

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА НЕМАТОЛОГІЯ ЯК РОЗДІЛ НАУКИ ЗАХИСТУ РОСЛИН

Майже двадцять років тому в Інституті захисту рослин було створено лабораторію нематології. Лабораторію очолила доктор біологічних наук Діна Дмитрівна Сігарьова, відома в Україні та за її межами вчений-нематолог, засновник нового у країні напрямку в захисті рослин — сільськогосподарська нематологія.

За результатами наукових досліджень лабораторії обгрунтовано включення сільськогосподарської нематології до списку провідних розділів науки із захисту рослин. На основі наробок лабораторії визначено стратегічні напрями першочергових досліджень у нематології: розробка методів моніторингу нематодозів та системи захисних заходів; дослідження ентомопатогенних нематод, як бази для створення біопрепаратів нового типу.

Захист рослин — це одна із складових сільськогосподарської науки, основним завданням якої є розробка засобів і методів захисту сільськогосподарських культур від комплексу фітопатогенних організмів, або іншими словами «фітосанітарний захист».

Завданням науки захисту рослин (згідно із Законами про захист і карантин рослин) є наукове забезпечення Державної служби захисту рослин та Державної служби карантину рослин.

Фітосанітарний захист включає в себе два великих розділи: фітосанітарний моніторинг та захисні заходи. Фітосанітарний моніторинг передбачає систему спостережень за патогенними для рослин організмами, а захисні заходи спрямовані на обмеження їх чисельності та шкідливості. Роботи щодо фітосанітарного моніторингу та складання системи захисних заходів покладено на державні інспекції з карантину та захисту рослин. Фахівці цих служб у своїй роботі користуються науковими розробками вчених у галузях сільськогосподарської ентомології, сільськогосподарської фітопатології та гербології. Якість роботи державних інспекторів залежить від рівня наукових досліджень з відповідних розділів науки, об'єднана назва яких — «захист рослин».



Д.Д. Сігарьова — вчений у галузі сільськогосподарської та лісової нематології, доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НААН, Заслужений діяч науки і техніки України

Таким чином, галузі сільськогосподарське виробництво та сільськогосподарська наука на перший погляд далекі одна від одної, але вони тісно пов'язані між собою і якість роботи однієї добре позначається на якості іншої.

Наука із захисту рослин предметом своїх досліджень має сільськогосподарські рослини та фітопатогенні організми. Сільськогосподарських рослин багато і патогенних організмів також, а можливості вчених обмежені. Тож постає питання, які саме сільськогосподарські рослини треба досліджувати в першу чергу? Очевидно ті, які мають для України найбільш важливе (стратегічне) значення за обсягом посівних площ та урожайністю.

За даними служби ФАО та ЦСУ до списку основних в Україні (за низхідною шкалою) включено такі сільськогосподарські культури: пшениця, соняшник, ячмінь, кукурудза, картопля, соя, ріпак, цукровий буряк, овочеві культури. Додатковими культурами вважаються рис, горох, люцерна, хміль, льон, коноплі, тютюн, конюшина (табл. 1).

Якщо кількість найбільш важливих культур можна обмежити 9—15-ма видами рослин, то й основних

патогенних організмів має бути не багато, але для кожного виду рослин їх кількість буде різною. Слід врахувати, що за характером шкоди, якої завдають патогенні організми, їх розподіляють на три великі групи: комахи і кліщі; хвороби; бур'яни. Перша та остання групи включають організми одного типу, а хвороби можуть бути наслідком різних причин — паразитування чотирьох груп мікроорганізмів (гриби, нематоди, бактерії, віруси) або поєднання несприятливих природних факторів, зокрема порушення водного та температурного режимів, балансу живлення тощо (непаразитарні хвороби).

Отже, завдання фітосанітарного захисту полягає у обмеженні негативного впливу на рослини шкідливих комах і кліщів, хвороб (мікозів, нематодозів, бактеріозів, вірозів, непаразитарних хвороб) та бур'янів. Відповідальність за якість фітосанітарного захисту згідно із законодавством України покладено на Державні інспекції із захисту і карантину рослин (табл. 2). Зрозуміло, що окрім методичного рівня, якість роботи цих служб у першу чергу визначається здатністю їхніх працівників охопити моніторингом всі групи фітопатогенних організмів та реко-

1. Основні та додаткові сільськогосподарські культури — об'єкти фітосанітарного моніторингу інспекторами Служби захисту рослин

Культури	Шкідливі комахи	Хвороби					Бур'яни
		Мікози	Немато-дози	Бакте-ріози	Вірози	Непарази-тарні	
Основні							
1	Пшениця	+	+	-	-	-	-
2	Соняшник	+	+	-	-	-	-
3	Ячмінь	+	+	-	-	-	-
4	Кукурудза	+	+	-	-	-	-
5	Картопля	+	+	-	+	+	-
6	Соя	+	+	-	+	-	-
7	Ріпак	+	+	-	+	-	-
8	Цукрові буряки	+	+	-	-	+	+
9	Овочеві культури	+	+	-	+	-	-
Додаткові							
1	Рис	+	+	-	-	-	-
2	Горох	+	+	-	-	-	-
3	Люцерна	+	+	-	-	-	-
4	Хміль	+	+	-	-	-	-
5	Льон	+	+	-	-	-	-
6	Коноплі	+	+	-	-	-	-
7	Тютюн	+	+	-	+	-	-
8	Конюшина	+	+	-	-	-	-

