

УДК 632.651:631.234:635.9

СІГАРЬОВА Д.Д., д-р біол. наук, чл.-кор. НААН

Інститут захисту рослин НААН

ЧИГРИН Н.О., канд. біол. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ГУБІН О.І., наук. співробітник

Донецький ботанічний сад НАН України

КАРПІЮК В.Г., наук. співробітник

Київська міська карантинна лабораторія

e-mail: natmis@mail.ru

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ НЕМАТОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДЕКОРАТИВНО-КВІТКОВИХ РОСЛИН В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ В БОТАНІЧНИХ САДАХ

На основі нематологічного обстеження декоративно-квіткових рослин захищеного ґрунту 6 ботанічних садів виявлено притаманний їм комплекс фітопаразитичних нематод у складі 18 видів, що належать до 15 родів та 8 родин. Домінуючими за чисельністю виявились два види нематод – седентарний ендопаразит кореневої системи *Meloidogyne incognita* та транслативний ектопаразит *Rotylenchus robustus*. Серед інших видів до частих віднесені *Helicotylenchus dihystra*, *Tylenchorhynchus claytoni*, *Paratylenchus nanus*, *Pratylenchus penetrans*, *Ditylenchus dipsaci*, *Hemicycliophora tipica*, решта видів були рідкісними.

З урахуванням біологічних особливостей домінуючих та частих видів, характеру зумовлених ними нематодозів, а також видового складу і умов вирощування в ботанічних садах декоративно-квіткових рослин, удосконалено методичний підхід до проведення нематологічного моніторингу.

Ключові слова: декоративно-квіткові рослини, паразитичні нематоди, біологічні особливості, нематологічний моніторинг.

Постановка проблеми. Моніторинг (від латинського *monitor* – наглядач, *monere* – дивитись) – це довгострокове постійне спостереження за будь-яким об'єктом або явищем. Проведення моніторингу починається з нагляду за загальними характеристиками і закінчується аналізом конкретних параметрів. Заключною частиною моніторингу є прогноз, який може бути здійснений тільки після проведення системи спостережень і оцінки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки в науці захисту рослин вживається поняття фітосанітарного моніторингу, але без належної його деталізації. Вперше розкриття змісту фітосанітарного моніторингу, зокрема нематологічного, було сформульовано нами в 2009 році [5, 6]. Визначено, що дане поняття включає систему спостережень за появою, розвитком і шкідливістю фітофагів, збудників хвороб та бур'янів, яка закінчується прогнозом очікуваних втрат продукції для прийняття рішень щодо необхідності застосування захисних заходів. Об'єктами фітосанітарного моніторингу будуть як патогенні організми, так і їх господарі, тому при створенні його систем необхідно використовувати сучасні методи спостереження як за патогенними організмами, так і за культурами яким вони наносять шкоду. При нематологічному моніторингу об'єктом спостереження є нематоди, а явищем – нематодози, які вони викликають. В його основі лежить комплексний підхід до вивчення нематодозів, який поєднує співставлення еколого-біологічних особливостей присутніх популяцій фітопатогенних нематод з симптомами прояву захворювань рослин, спричинених ними, втратами якості рослинної продукції та врожаю [5].

Проведення спостережень за розробленою нами універсальною схемою моніторингу [4] виконується у 7 послідовних етапів, а саме: 1) виявлення вогнищ нематодозів; 2) детальний огляд підземної частини рослин на наявність ознак нематодозів; 3) виділення збудників хвороби; 4) визначення видової належності; 5) обліки чисельності; 6) визначення шкодочинності; 7) складання прогнозу.

Універсальність запропонованої схеми полягає у тому, що її можна застосувати для здійснення моніторингу нематодозів будь-яких культурних рослин, але методи і періоди проведення обстежень будуть змінюватись, залежно від видів паразитичних нематод і рослин. Отже, застосування розробленої нами загальної схеми нематологічного моніторингу для умов захищеного ґрунту ботанічних садів неможливе без знання видового складу паразитичних нематод, які шкодять вирощуваним тут культурам.

