of complete helminthological dissections in combination with the original «entomohelminthological formula» enables not only quantitative detailing but also qualitative characterization of pathological changes in insects (Insecta) associated with helminthic (nematode) infections (Nematoda). The results of the research can be applied in entomological studies after the collection and identification of insects infected with nematode parasites (pathogens).

insect pathology; entomopathogenic nematodes (EPN's); nematode infections; insect pests; tissue-organ specificity

Надійшла до редакції: 15.04.2025

Прийнята до друку: 29.05.2025

Надруковано й опубліковано онлайн:
 червень, 2025