Примітка: "+" — моніторинг проводиться; "-" — моніторинг не проводиться

2. Службові обов'язки державних інспекторів

Із захисту рослин	Моніторинг некарантинних фітопатогенних організмів
	Надання рекомендацій щодо захисних заходів
Із карантину рослин	Моніторинг карантинних і регульованих некарантинних організмів
	Надання рекомендацій щодо регулювання чисельності та ліквідації осередків поширення шкідливих організмів

мендувати захисні заходи. Результати роботи Державної фітосанітарної служби узагальнюються у щорічних звітах-прогнозах. Знайомство із щорічними офіційними виданнями «Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин» дає змогу стверджувати, що увагу інспекторів сконцентровано на шкідливих комах та мікозах на головних і другорядних культурах (табл. 2). А стосовно інших патогенних організмів (нематоди, бактерії, віруси, бур'яни та непаразитарні хвороби) інформація є лише зрідка (бактеріози) чи майже відсутня (нематодози, вірози, непаразитарні хвороби, бур'яни).

Тому лабораторія нематології Інституту захисту рослин НААН України розпочала розробку методів моніторингу нематодозів сільськогосподарських культур та систем захисних заходів, взявши ці розробки за основу програм наукових дослід-

жень впродовж останніх десятиліть. За результатами досліджень вдалося, з одного боку, обґрунтувати статус сільськогосподарської нематології як рівноправного розділу сільськогосподарської фітопатології (поряд із сільськогосподарською мікологією, бактеріологією, вірусологією та непаразитарними хворобами), з іншого — дати до рук інспекторів із захисту та карантину рослин методичні посібники щодо нематологічного моніторингу та складання систем захисних заходів.

І. Нематологічний моніторинг

Початкові етапи нематологічних досліджень включають цикли робіт щодо нематодозів озимої пшениці, картоплі, цукрових буряків, ріпаку, овочевих культур закритого ґрунту, а також декоративних та лісових культур. Ці роботи забезпечили об-

ґрунтування таких теоретичних положень:

- ▶ про наявність у польових агроценозах стабільного комплексу нематод, який складається із відносно невеликої кількості видів (49—51), адаптованих до виживання у нестабільних умовах агроценозів і які реагують на них значними кількісними змінами в популяції;
- ▶ встановлено зворотну залежність маси рослин та урожайності від сумарної чисельності характерних для кожної культури видів паразитичних нематод;
- ▶ теоретично обґрунтовано та практично доведено ефективність впливу на щільність популяції нематод таких агротехнічних факторів та заходів, як видовий та сортовий склад культур на полях, сівозміни, попередники, удобрення, спосіб обробітку ґрунту, протруєння насіння тощо.

Основна увага при цьому приділялась пошуку легкодоступних, малоенергоємних та ефективних методів виявлення фітопаразитичних нематод, визначенню їх видового складу, динаміки чисельності та шкідливості, симптомів і характеру пошкодження рослин, біологічних порогів шкідливості та складанню прогнозів. Таким чином, було зроблено крок до розробки методів моніторингу нематодозів, що в повній мірі відповідає завданням наукового напрямку — сільськогосподарської нематології.

Показано, що за нематологічного моніторингу об'єктом спостереження є нематоди, а вище — нематодози, що ними викликаються. В основі моніторингу є комплексний підхід до вивчення нематодозів, який поєднує співставлення еколого-біологічних особливостей присутніх популяцій фітопатогенних нематод із симптомами прояву хвороб рослин, втратами якості продукції рослинництва та врожаю.

За розробленою нами універсальною схемою моніторингу спостереження виконують за 7 послідовних етапів, а саме: 1 — візуальне виявлення осередків нематодозів (обстеження полів чи насаджень з метою виявлення рослин з ознаками паразитування нематод); 2 — відбір зразків хворих рослин та (або) ґрунтових зразків; 3 — лабораторне виділення та фіксація нематод із па-

ралеьним визначенням показників росту і розвитку рослин; 4 — виготовлення мікропрепаратів та визначення видової належності і чисельності нематод; 5 — визначення рівня шкідливості популяцій шляхом застосування кореляційного та регресійного аналізу або порівняння одержаних результатів відносно чисельності нематод із вже відомими порогоми шкідливості; 6 — картування вогнищ; 7 — прогноз (створення прогностичної моделі розвитку хвороби із врахуванням рівня чисельності нематод, сортименту рослин та конкретних ґрунтово-кліматичних умов).