Крім того, при застосуванні нематологічного моніторингу в умовах захищеного ґрунту ботанічних садів слід прийняти до уваги ряд особливостей, що стосуються вирощуваних тут рослин. По-перше, кількість рослин, які необхідно обстежувати лише декількома екземплярами, в зв'язку з чим їм мають бути нанесені мінімальні пошкодження. Також слід зазначити, що для більшості видів квітково-декоративних рослин у закритому ґрунті ботанічних садів не описані візуальні симптоми нематодних захворювань. Нематологічні обстеження таких рослин дозволять не тільки проаналізувати рівень інвазійного навантаження, але й отримати абсолютно нові дані, що стосуються специфіки розвитку нематодозів на різних видах рослин.

Ще один блок невирішених питань стосується параметрів оцінки шкідливості. Якщо для польових культур шкідливість оцінюється втратами біомаси рослин та їх врожайності, то збитки від нематодозів в ботанічних садах виражаються у загибелі унікальних колекційних екземплярів рослин, які є неоціненними. В цьому випадку ступінь розвитку хвороби необхідно порівнювати з життєздатністю рослини, для чого слід ввести таке поняття як «ступінь життєздатності» і розробити його параметри.

Мета і завдання дослідження – встановлення видового складу паразитичних нематод на декоративно-квіткових рослинах захищеного ґрунту ботанічних садів, виявлення найбільш шкочинних видів та симптомів прояву хвороби, розробка шкали для оцінки ступеня життєздатності рослин залежно від розвитку хвороби. Отримана інформація буде використана для удосконалення нематологічного моніторингу з метою використання його в ботанічних садах.

Матеріал і методика дослідження. Матеріалом цієї роботи слугували тропічні і субтропічні квітково-декоративні рослини, які вирощувалися в закритому ґрунті Донецького ботанічного саду НАН України (ДБС), ботанічного саду Харківського національного університету ім. В.М. Каразіна (БСХНУ), Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України (НБС) (м. Київ), ботанічного саду Львівського національного університету ім. І. Франка (БСЛНУ), Криворізького ботанічного саду НАН України (КБС) та Нікітського ботанічного саду – Національного наукового центру НААН України (НБС-ННЦ). Загальна кількість обстежених рослин склала 153 види, які належали до 62 родів і 44 родин.

Для виділення нематод із рослин, а також із ґрунту використовували лійковий метод Бермана. Для фіксації нематод використовували фіксатор ТАФ (7 мл 40%-го формаліну, 2 мл триетаноламіну, 91 мл дистильованої води), для фарбування – поліхромна синька. Для визначення виду галових нематод виготовляли препарати анально-вувльварної пластинки самок. Визначення проводили за допомогою мікроскопів МБС-9, МБИ-3, Krüss Optronics MBL 2150, JNOEC SZM-45T2, Zeiss Primo Star із фотонасадкою на основі камери Canon Power Shot A 640, а також – визначальних таблиць, ключів і каталогів.

Кількість нематод (незалежно від віку – личинок, самців, самок) перераховували на 100 см³ ґрунту, або на 1 г сирової рослинної маси (коренів або листя). Після цього підраховували чисельність і частоту виявлення нематод в ґрунті та коренях, як загальну, так і для окремих родів рослин. Галових нематод підраховували також за кількістю галів на коренях рослини, використовуючи 5-бальну шкалу розвитку хвороби залежно від кількості галів, де: 0 бал – гали відсутні; 1 бал – до 5 галів; 2 бали – 6-15; 3 бали – 16-25; 4 бали – 26 і більше галів на рослину.

Результати досліджень та їх обговорення. Багаторічні дослідження нематодозів квітково-декоративних рослин в теплицях шести ботанічних садів дозволили виділити основні види паразитичних нематод-збудників нематодозів і прослідкувати характер прояву хвороби. На відміну від польових агроценозів, де серед седентарних нематод найбільш шкідливими є представники цистоутворюючих нематод (роди *Heterodera* і *Globodera*), в ботанічних садах із цієї групи нематод переважають представники роду *Meloidogyne*, зрідка виявлені нематоди роду *Heterodera*. Видовий склад червоподібних нематод у ботсадах більш подібний до польових агроценозів [3]: спільними в обох випадках були нематоди родів *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Ditylenchus*, *Paratylenchus*, *Longidorus*, *Xiphinema* (табл. 1).

Таблиця 1 – Видовий склад фітопаразитичних нематод, виявлених в агроценозах і ботанічних садах

№ п/п	Види нематод	Агроценози	Ботанічні сади
1	<i>Aphelenchoides ritzemabosi</i>	—	+
2	<i>Belondira paraclava</i>	—	+
3	<i>Ditylenchus destructor</i>	—	+
4	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	+	+

5	<i>Helicotylenchus dihystra</i>	+	+
6	<i>Hemicycliophora tipica</i>	—	+
7	<i>Heterodera fici</i>	—	+
8	<i>Longidorus elongatus</i>	+	+
9	<i>Macroposthonia annulata</i>	—	+
10	<i>Meloidogyne incognita</i>	—	+
11	<i>Paratrichodorus acutus</i>	—	+
12	<i>Paratylenchus nanus</i>	+	+
13	<i>Pratylenchus pratensis</i>	+	+
14	<i>Pratylenchus penetrans</i>	—	+
15	<i>Rotylenchus robustus</i>	—	+
16	<i>Tylenchorhynchus claytoni</i>	—	+
17	<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	+	+
18	<i>Xiphinema americanum</i>	+	+

Проте, на відміну від агроценозів, тут виявлені представники таких родів як *Rotylenchus*, *Hemicycliophora*, *Macroposthonia*, *Belondira*, *Paratrichodorus*, *Aphelenchoides*. Таким чином, основна відмінність полягає у значно більшій кількості родів червоподібних нематод, виявлених в ботсадах, порівняно з агроценозами (15 проти 7 родів). Різниця спостерігається не лише в кількості родів, але й кількості видів, яких в ботанічних садах нараховується 18 проти 7 видів у польових агроценозах [4]. Отже, видовий спектр нематод значно багатший в ботанічних садах порівняно з агроценозами.

Присутність того чи іншого виду паразитичних нематод на рослині ще не є показником його шкідливості. Зв'язок між цими поняттями виникає лише при наявності відомостей про чисельність нематод та стан рослини. Слід зазначити, що в ботанічних садах майже всі види паразитичних нематод були виявлені в ґрунті і кореневій системі рослин, проте в стеблах та листках, за виключенням виду *A. ritzemabosi*, який було виявлено на папороті, вони були відсутні.

В таблиці 2 наведені дані, які свідчать, що серед спектра виявлених видів, до домінуючих (частота виявлення >50 %) можна віднести лише два види, а саме *Meloidogyne incognita* та *Rotylenchus robustus*, які були присутні відповідно в 58 та 60 % досліджених ґрунтових проб. Шість видів віднесені до звичайних (виявлені в 5-50 % проб), а решта (10 видів) – рідкісні (<5 % проб). Якщо середня чисельність домінуючих видів становила 243 і 392 екз. в 100 см³ ґрунту, то чисельність звичайних не перевищувала 6-56 екз. в 100 см³ ґрунту, а рідкісні сягали 1-7 екз. в 100 см³ ґрунту.

Значні розбіжності в частоті виявлення та чисельності в пробах домінуючих і частих видів свідчать про їх неадекватний вплив на рослин-господарів. Домінуючі види за великої чисельності на окремих видах рослин спричиняли значні пошкодження, в той час як шкода від звичайних видів – за їх незначної чисельності, зазвичай підсумовується (табл. 3).

Два домінуючі види хоч і паразитують на кореневій системі, але значно відрізняються за своєю біологією. Один з них *M. incognita* – седентарний (малорухомий вид), який до того ж спричиняє виникнення галів на коренях рослин, а інший – транслативний – рухомий і при його паразитуванні на коренях рослин утворюються ранки, які потім стають причиною некрозів. Решта видів паразитичних нематод, окрім *Heterodera fici*, також належать до групи транслативних нематод (екто- та ендогельмінтів), частина з них сприяє виникненню некрозів на коренях, інші – пригнічують ріст рослин, не спричиняючи специфічних ознак хвороби. Для розробки системи методів моніторингу паразитичних нематод необхідно коротко зупинитися на особливостях їх біології, зокрема домінуючих в ботанічних садах видів.