Складність за розробки методів нематологічного моніторингу полягає в тому, що патогенні для рослин нематоди мають різні еколого-біологічні особливості. Одні види, наприклад цистоутворюючі нематоди, знаходяться в коренях і ґрунті, інші — стеблові і листові — у стеблах та листках, рисовий афеленх — у насінні рису тощо. Для спостереження за ними використовують різні методи, але порядок їх використання має ранжуватись за наведеною у таблиці 3 схемою.

Щодо методів моніторингу різних нематодозів, то вони мають відповідати як видам паразитичних нематод, так і видам рослин-живителів. Якщо нематодози рослин виникають внаслідок паразитування специфічних, характерних для цього виду рослин фітогельмінтів, то за

3. Система моніторингу цистоутворюючих нематод на картоплі, цукрових буряках, ріпаку і зернових культурах

№ п/п	Назва етапу	Методика виконання	Період, місце виконання
1	Виявлення осередків поширення на полях	Візуальний огляд агроценозів картоплі, цукрових буряків, ріпаку, зернових для виявлення пригнічених рослин, які в спеку в'януть, мають мичкувату кореневу систему та білі цисти на коренях	Впродовж всієї вегетації, але не раніше 30-ти днів після появи сходів
2	Відбір ґрунтових зразків для виділення цист	Ґрунтовим буром або лопатою по 2-х діагоналях поля чи човниковим методом в кількості 10—100 зразків з 1 га (залежно від мети обстежень)	Після збирання врожаю попередника і в період між послідовними культурами в сівозміні
3	Виділення цист і самців із ґрунтових проб	Нематод виділяють з повітряно-сухих зразків ґрунту об'ємом 50—100 см ³ декантаційно-ситовим методом	В лабораторних умовах
4	Визначення видової належності нематод	Видову належність визначають за формою і розміром цист, а також — за будовою анально-вульварної пластинки і морфометричними показниками будови тіла самців та личинок з використанням мікроскопу при збільшенні 7×40, 7×90.	В лабораторних умовах
	Підрахунок чисельності цист, личинок і яєць	Кількість цист підраховують на фільтрах з-поміж органічних решток, які були одержані з ґрунтових зразків шляхом відмучування в 1-літрових циліндрах і промивання на ситах. Кількість яєць і личинок — шляхом підрахунку після роздавлювання цист в краплині води на предметному склі	В лабораторних умовах
5	Визначення шкідливості та її порогів	На зараженому полі виділяють 10 ділянок по 10 м ² , на яких провадять облік врожайності (зерна, насіння, коренеплодів, бадилля), цукристості і рівня зараженості ґрунту нематодою	В період збирання врожаю картоплі, цукрових буряків, ріпаку, зернових
6	Картування осередків поширення	Відмічають розміри осередків і рівень інвазії	В лабораторних умовах
7	Складання прогнозу	Розрахунки провадять з використанням кореляційного та регресійного аналізу	

проведення моніторингу використовують специфічні для дослідження саме цього виду методи. Якщо ж причиною захворювання рослин є комплекс паразитичних видів, то й

методи спостереження за ними будуть іншими (табл. 4).

Нематологічний моніторинг у певних біоценозах не можливий без врахування особливостей рос-

4. Система моніторингу червоподібних нематод на озимій пшениці

№ п/п	Назва етапу	Методика виконання	Період, місце виконання
1	Візуальний огляд посівів	Візуальний огляд посівів для виявлення осередків рослин з пригніченням росту, відставанням у розвитку, деформованих, хлоротичних, з оглядом кореневої системи на наявність ранок чи некрозів.	У фази 3-го листка, весняного куціння, колосіння, м.в.с. зерна
2	Відбір рослинних та ґрунтових зразків	Зразки для аналізу відбирають лопатою по 2-х діагоналях поля чи човниковим методом в кількості 10—100 зразків (рослини з прикореневим ґрунтом) з 1 га (залежно від мети обстежень)	При обстеженні посівів
3	Виділення нематод із рослин та прикореневого ґрунту	Нематод виділяють з рослин і ґрунту модифікованим лійковим методом Бермана	В лабораторних умовах
4	Визначення видової належності нематод	Видову належність визначають за морфометричними показниками будови тіла самиць, самців і личинок з використанням мікроскопу при збільшенні 7×40, 7×90 на тимчасових або постійних водно-гліцеринових препаратах (виготовлених за методикою Кир'янової)	В лабораторних умовах
5	Визначення ступеня шкідливості	Кількість нематод рахують при виготовленні препаратів для визначення видового складу.	В лабораторних умовах
		Вимірювання показників стану рослин (вимірювання біомаси, довжини підземної і надземної частини рослин, визначення продуктивного та непродуктивного куціння, виявлення аномалій розвитку кореневої системи, підрахунок балу розвитку некрозів) провадять паралельно з виділенням нематод. Облік врожайності здійснюють на 10-ти ділянках по 10 м ² з 1 га. Розрахунки порогів шкідливості провадять з використанням кореляційного та регресійного аналізів	В польових умовах, перед збиранням врожаю В лабораторних умовах
6	Картування осередків поширення	Відмічають розміри осередків поширення нематодозів	В лабораторних умовах
7	Складання прогнозу	Потенційну шкоду розраховують на основі даних щодо чисельності фітогельмінтів в критичні фази та порогів шкідливості, та інформації про структуру сівозміни (зокрема насиченість зерновими)	В лабораторних умовах