Таблиця 2 – Частота виявлення та середня чисельність нематод в ботанічних садах

№	Види нематод	Середня чисельність в 100 см ³ ґрунту	Частота виявлення, %
1	<i>Aphelenchoides ritzemabosi</i>	0,2	1
2	<i>Belondira paraclava</i>	0,6	2
5	<i>Ditylenchus destructor</i>	0,7	1
4	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	14,4	20
5	<i>Helicotylenchus dihystra</i>	46,1	20
6	<i>Hemicycliophora tipica</i>	22,4	8
7	<i>Heterodera fici</i>	0,1	1
8	<i>Macroposthonia annulata</i>	2,2	3

9	<i>Longidorus elongatus</i>	0,6	3
10	<i>Meloidogyne incognita</i>	241,9	58
11	<i>Paratrichodorus acutus</i>	0,04	1
12	<i>Paratylenchus nanus</i>	5,9	8
13	<i>Pratylenchus pratensis</i>	4	3
14	<i>Pratylenchus penetrans</i>	10,2	8
15	<i>Rotylenchus robustus</i>	391,8	60
16	<i>Tylenchorhynchus claytoni</i>	55,9	19
17	<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	6,7	2
18	<i>Xiphinema americanum</i>	2,9	3

Таблиця 3 – Чисельність фітогельмінтів у ризосфері рослин з найбільш вираженими ознаками нематодозів

Рід рослин	В 1 г коренів			В 100 см ³ ґрунту		
	загальна чисельність	<i>Meloidogyne incognita</i>	<i>Rotylenchus robustus</i>	інші види	загальна чисельність	<i>Meloidogyne incognita</i>
Begonia	48 (1-336)	40 (1-333)	1 (1-6)	8 (1-99)	812 (10-6600)	515 (5-6600)
Aloe	142 (1-3072)	1 (1-15)	137 (1-3072)	5 (1-118)	574 (10-3500)	125 (5-3010)
Kalanchoe	20 (1-309)	4 (1-105)	15 (1-186)	1 (1-18)	1743 (5-19400)	384 (5-9711)
Ficus	20 (2-44)	15 (5-44)	1 (5-14)	4 (1-28)	664 (30-3276)	201 (23- 2160)

Голові нематоди – мелейдогіни належать до групи сидентарних ендопаразитів з родини *Meloidogynidae*. У мелейдогін наявний статевий диморфізм: самці та інвазійні личинки червоподібні, а самки – грушоподібні. У самиць мелейдогін кутикула залишається впродовж всього життєвого циклу білою і досить м'якою. Самки галових нематод знаходяться в галах, а яйця виділяють в желатиновий яйцевий мішок, який розташований на поверхні гала.

Візуально ознакою хвороби є утворення на коренях галів, які являють собою гіпертрофовані клітини корової паренхіми кореня, що утворюються у відповідь на інтоксикацію продуктами життєдіяльності нематоди. Процес галоутворення відбувається під впливом виділень стравохідних залоз, які стимулюють утворення гігантських клітин, з яких нематоди живляться. Форма і розміри галів залежать від виду нематод і рослини-господаря, а також від інших факторів. Розміри галів можуть варіювати від кількох міліметрів до кількох сантиметрів. Більшість видів галових нематод зокрема *M. incognita* уражує переважно головні корені, які часто бувають потовщеними. Хвороба рослин, яку вони викликають має назву мелейдогеноз.

До групи сидентарних ендопаразитичних нематод належать також представники роду *Heterodera*, які належать до родини різношкірних нематод (*Heteroderidae*) і є чи не найбільш небезпечними патогенами різних рослин, що уражують кореневу систему. В ботанічних садах виявлено лише один вид з цієї родини, а саме *H. fici*. Значної чисельності він не досягав, у зв'язку з чим його віднесено до групи рідкісних видів. Здатність до утворення цист на коренях рослин дає можливість визначати його візуально (розмір цист 0,5x0,8 мм) при викопуванні рослин або ізоляції частини кореневої системи.

Отже, щодо групи сидентарних видів, то такі риси їх біології як здатність утворювати цисти і гали на коренях рослин полегшує проведення їх моніторингу, оскільки ці ознаки на коренях добре помітні.

Щодо іншого домінуючого на декоративних рослинах ботанічних садів виду *R.robustus*, то він належить до мігруючих корневих нематод. Мігруючі кореневі нематоди відрізняються від сидентарних тим, що обидві стадії у них червоподібні і вони здатні рухатися як всередині коренів, так і в ґрунті від коренів однієї рослини до іншої. Вони наносять суттєвої шкоди рослинам, викликаючи різні захворювання (нематодози). Проте, систематично не об'єднані, а належать до різних таксонів (рядів, родин, родів) і живляться як ендопаразитично, так і екзопаразитично.