5. Методи моніторингу паразитичних нематод в закритому ґрунті ботанічних садів

лин, які тут вирощуються. У ценозах польових та лісових культур порядок відбору рослинних зразків визначають рекомендовані методики, але у ботанічних садах, де вид рослин може бути представлений лише поодинокими екземплярами, нематологічні обстеження мають бути виконані із нанесенням їм мінімальних пошкоджень. Також слід зауважити, що для більшості видів квітково-декоративних рослин не описано візуальних симптомів нематодних захворювань. Обстеження таких рослин дають змогу не тільки проаналізувати рівень нематодної інвазії, але й одержати абсолютно нові відомості щодо специфіки розвитку нематодозів на тих чи інших видах рослин (табл. 5).

Ще один блок невирішених проблем стосується параметрів оцінки шкідливості. Якщо для польових культур вона оцінюється за втратами біомаси рослин та їх врожайності, то для квітково-декоративних — за втратою декоративності, а збитки від нематодозів у ботанічних садах полягають у загибелі унікальних колекційних екземплярів рослин. У цьому випадку ступінь розвитку хвороби порівнювали із життєздатністю рослин. Для цього нами введено поняття «ступінь життєздатності» і розроблені його параметри (табл. 6).

Таким чином, нематологічний моніторинг у різних біоценозах слід виконувати із врахуванням специфіки виду рослин, умов їх вирощування, біологічних особливостей найбільш патогенних для них видів паразитичних нематод.

Перший етап базується на використанні візуальних ознак ураження фітопаразитичними нематодами, тобто — характерних особливостей прояву нематодозів на рослинах (наявність хлорозів, некрозів, відмирання листків, гали чи цисти, рани та некрози на коренях тощо). Це є необхідним для розмежування нематодозів та інших хвороб, зокрема непаразитарних, що здійснюються за візуального огляду рослин.

На другому етапі відбирають рослинний матеріал та прикореневий ґрунт для підтвердження нематодної природи захворювань. Розміри проб для агроценозів є універсальними: відбирають 20 см³ прикореневого ґрунту та 5 г рослинної тканини із кожної рослини. Але для деревних та колекційних рослин використовують сегментний метод відбору

№ п/п	Назва етапу	Методи виконання	Результати
1	Виявлення хворих рослин	Візуальний огляд колекційних рослин з метою виявлення зовнішніх ознак нематодозів: пригнічення росту, хлороз, пожовтіння, в'янення та опадання листя	Причиною розвитку хвороби рослин можуть бути паразитичні нематоди
2	Детальний огляд кореневої системи рослин з метою виявлення специфічних ознак нематодозів	Огляд кореневої системи або її частини (при неможливості викопування) для виявлення цист, галів, ранок, некрозів, мичкуватості	За характером пошкоджень буде визначена належність збудника до певної групи (галових, цистоутворюючих транслятивних екто- і ендогельмінтів)
3	Виділення нематод	Виділення за допомогою лійкового методу Бермана, фіксація у розчині ТАФ	Наявність особин паразитичних нематод, що свідчить про нематодне походження хвороби
4	Визначення видової належності	Препарати на основі гліцерину з додаванням поліхромної синьки, визначення за морфологічними ознаками за допомогою оптичних приладів з використанням визначників	Встановлення видової належності паразитичних нематод
5	Підрахунок чисельності	Чисельність седентарних нематод родів <i>Heterodera</i> і <i>Meloidogyne</i> підраховують за кількістю цист і галів на 1 рослину, червоподібних нематод підраховують в 100 см ³ ґрунту і 1 г рослинних тканин	Висновок про рівень чисельності
6	Визначення шкідливості	Дослідження динаміки чисельності нематод, співставлення її зі станом рослини-живителя з використанням шкали життєздатності, встановлення порогів шкідливості	Рівень шкідливості і його вплив на життєздатність рослин
7	Складання прогнозу та рекомендацій	Аналіз зібраної інформації, прогноз розвитку захворювання, розробка профілактичних та оздоровчих заходів	Рекомендації щодо контролю чисельності нематод для збереження рослин

6. Шкала для оцінки життєздатності колекційних рослин ботанічних садів за різних рівнів розвитку нематодозів