Нематоди *R.robustus* належать до екзопаразитичних нематод родини *Hoplolaimidae*. За морфолого-біологічними особливостями вони близькі до представників роду *Helicotylenchus*, один із видів якого *H. dihystra* в ботанічних садах кваліфікується як досить частий. Нематоди обох родів здатні зберігати посмертно дугоподібну форму тіла й називаються «спіральними». Але якщо види

роду *Helicotylenchus* характерні для агроценозів, зокрема для злакових культур, то нематоди роду *Rotylenchus* здебільшого паразитують на квітково-декоративних та лісових рослинах, де їх популяції можуть досягати колосальних розмірів й спричиняти значні пошкодження [1].

Rotylenchus robustus – ектопаразит коренів, що надає перевагу більш сухим і піщаним ґрунтам [7]. Прикріплюючись до кореневих волосків, висмоктує вміст шляхом ритмічних рухів стилета. Зазвичай його знаходять зануреним передньою частиною тіла в корені, а іноді він повністю проникає в корені. В таких випадках в зовнішніх шарах коренів можна знайти всі стадії розвитку від яєць до статевозрілих самок. Внаслідок проколів тканини на коренях виникають численні дрібні некрози. Некротичні ділянки стають коричневими, а потім темно-бурими [10]. До рослин-господарів належать більше 30 видів дерев, кущів та квіткових рослин. Особливо сприятливі для збільшення популяцій ротиленхів ялина, сосна, а також інші хвойні породи – кедр, кипарис, ялиця, туя. В коло рослин-хазяїнів ротиленхів входять самшит, бирючина, модрина, ялина, види сосен. Серед декоративних сильно розмножується на коренях хризантем, волошок, дзвоників, гвоздик, флоксів, бальзамів, лілій [7]. Експериментальним шляхом в різних країнах світу (Європа, США) доведено шкідливість *R.robustus* на ялині, калині, кизилу, азалії, бальзаміні [8, 9].

Серед інших видів ектопаразитичних нематод досить частими і численними були два види *H.dihystera* і *Tylenchorhynchus claytoni* (табл. 2.), менш частими – *Hemicycliophora tipica* і *Paratylenchus nanus*. *H. dehystra* належить до тієї ж родини *Hoplolaimidae*, що і *R. robustus*. Вони досить схожі за своєю біологією і шкідливістю. Обидва ці види називаються спіральними нематодами за їх здатність набувати спіральної форми тіла після теплової обробки. Гелікотиленхи живуть і розмножуються в ґрунті, але живляться на коренях рослин. Як екто- чи напівендопаразити, занурюються в корені передньою частиною тіла, а періодично – і усім тілом. Міцним стилетом нематоди проколюють тканину кореня і висмоктують вміст клітин, спричиняючи численні дрібні некрози на коренях. В місцях живлення паразита в тканинах коренів з'являються невеликі ранки, зазвичай біля кінчиків коренів, які згодом буріють. При цьому ріст коренів і надземних органів уповільнюється, за високої чисельності гелікотиленхів рослина гине. Максимальне накопичення в ґрунті спостерігається на початку осені і може досягати кількох тисяч екземплярів у 100 см³ ґрунту. Поліфаги, не зважаючи на те, що найбільш улюбленими рослинами-живителями є хлібні й кормові злаки, наносять значної шкоди квітково-декоративним рослинам.

Облігатним ектопаразитом також вважають *Tylenchorhynchus claytoni*, який належить до родини *Tylenchorhynchidae*, що паразитує в зоні кореня, але іноді може проникати в корінь. Уражені корені погано ростуть у довжину і не розвиваються. В Європі паразитує на декоративно-квіткових рослинах, знижуючи масу кореневої системи і надземних частин. В Україні пошкоджує квіткові і декоративні рослини в теплицях і оранжереях ботанічних садів, деревні культури в розсадниках. Подібні типи пошкоджень на квіткових та декоративних рослинах спостерігаються при паразитуванні ектопаразитичних нематод *P.nanus*, які живуть в ґрунті і живляться на кореневих волосках рослин, а при наших дослідженнях в ботанічних садах зустрічалися досить часто в ризосфері декоративно-квіткових рослин.