№ п/п	Симптоматичні прояви	Бал ураження	Ступінь життєздатності
1	Відсутні	0	Висока
2	Незначне пригнічення розвитку, незначні хлоротичні прояви на листках, поодинокі (до 5 шт.) гали і (або) ранки на коренях	1	Відносно висока
3	Помітне пригнічення розвитку, хлорози і незначні некрози на листках, гали на коренях (від 5 до 15 шт.) і (або) багаточисельні ранки на коренях	2	Середня
4	Сильна затримка розвитку, яскраво виражені хлорози і некрози листя, деформація пагонів і листя, відмирання окремих листків, незначне в'янення рослин в спекотні часи, часткова деформація кореневої системи, відмирання окремих коренів, багаточисельні гали (від 1 до 25 шт.) і невеликі сингали, невеликі гниючі язви	3	Відносно низька
5	Сильна затримка розвитку, масові хлорози, некрози, деформації, гнилі і відмирання листя та пагонів, сильне в'янення рослин, коренева система сильно пошкоджена, гниючі гали і великі сингали, великі гниючі язви	4	Низька

кореневих та ґрунтових проб (вирізають 1/4 чи 1/8 частину кореневої системи).

Третій, четвертий та п'ятий етапи нематологічного моніторингу, відповідно до наших розробок, виконують за стандартними методиками в лабораторних умовах. Видовий склад визначають за допомогою визначальних таблиць та ключів. Чисельність підраховують на 100 см³ ґрунту та 1 г рослинних тканин.

На шостому етапі моніторингу звичай встановлюють зв'язок між

чисельністю нематод та їх шкідливістю. Для польових культур показниками шкідливості вважають втрати біомаси та врожаю, а у декоративних, вирощуваних для реалізації, шкідливість нематод оцінюють за втратою декоративності. У ботанічних садах, де існує проблема збереження колекційного матеріалу, для оцінювання шкідливості за різних рівнів розвитку нематодозів використовують розроблену нами шкалу оцінки життєздатності.

Сьомий етап — останній і за-

ключний. Це — аналіз зібраної інформації, складання прогнозу розвитку хвороби та рекомендацій щодо захисту та збереження рослин або їх вибраковування за низького рівня життєздатності.

Нематологічний моніторинг слід проводити за будь-якого фітосанітарного моніторингу, невід'ємною частиною якого він і є.

II. Система протинематодних заходів

Система протинематодних заходів включає карантинні, профілактичні та контролюючі прийоми (агротехнічні, хімічні та біологічні методи, включаючи використання стійких сортів).

Застосування того або іншого методу залежить від рівня заселеності ґрунту паразитичними нематодами та від конкретних умов вирощування в господарстві (наявність садивного матеріалу стійких до патогенів сортів сільськогосподарських рослин, можливість застосування науково обґрунтованої сівозміни тощо).

2.1. Захист картоплі від глободерозу базується на використанні стійких сортів, сівозміни, рослин-неживителів. В останні роки вона доповнена рекомендаціями щодо використання нових нематодостійких сортів та їх загущених посадок (на високоінвазованих глободерою ґрунтах посадка картоплі за схемою 25×50 замість загальноприйнятої 35×70, що дає можливість підвищувати на 10,1—11,0% ступінь очищення ґрунту від цист нематод).

2.2. Проти бульбової нематоли рекомендовано профілактичні заходи, з яких найефективнішими є перебирання із зняттям шкірки та подвійне перебирання з озелененням протягом 30 діб. Зараженість стебловою нематодою при здійсненні цих заходів становить 3,3 та 7,9% відповідно, що на 20,2 та 15,6% менше порівняно з контролем.

2.3. Для контролю чисельності бурякової нематоли рекомендовано сівозміну з рослинами-неживителями, знищення капустяних бур'янів, поживні посіви капустяних культур (ріпак, олійна редька, гірчиця), передпосівне протруювання насіння і коренеплодів, а також стійкі та толерантні сорти

2.4. Проти галових нематод роду *Meloidogyne* найдоцільнішим є застосування стійких сортів, ловиль-

них культур та біопрепаратів. Ловильні посіви гороху дають можливість на 95—99% очистити ґрунт від личинок галових нематод, а застосування біопрепаратів нематофаґину (на основі хижого гриба *Arthrobotrys oligosporum*) та Актофіту, с.п. (*Streptomyces avermitilis*) на огірках в теплиці — зменшити кількість галів на коренях рослин на 52,2—67,2% та 75,9—83,5% відповідно. За сумісного застосування препаратів гали на

провадяться в тісній співдружності з відомими вітчизняними селекціонерами, серед яких слід відмітити академіків НААН В.А. Кравченка та М.В. Роїка, професора А.А. Осипчука, кандидата с.-г. наук В.І. Сидорчука та ін. Результатом сумісних зусиль є нематодостійкі сорти картоплі та інших культур, про що свідчать близько 20-ти авторських свідоцтв.

7. Стійкість селекційного матеріалу сільськогосподарських культур до нематодозів (2006—2011 рр.)

№ п/п	Культура	Назва захворювання (збудник)	Кількість зразків, шт.				% стійких зразків у селекційно-новому матеріалі
			Всього, сорто-зразків	Група стійкості			
				Стійкі	Слабкостійкі	Нестійкі	
1	Картопля	Глободероз (золотиста картопляна цистоутворююча нематода <i>Globodera rostochiensis</i>)	1306	907	153	246	69,4
		Дитиленхоз (бульбова нематода <i>Ditylenchus destructor</i>)	20	0	11	9	—
2	Цукрові буряки	Гетеродероз цукрових буряків (бурякова нематода <i>Heterodera schachtii</i>)	5	3	0	2	60
3	Томати	Мелойдогіноз (галові нематоли роду <i>Meloidogyne</i>)	47	26	11	10	55,3

кореневій системі були відсутні, а урожайність на 50% перевищувала контрольну.

2.5. Система захисних заходів хмелю від хмельової та бульбової нематод включає екологічно безпечні заходи (закладання хмільників на вільних від паразитичних нематод ґрунтах, чистий пар, використання здорового садивного матеріалу, поглиблене очищення та обрізування кореневищ від некрозів).

2.6. Система захисних заходів декоративних рослин закритого ґрунту від нематодозів в умовах ботанічних садів України включає такі екологічно безпечні протинематодні елементи: ізоляцію і знищення хворих рослин; видалення зараженого ґрунту; теплову обробку ґрунтосумішей; вирощування ловильних культур та рослин-антагоністів, внесення в ґрунт мульчі або водних екстрактів з рослин-антагоністів.

Стійкі сорти

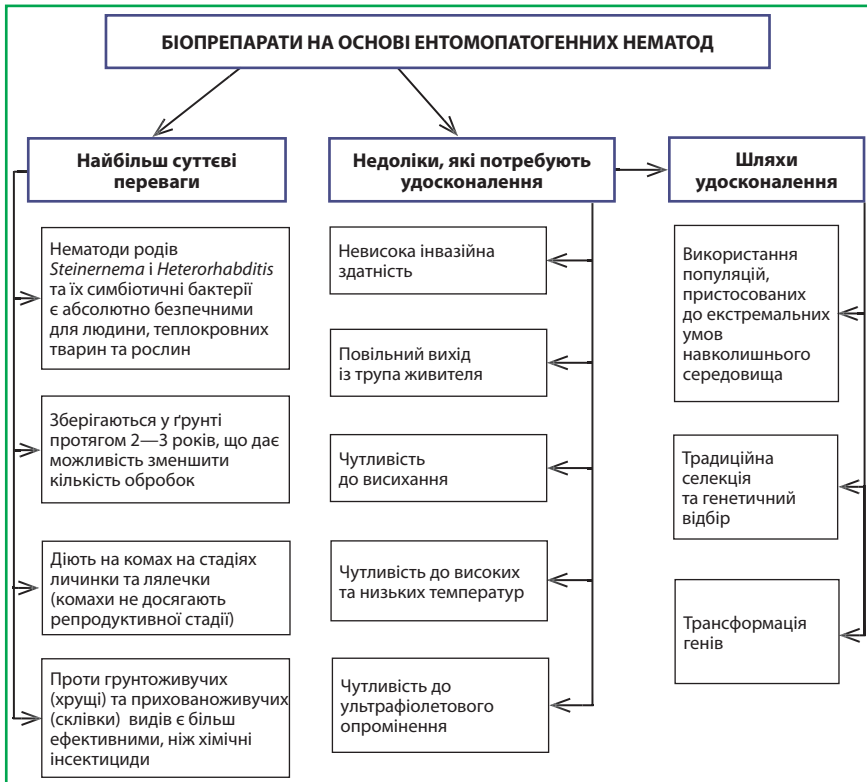
Стійкі сорти є одним з найефективніших способів контролю нематодозів. Оцінка ступеню стійкості селекційного матеріалу сільськогосподарських рослин проти нематодозів завжди в центрі уваги лабораторії нематології (табл. 7). Ці роботи

III. Дослідження ентомопатогенних нематод родів *Steinernema* та *Heterorhabditis*

Невід'ємною частиною біології ентомопатогенних нематод (ЕПН) родів *Steinernema* та *Heterorhabditis* є їх симбіоз з бактеріями роду *Enterobacteriaceae*. Проникаючи в тіло комах, нематоли інокулюють їх патогенними бактеріями, що спричинює їх загибель за 24—48 год. Тому цих нематод можна використовувати для створення біопрепаратів нового типу (табл. 8). Незважаючи на те, що ЕПН родів *Steinernema* та *Heterorhabditis* поширені в різних екосистемах у більш ніж 50-ти країнах світу, відомості про їх знаходження на території України поодинокі. Лабораторією нематології було проведено дослідження із виявлення ЕПН в різних біоценозах України, визначення їх видової належності та ефективності проти прихованоживучих шкідливих комах.