Щодо особливостей біології *Hemicycliophora tipica*, то слід відзначити, що цей вид характерний для біоценозів ботанічних садів, в агроценозах його раніше не виявляли. Як і описані вище види – це червоподібна ектопаразитична нематода. Самки мають міцний стилет за допомогою якого вони проколюють клітини коренів рослин і висмоктують їх вміст, самці позбавлені стилета. Особливістю їх є те, що вони малорухомі, надзвичайно швидко розмножуються й можуть за короткий період (5 місяців) збільшувати розмір популяції в вегетаційних судинах з 200 до 12-17 тисяч. Живлення нематод на коренях призводить до їх деформації, утворюється багато укорочених коренів, бокові корені потовщуються і буріють.

Комплекс домінуючих на декоративно-квіткових рослинах ботанічних садів також включає два види ектопаразитичних нематод – *Pratylenchus penetrans* і *Ditylenchus dipsaci* (родина *Pratylenchidae* та *Anquiniidae*), які нами віднесені до групи частих. Перший з них спеціалізований ектопаразит кореневої системи, що здатен пересуватися як в середині кори кореня, так і в ґрунті – переходить з одного кореня в інший і живиться вмістом їх клітин. Хвороба, яку вони спричиняють називається пратиленхозом, або ґрунтовтомою. *D.dipsaci* ще називають стебловою нематоною, бо вона уражує стебла, листки, цибулини, бульби, утворюючи на сприйнятливих рослинах спеціалізовані раси (тюльпанова, гіацинтова, цибулинна та ін.). При відсутності сприятливих рослин-хазяїнів розмножується в коренях вегетуючих рослин, як це спостерігалось в ботанічних садах.

Як видно з наведених даних, за особливостями біології домінуючі і часті види розділяються на дві групи: сидентарні і транслятивні. Здатність першої з названих груп утворювати на кореневій системі рослин гали (рід *Meloidogyne*) і цисти (рід *Heterodera*) дозволяє відрізнити їх від інших паразитичних видів навіть візуально. Транслятивні види в цьому відношенні визначати значно складніше, оскільки паразитування більшості з них супроводжується утворенням на кореневій системі ранок і некрозів (роди *Rotylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Pratylenchus*), тож їх видова і родова належність визначається на етапі виготовлення мікропрепаратів.

Таким чином, нематологічний моніторинг в ботанічних садах повинен виконуватися з урахуванням особливостей видового різноманіття колекційного фонду рослин, умов їх утримання та біологічних особливостей найбільш патогенних для них видів паразитичних нематод (табл. 4).

Перший етап, який базується на використанні візуальних ознак ураження фітопаразитичними нематодами, потребує доповнень відносно характерних особливостей прояву нематодозів на декоративно-квіткових рослинах (наявність хлорозів і некрозів та відмирання листя, гали і цисти, рани і некрози на коренях і т.п.) Вони необхідні для відокремлення нематодозів від інших хвороб, зокрема непаразитарних, яке вже може здійснюватися при візуальному огляді рослин.

Таблиця 4 – Методи моніторингу паразитичних нематод в умовах закритого ґрунту ботанічних садів

№ 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 сидентарних 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 шкодочинності	Дослідження динаміки чисельності нематод, співставлення її зі станом рослини-хазяїна 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

На другому етапі проводиться відбір проб рослинного матеріалу та прикореневого ґрунту, для подальшого підтвердження нематодного походження хвороб. Цей етап також потребує методичного удосконалення при застосуванні в ботанічних садах. Для зменшення пошкодження підконтрольних рослин слід використовувати сегментний метод відбору проб. При цьому з ґрунтового кому рослини видаляється частина ґрунту з коренями. Але розміри проб залишаються універсальними: відбираються 20 см³ прикореневого ґрунту і 5 г рослинних тканин з кожної рослини.

На третьому етапі, який виконується в лабораторних умовах, використовуються удосконалені нами методики. За допомогою лійкового методу Бермана здійснюється виділення нематод з рослинних тканин і ґрунту і подальша їх фіксація у розчині ТАФ. Оригінальним для даного етапу є час експозиції проб після занурення їх у воду. Для деяких кореневих проб його слід подовжити до 5-6 діб.

Четвертий і п'ятий етапи нематологічного моніторингу згідно з нашими розробками також проводяться стандартними методами в лабораторних умовах. Вони полягають у виготовленні мікропрепаратів нематод, визначенні їх видового складу та підрахунку чисельності. Препарати робляться на основі гліцерину з додаванням поліхромної синьки для фарбування зразків. Визначення видового складу здійснюється за допомогою визначальних таблиць і ключів. Підрахунок чисельності проводиться з розрахунку на 100 см³ ґрунту та на 1 г рослинних тканин [2].