За обстежень польових і садових агроценозів в різних регіонах України у 2007—2010 рр. було проаналізовано 344 ґрунтові проби, з яких 69 проб (20%) виявились зараженими ЕПН (табл. 9). Більш зараженими

8. Характеристика біопрепаратів на основі ентомопатогенних нематод



виявились агроценози (25% проб). В садах відсоток зараження проб становив 22%, а соснові розсадники та насадження горіху виявились незараженими. Менше зараженими виявилися біоценози Криму. Із 493 відібраних ґрунтових проб лише 27 (5,47%) містили ЕПН. Під декоративними, лучними та лісовими культурами (201 проба) відсоток зараження становив 4,57%, під садови-

ми (168 проб) — 8,3%, під виноградниками (60 проб) — 6,7%. Ґрунтові проби, відібрані під соняшником, сорго, кукурудзою, були вільні від ЕПН. Встановлено, що виявлені ізоляти належали до трьох видів: *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* та *Heterorhabditis bacteriophora* (рис. 1—3).

9. Заселеність ценозів різними видами ентомопатогенних нематод

Реґіон, ценоз	Відібраних	Кількість проб			
		Заражених, %			
		Всього	<i>S. feltiae</i>	<i>S. carpocapsae</i>	<i>H. bacteriophora</i>
Україна					
1. Польові культури	071	25,0	20,0	5,0	0
2. Сади і ягідники	133	16,5	0	2,1	14,4
3. Соснові розсадники	40	10,0	0	5,0	5,0
Всього	344	20,0	5,4	12,0	2,6
АР Крим					
1. Сади	168	8,3	1,8	0	6,5
2. Виноградники	60	6,7	0	0	6,7
3. Декоративні культури	201	4,5	1,0	0	3,5
4. Польові культури	64	0	0	0	0
Всього	493	5,1	10,0	0	4,5

За культивування на вошинній молі нематод *S. feltiae* та *H. bacteriophora* виявлені спільні і оригінальні риси їх біології. Спільними є тривалість циклів розвитку (21 день) та наявність у них двох генерацій. Різниця полягає у ставовій структурі генерації і кількісному виході із трупів комах інвазійних личинок. У першій генерації гетерорабдитисів самців немає, вони з'являються в другій, а у штейнернем самці присутні в обох генераціях. За виходом інвазійних личинок штейнернеми значно поступаються гетерорабдитисам (6000 проти 29000).

Випробування виявлених ізолятів ЕПН та промислових біопрепаратів в лабораторних умовах дали можливість одержати високі показники смертності личинок звичайного бурякового довгоносика (100%), діабротики (100%), колорадського жука (80—100%), грибного комарика (100%), східної плодожерки (88—97%), яблунової плодожерки (89—100%) (табл. 10). У вегетаційних дослідах щодо застосування ЕПН проти личинок травневого хруща на суніці і вовчка звичайного на капусті білоголової, залежно від дози інвазійних личинок, технічна ефективність становила відповідно 47,6—100 та 10—60%.

10. Чутливість шкідників сільськогосподарських культур до місцевих ізолятів та комерційних препаратів на основі нематод родів *Steinernema* та *Heterorhabditis*

Комаха	Ізолят ЕПН, препарат	Доза інвазійних личинок, екз./гус.	Смертність комах з поправкою на контроль, %
Місцеві ізоляти ЕПН			
Звичайний буряковий довгоносик (личинки)	<i>Heterorhabditis</i> F5	100	100
Діабротика (личинки)	<i>Heterorhabditis</i> F5	100	100
Західний травневий хрущ (личинки)	<i>Heterorhabditis</i> F5, <i>Steinernema</i> SPB5, <i>Steinernema</i> ZAK	100 100 100	100 100 100
Східна плодожерка	<i>Heterorhabditis</i> F5, <i>Steinernema</i> ZAK	100 100	92 96,4
Яблунова плодожерка	<i>Heterorhabditis</i> F5, <i>Steinernema</i> ZAK	100 100	99,4 96
Вовчок звичайний (імаго)	<i>Heterorhabditis</i> F5, <i>Steinernema</i> ZAK	300 300	100
Ковалик посівний (личинки)	<i>Heterorhabditis</i> F5	300	50
Комерційні препарати на основі ЕПН			
Грибний комарик (личинки) (<i>Lycoriella</i> spp.)	ЕНТОHEM	50 100	65 100
Колорадський жук (личинки)	SCIA-RID	100 200	80—84,7 89,8—100

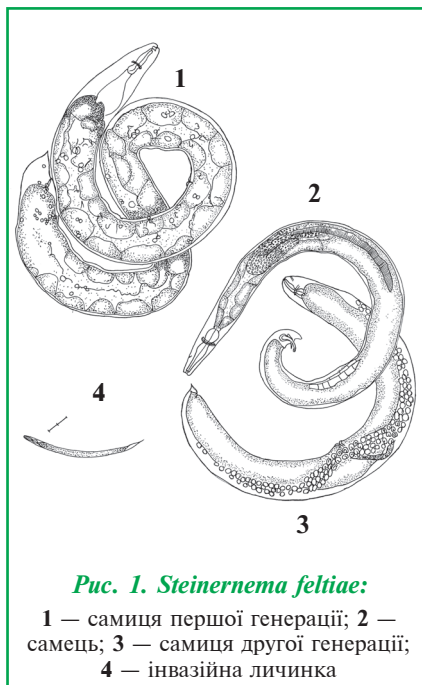


Рис. 1. *Steinernema feltiae*:

1 — самиця першої генерації; 2 — самець; 3 — самиця другої генерації; 4 — інвазійна личинка

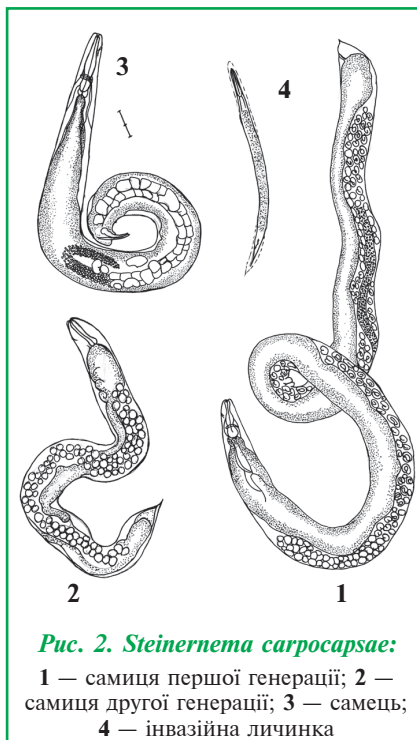


Рис. 2. *Steinernema carpocapsae*:

1 — самиця першої генерації; 2 — самиця другої генерації; 3 — самець; 4 — інвазійна личинка

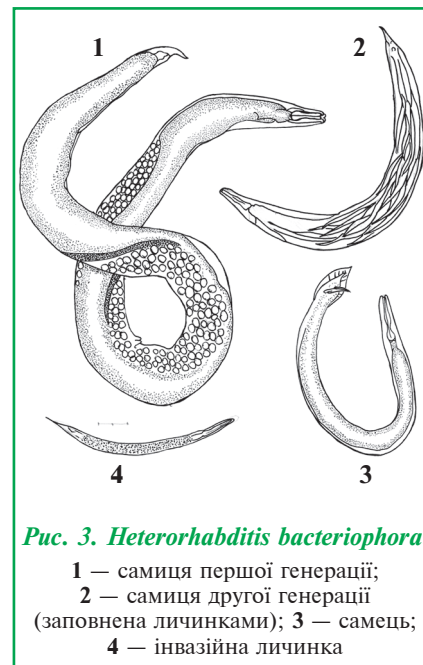


Рис. 3. *Heterorhabditis bacteriophora*:

1 — самиця першої генерації; 2 — самиця другої генерації (заповнена личинками); 3 — самець; 4 — інвазійна личинка

Найбільш перспективні розробки лабораторії нематології з напрямку сільськогосподарської нематології

Теоретичні розробки:

1. Уточнено основні завдання науки захисту рослин.
2. Доповнено поняття про фітосанітарний моніторинг і його місце в науці захисту рослин.
3. Розроблено принципово нову схему нематологічного моніторингу і виділено сім його послідовних етапів.
4. Обґрунтовано проблему нематодозів основних сільськогосподарських культур та стан наукових досліджень.
5. Виділено найбільш небезпечні для рослинництва України нематодози, які потребують невідкладної розробки контролюючих заходів.

Основні практичні розробки:

1. Розроблено методи моніторингу найбільш шкідливих видів фітогельмінтів:
 - ▶ золотистої картопляної цистоутворюючої нематоде;
 - ▶ бурякової цистоутворюючої нематоде;
 - ▶ галових нематод на овочевих та декоративних культурах в закритому ґрунті;
 - ▶ хмельової цистоутворюючої нематоде;
 - ▶ соснових деревинних нематод;
 - ▶ комплексу паразитичних нематод на польових та квітково-декоративних рослинах.
2. Складено картосхеми поширення в Україні:
 - ▶ золотистої картопляної цистоутворюючої нематоде;
 - ▶ бурякової цистоутворюючої нематоде;
 - ▶ галових нематод;
 - ▶ ризику проникнення і поширення соснової деревинної нематоде.

Схеми протинематодних заходів захисту:

- ▶ картоплі від глободерозу та бульбової нематоде;
- ▶ цукрових буряків та ріпаку від бурякової нематоде;
- ▶ овочевих культур закритого ґрунту від галових нематод;
- ▶ хмелю від хмельової та бульбової нематоде;
- ▶ декоративних рослин закритого ґрунту ботанічних садів від нематодозів.

Вперше в Україні разом з селекціонерами НААН та інших наукових установ створено біля 35-ти нематодостійких сортів картоплі.

Вперше в Україні виявлено більше 20-ти ізолятів ентомопатогенних нематод, розроблено лабораторні методи їх культивування, показано, що вони за ефективністю дії на прихованоживучих комах-шкідників можуть бути використані для створення біопрепаратів нового покоління.