На шостому етапі моніторингу зазвичай відслідковують зв'язок між чисельністю нематод і їх шкодочинністю. Для польових культур показниками шкодочинності прийнято вважати втрати біомаси і врожаю, в той час як для декоративних культур, що вирощуються для реалізації, шкідливість від нематод оцінюється втратою декоративності. Проте жодна з цих методик не придатна для ботанічних садів.

Особливий підхід до визначення шкідливості нематодозів в умовах ботанічних садів обумовлюється тим, що рослини тут вирощуються з метою поповнення колекційного фонду. Кожен з видів рослин може бути представлений одним або кількома екземплярами, які становлять велику цінність як складові колекції, а їх втрата спричиняє шкоду всій колекції (призводить до збіднення колекції). Тому, за будь-яких умов, зокрема при нематодозах, колекційні екземпляри слід зберігати.

Необхідність збереження колекційного матеріалу робить найбільш важливою ознакою вирощуваних рослин їх життєздатність. У зв'язку з тим, що хвороби, зокрема нематодози, знижують рівень життєздатності, ми розробили шкалу для його оцінки при різному розвитку нематодозів (табл. 5).

Сьомий етап є останнім і заключним. Зміст його полягає в аналізі зібраної інформації, складанні прогнозу розвитку хвороби і рекомендацій щодо заходів зі збереження рослин чи їх вибракуванні при низькому рівні життєздатності.

Таблиця 5 – Шкала для оцінки життєздатності колекційних рослин ботанічних садів при різному рівні 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) численні 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, численні 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 і пагонів, сильне в'янення рослин, коренева система сильно пошкоджена, гниючі гали і великі сингали, великі гниючі язви	4	низька

Висновок. 1. Комплекс паразитичних видів нематод декоративно-квіткових рослин захищеного ґрунту ботанічних садів представлений 18 видами, які належать до 15 родів та 8 родин. Основна його відмінність від комплексу фітогельмінтів агроценозів полягає у кількісному співвідношенні родів та видів нематод, яке становить 15 проти 7 та 18 проти 7 відповідно, а також в статусі домінування окремих видів.

2. Серед спектра виявлених видів домінуючими (частота виявлення >50 %) є *Meloidogyne incognita* та *Rotylenchus robustus*, чисельність яких становила 243 і 392 екз. в 100 см³ ґрунту. Шість видів віднесені до частих (виявлені в 5-50 % проб, чисельність не перевищувала 6-56 екз. в 100 см³ ґрунту), а решта (10 видів) – рідкісні (<5 % проб, сягали 1-7 екз. в 100 см³ ґрунту).

3. За біологічними особливостями виявлені види мають ряд відмінностей, основними з яких є спосіб життєдіяльності (сидентарні та транслятивні) та характер пошкодження рослин внаслідок їх живлення. Здатність першої з названих груп утворювати гали та цисти на коренях полегшує проведення їх моніторингу, в той час як види другої групи для визначення таксономічної належності потребують виготовлення мікропрепаратів.

4. Для оцінки рівня шкідливості нематодозів на колекційних рослинах в ботанічних садах ввести поняття «ступеня життєздатності», який ідентифікується за розробленою п'ятибальною шкалою.

5. Нематологічний моніторинг захищеного ґрунту ботанічний садів повинен виконуватися з урахуванням ряду особливостей видового різноманіття колекційного фонду рослин, умов їх утримання та біологічних особливостей найбільш патогенних для них видів паразитичних нематод та включати сім послідовних етапів: 1) виявлення вогнищ нематодозів; 2) детальний огляд підземної частини рослин на наявність ознак нематодозів; 3) виділення збудників хвороби; 4) визначення видової належності; 5) обліки чисельності; 6) визначення шкодочинності; 7) складання прогнозу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Краль Э.А. Паразитические корневые нематоды. Семейство Noplolaimidae / Э.А.Краль. – М.: Наука, 1978. – 419 с.
2. Сигарева Д.Д. Методические рекомендации по выявлению и учету паразитических нематод полевых культур / Д.Д. Сигарева // Гос. агропром. ком. УССР, Респ. об-ние «Укрсельхозхимия», Всесоюз. науч.- исслед. ин-т сах. свеклы. – К.: Урожай, 1986. – 40 с.
3. Сигарева Д.Д. Паразитические нематоды основных культур полевых свекловичных севооборотов Лесостепи Украины: автореф. дис. ... докт. биол. наук / Д.Д. Сигарева. – М., 1988. – 39 с.
4. Сигарева Д.Д. Мониторинг и контроль численности паразитических нематод на сельскохозяйственных культурах в Украине / Д.Д. Сигарева // Нематоды естественных и трансформированных экосистем // Сб. науч. тр. – Петрозаводск, 2007. – С. 85-87.
5. Сигарьова Д.Д. Новий підхід до моніторингу нематодозів рослин / Д.Д. Сигарьова, Т.О. Галаган, К.С. Нікішичева // Вісник зоології. – 2009. – № 23. – С. 183-190.
6. Сигарьова Д.Д. Новий підхід до моніторингу нематодозів рослин / Сигарьова Діна Дмитрівна: бібл. покажчик наук. пр. – Київ, 2010. – С. 25-38.
7. Geraert E. The genus *Paratylenchus* / E. Geraert // Nematologica. 1965. – Vol. 11. – P. 301-334.
8. The nematode parasites of plants catalogued under their hosts. (3. Edit. T. Goodey 1940) / T. Goodey, J.B. Goodey, M.T. Franklin, D.J. Hooper // Commonw. Agric. Bur. Farnham Royal, England, 1965. – 214 p.
9. Oostenbrink M. Bodenmüdigkeit und Nematoden / M. Oostenbrink // Z. Pflanzenkrankh. 1955. – N 62. – P. 337-346.
10. Seinhorst J.W. Three new *Pratylenchus* species with a discussion of the structure of the cephalic framework and of the spermatheca in this genus / J.W. Seinhorst // Nematologica, 1968. – Vol. 14, N 4. – P. 497-510.

Особенности проведения нематологического мониторинга декоративно-цветочных растений в условиях закрытого грунта ботанических садов

Д.Д. Сигарева, Н.А. Чигрин, А.И. Губин, В.Г. Карплюк

На основании нематологических обследований декоративно-цветочных растений закрытого грунта ботанических садов обнаружено присущий им комплекс фитопаразитических нематод в составе 18 видов, относящихся к 15 родам и 8 семействам. Доминирующими по численности оказались два вида нематод – сидентарный эндопаразит корневой системы *Meloidogyne incognita* и транслятивный эктопаразит *Rotylenchus robustus*. Среди других видов к частым отнесены *Helicotylenchus dihystera*, *Tylenchorhynchus claytoni*, *Paratylenchus nanus*, *Pratylenchus penetrans*, *Ditylenchus dipsaci*, *Hemicycliophora tipica*, другие виды были редкими.

С учетом биологических особенностей доминирующих и частых видов, характера обусловленных ими нематодозов, а также видового состава и условий выращивания в ботанических садах декоративно-цветочных растений, усовершенствован методический подход к проведению нематологического мониторинга.

Ключевые слова: декоративно-цветочные растения, паразитические нематоды, биологические особенности, нематологический мониторинг.

Peculiarities carrying out of nematological monitoring of ornamental flowering plants in greenhouses of botanical gardens

D. Sigareva, N. Tschigrin, A. Gubin, V. Karplyuk

As a result of nematological survey of ornamental flowering plants in greenhouses of six botanical gardens inherent them complex of phytoparasitic nematodes was found. The complex included 18 species belonging to 15 genera and 8 families. Two species of nematodes dominated in number: sedentary endoparasite of the root system *Meloidogyne incognita* and translative ectoparasite *Rotylenchus robustus*. Among other species *Helicotylenchus dihystera*, *Tylenchorhynchus claytoni*, *Paratylenchus nanus*, *Pratylenchus penetrans*, *Ditylenchus dipsaci*, *Hemicycliophora tipica* belong to frequent ones, other species were rare.

Taking into consideration biological features of dominant and frequent species, characteristics of nematosis, species composition and conditions of growing ornamental flowering plants in botanical gardens, methodological approach to nematological monitoring was improved.

Key words: ornamental flowering plants, parasitic nematodes, biological features, nematological monitoring.